


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Metsätalouden koulutusohjelma

Petri Tiusanen

**ISTUTUSMÄTTÄIDEN LAATU  
KANNONNOSTOKOHITEILLA**

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011

 <p>POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU</p>	<p><b>OPINNÄYTETYÖ</b> <b>Toukokuu 2011</b> <b>Metsätalouden koulutusohjelma</b> Sirkkalantie 12 80100 JOENSUU</p>
<p>Tekijä                      Petri Tiusanen</p>	
<p>Nimeke                    Istutusmättäiden laatu kannonnostokohteilla Toimeksiantaja        Stora Enso Metsä</p>	
<p><b>TIIVISTELMÄ</b></p> <p>Kantoja nostetaan uudistusaloilta energiakäyttöön. Samalla voidaan tehdä myös maanmuokaus.</p> <p>Tutkimusaiheena oli istutusmättäiden laadun selvittäminen kannonnostotyömailla. Stora Enso Metsässä haluttiin selvittää kannonnoston yhteydessä ja kantojen metsäkuljetuksen jälkeen tehtävien laikkumättäiden laatua sekä vertailla näillä eri tavoilla tehtyjen mättäiden laatua keskenään.</p> <p>Tutkimusta varten perustettiin kolme koetta, joissa kaikissa oli kolme erilaista käsittelyä: mättäät tehtiin kannonnoston yhteydessä ja kannot kasattiin perinteisesti pieniin kasoihin, mättäät tehtiin kannonnoston yhteydessä ja kannot kasattiin aumoihin sekä mättäät tehtiin kantojen metsäkuljetuksen jälkeen. Kokeille tehtiin koealaverkosto.</p> <p>Parhaat mättäät olivat käsittelyaloilla, joissa mättäät tehtiin kantojen metsäkuljetuksen jälkeen; hyviä mättäitä oli noin 1 600 kpl/ha. Kahdella muulla käsittelyllä hyviä mättäitä oli noin 700 kpl/ha. Suuria eroja mättäiden laadussa kahden eri kannonnoston yhteydessä tehtävän käsittelyn välillä ei ollut.</p> <p>Suurin vika kokeilla, joissa mättäät tehtiin kannonnoston yhteydessä, oli mättäiden tiivistämättömyys, lisäksi mättäiden pinnalla oli liian vähän kivennäismaata. Jos mättäät tehdään kannonnoston yhteydessä kunnolla, niin kaivinkonetta ei tarvitse käyttää kahta kertaa uudistusosalalla.</p>	
<p>Kieli suomi</p>	<p>Sivuja                      33 Liitteet 9</p>
<p>Asiasanat Kannonnosto, maanmuokkaus, laikkumätästys, kuusen viljely</p>	

 <p data-bbox="293 544 715 600">NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p data-bbox="1007 421 1485 636"><b>THESIS</b> <b>May 2011</b> <b>Degree Programme in Forestry</b> Sirkkalantie 12 FIN 80100 JOENSUU FINLAND</p>
Author(s)	Petri Tiusanen
Title	Quality of Planting Mounds in Stump Lifting Sites
Commissioned by	Stora Enso Forest
<p data-bbox="188 837 363 869"><b>ABSTRACT</b></p> <p data-bbox="188 938 1528 1008">Stumps are lifted up for energy in regeneration areas. At the same time, it is possible to do cultivation.</p> <p data-bbox="188 1048 1528 1158">The research topic was the quality of planting mounds in stump lifting work sites. Stora Enso Forest wanted to find out the quality of screefed mounds in connection with stump lifting and after forest haulage and to compare the quality of the mounds made by different methods.</p> <p data-bbox="188 1196 1528 1377">For the purpose of the research, three sample plots were established, all of them with three different treatments: the mounds were made in connection with stump lifting and the stumps were stacked traditionally in small stacks, the mounds were made in connection with stump lifting and the stumps were stacked into big stacks and the third plot, the mounds were made after the forest haulage of stumps. A sample plot network was done for the samples.</p> <p data-bbox="188 1429 1528 1570">The best mounds were in the treatment plots in which the mounds were made after the forest haulage of stumps; there were about 1 600 good mounds per hectare. With the two other treatments, there were about 700 good mounds per hectare. There were no big differences in the quality of the mounds made in connection with two different stump lifting treatments.</p> <p data-bbox="188 1621 1528 1762">The biggest problem in the field tests in which the mounds were made in connection with stump lifting was the lack of compaction of the mounds. In addition, on the surface of the mounds there was too little mineral soil. If the mounds are made properly in connection with stump lifting, there is no need to use the excavator twice in the regeneration area.</p>	
Language	Pages Appendices 33
Finnish	Pages of Appendices 9
<p data-bbox="188 1868 1449 1899"><b>Keywords</b> Stump lifting, site preparation, screefed mounding, growing of Norway spruce</p>	

# SISÄLTÖ

<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>SISÄLTÖ</b> .....	<b>4</b>
<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>5</b>
<b>2 KANNONNOSTO TEORIASSA JA KÄYTÄNNÖSSÄ</b> .....	<b>6</b>
2.1 TUTKIMUKSIA KANNONNOSTOSTA .....	6
2.2 KANNONNOSTON TOTEUTUS .....	6
2.3 STORA ENSON NÄKÖKULMA KANNONNOSTOON .....	9
<b>3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET</b> .....	<b>10</b>
<b>4 TUTKIMUSMENETELMÄT</b> .....	<b>11</b>
4.1 KOEALAT JA NIIDEN SIJAINTI .....	11
4.2 KÄSITTELYT.....	12
4.3 MÄTTÄIDEN LAADUN MÄÄRITTÄMINEN .....	13
4.4 TULOSTEN TILASTOLLINEN KÄSITTELY .....	14
<b>5 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	<b>14</b>
<b>6 POHDINTAA TULOKSISTA</b> .....	<b>24</b>
6.1 HAVAINTOJA KANNONNOSTOTYÖMAALTA .....	24
6.2 MÄTÄSTYSLEVYLLÄ TEHTYJEN MÄTTÄIDEN LAATU .....	25
6.3 ERILLISMUOKATTUJEN MÄTTÄIDEN LAATU .....	27
6.4 VAIHTOEHTOJEN TARKASTELUA .....	29
6.5 TALOUDELLINEN NÄKÖKULMA .....	30
6.6 TUTKIMUKSEN KRIITTINEN TARKASTELU.....	30
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	<b>31</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>32</b>
<b>LIITTEET</b>	
Liite 1	Työohjeet kannonnostotyömaille
Liite 2	Kannon hankintaohjeet/StoraEnso 2009
Liite 3	Kokeiden kartat
Liite 4	Maastolomake
Liite 5	Tilastollinen vertailu hyvien mättäiden osuudesta
Liite 6	Tilastollinen vertailu mättäiden vioista: Pienet mättäät
Liite 7	Tilastollinen vertailu mättäiden vioista: Ei tiivistetty
Liite 8	Tilastollinen vertailu mättäiden vioista: Tuho
Liite 9	Mättäiden laatu eri käsittelyillä

## 1 JOHDANTO

Kannonostoa uudistamisaloilla on tehty jo 1970- ja 1980-luvuilla. Kantoja käytettiin polttoon ja sellun raaka-aineeksi. Silloin nostoa ei saatu taloudellisesti kannattavaksi. UPM aloitti kannonnoston uudelleen 2000-luvun alussa. Biopolttoaineiden kysynnän kasvettua ja tultua kilpailukykyiseksi uusiutumattomien polttoaineiden rinnalla ovat kannotkin alkaneet kiinnostaa useita tahoja, mm. Stora Ensoa.

Kannonnostoa ja siihen liittyviä ilmiöitä on tutkittu vain vähän. Pitkäaikaisia tutkimussarjoja kannonnoston vaikutuksista metsämaahan, puuston kasvuun ja terveyteen ei ole tehty. Kantojen polttoaineominaisuudet sen sijaan tunnetaan. Noston välittömät hyödyt ovatkin ratkaisseet kantojen nostoon liittyvässä päätöksenteossa. Tutkimus on kaksijakoista: kantojen merkitys polttoaineena ja kantojen poiston vaikutukset maaperään sekä puuston kasvuun ja terveyteen.

Aikaisemmin yleinen äestys on saanut rinnalleen 2000-luvulla yhä enemmän kaivinkoneella tehtävät muokkaukset: mätästykseen ja laikutukseen. Laikkumätästystä käytetään kuuselle ja koivulle viljeltävillä rehevillä kivennäismailla. Nämä kaksi työmuotoa, kannonnosto ja laikkumätästys, ovatkin yhdistettävissä samaan aikaan ja samalla koneella tehtäväksi. Näin vältetään ylimääräisiä koneiden siirtoja.

Kantojen nosto tehdään pääsääntöisesti kantoharalla, jossa on pilkontalaite. Kantoharaan voidaan asentaa mätästyslevy, jolloin laikkumätästys tehdään noston yhteydessä. Vaihtoehtoisesti voidaan maanmuokkaus tehdä erillistyönä kantojen metsäkuljetuksen jälkeen, jolloin mätäitä ei tuhoudu kuljetuksessa. Mätäiden hyvä laatu on edellytys taimien hyvälle alkukehitykselle sekä tukkimiehentäituhojen vähentämiselle.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli vertailla kantojen noston yhteydessä tehtyjen mätäiden ja kantojen metsäkuljetuksen jälkeen tehtyjen mätäiden laatua keskenään.

## **2 KANNONNOSTO TEORIASSA JA KÄYTÄNNÖSSÄ**

### **2.1 Tutkimuksia kannonnostosta**

Kannonnostosta on tehty useita tutkimuksia. Saarinen ja Harstela Metsäntutkimuslaitokselta ovat tutkineet hakkuutähteiden ja kantojen korjuun vaikutusta maanmuokkaukseen ja metsänviljelyyn (2003). He saivat selville, että kantojen noston yhteydessä tehty mätästys on ajallisesti paljon tehokkaampaa kuin erillistyönä tehty mätästys.

Laaja tietolähde on Tapani Melkaksen Tampereen ammattikorkeakoulussa vuonna 2006 tekemä opinnäytetyö metsänviljelyn onnistumisesta kuuselle uudistettavilla kannonnostoaloilla. Sen mukaan viljelytaimien määrä on kolmen kasvukauden jälkeen sama sekä kannonnostoaloilla että laikkumätästetyillä aloilla, mutta luontaisten koivujen määrä on erittäin suuri kannonnostoaloilla. Luorasen ja Kiljusen Kuusen paakkutaimien viljelyoppaasta (2006) taas löytyvät perusvaatimukset hyvälle mättäälle.

### **2.2 Kannonnoston toteutus**

Leimikolta saadaan ainespuun lisäksi myös energiapuuta kannoista ja hakkuutähteistä. Ne ovatkin nykyisin omia puutavaralajeja ainespuutavaralajien rinnalla. Perinteinen puunkorjuu, jossa hankitaan "vain" raaka-aineita paperin ja sahatavaran valmistukseen, on laajentunut koskemaan myös energiapuun hankintaa sekä metsänuudistusta.

Havupuiden kantojen poisto tyvitervastaudin ja tyvilahon saastuttamilta uudistusaloilta vähentää uusia itiötartuntoja sekä taudin leviämistä juuristoyhteyksien kautta seuraavaan puusukupolveen. Kannot ovat vuosikymmeniä kasvu- ja lisääntymisalusta juurikäävälle. Jos puulajia ei voida vaihtaa juurikäöpää kestäväksi lehtipuuksi, on kantojennosto ainoa keino vähentää seuraavan puusukupolven tartuntariskiä. Mitä tarkemmin laho juuri- ja kantopuuaines saadaan maasta pois sen parempi tulos. Saastuneita kantoja ei kuitenkaan saisi varastoida yli kahta vuotta, sillä sen ajan jälkeen juurikäävän itiöemiä alkaa muodostua kantokasojen alimpiin osiin. (Kuusinen & Ilvesniemi 2008, 50-51.)

Kannoissa on suuri määrä energiaa. Energiasisältö on suurin piirtein sama kuin turpeella eli 3 MWh/t. Hehtaarilta saadaan keskimäärin 120–140 MWh energiaa. (Lauhanen & Laurila 2007, 20). Tämä vastaa 7–8 sähkölämmitteisen omakotitalon energian vuosikulutusmäärää (Vattenfall, 2011). Kannot kuljetaan polttopaikalle sivulaidallisella kuljetusautolla ja murskataan. Haketus ei kannata soran ja kivien vuoksi.

