

Risto Rönkkö

**Kannonnoston työjäljen ja täydentävän maanmuokkauksen
laatuseuranta Ähtärissä**

Tarkastelussa uudistusalat vuosilta 2007 - 2009

Opinnäytetyö

Syksy 2009

Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ähtäri

Metsätalouden koulutusohjelma

Metsätaloustuotanto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ähtäri

Koulutusohjelma: Metsätalouden koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Metsätaloustuotannon suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Risto Rönkkö

Työn nimi: Kannonnoston työjäljen ja täydentävän maanmuokkauksen laatuseuranta

Ohjaaja: Risto Lauhanen

Vuosi: 2009

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä: 2

Kantoja on nostettu energiakäyttöön vasta noin 10 vuotta, ja korjuualat nousevat vuosittain kovaa vauhtia. Laatuseurantaa kannonnostoaloilla on tehty kuitenkin vasta vuodesta 2006.

Tässä työssä tutkittiin kannonnoston työjäljen ja täydentävän maanmuokkauksen laatua kannonnostoaloilla Ähtärissä. Tarkastelussa oli vuosina 2007 – 2009 toteutetut uudistusalat. Tavoitteena oli selvittää, millaista kannonnoston työjälki ja maanmuokkauksen laatu on Ähtärissä, miten maanmuokkauksen laatu kannonnostoaloilla poikkeaa normaalin uudistusalan maanmuokkauksen laadusta ja miten Hyvän metsänhoidon suositukset toteutuvat kohteilla.

Tutkimus koostui maastoinventoinneista sekä mittaustulosten analysoinnista ja yhteenvedosta. Maastoinventoinnit toteutettiin kuusen kannonnostoaloilla sekä vastaavilla uudistusaloilla, joilta ei ollut nostettu kantoja eikä korjattu hakkuutähteitä. Maastoinventoinneissa inventoitiin 10 kannonnostokohdetta ja 10 vertailukohdetta. Maastoinventoinneissa käytettiin Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion kehittämää korjuujäljen inventointimenetelmää.

Kannonnostokohteilla työjälki oli pääasiassa hyvää ja suositusten mukaista. Maanmuokkauksessa oli eniten puutteita mättäiden määrässä. Huomautettavaa oli myös kannonnoston ja maanmuokkauksen yhteydessä syntyneiden syvien kuoppien määrässä. Maanmuokkauksen laatu oli vertailukohteilla parempaa kuin kannonnostokohteilla. Vaikka maanmuokkaus kannonnoston yhteydessä vie vähemmän aikaa ja on edullisempaa, niin muokkauksen laatu kannattaisi varmistaa kattavammalla laatuseurannalla ja palautejärjestelmällä.

Avainsanat: Kannonnosto, maanmuokkaus, energiapuu, laatuseuranta

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Ähtäri School of Forestry
Degree programme: Degree programme in Forestry
Specialisation: Forestry Production

Author: Risto Rönkkö

Title of thesis: Stumps removal and mounding quality monitoring

Supervisor: Risto Lauhanen

Year: 2009

Number of pages: 38

Number of appendices: 2

It has only been about 10 years that stumps have been removed and used for energy production and during this time the harvest has increased at a high rate every year. However, quality monitoring at the stump lifting areas has only been carried out since the year 2006.

In this work the stump removal and quality of the ground preparation at stump lifting areas in Ähtäri was studied. The examination was carried out in areas harvested during the years 2007-2009. The objective was to clarify what the impact of the stump lifting was, what was the quality of the ground preparation and how it deviates in the stump lifting areas from that of the normal harvesting areas, as well as how the forest management recommendations are carried out in the areas.

The study consisted of a ground survey and analysis as well as a summary of the results. The ground survey was carried out on spruce stump lifting areas and in similar areas from which the stumps and slash were not removed. The ground survey was made at 10 stump lifting areas and 10 control areas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ground survey guidelines were used.

On the stump lifting areas the work impact was mainly good and in accordance with the recommendations. The ground preparation had the largest number of shortcomings including the number of mounds produced as well as the number of deep holes. The quality of the ground preparation was better on the control areas than the stump lifting areas even though ground preparation during stump lifting takes less time and is cheaper. The quality of the ground preparation is important to secure a comprehensive quality control monitoring and feedback system.

Keywords: stump lifting, ground preparation, stump energy, quality monitoring

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| Sisältö | 3 |
| Kuvio- ja taulukkoluetelo..... | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 TAUSTA..... | 9 |
| 2.1 Kannonnosto ja täydentävä maanmuokkaus käsitteenä | 9 |
| 2.2 Kannonnostoalojen laatuseuranta..... | 10 |
| 2.3 Aikaisemmat tutkimukset | 10 |
| 3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET | 12 |
| 4 AINEISTO JA MENETELMÄT | 13 |
| 4.1 Inventointikohteet..... | 13 |
| 4.2 Maastomittausten toteutus..... | 14 |
| 4.3 Mitattavat tunnuksset..... | 16 |
| 4.3.1 Pinta-ala, maalaji ja suojavyöhykkeet | 16 |
| 4.3.2 Jätettyjen kantojen ja yli 25 cm syvien kannonnosto- ja laikkukuoppien määrä | 17 |
| 4.3.2 Paljastuneen pintamaan määrä..... | 17 |
| 4.3.3 Mättäiden määrä, laatu ja istutetut taimet | 17 |
| 5 TULOKSET | 18 |
| 5.1 Kuvioiden perustiedot | 18 |
| 5.2 Kannonnoston työjälki..... | 19 |
| 5.2.1 Suojavyöhykkeet | 19 |
| 5.2.2 Jätettyjen kantojen määrä | 20 |
| 5.2.3 Yli 25 cm syvien kannonnosto- tai laikkukuoppien määrä | 20 |
| 5.2.4 Paljastuneen pintamaan määrä..... | 22 |
| 5.3 Maanmuokkaus..... | 22 |
| 5.3.1 Maanmuokkausmenetelmät | 22 |
| 5.3.2 Suojavyöhykkeet | 23 |
| 5.3.3 Mättäiden määrä ja laatu..... | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 5.3.4 Laikkumättäiden kaksinkertainen humuskerros..... | 25 |
| 5.3.5 Istutettujen taimien määrä suhteessa mättäiden määrään | 25 |
| 5.4 Yhteenveto..... | 27 |
| 6 TULOSTEN TARKASTELU..... | 29 |
| 6.1 Kannonnoston työjälki..... | 29 |
| 6.2 Maanmuokkaus..... | 31 |
| 6.3 Kehitysnäkymiä..... | 32 |
| 7 POHDINTA | 34 |
| LÄHTEET | 36 |
| LIITTEET | |

Kuvio- ja taulukkoluetelo

| | |
|--|----|
| Kuvio 1. Esimerkkejä koealojen sijoittumisesta inventoiduille kuvioille. | 15 |
| Taulukko 1. Koeala ja linjavälitaulukko. | 15 |
| Taulukko 2. Inventoitujen kohteiden ikäjakauma..... | 18 |
| Kuvio 2. Inventoitujen kuvioiden sijoittuminen Ähtäriin..... | 19 |
| Kuvio 3. Maahan jätettyjen kantojen määrä kannonnostoaloilla..... | 20 |
| Kuvio 4. Viljelykelpoisten laikkumättäiden ja yli 25 cm syvien kannonnosto- ja laikkukuoppien määrät inventoiduilla kohteilla.. | 21 |
| Kuvio 5. Viljelykelpoisten mättäiden määrä inventoiduilla kuvioilla.. | 23 |
| Kuvio 6. Mättäiden keskimääräinen määrä ja laatu kannonnosto- ja vertailukohteilla. | 24 |
| Kuvio 7. Hyvien ja tyydyttävien mättäiden suhteelliset osuudet inventoiduilla kuvioilla. | 25 |
| Kuvio 8. Viljelykelpoisten mättäiden ja taimien määrät kuvioittain..... | 26 |
| Kuvio 9. Suositusten toteutuminen kannonnoston työjäljessä. | 27 |
| Kuvio 10. Suositusten toteutuminen maanmuokkauksessa. | 28 |

1 JOHDANTO

Puun merkitys uusiutuvana energianlähteenä kasvaa jatkuvasti. Se on luonnonvara, joka korvaa uusiutumattomia energianlähteitä, kuten öljyä ja kivihiihtä. Energiaa voidaan hyödyntää iso osa ainespuuksi kelpaamattomasta, muutoin metsään jäävästä puusta. Samalla se työllistää suomalaisia ja tukee maaseudun elinvoimaisuutta. (Koistinen & Äijälä 2005, 4.) Energiapuun käyttöä pyritään lisäämään mm. Kansallisen metsäohjelman 2015 (2008) ja Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian (2008) avulla.

Kantopuu on arvokas bioenergian lähde, jota kannattaa hyödyntää. Hehtaarin suuruiselta pinta-alalta saadaan noin 120 - 200 MWh kantoenergiaa (Lauhanen & Laurila 2007, 69). Tämä riittäisi 13 keskikokoisen omakotitalon lämmitykseen vuodeksi (Hämäläinen 2005). Kannonnostolla on myös muita hyviä puolia, kuten juurikäävän torjuminen silloin, kun puulajia ei voida vaihtaa uudistettaessa. Lisäksi kannonnosto vähentää tukkimiehentäin tuhoja taimille ja pienentää maanmuokkauksen kustannuksia, vaikkakin maanmuokkauksen laatuun on kiinnitettävä enemmän huomiota kuin perinteisellä uudistusallalla. Huonoina puolina kannonnostossa tunnetaan kannonnostoalojen normaalia kovempi vesakoituminen sekä ravinteiden ja eloperäisen aineksen väheneminen, josta voi olla haittaa riskikohteilla. (Koistinen & Äijälä 2005, 23.)

Kantojen nosto painottuu kuusen uudistusaloille. Harvennuskohteilta kantoja ei nosteta, koska toimenpide vaurioittaa olemassa olevaa puustoa. Kantojen nosto onnistuu sekä kivennäismailla että turvemaiilla. Parhaita kohteita ovat tuoreiden ja sitä rehevämpien kivettömien maiden kuusivaltaiset uudistushakkuukohteet, joilta hakkuutähteet on kerätty. Turvekankailla mustikkaturvekankaat tai sitä rehevämmät kasvupaikat ovat kannonnostoon sopivia kohteita. Kantoja ei pidä nostaa pohjavesialueilta, kallioisilta alueilta tai kivisiltä kasvupaikoilta muun muassa ravinnehuuhtoutumisen riskin vuoksi. (Metsäkeskus Keski-Suomi 2009.)

Nykyisin päätehakkuun yhteydessä korjattava hakkuutähde ja kannot muodostavat 70 - 80 % energiakäyttöön korjattavasta metsähakkeesta. Latvusmassan korjuuta tehdään vuodessa arviolta 30 000 hehtaarilta ja kantoja nostetaan noin 8 000 hehtaarilta. Lähivuosina latvusmassan korjuuala nousee kansallisen metsäohjelman tavoitteiden mukaan noin 50 000:een ja kannonnostoala noin 25 000 hehtaariin. Tällöin energiapuun korjuu tehtäisiin joka kolmannelta uudistusosalta. Korjuu keskittyy pääosin kuusivaltaisiin metsiin. (Kansallinen metsäohjelma 2015... 2008.)

