
**HAKKURIYRITTÄJIEN KÄSITYKSET HAKKEEN
LAATUUN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ JA
MAHDOLLISUUKSISTAAN VAIKUTTAA NIIHIN**

Selvitys yrittäjien toimittaman hakkeen tehollisista lämpöarvoista saapumistilassa ja
heidän käsityksistä laatuun vaikuttavista tekijöistä



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma

Evo, syksy 2016

Antti Koskinen

Antti Koskinen

EVO

Metsätalouden koulutusohjelma

Tekijä

Antti Koskinen

Vuosi 2016

Työn nimi

Hakkuriyrittäjien käsitykset hakkeen laatuun vaikuttavista tekijöistä ja mahdollisuuksistaan vaikuttaa niihin – Selvitys yrittäjien toimittaman hakkeen tehollisista lämpöarvoista saapumistilassa ja heidän käsityksistä laatuun vaikuttavista tekijöistä

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö toteutettiin suomalaisen metsäenergiayhtiön toimeksianosta. Työn tarkoitus oli perehtyä yrityksen urakoitsijoiden polttolaitoksille toimittamien hake-erien lämpöarvoihin vuosien 2014 ja 2015 aikana. Lämpöarvoista tuotettiin neljännesvuosittaisista keskiarvoista diagrammiaineisto kunkin urakoitsijan ja energiapuutavaralajin osalta. Lisäksi urakoitsijoiden välistä varianssia selvitettiin ei-parametrisellä Wilcoxonin testillä.

Työn tulosten tavoitteena on antaa yhtiölle ideoita oman toimintansa kehittämiseen ja parantamiseen, sillä tällä hetkellä lämpölaitoksilla mitatuissa lämpöarvoissa on paljon vaihtelua eräkohtaisesti yrittäjien ja vuodenaikojen välillä.

Olenainen osa opinnäytetyötä oli urakoitsijoiden puhelinhaastattelut. Haastatteluiden tarkoituksena oli selvittää urakoitsijoiden käsityksiä hakkeen laatuun vaikuttavista tekijöistä. Sen lisäksi selvitettiin urakoitsijoiden kokemuksia haketettavan puun sekä varastopaikkojen laadusta. Kysymykset käsittelevät muun muassa peittopaperin käytön yleisyyttä ja hakkuri-tyyppejä. Kysymysten avulla pyrittiin löytämään syitä, miksi lämpöarvot vaihtelevat urakoitsijakohtaisesti.

Tulokset antoivat selkeitä kuvia siitä, mitkä ovat urakoitsijoiden mielestä tärkeimpiä hakkeen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi tulosten perusteella pohdittiin, missä urakoitsijat voivat kehittää omaa toimintaansa.

Avainsanat haketusyrittäjä, hakkuri, metsäenergia, tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, hake, lämpöarvo, laatu

Sivut

20 s. + liitteet 11 s.

EVO
Degree Programme in Forestry

Author	Antti Koskinen	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	The Views of Wood Chip Entrepreneurs on the Quality of the Wood Chip	

ABSTRACT

This thesis was commissioned by a forest energy company in Finland. The aim of the thesis was to orientate to wood chip batches that the company's contractors have delivered to incinerators during 2014 and 2015. The averages of calorific values are joined together in a line graph, which is split to quarters by every company and energy timber species.

The target of the results of the thesis is to develop company's internal activities because currently the calorific values are varying a lot within companies and seasons.

An essential part of the thesis are the interviews of the entrepreneurs that are made via phone. The aim of the questions was to figure out companies own understandings and views that which things influence most to the calorific values of wood chip. In addition to that, the interviews will find out what entrepreneurs think about the conditions of the wood to be chipped and the condition of the storage stacks in their areas. The questions are trying to find an answer to questions for example, how often coverage paper is being used in the entrepreneurs area and which kind of chippers they are using. The aim of the questions is to find out a reason why the calorific values are varying so much.

The results give a clear picture about the factors, which the entrepreneurs think that affect most to the calorific values. The results also give ideas of where the entrepreneurs could develop their own actions or whether at all.

Keywords chipper, wood chip, forest energy, chipper entrepreneur, heat value

Pages 20 p. + appendices 11 p.

SANASTOA

Opinnäytetyössäni on käytetty runsaasti ammatillista termistöä. Ohessa on niiden selityksiä.

Energiapuu: sellainen puutavara, joka ei kelpaa muun teollisuuden käyttöön ja on siksi taloudellisesti kannattavinta käyttää energiantuotannossa.

Hakkuriurakoitsija, hakkuriyrittäjä: Yrittäjä, jonka vastuulla on energiapuun toimitusketjussa puun hakettaminen ja toimittaminen lämpölaitokselle.

Lämpölaitos, polttolaitos: Lämpövoimalaitos, joka tuottaa energiaa polttamalla haketta.

Lämpöarvo: Hakkeesta poltossa saatu lämpöarvo, yksikkö on MW/t.

Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa ($Q_{p,net,ar}$): Ilmoittaa hakkeen lämpöarvon tietyssä kosteudessa. Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa lasketaan käyttäen määritettyä kuiva-aineen tehollista lämpöarvoa ja määritettyä kosteutta (tai halutussa kosteudessa) (Alakangas & Ilpola 2014, 23.)

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Aiheen esittely.....	1
1.2	Rajaus aiheen ympärillä.....	1
1.3	Kysymysten asettelu.....	2
1.4	Tutkimusmenetelmä, materiaalit ja lähteet.....	2
2	METSÄHAKKEEN TUOTTAMINEN.....	3
2.1	Hakkeentuottamisen menetelmät ja hakkurien haketustavat.....	3
2.2	Hakkeentuotannossa käytetään monia eri rungon osia.....	5
2.3	Haketusajankohta ja varastointitavat vaikuttavat hakkeen kosteuteen.....	5
2.4	Laadukas hake muodostuu eri tekijöistä.....	5
3	HAKKEEN LÄMPÖARVOJEN LASKENTA.....	6
3.1	Lämpövoimalaitosten toiminta.....	6
3.2	Lämpöarvot vaihtelevat yrittäjittäin ja vuodenajoittain.....	6
	Lämpöarvojen laskentakaava ja näytteiden ottaminen.....	7
4	YRITTÄJÄHAASTATTELUT.....	11
4.1	Haastattelukysymykset.....	12
4.2	Yrittäjien vastaukset.....	12
4.3	Vastausten vertailu mitattuihin lämpöarvoihin.....	13
4.3.1	Urakoitsija A.....	13
4.3.2	Urakoitsija B.....	14
4.3.3	Urakoitsija C.....	14
4.3.4	Urakoitsija D.....	15
4.3.5	Urakoitsija E.....	15
4.3.6	Urakoitsija F.....	15
4.3.7	Urakoitsija G.....	16
4.3.8	Urakoitsija H.....	16
4.3.9	Urakoitsija I.....	17
5	YHTEENVETO.....	17
5.1	Pohdintaa.....	18
5.2	Ehdotuksia metsäenergiayhtiölle.....	18
	LÄHTEET.....	20

Liite 1	Haastattelukysymykset
Liite 2	Kaaviot: Urakoitsija A
Liite 3	Kaaviot: Urakoitsija B
Liite 4	Kaaviot: Urakoitsija C
Liite 5	Kaaviot: Urakoitsija D

Liite 6	Kaaviot: Urakoitsija E
Liite 7	Kaaviot: Urakoitsija F
Liite 8	Kaaviot: Urakoitsija G
Liite 9	Kaaviot: Urakoitsija H
Liite 10	Kaaviot: Urakoitsija I
Liite 11	Kaavio: Urakoitsijakohtainen vertailu

1 JOHDANTO

Ajatus opinnäytetyöhön hakkuriurakoitsijoiden käsitysten selvittämiseksi lähti metsäenergiayhtiöltä. Yhtiö tilasi yhteensä kolme opinnäytetyötä Hämeen ammattikorkeakoulun metsätalousopiskelijoilta, joiden tavoitteina oli kunkin antaa yhtiölle ohjeita oman toimintansa kehittämiseen ja parantamiseen. Hake on yhtiön myyntiartikkeli, jota se toimittaa paikallisille lämpölaitoksille eri puolille Suomea. Hakkeesta maksetaan sen poltossa saatujen megawattituntien perusteella, joten kuiva hake on tärkeä tekijä hyvän taloudellisen tuoton saamiseksi. Kuiva hake on myös kosteaa haketta kevyempää, joten sen toimittaminen kosteamman hakkeen sijaan tuo myös säästöä kuljetuskustannuksissa.

Opinnäytetyön myötä yhtiö sai konkreettisia ideoita oman toimintansa kehittämiseen. Sen pohjalta voidaan suunnitella ja järjestää koulutustilaisuuksia hakkuriurakoitsijoille, joiden kokemuksia laadukkaan hakkeen tuottamisesta ei ole tähän mennessä vielä laajasti selvitetty. Tähän asti tutkimukset ja opinnäytetyöt ovat usein painottuneet energiapuun korjuuyrittäjiin, sillä usein heillä mielletään olevan suurin vastuu hyvän puuaineksen hankkimisessa. Myös ennen haketusta tehtävä energiapuun varastointi, jonka onnistuminen on tärkein tekijä puun kuivattamisessa, on heidän vastuullaan.

1.1 Aiheen esittely

Työni tavoitteena oli selvittää hakkuriyrittäjien toimittamista hake-eristä mitattuja polttolaitoksilla saatuja lämpöarvoja ja perehtyä yrittäjien käsityksiin hyvälaatuisen hakkeen tuottamisesta ja heidän mahdollisuuksistaan vaikuttaa hakkeen laatuun. Lämpöarvoista koostettiin diagrammit, joiden perusteella voitiin pohtia, miksi osa toimitetuista hake-eristä on lämpöarvoiltaan heikkoa ja osa puolestaan hyvää.

Urakoitsijoiden käsitysten selvittämiseksi valikoitiin yhdeksän hakkuriurakoitsijaa mukaan otantaan ja heidät haastateltiin puhelimitse. Haastattelutulosten perusteella oli tarkoitus pohtia, onko yrittäjien toimintatavoissa mahdollisesti eroja ja voisiko heillä olla mahdollisuuksia parantaa omaa toimintaansa. Opinnäytetyössä puhutaan usein hakkeen laadusta. Laadulla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä poikkeuksetta hakkeen kosteutta, jollei sitä ole toisin mainittu. Laadulla voidaan määritellä myös esimerkiksi palakokoa tai palakoon tasaisuutta.

1.2 Rajausta aiheen ympärillä

Tässä opinnäytetyössä aihe rajattiin koskemaan vain hakkuriyrittäjiä. Alun perin suunnitelmissa oli tehdä opinnäytetyö painottuen korjuuyrittäjiin, mutta palaverien ja suunnittelun myötä aihe päätettiin kohdentaa hakettajiin. Metsäenergia-alalla korjuuyrittäjien toimintatavoista on tehty jo tutkimusta, mutta hakkuriyrittäjien osalta sellaista ei ole vielä tehty. Rajaamalla aihetta opinnäytetyön työmäärä pidettiin kohtuullisissa mitoissa. Lisäksi jäi

mahdollisuus pohtia myös jatkotutkimusten tarvetta. Tässä selvityksessä ei pureuduta tarkemmin siihen, saattavatko tietyt yrittäjät tehdä tietoisesti tai tiedostamatta virheitä, jotka voivat vaikuttaa hakkeen laatuun tai lämpöarvojen mittaustuloksiin. Virheellisten toimenpiteiden mahdollisuutta kuitenkin pohditaan selvityksen loppupuolella.

1.3 Kysymysten asettelu

Opinnäytetyön ensimmäinen vaihe alkoi lämpöarvoaineiston purkamisella ja diagrammien koostamisella. Diagrammien pohjalta voi vertailla yrittäjäkohtaisia lämpöarvovaihteluita, jotka herättävät välittömästi kysymyksen, miksi laatu vaihtelee. Koko opinnäytetyöni ydinkysymykseni on, miksi hakkeen lämpöarvot vaihtelevat yrittäjittäin.

Toisena osana opinnäytetyötä toteutettiin yrittäjien puhelinhaastattelut, joiden pohjalta pyrittiin löytämään vastauksia edellä mainittuun ydinkysymykseen. Haastattelussa esitettävät kysymykset oli suunniteltu siten, että vastaukset olisivat mahdollisimman avoimia ja vapaamuotoisia. Kysymykset haastoivat yrittäjät pohtimaan paitsi omaa toimintaansa, myös itse haketta lämmöntuotannon raaka-aineena, sekä ketjun muiden toimijoiden merkitystä hyvälaatuisen hakkeen tuottamisessa. Toisena kysymyksenä on, mitkä tekijät vaikuttavat yrittäjien mielestä lämpöarvoihin ja mitkä ovat heidän käsityksensä omista mahdollisuuksistaan vaikuttaa niihin.

Kolmas kysymys opinnäytetyön tulosten hyödyllisyyttä ja käytännöllisyyttä ajatellen on pohtia metsäenergiayhtiön tarvetta esimerkiksi yrittäjien kouluttamiseen. Kolmannessa kysymyksessä pohditaan myös, voisiko tämän opinnäytetyön pohjalta toteuttaa jatkotutkimuksia johonkin tiettyyn hakettamiseen tai hakkuriyrittämisen osa-alueeseen liittyen. Tässä osassa kysymyksenä on, miten tulevaisuudessa yhtiön kannattaisi menetellä.

