
**ENERGIAPUUN TIENVARSIVARASTON PEITTÄMISEN
VAIKUTUS HAKKEEN TEHOLLISEEN LÄMPÖARVOON
SAAPUMISTILASSA**




Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Metsätalous

Evo, syksy 2016

Teemu Varjonen

Teemu Varjonen



EVO
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri

Tekijä	Teemu Varjonen	Vuosi 2016
Työn nimi	Energiapuun tienvarsivaraston peittämisen vaikutus hakkeen teholliseen lämpöarvoon saapumistilassa	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli metsäenergialiiketoimintaa harjoittava yritys. Toimeksiantaja halusi energiapuuvarastojen ja toimitettujen hake-erien ominaisuustietoja sisältävän tietokantansa pohjalta teettää selvityksen energiapuun tienvarsivaraston peittämisen kannattavuudesta.

Opinnäytetyö on tapaustutkimus toimeksiantajan yhdelle voimalaitokselle vuosina 2014 ja 2015 toimittamista kokopuuhake-eristä. Erien tehollisista lämpöarvoista saapumistilassa (lämpöarvo) etsittiin keskiarvoissa vuosittain toistuvaa eroa peitetyistä varastoista tehdyn hakkeen eduksi. Tarkastelun mittayksikkönä oli megawattitunti per tonni lämpöarvon ja irtokuutiometri (i-m^3) varaston koon osalta.

Tutkimuksessa sovellettiin kvantitatiivista ja kvalitatiivista tilastollista tarkastelua. Varastot ja hake-erät luokiteltiin koon, varastointiajan ja käyttöajankohdan mukaan. Peitetyistä varastoista tehty hake sai molempina tarkasteluvuosina toistuvasti ja tilastollisesti merkitsevästi suuremman keskimääräisen lämpöarvon varaston kokoluokassa 500–699 i-m^3 sekä talvikauden jälkeen poltettujen hake-erien luokassa.

Toimeksiantajaa suositellaan polttamaan mahdollisuuksien mukaan talvikauden jälkeen peitetyistä varastoista tehtyä haketta ja lähtökohtaisesti peittämään ainakin 500–699 i-m^3 kokoiset tienvarsivarastot. Muissa luokissa erot lämpöarvoissa vaihtelivat paljon ja varastoinnin ohjeet ja niiden noudattaminen kentällä tulisi selvittää. Myös yli 1 000 i-m^3 varastojen laatutekijät tulisi selvittää. Toimeksiantajan tietokanta mahdollistaisi myös perusteellisen hakkeen laatutekijöiden selvittämisen laajemmassa tutkimushankkeessa.

Avainsanat Energiapuu, hake, kannattavuus, lämpöarvo, varastointi.

Sivut 18 s. + liitteet 22 s.

Evo
Degree Programme in Forestry

Author	Teemu Varjonen	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	The Effect of Covering a Roadside Energy Wood Storage on the Heat Value of Wood Chips.	

ABSTRACT

The commissioner of this thesis was a forest energy business enterprise. The commissioner wanted a statistical survey of the profitability of covering roadside energy wood storages. The survey is based on the commissioner's material comprised of attributes of energy wood storages and wood chip batches supplied collected in a database.

This thesis is a case study concerning chip batches supplied to a power plant in 2014 and 2015. The difference in the mean value of the heating value was sought as repeating on a yearly basis with covered storages giving higher values. The specific unit examined was a megawatt hour per ton for the heating value and a loose cubic meter (l-m³) for the storage size.

Qualitative and quantitative statistical analyses were employed. Storages and batches were categorized by size, age and time of supply. In both years inspected the batches from covered storages had higher mean heating value in the classes "500–699 l-m³" and "supplied after the winter period". These results were also tested to be statistically significant.

As a result of this thesis the commissioner is recommended to favor batches from covered storages when supplying wood chips after the winter period and also to cover energy wood storages of 500 to 699 l-m³ whenever reasonably possible. In other categories the values fluctuated so much as to imply that regulations and practices for storing energy wood should be examined. In addition, factors of quality for storages over 1 000 l-m³ should be inspected. The commissioner's database could be applied to commission a larger more thorough project on the factors of quality of energy wood and chip batches

Keywords Energy wood, heating value, profitability, storage, wood chips.

Pages 18 p. + appendices 22 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Toimeksianto.....	1
1.2	Kysymyksenasettelu.....	1
1.3	Aineiston rajausta.....	2
1.4	Tutkimusmenetelmän valinta.....	3
1.5	Keskeinen lähdemateriaali ja terminologia.....	3
2	AINEISTON KOOSTAMINEN JA TILASTOLLINEN TARKASTELU.....	5
2.1	Näytteen koostaminen.....	5
2.2	Näytteen tarkastelua puutavaralajeittain.....	6
2.2.1	Karsittu ranka.....	6
2.2.2	Kokopuu.....	7
2.3	Näytteen jakaminen ryhmiin ja ryhmien tilastollinen tarkastelu.....	7
2.3.1	Vuoden 2014 ryhmät.....	8
2.3.2	Vuoden 2015 ryhmät.....	8
2.4	Ryhmien luokittelu ja luokiteltujen havaintomatriisien tilastollinen tarkastelu.....	9
2.4.1	Havaintomatriisit käyttövuodenajan mukaan.....	9
2.4.2	Havaintomatriisit varastointiajan mukaan.....	10
2.4.3	Havaintomatriisit varastojen kokoluokkien mukaan.....	12
3	TILASTOLLISEN TARKASTELUN TULOKSET.....	13
3.1	Tilastollisesti merkitsevät tulokset.....	13
3.2	Tulosten tilastollisen merkitsevyyden testaaminen.....	13
3.3	Riippumattomien otosten t-testit.....	13
3.3.1	Talvikauden jälkeen käytettyjen erien keskiarvojen t-testit.....	14
3.3.2	Kokoluokan 500–699 i-m ³ erien keskiarvojen t-testit.....	14
4	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	15
4.1	Tulosten tulkinnan epävarmuustekijät.....	15
4.2	Johtopäätökset ja suositukset toimeksiantajalle.....	15
4.3	Jatkotutkimusaiheita.....	16
5	POHDINTAA.....	17
	LÄHTEET.....	18
Liite 1	Vuoden 2014 peittämättömät erät	
Liite 2	Vuoden 2014 peitetyt erät	
Liite 3	Vuoden 2015 peittämättömät erät	
Liite 4	Vuoden 2015 peitetyt erät	
Liite 5	2014 peittämättömät erät käyttöajankohdan mukaan	
Liite 6	2014 peitetyt erät käyttöajankohdan mukaan	
Liite 7	2015 peittämättömät erät käyttöajankohdan mukaan	
Liite 8	2015 peitetyt erät käyttöajankohdan mukaan	

Liite 9	2014 peittämättömät erät varastointiajan mukaan
Liite 10	2014 peitetyt erät varastointiajan mukaan
Liite 11	2015 peittämättömät erät varastointiajan mukaan
Liite 12	2015 peitetyt erät varastointiajan mukaan
Liite 13	2014 peittämättömät erät kokoluokkien mukaan
Liite 14	2014 peitetyt erät kokoluokkien mukaan
Liite 15	2015 peittämättömät erät kokoluokkien mukaan
Liite 16	2015 peitetyt erät kokoluokkien mukaan

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksianto

Tässä opinnäytetyössä toimeksiantajana on metsäenergia-alan yritys. Toimeksiantaja haluaa tietokantaansa kerätyn aineiston pohjalta selvitetävän, minkä kokoinen energiapuun tienvarsivarasto kannattaa peittää peittopaperilla. Selvitys koskee energiapuutavaralajeista kokopuuta ja karsittua ranskaa. Kannot jätettiin pois heti opinnäytetyön alkuvaiheessa ja hakkuutähteet hieman myöhemmin. Kantovarastoja ei yleensä peitetä lainkaan ja hakkuutähteverastot tulisi talveksi peittää joka tapauksessa hakettamisteknisistä syistä (Hillebrand 2009, 17–21).

Opinnäytetyösopimus tehtiin aloituspalaverissa joulukuussa 2015. Sopimus tehtiin voimassa olevaksi vuoden 2016 loppuun. Tammikuussa 2016 pidettiin suunnittelupalaveri, jossa mukana olivat toimeksiantajan edustajina opinnäytetyön käytännön ohjaamisesta vastanneet toimihenkilöt.

Maaliskuussa 2016 pidettiin vielä palaveri, jossa tutustuttiin aineiston sisältävään tietokantaan, sekä sovittiin aineiston rajausta ja alustavasti myös luokittelu. Tässä vaiheessa päädyttiin jättämään hakkuutähte tarkastelun ulkopuolelle ja päätettiin, että tässä työssä tarkastellaan peittämisen vaikutusta nimenomaisesti hake-erien tehollisiin lämpöarvoihin saapumistilassa (jatkossa ”lämpöarvo”), eikä varsinaista euromääräistä taloudellista kannattavuutta pyritä selvittämään tarkemmin. Tarkasteltavana yksikkönä lämpöarvolle on megawattitunti per tonni (MWh/t).

1.2 Kysymyksenasettelu

Peittämisen kannattavuutta tarkastellaan vertailemalla peitetyistä ja peittämättömistä energiapuuvarastoista saatujen hake-erien lämpöarvoa. Tarkoitus on selvittää, onko peitetyistä varastoista tehdyllä hakkeella ylipäättään suurempi lämpöarvo ja jos on, onko se tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin peittämättömistä varastoista tehdyllä hakkeella. Edelleen tarkastellaan, missä ennalta määritellyissä luokissa tilastollisesti merkitsevästi suurempaa lämpöarvoa mahdollisesti esiintyy.

Taloudellisen kannattavuuden arviointia ei tämän työn puitteissa tehdä, koska siihen vaikuttavat niin monet muut seikat kuin parempi tai huonompi lämpöarvo, ettei se ole tämän työn laajuudessa mahdollista. Tämä tutkimus kuitenkin – tuloksista riippuen – voi toimia sellaisen selvityksen pohjana.

Yleisesti oletetaan, että energiapuuvaraston peittäminen peittopaperilla oikein toteutettuna - ja tässä työssä oletetaan, että peittäminen on aina toteutettu oikein – parantaa energiapuusta saatavan hakkeen laatua ja erityisesti sen lämpöarvoa. Peittäminen ei edistä energiapuun kuivumista, mutta estää sen kastumista sateen vaikutuksesta. Tärkein hakkeen laatuun vaikuttava tekijä energiapuun varastoinnissa on nykytiedon mukaan varastopaikka yh-

dessä varastopinon aluspuiden kanssa. Tähän määritelmään tosin sisältyykin jo lähes kaikki hyvältä energiapuuvarastolta yleensä vaadittavat ominaisuudet. Peittopaperin käyttö mainitaan yleensä toiseksi tärkeimpänä tekijänä. (Lepistö 2010, 19–23).

Tässä tutkimuksessa ei oleteta energiapuuvaraston peittämisen automaattisesti parantavan lopputuotteena saatavan hakkeen lämpöarvoa. Tutkimuksessa ei ole mahdollista selvittää varastoinnin, haketuksen, hakkeen kuljetuksen, mahdollisen jatkovarastoinnin tai käytön laatua. Nämä sekä muut lämpöarvoon vaikuttavat tekijät oletetaan tilastollisessa tarkastelussa kaikille tarkasteltaville varastoille ja hake-erille samanlaisiksi. Tulosten arvioinnissa ja niiden käytännön merkitystä punnitessa nämä muut tekijät on tietenkin otettava huomioon.

1.3 Aineiston rajaus

Aineistoa rajattiin määrittelemällä toimeksiantajan kanssa etukäteen ne ehdot, joiden kaikkein tulee täytyä, jotta tietokannassa oleva yksittäinen hake-erä ja siten myös energiapuuvarasto valittaisiin mukaan tutkimuksen varsinaiseen aineistoon.

Ensimmäinen ehto oli, että hake-erä on käytetty voimalaitoksessa. Perusteluna ehdolle oli, että tarkasteltaessa vain yhdessä voimalaitoksessa poltettuja hake-eriä, on niiden ominaisuuksien mittaamisessa varmuudella käytetty samaa ja siten yhdenmukaista näytteenotto- ja mittausmenetelmää ja siten mittavirhe ja sen riski ovat kaikille tarkasteltaville hake-erille samat. Myöskin polttoaineen vastaanoton, polttotekniikan ja hakkeen käsittelyn voimalaitoksella voidaan olettaa olevan yhdenmukainen.

Toinen ehto oli, että hake-erä on käytetty vuonna 2014 tai 2015. Perusteluna ehdolle oli, että energiapuun hankinta, hakettaminen ja hakkeen polttaminen ovat kausiluontoista toimintaa, jossa sama sykli toistuu vuosittain. Vuositasolla tarkastelu on myös mielekästä, koska aineisto voidaan järjestää ja luokitella vertailukelpoiseksi ja etsiä vuositason tulosten toistuvuutta – tai sen puuttumista.

Kolmas ehto oli, että hake-erä on kooltaan vähintään 200 irtokuutiota (i-m^3). Tämä ehto katsottiin täytyneeksi myös, mikäli pienemmät erät olivat peräisin samalta varastopaikalta ja yhteiskooltaan vähintään 200 i-m^3 , jolloin niitä käsiteltiin kuin yhteiskokonsa kokoista hake-erää. Edellytyksenä valinnalle oli tästä syystä myös se, että koko varasto oli hakettu ja toimitettu, jolloin joukkoon ei tullut hake-erää tai yhteenlaskettuja hake-eriä isommalta, vain osittain haketulta ja toimitetulta varastolta. Perusteluna koon alarajalle oli, että alle 200 i-m^3 :n kokoisen hake-erän lämpöarvon vaihtelu on toimeksiantajan metsäenergialiiketoiminnan laajuudessa taloudelliselta merkitykseltään vähäinen.

Neljäs ehto oli, että hake-erän alkuperänä olevan energiapuuvaraston varastointiaika ei ollut alle vuosi eikä yli kaksi vuotta. Perusteluna ehdolle oli, että alle yhden vuoden varastointiajalla peittämällä tai peittämättä jättämällä ei vielä ehdi olla vaikutusta energiapuun kuivumiseen. Yli kaksi vuotta

vanhoissa varastoissa voidaan taas olettaa ajan myötä syntyvien kuiva-ainetappioiden heikentävän energiapuun laatua peittämisestä riippumatta. Tässä yhteydessä voidaan mainita, että pintapuolinen aineiston tarkastelu varsinaista aineistoa koostettaessa riitti osoittamaan, että yli kaksi vuotta vanhoista energiapuuvarastoista tehty hake oli järjestään heikkolaatuista.

