



Peitepaperin vaikutus latvus- massavarastojen energiasä- säilykseen

Jarkko Mattila

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Metsätalouden tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden tutkinto-ohjelma

MATTILA, JARKKO:

Peitepaperin vaikutus latvusmassavarastojen energiasisältöön

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Huhtikuu 2024

Uusiutuvia energianlähteitä käytetään yhä enemmän energiantuotannossa. Tuulivoiman ja aurinkoenergian käyttö lisääntyy, mutta tällä hetkellä meneillään olevassa murrosvaiheessa myös metsästä saatavan energiapuun käyttö kasvaa. Energiantuotannossa käytetään metsästä saatavaa pieniläpimittaista energia-puuta ja hakkuutähdettä sekä metsäteollisuuden sivuvirtoja, kuten haketta, purua ja kuorta.

Opinnäytetyössä vertaillaan latvusmassavarastojen peitepapereita. Työssä selvitettiin, kumpi on taloudellisesti kannattavampi vaihtoehto, 4 vai 6 metriä leveä peitepaperi. Lisäksi selvitettiin mahdollisia haasteita ja lisäkustannuksia joita 6 metrin peite on tuonut yrittäjille ja koneenkuljettajille suhteessa 4 metrin paperiin. Työn toimeksiantaja on Metsä Group ja on tehty yhteistyössä Kosken Megawatti Oy:n kanssa.

Tutkimusaineistona käytetyt latvusmassavarastot kierrettiin ja dokumentoitiin Metsä Groupin työmailta kesän 2023 aikana. Varastot hakettiin talven aikana ja niistä kerättiin eräkohtaiset kokoomanäytteet Eurofins Environment Testing Finland Oy:lle laboratoriotutkimuksiin. Näiden tulosten perusteella laskettiin energiasisällöt ja peitteiden kannattavuudet.

Tutkimuksessa käytettiin kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusmenetelmää. Lisäksi yrittäjien näkemyksiä kerättiin puhelinhaastatteluilla. Teoreettinen tutkimusaineisto koostuu aikaisemmista tutkimuksista, alan kirjallisuudesta sekä artikkeleista.

Tutkimuksen tulosten mukaan ei voida selkeästi osoittaa, että 6 metrin paperi toisi lisäarvoa latvusmassan varastointiin. Päinvastoin kalliimman hintansa ansiosta sillä voi olla negatiivinen vaikutus kannattavuuteen. Tätä tutkimusta voidaan käyttää apuna latvusmassan korjuun ja varastoinnin suunnittelussa sekä pohjana mahdollisille jatkotutkimuksille.

Asiasanat: latvusmassa, energiasisältö, kannattavuus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Forestry

MATTILA, JARKKO:

The effect of coverpaper on energy content of logging residue storages

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 3 pages
April 2024

Renewable energy sources are used more and more in today's energy production. The use of wind power and solar energy is growing, but during the current transition phase also energy wood use is growing. In energy production, small diameter wood, logging residue and forest industry side streams such as wood chips, sawdust and bark are used.

The objective of this thesis was to compare logging residue storage covers. It was examined whether 4- or 6-meters wide cover would be more cost effective. In addition, this thesis discussed possible challenges and extra costs of what 6-meter cover would bring to the entrepreneurs and machine operators. The client of this study was Metsä Group and it was conducted in cooperation with Kosken Megawatti Oy.

The study was conducted by checking and documenting the logging residue storages at the Metsä Group work sites in the summer of 2023. The storages were chipped during the winter and batch specific aggregate samples were collected to the Eurofins Environment Testing Finland Oy for laboratory research. Based on these results, energy content and covers cost effectiveness were calculated.

The study used a quantitative method. In addition, entrepreneurs' opinions were collected by phone interviews. Theoretical study material consisted of previous studies, literature in the field and articles.

According to the results of the study, it cannot clearly show that 6-meter-wide cover would be more effective. On the contrary because it is more expensive it can have negative outcome to the cost effectiveness. This study can be used in planning logging residue worksites and as a basis for further research.

Key words: logging residue, energy content, effectiveness

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	LATVUSMASSAN KORJUU JA VARASTOINTI	6
	2.1 Latvusmassan keruun huomiointi hakkuussa.....	6
	2.2 Palstalla kuivatus	7
	2.3 Varastointi	7
3	HAKETUS JA KULJETUS	8
	3.1 Kalusto	8
	3.2 Hakkeen laatu	9
4	TUTKIMUS	10
	4.1 Aineiston keruu	10
	4.2 Hakenäytteiden otto	12
	4.3 Haastattelut.....	13
5	TULOKSET	15
	5.1 Varastoinnin onnistuminen.....	15
	5.2 Vaikutus käytännön työhön	15
	5.3 Näytteiden laboratoriotulokset.....	17
6	TULOSTEN TARKASTELU	20
	6.1 Energiasisällön laskeminen.....	20
	6.2 Peitepaperien hinnat ja kulutus	23
	6.3 Peitepaperien kannattavuusvertailu	23
	6.4 Tutkimuksen mahdolliset virheet	28
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	33

1 JOHDANTO

Suomen lämpö- ja voimalaitoksissa käytettiin metsähaketta 10,2 miljoonaa kuutiota vuonna 2022. Hakkuutähteen eli latvusmassan osuus tästä oli 3 miljoonaa kuutiometriä. (Luonnonvarakeskus 2024). Metsä Group toimittaa ainespuuhakuiden yhteydessä syntyvää latvusmassahaketta useille voimalaitoksille ympäri Suomen. Tässä työssä tutkittiin latvusmassavarastoja, jotka kuljetettiin Keljonlahden voimalaitokselle.

Varastoinnilla on erittäin suuri merkitys energiapuun kuivuuteen ja laatuun. Tärkeimmät tekijät varastoinnissa ovat sijainti ja peittely. Peitepaperi estää lumen, jään ja sadevesien joutumisen kasaan ja näin ollen parantaa hakkeen laatua ja korjuun kannattavuutta.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Metsä Groupin latvusmassavarastojen energiasältöjä ja sitä kautta kuusi metrisen peitepaperin kustannustehokkuus neljän metrin paperiin verrattuna. Lisäksi selvitettiin, onko siirtyminen neljän metrin peitepaperista kuuden metrin paperiin lisännyt korjuukustannuksia tai tuonut kuljettajille muita haasteita korjuuseen ja haketukseen.

Työn teoriaosuudessa kerrotaan latvusmassan korjuun eri vaiheista ja metsähakkeen laatutekijöistä. Tämän jälkeen esitellään tutkimuksen aineistonkeruuprosessin ja tutkimusmenetelmät. Tuloksissa ja tulosten tarkastelussa käydään läpi yrittäjä haastatteluiden tulokset, varastopaikkojen laatu, hakenäytteiden tulokset sekä kannattavuuslaskelmat.

2 LATVUSMASSAN KORJUU JA VARASTOINTI

Latvusmassa eli toiselta nimeltään hakkuutähde syntyy ainespuuhakkuun yhteydessä puiden latvoista ja oksista. Hakkuutähteeksi lasketaan myös vialliset rungonosat, kuten mutkat, lahot ja haarakohdat.

Latvusmassaa kerätään tyypillisesti reheviltä kuusivaltaisilta aloilta, jotta kertymä on riittävän suuri, että korjuu on taloudellisesti kannattavaa. Kuusella latvusmassaa kertyy noin 20–30 % ainespuun määrästä (Energiapuuta päätehakkuulta – opas 2013). Latvusmassaa ei suositella kerättävän kuivahkoja kankaita karumilta mailta, jotta vältetään mahdollisilta ravinne puutoksilta ja tulevan puusukupolven kasvutappioilta (Metsänhoidon suositukset 2024).

Latvusmassan keruusta on hyötyä seuraavia työvaiheita ajatellen. Maanmuokausolosuhteet paranevat ja työ on helpompi toteuttaa sekä muokkausjälki on usein parempaa. Viljelytyö myös helpottuu koska palstalla liikkuminen on helpompaa. Taimet säilyvät paremmin elossa ja tämä edistää täystiheiden taimikoiden syntymistä. (Metsänhoidon suositukset 2024.)

2.1 Latvusmassan keruun huomiointi hakkuussa

Latvusmassan palstakasojen teko vaatii erilaisen tekniikan kuin perinteinen ainespuuhakkuu, mikä lisää korjuun kustannuksia. Latvusmassa täytyy hakkuussa karsia ajouran sivuun omiin kasoihinsa normaalin koneen eteen karsimisen sijasta. Tällöin latvukset ja oksat jäävät kasoihin, joissa ne kuivuvat ja neulaset varisevat ja ne on helppo kerätä kuormatraktorin kyytiin. Latvusmassan kasaminen hyödyttää huomattavasti seuraavia työvaiheita, joten siihen on kiinnitettävä huomioita. Hakkuutähde kasojen tulisi olla mahdollisimman korkeita eikä niiden päältä saa ajaa koneella. (Metsänhoidon suositukset 2024.)

