

19.12.89



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1989

733

Timo Saksa

MÄNNYN TAIMIKOIDEN TILA AURAU- JA ÄESTYSALOILLA
ETELÄ-SAVOSSA

State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed
re-forestation areas in central Finland

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

| | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| Ylijohtaja: <i>Director:</i> | Professori <i>Professor</i> | Eljas Pohtila |
| Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i> | Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i> | Liisa Ikävalko-Ahvonen |
| Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i> | Toimittajat <i>Editors</i> | Seppo Oja Tommi Salonen |

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 733

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1989

Timo Saksa

MÄNNYN TAIMIKOIDEN TILA AURAUS- JA ÄESTYSALOILLA ETELÄ-SAVOSSA

State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas
in central Finland

Approved on 19.5.1989

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1. JOHDANTO | 3 |
| 2. AINEISTO JA MENETELMÄT | 3 |
| 21. Aineiston yleispiirteet | 3 |
| 22. Inventointimenetelmä ja aineiston käsittely | 5 |
| 3. TULOKSET | 5 |
| 31. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuus | 5 |
| 32. Taimikon tiheys | 9 |
| 321. Taimien määrä | 9 |
| 322. Uudistusalojen välinen taimimäärien vaihtelu | 13 |
| 323. Uudistusalan sisäinen taimettumisen vaihtelu | 14 |
| 33. Taimikon pituuskehitys | 15 |
| 34. Taimikon kunto | 15 |
| 35. Taimikon metsänhoidollinen tila | 18 |
| 351. Kasvatuskelpoisten taimien määrä | 18 |
| 352. Taimikon tasaisuus ja kehityskelpoisuus | 20 |
| 4. TULOSTEN TARKASTELUA | 21 |
| 5. YHDISTELMÄ | 25 |
| KIRJALLISUUS — REFERENCES | 26 |
| SUMMARY | 28 |
| LIITTEET — APPENDICES | 29 |

SAKSA, T. 1989. Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. Summary: State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland. *Folia Forestalia* 733. 32 p.

Istutustaimia tutkituilla äestysaloilla oli tuoreella kankaalla keskimäärin 1 110 kpl/ha. Samanikäisillä, 5—10-vuotiailla aurausaloilla niitä oli 1 290 kpl/ha. Tuoretta kangasta karummilla äestetyillä uudistusaloilla viljelytaimia oli eniten elossa, keskimäärin 1 330 kpl/ha. Luontaisesti syntyneitä männyn ja kuusen taimia uudistusaloilla oli keskimäärin 5 500 kpl/ha.

Elossa olleiden istutustaimien määrä vaihteli muokkauksella käsitellyn maanpinnan osuuden, viljelyvuoden ja reunametsäetäisyyden mukaan. Tärkeimmät luontaiseen taimettumiseen vaikuttaneet ympäristötekijät olivat muokkauksesta kulunut aika ja käsitellyn maanpinnan osuus, reunametsäetäisyys ja reunametsän puuston tilavuus sekä taimikon vesottuneisuus.

Kasvatuskelpoisten istutustaimien määrä oli tuoreen kankaan aurausaloilla keskimäärin 1 030 ja äestysaloilla 840 kpl/ha. Kuivahkolla kankaalla kasvatuskelpoisia istutustaimia oli 1 100 kpl/ha. Tulos vastaa likimain muokkaamattomilta tuoreen kankaan viljelyaloilta aiemmin saatua tulosta. Metsänuudistamisen kokonaistulos oli näillä äestetyillä tai auratuilla uudistusaloilla muokkaamattomia aloja parempi, sillä runsas luontainen taimettuminen täydensi tehokkaasti viljelytaimikointa. Kasvatuskelpoisia havupuiden taimia arvioitiin olleen keskimäärin 1 500—1 950 kpl/ha, joista noin 45 % oli luontaisesti syntyneitä.

In the examined, 5—10 years old harrowed reforestation areas, there were 1 110—1 330 transplants/ha, depending on the site fertility. In the ploughed reforestation areas of the same age, the mean number of transplants was 1 290 /ha. The mean number of naturally regenerated pine and spruce seedlings was 5 500 /ha. The number of living transplants varied depending on the area of scarified soil surface, planting year and distance to the border stand. Natural regeneration varied considerably depending on the time since site preparation, quality of site preparation, distance to the border stand, stocking of border stand and number of sprouts in the regeneration area.

The mean number of viable transplants varied on the harrowed plots from 840 to 1 100 /ha, depending on the site fertility. The mean number of viable transplants on the ploughed plots was about 1 030 /ha. The planting result corresponds rather well with the results obtained earlier in areas on moist upland sites where no site preparation had been carried out. Owing to the high number of natural seedlings that filled up the plantations, the result of the whole reforestation chain on these harrowed or ploughed plots was better than has been obtained on unprepared ones. The total number of viable seedlings was estimated to be about 1 500—1 950 /ha. Of these, 45 % were naturally regenerated seedlings.

Keywords: regeneration, planting, site preparation, *Pinus sylvestris*
ODC 232.216+237.1+181.65+568+174.7 *Pinus sylvestris*

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Research Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

ISBN 951-40-1059-0
ISSN 0015-5543

Helsinki 1989. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Etelä-Savon metsälautakunnan maa-alasta on lähes 82 % metsämaata. Näissä metsissä on vielä selvästi nähtävissä kaskikulttuurin vaikutukset. Etelä-Savon metsät ovat puulajisuhteiltaan maamme lehtipuuvaltaisimpia. Tutkimusalueen metsämaat ovat varsin viljavia, sillä yksityismaista lähes 60 % on luokiteltu tuoreeksi kankaaksi tai sitä rehevämmäksi kasvupaikaksi (Metsätilastollinen... 1988). Kasvukauden lämpösumma on Etelä-Savossa keskimäärin hieman yli 1200 d.d. ja vuotuinen sademäärä noin 600 mm (Helimäki 1967).

Etelä-Savon metsäpinta-alasta, 805 000 ha, käsiteltiin 1970-luvulla vuosittain keskimäärin 5 000—7 000 ha uudistushakkuin. Vuosikymmenen alkupuolella siemen- ja suojuvuuhakkuut käsittivät tästä pinta-alasta likimain puolet, mutta vuosikymmenen lopulla luontaisen uudistamisen hakkuiden osuus oli 10—20 % uudistushakkuilla käsitellystä metsäalasta. Metsänviljelyn määrä pieneni 1970-luvulla 8 000 hehtaarin vuotuiselta tasolta noin 5 000 hehtaariin, mikä merkitsi samalla metsänkylvön supistumista istutuksen hyväksi.

Metsän viljelyalan pienenemisestä huolimatta kasvoi maanmuokkauksella käsiteltyjen uudistusalojen osuus tarkastelujaksolla yli kaksinkertaiseksi. Eniten uudistusaloja muokattiin vuonna 1975, jolloin maanpinnan käsittelyä tehtiin yli 3 700 hehtaarilla. 1970-luvun lopulla Etelä-Savossa muokattiin vuosittain noin 3 200 ha eli likimain puolet uudistusalasta. Muokkausmenetelmänä oli tällöin pääasiassa äestys eli lautasauraus. Sitä voimakkaampien muokkausmenetelmien, kuten varsinaisen aurauksen, osuus muokattusta pinta-alasta oli 10—20 %. Tämä vastaa Etelä-Suomessa uudistusalojen maanmuok-

kauksessa tapahtunutta yleistä kehitystä (Kaila & Päivänen 1981).

Nykyisin valtamenetelmänä käytetään Etelä-Suomessa kuivahkoilla mailla äestystä ja viljavilla ja kosteilla mailla aurausta tai mätästystä. Pinnanmuodoiltaan vaihtelevilla ja pienipiirteisillä uudistusaloilla ei aina saada näillä välineillä riittävästi optimaalisia viljelykohtia, jotta uudistamisketjun lopputuloksena olisi kyllin tiheä taimikko. Maanmuokausmenetelmien ja muokkauskaluston kehittäminen on edelleen tarpeellista.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Etelä-Savoon 1970-luvulla perustettujen männyn taimikoiden kehitystä äestetyillä ja auratuilla uudistusaloilla. Erityisesti vertaillaan viljelytaimien menestymistä ja luontaisten taimien esiintymistä. Lisäksi arvioidaan syntyneiden taimikoiden metsänhoidollista tilaa.

Työ on osa tutkimussarjaa, jossa käsitellään eri tavoin muokatuille uudistusaloille syntyneiden taimikoiden kehitystä Etelä-Suomessa. Tutkimussarjan aiemmissa osissa on tarkasteltu taimikoiden tilaa Pohjois-Karjalassa (Saksa 1986) ja Keski-Suomessa (Saksa 1987). Tämä tutkimusraportti sisältää tulokset Mikkelin läänissä kesällä 1983 tehdyistä inventoinneista. Maastotyöryhmien vetäjinä toimivat Mikkelin hoitoalueessa mmyo. Merja Leinonen ja yksityismailla mmyo. Raija Mäkelä. Molemmat laativat keräämästään aineistosta metsänhoitotieteen pro gradu-työn maatalous- ja metsätieteiden kandidaatin tutkintoa varten (Leinonen 1985, Mäkelä 1987).

Käsikirjoituksen ovat lukeneet prof. Erkki Lähde, MML Kaarlo Kinnunen ja MMT Yrjö Norokorpi. Käsikirjoituksen puhtaaksikirjoittamisesta ja kuvien viimeistelystä on huolehtinut tutkimusvirkaileija Sylvi Ossi. Englanninkieliset osat on tarkastanut fil.yo Marjaana Saksa. Haluan kiittää edellä mainittuja ja muita työn edistymiseen vaikuttaneita henkilöitä ja erityisesti Mikkelin hoitoalueen sekä Mikkelin, Pieksämäen ja Jäppilän metsänhoitoyhdistysten henkilökuntaa myötämieleisestä suhtautumisesta tutkimuksen toteutuksessa.

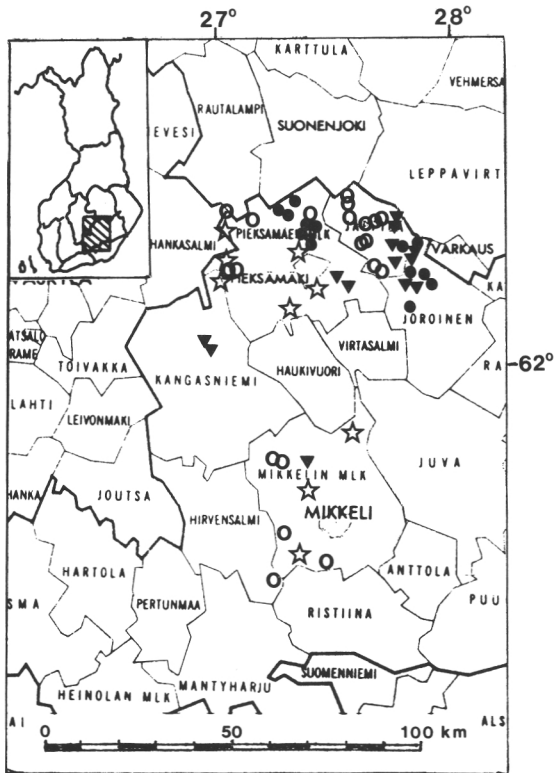
2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Aineiston yleispiirteet

Tutkimuksen kohteena olivat ennen vuotta 1979 auratut ja äestetyt tuoreen ja kuivahkon kankaan männyn viljelyalat. Inventoivat taimikot valittiin yksityismail-

ta vuosina 1970—1977 tehtyjen yksityismetsälain toisen pykälän suunnitelmista arpomalla. Valtionmailla aineiston valinta tehtiin vastaavasti arpon metsätalouskirjojen ja toimenpidekarttojen avulla.

Mikkelin läänin pohjoisosasta inventoitiin yhteensä



Kuva 1. Inventoitujen uudistusalojen sijainti Etelä-Savossa (O/● = äestysalat; yksityismaat/valtionmaat, ☆/▼ = aurausalat; yksityismaat/valtionmaat).

Fig. 1. Location of the inventoried reforestation areas (O/● = harrowed plots; private land/state-owned land, ☆/▼ = ploughed plots; private land/state-owned land).

55 männyn viljelyalaa kesällä 1983. Niitä mitattiin sekä valtionmailta Mikkelin hoitoalueesta että yksityismailta. Yksityismailta inventoidut taimikot arvottiin Mikkelin, Pieksämäen ja Jäppilän metsänhoitoyhdistysten toimialueilta (kuva 1). Inventoidut uudistusalat sijaitsivat 62. leveyspiirin molemmilla puolilla, keskimäärin 110–165 metriä merenpintaa korkeammalla (liite 1).

Yhteensä inventoitiin 23 auraus- ja 32 äestysalaa (taulukko 1). Aurausalat edustivat kolmea poikkeusta lukuunottamatta kasvupaikaltaan tuoretta kangasta. Nämä kolme osittain kuivahkoa kangasta edustavaa aurausalaa käsitellään jatkossa yhdessä tuoreen kankaan aurausalojen kanssa. Äestysaloista 12 edusti tuoretta kangasta ja 20 kuivahkoa kangasta. Kaikki aurausalat oli viljelty istuttamalla samoin kuin tuoreen kankaan äestysalat. Kuivahkon kankaan äestysaloista 11 oli istutettu ja yhdeksän kylvetty.

Uudistusaloista oli 19 aurattu palleauralla ja 4 pienarauralla. Äestykset oli tehty kahta laikutusalaa lukuunottamatta TTS-lautasauralla. Äestetyt uudistusalat olivat 5–9 ja auratut 5–13 vuotta sitten muokattuina. Parhaiten aineistossa olivat edustettuina vuosina 1974–1978 muokatut uudistusalat (yhteensä 48 uudistusalaa). Aurausaloista 14 oli valtionmailla ja 9 yksityismaillla. Äestysaloilla suhde oli päinvastainen; 20 äestysalaa oli yksityismaillla ja 12 valtionmailla.

Arvottujen metsikkökuvioiden koko vaihteli 0,6:sta 10 ha:iin. Äestysalojen keskikoko oli 2,5 ha ja aurausalojen 3,1 ha. Valtionmailla uudistuskuviot olivat laajempia kuin yksityismaillla. Yksityismaillla äestysalojen keskikoko oli 1,7 ha ja valtionmailla tuoreella kankaalla 4,2 ha ja kuivahkolla kankaalla 2,9 ha. Inventoidut aurausalat olivat valtionmailla pienempiä ($\bar{x}=2,9$ ha) kuin yksityismaillla ($\bar{x}=3,5$). Valtionmailla uudistusalojen suuren koon vuoksi ei kaikkia kohteita voitu kokonaisuudessaan inventoida, vaan niistä tyydyttiin mittaamaan satunnaisesti valittu osa-ala koko alaa edustavaksi näytealaksi. Yhteensä inventointi kattoi 134 ha:n alan.

Avohakaton puuston määrä vaihteli 80:stä 290 m³:iin hehtaarilla. Edellisen puusukupolven pätehakkuu-

Taulukko 1. Inventoitujen uudistusalojen lukumäärä kasvupaikoittain, muokkaustavoitain ja maanomistajaryhmittäin eri muokkausvuosilta. V = valtionmaat, Y = yksityismaat.

Table 1. The number of inventoried regeneration areas by site type, scarification method and owner group according to the year of site preparation. V = state-owned land, Y = private land.

| Muokkausvuosi Year of scarification | Tuore kangas Moist upland site | | | | Kuivahko kangas Dryish upland site | | | | Yhteensä Total | |
|--|-----------------------------------|---|--------------------|---|---------------------------------------|---|-------|---|-------------------|----|
| | Auraus Ploughed | | Äestys Harrowed | | Äestys — Harrowed Istutus | | Kylvö | | | |
| | V | Y | V | Y | V | Y | V | Y | V | Y |
| 1970 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| 1971 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — |
| 1972 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — |
| 1973 | 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | 2 | 1 |
| 1974 | 2* | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | 2 | 3 | 5 |
| 1975 | 2* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | — | 2 | 4 | 5 |
| 1976 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | — | — | 2 | 6 | 6 |
| 1977 | — | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | — | 2 | 4 | 7 |
| 1978 | — | 2 | 1 | 2 | 2 | — | — | 1 | 3 | 5 |
| Yhteensä — Total | 14 | 9 | 4 | 8 | 8 | 3 | — | 9 | 26 | 29 |

* Osa uudistusaloista luokiteltu kuivahkiksi kankaaksi.

* Part of the plantations has been classified as dryish upland site.

puuston keskitilavuus oli ollut tuoreen kankaan uudistusaloilla 180 m³/ha. Kuivahkon kankaan kylvöaloilla puustoa oli ollut 190 m³/ha ja istutusaloilla 150 m³/ha. Aurasaloilla ja tuoreen kankaan äestysaloilla aiempi puusukupolvi oli ollut useimmiten kuusivaltainen (kuusen osuus puuston tilavuudesta yli 50 %). Kuusivaltaisen metsien osuus oli ollut näillä uudistusaloilla lähes 80 %. Kuivahkolla kankaalla aiempi puusto oli ollut kuusivaltainen lähes joka toisella uudistusaloilla. Mäntyvaltaiseen metsään tehtyjä uudistusaloja oli kuivahkolla kankaalla istutusaloista joka toinen ja kylvöaloista joka neljäs. Lehtipuiden osuus aiemman puuston määrästä oli ollut yhdellä uudistusaloilla 40 %, mutta useimmiten lehtipuita oli ollut korkeintaan 20 % puustosta. Valtionmailla 75 % ja yksityismailla 35 % inventointikohteista oli ollut avohakkuuvaiheessa puhdasta havumetsää.

Useimmat uudistusalat oli muokattu toisena kasvukautena avohakkuun jälkeen. Seitsemän uudistusalaa oli äestetty jo päätehakkuun jälkeisenä kesänä. Kolmella uudistusaloilla oli kulunut vähintään kaksi vuotta avohakkuun ja maanmuokkauksen välillä. Joka kymmenes uudistusala oli viljelty muokkausvuonna. Suurin osa, 80 % uudistusaloista, oli viljelty muokkausta seuraavana vuonna. Viisi tuoreen kankaan uudistusalaa oli viljelty 2—3 vuoden kuluttua maanmuokkauksesta.

Viljelymateriaalina oli käytetty istutusaloilla suurimmaksi osaksi paljasjuurisia taimia. 14 uudistusalaa oli istutettu paakkutaimilla. Näistä 11 oli valtionmailla ja 3 yksityismailla. Paakkutaimilla oli istutettu yhtä monta äestysalaa kuin aurasalaakin. Kylvö oli tehty suunnattuna kylvönä (vakoruutu- tai viirukylvö).

22. Inventointimenetelmä ja aineiston käsittely

Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoelaotantaa. Koalan koko oli joko 6 tai 10 m² taimikon tiheyden mukaan (ks. Saksa 1986, s. 5). Tavoitteena oli mitata noin 50 koalaa kultakin uudistusalalta. Jokaiselta koeralta määritettiin koalan sijainti reunametsän suhteen ja kuvattiin koalan edustaman alan topografia maanpinnan mahdollisen kaltevuuden

ja viettosuunnan avulla. Samoin määritettiin kunkin koalan edustamalta alalta kasvupaikkatyyppi tarkennuksineen sekä mitattiin maaperän kivisyys kivisyysrasin painumana koalan keskipisteessä ja humuksen paksuus muokkaamattomasta maanpinnasta. Lisäksi arvioitiin muokkaamattoman humuskerroksen osuus kultakin koeralta kymmenen prosentin luokissa sekä pohja- ja kenttäkerroksen peittävin kasvilaji.

Kaikilta koaloilta luettiin taimiainees (pituus < 10 cm) puulajeittain koalan keskeltä yhden neliömetrin alalta. Samoin koalalla olleiden vesojen lukumäärä laskettiin kymmenene asti yhden ja siitä eteenpäin viiden kappaleen luokissa. Kaikista taimista (pituus > 10 cm) määritettiin puulaji, syntyta, kasvatuskelpoisuus ja mitattiin pituus. Erikoiskoaloilla, joita olivat jokainen järjestysluvultaan kolmella jaolliset taimikkokoalat, edellisten tunnusten lisäksi mitattiin kolmen viimeisen vuoden pituuskasvut taannehtivasti sekä määritettiin taimen ikä, tuhot, elinvoimaisuus sekä kartoitettiin taimet (ks. Saksa 1986). Erikoiskoaloilla tehtiin silmävarainen maalausmääritys koalan viereen kaivetusta 10—30 cm syvästä kuopasta.

Yhteensä taimikoista mitattiin 3 104 koalaa, joista 1 023 kpl oli erikoiskoaloja. Kultakin uudistusalalta mitattiin keskimäärin 56 koalaa, joista 19 kpl oli erikoiskoaloja. Reunametsistä mitattiin 485 koalaa eli 8—9 koalaa kutakin uudistusalaa kohti.