1.4 Tutkimusmenetelmän valinta

Tässä opinnäytetyössä käytetään sovelletusti kvantitatiivista ja kvalitatiivista tilastollista analyysia. Ennalta määrättyjen ehtojen mukaan tarkasteltavaksi koostettu joukko muodostaa näytteen. Näytteen käsittely poikkeaa olennaisesti tilastollisissa tutkimuksissa yleisimmin käytetyn satunnaisotantamenetelmällä muodostetun otoksen käsittelystä. Tyypillisimmät tilastollisen merkitsevyyden ja luotettavuuden työvälineet ja mittarit eivät ole sellaisenaan käytettävissä näytteen arviointiin. Otoksen perusteella voidaan ennustaa tai estimoida samasta tai samankaltaisesta perusjoukosta satunnaisesti valitun vastaavanlaisen otoksen tunnuslukuja ja ominaisuuksia. Näyte kuitenkin edustaa 100-prosenttisesti itseään, eikä siitä lasketuilla tunnusluvuilla voida arvioida tulosten yleistettävyyttä perusjoukkoon, josta kaikki näytteen ehdot täyttävät havaintoyksiköt on poimittu. Näytteen sisäisiin ominaisuusluokittaisiin muuttujien keskiarvojen eroihin tilastollista testaamista voidaan kuitenkin soveltaa. (Ketokivi 2015, 70–77, 80–81; Nummenmaa, Holopainen & Pulkkinen 2016, 27–33; Taanila 2016).

Näyte on muodostettu perusjoukosta nimenomaisesti ja tietoisesti valikoiden. Tässä tutkimuksessa päädyttiin käyttämään näytteen kuvaamiseen havaintomatriiseja. Ennalta määriteltujen ehtojen mukaisesti luokiteltuja havaintomatriiseja ja niiden tutkimuskysymyksen kannalta relevanteista muuttujista laskettuja tunnuslukuja tarkastelemalla voidaan arvioida aineiston soveltuvuutta tilastollisen päättelyn pohjaksi. (Ketokivi 2015, 80–81; Nummenmaa ym. 2016, 39–44).

Tilastollinen päättely on tässä tutkimuksessa tärkeä keino itse tutkimuskysymykseen vastaamiseen, koska näytteen käsittely tilastomatemaattisin keinoin on mahdollista vain hyvin rajatusti (Ketokivi 2015, 80–81; Taanila 2016). Vuoden sykleissä toistuvaksi ajateltua metsähakkeen polttoon perustuvaa energiantuotantoa mukailien tarkastellaan paitsi peitettyjen ja peittämättömien varastojen antamien lämpöarvojen keskiarvojen eroja ja erojen suuruusluokkaa, myös niiden esiintymisen toistuvuutta.

1.5 Keskeinen lähdemateriaali ja terminologia

Tämä opinnäytetyöraportti on tarkoitettu metsäalalla toimivien ammattilaisten luettavaksi. Tieteellisen, yksiselitteisen ja tarkan ilmaisun varmistamiseen tähtäävä teksti voi olla tottumattomalle lukijalle paikoin haastavaa ja vaatii muutenkin keskittymistä. Tätä opinnäytetyöraporttia ei ole pyritty saattamaan nopealla ja pintapuolisella tarkastelulla ymmärrettäväksi, vaan on tavoiteltu runsasta asiasisältöä ja työn ja tulosten perinpohjaista esittelyä. Lukijaa evästetään Väinö Linnan luoman fiktiivisen henkilön, Akseli Koskelan, pojalleen läksyjen lukuun antamalla neuvolla: ”Luet sillai ajatuksella

että se jää päähän... Jos sinä jonotat ja jonotat sitä mitään ajattelematta, niin se menee toisesta korvasta sisään, toisesta ulos.” (Väinö Linna: *Kootut teokset V. Täällä Pohjantähden alla III*. WSOY, Helsinki 2000, s. 193.)

Luettavuuden edistämiseksi valikoiduista termeistä käytetään tekstissä lyhennettyä versiota, joka mainitaan suluisa termin esiintyessä ensimmäisen kerran tekstissä. Yleisiä tilastollisten menetelmien ja metsäenergian termejä on käytetty siinä muodossa ja merkityksessä kuin ne on kirjallisissa lähteissä esitetty.

Keskeinen tarkastelun kohde on hakkeen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa. Tässä tutkimuksessa se tarkoittaa hakkeen täydellisessä palamisessa syntyvän lämmön määrää hakkeen painoyksikköä kohti, kun hakkeen sisältämä vesi ja palamisen tuloksena syntyvä vesi ovat vesihöyryinä. Yksikkönä käytetään megawattituntia per tonni (MWh/t). Teholliseen lämpöarvoon saapumistilassa vaikuttaa mm. hakkeen kuiva-aineen ja veden massaosuudet. (Alakangas 2000, 26–27; Puupolttoaineiden laatuohje, 22–24).

Näytteenottoon, mittaamenetelmään, polttotekniikkaan tai puun kuivumisen teoreettisiin malleihin ei tämän työn kysymyksenasettelun ja laajuuden huomioon ottaen ole perusteltua ottaa kantaa. Näytteenoton ja mittaamenetelmien oletetaan noudattavan voimassa olevia standardeja (Puupolttoaineiden laatuohje, 12–13; ks. myös Alakangas 2000, 25–28.) Nämä ja muut olosuhteet ovat oletusarvoisesti koko tutkimuksessa käytetyillä aineistolla samat, eivätkä siten vaikuta tuloksiin tai niiden tulkintaan.

Kirjalliset lähteet koostuvat lähinnä tilastollisten menetelmien oppikirjoista ja metsäalan auktoriteettitahojen – kuten Metsäkeskukset ja Metsäntutkimuslaitos (nyk. Luonnonvarakeskus) – verkkomateriaaleista. Tilastollisen tarkastelun apuna on käytetty Haaga-Helia ammattikorkeakoulun tilastollisten menetelmien opettajan Aki Taanilan kattavaa blogia. Muita lähteitä ovat valikoidusti joukko metsäenergia-alan yleisteoksia ja valtionhallinnon tarjoamat, esimerkiksi VTT:n ja Ilmatieteenlaitoksen, verkkomateriaalit. Taulukot ja laskelmat on tehty Excel 2016 -ohjelmalla.

Alla selitetään lämpöarvon lisäksi keskeisiä termejä valikoidusti ja Wikipediasta lähteenä käyttäen. Sana sanalta on Wikipedian lähteet tarkistettu oikeellisuuden varmistamiseksi.

Energiapuu: Muuhun käyttöön kelpaamaton puutavara. Tässä työssä tutkittu kokopuu on yleensä metsänkunnostuksessa syntyvää pienpuuta.

Hake: Suomessa käytetyin puupolttoaine. Hake leikataan koneellisesti puusta pieniksi tasakokoisiksi kappaleiksi, hakelastuiksi. Kokopuuhaketta saadaan hakettamalla puun runko ja oksat. Rankahaketta saadaan hakettamalla koneellisesti karsittu, yleensä pieniläpimittainen runko.

Irtokuutio: Puumäärä, joka satunnaisesti pinottuna täyttäisi kuutiometrin kokoisen tilan. Yleiskielessä puhutaan heittokuutiosta, joka siis vastaa heitellen pinottua puumäärää, joka täyttäisi yhden kuutiometrin kokoisen laattikon.

P-arvo: Tilastollisessa hypoteesin testauksessa todennäköisyys, jolla vähintäänkin yhtä merkittävä ero tuloksessa saadaan aikaan käyttämällä nollahypoteesia. Yleiset merkitsevyystasot ovat: $p \leq 0,05$ on tilastollisesti melkein merkitsevä, $p \leq 0,01$ on tilastollisesti merkitsevä ja $p \leq 0,001$ on tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Peittäminen: Energiapuun tienvarsivaraston peittäminen koneellisesti levitettävällä peittopaperilla. Estää pinon kastumista sateen seurauksena.

T-testi: Tilastollinen testi, joka noudattaa Studentin t-jakaumaa kun nollahypoteesi on voimassa. T-testi on yksi käytetyimmistä tilastollisista testeistä. Sillä testataan normaalijakautuneiden satunnaismuuttujien keskiarvoja.

Tilastollinen merkitsevyys: Tilastollinen merkitsevyys tarkoittaa tilastotieteessä sitä, että on epätodennäköistä, että tulos olisi sattumaa. "Tilastollisesti merkitsevä ero" tarkoittaa ainoastaan, että ero on olemassa, ei sitä, että se olisi erityisen suuri tai muuten merkittävä. Merkitsevyys ilmaistaan yleensä p-arvoa käyttäen.

(Wikipedia n.d.)

2 AINEISTON KOOSTAMINEN JA TILASTOLLINEN TARKASTELU

2.1 Näytteen koostaminen

Tutkimuksessa käytetty näyte kerättiin toimeksiantajan tietokannasta käymällä läpi kaikki vuoden 2014 ja 2015 aikana yhdessä voimalaitoksessa poltetut kokopuusta ja karsitusta rangasta tehdyt hake-erät. Näistä kaikki aiemmin mainitut ehdot täyttävät erät koostettiin Excel-taulukkoon. Irtokuutiomittaisen varastokoon käytännön arvona käytettiin hake-erän irtokuutiomittaista kokoa, joiden oletetaan vastaavan toisiaan. Tämä on tässä tutkimuksessa perusteltua, koska se noudattaa hyvin yleisesti käytettyjä muuntokertoimia ja pienkokopuuvaraston tilavuusmalleja (Hillebrand 2009, 5–9; Lepistö 2010, 45). Lisäksi tietokannasta haettiin vain kokonaan haketetut ja toimitetut erät. Tietoja kerätessä voitiin huomata hake-erän koon ja hakuehdoin saatujen varastojen koon korreloivan melko vahvasti – vain hyvin suurilla ja hyvin pienillä hake-erillä ja varastoilla oli mainittavia eroavaisuuksia, jotka eivät myöskään olleet yhdensuuntaisia. Eroja syntyy, koska aina kaikkea varastoon ajettua puuta ei haketeta – tai muista syistä. Lopputuloksia tarkastellessa huomataan, ettei tilastollisesti merkitsevien tulosten tulkintaa estä hake-erän ja varaston koon rinnastaminen.

Tietokannassa oli myös jonkin verran ilmeisen väärää varastokokoa johtuen oletettavasti inhimillisestä näppäinvirheestä tai muusta syystä. Mikäli oli perusteltua epäillä jonkin tienvarsivaraston tai hake-erän sekoittuneen tai yhdistetyn toiseen siten, tai tiedon näyttävän olevan muutoin sellainen, että

luotettavuus ja käytettävyys tässä työssä vaarantui oleellisesti, jätettiin havainto näytteen ulkopuolelle. Tällaisia tapauksia oli yhteensä viisi ja mukaan näytteeseen saatiin yhteensä 182 tapausta.

Vaihtoehtoisesti tiedot olisi voitu kerätä käymällä läpi jokainen tietokannan hake-erä ja kaikki toimituskohteet valmiilta varastoilta, sekä kaikkien erien tiedot yhdistämällä laskea jokaiselle erälle oma reaalinen ja aritmeettinen keskiarvo jokaisen varaston antaman hakkeen lämpöarvolle. Tällainen työ ei kuitenkaan ole opinnäytetyön puitteissa mahdollista, eikä peittämisen kannattavuuskysymyksen selvittämiseksi edes järkevää. Tässä tutkimuksessa tuloksen ilmaiseminen hake-erän kokoa varaston oletuskokona käyttäen tekee tuloksista vertailukelpoisen. Käytännön johtopäätöksiä tehdessä on muistettava, että tilastollisin menetelmin ei voidakaan saada arkielämän yksittäisten ilmiöiden luotettavia ennusteita. Tilastolliset menetelmät mahdollistavat rajatun joukon tarkastelun pohjalta tehdä oletuksia jostakin toisesta samankaltaisesta joukosta. (Nummenmaa ym. 2016, 161–162, 173.)

2.2 Näytteen tarkastelua puutavaralajeittain

2.2.1 Karsittu ranka

Näytteen karsittua rankaa koskeva osa jäi hyvin pieneksi. Ehdot täyttäviä rankavarastoja vuonna 2014 oli 3 kappaletta ja vuonna 2015 niitä oli 5 kappaletta. Näistä muodostetut havaintomatriisit esitetään taulukossa 1 ja 2.

Taulukko 1. Näytteen ehdot täyttävät karsitun energiarangan tienvarsivarastoista saadut hake-erät 2014.

2014								
käyttökuukausi	i-m ³	t	MWh	MWh/ i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t	Peitetty
2	432	137,88	336,17	0,78	172,8	48,16	2,44	kyllä
3	240	71,88	207,07	0,86	96	40,8	2,88	ei
12	731	210,8	601,04	0,82	292,4	41,29	2,85	kyllä

Taulukko 2. Näytteen ehdot täyttävät karsitun energiarangan tienvarsivarastoista saadut hake-erät 2015.

2015								
käyttökuukausi	i-m ³	t	MWh	MWh/ i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t	Peitetty
3	688	224,24	475,44	0,69	275,2	53,45	2,12	ei
11	235	55,67	189,53	0,81	94	31,1	3,4	ei
9	399	91,96	304,1	0,76	159,6	33,59	3,31	ei
9	448	109,52	364,88	0,81	179,2	33,17	3,33	ei
6	803	209,6	709,24	0,88	321,2	32,43	3,38	kyllä

Näin pienestä määrästä havaintoja ei voi tehdä mielekkäitä laskelmia tai johtopäätöksiä (Taanila 2016). Tällä perusteella karsitun rangan osalta tutkimuskysymyksen selvittely päättyi tämän ensimmäisen vaiheen kohdalle.

Havaintojen vähyys johtuu näytettä koostaessa tehdyn havainnon perusteella siihen, että valtaosa, ainakin tässä voimalaitoksessa poltetusta, karsitusta rangasta tehdystä hakkeesta haketetaan terminaalissa – varastoalkuperän ja varaston ominaisuuksien sen paremmin kuin niiden yksilöiminen johonkin tiettyyn poltetuun hake-erään on mahdotonta. Tienvarsivarastolla hakettamisen vähäisyyden ja mahdollisten epäedullisuustekijöiden selvittäminen voisi olla yksi hyödyllinen jatkotutkimuksen aihe.

2.2.2 Kokopuu

Näytteen kokopuuta koskeva osa käsittää 174 ehdot täyttävää hake-erää (jatkossa ”näyte” viittaa vain alkuperäisen näytteen kokopuun käsittävään osaan). Hake-erien tiedot yhdistettiin varastointitietoihin ja koottiin kahteen, käyttövuosittain koostettuun, havaintomatriisiin.

Vuodelta 2014 mukaan saatiin 89 havaintoa ja vuodelta 2015 saatiin 85 havaintoa. Vuositasolla näytteessä on siis lähes täysin sama määrä havaintoja. Vaikka varsinainen tilastollinen tarkastelu on tutkimuskysymyksen valossa aiheellista vasta ryhmittäin tehtynä, voidaan jo tässä vaiheessa laskea keskeisimpiä tunnuslukuja ja tehdä alustavia huomioita vuositasojen havaintomatriiseista. (Nummenmaa ym. 2016, 38–40.)

Aineiston taipumus noudattaa normaalijakaumaa heijastaa tulosten yleistettävyyttä pienillä otoksilla tehdyissä tilastollisissa tarkasteluissa (Taanila 2016).

Vuoden 2015 havainnoille laskettiin lämpöarvojen keskiarvoksi 2,61 MWh/t mediaanin ollessa 2,64 MWh/t. Keskiarvon ollessa mediaania pienempi, on kyseessä vasemmalle vino jakauma. Vinoutta kuvaava lukuarvojen erotus on kuitenkin vain -0,03 ja kun keskihajonnaksi saadaan 0,455 MWh/t voidaan todeta vinouman olevan tulosten luotettavuuden ja käytettävyyden suhteen merkityksetön ja siten tilastollisessa tarkastelussa olettaa tämän näytteen osan noudattavan normaalijakaumaa. (Taanila 2016).