Maanmuokkauksen tavoitteena on saada sopiva määrä istutuskelpoisia mättäitä 2 000 kpl/ha tuoreella kankaalla ja 2 200 kpl/ha lehtomaisella kankaalla (Luoronen & Kiljunen 2006, 11). Kannonnoston yhteydessä ja kuusen viljelyssä käytetään laikkumätästystä. Kuusen kasvu on huomattavasti nopeampaa laikkumätätässä kuin äesjäljessä (Uotila 2008, 15). Taimien elävyys 3–4 vuoden kuluttua on mätätetyillä kohteilla yli 80 %, kun äestetyillä kohteilla se on alle 70 %.

Mättäillä vesakon kasvu on hitaampaa kuin äesjäljessä tai muokkaamattomalla maalla sekä pintakasvillisuuden kilpailu vähäistä. Mättään hyvinä puolina ovat myös korkeampi lämpötila maanpintaan nähden, taimen juuriston riittävä ilmanti-la sekä humuksen ja kivennäismaan sekoittumisesta lisääntyvä mikrobitoiminta. (Luoronen & Kiljunen 2006, 11, 23 ja 26.)



*Kuva 1. Kun kanto on saatu irti maasta, se pilkotaan. Kuva: P. Tiusanen.*

Kannot nostetaan kantoharalla sekä pilkotaan 2–3 osaan kantoharan vastinterrällä ja ravistellaan maa-aineksen vähentämiseksi. Työpisteellä oltaessa kantojen noston ja kasauksen jälkeen syvät vesikuopat tasataan ja muokkauslevyllä

tehdään tarvittava määrä mättäitä. Jos kannot kasataan aumoihin, niin auman pohjalle tehdään mättäät valmiiksi. Hakkuutähteet poistetaan mättään paikan kohdalta muokkauslevyllä. Pintamaata vedetään 10–20 cm:n syvyydestä noin 1,5 m:n matkalta. Vedettävässä pintamaassa on humuksen lisäksi kivennäismaata. Kaksinkerroin kääntyneessä kuntassa ovat humuskerrokset vastakkain. Mättään pinta on kivennäismaata. (Metsäteho 2001.)

Luoranen ja Kiljunen (2006, 37) opastavat Kuusen paakutaimien viljelyoppaassa mättään tekoa:

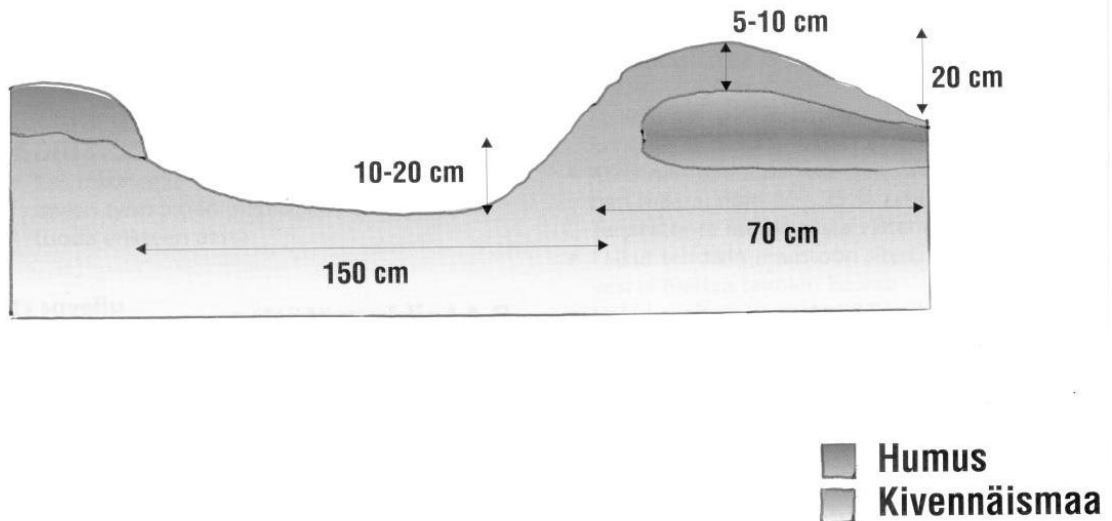
tehdään kaivinkoneen kauhalla tai mätästyslevyllä  
käytetään uudistusaloilla, jotka eivät ole vedenvaivaamia  
mätäs on 10 - 20 cm korkea, 50 - 90 cm pitkä ja leveä  
pinnalla 5 – 10 cm paksu yhtenäinen kivennäismaakerros  
humuskerrosten välissä ei ole ilmakerrosta eikä hakkuutähteitä  
jokaiselle istutettavalle taimelle on oltava oma mätäs.

Mätäs tiivistetään niin, ettei humuskerrokseen jää ilmakerrosta tai hakkuutähteitä (Luoranen & Kiljunen, 2006 ). Kivennäismaata ei saa kuitenkaan paljastaa liikaa lehtipuuvesakon määrän minimoimiseksi. Näin voi käydä, jos työalueen kannot ovat suuria ja laajajuurisia. Liiallinen lehtipuusto nostaa taimikon varhishoidon kustannuksia. Lehtipuustoa voi tulla jopa 66 % enemmän kuin tavallisella laikkumätästetyllä alueella (Melkas 2006, 39).

On tärkeää että mättään pinnalla on yhtenäinen kivennäismaakerros. Tämä estää taimen kuorta syövän tukkimiehentäin liikkumisen taimelle, sillä se ei mielellään mene avomaalle. Hyönteiset lentävät jopa kymmenien kilometrien päästä hakkuuaukolle, joten niiden saapumista ei ole mahdollista estää. Niiden lentolihakset surkastuvat lisääntymispaikalle päästyään. Taimen tulee olla riittävän kaukana mättään reunasta, jotteivät täit sitä söisi. Tukkimiehentäin syönti on suurin neljänä ensimmäisenä vuotena hakkuun jälkeen. (Luoranen & Kiljunen 2006, 33, 86–87.)



## Laikkumätästys



Kuva 2. Laikkumättäessä kivennäismaakerrosten väliin jää humusta. (Metsäteho 2001)

Noston jälkeen kantojen annetaan kuivua palstalla muutamia viikkoja ennen metsäkuljetusta. Kantojen kosteus on heti noston jälkeen yli 50 %, mutta muutamassa viikossa se on alle 30 %. Kannot eivät kastu helposti uudelleen, koska niissä on suuri sydänpuuosuus. (Laurila ja Lauhanen 2007, 27.) Palstakuivauksen jälkeen ne kuljetetaan tienvarsivarastoon. Metsäkuljetuksessa osa mättäistä tuhoutuu istutuskelvottomaksi.

### 2.3 Stora Enson näkökulma kannonnostoon

Stora Ensossa on kerätty hakkuutähteitä bioenergiaksi muutaman viime vuoden ajan. Kannonnosto on aloitettu vasta viime vuosina, ja työ- sekä menettelytapa ja haetaan parhaillaan kokemuksen ja tutkimuksen kautta. Kannot menevät polttolaitoksiin murskattavaksi ja poltettavaksi. Stora Enso tarjoaa metsänomistajille metsäpalveluja, joiden osana on myös maanmuokkaus kannonnoston yhteydessä tai pelkkä maanmuokkaus.

Stora Enson kantojen hankintaohjeen (2009) mukaan kannonnostoon soveltuvat kuusivaltaiset kivennäismaiden päätehakkueleimikot, joissa on ainespuuta vähintään 400 m<sup>3</sup>. Leimikon pinta-alan pitäisi olla vähintään kaksi hehtaaria ja kasvupaikan VT tai rehevämpi. Maalajin tulee olla keskikarkea. Savipitoisilla mailla kannot eivät puhdistu kunnolla, ja kivisillä mailla kantojen mukana tulee liikaa kiviä. Kannonnostoleimikossa metsäkuljetusmatka olisi oltava alle 400 m sekä hakkuutähteiden keruu oltava suoritettu.

Uudistusosalta nostetaan vain tukkipuun kokoisten kuusten kannot. Nostovaiheessa kanto ravistellaan kuopan päällä ja pilkotaan kahteen tai useampaan osaan. Kannot kasataan korkeisiin kasoihin ja tehdään mättäät muokkauslevyllä. Istutuskohtia tulisi olla 1 800–2 000 kpl/ha. Tähän lasketaan mukaan kannonnostossa syntyneet sopivat kohdat. Kantoja ei poisteta jyrkistä rinteistä, luontokohteilta eikä vesistöjen varsilta ja pohjavesialueilta. Kannot kuivatetaan palstalla vähintään neljä viikkoa touko-syyskuussa. Myöhemmin nostetut kannot ajetaan vasta seuraavana kesänä. Varastotilaa tarvitaan seitsemän metrin leveydeltä 40 metriä hehtaaria kohti. Varastointiaika on jopa kolme vuotta. (Stora Enson kantojen hankintaohje, 2009.)

### **3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET**

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko istutusmättäiden laatua parantaa kannonostoaloilla kasaamalla kannot yksittäisten pikkukasojen sijasta aumoihin, onko parempi, että tehdään mättäät erillistyönä kantojen metsäkuljetuksen jälkeen vai onko mätästyslevyllä tehty maanmuokkaus kannonnoston yhteydessä paras vaihtoehto. Tutkimuksessa selvitettiin myös mättäiden laatua ja määrää. Näitä asioita tutkittiin vain metsänhoidolliselta kannalta. Tutkimus liittyy osana Metsäntutkimuslaitoksen tutkijoiden Tuula Pirin ja Heli Viirin ”Bioenergiaa metsistä” tutkimus- ja kehittämisohjelmaan kuuluvaan hankkeeseen kannonnoston vaikutuksista puuston terveyteen. (Piri 2009.)

Tutkimushankkeessa verrataan mättäiden laatua ja määrää, taimien kehitystä sekä tukkimiehentäituoja ja muita tuhoja erilaisilla käsittelyillä. Tässä tutkimuksessa keskityttiin pääasiassa mättäiden laatuun. Parhaat istutusmättäät sijain-

nevat käsittelyalueilla, joissa muokkaus tehdään kantojen metsäkuljetuksen jälkeen. Tarkoituksena oli selvittää, voitaisiinko mättäitä säästää, jos ajokoneella ei tarvitse ajaa pikkukasalta toiselle vaan kerätäisiin kannot suuremmista kasoista. Myös kysymykseen, millaisia aumojen tulisi olla, että mahdollisimman paljon mättäitä säästyisi, pyrittiin löytämään vastaus.

## **4 TUTKIMUSMENETELMÄT**

### **4.1 Koealat ja niiden sijainti**

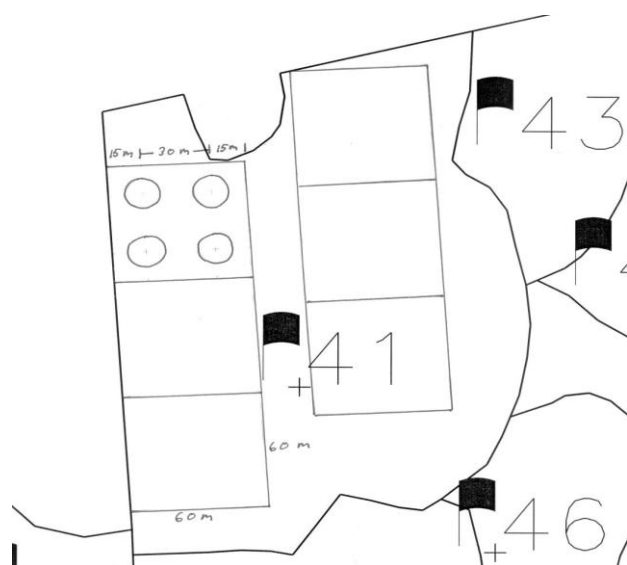
Alkuperäisen suunnitelman mukaan kokeita oli tarkoitus perustaa neljä: kaksi kuusikkoon ja kaksi männikköön. Kuhunkin kokeeseen olisi tehty neljä eri käsittelyä ja kaksi toistoa. KOE on uudistusalueella oleva rajattu alue, jossa sijaitsee tutkittava aineisto ja joka sisältää monia käsittelyaloja. KÄSITELYALA on 60 X 60 m:n ruutu, joka käsitellään yhtenevällä menetelmällä; esimerkiksi mätästys kannonnoston jälkeen. KOEALA on 16 m tai 12 m halkaisijaltaan oleva ympyrä käsittelyalan sisässä, jolta mitataan tunnuksat. Jokaisella käsittelyalueella on neljä koealaa. TOISTOSSA on yksi käsittelyala jokaista menetelmää. Toistoja on kokeella tässä tutkimuksessa kaksi tai kolme.