1.4 Tutkimusmenetelmä, materiaalit ja lähteet

Tutkimusmenetelmä on laadullinen tutkimus, jossa on hyödynnetty haastatteluita ja tilastollista analyysiä. Tilastollinen analyysi tehtiin metsäenergiayhtiön intranet-järjestelmän aineistosta kerätystä numeerisesta datasta siksi, että analyysin perusteella koostetut diagrammit ovat verrattomana tukena, kun yrittäjiä halutaan vertailla keskenään. Pelkät haastattelut voivat jättää joitain kohtia avoimeksi, mutta graafinen esitysmuoto kertoo asiat juuri niin kuin ne ovat. Lisäksi intranet-järjestelmä ei suoraan anna tehollista lämpöarvoa saapumistilassa, joten se on jouduttu erikseen laskemaan ja siitä saadut tulokset koostamaan esitettävään muotoon. Haastattelut ovat osana opinnäytetyötä siksi, että niiden avulla voitiin selvittää haketusyrittäjien omia käsityksiä heidän mahdollisuuksistaan tuottaa laadukasta haketta, sekä selvittää, miten heidän alueellaan energiapuun korjuuyrittäjät toimivat ja miten he varastoivat energiapuun.

Materiaalina käytettiin yhtiön sisäisestä intranet-järjestelmästä poimittua tietoa toimitetuista hake-eristä kahden vuoden ajalta sekä puhelinhaastatte-

luista koostettuja vastauksia. Yhteensä intranet-järjestelmässä olleita otetaan laskettuja hake-eriä oli 10 162 kappaletta. Materiaaleina taustatiedon rakentamiseksi hyödynnettiin verkkojulkaisuja sekä lähdekirjallisuutta har- kiten.

2 METSÄHAKKEEN TUOTTAMINEN

Haketta tuotetaan energiapuusta, joksi luokitellaan sellainen puuaines, joka ei kelpaa teollisuuden käytettäväksi kuitu- tai tukkipuuna. Käytännössä energiapuuta ovat kannot, latvusmassa ja oksat, lahovikainen puu sekä pie- niläpimittainen puuaines. Energiapuu hyödynnetään nimensä mukaisesti energiantuotannossa polttamalla. Energiapuu voidaan jalostaa erityyppi- siksi poltettaviksi tuotteiksi, joista hake on yleisin muoto.

2.1 Hakkeentuottamisen menetelmät ja hakkurien haketustavat

Haketta tuotetaan hakkureilla, jotka joko hakettavat tai murskaavat puuai- nesta pienemmiksi paloiksi, hakkeeksi. Erilaisia hakkurityyppejä on ole- massa kolme – laikkahakkuri, ruuvihakkuri ja rumpuhakkuri. Lisäksi ener- giapuuta voidaan jalostaa murskaimella, joka nimensä mukaisesti murskaa puuta pieniksi paloiksi. Murskain edustaa kuitenkin raskasta kalustoa, eikä se sovellu muuhun kuin terminaalikäyttöön. Normaaleista hakkureista rum- puhakkuri on käytetyin hakkurityyppi suurien volyymien hakettamisessa. Hakkurit toimivat siten, että toiselta puolelta puutavaraa syötetään kouralla sisään ja hakkuri puhaltaa tai heittää hakkeen putkea pitkin ulos vieressä olevan kuorma-auton lavalle. Puhaltimella varustetulla hakkurilla on mah- dollista täyttää kuorma-auton lava tasaisemmin ja tiiviimmin, jolloin sen kuormaan mahtuu enemmän tavaraa.

Rumpuhakkuri (Kuva 1) toimii siten, että siinä pyörivä rumpu imaisee si- säänsä hakettavan puun. Rumpuhakkurit ovat kalliimpia kuin muut hak- kurityypit, mutta sen tuottama hake on laadullisesti parempaa tasaisuutensa takia. Lisäksi hakkuutähteen hakettaminen onnistuu vain rumpuhakkurilla. Suurimmat rumpuhakkurit pystyvät hakettamaan jopa 130 irtokuutiometriä tunnissa. (Karelia-ammattikorkeakoulu n.d.)



Kuva 1 Rumpuhakkuri, jonka kuljettimen päässä on pyörivä haketusrumpu. (Nettikone.com, myynti-ilmoitus 2011)

Laikkahakkuri (Kuva 2) on yleisin hakkurivaihtoehto haketustoiminnassa, jossa volyymit ovat pieniä. Laikkahakkuria käytettäessä hakettavan aineksen on oltava tasalaatuista, eli käytännössä kokopuuta tai karsittua rankaa. Se on edullisin vaihtoehto kolmesta hakkurityypistä. Haketus tapahtuu nopeasti pyörivällä pyörällä, jonka terät hakettavat puun. Suurimmissa laikkahakkureissa on lisäksi syöttölaite, jotta haketus tehostuu ja laatu paranee. Laikkahakkuri on altis kivien ja muun maa-aineksen aiheuttamille vaurioille. Pienillä laikkahakkureilla voi tuottaa haketta n. 2–8 kuutiometriä tunnissa. Irtokuutiometreinä se on noin 5–20.



Kuva 2 Laikkahakkuri, jossa hakettava terä pyörii vauhtipyörän mukana. (Nettikone.com, myynti-ilmoitus n.d.)

Ruuvihakkuri (Kuva 3) toimii siten, että siinä oleva vaakatasoon asetettu pyörivä ruuvi vetää puuta hakkuriin ja laikkahakkurin tapaisella terillä varustetulla pyörällä puu haketetaan. Ruuvihakkuri on laikkahakkurin tavoin edullinen hakkurityyppi. Sen heikkouksia ovat sen vaatima suuri vääntömomentti, ja laikkahakkurin tavoin myös se on altis epäpuhtauksille. Ruuvihakkurit tuottavat parhaillaan peräti 100–200 irtokuutiometriä tunnissa. (Metsäverkko n.d.)



Kuva 3 Ruuvihakkurin pyörivä ruuvi vetää puuta sisäänsä. (Nettikone.com, myynti-ilmoitus n.d.)

2.2 Hakkeentuotannossa käytetään monia eri rungon osia

Puutavaralajeja metsähakkeen tuotannossa ovat pääsääntöisesti kokopuu, karsittu ranka, latvusmassa ja kannot. Kokopuu koostuu kirjaimellisesti koko puusta, eli rungosta, oksista ja mahdollisesti myös lehdistä tai neulasista. Se on usein hyvin pieniläpimittaista, mistä syystä sitä ei kannatakaan karsia erikseen, vaan mahdollisimman suuren puuaineksen saannin kannalta se kannattaa haketta sellaisenaan.

Karsitussa rangassa rungosta on karsittu oksat jo kaatovaiheessa. Karsittu ranka on paksumpiläpimittaista kuin kokopuu, joten se kannattaa varastoida samalla tavalla kuin mikä tahansa ainespuu. Mikäli tällainen paksumpi puuainekes varastoitaisiin oksineen, oksat veisivät kohtuuttomasti tilaa ja pinossa olisi paljon ilmaa.

Latvusmassa puolestaan on joko karsitun rangan tai ainespuun karsinnassa ja katkonnassa irronnutta oksa- ja lehti- tai neulasmassaa. Metsäenergiayhtiön aineistossa latvusmassasta käytetään nimeä metsätähde.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin metsätähteen lisäksi kokopuuta sekä runko- ja ainespuuta. Runko- ja ainespuu ovat karsittua rankaa sekä esimerkiksi lahovikaista ainespuun mitat täyttävää puuta.

2.3 Haketusajankohta ja varastointitavat vaikuttavat hakkeen kosteuteen

Metsäenergian tuotannossa merkittävässä asemassa on energiapuun varastointi ja sen haketusajankohta. Mikäli haketta varastoidaan pitkäaikaisesti, siitä aiheutuu kuiva-ainetappioita ja energiasisällön alenemista. Mikäli hake tuotetaan liian tuoreesta puusta, se jättää hyvät mahdollisuudet puusolukkoa hajottavalle mikrobitoiminnalle. (Nurmi 2004.)

Energiapuu kannattaakin varastoida sellaisenaan ja hakettaa vasta, kun käyttöajankohta on lähellä. Hakkuutähdeet kannattaa varastoida kesän yli ja korjata ennen syysateita.

Otollisimmat varasto-olosuhteet energiapuulle luodaan siten, että ne varastoidaan korkeisiin kasoihin, peitettyinä, mahdollisimman tuuliselle ja aurinkoiselle paikalle (Bioenergianeuvoja, 2016).

2.4 Laadukas hake muodostuu eri tekijöistä

Hakkeen laatua voidaan mitata pääsääntöisesti neljällä eri tavalla. Laadullisia tekijöitä ovat hakkeen kosteusprosentti, palakoko, palakoon tiheys ja epäpuhtauksien määrä hakkeessa.

Kosteusprosentti on tärkein laadullinen tekijä, sillä se vaikuttaa suoraan hakkeesta saatavaan teholliseen lämpöarvoon, sillä veden höyrystyminen vaatii energiaa (Kokkonen & Lappalainen 2005, 26).

Tässä opinnäytetyössä laatu tarkoittaa poikkeuksetta kosteutta, jollei toisin sanota, sillä opinnäytetyöni keskittyy tutkimaan hakkeesta saatuja tehollisia lämpöarvoja.

Palakoko ja palakoon tasaisuus ovat laadullisia tekijöitä, joiden merkitys korostuu etenkin pienemmillä käyttöpaikoilla, kuten pienissä voimalaitoksissa tai teollisuuskiinteistöissä, jotka tuottavat energiansa hakkeella. Pienet käyttöpaikat eivät aina voi polttaa palakooltaan suurta haketta, sillä se voi tukkia kuljettimet.

Epäpuhtaudet ovat laadullinen tekijä, joka vaikuttaa myös käyttöpaikkojen toimivuuteen. Mikäli hakkeen seassa on runsaasti epäpuhtauksia, kuten kiiviä, ne voivat tukkia hakkeen kuljetusjärjestelmiä tai jopa rikkoa niitä. Laadukkain mahdollinen hake onkin mahdollisimman kuivaa, palakooltaan pientä ja tasaista eikä siinä ole epäpuhtauksia.

3 HAKKEEN LÄMPÖARVOJEN LASKENTA

Hakkeen laatua voidaan mitata eri tavoin. Yleisimpiä laadullisia tekijöitä ovat hakkeen palakoko ja sen kosteus. Tässä opinnäytetyössä laatu tarkoittaa poikkeuksetta kosteuspitoisuutta, ellei toisin mainita. Kosteus on tärkein hakkeen lämpöarvoihin vaikuttava tekijä, joten kosteuden minimointi on tärkein tekijä hyvän hakkeen tuottamisessa. Se on myös ehkä haastavin osa laadukkaan hakkeen tuotannossa, sillä energiapuutavara kuivataan ulkona ja kuivuminen vie aikaa. Talvikelit ja sateet kastelevat puuta, kun taas poutasää ja kesä kuivattavat sitä tehokkaasti. Siksi oikea-aikainen varastointi ja oikeaoppiset varastointitavat ovat korvaamattomassa asemassa hyvän hakkeen tuotannossa.

3.1 Lämpövoimalaitosten toiminta

Voimalaitokset polttavat haketta tuottaakseen kaukolämpöä alueen kiinteistöihin. Osa laitoksista on CHP-lämpölaitoksia, eli Combined Heat and Power -voimalaitoksia, jotka tuottavat lämmön lisäksi myös sähköä. Voimalaitokset vastaanottamat hake-erät varastoidaan yleensä ensin laitoksen pihalle suuriin kasoihin, joissa ne vielä kuivuvat ennen polttoon päättymistä. Laitokset polttavat yleensä suurimman osan hakkeesta talvella, mikä on ongelmallista raaka-aineen laadun kannalta, sillä talvisin hake on kosteudeltaan runsainta. Kesäaikaan, jolloin hake olisi laatunsa puolesta parhaimmalla kunnossa, polttolaitoksilla ei ole kovin paljoa käyttöä. Pienillä aluelämpölaitoksilla jotka käyttävät haketta, hakkeen kosteus ei saisi olla yli 40 prosenttia. (Kokkonen & Lappalainen 2005, 29.)

3.2 Lämpöarvot vaihtelevat yrittäjittäin ja vuodenajoittain

Kuten luvussa 2.3 on mainittu, kosteus on ainoa tekijä, joka vaikuttaa hakkeesta saataviin lämpöarvoihin tonnia kohden. Kosteusprosentti vaihtelee

aina eräkohtaisesti, mutta tarkasteltaessa yrittäjäkohtaisia lämpöarvoja eri vuodenaikoina toimitettuina on huomattavissa selkeitä piirteitä siitä, että joissain tapauksissa kosteusprosentti on useammin suuri tai pieni. Hakkeen huono kuivuminen johtuu energiapuuvaretojen huonosta kunnosta, väärästä varastointi-, tai haketusajankohdasta tai siitä, että kasat ovat liian vanhoja.

Lämpöarvojen laskentakaava ja näytteiden ottaminen

Polttoaineiden mittasuureita ilmaistaan yleensä yksiköiden MJ/kg tai kWh/kg avulla. Opinnäytetyössä on käytetty lämpöarvojen määrittämisessä kaavaa, jolla on laskettu tehollinen lämpöarvo saapumistilassa. Tehollinen lämpöarvo huomioi energiamäärän, joka palaessa kuluu puun sisältämän veden höyrystymiseen ja se on siksi pienempi kuin kalorimetrinen lämpöarvo, joka ilmaisee palamisessa vapautuvan lämmön kokonaismäärän. (Knuutila 2003, 26.)

Kaava on muotoa:

$$q_{p,net,ar} = q_{p,net,d} \times \left(\frac{100 - M_{ar}}{100} \right) - 0,02443 \times M_{ar}$$

Kaavan muuttujat ovat seuraavat:

$Q_{p,net,ar}$ on tehollinen lämpöarvo (vakiopaineessa) saapumistilassa (MJ/kg)

$Q_{p,net,d}$ on tehollinen lämpöarvo (vakiopaineessa) kuiva-aineessa (MJ/kg)

M_{ar} on kosteus saapumistilassa [p-%]

0,02443 = on höyrystymisen entalpian, eli puhkielessä lämpösisällön korjauskerroin vakiopaineessa kosteudelle 25 °C:n lämpötilassa (MJ/kg per 1 p-% kosteutta) (Alakangas & Ilpola 2014, 23).