Vuoden 2014 havainnoille laskettiin lämpöarvojen keskiarvoksi 2,71 MWh/t mediaanin ollessa 2,72 MWh/t. Kyseessä on tälläkin kertaa aavisituksen vasemmalle vinosta jakaumasta. Lukuarvojen erotus on kuitenkin vielä edellistä tapaustakin pienempi, vain -0,01 ja kun keskihajonnaksi saadaan 0,40 MWh/t voidaan todeta vinouman olevan merkityksetön ja tämänkin näytteen osan olettaa noudattavan normaalijakaumaa. (Taanila 2016).

2.3 Näytteen jakaminen ryhmiin ja ryhmien tilastollinen tarkastelu

Näytteen koostamisen jälkeen näytteeseen jäi siis kokopuuhake-erät varastotietoineen. Näyte jaettiin seuraavaksi neljään ryhmään, muodostamalla edelleen kaksi matriisia per tarkasteltava vuosi, jolloin havainnot jaoteltiin

”peittämätön” ja ”peitetty” –ominaisuusarvon mukaan. Nämä neljä ryhmää muodostavat koko tutkimuksen perusaineiston (jatkossa ”aineisto”) ja ne esitetään liitteissä 1, 2, 3 ja 4. Näistä havaintomatriiseista laskettiin samat tunnusluvut kuin vuositasojen havaintomatriiseista.

Kaikki alla esitetyt havaintomatriisien muuttujat ovat empiirisiä muuttujia ja niiden saamat arvot muodostavat empiirisen jakauman. Vaikka muuttujana lämpöarvo on teoriassa jatkuva, on se käytännössä diskreetti muuttuja. Se on tilastollisten menetelmien näkökulmasta myös satunnaismuuttuja, joten empiirisen jakauman vertaaminen normaalijakaumaan on tulosten käytännön merkitystä arvioitaessa tärkeää, vaikka tarkasteltava aineisto muodostaakin näytteen, eikä ole satunnaisotannalla saatu perusjoukkoa edustava otos. (Nummenmaa ym. 2016, 17–18, 124–126.)

2.3.1 Vuoden 2014 ryhmät

Vuoden 2014 peittämättömät –ryhmän (kts. liite 1) lämpöarvojen keskiarvo on 2,56 MWh/t ja mediaani 2,53 MWh/t ja voidaan todeta kyseessä olevan lievästi oikealle vino jakauma. Vinouma on suuruusluokaltaan (lukuarvona +0,03) merkityksetön verrattuna täydelliseen normaalijakaumaan, keskihajonnan ollessa 0,39 MWh/t. (Taanila 2016.)

Vuoden 2014 peitetty –ryhmän (kts. liite 2) lämpöarvojen keskiarvo on 2,82 MWh/t ja mediaani 2,80 MWh/t. Tämäkin ryhmä noudattaa lievästi oikealle vinoutunutta jakaumaa, jota voidaan jälleen pitää normaalijakauman mukaisena, kun vinouden lukuarvo on vain +0,02 ja keskihajonta 0,37 MWh/t. (Taanila 2016.)

2.3.2 Vuoden 2015 ryhmät

Vuoden 2015 peittämättömät –ryhmän (kts. liite 3) lämpöarvojen keskiarvo on 2,52 MWh/t ja mediaani 2,61 MWh/t. Kyseessä on siis vasemmalle vino jakauma, lukuarvona -0,09, eli hieman selkeämmin erottuva, kuin vuoden 2014 ryhmillä. Verrattuna keskihajontaan, 0,47 MWh/t vinouma on kuitenkin vähäinen. Raja-arvona jakauman tilastollisesti merkitsevälle vinoumalle esitetään kirjallisuudessa yleensä 20 % vinouman arvoa suhteessa keskihajontaan. Tällä ryhmällä suhde on 19 % joka ei vielä merkitsevästi vaikuta tulosten yleistettävyyteen. (Nummenmaa ym. 2016, 85–90; Ketokivi 2015, 241–242.)

Vuoden 2015 peitetty –ryhmän (kts. liite 4) lämpöarvojen keskiarvo on 2,53 MWh/t ja mediaani 2,81 MWh/t, eli kyseessä on vinoudeltaan -0,28 arvoinen, vasemmalle vino jakauma. Keskihajonnan ollessa 0,43 vinoutta on suhteellisesti jo 65 %. Tämä vaikuttaa jo merkitsevästi tulosten yleistettävyyteen ja on siten otettava tulosten merkityksen arvioinnissa ja johtopäätösten tekemisessä huomioon. Vinouma johtuu epäilemättä ryhmän sisältämistä poikkeavista arvoista, joita hake-erän koko –muuttujalla on 6 kpl muuta joukkoa huomattavasti suurempia arvoja ja joista kahdella on vastaa-vasti keskiarvoa hieman parempi lämpöarvo ja neljällä keskiarvoa selvästi huonompi lämpöarvo. Poikkeavat arvot on kuitenkin pidetty tarkastelussa

mukana, jotta näytteen antama kokonaiskuva ei vääristyisi. Satunnaisotannalla muodostetusta otoksesta tämänkaltaisia arvoja olisi perusteltua poistaa. (Nummenmaa ym. 2016, 162; Taanila 2016.) Kokeellisesti laskettiin tunnuslukuja myös poikkeavat luvut pois jättäen ja voitiin havaita, etteivät poikkeavat luvut aineistossa merkittävästi muuttaneet saatuja lukuarvoja.

2.4 Ryhmien luokittelu ja luokiteltujen havaintomatriisien tilastollinen tarkastelu

Käyttövuoden, sekä ”peittämätön” ja ”peitetty” –ominaisuuden, mukaan muodostettuja ryhmiä tarkasteltiin seuraavaksi jakamalla ne sisällöllisesti edelleen ennalta määrättyihin ryhmiin. Näitä luokitteluja olivat käyttövuodenajan mukainen, varastointiajan mukainen ja varasto-, eli hake-eräkoon mukainen luokittelu.

2.4.1 Havaintomatriisit käyttövuodenajan mukaan

Käyttövuodenaika vaikuttaa paitsi haketusolosuhteisiin, myös siihen, miten paljon hakkeella on kysyntää ja siten oletettavasti myös haketukseen kelpaavan energiapuun ja siitä saatavan hakkeen laatuvaatimuksiin. Käyttövuodenajat määriteltiin tässä tutkimuksessa Ilmatieteenlaitoksen määritelmien mukaisesti kalenterikuukausittain siten, että ”talvi” käsittää joului-, tammi- ja helmikuun, ”kevät” maaliskuis-, huhti- ja toukokuun, ”kesä” kesä-, heinä- ja elokuun ja ”syksy” syys-, loka- ja marraskuun. (Ilmatieteenlaitos n.d.)

Kalenterikuukausien mukaan kvartaaleittain järjestetyt havaintomatriisit esitetään liitteissä 5, 6, 7 ja 8.

Havaintomatriiseista nähdään, että talvella käytettiin enemmän peittämättömistä varastoista tehtyä haketta ja muina vuodenaikoina enemmän peitetystä varastoista tehtyä haketta. Taulukkoon 3 (seuraavalla sivulla) on koottu jokaisesta luokasta lasketut lämpöarvon keskiarvo (MWh/t:n tarkka arvo) ja ”peittämätön” ja ”peitetty” ominaisuuden mukaan laskettu erotus (peitetty – peittämätön) sekä megawattituntia per tonni yksikössä, että prosenttiosuutena peittämättömän keskiarvoon verrattuna.

Taulukko 3. Lämpöarvojen keskiarvot käyttövuodenajan mukaan luokiteltuna.

Käyttövuoden- aika	vuosi	peittämättömät (MWh/t)	peitettyt (MWh/t)	erotus (MWh/t)	ero (%)
TALVI	2014	2,446	2,543	0,097	4
	2015	2,275	2,37	0,095	4,2
KEVÄT	2014	2,476	2,827	0,351	14,2
	2015	2,417	2,323	-0,094	-3,9
KESÄ	2014	2,257	3,248	0,991	44
	2015	2,81	2,99	0,18	6,4
SYKSY	2014	3,08	2,913	-0,167	-5,4
	2015	2,822	2,89	0,068	2,4

2.4.2 Havaintomatriisit varastointiajan mukaan

Varastointiaikaa tarkasteltiin näytteen ehtojen perusteella varsin ilmeisiksi luokiksi muodostuvien ”noin yhden vuoden” ja ”noin kahden vuoden” ajan varastoituja tapauksia vertaillen, jotta varastointiajan ja peittämismuutoksen välisiä eroja lämpöarvoissa saataisiin esille. Koska aineistoa haluttiin tarkastella lisäksi varastointiaikaa kausittain mittaamalla, järjestettiin lopulliset havaintomatriisit tässä luokittelussa siten, että Ilmatieteenlaitoksen määrittelemiä termisen talven ja kesän alkamisaikoja soveltaen laskettiin jokaiselle aineiston tapaukselle varastointiaika talvikausien (T) ja kesäkausien (K) mukaan. Talvikausi määriteltiin alkavaksi marraskuussa ja päättyväksi maaliskuussa ja kesäkausi alkavaksi huhtikuussa ja päättyväksi lokakuussa. Ilmauksilla ”talvikauden jälkeen” ja ”kesäkauden jälkeen” tarkoitetaan tuloksia arvioitaessa ja suosituksia annettaessa ajanjaksoa noin kaksi kuukautta ennen ja jälkeen mainitun kauden päättymistä. Tarkempaa määritelmää ei ole mahdollista tai tarkoituksen mukaista antaa, koska olosuhteet ja siten tosiasialliset termisen kesä- ja talvikauden alkamis- ja päätymisajankohdat vaihtelevat vuosittain. (Ilmatieteenlaitos n.d.)

Termisen kauden mukaan tehty luokittelu heijastelee paremmin sääolosuhteiden oletettavaa vaikutusta energiapuuvarastojen kuivumiseen, kuin tähtitieteellisten vuodenaikojen käyttäminen (Lindblad 2014, 8-10.) Näin samoista matriiseista voitiin laskea useita eri lämpöarvojen keskiarvoja luokittelevia ja määrääviä skenaarioita. Varastointiajan mukaan luokitellut havaintomatriisit esitetään liitteissä 9, 10, 11 ja 12.

Yleisesti oletetaan, että kesäkaudella energiapuuvarasto kuivuu, mutta talvikaudella energiapuuvarasto ei juurikaan kuivu. Sen sijaan oletetaan, että peittämätön varasto voi kastua, jos siihen pääsee satamaan vettä ja lunta. Tällä perusteella peittämistä ilmeisesti pidetään toiseksi tärkeimpänä varastoinnin ja saatavan hakkeen laatutekijänä. Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, voidaanko tämä vaikutus todentaa empiirisesti toteutuneita lämpöarvoja vertailemalla. Esimerkiksi VTT on tutkinut kokopuun tienvarsivaraston kuivumista vuonna 2009 Keski-Suomen metsäkeskuksen tilaamassa

hankkeessa. VTT:n kokeessa peitettyjen varastojen peittämiseen ja varastointiin muutenkin kiinnitettiin aivan erityistä huolellisuutta ja peittämiseen käytettiin kaksinkertaista paperointia. Tällainen esimerkillinen ja pedantti toiminta tuskin kuitenkaan heijastelee todellista tilannetta metsäenergian liiketoimintakentällä. (Hillebrand 2009, 12–13; Lindblad 2014, 9.)

Taulukossa neljä esitetään yhteenveto varastointiajan mukaan luokiteltujen tapausten lämpöarvojen keskiarvoista. ”2 kesää” –luokkaan koottiin käytännön syistä kaikki kaksi kesäkautta varastoidut erät riippumatta siitä, kuinka monta talvikautta (kahdesta viiteen) niitä oli varastoitu. Tämä yhdistäminen tulee luonnollisesti ottaa huomioon tuloksia tulkitessa.

Taulukko 4. Lämpöarvojen keskiarvot varastointiajan mukaan luokiteltuna.

Varastointiaika	vuosi	peittämättömät (MWh/t)	peitetyt (MWh/t)	erotus (MWh/t)	ero (%)
TALVI + KESÄ	2014	2,977	2,931	-0,046	-1,5
	2015	2,709	N/A		
KESÄ + TALVI	2014	2,333	2,838	0,505	21,6
	2015	3,027	2,915	-0,112	-3,7
TALVI + KESÄ + TALVI	2014	2,457	2,607	0,15	6,1
	2015	2,361	2,685	0,324	13,7
2 KESÄÄ	2014	2,953	2,662	-0,291	-9,9
	2015	2,6	2,682	0,082	3,2
NOIN 1 VUOSI	2014	2,578	2,807	0,229	8,9
	2015	2,54	2,586	0,046	1,8
NOIN 2 VUOTTA	2014	2,784	2,831	0,047	1,7
	2015	2,448	2,799	0,351	14,3

Varastointiajan mukaan luokitelluista matriiseista laskettiin lisäksi lämpöarvojen keskiarvot käyttöajankohdan mukaan. Alkuperäiseen toimeksiantoon ja siten tutkimuskysymykseen tätä tarkastelua ei sisällynyt, mutta tutkimustyössä tähän vaiheeseen mennessä tehtyjen luokittelujen valossa lämpöarvojen keskiarvojen ilmeinen vuositason hajanaisuus herätti kiinnostuksen selvittää myös kausitasolla tarkasteltuna, onko aineistosta havaittavissa tilastollisesti merkitsevää ja vuositasolla toistuvaa eroa peittämättömien ja peitettyjen tapausten tunnuslukujen välillä. Termisten kesä- ja talvikausien suhteen käyttöajankohdan mukaan lasketut tunnusluvut ja niiden vertailu esitetään taulukossa 5 (seuraavalla sivulla).

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

Taulukko 5. Lämpöarvojen keskiarvot käyttäjäjankohdan mukaan kausittain.

Käyttöajankohta	vuosi	peittämättömät (MWh/t)	peitetyt (MWh/t)	erotus (MWh/t)	ero (%)
Talvikauden jälke-	2014	2,413	2,717	0,304	12,6
	2015	2,466	2,667	0,201	8,2
Kesäkauden jälke-	2014	2,992	2,931	-0,061	-2,0
	2015	2,734	3,038	0,304	11,1

2.4.3 Havaintomatriisit varastojen kokoluokkien mukaan

Energiapuuvaraston koolla on yleisen käsityksen mukaan vaikutusta energiapuun kuivumiseen. Metsäkeskuksen ja muiden suomalaisen metsätalouden auktoriteettitahojen suositusten mukaan pinoista tulisi tehdä korkeita ja kustannustehokkaan hakettamisen kannalta myös riittävän suuriksi. Myös hakkuuvaiheessa suositetaan suuria kertahakkuuta, jolloin kaikkien tienvarteen ajettavien puutaveralajien varastoista tulee luonnollisesti suuria. Huomattavan suuren varaston sijoittaminen saattaa tuottaa ongelmia, joiden vuoksi varastopaikan laadusta ja varastoinnin laadusta muutenkin voidaan joutua tinkimään. (Hillebrand 2009, 4–6; Lepistö 2010, 19–25.)

