



Aki Pitkänen



Erkki Järvinen



Taneli Kolström



Jari Kouki

Aki Pitkänen, Erkki Järvinen, Jaana Turunen, Taneli Kolström  
ja Jari Kouki

## Kulotuksen ja maan muokkauksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen eloonjääntiin

**Pitkänen, A., Järvinen, E., Turunen, J., Kolström, T. & Kouki, J.** 2005. Kulotuksen ja maan muokkauksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen eloonjääntiin. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2005: 387–397.

Tutkimuksessa selvitettiin kulotuksen ja erilaisten maankäsittelytapojen vaikutusta männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiskehitykseen avoimella kulotetulla ja kulottamattomalla maalla. Erityisesti pyrittiin selvittämään männyn taimettumisen eroja mineraalimaapinnoilla, muokkaamattomalla maalla ja kulotetuilla humuspinoilla. Tutkimukseen sisältyi kasvihuoneoloissa ja maastossa tehty idätyskoe erilaisilla pinnoilla, sekä kaksi perättäisinä kesinä suoritettua männyn kylvöä kulotetuille ja kulottamattomille aloille muokattuihin tai muokkaamattomiin koeruutuihin.

Alustan laatu sinänsä ei näyttänyt olevan merkittävä tekijä itämisen ja taimien varhaiskehityksen suhteen kasvihuoneessa, vaan itävyys oli kaikilla pinnoilla yhtä hyvä. Maastossa paljastettu mineraalimaa sen sijaan oli selvästi suotuisin alusta itämiselle ja taimettumiselle. Muokkaamaton, kasvipeitteinen maan pinta ja kulotuksen paljastama humuspinta olivat huonoja taimettumisolustoja. Näiden pintojen huonoon taimettumiseen vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan tässä artikkelissa. Tulokset osoittavat, että luontaisesti uudistettaessa kevyt mineraalimaan paljastava muokkaus on välttämätön hyvän taimettumistuloksen saamiseksi kulottamattomilla uudistusaloilla, sekä tarpeen myös kulotetuilla aloilla silloin, kun humuksen palaminen on jäänyt riittämättömäksi. Tukkikärsäkäden (*Hylobius* spp.) aiheuttamia syöntivaurioita havaittiin vasta toisena ja kolmantena kylvön jälkeisenä kesänä, vaikka hyönteisiä oli alueilla runsaasti jo tätä ennen.

Asiasanat: kulotus, kylvö, männyn taimettuminen, luontainen uudistaminen, muokkaus  
Yhteystiedot: Kouki, Pitkänen, Järvinen & Turunen: Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu; Kolström: Joensuun yliopisto, Mekrijärven tutkimusasema, Yliopistontie 4, 82900 Ilomantsi  
Sähköposti: jari.kouki@joensuu.fi  
Hyväksytty 10.11.2005

## I Johdanto

Männyn taimien kasvuun, eloonjäantiin ja taimikoiden kehitykseen liittyviä tekijöitä on tutkittu monipuolisesti puuston vanhempien ikäluokkien osalta, mutta siementaimien varhaisimpaan eloonjäämiseen, siemenen itämisestä muutaman vuoden ikään, on luonnon oloissa kiinnitetty suhteellisen vähän huomiota. Kuitenkin kylvöön perustuvassa metsänuudistamisessa on onnistuneen tuloksen kannalta alkuvaihe varsin olennainen. Myös luontaisessa uudistamisessa itämiselle ja taimien henkiinjäämiselle suotuisat olosuhteet nopeuttavat uuden taimikon syntymistä.

Useimmat siementaimien syntymistä ja eloonjäämistä käsittelevät työt on tehty ennen 1960-luvun puoliväliä (esim. Hertz 1934, Aaltonen 1942, Vaartaja 1950, 1954, Lehto 1956, Oinonen 1956, Yli-Vakkuri 1958, 1961a, b, c), mihin lienee syytä se, että istutusta alettiin tuolloin suosia männyn uudistamisessa (Leikola 1987). Männyn uudistamisessa sekä kylvö että luontainen uudistaminen ovat säilyneet menetelminä. Metsätilastollisen vuosikirjan (2004) mukaan männyn kylvöä käytettiin 31 000 ha:lla vuonna 2003. Luontaista uudistamista tehtiin samana vuonna 37 000 ha:lla, josta mäntyvaltaiset maat muodostavat pääosan. Nykyään männyn uudistamisessa kylvöä käytetään hieman enemmän kuin istutusta.

Kulotusta suositellaan lisääväksi yhtenä menetelmänä monimuotoisuuden säilyttämiseksi (Kouki ym. 2001, Lemberg ja Puttonen 2002, Hyvärinen ym. 2005, Uotila ja Kouki 2005, Uotila ym. 2005), ja kulotettujen alojen metsittämiseksi suositellaan kylvöä ensisijaiseksi menetelmäksi (mm. Metsäkeskus Tapio 2001). Kulotusalueiden taimettumista männyn luontaisesta siementymisestä tai männyn kylvöstä selvittävät tutkimukset ovat lähes kaikki olleet inventointitutkimuksia (esim. Yli-Vakkuri 1961c, Sarvas 1937, Lehto 1956, Levula 1988), joissa ensimmäisten vuosien eloonjäantiin ei ole kiinnitetty huomiota. Inventointitutkimusten tuloksista on päätelty, että kulotus edistää taimettumista sekä luonnon- että kylvösiemenistä (esim. Heikinheimo 1915, Sarvas 1937, Lehto 1956, Etholen 1972, Levula 1988), mutta kulotuksen vaikutuksesta siementaimien varhaiskehitykseen on ristiriitaista tietoa.

Suurimmaksi osaksi kulotusalojen pintaa peittävä, osittain palanut humuspinta on Yli-Vakkurin (1961b) mukaan epäedullinen ympäristö taimettumiselle ja pysyy sellaisena vielä 3–5 vuotta polton jälkeen. Toisaalta eräässä Yli-Vakkurin (1958) kokeessa kulotettu turvemaa taimettui männyn siemenistä erinomaisesti. Viron (1969) mukaan humuskerroksen oheneminen kulotuksessa parantaa maan lämpöoloja suotuisammiksi, ja vapautuvat ravinteet ovat myös eduksi taimettumiselle. Sarvaksen (1937) mukaan mänty taimettuu kuitenkin parhaiten laikuilla, joilta humus on palanut kokonaan pois. Liian tehokas kulotus, joka paljastaa mineraalimaan koko kuloalalta, johtaa kuitenkin taimettumisen viivästyymiseen vuosikausiksi (Viro 1969).

