

Olavi Takanen

**Kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus
metsänuudistamiseen**

Opinnäytetyö
Syksy 2010
Maa- ja metsätalouden yksikkö
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätaloustuotannon suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö:	Maa- ja metsätalouden yksikkö
Koulutusohjelma:	Metsätalouden koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Metsätaloustuotanto
Tekijä:	Olavi Takanen
Työn nimi:	Kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus metsänuudistamiseen
Oppilaitoksen ohjaaja:	Yliopettaja MH Ossi Vuori
Työelämän ohjaaja:	Metsäntutkimuslaitos Dos MMT Jyrki Hytönen & Mti Olavi Kohal
Vuosi: 2010	Sivumäärä: 30
	Liitteiden lukumäärä: 2

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutusta metsän uudistumisen kahdella kulotetulla kohteella Keski-Pohjanmaalla. Viimeisten vuosikymmenien aikana kulotusta on tutkittu varsin vähän. Tässä tutkittiin koealojen mittausten avulla, miten kulotus on vaikuttanut luontaisen uudistumisen, männyn kylvön, hies- ja rauduskoivun istutuksen, männyn sekä kuusen ja lehtikuusen istutuksen onnistumiseen. Koska kulotuksen on korvannut lähes täysin maanmuokkaus, kokeissa vertailtiin myös kulotusta ja maanmuokkausta. Yksi tutkimuksen tavoite olikin selvittää kulotuksen ja maanmuokkauksen eroja metsien uudistamisessa. Kulottamaton ja muokkaamaton käsittely antoi yleensä huonomman tuloksen sekä kylvössä että istutuksessa. Kulotus ilman maanmuokkausta antoi yleensä hyvän tuloksen, kuten myös pelkkä maanmuokkaus. Siten kulotus ja maanmuokkaus näyttävät vaihtoehtoisilta menetelmiltä. Kulotus nosti humuksen pH:ta tutkimuksessa vain toisella koealalla. Luontainen uudistuminen onnistui hyvin. Männyn hajakylvötuloksissa ei havaittu eroa kulotetun ja kulottamattoman alueen välillä. Männyn ruutukylvö on onnistunut parhaimmin kulotetulla muokkaamattomalla alalla. Rauduskoivun istutus onnistui erittäin hyvin kulotetuille ja muokatulle koealalle. Myös hieskoivu menestyi hyvin kulotetulla alalla. Männyn istutusaloilla kulotus antaa hyvät lähtökohdat taimien kasvulle. Kuusen istutusaloilla muokkaus on kulotusta merkittävämpi tekijä. Kulotus paransi lehtikuusentaimien kasvua.

Avainsanat: Kulotus, maanmuokkaus, metsänuudistaminen, mänty, lehtikuusi, kylvö, istutus, maan pH

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Tuomarniemi School of Forestry
 Degree programme: Forestry
 Specialisation: Forestry Production
 Author: Olavi Takanen
 Title of thesis: Effect of prescribed burning and soil on forest regeneration
 Tutors: Tuomarniemi School of Forestry:
 M.Sc. (Agr. & For.) Ossi Vuori
 Finnish Forest Research Institute:
 Dos.Dr. (Agr. & For.) Jyrki Hytönen & Olavi Kohal
 Year: 2010 Number of pages: 30 Number of appendices: 2

The aim of this thesis was to study the effect of prescribed burning on two sites in Central Ostrobothnia. During the past decades the effects of prescribed burning has been studied only little. In this thesis results on the effects of prescribed burning on natural regeneration, sowing of Scots pine, planting of silver and downy birch are presented. Since prescribed burning has almost totally been replaced by soil preparation in the experiments prescribed burning was compared with soil preparation in the regeneration of forests. Treatment where no prescribed burning or soil preparation had taken place gave generally weakest regeneration result both in direct seeding and planting. The amount of sowing originates seedlings was small and large number of the planted seedlings died. Prescribed burning without soil preparation gave usually good result as well as mere soil preparation. Thus prescribed burning and soil preparation seem to be alternative methods in forest regeneration. Prescribed burning increased soil pH only on the other study area. Natural regeneration was successful. Planting of silver birch was very successful on burned and prepared soil. Also in Scots pine planting prescribed burning gives a good start for the seedlings. In the planting of spruce soil preparation seems to be more useful than burning. Prescribed burning increased the growth of larch.

Keywords: Prescribed burning, soil preparation, forest regeneration, scots pine, birch, sowing, planting, soil pH

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ.....	4
1. JOHDANTO	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	10
2.1. Koemetsiköt ja koejärjestelyt.....	10
2.2. Mittaukset.....	13
2.3. Puustotunnusten laskenta ja graafinen esitys	14
3. TULOKSET	16
3.1. Maanäytteiden pH koealoilla	16
3.2. Mannilan tulokset.....	17
3.2.1. Luontainen uudistuminen	17
3.2.2. Männyn haja- ja ruutukylvö	18
3.2.3. Rauduskoivun- ja hieskoivun istutus	20
3.2.4. Männyn istutus	22
3.2.5. Kuusen istutus.....	23
3.2.6. Lehtikuusen istutus.....	24
3.3. Kruunupyyn tulokset.....	26
4. TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	28
LIITTEET	
Liite 1. Koealalomake 20.....	
Liite 2. Peruslomake 71.....	

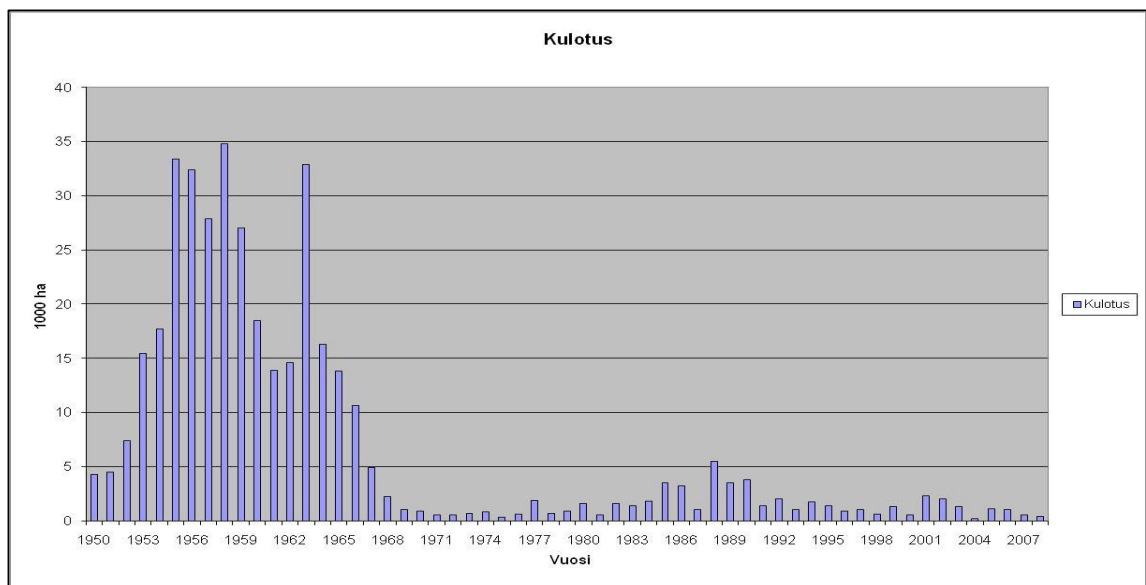
1. JOHDANTO

Luonnonkuloja on esiintynyt Suomessa koko jääkauden jälkeisen ajan. Vanhin palotapahtuma Pohjois-Karjalassa on voitu ajoittaa tapahtuneeksi noin 9500 eKr. Metsäpalot kuuluivat pohjoisen havumetsän luontaiseen elinkiertoon vielä runsas sata vuotta taaksepäin. Suomessa metsien luontaisessa kehityksessä loppuvaiheen kliimaksimetsiköitä on lopulta kohdannut tuho, jonka jälkeen metsän luontainen uudistuminen on alkanut. Tällainen tuho on voinut olla myrsky tai hyvin yleisesti metsäpalo, joka on syttynyt salamasta. Suomen metsien tiedetään palaneen säännöllisesti. Metsäpalojen jälkeen metsät ovat uudistuneet luontaisesti hyvin, siksi kulotus on varsin luonnonmukainen menetelmä. (Karjalainen, 1994, 3)

Metsäpalojen esiintymistiheyden ja palotilastojen mukaan kaikki Suomen metsät ovat palaneet ainakin yhden kerran viimeisten 400 – 500 vuoden aikana. Kaskenpoltto ja kulotus ovat metsäpalojen lisäksi vaikuttaneet merkittävästi metsien ravinteiden kiertoon, kasvillisuuden tuotokseen ja monimuotoisuuteen. Kulotukseen perustuva männyn hankikylvömenetelmä tuli yleiseksi 1920-luvulla ja vuosittainen kulotuksen määrä oli noin 8000 hehtaaria. Menetelmän suosio hiipui 1930-luvulla joihinkin satoihin hehtaareihin vuodessa. Pitkän tähtäimen metsäntuotokyvyn säilyttämiseksi on hyvä järjestää metsikköön avovaihe luontaista kiertokulkua jäljitellen. Avohakkuu vastaa osittain palon aiheuttamaa metsän avovaihetta, joskin sen vaikutukset ovat erilaiset. (Parviainen, 1993, 4)

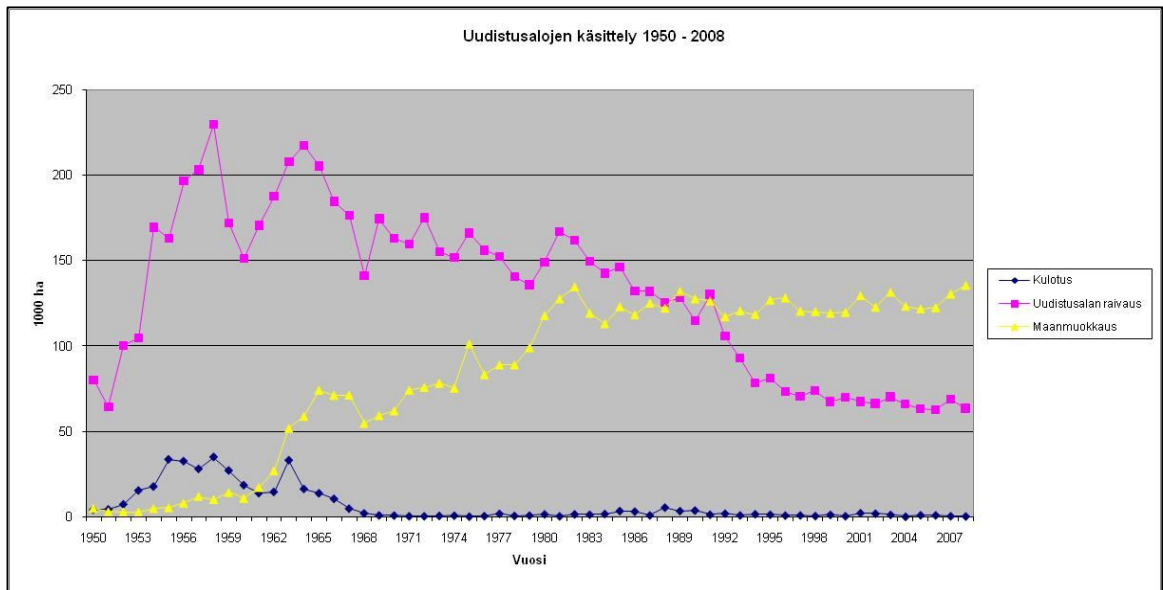
Metsänhoidollisessa kulotuksessa tavoitteena on valmistella uudistusala uuden metsän perustamiseksi tehtäviä uudistustoimia varten. Suomessa kulotettiin metsiä erityisesti metsän uudistamisen edistämiseksi. Kulotuksen huippu saavutettiin 1950-luvun puolivälissä, jolloin kulotettiin vuosittain yli 30 000 hehtaaria (kuva 1). Kulotus pinta-alat vähenivät jyrkästi 1960-luvun lopussa. Samaan aikaan lisääntyi hyvin voimakkaasti mekaanisen maanmuokkauksen pinta-ala. (Poikolainen, J. & Väärä, T. 1995, 55)