Keskeisen tutkimuskysymyksen kannalta tämän luokittelun perusteella muodostettujen havaintomatriisien tarkastelu on erityisen tärkeää.

Kokoluokittain luokitellut havaintomatriisit esitetään liitteissä 13, 14, 15 ja 16.

Taulukossa 6 esitetään kokoluokittain lasketut tunnusluvut ja niiden vertailu. Yli 900 irtokuution hake-erät on jätetty taulukosta pois, koska niitä ei esiintynyt aineistossa vertailukelpoisesti.

Taulukko 6. Lämpöarvojen keskiarvot kokoluokittain.

Kokoluokka (i-m ³)	vuosi	peittämättömät (MWh/t)	peitetyt (MWh/t)	erotus (MWh/t)	ero (%)
200–299	2014	2,583	2,598	0,015	0,6
	2015	2,515	2,704	0,189	7,5
300–499	2014	2,592	2,734	0,142	5,5
	2015	2,681	2,611	-0,07	-2,6
500–699	2014	2,638	3,033	0,395	15
	2015	2,468	2,682	0,214	8,7
700–899	2014	2,789	2,754	-0,035	-1,3
	2015	2,363	2,789	0,426	18

3 TILASTOLLISEN TARKASTELUN TULOKSET

3.1 Tilastollisesti merkitsevät tulokset

Tässä tutkimuksessa etsittiin ominaisuuksia, joiden mukaan luokittelemalla muodostetuissa havaintomatriiseissa nähdään ”peitetty” –ominaisuus-arvon omaavan tilastoyksikköjoukon lämpöarvo-muuttujan arvojen keskiarvon saavan tilastollisesti merkitsevästi suuremman arvon, kuin ”peittämätön” –ominaisuusarvon omaavilla. Lisäksi etsittiin tämän eroavaisuuden toistuvuutta tarkasteluvuosien aineistojen välillä. Näillä perusteilla tilastollinen merkitsevyys laskettiin talvikauden jälkeen käytettyjen erien ja kokoluokan 500–699 i-m³ erien keskiarvoille.

3.2 Tulosten tilastollisen merkitsevyyden testaaminen

Empiiristä näytettä arvioitaessa ei voida soveltaa tilastomatematiikan tavallisia keinoja tilastollisen merkitsevyyden mittaamiseen. Hake voidaan polttaa vain kerran, joten riippuvien otosten t-testiä, tai toistettuja mittauksia, ei voida soveltaa.

Jokainen energiapuuvarasto on muodostunut yksilöllisistä ja keskenään erilaisista puista. Puulajisuhteet, kokojakaumat, neulaspitoisuudet ja monet muut seikat ovat varastoittain yksilöllisiä. Näiden tekijöiden vaikutuksen oletetaan suuressa energiapuun tarkastelujoukossa jakaantuvan normaalijakauman mukaan. Tällä perusteella kyseeseen tulisi riippumattomien otosten t-testin käyttäminen. On otettava huomioon, että kaikki tässä luvussa lasketut tunnusluvut ovat estimaatteja sellaisille kuvitteellisille varastoille ja hake-erille, joilla on hyvin samankaltaiset ominaisuudet ja joita koskevat samanlaiset olosuhteet kuin näytteen vastaavia varastoja ja hake-eriä.

3.3 Riippumattomien otosten t-testit

Riippumattomien otosten t-testit laskettiin Excel-ohjelmalla. Molemmille tarkasteltavana oleville luokille laskettiin kahden riippumattoman t-testin avulla tilastollista merkitsevyyttä kuvaavat tunnusluvut molempien tarkasteluvuosien havainnoilla. Luottamustasona käytettiin yleisesti käytettyä 95 %. Otoskoot, keskiarvot ja keskihajonnat saatiin havaintomatriiseista niin ikään Excel-ohjelmalla.

Testien tuloksista poimittiin t-kriittinen arvo, t-testimuuttujan arvo ja p-arvo. Mikäli t-testimuuttuja saa suuremman lukuarvon, kuin kriittinen t-jakauman arvo, puoltaa tulos hypoteesia. p-arvo mittaa tuloksen tilastollista merkitsevyyttä siten, että yleisen käytännön mukaan $p = 0,050$ on tilastollisesti melkein merkitsevä tulos, $p = 0,010$ on tilastollisesti merkitsevä tulos ja $p = 0,001$ on tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Testeillä mitataan hypoteesia, jonka mukaan peitetyistä varastoista saadulla hakkeella on tässä luokassa suurempi keskimääräinen lämpöarvo, kuin peit-

tämättömistä varastoista saadulla hakkeella. Nollahypoteesin mukaan peitetyistä ja peittämättömistä saadulla hakkeella ei ole lämpöarvojen keskiarvoissa eroa.

3.3.1 Talvikauden jälkeen käytettyjen erien keskiarvojen t-testit

Vuoden 2014 tunnusluvuilla saatiin seuraavat tulokset. Kriittiseksi t-jakauman arvoksi saatiin 2,023 ja t-testimuuttujan arvoksi 2,886. Tällä perusteella nollahypoteesi tulee kumotuksi ja testin tulos tukee hypoteesia. Virhemarginaaliksi saatiin 0,213 ja voidaan todeta molempien lämpöarvojen keskiarvojen olevan tätä huomattavasti suurempi. Tämä edelleen tukee hypoteesia ja tulosten luotettavuutta. Testin p-arvoksi saatiin $p = 0,006$ eli tulos on tilastollisesti merkitsevä tai erittäin merkitsevä. Otokoot olivat 32 peittämättömille ja 23 peitetyille erille. (Nummenmaa, ym. 2016, 186–187; Taanila 2016.)

Käytännössä voidaan siis olettaa, että jos termisen talvikauden jälkeen poltetaan sekä peitetyistä, että peittämättömistä varastoista tehtyä haketta, niin 95 % peitetyistä varastoista tehdyllä hakkeella on keskimäärin 0,30 MWh/t suurempi lämpöarvo kuin peittämättömistä varastoista tehdyllä hakkeella. Tähän oletukseen sisältyy ehto, että energiapuuta varastoidaan ja käytetään jokseenkin samanlaisissa olosuhteissa ja samassa määrin kuin vuonna 2014.

Vuoden 2015 tunnusluvuilla saatiin vastaavasti seuraavat tulokset. Kriittiseksi t-jakauman arvoksi saatiin 2,011 ja t-testimuuttujan arvoksi 2,190. Tuloksen perusteella nollahypoteesi ja hypoteesi ovat melkein yhtä todennäköisiä. Toisin sanoen ero lämpöarvojen keskiarvoissa voi johtua osittain satunnaisesta vaihtelusta, eikä peittämisen tai peittämättä jättämisen vaikutuksesta. Koska vuoden 2015 peitetyt ryhmän vinous oli -0,28 eli jonkin verran vasemmalle vino, oli muita t-testejä epävarmempi ja hypoteesin kannalta heikompi tulos odotettavissa. Virhemarginaaliksi saatiin 0,184. Testin p-arvoksi saatiin $p = 0,033$, eli tulos on tilastollisesti merkitsevä tai melkein merkitsevä. Otokoot olivat peittämättömille 39 ja peitetyille 28. (Nummenmaa, ym. 2016, 186–187; Taanila 2016.)

Tarkasteluvuoden 2014 tulosten tapaan voidaan vuoden 2015 tulosten perusteella olettaa, että 95 % peitetyistä varastoista tehdyllä hakkeella on keskimäärin 0,20 MWh/t suurempi lämpöarvo kuin peittämättömistä varastoista tehdyllä hakkeella. Tähänkin oletukseen sisältyy ehto, että energiapuuta varastoidaan ja käytetään jokseenkin samanlaisissa olosuhteissa ja samassa määrin, kuin vuonna 2015.

3.3.2 Kokoluokan 500–699 i-m³ erien keskiarvojen t-testit

Vuoden 2014 tunnusluvuilla saatiin seuraavat tulokset. Kriittiseksi t-jakauman arvoksi saatiin 2,201 ja t-testimuuttujan arvoksi 3,057. Nollahypoteesi näyttäisi olevan epätosi ja hypoteesi saa tukea. Virhemarginaali on 0,136. Testin p-arvoksi saatiin $p = 0,011$ eli tulos on tilastollisesti merkitsevä. Otokoot olivat peittämättömille 6 ja peitetyille 8. Näin pienten otos-

ten käyttäminen ei ole ongelmatonta, mutta koska aineiston on todettu noudattavan lähes täysin normaalijakaumaa, voidaan pieniäkin otoksia käyttää (Taanila 2016; Valli 2015, 82–87).

Mikäli erittäin samankaltaisissa olosuhteissa ja samassa määrin varastoitaisiin energiapuuta ja käytettäisiin haketta, voidaan olettaa, että 95 % tämän kokoluokan peitetyistä varastoista saadulla hakkeella olisi keskimäärin 0,395 MWh/t suurempi lämpöarvo kuin peittämättömistä varastoista saadulla hakkeella.

Vuoden 2015 tunnusluvuilla saatiin seuraavat tulokset. Kriittiseksi t-jakauman arvoksi saatiin 2,262 ja t-testimuuttujan arvoksi 2,991. Tulos on vain niukasti hypoteesin kannalla ja nollahypoteesia vastaan. Virhemarginaali on kuitenkin huomattavan suuri, 0,532. Testin p-arvoksi saatiin $p = 0,015$, eli tulos on tilastollisesti merkitsevä. Otoskoot olivat peittämättömille 10 ja peitetyille 4. Koska vuoden 2015 peitetyt ryhmän vinous oli -0,28 eli jonkin verran vasemmalle vino, oli muita t-testejä epävarmempi ja hypoteesin kannalta heikompi tulos odotettavissa. (Taanila 2016; Valli 2015, 82–87.)

Edelleen voidaan kuitenkin todeta, että mikäli tämän kokoluokan peitetyistä ja peittämättömistä varastoista tehtyä haketta poltettaisiin sama määrä ja hyvin samankaltaisissa olosuhteissa, voitaisiin olettaa 95 % peitetyistä varastoista tehdyllä hakkeella olevan keskimäärin 0,214 MWh/t suurempi lämpöarvo, kuin peittämättömistä varastoista tehdyllä hakkeella.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Tulosten tulkinnan epävarmuustekijät

Tulosten perusteella tehtäviä johtopäätöksiä muodostettaessa on huomioitava eräitä varauksia. Energiapuun varastoinnin ja hakkeen laatuun vaikuttaa lukuisa joukko tekijöitä, jotka eivät kaikki ole toisistaan riippuvaisia. Toisistaan riippuvaisia tekijöitä, kuten varastopaikan ominaisuuksia, voidaan rajatusti ottaa huomioon, mikäli kyseiset tekijät tunnetaan (Valli 2015, 12, 21 ja 103–104). Toisistaan riippumattomia tekijöitä, kuten sääolosuhteet haketushetkellä ja varastopinon peittäminen tai peittämättä jättäminen, on käytännössä lähes mahdotonta ottaa huomioon, sillä niiden selvittäminen olisi vaatinut metsäenergian toimitusketjun kaikkien vaiheiden yksityiskohtaista seuraamista ja dokumentointia alusta loppuun kaikissa, tai ainakin valtaosassa, tarkasteltavista hake-eristä. Tällaista tietoa ei tässä tutkimuksessa ollut käytettävissä.

4.2 Johtopäätökset ja suositukset toimeksiantajalle

Kuten edellisessä luvussa on esitetty, eivät tilastollisesti merkitsevät tulokset esiinny ja toistu vuosittain kuin kahdessa kategoriassa, talvikauden jälkeiden poltetuissa hake-erissä ja kokoluokan 500–699 m^3 hake-erissä. Näissä tapauksissa ero lämpöarvojen keskiarvoissa oli sekä toistuva, että

tilastollisesti merkitsevä. Tilastotieteen teorian mukaan voidaan siis olettaa vastaavien varastojen, hake-erien ja niiden lämpöarvojen noudattelevan kohtuullisella todennäköisyydellä suurelta osin tässä tutkimuksessa havaittuja ja laskettuja arvoja (Heikkilä 2014, 129, 193; Ketokivi 2015, 241–246; Taanila 2016). Erityisen merkityksellinen tulos on tietenkin se, että voidaan pitää todennäköisenä, että kokopuulla ja kokopuuhakkeella kokoluokan 500–699 i-m³ varastoilla (tai sen suuruisia hake-eriä antavilla varastoilla) ja talvikauden jälkeen poltettavien hake-erien kohdalla varaston peittäminen peittopaperilla parantaa hakkeen lämpöarvojen keskiarvoa ja siten nostaa sen laatua ja rahallista arvoa. Tällä perusteella voidaan antaa toimeksiantajalle kaksi suositusta.

Ensimmäinen suositus on, että toimeksiantajan tulisi suosia talvikauden jälkeen poltettavia hake-eriä valitessa peitetyistä energiapuuvarastoista tehtyä haketta, mikäli muut kustannustekijät eivät niiden osalta nouse merkittävämmiksi, kuin suuremman lämpöarvon tuottama lisäarvo. Ainakin tämän tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, kun verrataan käyttöajankohdan mukaan kausittain luokiteltujen havaintomatriisien yksikkömääriä, ettei tällaista priorisointia ole käytössä. Jos ohjeet sellaisesta ovat olemassa, olisi selvitettävä, miksi niitä ei käytännössä noudateta. Kesäkauden jälkeen ei mainittavaa eroa lämpöarvoissa löytynyt, joten syksyllä ja alkutalvesta muut seikat – kuten varaston sijainti, ikä ja koko – korostuvat.

Toisena suosituksena voidaan esittää, että 500–699 irtokuutiometrin kokoiset energiapuuvarastot peitettäisiin jatkossa aina kun se on kohtuullisin kustannuksin mahdollista toteuttaa. Tällä varastokoon vaihteluvälillä peittämisen voidaan useimmiten olettaa parantavan hakkeen lämpöarvoa, kuin jos varastoja ei peitettäisi. On muistettava, kuten edellä tilastollisin menetelmin saatavista tuloksista todettiin, että parempi lämpöarvo toteutuu tämän kokoluokan varstojen peittämisellä oletettavasti useiden tai useiden kymmenien varastojen keskiarvojen tasolla, eikä takaa sitä, että kaikki kokoluokan varastot antaisivat lämpöarvoltaan parempaa haketta peittämisen ansiosta.

4.3 Jatkotutkimusaiheita

Näiden kahden suosituksen lisäksi on syytä kiinnittää erityistä huomiota siihen, ettei tässä tutkimuksessa havaittu vuosittaista toistuvuutta muiden, kuin yllä mainittujen luokkien kohdalla siitä huolimatta, että huomattavaakin eroa lämpöarvoissa peittämisen eduksi oli jompanakumpana tarkasteluvuotena kaikissa kokoluokissa. Tästä voidaan päätellä, että joko varastojen muut laatutekijät vaihtelevat niin paljon, että peittämisen tuoma parannus lämpöarvoon useimmiten menetetään, taikka että peittäminen ei toistaiseksi tuntemattomaksi jäävistä syistä johtuen paranna lämpöarvoa kuin tapauskohtaisesti (Ketokivi 2015, 254–259; Lindblad 2014 15–17; ks. myös Valli 2015, 147–154). Molemmat päätelmät vaatisivat laajempia lisäselvityksiä. On kuitenkin selvää, että toimeksiantajan olisi perusteltua tarkistaa käytössään olevat energiapuuvaraston teko-ohjeet ja niiden käytännön noudattaminen kentällä.