Sopivia kohteita etsittiin kevään 2009 aikana, mutta kohteita ei löytynyt tarpeeksi. Kokeeksi käyviä uudistusaloja löytyi kolme. Ne olivat lähtöpuustoltaan kuusi-koita. Kaikissa niissä on kolme aiemmassa luvussa esiteltyä käsittelyä. Kahdessa kokeessa on kaksi toistoa ja yhdessä kolme. Uudistusalojen pinta-alaat olivat niin pieniä, 3–4 ha, ettei useammalle toistolle ollut tilaa. Kokeet perustettiin Jaalaan, Luumäelle ja Rautjärvelle.

Tuula Piri ehdotti käsittelyruudun kooksi 60 x 60 metriä eli 0,36 ha. Yhdelle käsittelyalueelle perustettiin neljä ympyräkoetalaa, joiden halkaisija on 16 metriä ja pinta-ala 201 m<sup>2</sup>. Hehtaarikerroin on näin ollen 49,8. Yhdellä ympyräkoetalalla oli noin 40 mätästä tai istutuspaikkaa. Yhdeltä käsittelyruudulta tutkittiin noin 160 mätästä. Ympyräkoetalan keskipiste on 15 m:n päässä käsittelyalueen reunasta. Inventoinnin alkuvaiheessa huomasin, että koetalan koko oli liian suuri. Koetalan kokoa pienennettiin niin, että koetalan halkaisija on 12 metriä ja pinta-ala 113 m<sup>2</sup>, hehtaarikertoimen ollessa 88,5. Tutkittujen mättäiden määrä ympy-

räkoelalla putosi siten noin 20:een. Käsittelyalueet rajattiin maastoon kulmapaaluin ja linjakepein. Kulmapaaluja tuli säilyä kannonnostossa ja metsäkuljetuksessa.

Luumäellä oli yhteensä 24 koelaa: kolme eri käsittelyä, kaksi toistoa ja jokaisessa käsittelyssä neljä koelaa. Samoin oli Rautjärvellä. Jaalassa oli vastavasti kolme eri käsittelyä, kolme toistoa ja jokaisessa käsittelyssä neljä koelaa, yhteensä 36 koelaa. Yhteensä koelajoja tuli 84 kpl, 28 kpl jokaiselle käsittelyvaihtoehdolle.



*Kuva 3. Esimerkki käsittelyalojen ja koelajojen sijoittelusta kokeelle, jossa on kaksi toistoa. Rautjärvi.*

## 4.2 Käsittelyt

Syksyllä 2009 alueet muokattiin ja niiltä nostettiin kannot. Koneen kuljettajalla oli kartta, minkä perusteella hän teki oikeat käsittelytavat eri käsittelyaloille.

Käsittelyvaihtoehdot olivat seuraavat:

- 1) Istutusmättäät tehtiin kannonnoston yhteydessä ja kannot kasattiin pieniin kasoihin.

- 2) Istutusmättäät tehtiin kannonnoston yhteydessä ja kannot kasattiin aumoihin.
- 3) Istutusmättäät tehtiin erikseen tavallisella kaivinkoneen kauhalla kannonnoston ja kantojen metsäkuljetuksen jälkeen.

Uudistusalalla olevien taaimmaisten käsittelyalojen kantoja ei saanut ajaa etummaisten yli vaan ennalta suunniteltua reittiä pitkin. Aumat tehtiin päämetsäkuljetussuunnan suuntaisiksi. Aumojen väli oli 15–20 metriä. Kaivuri ja ajokone ajoivat auman vieressä samaa jälkeä, jotta mättäitä tallaantuisi mahdollisimman vähän. Aumojen pohjat muokattiin ennen kantojen nostoa.



*Kuva 4. Kantohara vastinterällä.  
Kuva: P. Tiusanen*



*Kuva 5. Kantoharassa on mätästyslevy.  
Kuva: P. Tiusanen*

### 4.3 Mättäiden laadun määrittäminen

Kantojen metsäkuljetuksen jälkeen määritettiin ympyräkoalojen sijainti lankamittalaitetta apuna käyttäen. Koealan sijainti oli 15 metriä kokeen reunasta. Kivisyysrassi iskettiin koealan keskipisteeseen ja rassiin kiinnitettiin koealan säteen mittainen naru. Sen avulla määritettiin koealan ulkoreunat ja sisäpuolelle jääneet mättäät laskettiin. Koealalta tutkittiin mättäiden koko, laatu ja määrä. Ohjeena käytettiin Luorasen ja Kiljusen Kuusen paakutaimien viljelyoppaan (2006, 37) kriteeristöä. Hyväksyttävän mättään tuli olla kooltaan noin 50–90 cm pitkä ja leveä, vähintään 10–20 cm korkea, mättään pinnalla tuli olla 5–10 cm

paksu yhtenäinen kivennäismaakerros ja humuskerrosten välissä ei saanut olla ilmakerrosta tai hakkuutähteitä. Mättäät arvioitiin silmämääräisesti ja tarvittaessa käytettiin rullamittaa.

Koealalta tarkasteltiin myös metsäkuljetuksessa tuhoutuneet mättäät, oliko mätäs tiivistetty sekä oliko mättäässä kiviä? Koelan kivisyys mitattiin kivisyysindeksin avulla, jolloin rassi lyödään maahan kymmenen kertaa ja lasketaan niiden kertojen suhteellinen osuus, jotka eivät mene 20 cm:n syvyyteen.

#### **4.4 Tulosten tilastollinen käsittely**

Koealatiedot tallennettiin maastolomakkeelle, josta ne siirrettiin Excel- taulukkolaskentapohjalle. Taulukkolaskentaohjelmalla laskettiin keskiarvot koealatuloksille sekä piirrettiin diagrammit. Spss-ohjelmalla laskettiin tilastollisia merkittävyksiä. Testinä oli yksisuuntainen varianssianalyysi, jolla testattiin onko käsittelyjen keskiarvojen välillä eroja. Jatkotestinä oli Bonferroni-testi, jolla testattiin minkä käsittelyjen keskiarvojen välillä on eroja.

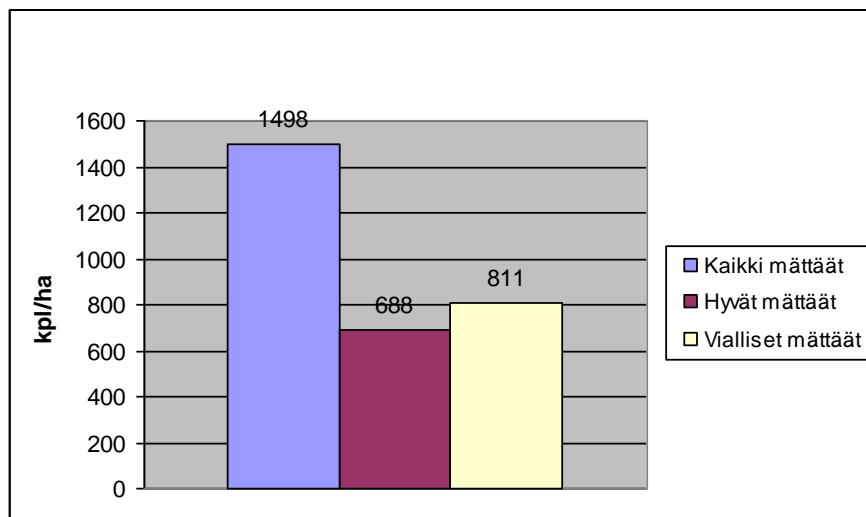
## **5 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU**

Mättäiden määrä Jaalassa, Luumäellä ja Rautjärvellä oli mätästyslevyllä tehdyillä käsittelyaloilla (käsittelyt 1 ja 2) keskimäärin noin 1 500 kpl/ha, joskin muita istutuspaikkoja oli paljon kannonnostossa paljastuneen kivennäismaan vuoksi. Erillismuokkauksessa eli kun mättäät tehtiin kantojen metsäkuljetuksen jälkeen mättäitä oli hieman alle 1 800 kpl/ha. Laatukriteeristön täyttäviä mättäitä oli mätästyslevyllä tehdyillä käsittelyaloilla noin 500 kpl/ha ja erillismuokatuilla 1 600 kpl/ha.

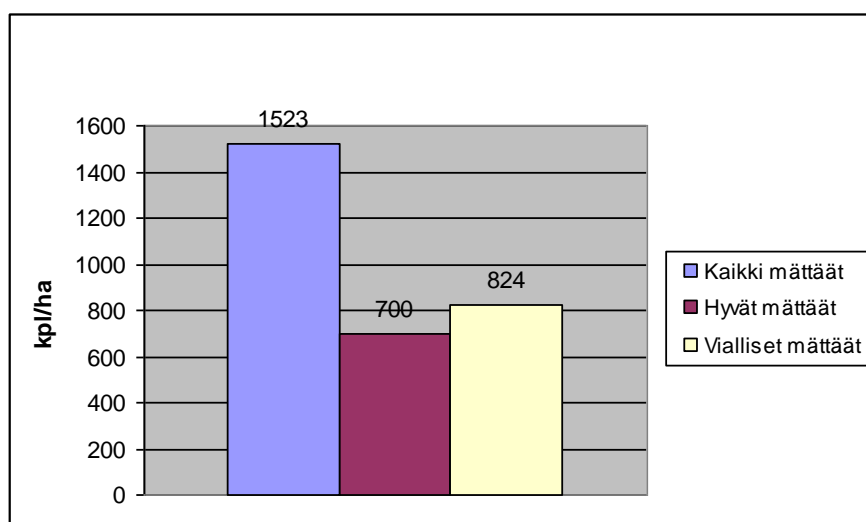
Rautjärven kokeella ei ollut ehditty tehdä ennen talvea käsittelyaloja, joihin maanmuokkaus tehtäisiin kantojen lähikuljetuksen jälkeen. Rautjärvellä oli eri kuljettaja kuin Jaalassa ja Luumäellä, joissa oli sama kuljettaja. Rautjärvellä työn laatu ei täyttänyt hyvän mättään vaatimuksia kuin pieneltä osin, joten se jätettiin pois myöhemmässä tarkastelussa.

Perinteisessä kannonnoston ja mätästysleivän yhdistelmässä oli Rautjärvellä mättäitä tehty 1 460 kpl/ha, joista viallisia oli 1 294 kpl/ha. Mättäitä ei oltu tiivistetty (1 128 kpl/ha) tai ne olivat liian pieniä (852 kpl/ha). Aumakasauksessa tulokset olivat samansuuntaiset: mättäitä oli 1 648 kpl/ha, joista huonoja 1 438 kpl/ha. Vikoihin oli syynä tiivistämättömyys (1 239 kpl/ha), pienuus (741 kpl/ha) tai mättäissä oli liian vähän kivennäismaata päällä (841 kpl/ha).

Kun Rautjärven tulokset jätetään pois, niin mätästysleivällä tehtyjä mättäitä oli Jaalassa ja Luumäellä keskimäärin noin 1 500 kpl/ha (kuviot 1 ja 2), hajonnan ollessa noin 200 kpl/ha. Erillismuokkauksessa mättäitä oli noin 1 760 kpl/ha (Kuva 8) ja hajonta oli 275 kpl/ha. Hyviä eli kriteeristön täyttäviä mättäitä oli vastaavasti noin 700 kpl/ha ja hajonta oli noin 300 kpl/ha. Jälkimätästyksessä hyviä mättäitä oli 1 590 kpl/ha ja hajonta oli 242 kpl/ha. Näin ollen maanmuokkaus kantojen lähikuljetuksen jälkeen on ylivoimaisesti paras vaihtoehto, kun tarkastellaan mättäiden laatua. Suuri eroja mättäiden määrässä ja laadussa ei ollut erilaisten kantojen palstalle sijoittelun välillä. Sillä, jätetäänkö kannot pikkukasoihin vai aumoihin, ei ole suurta väliä.