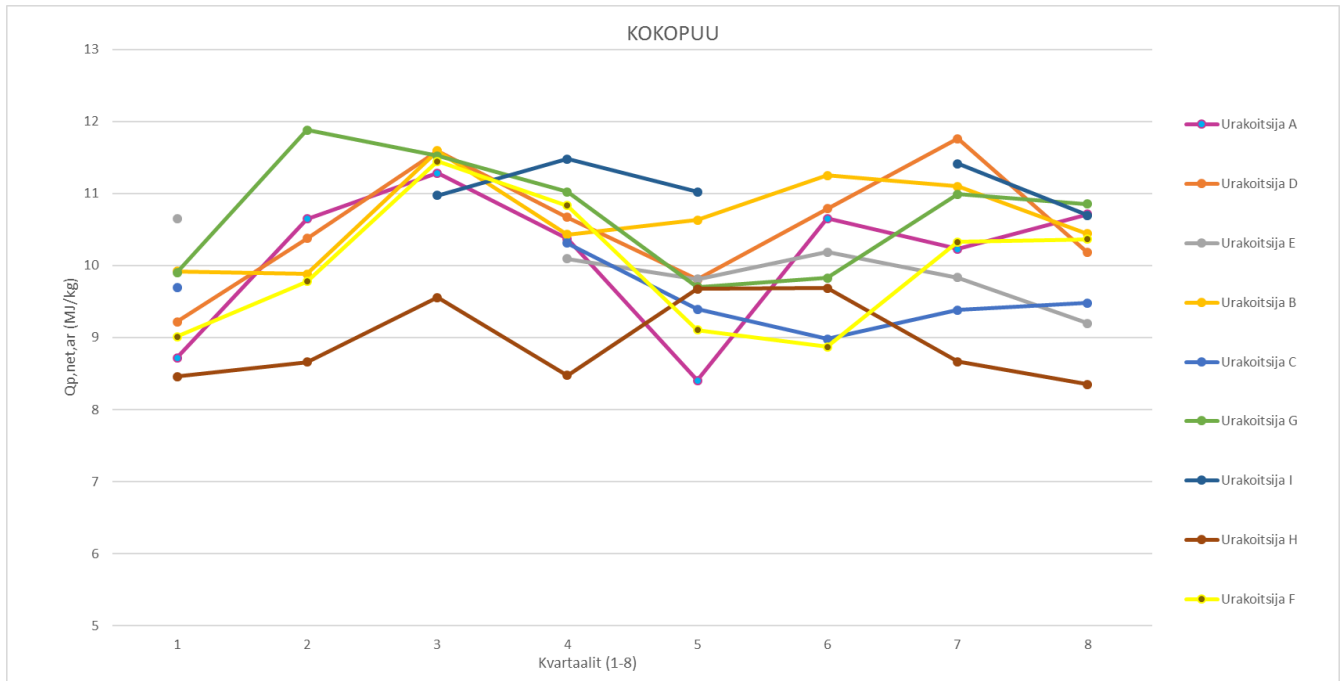
Hakkuriyrittäjien toimittamista hake-eristä otetaan näytteet voimalaitoksilla. Näytteet otetaan yleensä automaattisesti tai kasasta lapioiden ja kuiva-ainetiheys määritetään vaa'an avulla (Puhakka, Alakangas, Alanen, Airaksinen, Soini, Siponen & Kainulainen 2001, 36).

Laitoksilla on olemassa estimoitu energiamäärä, MJ/kg kuiva-ainetta, joka kertoo, paljonko puussa on energiaa, kun sen kosteusprosentti on nolla. Sen ja mitatun kosteuden perusteella voidaan laskea MJ/kg-arvot todellisessa kosteudessa, joka voidaan muuntaa saaduiksi Megawattitunneiksi (MWh).

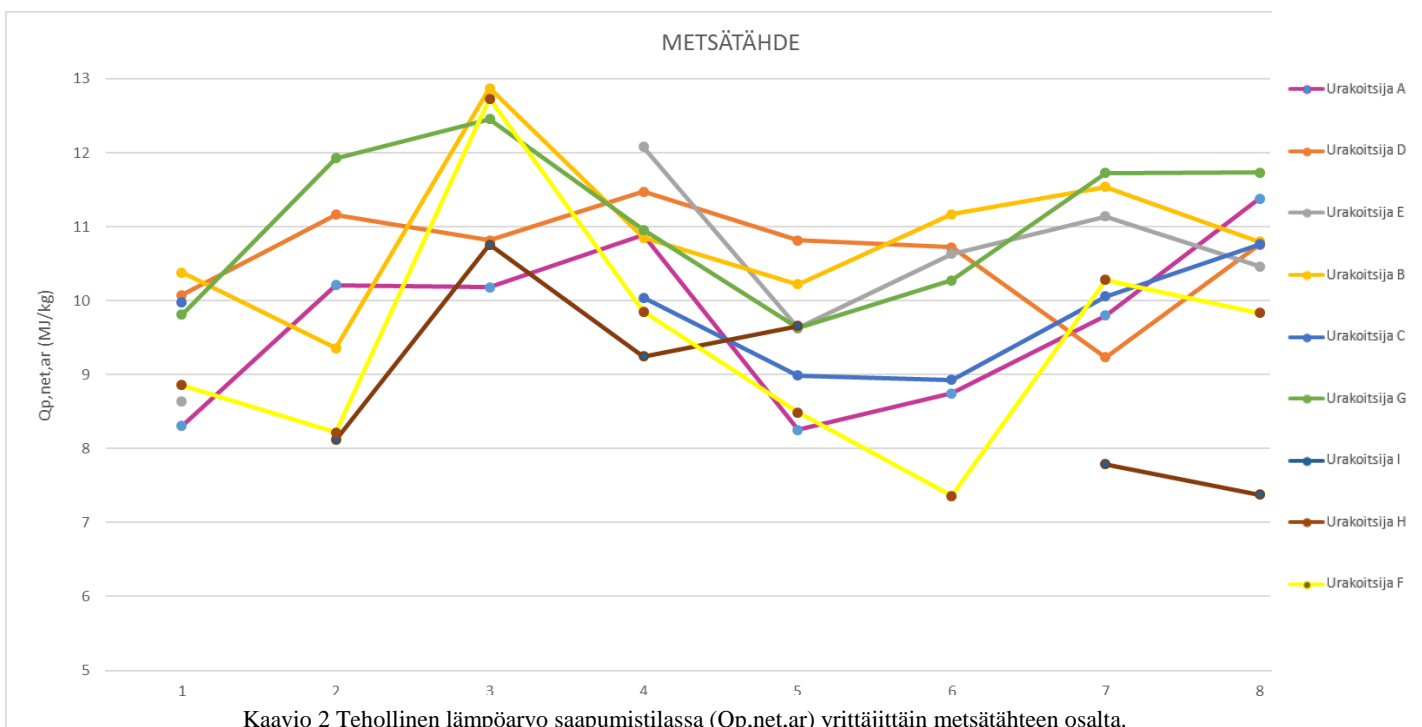
Tehollisesta lämpöarvosta saapumistilassa laskettiin yrittäjäkohtaisesti määrällä painotettuja keskiarvoja neljännesvuosittain kahden vuoden ajalta ja niistä on koostettu kahdeksan kvartaalin energiapuulajikohtaiset graafit, jotka vertailevat yrittäjiä keskenään (kaaviot 1–3, sivuilla 8-9).

Edellä esitetystä, monimutkaisesta laskukaavasta huolimatta ainoa tekijä lämpöarvojen vaihteluihin on loppujen lopuksi kosteusprosentti, joka vaihtelee muun muassa vuodenaajoista riippuen hyvinkin paljon.

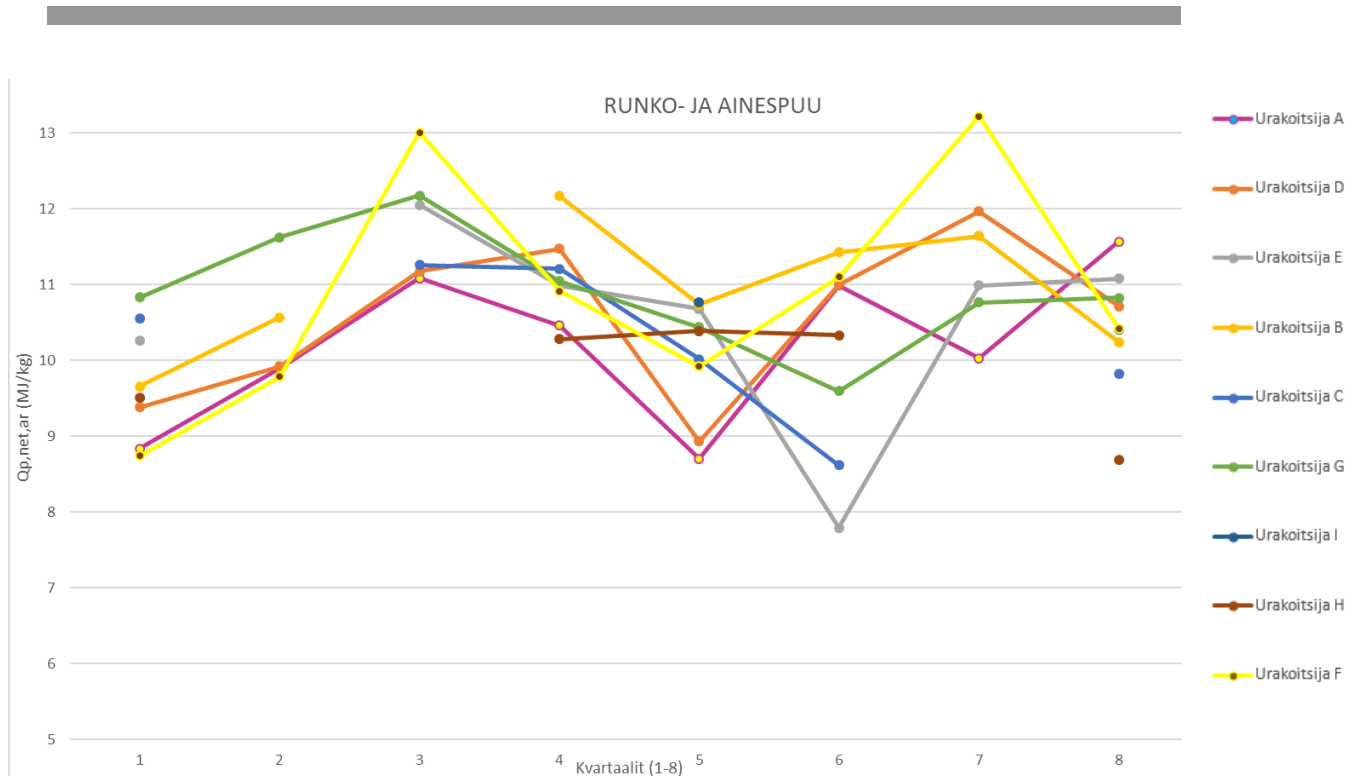
Toinen muuttuja, tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa (MJ/kg) määritettiin kullekin yrittäjälle samaksi, jotta laitoskohtaiset erot eivät vaikuttaisi tuloksiin. Kaavassa käytetään siis arvoa 19,2, joka on kaikkien laitosten tehollisten lämpöarvojen kuiva-aineessa keskiarvo.



Kaavio 1 Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa ($Q_{p,net,ar}$) yrittäjittäin kokopuun osalta



Kaavio 2 Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa ($Q_{p,net,ar}$) yrittäjittäin metsätähde osalta



Kaavio 3 Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa ($Q_{p,net,ar}$) yrittäjittäin runko- ja ainespuun osalta.

Kaavioista 1–3 huomaa, miten lämpöarvot vaihtelevat yrittäjittäin ja neljännesvuosittain. Silmämääräisesti voi todeta, että keskimäärin korkeimpia tehollisia lämpöarvoja saapumistilassa ovat metsätähteen osalta toimittaneet urakoitsijat D, E ja G. Kokopuun osalta korkeimmat arvot ovat saaneet niin ikään G ja D, sekä I. Runko- ja ainespuun korkeimmat arvot ovat toimittaneet F ja G.

Silmämääräinen tarkastelu on yllä esitetyillä kuvaajilla haastavaa, sillä pienen tarkastelualueen sisään on mahdutettu yhdeksän yrittäjää. Siitä johtuen on laskettu erikseen jokaiselta energiapuutavaralajilta jokaisen yrittäjän toimittamat määrällä painotetut keskiarvot koko aineiston osalta (Taulukko 1, taulukot 2–3 seuraava sivu). Laskennan tulokset viittaavat samaan suuntaan kuin yllä esitetyt graafit.

Taulukko 1 Yrittäjäkohtainen ranking $Q_{p,net,ar}$ luvuista kokopuun osalta YLÖS

KOKOPUU	$Q_{p,net,ar}$ (MJ/kg)
Urakoitsija I	11,005
Urakoitsija G	10,654
Urakoitsija B	10,519
Urakoitsija D	10,233
Urakoitsija E	9,806
Urakoitsija F	9,7
Urakoitsija A	9,623
Urakoitsija C	9,577
Urakoitsija H	8,681

Toimitetun kokopuuhakkeen tuloksia tarkasteltaessa huomataan, että kolme parhaita energia-arvoja toimittanutta yrittäjää ovat samoja, jotka erottuivat silmämääräisessä tarkastelussa edukseen. Samoja piirteitä on nähtävissä myös muiden energiapuutavaramateriaalien taulukoissa.