Kantoja on nostettu energiakäyttöön vasta noin 10 vuotta (Mäkinen 2008), eikä energiapuunkorjuun vaikutuksia metsäekosysteemin toimintaan ole vielä pystytty kattavasti tutkimaan (Oksa 2005, 7). Korjuun yleistyessä edelleen on tärkeää tietää sen seuraamuksista, mahdollisista vaikutuksista ja kehittämiskohteista. Myös maanmuokkauksen laatua on tärkeää seurata, sillä muokkausjäljen laatu on pohjana koko uudistamisketjun laadulle. (Luoranen, Saksa, Finer & Tamminen 2007, 60 - 61.) Kannonnostoaloilla laatu seurannan tärkeyttä lisää se, että kantojen noston yhteydessä tehtävän maanmuokkauksen jälki poikkeaa laadultaan tavanomaisen maanmuokkauksen jäljestä (Kuusinen & Ilvesniemi 2008, 36).

Tässä tutkimuksessa keskityttiin tutkimaan kannonnoston työjälkeä ja kannonnostoaloille tehtävän maanmuokkauksen laatua kuusen uudistusaloilla Ähtärissä. Opinnäytetyö on tehty Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun yhteisessä Kehittyvä metsäenergia -hankkeessa. Työ on osana Metsäenergian tuotannon ja käytön ympäristökysymykset -osahanketta. Tutkimuksesta on tehty hankkeelle erillinen selvitys.

2 TAUSTA

2.1 Kannonnosto ja täydentävä maanmuokkaus käsitteenä

Kannonnostoaloilta hakkuutähteet kerätään pois ennen kantojen korjuuta. Kantojen noston jälkeen kannot jätetään yleensä korjuualalle kasoihin, joista ne myöhemmin kuljetetaan tienvarsivarastoihin. Tällöin sade, aurinko ja tuuli puhdistavat kannoista maa-ainesta ja muita epäpuhtauksia. Kantojen kuivuttua ne kuljetetaan käyttöpaikalle tai terminaaliin murskattavaksi. (Kuusinen & Ilvesniemi 2008, 23). Kannonnoston työjäljellä tarkoitetaan varsinaisen nostotyön jälkeä, eli ei maanmuokkausjälkeä metsänuudistamisen kannalta eikä kantojen lähikuljetuksessa syntyneitä mahdollisia ajouria. Kannonnoston työjälki arvioidaan maanmuokkauksen jälkeen. (Kuusinen, Joensuu, Makkonen, Matila, A. & Saaristo 2008, 33.)

Maanmuokkauksella on tarkoitus turvata metsänuudistamisen onnistuminen ja parantaa taimien kasvuedellytyksiä. Muokkauksella lisätään myös maan ilmavuutta ja vedenläpäisevyyttä. Maanmuokkausmenetelmä valitaan maalajin, vesienjohdantatarpeen ja uudistamismenetelmän perusteella. Yleisimpiä maanmuokkausmenetelmiä ovat äestys, laikutus ja mätästys. Kuusen uudistusaloilla käytetään yleensä mätästystä, joka voidaan jakaa laikku-, kääntö-, navero ja ojitusmätästykseen. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 37.) Tässä tutkimuksessa inventoitavilla kohteilla maanmuokkausmenetelmänä oli käytetty laikku- ja ojitusmätästystä. Laikkumätästyksessä mätäs tehdään kääntämällä pintamaata kaksinkerroin. Laikkumätästys soveltuu kivennäismaille. Ojitusmätästys soveltuu viljelyaloille, jossa liiasta vedestä on haittaa taimien kasvulle. Tällöin mättäät tehdään ojista nostetusta maasta. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 37.)

Täydentävä maanmuokkaus on kannonnoston jälkeen tehtävää maanmuokkausta. Tämä poikkeaa normaalista maanmuokkauksesta siinä määrin, että osa maasta on jo muokkaantunut kannonnoston yhteydessä ja maa muokataan vain niiltä osin, kuin se nähdään tarpeelliseksi. Maanmuokkauksen tavoitteena on tuottaa riittävä

määrä laatutavoitteet täyttävää muokkausjälkeä vesiensuojelu- ja ympäristönäkökohdat huomioon ottavalla tavalla (Maanmuokkauksen koulutusaineisto 2001, 16).

2.2 Kannonnostoalojen laatusuranta

Energiapuunkorjuun laatua kannonnostoaloilla on ruvettu seuraamaan viime vuosina. Metsäkeskukset ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ovat ottaneet energiapuunseurannan osaksi luontolaatuseurantaa vuonna 2006. Tällä hetkellä käytettävissä on kolmen vuoden seurantatiedot. (Uudistusalojen energiapuunkorjuun laajuus [Viitattu 2.11.2009].) Vuonna 2008 luontolaatuseurannan otantaan osui 81 kannonnostoalaa (Luonnonhoidon laatu energiapuunkorjuussa [Viitattu 22.10.2009]). Seurannan päätavoitteena on selvittää, kuinka hyvin metsäluonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseksi laadittuja säädöksiä, kriteerejä ja suosituksia noudatetaan käytännön metsätaloudessa (Menetelmä [Viitattu 22.10.2009]). Luontolaadulla siis tarkoitetaan metsässä tehtyjen toimenpiteiden laatua, painottuen erityisesti niiden ympäristönäkökohtiin (Sarantola 2007).

Laatusurantaa tehdään myös metsäorganisaatioiden omasta aloitteesta. Suurimman kantojen hyödyntäjän, metsäyhtiö UPM:n laatusurantaan energiapuunkorjuun luontolaadun arviointi on kuulunut vuodesta 2004. Kantojen ja hakkuutähtöiden korjuuta arvioitiin kuitenkin ensimmäistä kertaa vuonna 2007. UPM:llä luontolaatuseuranta käsittää työntekijän itse tekemän työn laadunarvioinnin, yhtiön tekemän laadunarvioinnin ja ulkopuolisen tahon tekemän luontolaadun arvioinnin. (Sarantola 2007.)

2.3 Aikaisemmat tutkimukset

Kannonnoston vaikutuksia ja seurauksia on tutkittu vasta vähän. Laajempi kiinnostus tutkimuksiin on herännyt vasta 2000 -luvulla kantojen energiakäytön lisääntyessä merkittävästi. Kannonnoston vaikutuksia ja seurauksia ovat tutkineet mm. Lars Kardell, Markus Strandström ja Veli-Matti Saarinen.

Kardell on tutkinut kannonnostoalojen rikkoutuneen maanpinnan määrää ja istutuskuusikoiden kasvua kannonnoston jälkeen Ruotsissa vuosina 1979 - 1999. Tutkimuskohteet sijaitsivat lämpötiloiltaan ja sademääriltään Lounais-Suomea vastaavassa paikassa. Kardellin tutkimuksissa osoittautui, että maanpintaa rikkoutuu huomattavasti enemmän kannonnostokohteissa kuin vertailukohteissa, joissa maanmuokkausmenetelmänä oli käytetty laikutusta ja äestystä. Kardellin tutkimuksissa neljän kasvukauden jälkeen kannonnostoaloilla humusta oli rikki enää 7 % ja vertailukohteessa 3 %. (Oksa 2005, 7.)

Strandström (2007) on myös tutkinut rikkoutuneen maanpinnan osuutta. Tutkimuksen mukaan maata rikkoutuu kannonnostokohteilla 65 – 90 %, kun taas tavallisessa muokkauksessa maata rikkoutuu noin 20 – 30 %. Tutkimuksessa maanmuokkausmenetelmänä oli käytetty mätästystä. Strandströmin tutkimuksessa aineistona oli kymmenen kannonnostokohdetta Jämsänkosken alueelta.

Saarinen (2006) on tutkinut kantojen korjuun vaikutuksia metsänviljelyn menetelmävalintaan, työn tuottavuuteen, kustannuksiin ja metsänviljelyn laatuun. Saarisen mukaan täydentävään maanmuokkaukseen menee vain 40 % normaaliin muokkaukseen käytetystä ajasta, mutta maanmuokkauksen jälki poikkeaa normaalista muokkauksesta. Tutkimuksen mukaan suuri osa taimista istutetaan kannonnoston yhteydessä syntyneisiin kohoumiin ja laikkuihin.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kannonnoston työjälkeä ja täydentävän maanmuokkauksen laatua Ähtärissä vuosina 2007- 2009 toteutetuilla kuusen uudistusaloilla.

Tällä tutkimuksella pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Minkälaista on kannonnoston työjälki Ähtärissä?
- Minkälaista on maanmuokkauksen laatu kannonnostoaloilla?
- Miten maanmuokkauksen laatu kannonnostoaloilla poikkeaa normaalin uudistusalan maanmuokkauksen laadusta?
- Miten metsänhoidon suositukset toteutuvat inventoiduilla kohteilla?
- Miten laatusuranta voisi mahdollisesti parantaa?

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineisto kerättiin kahdeltakymmeneltä kuusen uudistusosalta, joista kymmeneltä oli nostettu kannot. Vertailukohteina olivat toiset kymmenen kohdetta, joilta ei ollut nostettu kantoja. Vertailukohteiden avulla pyrittiin selvittämään maanmuokkauksen laadun ero kannonnostoalojen ja perinteisien avohakkuualojen välillä.

Hyvän metsänhoidon suositukset (2006, 74,36) antavat suosituksia kannonnostoon soveltuvista kasvupaikoista ja maanmuokkausmenetelmistä. Hyvän metsänhoidon suositusten energiapuunkorjuun osio antaa suosituksia kantojen korjuun työjäljestä (Koistinen & Äijälä 2005, 29). Tässä tutkimuksessa tarkastellaan suositusten toteutumista inventoiduilla kohteilla. Tuloksia vertaillaan myös vastaavien tutkimusten tutkimustuloksiin.

Aineiston käsittelyssä käytettiin Excel -taulukkolaskentaohjelmaa. Aineiston analysoinnissa käytettiin tilastollisia keskilukuja sekä hajontalukuja, kuten aritmeettinen keskiarvo, moodi, minimi, maksimi ja vaihteluväli. Tilastollisista testeistä käytettiin kahden otoksen keskiarvojen T-testiä. Testillä voitiin mitata, poikkeako kannonnostokohteiden hehtaarikohtaiset keskiarvot mahdollisesti vertailukohteiden keskiarvoista ja mikä mahdollisen eron merkitsevyys on. Kun testistä saadaan:

- $p < 0,001$ tulos on tilastollisesti erittäin merkitsevä.
- $0,001 \leq p < 0,01$ tulos on tilastollisesti merkitsevä.
- $0,01 \leq p < 0,05$ tulos on tilastollisesti melkein merkitsevä.
- $0,05 \leq p < 0,10$ tulos on suuntaa antava.

(Karjalainen L. 2004, 195.)