2.2 Palstalla kuivatus

Kaatotuoreen latvusmassan kosteus vaihtelee välillä 50–55 %. Kun oksat ovat karsittu pyrkii niiden kosteus asettumaan tasapainotilaan ilman suhteellisen kosteuden kanssa. Palstalla latvusmassa kuivuu tehokkaammin kasojen pienemmän koon ja harvuuden takia kuin tienvarsivarastoissa. (Nurmi 1999.) Kesällä hyvissä olosuhteissa hakkuutähde kuivuu 1–3 viikossa alle 40 kosteusprosentin sekä samalla neulasten ja kloorin määrä hakkuutähteessä laskee noin puoleen (Hillebrand 2009). Kuivan hakkuutähteen kuljettaminen on myös kustannustehokkaampaa, kun ei kuljeteta ylimääräistä vettä välivarastoon.

2.3 Varastointi

Latvusmassan tienvarsivarastoinnissa on tärkeää tehdä kunnollinen varasto, jotta massa jatkaa kuivumistaan ennen haketusta. Pinon pohjalle pyritään laittamaan aluspuut, jotta maasta ei nousisi kosteutta kasaan. Kasa pyritään tekemään mahdollisimman korkeaksi, noin 5 metriä. Oikeaoppinen varastopaikka olisi aukealla paikalla kuivalla kivennäismaalla. Mielellään vielä niin, että kasanpään suunta olisi etelään. (Energiapuuta päätehakkuulta – opas 2013.) Tämä on kuitenkin monissa paikoissa mahdotonta. Tärkeintä kuitenkin on, että kasa ei tehdä vesiojien päälle ja että varastolla on riittävästi tilaa. Kasan päälle pyritään tekemään noin 0,5–1 metrin levyinen lippa ja varasto peitetään lopuksi paperipeitteellä, jotta sateet, lumi ja jää eivät menisi latvusmassan sekaan ja näin ollen vaikuttaisi negatiivisesti sen laatuun.

3 HAKETUS JA KULJETUS

3.1 Kalusto

Latvusmassaa hakettaessa yleisin tuotantotapa on tienvarsihaketus erillisellä hakkurilla. Tienvarsihaketusketjussa latvusmassa haketetaan tienvarsivarastolla, ja hake kuljetetaan yleensä suoraan käyttöpaikalle hakeautolla. Toinen vähemmän käytetty tapa on terminaali- ja käyttöpaikkahaketus, jossa latvusmassa kuljetetaan irtonaisena tai viedään terminaaliin hakettavaksi. Terminaalihaketuksen hyötynä on, että siellä voidaan varastoida suuria määriä ja varmistetaan hakkeen saanti myös kelirikkoaikana. Käyttöpaikkahaketus voi olla kannattavaa lyhyillä toimitusmatkoilla. (Puuhuolto 2024.)

Latvusmassan haketuksessa käytetään yleisimmin rumpuhakkureita, sillä ne tuottavat tasalaatuista haketta raaka-aineen tasalaatuisuudesta riippumatta. Rumpuhakkureissa voidaan käyttää erikokoisia seuloja, joiden avulla säädellään hakkeen kokoa. Rumpuhakkurin heikkoutena ovat pitkät tikkumaiset hakepalat, joista voi aiheutua ongelmia lämpölaitoksella hakkeen kuljettimilla. Tiheän seulan käyttö parantaa hakkeen laadun tasaisuutta. (Lepistö 2010, 29.)

Hakeajoneuvoyhdistelmiä on kolme eri tyyppiä. Selvästi suosituin näistä on täysperävaunuyhdistelmä, auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä. Muut tyypit eli siirtokontti/vaihtolava sekä puoliperävaunuyhdistelmät ovat vähemmän käytössä. Hakeajoneuvoyhdistelmän yleisin purkutapa on peräpurku ketjupurkuna. Siinä kuormatila avataan perästä ja lattiassa olevien ketjujen avulla hake puretaan autosta. Hakeyhdistelmien muita purkumenetelmiä ovat sivukippaus, takakippaus ja niin sanottu ”kävelevä lattia”. (Föhr, Karttunen, Laitinen, Mynttinen & Ranta 2016.)

Jos latvusmassa on tarkoitus kuljettaa käsittelemättömänä esimerkiksi terminaaliin, pyritään käyttämään energiapuuajoneuvoja, joissa on kehysmitoiltaan mahdollisimman suuri kuormatila, sillä latvusmassan alhainen tiheys ei useinkaan mahdollista täyttää kuormaa hyötykuorman osalta.

3.2 Hakkeen laatu

Kosteudella on suurin vaikutus metsähakkeen laatuun ja toimittamisen kannattavuuteen. Hakkeen käyttäjä ostaa usein energiasisältöä eli megawattitunteja. Joten mitä kosteampaa raaka-aine on, sitä alhaisempi on energiasisältö ja sitä vähemmän tuloja toimituksesta saadaan.

Hakkeen laatu polttoaine tarkoituksessa määräytyy sen lämpöarvon mukaan. Tärkeimmät hakkeen ominaisuudet, jotka vaikuttavat lämpöarvoon, ovat kosteuspitoisuus, puuaineen kemiallinen koostumus ja tiheys, neulasosuus ja tuhkapitoisuus. Hakkeen kosteuspitoisuuteen vaikuttaa huomattavasti käytetty raaka-aine. Rankapuusta valmistetun hakkeen kosteuspitoisuus tuoreena on noin 50 %, mutta ilmakehän ylivuotisen rankahakkeen kosteuspitoisuus voi olla laskenut jopa 25–30 prosenttiin. Hakkuutähteistä valmistetun hakkeen kosteuspitoisuus voi olla jopa 60 % mutta kun sen annetaan kuivua palstalla kuivissa olosuhteissa voi sen kosteus laskea myös 25–30 prosenttiin. (Putula, Hilli 2017.)

Eri laitoksilla voi olla toisistaan poikkeavia polttoaineen koostumus, palakokoja-kauma-, kosteus- ja epäpuhtaus vaatimuksia. Hakkeen tyypillinen tavoiteltu palakoko on 30–40 mm. Hakkeen laatuun vaikuttaa suuresti myös lähtömateriaali. Rankapuusta tehty hake on usein hyvin tasalaatuista, kun taas hakkuutähteestä tehdyssä hakkeessa palakoko vaihtelee enemmän ja sisältää myös hienojakoisempaa neulasmassaa. Hakkuutähteistä valmistetussa hakkeessa sekaan voi jäädä myös pitkiä tikkuja, jotka voivat aiheuttaa ongelmia voimalaitosten kuljettimissa. (Kuitto 2005, 302.)

Metsähakkeen laatuun vaikuttavat myös kemialliset ominaisuudet, kuten esimerkiksi klooripitoisuus. Kloori aiheuttaa lämpölaitosten tulistimissa likaantumista ja korroosiota. Klooria sisältävät eniten latvusmassan vihreät neulaset. Juuri tämän vuoksi suositellaan, että hakkuutähteet kuivataan ensin palstalla, jolloin neulaset varisevat uudistusosalalle. (Metsänhoidon suositukset 2024.)

4 TUTKIMUS

4.1 Aineiston keruu

Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 60 varastopaikkaa ja niistä kaikista täytettiin Forms-lomake (liite 1). Varastopaikoista ja niiden ympäristöstä otettiin myös valokuvat. Lomakkeen tietojen pohjalta (liite 2) valittiin vertailukelpoiset varastoerät. Lopulta 33 varastopaikkaa päätyi mukaan varsinaiseen haketutkimukseen. Varastot olivat kooltaan 75–400 kuutiota.

Vertailukelpoiset varastot valittiin ja dokumentoitiin kesällä 2023. Jokaisesta varastosta täytettiin lomake varastopaikan ominaisuuksista ja niiden perusteella ne jaoteltiin vertailukelpoisiin eriin. Varastot pyrittiin valitsemaan mahdollisimman läheltä toisiaan, jotta vältetään erilaista sääolosuhteilta ja maantieteellisiä eroja olisi mahdollisimman vähän. Kuuden metrin peitteellä olevat varastot löytyivät pääasiassa Jämsän ja Kuhmoisen alueelta ja neljän metrin varastot Toivakan, Joutsan ja Petäjäveden alueelta. Kohteet oli hakattu syksyn 2022 ja talven 2023 aikana.

Varastot jaettiin kolmeen eri haketuserään pääasiassa varastopaikan ominaisuuksien ja hakkuuajankohdan mukaan. Ensimmäiseen erään laitettiin kaikista avonaisimmilla paikoilla olevat ja parhaiten kuivuneet varastot. Toiseen erään varastot, joilla oli toisella puolen varjostusta ja neulasmassa ei ollut vielä täysin varissut. Kolmanteen erään laitettiin kaikkein varjoisimmat ja vihreimmät varastot. Jokaisessa erässä oli 5–8 varastopaikkaa peitettä kohden, joiden yhteenlaskettu kuutiomäärä oli noin 1000 kuutiota per peite. Eli tutkimus sisälsi yhteensä noin 6000 kuutioita latvusmassaa.

TAULUKKO 1. Erien ominaisuudet ja haketusten ajankohdat.

	Varastopaikka	Haketuksen ajankohta
Erä 1	Avonaisimmat ja kuivuneimmat	Joulukuu 11-16.12.2023
Erä 2	Toisella puolen varjostusta ja neulasmassa osittain kiinni.	Tammikuu 8-13.1.2024
Erä 3	Kaikista varjoisimmat ja vihreimmät	Helmikuu 19-24.2.2024

Varastojen haketus tapahtui eräkohtaisesti saman viikon aikana, jotta välttyttiin sääolojen aiheuttamilta muutoksilta. Ensimmäinen erä haketettiin joulukuussa, toinen erä tammikuussa ja kolmas erä helmikuussa.