Huomionarvoinen ja taloudelliselta merkitykseltään potentiaalinen tutkimuskohde olisi erityisesti yli 1 000:n irtokuution varastojen laatutekijät.

Koska tämän kokoluokan varastojen ja niistä saatavan hakkeen pienikin suhteellinen laadun paraneminen, eli suurempi lämpöarvo, on taloudellisesti merkitykseltään vastaavasti huomattavampi, olisi perusteltua selvittää ainakin kokoluokan varastojen tekemisen käytännöt ja olosuhteet. Laadultaan keskivertoa parempien ja huonompien varastojen laatutekijöiden kartoittamisella ja vertailulla voitaisiin toiminnan kokonaiskannattavuutta parantaa suhteellisen vaatimattomallakin taloudellisella panoksella. (Kuuluvainen & Valsta 2009, 143–146.) Yli 1 000:n irtokuutiometrin varastoja oli tämän työn aineistossa yhdeksän kappaletta. Niiden yhteenlaskettu koko on kuitenkin lähes 17 000 i-m³, joten kyseessä on vaikuttavuudeltaan merkittävä määrä energiapuuta – noin viidennes koko tässä työssä tarkastellusta energiapuusta. Tällainen suurikokoisten varastojen ja hake-erien laatutekijöiden selvitys sopisi hyvin esimerkiksi opinnäytetyöaiheeksi.

5 POHDINTAA

Tässä opinnäytetyössä on pyritty vastaamaan toimeksiantajan esittämiin ehdoin kysymyksiin, kuinka suuri energiapuuvarasto kannattaa peittää. Työn lopputuloksena on toimeksiantajalle voitu antaa kaksi suositusta. Myös useita lisäselvityksiä vaativia ulottuvuuksia ja potentiaalisia aiheita tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettaville opinnäytetöille on voitu osoittaa.

Toimeksiantajan tietokanta sisältää laajat ja yksityiskohtaiset tiedot poltetuista hake-eristä ja korjuu- ja varastointitietoja energiapuun hankinnasta. Näihin tietoihin olisi laajemmassa – ei pelkästään opinnäytetöiden varaan rakennetussa – tutkimushankkeessa kerättävä tarkat tiedot varastopaikkojen ominaisuuksista ja varastopinojen laadusta. Tiedot olisi kerättävä kentällä ja dokumentointiin liitettävä varastoja kuvaavat kartat ja valokuvat.

Mikäli tällainen perinpohjainen aineisto koottaisiin esimerkiksi kolmen vuoden ajalta useamman käyttöpaikan ja korjuu- ja hakeyrittäjän toimintalueelta, saataisiin kokonaisvaltainen kuva varastoinnin ja hakkeen laadusta ja niihin vaikuttavien tekijöiden keskinäisistä vaikutuksista ja painoarvoista. Tällainen tutkimustyö toisi luonnollisesti kustannuksia ja edellyttäisi pitkäjänteistä sitoutumista laadunhallinnan parantamiseen. On aivan mahdollista, että tällaisen selvitystyön tulokset parantaisivat toimeksiantajan liiketoiminnan kannattavuutta huomattavasti enemmän, kuin mitä siihen olisi uhrattu resursseja.

Metsäenergialiiketoiminnan odotetaan olevan tulevaisuudessa yhä tärkeämpää, paitsi voittoa tavoittelevien yritysten toimintakenttänä, myös osana Suomen pyrkimystä energiaomavaraisuuteen ja ympäristöuhkien torjuntaan. Yllä kuvatun kaltaisella tutkimushankkeella olisi riittävän laajasti toteutettuna valtakunnallisen tason vaikutusta metsäenergialiiketoiminnan kehittämiseen. Tutkimustyöhön olisikin ryhdyttävä viipymättä.

LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. *Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia*. VTT tiedotteita 2045. Otamedia Oy, Espoo. Viitattu 30.10.2016. <http://www.motiva.fi/files/685/t2045.pdf>

Heikkilä, T. 2014. *Tilastollinen tutkimus*. Edita Publishing Oy. 9., uudistettu painos. Bookwell Oy, Porvoo.

Hillebrand, K. 2009. *Energiapuun kuivaus ja varastointi - yhteenveto aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista*. VTT:n tutkimusraportti VTT-R-07261-09. Viitattu 30.10.2016. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/VTT-R-07261-09.pdf>

Ilmatieteenlaitos (n.d.). *Teematietoa*. Viitattu 30.10.2016. <http://ilmatieteenlaitos.fi/teematietoa>

Ketokivi, M. 2015. *Tilastollinen päättely ja tieteellinen argumentointi*. Gaudeamus Helsinki University Press, Gaudeamus Oy, HYY Yhtymä. Printon Trukikoda, Tallinna.

Kuuluvainen, J. & Valsta, L. 2009. *Metsäekonomian perusteet*. Gaudeamus Helsinki University Press Oy Yliopistokustannus, HYY Yhtymä. Hakapaino Oy, Helsinki.

Lepistö T. (toim.) 2010. *Laatuhakkeen tuotanto –opas*. Metsäkeskukset. 2. painos. Vammalan kirjapaino, Sastamala. Viitattu 30.10.2016. <http://www.puuenergiafoorumi.net/docs/laahake2.pdf>

Lindblad, J. 2014. *Energiapuun mittaus ja kosteuden hallinta*. Metsäntutkimuslaitos, Itä-Suomen alueyksikkö, Joensuu. Viitattu 30.10.2016. <http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/puu-loppuseminaari/pdf/lindblad.pdf>

Nummenmaa, L., Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2016. *Tilastollisten menetelmien perusteet*. Sanoma Pro Oy. 1.-2. painos.

Puupolttoaineiden laatuohje. VTT:n julkaisu VTT-M-07608-13. Helsinki 2013. Viitattu 30.10.2016. <https://www.metsateollisuus.fi/mediabank/918.pdf>

Taanila, A. 2016. *Akin menetelmäblogi. Kirjoituksia Aki Taanilan kvantitatiivisesta menetelmäpajasta*. Viitattu 30.10.2016. <https://tilas-toapu.wordpress.com/>

Valli, R. 2015. *Johdatus tilastolliseen tutkimukseen*. PS-kustannus. 2., uudistettu painos. Bookwell Oy, Juva.

Wikipedia n.d. Viitattu 15.11.2016. <https://fi.wikipedia.org/wiki/>

VUODEN 2014 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT

	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
	474	149,76	381,75	0,81	189,6	46,32	2,55
	594	169,42	472,65	0,8	237,6	42,31	2,79
	259	95,64	208,48	0,8	103,6	52,46	2,18
	247	82,32	223,28	0,9	98,8	43,6	2,71
	255	83,76	207,77	0,81	102	47,46	2,48
	997	325,32	817,34	0,82	398,8	46,93	2,51
	273	100	215,07	0,79	109,2	52,94	2,15
	265	92,06	222,49	0,84	106	48,52	2,42
	1942	618,78	1340,7	0,69	776,8	52,68	2,17
	971	324,36	736,64	0,76	388,4	50,94	2,27
	465	169,86	304,45	0,65	186	58,91	1,79
	200	72,7	170,06	0,85	80	49,81	2,34
	545	198,86	474,31	0,87	218	49,04	2,39
	932	307,23	654,51	0,7	372,8	53,28	2,13
	272	81,48	179,07	0,66	108,8	52,16	2,2
	685	209,64	497,54	0,73	274	49,24	2,37
	205	53,66	151,35	0,74	82	41,8	2,82
	225	77,5	167,21	0,74	90	52,83	2,16
	755	236,76	612,69	0,81	302	45,67	2,59
	728	204,7	573,36	0,79	291,2	42,13	2,8
	215	76,66	190,87	0,89	86	47,3	2,49
	245	79,55	179,25	0,73	98	51,23	2,25
	479	152,67	395,58	0,83	191,6	45,62	2,59
	285	92,78	200,38	0,7	114	52,79	2,16
	260	71,82	172,91	0,67	104	48,67	2,41
	350	127,08	300,09	0,86	140	49,44	2,36
	210	72,26	172,24	0,82	84	49,07	2,38
	472	121,99	394,37	0,84	188,8	34,94	3,23
	285	88,4	256,39	0,9	114	40,47	2,9
	225	63,74	187,83	0,83	90	39,7	2,95
	520	156,8	497,79	0,96	208	35,9	3,17
	240	60,06	192,29	0,8	96	35,46	3,2
	628	159,77	504,94	0,8	251,2	36,15	3,16
	230	50,64	178,7	0,78	92	30,02	3,53
	268	68,12	221,62	0,83	107,2	34,6	3,25
	585	190,26	414,04	0,71	234	52,52	2,18
	268	92,24	229,67	0,86	107,2	47,3	2,49
	205	56,98	136,4	0,67	82	48,9	2,39
	228	76,86	190,07	0,83	91,2	47,58	2,47
	947	260,68	776	0,82	378,8	39,2	2,98
	281	77,18	215,66	0,77	112,4	42,23	2,79
	252	70,57	203,48	0,81	100,8	40,76	2,88

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

	420	121,16	337,45	0,8	168	42,39	2,79
	300	91,88	204,57	0,68	120	51,68	2,23
	225	63,58	153,99	0,68	90	48,43	2,42
	776	275,86	726,24	0,94	310,4	44,93	2,63
	336	108,68	317,37	0,94	134,4	40,14	2,92
	276	74,86	231,87	0,84	110,4	37,19	3,1
	358	113,16	319,48	0,89	143,2	41,76	2,82
	360	83,76	259,24	0,72	144	37,23	3,1
	235	59,89	199,83	0,85	94	33,21	3,34
	745	182,84	598,64	0,8	298	34,26	3,27
Keskiarvo	442,2692	136,4729	349,4225	0,79634615	176,9077	45,001923	2,627885
Yhteensä	22998	7096,59	18169,97		9199,2		
Keskiarvo (tarkka arvo)							2,56038
					Keskihajonta		0,390987
					Pienin arvo		1,79
					Suurin arvo		3,53
					Mediaani		2,53
					Keskiarvon virhemarginaali		0,106269

Liite 2

VUODEN 2014 PEITETYT ERÄT

	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
	850	228,5	639,01	0,75	340	42,2	2,8
	750	251,02	627,69	0,84	300	47,12	2,5
	441	134,4	333,85	0,76	176,4	47,4	2,48
	365	97,58	292,76	0,8	146	38,81	3
	320	103,72	230,98	0,72	128	51,67	2,23
	366	108,15	278,41	0,76	146,4	45,9	2,57
	400	125,61	340,42	0,85	160	43,64	2,71
	250	88,06	172,42	0,69	100	56,15	1,96
	473	138,94	358,88	0,76	189,2	45,75	2,58
	280	93,96	204,34	0,73	112	52,54	2,17
	887	291,81	667,36	0,75	354,8	50,68	2,29
	356	90,54	247,16	0,69	142,4	43,31	2,73
	899	248,38	630,76	0,7	359,6	46,48	2,54
	260	67,52	195,7	0,75	104	40,51	2,9
	264	69,94	197,55	0,75	105,6	41,73	2,82
	439	138,92	324,14	0,74	175,6	49,91	2,33
	1993	554,98	1698,98	0,85	797,2	37,01	3,06
	533	144,18	482,9	0,91	213,2	33,01	3,35
	448	123,34	382,48	0,85	179,2	37,14	3,1
	568	147,5	432,23	0,76	227,2	39,98	2,93
	540	124,66	397,73	0,74	216	35,65	3,19

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

	660	185,76	505,05	0,77	264	43,49	2,72
	653	181,94	510,29	0,78	261,2	42,06	2,8
	507	121,07	359,29	0,71	202,8	39,35	2,97
	202	60,36	167,62	0,83	80,8	42,53	2,78
	370	94,14	319,29	0,86	148	32,3	3,39
	773	194,75	609,79	0,79	309,2	36,63	3,13
	445	108,25	345,77	0,78	178	35,59	3,19
	210	60,48	159,68	0,76	84	44,8	2,64
	774	200,1	629,66	0,81	309,6	36,37	3,15
	217	64,99	176,45	0,81	86,8	43,56	2,72
	895	252,84	676,98	0,76	358	44,18	2,68
	510	125,93	445,27	0,87	204	29,9	3,54
	228	52,72	175,95	0,77	91,2	33,2	3,34
	516	131,46	393,26	0,76	206,4	38,96	2,99
	805	207,54	682,28	0,85	322	34,03	3,29
Keskiarvo	540,1944	150,39	424,7883	0,77944444	216,0778	41,765	2,821389
Yhteensä	19447	5414,04	15292,38		7778,8		
Keskiarvo (tarkka arvo)							2,824578
					Keskihajonta		0,367984
					Pienin arvo		1,96
					Suurin arvo		3,54
					Mediaani		2,8
					Keskiarvon virhemarginaali		0,120206

Liite 3

VUODEN 2015 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT

	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
	346	103,33	232,92	0,67	138,4	51,22	2,25
	216	63,71	164,12	0,76	86,4	45,87	2,58
	365	121,88	252,06	0,69	146	54,32	2,07
	211	55,82	102,41	0,49	84,4	58,2	1,83
	660	204,64	536,12	0,81	264	45,14	2,62
	202	54,6	135,04	0,67	80,8	47,58	2,47
	467	149,38	358,64	0,767966	186,8	48,78169	2,400857
	480	155,44	331,66	0,69	192	53,23	2,13
	270	76,94	208,7	0,77	108	43,6	2,71
	326	92,34	262,07	0,8	130,4	41,51	2,84
	280	100,08	205,18	0,73	112	54,62	2,05
	264	97,32	240,71	0,91	105,6	47,58	2,47
	369	125,53	334,43	0,91	147,6	44,4	2,66
	265	84,93	177,62	0,67	106	53,93	2,09
	680	244,04	430,73	0,63	272	59,36	1,76
	305	102,56	200,27	0,66	122	56,24	1,95