Viime vuosina vuotuiset kulotusmäärät ovat olleet varsin pieniä. Vuotuiset kulotusmäärät ovat vaihdelleet tuhannen hehtaarin molemmin puolin (kuva 1). Nykyisin kulotukseen tunnetaan kiinnostusta myös metsien monimuotoisuuden hoidon toteuttamisessa. Luonnossa on tällä hetkellä hyvin vähän palanutta puuta. Palanut puu on monille uhanalaisille lajeille tärkeä elinympäristö. Kulotus voikin siten lisääntyä myös metsien monimuotoisuuden hoidon keinona. (Lemberg, T. & Puttonen, P. 2002, 10)



Kuva 1. Kulotuspinta-alat vuosina 1950 – 2008. (Metsätilastollinen vuosikirja 2009)

Mekaanista maanmuokkausta tehdään Suomessa uudistusaloilla hyvin yleisesti. Maanmuokkaus alkoi yleistyä 1960-luvulla ja vuosittainen muokkauspinta-ala ylitti 100 000 ha 1970-luvun lopulla (kuva 2). Nykyisin muokataan noin 130 000 – 140 000 ha uudistusaloja mekaanisesti. Menetelmät ovat eri vuosina vaihdelleet, mutta nykyisin yleisesti käytettyjä ovat ojitusmätästys, tavallinen mätästys, äestys ja laikutus. (Metsätilastollinen vuosikirja 2009)



Kuva 2. Uudistusalojen käsittely 1950 - 2008 (Metsätilastollinen vuosikirja 2009)

Vielä muutama vuosikymmen sitten oli tavallista, että talven savotta kulotettiin touko-kesäkuun vaihteessa ja alkukesällä jatkettiin männyn kylvöllä. Kulottamalla aikaansaatiin edellytykset uuden taimikon syntymiselle ja kehitykselle. Metsänhoidollinen kulotus on edelleen varteenotettava menetelmä metsän uudistamisessa, kun halutaan toteuttaa luonnonläheistä metsänhoitoa ja samalla hoitaa metsämaata. (Metsäkeskus, 2009)

Kulotus soveltuu parhaiten moreenimaiden tuoreille ja kuivahkoille kankaille, edellyttäen että vesitalous on kunnossa. Se on tehokas menetelmä metsissä joissa on paksu humuskerros, koska kulotus vapauttaa käyttökelpoisia ravinteita maaperään. Suot ja soistuneet kankaat eivät sovi kulotettavaksi. (Taulukko 1.)

Kulotettavan kohteen tulisi olla kooltaan 4 - 5 hehtaaria. Pienillä kulotuskohteilla hehtaarikohtaiset kustannukset kasvavat suuriksi. Paras ajankohta kulotukselle on yleensä toukokuun puolivälistä juhannuksen tienoille. Tärkeää on, että kulotettava alue on riittävän kuiva. Ellei metsäpalovaroitusta ole voimassa, todennäköisesti maasto on liian kosteaa. (Lemberg, T.& Puttonen, P. 2002. 31)

Taulukko 1. Kasvupaikkatyyppien soveltuvuus kulotukseen

Kasvupaikkatyyppi	Kulotuskelpoinen
Tuore kangas	Kyllä
Kuivahko kangas	Kyllä
Kuiva kangas	Jossain tapauksessa
Lehtomainen kangas	Jossain tapauksessa
Lehto	Ei
Karukkokangas	Ei

Kulotuksella voidaan parantaa kasvupaikan ravinne- ja lämpöoloja, joilla on suora vaikutus taimikon syntyyn ja kehittymiseen. Kulotuksessa hakkuutähteistä vapautuu ravinteita kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Myös humuskerroksen haitallinen happamuus vähenee 0,5-2,0 pH-yksikköä pitkäksi aikaa. Uudistusalan vesoittuminen ja muun pintakasvillisuuden kilpailu vähenee kulotuksen jälkeen muutamiksi vuosiksi. Varpujen ja ruohojen (varsinkin maitohorsman) osuus kasvaa, puolukkasato on parhaimmillaan noin viiden vuoden jälkeen kulotuksesta. (Mälkönen, 2003. 168)

Metsäsertifiointin tavoitteena on edistää ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävä metsätaloutta. Metsäluonnon monimuotoisuutta tulisi ylläpitää ja lisätä. Vapaaehtoinen sertifiointi edellyttää käyttämään kulotusta. PEFC - (Programme for Endorsement of Forest Certification Schemes) metsäsertifiointi on ollut Suomessa käytössä kymmenen vuotta ja kattaa talousmetsistä yli 95 prosenttia.

Metsänuudistamisessa mänty ja rauduskoivu menestyvät hyvin kulotusaloilla. Kulotus onkin hyvä keino esimerkiksi lahovikaisten kuusikoiden puulajinvaihdossa. Metsänviljelytyö helpottuu, kun istutusta haittaavaa hakkuutähde on poissa ja kuitenkin hakkuutähteiden sisältämät ravinteet jäävät uudistusalalle tyypeä lukuun ottamatta. Useimmiten kulotusalat voidaan uudistaa kylvämällä. Etenkin isoilla uudistusaloilla voidaan päästä merkittäviin säästöihin, kun alue voidaan kulotuksen ansiosta kylvää, kun se muutoin olisi uudistettava taimet istuttamalla. (Annala, 1998.103).

Kulotukseen ja valmisteleviin töihin maksetaan kestävänmetsätalouden rahoitustukea (Kemera) hakkuutuloista riippumatta. Kulotuksesta maksettava tuki on hehtaari perusteinen (Vyöhyke 2, 60% 303 €/ha) lisäksi kulotuksen vakuutusmaksu korvataan kokonaan. Kulotussuunnitelman laadinnasta valtio korvaa enintään 170€ + 17 €/ha. Kulotushankkeelle joka on kooltaan vähintään kaksi hehtaaria voidaan saada tukea. Kulottamisen hehtaarikohtainen kustannus riippuu kulotettavan alueen pinta-alasta. Tavanomaisen 3-5 hehtaarin kulotusalueen kustannukset ovat 700-800 €/ha . (Lemberg, T.& Puttonen, P. 2002. 36).

Kulotus aiheuttaa päästöjä ilmaan, veteen ja maahan, lähinnä hiilen, typen ja fosforin yhdisteitä jotka leviävät savun välityksellä. Haitallisena pidetään myös savua, joka asutusalueella aiheuttaa terveys- ja viihtyvyysoongelmia. Suomessa ympäristövaikutuksia on tutkittu vähän. (Lemberg, T.& Puttonen, P. 2002 89).

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Koemetsiköt ja koejärjestelyt

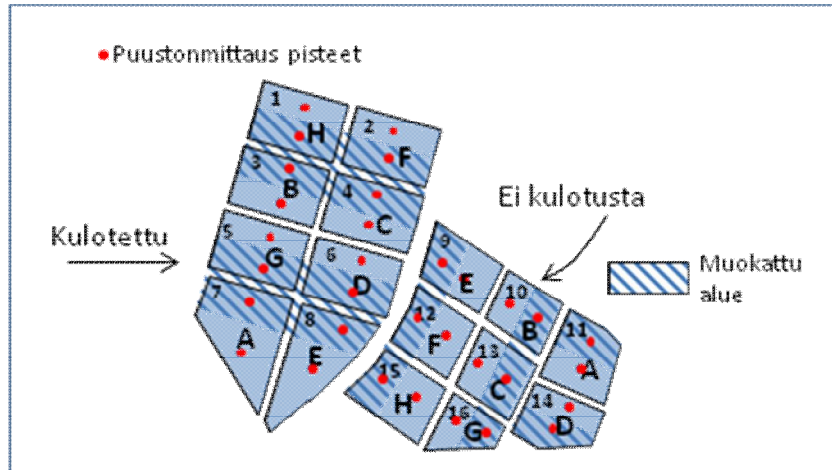
Tässä opinnäytetyössä on käytetty Metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen yksikön tutkimusaineistoa kahdesta kulotuskokeesta. Kokeet perustettiin havaintokohteiksi. Havaintokohteella ei ole selkeää tieteellistä kysymyksenasettelua tai tieteellisiä tavoitteita. Havaintokohteet soveltuvat opetus- ja demonstraatiotarkoituksiin, ja niiden käyttäjinä ovat mm. metsäammattilaiset ja suuri yleisö. Havaintokohteilla ei yleensä ole tilastollisen käsittelyn mahdollistavia toistoja. Kulotuskokeet sijaitsivat Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusmetsissä Kannuksessa (Mannila) $63^{\circ}58.57'$, $23^{\circ}53.14'$ ja Kruunupyssä (Fiskarholm) $63^{\circ}39.3'$, $23^{\circ}7.27'$ (kuva 3).



Kuva 3. Kulotuskokeiden sijainti Kannuksessa ja Kruunupyssä.

Mannilan kulotuskoe on perustettu kuivahkolle EVT- VT kankaalle. Hakkuu tehtiin miestyönä kevättalvella 1992. Puusto oli uudistuskypsä 100-vuotias mänty-kuusi sekametsä. Kulotus tehtiin kesäkuussa 1993 ja maanmuokkaus syksyllä 1993.

Hajakylvö tehtiin hangelle keväällä 1994, ruutukylvö ja istutukset tehtiin alkukesällä 1994. Maanmuokkaus toteutettiin äestyksenä kaistoittain siten, että koeruudut halkaistiin (kuva 4).



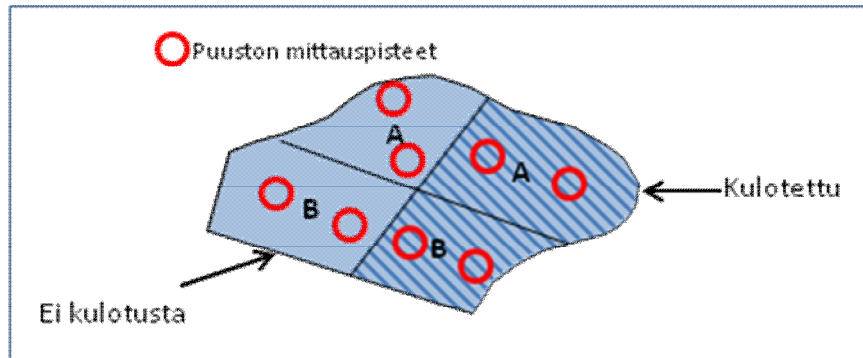
Kuva 4. Koeruutujen, eri käsittelyvaihtoehtojen sekä maanmuokkauksen ja puustonmittauspisteiden sijainnit Mannilan kokeella.

Käsittelyt (kuva 4) arvottiin kulotetulle ja kulottamattomalle osalle satunnaisesti. Eri käsittelyvaihtoehtojen määrä kaksinkertaistuu, kun huomioidaan kulotettu ja kulottamaton vaihtoehto. Käsittelyvaihtoehtoja saadaan näin yhteensä 16. Koeruutujen pinta-ala on keskimäärin 1400 m² ja havaintokokeen kokonaispinta-ala 2,3 ha.

Taulukko 2. Arvotut käsittelyt kulotetulle ja kulottamattomalle osalle Mannilan kokeella.

A. Luontainen uudistaminen	B. Männyn hajakylvö hangelle
C. Männyn ruutukylvö sulaan maahan	D. Rauduskoivun istutus
E. Hieskoivun istutus	F. Männyn istutus
G. Kuusen istutus	H. Lehtikuusen istutus

Fiskarholmin kulotuskoe on perustettu MT- kankaalle. Hakkuu tapahtui miestyönä talvella 1993. Puusto oli uudistuskypsää kuusikkoa. Kulotus tehtiin keväällä 1994. Maanmuokkaus tehtiin koko uudistusalalle 1994 äestyksenä. Rauduskoivun ja lehtikuusen istutus toteutettiin maanmuokkauksen jälkeen alkukesällä 1994 arvotuille puoliskoille (kuva 5). Eri käsittelyvaihtoehtojen pinta-alat ovat n. 7500 m² ja kokonaispinta-ala 3 ha.



Kuva 5. Koerutujen ja käsittelyvaihtoehtojen sijainti Fiskarholmin kokeella A= lehtikuusen istutus, B= rauduskoivun istutus.



Kuva 6. Kulotuksen merkkejä oli nähtävissä kannoissa vielä 15 vuotta kulotuksen jälkeen. (Valokuva O. Takanen 2008)



Kuva 7. Kulotuksen merkkejä oli nähtävissä vielä 15 vuotta kulotuksen jälkeen sekä palaneina kantoina että maaprofiilikuopissa näkyvänä palaneena hiilenä. (valokuva O. Takanen 2008)

2.2. Mittaukset

Mannilan kulotuskokeella Kannuksessa ensimmäinen puustonmittaus suoritettiin marraskuussa 2003. Puusto mitattiin 0,5 aarin ympyränäytealoilta ($r=3,99\text{m}$). Näytealat sijoitettiin koealojen keskelle mittanauhaa apuna käyttäen. Näytealojen keskipisteet merkittiin puupaaluilla myöhempiä mittauksia varten. Fiskarholmin kulotuskoe Kruunupyssä mitattiin ensimmäisen kerran marraskuussa 2003, jolloin puusto mitattiin aarin ympyränäytealoilta ($r=5,64\text{m}$). Näytealat sijoitettiin koeruutujen puolikkaiden keskelle mittaamalla. Näin näytealoja tuli kaksi jokaiselle käsittelylle. Kaikista puista mitattiin suunta ja etäisyys keskipisteeseen sekä puulaji, syntytyyppi, pituus, rinnankorkeusläpimitta ($d_{1,3\text{m}}$). Puukohtaiset tuhot merkittiin, jos niitä oli havaittavissa.

Luontaisesti syntyneistä taimista laskettiin puulajeittain lukumäärä ja arvioitiin keskipituus. Ruutukylvö koealoilta Mannilan kokeella laskettiin kylvötuppaiden määrä, taimien määrä/tupas sekä taimien keskipituus. Mitattaviksi taimiksi otettiin maksimissaan 2500 kasvatuskelpoisinta tainta/ha. Kasvatettavat taimet merkittiin tulevaa raivausta varten, joka tehtiin syksyllä 2005.

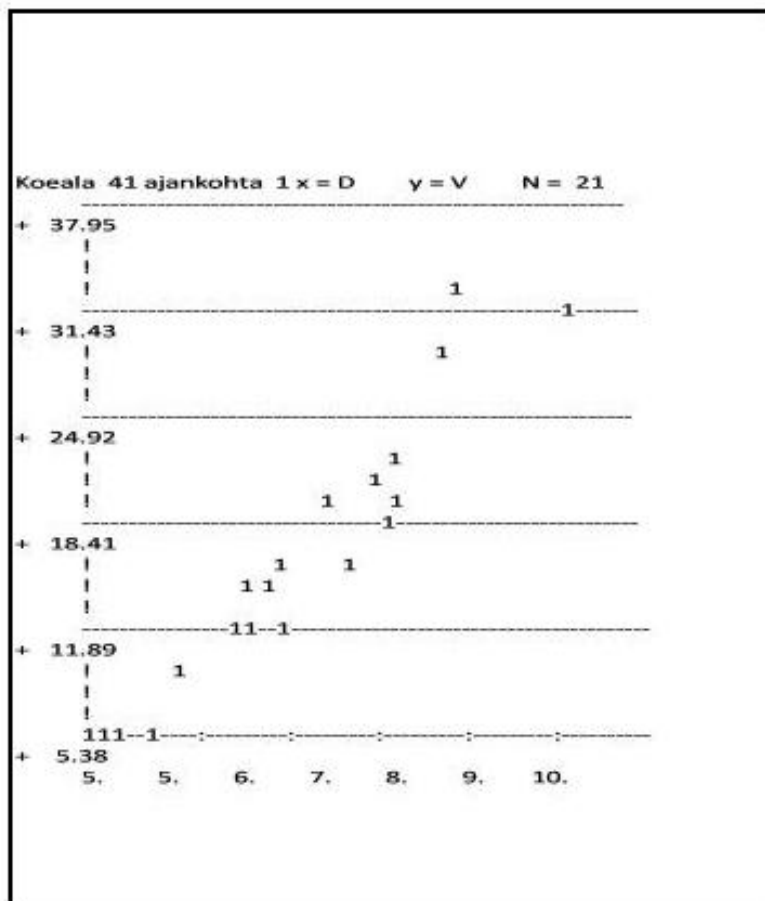
Maa- ja humusnäytteet kerättiin molemmilta kokeilta kesäkuussa 2008. Mannilasta maanäytteet kerättiin kulotetuilta ja muokkaamattomilta koealoilta 2 ja 4. Fiskarholmista maanäytteet kerättiin rauduskoivun istutusosalta kulotetulta ja kulottamattomalta alalta. Koska Fiskarholmissa maanmuokkaus toteutettiin koko alalle, niin maanäytteiden keruussa pyrittiin valitsemaan ainoastaan muokkaamattomia kohteita. Maa- ja humusnäytteet koostuivat viidestä osanäytteestä, jotka yhdistettiin. Humusnäyte koostettiin humuksesta ja maanäyte 5 - 10 cm:n syvyydeltä. Maanäytteet analysoitiin Metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen yksikön laboratoriossa kesäkuussa 2008.

Koealojen puusto mitattiin seuraavan kerran joulukuussa 2008. Edellisestä mittauksesta oli tuolloin kulunut viisi kasvukautta. Puustonmittaus toistettiin samoilla menetelmillä kuin ensimmäinen mittaus vuonna 2003.

2.3. Puustotunnusten laskenta ja graafinen esitys

Mittauksissa käytettiin Metsäntutkimuslaitoksen standardilomakkeita 20 ja 71 (liitteet 1 ja 2). Toisen mittauskerran puustotunnukset laskettiin koealojen puu- ja puustotunnusten KP7- laskentaohjelmalla (Heinonen, J. 1994). Ohjelmassa koeputiedot yhdistetään tasoitusfunktioiden avulla kuvaamaan koko runkolukusarjaa. Koska näytealojen kaikki puut mitattiin myös koepuina on esitetyt havainnot suoraan aineistosta (kuva 5). Runkotilavuuden laskennassa käytetty tasoitusfunktio oli muotoa $v/(d*d) = a_0+a_1*d+a_2*d*d$, missä a_0 , a_1 ja a_2 ovat kertoimia. Aineiston laskennassa käytettiin Näslundin pituuskäyrää $h = 1.3+(d/(a_0+a_1*d))^{**}E$, missä h on puun pituus, d on rinnankorkeusläpimitta ja E on eksponentti, joka on tässä 2.

Tasointifunktioiden ja mittausaineiston yhteensopivuus tarkistettiin KP7 ohjelmiston PIC7P-grafiikkaohjelmalla. Ensimmäisellä mittauskerralla vuonna 2003 puusto oli vielä niin pientä, että tilavuuden laskenta katsottiin turhaksi. Tämän vuosi tyydyttiin tarkastelemaan eri käsittelyiden pituus- ja läpimittakeskiarvoja. Keskiarvot koostettiin Excel taulukko-ohjelmistolla, jolla piirrettiin myös graafiset esitykset. Toisella mittauskerralla vuonna 2008 tarkasteluun saatiin myös tilavuus- ja eräitä muita puustotunnuksia. Aineiston tilastollista testausta ei tehty, koska sen edellyttämät toistot puuttuivat



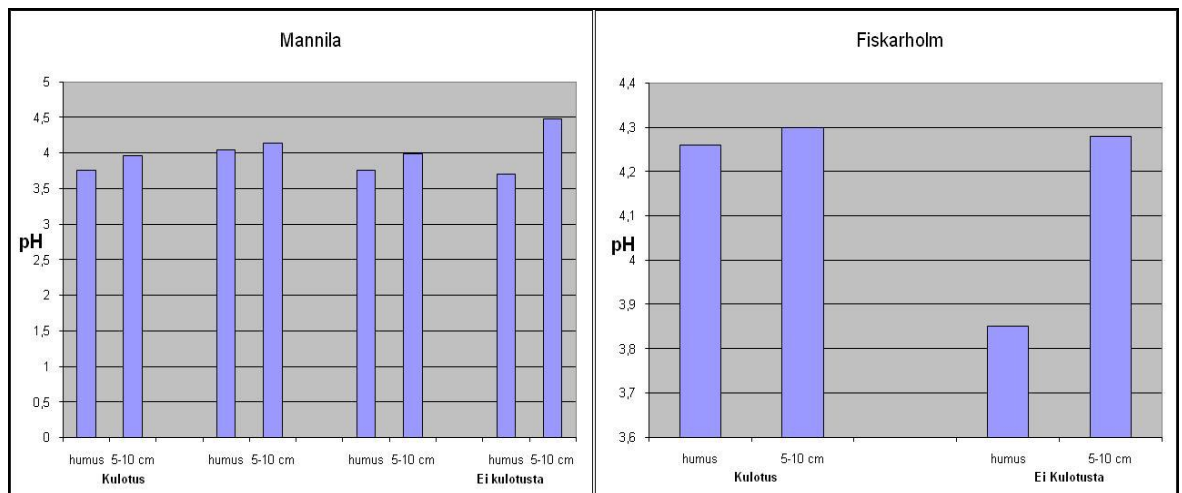
Kuva 8. Grafiikkaohjelmalla PIC7P tuotettu kuva Fiskarholmin näytealan 41 yksittäisten puiden tilavuuksista. X- akselilla puun rinnankorkeusläpimitta d1,3 cm ja Y- akselilla tilavuus V litroina.

3. TULOKSET

3.1. Maanäytteiden pH koaloilla

Kulotus ei Mannilan näytteiden perusteella ollut vaikuttanut selvästi humuksen ja pintamaan (5 - 10 cm) pH-arvoon (kuva 9). 3,7 – 4,0 korkein arvo oli kulotetulla alueella. Maanäytteiden pH vaihtelu oli 4,0 – 4,5, joissa korkein arvo kulottamattomalla alalla. (kuva 9.)

Fiskarholmin humuksen pH vaihteli välillä 3,9–4,3. Fiskarholmissa kulotetun alan pH oli korkeampi. Maanäytteiden (5 –10 cm) pH4,3. Myös kivennäismaassa kulotetun alan pH oli hitusen korkeampi. (kuva 9.)

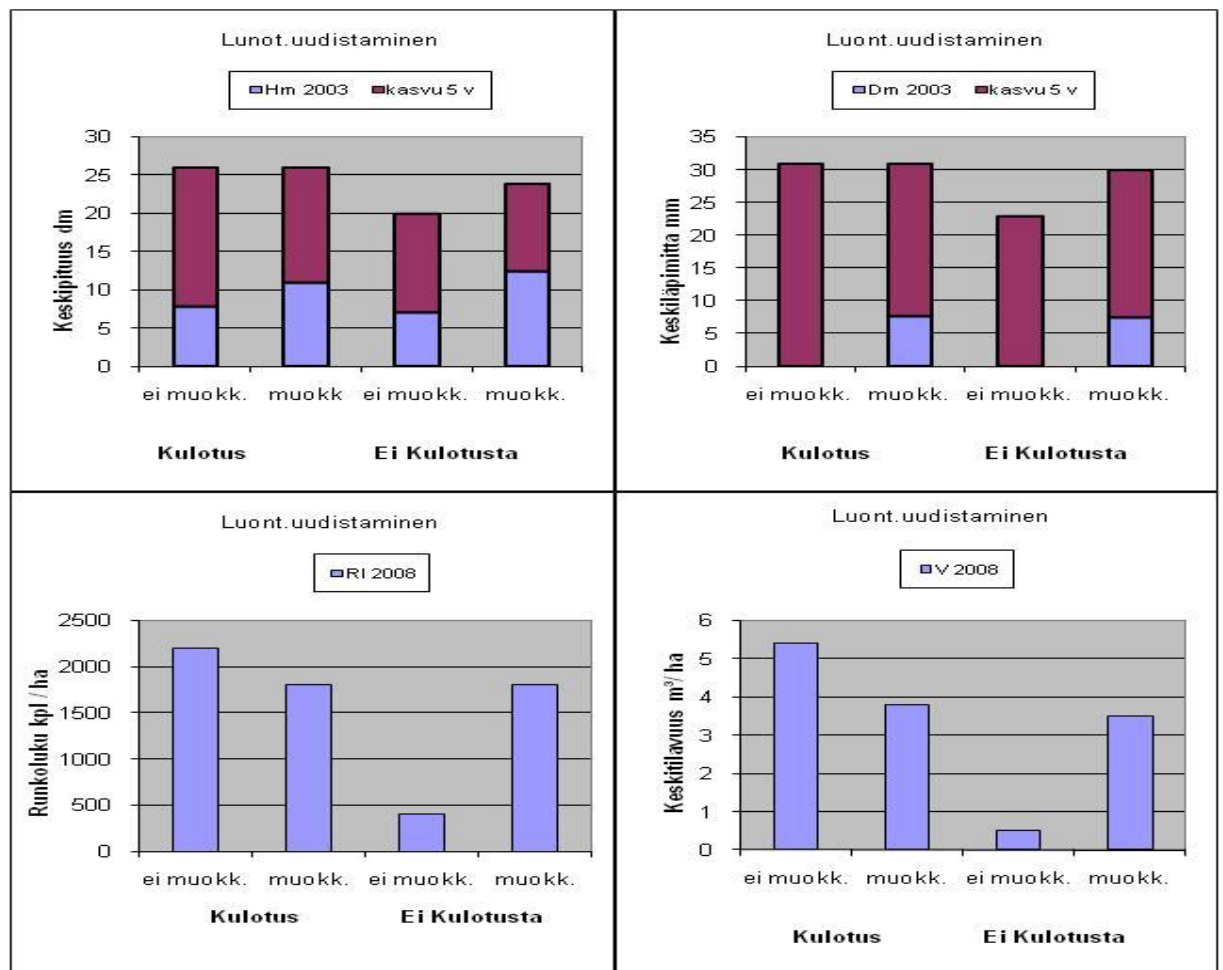


Kuva 9. Humuksen ja kivennäismaan pH kulotetulla ja kulottamattomalla alueella Mannilassa ja Fiskarholmissa.

3.2. Mannilan tulokset

3.2.1. Luontainen uudistuminen

Luontainen uudistuminen onnistui hyvin 10 vuoden kuluttua tehtyjen mittausten mukaan kaikilla muilla käsittelyillä paitsi kulottamattomalla ja muokkaamattomalla alalla. Muilla menetelmillä runkoluku oli 1800 tainta/ha. Keskipituus kasvoi kulotetuilla alalla oli 5- vuodessa 1,5 – 1,8 metriä, kulottamattomalla alalla keskipituus kasvoi 5- vuodessa 0,3 – 0,5 metriä vähemmän. Keskiläpimitta oli kaikissa käsittelyissä 3,0 cm. Tilavuuden kehitys kulotetuilla 3,8 – 5,4 m³/ha ja ei kulotetuilla taas 0,5 – 3,5 m³/ha. Siten ilman kulotusta tai muokkausta luontainen uudistuminen ei onnistu. (Kuva 10.)

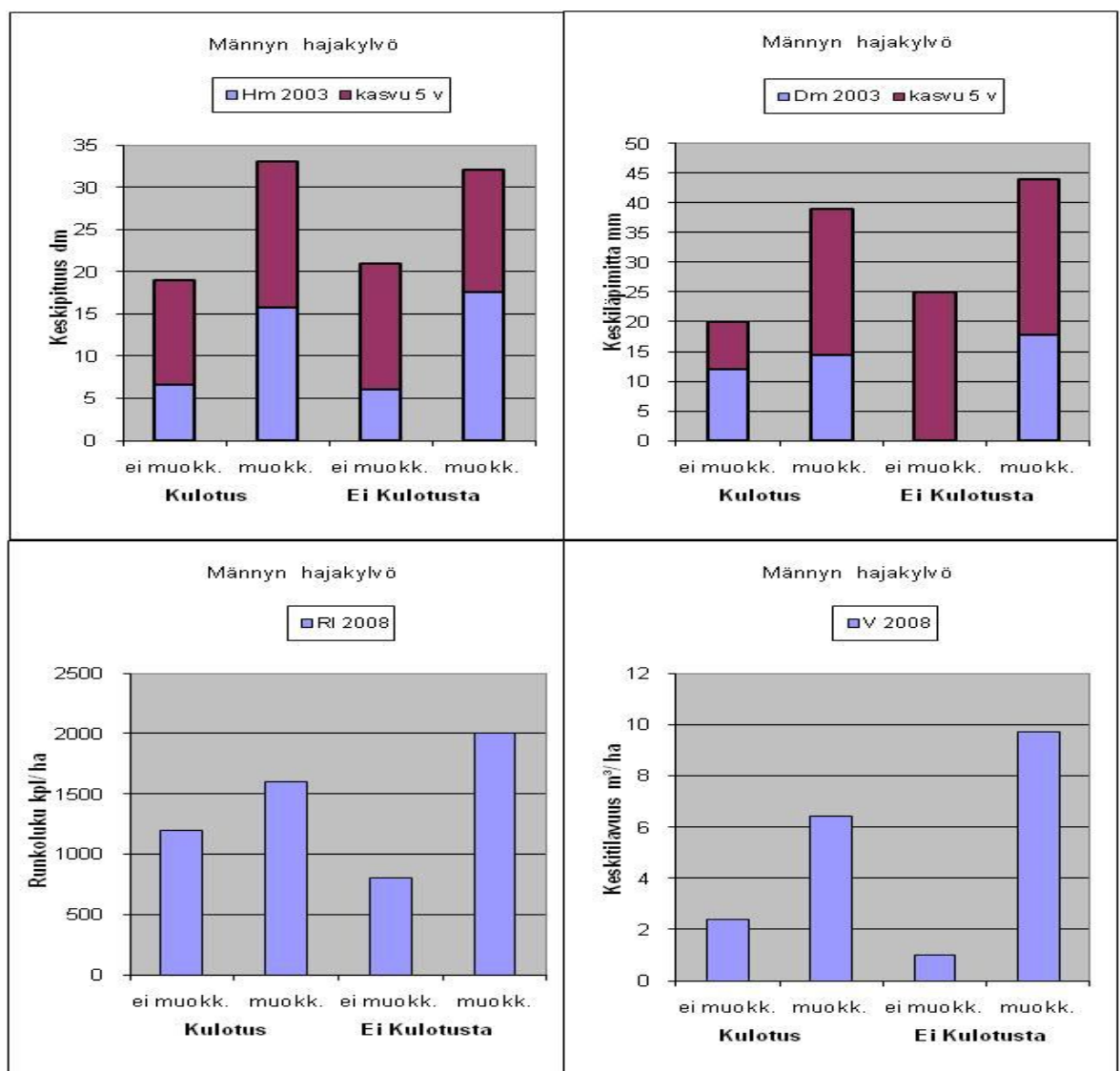


Kuva 10. Luontainen uudistaminen Mannila, mittaukset vuonna 2003 ja 2008.

3.2.2. Männyn haja- ja ruutukylvö

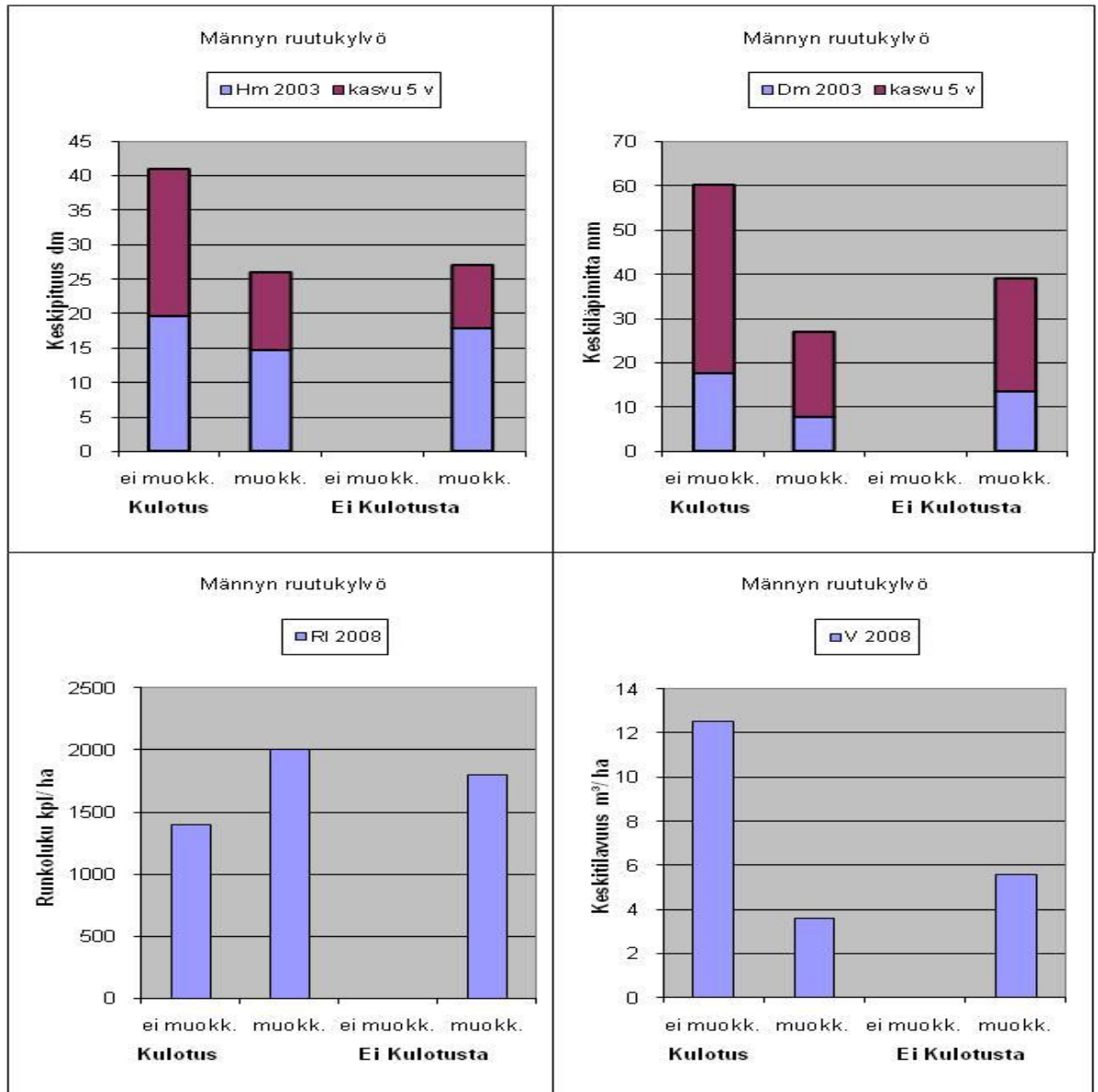
Männyn hajakylvötuloksissa ei näy selvää eroa kulotetun ja kulottamattoman välillä. Sen sijaan muokatuilla koaloilla taimia oli 800 kpl/ha enemmän, taimien pituutta 1,2 m, läpimittoja 1,9 cm ja kuutiomäärää 4 – 8 m³/ha.

Muokkaus paransi kylvön onnistumista selvästi. Elossa olevia puita on muokkaamattomilla aloilla 800 – 1200 runkoa. Ainoastaan muokatulla kulottamattomalla alalla taimia oli yli 1800 kpl/ha. (Kuva 11.)



Kuva 11 . Männyn hajakylvö hangelle Mannila, mittaukset vuonna 2003 – 2008.

Männyn ruutukylvö on onnistunut parhaimmin kulotetuilla ja muokkaamattomalla koealalla, jossa taimimäärä 1400 kpl/ha ja taimien keskipituus oli 4,1 metriä. Keskiläpimitta 4,0 – 4,5 cm ja puustontilavuus oli 7 – 9 m³/ha suurempi kuin muokatuilla aloilla. Kaikkein huonoimmin oli onnistunut kylvö kulottamattomaan ja muokkaamattomaan maahan. Tästä käsittelystä ei löytynyt yhtään männyn tainta. (Kuva 12.)

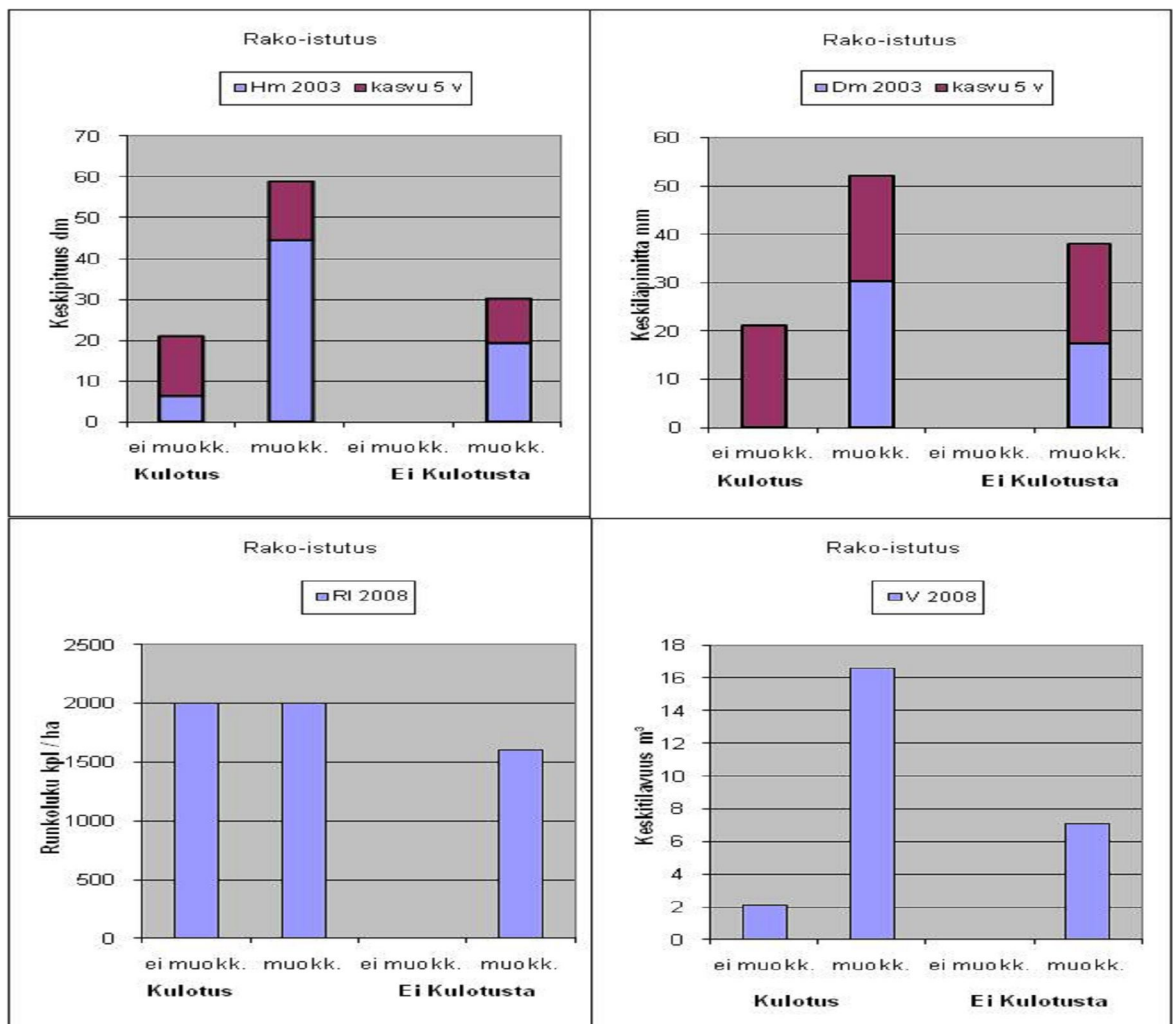


Kuva 12. Männyn ruutukylvö Mannila, mittaukset vuonna 2003 ja 2008.