Aineisto käsiteltiin Metsäntutkimuslaitoksen VAX-VMS-laitteistolla Suomenjoen tutkimusasemalla. Maastossa kerätty tieto tarkistettiin ja muokattiin BMDP-ohjelmistolla analysoitavaan muotoon fortran-ohjelmilla. Aurauksen ja äestysten vaikutusta viljelytaimien määrään ja luontaiseen taimettumiseen tutkittiin varianssi-analyysin ja regressioanalyysin avulla. Maastossa tehtyä taimien kasvatuskelpoisuuden arviointia tarkennettiin taimien tilajärjestyksen ja pituussuhteiden huomioon ottavalla menetelmällä (Saksa 1986 s. 7 ja Saksa 1987 s. 6), jonka pääperiaatteina oli rajoittaa taimien pituusvaihtelua eri puulajien pituuskehitysrytmit huomioon ottaen sekä varmistaa riittävä kasvutila taimikkovaiheessa kasvatuskelpoiksi valituille taimille. Taimikon kehityskelpoisuutta arvioitiin kasvatuskelpoisten taimien määrän ja taimikon aukkoisuuden perusteella. Taimikon aukkoisuutta kuvattiin tyhjien koalojen osuudella, jota verrattiin Poissonin satunnaisjakauman arvoon vastaavalla taimitiheydellä.

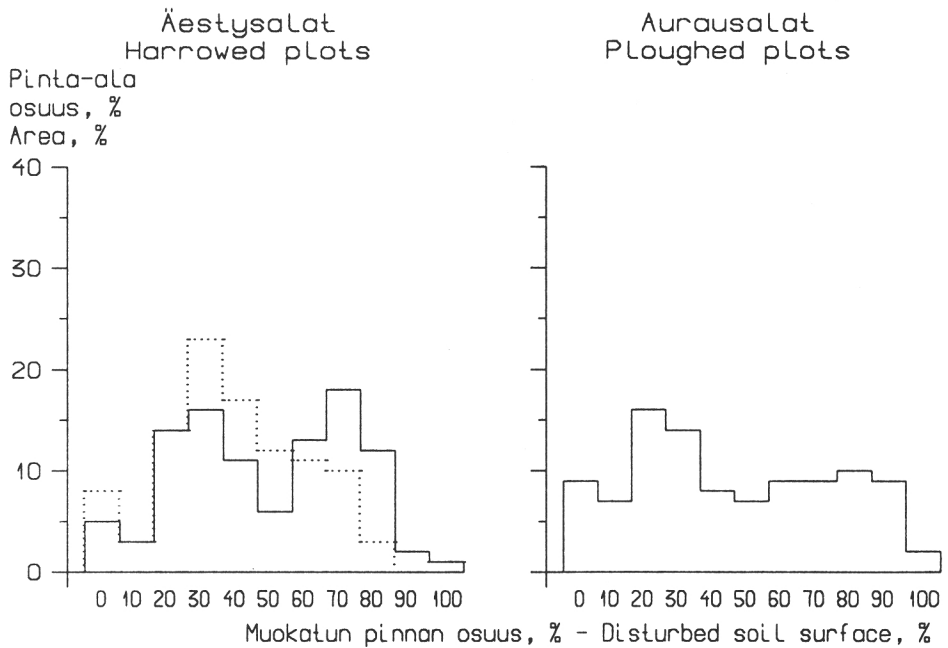
3. TULOKSET

31. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuus

Muokatun maanpinnan osuuden arvioitiin olleen sekä auratuilla että äestetyillä uudistusaloilla likimain sama. Käsitellyn maanpinnan osuus oli molemmilla muokkaustavoilla keskimäärin 44 %. Uudistusaloittain muokkauksen peittävyys vaihteli välillä 16—78 %. Joka kymmenennellä aurasalalla muokkauksen peittävyys jäi alle 30 %:n, mutta tällaisia äestysaloja ei ollut lainkaan. Tuoreen kankaan

uudistusalat oli yleensä hieman peittävämmän muokattu kuin kuivahkon kankaan uudistusalat. Laikutetuilla aloilla muokkauksen arvioitiin peittäneen lähes 40 % pinta-alasta.

Auratun maanpinnan osuuden arvioitiin olleen joka viidennellä koalalla yli 70 %, mutta äestysaloilla vastaava tilanne oli ollut vain joka kymmenennellä koalalla (kuva 2). Peittävä muokkausjälkeä oli erityisen vähän äestetyillä kuivahkon kankaan uudistusaloil-



Kuva 2. Muokatun maanpinnan osuuden frekvenssijakauma. Jatkuvilla viivalla piirretty jakauma kuvaa muokkausjälkeä tuoreen kankaan ja pisteiviä kuivahkon kankaan uudistusaloilla. Fig. 2. Frequency distribution of the proportion of soil surface disturbed by site preparation. Solid line represents the plots on moist upland sites and dotted line the plots on dryish upland sites.

la, joilla muokkauksen peittävyys ylsi 70 %:iin vain joka kahdennellakymmenennellä koealalla. Sekä auraus- että äestysaloilla oli 1–2 % sellaisia koealoja, joilla humuspeitetä ei muokkauksen jälkeen ole ollut lainkaan.

Aurausaloilla joka kymmenennellä koealalla ei havaittu muokkausjälkeä lainkaan. Äestysjälki peitti uudistusalan hieman aurausjälkeä tasaisemmin, sillä muokkaamattomien koealojen osuus jäi äestysaloilla 6 %:iin. Kuivahkolla kankaalla äestys oli epätasaisempaa kuin tuoreella kankaalla.

Maaston muodoiltaan aurausalat olivat äestysaloja tasaisempia. Aurattujen uudistusalojen pinta-alasta luokiteltiin 52 % tasanteeksi ja 44 % rinteeksi. Äestysaloilla vastaavat osuudet olivat 36 ja 58 %. Kumpareiden ja painanteiden osuus uudistusaloilla oli 4–6 %. Muokkausjälki oli peittäväntä tasamaila ja kumpareilla, joilla muokattua maanpintaa oli 46–49 %. Painanteissa muokkaus oli onnistunut kaikkein heikoimmin, sillä niissä muokkausjälki kattoi vain 30 % maanpinnasta.

Auratut uudistusalat olivat vähemmän ki-

visiä kuin äestetyt alat. Vähäkiviseksi luokitellun pinta-alan osuus oli aurausaloilla 77 %, kun vastaava osuus äestysaloilla oli tuoreella kankaalla 72 ja kuivahkolla kankaalla 52 %. Kiviseksi luokitellun maan osuus oli puolestaan äestysaloilla aurausaloja suurempi. Niinpä kivisiä ja vähäkivisiä koealoja oli molemmilla muokkauksilla yhtä paljon eli 95 % koko pinta-alasta. Näillä koealoilla muokkauksen peittävyys vaihteli välillä 39–49 %. Erittäin kivisillä maastonkohdilla, joita oli 1–3 % uudistusalojen pinta-alasta, muokkausjälki oli vähäisintä (peittävyys 20–39 %). Soistuneeksi luokiteltua maata oli aurausaloilla 7 % ja äestysaloilla 3 %. Näillä kohdilla muokkauksen arvioitiin olleen yhtä tehokkaan kuin kivisiksi tai vähäkivisiksi luokitelluilla koealoilla.

Moreenimailla, jotka olivat lähes yksinomaan hietamoreenia (yli 80 % pinta-alasta), arvioitiin muokkauksen peittävyden olleen keskimäärin 43 %. Lajittuneet maat (noin 10 % pinta-alasta) oli muokattu hieman peittävämmän, koska näillä aloilla maanpinnasta oli puolet muokattu. Turvepintaisilla maas-

ton kohdilla (1—2 % pinta-alasta) muokkausjälki peitti vain noin 20 % maanpinnasta.

Paksu humuskerros heikensi myös kangasmailla muokkausjäljen peittävyttä. Ohut-humuksisilla (humuskerros alle 5 cm) kohdilla muokkauksen peittävyys oli auras- ja äestysaloilla 44—45 %, mutta kuntaantuneilla mailla (humuskerros yli 5 cm) muokatun maanpinnan osuudeksi arvioitiin aurasaloilla 40 % ja äestysaloilla 42 %. Ennakoarviosta poiketen kuntaantuneita maita oli enemmän äestysaloilla (27 %) kuin aurasaloilla (23 %).

Muokkauksen paljastama peitteetön mineraalimaa oli aurasaloilla useammin vailla pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuutta kuin äestysaloilla. 5—10-vuotiaalla aurasaloilla tällaisia koaloja oli 6—7 %, mutta samankäisillä äestysaloilla vain 2—3 %. Yleisimmin pohjakerroksen vallitsevana ositteena olivat karikkeet, jotka olivat vallitsevina noin joka toisella aurasalojen ja joka kolmannelle äestysalojen koaloista.

Varjostusta vaativat seinä- ja kerrossammalet muodostivat reunametsässä pohjakerroksen valtalajiston. Avohakatuilla ja muokatuilla uudistusaloilla seinä- ja kerrossamalten osuus pohjakerroksen lajistossa oli pienentynyt huomattavasti. Aurasaloilla seinä- ja kerrossammalet olivat vallitsevina vain noin 10 %:lla ja äestysaloilla 20—30 %:lla pinta-alasta. Tehokkaasti muokatuilla koaloilla näitä sammalia oli vähemmän kuin heikommin muokatuilla kohdilla. Runsaasti muokkausjälkeä käsittävillä koaloilla karhunsammal oli vallitsevin pohjakerroksen kasvilaji. Karhunsamalten osuus pieniä vähitellen muokkausjäljen vanhetessa, jolloin seinä- ja kerrossamalien osuus pohjakerroksessa vuorostaan vahvistui.

Kenttäkerroksen kasvillisuus oli tuoreen kankaan aurasaloilla vähäisempää kuin vastaavilla äestysaloilla. Kuivahkon kankaan äestysaloilla kenttäkerroksen kasvillisuus puuttui lähes joka kymmenenneltä koalalta. Metsälauha ja -kastikka muodostivat kenttäkerroksen valtaosan tuoreen kankaan auras- ja äestysaloilla. Nuorilla uudistusaloilla metsäkastikka oli metsälauhaa vallitsevampi, mutta vanhoilla uudistusaloilla tilanne oli päinvastainen. Kuivahkon kankaan uudistusaloilla, aivan nuorimpia muokkauksia lukuunottamatta, varvut olivat vallitsevin kenttäkerroksen lajiryhmä.

Metsälauhan ja -kastikan esiintymiseen ei

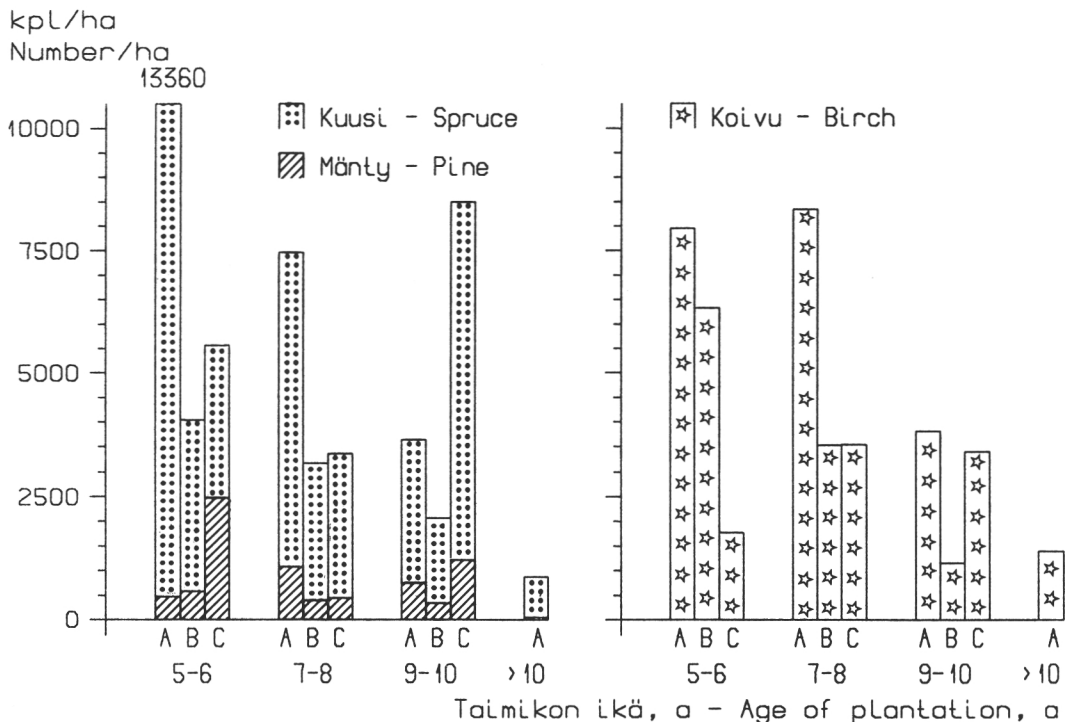
muokkauksen tehokkuudella näyttänyt olevan kovin suurta merkitystä. Sen sijaan varpujen peittävyteen muokatun maanpinnan osuus korreloi tuoreen kankaan uudistusaloilla negatiivisesti. Kuivahkon kankaan äestysaloilla varpujen osuus kenttäkerroksesta kuitenkin suureni muokkausjäljen lisääntyessä.

Havupuiden taimiainesta (pituus < 10 cm) oli runsaimmin paikoilla, joissa karhunsammal oli pohjakerroksen valtalaji. Näillä koaloilla männyn taimiainesta oli keskimäärin 2 200 ja kuusen taimiainesta yli 7 000 kpl/ha. Erityisen paljon kuusen taimiainesta oli karhunsammal-metsäkastikka kasvillisuuslaikuissa. Pohjakerroksen muodostuessa pääosin karikkeesta, oli havupuiden taimettuminen niukkaa. Havupuiden taimiainesta oli tällöin yhteensä noin 2 000 kpl/ha, joista suurin osa oli kuusia. Epäedullisimmin havupuiden taimettumiseen vaikuttanut kenttäkerroksen kasvilaji oli metsälauha. Jos kenttäkerros muodostui pääosin metsälauhasta, jäi taimiaineksen määrä hyvin pieneksi.

Muokkausjäljen vanhetessa taimiaineksen määrä väheni uudistusaloilla (kuva 3). Selkeimmin taimettumisen heikkeneminen näkyi tuoretta kangasta edustaneilla uudistusaloilla. Aurasaloilla taimettumisen taantuminen oli suhteellisesti tarkasteltuna äestysaloja nopeampaa, vaikka aurasaloilla taimiaineksen kokonaismäärä oli likimain kaksinkertainen tuoreen kankaan äestysaloihin verrattuna. Alle 10-vuotiailla aurasaloilla oli havupuiden taimiainesta keskimäärin 7 300 ja samankäisillä äestysaloilla 3 200 kpl/ha. Kuivahkollakin kankaalla muokkausjäljen vanheneminen heikensi taimettumista. Poikkeuksen muodostivat 9—10 vuotta vanhat kuivahkon kankaan äestysalat, joilla kuusen taimiainesta oli poikkeuksellisen runsaasti.

Koivun taimiainesta uudistusaloilla oli likimain yhtä paljon kuin havupuiden taimiainesta. Tuoreella kankaalla muokkausjälki näytti olevan koivun taimettumiselle pidempään otollinen kuin havupuiden taimettumiselle. Koivun taimiainesta oli aurasaloilla keskimäärin yli 6 000 ja äestysaloilla tuoreen kankaan uudistusaloilla 4 500 ja kuivahkolla kankaalla 2 700 kpl/ha.

Alle 10-vuotiailla uudistusaloilla maanmuokkausmenetelmä ei vaikuttanut männyn taimettumiseen, koska auratuilla aloilla männyn taimiainesta oli likimain saman verran kuin äestetyillä aloilla (taulukko 2). Sen sijaan kasvupaikan vaikutus männyn taimet-



Kuva 3. Männyn, kuusen ja koivun taimiaineksen määrä (pituus < 10 cm) eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurausaloilla.

A = aurausalat
B = tuoreen kankaan äestysalat
C = kuivahkon kankaan äestysalat

Fig. 3. Number of seedlings (height under 10 cm) by tree species on harrowed or ploughed sites of different age in the moist or dryish upland types.

A = ploughed plots
B = harrowed plots of moist upland site
C = harrowed plots of dryish upland site

Taulukko 2. Keskimääräiset taimimäärät auraus- ja äestysaloilla kasvupaikoittain sekä varianssianalyysin tulokset. Kasvupaikka on määritetty koaloittain kullakin uudistusosalalla. Vaihtelun lähde: I = kasvupaikka, II = maan muokkaus, III = yhdysvaikutus.

Table 2. Mean number of seedlings on ploughed and harrowed plots and the results of variance analysis. The site type has been defined separately for each sample plot in every regeneration area. Source of variance: I = growing site, II = site preparation, III = interaction.

| | Tuore kangas Moist upland site | | | | Kuivahko kangas Dryish upland site | | | | V.A. D.f. | Vaihtelunlähde Source of variance | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------|--------------------|-------|---------------------------------------|-------|--------------------|-------|--------------|--------------------------------------|-------|------|
| | Auraus Ploughed | | Äestys Harrowed | | Auraus Ploughed | | Äestys Harrowed | | | I | II | III |
| | \bar{X} | S_x | \bar{X} | S_x | \bar{X} | S_x | \bar{X} | S_x | F-arvo | — F-value | | |
| Taimiaines — Seedling material | | | | | | | | | | | | |
| Mänty — Pine | 440 | 140 | 540 | 150 | 1252 | 660 | 1900 | 760 | 1/62 | 4.62* | 0.55 | 0.30 |
| Kuusi — Spruce | 5250 | 1420 | 3830 | 720 | 3910 | 1480 | 3830 | 820 | 1/62 | 0.30 | 0.37 | 0.29 |
| Koivu — Birch | 4930 | 1060 | 3660 | 1030 | 7480 | 2180 | 2910 | 900 | 1/62 | 0.57 | 5.58* | 1.63 |
| Taimet — Seedlings | | | | | | | | | | | | |
| Mänty i. — Pine p. | 1250 | 80 | 1110 | 90 | 1330 | 310 | 1340 | 170 | 1/50 | 1.17 | 0.18 | 0.27 |
| Mänty l. — Pine n. | 1150 | 230 | 870 | 130 | 2500 | 1290 | 2450 | 730 | 1/62 | 6.88* | 0.09 | 0.04 |
| Kuusi — Spruce | 4800 | 1070 | 4185 | 1270 | 1880 | 790 | 2880 | 790 | 1/62 | 2.82 | 0.02 | 0.41 |
| Vesat — Spouts | 19290 | 2068 | 15510 | 2120 | 10610 | 2170 | 8950 | 1570 | 1/62 | 10.92** | 1.39 | 0.21 |
| N | 20 | | 21 (15) | | 7 | | 18 (12) | | | | | |

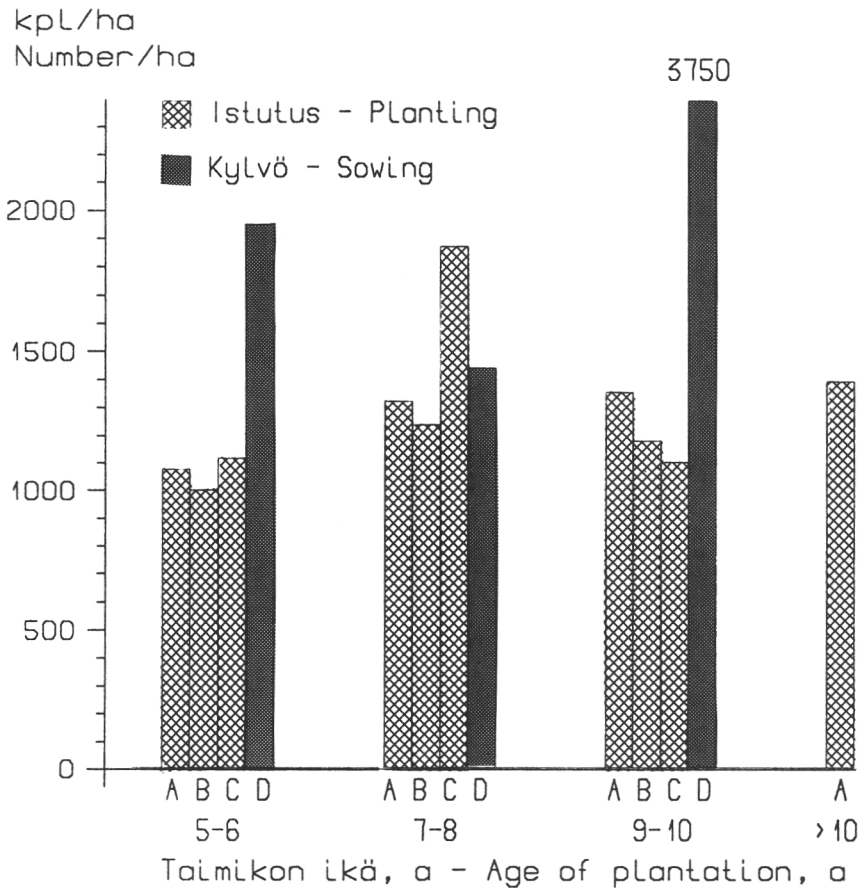
tumiseen oli kiistaton. Kuivahkolla kankaalla oli yli kolme kertaa enemmän männyn taimiainesta kuin tuoreella kankaalla.