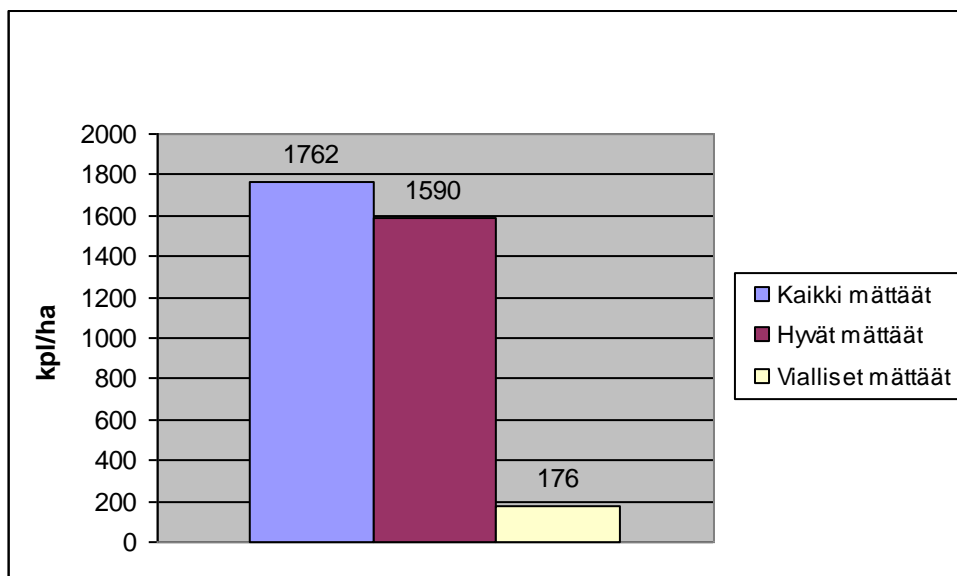


*Kuvio 1. Kannot kasattu perinteisesti pikkukasoihin ja mättäät tehty mätäslevyllä. Luumäki ja Jaala.*



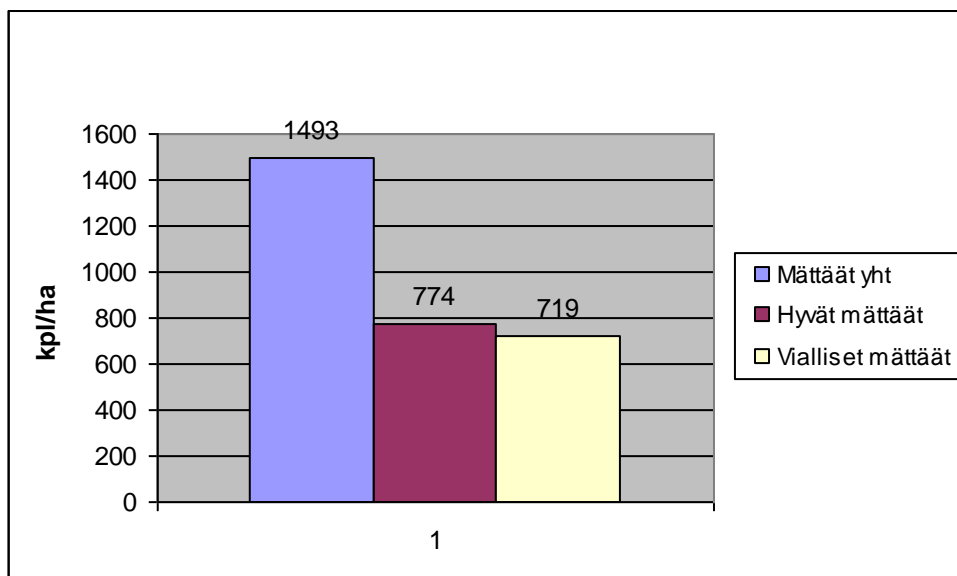
*Kuvio 2. Kannot kasattu aumoihin ja mättäät tehty mätäslevyllä. Luumäki ja Jaala.*



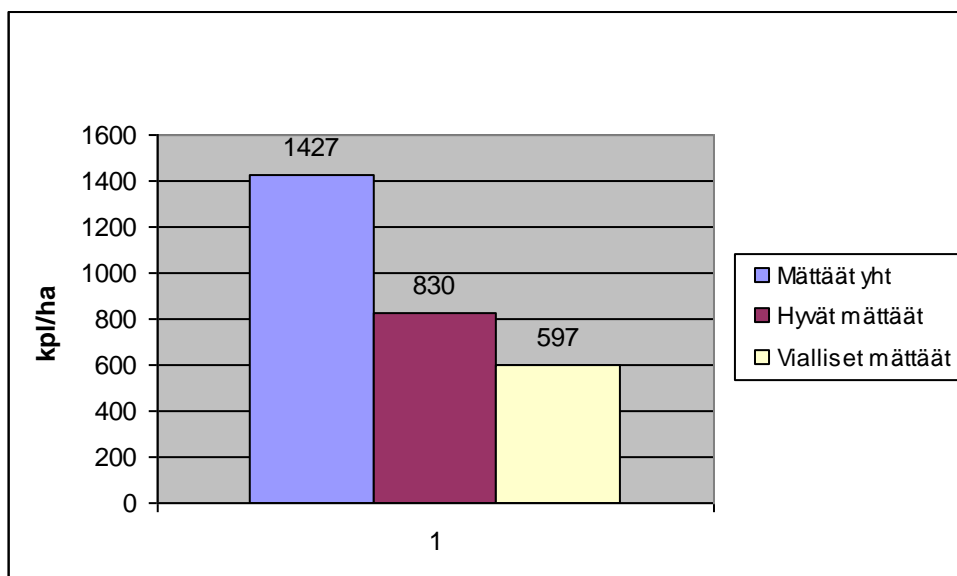


*Kuvio 3. Mättäät tehty kaivinkoneen kauhalla kantojen metsäkuljetuksen jälkeen. Luumäki ja Jaala.*

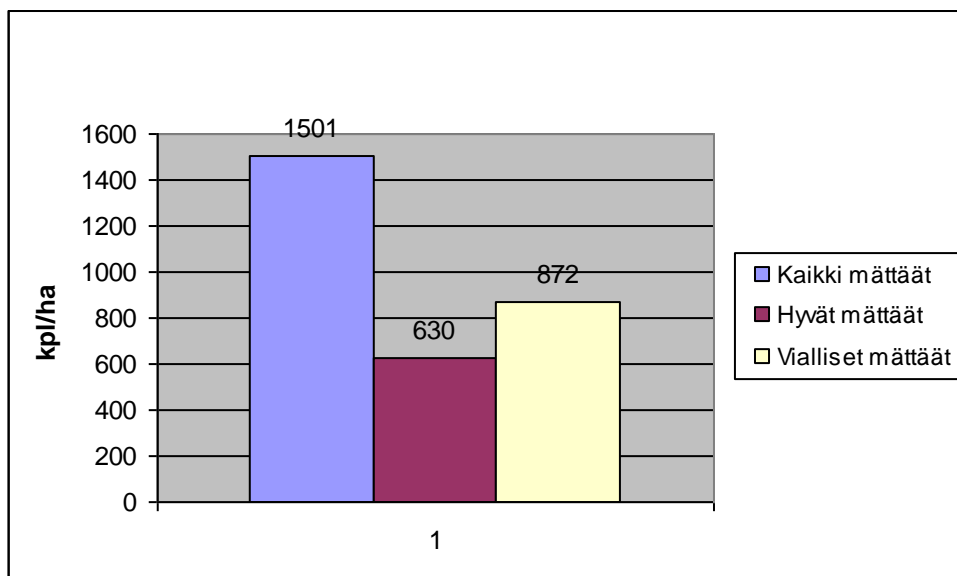
Jaalan ja Luumäen kokeilla oli eroja mätäslevyllä tehdyillä koealoilla (kuviot 4–7). Luumäellä mättäät olivat parempia kuin Jaalassa. Suurimpana yksittäisenä syynä oli se, että Jaalassa mättäitä ei ollut tiivistetty. Hyviä mättäitä oli Luumäellä noin 800 kpl/ha, kun taas Jaalassa vain vähän yli 600 kpl/ha. Tässä ei ollut merkittäviä eroja sen suhteen, oliko kannot kasattu aumoihin vai pikkukasoihin.



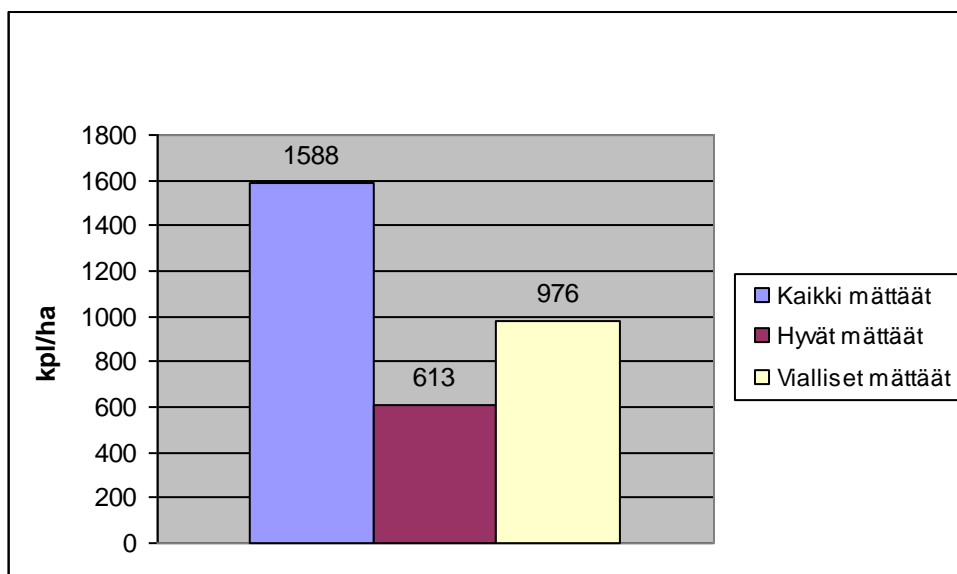
Kuvio 4. Mätäslevyllä tehdyt mättäät, kannot pikkukasoissa. Luumäki.



Kuvio 5. Mätäslevyllä tehdyt mättäät, kannot aumoissa. Luumäki.

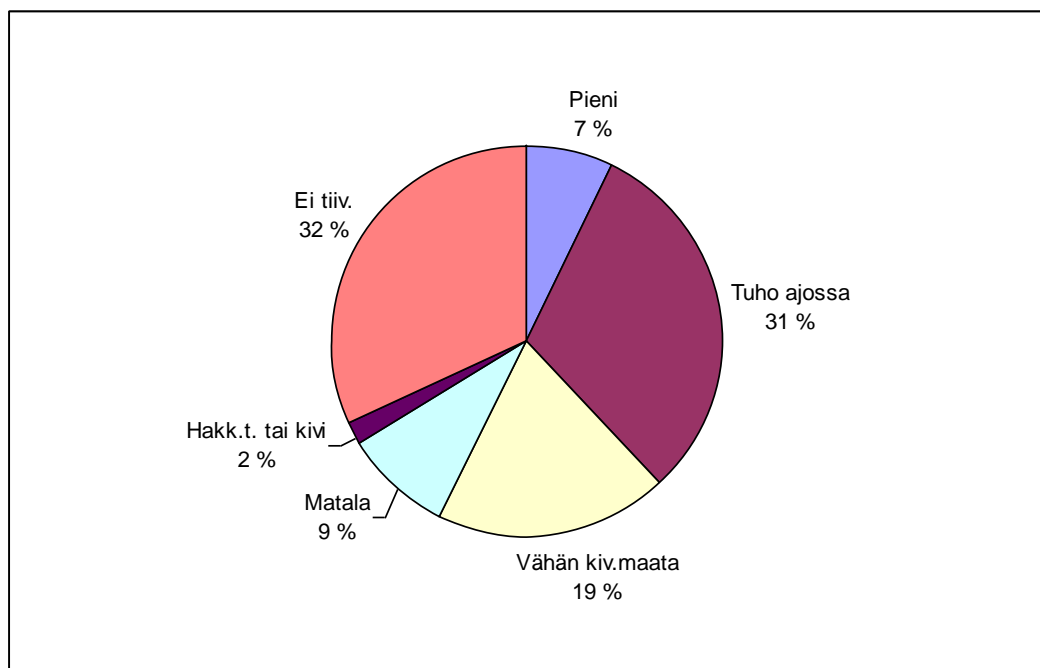


Kuvio 6. Mätäslevyllä tehdyt määttät, kannot pikkukasoissa. Jaala.