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

	658	219,62	458,21	0,7	263,2	54,01	2,09
	525	174,62	382,42	0,73	210	52,29	2,19
	202	72,82	108,65	0,54	80,8	63,9	1,49
	711	230,84	493,53	0,69	284,4	53,15	2,14
	258	70,5	191,78	0,74	103,2	43,47	2,72
	358	104,29	282,02	0,79	143,2	43,74	2,7
	214	68,64	168,07	0,79	85,6	47,99	2,45
	205	54,94	128,41	0,63	82	49,84	2,34
	325	93,52	247,46	0,76	130	44,7	2,65
	285	93,72	224,35	0,79	114	48,9	2,39
	768	260,2	502,64	0,65	307,2	56,59	1,93
	262	92,44	195,9	0,75	104,8	53,47	2,12
	208	55,14	163,85	0,79	83,2	39,29	2,97
	503	159,9	458,08	0,91	201,2	41,06	2,86
	652	192,12	501,04	0,77	260,8	45,34	2,61
	459	138,6	409,55	0,89	183,6	39,57	2,95
	277	73,58	232,11	0,84	110,8	36,25	3,15
	335	116,94	306,58	0,92	134	45,11	2,62
	576	182,66	520,46	0,9	230,4	41,32	2,85
	495	128,18	467,75	0,94	198	28,02	3,65
	708	200,82	615,6	0,8694915	283,2	37,72787	3,065432
	646	198,98	565,57	0,88	258,4	41,44	2,84
	251	73,46	236,34	0,94	100,4	35,2	3,22
	260	67,59	219,66	0,84	104	34,66	3,25
	509	169,14	362,52	0,71	203,6	52,83	2,14
	1211	401,82	1009,62	0,83	484,4	46,8	2,51
	310	100,64	283,04	0,91	124	41,94	2,81
	306	74,14	248,52	0,81	122,4	32,62	3,35
	345	108,16	313,54	0,91	138	40,19	2,9
	891	288,2	703,71	0,79	356,4	47,14	2,44
	294	88,16	256,27	0,87	117,6	39,55	2,91
	520	129,13	411,47	0,79	208	34,78	3,19
	205	57,46	181,55	0,89	82	35,29	3,16
	390	100,44	335,75	0,86	156	32,1	3,34
	266	55,86	177,79	0,67	106,4	34,9	3,18
	245	85,64	162,37	0,66	98	56,6	1,9
Keskiarvo	410,3654	127,2202	321,1319	0,77648957	164,1462	45,718453	2,576082
Yhteensä	21339	6615,45	16698,86		8535,6		
Keskiarvo (tarkka arvo)							2,524221
					Keskihajonta		0,474095
					Pienin arvo		1,49
					Suurin arvo		3,65
					Mediaani		2,615
					Keskiarvon virhemarginaali		0,128858

VUODEN 2015 PEITETYT ERÄT

	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
	359	124,01	278,02	0,77	143,6	51,43	2,24
	522	162,42	339,13	0,65	208,8	53,99	2,09
	3380	1033,14	2394,98	0,71	1352	50,16	2,32
	270	82,26	205,3	0,76	108	47,2	2,5
	751	213,48	512,82	0,68	300,4	48,76	2,4
	774	223,63	628,55	0,81	309,6	41,97	2,81
	717	231,8	579,37	0,81	286,8	47,14	2,5
	244	71,16	162,65	0,67	97,6	50,7	2,29
	1334	364,09	962,8	0,72	533,6	44,73	2,64
	1392	431,6	897,59	0,64	556,8	54,12	2,08
	385	118,12	255,05	0,66	154	52,8	2,16
	224	63,48	124,46	0,56	89,6	56,1	1,96
	2271	767,2	1810,27	0,8	908,4	49,47	2,36
	410	125,99	244,43	0,6	164	56,45	1,94
	244	81,94	149,51	0,61	97,6	58,37	1,82
	222	69,68	200,31	0,9	88,8	40,9	2,87
	293	82,7	233,26	0,8	117,2	41,8	2,82
	641	164,32	469,96	0,73	256,4	41,14	2,86
	1966	635,47	1361,18	0,69	786,4	53,09	2,14
	731	234,58	723,28	0,99	292,4	37,43	3,08
	630	200,39	582,05	0,92	252	40,4	2,9
	820	219,82	688,7	0,84	328	36,6	3,13
	418	137,73	395,27	0,95	167,2	40,98	2,87
	275	81,18	258,55	0,94	110	35,74	3,18
	296	74,29	235,15	0,79	118,4	36,07	3,17
	251	65,81	222,09	0,88	100,4	32,58	3,37
	395	126,3	382,67	0,97	158	38,32	3,03
	619	165,76	467,53	0,76	247,6	41,8	2,82
	1438	420,04	1181,47	0,82	575,2	41,93	2,81
	360	95,14	308,14	0,86	144	34,84	3,24
	250	63,12	183,59	0,73	100	40,03	2,91
	264	80,14	230,59	0,87	105,6	39,8	2,88
	324	78,92	241,55	0,75	129,6	36,59	3,06
Keskiarvo	711,2121	214,8397	542,7355	0,7769697	284,4848	44,649394	2,643939
Yhteensä	23470	7089,71	17910,27		9388		
Keskiarvo (tarkka arvo)							2,526235
					Keskihajonta		0,425811
					Pienin arvo		1,82
					Suurin arvo		3,37
					Mediaani		2,81
					Keskiarvon virhemarginaali		0,145281

2014 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT KÄYTTÖAJANKOHDAN MUKAAN

TALVI							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
2	474	149,76	381,75	0,81	189,6	46,32	2,55
2	594	169,42	472,65	0,8	237,6	42,31	2,79
2	247	82,32	223,28	0,9	98,8	43,6	2,71
2	255	83,76	207,77	0,81	102	47,46	2,48
2	997	325,32	817,34	0,82	398,8	46,93	2,51
2	273	100	215,07	0,79	109,2	52,94	2,15
2	265	92,06	222,49	0,84	106	48,52	2,42
2	1942	618,78	1340,7	0,69	776,8	52,68	2,17
2	971	324,36	736,64	0,76	388,4	50,94	2,27
2	465	169,86	304,45	0,65	186	58,91	1,79
2	200	72,7	170,06	0,85	80	49,81	2,34
2	545	198,86	474,31	0,87	218	49,04	2,39
2	932	307,23	654,51	0,7	372,8	53,28	2,13
2	272	81,48	179,07	0,66	108,8	52,16	2,2
2	685	209,64	497,54	0,73	274	49,24	2,37
2	205	53,66	151,35	0,74	82	41,8	2,82
2	755	236,76	612,69	0,81	302	45,67	2,59
2	728	204,7	573,36	0,79	291,2	42,13	2,8
2	215	76,66	190,87	0,89	86	47,3	2,49
2	479	152,67	395,58	0,83	191,6	45,62	2,59
2	285	92,78	200,38	0,7	114	52,79	2,16
2	260	71,82	172,91	0,67	104	48,67	2,41
12	285	88,4	256,39	0,9	114	40,47	2,9
12	947	260,68	776	0,82	378,8	39,2	2,98
12	776	275,86	726,24	0,94	310,4	44,93	2,63
12	336	108,68	317,37	0,94	134,4	40,14	2,92
Yht.		4608,22	11270,77			Keskiarvo	2,445797
KEVÄT							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
3	259	95,64	208,48	0,8	103,6	52,46	2,18
3	225	77,5	167,21	0,74	90	52,83	2,16
3	245	79,55	179,25	0,73	98	51,23	2,25
3	350	127,08	300,09	0,86	140	49,44	2,36
3	210	72,26	172,24	0,82	84	49,07	2,38
5	268	92,24	229,67	0,86	107,2	47,3	2,49
5	358	113,16	319,48	0,89	143,2	41,76	2,82
4	235	59,89	199,83	0,85	94	33,21	3,34
Yht.		717,32	1776,25			Keskiarvo	2,476231

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

KESÄ							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
6	585	190,26	414,04	0,71	234	52,52	2,18
6	205	56,98	136,4	0,67	82	48,9	2,39
6	300	91,88	204,57	0,68	120	51,68	2,23
6	225	63,58	153,99	0,68	90	48,43	2,42
Yht.		402,7	909			Keskiarvo	2,257263
SYKSY							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
11	472	121,99	394,37	0,84	188,8	34,94	3,23
11	225	63,74	187,83	0,83	90	39,7	2,95
9	520	156,8	497,79	0,96	208	35,9	3,17
11	240	60,06	192,29	0,8	96	35,46	3,2
10	628	159,77	504,94	0,8	251,2	36,15	3,16
10	230	50,64	178,7	0,78	92	30,02	3,53
11	268	68,12	221,62	0,83	107,2	34,6	3,25
11	228	76,86	190,07	0,83	91,2	47,58	2,47
10	281	77,18	215,66	0,77	112,4	42,23	2,79
10	252	70,57	203,48	0,81	100,8	40,76	2,88
11	420	121,16	337,45	0,8	168	42,39	2,79
10	276	74,86	231,87	0,84	110,4	37,19	3,1
10	360	83,76	259,24	0,72	144	37,23	3,1
10	745	182,84	598,64	0,8	298	34,26	3,27
Yht.		1368,35	4213,95			Keskiarvo	3,079585

Liite 6

2014 PEITETYT ERÄT KÄYTTÖAJANKOHDAN MUKAAN

TALVI							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
1	850	228,5	639,01	0,75	340	42,2	2,8
1	365	97,58	292,76	0,8	146	38,81	3
1	320	103,72	230,98	0,72	128	51,67	2,23
1	366	108,15	278,41	0,76	146,4	45,9	2,57
1	473	138,94	358,88	0,76	189,2	45,75	2,58
1	280	93,96	204,34	0,73	112	52,54	2,17
1	887	291,81	667,36	0,75	354,8	50,68	2,29
2	356	90,54	247,16	0,69	142,4	43,31	2,73
2	899	248,38	630,76	0,7	359,6	46,48	2,54
2	260	67,52	195,7	0,75	104	40,51	2,9
2	264	69,94	197,55	0,75	105,6	41,73	2,82
12	439	138,92	324,14	0,74	175,6	49,91	2,33
Yht.		1677,96	4267,05			Keskiarvo	2,542999

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

KEVÄT							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
3	750	251,02	627,69	0,84	300	47,12	2,5
3	441	134,4	333,85	0,76	176,4	47,4	2,48
3	400	125,61	340,42	0,85	160	43,64	2,71
3	250	88,06	172,42	0,69	100	56,15	1,96
5	1993	554,98	1698,98	0,85	797,2	37,01	3,06
5	510	125,93	445,27	0,87	204	29,9	3,54
Yht.		1280	3618,63			Keskiarvo	2,827055
KESÄ							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
6	533	144,18	482,9	0,91	213,2	33,01	3,35
6	540	124,66	397,73	0,74	216	35,65	3,19
6	370	94,14	319,29	0,86	148	32,3	3,39
6	228	52,72	175,95	0,77	91,2	33,2	3,34
6	516	131,46	393,26	0,76	206,4	38,96	2,99
6	805	207,54	682,28	0,85	322	34,03	3,29
Yht.		754,7	2451,41			Keskiarvo	3,248191
SYKSY							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
10	448	123,34	382,48	0,85	179,2	37,14	3,1
10	568	147,5	432,23	0,76	227,2	39,98	2,93
10	660	185,76	505,05	0,77	264	43,49	2,72
10	653	181,94	510,29	0,78	261,2	42,06	2,8
10	507	121,07	359,29	0,71	202,8	39,35	2,97
10	202	60,36	167,62	0,83	80,8	42,53	2,78
10	773	194,75	609,79	0,79	309,2	36,63	3,13
10	445	108,25	345,77	0,78	178	35,59	3,19
10	210	60,48	159,68	0,76	84	44,8	2,64
10	774	200,1	629,66	0,81	309,6	36,37	3,15
10	217	64,99	176,45	0,81	86,8	43,56	2,72
10	895	252,84	676,98	0,76	358	44,18	2,68
Yht.		1701,38	4955,29			Keskiarvo	2,912512

Liite 7

2015 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT KÄYTTÖAJANKOHDAN MUKAAN

TALVI							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
2	346	103,33	232,92	0,67	138,4	51,22	2,25
2	211	55,82	102,41	0,49	84,4	58,2	1,83

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

2	660	204,64	536,12	0,81	264	45,14	2,62
1	202	54,6	135,04	0,67	80,8	47,58	2,47
2	467	149,38	358,64	0,767966	186,8	48,78169	2,400857
2	480	155,44	331,66	0,69	192	53,23	2,13
2	270	76,94	208,7	0,77	108	43,6	2,71
2	326	92,34	262,07	0,8	130,4	41,51	2,84
1	280	100,08	205,18	0,73	112	54,62	2,05
1	264	97,32	240,71	0,91	105,6	47,58	2,47
1	369	125,53	334,43	0,91	147,6	44,4	2,66
1	265	84,93	177,62	0,67	106	53,93	2,09
2	680	244,04	430,73	0,63	272	59,36	1,76
1	525	174,62	382,42	0,73	210	52,29	2,19
2	205	54,94	128,41	0,63	82	49,84	2,34
2	285	93,72	224,35	0,79	114	48,9	2,39
1	768	260,2	502,64	0,65	307,2	56,59	1,93
12	891	288,2	703,71	0,79	356,4	47,14	2,44
Yht.		2416,07	5497,76			Keskiarvo	2,275497
KEVÄT							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
3	216	63,71	164,12	0,76	86,4	45,87	2,58
3	365	121,88	252,06	0,69	146	54,32	2,07
3	305	102,56	200,27	0,66	122	56,24	1,95
3	658	219,62	458,21	0,7	263,2	54,01	2,09
3	202	72,82	108,65	0,54	80,8	63,9	1,49
3	711	230,84	493,53	0,69	284,4	53,15	2,14
3	258	70,5	191,78	0,74	103,2	43,47	2,72
3	358	104,29	282,02	0,79	143,2	43,74	2,7
3	214	68,64	168,07	0,79	85,6	47,99	2,45
3	325	93,52	247,46	0,76	130	44,7	2,65
3	262	92,44	195,9	0,75	104,8	53,47	2,12
5	576	182,66	520,46	0,9	230,4	41,32	2,85
5	495	128,18	467,75	0,94	198	28,02	3,65
Yht.		1551,66	3750,28			Keskiarvo	2,416947
KESÄ							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
6	208	55,14	163,85	0,79	83,2	39,29	2,97
6	503	159,9	458,08	0,91	201,2	41,06	2,86
6	652	192,12	501,04	0,77	260,8	45,34	2,61
6	459	138,6	409,55	0,89	183,6	39,57	2,95
6	277	73,58	232,11	0,84	110,8	36,25	3,15
6	335	116,94	306,58	0,92	134	45,11	2,62
6	708	200,82	615,6	0,8694915	283,2	37,72787	3,065432
6	646	198,98	565,57	0,88	258,4	41,44	2,84
6	251	73,46	236,34	0,94	100,4	35,2	3,22

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

6	260	67,59	219,66	0,84	104	34,66	3,25
8	1211	401,82	1009,62	0,83	484,4	46,8	2,51
7	310	100,64	283,04	0,91	124	41,94	2,81
Yht.		1779,59	5001,04			Keskiarvo	2,81022
SYKSY							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
9	509	169,14	362,52	0,71	203,6	52,83	2,14
9	306	74,14	248,52	0,81	122,4	32,62	3,35
9	345	108,16	313,54	0,91	138	40,19	2,9
11	294	88,16	256,27	0,87	117,6	39,55	2,91
11	520	129,13	411,47	0,79	208	34,78	3,19
11	205	57,46	181,55	0,89	82	35,29	3,16
11	390	100,44	335,75	0,86	156	32,1	3,34
11	266	55,86	177,79	0,67	106,4	34,9	3,18
11	245	85,64	162,37	0,66	98	56,6	1,9
Yht.		868,13	2449,78			Keskiarvo	2,821905