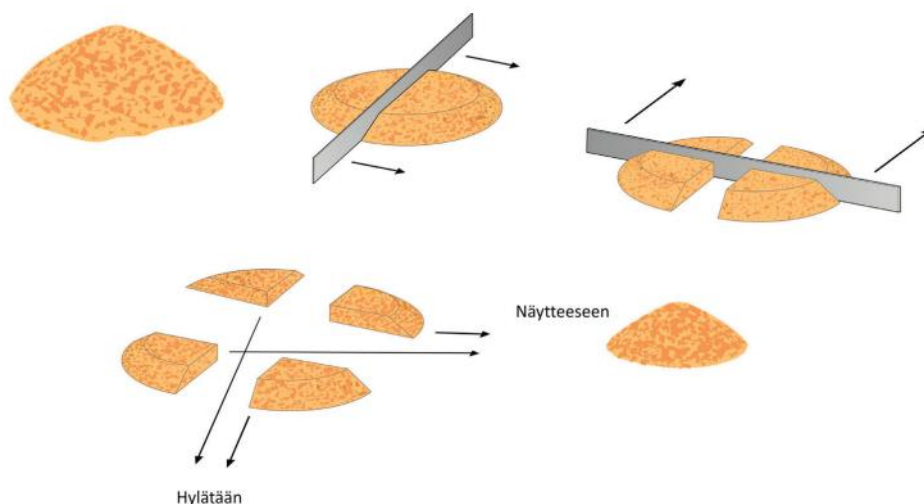
KUVA 1. Latvusmassavarasto 4 metriä leveällä peitteellä (Kuva: Jarkko Mattila).

4.2 Hakenäytteiden otto

Jokaisesta tutkimuksessa olleista varastoista otettiin kuormakohtainen näyte ja saman haketuserän ja peitteen näytteistä muodostettiin kokoomanäyte. Haketuseriä oli siis kolme kappaletta, joten molemmista peitteistä tuli kolme kokoomanäytettä. Eli siis yksi näytepari kuukaudessa alkaen joulukuusta. Näytteet otettiin Keljonlahden voimalaitoksella, johon kaikki tutkimushakkeet toimitettiin.

Jokaisesta kuormasta kuljettajat ottivat kymmenen litran näytteen, joista viisi litraa otettiin vetoautosta ja viisi litraa perävaunusta. Sen jälkeen kuljettajat sekoittivat ne keskenään muovipussiin ja laittoivat keruuastiaan (kuva 3). Kun haketusviikko oli ohi ja kaikki erän varastot oli haketettu, muodostettiin näytteistä yksi kokoomanäyte per peite ja toimitettiin se laboratorioon tutkittavaksi. Näytteiden otossa noudatettiin neliöintimenetelmää (kuva 2) niin kuormakohtaisissa näytteissä kuin myös kokoomanäytettä tehdessä, jotta näyte varmasti edustaisi keskimääräistä hakkeen laatua.

Kokoomanäytteet sekoitettiin siis kaikista saman peitteen kuormanäytteistä, joita kyseisestä erästä tuli. Eli keskimäärin 13 kuormanäytteestä tuli yksi kokoomanäyte. Kuormanäytteet sekoitettiin keskenään näytteenottopöydälle ja niille tehtiin ohjeen mukainen neliöinti. Kokoomanäytteet olivat noin 10–15 litran kokoisia ja ne toimitettiin haketusviikon jälkeisenä maanantaina Eurofins Oy:n laboratorioon.



KUVA 2. Neliöntimenetelmä. (Puupolttoaineiden laatuohje 2020).



KUVA 3. Peitekohtaiset keruustiat Keljonlahden voimalaitoksella (Kuva: Jarkko Mattila).

4.3 Haastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin puhelimitse kolmea Metsä Groupin yrittäjää, jotka olivat siirtyneet 4 metrin peitteestä 6 metrin peitteeseen. Heiltä kysyttiin, onko siirtyminen 6 metrin peitteeseen tuonut lisäkustannuksia tai onko se tuonut mu-

kanaan lisähaasteita käytännön toteutukseen. Lisäksi tutkimuksessa haastateltiin yhtä Kosken Megawatti Oy:n hakkurinkuljettajaa, joka haketti tutkimuksessa olleita varastoja ja selvitettiin mitä eroja peitteillä on haketusvaiheessa.

5 TULOKSET

5.1 Varastoinnin onnistuminen

Varastopaikkoja kiertäessä arvioitiin myös varastopaikkojen peitteen levittymisen onnistuminen, lipan teko sekä oliko varastoihin laitettu aluspuita. Suurimmassa osassa varastoja ei ollut aluspuita, joita olisi pystynyt silmällä havaitsemaan. Niiden tekeminen latvusmassasta onkin haastavaa, ellei alueelta löydy runkopuita mitä voi aluspuina käyttää. Aineistoa varten kierrettiin yhteensä 60 varastoa ja niistä kymmenessä peitteen levityksessä oli huomautettavaa. Niistä kahdessa peitteen levitys oli kokonaan epäonnistunut. Yhdestä peite puuttui kokonaan. Yleisin syy huonolle jäljelle oli peitteen repeäminen tai sen taittuminen päällekkäin.

Huonosti peitetystä varastoista seitsemän oli neljän metrin peitteellä ja kolme kuuden metrin, joten tästä ei voida tehdä johtopäätöstä että 6 metrin peite olisi haastavampi levittää. Selkeää lippaa ei ollut tehty mihinkään varastoon ja sen tekeminen onkin käytännössä mahdotonta tehdä latvusmassasta.

5.2 Vaikutus käytännön työhön

Tutkimuksessa haastateltiin kolmea yrittäjää Äijien hankintaryhmän alueelta, jotka siirtyivät kuuden metrin peitteeseen ja kysyttiin, onko siitä seurannut heille lisäkustannuksia tai onko leveämpi peitepaperi lisännyt käytännön haasteita suhteessa neljän metrin peitteeseen.

Lisäkustannukset vaihtelivat yrittäjien kesken. Yksi oli ostanut yhden uuden telineen, jolla oli hintaa noin 1500 euroa ja muihin telineisiin hitsannut itse jatkopalat. Toinen oli itse hitsannut jatkopalat vanhoihin telineisiin eikä pitänyt tätä kustannuksena. Kolmannella yrittäjällä oli valmiiksi säädettävä teline, jolla pystyi levittämään molempia peitteitä. Lisäkustannukseksi voidaan yhden yrittäjän kohdalla laskea myös isompi peräkärri sillä normaali kokoisella ei pysty kuuden metrin

rullia kuljettamaan. Pääasiassa kaikki kuljettavat kuitenkin rullat lavetilla ajokoneen kuormatilassa, oli kyseessä sitten neljän tai kuuden metrin paperi. Perän ylitystä tulee hiukan enemmän mutta eivät nähneet siinä ongelmaa.

Yrittäjät eivät kokeneet, että kuuden metrin peite olisi haastavampi tai hitaampi levittää kuin neljän metrin peite. Rullia tarvitsee vaihtaa hiukan useammin koska metrejä on vähemmän kuuden metrin rullassa mutta se ei vie aikaa kuin 5–10 minuuttia. Jos käytössä on pienemmän mallin ajokone voi levittäminen käydä hankalammaksi kuuden metrin peitteellä sillä nosturista voi loppua voima. Hakkuutähteitä kuitenkin pääsääntöisesti ajetaan isommilla koneilla. Peitteen repeämisen suhteen yrittäjät eivät olleet huomanneet mitään eroa.

Muina huomioina yrittäjät kertoivat, että kuuden metrin paperi pysyy paremmin kasan päällä, kun liepeet taittuvat kasan reunojen myötäisesti eikä tuuli pääse sitä riepomaan yhtä herkästi. Kuusi metrisellä kasat myös tuntuvat pääsääntöisesti peittyvän paremmin riippuen toki myös kasan muodoista ja leveydestä.

Lisäksi tutkimuksessa haastateltiin Kosken Megawatin hakkurin kuljettajaa ja kysyttiin, onko peitteiden välillä havaittavissa eroja haketusvaiheessa. Hänen mukaansa 6 metrin peitteellä olevat varastot ovat vähemmän jäässä, ja tämän vuoksi myös kuorman teko nopeutuu. Kovimmilla pakkasilla kasan päällyspinta voi olla yli metrin jäässä ja se hidastaa haketusprosessia. Parhaimmillaan eron 6 ja 4 metrin peitteillä huomaa avonaisilla paikoilla, jolloin selkeästi 6 metrin peitteen alla on vähemmän jäätä. Tämä voi nopeuttaa kuorman tekoa jopa 10–15 minuutilla. Toinen ero 6 metrin paperin hyväksi on se, että lumen pudotus kasan päältä on helpompaa koska peitekerrosta nostamalla lumi liukuu paremmin pois kasan päältä. Lunta pääsee kasan sekaan väkisinkin jonkin verran mutta 6 metrin peitteellä määrä on vähäisempi.

5.3 Näytteiden laboratoriotulokset

Eurofins Environment Testing Finland Oy mittasi tutkimuksen kokoomanäytteet ja seuraavissa taulukoissa ovat niiden tulokset eräkohtaisesti sekä erien keskiarvo tulokset.