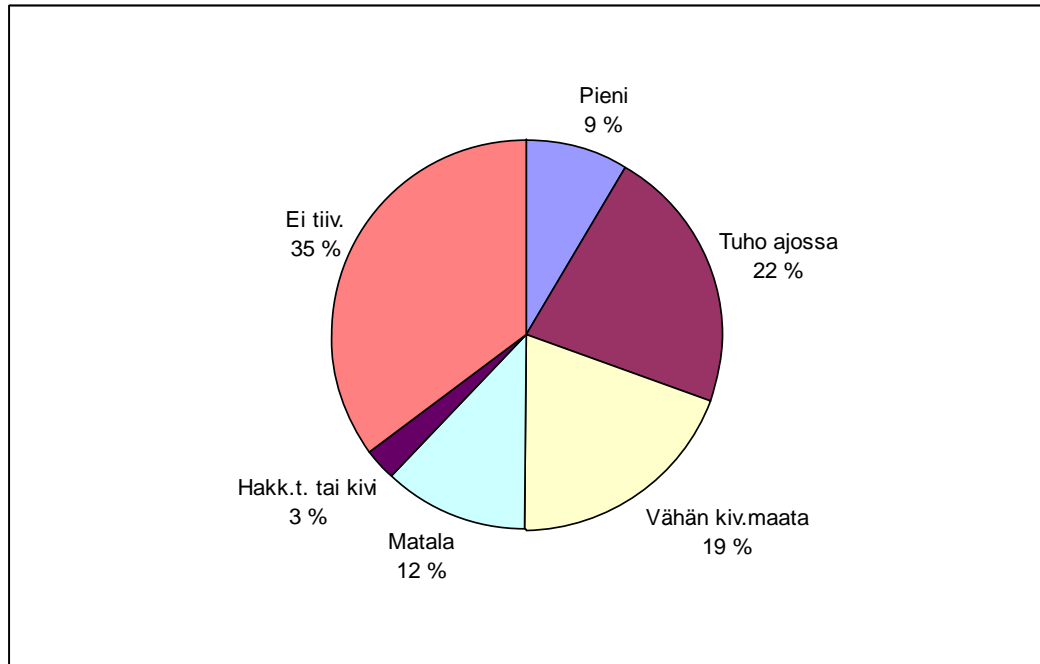


Kuvio 7. Mätäslevyllä tehdyt määttät, kannot aumoissa. Jaala.

Mätäslevyllä tehdyissä mätäissä oli monenlaisia vikoja. Suurimmat viallisuudet olivat tiivistämättömät mätäät, mätäiden litistymisen metsäkuljetuksessa ja mätään pinnan liian vähäinen kivennäismaakerros (kuviot 8 ja 9, kts myös liite 9). Yleisvaikutelma kannonnoston yhteydessä tehdyistä mätäistä oli se, että ne olivat pinta- ja kivennäismaan sekoituksesta kasattuja multakasoja. Kantojen aumoihin kasaaminen vähensi metsäkuljetuksessa tuhoutuneiden mätäiden osuutta 9 %, vaikka kokonaisuudessa viallisten mätäiden osuus oli molemmissa käsittelymuodoissa suurin piirtein sama.

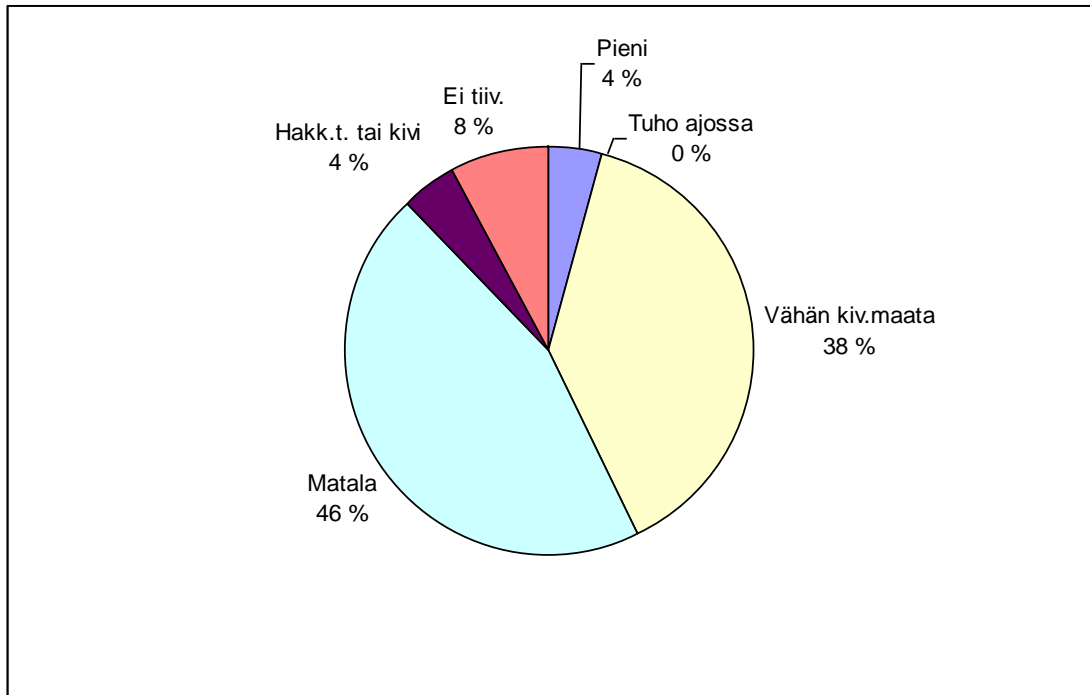


*Kuvio 8. Mätäiden vikojen suhteelliset osuudet koelaloilla, joissa mätäät oli tehty kannonnoston yhteydessä ja kannot jätetty pieniin kasoihin. Luumäki ja Jaala.*



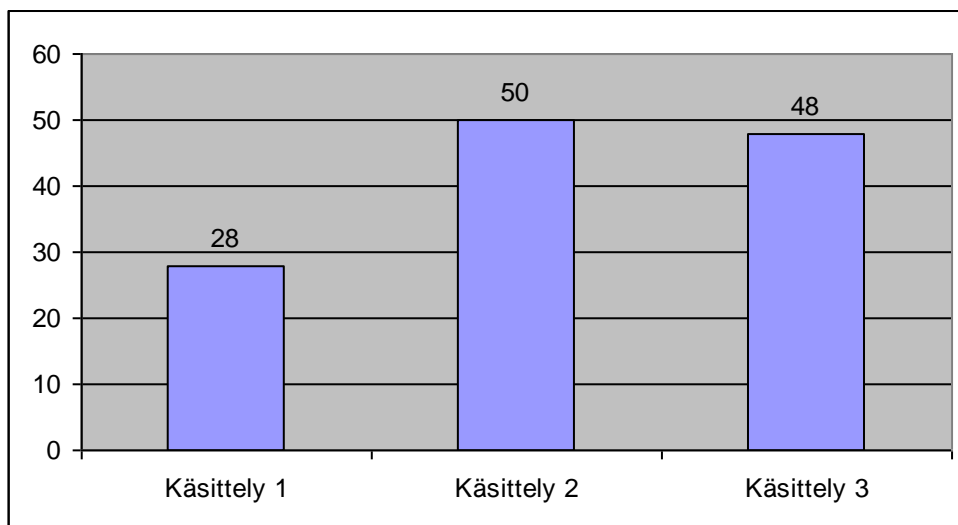
*Kuvio 9. Mätäiden vikojen jakaantuminen koaloilla, joissa mätät oli tehty kannonnoston yhteydessä ja kannot kasattu aumoihin. Luumäki ja Jaala.*

Koaloilla, joissa mätät oli tehty erillistyönä, oli pääasiassa kahdenlaisia vikoja: mätäissä oli liian vähän kivennäismaata, 75 kpl/ha, tai ne olivat liian matalia, 91 kpl/ha (kuvio 10, kts myös liite 9). Muutamia mätäitä oli jäänyt tiivistämättä. Tiivistys on välttämätöntä, että taimen juuret saavat yhteyden maaperään. Silmin nähtävä havainto oli, että joissain tapauksissa mätäiden maa-aines oli kaalittu hieman liian syvältä, joten kivennäismaata oli jopa liikaakin mätään päällä.

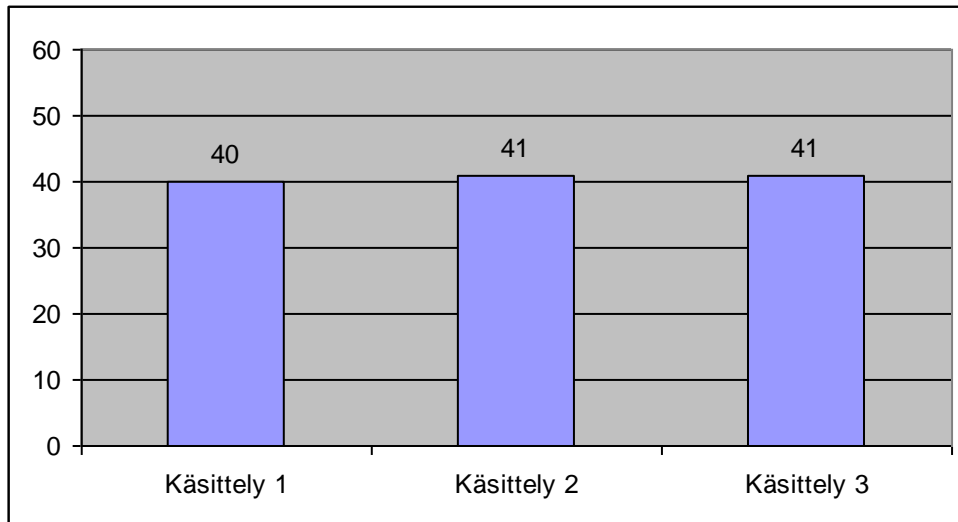


Kuvio 10. Mättäiden vikojen jakaantuminen koaloilla, joisa mättäät tehtiin erillistyönä kantojen lähikuljetuksen jälkeen.

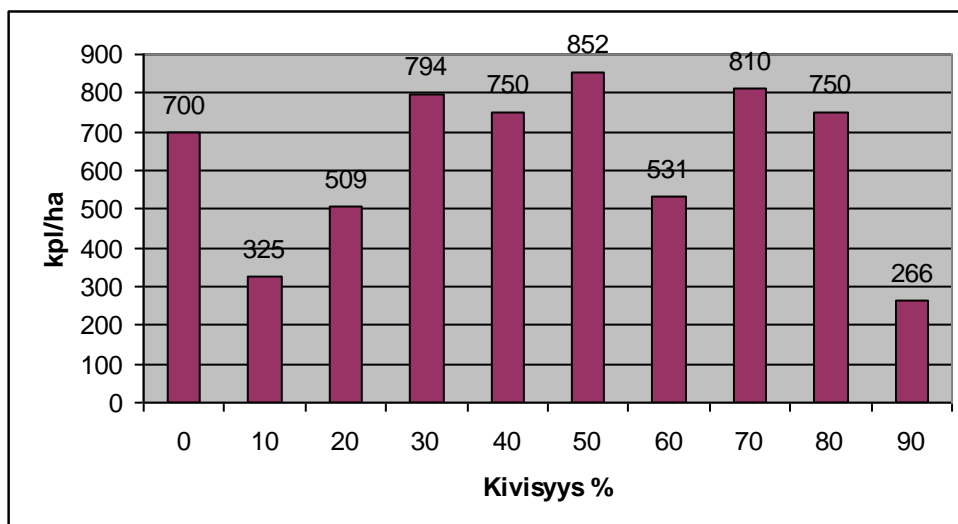
Koaloilta mitattiin myös kivisyys, se vaihteli 0 %:sta 90 %:iin. Kaikki koalat olivat kivennäismaalla, joko keskikarkealla tai karkealla. Kivisyydellä ei ollut merkitystä mättäiden laatuun. Kuvassa 18 esitetään hyvien mättäiden osuus kivisyysluokittain käsittelyissä 1 ja 2.



Kuvio 11. Kivisyyskeskiarvot käsittelyittäin, Luumäki.



Kuvio 12. Kivisyyskeskiarvot käsittelyittäin, Jaala.



Kuvio 13. Hyvien määttäiden osuus kivisyysluokittain mätästyslevyllä tehdyillä koealoilla.