4.1 Inventointikohteet

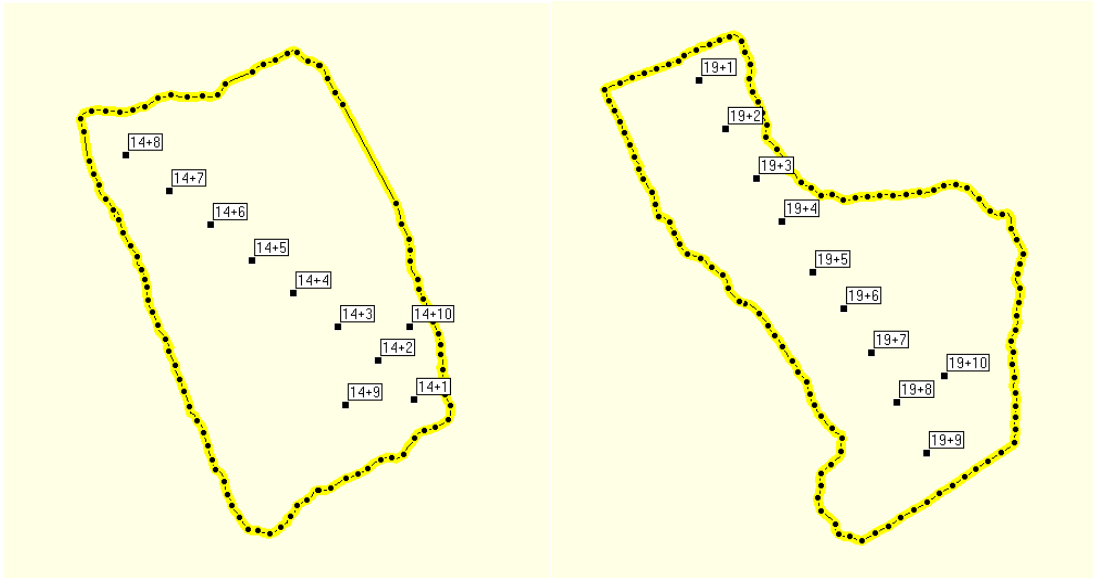
Yhteensä inventoitiin kaksikymmentä kohdetta, kymmenen kannonnostokohdetta ja kymmenen vertailukohdetta. Inventoitavat kannonnostokohteet kerättiin eri met-

säalan organisaatioilta Ähtäristä. Kohteiden valinnan kriteerinä oli kannonnoston ja maanmuokkauksen tapahtuminen vuosina 2007- 2009 sekä yli hehtaarin kuvioko. Kaikkiaan sopivia kohteita oli Ähtärissä niin vähän että niiden satunnaistaminen ei ollut mahdollista.

Vertailukohteet poimittiin satunnaisotannalla Suomenselän metsänhoitoyhdistyksen tietokannasta. Kohteiden valinnan kriteerinä oli mätästys ja kuusen istutus vuosina 2007- 2009 sekä yli hehtaarin pinta-ala. Mätästyksen ja kuusen istutuksen avulla pystyttiin satunnaistaminen kohdentamaan sellaisiin kohteisiin, joista kannonosto olisi kasvupaikan ja puuston puolesta ollut mahdollista.

4.2 Maastomittausten toteutus

Uudistusalat inventoitiin koealojen avulla. Koealat sijoitettiin Tapion kehittämän korjuujäljen seurannan mukaisesti kuvion pisimmän lävistäjän muodostamalle keskilinjalle. Tapion korjuujäljen seurannasta poiketen tässä tutkimuksessa inventoitiin kohteilta aina kymmenen koealaa, kun Tapion korjuujäljen seurannan mukaan koealoja on noin kymmenen kappaletta (Maastotyöohje: korjuujäljen seuranta). Jos koealalinjalle ei mahtunut kymmentä koealaa, täydennettiin alkuperäistä koeala linjaa poikittaisella linjalla (Kuvio 1).



Kuvio 1. Esimerkkejä koealojen sijoittumisesta inventoiduille kuvioille.

Maastossa kuvion pisin lävistäjä määritettiin GPS:n avulla. Koealalinja suunnattiin bussolin avulla ja koealaväli määräytyi Korjuujäljen seurannan koeala- ja linjaväli- taulukosta (Taulukko 1).

Taulukko 1. Koeala ja linjavälitalukko (Maastotyöohje: korjuujäljen seuranta).

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pienin pinta-ala, ha | 0 | 0,69 | 1,21 | 1,89 | 2,71 | 3,69 | 4,81 | 6,09 | 7,51 | 9,09 |
| Suurin pinta-ala, ha | 0,68 | 1,2 | 1,88 | 2,7 | 3,68 | 4,8 | 6,08 | 7,5 | 9,08 | 10,8 |
| Koealaväli, m | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |

Koealoina käytettiin 3,99 metrin säteistä ympyrää, jolloin koealaksi tuli 50 m². Ala määritettiin maastossa vastaavan mittaisella koealakepillä. Koealat perustettiin mahdollista pitempiaikaista seuranta varten ja ne merkittiin maastoon sekä niiden sijainti tallennettiin GPS laitteeseen. Maastossa kerättävä tieto kirjattiin siihen tarkoitukseen kehitettyyn maastolomakkeeseen (liite1).

4.3 Mitattavat tunnuksset

Kannonnoston työjäljen ja täydentävän maanmuokkauksen maastomittauksissa määritettiin kuviolta pinta-ala (ha), maalaji sekä suositusten toteutuminen suojavaohykkeissä säästöpuiden ja kuvion ympärillä. Kannonnoston työjäljen arvioinnissa koealoilta inventoitiin jätettyjen kantojen määrä (kpl), paljastuneen kivennäismaan määrä (%) ja yli 25 cm syvien kannonnosto- tai laikkukuoppien määrä (kpl).

Maanmuokkauksen arvioinnissa koealoilta inventoitiin mättäiden määrä (kpl) ja laatu. Mättäiden laadun arvioinnissa käytetään Metsämaanmuokkausoppaan (Luo-
ranen ym. 2007, 62) muokkausjäljen kokotavoitteita (liite 2). Istutetut taimet laskettiin, jotta voidaan verrata mättäiden ja taimien suhdetta. Lisäksi laikkumättäistä laskettiin erikseen ne mättäät, joissa oli kaksinkertainen humuskerros.

4.3.1 Pinta-ala, maalaji ja suojavaohykkeet

Kuvioiden pinta-alat mitattiin GPS:llä kiertämällä kuvio pinta-alatoimintoa käyttäen. Kuvion pinta-alaa tarvittiin koealavälin määrittämiseen. Maalaji määritettiin silmävaraisesti ja sormin karkeaksi, keskikarkeaksi, hienoksi tai turpeeksi.

Suojavaohykkeet määritettiin riittäväksi tai riittämättömäksi. Kannonnoston työjäljessä riittävä vyohyke edellytti Hyvän metsänhoidonsuositusten energiapuunkorjuu-
osion suosittellemaa noin kolmen metrin vyohykettä kuvion reunoilla ja säästöpuiden ympärillä, josta kantoja ei ollut nostettu (Koistinen & Äijälä 2005, 29). Maanmuokkauksessa riittävä vyohyke edellytti, että vesistöjen ja pienvesien yhteyteen oli jätetty ravinteiden ja kiintoaineksen kulkeutumista estävä muokkaamaton suojavaohyke (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 66).

4.3.2 Jätettyjen kantojen ja yli 25 cm syvien kannonnosto- ja laikkukuoppien määrä

Jätetyiksi kannoiksi laskettiin maahan kokonaan jätetyt, yli 15 cm paksut kannot. Näin ollen hajonneita tai nostettuja kantoja ei laskettu mukaan. Myöskään aikaisemmista hakkuista jääneitä vanhoja kantoja ei laskettu. Yli 25 cm syvien kannonnosto- ja laikkukuoppien määrä laskettiin vastaavasti kappaleittain koealalta. Syvyys varmistettiin mittanauhalla.

4.3.2 Paljastuneen pintamaan määrä

Paljastuneen pintamaan, eli kivennäismaan tai turpeen määrä, arvioitiin koealoilta sektoreittain, jolloin 3,99 -säteinen koealaympyrä jaettiin neljään sektoriin. Jokaiselta sektorilta (25 %) arvioitiin silmävaraisesti paljastuneen maan määrä viiden prosentin tarkkuudella. Yhteen laskemalla sektoreilla paljastuneen maan määrä saatiin koko koealalla paljastuneen pintamaan määrä.

4.3.3 Mättäiden määrä, laatu ja istutetut taimet

Mättäiden määrään koealalta laskettiin kaikki viljelykelpoiset mättäät. Mättäiden laadun mittauksissa mättäistä laskettiin mittanauhalla pituus, leveys ja korkeus. Mättäiden laadun arvioinnissa käytettiin Metsämaanmuokkausoppaan (Luoranen ym. 2007, 62) muokkausjäljen kokotavoitteita (liite 2). Mättäät arvioitiin joko hyväksi tai tyydyttäväksi Metsämaan muokkausoppaan mukaisesti. Koealalta laskettiin myös istutetut taimet. Tässä tutkimuksessa luonnontaimia ei huomioitu.

Laikkumättäät, joissa oli kaksinkertainen humuskerros, laskettiin erikseen. Humuskerroksen kaksinkertaisuus todettiin maastossa halkaisemalla jokainen koealalle tuleva laikkumätäs lapiolla, jolloin mättään poikkileikkauksesta saattoi todeta humuskerroksen kaksinkertaisuuden.

5 TULOKSET

5.1 Kuvioiden perustiedot

Kaikkien inventoitujen kuvioiden keskimääräinen pinta-ala oli 2,7 ha. Kannonnostoaloilla keskimääräinen pinta-ala oli 2,8 ha ja vertailualoilla 2,6 ha. Kannonnostoaloilla pinta-alaltaan pienin kohde oli hehtaarin ja suurin kohde 6,4 ha. Vertailukohteilla pienin ala oli 1,4 ha ja suurin 5,2 ha.

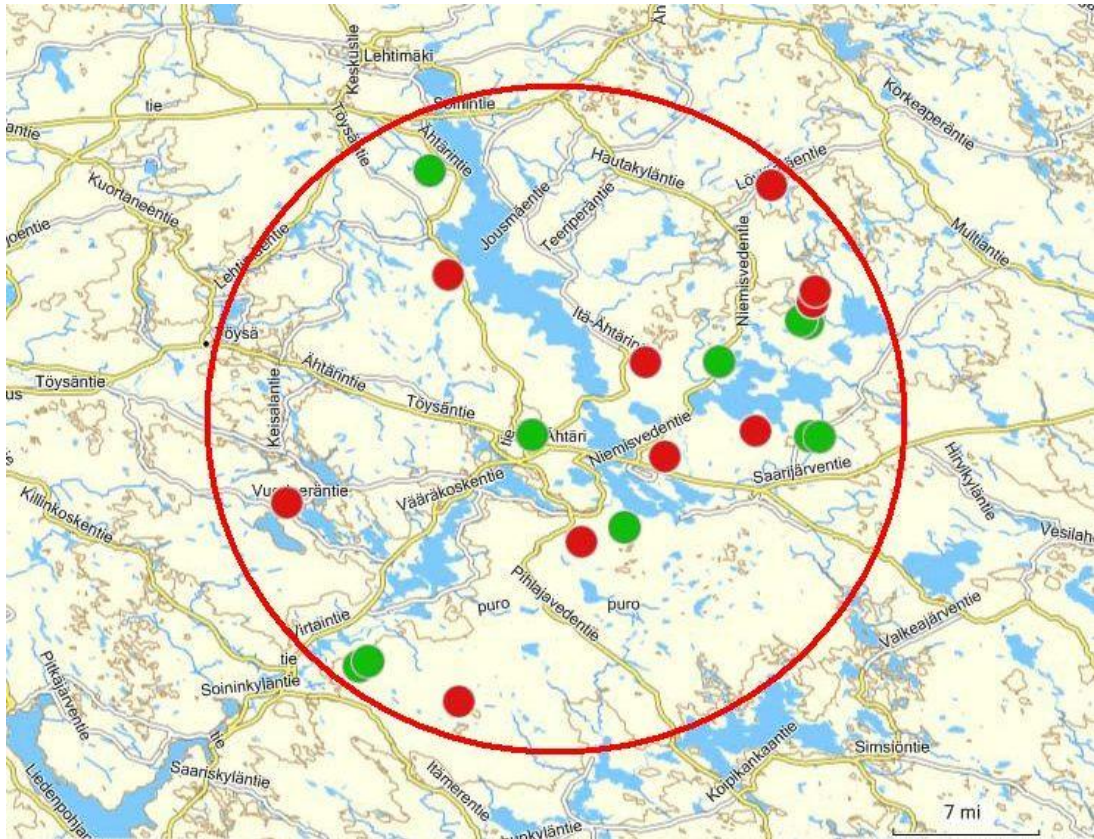
Kannonnostoaloilla kannonnosto ja maanmuokkaus oli tehty vuosina 2007 - 2009, poikkeuksena yksi kuvio, jossa molemmat toimenpiteet oli tehty vuonna 2006. Vertailukuviolla maanmuokkaus oli tehty vuosina 2007 - 2009. 60 %:lla kannonnosto- ja vertailukohteista toimenpiteet oli tehty vuonna 2008 (taulukko 2).