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mikä vaikutus erilaisella maan pintakäsittelyllä on männyn siementen itämiseen. Siementen itämistä seurataan mineraalimaapinnalla, muokkaamattomalla maalla, kulotetulla humuspinnalla, ja kulotetun alueen mineraalimaapinnalla.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Kylvökokeiden yleiskuvaus

Joensuun yliopiston metsän biologista monimuotoisuutta tutkivaan projektiin liittyvät, vuonna 2001 suoritettut koelajien kulotukset antoivat otollisen mahdollisuuden tutkia kulotuksen ja erilaisten maankäsittelytapojen vaikutusta männyn siementen itämiseen.

Tutkimusaineisto koostuu kolmesta koejärjestelystä, joista kaksi ensimmäistä (A ja B) tehtiin vuonna 2001 ja kolmas (C) vuosina 2002–2004. Koejärjestely A ja aineisto A on kasvihuoneolosuhteissa tehty kylvökoe. Koejärjestely B ja aineisto B on rinnan koejärjestely A kanssa tehty kylvökoe maastossa kulotetuilla alueilla. Koejärjestely C ja aineisto C on maastossa kulotetuilla alueilla tehty kylvö- ja istutuskoee.

Maastokokeet (aineistot B ja C) suoritettiin Metsähallituksen mailla Lieksassa (taulukko 1). Koelajat (3–5 ha) olivat kivennäismaita ja niiden puusto oli ennen hakkuita n. 150 v. ikäistä mäntyvaltaista, pääosin EVT-VT-tyyppin metsää (taulukko 1). Koelajien

**Taulukko 1.** Koealueet, käsittelyt ja korkeussuhteet (koealan korkeuden vaihtelu metriä merenpinnasta) sekä puuston tilavuus ennen hakkuuta. Vuoden 2001 kylvökokeissa käytetyt koealat merkitty tähdellä (\*).

Koealue, käsittely	Korkeus-suhteet	Tilavuus m <sup>3</sup> /ha
Kulottamaton		
1	178–181	265
2	181–186	369
3	193–198	268
4	157–159	303
5	220–233	326
6	195–199	231
7	160–170	411
8	197–204	224
9	167–173	230
Kulotettu		
10*	166–168	330
11	197–203	229
12*	161–165	287
13*	155–158	295
14*	138–142	330
15	206–217	293
16*	150–160	331
17	191–203	234
18	210–234	179

hakkuut tehtiin talvella 2001, ja kulotukset seuraavana kesänä. Aineiston B maastokokeet tehtiin viidellä koealalla ja aineiston C kokeet 18 koealalla.

Tulosten analysointiin käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä (ANOVA) ja  $p < 0,05$  arvoja pidettiin tilastollisesti merkitsevinä.

## 2.2 Kokeet v. 2001

Männyn siementen itämistä seurattiin kasvihuoneoloissa Joensuun yliopiston laboratorioissa sekä maastossa kulotetuille aloille ja niiden ulkopuolelle järjestetyissä kokeissa. Kylvöt tapahtuivat sekä kasvihuoneessa että maastossa 4.–5.7. ja itämistä seurattiin viikon (itämistarmo), sekä kolmen (itämisprosentti) ja seitsemän viikon kuluttua kylvöhetkestä (Nygren 2003). Käytetyn siemenerän tunnus oli T9-99-304 ja itävyys 95 %.

## 2.2.1 Tutkimusaineisto A

Viideltä kulotetulta hakkuualalta (ks. seuraava kappale) leikattiin maan pinnasta maaperän rakennetta rikkomatta 45 kpl viiden cm paksuisia, pinta-alaltaan 100 cm<sup>2</sup> paloja (10 cm × 10 cm, 9 kpl/ala), jotka asetettiin pohjistaan rei'itettyihin muovirasioihin. Kultakin alalta kuudesta otetusta maapalasta poistettiin humuskerros, kolmeen humus jätettiin. Lisäksi kunkin kulotusalan ulkopuolelta otettiin kasvihuoneeseen kolme vastaavaa maapalaa itämisalustaksi, joista kahdesta poistettiin sammal- ja humuskerrokset, yhteen jätettiin kenttäkerros koskemattomaksi. Kuhunkin rasiaan kylvettiin 10 kpl männyn siemeniä yksitellen ja peitettiin ohuesti. Rasioita kasteltiin joka toinen päivä aurinkoisina päivinä ja joka kolmas päivä pilvisinä päivinä. Kasvihuoneen lämpötila oli alimmillaan n. 20 °C, mutta nousi aurinkoisina päivinä n. 30–40 °C:een.

## 2.2.2 Tutkimusaineisto B

Maastoon viidelle kulotetulle alueelle (katso alla oleva kappale) tehtiin kullekin yhdeksän kpl n. 1 m<sup>2</sup> ruutuja. Kuudesta ruudusta tehtiin ”muokattu” ala, joissa kuokalla poistettiin ruudusta humuskerros ja mineraalimaapinnalle terävällä kepillä tehtyihin uriin kylvettiin 100 männyn siementä. Ruuduista kolme jätettiin käsittelemättä, ja näiden palaneelle humuspinnalle vedettyihin kolmeen uraan kylvettiin 100 kpl siemeniä kuhunkin. Siemenet peitettiin ohuelti pintamaalla. Kolme koeruutua (100 siementä ruutua kohti) tehtiin myös kunkin poltetun alueen ulkopuolelle sen välittömään läheisyyteen; kahdella siemenet kylvettiin mineraalimaapinnalle (”muokatut kulottamattomat ruudut”) ja yhdellä kasvillisuus jätettiin koskemattomaksi.