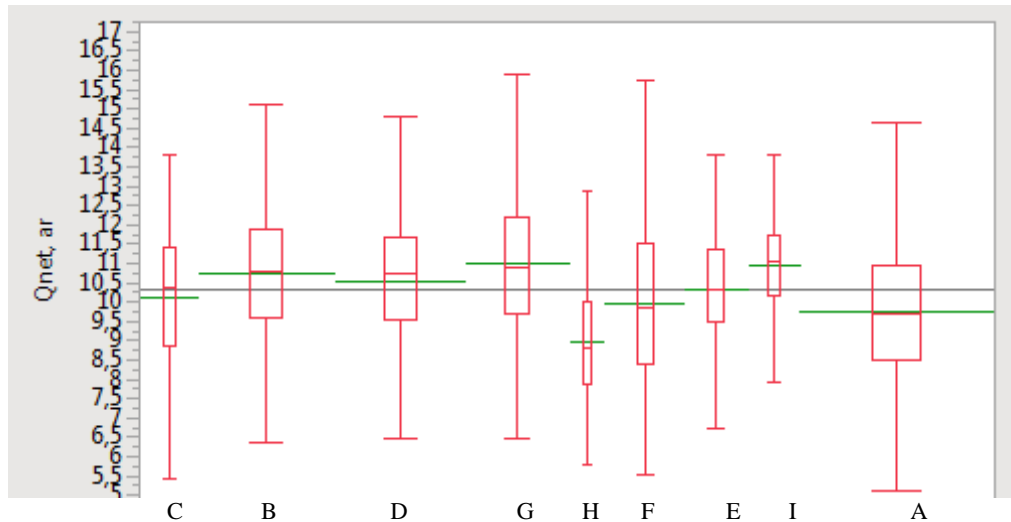
Taulukko 2 Yrittäjäkohtainen ranking $Q_{p,net,ar}$ luvuista metsätähteen osalta

METSÄTÄHDE	$Q_{p,net,ar}$ (MJ/kg)
Urakoitsija G	11,108
Urakoitsija D	10,748
Urakoitsija E	10,678
Urakoitsija B	10,554
Urakoitsija C	10,217
Urakoitsija F	9,85
Urakoitsija A	9,638
Urakoitsija H	7,856
Urakoitsija I	Ei ole toimittanut

Taulukko 3 Yrittäjäkohtainen ranking $Q_{p,net,ar}$ luvuista runko- ja ainespuun osalta

RUNKO- JA AINESPUU	$Q_{p,net,ar}$ (MJ/kg)
Urakoitsija B	10,939
Urakoitsija E	10,934
Urakoitsija G	10,844
Urakoitsija I	10,74
Urakoitsija C	10,626
Urakoitsija D	10,236
Urakoitsija F	9,978
Urakoitsija A	9,776
Urakoitsija H	9,62

Diagrammien pohjalta koostettiin myös graafi (Kuva 4 seuraavalla sivulla), joka esittää yrittäjäkohtaisesti tehollisen lämpöarvon keskiarvoa ja keskihajontaa. Keskiarvo on merkitty vihreällä viivalla ja mediaani punaisella poikkiviivalla laatikon sisällä. Pystysuuntaisten viivojen kärjet osoittavat ylimmän ja alimman yksittäisestä erästä saadun tehollisen lämpöarvolukeman saapumistilassa ja laatikko puolestaan näyttää alaneljänneksen ja ylaneljänneksen



Kuva 4 Qp,net,ar -lukujen hajonnat ja keskiarvot yrittäjittäin

Graafin (kuva 4) perusteella voi jälleen päätellä, että korkeimpia tuloksia tehollisen lämpöarvojen osalta ovat saaneet urakoitsijat D, I ja B. I:llä varianssialue on kapeampi, joka kertoo siitä, että hake on kosteudeltaan hyvin tasalaatuista. Myös varianssianalyysi olisi ollut hyödyllinen, mutta Levenen testi osoitti, ettei sen tekeminen anna luotettavia tuloksia, sillä yrittäjien varianssit ovat keskenään erisuuruisia. Lisäksi tutkittiin yrittäjäkohtaisia MWh/t-lukemia. Tulokset ovat liitteissä 2–10.

Seuraavassa luvussa käsiteltävien yrittäjähaastatteluiden perusteella pyritäänkin löytämään syitä, miksi yritykset sijoittuvat juuri kuten sijoittuvat.

4 YRITTÄJÄHAASTATTELUT

Olennaisena osana opinnäytetyöhön kuului yrittäjien haastattelemine. Haastatteluiden avulla pyrittiin selvittämään yrittäjien käsityksiä hakkeen laatuun ja kosteuteen vaikuttavista tekijöistä. Haastattelut toteutettiin puhelimitse. Haastatteluiden pohjalta tehtiin yhteenveto, jossa käsitellään yrittäjien yleisimpiä käsityksiä hakkeen laatuun vaikuttavista tekijöistä ja hakettavien varastojen kunnosta. Niiden pohjalta saa yleiskäsitystä siitä, millä mallilla hakettajien käsitykset Suomessa ovat. Haastattelujen pohjalta tehtiin myös yrittäjäkohtaiset vertailut heidän toimittamien hake-erien lämpöarvoihin, joista voidaan tulkita syitä lämpöarvoille.

Haastattelututkimusmenetelmäksi valittiin avoin haastattelu. Menetelmän arveltiin soveltuvan tarkoitukseen hyvin, sillä sen myötä voidaan saada selville eri asioita eri yrittäjien näkökulmasta, toisin kuin strukturoidussa haastattelussa. Haastattelijan esittämiin kysymyksiin ei siis tarjottu valmiita vastauksia vaan haastateltavan annetaan puhua asiasta miten haluaa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, n.d.)

4.1 Haastattelukysymykset

Haastattelukysymykset suunniteltiin yhteistyössä metsäenergiayhtiön asiantuntijoiden kanssa siten, että yrittäjät pystyivät vastaamaan niihin mahdollisimman avoimesti. Haastattelukysymykset ovat liitteessä 1.

4.2 Yrittäjien vastaukset

Yrittäjien vastauksissa oli havaittavissa selkeitä yhteisiä käsityksiä joissain asioissa. Vapaamuotoisista vastauksista johtuen vastauksissa on myös runsaasti vaihtelevuutta. Vapaamuotoisuudesta johtuen kaikki yrittäjät eivät välttämättä huomanneet ottaa kantaa joihinkin asioihin ollenkaan, vaikka ne voisivat olla olennaisia myös heidänkin työssään.

Hakkurityypit olivat poikkeuksetta rumpuhakkureita yhtä poikkeusta lukuunottamatta, sillä rumpuhakkuri on ainoa hakkurityyppi, joka yrittäjien mielestä sopii näin suurien hakevolyyymien tuottamiseen. Kaikki hakkurit olivat 2010-luvulta, paitsi tämä poikkeuksellinen yhden yrityksen tela-alustainen terminaalimurskain, joka on vuodelta 2008, sekä yksi rumpuhakkuri, joka on vuodelta 2004. Hyviä puolia rumpuhakkureissa on sietokyky epäpuhtauksia kohtaan ja korkeat tuotantokapasiteetit. Huonona puolena yrittäjät mainitsivat hakkurien painon.

Mikäli kyseessä on autohakkuri, niiden hyvänä puolena nähtiin kääntöpöytä, jolloin ei ole väliä kummalla puolella tietä hakettava energiapuu-kasa on.

Myös heittimellä varustetut hakkurit saivat kehuja, sillä ne kuormaavat hakkeen rekan kyytiin tiiviisti. Kaikki yrittäjät eivät ole edes käyttäneet muita kuin rumpuhakkureita, joten suoraa vertailua muihin hakkurityyppeihin ei osattu tehdä.

Kuljetuskalustona yritykset käyttivät täys-, sekä puoliperävaunuyhdistelmiä ja koukkuautoja.

Yrittäjien mukaan puoliperävaunu on monesti parempi vaihtoehto, kun kuljetuskilometrit ovat maksimissaan 60–70 kilometriä tai kuljetettavat erät pieniä.

Kuorman tilavuudet vaihtelevat puoliperävaunuilla 90:sta 105:een irtokuutiometriin.

Täysperävaunuilla tilavuudet ovat 135–140 irtokuutiometriä, paitsi yhdellä yrittäjällä, jonka kuormatilavuus oli poikkeusluvan myötä 160 irtokuutiometriä.

Energiasisältöön hakkuriyrittäjät eivät tienneet hakkurityypin, terien kunnan tai seulavalintojen vaikuttavan muuta kuin siten, että tiheämpi palakoko tuo enemmän megawattitunteja kuormaa kohden ja siten hyväkuntoiset terät ja seula ovat tärkeä tekijä hakkeentuotannossa.

Hakkuriyrittäjien mielestä haketettava puu oli usein liian vanhaa, mutta harvoin liian tuoretta. Hakkuriyrittäjien mukaan paras hake tuotetaan siten, että tienvarsivarastot tehtäisiin kesällä ja metsätähde puolestaan ajettaisiin kesällä kasoihin. Paras haketusajankohta olisi kesän jälkeen. Varastokierron optimoimiseksi käyttöä pitäisi myös lisätä laitoksilla.

Kaikkien yrittäjien mielestä varastointimetodit ovat parantuneet ja peittopaperin käyttö on yleistynyt lukuunottamatta yhden yrittäjän näkemystä, jonka mielestä käyttö oli vähentynyt.

Lämpöarvojen osalta yrittäjät mainitsivat poikkeuksetta kosteuden. Siihen muut toimijat voisivat vaikuttaa oikeanlaisella ja oikeaan aikaan tehdyllä varastoinnilla. Hakkuriyrittäjät voisivat itse vaikuttaa lähinnä lumen puistelulla talvisin ja sillä varastoja haketettaisiin pohjia myöten.

4.3 Vastausten vertailu mitattuihin lämpöarvoihin

Sivuilla 8 ja 9 on esitelty kunkin yrittäjän teholliset lämpöarvot saapumistilassa kvartaaleittain siten, että yrittäjien välinen vaihtelu on havaittavissa. Seuraavissa luvuissa on kunkin yrittäjän vastauksen eriteltyä omaksi kapaleekseen. Yrittäjäkohtaisia tilastoja löytyy myös liitteistä 2–10.

4.3.1 Urakoitsija A

Urakoitsija A:n vastausten perusteella he olivat yksi metsäenergiayhtiön suurimmista urakoitsijoista, mikä ilmenee myös heidän toimittamien hakeerien määrästä (liite 10). Heillä oli käytössään myös terminaalimurskain, jolla voi hakettaa suuria volyymeja. A:lla oli selvä käsitys siitä, että hakkuriyppi, sen terien kunto ja seulavalinnat eivät vaikuta hakkeen energiasältöön, mutta kuormakohtaiseen energiasältöön ne vaikuttavat kyllä, sillä palakooltaan pieni hake pakkautuu tiiviimmin kuormaan, jolloin kuormassa on enemmän puuta per irtokuutiometri.

Haketettava puu on ollut A:n alueella viime vuosina usein liian vanhaa, mikä voi vaikuttaa energia-arvoihin. Mikäli varastot ovat olleet tien varressa pitkään, ne ovat olleet usein osin lahonneita.

Kehityskohteeksi A toivoisi, että varastopaikat olisivat paremmissa paikoissa. Vanhat varastot johtuvat siitä, että ne ovat sijoitettu talvikelpoisiin paikkoihin, mistä syystä niitä ei päästä aina hakemaan.

Peittopaperin käyttö on ollut A:n alueella yleistä ja varastointimetodit ovat parantuneet selvästi.

Kehityskohteeksi A mainitsi myös varastopaikkojen koodaamisen järjestelmään. Aina varastolle ei ole päässytäkään yhdistelmäautolla. He myös toivoivat, että sellaiset kohteet jätettäisiin kokonaan ostamatta, joilla ei ole kääntöpaikkaa autolle.

A:n mukaan hakettaja voi vaikuttaa hakkeen laatuun lähinnä haketusajan kohdalla, mutta siihen yrittäjällä on harvoin mahdollisuutta. Muut ketjun toimijat voisivat puolestaan vaikuttaa etenkin peittelemällä kasat ja oikein ajoitetulla palstalta tien varteen ajolla.

4.3.2 Urakoitsija B

Urakoitsija B:n toimittamissa hake-erissä energia-arvot olivat paikoin parempia kuin esimerkiksi A:lla. Hakkeesta saadut MWh/t-lukemat ylittivät paikoin kolmen. B:n vastausten perusteella he olivat pyrkineet optimoimaan parhaansa mukaan kaluston sopivuutta esimerkiksi kertyviin kuljetusmatkoihin. A:n tavoin myös B mainitsee vain hakkeen palakoon vaikuttavan energia-arvoihin, kun tarkastellaan kuormakohtaisia energia-arvoja. B arvioi peräti 70 prosentin haketettavista varastoista olevan iältään optimaalista, mistä syystä energia-arvot saattavatkin olla koholla. Varastojen kiertoaikoja voisi B:n mukaan optimoida lähinnä sujuvammilla markkinoilla, eli polttolaitosten täytyisi käyttää haketta enemmän. Myös B:n mukaan varastointimetodit ovat parantuneet viime vuosina ja peittopaperin käyttö on yleistynyt.

Kehitysehdotukseksi B mainitsee, että pienistä varastoista pitäisi päästä kokonaan eroon. B:n mukaan hakkuriyrittäjä voi vaikuttaa lämpöarvoihin puistelemalla lumet ennen haketusta. Muut toimijat voisivat vaikuttaa laatuun oikeanlaisella varaston sijoittamisella.

4.3.3 Urakoitsija C

Urakoitsija C:llä irtokuutiometrit tonnia kohden vaihtelevat 3:n ja 3,5:n välillä, kun edellä mainituilla B:llä ja A:lla irtokuutiometrit ovat paikoin yli 3,5, jopa 4.

C:n vastaukset eivät olleet yhtä kattavia kuin edellisten yrittäjien. Vastauksista kuitenkin selviää, että haketettava puu on heidänkin alueellaan liian vanhaa. Tähän parannuskeinoksi hekin mainitsevat käytön lisäämisen laitoksilla. C:n toimialueella hakkeen kysyntä on suorastaan romahtanut, mikä on johtanut varastojen vanhenemiseen.

Peittopaperin käyttö on yleistynyt kuitenkin myös siellä ja varastointimetodit ovat parantuneet. Myös noudettavuus saa kiitosta.

Kritiikkiä saa kuitenkin toiminta, jossa karsittu ranka on kuljetettu terminaaleihin ja tien varteen on jätetty vain kokopuu. Siksi varastot ovat liian pieniä. Yhdeksi kehityskohteeksi C mainitseekin, että kaikki puut pitäisi viedä yhdellä kertaa pois, sillä nyt kokopuu kuorma voi olla vain 20 tonnia.

C:n mukaan hakkuriyrittäjä voi vaikuttaa hakkeesta saataviin lämpöarvoihin tekemällä tiiviitä kuormia, sillä ne tuovat hyvät MWh/i-m³-lukemat. Muut toimijat voisivat vaikuttaa hakkeen laatuun etenkin talviaikaisella peittelyllä.

4.3.4 Urakoitsija D

Urakoitsija D on graafien perusteella lämpöarvoiltaan laadukkaan ja tasa-laatuisen hakkeen toimittaja toimittavista urakoitsijoista. D:n toimialueella varastojen puutavara on iältään parempaan suuntaan, mutta vielä jokin aika sitten liian pitkään varastoissa odottanutta puutavaraa oli enemmän. Ehdotuksia varastojen kierron optimoimiseksi D ehdottaa poliittisia päätöksiä, eli seikkoja, joihin hakkuriyrittäjä ei juuri voi vaikuttaa.

Varastojen kunto on D:n toimialueella heikkoa. Joillain varastoilla ei ole tuntunut olevan mitään ajatusta, pääseekö auto edes hakemaan haketta. Peit-topaperin käyttö on sentään jonkin verran parantunut, mutta edelleen joka talvi D kertoo törmäävänsä peittämättömiin, jäätyneisiin kasoihin. D:n mukaan varastoinnissa säästetään liian usein ajokoneen työssä, jotta ajokoneen kuljetusmatka olisi lyhin mahdollinen.

D uskoo, että eniten lämpöarvoihin voisi vaikuttaa tien varteen ajon ajoituksella, ja varastointitavoilla.

Hakkuriyrittäjän mahdollisuudet lämpöarvoihin ovat lähinnä lumen puistelu ennen haketusta.

4.3.5 Urakoitsija E

Urakoitsija E sijoittuu pisteytyksessä keskiarvon yläpuolelle. Heillä on ainoana yrityksenä käytössään ennen 2010 valmistunut rumpuhakkuri, joka on vuodelta 2004. Lisäksi E:llä on suurin hake-auto käytössä.

Tällainen kuljetuskalusto on tarpeen, sillä E:n pisin yksittäinen kuljetusmatka on ollut peräti 280 kilometriä.

E:n mukaan terien kunnolla ja seulalla on erittäin tärkeä vaikutus hakkeen laatuun ja energiasisältöön kuormaa kohden.

E:n alueella kaikki varastot ovat kaksi vuotta liian vanhoja. Ehdotukseksi mainitaan, että vanhat pitäisi jättää niille sijoilleen ja keskittyä tuoreempiin, sillä muuten ollaan jatkuvasti kaksi vuotta haketuksesta myöhässä. Peittäminen on heidän alueellaan yleistä ja metsäenergiayhtiön korjuuyrittäjät saavat kiitosta varastoinnin suhteen. Tärkeimpiä tekijöitä hakkeen lämpöarvoihin ovat oikea-aikainen varastointi ja varaston sijoitus.

4.3.6 Urakoitsija F

Urakoitsija F:n toimittamat energia-arvot vaihtelevat erittäin runsaasti. Paikoin hakkeesta saadut lämpöarvot ovat kaikkien toimijoiden parhaimpia, välillä huonoimpia.

F:n mukaan terien kunto ja seulavalinnat vaikuttavat etenkin siihen, paljonko kuormaa kohti kertyy haketta. Terien kunnolla on myös merkitystä

tuotannon tehokkuuteen. Varastot ovat F:n alueella olleet todella vanhoja, mutta kierto alkaa olla heidän mukaansa kohdillaan. Paremmalla suunnitellulla varastojen kierto pysyisi heidän mukaansa optimaalisena. Mikäli polttolaitos ilmoittaakin, ettei haketta oteta vastaan, kaikki varastot jäävät seisomaan. Pitäisikin tietää etukäteen, kannattaako energiapuuleimikoita kyseisellä alueella tehdä ollenkaan.

Varastointimetodit ovat parantuneet runsaasti ja pinot ovat olleet korkeita. Varastopaikan sijoittamisen voisi toki aina miettiä paremmin, vaikkei se aina olekaan mahdollista.

F mainitsee, että hakkuriyrittäjä voisi vaikuttaa lämpöarvoihin merkittävästi, mikäli varastokasoja ei tarvitsisi haketta pohjia myöten. Muut toimijat voisivat vaikuttaa etenkin varaston sijoittamisella, rakenteella sekä paltalta varastolle ajon suunnittelulla.

4.3.7 Urakoitsija G

Urakoitsija G on lämpöarvoiltaan laadukkaan hakkeen toimittaja. Sen lämpöarvovaihtelut ovat tasaisia vuodenajasta riippumatta. Sillä ei ole omaa kuljetuskalustoa, vaan muut metsäenergiayhtiön urakoitsijat kuljettavat hakkeen.

Myös G:llä on käsitys siitä, että tiiviimmät kuormat tuovat enemmän megawattitunteja ja siten terillä ja seulalla on vaikutusta hakkeen laatuun. G:n toimialueella varastot ovat optimi-ikäisiä, mutta välillä he joutuvat hakeamaan myös tuoreita energiapuupinoja.

Varastojen kierron optimoimiseksi G ehdottaa, että talvella kannattaisi hakata mahdollisimman paljon ja kuivattaa kaikki kesällä. Varastointimeto-deissa on kuitenkin menty eteenpäin, joskin peittopaperin käyttö on joissain paikoissa vähentynyt. Parannuskohteeksi ehdotetaan, että kohteet tulisi valita parempien teiden varsilta, sillä joiltain teiltä haketta ei pysty hakemaan.

Hakkeen lämpöarvoihin vaikuttaa G:n mukaan eniten kosteus, johon hakkuriyrittäjä voisi vaikuttaa omalla työmaasuunnittelulla. Tuoreille kasoille ei kannattaisi mennä. Muut toimijat voisivat vaikuttaa etenkin työn ajoittamisella oikein.

4.3.8 Urakoitsija H

Urakoitsija H:n toimittaman hakkeen energia-arvot ovat graafien perusteella alhaisia. Energia-arvoihin hakkurityypin, terien kunnon tai seulavaliintojen ei H usko energia-arvoihin vaikuttavan, mutta hakkeen laatuun muilla tavoin kyllä. H:n toimialueella haketettavat varastot ovat lähinnä vanhoja ylivuotisia kasoja. Toivottavaa olisi, että kesällä kasoihin ajettu voitaisiin hakettaa jo seuraavana syksynä. Tähän edellytyksenä H:n mukaan on, että laitokset käyttäisivät haketta enemmän.

Varastointimetodit ovat kuitenkin parantuneet ja peittopaperin käyttö yleistynyt. Metsäenergiayhtiö peittää H:n toimialueella kaikki kasat. Välillä varastot ovat kuitenkin olleet huonoja.

Kaikista tärkeimmäksi kehityskohteeksi H mainitsee varastoinnin optimaaliseen paikkaan, jossa kasat pääsevät kuivumaan. Muut toimijat voisivatkin vaikuttaa hakkeen laatuun siten. Hakkuriyrittäjä puolestaan vaikuttaisi eniten siten, puisteleeko se lumet ja onko hakkuri varustettu puhaltimella vai heittimellä.

4.3.9 Urakoitsija I

Urakoitsija I on yksi vähiten metsäenergiayhtiölle hakettava urakoitsija. He eivät ole hakettaneet metsätähdettä lainkaan, ja kokopuutakin he ovat toimittaneet vain yhdellä kvartaalilla. Heidän lämpöarvot ovat kuitenkin keskimääräistä paremmalla tasolla.

I:n edustaja ei osannut sanoa hyviä puolia rumpuhakkurissa, sillä se on ainoa hakkurityyppi, jota on hän on käyttänyt.

I käyttää yleisimmin puoliperävaunu-yhdistelmiä, sillä etenkin alle 70 kilometrin kuljetusmatkoilla ne ovat osoittautuneet tehokkaimmiksi ratkaisuksi. Hakkurityypin, terien kunnon ja seulavalintojen urakoitsija uskoo vaikuttavan lähinnä palakoon laatuun, ei niinkään energia-arvoihin.

Haketettavat kasat ovat I:n kohteilla olleet etenkin viime talvena liian vanhoja. Ehdotukseksi toiminnan parantamiseen he mainitsevat polton lisäämisen. Varastointimetodit ovat I:n alueella parantuneet hieman, mutta peittopaperi on heidän mukaan edelleen jäänyt välillä täysin laittamatta, vaikka se olisi I:n mukaan ehdottomasti tärkein kehityskohde lämpöarvojen parantamiseksi.

5 YHTEENVETO

Hakkuriyrittäjien käsitykset hakkeen laadusta ja siihen vaikuttavista tekijöistä on hyvällä, paikoin erinomaisella pohjalla. Hakkuriyrittäjät tuntevat oman työnsä vaikutuksen ja tietävät myös toimitusketjun muiden toimijoiden vaikutuksen lopputuotteen laatuun. He ymmärtävät myös laadun merkityksen kulutuksen kannalta.

Toiminta on yrittäjien mukaan pääsääntöisesti kehittynyt vuosien aikana ja toimintamallit ovat kehittyneet ja paikoin vakiintuneet.

He kokevat huonolaatuisen hakkeen johtuvan myös pari vuotta sitten tehdystä poliittisista ympäristöpäätöksistä, jotka tyrehdyttivät hakkeen käytön ja siten hakevarastot jäivät teiden varsille odottamaan.

Hakettajilla on selkeitä ajatuksia siitä, millä tavoin energiapuun toimitusketjua voitaisiin kehittää ja miten etenkin varastokiertoa saataisiin optimoitua.

Konkreettisia kehitysehdotuksia ovat varastopaikkojen huolellisempi suunnittelu haketus- ja kuljetuskaluston vaatimien ehtojen mukaisesti ja varastopaikkojen virheettömämpi koodaaminen järjestelmään, jättämällä kokonaan ostamatta pienet työmaat jotta kulurakennetta voitaisiin optimoida. Paikoin voisi riittää sekin, että varastot haketettaisiin yhdellä kertaa, eikä osaa kuljetettaisi terminaaleihin. Myös ylivuotiset varastot tulisi yhden ehdotuksen mukaan jättää niille sijoilleen, sillä nykyisillä resursseilla kertyneitä rästejä ei saada haketettua eikä varastokiertoa saada kuriin, ja siten tällä hetkellä optimi-ikäisetkin kasat tulevat vanhenemaan, kun niitä ei ehditä vielä hakettamaan.

5.1 Pohdintaa

Opinnäytetyöprosessin aikana ilmeni lukuisia tutkittavia asioita, joihin voisi keskittyä omina tutkimuksinaan. Laitoskohtaiset MJ/kg-lukemat, joita laitokset käyttävät energiamäärän mittaamisessa vaihtelevat paikoin reilustikin, jolloin ne voivat suosia toisia hakkuriyrittäjiä enemmän. Tässä opinnäytetyössä käytettiin kuitenkin laitosten MJ/kg-arvojen keskiarvoa 19,2, jolloin suosimista ei tapahtunut. Sen nojalla teholliset lämpöarvot saapumistilassa $Q_{p,net,ar}$ eivät kuitenkaan ole absoluuttisesti tosia.

Lisäksi prosessin aikana heräsi kysymys, voiko hakkuriyrittäjien kuormakirjoissa tai laitosten kirjanpidossa tapahtua virheitä ja kuinka paljon ne vaikuttavat tuloksiin. Tässä opinnäytetyössä siihen ei paneuduttu. Lisäksi yrittäjien toimittamiin lämpöarvoihin vaikuttaa myös toimitusketjun edelliset tekijät, kuten korjuuyrittäjä, joka on tehnyt varastot. Mikäli metsäenergiayhtiöllä olisi yhteiset säännöt ja ohjeet siihen, milloin hakkuutyömaat tulee tehdä ja milloin ja miten puut tulisi varastoida, se tasa-arvoistaisi hakkuriyrittäjien mahdollisuudet tuottaa samanlaatuista haketta keskenään.

Osa haastatelluista yrittäjistä tuntui puhuvan ristiriidassa graafien tuloksiin nähden. Hyviä lämpöarvoja toimittaneet tuntuivat moittivan varastojen kuntoa enemmän kuin huonoja lämpöarvoja toimittaneet yrittäjät. Voisiko siis olla mahdollista, että hyviä lämpöarvoja tuottavat hakkuriyrittäjät eivät tiedosta olevansa hyviä, tai tiedosta sitä, että heidän alueellaan olosuhteet ovatkin hyvät? Päinvastoin huonoja arvoja toimittaneita yrittäjiäkin tulisi tiedottaa paremmin siitä, että ehkä heidän alueen energiapuukasat eivät olekaan niin hyväkuntoisia kuin he olettavat.

5.2 Ehdotuksia metsäenergiayhtiölle

Metsäenergiayhtiön kannattaa jatkossa harkita tarkempia tutkimuksia liittyen yksittäisten hake-erien lämpöarvoihin. Yksi tutkimusaihe jatkon kan-

nalta olisikin, kuinka usein aineistossa esiintyy virheellisyyttä ja miten voimallaitosten väliset mittauserot vaikuttavat tuloksiin. Tähän ei ole tässä tutkimuksessa otettu kantaa.

Toinen tutkimusaihe koskisi sitä, voisiko hakekasoja kuivattaa tehokkaammin siten, että kaikki hake-erät tuottaisivat hyviä lämpöarvoja. Tähän tutkimukseen voitaisiin ottaa rinnalle yrittäjän tekemä ehdotus, ettei kasoja haketettaisi pohjia myöten. Parantaisiko se eräkohtaisia lämpöarvoja, jos kostuneet pohjarisut jätettäisiin maahan?

Kolmanneksi metsäenergiayhtiön kannattaa harkita, voisiko varastointitapoihin ja sen ajankohtiin ja keston kehittää yhteisiä toimintamalleja, jotka olisivat kaikilla yrittäjillä tismalleen samat.

LÄHTEET

Alakangas, E. & Impola, R. (2014). Puupolttoaineiden laatuohje. Haettu 24.10.2016 osoitteesta http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-M-07608-13_2014_%20update.pdf

Karelia-ammattikorkeakoulu (n.d.). Pienpuun tuotanto ja käyttö energiaksi. Haettu 8.10.2016 osoitteesta <http://www.karelia.fi/bioenergia/pienpuuntuotanto/2/2.3.3.htm>

Knuuttila, K. (2003). Puuenergia. Jyväskylä: Jyväskylän Teknologiakeskus Oy.

Kokkonen, A & Lappalainen, I. (2005). Hakelämmöstä yritystoimintaa. Kuopio: Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu.

Metsäverkko (n.d.) Hakkurit. Haettu 8.10.2016 osoitteesta http://virtu-oosi.pkky.fi/metsaverkko/Energiapuu/Energiapuun_korjuu/haketus/hakkurit.htm

Nettikone (n.d.a) Laikkahakkuri, jossa hakettava terä pyörii vauhtipyörän mukana. Haettu 31.10.2016 osoitteesta <http://www.nettikone.com/muu-merkki/ahlstrom-sahakoneet/1394260>

Nettikone (n.d.b) Ruuvihakkurin pyörivä ruuvi vetää puuta sisäänsä. Haettu 31.10.2016 osoitteesta <http://www.nettikone.com/muu-merkki/ruuvihakkuri/1479501>

Nettikone (2011). Rumpuhakkuri, jonka kuljettimen päässä on pyörivä haketusrumpu. Haettu 31.10.2016 osoitteesta <http://www.nettikone.com/muu-merkki/rumpuhakkuri/1509083>

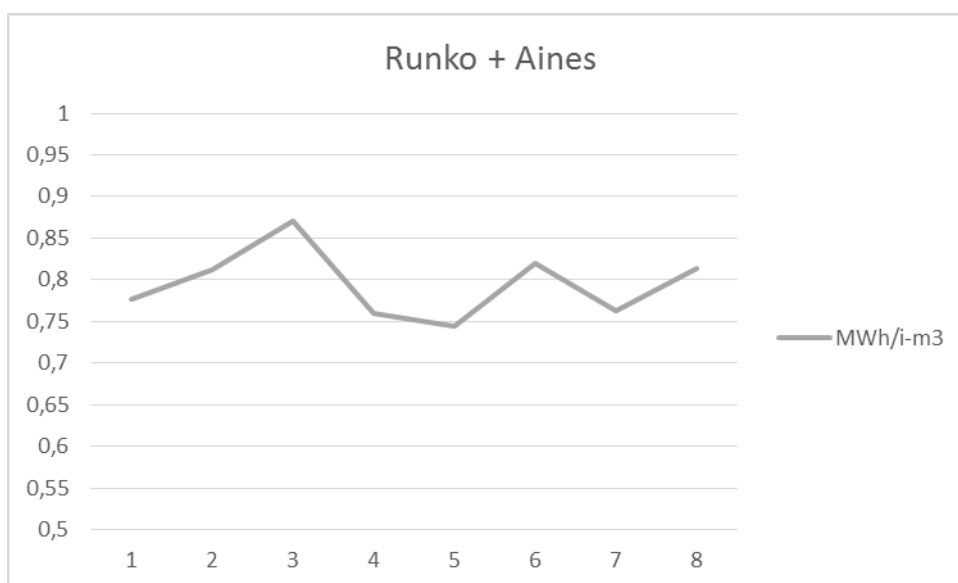
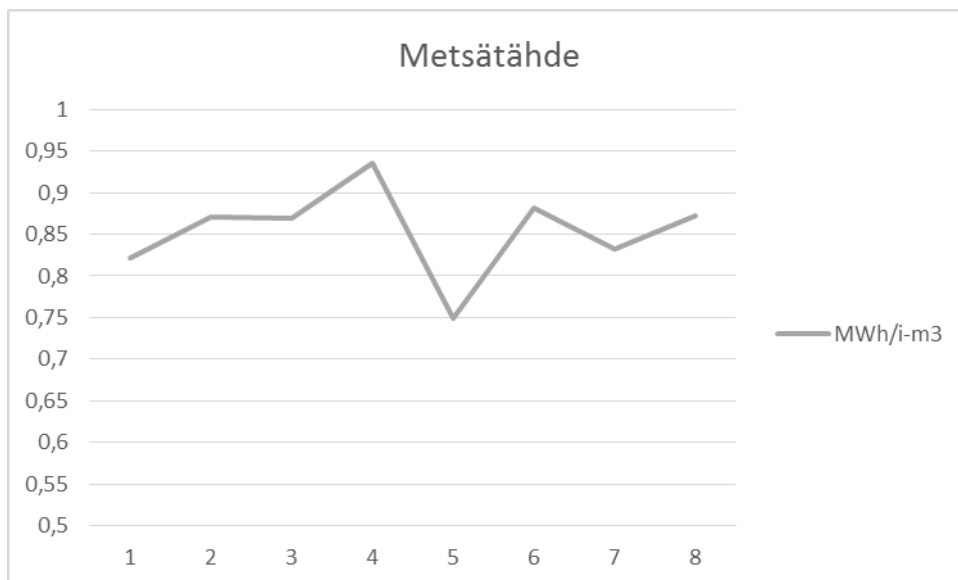
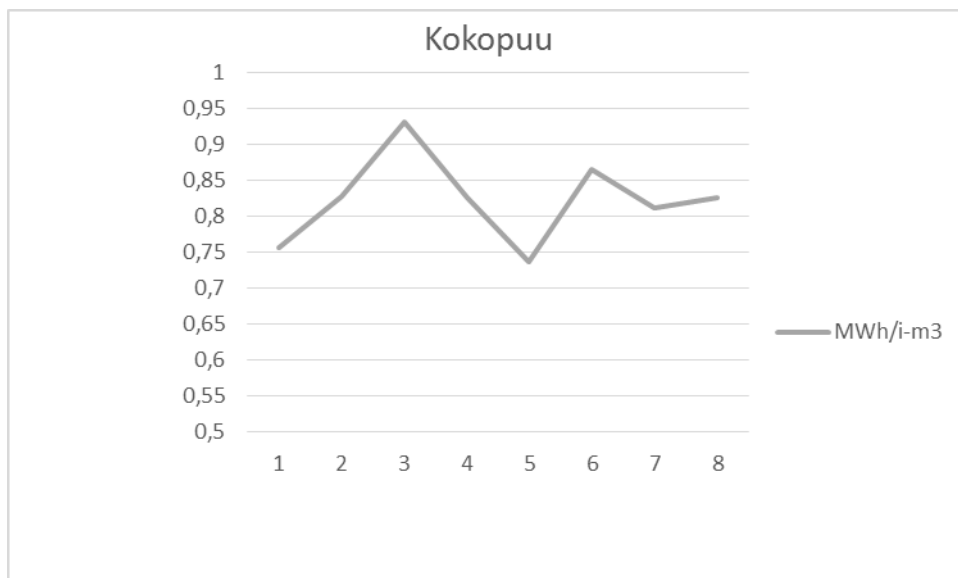
Puhakka, A., Alakangas, E., Alanen, V., Airaksinen, L., Soini, R., Siponen, T. & Kainulainen, S. (2001.) Hakelämmitysopas. Helsinki: Motiva.

Saaranen-Kauppinen & Puusniekka. (2016). Avoin haastattelu. Haettu 15.11. osoitteesta http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_1.html

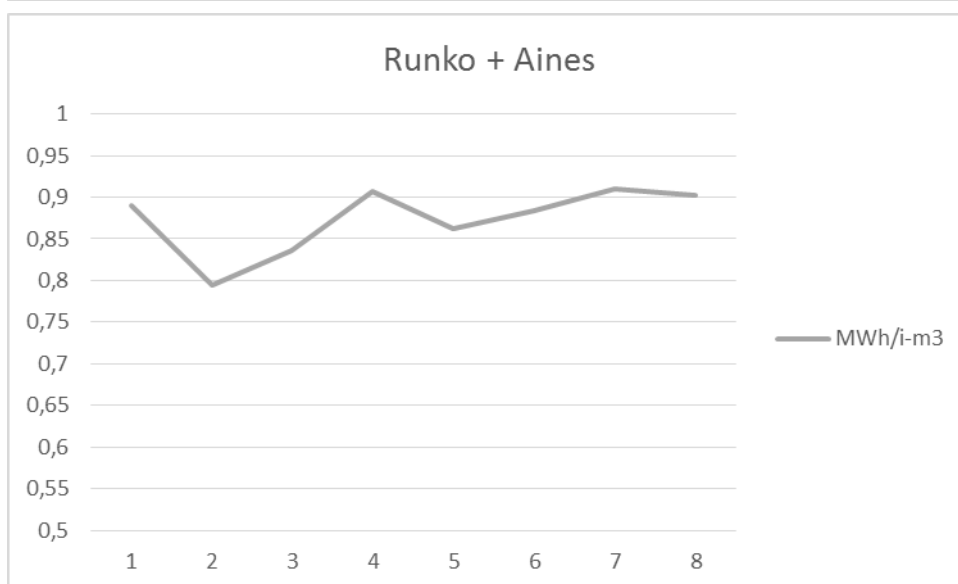
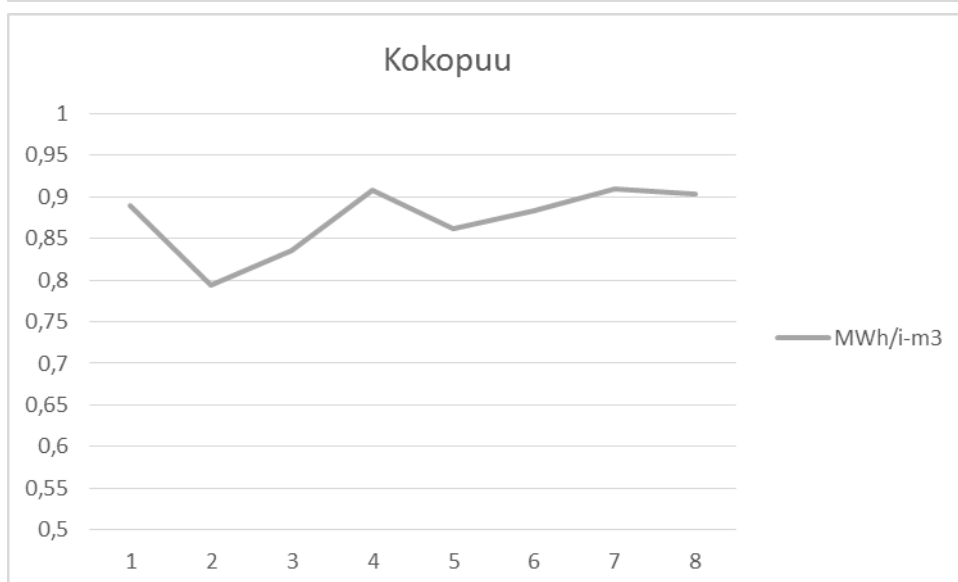
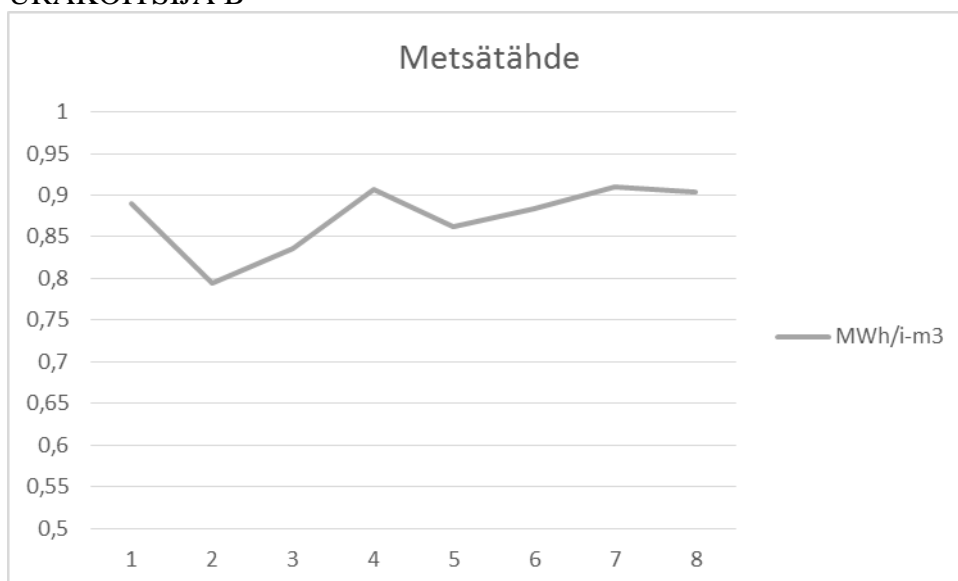
HAASTATTELUKYSYMYKSET

1. Minkälainen ja minkä ikäinen hakkurikalusto teillä on, ja mikä on hakkureiden haketustapa? Omia kokemuksia kaluston hyvistä ja huonoista puolista?
2. Minkälainen kuljetuskalusto teillä on ja paljonko kuormien tonni- ja irtokuutiomäärät ovat? Kuinka hyvin kalusto sopii kertyviin kuljetus-matkoihin?
3. Miten paljon hakkurityyppi, sen terien kunto ja seulavalinnat vaikuttavat laadukkaan hakkeen tuottamiseen ja siitä saataviin energiamääriin?
4. Onko tienvarsivarastojen hakettava puu iältään optimaalista, eli ei liian vanhaa eikä liian tuoretta? Miten ikärakenne ja varastojen kierto voitaisiin optimoida paremmaksi?
5. Mitä mieltä olette tienvarsivarastojen kunnosta? Onko varastointimetodit parantuneet vuosien aikana? Onko peittopaperin käyttö yleisty-nyt? Mitkä olisivat tärkeimpiä kehityskohteita jatkossa?
6. Mitkä tekijät vaikuttavat mielestänne eniten hakkeen lämpöarvoihin? Voisiko hakkuriyrittäjä jotenkin vaikuttaa niihin? Miten toimitusketjun muut toimijat voisivat vaikuttaa niihin?

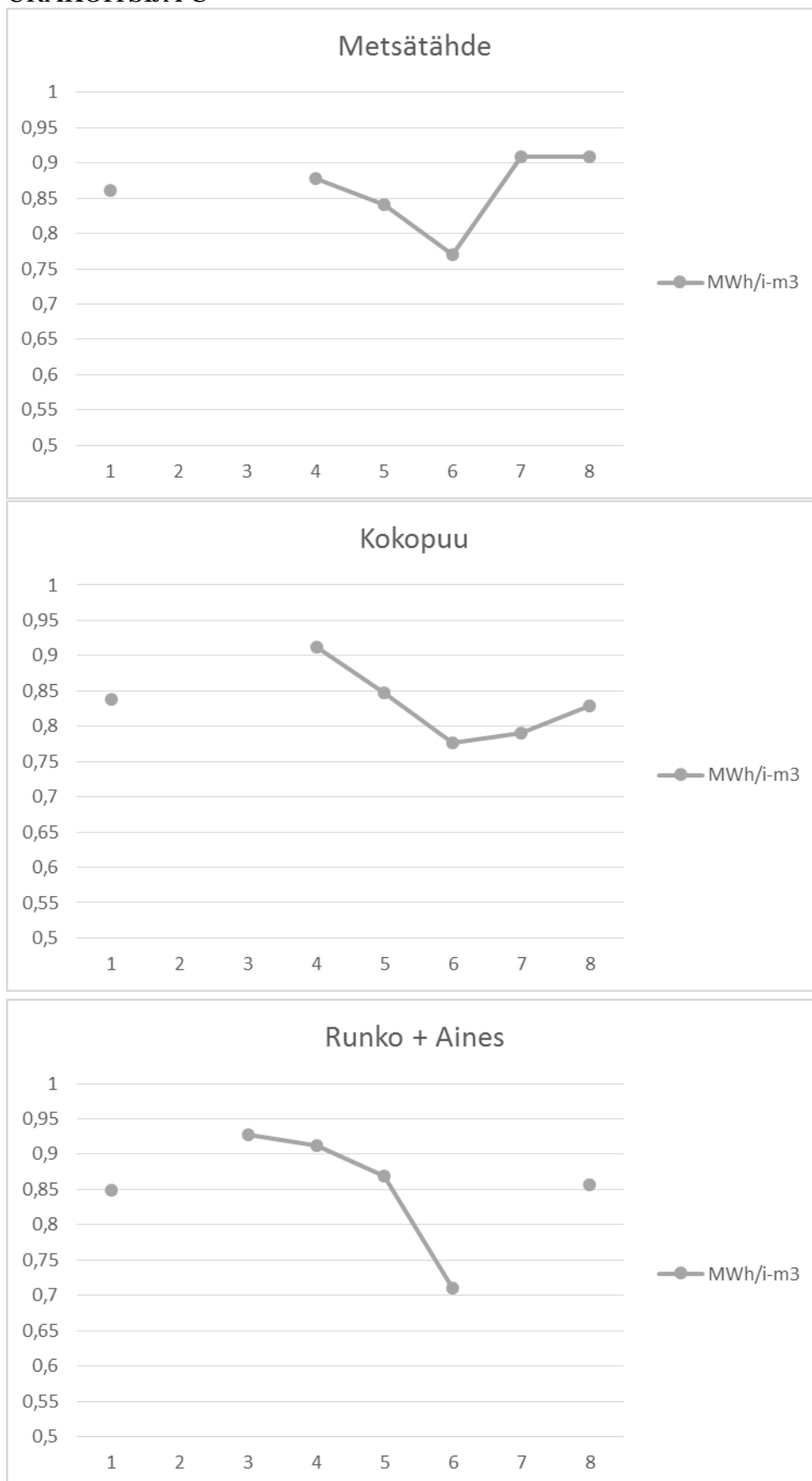
URAKOITSIJA A



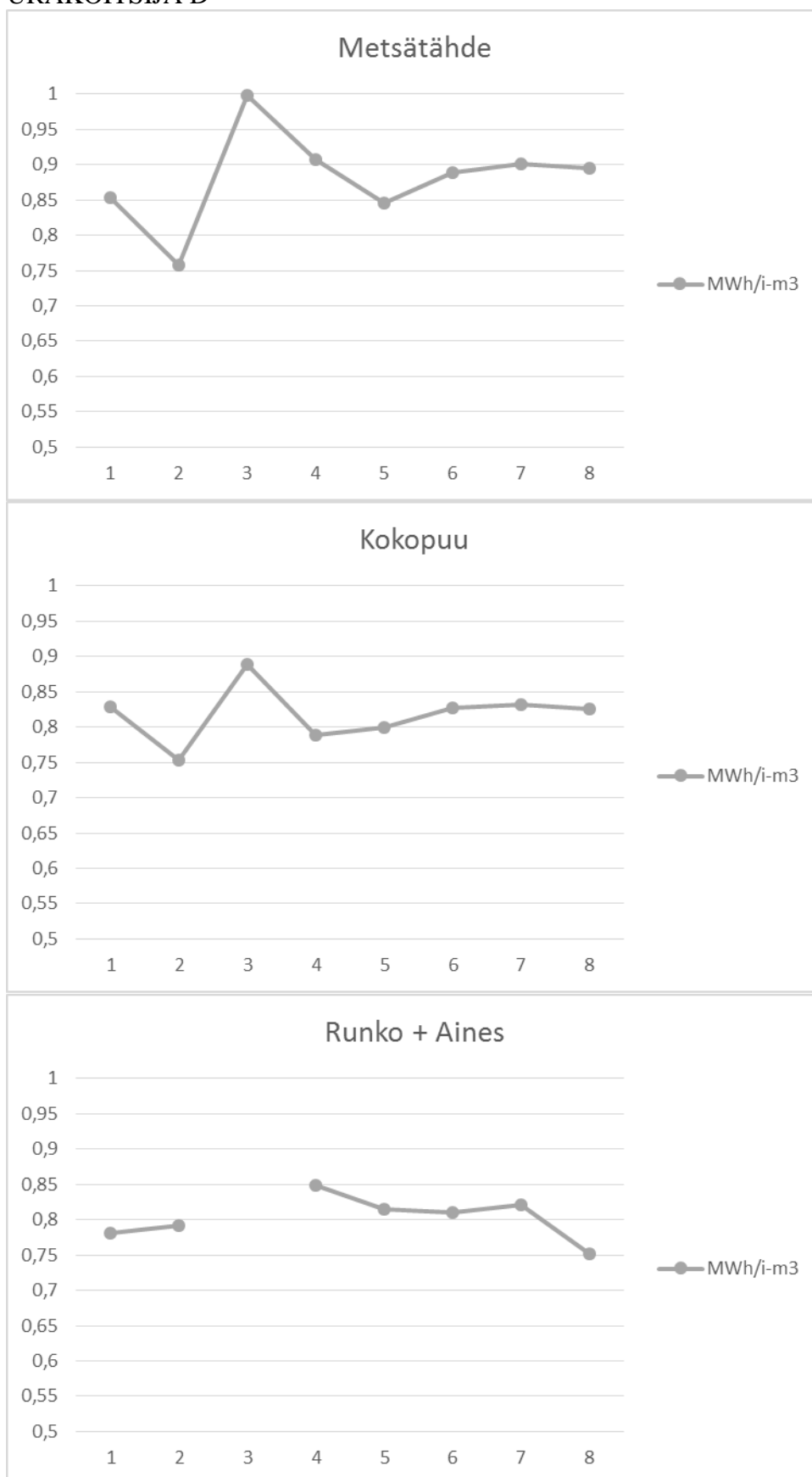
URAKOITSIJA B



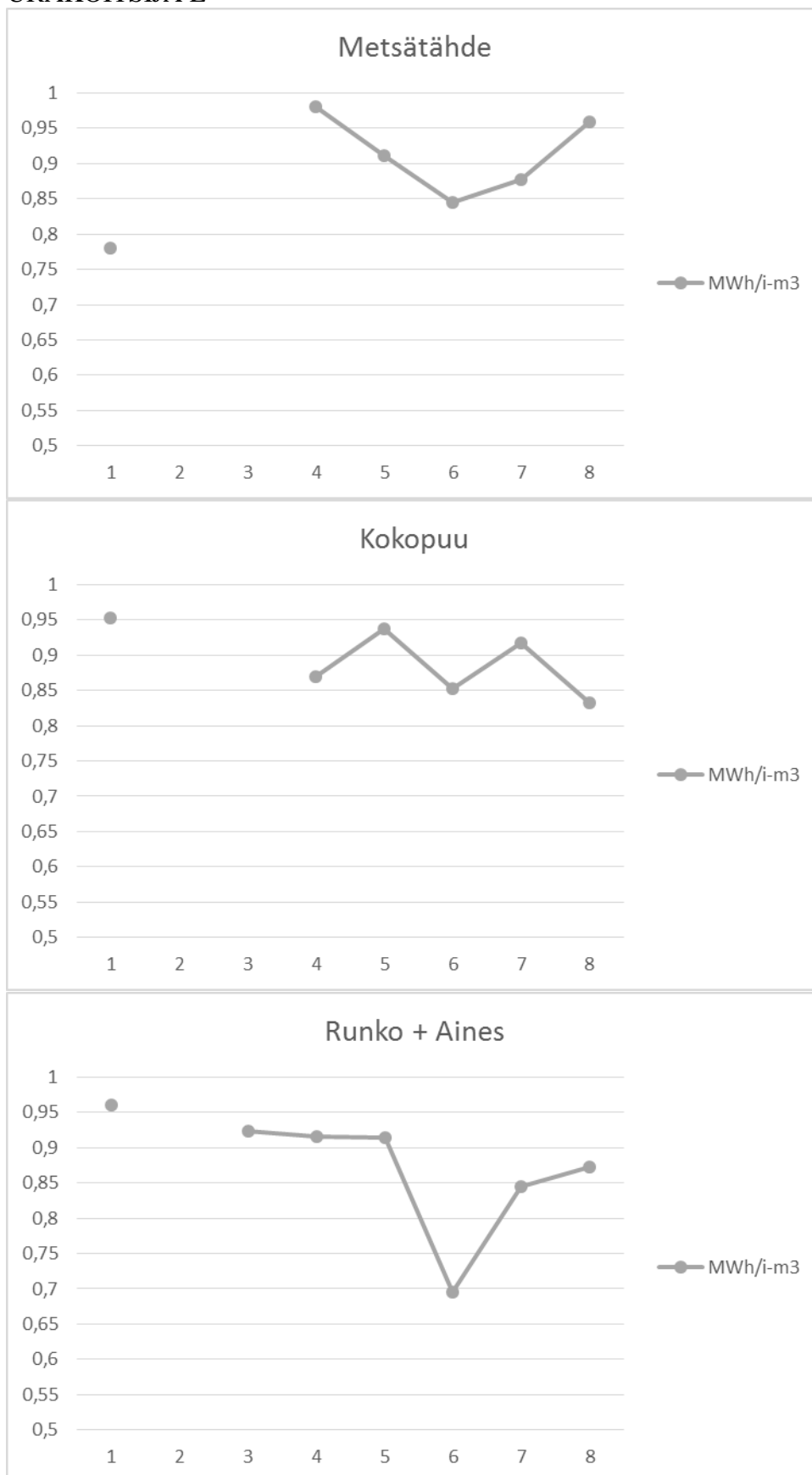
URAKOITSIJA C



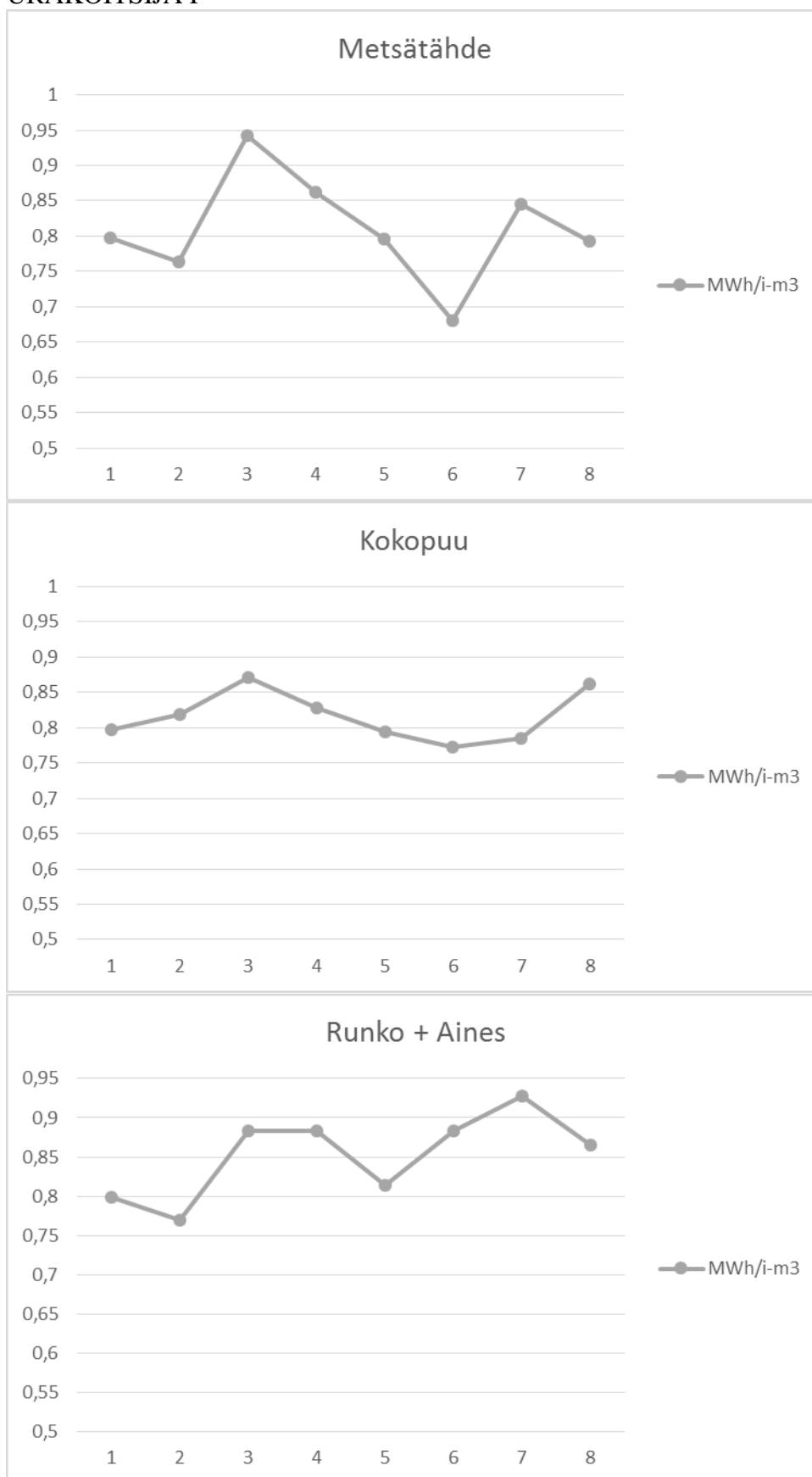
URAKOITSIJA D



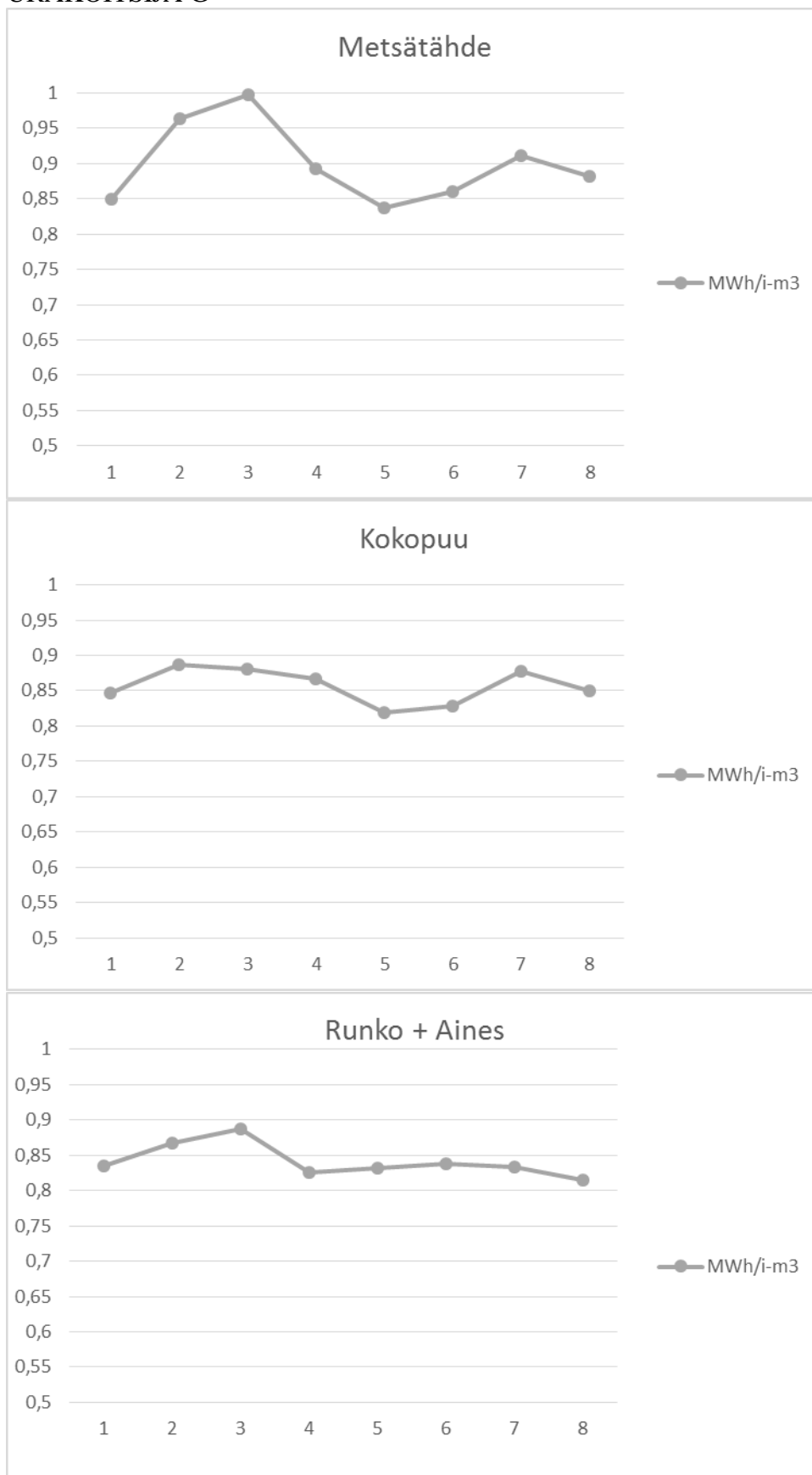
URAKOITSIJA E



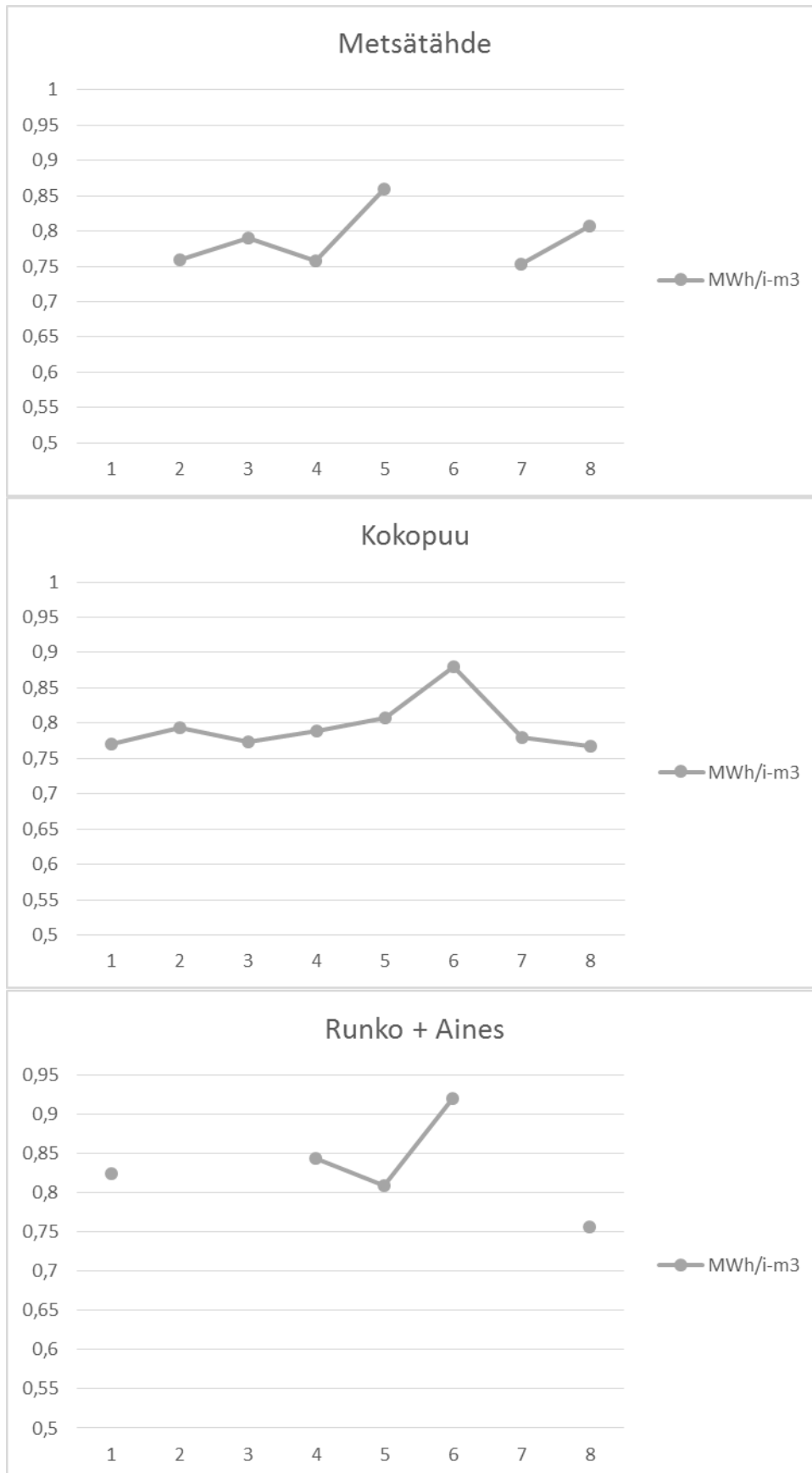
URAKOITSIJA F



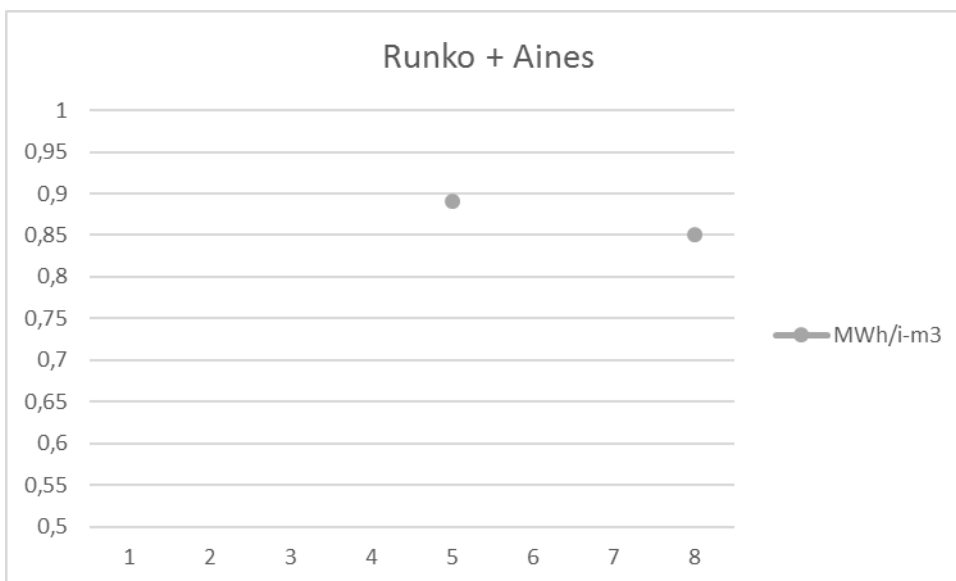
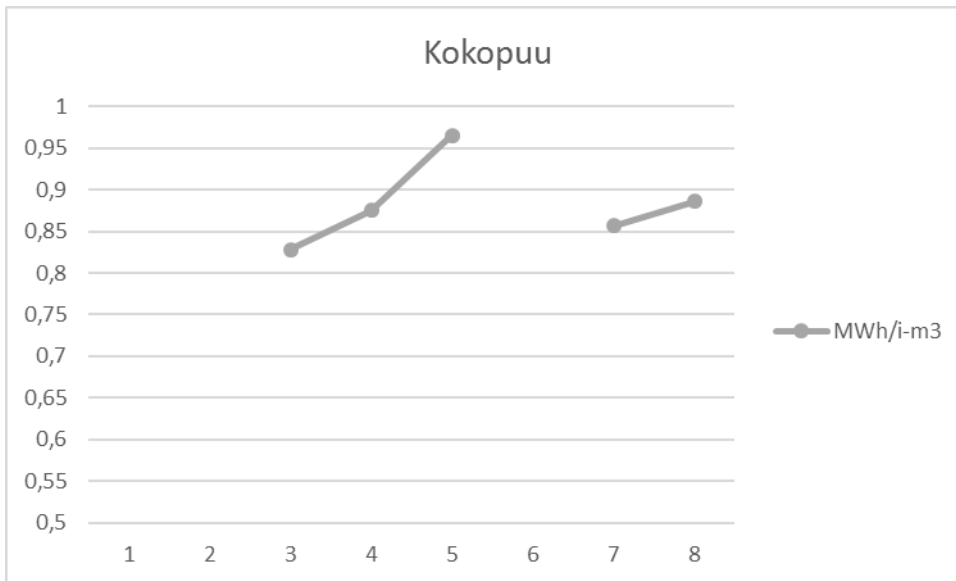
URAKOITSIJA G



URAKOITSIJA H



URAKOITSIJA I



YRITTÄJÄKOHTAINEN VERTAILU