Taulukko 2. Inventoitujen kohteiden ikäjakauma.

| Vuosi | Kannonnostokohteet | Vertailukohteet |
|-------|--------------------|-----------------|
| 2006 | 1 | 0 |
| 2007 | 2 | 2 |
| 2008 | 6 | 6 |
| 2009 | 1 | 2 |

Inventoiduista kannonnostokuvioista yhdellä kuviolla maalaji oli turvetta, muilla kannonnostokuvioilla maalaji oli keskikarkeaa kivennäismaata. Yhdellä vertailukuviolla maalajiksi määritettiin hieno kivennäismaa, yksi kuvio oli osittain turvetta ja keskikarkeaa kivennäismaata. Muilla vertailukuviolla maalajiksi määritettiin keskikarkeaa kivennäismaa.

Kuviot sijoituivat melko tasaisesti Ähtärin kaupungin alueelle (kuvio 3). Kuvioiden pisin välimatka oli 41 km. Seuraavassa kuviossa kannonnostokohteet on merkitty tummanharmaalla ja vertailukohteet vaaleanharmaalla.



Kuvio 2. Inventoitujen kuvioiden sijoittuminen Ähtäriin. (Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanumero 051/MML/09).

5.2 Kannonnoston työjälki

5.2.1 Suojavyöhykkeet

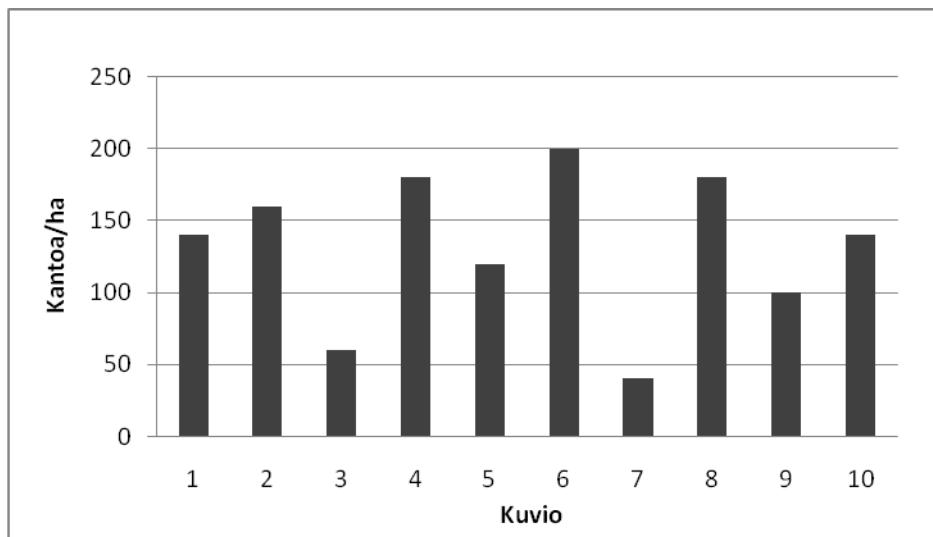
Hyvän metsänhoidon suositusten energiapuun korjuuta käsittelevässä osiossa suositellaan jättämään kuvion reunoille ja elävien säästöpuiden ympärille vähintään kolmen metrin kaistale, jolta kantoja ei nosteta. Näin maanpinta säilyy ehjänä ja säästöpuiden juuret vaurioitumattomana. (Koistinen & Äijälä 2005, 29.)

Yhdellä kannonnostokuviolla kantoja oli nostettu liian läheltä kuvion reunoja ja säästöpuita, joten suojavyöhykkeet olivat kyseisellä kuviolla riittämättömät.

5.2.2 Jätettyjen kantojen määrä

Suosituksen mukaan kannonnostoaloille tulee jättää yli 15 cm paksuja kantoja vähintään 20 kpl hehtaarille tasaisesti jakautuneena. Hienojakoisille maille tulisi jättää vähintään 50 kantoa hehtaarille. (Koistinen & Äijälä 2005, 29.)

Inventoiduilla kannonnostokohteilla yli 15 cm paksuja kantoja oli jätetty vähimmillään 40 ja enimmillään 200 kantoa hehtaarille. Molemmilla kohteilla maalaji oli keskikarkeata kivennäismaata, joten enimmillään oli kantoja jätetty kymmenkertainen määrä suositukseen verrattuna ja vähimmilläänkin kaksinkertainen määrä. Keskimäärin kannonnostoaloilla yli 15 cm kokoisia kantoja oli jätetty 132 kpl/ha.



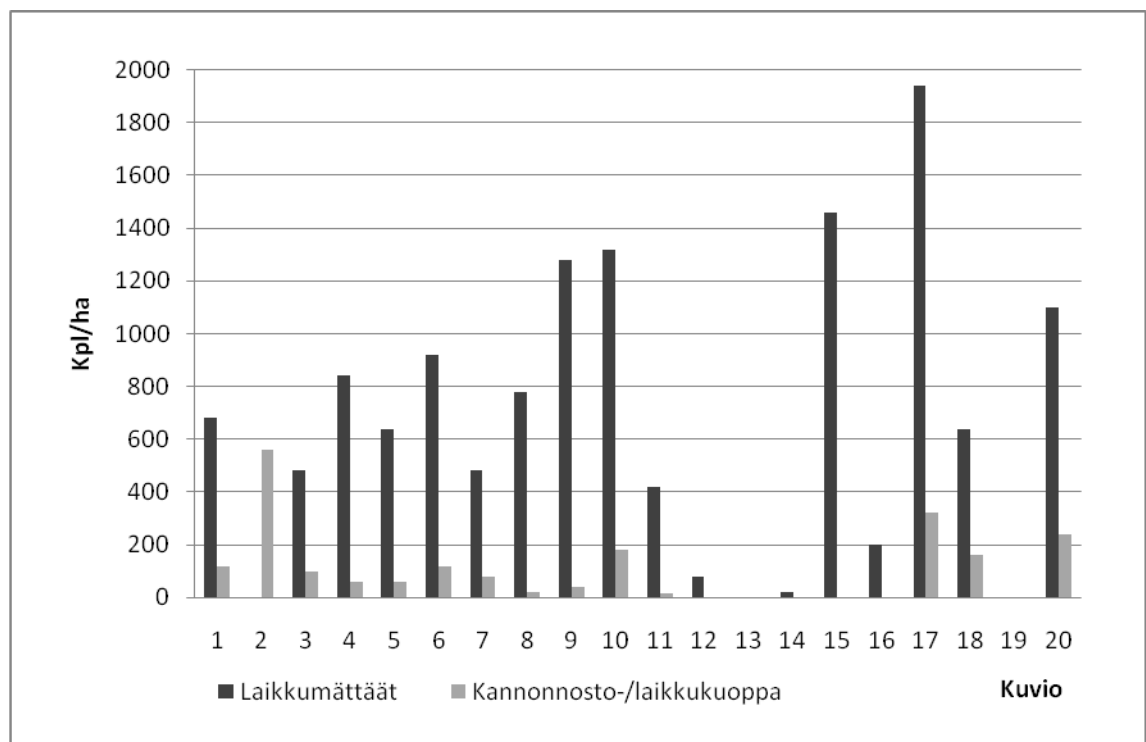
Kuvio 3. Maahan jätettyjen kantojen määrä kannonnostoaloilla.

5.2.3 Yli 25 cm syvien kannonnosto- tai laikkukuoppien määrä

Kannonnostoaloilla on syvyydeltään vaihtelevia, mutta yleensä matalia ja epämääräisiä kuoppia. Yli 25 cm syvien kuoppien määrä pyritään minimoimaan, koska sade- ja lumen sulamisvedet voivat suotautua keskikarkeilla ja karkeilla metsämailla helpommin näiden kuoppien kautta syvemmälle maahan kuin koskemattoman pinnan kautta. Samalla ravinteet voivat huuhtoutua syvemmälle maahan. (Kuusinen ym. 2008, 19.) Tässä tutkimuksessa ajateltiin, että syvällä kannonnos-

tokuopalla ja syvällä laikkukuopalla on samanlaiset vaikutukset ravinteiden huuhtoutumiseen ja vesien suojeluun.

Yli 25 cm syvien kannonnosto ja laikkukuoppien määrässä oli eri kuvioiden välillä paljon eroa. Kannonnostokohteilla oli keskimäärin 1,2 kuoppaa kymmentä laikkumätästä kohti. Vastaava luku vertailukohteilla oli 0,8. Eron merkitsevyyttä mitattiin tilastollisella T-testillä ($p=0,247$). Kuviolla 2 yli 25 cm syviä kuoppia oli väärän maanmuokkausmenetelmän vuoksi yli 500 kpl/ha (kuvio 4). Paksuturpeisella maalla oli käytetty laikkumätästystä. Kannonnostokohteiden ja vertailukohteiden erona oli kuitenkin se, että kaikilla kannonnostokuvioilla oli yli 25 cm syviä kuoppia, mutta vertailukohteilla oli kuvioita, joissa laikkumätästyksestä huolimatta ei liian syviä kuoppia ollut syntynyt (kuvio 4).



Kuvio 4. Viljelykelpoisten laikkumättäiden ja yli 25 cm syvien kannonnosto- ja laikkukuoppien määrät inventoiduilla kohteilla. Kuviot 1 - 10 ovat kannonnostokohteita ja 11 - 20 vertailukohteita.

5.2.4 Paljastuneen pintamaan määrä

Energiapuunkorjuun suosituksissa ohjeistetaan välttämään tarpeetonta maanpinnan paljastumista (Koistinen & Äijälä 2005, 30). Metsätehon tutkimuksen mukaan kantojen nostoaloilla maata rikkoutuu 65–90 %, kun tavanomaisessa muokkauksessa rikotun maanpinnan osuus jää 20–30 prosentin tasolle (Strandström 2007).

Tässä tutkimuksessa maata oli paljastunut kannonnostokohteilla keskimäärin 48 % ja vertailukohteilla 34 %, eli keskimääräinen ero oli 14 prosenttiyksikköä. Vähimmillään paljastunutta maata kannonnostokohteilla oli 39 % ja enimmillään 64 %. Vastaavat luvut vertailualoilla oli 28 % ja 42 %. Pelkästään vuonna 2008 muokatuilla kohteilla maata on paljastunut kannonnostokohteilla 48 % ja vertailukohteilla 36 %.