Kuusen taimettumiseen kasvupaikalla ei näyttänyt olevan merkitystä, mutta auratulla tuoreella kankaalla kuusen taimiainesta oli erittäin merkittävästi enemmän kuin äestetyllä alalla. Kuivahkolla kankaalla muokkausmenetelmä ei aiheuttanut eroa kuusen taimettumiseen. Koivunkaan taimettumiseen ei kasvupaikan vaihtelu juuri vaikuttanut. Aurasaloilla koivun taimettuminen oli parempaa kuin äestysaloilla, mutta koivun taimiainesta oli kuusesta poiketen enemmän kuivahkolla kankaalla kuin tuoreella kankaalla.

32. Taimikon tiheys

321. Taimien määrä

Elossa olleiden istutustaimien määrä vaihteli inventoiduissa taimikoissa 380:stä aina 2 790 taimeen hehtaarilla (kuva 4). Kolmella uudistus- alalla (7 %) istutustaimia oli yli 2 000 kpl/ha. Vastaavasti yhdellätoista uudistus- alalla (18 %) oli alle 1 000 istutustainta hehtaarilla. Joka toisessa taimikossa istutustaimia oli alle 1 200 kpl/ha. Kylvötaimikoissa viljelytaimien määrä vaihteli 960:stä 4 830 kpl:seen hehtaarilla. Viidellä kylvöalalla (55 %) oli yli 2 000 ja yhdellä alle 1 000 kylvö- tainta hehtaaria kohti.



Kuva 4. Viljelytaimien määrä eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurasaloilla (A ja B kuten kuvassa 3).

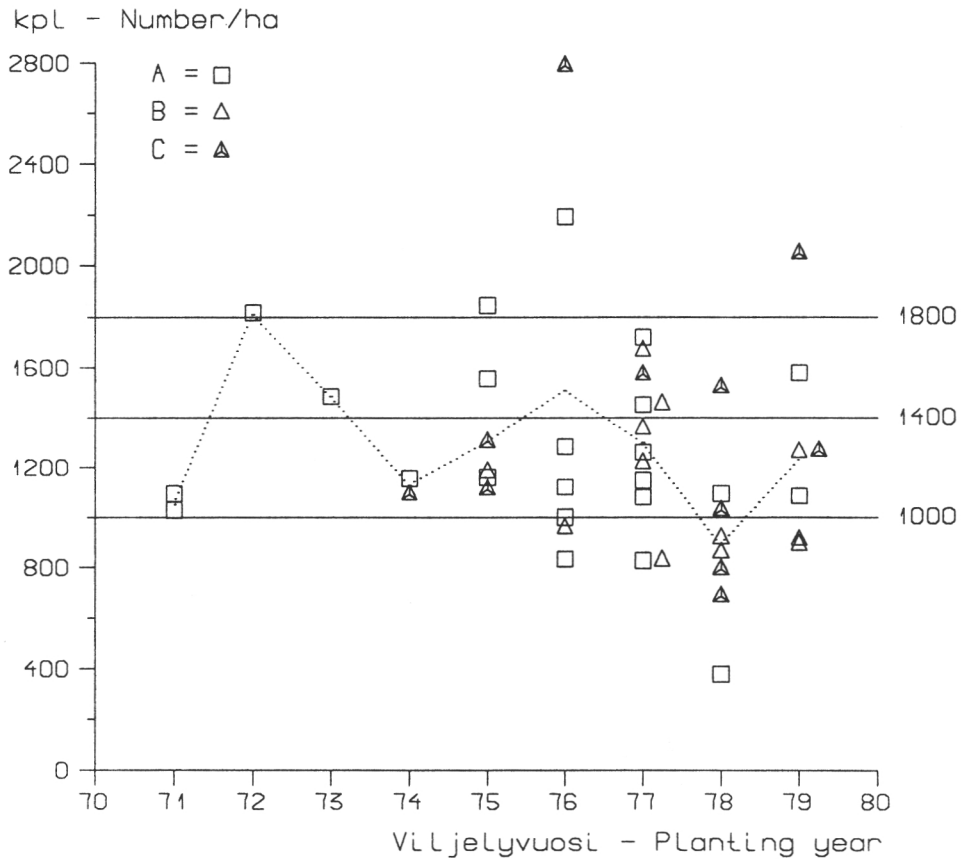
C = kuivahkon kankaan äestysalat, istutus

D = kuivahkon kankaan äestysalat, kylvö

Fig. 4. Number of transplants and seeded seedlings on harrowed or ploughed sites of different age in the moist or dryish upland types (A, B as in Fig. 3).

C = harrowed plots of dryish upland site, planting

D = harrowed plots of dryish upland site, sowing



Kuva 5. Elossa olleiden istutustaimien määrä viljelyvuosittain (A, B ja C kuten kuvassa 4).
 Fig. 5. Number of living transplants according to the planting year (A, B and C as in Fig. 4).

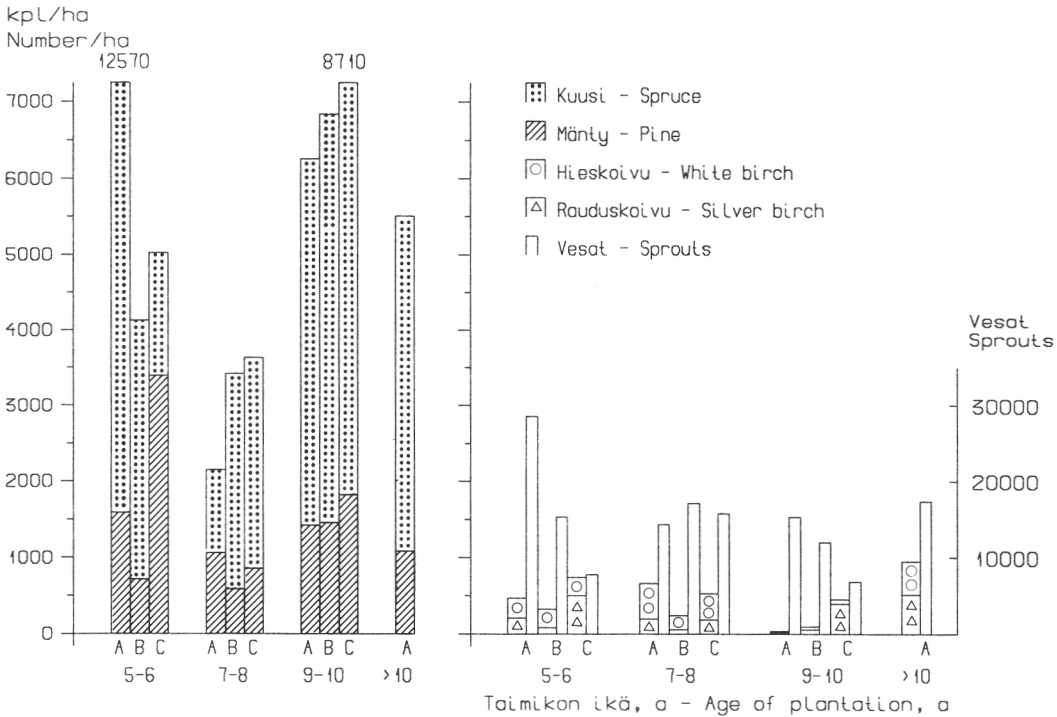
Istutusvuosittain tarkasteltaessa vuoden 1978 viljelyt poikkesivat useampien muiden vuosien viljelyistä merkitsevästi (kuva 5). Silloin viljelyillä aloilla oli vuonna 1983 elossa keskimäärin 890 istutustainta/ha, kun niitä muina vuosina istutetuilla aloilla oli keskimäärin 1 100:sta 1 500 kpl:een/ha. Tuoreen kankaan auratuilla uudistusaloilla oli istutustaimia hieman enemmän, (keskiarvo 1 290 kpl/ha) kuin äestysaloilla (1 110 kpl/ha). Kuivahkoksi kankaaksi luokitelluilla uudistusaloilla elossa olleiden istutustaimien määrä oli keskimäärin 1 330 kpl/ha.

Istutettujen männyntaimien lisäksi tutkittuilla uudistusaloilla oli vaihteleva määrä luontaisia havupuiden taimia (kuva 6). Luontaisen männyntaimien määrä vaihteli uudistusaloilla välillä 100—11 800 kpl/ha. Lähes joka toisella uudistusaloilla niitä oli yli 1 000 kpl/ha. Erityisen paljon männyntaimia oli äestetyillä kuivahkon kankaan uudistusaloil-

la, joista joka kolmannella oli yli 2 000 luontaista männyntainta. Tuoreen kankaan äestysaloilla männyntaimia ei parhaimmillaankaan ollut 2 000 kpl/ha, ja joka toisella alalla niitä oli alle 500 kpl/ha. Vastaavat aurasalat olivat kohtalaisen hyvin taimettuneita, sillä joka viidennellä aurasalalla oli yli 2 000 luontaista männyntainta.

Uudistusaloilla oli lähes kaksikertaa enemmän kuusentaimia kuin männyntaimia. Parhaiten taimettuneella uudistusaloilla oli lähes 17 000 kuusentainta. Joka kolmannella tuoreen kankaan auratus- ja joka neljännellä äestysalalla oli keskimäärin yli 5 000 kuusentainta/ha. Vastaavasti uudistusaloja, joilla kuusentaimia oli vähemmän kuin 1 000 kpl/ha oli aurasaloista joka viides ja äestysaloista joka kolmas.

Muokkausmenetelmällä ei ollut vaikutusta istutustulokseen, eikä kasvupaikkojen välinen ero ollut tilastollisesti merkitsevä (tau-



Kuva 6. Luontaisten taimien ja vesojen määrä eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurausaloilla (A, B ja C kuten kuvassa 3).
 Fig. 6. Mean number of naturally regenerated seedlings and sprouts on harrowed or ploughed sites of different age in the moist or dryish upland types (A, B and C as in Fig. 3).

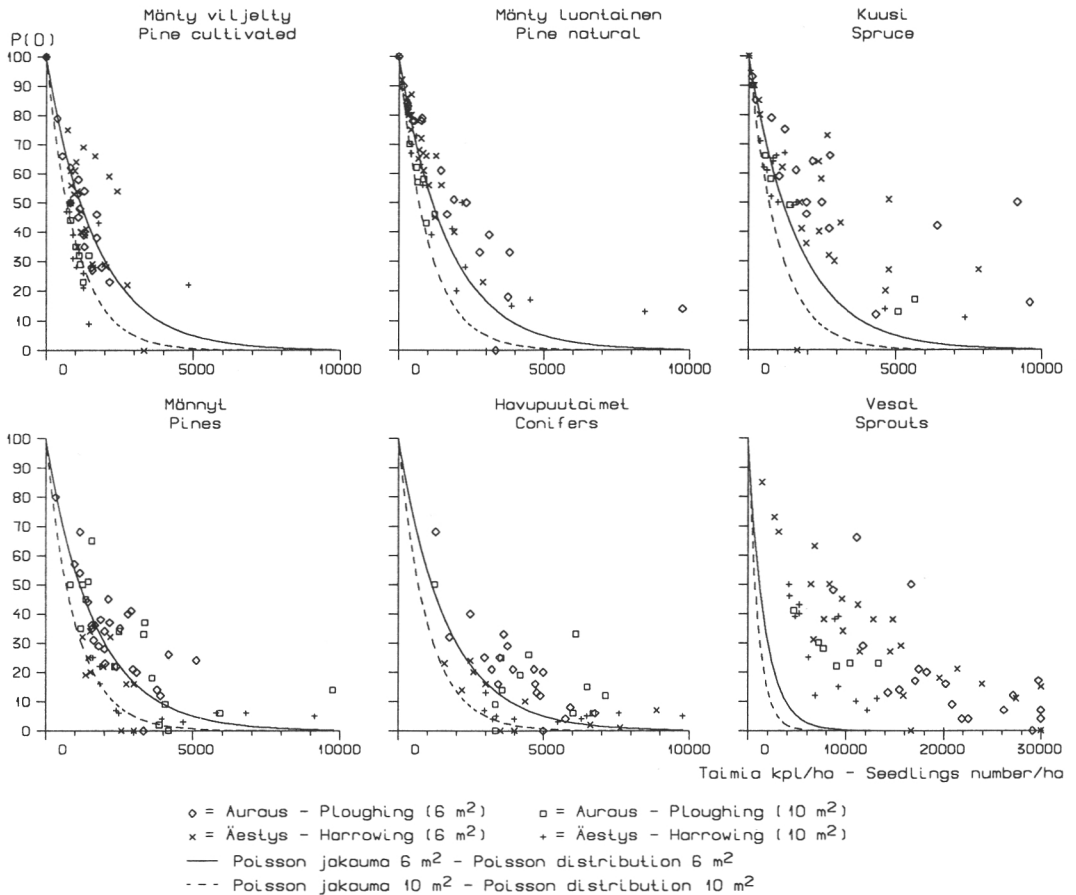
lukko 2). Alle 10-vuotiassa taimikoissa elossa olleiden istutustaimien määrä oli tuoreella kankaalla keskimäärin 1 170 ja kuivahkolla kankaalla 1 380 kpl/ha. Viljelytaimien tavoin luontaisten männyntaimien määrä oli kuivahkolla kankaalla suurempi kuin tuoreella kankaalla. Maanmuokkauksen vaikutus männyntaimien määrään oli vahvasti korrelaatiotissa kasvupaikkaan. Tuoreella kankaalla aurausjäljessä oli selvästi enemmän taimia kuin äestysjäljessä, mutta kuivahkolla kankaalla tilanne oli päinvastainen.

Kuusentaimia oli männyntaimista poiketen selvästi enemmän tuoreella kankaalla kuin kuivahkolla kankaalla. Erityisesti auratuilla aloilla kasvupaikan vaikutus kuusentaimien esiintymiseen oli erittäin merkittävää. Erään poikkeuksellisen hyvin 'kuusettu' kuivahkon kankaan äestysalan (kuusentaimia yli 16 000/ha) vuoksi oli äestysaloilla keskimäärin 3 300 kuusentainta/ha molemmilla kasvupaikoilla. Muokkausmenetelmän vaikutus oli kuusen kohdalla samalla tavoin kasvupaikkaan sidoksissa kuin männylläkin eli viljavalla maalla runsas taimet-

tuminen edellytti voimakkaampaa maankäyttöä kuin karummalla maalla.

Lehtipuiden siemensyntyisiksi luokiteltuja taimia oli uudistusaloilla vähän. Siemensyntyisiä raudus- ja hieskoivuja ei ollut 14 uudistusaloilla lainkaan. Lehtipuuvaltaisimmilla uudistusaloilla niitä oli lähes 4 000 kpl/ha. Aurausaloilla raudus- ja hieskoivuja oli keskimäärin 400 ja äestysaloilla 440 kpl/ha. Erityisen vähän siemensyntyisiä lehtipuita oli 9–10-vuotiailla muokkauksilla. Kaikkein vanhimmilla, yli 10-vuotiailla aurausaloilla raudus- ja hieskoivuja oli lähes 1 000 tainta/ha. Inventoiduilla uudistusaloilla oli siemensyntyisiksi luokiteltujen lehtipuiden lisäksi huomattava määrä vesasyntyistä lehtipuu-toa. Vesakon tiheys vaihteli uudistusaloittain välillä 1 860–35 270 kpl/ha. Aurausaloilla vesakon tiheys oli keskimäärin 17 400 vesaa/ha ja äestysaloilla tuoreella kankaalla 15 800 ja kuivahkolla kankaalla 10 100 vesaa/ha.

Siemensyntyisten lehtipuiden määrään ei kasvupaikka tahi muokkausmenetelmä saannottavimmin vaikuttanut, mutta vesakon tiheys oli tuoreella kankaalla erittäin merkit-



Kuva 7. Taimien tilajärjestys auraus- ja äestysaloilla tyhjäkoelaloisuuden ja taimimäärän avulla kuvattuna. Lisäksi kuviin on piirretty vertailuarvoiksi Poisson satunnaisjakaumat, kun koelakoko on 6 tai 10 m².
 Fig. 7. Spacing of seedlings presented by the means of percentage of empty plots versus the number of seedlings/ha on ploughed or harrowed areas. The curves of Poisson random distribution with sample plot sizes of 6 and 10 m² have also been drawn for comparison.

sevästi suurempi kuin kuivahkolla kankaalla. Molemmilla kasvupaikoilla oli auratuilla aloilla 2 500—3 000 vesaa enemmän kuin äestetyillä aloilla. Tämä ero ei kuitenkaan uudistusalojen välisen suuren vaihtelun vuoksi osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi.

Tuoreella kankaalla 44 %:lla koelaloista ei ollut istutustaimia lainkaan. Kuivahkolla kankaalla vastaava 'nollaruutuprosentti' oli auraisaloilla keskimäärin 33 ja äestysaloilla 39. Luontaisia männyntaimia esiintyi joka kolmannella tuoreen kankaan ja joka toisella kuivahkon kankaan koelalalla. Kuusentaimia oli puolestaan joka toisella koelalalla kasvupaikasta riippumatta. Auratuilla aloilla kuusen 'nollaruutusadannes' oli yleensä pienempi kuin äestetyillä aloilla, mutta männyntaimia löytyi molemmilta muokkauksilta yhtä

usein. Sen sijaan vesakkoa esiintyi auraisaloilla yleisemmin (vesattomia koelaloja 22 %) kuin äestysaloilla (29 %). Siemensyntyisiksi luokiteltuja lehtipuita oli vain 10—20 %:lla koelaloista.

Viiljelytaimien tilajärjestys noudatti melko hyvin Poisson jakaumaa tai oli satunnaisjakaumaa tasaisempi (kuva 7). Luontaisesti syntyneiden mäntyjen tilajärjestys oli kuusta tasaisempi. Auraisaloilla sekä männyt että kuuset olivat selvästi tilajärjestykseltään ryhmittäisempiä kuin äestysaloilla. Selvimmin aurais- ja äestysalojen väliset tilajärjestyserot näkyivät tarkasteltaessa joko viljeltyjä ja luontaisia mäntyjä yhtenä ositteena tai kaikkia uudistusaloilla olleita havupuiden taimia kokonaisuutena. Tällöin taimien tilajärjestys oli äestysaloilla usein satunnainen tai sitä ta-

Taulukko 3. Taimien määrä (kpl/ha) aiemmalta puustoltaan erilaisilla uudistusaloilla.