Ensimmäinen erä koostui kaikkein avonaisimmilla paikoilla olleista varastoista, joista suurin osa neulasista oli varissut. Tuloksista (taulukko 2) nähdään että 4 metrin peitteen kosteus on miltei kaksi prosenttia alhaisempi mutta taas tehollinen lämpöarvo on 6 metrin peitteellä hiukan suurempi. Tuhkan määrä on suurempi 6 metrin peitteellä ja se selittyy luultavasti suuremmalla neulasmassan määrällä.

TAULUKKO 2. Ensimmäisen erän laboratoriotulokset.

Tulokset – Erä 1	6 metrin peite	4 metrin peite
Kokonaiskosteus	40,3 %	38,6 %
Tuhka	4,3 %	2,4 %
Kalorimetrinen lämpöarvo	20,80 MJ/kg	20,70 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo	19,52 MJ/kg	19,37 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo (saapumistila)	10,67 MJ/kg	10,95 MJ/kg

Toinen erä koostui varastopaikoista joissa toisella puolen oli varjostavaa metsää ja neulasmassaa oli vielä osittain oksissa kiinni. Tuloksissa (taulukko 3) kosteusprosentit menevät toisinpäin kuin ensimmäisessä erässä. Nyt 6 metrin peitteen kosteus on 1,5 prosenttia alhaisempi. Tehollinen lämpöarvo taas kääntyy 4 metrin peitteen hyväksi 0,20 megajoulen verran. Toinen erä koostui varastopaikoista joissa toisella puolen oli varjostavaa metsää ja neulasmassaa oli vielä osittain oksissa kiinni.

TAULUKKO 3. Toisen erän laboratoriotulokset.

Tulokset – Erä 2	6 metrin peite	4 metrin peite
Kokonaiskosteus	40,6 %	42,1 %
Tuhka	3,3 %	2,3 %
Kalorimetrinen lämpöarvo	20,85 MJ/kg	21,08 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo	19,55 MJ/kg	19,75 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo (saapumistila)	10,62 MJ/kg	10,41 MJ/kg

Kolmannen erän varastopaikat olivat kaikkein varjoisimmilla paikoilla sekä niissä oli vielä vihreää neulasmassaa. Tuloksissa (taulukko 4) 4 metrin peitteellä on jälleen alhaisempi kosteusprosentti ja myös tehollinen lämpöarvo on isompi.

TAULUKKO 4. Kolmannen erän laboratoriotulokset.

Tulokset – Erä 3	6 metrin peite	4 metrin peite
Kokonaiskosteus	45,8 %	44,5 %
Tuhka	3,4 %	2,6 %
Kalorimetrinen lämpöarvo	20,80 MJ/kg	21,04 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo	19,50 MJ/kg	19,71 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo (saapumistila)	9,45 MJ/kg	9,85 MJ/kg

Keskiarvo tuloksista (taulukko 5) huomataan, että sekä kosteus että lämpöarvo tulokset ovat hiukan paremmat 4 metrin peitteellä. Tehollinen lämpöarvo on 6 metrin peitteellä vain 0,09 megajoulea pienempi kuin 4 metrin peitteellä. Tuhkaprosentti oli kaikissa näytteissä 6 metrin peitteellä suurempi.

TAULUKKO 5. Keskiarvot erien tuloksista.

Tulokset - Keskiarvot	6 metrin peite	4 metrin peite
Kokonaiskosteus	42,2 %	41,7 %
Tuhka	3,7 %	2,4 %
Kalorimetrinen lämpöarvo	20,82 MJ/kg	20,94 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo	19,52 MJ/kg	19,61 MJ/kg
Tehollinen lämpöarvo (saapumistila)	10,25 MJ/kg	10,40 MJ/kg

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Energiasisällön laskeminen

Energiasisältö on laskettu seuraavilla kaavoilla:

Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa:

$$Q_{net,ar} = Q_{net,d} \times (100 - Mar / 100) - 0,02443 \times Mar$$

missä

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

Mar on saapumistilaisen hakkeen kosteusprosentti

0,02443 on veden höyrystymiseen kulunut energia (MJ/kg)

Toimitettu energiamäärä:

Toimitettu energiamäärä W (MWh:na) lasketaan seuraavan kaavan

$$\text{mukaisesti. } W = \frac{Q}{3,6} \times m$$

missä $\frac{Q}{3,6}$ on saapumistilaisen tehollisen lämpöarvon (MJ/kg)

muunto yksiköihin MWh/t ja

m on toimitetun polttoaineen massa/paino (tonnia)

Laskennassa käytetyt kaavat ja laskentamenetelmät ovat peräisin puupolttoaineiden laatuohjeesta (2020, 23, 24).

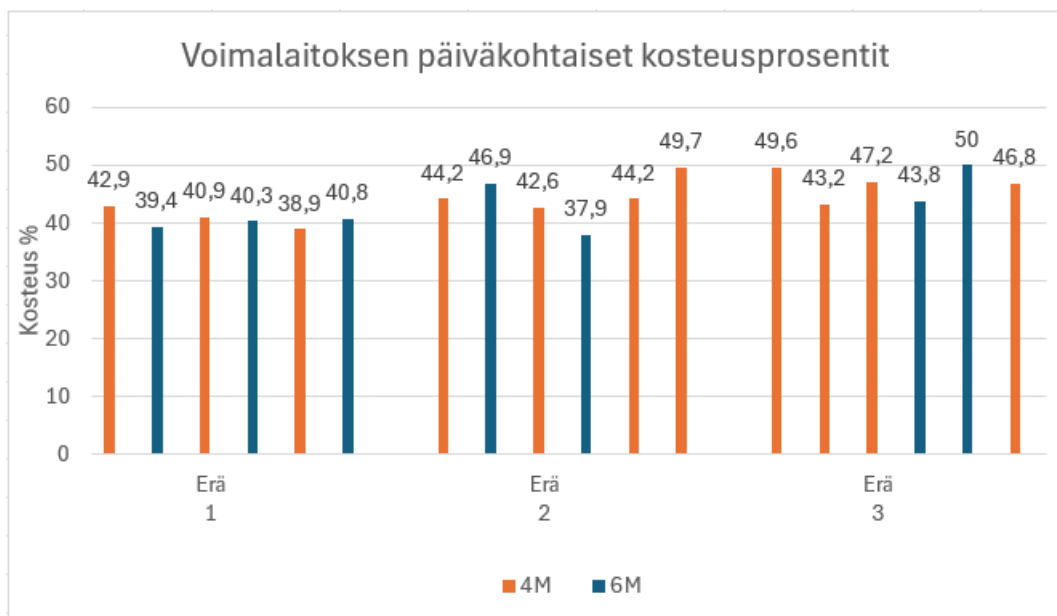
Energiasisällöt laskettiin laboratorion mittaamilla lämpöarvoilla. Kosteuden osalta käytettiin sekä laboratorion tuloksia kokoomanäytteistä että myös Keljonlahden voimalaitoksen päiväkohtaisia kosteusarvoja. Päiväkohtaiset kosteusprosentit muodostuvat voimalaitoksen omista näytteistä ja ovat kyseisen päivän Metsä Groupin toimitusten keskiarvo kosteuksia. Näinä päivinä ei toimitettu muita kuin tutkimuksessa mukana olevia kuormia. Taulukosta 6 nähdään laboratorion mitaamat kosteusprosentit kokoomanäytteistä sekä Keljonlahden voimalaitoksen

päiväkohtaisista kosteusprosentteista lasketut keskiarvot peitekohtaisesti. Voimalaitoksen keskiarvot on pystytty laskemaan peitteille erikseen koska 6 ja 4 metrin peitteillä olevia varastoja haketettiin eri päivinä. Kosteustulokset vaihtelevat selkeästi voimalaitoksen ja laboratorion välillä. Voimalaitoksen mitaamat kosteudet ovat keskimäärin korkeammat molemmilla peitteillä. Lisäksi voimalaitoksen kosteustulokset ovat paremmat 6 metrin peitteen kannalta, kun taas laboratorion kosteustulokset 4 metrin peitteen kannalta.

TAULUKKO 6. Kokoomanäytteiden ja voimalaitoksen kosteusprosentit.