5.3 Maanmuokkaus

5.3.1 Maanmuokkausmenetelmät

Kaikilla kohteilla maanmuokkausmenetelmänä oli laikku- tai ojitusmätästys. Kannonnostokohteilla yleisin maanmuokkausmenetelmä oli laikkumätästys, jonka osuus oli 96 % kaikista koealoista, eli kannonnostokuvioilla ojitusmätästystä oli käytetty vain neljällä koealalla. Vertailukohteilla yleisin maanmuokkausmenetelmä oli ojitusmätästys, jonka osuus kaikista vertailukohteiden koealoista oli 56 %.

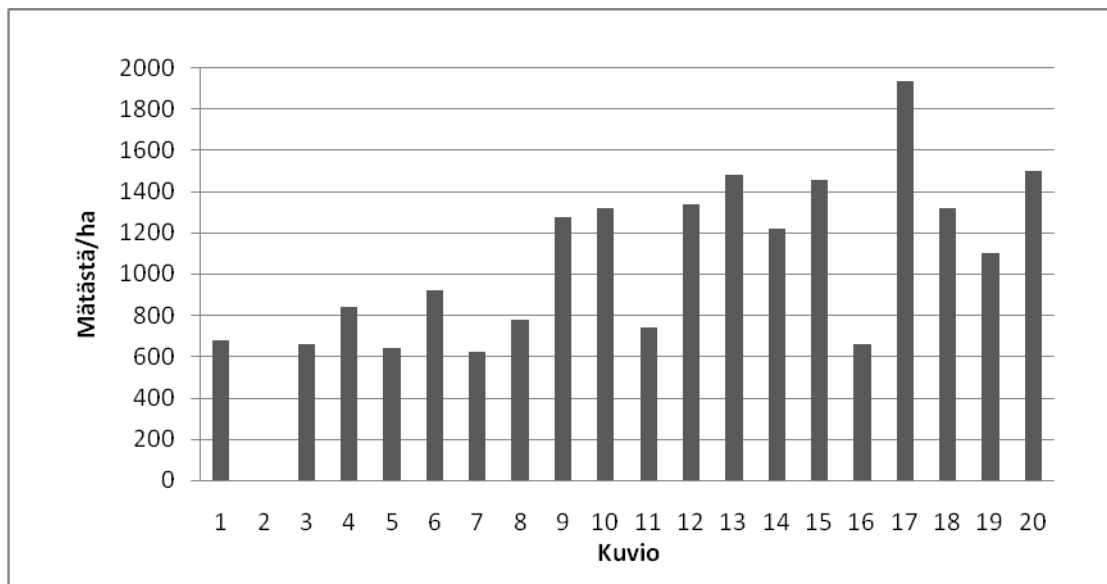
Maanmuokkausmenetelmä oli yhtä kannonnostokohdetta lukuun ottamatta metsänhoitosuosituksen mukainen. Yhdellä kannonnostokuvioilla, jonka maalaji oli turvetta, oli käytetty laikkumätästystä. Hyvän metsänhoidon suosituksen (2006, 37) mukaan laikkumätästys ei sovellu turvemaille. Kohteella laikkumätästys ja istutus olivat tapahtuneet kaivinkoneeseen kytkettävällä istutuskoneella. Muilla kuvioilla maalaji ja vesitalous oli otettu hyvin huomioon, eli kosteammilla paikoilla oli usein käytetty ojitusmätästystä ja kuivemmillä paikoilla laikkumätästystä.

5.3.2 Suojavyöhykkeet

Hyvän metsänhoidon suositusten (2006, 66) mukaan vesistöjen ja pienvesien yhteyteen jätetään aina ravinteiden ja kiintoaineksen kulkeutumista estävä muokkaamaton suojakaista. Tässä tutkimuksessa mikään kuvio ei rajautunut kyseisiin alueisiin, joten maanmuokkauksessa suojavyöhykettä ei arvioitu.

5.3.3 Mättäiden määrä ja laatu

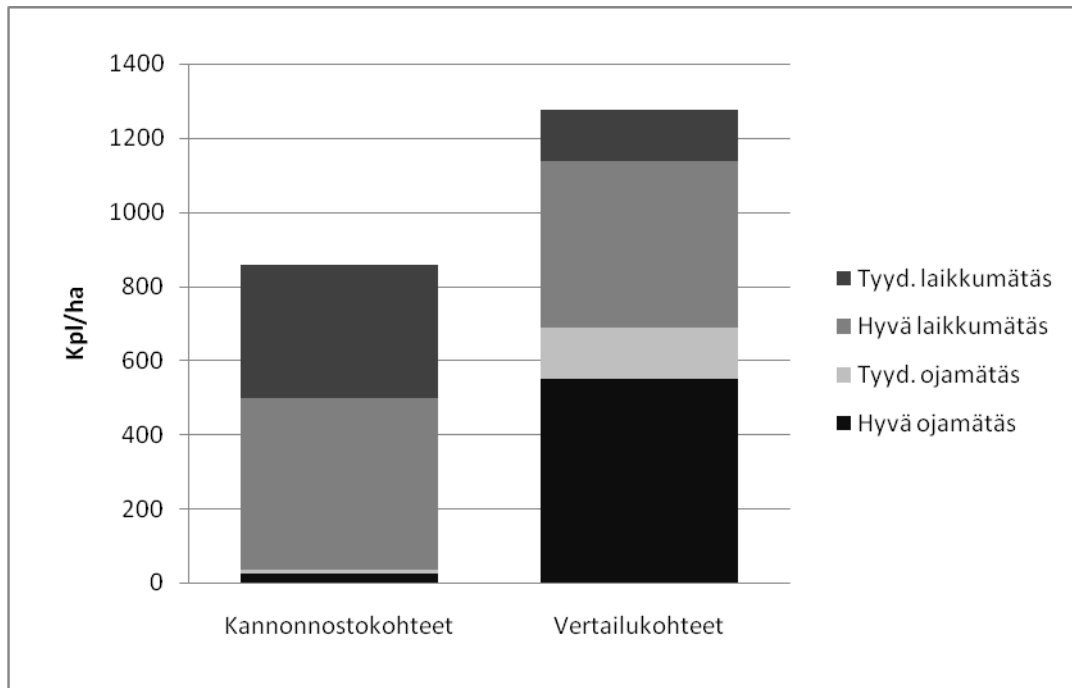
Mätästyksessä on tarkoitus tehdä istutusta vastaava määrä istutuspaikkoja tasaisesti koko korjuualalle jakautuneena (Koistinen & Äijälä 2005, 31). Suositusten mukaisen maanmuokkauksen omaavilla kannonnostokohteilla viljelykelpoisia mätäitä oli vähimmillään 620 ja enimmillään 1320 kpl hehtaarilla. Vastaavat luvut vertailualueilla olivat 660 ja 1940 (kuvio 5). Kannonnostokohteiden ja vertailukohteiden mättäiden määrät poikkesivat toisistaan ($p = 0,004$).



Kuvio 5. Viljelykelpoisten mättäiden määrä inventoiduilla kuvioilla. Kuviot 1-10 ovat kannonnostokohteita ja 11-20 vertailukohteita. Kuviolla 2 viljelykelpoisia mätäitä ei ollut väärän maanmuokkauksen vuoksi.

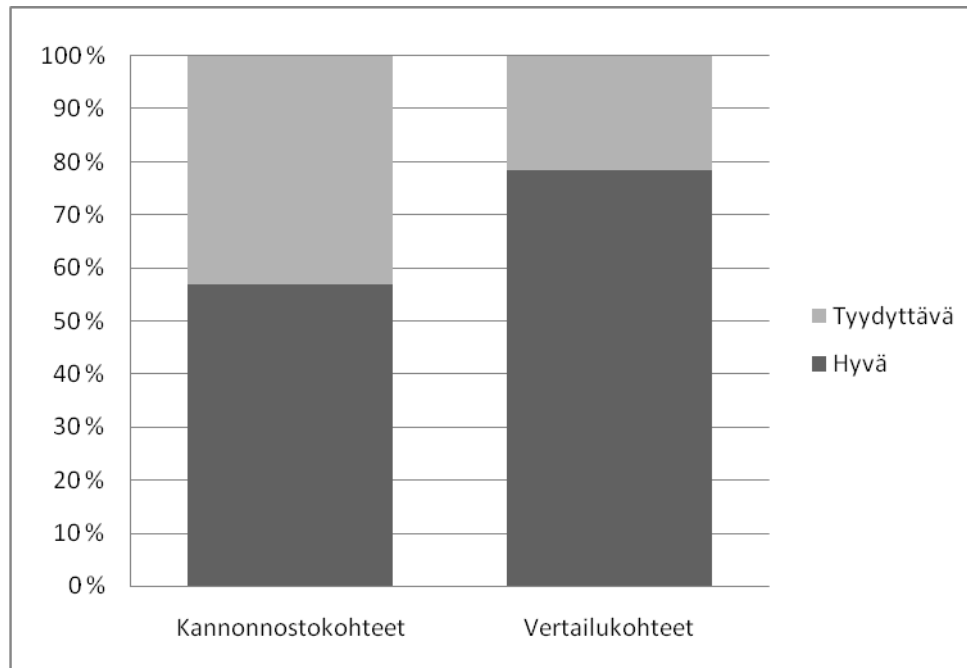
Keskimäärin hyviä tai tyydyttäviä mätäitä kannonnostoaloilla oli 860 ja vertailukuviolla 1274 kpl. Kannonnostokohteilla ojitusmätästystä ei ollut juurikaan käytetty

maanmuokkausmenetelmänä (Kuvio 6). Hyvän metsänhoidon suositusten (2006, 48) mukaan kuusen istutustiheys on 1600- 1800 tainta/ha. Inventoiduilla kannonnostokohteilla viljelykelpoisia mättäitä oli keskimäärin noin puolet ja vertailukohteilla noin neljäsosa vähemmän kuin suositusten mukainen määrä.



Kuvio 6. Mättäiden keskimääräinen määrä ja laatu kannonnosto- ja vertailukohteilla.

Vertailukohteilla hyväksi luokiteltuja mättäitä oli suhteessa enemmän kuin kannonnostokohteilla. Kannonnostokohteilla hyviä mättäitä oli 57 % ja vertailukohteilla 78 % viljelykelpoisista mättäistä (kuvio 7).



Kuvio 7. Hyvien ja tyydyttävien määttäiden suhteelliset osuudet inventoiduilla kuvioilla.

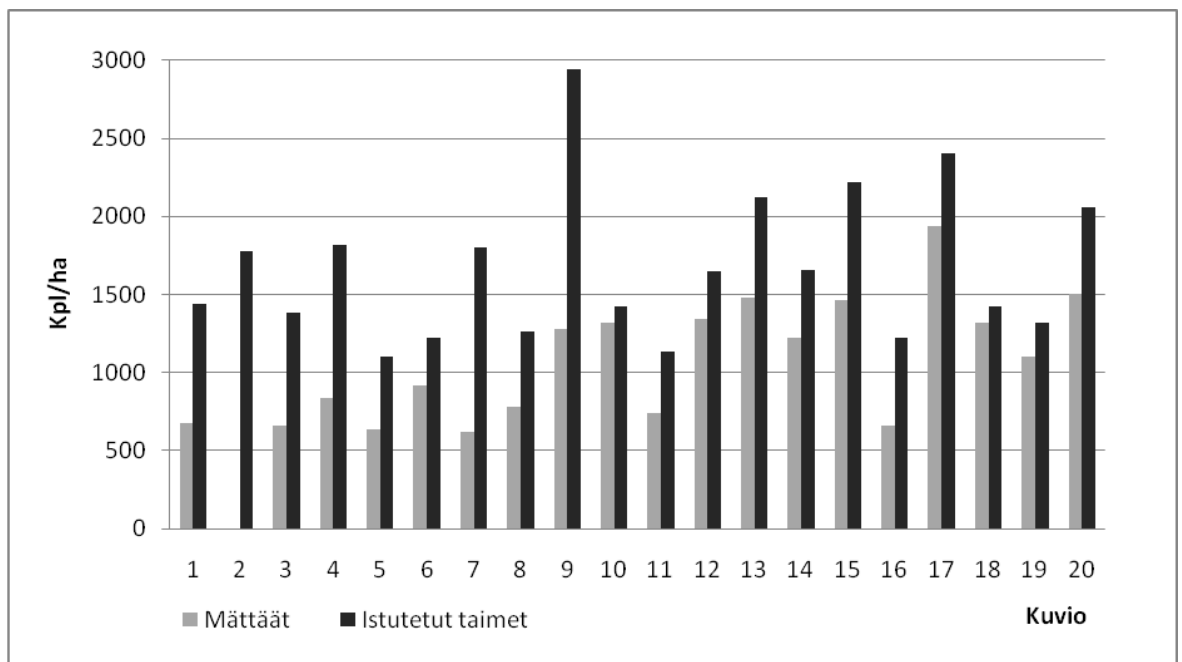
5.3.4 Laikkumäättäiden kaksinkertainen humuskerros

Laikkumäättäissä kaksinkertainen humuskerros määttään sisällä lisää paikallisesti taimien käytettävissä olevia ravinteita muutaman vuoden ajan (Luoranen ym. 2007, 22). Inventoiduilla kannonnostokuvioilla laikkumäättäistä 47 %:lla oli kaksinkertainen humuskerros. Vastaava luku vertailukuvioilla oli 68 %. Kannonnostokoh-teilla oli siis 21 prosenttiyksikköä vähemmän määttäitä, joissa oli kaksinkertainen humuskerros ($p = 0,03$).

5.3.5 Istutettujen taimien määrä suhteessa määttäiden määrään

Hyvän metsänhoitosuosituksen (2006, 48) mukaan uudistamisen tavoiteteiheys leh-tomaisilla ja tuoreilla kankailla kuuselle uudistettaessa on 1600- 1800 tainta heh-taarille. Myös määttäitä suositellaan tehtävän istutettuja taimia vastaava määrä (Koistinen & Äijälä 2005, 31).

Tässä tutkimuksessa inventoiduilla kannonnostokohteilla oli 6 ja vertailukohteilla 5 kuviota, joilla istutettujen taimien määrä oli alle 1600 tainta hehtaarilla. Kuvioita, joilla taimimäärä poikkesi yli 30 % suosituksista, oli kannonnostokohteilla 1 ja vertailukuvioilla ei yhtään. Vastaavasti kuvioita, joilla mättäiden määrä poikkesi yli 30 % suositellusta taimitiheydestä, oli kannonnostokohteilla 8 ja vertailukuvioilla 3 (Kuvio 8). Kun hyvien tai tyydyttävien mättäiden määrä oli huomattavasti pienempi kuin taimitiheys, oli suuri osa taimista istutettu kohoumiin tai laikkuihin, jotka eivät mitoiltaan täytä mättään kriteereitä.



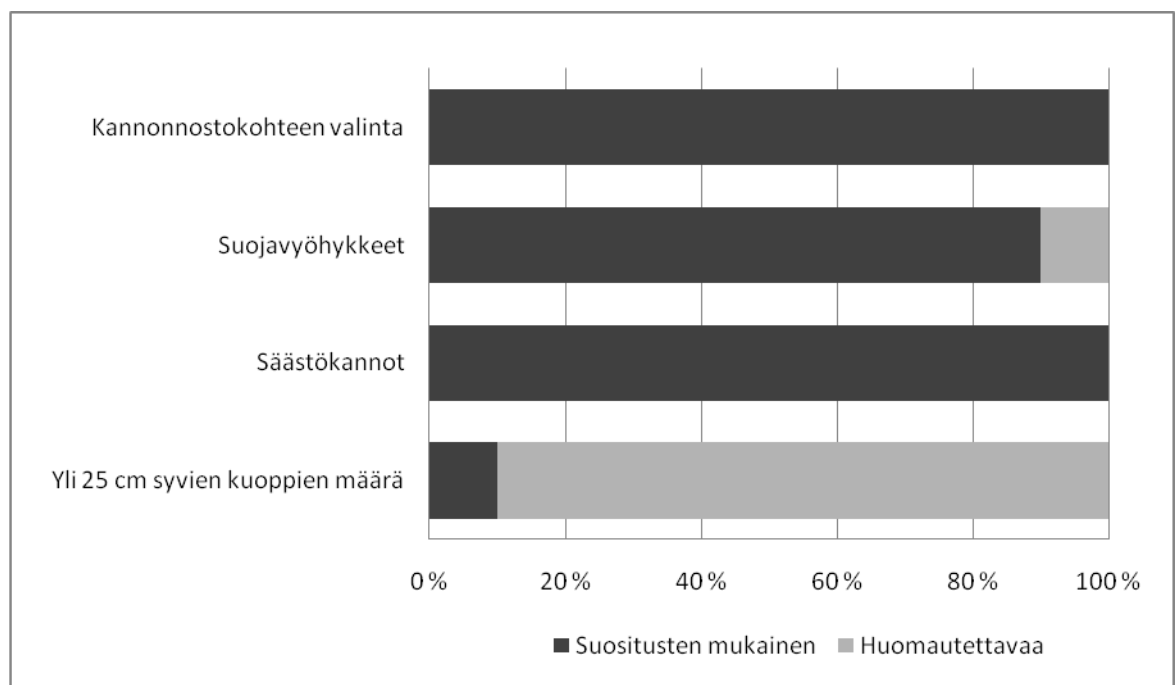
Kuvio 8. Viljelykelpoisten mättäiden ja taimien lukumäärät kuvioittain. Kuviot 1 - 10 on kannonnostokohteita ja 11 - 20 on vertailukuvioita. Kuviolla 2 ei mättäitä ole laskettu ollenkaan suositususten vastaisen maanmuokkauksen takia.

Kannonnostokohteilla oli keskimäärin 860 mätästä ja 1616 istutettua tainta. Vertailukohteilla tilanne oli parempi, siellä oli keskimäärin 1274 mätästä ja 1720 istutettua tainta. Eli kannonnostokohteilla mättäitä oli 53 % taimimäärästä. Vastaava luku vertailukohteilla on 74 %.

5.4 Yhteenveto

Kannonnoston työjälki oli pääasiassa suositusten mukaista (kuvio 9). Kaikki kannonnostokohteet olivat Hyvän metsänhoidon suositusten mukaan kannonnostoon soveltuvia kohteita. Yksi kohde oli kuitenkin paksaturpeinen turvemaa, josta Hytösen (2009, 5) mukaan kantojen korjuu on yleensäkin arveluttavaa. Erityisesti kalliumin pelätään loppuvan nevasyntyisillä ja paksaturpeisilla soilla, jos runkopuun lisäksi korjataan hakkuutähteitä ja kantoja (Hytönen 2009, 5).

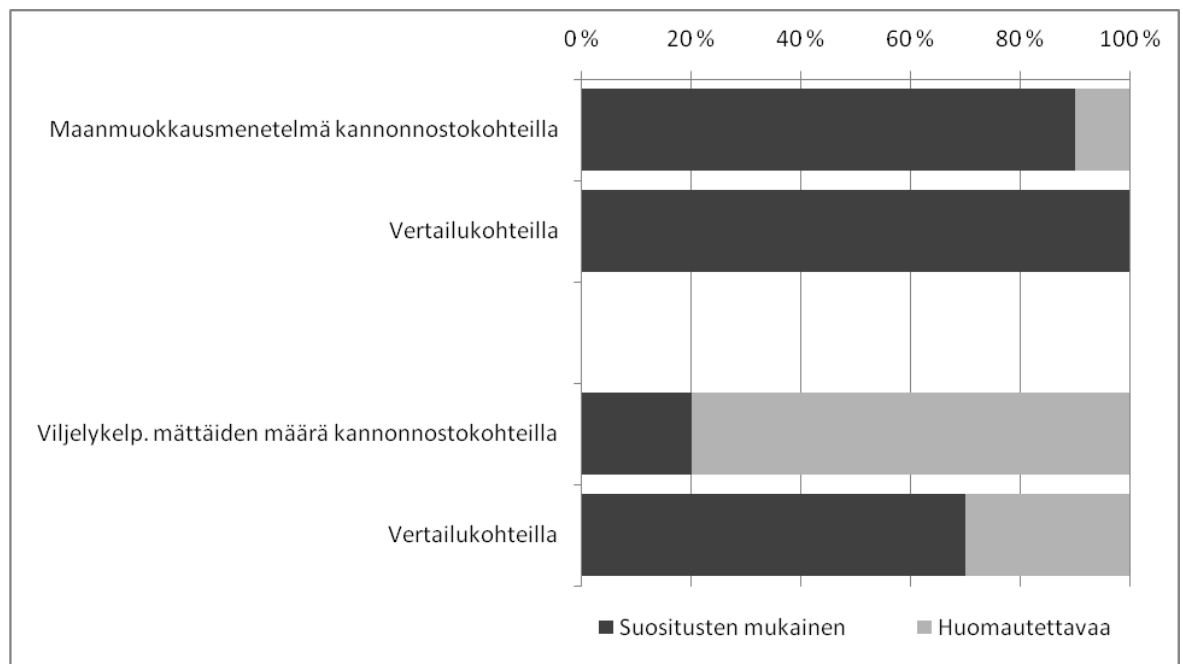
Energiapuunkorjuun suosituksissa kannonnostokohteilla turhaa pintamaan paljastumista on vältettävä (Koistinen & Äijälä 2005, 30). Metsätehon tutkimuksen mukaan kannonnostoaoloilla maata rikkoutuu 65–90 % (Strandström 2007). Tässä tutkimuksessa pintamaata oli paljastunut kannonnostokohteilla enimmillään 64 %, keskiarvon ollessa 48 %. Suojavyöhykkeet olivat 90 %:lla kannonnostokohteista suositusten mukaiset. Säästökantoja oli jätetty reilusti kaikille kuvioille. Yli 25 cm syviä kuoppia pitäisi pyrkiä välttämään, mutta vain yhdellä kannonnostokuvioilla kuoppia ei kannonnoston tai maanmuokkauksen yhteydessä syntynyt (kuvio 9).



Kuvio 9. Suositusten toteutuminen kannonnoston työjäljessä.

Maanmuokkauksen laatu ei ollut kannonnostokohteilla niin hyvää kuin vertailukohteilla. Maanmuokkauksen valinta oli suositusten mukaista 9/10 kannonnostokohteesta ja kaikilla vertailukohteilla. (Kuvio 10)

Viljelykelpoisia mättäitä kannonnostokohteilla oli vähemmän kuin vertailukohteilla. Mättäiden määrässä oli suurimmalla osalla kohteista huomautettavaa, mutta niiden määrän katsottiin riittävän kohteilla, jossa hyviä tai tyydyttäviä mättäitä oli yli 1200 kpl/ha. Tällaisia kohteita oli kannonnostoaloilla 2 ja vertailualoilla 7 kpl (Kuvio 10). Myös mättäiden laatu oli kannonnostokohteilla heikompa kuin vertailukohteilla. Hyviä mättäitä ja kaksinkertaisia laikkumättäitä oli kannonnostokohteilla keskimäärin vähemmän.



Kuvio 10. Suositusten toteutuminen maanmuokkauksessa.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksessa inventoitujen kohteiden määrä oli kattava, kun tutkimus toteutettiin vain Ähtärin alueella. Kymmenen kannonnostokohdetta on riittävä otanta, sillä vuosina 2007 - 2009 toteutettuja kannonnostokohteita ei Ähtärissä ole kovin paljon enempää. Koealojen määrässä ja sijoittelussa noudatettiin Tapion maastoinventoinnin ohjetta, joka koettiin toimivaksi ja hyvin kattavaksi. Tutkimustulosten luotettavuus on hyvä.

Pintamaan paljastumisen kannalta tutkimuksen luotettavuutta heikentää se, että kohteilla toimenpiteet oli tehty eri vuosina. Muutamassa vuodessa osa pintamaasta peittyi kuitenkin kasvillisuuteen. Tämä oli tiedossa jo tutkimuksen alkuvaiheessa, mutta kohteita täytyi olla eri vuosilta, jotta otanta olisi riittävä. Kannonnoston ja maanmuokkauksen tehneiden urakoitsijoiden määrää ei tiedetä, mutta todennäköisesti kaikilla metsäalan toimijoilla on ollut omat urakoitsijansa.

6.1 Kannonnoston työjälki

Kannonnoston työjälki oli kohteilla hyvää, eli pääasiassa suositusten mukaista. Jätettyjen kantojen määrä ei ollut millään kannonnostokohteella lähelläkään suositusten mukaista alarajaa. Metsäkeskusten ja Tapion luontolaatuseurannassa huomattiin eniten puutteita juuri säästökantojen määrässä. Puutteita oli kymmenesosalla 81 kannonnostoaalasta. (Luonnonhoidon laatu energiapuunkorjuussa 2009.) Tässä tutkimuksessa säästökantojen määrässä ei ollut puutteita ja kantoja olisikin riittänyt korjattavaksi suurimmalta osalta kohteista vielä yli sata kappaletta hehtaarilta. Kantojen korjuuta ei siis ollut toteutettu kaikilla kohteilla kovinkaan tehokkaasti energiapuunkorjuun näkökulmasta, mutta luontoarvot on tullut samalla otettua huomioon. Toisaalta jos säästökantoja jätetään reilusti yli suositusten, talteen saatava kantojen energiasisältö alenee ja korjuun kannattavuus heikkenee.

Turhaa maanpinnan paljastumista tulee välttää, koska tämä saattaa lisätä lehtipuiden ja myös heinien määrää runsaasti, jolloin tulevan taimikon perkauskustannukset nousevat. Runsaas pintakasvillisuus lisää varjostusta, kilpailua ravinteista sekä myyrien ja heinillä elävien hyönteisten määrää. (Hetemäki, Harstele, Hynynen, Iiveniemi & Uusivuori 2006.) Tämän tutkimuksen mukaan kannonnostokohteilla pintamaata oli paljastunut keskimäärin 48 %. Ero vertailukohteisiin oli melko vähäinen, keskimäärin 14 prosenttiyksikköä. Tuloksissa on myös selvä ero Metsätehon tutkimukseen, jonka maastossa kerätty aineisto on ollut samaa suuruusluokkaa kuin tässä tutkimuksessa. Metsätehon tutkimuksen mukaan maata rikkoutuu kannonnostoaloilla 65–90 % (Strandström 2007). Eroa voi selittää inventoitujen kohteiden aika kannonnostosta tai maanmuokkauksesta. Muutamassa vuodessa kuusen rehevillä uudistusaloilla osa paljastuneen maan pinnasta peittyy kasvillisuuteen. Kardelin vuonna 1999 tehdyssä tutkimuksessa kannonnosto ja laikutus rikkoivat maanpintaa 51 %. Neljän kasvukauden jälkeen humusta oli rikki enää 7 %. (Oksa 2005, 17.) Kasvupaikalla on myös merkitystä pintamaan paljastumiseen, sillä rehevillä ja kosteilla kasvupaikoilla puiden juuristo on pinnanmyötäinen ja varsinkin, jos puusto on ollut runsas, paljastuu pintamaata väistämättä enemmän kuin paksukunttaisilla, sitkeän varvikon kasvupaikoilla. (Kuusinen ym. 2008.)

Yli 25 cm syvien kannonnosto- ja laikkukuoppien määrässä haluttiin selvittää, lisääkö kannonnosto kyseisten kuoppien määrää ja kuinka paljon, vai tuleeko kuoppia jo laikkumätästykseen yhteydessä niin paljon, että kannonnostolla ei ole suurta merkitystä. Tilastollisen T-testin mukaan ($p = 0,247$) kannonnostokohteiden ja vertailukohteiden välillä ei ole merkittävää eroa, joten merkittävin osa yli 25 cm syvistä kuopista syntyy laikkumätästykseen yhteydessä. Myös väärä maanmuokausmenetelmä voi lisätä syvien kuoppien määrää. Yhdellä kohteista oli laikkumätästystä käytetty paksuturpeisella maalla, jolloin yli 25 cm syviä kuoppia oli yli 500 kpl/ha.

6.2 Maanmuokkaus

Myös kannonnostokohteiden ja vertailukohteiden mättäiden määrien eroa mitattiin tilastollisella T-testillä ($p = 0,004$). Tulos on tilastollisesti merkitsevä, joten kannonnostokohteilla on merkittävästi vähemmän viljelykelpoisia mättäitä kuin vertailukohteilla. Maanmuokkauksessa on kuitenkin parantamisen varaa niin kannonnostokohteilla kuin vertailukohteillakin.

Kannonnoston yhteydessä syntyy enemmän istutuspaikkoja, mutta ne ovat korkeampia ja rakenteeltaan vaihtelevampia kuin perinteisellä avohakkuualalla (UPM 2004). Täydentävässä maanmuokkauksessa täydennetään kannonnostossa syntyneitä kohoumia ja laikkuja oikeilla mättäillä. Tällöin osa ”mättäistä” on syntynyt kannonnoston yhteydessä eivätkä ne ole mitoiltaan niin hyviä kun maanmuokkauksen yhteydessä tehdyt mättäät, joten erikokoisia kohoumia tai mättäiksi tarkoitettuja muodostumia kohteilla on ollut, mutta niitä ei ole laskettu mukaan mättäiksi.

Kannonnostoaloilla mättäiden pienempään määrään vaikuttaa myös se, että kantojen lähikuljetus tuhoaa osan mättäistä. Oksa (2005, 49) vertaili mättäiden tuhoutumista kantojen lähikuljetuksessa kahdella eri ajokoneella. Tutkimuksen mukaan lähikuljetus voi tuhota mättäistä 13 – 48 %. ”Vertailu ei kerro absoluuttista totuutta, mutta suunta on selkeä, mättäitä tuhoutuu kantojen lähikuljetuksen yhteydessä”. (Oksa 2005, 49.)

Saksan (2009, 8) mukaan kannonnostoalalla on täydentävän maanmuokkauksen jälkeen vain 30-40 % istutuspisteistä ”perinteisillä” mättäillä, eli loput taimet istutetaan todennäköisesti kannonnoston yhteydessä syntyviin kohoumiin ja laikkuihin. Tässä tutkimuksessa tulos on hiukan parempi, sillä viljelykelpoisia mättäitä on noin 50 % suositusten mukaisesta istutusmäärästä.

Kannonnostokohteilla mättäiden määrän ohessa myös niiden laatuun tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Saarisen (2006) mukaan kannonnostoalojen täydentävään maanmuokkaukseen kuluu aikaa vain noin 40 % perinteisen uudistusalan muokkaukseen käytettävästä ajasta. Tämä näkyy selkeästi myös tämän tutkimuksen maanmuokkauksen laadussa. Kannonnostoaloilla viljelykelpoisia mättäitä on

vähemmän ja myös kaksinkertaisten laikkumättäiden osuus on pienempi. Kannonnostokohteiden ja vertailukohteiden kaksinkertaisten laikkumättäiden määrän ero ($p = 0,03$) on tilastollisesti melkein merkitsevä, joten kannonnostolla ja kaksinkertaisten laikkumättäiden määrällä on yhteys.

Mättäiden huonompaa laatua kannonnostoaloilla voi osaksi selittää se, että täydentävä maanmuokkaus on voitu tehdä kantocharan mätästyslevyllä kannonnoston yhteydessä, jolloin mättään laatu voi erota kauhalla tehdystä mättästä (Saarinen & Harstela 2003, 287). Kantocharalla ei kuitenkaan pysty kaivamaan ojia, joten kosteilla paikoilla toimiessa ojien kaivamiseen tarvitaan erillinen kauha. Tällöin kaikkia mättäitä ei voi tehdä kannonnoston yhteydessä. Tämä todennäköisesti vaikuttaa siihen, että kannonnostokohteiksi valikoituvat keskimäärin kuivemmat kohteet kuin kuusen uudistusalat ovat keskimäärin. Tässä tutkimuksessa ojitusmätästystä oli käytetty vain kahdella kannonnostokohteella ja kahdeksalla vertailukohteella.

6.3 Kehitysnäkymiä

Tutkimuksen mukaan kannonnostoaloilla olisi parannettavaa varsinkin maanmuokkauksen laadun suhteen. Paremman laadun voisi tulevaisuudessa varmistaa kattavammalla laatuseurannalla ja toimivalla palautejärjestelmällä. Hyvään maanmuokkaukseen kannattaisi kiinnittää huomiota, sillä se on pohjana koko uudistamisketjun laadulle (Luoranen ym. 2007, 61). Tällä hetkellä laatuseurantaa energiapuunkorjuualoilla, metsäorganisaatioiden mahdollisen oman laatuseurannan lisäksi, tekevät Metsäkeskusten ja Tapion luontolaatuseuranta, jossa vuonna 2008 otantaan osui 81 kannonnostoalaa (Luonnonhoidon laatu energiapuunkorjuussa 2009).

Kantoja alettiin nostaa laajemmin energiakäyttöön vasta vuonna 2000 (Oksa 2005, 3), joten kannonnostoon liittyvä tutkimuskin on vielä tuoretta, ja kannonnoston pitempiaikaisista vaikutuksista tiedetään vielä melko vähän. Olisikin tärkeää tutkia ravinteiden poistumista pitemmällä aikavälillä, jotta pystyttäisiin toimimaan varmasti oikeilla kasvupaikoilla ja jättämään tarpeeksi mm. lahoavaa kantopuuta korjuualalle.

Myös kannonnoston kannattavuuden tutkiminen tulevan puuston kiertoajalle voisi avata uusia näkökulmia. Maanmuokkaus kannonnoston yhteydessä on edullista, mutta mikä merkitys tuottavuuteen on muokkauksen laadulla? Miten nousevat perkauskustannukset vaikuttavat uuden puusukupolven kannattavuuteen, vai kannattaako tulevaisuudessa kannonnostoaloilla kaikki taimiaines kasvattaa ”energia-puumetsiköksi”?

7 POHDINTA

Metsäenergian käytön merkittävä kasvu teki työn ajankohtaiseksi. Kannonnostoaloilla on tärkeää seurata laatua ja tutkia seurauksia, jotta pystyttäisiin tulevaisuudessa toimimaan kestävästi ja uuden puusukupolven laatu olisi hyvä ja sen kasvattaminen kannattavaa.