Table 3. Number of seedlings/ha in regeneration areas with different previous stand volumes.

| | Edellisen puuston tilavuus — <i>Volume of previous stand</i> | | Edellisen puuston tilavuus — <i>Volume of previous stand</i> | | Edellisen puuston tilavuus — <i>Volume of previous stand</i> | | F-arvo F-value |
|--|--|--|--|--|--|---|-------------------|
| | <150 m ³ /ha X | 150–200 m ³ /ha S _x | 150–200 m ³ /ha X | 200–250 m ³ /ha S _x | >200 m ³ /ha X | >200 m ³ /ha S _x | |
| <i>Aurausalat — Ploughed areas</i> | | | | | | | |
| Mänty istutus <i>Pine, planted</i> | 1210 | 290 | 1260 | 110 | 1160 | 120 | 0.09 |
| Mänty luont. <i>Pine, natural</i> | 2190 | 680 | 900 | 260 | 1060 | 420 | 2.24 |
| Kuusi — <i>Spruce</i> | 2380 | 1730 | 4190 | 2160 | 6750 | 1770 | 1.20 |
| Vesat — <i>Sprouts</i> | 20250 | 3770 | 15550 | 2940 | 19640 | 4430 | 0.46 |
| Muokkaus-% | 56 | 7 | 36 | 8 | 36 | 8 | 1.80 |
| <i>Disturbed surface-%</i> | | | | | | | |
| Puulajisuhteet | 38,54,8 | | 32,64,4 | | 19,78,3 | | |
| <i>Proportions of tree species</i> | | | | | | | |
| N | 5 | | 7 | | 7 | | 2/16 |
| <i>Äestysalat tuore kangas — Harrowed areas in moist upland site</i> | | | | | | | |
| Mänty istutus <i>Pine, planted</i> | 1230 | 140 | 1130 | 220 | 1010 | 90 | 0.81 (2/9) |
| Mänty luont. <i>Pine, natural</i> | 2130 | 290 | 660 | 210 | 470 | 160 | 3.36 |
| Kuusi — <i>Spruce</i> | 4620 | 1880 | 4620 | 1620 | 1890 | 1310 | 1.02 |
| Vesat — <i>Sprouts</i> | 10160 | 1560 | 30490 | 1800 | 10470 | 910 | 56.75*** |
| Muokkaus-% | 57 | 5 | 46 | 12 | 30 | 8 | 1.53 |
| <i>Disturbed surface-%</i> | | | | | | | |
| Puulajisuhteet | 18,74,8 | | 37,57,6 | | 28,62,10 | | |
| <i>Proportions of tree species</i> | | | | | | | |
| N | 5 | | 3 | | 6 | | 2/11 |
| <i>Äestysalat kuivahko kangas — Harrowed areas in dryish upland site</i> | | | | | | | |
| Mänty istutus <i>Pine, planted</i> | 1250 | 180 | 1540 | 350 | — | — | 0.57 (1/9) |
| Mänty luont. <i>Pine, natural</i> | 3630 | 1470 | 2000 | 950 | 1060 | 470 | 0.90 |
| Kuusi — <i>Spruce</i> | 3960 | 2180 | 2500 | 620 | 1160 | 590 | 0.61 |
| Vesat — <i>Sprouts</i> | 8910 | 2950 | 12040 | 2790 | 7630 | 1890 | 0.80 |
| Muokkaus-% | 47 | 6 | 40 | 4 | 34 | 4 | 1.19 |
| <i>Disturbed surface-%</i> | | | | | | | |
| Puulajisuhteet | 53,44,3 | | 48,47,5 | | 57,37,6 | | |
| <i>Proportions of tree species</i> | | | | | | | |
| N | 7 | | 8 | | 3 | | 2/15 |

saisempi, mutta aurasaloilla tilajärjestys jäi ryhmittäiseksi, vaikka tarkastelussa olivat mukana kaikki havupuut. Vesakon tilajärjestys oli hyvin ryhmittäistä niin auras- kuin äestysaloilla.

322. Uudistusalojen välinen taimimäärien vaihtelu

Havupuiden taimettuminen oli aiemmin pääasiassa kuusta kasvaneilla, runsaspuustoissa uudistusaloilla huonompaa kuin vähempi- puustoiseen mänty-kuusimetsään tehdyillä avoaloilla (taulukko 3). Runsaspuustoiisiin kuusivaltaisiin metsiköihin tehdyillä avoaloilla oli maanmuokkauksen peittävyys selvästi

pienempi kuin vähäpuustoissa, enemmän mäntyä käsittäneillä uudistuskuvioilla. Runsaspuustoissa, kuusivaltaisilla uudistusaloilla muokkauksen peittävyys jäi selvästi alle 40 %:n, kun se vähäpuustoisimmilla uudistuskuvioilla oli lähes 60 %. Vaihtelu oli samansuuntaista niin äestys- kuin aurasaloilla.

Istutustaimien määrässä oli hieman samansuuntaista vaihtelua kuin luontaistenkin taimien esiintymisessä, mikä ilmeisesti aiheutui edellä esitetystä muokkauksen vaihteluista. Vesakon tai yleensä lehtipuuston esiintymiseen ei uudistusalan aiemman puuston määrällä tai puulajisuhteilla näyttänyt olevan merkitystä.

Lähes kaikki inventoidut uudistusalat rajoittuivat osittain sellaiseen reunametsään,

joka oli tuottanut siementä uudistusalan muokkauksen jälkeen. Ainoastaan yksi valtionmaalla sijainnut aurausala oli niin muiden samanikäisten uudistusalojen ympäröimä, ettei sille voitu lainkaan määrittää riittävän lähellä olevaa siemennyskykyiseksi katsottavaa reunametsää.

Aurausaloilla keskimäärin puolet uudistuskuvioiden piiristä oli siemennyskykyisen reunametsän kattamaa. Tuoreen kankaan äestysalojen piiristä 60 % muodostui siementä tuottavista metsiköistä. Kuivahkon kankaan äestysalat olivat aurausalojen tavoin puoleksi siemennyskykyisen reunametsän ympäröimiä. Yksityismailla sijainneilla uudistusaloilla siemennyskykyisen reunametsän osuus oli keskimäärin 57 %, mutta valtionmaiden uudistusaloilla vastaava osuus jäi 46 %:iin.

Uudistusaloilla, joilla siemennyskykyisen reunametsän osuus uudistusalan piiristä oli yli 50 %, jäi keskimääräinen reunametsäetäisyys noin 30 metriin. Muilla uudistusaloilla keskimääräinen reunametsäetäisyys oli yli 60 metriä. Havupuiden taimia oli runsaan siemennyskykyisen reunametsän omaavilla uudistuskuvioilla runsaammin kuin vähemmän reunametsään rajoittuvilla uudistusaloilla. Erot havupuiden taimimäärissä olivat kuitenkin melko pienet, eivätkä ne suuren sisäisen vaihtelun vuoksi osoittautuneet merkittäviksi.

323. Uudistusalan sisäinen taimettumisen vaihtelu

Elossa olleiden istutustaimien määrän vaihtelua uudistusalan sisällä tutkittiin regressioanalyysin avulla (BMDP9R; valintakriteerinä $Mallows C_p$, Bmdp statistical... 1985. s. 268). Selittävinä muuttujina analyysissä olivat viljelystä kulunut aika, muokkaamatta jääneen maanpinnan osuus, maaperän kivisyys, humuskerroksen paksuus, vesakon tiheys sekä reunametsäetäisyys. Reunametsäetäisyydestä, humuskerroksen paksuudesta ja vesakon tiheydestä käytettiin analyysissä havaintojakauman normalisoimiseksi logaritimuunnoksia ($\log(x_i+1)$). Selittävästä muuttujista maaperän kivisyyden ja muokkaamatta jääneen maanpinnan osuuden välillä vallitsi suurin korrelaatio (-,306). Maaperän kivisyys alensi muokkauksen peittävyttä erityisesti aurausaloilla. Muutoin selittävien muuttujien

väliset korrelaatiot olivat pienehköjä (liite 2a).

Muokkauksessa käsitellyn maanpinnan osuus selitti parhaiten istutustaimien määrän vaihteluita (liite 2b). Mitä kattavammin koeala oli muokattu sitä enemmän siinä oli istutustaimia. Aurausaloilla viljelystä kulunut aika oli seuraavaksi tärkein istutustuloksen vaihteluiden selittäjä. Tuoreella kankaalla vanhemmat viljelyt olivat nuorempia tiheämpiä, mutta kuivahkolla kankaalla tilanne oli päinvastainen. Tuoreen kankaan äestysaloilla humuskerroksen paksuneminen ja kuivahkon kankaan äestysaloilla puolestaan maan kivisyyden lisääntyminen huononsi viljelytulosta. Aurausaloilla ne eivät suoraan selittäneet istutustaimien menestymistä, koska muokkauksen peittävyys ja maaperän kivisyys sekä humuskerroksen paksuus korreloivat aurausaloilla äestysaloja voimakkaammin. Istutustaimien määrä oli uudistusalan keskiosissa suurempi kuin reunametsän läheisyydessä. Kuivahkon kankaan äestysaloilla vesakon vaikutus osoittautui merkittäväksi, jolloin istutustaimia oli eniten siellä, missä vesojakin oli runsaasti. Istutustaimien vaihtelua regressiomallit selittivät vähän, parhaimmillaan mallin selitysaste nousi 15 %:iin.

Luontaisen taimettumisen vaihtelua uudistusosalalla koealalta toiselle tarkasteltiin myös regressioanalyysin avulla. Selittävinä muuttujina analyysissä olivat kuten edellä muokatun maanpinnan osuus, maaperän kivisyys, humuskerroksen paksuus, reunametsäetäisyys sekä uusina selittäjinä reunametsän puuston tilavuus ja muokkauksesta kulunut aika (viljelystä kuluneen ajan tilalla). Reunametsän puuston tilavuutta edusti kulloinkin tutkittavana olevan puulajin määrä reunametsässä. Jos koealan lähimmässä reunametsässä ei ko. puulajia ollut lainkaan jätettiin koeala tarkastelun ulkopuolelle.

Tuoreella kankaalla männynntaimien määrää selitti parhaiten muokkauksen peittävyys niin auraus- kuin äestysaloilla (liite 2b). Samoin molemmilla muokkauksilla maankäsitelystä kuluneella ajalla oli positiivinen vaikutus männyn taimimäärään. Kuusentaimien esiintymiseen eniten tutkituista muuttujista olivat vaikuttaneet muokkauksen peittävyys, reunametsäetäisyys ja reunametsän kuusi-puuston tilavuus. Muokkauksesta kulunut aika ja vesakon tiheys olivat seuraavat kuusen taimettumista viljavalla kasvupaikalla selittäneistä kasvupaikkatekijöistä. Tuoreella kankaalla regressiomalli selitti aurausaloilla

luontaista taimettumista enemmän kuin äestysaloilla, mutta selitysaste jäi kaikissa malleissa pieneksi.

Kuivahkollakin kankaalla muokkauksen laatu ja muokkauksesta kulunut aika selitti parhaiten männyn taimettumista. Näiden lisäksi reunametsän mäntytuuston määrällä oli positiivinen vaikutus männyn taimien määrään. Äestetyillä kuivahkon kankaan aloilla osoitautui myös reunametsäetäisyys taimettumista rajoittavaksi tekijäksi. Kuivahkolla kankaalla regressiomallilla pystyttiin selittämään 30 % männyn taimettumisen vaihtelusta.

Kuusen taimettumiseen kuivahkolla kankaalla eniten vaikuttavaksi muuttujaksi osoitautui muokkauksesta kulunut aika. Mitä kauemmin aikaa muokkauksesta oli kulunut sitä enemmän kuusentaimia uudistusaloilla oli. Samoin niitä oli uudistusalojen reunoilla, lähellä siemennyskykyistä reunametsää, runsaammin kuin avoalan keskiosissa. Aurasaloilla vesakko oli edesauttanut kuusen taimettumista, kuivahkolla kankaalla tilanne oli ollut päinvastainen. Kuusen taimettumisen vaihtelusta regressiomallit selittivät 13–14 %.

33. Taimikon pituuskehitys

Ennen muokkausta syntyneiden taimien osuus kaikista taimista oli äestysaloilla suurempi kuin aurasaloilla. Äestysaloilla jopa 40 % kuusentaimista oli syntynyt ennen maanmuokkausta. Männyntaimista keskimäärin 10 % oli peräisin muokkausta edeltäneeltä ajalta ja muokkausta vanhempien lehtipuiden osuus oli yleensä vain muutama prosentti.

Suurin osa eli 40–70 % luontaisista taimista oli syntynyt äestysaloilla pian muokkauksen jälkeen. Yli neljä vuotta muokkauksen jälkeen syntyneitä taimia ei äestysaloilla ollut kuin 2–6 % kokonaisuudesta. Aurasaloilla taimettuminen jatkui huomattavasti äestysaloja pidempään. Niillä jopa 30–40 % kuusentaimista oli syntynyt yli neljä vuotta muokkauksen jälkeen.

Pitkä taimettumisaika näkyi myös taimien pituusjakauman muodossa. Luontaisista taimista, etenkin kuusista, valtaosa oli 7-vuotiaissa taimikoissa alle 50 cm pituisia (kuva 8). Luontaisten männyntaimien keskipituus oli tuossa vaiheessa hieman kuusta suurempi,

mutta pääosa männynkin luontaisista taimista oli vielä alle puolimetrisiä pituudeltaan. Istutustaimien keskipituus oli näissä 7-vuotiaissa taimikoissa likimain yksi metri.

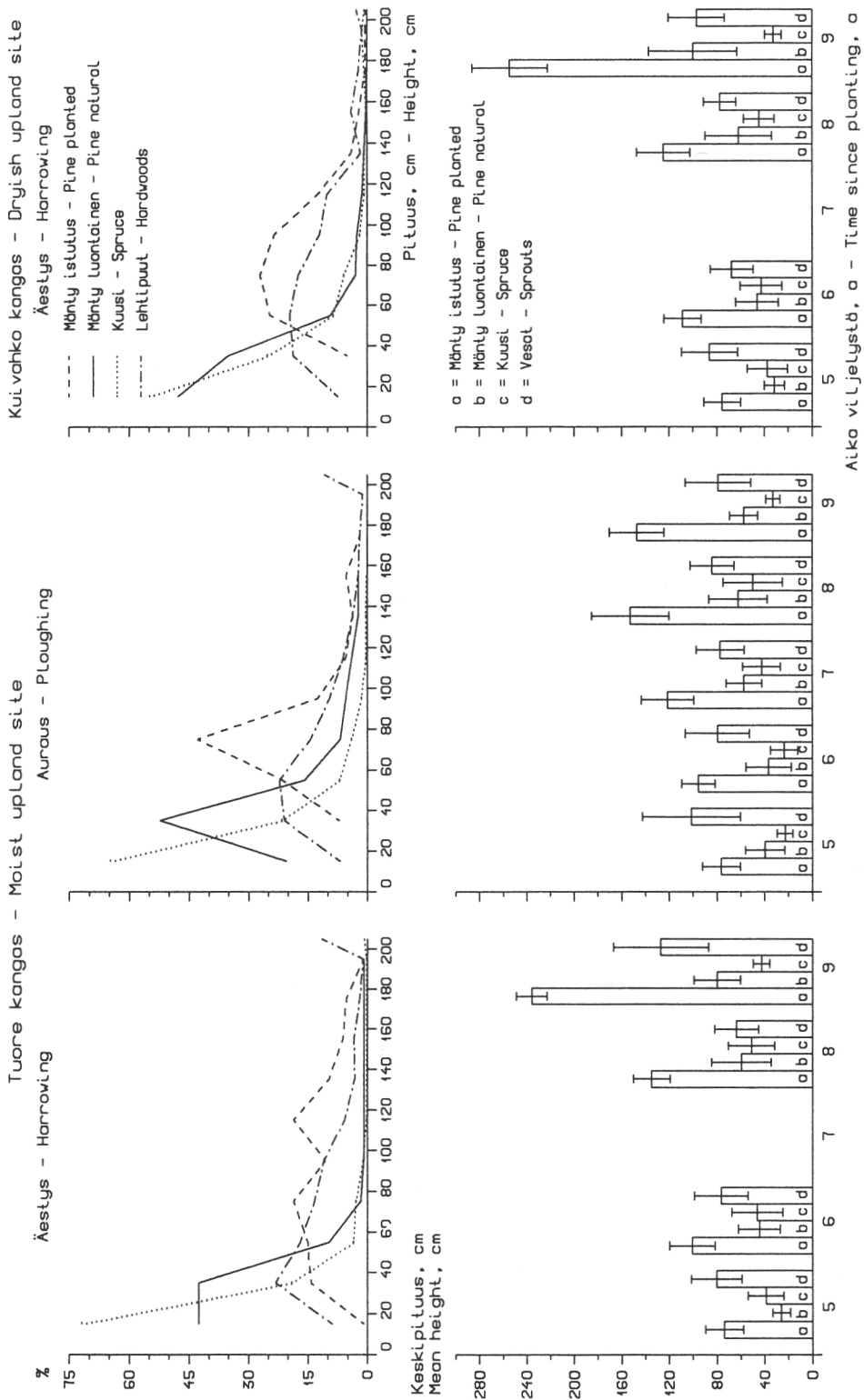
Istutustaimien pituusjakauma muistutti normaaliyakaumaa, mutta luontaisten havupuutaimien pituusjakauma oli muodoltaan laskeva eksponentiaalinen funktio. Lehtipuiden pituusjakauman muoto oli lähempänä istutustaimien jakaumaa, vaikka lehtipuidenkin keskipituus oli selvästi viljelytaimia pienempi ja niiden pituusjakauma useimmiten istutustaimia leveämpi.

Istutustaimien keskipituus oli aurasaloilla yleensä hieman suurempi ja luontaisilla taimilla yleensä hieman pienempi kuin samanikäisillä äestysaloilla. Keskipituuksien erot eri muokkauksilla olivat pienet, tilastollisesti testattaessa merkityksettömät. Yhden metrin keskipituuden istutustaimet saavuttivat 6–7 vuotta istutuksen jälkeen. Samaan keskipituuteen eivät luontaiset taimet yltäneet tarkasteltavana ajanjaksona. Luontaisten männyntaimien keskipituus oli nuorissa taimikoissa kuusta pienempi, mutta taimikon vanhetessa tilanne muuttui päinvastaiseksi. Lehtipuuston keskipituus vaihteli suuresti taimikon hoitotoimenpiteiden vuoksi.

34. Taimikon kunto

Tuoreella kankaalla viljelytaimet olivat aurasaloilla kunnoltaan parempia kuin äestysaloilla, mutta kuivahkon kankaan äestysaloilla oli enemmän terveeksi luokiteltuja istutustaimia kuin vastaavilla aurasaloilla (taulukko 4). Kunnoltaan kohtalaisia, luokkiin terve tai lievä tuho luokiteltuja taimia oli keskimäärin 80 % elossa olleista istutustaimista. Tuoreen kankaan aurasaloilla tällaisia taimia oli keskimäärin 1 020 kpl/ha ja äestysaloilla 940 kpl/ha. Kuivahkolla kankaalla kunnoltaan kohtalaisiksi luokiteltuja taimia oli aurasaloilla 900 ja äestysaloilla 1 250 kpl/ha. Joka viides istutustaimi oli katsottu kunnoltaan niin heikoksi, ettei sillä ollut enää edellytyksiä normaaliin kehitykseen. Kituviksi luokiteltujen taimien määrä oli tuoreella kankaalla (90 kpl/ha) selvästi suurempi kuin kuivahkolla kankaalla (30 kpl/ha).

Istutustaimet olivat vanhoissa taimikoissa yleensä kunnoltaan suhteellisesti parempia



Kuva 8. Esimerkki taimien pituusjakaumista. Kyseessä tilanne kuusi vuotta viljelyn jälkeen (kuvan yläosa). Taimien keskipituus eri-ikäisissä istutustaimikoissa (kuvan alaosa). Kuhunkin keskipituutta kuvaavaan pylväseen on merkitty keskiarvon keskivirhe janalla.
 Fig. 8. Example of height distribution of seedlings six years after planting (upper part of figure). The mean height of seedlings as a function of planting year in the lower part of the figure. The standard error of the mean has been marked in each column with a segment of a line.

kuin nuorissa taimikoissa. Esimerkiksi vuoden 1978 viljelyssä vain 55 % istutustaimista (490 kpl/ha) oli tulkittu kohtalaisen terveiksi. Sen sijaan vuonna 1975 viljellyistä taimista, jotka inventointihetkellä olivat kymmenvuotiaita, luokiteltiin jo noin 96 % (1 200 kpl/ha) kunnoltaan kohtalaisiksi. Tällainen heikkojen ja kituvien taimien osuuden väheneminen näkyi sekä auraus- että äestysaloilla.

Silmämääräisesti terveiksi luokiteltuja luontaisia männyntaimia oli aurausaloilla vähemmän ja äestysaloilla suhteellisesti enemmän kuin terveiksi luokiteltuja istutustaimia. Kunnoltaan kohtalaisia luontaisia männyntaimia oli äestysaloilla keskimäärin 74 ja

aurausaloilla 67 %. Tuoreella kankaalla kunnoltaan kohtalaisia luontaisia männyntaimia oli äestysaloilla 680 ja aurausaloilla 750 kpl/ha. Vastaavasti kuivahkolla kankaalla niitä oli hieman yli 1 800 kpl/ha sekä auraus- että äestysaloilla. Kituvien luontaisten männyntaimien osuus oli erityisesti aurausaloilla istutustaimia suurempi. Kuusentaimet olivat yleensä aurausaloilla kunnoltaan parempia kuin äestysaloilla. Kunnoltaan kohtalaisia kuusentaimia oli äestetyillä aloilla kasvupaikoittain keskimäärin 2 000—3 000 kpl/ha (75 %) ja aurausaloilla 2 300—4 300 kpl/ha (85 %). Luontaisestikin syntyneet taimet olivat vanhemmissa taimikoissa suhteellisesti tarkastellen kunnoltaan parempia kuin nuoremmissa taimikoissa.

Sienitaudit olivat yleisimmin heikentäneet istutustaimia (taulukko 5). Sienitautien jälkiä näkyi yli puolessa istutustaimista. Erityisen paljon niitä löytyi 6—8 vuotta sitten äestetyille aloille viljellyistä taimista. Aurausaloilla sienitautien aiheuttamia vaurioita oli eniten vanhimmissa, 9—10 vuotta sitten istutuissa taimikoissa. Toiseksi yleisin tuhoaiheuttajaryhmä istutustaimien kohdalla oli nisäkkäät, joista pääasiallinen tuhoaiheuttaja oli ollut hirvi. Hirvet olivat vahingoittaneet erityisesti 6—7-vuotiaita aurausalojen taimikoita.