Liite 8

2015 PEITETYT ERÄT KÄYTTÖAJANKOHDAN MUKAAN

TALVI							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
1	359	124,01	278,02	0,77	143,6	51,43	2,24
2	751	213,48	512,82	0,68	300,4	48,76	2,4
1	774	223,63	628,55	0,81	309,6	41,97	2,81
1	717	231,8	579,37	0,81	286,8	47,14	2,5
2	244	71,16	162,65	0,67	97,6	50,7	2,29
1	1334	364,09	962,8	0,72	533,6	44,73	2,64
2	1392	431,6	897,59	0,64	556,8	54,12	2,08
2	385	118,12	255,05	0,66	154	52,8	2,16
2	224	63,48	124,46	0,56	89,6	56,1	1,96
2	410	125,99	244,43	0,6	164	56,45	1,94
2	244	81,94	149,51	0,61	97,6	58,37	1,82
1	222	69,68	200,31	0,9	88,8	40,9	2,87
1	293	82,7	233,26	0,8	117,2	41,8	2,82
1	641	164,32	469,96	0,73	256,4	41,14	2,86
1	1966	635,47	1361,18	0,69	786,4	53,09	2,14
12	324	78,92	241,55	0,75	129,6	36,59	3,06
Yht.		3080,39	7301,51			Keskiarvo	2,37032
KEVÄT							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
3	522	162,42	339,13	0,65	208,8	53,99	2,09

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

3	3380	1033,14	2394,98	0,71	1352	50,16	2,32
3	270	82,26	205,3	0,76	108	47,2	2,5
3	2271	767,2	1810,27	0,8	908,4	49,47	2,36
Yht.		2045,02	4749,68			Keskiarvo	2,322559
KESÄ							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
6	731	234,58	723,28	0,99	292,4	37,43	3,08
6	630	200,39	582,05	0,92	252	40,4	2,9
6	820	219,82	688,7	0,84	328	36,6	3,13
6	418	137,73	395,27	0,95	167,2	40,98	2,87
6	275	81,18	258,55	0,94	110	35,74	3,18
6	296	74,29	235,15	0,79	118,4	36,07	3,17
6	251	65,81	222,09	0,88	100,4	32,58	3,37
6	395	126,3	382,67	0,97	158	38,32	3,03
6	619	165,76	467,53	0,76	247,6	41,8	2,82
6	1438	420,04	1181,47	0,82	575,2	41,93	2,81
7	360	95,14	308,14	0,86	144	34,84	3,24
Yht.		1821,04	5444,9			Keskiarvo	2,989995
SYKSY							
käyttö kk	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
9	250	63,12	183,59	0,73	100	40,03	2,91
10	264	80,14	230,59	0,87	105,6	39,8	2,88
Yht.		143,26	414,18			Keskiarvo	2,891107

Liite 9

2014 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT VARASTOINTIAJAN MUKAAN

V-aika	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
TK	472	121,99	394,37	0,84	188,8	34,94	3,23
TK	285	88,4	256,39	0,9	114	40,47	2,9
TK	520	156,8	497,79	0,96	208	35,9	3,17
TK	240	60,06	192,29	0,8	96	35,46	3,2
TK	628	159,77	504,94	0,8	251,2	36,15	3,16
TK	230	50,64	178,7	0,78	92	30,02	3,53
TK	268	68,12	221,62	0,83	107,2	34,6	3,25
TK	228	76,86	190,07	0,83	91,2	47,58	2,47
TK	947	260,68	776	0,82	378,8	39,2	2,98
TK	420	121,16	337,45	0,8	168	42,39	2,79
TK	776	275,86	726,24	0,94	310,4	44,93	2,63
TK	336	108,68	317,37	0,94	134,4	40,14	2,92
TK	276	74,86	231,87	0,84	110,4	37,19	3,1
TK	360	83,76	259,24	0,72	144	37,23	3,1

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

KT	259	95,64	208,48	0,8	103,6	52,46	2,18
KT	997	325,32	817,34	0,82	398,8	46,93	2,51
KT	273	100	215,07	0,79	109,2	52,94	2,15
KT	200	72,7	170,06	0,85	80	49,81	2,34
KT	545	198,86	474,31	0,87	218	49,04	2,39
KT	932	307,23	654,51	0,7	372,8	53,28	2,13
KT	205	53,66	151,35	0,74	82	41,8	2,82
KT	225	77,5	167,21	0,74	90	52,83	2,16
KT	245	79,55	179,25	0,73	98	51,23	2,25
KT	268	92,24	229,67	0,86	107,2	47,3	2,49
KT	225	63,58	153,99	0,68	90	48,43	2,42
TKT	474	149,76	381,75	0,81	189,6	46,32	2,55
TKT	594	169,42	472,65	0,8	237,6	42,31	2,79
TKT	247	82,32	223,28	0,9	98,8	43,6	2,71
TKT	255	83,76	207,77	0,81	102	47,46	2,48
TKT	265	92,06	222,49	0,84	106	48,52	2,42
TKT	1942	618,78	1340,7	0,69	776,8	52,68	2,17
TKT	971	324,36	736,64	0,76	388,4	50,94	2,27
TKT	465	169,86	304,45	0,65	186	58,91	1,79
TKT	272	81,48	179,07	0,66	108,8	52,16	2,2
TKT	685	209,64	497,54	0,73	274	49,24	2,37
TKT	755	236,76	612,69	0,81	302	45,67	2,59
TKT	728	204,7	573,36	0,79	291,2	42,13	2,8
TKT	215	76,66	190,87	0,89	86	47,3	2,49
TKT	479	152,67	395,58	0,83	191,6	45,62	2,59
TKT	285	92,78	200,38	0,7	114	52,79	2,16
TKT	260	71,82	172,91	0,67	104	48,67	2,41
TKT	350	127,08	300,09	0,86	140	49,44	2,36
TKT	585	190,26	414,04	0,71	234	52,52	2,18
TKT	358	113,16	319,48	0,89	143,2	41,76	2,82
TKT	235	59,89	199,83	0,85	94	33,21	3,34
KTK	225	63,74	187,83	0,83	90	39,7	2,95
KTK	745	182,84	598,64	0,8	298	34,26	3,27
TKTK	281	77,18	215,66	0,77	112,4	42,23	2,79
TKTK	252	70,57	203,48	0,81	100,8	40,76	2,88
KTKT	210	72,26	172,24	0,82	84	49,07	2,38
TK	14 kpl			KT	11 kpl		
K/A	2,977407	MWh/t		K/A	2,333279	MWh/t	
TKT	20 kpl			2 kesää	5 kpl		
K/A	2,402492	MWh/t		K/A	2,953021	MWh/t	
Kesäkauden jälkeen	18 kpl			Talvikauden jälkeen	32 kpl		
K/A	2,992407	MWh/t		K/A	2,417314	MWh/t	
				Keskihajonta	0,324498		

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

NOIN 1 VUOSI		41 KPL					
K/A	2,5781	MWh/t		NOIN 2 VUOTTA		8 KPL	
				K/A	2,784914	MWh/t	

Liite 10

2014 PEITETYT ERÄT VARASTOINTIAJAN MUKAAN

V-aika	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
TK	448	123,34	382,48	0,85	179,2	37,14	3,1
TK	568	147,5	432,23	0,76	227,2	39,98	2,93
TK	660	185,76	505,05	0,77	264	43,49	2,72
TK	653	181,94	510,29	0,78	261,2	42,06	2,8
TK	507	121,07	359,29	0,71	202,8	39,35	2,97
TK	202	60,36	167,62	0,83	80,8	42,53	2,78
TK	773	194,75	609,79	0,79	309,2	36,63	3,13
TK	445	108,25	345,77	0,78	178	35,59	3,19
TK	210	60,48	159,68	0,76	84	44,8	2,64
TK	774	200,1	629,66	0,81	309,6	36,37	3,15
TK	217	64,99	176,45	0,81	86,8	43,56	2,72
TK	895	252,84	676,98	0,76	358	44,18	2,68
TK	540	124,66	397,73	0,74	216	35,65	3,19
KT	850	228,5	639,01	0,75	340	42,2	2,8
KT	750	251,02	627,69	0,84	300	47,12	2,5
KT	441	134,4	333,85	0,76	176,4	47,4	2,48
KT	260	67,52	195,7	0,75	104	40,51	2,9
KT	264	69,94	197,55	0,75	105,6	41,73	2,82
KT	439	138,92	324,14	0,74	175,6	49,91	2,33
KT	1993	554,98	1698,98	0,85	797,2	37,01	3,06
KT	533	144,18	482,9	0,91	213,2	33,01	3,35
KT	510	125,93	445,27	0,87	204	29,9	3,54
KT	228	52,72	175,95	0,77	91,2	33,2	3,34
KT	516	131,46	393,26	0,76	206,4	38,96	2,99
TKT	366	108,15	278,41	0,76	146,4	45,9	2,57
TKT	250	88,06	172,42	0,69	100	56,15	1,96
TKT	473	138,94	358,88	0,76	189,2	45,75	2,58
TKT	280	93,96	204,34	0,73	112	52,54	2,17
TKT	887	291,81	667,36	0,75	354,8	50,68	2,29
TKT	899	248,38	630,76	0,7	359,6	46,48	2,54
TKT	370	94,14	319,29	0,86	148	32,3	3,39
TKT	805	207,54	682,28	0,85	322	34,03	3,29
KTKT	356	90,54	247,16	0,69	142,4	43,31	2,73
TKTKT	365	97,58	292,76	0,8	146	38,81	3
TKTKT	320	103,72	230,98	0,72	128	51,67	2,23
TKTKT	400	125,61	340,42	0,85	160	43,64	2,71

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

TK	13 kpl			KT	11 kpl		
K/A	2,931491	MWh/t		K/A	2,90292	MWh/t	
TKT	8 kpl			2 kesää	4 kpl		
K/A	2,607232	MWh/t		K/A	2,662163	MWh/t	
Kesäkauden jälkeen		13 kpl		Talvikauden jälkeen		23 kpl	
K/A	2,931491	MWh/t		K/A	2,770167	MWh/t	
				Keskihajonta	0,424097		
NOIN 1 VUOSI		28 kpl					
K/A	2,807077	MWh/t		NOIN 2 VUOTTA		7 kpl	
				K/A	2,831192	MWh/t	

Liite 11

2015 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT VARASTOINTIAJAN MUKAAN

V-aika	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
TK	509	169,14	362,52	0,71	203,6	52,83	2,14
TK	306	74,14	248,52	0,81	122,4	32,62	3,35
TK	891	288,2	703,71	0,79	356,4	47,14	2,44
TK	520	129,13	411,47	0,79	208	34,78	3,19
TK	390	100,44	335,75	0,86	156	32,1	3,34
KT	708	200,82	615,6	0,8694915	283,2	37,72787	3,065432
KT	646	198,98	565,57	0,88	258,4	41,44	2,84
KT	251	73,46	236,34	0,94	100,4	35,2	3,22
KT	260	67,59	219,66	0,84	104	34,66	3,25
TKT	346	103,33	232,92	0,67	138,4	51,22	2,25
TKT	216	63,71	164,12	0,76	86,4	45,87	2,58
TKT	365	121,88	252,06	0,69	146	54,32	2,07
TKT	211	55,82	102,41	0,49	84,4	58,2	1,83
TKT	660	204,64	536,12	0,81	264	45,14	2,62
TKT	202	54,6	135,04	0,67	80,8	47,58	2,47
TKT	467	149,38	358,64	0,767966	186,8	48,78169	2,400857
TKT	480	155,44	331,66	0,69	192	53,23	2,13
TKT	280	100,08	205,18	0,73	112	54,62	2,05
TKT	369	125,53	334,43	0,91	147,6	44,4	2,66
TKT	680	244,04	430,73	0,63	272	59,36	1,76
TKT	658	219,62	458,21	0,7	263,2	54,01	2,09
TKT	525	174,62	382,42	0,73	210	52,29	2,19
TKT	202	72,82	108,65	0,54	80,8	63,9	1,49
TKT	711	230,84	493,53	0,69	284,4	53,15	2,14
TKT	205	54,94	128,41	0,63	82	49,84	2,34
TKT	325	93,52	247,46	0,76	130	44,7	2,65

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

TKT	285	93,72	224,35	0,79	114	48,9	2,39
TKT	768	260,2	502,64	0,65	307,2	56,59	1,93
TKT	208	55,14	163,85	0,79	83,2	39,29	2,97
TKT	459	138,6	409,55	0,89	183,6	39,57	2,95
TKT	277	73,58	232,11	0,84	110,8	36,25	3,15
TKT	335	116,94	306,58	0,92	134	45,11	2,62
TKT	576	182,66	520,46	0,9	230,4	41,32	2,85
TKT	495	128,18	467,75	0,94	198	28,02	3,65
KTK	345	108,16	313,54	0,91	138	40,19	2,9
KTK	266	55,86	177,79	0,67	106,4	34,9	3,18
KTK	245	85,64	162,37	0,66	98	56,6	1,9
TKTK	1211	401,82	1009,62	0,83	484,4	46,8	2,51
TKTK	310	100,64	283,04	0,91	124	41,94	2,81
TKTK	294	88,16	256,27	0,87	117,6	39,55	2,91
TKTK	205	57,46	181,55	0,89	82	35,29	3,16
KTKT	264	97,32	240,71	0,91	105,6	47,58	2,47
KTKT	305	102,56	200,27	0,66	122	56,24	1,95
KTKT	258	70,5	191,78	0,74	103,2	43,47	2,72
KTKT	358	104,29	282,02	0,79	143,2	43,74	2,7
KTKT	214	68,64	168,07	0,79	85,6	47,99	2,45
KTKT	262	92,44	195,9	0,75	104,8	53,47	2,12
KTKT	503	159,9	458,08	0,91	201,2	41,06	2,86
TKTKT	270	76,94	208,7	0,77	108	43,6	2,71
TKTKT	326	92,34	262,07	0,8	130,4	41,51	2,84
TKTKT	265	84,93	177,62	0,67	106	53,93	2,09
TK	5 kpl			KT	4 kpl		
K/A	2,709375	MWh/t		K/A	3,027032	MWh/t	
TKT	25 kpl			2 kesää	17 kpl		
K/A	2,360929	MWh/t		K/A	2,60052	MWh/t	
Kesäkauden jälkeen	11 kpl			Talvikauden jälkeen	39 kpl		
K/A	2,733979	MWh/t		K/A	2,466486	MWh/t	
				Keskihajonta	0,310773		
NOIN 1 VUOSI	25 kpl						
K/A	2,539589	MWh/t		NOIN 2 VUOTTA	26 kpl		
				K/A	2,448082	MWh/t	

Liite 12

2015 PEITETYT ERÄT VARASTOINTIAJAN MUKAAN

V-aika	i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
KT	3380	1033,14	2394,98	0,71	1352	50,16	2,32

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

KT	244	71,16	162,65	0,67	97,6	50,7	2,29
KT	251	65,81	222,09	0,88	100,4	32,58	3,37
KT	395	126,3	382,67	0,97	158	38,32	3,03
KT	1438	420,04	1181,47	0,82	575,2	41,93	2,81
TKT	359	124,01	278,02	0,77	143,6	51,43	2,24
TKT	522	162,42	339,13	0,65	208,8	53,99	2,09
TKT	270	82,26	205,3	0,76	108	47,2	2,5
TKT	751	213,48	512,82	0,68	300,4	48,76	2,4
TKT	774	223,63	628,55	0,81	309,6	41,97	2,81
TKT	1334	364,09	962,8	0,72	533,6	44,73	2,64
TKT	1392	431,6	897,59	0,64	556,8	54,12	2,08
TKT	385	118,12	255,05	0,66	154	52,8	2,16
TKT	224	63,48	124,46	0,56	89,6	56,1	1,96
TKT	244	81,94	149,51	0,61	97,6	58,37	1,82
TKT	293	82,7	233,26	0,8	117,2	41,8	2,82
TKT	641	164,32	469,96	0,73	256,4	41,14	2,86
TKT	1966	635,47	1361,18	0,69	786,4	53,09	2,14
TKT	731	234,58	723,28	0,99	292,4	37,43	3,08
TKT	630	200,39	582,05	0,92	252	40,4	2,9
TKT	820	219,82	688,7	0,84	328	36,6	3,13
TKT	418	137,73	395,27	0,95	167,2	40,98	2,87
TKT	275	81,18	258,55	0,94	110	35,74	3,18
TKT	296	74,29	235,15	0,79	118,4	36,07	3,17
KTK	360	95,14	308,14	0,86	144	34,84	3,24
TKTK	250	63,12	183,59	0,73	100	40,03	2,91
TKTK	264	80,14	230,59	0,87	105,6	39,8	2,88
TKTK	324	78,92	241,55	0,75	129,6	36,59	3,06
KTKT	717	231,8	579,37	0,81	286,8	47,14	2,5
KTKT	2271	767,2	1810,27	0,8	908,4	49,47	2,36
KTKT	619	165,76	467,53	0,76	247,6	41,8	2,82
TKTKT	410	125,99	244,43	0,6	164	56,45	1,94
KT	5 kpl			TKT	19 kpl		
K/A	2,530723	MWh/t		K/A	2,516738	MWh/t	
2 kesää	8 kpl			Kesäkauden jälkeen	4 kpl		
K/A	2,528167	MWh/t		K/A	3,037533	MWh/t	
Talvikauden jälkeen	28 kpl			NOIN 1 VUOSI	12 kpl		
K/A	2,498406	MWh/t		K/A	2,586011	MWh/t	
Keskihajonta	0,406994						
				NOIN 2 VUOTTA	14 kpl		
				K/A	2,798517	MWh/t	

2014 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT KOKOLUOKKIEN MUKAAN

i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
200	72,7	170,06	0,85	80	49,81	2,34
205	53,66	151,35	0,74	82	41,8	2,82
205	56,98	136,4	0,67	82	48,9	2,39
210	72,26	172,24	0,82	84	49,07	2,38
215	76,66	190,87	0,89	86	47,3	2,49
225	77,5	167,21	0,74	90	52,83	2,16
225	63,74	187,83	0,83	90	39,7	2,95
225	63,58	153,99	0,68	90	48,43	2,42
228	76,86	190,07	0,83	91,2	47,58	2,47
230	50,64	178,7	0,78	92	30,02	3,53
235	59,89	199,83	0,85	94	33,21	3,34
240	60,06	192,29	0,8	96	35,46	3,2
245	79,55	179,25	0,73	98	51,23	2,25
247	82,32	223,28	0,9	98,8	43,6	2,71
252	70,57	203,48	0,81	100,8	40,76	2,88
255	83,76	207,77	0,81	102	47,46	2,48
259	95,64	208,48	0,8	103,6	52,46	2,18
260	71,82	172,91	0,67	104	48,67	2,41
265	92,06	222,49	0,84	106	48,52	2,42
268	68,12	221,62	0,83	107,2	34,6	3,25
268	92,24	229,67	0,86	107,2	47,3	2,49
272	81,48	179,07	0,66	108,8	52,16	2,2
273	100	215,07	0,79	109,2	52,94	2,15
276	74,86	231,87	0,84	110,4	37,19	3,1
281	77,18	215,66	0,77	112,4	42,23	2,79
285	92,78	200,38	0,7	114	52,79	2,16
285	88,4	256,39	0,9	114	40,47	2,9
300	91,88	204,57	0,68	120	51,68	2,23
336	108,68	317,37	0,94	134,4	40,14	2,92
350	127,08	300,09	0,86	140	49,44	2,36
358	113,16	319,48	0,89	143,2	41,76	2,82
360	83,76	259,24	0,72	144	37,23	3,1
420	121,16	337,45	0,8	168	42,39	2,79
465	169,86	304,45	0,65	186	58,91	1,79
472	121,99	394,37	0,84	188,8	34,94	3,23
474	149,76	381,75	0,81	189,6	46,32	2,55
479	152,67	395,58	0,83	191,6	45,62	2,59
520	156,8	497,79	0,96	208	35,9	3,17
545	198,86	474,31	0,87	218	49,04	2,39
585	190,26	414,04	0,71	234	52,52	2,18
594	169,42	472,65	0,8	237,6	42,31	2,79

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

628	159,77	504,94	0,8	251,2	36,15	3,16
685	209,64	497,54	0,73	274	49,24	2,37
728	204,7	573,36	0,79	291,2	42,13	2,8
745	182,84	598,64	0,8	298	34,26	3,27
755	236,76	612,69	0,81	302	45,67	2,59
776	275,86	726,24	0,94	310,4	44,93	2,63
932	307,23	654,51	0,7	372,8	53,28	2,13
947	260,68	776	0,82	378,8	39,2	2,98
971	324,36	736,64	0,76	388,4	50,94	2,27
997	325,32	817,34	0,82	398,8	46,93	2,51
1942	618,78	1340,7	0,69	776,8	52,68	2,17
200–299 i-m ³ erät		27 kpl		300–499 i-m ³ erät		10 kpl
K/A	2,583503	MWh/t		K/A	2,5922177	MWh/t
500–699 i-m ³ erät		6 kpl		700–899 i-m ³ erät		4 kpl
K/A	2,637723	MWh/t		K/A	2,7894263	MWh/t
Keskihajonta		0,222078				
				900+ i-m ³ erät		4 kpl
				K/A	2,4511453	MWh/t

Liite 14

2014 PEITETYT ERÄT KOKOLUOKKIEN MUKAAN

i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
202	60,36	167,62	0,83	80,8	42,53	2,78
210	60,48	159,68	0,76	84	44,8	2,64
217	64,99	176,45	0,81	86,8	43,56	2,72
228	52,72	175,95	0,77	91,2	33,2	3,34
250	88,06	172,42	0,69	100	56,15	1,96
260	67,52	195,7	0,75	104	40,51	2,9
264	69,94	197,55	0,75	105,6	41,73	2,82
280	93,96	204,34	0,73	112	52,54	2,17
320	103,72	230,98	0,72	128	51,67	2,23
356	90,54	247,16	0,69	142,4	43,31	2,73
365	97,58	292,76	0,8	146	38,81	3
366	108,15	278,41	0,76	146,4	45,9	2,57
370	94,14	319,29	0,86	148	32,3	3,39
400	125,61	340,42	0,85	160	43,64	2,71
439	138,92	324,14	0,74	175,6	49,91	2,33
441	134,4	333,85	0,76	176,4	47,4	2,48
445	108,25	345,77	0,78	178	35,59	3,19
448	123,34	382,48	0,85	179,2	37,14	3,1
473	138,94	358,88	0,76	189,2	45,75	2,58

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

507	121,07	359,29	0,71	202,8	39,35	2,97
510	125,93	445,27	0,87	204	29,9	3,54
516	131,46	393,26	0,76	206,4	38,96	2,99
533	144,18	482,9	0,91	213,2	33,01	3,35
540	124,66	397,73	0,74	216	35,65	3,19
568	147,5	432,23	0,76	227,2	39,98	2,93
653	181,94	510,29	0,78	261,2	42,06	2,8
660	185,76	505,05	0,77	264	43,49	2,72
750	251,02	627,69	0,84	300	47,12	2,5
773	194,75	609,79	0,79	309,2	36,63	3,13
774	200,1	629,66	0,81	309,6	36,37	3,15
805	207,54	682,28	0,85	322	34,03	3,29
850	228,5	639,01	0,75	340	42,2	2,8
887	291,81	667,36	0,75	354,8	50,68	2,29
895	252,84	676,98	0,76	358	44,18	2,68
899	248,38	630,76	0,7	359,6	46,48	2,54
1993	554,98	1698,98	0,85	797,2	37,01	3,06
200–299 i-m ³ erät		8 kpl		300–499 i-m ³ erät		11 kpl
K/A	2,597907	MWh/t		K/A	2,7335924	MWh/t
500–699 i-m ³ erät		8 kpl		700–899 i-m ³ erät		8 kpl
K/A	3,033135	MWh/t		K/A	2,7539708	MWh/t
Keskihajonta		0,260885				
				900+ i-m ³ erät		1 kpl
				K/A	3,0613355	MWh/t

Liite 15

2015 PEITTÄMÄTTÖMÄT ERÄT KOKOLUOKKIEN MUKAAN

i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
202	54,6	135,04	0,67	80,8	47,58	2,47
202	72,82	108,65	0,54	80,8	63,9	1,49
205	54,94	128,41	0,63	82	49,84	2,34
205	57,46	181,55	0,89	82	35,29	3,16
208	55,14	163,85	0,79	83,2	39,29	2,97
211	55,82	102,41	0,49	84,4	58,2	1,83
214	68,64	168,07	0,79	85,6	47,99	2,45
216	63,71	164,12	0,76	86,4	45,87	2,58
245	85,64	162,37	0,66	98	56,6	1,9
251	73,46	236,34	0,94	100,4	35,2	3,22
258	70,5	191,78	0,74	103,2	43,47	2,72
260	67,59	219,66	0,84	104	34,66	3,25
262	92,44	195,9	0,75	104,8	53,47	2,12

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

264	97,32	240,71	0,91	105,6	47,58	2,47
265	84,93	177,62	0,67	106	53,93	2,09
266	55,86	177,79	0,67	106,4	34,9	3,18
270	76,94	208,7	0,77	108	43,6	2,71
277	73,58	232,11	0,84	110,8	36,25	3,15
280	100,08	205,18	0,73	112	54,62	2,05
285	93,72	224,35	0,79	114	48,9	2,39
294	88,16	256,27	0,87	117,6	39,55	2,91
305	102,56	200,27	0,66	122	56,24	1,95
306	74,14	248,52	0,81	122,4	32,62	3,35
310	100,64	283,04	0,91	124	41,94	2,81
325	93,52	247,46	0,76	130	44,7	2,65
326	92,34	262,07	0,8	130,4	41,51	2,84
335	116,94	306,58	0,92	134	45,11	2,62
345	108,16	313,54	0,91	138	40,19	2,9
346	103,33	232,92	0,67	138,4	51,22	2,25
358	104,29	282,02	0,79	143,2	43,74	2,7
365	121,88	252,06	0,69	146	54,32	2,07
369	125,53	334,43	0,91	147,6	44,4	2,66
390	100,44	335,75	0,86	156	32,1	3,34
459	138,6	409,55	0,89	183,6	39,57	2,95
467	149,38	358,64	0,767966	186,8	48,78169	2,400857
480	155,44	331,66	0,69	192	53,23	2,13
495	128,18	467,75	0,94	198	28,02	3,65
503	159,9	458,08	0,91	201,2	41,06	2,86
509	169,14	362,52	0,71	203,6	52,83	2,14
520	129,13	411,47	0,79	208	34,78	3,19
525	174,62	382,42	0,73	210	52,29	2,19
576	182,66	520,46	0,9	230,4	41,32	2,85
646	198,98	565,57	0,88	258,4	41,44	2,84
652	192,12	501,04	0,77	260,8	45,34	2,61
658	219,62	458,21	0,7	263,2	54,01	2,09
660	204,64	536,12	0,81	264	45,14	2,62
680	244,04	430,73	0,63	272	59,36	1,76
708	200,82	615,6	0,8694915	283,2	37,72787	3,065432
711	230,84	493,53	0,69	284,4	53,15	2,14
768	260,2	502,64	0,65	307,2	56,59	1,93
891	288,2	703,71	0,79	356,4	47,14	2,44
1211	401,82	1009,62	0,83	484,4	46,8	2,51
200–299 i-m ³ erät		21 kpl		300–499 i-m ³ erät		16 kpl
K/A	2,514582	MWh/t		K/A	2,6805885	MWh/t
500–699 i-m ³ erät		10 kpl		700–899 i-m ³ erät		4 kpl
K/A	2,467728	MWh/t		K/A	2,36259	MWh/t
Keskihajonta		0,294995				

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

				900+ i-m ³ erät	1 kpl
				K/A	2,5126176 MWh/t

Liite 16

2015 PEITETYT ERÄT KOKOLUOKKIEN MUKAAN

i-m ³	t	MWh	MWh/i-m ³	m ³	kosteus-%	MWh/t
222	69,68	200,31	0,9	88,8	40,9	2,87
224	63,48	124,46	0,56	89,6	56,1	1,96
244	71,16	162,65	0,67	97,6	50,7	2,29
244	81,94	149,51	0,61	97,6	58,37	1,82
250	63,12	183,59	0,73	100	40,03	2,91
251	65,81	222,09	0,88	100,4	32,58	3,37
264	80,14	230,59	0,87	105,6	39,8	2,88
270	82,26	205,3	0,76	108	47,2	2,5
275	81,18	258,55	0,94	110	35,74	3,18
293	82,7	233,26	0,8	117,2	41,8	2,82
296	74,29	235,15	0,79	118,4	36,07	3,17
324	78,92	241,55	0,75	129,6	36,59	3,06
359	124,01	278,02	0,77	143,6	51,43	2,24
360	95,14	308,14	0,86	144	34,84	3,24
385	118,12	255,05	0,66	154	52,8	2,16
395	126,3	382,67	0,97	158	38,32	3,03
410	125,99	244,43	0,6	164	56,45	1,94
418	137,73	395,27	0,95	167,2	40,98	2,87
522	162,42	339,13	0,65	208,8	53,99	2,09
619	165,76	467,53	0,76	247,6	41,8	2,82
630	200,39	582,05	0,92	252	40,4	2,9
641	164,32	469,96	0,73	256,4	41,14	2,86
717	231,8	579,37	0,81	286,8	47,14	2,5
731	234,58	723,28	0,99	292,4	37,43	3,08
751	213,48	512,82	0,68	300,4	48,76	2,4
774	223,63	628,55	0,81	309,6	41,97	2,81
820	219,82	688,7	0,84	328	36,6	3,13
1334	364,09	962,8	0,72	533,6	44,73	2,64
1392	431,6	897,59	0,64	556,8	54,12	2,08
1438	420,04	1181,47	0,82	575,2	41,93	2,81
1966	635,47	1361,18	0,69	786,4	53,09	2,14
2271	767,2	1810,27	0,8	908,4	49,47	2,36
3380	1033,14	2394,98	0,71	1352	50,16	2,32
200–299 i-m ³ erät		11 kpl		300–499 i-m ³ erät		7 kpl
K/A	2,703565	MWh/t		K/A	2,6111435	MWh/t

Energiapuuvaraston peittämisen vaikutus hakkeen lämpöarvoon

500–699 i-m ³ erät		4 kpl		700–899 i-m ³ erät		5 kpl
K/A	2,682489	MWh/t		K/A	2,7888294	MWh/t
Keskihajonta		0,334617				
				900+ i-m ³ erät		6 kpl
				K/A	2,357441	MWh/t