Mielestäni tämän tutkimuksen tavoitteisiin päästiin hyvin. Tutkimus antaa suuntaa siitä, millaista kannonnoston työjäljen ja täydentävän maanmuokkauksen laatu on Ähtärissä. Tutkimuksesta selviää myös, minkälainen maanmuokkauksen laadun ero on kannonnostokohteiden ja perinteisien, normaalisti muokattujen kohteiden välillä. Näitä asioita tutkittaessa selvisi samalla, miten hyvin metsänhoidonsuositukset toteutuivat kohteilla.

Kirjallisuutta ja vertailevia tutkimuksia oli käytettävissä vähän. Varsinkin täydentävän maanmuokkauksen laadusta ei löytynyt kovin paljon vertailevaa aineistoa. Lisäksi aineiston käyttöä hankaloitti se, että eri tutkimuksissa saattoi maanmuokkauksella olla erilaiset laatukriteerit. Myös hyvän metsänhoidon suositukset ovat monelta osin vain suuntaa antavia, eikä niitä voi mitata maastossa. Esimerkiksi suositusten mukaan turhaa pintamaan paljastumista on vältettävä. Maastossa voi mitata vain paljastuneen pintamaan määrän, eikä enää maanmuokkauksen jälkeen voi päätellä, onko pintamaata paljastettu turhaan. Laajempi vastaavien tutkimusten määrä olisi helpottanut tulosten vertailua ja parantanut tulosten luotettavuutta. Tutkimuksen aineistona käytettiin tieteellisiä artikkeleita ja julkaisuja, mutta myös muuta kirjallisuutta ja Internet-sivuja käytettiin lähteenä.

Mielestäni tämä tutkimus antaa metsänomistajille ja metsäalan toimijoille hyvää tietoa ja avaa uusia ajatuksia laadun varmistamiseksi kannonnostoaloilla. Kattavampi laatuseuranta ja palautejärjestelmä laadun varmistamiseksi voisikin olla realistinen vaihtoehto. Se ei välttämättä vaatisi metsäalan toimijoilta kovin paljon ylimääräisiä resursseja. Toimihenkilön käynti kohteella, muutaman satunnaisen koelan ottaminen hehtaarilta ja palaute koneenkuljettajalle voisi toimia käytännössäkin.

Tutkimuksen tekeminen oli mielenkiintoista. Maastoinventoinnit sijoituivat parhaaseen maastokauteen, joten aineiston kerääminen maastossa ei tuottanut ongelmia, vaikkakin avohakkuualan kasvisto alkoi loppukesästä olla aika runsasta. Tämän tutkimuksen tekeminen avasi itselle uusia näkökulmia siitä, millaista työskentely hankkeessa voi olla. Hankkeen henkilökunnalta sai tutkimuksen tekemiseen kiitettävästi tukea ja neuvontaa. Työn aihe on metsäalalla hyvin ajankohtainen, ja uskonkin että tutkimuksen tekeminen tukee metsätalousinsinöörin ammatillista kasvua.

LÄHTEET

- Hetemäki, L., Harstela, P., Hynynen, J., Ilvesniemi, H. & Uusivuori, J. 2006. Suomen metsiin perustuva hyvinvointi 2015. Katsaus Suomen metsäalan kehitykseen ja tulevaisuuden vaihtoehtoihin [Viitattu 22.10.2009]. Saatavana: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp026.pdf>
- Hytönen, J. 2009. Energiapuun korjuun vaikutusta ravinteiden riittävyyteen ja puuston kasvuun tutkitaan suometsissä. Toimintakertomus 2008. Kannuksen yksikkö, 5. [Verkkojulkaisu] Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 9.10.2009]. Saatavana: www.metla.fi/ka/toimintakertomus2008_kannus.pdf
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- Hämäläinen, L. 2005. Kannot wateiksi ja ötökät kuriin: Murskaustoinnalla työtä, bioenergiaa ja metsänhoitoa. [Verkkolehtiartikkeli]. Sisä-Suomen Lehti (juttuarkisto). [Viitattu 23.10.2009]. Saatavana: www.sisis.net/verkkolehti/?pg=juttua&act=uutinen&id=3109
- Kansallinen metsäohjelma 2015: Lisää hyvinvointia monimuotoisista metsistä. 2008 [Verkkojulkaisu]. valtioneuvoston periaatepäätös 27.3.2008. [Viitattu 11.11.2009]. Saatavana: [http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/Kansallinen%20mets%C3%A4ohjelma%202010%20\(KMO\)/Documents/Kansallinen_metsaohjelma_2015_periaatepaatos_20080327.pdf](http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/Kansallinen%20mets%C3%A4ohjelma%202010%20(KMO)/Documents/Kansallinen_metsaohjelma_2015_periaatepaatos_20080327.pdf)
- Karjalainen, L. 2004. Tilasto matematiikka. Kahdeksas painos. Jyväskylä: Pii-kirjat.
- Koistinen, A. & Äijälä, O. 2005. Energiapuun korjuu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- Kuusinen, M., Joensuu, S., Makkonen, T., Matila, A. & Saaristo, L. 2008. Talousmetsien luonnonhoidon laadun arviointi: Arviointiohje 2008. [Verkkojulkaisu]. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. [Viitattu 25.9.2009]. Saatavana: www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/LL-arviointiohje_2008.pdf
- Kuusinen, M., Ilvesniemi, H. (toim.) 2008. Energiapuun korjuun ympäristövaikutukset: tutkimusraportti. [Verkkojulkaisu]. Metsäntutkimuslaitos ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. [Viitattu 25.10.2009]. Saatavana: www.metsavastaa.net/energiapuu/raportti

- Lauhanen, R. & Laurila, J. 2007. Bioenergian hankintalogistiikka: Taustatutkimuksia Etelä- Pohjanmaalta. Kannonnoston ja metsäkulttuurin tuottavuus. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja. B. Raportteja ja selvityksiä 33.
- Luonnonhoidon laatu energiapuunkorjuussa. Päivitetty 14.1.2009. [Verkkosivusto]. Metsävastaa.net. [Viitattu 22.10.2009]. Saatavana: www.metsavastaa.net/luonnonhoidon_laatuenergiapuunkorjuussa
- Luoranen, J., Saksa, T., Finer, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Jyväskylä: Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö.
- Maanmuokkauksen koulutusaineisto. 2001. Metsäteho. 3. painos.
- Maastotyöohje: Korjuujäljen seuranta. 2003. [Verkkojulkaisu]. Saatavana: <http://www.metsateho.fi/uploads/7h48da.pdf>
- Menetelmä. Päivitetty 14.1.2009. [Verkkosivusto]. Metsävastaa.net. [Viitattu 22.10.2009]. Saatavana: www.metsavastaa.net/menetelma
- Metla Hanke 3496. 2009. [Verkkosivu]. Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 6.11.2009]. Saatavana: <http://www.metla.fi/hanke/3496/index.htm>
- Metsäkeskus Keski-Suomi. 2009. Kantomurske. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.11.2009]. Saatavana: <http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/BC8F9047-7BD6-45C2-BAB2-648ABAFEB4FA/10364/Kantomurske.pdf>
- Mäkinen, M. 2008. Kairakantokorjurin toisen kehitysversion hehtaarikohtainen ajanmenekki kannonnostossa. [Verkkojulkaisu]. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu. 2.11.2009]. Saatavana: oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/43551/M%C3%83%C2%A4kineen.Markus.pdf?sequence=1
- Oksa, S. 2005. Kannonnosto-metsänviljelyketjun puuntuotannollinen laatu. Helsinki: Helsingin yliopisto. Metsänarvioimistiede. Pro gradu-tutkielma.
- Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008. [Verkkojulkaisu]. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. [Viitattu 11.11.2009]. Saatavana: www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf

- Saarinen, V.-M. 2006. The effects of slash and stump removal on productivity and quality of forest regeneration operations— preliminary results. *Biomass and Bioenergy*, 349–356. [Verkkojulkaisu]. Sciencedirect. [Viitattu 7.10.2009]. Saatavana: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V22-4HWXKXF-1&_user=953164&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1057505039&_rerunOrigin=google&_acct=C000049244&_version=1&_urlVersion=0&_userid=953164&md5=5b4dba87c0e10c8da05434e9e1a2ac51
- Saarinen, V.-M. & Harstela, P. 2003. Hakkuutähteiden ja kantojen korjuun vaikutus maanmuokkaukseen ja metsänviljelyyn – PUUT32. *Puuenergian teknologian vuosikirja 2003*, 275-288. [Verkkojulkaisu]. VTT. [Viitattu 21.10.2009]. Saatavana: www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2004/S231.pdf
- Saksa, T. 2009. Metsäenergian korjuu taimikon käsittelyyn ja kehitykseen vaikuttavana tekijänä. [Verkkojulkaisu]. *Metsästä energiaa – seminaari*. Kuopio. [Viitattu 3.10.2009]. Saatavana: www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/F9FE2F56-1605-4DA9-B966-9A445B4E30C0/9877/TimoSaksa.pdf
- Sarantola, J. 2007. Merkittävät ympäristö näkökohdat ja ympäristöpäämäärät: luonnonhoidonlaatu. [Verkkojulkaisu]. *UPM metsä, Suomi: ympäristöselonteko 2007*. [Viitattu 2.11.2009]. Saatavana: ec.europa.eu/environment/emas/pdf/es_library/02_fi_upm_metsa_07.pdf
- Strandström, M. 2006. Effect of stump lifting on sprouting at the regeneration site. [Verkkojulkaisu]. *NSFP –seminaari*. Vantaa. [Viitattu 15.9.2009]. Saatavana: http://www.metla.fi/tapahtumat/2006/metsanuudistaminen/Strandstrom_Markus-2006-12-15.pdf
- UPM. 2004. Puuenergian teknologiaohjelman päätösseminaari. [Verkkojulkaisu]. Jyväskylä. [Viitattu 26.10.2009]. Saatavana: http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Puuenergia/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ja_aktivointi/Seminaarit/Paatosseminaari/seppo_paananen.pdf
- Uudistusalojen energiapuunkorjuun laajuus. Päivitetty 23.01.2008. [Verkkosivu]. *Metsävastaa.net*. [Viitattu 2.11.2009]. Saatavana: www.metsavastaa.net/uudistusalojen_energiapuunkorjuunlaajuus

LIITE 2: Muokkausjäljen kokotavoitteet

Mukaan laskettavan muokkausjäljen on oltava viljelykelpoinen. Niiden laatu arvioidaan hyväksi tai tyydyttäväksi.

Muokkausjälki on

- *hyvä*, kun mättään korkeus tai laikun syvyys, niiden leveys tai pituus poikkeavat alle 20 % tavoitteesta.

- *tyydyttävä*, kun mättään korkeus tai laikun syvyys, niiden leveys tai pituus poikkeavat yli 20 %, mutta vähemmän kuin 40 % tavoitteesta

| Muokkausjäljen kokotavoitteet | | | | |
|-------------------------------|--|------------------------------------|-------------|----------|
| Maalaji | Laikku Syvyys, cm | Kääntömätäs Mättään korkeus, cm | Laikkumätäs | Ojamätäs |
| Karkea | 5 | - | - | - |
| Keskikarkea | 5 – 10 | 0 – 5 | 15 – 20 | 10 – 20 |
| Hieno | | | 5 – 10 | 5 – 15 |
| Turve | | | | 5 – 15 |
| Kasvupaikka | Laikun tai mättään pituus x leveys, cm | | | |
| Karu | 60x60 | 60x50 | 60x50 | 60x60 |
| Viljava | 70x70 | 80x60 | 80x60 | 80x80 |

Mallilomake B