Pintakasvillisuus oli haitannut luontaisten männyntaimien kehitystä yleisesti. Kuivahkolla kankaalla sienitaudit olivat niin luontaisilla kuin viljellyilläkin taimilla yleisin tuhoaiheuttajaryhmä. Kuusentaimia vaivasi useimmiten joko pintakasvillisuus tai hallavauriot. Tuhoilta toistaiseksi säästyneiden taimien osuus vastasi likimain terveiksi luo-

Taulukko 4. Havupuutaimien osuudet (%) eri kunto-luokissa silmämääräisen arvioinnin perusteella auraus- (a) ja äestysaloilla (b).

Table 4. Distribution of coniferous seedlings into different condition classes (%) on ploughed (a) and harrowed (b) areas.

| | Terve Normal | | Lievä tuho Slightly damaged | | Heikentynyt Weakened | | Kituva Stunted | |
|---|-----------------|----|-----------------------------------|----|-------------------------|----|-------------------|---|
| | a | b | a | b | a | b | a | b |
| Tuore kangas — Moist upland site | | | | | | | | |
| Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i> | 44 | 33 | 40 | 45 | 10 | 13 | 6 | 9 |
| Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i> | 27 | 34 | 37 | 39 | 26 | 18 | 10 | 9 |
| Kuusi — <i>Spruce</i> | 45 | 27 | 42 | 44 | 12 | 23 | 1 | 6 |
| Kuivahko kangas — Dryish upland site | | | | | | | | |
| Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i> | 37 | 39 | 45 | 41 | 17 | 17 | 1 | 3 |
| Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i> | 35 | 56 | 35 | 19 | 23 | 19 | 7 | 6 |
| Kuusi — <i>Spruce</i> | 42 | 46 | 42 | 31 | 15 | 19 | 1 | 4 |

Taulukko 5. Havupuiden kuntoa heikentävien tautien ja tuhojen suhteellinen määrä auraus- (a) ja äestysaloilla (b).

Table 5. Relative occurrence frequency of damages and diseases weakening the coniferous seedlings on ploughed (a) and harrowed (b) areas.

| | Ei tuhoa No damage | | Yksi tuho One damage | | Useampi tuho Several damages | | Kasvillisuus Vegetation | | Sienitaudit Fungal diseases | | Hyönteiset Insects | | Nisäkkäät Mammals | | Muut Others | |
|--|-----------------------|----|-------------------------|----|------------------------------------|----|----------------------------|----|-----------------------------------|----|-----------------------|----|----------------------|----|----------------|----|
| | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b |
| Tuore kangas — Moist upland site | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mänty istutus <i>Pine, planted</i> | 41 | 26 | 35 | 39 | 24 | 35 | 9 | 13 | 44 | 64 | 3 | 12 | 22 | 10 | 3 | 11 |
| Mänty luontainen <i>Pine, natural</i> | 26 | 31 | 50 | 46 | 24 | 23 | 55 | 54 | 22 | 20 | 6 | 9 | 7 | 2 | 8 | 6 |
| Kuusi — <i>Spruce</i> | 36 | 20 | 42 | 41 | 22 | 39 | 60 | 81 | 1 | 1 | — | — | 1 | — | 24 | 37 |
| Kuivahko kangas — Dryish upland site | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mänty istutus <i>Pine, planted</i> | 35 | 31 | 44 | 50 | 21 | 19 | 1 | 4 | 60 | 54 | 3 | 8 | 17 | 10 | 5 | 12 |
| Mänty luontainen <i>Pine, natural</i> | 35 | 53 | 47 | 37 | 18 | 10 | 28 | 10 | 36 | 28 | 8 | 6 | 7 | 3 | 4 | 8 |
| Kuusi — <i>Spruce</i> | 37 | 48 | 57 | 40 | 6 | 12 | 23 | 46 | 11 | 1 | — | — | — | 1 | 35 | 15 |

kiteltujen taimien osuutta. Tuoreella kankaalla joka neljännessä ja kuivahkolla kankaalla joka viidennessä taimessa oli havaittavissa usean tuhon jälkiä samanaikaisesti.

Kaikkien tuhonjälkien ei katsottu aiheuttavan taimelle sen kehitystä haittavaa vikaa. Keskimäärin 32—47 % istutustaimista (380—580 kpl/ha) oli toistaiseksi säästynyt näkyviltä vaurioilta. Aurasaloilla viallisten istutustaimien osuus oli tuoreella kankaalla pienempi ja kuivahkolla kankaalla suurempi kuin äestysaloilla. Tilanne oli sama myös luontaisen männyn taimien kohdalla, joista keskimäärin joka toinen taimi luokiteltiin vaurioituneeksi.

Istutustaimien yleisin vika oli aurasaloilla haaroittuma ja äestysaloilla runkomutka, joista ilmeisesti useimmat olivat syntyneet eri syistä aiheutuneista pääangan vaihdoksista. Lähes puolet istutustaimista luokiteltiin joko haaroittuneeksi tai mutkaiseksi. Poikaoksaisia istutustaimia oli keskimäärin joka kymmenes, ja kallistuneita taimia oli 3—4 % tuoreen kankaan kaikista taimista. Kuivahkolla kankaalla kallistuneita taimia ei juuri ollut.

Luontaisillakin taimilla runkomutkat sekä rangenvaihdosta johtuvat poikaokset olivat yleisimpiä vikoja. Kuusentaimilla hallan aiheuttama monilatvaisuus oli yleisin vika.

Valtaosa elossa olleista istutustaimista oli viljelty muokatulle alustalle. Muokkaamattomille kohdille istutettujen taimien osuus oli niin aurasaloilla kuin äestysaloilla 7—8 %. Muokatulle alustalle istutetuista taimista valtaosa oli viljelty mineraalimaan ja humuksen sekoitukseen. Aurasaloilla peräti 80 % istutustaimista oli tällaisella alustalla. Äestysaloilla runsas kolmannes taimista oli istutettu humuksettomaan mineraalimaan. Aurasaloilla tällaisia taimia oli vain noin 10 %.

Noin 80 % istutustaimista oli keskimääräiseen maanpinnantasoon istutettuja. Äestysaloilla 4 % ja aurasaloilla 16 % taimista oli istutettu muokkauksessa syntyneille kohoumille. Vastaavasti maanpinnan tasoa alemmaksi istutettuja taimia oli aurasaloilla 6 % ja äestysaloilla 13 %. Muokkaamattomalle alustalle taimet oli istutettu maanpinnan keskimääräiselle tasolle.

Humuksen ja mineraalimaan sekoitukseen istutetut taimet olivat kunnoltaan parhaimpia. Näistä taimista 42 % luokiteltiin terveiksi, kun humuksettomalle mineraalimaalle viljeltyistä taimista katsottiin joka neljännen taimen olevan silmämääräisesti terve. Istutuspaikan suhteellinen korkeus mikroympä-

ristöön nähden oli myös ratkaiseva taimen kunnan kannalta. Jos taimi oli istutettu keskimääräistä maanpinnan tasoa alemmaksi, se oli yleensä heikkokuntoinen. Kasvualustan laadullakaan ei ollut vaikutusta näiden keskimääräistä maanpintaa alemmaksi istutettujen taimien kuntoon. Maanpinnan kohoumilta istutettujen taimien kunto oli vähintään yhtä hyvä kuin maanpinnan tasalle istutetuilla taimilla.

35. Taimikon metsänhoidollinen tila

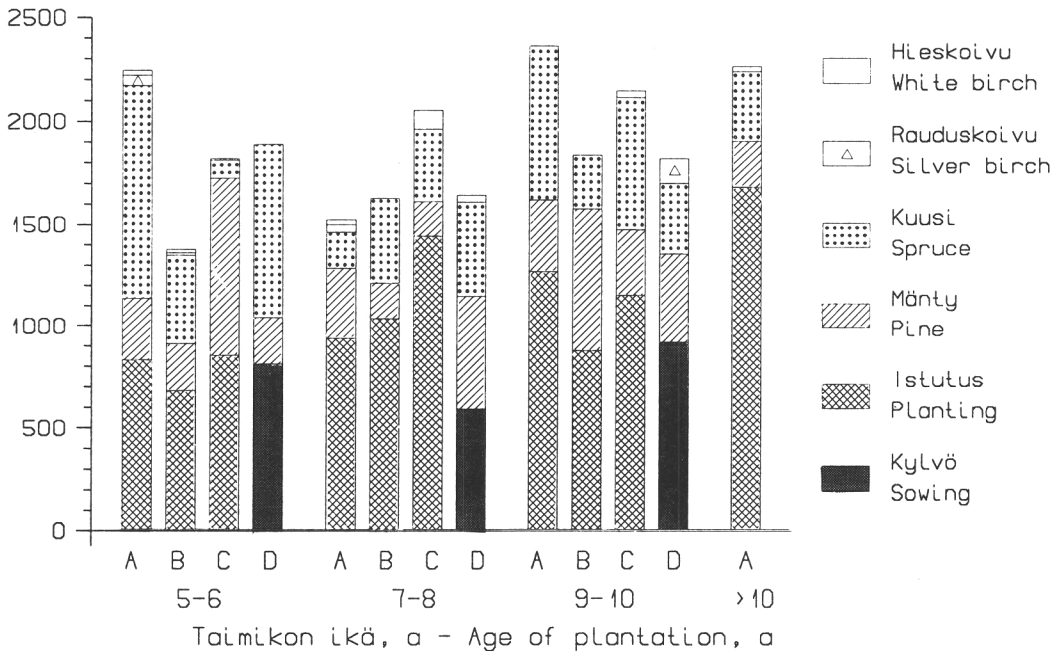
351. Kasvatuskelpoisten taimien määrä

Elossa olleista viljelytaimista tulkittiin aurasaloilla keskimäärin 80 % ja äestysaloilla 78 % kasvatuskelpoisiksi. Kasvatuskelpoisiksi arvioitujen istutustaimien määrä vaihteli tutkituilla uudistusaloilla 130:stä 2 130 kpl:seen hehtaarilla. Sekä harvin että tihein istutustaimikko oli aurasalalla. Joka toisella aurasalalla kasvatuskelpoisten istutustaimien määrä ylsi 1 000 taimen hehtaarilla. Tuoreen kankaan äestysaloilla istutustaimet olivat menestyneet vielä heikommin, sillä yli puolessa näistä taimikoista jäi istutustaimien määrä alle 1 000 taimen/ha. Kuivahkon kankaan äestysaloilla kasvatuskelpoisia istutustaimia oli 55 % taimikoista yli 1 000 kpl/ha. Kylvötaimikoissa kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä jäi yhtä poikkeusta lukuunottamatta alle 1 000 taimen hehtaarilla.

Aurasaloilla kasvatuskelpoisia istutustaimia oli 5—10-vuotiaissa taimikoissa keskimäärin 1 030 kpl/ha (kuva 9). Samanikäisillä äestysaloilla niitä oli tuoreella kankaalla 840 ja kuivahkolla kankaalla 1 100 kpl/ha. Yli kymmenen vuotta sitten auratuilla aloilla kasvatuskelpoisia istutustaimia oli lähes 1 700 kpl/ha. Kylvöaloilla kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä jäi kaikkein pienimmäksi, keskimäärin 720 taimen/ha.

Viljelytaimien vähäisyyden vuoksi kaikilla uudistusaloilla valittiin kasvatuskelpoisiksi taimiksi myös joukko luontaisesti syntyneitä taimia. Luontaisia kasvatuskelpoisia männyn taimia oli aurasaloilla keskimäärin 340 kpl/ha. Tuoreen kankaan äestysaloilla niitä oli 240 ja kuivahkon kankaan äestysaloilla 540 kpl/ha. Äestetyillä kylvöaloilla luontaisiksi tulkittuja kasvatuskelpoisia männyn taimia oli keskimäärin 430 kpl/ha. Kuusentaimia kelpuutettiin kasvatettavaan puustoon

kpl/ha - Number/ha



Kuva 9. Kasvatuskelpoisten taimien määrä eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurausaloilla (A, B, C ja D kuten kuvassa 4).

Fig. 9. Number of viable seedlings on harrowed or ploughed areas of different age in moist or dryish upland sites (A, B, C and D as in fig. 4).

aurausaloilla yli 500 kpl/ha. Äestysaloilla kasvatuskelpoisten kuusentaimien määrä oli tuoreella kankaalla 430 ja kuivahkolla kankaalla 300 kpl/ha. Kylvöaloilla kasvatuskelpoisten kuusentaimien määrä nousi peräti 540 taimeen hehtaarilla. Havupuutaimien lisäksi luokiteltiin aurausaloilla keskimäärin 40 ja äestysaloilla 20 raudus- tai hieskoivua kasvatuskelpoiseksi.

Yhteensä kasvatuskelpoisia männyntaimia oli eniten kuivahkon kankaan äestysaloilla. Aurausaloilla kasvatuskelpoisia männyntaimia oli toiseksi eniten, mutta aurausalojen välillä vaihtelu oli paljon suurempaa kuin äestysalojen välillä. Aurausaloilla männyt muodostivat 70 % kasvatuskelpoisesta puustosta. Äestysaloilla mäntyä oli suhteellisesti hieman enemmän kuin aurausaloilla. Männyksen osuus kasvatuskelpoisesta puustosta vaihteli 72:sta 83 %:iin. Kaikki inventoidut taimikot olivat havupuuvaltaisia. Lehtipuuden osuus kasvatuskelpoisesta puustosta jäi 1–2 %:iin. Enimmillään kasvatuskelpoisia koivuja oli eräällä kuivahkon kankaan äestysalalla (280 kpl/ha). Luontaisten taimien

osuus kaikista kasvatuskelpoisista taimista oli äestysaloilla keskimäärin 45 % ja aurausaloilla noin 47 %. Kylvöaloilla 60 % kasvatuskelpoisiksi luokitelluista taimista tulkittiin luontaisesti syntyneiksi. Kasvatuskelpoisten taimien yhteismäärä oli suurin kuivahkon kankaan äestysaloilla ja aurausaloilla kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee.

| | Kasvatuskelpoisia taimia kpl/ha | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----|-----------------|-----|-------------------|-----|-----------------|-----|
| | Viljellyt männyt | | Männyt yhteensä | | Havupuut yhteensä | | Kaikki yhteensä | |
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s |
| Aurausalat ¹⁾ | 1030 | 180 | 1375 | 190 | 1920 | 420 | 1960 | 400 |
| Äestys, a | 840 | 170 | 1090 | 200 | 1500 | 170 | 1520 | 150 |
| Äestys, b | 1100 | 250 | 1630 | 100 | 1935 | 120 | 1970 | 140 |
| Kylvöalat | 720 | 130 | 1150 | 110 | 1720 | 120 | 1760 | 110 |

¹⁾ 5–10 vuotta sitten muokatut alat
a = tuore kangas, b = kuivahko kangas

Kasvatuskelpoisten taimien määrä jäi alle 1 500 taimen joka neljännellä aurausalalla. Joka toinen tuoreen kankaan äestysala oli yhtä harva ja kuivahkon kankaan uudistusaloista joka viidennellä oli korkeintaan 1 500 kasvatuskelpoista tainta. Tiheimmät taimikot löytyivät kuivahkon kankaan äestysaloilta sekä aurausaloilta, joilla joka neljännellä

Taulukko 6. Kasvatuskelpoisten taimien keskimääräinen pituus (cm), ikä (a), tiheys (kpl/ha) ja istutustaimien osuus (%) sekä uudistumisaika (a) viljelystä kuluneen ajan mukaan. A = aurausalat, B = äestysalat.

Table 6. Mean height, age and number of viable seedlings, proportion of transplants and length of regeneration period in plantations of different age. A = ploughed areas, B = harrowed areas.

| Aika viljelystä Time since planting | Keskipituus | | | | | Keski-ikä | | | | | Tiheys | | | | Uudistumisaika | |
|---|-------------|----|-----------|-----|-----------|------------------|-----------|-----|-----------|---------------------|-----------|----|-----------|-----------|----------------|--|
| | Mean height | | Mean age | | | Seedling density | | | | Regeneration period | | | | | | |
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | | | | |
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | % | \bar{x} | % | \bar{x} | \bar{x} | | |
| Tuore kangas — <i>Moist upland site</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 53 | 37 | 43 | 24 | 5,5 | 1,9 | 6,4 | 2,5 | 2980 | 42 | 1490 | 39 | 9,3 | 11,4 | | |
| 5 | 54 | 60 | 50 | 35 | 5,8 | 2,1 | 5,2 | 1,8 | 1450 | 27 | 1250 | 54 | 10,0 | 8,8 | | |
| 6 | 63 | 42 | 84 | 49 | 6,2 | 1,9 | 7,3 | 2,6 | 1340 | 62 | 1450 | 75 | 10,0 | 12,5 | | |
| 7 | 81 | 45 | 82 | 39 | 7,5 | 1,8 | 7,9 | 1,1 | 2040 | 51 | 2220 | 40 | 11,1 | 10,1 | | |
| 8 | 136 | 76 | 96 | 54 | 9,0 | 1,4 | 8,5 | 2,4 | 2140 | 72 | 1840 | 48 | 11,8 | 13,3 | | |
| 9 | 95 | 51 | — | — | 8,6 | 1,5 | — | — | 3050 | 33 | — | — | 11,6 | — | | |
| Kuivahko kangas — <i>Dryish upland site</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | — | — | 63 | 36 | — | — | 7,9 | 5,7 | — | — | 2140 | 51 | — | 19,3 | | |
| 5 | — | — | 56 | 58 | — | — | 5,2 | 2,1 | — | — | 1890 | 40 | — | 9,4 | | |
| 6 | — | — | 68 | 58 | — | — | 6,6 | 3,8 | — | — | 1570 | 50 | — | 14,2 | | |
| 7 | — | — | 84 | 40 | — | — | 7,3 | 1,5 | — | — | 2780 | 70 | — | 10,3 | | |
| 8 | — | — | 105 | 55 | — | — | 8,3 | 1,9 | — | — | 1810 | 75 | — | 12,1 | | |
| 9 | — | — | 184 | 126 | — | — | 9,1 | 2,8 | — | — | 2440 | 45 | — | 14,7 | | |

uudistusalalla oli yli 2 500 kasvatuskelpoista tainta hehtaarilla.

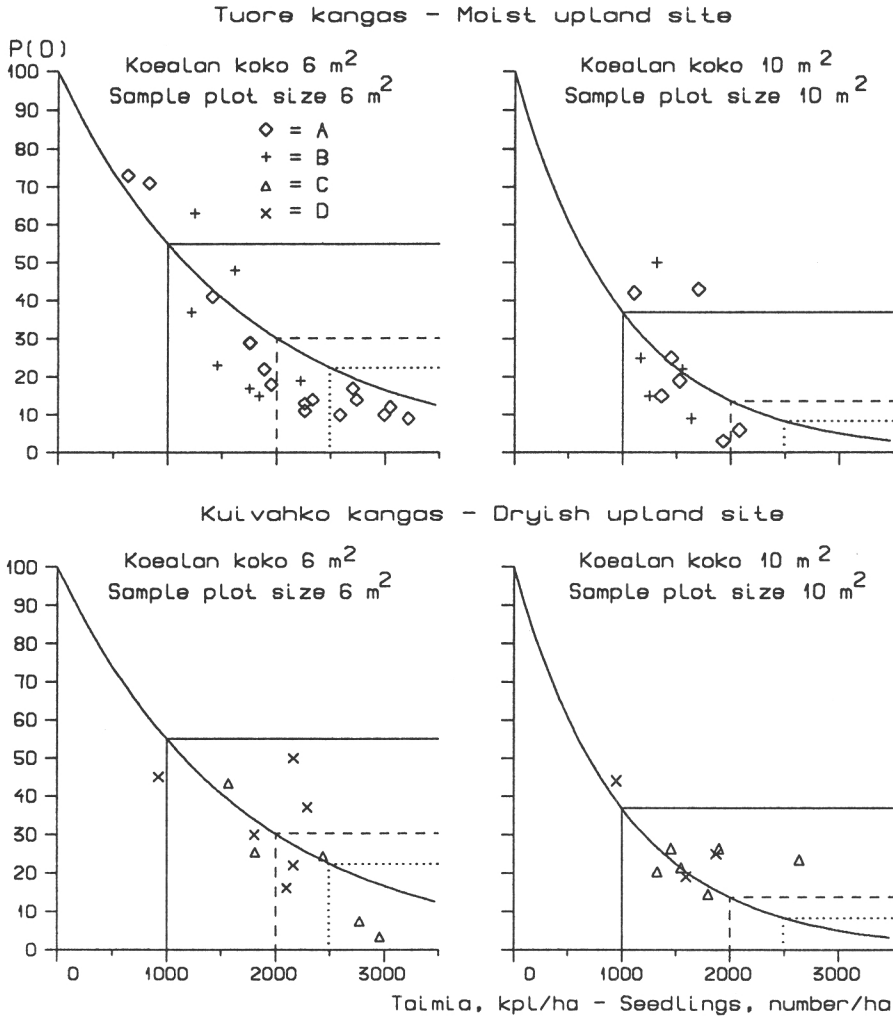
Kasvatuskelpoisten taimien pituuskehitys oli auraus- ja äestysaloilla likimain yhtäläistä (taulukko 6). Samoin kasvatuskelpoiset taimet olivat iältään keskimäärin samanikäisiä niin auraus- kuin äestysaloilla. Uudistumisaika, jolla tarkoitetaan taimikon keski-ikänsä sen kaksinkertaisen hajonnan summaa tietys- sä pituusvaiheessa (Räsänen ym. 1985 s. 19), oli molemmilla muokkauksilla keskimäärin 10–11 vuotta. Aurausalalla uudistumisajan vaihtelu kohteelta toiselle oli hieman pienempää kuin äestysaloilla, mikä osoittanee ennen uudistamistoimenpiteitä syntyneiden taimien suurta merkitystä äestysaloilla. Aurausalalla taimikko koostui suurelta osin muokkauksen jälkeen syntyneistä taimista.