3.2.3. Rauduskoivun- ja hieskoivun istutus

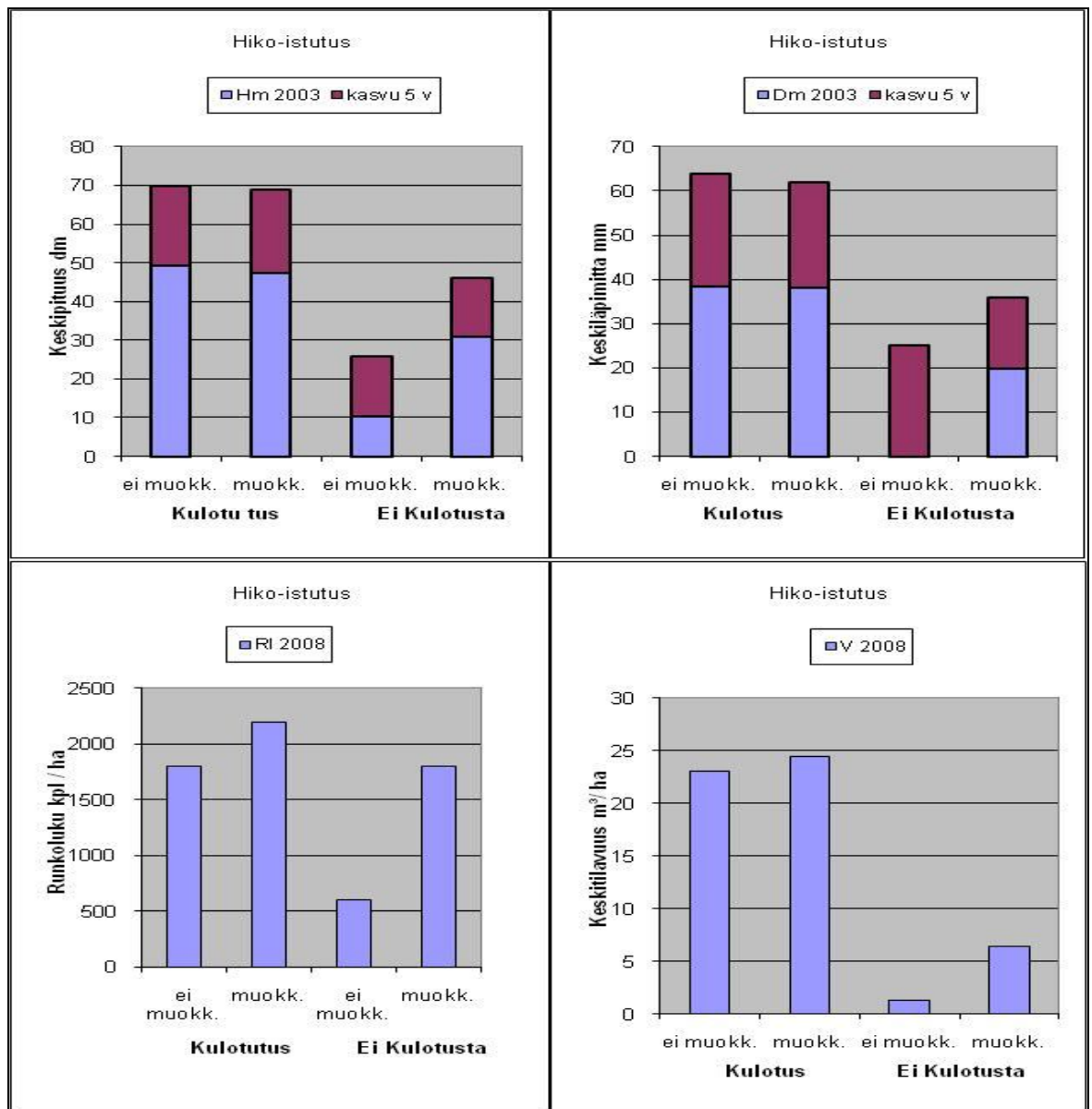
Rauduskoivun istutus onnistui erittäin hyvin kulotetuille ja muokatulle koealalle. Taimimäärä oli vielä 10 vuotta istutuksen jälkeen 2000 kpl/ha. Rauduskoivun taimien keskipituus oli 4,4 metriä vuonna 2003 ja 6,5 metriä, keskiläpimitta oli 5,2 cm ja keskitilavuus 16,6 m³/ha vuonna 2008. (Kuva 13.)

Rauduskoivun viljely epäonnistui täysin kulottamattomaan ja muokkaamattomaan maahan. Kaikki rauduskoivun taimet kuolivat kulotetulla ja muokkaamattomalla alalla sekä kaikilla kulottamattomilla aloilla (muokkaus tai muokkaamaton). Muokatuille aloille tuli sen sijaan täydennyksenä runsaasti luontaisia männyn- taimia.



Kuva 13. Rauduskoivun istutus Mannila, mittaukset vuonna 2003 ja 2008.

Hieskoivu menestyi yhtä hyvin sekä kulotetulla, muokatulla että muokkaamattomalla alalla. Keskipituus oli 10 vuoden jälkeen 4,8 m ja keskiläpimitta 3,8 cm. Kasvu jatkui tasaisesti myös seuraavan 5 vuotta, runkoluku oli muokatulla alalla 2200 kpl/ha ja muokkaamattomalla 1800 kpl/ha. Keskitilavuus vastaavasti 24,5 m³/ha ja 23 m³/ha. Kulottamattomalla alalla vain muokatulla alalla taimet menestyivät. Pituus oli 4,5 m, läpimitta 3,6 cm ja tilavuus 6,4 m³/ha. Muokkamattomalle alalle on syntynyt uusia taimia 500 kpl/ha. (Kuva 14.)

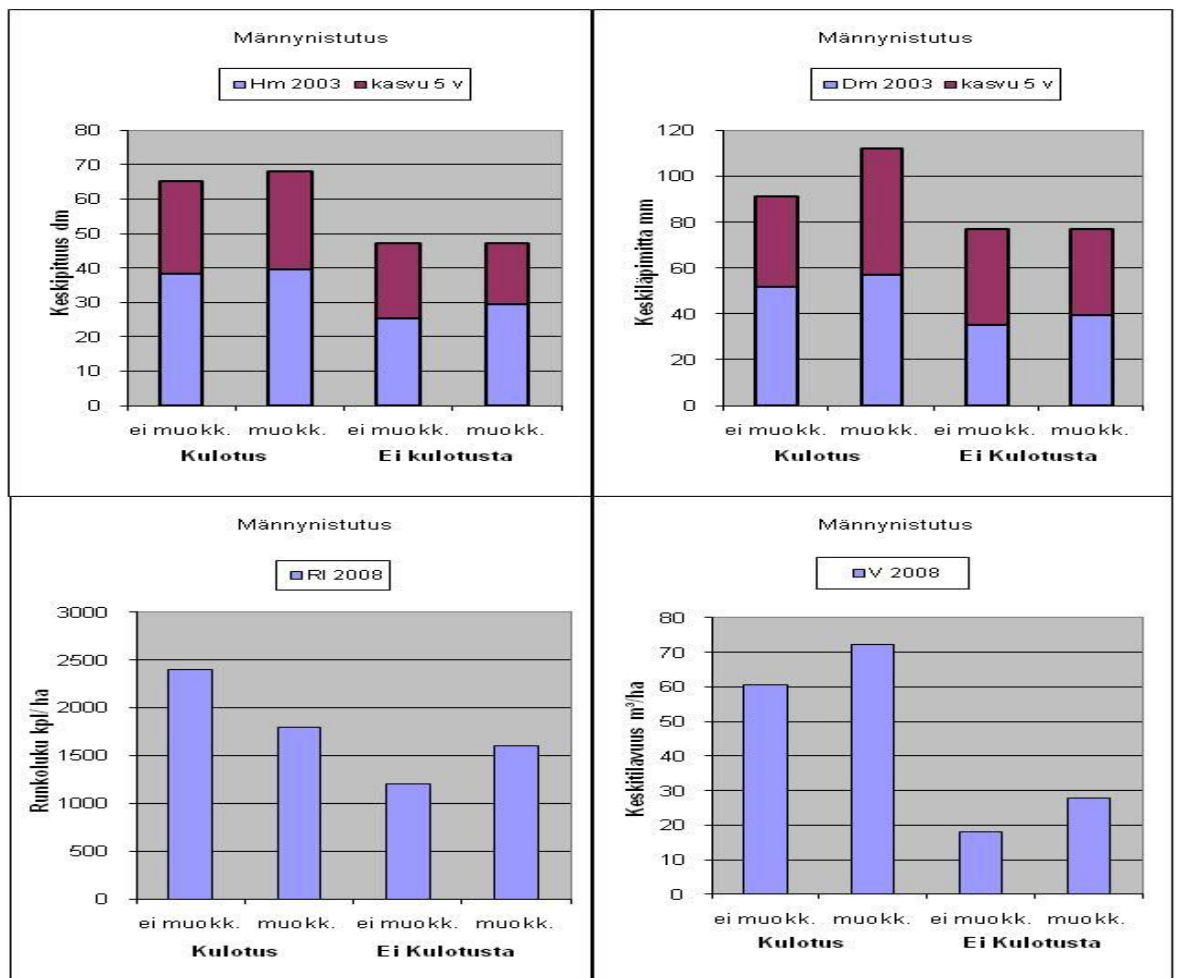


Kuva 14. Hieskoivun istutus Mannila, mittaukset vuonna 2003 ja 2008.

3.2.4. Männyn istutus

Männyn istutusaloilla kulotus antaa yhtä hyvät lähtökohdat taimien kasvulle niin muokatulla kuin muokkaamattomallakin alalla. Kulotetuilla aloilla taimet ovat 2,0 m pidempiä ja 1,5 – 3,0 cm paksumpia kuin kulottamattomilla aloilla. Muokatun alueen taimet ovat edellä etenkin keskiläpimitassa. Kulotetun alan runkoluku oli 600 kpl suurempi muokkaamattomalla, Kulotetun alan kuutiomäärät 60 – 72 m³/ha, muokatulla aloilla oli kuutiomäärä 11 m³/ha suurempi.

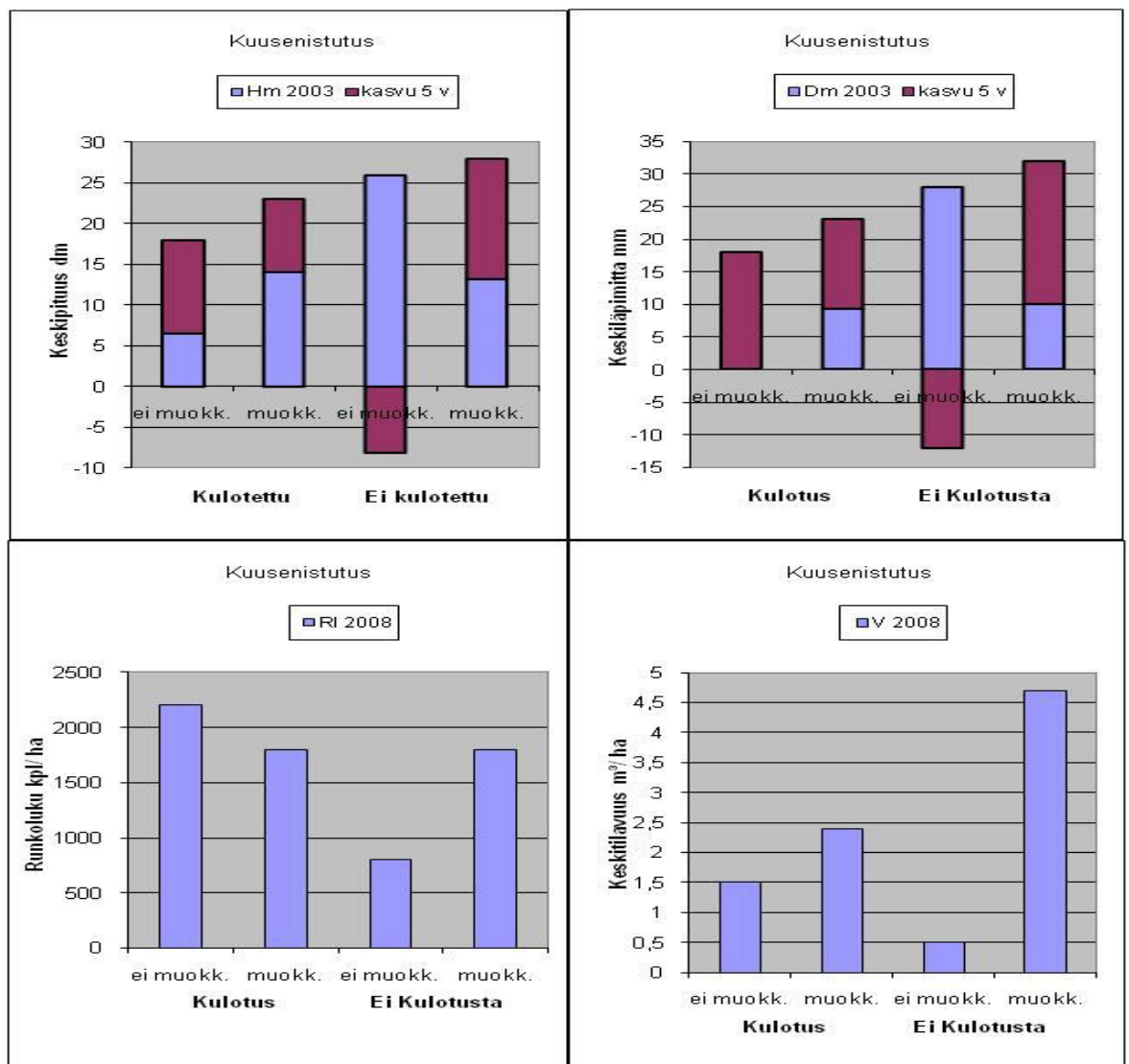
Ei-kulotetulla alueella keskipituus ja keskiläpimita olivat 10 vuoden jälkeen muokatulla edellä, mutta tasoittuvat seuraavan 5 vuoden aikana. Ei-muokattujen alojen taimet kasvoivat tosin harvemmassa, ei-kulotetun alan kuutiomäärät 18 - 28 m³/ha. (Kuva 15.)



Kuva 15. Männyn istutus Mannila, mittaukset vuonna 2003 ja 2008.

3.2.5. Kuusen istutus

Kuusen istutusaloilla (Kuva 17.) muokkaus näyttäisi olevan kulotusta merkittävämpi tekijä, sillä kulottamattomalla muokatulla koealalla tunnusluvut ovat kauttaaltaan paremmat. Keskipituus 2,8 m, läpimitta 3,2 cm, runkoluku 1800 kpl/ha ja tilavuus 4,7 m³/ha. Kuuselle liian karu kasvupaikka on todennäköinen syy muokkaamattomien alojen taimien kuolemiseen. Niiden sijaan on tullut luontaista taimettumista. (Kuva 16.)



Kuva 16. Kuusen istutus Mannila, mittaukset vuonna 2003 ja 2008.



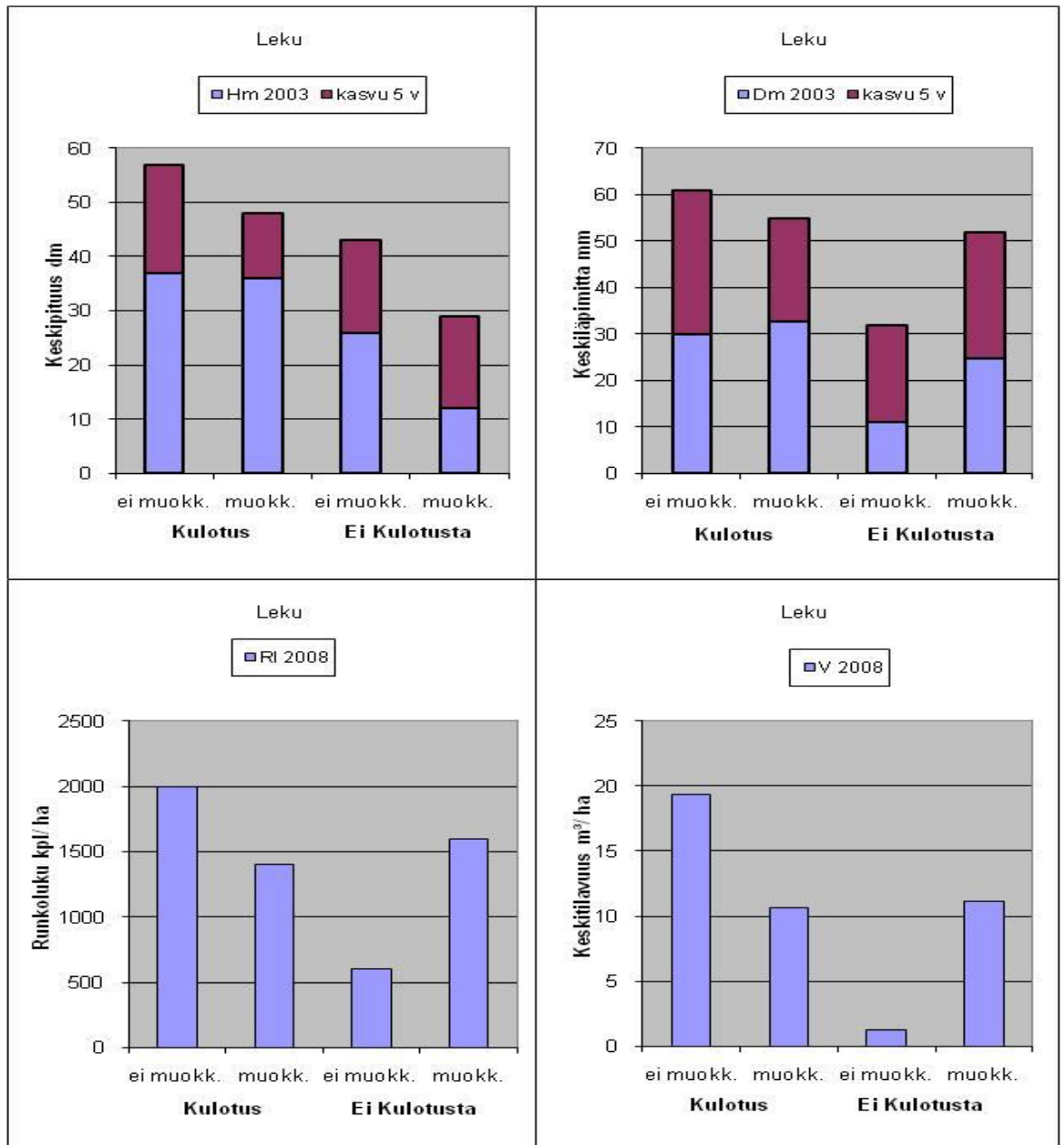
Kuva 17. Kuusen istutusala Mannila, vuonna 2008 (kuva O. Takanen)

3.2.6. Lehtikuusen istutus

Kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta lehtikuusen keskipituus ja läpimitta kulotetuilla aloilla oli yhtä suuri olipa alue muokattu tai ei. Seuraavan viiden vuoden aikana kulotetulla ja muokkaamattomalla alueella taimet kasvoivat paremmin kuin kulotetulla ja muokatulla alueella. Muokkaus ei siis ollut parantanut taimien kasvua kulotetulla alueella 10-15 vuoden aikana uudistamisen jälkeen.

Kulottamattomalla alueella lehtikuusen taimien pituuskasvu oli yllättäen parempi muokkaamattomalla alueella, erityisesti ensimmäisen 10 vuoden ajan. Sen sijaan runkoluku, läpimitta ja kuutiomäärä jäivät muokkaamattomilla aloilla pieniksi.

Kulotus paransi lehtikuusentaimien kasvua. Muokkaamattomilla kulotetuilla koealoilla taimet olivat 15 vuoden jälkeen 1,4 metriä pidempiä kuin kulottamattomilla aloilla. Muokatuilla kulotetuilla aloilla taimet olivat vastaavasti 1,9 metriä pidempiä kuin kulottamattomilla alueilla olevat taimet. (Kuva 18.)



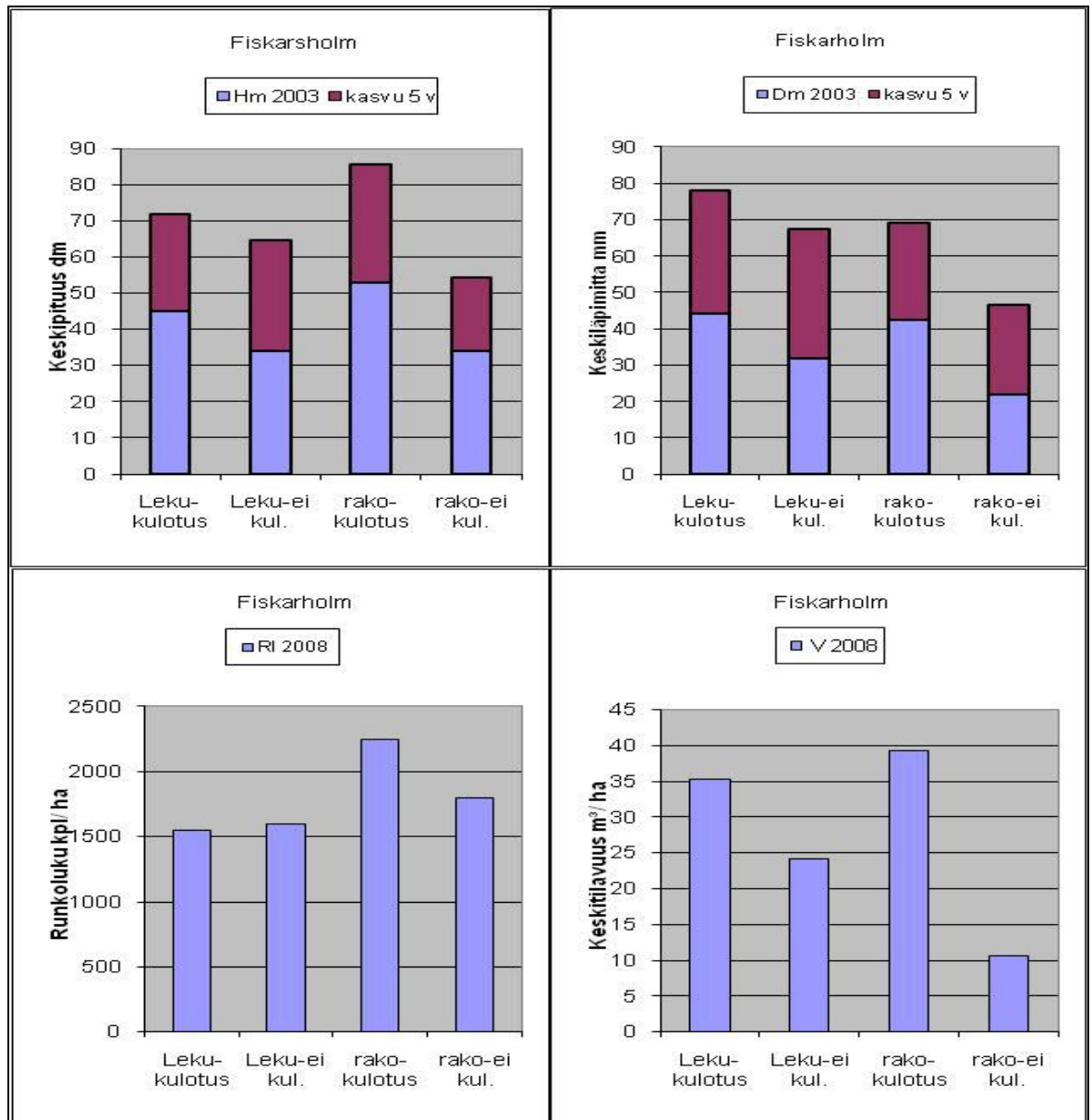
Kuva 18. Kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus lehtikuusen keskipituuteen ja keskipäpimitaan, puuston tiheyteen ja kuutiomäärään.

3.3. Kruunupyyn tulokset

Kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta kulotetuilla koealoilla lehtikuusen ja rauduskoivun keskipituus ja läpimitta olivat selkeästi suurempia kuin kulottamattomilla aloilla. Seuraavan viiden vuoden aikana keskipituuden ja läpimitan kasvu on ta-
soittunut molemmilla puulajeilla.

Kulotus on lisännyt lehtikuusen kasvua. Kulotettujen alojen puiden tilavuus on merkittävästi korkeampi verrattuna ei-kulotettujen alojen puuston tilavuuteen hehtaaria kohden. Lehtikuusen runkoluku lähes sama kulotetulla ja kulottamattomalla alalla, mutta keskitilavuuden ero 24 – 35 m³/ha on kulotetun alan hyväksi merkittävä 11 m³/ha.

Rauduskoivu keskipituus oli kulotetulla alalla kymmenen vuoden iässä 5,3 metriä ja kulottamattoman 3,4 metriä. Runkoluku oli kulotetulla rauduskoivulla 2250 kpl/ha, kulottamattoman alan tiheys oli 1800 kpl/ha. Kokonaiskuutiomäärä oli kulotetulla oli 28,7 m³/ha suurempi kuin kulottamattomalla alalla. (Kuva 19.)



Kuva 19. Lehtikuusen ja rauduskoivun istutus Fiskarholm. Alueesta kulotettiin toinen puoli, maanmuokkaus tehtiin koko uudistusalueelle. Kulotuksen vaikutus taimien kasvuun ja kehitykseen.

4. TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Aineistona käytettiin Metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen yksikön tutkimusaineistoa kahdesta kulotuskokeesta Keski-Pohjanmaalla. Tutkimuksen tavoitteena on havaintokoealojen tulosten perusteella arvioida kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus metsän uudistamisessa eri menetelmillä ja käytännön ratkaisuilla. Aiemmin tutkimustietoa kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutuksesta männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen eloonjääntiin ovat selvittäneet. (Pitkänen, A., Järvinen, E., Turunen, J., Kolström, T. & Kouki, J. 2005.: 387 – 397). Heidän tutkimuksessaan todetaan seuraavasti: Muokkaamaton kasvipeitteinen maan pinta ja kulotuksen paljastama humuspinta olivat huonoja taimettumisalustoina. Heidän tuloksensa osoittavat kevyen mineraalimaan paljastavan muokkauksen olevan välttämätön luontaisen männyn taimettumisen onnistumiseen kulottamattomilla uudistus aloilla. Muut kulotusalueiden taimettumista selvittävät tutkimukset ovat lähes kaikki inventointitutkimuksia. Niissä on päätelty kulotuksen edistävän taimettumista sekä luonnon- että kylvösiemenillä, mutta siementaimien varhaiskehitykseen kulotuksen vaikutuksesta on eriäviä mielipiteitä. (Siren, G. 1952. Silva Fennica 78).

Tuorein kulotuksen kehittämiseen tähtäävä hanke on Metsätalouden kehittämisskeskus Tapion: Kulotuksen valtakunnallinen kehittämishanke 2007 - 2008, jonka loppuraportti on julkaistu 19.03.2009.

Kulottamaton ja muokkaamaton käsittely antoi tässä tutkimuksessa yleensä huomman tuloksen sekä kylvössä että istutuksessa. Kylvötaimia syntyi hyvin vähän ja suuri osa istutetuista taimista kuoli. Kulotus ilman maanmuokkausta antoi yleensä hyvän tuloksen, kuten myös pelkkä maanmuokkaus. Siten kulotus ja maanmuokkaus näyttävät vaihtoehtoisilta menetelmiltä. Kulotus nosti humuksen pH:ta tutkimuksessa vain toisella koealalla.

Luontainen uudistuminen onnistui hyvin 10 vuoden kuluttua tehtyjen mittausten mukaan kaikilla muilla käsittelyillä paitsi kulottamattomalla ja muokkaamattomalla alalla. Muilla menetelmillä runkoluku yli 1800 tainta/ha.

Männyn hajakylvötuloksissa ei näy selvää eroa kulotetun ja kulottamattoman välillä sen sijaan muokkaus lisäsi taimimäärää noin 800 kpl/ha.

Männyn ruutukylvö on onnistunut parhaimmin kulotetulla ja muokatuilla aloilla. Kaikkein huonoimmin oli onnistunut kylvö kulottamattomaan ja muokkaamattomaan maahan tästä käsittelystä ei löytynyt yhtään männyn tainta.

Rauduskoivun istutus onnistui erittäin hyvin kulotetuille ja muokatulle koealalle. Taimimäärä oli vielä 10 vuotta istutuksen jälkeen 2000 kpl/ha. Rauduskoivun viljely epäonnistui täysin kulottamattomaan ja muokkaamattomaan maahan. Muokatuille aloille tuli täydennyksenä runsaasti luontaisia männyntaimia.

Hieskoivu menestyi yhtä hyvin sekä kulotetulla, muokatulla että muokkaamattomalla alalla. Kulottamattomalla alalla vain muokatulla alalla taimet menestyivät.

Männyn istutusaloilla kulotus antaa yhtä hyvät lähtökohdat taimien kasvulle niin muokatulla kuin muokkaamattomalla alalla. Kulotetuilla aloilla taimet ovat 2,0 m pidempiä ja 1,5 – 3,0 cm paksumpia kuin kulottamattomilla aloilla. Muokatun alueen taimet ovat edellä etenkin keskiläpimitassa.

Kuusen istutusaloilla muokkaus näyttäisi olevan kulotusta merkittävämpi tekijä, sillä kulottamattomalla muokatulla koealalla tunnusluvut ovat kauttaaltaan paremmat. Kuuselle liian karu kasvupaikka on todennäköinen syy muokkaamattomien alojen taimien kuolemiseen, niiden sijaan on tullut luontaista taimettumista.

Kymmenen vuoden kuluttua istutuksesta lehtikuusen keskipituus ja -läpimitta kulotetuilla aloilla, oli yhtä suuri alueen ollessa muokattu tai ei. Kulotus paransi lehtikuusentaimien kasvua. Muokkaamattomilla kulotetuilla koealoilla taimet olivat 15-vuoden jälkeen 1,4 metriä pidempiä kuin kulottamattomilla aloilla.

Fiskarholmin kulotetuilla koealoilla lehtikuusen ja rauduskoivun keskipituus ja läpimitta ovat selkeästi parempi kuin kulottamattomilla aloilla. Kulotus on lisännyt taimikon kasvua. Kulotettujen alojen puiden tilavuus on merkittävästi korkeampi verrattuna ei kulotettujen alojen puuston tilavuuteen hehtaaria kohden.

Maanmuokkaus tai kulotus on näiden koealojen mukaan ehdottoman tärkeää. Selkeää näyttöä kulotuksen vaikutuksesta pH-arvoihin ei näissä kokeissa saatu, taimien kehitys kertoo kyllä parantuneesta ravinnetasosta. Kulotus sopii hyvin luontaiseen ja kylvöuudistukseen, männyn hajakylvö hyötyi muokkauksesta. Istutusaloilla kulotus oli merkittävä tekijä taimien kehittymiseen, vain kuusenistutus hyötyi enemmän maanmuokkauksesta.

Kulottaminen on varteenotettava metsämaan uudistusalan käsittelymuoto maanmuokkauksen rinnalla. Kulotus vapauttaa ravinteita karikkeesta, hakkuutähteistä ja humuskerroksesta taimien käyttöön. Maan lämpöolot paranevat ja muun kasvuston kilpailu vähenee. Kulotuksen onnistuminen vaatii ammattitaitoa sekä kokemusta, sillä vaarana on humuskerroksen liiallinen palaminen tai vähäinen palaminen. Liiallinen palaminen voi aiheuttaa eroosiota, ravinteiden huuhtoutumista ja maan vedenpidätyskyvyn heikkenemistä. Vähäistä palamistulosta voidaan auttaa kevyellä muokkauksella.

LÄHTEET

Annala, E. (toim.) 1998. Monimuotoinen metsä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705, 1998

Heinonen, J. 1994. Koealojen puu- ja puustotunnusten laskentaohjelma KPL käyttöohje. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 504.

Karjalainen, J. 1994. Tuli pohjoisissa havumetsissä ja metsänhoidollinen kulutus. Metsähallituksen tiedote 5/1994

Lemberg, T., Puttonen, P. 2002. Kulottajan käsikirja. Metsälehti Kustannus.

Metla, 2009, Metsätilastollinen vuosikirja

Metsäkeskus, 2009, Kulutus [Viitattu 13.11.10]. Saatavana: <http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsaneuvot/metsaluonnonhoito/kulutus/etusivu.htm>

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2001.

Hyvän metsänhoidon suositukset

Mälkönen, E. (toim.) 2003. Metsämaa ja sen hoito. Metsälehti Kustannus

Parviainen, J. 1993. Tuli metsän ekologisessa kierrossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 462

Pitkänen, A., Järvinen, E., Turunen, J., Kolström, T. & Kouki, J. 2005. Metsätieteen aikakauskirja 4/2005: 387 - 397

Poikolainen, J. & Väärä, T. 1994. Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994 Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552, 1995

Siren, G. 1952. Havaintoja peräpohjolan Valtion mailla vuosina 1948 – 50 suorite-
tuista männyn kylvöistä. Silva Fennica 78.

Liite 2. Peruslomake 71

71: PERUSLOMAKE

kuusi

Tietue- tunnus	Koteen numero	MR. numero	Koestan numero
7	1		

Tutkimusyksikkö: _____ Hanke: _____ Pvm: ____ / ____ / ____ # _____

Vastuuhenkilö: _____ Mitäjat: _____

Talvi-

Rhein numero	Puu numero	Puu sijainti			Puu- sp-	p	h	Rintankorkeuslpm		p	d	t	Terveydell. Tuhon aste	Puu- par- a	Puu ää h	Lätkä h	Lätkä raj	Mittaukorkeus oletus=600	d mm		2 x b mm		
		Kone- säte	Suurta asetus tai x-koord.	Etäisyys on tai y-koord.				d	=										d	=			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

Huom: tedit tallennetaan sarakkenumeroiden mukaisille pallioille.