## 6 POHDINTAA TULOKSISTA

### 6.1 Havaintoja kannonnostotyömaalta

Kannonnostotyömaan erilaisia käsittelyaloja havainnoitaessa käy ilmi, että kivennäismaata on todella paljon näkyvissä. Voisi olettaa, että taimelle löytyy hyviä istutuskohtia. Kuusen taimelle ei kuitenkaan ole ihan sama, mihin se istutetaan. Se voi elää mutta ei kasva optimaalisesti. Kuusen istutuspaikkavaatimuksia on tutkittu niin paljon, että tutkimustuloksiin on hyvä turvautua. Luorasen ja Kiljusen (2006) ohjeilla tehdyt mätätäköt takaavat kuusentaimelle parhaan mahdollisen kasvun. Heidän mukaansa kuusen kasvu on huomattavasti nopeampaa laikkumätätäkössä kuin esimerkiksi äesjäljessä. Taimien elävyyskin on 3–4 vuoden kuluttua istutuksesta suurempi mätätäkössä kuin äesjäljessä. Näin ollen mätätäköt kannattaa tehdä kunnolla.



*Kuva 6. Kannonnostokohteella on paljon paljastettua kivennäismaata. Kuva: P. Tiusanen*

Tutkimuksessa tarkasteltiin erilaisia mätätystysvaihtoehtoja kannonnostokohteilla. Silmämääräisesti arvioituna ei ollut eroja mätätäiden laatuun sillä, oliko kannot kasattu aumoihin vai perinteisesti pikkukasoihin. Havainto sai vahvistusta tutkimustuloksista: hyviä mätätäitä oli yhtä paljon molemmilla käsittelytavoilla. Osa mätätystyslevyllä tehdyistä mätätäistä oli erittäin hyviä, suurin osa kuitenkin ei. Jälkimätätystykseen verrattuna mätäslevyllä tehdyt mätätäköt ovat vaatimattomia.



## 6.2 Mätästyslevyllä tehtyjen mättäiden laatu

Mättäällä tulisi olla riittävän laaja yhtenäinen kivennäismaakerros, jotta tukkimiehentäi ei söisi tainta (Luoranen & Kiljunen 2006, 27). Viallisista mättäistä noin 20 %:ssa oli liian vähän kivennäismaata mätästyslevyllä tehdyillä käsittelyaloilla. Mättään tulisi olla 50-90 cm pitkä ja leveä (Luoranen ja Kiljunen 2006, 37). Tähän päästään huolellisella työllä, koska mätästyslevy on 70 cm leveä. Tämän kokoisella mätästyslevyllä saisi myös riittävän laaja-alaisia mättäitä. Sillä, onko kannot kasattu pieniin kasoihin vai aumoihin, ei ole tilastollista merkittävyyttä (liite 5).

Käsittelyillä 1 ja 2 hieman alle 10 % viallisista mättäistä oli liian pieniä (noin 5 % kaikista mättäistä) eli ne eivät olleet tarpeeksi laaja-alaisia. Jos mätäs on kooltaan pieni, niin ei sen pinnalle saa myöskään tarpeeksi laajaa kivennäismaakerrosta. Mättään riittävän koon etuna on myös se, että vesakko ei kasva niin nopeasti kuin muokkaamattomalla maalla (Luoranen & Kiljunen 2006, 23). Käsittelytapojen 1 ja 2 välillä ei ole mättään koossa tilastollisesti merkittävää eroa (liite 6).

Mättäiden tiivistäminen on tärkeää mättään teon yhteydessä. Mikäli kaivinkone ei tiivistä mätästä, sen joutuu tekemään istuttaja. Koneella saadaan kuitenkin mättäät tiiviimmiksi niin, että mättään sisällä oleviin humuskerroksiin ei jää liian paljon ilmatilaa. Jos ilmatilaa jää liiaksi, niin taimi helposti kuivuu. Noin kolmannes mätästyslevyllä tehdyistä mättäistä (käsittelyt 1 ja 2) oli jäänyt tiivistämättä. Tiivistäminen vaatii oman työvaiheen kannonnoston ja mättään teon jälkeen. Kyse on siis ajankäytöstä: tiivistetäänkö mätäs vai ryhdytäänkö jo nostamaan uutta kantoa? Tähän ongelmaan saataisiin apua riittävän selkeällä ohjeistuksella ja työmaanaikaisella valvonnalla. Tiivistämisessä ei ollut tilastollisesti minäkäänlaista eroa käsittelyiden 1 ja 2 välillä (liite 7).

Metsäkuljetuksessa tuhoutuneita mättäitä oli 31 % käsittelyssä 1 ja 22 % käsittelyssä 2 kaikista viallisista mättäistä (20 % ja 15 % kaikista mättäistä). Näyttäisi siis siltä, että aumakasauksesta oli hyötyä, mutta ero ei kuitenkaan ole tilas-

tollisesti merkittävä (liite 8). Kuitenkin kokonaisuudessaan viallisten mättäiden osuus oli sama molemmissa käsittelyissä: 811 kpl/ha käsittelyssä 1 ja 824 kpl/ha käsittelyssä 2. Kuljettaja kertoi, että Jaalassa hän sai tehtyä isot aumat. Hän nosti kannot tarvittaessa koneen toiselle puolelle auman koon suurentamiseksi. Aumaus ei hänen mielestään vähentänyt ajokertoja. Luumäellä ei ollut tarpeeksi kantoja isojen aumojen tekemiseksi. Kuvassa 19 nähdään, kuinka mätäs litistyy painavan ajokoneen ajaessa sen ylitse. Sellaiseen mättääseen istutettu taimi joutuu liian tiiviiseen, hapettomaan, maahan.

Luoranen ja Kiljunen (2006, 33) opastavat, että mättään tulisi olla noin 10-20 cm korkea alkuperäisestä maanpinnasta mitattuna. Tämä ei toteutunut noin kymmenessä prosentissa mätästyslevyllä tehdyistä mättäistä. Oikeankorkuisella mättäällä taimi on lämpimämmässä kuin aivan maanpinnassa.

Kiviä tai hakkuutähteitä oli vain muutamassa prosentissa mätästyslevyllä tehdyissä mättäissä. Stora Enson kannonnostotyömailla hakkuutähteet pitää kerätä ennen kannonnostoa (Stora Enso 2009). Tämä vähentää hakkuutähteiden mahdollisuutta joutua mättään sisälle.



*Kuva 7. Kantojen metsäkuljetuksessa tuhoutunut mätäs. Kuva: P. Tiusanen.*

Myöhemmissä tämän tutkimushankkeen tutkimuksissa selvinnee kuinka vaativia kuusentaimet lopulta ovat mättään suhteen. Jos lasketaan, että yhdessä mättäessä on ainoastaan yksi vika, niin panostamalla mättään tiivistykseen ja laittamalla riittävästi kivennäismaata mättään päälle saadaan hyviä mättäitä riittävästi.



*Kuva 8. Mätäs tehty kannonnoston yhteydessä mätästyslevyllä. Kuva: P. Tiusanen.*

Kannot pikkukasoihin kasatuilla kohteilla (käsittely 1) hyvien mättäiden määrä nousi 658:sta kpl/ha 1 100:en kpl/ha, sekä aumakohteilla (käsittely 2) vastaavasti 655:sta kpl/ha 1 200:en kpl/ha. Kaikkien mättäiden määrä oli molemmilla käsittelytavoilla noin 1 400 kpl/ha. Käsittelyaloilla oli runsaasti myös muita soveltuvia istutuspaikkoja, mutta tutkimuksessa laskettiin vain kaivinkoneella tehdyt mättäät. Mättäitä, joissa oli useampi vika, oli perinteisellä käsittelyllä 133 kpl/ha ja aumakohteilla 250 kpl/ha.

Huolellisella mättäiden teolla ja riittävällä määrällä mättäitä voidaan kannonnoston yhteydessä tehtävällä mätästyksellä saada riittävästi istutuskelpoisia mättäitä, joskin osa mättäistä tuhoutuu kantojen metsäkuljetuksessa vääjäämättä. On myös kustannuskysymys tehdä kaksi työvaihetta samalla koneella samanaikaisesti: ei tarvitse käyttää kaivinkonetta kahta kertaa samalla työmaalla.

### **6.3 Erillismuokattujen mättäiden laatu**

Kohteilla, joissa mättäät oli tehty kantojen metsäkuljetuksen jälkeen, oli runsaasti hyviä, istutuskelpoisia mättäitä, noin 1 600 kpl/ha. Kun tähän lisätään muut istutuskelpoiset paikat, niin saadaan istutuskohtia riittävästi. Luumäellä ja

Jaalassa toiminut yrittäjä kertoi, että hänellä on mahdollisuus pitää kaivinkonetta ja ajokonetta työmaalla samanaikaisesti. Kantojen noston jälkeen hän ajaa kannot tienvarteen ja sen jälkeen tekee mättäät. Tämä on hyvien istutuspaikkojen kannalta ihanteellinen tilanne, mutta kantojen palstakuivaus jää toteutumatta. Kantojen pitäisi olla muutama viikko palstalla kuivumassa (Laurila & Lauhanen 2006, 27 ). Monessakaan yrityksessä ei todennäköisesti voida pitää koneita odottamassa seuraavaa työvaihetta, sillä kaivinkoneen pitää joutua jo seuraaville työmaille. Jälkimätästys vaatii siis uuden muokkauskierroksen niillä kohteilla, joissa kannot on jo ajettu.

Erillismuokatuilla käsittelyaloilla oli viallisia mättäitä vain 173 kpl/ha. Tosin hajonta oli suuri eri koealojen välillä; suurimmillaan viallisia mättäitä oli eräällä koealalla 974 kpl/ha. Ne olivat kaikki liian matalia. Mättään mataluus olikin suurin yksittäinen virhe mättäiden laadussa jälkimätästetyillä käsittelyaloilla. Kivennäismaan vähyys mättään pinnalla oli toinen melkein yhtä suuri vika. Muutamia mättäitä oli jäänyt tiivistämättä (kuva 10), muutamissa oli hakkuutähteitä tai ne olivat liian pieniä. Kokonaisuudessaan kantojen metsäkuljetuksen jälkeen tehdyt mättäät olivat laadukkaita.

Laadukkaiden mättäiden osuus on siis erillismuokatuilla käsittelyaloilla paljon suurempi kuin kannonnoston yhteydessä mätästyslevyllä tehdyillä käsittelyaloilla. Ero on tilastollisesti erittäin merkittävä (liite 5). Tämä puoltaa kantojen metsäkuljetuksen jälkeen tehtävää mätästystä. Tällöin esimerkiksi ajossa syntyneitä tuhoja ei ole sekä mättäät on pääsääntöisesti tiivistetty. Ero tiivistämisessä verrattuna mätästyslevyllä tehdyille käsittelyaloilla on erittäin merkittävä (liite 7).



*Kuva 9. Kantojen metsäkuljetuksen jälkeä tehty mätäs. Kuva: P. Tiisanen.*



*Kuva 10. Jälkimätästyksessä tehty tiivistämätön mätäs. Kuva: P. Tiusanen.*

#### **6.4 Vaihtoehtojen tarkastelua**

Työn teettäjän valittavaksi jää, tehdäänkö mätäät kannonnoston yhteydessä vai jälkikäteen. Jos on mahdollista maksaa ylimääräisistä koneiden siirroista kannattaa mätäät tehdä erillistyönä. Edullisempi vaihtoehto on tehdä mätäät samalla kertaa kantojen noston kanssa. Jos tässä yhteydessä mätäät tehdään niin huolellisesti kuin välineet ja olosuhteet antavat myöten, niin työnjälki on kohtuullinen. Tällöin hyväksytään, että osa mätäistä litistyy metsäkuljetuksen aikana. Erittäin tärkeää on antaa koneen kuljettajalle riittävät ohjeet mätäiden laadusta ja valvoa työmaata. Jos mätäitä ei tehdä kunnolla, niin yhtä hyvin voidaan ne jättää tekemättä ja istuttaa taimet kannonnostossa syntyneisiin kivennäismaakohtiin.

Tilastolliset vertailut puoltavat kantojen metsäkuljetuksen jälkeen tehtävää mätästystä. Tällöin mätäiden laatu on ylivertainen verrattuna mätästyslevyllä kannonnoston yhteydessä tehtäviin mätäisiin.

Lehtipuustoa syntyy liikaa kannonostokohteille, koska kivennäismaata on näkyvissä niin paljon (Melkas 2006). Tämänkin vuoksi on hyvä saada kuusentaimet riittävän korkeisiin mätäisiin, sillä pelkkään paljastuneeseen kivennäismaahan istutettu taimi jää nopeasti kasvavan lehtipuuvesakon tukahduttamaksi. Lehtipuuvesakon ylimääräinen raivaus nostaa taimikonhoidon kustannuksia.