Kuivahkon kankaan äestysaloilla kasvatuskelpoisten taimien niin keskipituus- kuin ikäjakauksinkin oli selvästi laajempi kuin tuoreen kankaan äestys- tai aurausalalla. Karulla kasvupaikalla uudistuminen tapahtuu hitaammin kuin viljavalla kasvupaikalla. Uudistumisaikaksi saatiin kuivahkon kankaan äestysaloilla metrin keskipituusvaiheessa 12–14 vuotta, mikä on hieman enemmän kuin tuoreella kankaalla auraus- tai äestysaloilla havaittu uudistumisaika (11–13 vuotta).

352. Taimikon tasaisuus ja kehityskelpoisuus

Jokaisesta taimikosta löytyi koealoja, joilla ei ollut yhtään kasvatuskelpoiseksi luokiteltavaa tainta (kuva 10). Niiden koealojen osuus, joilla ei ollut kasvatuskelpoisia taimia lainkaan, vaihteli aurausalalla 2:sta 73 %:iin. Keskimäärin tyhjiä koealoja oli aurausalalla inventointikoealan koosta riippuen 16:sta 25 %:iin (10–6 m²-koeala). Tuoreen kankaan äestysaloilla vastaavat keskiarvot olivat 25 ja 30 %. Kuivahkolla kankaalla istutustaimikot olivat melko tasaisia, keskimäärin joka viides koeala oli tyhjä. Kylvöalat sen sijaan olivat melko aukkoisia, sillä tyhjiä koealoja oli keskimäärin 24:stä 33 %:iin koealan koon mukaan vaihdellen.

Taimikoiden kehityskelpoisuuden kriteereinä pidettiin kasvatuskelpoisten taimien määrää ja taimikon aukkoisuutta. Aurausalalla joka neljännen taimikon (25 %) tiheys ylitti 2 500 tainta. Äestysaloilla yhtä tiheitä ja riittävän tasaisia taimikoita oli vain kahdella kuivahkon kankaan uudistusalalla (7 %). Tilajärjestykseltään riittävän tasaisia taimikoita, joissa kasvatuskelpoisia taimia oli 2 000–2 500 kpl/ha, oli aurausalasta 15 ja äestysaloista 13 %. Taimikoita, joissa tiheys jäi alle 2 000 kasvatuskelpoisen taimen oli aurausalasta 60 ja äestysaloista 80 %. Näistä neljä auraus- (17 %) ja neljä äestysalaa (13 %) oli erityisen harvoja tai tilajärjestykseltään hyvin epätasaisia.



Kuva 10. Uudistusalojen jakauma kasvatuskelpoisten taimien määrän ja taimikon aukkoisuuden mukaan (A, B, C ja D kuten kuvassa 4).
 Fig. 10. Distribution of regeneration areas based on the number of viable plants and openings in the plantation (A, B, C and D as in fig. 4).

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Muokkausjäljen peittävyys oli tutkituilla auras- ja äestysaloilla samaa luokkaa. Molemmilla menetelmillä käsitellyn maan pinnan osuus oli keskimäärin 44 %. Äestysjälkeä voitaneen pitää keskinkertaisena, mutta aurasjäljen peittävyys jäi normaalia pienemmäksi (Hämäläinen ja Kaila 1987, Saksa 1987). Muokkausjälki oli heikointa painanteissa, joissa ilmeisesti normaalia paksumpi humuskerros heikensi muokkauksen tehok-

kuutta. Uudistusalojen kumpareet ja tasamaat olivat yleensä kaikkein peittävimmin muokattuja, koska niillä ilmeisesti on ollut vähiten muokkausta haittaavia maastoesteitä. Maaperän kivisyys osoittautui tässä tutkimuksessa muokkausjälkeä heikentäväksi tekijäksi, vaikka inventoidut uudistusalat olivat suurimmalta osaltaan vähäkivisiksi luokiteltuja.

Maalajijakaumaltaan tutkitut alat olivat

suurimmaksi osaksi moreenimaita. Lajittuneilla mailla muokkausjälki oli hieman peittävämpi kuin moreenimailla, mikä selittynee juuri lajittuneiden maiden kivettömyydellä. Turvepintaisilla maastonkohdilla muokkausjälki jäi keskimääräistä heikommaksi niin kuin myös paksuhumuksisilla, kuntaantuneilla uudistusaloilla. Samoin muokkauksen peittävyys oli pienempi runsaspuustoiseen, kuusivaltaiseen metsään tehdyllä uudistus-alalla kuin vähäpuustoisella ja mäntyvaltaisella uudistus-alalla. Tällöin ilmeisesti kantojen runsaus sekä männyn ja kuusen juuristojen rakenne-erot ovat vaikuttaneet muokkausjäljen muodostumiseen (Hämäläinen ja Kaila 1985). Auratut kohteet olivat hieman vähäkivisempiä ja soistuneempia kuin äestysalat, mikä vastaa yleistä käsitystä auras- ja äestyskohteista (Metsänviljelyn... 1979). Sen sijaan humuskerros oli äestysaloilla keskimäärin paksumpi kuin aurasaloilla.

Pintakasvillisuus peitti äestysjäljen huomattavasti nopeammin kuin aurasjäljen. Tutkituilla 5—10-vuotiaalla muokkauksilla oli vain 2—7 % sellaisia koaloja, joilla ei vielä ollut peittävää pintakasvillisuutta. Viljavalla kasvupaikalla aurasjälkikin peittyi pintakasvillisuuteen jo muutaman vuoden kuluttua muokkauksesta (Kellomäki 1972). Muokkauksessa paljastuneelle kivennäismaalle ilmestyy ensimmäisenä karhunsammal (Ferm ja Sepponen 1981). Inventoiduilla koaloilla karhunsammalta oli yleensä sitä enemmän mitä suurempi osa koalasta oli muokattu. Kenttäkerros muodostuu avohakkuun ja maanmuokkauksen jälkeen useimmiten metsälauhasta ja -kastikasta.

Niin havu- kuin lehtipuidenkin taimettuminen on parhainta muokkauksessa paljastuneella tai rikkoutuneella kasvualustalla. Taimettumisen kannalta epäedullisimmiksi kohteiksi osoittautuivat koalat, joilla metsälauhaa esiintyi runsaasti. Nämä koalat saattoivat olla myös keskimääräistä heikommin muokattuja (ks. Ferm ja Sepponen 1981), vaikka metsälauhan ja -kastikan esiintyminen ei tutkitussa aineistossa korreloinut muokkauksen tehokkuuden suhteen. Taimiainesta oli aurasaloilla likimain kaksinkerroin äestysaloihin verrattuna. Taimiaineksen esiintymisessä oli erittäin suurta vaihtelua uudistusalojen välillä.

Kaikki inventoidut uudistusalat oli viljelty männylle 1—2 vuoden kuluttua muokkauksesta. 1970-luvulla voimassa olleet normit istutustiheydestä edellyttivät 2 000 taimen is-

tuttamista hehtaarille, mutta istutusten perustamistiheyttä ei tässä tutkimuksessa voitu määrittää. Inventointiajankohtana, jolloin oli kulunut 4—12 vuotta viljelytyöstä, viljelytaimien määrä vaihteli 380:sta 2 790 kpl:een/ha. Erityisesti vuoden 1978 istutusten tulos oli merkittävästi muiden vuosien tulosta huonompi. Vuoden 1978 istutetuissa taimikoissa oli vajaa 900 tainta elossa viiden vuoden kulluttua viljelystä. Samoin vuonna 1976 istutetut taimikot olivat kahta poikkeuksellisen hyvin onnistunutta viljelystä lukuunottamatta harvoja. Edellä mainitut vuodet 1978 ja 1976 olivat 1970-luvun kylmimmät ja kuivimmat tutkimusalueella (Suomen meteorologinen vuosikirja 1970...1979). Erityisesti vuoden 1978 toukokuu ja kesäkuun alkupuoli olivat poikkeuksellisen vähäsateisia tutkimusalueella, mikä ilmeisesti on heikentänyt viljelytulosta.

Keski-Suomessa samaan aikaan tehdyssä inventoinnissa (Saksa 1987) todettiin istutustaimien määrän olleen hieman korkeamman kuin nyt tutkituilla aloilla. Tämä istutustuloksissa oleva ero saattaa selittyä näiden läänien metsämaiden viljavuuseroilla. Etelä-Savon metsämaat ovat suurelta osin melko tuoreita kaskimaita, kun osa Keski-Suomen läänistä sijaitsee jo karuhkolla vedenjakajaseudulla, missä männyn luontaiset kasvuedellytykset ovat paremmat kuin viljavilla mailla.

Auratuilla viljavilla uudistusaloilla oli hieman enemmän istutustaimia kuin vastaavilla äestysaloilla, mutta istutustulosten välinen ero eri muokkauksilla ei ollut tilastollisesti merkittävä. Monissa tutkimuksissa on voimakkaalla maan käsittelyllä saavutettu kevyempää muokkausta parempi istutustulos erityisesti viljavilla kohteilla (esim. Raulo ja Rikala 1981) tai maalajiltaan männyn kasvatukselle hankalissa olosuhteissa (esim. Laiho 1984, Mälkönen 1983). Em. uudistuskohteilla, joilla männynviljely vaatii onnistuakseen hyvin tehokkaan maan käsittelymenetelmän ja joilla männyn laatukehitystä ei voida turvata (Laiho 1984), kannattanee jo harkita kohteen uudistamista vaihtoehtoisesti kuuselle tai koivulle (ks. Valtanen ja Engberg 1987).

Viljelytaimien lisäksi uudistusaloilla oli vaihteleva määrä luontaisia havupuiden taimia. Luontaisia männyntaimia oli tuoreen kankaan aurasilla lähes kaksikertaa enemmän ($\bar{x} = 1\ 160$ kpl/ha) kuin äestyksillä ($\bar{x} = 780$ kpl/ha). Kuivahkolla kankaalla männyntaimia oli äestysjäljessä lähes 2 500, kun

aurausjäljessä niitä oli 1 700 kpl/ha. Kuusen-taimien määrä oli myös suurin tuoreella kankaalla aurasjäljessä ja kuivahkolla kankaalla äestysjäljessä. Havupuiden luontainen taimettuminen vaatii viljavalla kasvupaikalla voimakkaan muokkauksen, mutta karulla maalla saadan parempi tulos kevyellä kuin voimakkaalla maan käsittelyllä (Saksa 1986, 1987).

Suuren uudistusalojen välisen vaihtelun vuoksi, ei niin istutustuloksessa kuin luontaisen taimien esiintymisessäkään, koivun taimettumista lukuunottamatta, ollut tilastollisesti merkitsevää eroa auruksen ja äestyksen välillä. Ainoastaan kasvupaikkojen väliset erot männyn ja kuusen taimettumisessa osoittautuivat merkittäviksi. Kuivahkon kankaan uudistusaloilla oli enemmän niin istutustaimia kuin luontaisiakin taimia, mutta vesakon tiheys oli viljavalla kasvupaikalla erittäin merkitsevästi suurempi kuin karulla kasvupaikalla.

Elossa olleiden istutustaimien tilajärjestys oli satunnaista tasaisempi (ks. Pohtila 1977, 1980). Istutustaimien tilajärjestys oli sekä äestys- että aurasaloilla hyvin samankaltainen muutamaa runsaasti luontaisia männyn-taimia sisältänyttä äestysalaa lukuunottamatta. Luontaiset taimet olivat syntyneet aurasaloille ryhmittäisempään tilajärjestykseen kuin äestysaloille. Tämä aiheutuu juuri auras- ja äestysjälkien erilaisuudesta. Vaikka aurasjälki on useimmiten peittävämpi kuin äestysjälki, eivät auruksessa syntyvä vako ja palteet ole kaikissa olosuhteissa otollisia taimettumisalustoja (esim. Ferm ja Sepponen 1981).

Uudistamistulokseen aiheuttivat vaihtelua myös uudistusosalalla aiemmin olleen puuston puulajisuudet sekä uudistusalaa ympäröivien metsiköiden laatu. Runsaspuustoisilla, kuusivaltaisilla uudistusaloilla jäivät taimimäärät heikon muokkausjäljen takia keskimääräistä pienemmiksi (Kinnunen ja Mäki-Kojola 1980a). Sen sijaan uudistusalan rajoittuminen siemennyskykyiseen reunametsään mahdollisimman suurelta osalta vaikutti luontaiseen taimettumiseen edullisesti (Kinnunen ja Mäki-Kojola 1980b).

Muokkausjäljen vaihtelu koealalta toiselle selitti kaikkein eniten istutustaimien määrää (Saksa 1987, 1988). Mitä pienempi osuus koealasta oli koskemattoman humuspiteen peittämä, sitä enemmän koealalla oli viljely-taimia. Korrelaatio selittyy suurelta osaltaan sillä, että viljelytiheys istutustyön helppouden

vuoksi on suurempi hyvin muokatuilla kohdilla kuin heikommin muokatuilla paikoilla (Saksa 1988). Äestysaloilla muokkausjäljen laatuun vaikuttavat tekijät, kuten humuksen paksuus ja maaperän kivisyys, selittivät osan viljelytuloksen vaihteluista. Uudistusalan keskiosissa oli viljelytaimia yleensä enemmän kuin laiteilla. Ilmeisesti reunametsän puuston varjostus ja juuristokilpailu ovat heikentäneet taimien elinolosuhteita uudistusalan reunavyöhykkeellä (Kinnunen ja Mäki-Kojola 1980a, Saksa 1985).

Männyn luontaista taimettumista sääтели voimakkaimmin muokkauksen peittävyys. Muokkauksesta kulunut aika, joka kuvaa muokkausjäljen taimettumisedellytysten muuttumista, selitti myös oleellisen osan männyn taimettumisen vaihtelusta. Reunametsäetäisyys ei aurasaloilla kovin merkittävästi rajoittanut männyn taimettumista (vrt. Saksa 1987). Ilmeisesti männyn siemenen leviäminen ei ole ollut taimettumista minimoivana tekijänä, mikä edelleen korostaa taimettumisalustan ensisijaista merkitystä männyn taimettumisessa. Kuivahkon kankaan uudistusaloilla männyn siemenestä on saattanut olla puutetta, koska reunametsän mäntypuuston määrä osoittautui merkittäväksi männyn taimettumista selittäväksi tekijäksi. Tutkittujen uudistusalojen reunametsät olivat pääosin kuusivaltaisia, mikä myös osaltaan selittää tässä yhteydessä reunametsätunnusten heikkoa selitysarvoa.

Kuusen taimettumista kuvaavissa regressiomalleissa reunametsäetäisyys ja reunametsän puustotunnukset selittivät voimakkaasti kuusen taimettumista. Muokkausjälkeä kuvaavista tunnuksista oli muokkauksesta kulunut aika useimmiten muokkauksen peittävyyttä parempi selittäjä. Yleensä taimimäärä kasvoi taimikon vanhetessa. Tuoreella kankaalla vesakon tiheys korreloi positiivisesti kuusen taimettumiseen, mikä osoittaa kuusen luontaista kykyä uudistua lehtipuuston alle.

Jopa 40 % kuusentaimista oli syntynyt ennen pätehakkuuta ja ilman varsinaisia uudistamistoimenpiteitä (ks. myös Räsänen ym. 1985). Männyn-taimista yhtä varhain syntyneiden taimien osuus jäi vajaaseen 10 %:iin. Kuusentaimien ikäjakauma oli myös toiselta laidaltaan männyn-taimien ikäjakaumaa laajempi, sillä kuusen uudistuminen jatkui uudistusaloilla mäntyä pidempään. Kuusi ei siten ole niin arka pintakasvillisuuden kilpailulle vanhenevassa muokkausjäljessä kuin

mänty.

Viljelytaimet olivat tuoreen kankaan auruilla aloilla kunnoltaan hieman parempia kuin vastaavilla äestysaloilla, mutta kuivahkolla kankaalla parhaat taimet olivat äestysaloilla, mikä vastaa aiempia tutkimustuloksia (ks. Pelkonen ym. 1982, Saksa 1987). Luontaiset männyntaimet olivat äestysaloilla kunnoltaan parempia kuin aurasaloilla kun taas kuusentaimit olivat elinvoimaisimpia aurasaloilla. Ilmeisesti aurasaloilla on runsaammin käyttökelpoisia ravinteita, mikä suosii kuusen menestymistä männyn kustannuksella.

Noin puolet istutustaimista oli erilaisten sienitautien runteleimia. Lähes 20 % istutustaimista oli hirven vaurioittamia. Keski-Suomessa tehtyyn inventointiin (Saksa 1987) verrattuna oli hirvien aiheuttamia vaurioita selvästi enemmän, mutta esim. Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella oli hirvivahinkoja vieläkin enemmän (Löyttyniemi ja Piisilä 1983). Pahimmat hirvien aiheuttamat tuhot olivat 6—7 vuotta vanhoilla aurasaloilla, joilla taimikot olivat juuri saavuttaneet hirvituhojen kannalta arimman pituusvaiheensa (Löyttyniemi ja Piisilä 1983). Pintakasvillisuus oli heikentänyt ennenkaikkea luontaisten männyntaimien kehitystä niin äestys- kuin aurasaloillakin. Istutustaimien kehitykseen pintakasvillisuuden rehevöityminen ei ollut juuri vaikuttanut, mikä onkin eräs maanmuokkauksen perustavoitteista.

Yli 90 % viljelytaimista oli istutettu muokatulle alustalle. Keskimääräistä maanpinnantasoa alemmaksi istutetut taimet olivat menestyneet muita heikommin. Maanpinnantasolle tai kohoumille humuksen ja mineraalimaan sekoitukseen viljeltyt taimet olivat menestyneet parhaiten. Maanmuokkauksen eräänä tavoitteena onkin luoda viljelykohtina edullisia kohoumia uudistusaloille (esim. Leikola 1974, Söderström 1976, Söderström ym. 1978, Lähde 1978). Nyt tutkituilla kohteilla vain joka kymmenes elossa ollut istutustaimi kasvoi kohoumalla. Yleensä äkeiden työjälkeen saadaan viljellä 20 % ja aurasäljessä jopa 90 % taimista kohoumille (Hämäläinen ja Kaila 1987).

Kasvatuskelpoisiksi arvioitujen taimien määrä vaihteli 640—3 050 taimeen hehtaarilla. Aurasaloilla kasvatuskelpoisia taimia oli keskimäärin 1 960 kpl/ha ja tuoreen kankaan äestysaloilla 1 520 kpl/ha. Näistä oli aurasaloilla keskimäärin 1 030 kpl/ha ja äestysaloilla 840 kpl/ha istutustaimia. Saman-

ikäisillä uudistusaloilla Keski-Suomessa oli selvästi enemmän kasvatuskelpoisia istutustaimia kuin nyt mitatuilla uudistusaloilla (Saksa 1987). Samoin Itä-Savossa vuoden 1978 istutukset muokkaamattomilla tai äestetyillä aloilla olivat 7 vuoden kuluttua viljelystä huomattavasti tiheämpiä (Lahti 1987). Kuivahkolla kankaalla 1 970 kasvatuskelpoisesta taimesta oli 1 100 istutettu. Kylvöaloilla, jotka olivat kokonaistiheydeltään istutusaloja harvempia, oli keskimäärin 720 kasvatuskelpoista kylvötainta. Kuivahkollakin kankaalla viljelytulos jäi viime vuosina Etelä-Suomesta saatuja tuloksia heikommaksi (ks. esim. Räsänen ym. 1985).