## 2.3 Tutkimusaineisto C; v. 2002–2004 suoritetut kokeet

Yhdeksälle kulotetulle ja yhdeksälle kulottamattomalle alalle tehtiin kuusi koeruutuparia kullekin alalle kesällä 2002 ja toiset kuusi kesällä 2003. Koeruutuparit sijoitettiin eri puolille 3–5 ha:n koealoja sijoitetuille kuudelle, noin 2 × 6 m laajuiselle

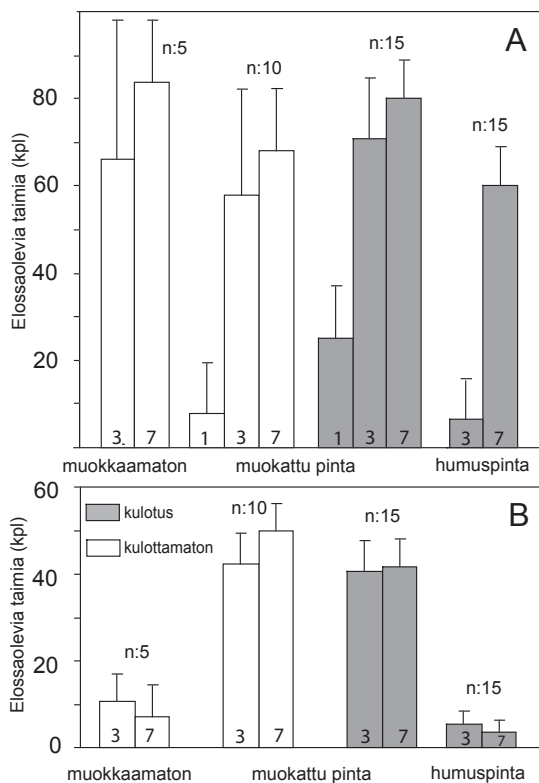
viljelyalalle, joihin oli istutettu kuhunkin 32 kpl männyn taimia tukkimiehentäin (*Hylobius abietis*) ja kuplamörskyn (*Rhizina undulata*) aiheuttamien syöntituhojen tutkimiseksi (Kinnunen 2004, Pitkänen ym. 2005).

Kylvöruutujen koko oli noin 60×60 cm, ja kunkin parin toisessa ruudussa humuskerros poistettiin (=muokattu), toisessa maaperä jätettiin koskemattomaksi (=muokkaamaton). Parin ruutujen etäisyys oli n. 2 metriä. Kylvöruutuihin vedettiin teroitetulla kepillä neliön muotoinen (n. 30×30 cm, syvyys n. 1 cm) vako, johon siemenet kylvettiin ja peitettiin kevyesti. Näin muokkaamattomilla ruuduillakin kylvö tapahtui sammalpinnan alle.

Kuhunkin ruutuun kylvettiin keskimäärin 60 siementä, määrä mitattiin kylvökannulla. Saman siemenen siemeniä käytettiin vuosien 2001–2003 kylvöissä.

Muokatut kylvöruudut edustavat mineraalimaapintoja ja kulotettujen muokkaamattomien alojen kylvöruudut paljasta (palanutta) humuspintaa. Jotkin kulottamattomien alojen muokkaamattomista kylvöruuduista olivat pinnaltaan karikepiteisiä, mutta suurimmassa osassa oli sammalpeite. Lisäksi niissä oli vaihtelevia määriä varpuja. Kulottamattomien, muokkaamattomien ruutujen pinnan laatua ei eritelty tarkemmin.

Kesällä 2002 siemenet kylvettiin 27.–31. toukokuuta, 2003 vastaavasti 2.–6. kesäkuuta. Taimet inventoitiin v. 2002 ja 2003 elo- ja syyskuun aikana, v. 2004 ja 2005 kesä- ja heinäkuun vaihteessa. Kunkin ruudun elossa olevat ja kuolleet taimet laskettiin erikseen, lisäksi tarkkailtiin mahdollisia tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja. Laskemalla kuolleet taimet pyrittiin selvittämään mahdollisia eroja itävyydessä kulotuksen ja muokkauksen suhteen ja selvittämään taimien varhaisvaiheen kuolleisuutta edellä mainittujen käsittelyjen suhteen. Kesän 2005 inventoinnista tässä tutkimuksessa esitetään vain tukkimiehentäin aiheuttamat vauriot.



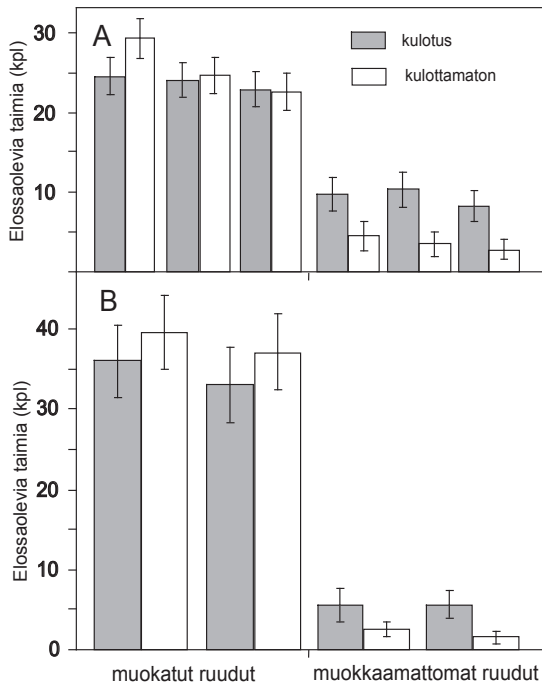
**Kuva 1.** Kesällä 2001 suoritettu kasvihuone- ja maastokoe. Elossaolevia taimia keskimäärin (kpl) muokkaamattomalla, muokatulla (mineraalimaa) ja kulotetuilla humuspinnoina 95% luotettavuusväleinen. Kulotettujen alustojen arvot osoitettu harmailla pylväillä. A; kasvihuonekoe, B; maastokoe. Pylväiden sisällä numerot osoittavat inventoinnin ajankohdan viikkoina kylvön jälkeen.

## 3 Tulokset

### 3.1 Kesän 2001 kokeet (aineisto A ja B)

Kasvihuoneessa taimia alkoi ilmestyä ensimmäisellä viikolla mineraalimaapinnoille, mutta ei muokkaamattomille, eikä palaneille humuspinnoina. Mineraalimaalla ja muokkaamattomilla pinnoilla valtaosa sirkkataimista nousi 1–3 viikkoa kylvön jälkeen, mutta humuspinnan taimimäärä oli vielä kolmen viikon jälkeen selvästi alempi ( $p < 0,000$ ). Seitsemän viikon kuluttua kylvöstä taimimäärissä ei enää ollut tilastollisesti merkitseviä eroja (kuva 1a).

Maastoon kylvetyistä siemenistä kehittyi enem-



**Kuva 2.** Elossaolevia taimia keskimäärin (kpl) kylvöruutua kohti 95% luotettavuusväleineen vuoden 2002 ja 2003 kylvöistä. A; vuoden 2002 kylvöstä syntyneet taimet, inventoinnit vasemmalta oikealle: v. 2002, 2003 ja 2004. B; vuoden 2003 kylvöstä syntyneet taimet, vasemmalta oikealle: v. 2003 ja 2004. Kuvan vasemmalla puoliskolla muokatulle maalle kylvetyt, oikealla muokkaamattomalle.

män taimia mineraalimaalakuilla kuin kulotetuilla humuspintailla ruuduilla tai muokkaamattomilla ruuduilla ( $p < 0,000$ ). Kulotus ei vaikuttanut itäneiden siementen määriin mineraalimaapinnoilla. Ensimmäisen viikon aikana ei maastossa noussut lainkaan taimia, mutta samoin kuin kasvihuoneessa sirkkataimet nousivat pääosin 3 viikon kuluessa kylvöstä. Maastossa itävyys jäi keskimäärin huomattavasti huonommaksi kuin kasvihuoneessa, ja muokkaamattoman ja humuspinnan taimettuminen maastossa oli erittäin huonoa vastaaviin kasvihuonekäsittelyihin verrattuna (kuva 1b).

### 3.2 Taimien inventoinnit v. 2002–2005 (aineisto C)

Mineraalimaaruuduilla (muokatut) selvästi useampi siemen kehittyi taimeksi kuin muokkaamattomilla kulotetuilla tai kulottamattomilla ruuduilla sekä v. 2002 että 2003 kylvöistä ( $p < 0,000$  molemmilla kylvöerillä). Muokkaamattomilla ruuduilla kulotus oli edullinen taimien syntymiselle ja eloonjäämiselle ( $p < 0,01$ ), mutta muokatulla maalla kulotuksella ei ollut vaikutusta (kuva 2).

Kuolleiden taimien laskeminen osoittautui epäluotettavaksi, sillä pienet sirkkataimet kuoltuaan katoavat lyhyessä ajassa, mahdollisesti sateen huuhtomina. Siksi ei tarkkaa itäneiden siementen määrää eikä taimien kuolleisuutta kylvökesänä voida arvioida. Tästä syystä ei näiden osalta tuloksia tarkastella tässä lähemmin. Useissa 2002 ja 2003 kylvetyissä, etenkin muokatuissa ruuduissa havaittiin kylvöä seuraavana kesänä suurempi taimimäärä kuin edellisessä kesänä, mikä viittaa siementen jälki-itämiseen. Jälki-itäneistä siemenistä nousseita taimia ei voitu kuitenkaan varmuudella erottaa luonnonsiemenistä syntyneistä taimista.

Kaikki elävät taimet olivat inventoinneissa terveen näköisiä. Tukkimiehentäin ja muiden hyönteisten aiheuttamia vahinkoja ei löytynyt v. 2004 inventoinnissa, mutta kesällä 2005 tukkimiehentäin syöntijälkiä löytyi: koalojen kesällä 2002 kylvetyissä taimiruuduissa, joissa oli eläviä taimia, keskimäärin 36%:ssa havaittiin taimissa syöntivaurioita. Vastaava luku v. 2003 kylvetyissä ruuduissa oli 8%, mikä on merkittävästi vähemmän ( $p < 0,001$ ). Lisäksi kymmenellä koalalla ei v. 2003 kylvöruutujen taimissa ollut lainkaan tukkimiehentäin syöntiä. Vuoden 2002 kylvötainten suhteen tällaisia koaloja oli vain kaksi.

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Idätyskoe kasvihuoneessa ja maastossa kesällä 2001

Männyn siemenelle optimaalinen itämislämpötila on n. 20 °C (Vaartaja 1950). Voi olettaa, että lämpötilan ja kosteuden suhteen kasvihuoneolot olivat varsin

ihanteelliset. Elokuun inventoinnissa todetut suurin piirtein yhtä suuret taimimäärät kaikilla pinnoilla viittaavat siihen, että käytetyillä itämialustoilla sinänsä ei ole merkitystä, vaan muut ympäristötekijät ratkaisevat taimettumisen onnistumisen. Humuspinnan hitaampi taimettuminen (kuva 1a) ja alhaisin taimettumisprosentti elokuussa kasvihuonekokeissa kuitenkin viittaavat humuspinnan mahdollisiin epäedullisiin ominaisuuksiin. Ympäristötekijöistä ainakin itämisen alkuvaiheessa maaperän kosteus on lämpötilan ohella olennainen tekijä. Humusalojen ja käsittelemättömien alustojen mineraalimaata heikompi kapillaarinen vedenjohtokyky (Oleskog ja Sahlen 2000) lienee ainakin osittain hidastanut siementen itämistä näillä alustoilla ja vaikuttanut alhaisempaan taimien määrään (kuva 1a).