## 6.5 Taloudellinen näkökulma

Laikkumätästys maksaa noin 320–350 eur/ha. Kannonnosto ja sen yhteydessä tehtävä mätästys tehdään tuntityönä, mutta hehtaarikustannus on noin 700 euroa. Mättäiden teon osuus on noin 120 eur/ha. Näin laskien kantojen metsäkuljetuksen jälkeen tehtävän mätästykseen lisäkustannus on 200–230 eur/ha.

Huonot mättäät aiheuttavat lisäkuluja taimikon varhaisperkauksen, tukkimiehen-täituhojen, taimien kuivumisen, täydennysviljelyn sekä kasvutappioiden kautta. Mikä koneiden siirroissa säästetään, se helposti em. syiden kautta menetetään.

## 6.6 Tutkimuksen kriittinen tarkastelu

Alkuperäisestä suunnitelmasta kokeiden ja koealojen koosta jouduttiin käytännön syistä luopumaan. Alkujaan kokeet suunniteltiin tehtävän 8–10 hehtaarin leimikoihin, mutta näitä ei löytynyt. Kokeille olisi tullut yhden hehtaarin käsittelyalat nykyisten 0,36 hehtaarin sijasta. Näin kaivinkoneenkuljettaja olisi voinut työskennellä luonnollisesti vahtimatta koko ajan käsittelyalueen rajoja. Koealan kokoa jouduttiin myös pienentämään 201 neliömetristä 113 neliöön, koska isojen koealojen arviointi oli työlästä. Alkuperäisen suunnitelman mukaisesti toteutetut kokeet olisivat tuoneet lisätarkkuutta tutkimukseen suuremman otoskoon ansiosta.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen perusteella on suositeltavaa tehdä maanmuokkaus kantojen noston ja metsäkuljetuksen jälkeen. Näin saadaan riittävästi kunnollisia istutuspaikkoja. Jos muokkaus tehdään kantojen noston yhteydessä, niin ohjeistukseen, työn laatuun ja laadun valvontaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Ei riitä, että paljon kivennäismaata paljastuu. Laaja kivennäismaan paljastuminen johtaa runsaaseen vesakon kasvuun taimikossa. Kunnolliset mättäät takaavat taimelle kilpailuedun vesakkoa vastaan. Laadun täyttäviä mättäitä on tehtävä riittävästi. Pienillä uudistusaloilla on kuitenkin järkevää tehdä kannonnosto ja muokkaus samalla kertaa työn tehostamiseksi.

Tutkimusohjelma jatkuu taimikoiden inventoinnilla lähivuosina. Tällöin tarkastetaan, miten taimet ovat selviytyneet eri käsittelyaloilla.

## LÄHTEET

Kuusinen, M. & Ilvesniemi, H. 2008. Energiapuun korjuun ympäristövaikutukset. METLA ja TAPIO. <http://www.metsavastaa.net/energiapuu/raportti>. 1.3.2009.

Laitila, J., Ala-Fossi, A., Vartiamäki, T., Ranta, T. ja Asikainen A. 2007. Kantojen noston ja metsäkuljetuksen tuottavuus. Metlan työraportteja nro 46.

Lauhanen, R. & Laurila, J. 2007. Bioenergia tuotannon haasteet ja tutkimustarpeet. METLA. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>. 1.3.2009.

Laurila, J. & Lauhanen, R. 2007. Energiakäyttöön korjatun kanto- ja juuripuun kosteusvaihtelu. Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

Luoranen, J. & Kiljunen, N. 2006. Kuusen paakutaimien viljelyopas. Suonenjoki. METLA.

Melkas, T. 2006. Metsänviljelyn onnistuminen kuuselle uudistettavilla kannonostoaloilla. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Metsäntutkimuslaitos ja Metsätaloudenkehittämiskeskus Tapio. 2008. Energiapuun korjuun ympäristövaikutukset.

Metsäteho. 2001. Maanmuokkauksen koulutusaineisto.

Piri, T. 2009. Tutkija. METLA. Sähköpostiviestit ja puhelut 1.3.2009.

Saarinen, V-M. & Harstela, P. 2003. Puuenergian ja teknologiaohjelman vuosikirja. Artikkelit: Hakkuutähteiden ja kantojen korjuun vaikutus maanmuokkaukseen ja metsänviljelyyn. VTT.

Stora Enso. 2009. Kannon hankintaohjeet.

Uotila, K. 2008. Taimiuutiset 3/2008. Helsinki. METLA.



Vattenfall. 2011. <http://www.vattenfall.fi/fi/omakotitalo.htm>. 26.4.2011.

VTT. Päätehakkuukuusikoiden kantopuu

# TYÖOHJEET KANNONNOSTOTYÖMAILLE

Tutkimussuunnitelma

## Istutusmättäiden laadun parantaminen kannonnostokohteilla

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voidaanko istutusmättäiden laatua parantaa kannonkorjuualoilla kasaamalla kannot yksittäisten pikkukasojen sijaan aumoihin. Aumojen sijoittelun avulla pyritään vähentämään korjuualalla kantojen lähikuljetuksesta aiheutuvaa korjuutraktorin edestakaista ajoa ja kannonnoston yhteydessä tehtyjen istutusmättäiden tallaantumista.

Tutkimuksessa verrataan mättäiden laatua ja määrää, taimien kehitystä sekä tukkimiehentäituhojen ja muiden tuhojen esiintymistä neljällä eri käsittelyvaihtoehdolla.

### Käsittelyt:

- 1) istutusmättäät tehdään kannonnoston yhteydessä, kannot kootaan pieniksi kasoiksi korjuualalle (= normaalikäytäntö)
  
- 2) istutusmättäät tehdään kannonnoston yhteydessä, kannot kasaataan aumoihin.
  - Aumojen suunta varastolle tai pääuralle päin
  
  - Aumojen väli 15- 20 m

- Auman pohja muokataan ensin, jonka jälkeen siihen voi varastoida kantoja
- Kaivuri ja ajokone ajavat auman vieressä samaa jälkeä mahdollisimman paljon

3) istutusmättäät tehdään erikseen kannonnoston ja lähikuljetuksen jälkeen

Eri käsittelyalat on merkitty puisin linjakepein, joissa on punaista kuitunauhaa. Käsittelyalojen kulmissa on lasikuituiset kepit. Yhden käsittelyalan koko on 60 m X 60 m. Puukeppien yli voi ajaa, mutta lasikuituisten keppien olisi hyvä pysyä paikoillaan. Jaalan aukolla on jokaista käsittelyä kolme kappaletta ja Luumäen aukolla kaksi. Aukolla sijaitsevien taaempien käsittelyalojen kantoja ei saa ajaa etummaisten käsittelyalojen yli, vaan on ajettava ruutujen ympäri. Muut kuin tutkimukseen kuuluvat osat aukosta tehdään perinteisellä tavalla ( Käsittely 1 ).

Kaivuria on käytettävä aukolla kaksi kertaa, koska käsittelyssä kolme istutusmättäät tehdään erikseen.

## KANNON HANKINTAOHJEET/StoraEnso 2009

### KOHDEVALINTA:

Kannon nostoon soveltuvat kivennäismaiden kuusivaltaiset (**kuusen osuus vähintään 70 %**) päätehakkueleimikot, jotka ovat kasvupaikaltaan VT-metsätyyppiä tai sitä rehevämpiä. **Leimikon koko tulee olla vähintään 2 ha ja ainespuun määrä vähintään 400 m<sup>3</sup>**. Pohjois-Suomessa ja Pohjanmaalla ainespuun määrä vähintään 300 m<sup>3</sup>. Mikäli kohde on juurikäävän vaivaama, voidaan kantojen nosto suorittaa myös kuivilla ja karukkokankailla.

Kantohankintakohteiden tulee olla vähäkivisiä. **Hienojakoisilta maapohjilta (savi- ja hiesumaat) kantoja ei heikon puhdistumisen vuoksi nosteta**. Jyrkiltä rinnekohteilta tai eroosioherkiltä alueilta kantoja ei nosteta.

**Metsäkuljetusmatkan tulee olla alle 400 metriä. Varastointitilaa on oltava riittävästi kolmen vuoden varastointiin**. Kohteen lähellä tulee olla **kääntöpaikka** täysperävaunukalustoa varten. Tiestö voi olla myös talvikuljetuskelpoinen, mutta se ei saa vaatia erillistä jäädyttämistä.

**Hakkuutähteiden keruu on oltava suoritettuna kantojen nostokohteelta.**

Kantoja ei saa nostaa pohjavesialueilta.

### NOSTO JA MAANMUOKKAUS:

Nostotyö tehdään **sulan maan aikana**. Välittömästi roudan sulamisen jälkeen nostotyötä ei aloiteta, vaan maan on annettava hetken kuivahtaa kantojen parimman puhdistumisen vuoksi.

**Vain tukkimittaisten kuusipuiden kannot nostetaan** – pienemmät ja lehtipuiden kannot jätetään maahan. Mikäli männyn kantoja nostetaan, on niiden pilkkomiseen kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta kaikki kiviaines saadaan irti kannosta. **Noston yhteydessä kanto ravistellaan** nostokuopan päällä mahdollisimman hyvin, **pilkotaan pääjuuret erilleen** ja asetetaan korkeisiin kasoihin kuivumaan.

Mikäli kannon noston yhteydessä ei kivennäismaata paljastu riittävästi metsänviljelyä varten, tehdään kohteelle lisälaikkuja. **Istutuskohtia hehtaarilla pitää olla 1800 – 2000 kpl** alueelle tasaisesti jakaantuneena. Tarpeetonta maanpinnan paljastumista kuitenkin vältetään vesakoitumisen ja ravinteiden huuhtoutumisen estämiseksi. Kannonnostossa vältetään syvien yli 30 cm kuoppien eli ns. ”vesipesien” syntymistä.

Puhtaissa kuusitukkileimikoissa jätetään kantoja jätöpuustoksi noin 10 kpl/ha ryhmiin.

Kantoja ei nosteta:

- jyrkiltä rinteiltä
- kallioiden päältä, joissa irtomaakerros on alle 0,5 metriä
- louhikoista ja kivikoista
- vesistöjen, pienvesien ja ojien suodattumisvyöhykkeiltä
- luonto- ja kulttuurikohteilta
- säästö- ja lahopuidenpuiden välittömät lähiympäristöt (vähintään 3 metrin levyinen suojavyöhyke, jolla maanpinta säilyy ehjänä ja juuristot vaurioitumattomina)

Kantojen nostokohteille ei saa jättää tuoreita lahovikaisia kantoja nostamatta paitsi em. suojakohteille.

Kaivinkoneen **kuljettaja mittaa työskentelyalueelta koealoja**. Koealoilta kontrolloidaan nosto- ja maanmuokkaustyön laatua mm. istutuspaikkojen osalta **myös metsäkuljetuksen jälkeen**.

**METSÄKULJETUS:**

Kantojen annetaan **kuivua noston jälkeen palstalla kasoissa touko – syyskuussa vähintään 4 viikkoa ennen metsäkuljetusta**. Syys- lokakuun aikana nostetut kannot metsäkuljetetaan vasta seuraavana keväänä.

Metsäkuljetuksen yhteydessä vältetään tarpeetonta istutuspaikoiksi tarkoitettujen mättäiden polkemista.

**VARASTOINTI:**

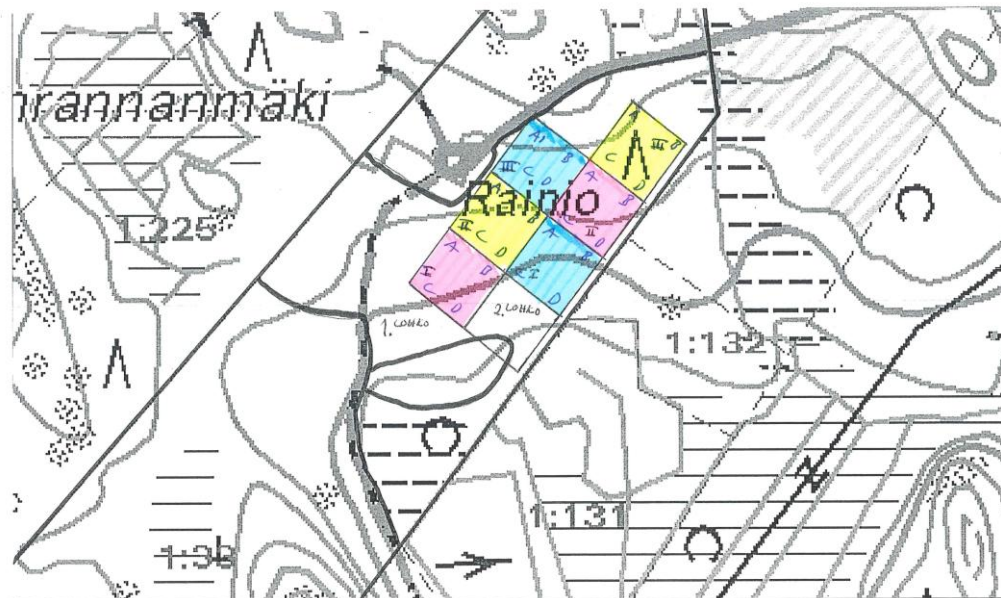
Kantojen laadun parantaminen edellyttää vähintään yhden kesän ja yhden talven varastointia (eroosio). Kannot ovat varastossa hyvin säilyvä puupolttoaine, joten niiden varastointiaika on sovittava maanomistajan kanssa pitkäksi (2 – 3 vuotta).

**Varastotilaa tarvitaan tien varressa kuormaimen ulottuman (7 m) leveydeltä 40 m hehtaaria kohti.**

Varastointi ei saa haitata tien normaalia käyttöä. Varastokasat voivat olla korkeintaan 5 metriä korkeita ja rakenteeltaan tukevia. Vyörymisen ympäristölle aiheuttamaan vaaraan on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Varastoa ei tehdä ojien päälle, muuta kuin tapauksissa, joissa muuta varastopaikkaa ei ole käytettävissä.

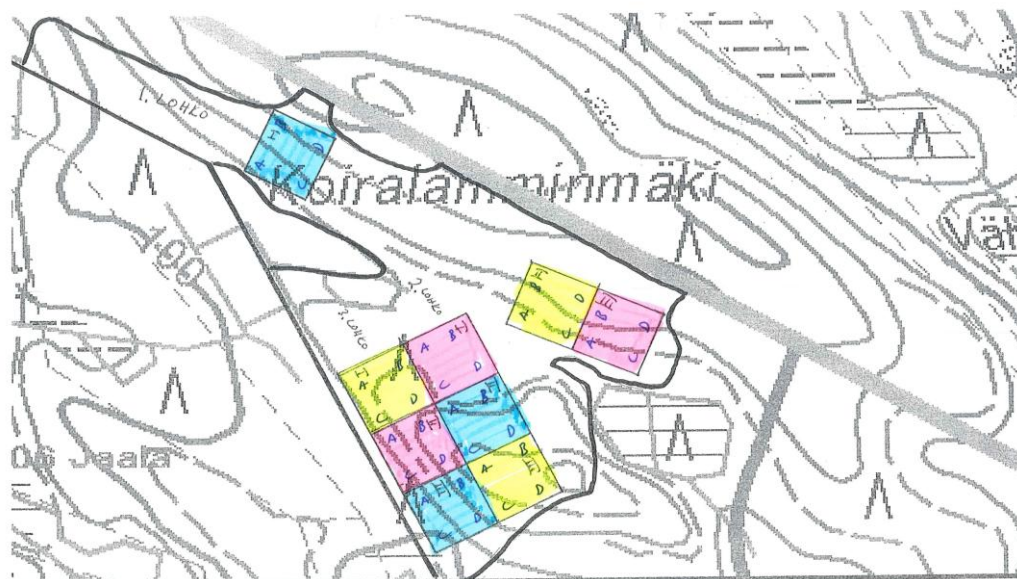
## Luumäen koe



0 20 40 60 80 100 m  
Pvm 18.06.2009 Pk 3131 05 B Mk 1:3 000

- ISTUTUSMÄTTÄÄT KANNONNOSTON YHTEYDESSÄ, KANNOT PIENIKKI KASVEKSI
- ISTUTUSMÄTTÄÄT KANNONNOSTON YHTEYDESSÄ, KANNOT AURTOIHIN
- ISTUTUSMÄTTÄÄT, KANTOJEN LÄHIKULJETUKSEN SÄLEEN

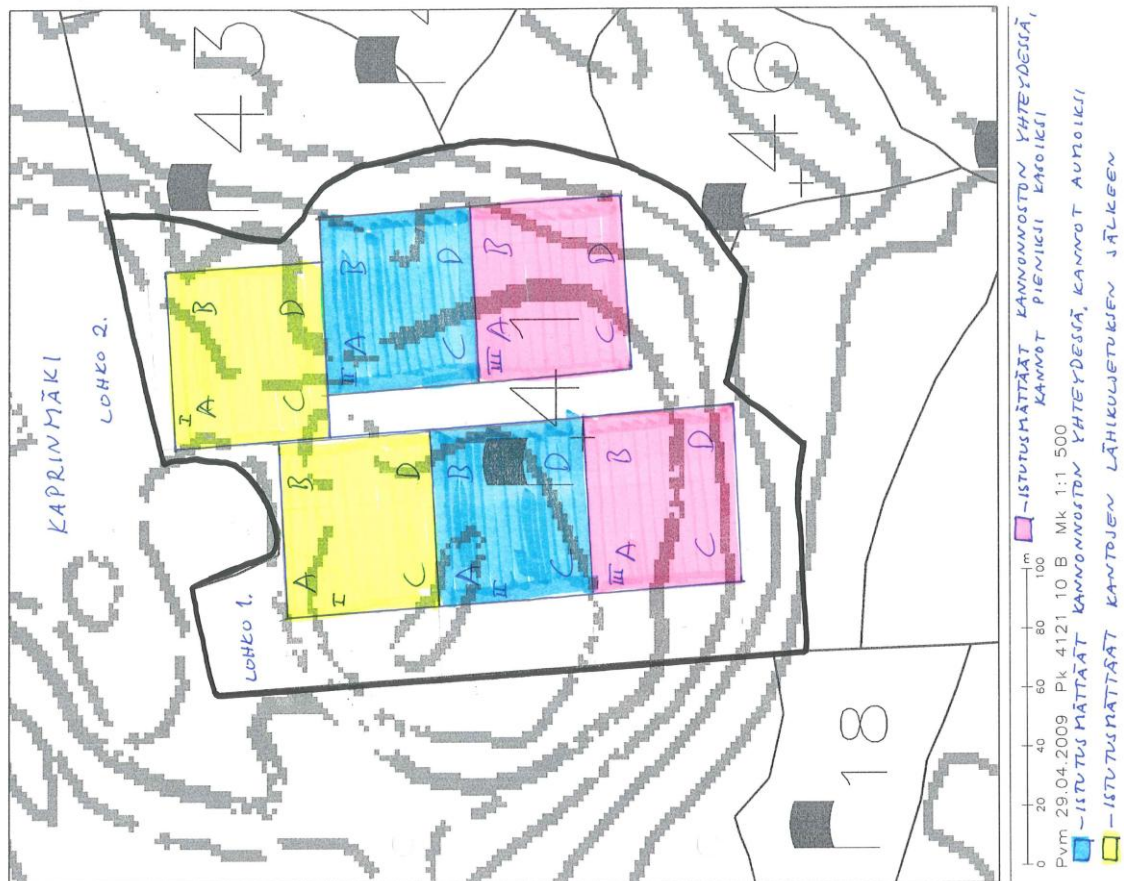
## Jaalan koe.



0 20 40 60 80 100 m  
Pvm 18.06.2009 Pk 3114 01 D Mk 1:3 000

- ISTUTUSMÄTTÄÄT KANNONNOSTON YHTEYDESSÄ, KANNOT PIENIKKI KASVEKSI
- ISTUTUSMÄTTÄÄT KANNONNOSTON YHTEYDESSÄ, KANNOT AURTOIHIN
- ISTUTUSMÄTTÄÄT, KANTOJEN LÄHIKULJETUKSEN SÄLEEN

Rautjärven koe.







## Liite 5

## Tilastollinen vertailu hyvien määttäjien osuudesta

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hyvien määttäjien %osuus

(I) Käsitteily	(J) Käsitteily	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Bonferoni	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-1,8650	4,8468	,000	-13,821	10,091
	Käsitteily 2 (aumat)	-46,5350*	4,8468	,000	-58,491	-34,579
	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	1,8650	4,8468	,000	-10,091	13,821
	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-44,6700*	4,8468	,000	-56,626	-32,714
	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	46,5350*	4,8468	,000	34,579	58,491
	Käsitteily 2 (aumat)	44,6700*	4,8468	,000	32,714	56,626
Tamhane	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-1,8650	5,4936	,982	-15,637	11,907
	Käsitteily 2 (aumat)	-46,5350*	3,9812	,000	-56,538	-36,532
	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	1,8650	5,4936	,982	-11,907	15,637
	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-44,6700*	4,9442	,000	-57,216	-32,124
	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	46,5350*	3,9812	,000	36,532	56,538
	Käsitteily 2 (aumat)	44,6700*	4,9442	,000	32,124	57,216

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Liite 6

## Tilastollinen vertailu mättäiden vioista: Pienet mättäät

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pieni.kpl/ha

(I) Käsitteilyt		(J) Käsitteilyt		Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 1 (pienet kasat)				Lower Bound	Upper Bound
Bonferroni		Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 2 (aumat)	-25,9950	30,1370	1,000	-100,334	48,344
		Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	59,1900	30,1370	,163	-15,149	133,529
		Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	25,9950	30,1370	1,000	-48,344	100,334
		Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	85,1850*	30,1370	,019	10,846	159,524
		Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-59,1900	30,1370	,163	-133,529	15,149
		Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 2 (aumat)	-85,1850*	30,1370	,019	-159,524	-10,846
Tamhane		Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 2 (aumat)	-25,9950	36,4041	,859	-116,923	64,933
		Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	59,1900	26,9143	,113	-10,602	128,982
		Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	25,9950	36,4041	,859	-64,933	116,923
		Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	85,1850*	25,9824	,011	17,853	152,517
		Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-59,1900	26,9143	,113	-128,982	10,602
		Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 2 (aumat)	-85,1850*	25,9824	,011	-152,517	-17,853

\*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

## Liite 7

## Tilastollinen vertailu määttäiden voista: Ei tiivistetty

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Ei tiivistettykol/ha

	(I). Käsitteilyt	(J). Käsitteilyt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Bonferroni	Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 2 (aumat)	-77,430	67,763	,774	-244,58	89,72
	Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	287,670*	67,763	,000	120,52	454,82
	Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	77,430	67,763	,774	-89,72	244,58
	Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	365,100*	67,763	,000	197,95	532,25
Bonferroni	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-287,670*	67,763	,000	-454,82	-120,52
	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 2 (aumat)	-365,100*	67,763	,000	-532,25	-197,95
Tamhane	Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 2 (aumat)	-77,430	82,658	,732	-284,67	129,81
	Käsitteily 1 (pienet kasat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	287,670*	49,852	,000	157,74	417,60
	Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	77,430	82,658	,732	-129,81	284,67
	Käsitteily 2 (aumat)	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	365,100*	66,766	,000	190,77	539,43
Bonferroni	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 1 (pienet kasat)	-287,670*	49,852	,000	-417,60	-157,74
	Käsitteily 3 (noston jälkeen)	Käsitteily 2 (aumat)	-365,100*	66,766	,000	-539,43	-190,77

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Liite 8

## Tilastollinen vertailu mättäiden voista: Tuho

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Tuho\_kp/ha

(I) Käsitelyt	(J) Käsitelyt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Bonferroni Käsitely 1 (pienet kasat)	Käsitely 2 (aumatt)	56,365	48,131	,691	-60,36	177,09
	Käsitely 3 (noston jälkeen)	292,350*	48,131	,000	173,63	411,07
	Käsitely 1 (pienet kasat)	-56,365	48,131	,691	-177,09	60,36
	Käsitely 3 (noston jälkeen)	233,985*	48,131	,000	115,26	352,71
	Käsitely 1 (pienet kasat)	-292,350*	48,131	,000	-411,07	-173,63
	Käsitely 2 (aumatt)	-233,985*	48,131	,000	-352,71	-115,26
Tamhane Käsitely 1 (pienet kasat)	Käsitely 2 (aumatt)	56,365	58,948	,699	-90,07	206,80
	Käsitely 3 (noston jälkeen)	292,350*	49,684	,000	162,32	422,38
	Käsitely 1 (pienet kasat)	-56,365	58,948	,699	-206,80	90,07
	Käsitely 3 (noston jälkeen)	233,985*	31,724	,000	150,96	317,01
	Käsitely 1 (pienet kasat)	-292,350*	49,684	,000	-422,38	-162,32
	Käsitely 2 (aumatt)	-233,985*	31,724	,000	-317,01	-150,96

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Liite 9

## Mättäiden laatu eri käsittelyillä