Viljelytuloksessa havaittu ero Keski-Suomessa tehtyyn vastaavaan inventointiin (Saksa 1987) verrattuna, selittynee osittain metsämaiden keskimääräisillä viljavuuseroilla ko. metsälautakunnissa (Metsätilastollinen... 1988). Etelä-Savon viljavat metsämaat eivät ilmeisesti ole yhtä soveliaita männynviljelykohteita kuin keskimäärin karummat Keski-Suomen vedenjakajaseudut. Erityisesti tuoreen kankaan kohteet olivat liian viljavat männyn kasvupaikoiksi, koska metsämaan aurauksellakaan ei voitu edistää männyntaimien kehittymistä. Ainakin osa tuoreen kankaan kohteista olisi pitänyt uudistaa joko kuuselle tai rauduskoivulle männyn sijasta.

Heikohkoa männynviljelytulosta täydensi melko runsas luontainen taimettuminen. Kaikkien kasvatuskelpoisten taimien keskimäärä vaihteli kasvupaikoittain välillä 1 520—1 970 kpl/ha. Inventoitujen taimikoiden tiheys vastaa aiemmin muokkaamattomilta aloilta saatuja tuloksia (esim. Räsänen ym. 1985), mutta jää selvästi Keski-Suomen tuloksia pienemmäksi (Saksa 1987). Keski-Suomessa parempi viljelytulos ja erityisesti aurasaloilla kasvatuskelpoisten lehtipuiden suurempi määrä lisäsi taimikoiden tiheyttä. Nyt inventoiduilla aloilla jäi lehtipuiden taimikkoa täydentävä vaikutus lähes merkityksettömäksi. Luontaisten kasvatuskelpoisten taimien osuus (46 %) oli samaa suuruusluokkaa tai hieman suurempi kuin aiemmissa inventoinneissa (Räsänen ym. 1985, Saksa 1986, 1987), mikä osoittaa luontaisen taimettumisen erittäin suurta merkitystä muokatulle aloille perustettujen viljelytaimikoiden ”täydentäjänä”.

Luontaisen taimettumisen suuri merkitys muokatulla aloilla näkyi myös uudistusaikojen tarkastelussa. Räsänen ym. (1985) saivat keskipituudeltaan metrin mittaisille

tuoreen kankaan männyn istutustaimikoille uudistumisajaksi noin 9 vuotta, kun se nyt tutkituilla auras- ja äestysaloilla osoittautui olevan 11—13 vuotta. Ilmeisestikin uudistamisaika jää muokkaamattomilla aloilla, joita Räsänen ym. inventoimat alat pääosin olivat, lyhyemmäksi kuin muokatuilla aloilla, joilla luontainen taimettuminen on merkityksellämpää koko uudistamistulokselle kuin muokkaamattomilla aloilla. Lisäksi uudistamisaika on riippuvainen taimikoiden tiheyksistä sekä erityisesti viljelyn onnistumisesta ja ennen uudistamista syntyneen taimimateriaalin käyttökelpoisuudesta.

Taimikoiden kehityskelpoisuutta arvioitiin kasvatuskelpoisten taimien määrän ja taimikon aukkoisuuden perusteella. Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeiden mukaan tarkasteltuna 87 % taimikoista oli joko sellaisenaan tai täydennettyinä kehityskelpoisia (Yksityismetsien käsittelyohjeet 1987). Epäonnistuneiden taimikoiden (taimimäärä alle 900 tainta/ha) osuudeksi jäi näin ollen 13 % eli 7 uudistusala, joista neljä oli aurasaloja ja kolme äestysala. Nämä epäonnistuneet viljelty olivat pääosin tuoreen kankaan uudistusaloja kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee.

| | Riittävän tiheä | | Täydennettävä | | Epäonnistunut | |
|-----------------|-------------------|----|---------------|----|---------------|----|
| | I | II | I | II | I | II |
| | % uudistusaloista | | | | | |
| Tuore kangas | | | | | | |
| Auras | 66 | 44 | 17 | 39 | 17 | 17 |
| Äestys | 33 | 8 | 50 | 67 | 17 | 25 |
| Kuivahko kangas | | | | | | |
| Äestys, istutus | 64 | 45 | 36 | 55 | 0 | 0 |
| Äestys, kylvö | 56 | 33 | 33 | 45 | 11 | 22 |

I = Yksityismetsien käsittelyohjeet 1987
II = Ohjekirje 1985

Inventoitujen taimikoiden metsänhoidollinen tila oli selvästi heikompi kuin esim. Keski-Suomessa aiemmin inventoiduilla aloilla

(Saksa 1987). Toisaalta jos taimikoiden uudelleen perustamisrajana pidetään 700 tainta/ha (ks. Räsänen ym. 1985), jouduttaisiin uusintaviljelyyn vain kahdella aurasalalla (5 % inventoiduista tuoreen kankaan aloista). Räsänen ym. inventoinnissa epäonnistuneita männynviljelyä löytyi tuoreelta kankaalta hieman vähemmän eli 3 %.

Kun taimikoiden kehityskelpoisuutta arvioitiin metsähallituksen uusimpien ohjeiden (Ohjekirje ... 1985) perusteella, voitiin inventoiduista uudistusaloista hyväksyä 35 % sellaisenaan kehityskelpoisiksi ja joka toinen taimikko voitaisiin täydentää normien mukaiseksi. Kuitenkin uusintaviljelyn kohteeksi joutuisi vielä 16 % inventoiduista uudistusaloista, mikä on yli kolme kertaa enemmän kuin esimerkiksi Keski-Suomessa tehdyssä inventoinnissa (Saksa 1987). Jos Etelä-Suomessa tehdyn inventoinnin tulosta (Räsänen ym. 1985) tarkastellaan metsähallituksen uusien ohjeiden valossa, olisi epäonnistuneiden tuoreen kankaan männyn istutusten osuus likimain sama kuin tässä tutkimuksessa, sillä Etelä-Suomessa joka neljännellä uudistusalalla jäi kasvatuskelpoisten taimien tiheys alle 1 300 taimen/ha (Räsänen ym. 1985 s. 17).

Männikön tulevaa puuston laatua ajatellen, tutkitut uudistusalat olivat tiheydeltään harvoja. Eri tutkimuksien mukaan männyn kohtuullinen laatukehitys edellyttää tuoreella kankaalla vähintään 2 500—4 000 rungon hehtaaritheyttä (esim. Kellomäki ja Tuimala 1981, Huuri ym. 1987). Lisäksi osa tutkituista taimikoista oli perustettu männyn kasvatuksen kannalta liian viljavalle kasvupaikalle, mikä edelleen heikentää puuston laatukehitysedellytyksiä (ks. Turkia ja Kellomäki 1987).

5. YHDISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkasteltiin 5—13 vuotta vanhoille auratuille tai äestetyille männynviljelyaloille kehittyneiden taimikoiden tilaa Etelä-Savossa. Inventoidut taimikot arvottiin valtionmaiden osalta Mikkelin hoitoalueesta sekä yksityismaiden osalta Mikkelin, Piekämäen sekä Jäppilän metsänhoitoyhdistysten alueelta. Kaikkiaan inventoitiin kesällä

1983 23 aurattua ja 32 äestettyä männynviljelyalaa tuoreelta ja kuivahkolta kankaalta. Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoelamenetelmää, jossa koealan koko oli joko 6 tai 10 neliometriä. Inventoinnissa kerättiin tietoa uudistusalan lisäksi myös ympäröivistä reunametsistä.

Tutkimuksen päätulokset muodostuivat seuraaviksi:

1. Tutkituilla uudistusaloilla oli elossa keskimäärin 1 100—1 300 istutustainta/ha, joista kasvatuskelpoisiksi arvioitiin 840—1 100 kpl/ha. Maanmuokkausmenetelmällä ei ollut merkittävää vaikutusta männyn viljelytulokseen. Sen sijaan kuivahkolla kankaalla viljelytulos oli parempi kuin tuoreella kankaalla.
2. Elossa olleiden istutustaimien määrä vaihteli huomattavasti eri viljelyvuosien välillä. Erityisen heikosti olivat onnistuneet tarkastelujakson kuivimpien ja kylmimpien vuosien eli vuosien 1976 ja 1978 männynistutukset. Uudistusalalla istutustaimia oli yleensä sitä enemmän mitä peittävämmän se oli muokattu. Samoin reunametsän läheisyydessä istutustaimien määrä jäi yleensä heikommaksi kuin uudistusalan keski-osissa.
3. Uudistusalojen luontainen taimettuminen oli sitä runsaampaa mitä peittävämmän maa oli käsitelty ja mitä lähempänä siemennyskyky-

nen reunametsä sijaitti. Osa luontaisista taimista oli syntynyt ennen muokkausta, mutta pääosa niistä syntyi muutaman vuoden kuluessa maan muokkauksesta. Aurasaloilla taimettuminen jatkui huomattavasti pidempään kuin äestysaloilla. Luontaisia havupuiden taimia oli tuoreen kankaan aurasaloilla huomattavasti enemmän (keskimäärin 7 000 kpl/ha) kuin vastaavilla äestysaloilla (4 400 kpl/ha). Näistä yli 80 % oli kusia. Siemensyntyisiä lehtipuiden taimia uudistusaloilla oli vähänlaisesti.

4. Metsänuudistamisen tulos muodostui inventoituilla uudistusaloilla maanmuokkauksen avulla saadun luontaisen taimettumisen ansiosta paremmaksi, mihin aiemmissa, lähinnä muokkaamattomia aloja käsittäneissä inventoinneissa on päädytty. Kasvatuskelpoisiksi arvioituja taimia oli keskimäärin 1 520—1 970 kpl/ha, joista keskimäärin 45 % oli luontaisesti syntyneitä. Näistä metsiköistä, joissa tiheys nyt taimikkovaiheessa jäi keskimäärin alle 2 000 taimen/ha, ei tulevaisuudessa voitane saada laadultaan parasta mäntysahatavaraa.

KIRJALLISUUS

- BMDP statistical software manual. 1985. University of California Press. 735 s.
- Ferm, A. & Sepponen, P. 1981. Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years. *Folia Forestalia* 493. 19 s.
- Helimäki, U.I. 1967. Taulukoita ja karttoja Suomen sateoloista kaudelta 1931—1960. Tables and maps of precipitation in Finland, 1931—1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 66(2)—1966. Ilmatieteellinen keskuslaitos. 22 s.
- Huuri, O., Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. Summary: Effect of stand density on the quality of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685. 48 s.
- Hämäläinen, J. & Kaila, S. 1985. Metsämaan äestyksen ja aurauksen työvaikeustekijät, ajankäytön jakautuminen ja tuottavuus. Summary: Work difficulty factors, time distribution and productivity of forest site preparation with disc ploughs and wing ploughs. Metsätehon tiedotus — Metsäteho Report 393. 16 s.
- & Kaila, S. 1987. Maaston vaikutus maanmuokauslaitteiden työjälkeen. Summary: Effect of terrain on work quality of different site preparation machines. Metsätehon tiedotus — Metsäteho Report 399. 15 s.
- Kaila, S. & Päivänen, J. 1981. Metsämaanmuokkauksen suoritelmät ja konekalusto vuosina 1976—1979.

Summary: Forest soil cultivation areas and machinery in 1976—1979. *Silva Fennica* 15(3): 332—346.

- Kellomäki, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusaloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 8. 56 s.
- Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männikössä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pines. *Folia Forestalia* 478. 27 s.
- Kinnunen, K. & Mäki-Kojola, S. 1980a. Männyn luontaisen uudistamisen vaikuttavista tekijöistä. Tutkimuspäivän esitykset. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9: 1—12.
- & Mäki-Kojola, S. 1980b. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- Lahti, J. 1983. Vuosina 1979 ja 1983 istutettujen havupuutaimikoiden tila Itä-Savon piirimetsälautakunnassa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 59. 70 s.
- Laiho, O. 1984. Ongelmallisten metsänviljelykohteiden maanpinnan valmistus. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1983. Parkanon tutkimusasema. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137: 30—42.
- Leinonen, M. 1985. Istutustaimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä uudistusaloilla Mikkelin hoitoalueessa. Metsänhoitotieteen pro gradu-tö maatalous- ja metsätieteiden kandidaatin tutkintoa varten.

- Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella. 138 s. + liite.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effects of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in Northern Finland. *Communications Institut Fenniae* 84(2) 64 s.
- Lähde, E. 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien kehitykseen. Summary: Effect of soil treatment on physical properties of the soil and on development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Communications Institut Fenniae* 94(5) 59 s.
- Löytyniemi, K. & Piisilä, N. 1983. Hirvivaingot männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces Alces*) damage in young pine plantations in the forestry board district Uusimaa-Häme. *Folia Forestalia* 553. 25 s.
- Metsänviljelyn suunnittelu ja toteutus. 1979. Metsätehon opas. Helsinki. 40 s.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1987. 1988. Yearbook of forest statistics 1988. *Folia Forestalia* 715. Official Statistics of Finland XVII A: 19. 245 s.
- Mäkelä, R. 1987. Muokatuille metsänuudistusaloille viljeltyjen männyn taimikoiden alkukehitys Etelä-Savon yksityismetsissä. Metsänhoitotieteen pro gradu -työ maatalous- ja metsätieteiden kandidaatin tutkintoa varten. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella. 111 s. + liite.
- Mälkönen, E. 1983. Maan kunnostaminen metsänuudistamisessa. Teoksessa: Metsäntutkimuspäivä Joensuussa 15.11.1983. Tavoitteena kehityskelpoinen taimikko — onko metsänuudistaminen kaavamaisista. Joensuun tutkimuskeskus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 124: 6—16.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Etelä-Suomen piirikunnassa. Metsähallitus. Helsinki, 3.5.1985. N:o Mh. 111. 27 s + 2 liitettä.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Summary: Survival of pine on reforested sites in northern Finland. *Folia Forestalia* 511. 23 s.
- Pohtila, E. 1977. Taimiston inventoinnin tarkkuus. Summary: Accuracy of regeneration surveys. *Communications Institut Fenniae* 92(2). 43 s.
- 1982. Havainnot taimikoiden ja nuorten metsien tilajärjestyksen kehityksestä Lapissa. Summary: Spatial distribution development in young tree stands in Lapland. *Communications Institut Fenniae* 98(1). 35 s.
- Raulo, J. & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyillä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. *Folia Forestalia* 462. 13 s.
- Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories in 1978—1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- Saksa, T. 1985. Aukon koon ja reunametsän sijainnin vaikutus metsän uudistumisen edellytyksiin. Teoksessa: Saksa, T. (toim.) Varttuneen metsän metsänhoidollisen käsittelyn vaihtoehdoista. Vesijaolla 7.—9.5.1984 pidetyn koulutus ja neuvottelupäivän alustukset. Metsänhoidon tutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182: 51—59.
- 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The development of Scots pine plantation on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland. *Folia Forestalia* 644. 60 s.
- 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äesetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland. *Folia Forestalia* 702. 39 s.
- 1988. Viljelytiheys ja istutustaimien kunto Suonenjoella kesällä 1987. Suonenjoen tutkimusasema. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 289. 26 s.
- Suomen meteorologinen vuosikirja 1970...1979. Osa 1a — Ilmastohavainnot 1970...1979. — Meteorological yearbook of Finland 1970...1979. Volumes 70...80.
- Söderström, V. 1976. Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen. Summary: Analysis of the effects of scarification before planting conifers on some newly clearfelled areas in Sweden. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 74 (2—3): 1—333.
- Bäcké, J., Byfalk, R. & Jonsson, C. 1978. Jämförelse mellan plantering in jordrabatter och efter andra markberedningsmetoder. Skogshögskolan, Institution för Skogskötsel. Rapporter och Uppsatser 11.
- Turkia, K. & Kellomäki, S. 1987. Kasvupaikan viljavuuden ja puuston tiheyden vaikutus nuorten mäntyjen oksien läpimitaan. Abstract: Influence of the site fertility and stand density on the diameter of branches in young Scots pine stands. *Folia Forestalia* 705. 16 s.
- Valtanen, J. & Engberg, M. 1987. Vuosina 1970—72 perustetun aurausalueiden metsänviljelyn tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970—72. *Folia Forestalia* 686. 42 s.
- Yksityismetsien käsittelyohjeet. *Tapio* 1/1987. 24 s.

Total of 37 references

SUMMARY

State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland

The development of plantations established on ploughed or harrowed (disc trenched) sites in central Finland was examined in the study. Most of the examined plantations were 5—10 years old. The inventory covered 23 ploughed and 32 harrowed regeneration areas that were measured on moist or dryish upland sites in summer 1983. Circular plot method with sample plot sizes of 6 or 10 m² sited along the inventory line was used. Information about the bordering stands was also collected during the plantation inventory work.

The main results of the study were as follows:

In the examined reforestation areas there were about 1 100—1 300 living transplants/ha. Of these, 840—1 100 transplants were regarded as viable seedlings. The planting result was almost the same in ploughed and harrowed areas, but on the dryish upland sites it was better than on the moist upland sites.

The number of living transplants varied considerably between different planting years. The planting result was extremely low in plantations established in summers 1976 or 1978 which were the driest and coldest years in the 1970's. The number of transplants varied

also according to the efficiency of scarification (proportion of soil surface disturbed by scarification) and distance to the border stand. There were usually more transplants in the center of the regeneration area than near the forest border.

Natural seedling regeneration depended a lot especially on the time since the site preparation, efficiency of scarification, distance to the border stand and quality of border stand. Part of the naturally regenerated seedlings were established prior to scarification but most of them were born a few years after scarification. Natural seedling regeneration continued longer on the ploughed areas than on the harrowed ones. The number of naturally regenerated seedlings was about 7 000/ha on the ploughed areas and about 4 400/ha on the harrowed ones. Most, over 80 %, of these were spruces. There were hardly any hardwood seedlings developed from seed on these regeneration areas.

Compared to earlier inventories carried out mainly in unprepared areas, the result of the whole forest regeneration chain was better. This was due to the natural seedling regeneration, which was so abundant because of scarification. The mean number of all types of viable seedlings was 1 520—1 970/ha. 45 % of the viable seedlings had regenerated naturally. The future wood quality in these stands with stand densities lower than 2 000/ha at the seedling stage will not be very good.

Liite 1. Tutkittujen uudistusalojen yleistiedot ja taimimäärät (kpl/ha) puulajeittain.