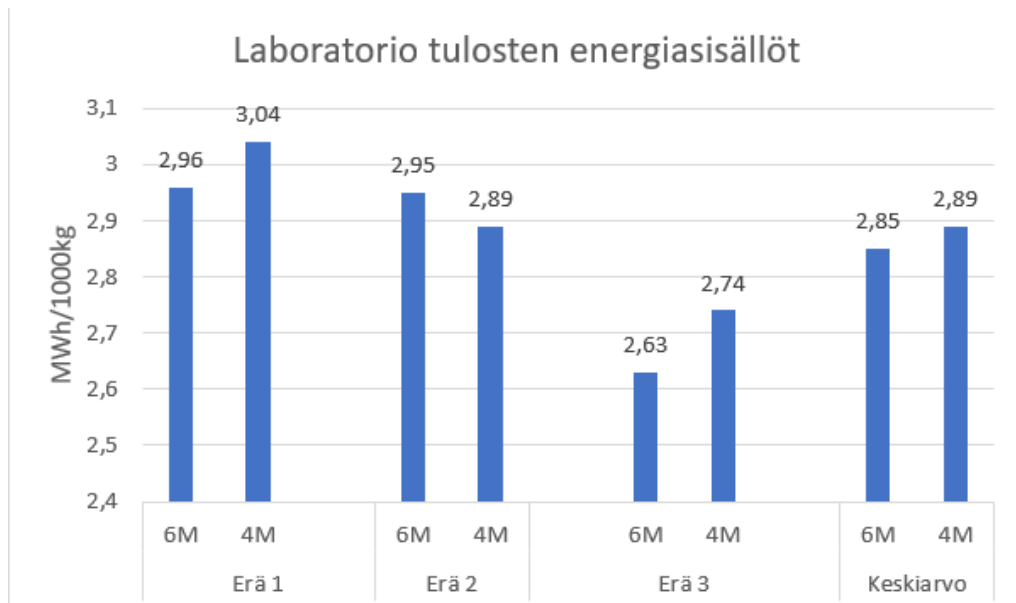
	Laboratorion kosteudet %		Voimalaitoksen kosteudet %	
	6M	4M	6M	4M
Erä 1	40,3	38,6	40,13	40,79
Erä 2	40,6	42,1	42,4	44,39
Erä 3	45,8	44,5	46,90	46,69
Keskiarvo	42,23	41,73	43,14	43,96

Kuvion 1 tarkoituksena on havainnollistaa voimalaitoksen päiväkohtaisten kosteusprosenttien vaihtelua tutkimuksen aikana. Päiväkohtaiset kosteusprosentit koostuvat voimalaitoksen omista mittauksista. Ne ovat Metsä Groupin toimittamista kuormista laskettuja keskiarvoja.



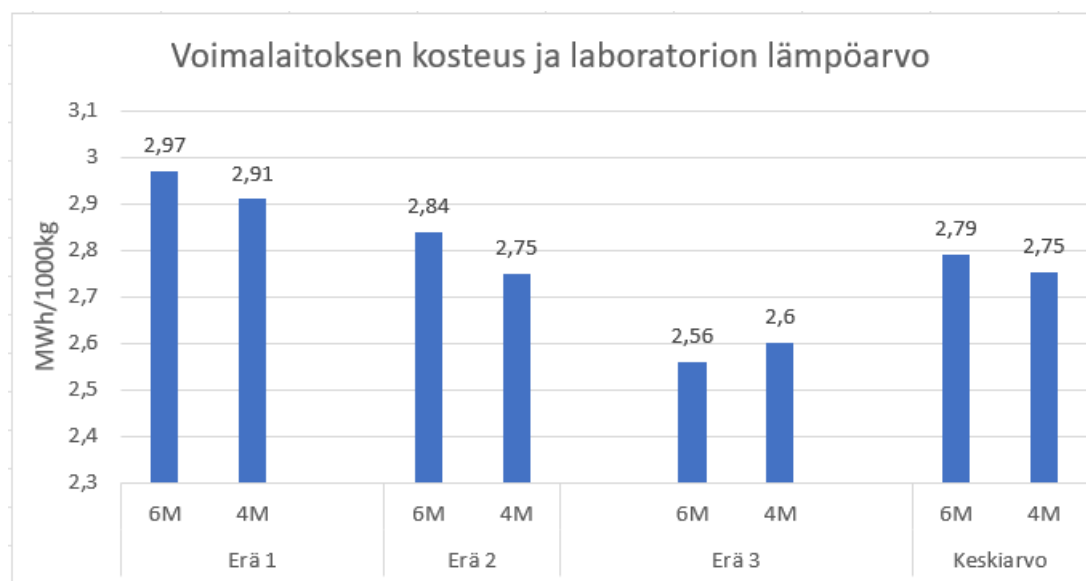
KUVIO 1. Päiväkohtaiset kosteusprosentit.

Laboratorion tuloksilla laskettu energiasisältö on ainoastaan toisessa erässä 6 metrin paperilla parempi (kuvio 2). Keskiarvallisesti tulokset ovat kuitenkin lähellä toisiaan.



KUVIO 2. Laboratorio tuloksilla lasketut energiasisällöt.

Voimalaitoksen kosteudella laskettaessa 6 metrin peitteen tulos on huomattavasti parempi kuin laboratorion kosteudella (kuvio 3). Ainoastaan kolmannen erän tulos on parempi 4 metrin peitteellä.



KUVIO 3. Voimalaitoksen kosteudella ja laboratorion lämpöarvolla laskettu energiasisältö.

6.2 Peitepaperien hinnat ja kulutus

Rullien hinnat ovat tässä tutkimuksen julkisessa versiossa salattuja. Laskelmissa olevat hinnat ovat kuuden metrin peitteellä: x euroa ja neljän metrin peitteellä x euroa. Paperia rullissa on 6 metrin peitteellä 275 metriä ja 4 metrin peitteessä 330 metriä. Näin ollen peitteiden metri hinnaksi tulee 6 metrillä: x euroa ja 4 metrillä: x euroa.

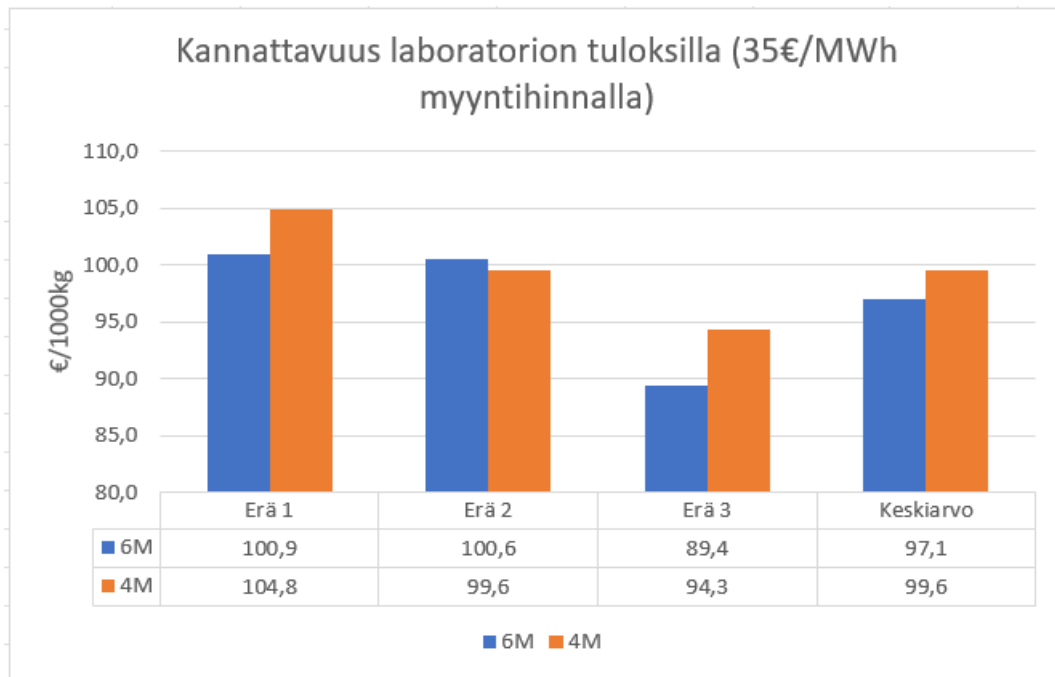
Peitepaperin kulutus on arvioitu yrittäjän näkemykseen perustuen. Paperin metrimääräinen kulutus vaihtelee varastojen korkeuden ja muotojen mukaan, joten tarkka kulutus on mahdoton arvioida. Yrittäjän mukaan 6 metrin peitteellä, joka on 275 metriä pitkä. Peittää 1100 kuutiota. Eli kun 30 tonnin kuormassa on noin 75 kuutiota latvusmassaa niin kuormaa kohden paperin kulutus on 18,75 metriä. Näin ollen arvioitu paperin kulutus tonnia kohden on 0,625 metriä ja arvo tuhatta kiloa kohden on siis: 6 metrillä x euroa ja 4 metrillä x euroa.

6.3 Peitepaperien kannattavuusvertailu

Kannattavuus on laskettu seuraavalla tavalla: Energiasisältö eli MWh/1000 kg kerrotaan myyntihinnalla ja siitä vähennetään paperin arvo. Laskelmat on tehty kolmella eri myyntihinnalla, jotka ovat: 35 €/MWh, 30 €/MWh ja 25 €/MWh. Tulokset on laskettu tuhatta hakekiloa kohden.

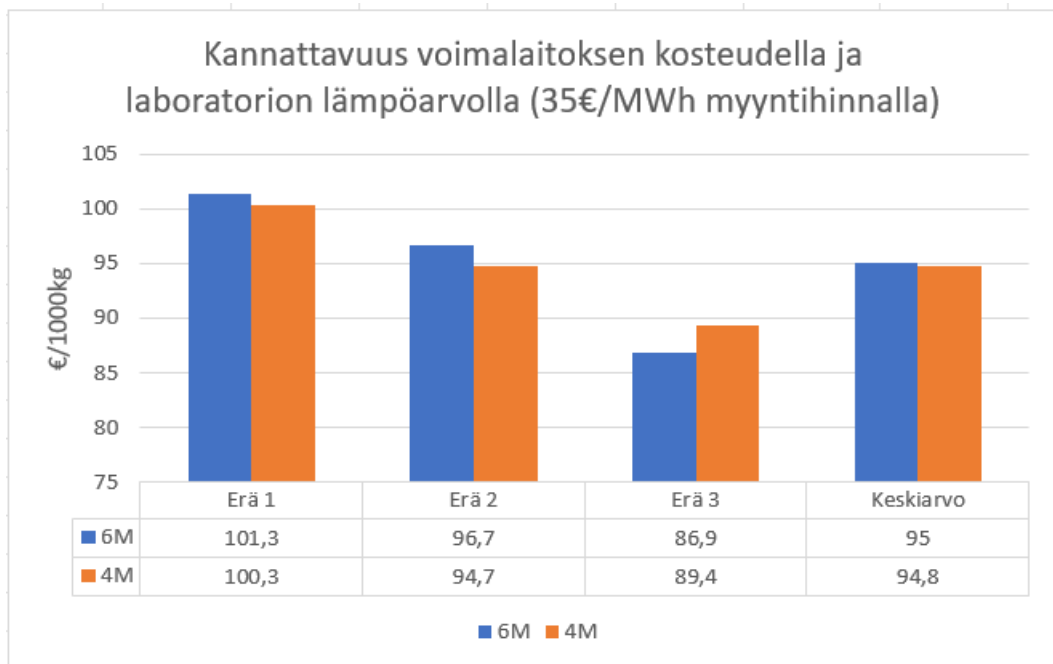
Tulokset on selkeyden vuoksi esitetty kaaviokuvilla.

Kuviosta 4 nähdään että laboratorion tuloksilla ja 35 euron myyntihinnalla ainoastaan toisen erän kohdalla 6 metrinen peite on kannattavampi vaihtoehto.



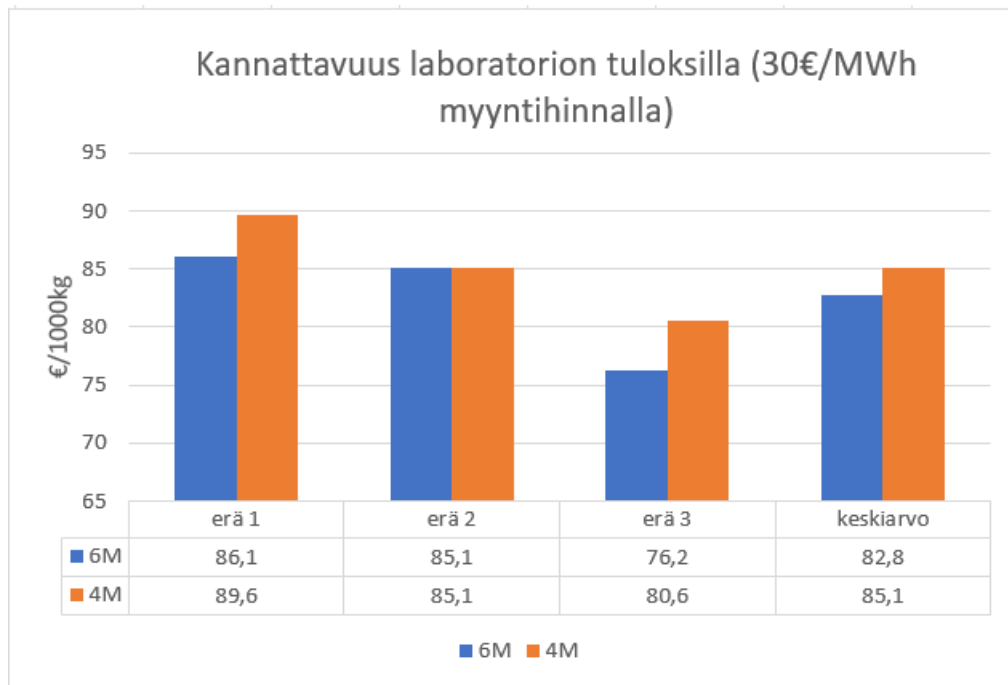
KUVIO 4. Laboratorion tulokset 35 euron myyntihinnalla.

Kuviosta 5 huomataan että voimalaitoksen kosteudella lasketut tulokset ovat huomattavasti paremmat 6 metrin peitteen kannalta. Ainoastaan kolmannen erän tulokset ovat huonommat kuin 4 metrin peitteellä. Keskiarvillisesti tulokset ovat kuitenkin tasaväkisiä.



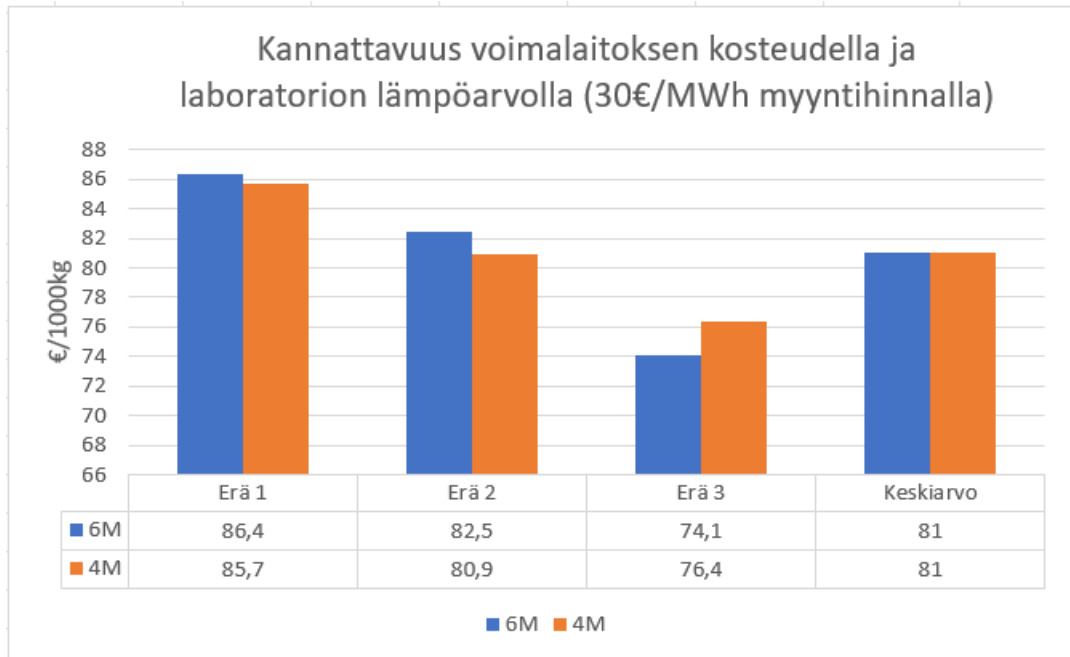
KUVIO 5. Tulokset voimalaitoksen kosteusarvoilla, 35 euron myyntihinnalla.

Kuviosta 6 nähdään että myyntihinnan laskiessa 30 euroon peitteiden väliset erot pienenevät mutta edelleen laboratorio tuloksilla 4 metrinen peite on kannattavampi.



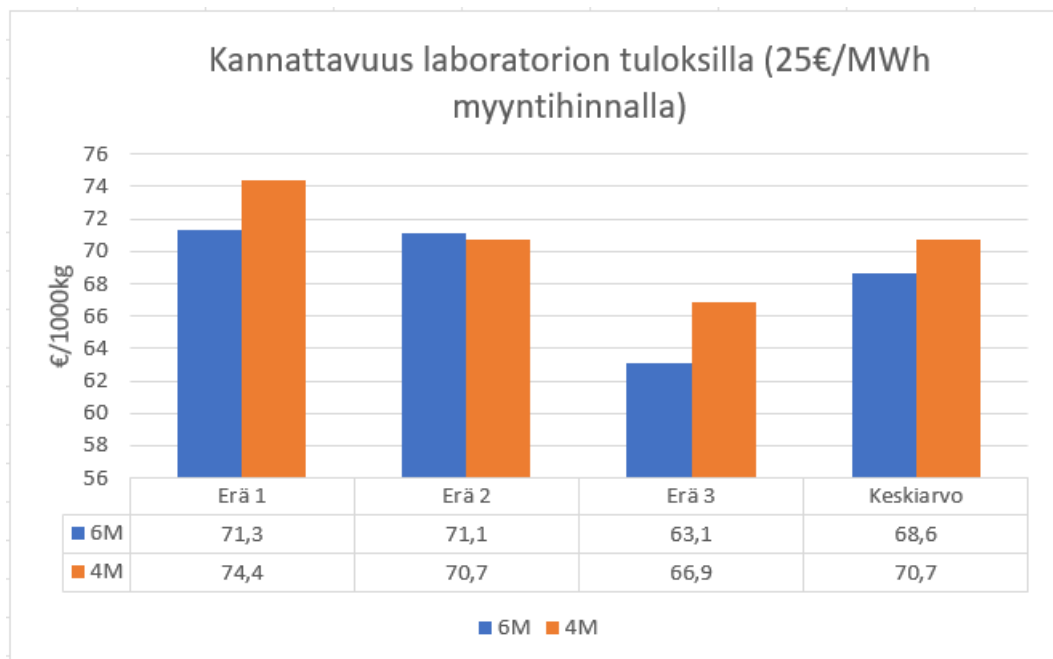
KUVIO 6. Laboratorion tulokset 30 euron myyntihinnalla

Kuviosta 7 nähdään että 30 euron myyntihinta pienentää eroja myös voimalaitoksen kosteusarvoilla.



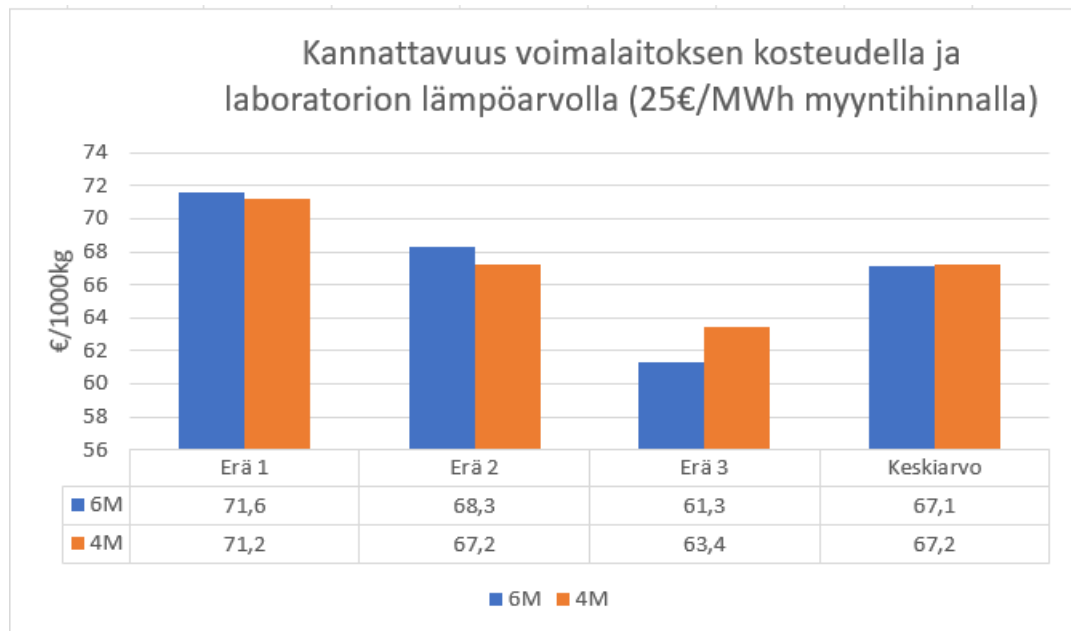
KUVIO 7. Tulokset voimalaitoksen kosteusarvoilla, 30 euron myyntihinnalla.

Myöskään 25 euron myyntihinta ei vaikuta lopputulokseen laboratorion tuloksilla. Kuviosta 8 nähdään että ainoastaan toinen erä on hiukan kannattavampi 6 metrin peitteen osalta.



KUVIO 8. Laboratorion tulokset 25 euron myyntihinnalla.

Kuviosta 9 nähdään että 25 euron myyntihinta pienentää entisestään erien välisiä tuloksia ja keskiarvallisesti muuttaa 4 metrin peitteen juuri ja juuri kannattavammaksi vaihtoehdoksi.



KUVIO 9. Tulokset voimalaitoksen kosteusarvoilla, 25 euron myyntihinnalla.

Kuvioista nähdään, että myyntihinnan aleneminen ei juurikaan vaikuta peitteiden kannattavuuseroihin. Erot pienentyvät samassa suhteessa hinnan kanssa. 5 euron hinnan lasku myyntihinnassa kaventaa peitteiden eroa vain muutaman kymmenensentin verran.

Kun tulokset muutetaan kuormiksi eli tässä tapauksessa 30 tuhanneksi kiloksi ja lasketaan 35 euron myyntihinnalla ovat peitteiden erot laboratorio tuloksilla keskimäärin 75 euroa neljän metrin peitteen hyväksi. Voimalaitoksen kosteudella ero on 6 euroa kuuden metrin peitteen hyväksi. Mitä alhaisemmaksi myyntihinta menee sitä pienemmäksi erot käyvät.

6.4 Tutkimuksen mahdolliset virheet

Tämä tutkimus on virhealtis useammasta eri syystä. Yksi syy on varastopaikkojen vertailukelpoisuus. Vaikka varastot yritettiin laittaa mahdollisimman vertailukelpoisiin eriin, on jokainen varastopaikka kuitenkin hiukan erilainen ja erilaisilla paikoilla. Hakkuuajankohdissa sekä palstakuivatus ajoissa on myös pieniä eroavaisuuksia. Tämän lisäksi kohteiden puulajisuhteisiin ei kiinnitetty suurta huomiota, eli kuinka suuri osuus latvusmassasta tuli kuusesta tai männystä. Näiden kuivumisessa tai lämpöarvossa ei kuitenkaan ole suurta eroa, joten ero on tuskin merkittävä.

Suurin virheen mahdollisuus tutkimuksessa on kuitenkin kuormakohtaiset hakenäytteet. Niiden välillä oli melko isojakin eroja, mitä alla olevilla kuvilla 4 ja 5 selvennetään. Pääasiassa näytteet olivat koostumukseltaan samankaltaisia, mutta joukkoon mahtui myös eri ääripäitä. Jossakin näytteessä saattoi olla melkein ainoastaan hienojakoista kosteaa neulasmassaa, kun taas toinen näyte saattoi sisältää pelkästään suurikokoista puulastua. Luultavasti näiden näytteiden ero lämpöarvon ja kosteuden osalta on merkittävä. Huonoja ja hyviä näytteitä oli tosin molempien peitteiden joukossa, joten on mahdollista, että niitä päätyi kokoomanäytteiden sekaan melko tasaväkisesti.



KUVA 4. Hakenäyte, jossa suuri määrä hienojakoista neulas-/kuorimassaa (Kuva: Jarkko Mattila).



KUVA 5. Hakenäyte, jossa pääasiassa vain puulastua (Kuva: Jarkko Mattila).

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tutkimuksen tulosten perusteella ei voida sanoa, että 6-metrinen peitepaperi olisi taloudellisesti kannattavampi kuin 4-metrinen. Voimalaitoksen päiväkohtaisilla kosteusarvoilla 6 metrin peite oli keskimäärin hiukan kannattavampi kuin 4 metrin peite, mutta taas kokoomanäytteiden kosteuksilla 6 metrin tulos oli selkeästi heikompi. Laboratorio tuloksissa keskimääräisen energiasisällön pitäisi nousta 2,93 megawattituntiin, jotta 6-metrinen olisi yhtä kannattava. Ensimmäisen erän tulokset ovat oletettavasti kaikkein luotettavimmat sillä, niiden varastointiolosuhteet olivat kaikkein parhaimmat ja samankaltaisimmat. Tulokset kuitenkin menivät rishtiin kosteuksien kanssa, joten kumpaa kosteusarvoa pitää luotettavampana ratkaisee tuloksen. Kokoomanäytteet toimitettiin laboratorioon haketusviikon päätyttyä, kun taas voimalaitos mittasi omat näytteensä päivittäin. Tämä voi selittää voimalaitoksen keskimääräisesti suuremmat kosteusprosentit.

Käytännön työhön peitteiden koolla ei ole suurta merkitystä. Lisäkustannuksia tulee lähinnä levitystelineestä, jos sitä tarvitsee jatkaa. Kuljettamisen kannalta voidaan katsoa että 4 metrin peite on parempi ja helpompi. Suurin hyöty 6 metrin peitteestä on haketusvaiheelle, koska jäätä ei kerry kasaan niin paljoa ja työ nopeutuu.

Jotta voitaisiin olla varmoja peitepaperien vaikutuksesta energiasisältöön, pitäisi olla täysin sama työmaa, palstan kuivausaika sekä varastopaikka/terminaali, ja peittää se osittain sekä 4 metrin että 6 metrin paperilla, ja niiden näytteistä tehdä samanlainen vertailu. Tämä tulos kuitenkin kertoo, että leveämmän peitepaperin käyttö ei tuo lisäarvoa niin paljoa kuin etukäteen kuviteltiin.

LÄHTEET

Föhr, J., Karttunen, K., Laitinen, T., Mynttinen, S. & Ranta, T. 2016. Ajoneuvoyhdistelmien sallittujen enimmäismassojen ja -korkeuksien vaikutukset hake- ja turvekuljetuskalustoon Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 1/2016: 5–14.

Hillebrand, K. 2009. Energiapuun kuivaus ja varastointi. VTT. 17 s.

Luonnonvarakeskus. 2024. Luettu 1.3.2024. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/puun-kaytto/puun-energiakaytto-2022-ennakko>

Metsäkeskus. 2013. Energiapuuta päätehakkuulta – opas. http://biobis-nesta.fi/wp-content/uploads/2018/01/Energiapuuta_paatehakkuulta.pdf

Metsänhoidon suositukset. 2024. luettu 20.1.2024. <https://metsanhoidonsuosituks.fi/fi/toimenpiteet/hakkuutahteen-korjuu-uudistushakkuualoilta/toteutus#section-191>

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 722. 1999

Metsästä polttoaineeksi. 2005. FINBIO – Suomen energiayhdistys ry.

Nurmi J. 1999. Hakkuutähteen ominaisuuksista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 722.

Nurmi J. 2004. Hakkuutähteen kuivatus palstalla. Metla Bioenergiaametsästä.

Putula J. Hilli A. 2017. Hakkeen laatuun vaikuttavat tekijät. ePooki. [ePooki 30 2017.pdf](#)

Puupolttoaineiden laatuohje. 2020. VTT.

Puuhuolto. 2024. Luettu 20.2.2024. <https://puuhuolto.fi/korjuun-suunnittelu/korjuun-organisointi/energiapuun-hankintaketjut/energiapuun-tuotantoketjut/>

LIITTEET

Liite 1. Varastopaikoista tehty Forms-kyselylomake.

Varastopaikat

* Pakollinen

1. Sopimusnumero
*

2. Päivämäärä *

3. 4m vai 6m peite?
*

4m

6m

4. Aluspuut *

Hyvät

Kohtalaiset

Huonot (ei ollenkaan)

5. Vihreys *

Tuore (kaikki neulaset vihreitä)

Kohtalainen (osittain kuivunut ja varissut)

Kuiva (suurin osa varissut)

6. Lippa *

Hyvä (1m)

Kohtalainen

7. Peitteen levitys
*

Onnistunut (täysleveä & ehjä koko matkalta)

Kohtalainen

Huono

8. Ilmansuunta. Mihin päin pinonpää?
*

9. Paikka. Kuvaile kuinka avonainen & muut ominaisuudet.
*

Liite 2. Forms-lomakkeen tulokset Excel muodossa.

1(2)

ID	Alkamisaika	Sopimusnumero	Päivämäärä	4m vai 6m peite?	Aluspuut	Vihreys	Luppa	Paitteen levitys	Ilmansuunta, Mihin j	Pakko, Kuvaile kuini
2	6.6.23 10:37:49	291112076/2	6.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Aukon laidassa avonaisella paikalla
3	6.6.23 11:15:47	291112026/2	6.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Melko avonainen. Pohjoispuolella osittain metsä varjostamas
4	6.6.23 11:31:48	291112089/2	6.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Tuore (kaikki neulaset, Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Melko avonainen. Pohjoispuolella osittain metsä varjostamas
5	6.6.23 11:49:37	291112042/2	6.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen paikka pelon ja taimikon vieressä.
6	6.7.23 13:40:24	182112038/2	7.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Harvennettu männikkö ympärillä. Kohtuu avoin.
7	6.7.23 13:45:57	182112038	7.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Aukon laidalla. Edessä harvennettu männikkö.
8	6.12.23 14:44:53	291112118	12.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen paikka aukon reunalla. Tien toisella puolella taimik
9	6.12.23 14:52:09	291111096	12.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Ison aukon laidalla. Tien toisella puolen varttunut varjostava
10	6.13.23 14:06:08	576112021	13.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen tuulien paikka aukon reunassa. Piston ja tien riste
11	6.14.23 14:16:51	182112056/2	14.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Harvennettu männikkö ympärillä. Kohtuu avoin.
12	6.14.23 14:31:31	182112054/2	14.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Harvennettu männikkö ympärillä. Kohtuu avoin.
13	6.14.23 14:46:38	182112055/2	14.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Harvennettu männikkö ympärillä. Kohtuu avoin.
14	6.21.23 14:17:24	933212033/2	21.6.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Suurilla osin avonainen. Vieressä yhdellä sivulla varttunut ku
15	6.21.23 14:42:16	933212027/2	21.6.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Takana nuori Taimikko edessä tiheä varttunut metsä.
16	6.21.23 15:04:28	933213007/2	21.6.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Harvennettu männikkö ympärillä. Kohtuu avoin.
17	6.21.23 15:40:44	933212014/2	21.6.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Harvennettu männikkö ympärillä. Kohtuu avoin.
18	6.21.23 15:43:46	933212012/2	21.6.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Korkealla paikalla. Avonainen joka suuntaan
19	6.29.23 16:04:05	277112062/2	29.6.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen paikka. Toisella puolella aukko ja toisella pelto.
20	7.4.23 14:05:46	172112026/2	4.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Melko tukkoainen. Molemmiin puoliin metsää n. 15metristä.
21	7.4.23 14:33:59	172111031/2	4.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Aukon laidalla. Toisella puolen täysipitkää kuusikko
22	7.4.23 15:09:50	172113001/2	4.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Molemmilla puoleilla yli 15m puusto ympärillä. Joten melko vai
23	7.4.23 15:23:05	172112028/2	4.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Aukon laidalla. Toisella puolella vain taimikkoo joten melko av
24	7.4.23 16:07:53	172112051/2	4.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Aukon keskellä avonainen ja tuulinen joka suuntaan.
25	7.4.23 16:25:24	172112034/4	4.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Ympärillä täysipitkää puusto. Pinonpää järven puolella joka 40n
26	7.11.23 16:21:23	850112091	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		3m Taimikko ympärillä
27	7.11.23 16:55:26	850112129/3	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		3m Taimikko ympärillä
28	7.11.23 17:40:02	850112136/2	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Isomman kasan vastapuolella täysipitkää kuusikko varjostamas
29	7.11.23 18:13:02	850112103/2	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Aukon laidalla. Toisella puolella kääntöpaikka ja taimikkoo. V
30	7.11.23 18:30:57	850112080/2	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Ison aukon reunassa. Toisella puolen 10m kuusikko. Säästöpu
31	7.11.23 18:56:19	850112131/2	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen. Ympärillä 3m taimikkoo ja kääntömyyrä
32	7.11.23 19:37:40	850113049	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Aukon laidalla ylärinteessä. Toinen puoli avonainen myös.
33	7.13.23 9:58:11	182112060/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen aukko ympärillä
34	7.13.23 10:30:01	182113007/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen joka suuntaan.
35	7.13.23 11:21:18	182112064/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Takana kuusikko varjostamassa. Edessä osittain myös kuusikk
36	7.13.23 11:55:56	182212072/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Avonainen. Enimmäkseen aukko ympärillä hukan 10m kuust
37	7.13.23 12:02:44	182212073	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain Ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää Eteä		Ympärillä aukko mutta myös osittain n. 10-20m lehti puustoa

(jatkuu).

ID	Alkamisaika	Sopimusnumero	Päivämäärä	4m vai 6m pelite?	Aluspuut	Vihreys	Lippu	Petteinen levitys	Ilmansuunta, Mihin	Paikka, Kuvalle kuirit	L	M	N
29	7.11.23 18:13:02	850112103/2	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Luode/pohjoinen	Isomman puolen 10m kuusikko. Sää ison aukon reunassa. Toisella puolen 10m kuusikko. Sää ison aukon laidalla kaikki kasat. Isoimman toisella puole Avonainen. Ympärillä 3m taimikkoa ja kääntöympyrä			
30	7.11.23 18:30:57	850112080/2	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Luode				
31	7.11.23 18:56:19	850112131/2	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Luode				
32	7.11.23 19:37:40	850113049	11.7.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Kaakko				
33	7.13.23 9:58:11	182112060/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Luode ja kaakko				
34	7.13.23 10:30:01	182113007/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohjoinen				
35	7.13.23 11:21:18	182112064/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Länsi				
36	7.13.23 11:55:56	182212072/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Luode				
37	7.13.23 12:02:44	182212073	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Kaakko ja puolet luode				
38	7.13.23 12:10:16	182212072/2	13.7.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Etelä				
39	8.2.23 16:22:13	172113033/2	2.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Kaakko ja luode				
40	8.2.23 16:58:26	172113042/2	2.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Katso koneelta				
41	8.2.23 18:22:25	182113003	2.8.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Katso koneelta				
42	8.3.23 15:31:46	592112086/2	3.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kuiva (suurin osa varis ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Luode				
43	8.3.23 15:58:47	592112062/2	3.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Etelä				
44	8.4.23 13:39:23	182113003/2	4.8.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Lounas				
45	8.4.23 14:11:07	182113030/2	4.8.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Koillinen				
46	8.14.23 11:58:26	249413012	14.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Itä				
47	8.14.23 12:17:18	249412046/2	14.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Itä				
48	8.14.23 12:43:34	249412054/2	14.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohjoinen				
49	8.14.23 12:50:46	249412050/2	14.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Itä				
50	8.14.23 13:20:16	249412043/2	14.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohjoinen				
51	8.14.23 13:50:53	249312054	14.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohjoinen				
52	8.14.23 14:12:12	249312056/2	14.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohj ja etelä				
53	8.16.23 13:20:47	277213013/2	16.8.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Lounas				
54	8.16.23 13:30:22	277213013/2	16.8.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Itä ja länsi				
55	8.16.23 14:18:57	182212067/2	16.8.2023	6m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohjoinen ja etelä				
56	8.21.23 15:20:37	850112154/2	21.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohj				
57	8.21.23 15:52:16	850112100/2	21.8.2023	4m	Kohtalaiset	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Länsi				
58	8.21.23 16:12:49	850113052/2	21.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohjoinen				
59	8.21.23 16:41:09	850112123	21.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Länsi				
60	8.21.23 17:31:16	180143001/2	21.8.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Pohjoinen				
61	10.17.23 14:03:32	249443002	17.10.2023	4m	Huonot (ei ollenkaan)	Kohtalainen (osittain ki ei ollenkaan)		Onnistunut täysilevää	Katso koneelta				