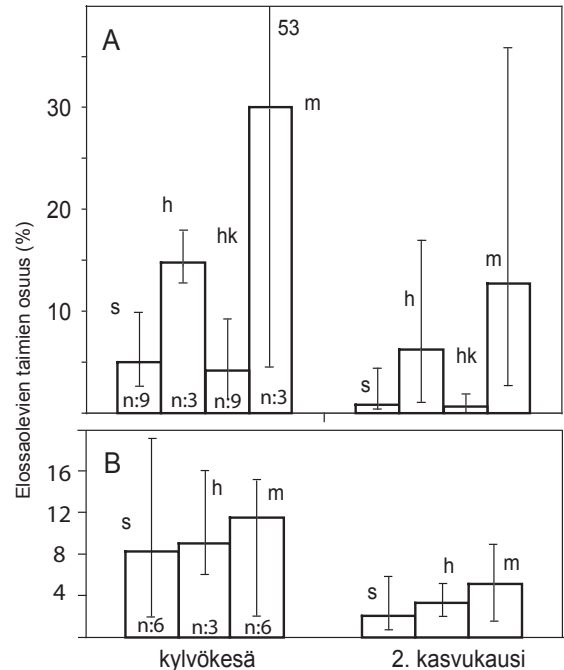
Ensimmäisen viikon ero itämisessä kasvihuone- ja maastokokeen välillä (kuva 1b) johtunee maaston kuivuudesta. Kesäkuun sademäärä oli selvästi keskimääräistä pienempi, ja kylvöä edelsi yli viikon pituinen kuiva jakso. Vasta yhdeksän päivää kylvön jälkeen alkanut muutaman päivän jakso lienee antanut riittävästi kosteutta siementen itämiseen (kuva 4). Elokuun inventoinnissa maastossa havaitut kasvihuoneen lukuja alemmat taimimäärät ja maastoruutujen muokkaamattoman maan ja humuspintojen hyvin huono taimettuminen johtunevat eri tavoin vaikuttavista ympäristötekijöistä erilaisilla pinnoilla. Näitä tarkastellaan lähemmin v. 2002–2003 kokeiden yhteydessä.

## 4.2 Kylvöjen tulokset v. 2002–2003

### 4.2.1 Taimettuminen

Vuoden 2003 kylvöstä nousi hieman enemmän taimia muokatuille ruuduille, ja toisaalta vähemmän taimia muokkaamattomille ruuduille kuin edellisen kesän kylvöstä (kuva 2). On mahdollista, että tähän eroon ovat vaikuttaneet alkukesän erilaiset sääolot (kuva 4). Vuonna 2002 taimet ovat voineet alkukesästä kärsiä kuivuudesta, kun v. 2003 kylvön aikaan kosteusolot lienevät olleet paremmat. Koska itämistä ei seurattu ajan suhteen, sään vaikutuksesta ei voida sanoa tämän enempää.

Yli-Vakkurin (1961a, b) koeympyröissä tuoreiden tai 1-vuotisten kuloalojen humuspinoilla siementen

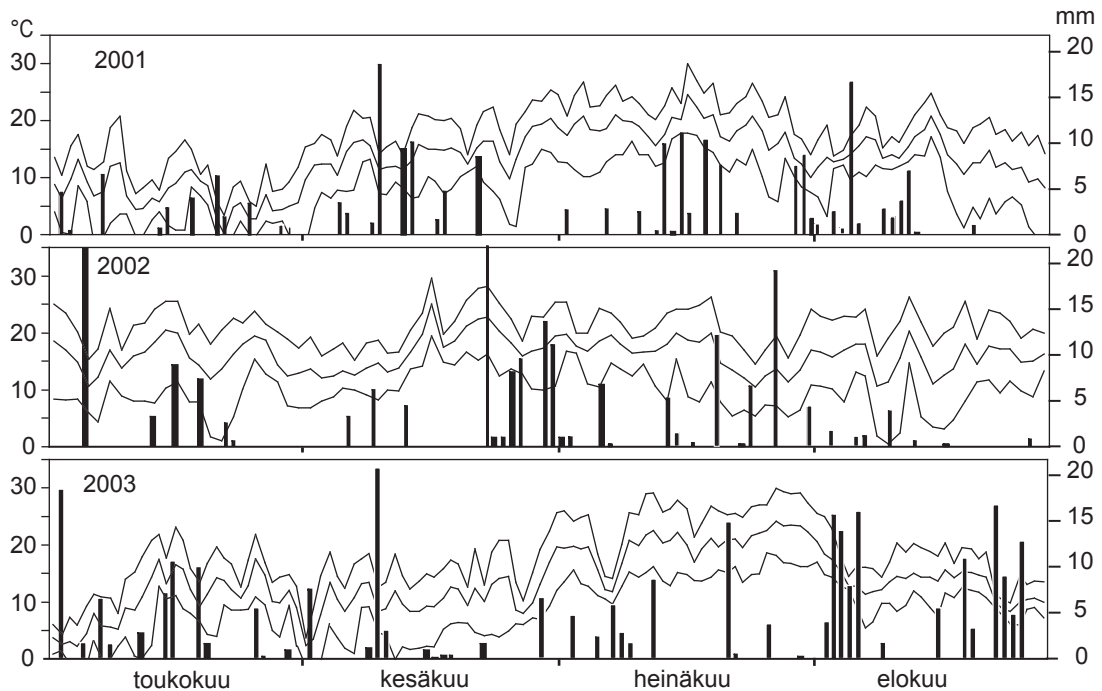


**Kuva 3.** Yli-Vakkurin (1961a,b) koetuloksista koottu yhteenveto: Elosa olevien taimien osuus keskimäärin (%) kylvettyjen siementen (100 kpl/ koeympyrä, itävyys lähes 100%) lukumäärästä kylvökesän ja toisen kasvukauden lopussa. A; Avoimilla aloilla (kuloalat ja siemenpuualat) sijainneet koeympyrät. B; harventamattoman tai lievästi väljennetyn latvuston alle tehdyt koeympyrät. Pystyt viivat pylväissä näyttävät tulosten vaihteluvälin. Selitykset: s=sammalpinna, h=humuspinta, hk=kuloalueiden humuspinta, m=mineraalimaapinta; n=kokeiden lukumäärä (kussakin 10 tai 20 toistoa).

itävyys oli hyvin huono ja sirkkatainten loonjääminen oli käytännöllisesti katsoen olematonta (kuva 3), toisin kuin v. 2002 ja 2003 kylvöistä, joista nousi enemmän taimia kuloalojen muokkaamattomille pinnoille kuin kulottamattomien alojen muokkaamattomille pinnoille. Erilaiseen tulokseen vaikuttaa se, että tutkimuksessamme siemenet peitettiin. Yli-Vakkurin tutkimuksissa (1961a, b) siemenet kylvettiin peittämättä, jolloin itävät siemenet joutuvat enemmän alttiiksi kuivumiselle, epäsuotuisille lämpötiloille ja siemeniä syöville eläimille.

Taimettuminen kulottamattomien alojen muokkaamattomilla pinnoilla oli varsin heikkoa molemmista kylvöistä. Sammalpintojen epäedullisuuden taimettumiselle aukeilla paikoilla ovat havainneet





**Kuva 4.** Vuorokautiset lämpötilat ja sademäärät Mekrijärven sääasemalta (n. 50 km etelään koalueilta) mitattuina 1.5.–31.8. välisenä jaksana vuosilta 2001–2003. Sademäärä (mm/vrk) kuvattu pylväin, lämpötilat viivoin (keskimmäinen viiva on vuorokauden keskilämpötila, ylin viiva vuorokauden maksimi-, ja alin vastaavasti minimilämpötila).

Yli-Vakkurin (1961b) ohella Hertz (1934), Oinonen (1956) ja Lehto (1956). Avoimilla paikoilla sammal- ja jäkäläpintojen kosteusolot lienevät paljasta humuspintaakin epäedullisempia taimettumiselle (kuva 3). Sammal- ja jäkäläpeite voi pidättää kokonaan pienet sademäärät ja haihduttaa ne suhteellisen nopeasti (Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1961b, Bjor 1965), eikä sammal- tai jäkäläkerros avoimella paikalla suojaa humuksen pintaa kuivumiselta (Bjor 1965). Yökaste voi olla eduksi paljaalla humuspinnalla itäville siemenille, mutta koska kaste tiivistyy sammalkerroksen yläosaan (Carleton ja Dunham 2003), se ei hyödytä kerroksen pohjalla olevien siementen itämistä. Luonnostaan taimettuneilla aloilla Lehdon (1956) mukaan pääosa taimista näyttääkin löytyvän paikoilta, joissa pintakasvillisuus on rikkoutunut.

#### 4.2.2 Lämpötilan vaihtelun vaikutuksesta taimettumiseen humus- ja mineraalimaapinnoilla

Tutkimuksessamme mineraalimaaruutujen taimimäärät olivat korkeimmat, ja selvästi suuremmat kuin kulotettujen humuspintojen taimimäärät molemmassa kylvöissä (kuva 2).

Aiemmissä tutkimuksissa mineraalimaapinnat on havaittu itävyyden ja taimettumisen alkuvaiheen kannalta suotuisimmiksi avoimilla aloilla (Vaartaja 1950, Siren 1952, Oinonen 1956, Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1961a, b, Wennström ym. 1999). Metsikön sisällä mineraalimaapinta ei kuitenkaan ole selvästi humus- tai sammalpintaa parempi (kuva 3), ja toisaalta avoimilla mineraalimaapinnoilla sirkkataimien kuolleisuus voi olla korkea (Vaartaja 1950). Oleskog ja Sahlen (2000) totesivat lyhytaikaisessa (2 viikon seuranta) idätyskokeessaan, että latvuston alla koskemattomalla kasvipinnalla ja humuspinnalla iti suurempi osa siemenistä kuin mineraalima-

pinnalla, mikä kyseisessä kokeessa johtui kasvi- ja humuspintojen mineraalimaata hieman korkeammista lämpötiloista.

Avoalueiden mineraalimaapintojen paremmuus taimettumisalustana kulotettuihin humuspintoihin verrattuna (Vaartaja 1950, Yli-Vakkuri 1961b) johtuneeksi osaksi männyn siemenen itävyyden heikkeneemisestä voimakkaiden lämpötilavaihteluiden takia, sekä lämpötilavaihteluiden, ja korkeiden lämpötilojen (yli 50 °C) aiheuttamasta vastaitäneiden siementen kuolleisuuden lisääntymisestä. Humuspintojen lämpötila voi alkukesän auringonpaisteessa nousta 50–60 °C:een n. 15 minuutissa, kun samassa ajassa vaalean mineraalimaan pintalämpötila jää alle 40 °C:een, mitä taimet sietävät hyvin. Vaikka mineraalimaata lämpiääkin hitaammin, on senkin pinnassa mitattu n. 50 °C lämpötiloja (Vaartaja 1950, 1954, Lehto 1956), ja Sarvaksen (1937) havaintojen mukaan paljaaksi palanut maa on huono luontaiselle taimettumiselle ennen kuin sille alkaa nousta muuta kasvillisuutta, joka alentaa maksimilämpötiloja. Pöntynen (1929) on havainnut myös, että mänty ei vielä taimetu 1–2 vuoden ikäisille kuloaloille.

Jos siemenen onnistuu kehittyä sirkkataimeksi, lämpötilan suora haitallinen vaikutus vähenee nopeasti taimen kasvaessa, sillä ilman lämpötila laskee hyvin jyrkästi heti maanpinnan yläpuolella (Vaartaja 1950). Tällöin ajanjakso, jona lämpötilan vaikutus on kriittinen, jää varsin lyhyeksi. Yli-Vakkurin (1958) eräässä kokeessa kulotetun suoalan todettiin taimettuneen erinomaisen hyvin, mikä viittaa siihen, että äärevät lämpöolot eivät olekaan ratkaiseva tekijä humuspintojen huonoon taimettumiseen.

#### 4.2.3 Kulon intensiteetin vaikutus humuspintojen kosteusoloihin ja taimettumiseen

Yli-Vakkuri (1961b) pitää kuloalueiden paljaiden humuspintojen epäedullisia kosteusoloja ratkaisevana huonon taimettumistuloksen aiheuttajana, sillä paljas humuskerros kuivuu nopeasti etenkin pintaosistaan em. korkeiden lämpötilojen takia. Samoin uudemmat männyn taimettumistutkimukset korostavat kasvualustan kosteusolojen merkitystä (Oleskog ja Sahlen 2000, de Chantal ym. 2003).

Kuivuttuaan riittävästi humuskerroksen pintaosat (F-kerros) voivat menettää kyvyn johtaa alemmista

kosteista osista vettä kapillaarisesti, kun mineraalimaalla puolestaan (edellyttäen että raekoko on suhteellisen pieni) on humusta parempi kapillaarinen vedenjohtokyky, eikä mineraalimaa kuivuttuaan menetä vedenjohtokykyään (Lauren, 1999, Heiskanen 1988). Toisaalta humuskerroksen pidemmälle maatuneen pohjaosan (H-kerros) vedenpidätys- ja johtamiskyky ovat pintaosaa paremmat (Lauren 1999), joten palaneiden humuspintojen taimettumisominaisuudetkin voivat vaihdella kulotuksen intensiteetistä riippuen. Mikäli kulo on ollut riittävän voimakas polttamaan humuksen heikosti maatuneen F-kerroksen pois, saattavat humusalanun kosteusolot mahdollisesti olla yhtä suotuisat taimettumiselle kuin mineraalimaallakin. Viron (1969) mukaan alat, joilla humuskerros on palanut lähelle mineraalimaan pintaa taimettuvatkin parhaiten. Toisaalta, jos kulon intensiteetti on heikko ja humuskerros vetinen, palaminen pysähtyy enimmäkseen humuskerroksen pintaan, jolloin suurin osa kulotusalueesta jää epäedulliseksi taimettumiselle. Mm. Yli-Vakkurin (1961b) havainnot kuloalojen hitaasta luontaisesta taimettumisesta johtunevat ainakin osaksi heikosta palointensiteetistä.

Koko 3–5 ha:n tutkimusalueiden humuksen paksuus mitattiin ennen ja jälkeen palon. Humuksen paksuuden ja massan oheneminen kulotetuilla uudistusalueilla vaihteli pääosin 20–30 prosentin välillä, mutta alueiden sisällä oli huomattavaa vaihtelua (Laamanen 2001). Valitettavasti vuosina 2002–2003 kylvöjen ruuduista ei mitattu humuksen paksuutta, joten tämän vaikutus taimettumiseen jää myöhempien tutkimusten selvitettäväksi. Kuitenkin yleisesti koealojemme kulotusten intensiteetti oli suhteellisen heikko.

#### 4.3 Tukkimiehentäi ja kuplamörsky

Tukkikärsäkkäitä pidetään nimenomaan istutustaimien tuholaisena (Långström 1982), joskin niiden aiheuttamia vioituksia on raportoitu myös männyn luonnontaimilla (Sarvas 1937, Vaartaja 1954, Lehto 1969). Selander ym. (1990) osoitti, että luonnontaimet voivat kärsiä huomattavan runsaasta tukkikärsäkkäiden syöntivaurioista, joskin hyönteiset suosivat selvästi enemmän istutustaimia. Asiaa ei ole systemaattisesti tutkittu, mutta yleinen käsi-



tyks on, että vasta 3–5-vuotiaat siementaimet ovat riittävän kookkaita kelvatakseen tukkimiehentäille ravintokohteeksi (Thuresson ym. 2003, Karlsson ja Örlander 2004). Se, että kylvötaimissa havaittiin tukkikärsäkkäiden syöntijälkiä vasta v. 2005 inventoinnissa, vaikka koealoilla todettiin istutustaimissa vuosina 2002–2004 runsaasti tukkimiehentäin syöntivaurioita (Pitkänen ym. 2005) tukee yllämainittua käsitystä. Myös vuoden 2003 taimien vuoden 2002 kylvöerää selvästi alemmat vaurioluvut viittavat siihen, että taimet altistuvat syönnille vasta kasvetuaan riittävän suuriksi.

Kuplamörsky (*Rhizina undulata*) on usein kulotusalojen taimikoiden ongelmana 1–4 vuotta palon jälkeen (Laine 1968). Kulotetuilla koealoilla sienen itiöemiä tavattiin runsaana 2001–2002 kesinä (Kinnunen 2004). Mikäli sieni olisi aiheuttanut merkittävää kuolleisuutta, tämän olisi pitänyt näkyä muokattujen kulottamattomien ja kulotettujen ruutujen taimimäärien erona, mutta samansuuruiset luvut (kuva 2) eivät ainakaan viittaa tällaiseen.

## 5 Johtopäätöksiä

Nyt saadut tulokset ovat jokseenkin yhtäpitäviä aiempien männyn varhaiskehitystä selvittävien tutkimusten kanssa. Kuloalojen todettu parempi männyn taimettuminen polttamattomiin verrattuna (esim. Sarvas 1937, Etholen 1972, Levula 1988) tuntuu taimien alkukehityksen kannalta ristiriitaiselta, koska palaneet humuspinnat on maastokokeissa todettu huonoiksi itämisen kannalta, ja niiden olosuhteet ovat epäedulliset pienille sirkkataimille. Palaneilla aloilla onkin männyn todettu taimettuvan parhaimmin kohtiin, joista humus on palanut kokonaan pois, sekä humuksen kuivuessa muodostuviin halkeamiin (Sarvas 1937). Hyvän taimettumistuloksen saamiseksi kulotus olisi suoritettava riittävällä intensiteetillä, jotta tällaisten laikkujen muodostumisen lisäksi humuskerros yleensäkin ohenisi lähelle mineraalimaakerrosta. Kulotuksen käyttöä edelleen kehitettäessä olisi tärkeää selvittää palaneen humuskerroksen paksuuden vaikutus taimettumiseen ja olosuhteet, joissa saavutettaisiin hallitusti sopivan tehokas palointensiteetti humuskerroksen riittävään ohentumiseen.

Koska mineraalimaa on avoimella alalla suotuisin taimettumiselle, on kulottamattomien alojen uudistamisessa kevyt, mineraalimaan paljastava muokkaus tarpeen sekä luontaista uudistamista, että kylvöä käytettäessä. Myös kulotettujen alojen luontaisessa uudistuksessa tarvitaan muokkausta, mikäli palon intensiteetti jää heikoksi.

## Kiitokset

Tutkimus on osa projektia ”*Fire as a tool in restoring forest successional properties and biodiversity in managed and protected forests*”. Kiitämme Metsähallituksen Lieksan toimipistettä (erityisesti Matti Ikosta, Ilmo Heikkistä, Kyösti Tuhkalaista, Pekka Leppästä ja Aarno Tervosta) yhteistyöstä, monenlaisesta tuesta ja erityisesti avusta laajojen polttokokeiden järjestämisessä. Koejärjestelyjen toteutukseen osallistui myös suuri joukko Joensuun yliopiston metsätieteen opiskelijoita. Lisäksi kiitämme Juuso Järvistä ja Tommi Kinnusta avusta taimien inventoinnissa. Tutkimus on saanut tukea Suomen Akatemialta (projektit 80300 ja 64308) sekä maa- ja metsätalousministeriöltä ja ympäristöministeriöltä sekä Metsäteollisuus ry:ltä (projektirahoitukset Jari Koukille).

## Kirjallisuus

- Aaltonen, V.T. 1942. Muutamia kasvatuskokeita puuntaimilla. *Acta Forestalia Fennica* 50(6). 33 s.
- Bjor, C. 1965. Temperaturgradientens betydning for vannhusholdningen på skogmark. *Meddelser fra det norske skogforsøksvesen* 76: 278–306.
- Carleton, T.J. & Dunham, K.M.M. 2003. Distillation in a boreal mossy forest floor. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 663–671.
- de Chantal, M., Leinonen, K., Ilvesniemi, H. & Westman, C. J. 2003. Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* from seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 931–945.
- Etholen, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. *Folia Forestalia* 160. 27 s.

- Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyn vaikutus Suomen metsiin. *Acta Forestalia Fennica* 4. 260+149 s. + liitt.
- Heiskanen, J. 1988. Metsämaan vedenpidätyskyvystä ja sen suhteista eräisiin kasvupaikasta mitattuihin tunnuksiin. Julkaisematon metsänhoitotieteen lisensiaattitutkielma. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto. 92 s.
- Hertz, M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. *Communicationes Insitituti Forestalis Fenniae* 20. 98 s.
- Hyvärinen, E., Kouki, J., Martikainen, P. & Lappalainen, H. 2005. Short-term effects of controlled burning and green-tree retention on beetle (Coleoptera) assemblages in managed boreal forests. *Forest Ecology and Management* 212: 315–332.
- Karlsson, C. & Örlander, G. 2004. Naturlig förnygring av tall. Rapport 4. Skogstyrelsen (ISSN 1100-0295). 76 s.
- Kinnunen, T. 2004. Kulotuksen ja säästöpuiden vaikutus kuplamörskyn esiintymiseen mäntyvaltaisilla uudistusaloilla. Pro gradu -työ, Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. 59 s. + liitt.
- Kouki, J., Löfman, S., Martikainen, P., Rouvinen, S. & Uotila, A. 2001. Forest fragmentation in Fennoscandia: linking habitat requirements of wood-associated threatened species to landscape and habitat changes. *Scandinavian Journal of Forest Research Suppl.* 3: 27–37.
- Laamanen, J. 2002. Tulen voimakkuuden vaikutus metsikön pienialaiseen vaihteluun. Pro gradu -työ. Metsätieteellinen tiedekunta, Joensuun yliopisto. 44 s. + liitt.
- Laurén, A. 1999. Hydraulic, thermal and aeration properties of mor layers in Finland. Väitöskirja. Metsätieteellinen tiedekunta, Joensuun yliopisto. Joensuun yliopistopaino. 53 s. + liitteet.
- Laine, L. 1968. Kuplamörsky (*Rhizina undulata* Fr.), uusi metsätuhoisien maassamme. *Folia Forestalia* 44. 11 s.
- Lemberg, T. & Puttonen, P. 2002. Kulottajan käsikirja. *Metsälehti Kustannus*. 109 s.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. *Acta Forestalia Fennica* 66(2). 105 s.
- Leikola, M. 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa II. Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948–1986). Helsingin Yliopiston metsänhoitotieteen tiedonantoja 60. 198 s.
- Levula, T. 1988. Kulotus ja muokkaus maankunnostusmenetelminä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 300: 15–30.
- Långström, B. 1982. Abundance and seasonal activity of adult *Hylobius*-weevils in reforestation areas during first years following final felling. *Communicationes Insitituti Forestalis Fenniae* 106. 23 s.
- Metsäkeskus Tapio 2001. (Hyppönen, M., Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.)). Pohjois-Suomen metsänhoitosuosittukset. ISBN 951-987-31-1. 60 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja 2004. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus. 416 s.
- Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882. 138 s.
- Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 73: 225–230.
- Oleskog, G. & Sahlén, K. 2000. Effects of seedbed substrate on moisture conditions and germination of Scots pine (*Pinus sylvestris*) seeds in a mixed conifer stand. *New Forests* 20: 119–133.
- Pitkänen, A., Törmänen, K., Kouki, J., Järvinen, E. & Viiri, H. 2005. Effects of green tree retention, prescribed burning and soil treatment on pine weevil (*Hylobius abietis* and *Hylobius pinastri*) damage to planted Scots pine seedlings. *Agricultural and Forest Entomology* 7: 319–331.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. *Acta Forestalia Fennica* 46(1). 147 s.
- Selander, J., Immonen, A. & Raukko, P. 1990. Luontaisen ja istutetun männyntaimen kestävyys tukkimiehentäitä vastaan. *Folia Forestalia* 776. 19 s.
- Siren, G. 1952. Havaintoja Peräpohjolan valtion mailla vuosina 1948–50 suoritetuista männyn kylvöistä. *Silva Fennica* 78. 40 s.
- Thuresson, T., Samuelsson, H. & Claesson, S. 2003. Konsekvenser av ett förbud mot permetrinbehandling av skogsplantor. *Meddelande* 2–2003. Skogstyrelsen (ISSN 1100-0295). 65 s.
- Uotila, A. & Kouki, J. 2005. Understorey vegetation in spruce-dominated forests in eastern Finland and Russian Karelia: successional patterns after anthropogenic and natural disturbances. *Forest Ecology and Mana-*

gement 215: 113–137.

- , Hotanen, J.-P. & Kouki, J. 2005. Succession of understorey vegetation in managed and semi-natural Scots pine forests in eastern Finland and Russian Karelia. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 1422–1441.
- Vaartaja, O. 1950. On factors affecting the initial development of pine. *Oikos* 2: 89–108.
- 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. *Acta Forestalia Fennica* 62(3). 31 s.
- Viro, P.J. 1969. Prescribed burning in forestry. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67. 48 s.
- Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J.-E. 1999. Mechanized microsite preparation and direct seeding of *Pinus sylvestris* in boreal forests – a way to create desired spacing at low cost. *New Forest* 18: 179–198.
- Yli-Vakkuri, P. 1958. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. *Acta Forestalia Fennica* 67(4). 33 s.
- 1961a. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. *Acta Forestalia Fennica* 74(1). 51 s.
- 1961b. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensikehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. *Acta Forestalia Fennica* 75(1). 122 s.
- 1961c. Tutkimuksia männyn kylvöalojen metsittymisvaiheesta. *Acta Forestalia Fennica* 74(3). 43 s.

#### 40 viitettä