Appendix 1. General information and seedling densities by tree species (number/ha) of the examined regeneration areas.

| Taimikon ikä Age of plantation | Taimikon numero Plantation number | TAIMIAINES - Mänty Pine | | SEEDLING MATERIAL - Kuusi Spruce | | Koivu Birch | | TAIMET - Mänty istutus Pine planted | | Pine luontainen natural | | SEEDLINGS - Kuusi Spruce | | Rauduskoivu Silver birch | | Hieskoivu White birch | | VESAT Sprouts | |
|---|--------------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|----------------|---------------|--|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ | \bar{X} | $S_{\bar{X}}$ |
| | | Aurusalat - Ploughed areas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Y 7 | 340 | 240 | 11380 | 3740 | 2590 | 810 | 1580 | 160 | 2330 | 470 | 16700 | 4240 | 430 | 160 | 260 | 110 | 29740 | 3200 |
| | Y 9 | 1860 | 830 | 12560 | 4000 | 10470 | 3470 | 1080 | 220 | 3100 | 570 | 13840 | 4290 | 230 | 90 | 930 | 290 | 35270 | 4170 |
| 6 | Y 3 | 0 | 0 | 23290 | 4010 | 14000 | 3250 | 1090 | 140 | 550 | 160 | 11330 | 1860 | 120 | 120 | 0 | 0 | 27140 | 3190 |
| | Y 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2950 | 1520 | 380 | 120 | 790 | 300 | 110 | 60 | 40 | 40 | 40 | 40 | 22540 | 2400 |
| 7 | Y 2 | 0 | 0 | 9090 | 3250 | 10230 | 5080 | 1170 | 190 | 300 | 110 | 1740 | 810 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18300 | 2380 |
| | V 10 | 380 | 380 | 2450 | 1200 | 13020 | 5540 | 1450 | 170 | 940 | 160 | 570 | 140 | 280 | 80 | 110 | 60 | 9060 | 1030* |
| | V 12 | 190 | 190 | 190 | 190 | 770 | 460 | 830 | 130 | 630 | 120 | 130 | 60 | 40 | 30 | 0 | 0 | 7230 | 1380 |
| | Y 16 | 940 | 770 | 9810 | 5140 | 12450 | 6220 | 1100 | 180 | 1480 | 350 | 1160 | 430 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20440 | 3490 |
| | V 21 | 1230 | 560 | 4770 | 1530 | 10620 | 3010 | 1260 | 130 | 1230 | 200 | 750 | 160 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10430 | 1120* |
| | V 28 | 630 | 310 | 2700 | 910 | 10160 | 3000 | 1720 | 240 | 480 | 230 | 1320 | 310 | 560 | 130 | 1880 | 350 | 14680 | 2330 |
| 8 | V 9 | 1960 | 1230 | 10390 | 4180 | 60 | 650 | 1000 | 150 | 610 | 140 | 1390 | 320 | 180 | 70 | 220 | 70 | 13330 | 2520* |
| | Y 11 | 3150 | 980 | 5200 | 1510 | 6710 | 3030 | 2190 | 430 | 2990 | 370 | 550 | 220 | 110 | 50 | 160 | 120 | 15300 | 2290 |
| | V 29 | 360 | 250 | 14642 | 6450 | 9640 | 4320 | 830 | 170 | 150 | 60 | 1990 | 410 | 540 | 150 | 1610 | 300 | 21160 | 1710 |
| 9 | V 11 | 810 | 370 | 5000 | 2300 | 3510 | 1100 | 1120 | 110 | 850 | 140 | 5660 | 750 | 30 | 20 | 10 | 10 | 7700 | 930 |
| | Y 13 | 2380 | 840 | 2740 | 1200 | 7500 | 2600 | 1840 | 160 | 1920 | 310 | 2000 | 420 | 40 | 30 | 20 | 20 | 16670 | 2050 |
| | V 15 | 230 | 160 | 2530 | 740 | 340 | 200 | 1250 | 110 | 400 | 70 | 5410 | 840 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5000 | 540 |
| 10 | V 18 | 210 | 210 | 830 | 500 | 0 | 0 | 1280 | 180 | 310 | 110 | 4340 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21880 | 1820 |
| | V 17 | 0 | 0 | 590 | 590 | 0 | 0 | 1720 | 220 | 490 | 180 | 2740 | 560 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19970 | 1720 |
| | Y 18 | 160 | 160 | 4350 | 1420 | 9840 | 3750 | 1160 | 200 | 4490 | 610 | 9250 | 1680 | 0 | 0 | 80 | 60 | 32800 | 2850 |
| 11 | V 22 | 130 | 130 | 2340 | 800 | 3510 | 1010 | 1820 | 210 | 2100 | 260 | 8200 | 1040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29440 | 1610 |
| | V 30 | 0 | 0 | 220 | 220 | 650 | 650 | 1490 | 170 | 620 | 210 | 3650 | 860 | 400 | 140 | 1450 | 440 | 8150 | 1500 |
| 12 | V 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1030 | 100 | 300 | 70 | 1110 | 220 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12130 | 1260 |
| 13 | V 31 | 0 | 0 | 570 | 570 | 1080 | 190 | 1050 | 280 | 1050 | 280 | 3430 | 730 | 2860 | 540 | 950 | 370 | 13330 | 1680 |
| Äestys tuore kangas - Harrowed moist upland site | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Y 1 | 0 | 0 | 5770 | 1770 | 18850 | 5730 | 910 | 100 | 600 | 170 | 7370 | 1260 | 10 | 10 | 0 | 0 | 33670 | 1840 |
| | Y 8 | 1250 | 610 | 1090 | 550 | 2030 | 920 | 860 | 130 | 1220 | 340 | 310 | 110 | 30 | 30 | 0 | 0 | 11070 | 1800 |
| | V 14 | 180 | 170 | 1230 | 620 | 180 | 170 | 1260 | 120 | 100 | 40 | 820 | 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12190 | 1230 |
| 6 | Y 5 | 0 | 0 | 380 | 380 | 1350 | 780 | 1220 | 170 | 350 | 110 | 190 | 90 | 30 | 30 | 0 | 0 | 12820 | 199 |
| | Y 15 | 2290 | 750 | 6870 | 2520 | 5000 | 1690 | 920 | 110 | 1830 | 460 | 1620 | 440 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5210 | 870 |
| | V 26 | 170 | 170 | 5000 | 1640 | 5860 | 1830 | 890 | 140 | 290 | 90 | 8420 | 2090 | 430 | 170 | 1470 | 360 | 8850 | 1490 |
| 7 | Y 4 | 450 | 320 | 7730 | 3430 | 1140 | 810 | 1670 | 270 | 420 | 200 | 2390 | 980 | 110 | 80 | 0 | 0 | 12120 | 2740 |
| | V 14 | 0 | 0 | 1210 | 730 | 1510 | 1080 | 1450 | 150 | 1120 | 250 | 940 | 310 | 30 | 30 | 30 | 30 | 9240 | 2130 |
| | V 24 | 720 | 340 | 310 | 180 | 1550 | 580 | 1360 | 140 | 330 | 80 | 1750 | 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27420 | 1920 |
| 8 | V 13 | 520 | 290 | 2930 | 1130 | 0 | 0 | 830 | 130 | 430 | 100 | 1220 | 580 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11030 | 990 |
| | Y 19 | 210 | 210 | 1910 | 1500 | 2130 | 1380 | 960 | 170 | 850 | 180 | 10320 | 2920 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14540 | 2540 |
| 9 | Y 10 | 360 | 250 | 1640 | 680 | 1820 | 780 | 1180 | 180 | 1910 | 450 | 7850 | 1640 | 30 | 30 | 60 | 40 | 9700 | 1310 |
| Äestys kuivahko kangas, istutus - Harrowed dryish upland site, planting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | V 8 | 2667 | 920 | 1110 | 650 | 220 | 220 | 1270 | 160 | 4530 | 730 | 510 | 130 | 130 | 80 | 240 | 70 | 5220 | 930 |
| | V 25 | 8860 | 2490 | 0 | 0 | 12290 | 5000 | 2050 | 260 | 11810 | 1360 | 360 | 140 | 380 | 120 | 1000 | 270 | 1430 | 640 |
| 6 | V 3 | 0 | 0 | 420 | 420 | 2080 | 1200 | 1460 | 300 | 2250 | 500 | 120 | 90 | 40 | 40 | 0 | 0 | 9420 | 2050 |
| | V 6 | 11390 | 2960 | 1390 | 580 | 1844 | 1370 | 670 | 130 | 8220 | 1200 | 640 | 330 | 80 | 50 | 0 | 0 | 6000 | 1470 |
| | V 7 | 1340 | 490 | 2680 | 1060 | 730 | 520 | 790 | 100 | 3760 | 400 | 770 | 170 | 120 | 40 | 160 | 60 | 4210 | 550 |
| | Y 22 | 140 | 140 | 3700 | 1500 | 0 | 0 | 1030 | 100 | 820 | 190 | 1520 | 340 | 10 | 10 | 0 | 0 | 9250 | 870 |
| 7 | V 20 | 0 | 0 | 370 | 370 | 0 | 0 | 1570 | 170 | 770 | 240 | 4780 | 1790 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23920 | 2730 |
| 8 | Y 12 | 580 | 280 | 1880 | 590 | 3330 | 1180 | 1300 | 150 | 700 | 140 | 2680 | 930 | 20 | 20 | 50 | 30 | 19570 | 1890 |
| | V 27 | 330 | 230 | 3280 | 1300 | 6230 | 3500 | 2790 | 300 | 850 | 200 | 2360 | 410 | 440 | 110 | 1170 | 230 | 11610 | 1400 |
| 9 | Y 6 | 120 | 120 | 7910 | 1870 | 460 | 280 | 1100 | 140 | 2640 | 290 | 16610 | 2370 | 60 | 30 | 20 | 20 | 2810 | 520 |
| | V 23 | 560 | 340 | 4510 | 1600 | 9300 | 2530 | 1110 | 120 | 730 | 170 | 4650 | 710 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13170 | 1210 |
| Äestys kuivahko kangas, kylvä - Harrowed dryish upland site, sown | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Y 28 | 1820 | 810 | 10000 | 3190 | 300 | 300 | 2220 | 710 | 1160 | 420 | 5450 | 2110 | 0 | 0 | 50 | 50 | 19950 | 1710 |
| 6 | Y 23 | 200 | 200 | 3920 | 2050 | 0 | 0 | 2420 | 490 | 950 | 240 | 3140 | 670 | 130 | 80 | 30 | 30 | 6700 | 740 |
| | Y 29 | 730 | 440 | 3640 | 1570 | 2540 | 1010 | 1300 | 310 | 790 | 180 | 2330 | 370 | 3180 | 490 | 760 | 210 | 11210 | 1890 |
| 7 | Y 20 | 180 | 160 | 2660 | 1120 | 10470 | 9380 | 1780 | 260 | 420 | 90 | 390 | 90 | 20 | 20 | 0 | 0 | 6870 | 530* |
| | Y 25 | 390 | 280 | 9610 | 3430 | 7840 | 3280 | 1140 | 400 | 290 | 120 | 3100 | 510 | 420 | 140 | 520 | 170 | 23040 | 3040 |
| 8 | Y 26 | 220 | 220 | 5330 | 4040 | 7780 | 3150 | 960 | 250 | 1040 | 210 | 4740 | 980 | 330 | 120 | 1560 | 530 | 30370 | 3690* |
| | Y 27 | 850 | 690 | 340 | 240 | 510 | 370 | 2420 | 220 | 1610 | 330 | 1170 | 300 | 70 | 40 | 0 | 0 | 1860 | 420 |
| 9 | Y 21 | 310 | 310 | 1670 | 1600 | 0 | 0 | 2130 | 710 | 680 | 180 | 1150 | 320 | 100 | 70 | 0 | 0 | 15890 | 1870* |
| | Y 24 | 4170 | 1300 | 10420 | 3230 | 0 | 0 | 4830 | 680 | 1980 | 240 | 770 | 160 | 1560 | 330 | 210 | 60 | 4790 | 730 |

1) Y = yksityismaat - private land

V = valtionmaat - state owned land

*) kasvupaikka osittain kuivahko kangas - partly dryish upland site

Liite 2. Istutustuloksen ja taimettumisen vaihtelun kuvaamisessa käytettyjen muuttujien korrelaatiomatriisi (2a), regressiomallien kertoimet t-arvoineen sekä mallien f-arvot ja selitysasteet (2b).
Appendix 2. The correlationmatrix for the variables which were used to describe variation in the number of transplants and natural seedlings (2a), regression coefficients with their t-values, the f-values and the coefficients of determination for these regression models (2b).

Liite 2a.
Appendix 2a.

| | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | x ₁ | x ₂ | x ₃ | x ₄ | x ₅ | x ₆ | x ₇ | x ₈ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Y ₁ | 1,000 | | | | | | | | | | |
| Y ₂ | ,068 | 1,000 | | | | | | | | | |
| Y ₃ | ,093 | ,094 | 1,000 | | | | | | | | |
| x ₁ | ,047 | -,064 | ,038 | 1,000 | | | | | | | |
| x ₂ | ,048 | -,084 | ,032 | ,962 | 1,000 | | | | | | |
| x ₃ | -,118 | -,185 | -,138 | ,087 | ,158 | 1,000 | | | | | |
| x ₄ | ,097 | ,105 | ,036 | -,076 | -,108 | -,306 | 1,000 | | | | |
| x ₅ | -,074 | -,070 | ,007 | -,071 | -,045 | ,124 | -,028 | 1,000 | | | |
| x ₆ | ,036 | -,101 | -,109 | ,139 | ,160 | ,191 | -,169 | ,017 | 1,000 | | |
| x ₇ | ,009 | ,256 | ,082 | -,016 | ,017 | -,021 | ,012 | ,006 | ,062 | 1,000 | |
| x ₈ | -,022 | -,033 | ,149 | ,001 | -,003 | -,133 | ,067 | ,084 | ,033 | -,037 | 1,000 |

Y₁ = Istutustaimien määrä - Number of transplants (kpl/ha)
 Y₂ = Luontaisten männyntaimien määrä - Number of natural pine seedlings (kpl/ha)
 Y₃ = Luontaisten kuusentaimien määrä - Number of natural spruce seedlings (kpl/ha)
 x₁ = Viljelystä kulunut aika - Time since planting (a)
 x₂ = Muokkauksesta kulunut aika - Time since scarification (a)
 x₃ = Muokkaamattoman maanpinnan osuus - Proportion of undisturbed soil surface (%)
 x₄ = Maaperän kivisyys - Stonines of soil (cm)
 x₅ = Humuskerroksen paksuus - Thickness of humus layer (cm)
 x₆ = Reunametsäetäisyys - Distance to the border stand (m).
 x₇ = Reunametsän puuston tilavuus - Stocking of the border stand (m³/ha)
 x₈ = Vesakon tiheys - Number of sprouts (kpl/ha)

Regressiomalli - Regression model:

$$Y_i = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5 \log(x_5 + 1) + b_6 \log(x_6 + 1) + b_7x_7 + b_8 \log(x_8 + 1)$$

Parhaan mallin valintakriteeri -
Criterion for selection the best subset:

Mallows' C_p (1)

Tuore kangas

| | | b_i | s_{b_i} | t-arvo t-value | p_{hav} p_{Obs} | V. a. D. f. | F-arvo F-value | p_{hav} p_{Obs} | R^2 | |
|-------|-------|-------|-----------|-------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------------------|-------|-----|
| A. | Y_1 | a | 800 | 174 | 4,59 | ,000 | 1057 | 26,35 | ,000 | ,07 |
| | | x_1 | 74,4 | 18,3 | 4,05 | ,000 | | | | |
| | | x_3 | -11,3 | 1,4 | -8,02 | ,000 | | | | |
| | | x_6 | 343 | 94,1 | 3,65 | ,000 | | | | |
| | Y_2 | a | 2080 | 596 | 3,49 | ,001 | 575 | 21,85 | ,000 | ,16 |
| | | x_2 | 78,2 | 51,9 | 1,51 | ,132 | | | | |
| | | x_3 | -30,5 | 3,8 | -7,98 | ,000 | | | | |
| | | x_5 | 957 | 357 | 2,68 | ,008 | | | | |
| | | x_6 | -568 | 246 | -2,30 | ,022 | | | | |
| | | x_8 | 160 | 65 | 2,46 | ,014 | | | | |
| | Y_3 | a | 14560 | 2925 | 4,98 | ,000 | 864 | 10,24 | ,000 | ,08 |
| | | x_2 | -422 | 231 | -1,82 | ,069 | | | | |
| x_3 | | -59,6 | 16,7 | -3,57 | ,000 | | | | | |
| x_4 | | -53,9 | 27,1 | -1,98 | ,048 | | | | | |
| x_5 | | 2684 | 1477 | 1,82 | ,070 | | | | | |
| x_6 | | -4636 | 1037 | -4,47 | ,000 | | | | | |
| x_7 | | 15,2 | 5,9 | 2,59 | ,010 | | | | | |
| x_8 | | 662 | 263 | 2,51 | ,012 | | | | | |
| B. | Y_1 | a | 1200 | 250 | 4,79 | ,000 | 745 | 6,20 | ,000 | ,03 |
| | | x_3 | -4,5 | 1,8 | -2,51 | ,012 | | | | |
| | | x_4 | 4,8 | 2,7 | 1,82 | ,068 | | | | |
| | | x_5 | -481 | 182 | -2,64 | ,009 | | | | |
| | | x_6 | 269 | 111 | 2,41 | ,016 | | | | |
| | Y_2 | a | 978 | 490 | 1,99 | ,047 | 491 | 10,94 | ,000 | ,04 |
| | | x_2 | 113 | 68 | 1,66 | ,097 | | | | |
| | | x_3 | -16,2 | 3,6 | -4,50 | ,000 | | | | |
| | Y_3 | a | 3091 | 2406 | 1,28 | ,199 | 729 | 10,15 | ,000 | ,05 |
| | | x_2 | 618 | 257 | 2,41 | ,016 | | | | |
| | | x_3 | -58,2 | 14,0 | -4,17 | ,000 | | | | |
| | | x_6 | -1373 | 876 | -1,57 | ,117 | | | | |
| x_7 | | 12,4 | 3,9 | 3,19 | ,001 | | | | | |

A = Aurasalat - Ploughed plots B = Äestysalat - Harrowed plots

$$1) C_p = (RSS/s^2) - (N - 2p')$$

RSS = mallin jäännöseliösumma - residual sum of squares

p'_2 = muuttujien lukumäärä mallissa - number of variables in the subset

s^2 = jäännöskeskineeliö mallissa, jossa kaikki muuttujat -

residual mean square based on regression using all independent variables

N = havaintojen lukumäärä - number of cases

Kuivahko kangas

| | | b_i | s_{b_i} | t-arvo t-value | p_{hav} p_{Obs} | V.a. D.f. | F-arvo F-value | p_{hav} p_{Obs} | R^2 | |
|----------------|----------------|----------------|-----------|-------------------|------------------------|--------------|-------------------|------------------------|-------|-----|
| A. | Y ₁ | a | 2803 | 760 | 3,69 | ,000 | 208 | 12,10 | ,000 | ,15 |
| | | x ₁ | -176 | 86 | -2,03 | ,044 | | | | |
| | | x ₃ | -16,9 | 3,1 | -5,42 | ,000 | | | | |
| | | x ₆ | 404 | 206 | 1,96 | ,052 | | | | |
| | Y ₂ | a | -3652 | 3235 | -1,13 | ,261 | 158 | 22,82 | ,000 | ,30 |
| | | x ₂ | 848 | 453 | 1,87 | ,063 | | | | |
| | | x ₃ | -26,5 | 9,6 | -2,76 | ,006 | | | | |
| | | x ₇ | 24,1 | 11,8 | 2,05 | ,042 | | | | |
| | Y ₃ | a | -3149 | 1778 | -1,77 | ,078 | 199 | 9,57 | ,000 | ,13 |
| | | x ₂ | 731 | 181 | 4,03 | ,000 | | | | |
| | | x ₆ | -1035 | 412 | -2,51 | ,013 | | | | |
| | | x ₈ | 135 | 93 | 1,46 | ,147 | | | | |
| B. | Y ₁ | a | 1543 | 274 | 5,64 | ,000 | 558 | 14,40 | ,000 | ,11 |
| | | x ₃ | -15,7 | 2,6 | -5,97 | ,000 | | | | |
| | | x ₄ | 11,3 | 3,5 | 3,20 | ,001 | | | | |
| | | x ₅ | -401 | 181 | -2,21 | ,027 | | | | |
| | | x ₆ | 456 | 138 | 3,31 | ,001 | | | | |
| | | x ₈ | 41,3 | 27,4 | 1,51 | ,132 | | | | |
| | Y ₂ | a | 16734 | 1248 | 13,40 | ,000 | 570 | 33,74 | ,000 | ,29 |
| | | x ₂ | -1092 | 110 | -9,91 | ,000 | | | | |
| | | x ₃ | -38,2 | 7,8 | -4,92 | ,000 | | | | |
| | | x ₄ | 18,0 | 8,9 | 2,02 | ,044 | | | | |
| | | x ₅ | -1627 | 570 | -2,85 | ,005 | | | | |
| | | x ₆ | -2376 | 402 | -5,90 | ,000 | | | | |
| | | x ₇ | 11,7 | 3,4 | 3,45 | ,001 | | | | |
| | | x ₈ | -321 | 81 | -3,97 | ,000 | | | | |
| | Y ₃ | a | 745 | 3178 | 0,23 | ,815 | 506 | 16,56 | ,000 | ,14 |
| | | x ₂ | 1480 | 318 | 4,66 | ,000 | | | | |
| | | x ₃ | -62,6 | 18,7 | -3,35 | ,001 | | | | |
| | | x ₆ | -3478 | 978 | -3,56 | ,000 | | | | |
| x ₇ | | 26,6 | 5,3 | 4,97 | ,000 | | | | | |
| x ₈ | | -301 | 199 | -1,51 | ,133 | | | | | |

A = Aurasalat - Ploughed plots B = Äestysalat - Harrowed plots

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 82 912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 1514 000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Field Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420



1989

- No 724 Kaunisto, Seppo: Jatkolannoituksen vaikutus puuston kasvuun vanhalla ojitusalueella.
Effect of refertilization on the development of pine stands in an old drainage area.
- No 725 Verkasalo, Erkki: Koeseulontamenetelmät metsähakkeen laadun arvioinnissa.
Test screening methods for evaluation of forest chip quality.
- No 726 Lehto, Tarja: Männyntaimien mykorritsat keskustaimitarhoilla.
Mycorrhizal status of Scots pine nursery stock in Finland.
- No 727 Kinnunen, Kaarlo: Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen.
Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings.
- No 728 Saarsalmi, Anna & Mälkönen, Eino: Harmaalepikon biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö.
Biomass production and nutrient consumption in *Alnus incana* stands.
- No 729 Oksanen-Peltola, Leena: Eteläsuomalaisen VT-männikön uudistamisvaihtoehtojen yksityistaloudellinen edullisuusvertailu.
Profitability comparisons of some regeneration alternatives of *Vaccinium* type pine stands in private forests of southern Finland.
- No 730 Metsätilastollinen vuosikirja 1988.
Yearbook of Forest Statistics, 1988.
- No 731 Hynynen, Jari & Kukkola, Mikko: Harvennustavan ja lannoituksen vaikutus männikön ja kuusikon kasvuun.
Effect of thinning method and nitrogen fertilization on the growth of Scots pine and Norway spruce stands.
- No 732 Pajuoja, Heikki: Suomen puunkäyttö ja poistuma 1986—1987.
Wood utilization and total drain in Finland 1986—1987.
- No 733 Saksa, Timo: Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa.
State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland.