

FOLIA FORESTALIA 702

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1987

TIMO SAKSA

MÄNNYN TAIMIKOIDEN KEHITYS
AURATUILLA JA ÄESTETYILLÄ
ISTUTUSALOILLA KESKI-SUOMESSA

DEVELOPMENT OF SCOTS PINE
PLANTATIONS IN PLOUGHED OR
HARROWED REFORESTATION AREAS
IN CENTRAL FINLAND



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyysönen
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 702

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1987

Timo Saksa

MÄNNYN TAIMIKOIDEN KEHITYS AURATUILLA JA ÄESTETYILLÄ ISTUTUSALOILLA KESKI-SUOMESSA

Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed
reforestation areas in Central Finland

Approved on 18.12.1987

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Aineiston yleispiirteet	4
22. Inventointimenetelmä	5
23. Aineiston käsittely	5
3. TULOKSET	6
31. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuus	6
32. Taimikon tiheys	8
321. Taimien määrä	8
322. Aiemman puuston ja uudistusalan sijainnin vaikutus taimettumiseen	11
323. Kasvupaikan, reunametsäetäisyyden sekä maaston topografian vaikutus taimettumiseen	12
324. Maalajin, kivisyyden, humuskerroksen paksuuden sekä humuspeittävyuden vaikutus taimettumiseen	15
33. Taimikon pituuskehitys	17
331. Taimien ikä- ja pituusjakauma	17
332. Taimien pituuskehitys biologisen iän funktiona	20
34. Taimikon kunto	21
341. Taimien elinvoimaisuus ja vikaisuus	21
342. Mikroympäristön vaikutus männyntaimien kuntoon	23
35. Taimikon metsänhoidollinen tila	24
351. Kasvatuskelpoisten taimien määrä	24
352. Taimikon tasaisuus ja kehityskelpoisuus	27
4. TULOSTEN TARKASTELUA	28
5. YHDISTELMÄ	32
KIRJALLISUUS - REFERENCES	32
SUMMARY	34
LIITTEET - APPENDICES	35

SAKSA, T. 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland. *Folia Forestalia* 702. 39 p.

Tutkimuksen mukaan taimettumisedellytykset säilyivät aurasaloilla kauemmin kuin äestysaloilla. Reunametsäetäisyys, maalaji, humuskerroksen paksuus ja muokkauksen tehokkuus olivat tärkeimmät uudistusaloilla luontaiseen taimettumiseen vaikuttaneet ympäristötekijät. Äestetyillä uudistusaloilla oli yleensä enemmän luontaisia havupuiden taimia kuin samanikäisillä aurasaloilla. Kasvatuskelpoisia viljelytaimia oli tutkituilla äestysaloilla keskimäärin 1 330-1 580 kpl/ha kasvupaikkatyypistä riippuen. Aurasaloilla kasvatuskelpoisiksi arvioitujen viljelytaimien määrä oli keskimäärin 1 200 kpl/ha. Äestysaloilla istutustulos oli muokkaamattomilla metsänuudistusaloilla aikaisemmin saatua viljelytulosta parempi, mutta aurasaloilla maanmuokkaus ei parantanut istutustaimien menestymistä. Metsänuudistamisen tulos oli näillä äestetyillä tai auratuilla uudistusaloilla muokkaamattomia aloja parempi, sillä runsas luontainen taimettuminen täydensi ratkaisevasti perustettuja taimikoita. Kaikkiaan kasvatuskelpoisia taimia arvioitiin olleen 1 000-3 650 kpl/ha, joista äestetyillä aloilla noin 30 % ja auratuilla aloilla yli 45 % oli luontaisesti syntyneitä.

The conditions in the ploughed reforestation areas remained favourable for natural seedling regeneration for a longer period than in the harrowed areas. Natural regeneration varied considerably in the prepared reforestation areas depending on the distance to the border stand, soil type, thickness of the humus layer and the efficiency of site preparation. There were usually more natural pine and spruce seedlings in the harrowed than in the similar-aged, ploughed reforestation areas. The mean number of viable transplants varied on the harrowed plots from 1 330-1 580 /ha, depending on the site fertility. The mean number of viable transplants on the ploughed plots was about 1 200 /ha. The planting result was better in the harrowed reforestation area than would be obtained with earlier practices that did not include site preparation. However ploughing did not improve the planting result at all. Owing to the high number of natural seedlings which fill up the plantations, the result for 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 1 000-3 650/ha. Of these, 30 % were naturally regenerated seedlings on the harrowed plots and 45 % on ploughed ones.

Key words: Regeneration, planting, *Pinus sylvestris*, soil preparation
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 951-40-0797-2
ISSN 0015-5543
Helsinki 1987. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Päijänteen pohjoispuolinen Järvi-Suomen alue, jossa Keski-Suomen lääni sijaitsee, kuuluu keski- ja eteläboreaalisen kasvimaantieteellisten vyöhykkeiden vaihettumisalueeseen. Keski-Suomen läänin länsi- ja pohjoisosille antaa leimansa Suomenselän karuhko vedenjakajaseutu. Kasvukauden lämpösumma on tällä alueella noin 1100 d.d.-yksikköä ja vuotuinen sademäärä jää keskimäärin 500-600 mm:iin, kun se muualla Etelä-Suomessa on yleensä yli 600 mm (Helimäki 1967). Metsänkasvatuksen ja uudistamisen kannalta ei tutkimusalueen oloja voida pitää erityisen ongelmallisina.

Metsänviljelyn tulosta ovat aiemmin tällä alueella analysoineet Yli-Vakkuri ym. 1960-luvun loppupuolella. Tuolloin männyn viljelytulosta ei voitu pitää kovin hyvänä, sillä yli puolet viljelytaimista oli tuhoutunut 6-8 vuoden kuluttua viljelystä (Yli-Vakkuri ym. 1969). Tutkimuskohteena olivat vuosina 1960-62 viljeltyt taimikot, jotka olivat - niin kuin uudistusalat yleensä 1960-luvulla - joko muokkaamattomia tai kulutettuja männyn tai kuusen istutus- tai kylvöaloja.

Kuloutuksen tyrehtyttyä 1960-luvun lopussa lisääntyi uudistusalojen maanmuokkaus Pohjois-Suomesta alkaen melko nopeasti. Metsänuudistusaloista valmistettiin muokkaamalla 1970-luvun alussa maassamme vuosittain noin 60 000 hehtaaria. Saman vuosikymmenen jälkipuoliskolla muokattiin jo noin 100 000 ha/vuosi (Metsätalastollinen vuosikirja 1986). Tuona aikana tutkimusalueella muokattiin yksityismailla keskimäärin joka toinen metsänviljelyala. Valtionmailla maanmuokkaus oli yleisempää; 1970-luvulla keskimäärin 70-80 % uudistusaloista muokattiin. Vuosikymmenen loppupuolella myös yksityismailla valmistettiin jo yli 70 % uudistusaloista muokkaamalla, pääasiassa äestämällä, mikä vastaa uudistusalojen maanmuokkauksessa tapahtunutta yleistä kehitystä (Kaila & Päivänen 1981). Metsämaan aurausta harjoitettiin Keski-Suomessa lähinnä

1970-luvun alkupuolella metsähallituksen mailla, eikä aurasalojen osuus näin ollen noussut kovin suureksi.

Metsämaan muokkauksen ansiosta metsänviljelyn tuloksen on yleisesti otaksuttu paranevan. Monet kenttäkokeet ovatkin osoittaneet viljelytaimien menestyvän paremmin muokatuilla kuin muokkaamattomilla aloilla. Usein istutustaimien alkukehitys on ollut sitä nopeampaa, mitä tehokkaammin uudistusala on muokattu (esim. Raulo ja Rikala 1981, Parviainen 1984).

Maanmuokkauksen avulla parannetaan myös luontaisen taimettumisen edellytyksiä muokkaamattomaan uudistusalaan verrattuna. Yhdessä viljelytaimien entistä paremman menestymisen ja runsaan luontaisen taimettumisen ansiosta metsänuudistamisen tuloksen tulisi olla muokatulla uudistusaloilla muokkaamatonta alaa parempi.

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

Työ on osa tutkimussarjaa, jossa käsitellään eri tavoin muokatuille uudistusaloille syntyneiden taimikoiden kehitystä Etelä-Suomessa. Tutkimussarjan ensimmäisessä osassa tarkasteltiin taimikoiden tilaa Pohjois-Karjalan valtionmailla (Saksa 1986). Tämä tutkimusraportti sisältää tulokset Keski-Suomen läänissä kesällä 1983 tehdyistä inventoinneista. Maastotyöryhmien vetäjinä toimivat Viitasaaren hoitoalueessa kenttämestari Juhani Korhonen ja yksityismailla tutkimusapulainen Ilkka Taponen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet prof. Erkki Lähde, MML Jukka Valtanen ja mh Risto Rikala. Käsikirjoituksen puhtaaksikirjoittamisesta ja kuvien viimeistelystä on huolehtinut tutkimusvirkailija Sylvi Ossi. Englanninkieliset osat on tarkastanut B. Sc. John Derome. Haluan kiittää edellä mainittuja ja muita työn edistymiseen vaikuttaneita henkilöitä ja erityisesti Viitasaaren hoitoalueen sekä Viitasaaren, Kannonkosken ja Saarijärven metsänhoitoyhdistysten henkilökuntaa myötämielisestä suhtautumisesta tutkimuksen toteutuksessa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Aineiston yleispiirteet

Kesällä 1983 inventoitiin yhteensä 56 männyn viljelyalaa osasta Keski-Suomen läänää. Taimikoita mitattiin sekä Viitasaaren hoitoalueen valtionmailta että yksityismailta Viitasaaren, Saarijärven ja Kannonkosken metsänhoitoyhdistyksen alueilta (kuva 1). Inventoidut uudistusalat sijaitsivat 62. leveyspiirin pohjoispuolella, keskimäärin 100-200 metriä merenpintaa korkeammalla. Yksi äestysala sijaitsi noin 230 metrin korkeudella merenpinnasta (liite 1).

Inventoinnin kohteena olivat ennen vuotta 1979 auratut tai äestetyt tuoreen ja kuivahkon kankaan männyn istutusalat. Inventoitavat taimikot valittiin yksityismailta vuosina 1970-1977 tehtyjen yksityismetsälain toisen pykälän suunnitelmista arpomalla. Valtionmailla aineiston valinta tehtiin vastaavasti arpoen metsätalouskirjojen ja toimenpidekarttojen avulla.



Kuva 1. Inventoitujen uudistusalojen sijainti Keski-Suomessa (▼/▽ = äestysalat; yksityismaat/valtionmaat, ○ = aurausalat).

Fig. 1. Location of the inventoried reforestation areas in central Finland (▼/▽ = harrowed plots; private land/state-owned land, ○ = ploughed plots).

Yhteensä inventoitiin 15 auraus- ja 41 äestysalaa (taulukko 1). Auratuista aloista neljä oli aurattu palleauralla ja loput piennarauralla. Äestykset oli tehty TTS-lautasauralla. Yksi vuonna 1976 muokatuista aurausaloista oli kulotettu ennen maanmuokkausta. Äestetyt uudistusalat niin tuoreella kuin kuivahkolla kankaalla olivat nuoria eli 5-10 vuotta sitten muokattuja. Samoin tuoreen kankaan aurausalat olivat 5-10-vuotiaita, mutta kuivahkon kankaan aurausalat olivat 8-13 vuotta sitten aurattuja. Parhaiten aineistossa olivat edustettuina vuosina 1975-1976 muokatut uudistusalat (yhteensä 27 uudistusalaa). Kaikki inventoidut aurausalat olivat valtionmailla, kun taas suurin osa äestysaloista oli yksityismailla.

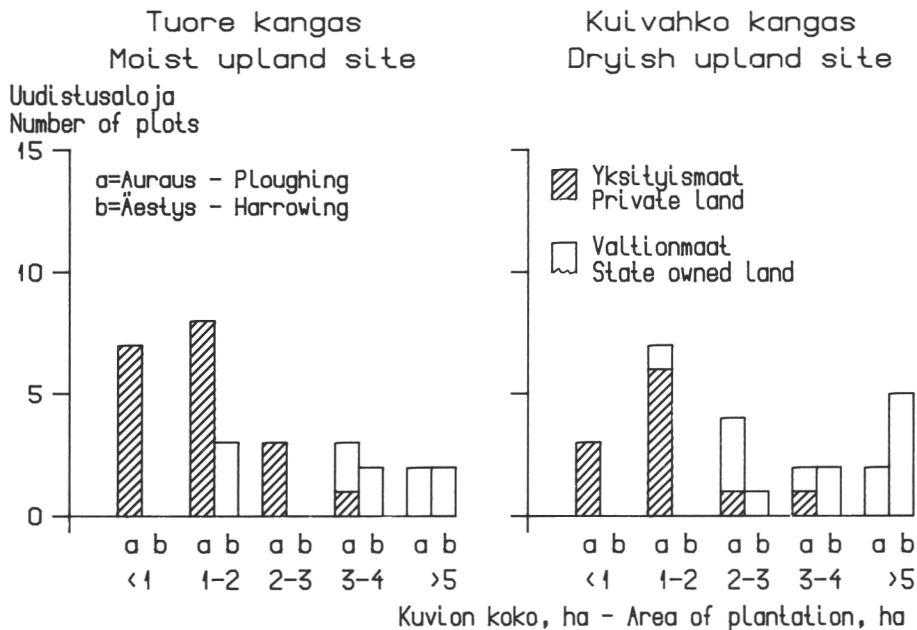
Arvottujen metsikkökuvioiden koko vaihteli 0,4 ha:sta 15 ha:iin. Äestysalojen keskikoko oli tuoreilla kankailla 2,2 ha ja kuivahkolla kankaalla 2,7 ha (kuva 2). Valtionmailla äestysalat olivat laajempia kuin yksityismailla. Yksityismailla äestysalojen keskikoko oli tuoreella kankaalla 1,4 ha ja kuivahkolla kankaalla 1,6 ha. Valtionmailla vastaavat äestysalojen keskikoot olivat 5,6 ja 4,4 ha. Tuoreella kankaalla aurausalat olivat pienempiä ($\bar{x}=3,3$ ha) kuin kuivahkolla kankaalla ($\bar{x}=7,4$ ha).

Valtionmailla uudistusalojen suuren koon vuoksi ei kaikkia kohteita voitu inventoida kokonaisuudessaan, vaan niistä tyydyttiin mittaamaan satunnaisesti valittu osa-ala koko alaa edustavaksi näytealaksi. Inventoitujen alojen keskikoko oli äestysaloilla tuoreella kankaalla 1,6 ha ja kuivahkolla kankaalla 2,2 ha. Aurausaloilla vastaavat luvut olivat 3,3 ja 4,5 ha. Yhteensä inventointi kattoi 136 ha:n alan.

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

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

Muokkaus- Vuosi Year of site preparation	Tuore kangas Moist upland site		Kuivahko kangas Dryish upland site		Yhteensä Total	
	Auraus Ploughed	Äestys Harrowed	Auraus Ploughed	Äestys Harrowed	V	Y
	V	Y	V	Y	V	Y
1970	-	-	-	1	-	1
1971	-	-	2	-	-	2
1972	-	-	-	-	-	-
1973	-	-	1	2	-	2
1974	2	-	1	5	-	4
1975	1	-	1	4	1	5
1976	1	-	6	2	-	5
1977	2	-	2	1	-	3
1978	1	-	2	-	-	3
Yhteensä- Total	7	0	4	19	8	30



Kuva 2. Tutkittujen uudistusalojen pinta-alajakauma.
Fig. 2. Areal distribution of the regeneration areas examined.

Avohakaton puuston määrä vaihteli äestysaloilla 40:stä 330 m³:iin hehtaarilla. Aurasaloilla vastaava vaihteluväli oli 100:sta 240 m³:iin hehtaarilla. Aiemman puuston keskitilavuus oli tuoreen kankaan äestysaloilla 150 m³/ha ja aurasaloilla 160 m³/ha. Kuivahkolla kankaalla vastaavat puuston keskitilavuudet olivat 170 ja 160 m³/ha.

Tuoreen kankaan uudistusaloilla mäntyvaltaisten (männyn osuus puuston tilavuudesta yli 50 %) metsien osuus oli ollut noin 30 %. Kuusivaltaisia metsiä oli ollut auratuilla aloilla huomattavasti enemmän (70 %) kuin äestetyillä aloilla (10 %), joista suurin osa oli ollut mänty-kuusimetsiä (60 %). Lehtipuiden osuus aiemman puuston määrästä oli ollut parilla tuoreen kankaan uudistusaloilla 50 %, mutta useimmiten lehtipuita oli ollut 10-20 % puustosta. Viidesosa uudistusaloista oli ollut avohakkuuvaiheessa puhdasta havumetsää.

Kuivahkolla kankaalla mäntyvaltaisten metsien osuus oli äestetyillä aloilla ollut 40 % ja auratuilla aloilla 50 %. Aiemmin pääosin kuusta kasvaneita aloja oli 10-25 % uudistusaloista. Kuivahkolla kankaalla oli aiemmassa puustossa ollut keskimäärin 10-15 % lehtipuita, mutta joka kolmannella kuivahkon kankaan uudistusaloilla oli aiemmin kasvanut puhdas havumetsä.

Useimmat uudistusalat oli muokattu toisena kasvukautena avohakkuun jälkeen. Vain muutama uudistusala oli äestetty jo päätehakkuun jälkeisenä kesänä. Samoin vain yhdellä äestysalalla oli kulunut kaksi vuotta avohakkuun ja maanmuokkauksen välillä. Uudistusalat oli viljelty yhtä poikkeusta lukuunottamatta vuoden kullutta maanmuokkauksesta. Viljelymateriaalina oli käytetty 53:lla uudistusaloilla paljasjuurisia taimia. Kolme kuivahkon kankaan äestysalaa oli viljelty männyn paakkutaimilla. Näistä vuonna 1977 viljellyistä aloista oli kaksi valtionmaalla ja yksi yksityismaalla.

22. Inventointimenetelmä

Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoelaoitusta. Koealan koko oli joko 6 tai 10 m² taimikon tiheydestä riippuen (ks. Saksa 1986, s. 5). Koealaverkosto ulottui taimikon lisäksi uudistusalaa ympäröivään reunametsään. Yksityiskohtainen selostus mitausmenetelmistä ja mitatuista muuttujista on esitetty ensimmäisessä osajulkaisussa (Saksa 1986, s. 5-7). Tällä kertaa lisättiin taimien kasvatuskelpoisuuden/kelvottomuuden subjektiivinen määrittäminen maastotyön yhteyteen. Kasvatuskelpoisuus arvioitiin maastossa silmävaraisesti ottamalla huomioon taimen puulaji, pituus, kunto ja tilajärjestys.

Taimi katsottiin puulajiltaan kasvatuskelvottomaksi, jos se oli vesasyntyinen tai sen puulaji oli jokin muu kuin mänty, kuusi, rauduskoivu tai hieskoivu. Pituudeltaan kasvatuskelvottomaksi luokiteltiin taimi, joka oli huomattavasti koealan kasvatuskelpoisia taimia pitempi tai lyhyempi. Tilajärjestykseltään kasvatuskelvottomaksi arvioitujen taimien kasvutila oli niin pieni, ettei sen katsottu riittävän taimen kehittymiseksi. Kunnoltaan kasvatuskelvottoman taimen katsottiin olevan sellaisessa kunnossa, ettei sillä enää ollut edellytyksiä normaaliin kehitykseen.

23. Aineiston käsittely

Aineisto käsiteltiin Metsäntutkimuslaitoksen VAX-VMS-laitteistolla. Maastossa kerätty tieto muokattiin ensin paremmin käsiteltävään muotoon fortran-ohjelmilla, jonka jälkeen tulokset laskettiin BMDP-ohjelmistolla. Aineistoa muokattaessa yhdistettiin maastossa eri lomakkeille merkityitä tietoja yhdeksi kokonaisuudeksi.

Mm. jokaisen koealan yleistiedot, taimitiedot ja 'vastaavaa' reunametsää koskevat tiedot yhdistettiin. Kunkin koealan 'vastaavan' reunametsän määrittämiseksi jaettiin taimikkoa ympäröivät metsät pääilmansuuntien mukaan neljään sektoriin, joille laskettiin erikseen keskimääräiset puustotunnukset. Näistä keskiarvoista määräytyi kullekin koealalle 'vastaava' reunametsä koealalta mitatun suunnan perusteella.

Tarkasteltaessa taimettumisen vaihtelua uudistusaloilla (kappaleet 323. -324.) pyrittiin kasvupaikan viljavuuden aiheuttama vaihtelu vähentämään mahdollisimman pieneksi ottamalla laskennassa huomioon vain tuoreeksi ja kuivahkoksi kankaaksi luokitellut koealat. Taimettumisen vaihtelua tutkittiin regressioanalyysillä, jossa selittävinä tekijöinä olivat mm. reunametsäetäisyys ja -suunta, reunametsän puustotunnukset, humuspeitteen osuus ja paksuus koealalla, vesakon tiheys sekä muokkauksesta kulunut aika.

Taimikon kehityskelpoisuus arvioitiin laskemalla maastossa kasvatuskelpoisiksi arvioitujen taimien määrä sekä ottamalla huomioon taimikon aukkoisuus. Tämän subjektiivisen arvioinnin tulosta tarkennettiin taimikon tilajärjestyksen ja taimien pituussuhteet huomioon ottavalla menetelmällä (Saksa 1986, s. 6). Em. menetelmää sovellettiin edelleen niin, että kaikki maastossa kasvatuskelpoisiksi merkityt taimet tulivat auto-

maattisesti laskentaan mukaan, olivat ne kunnoitteen kuinka heikkoja tahansa.

Jos 6 m²:n koealalla oli kasvatuskelpoisia taimia vähintään neljä tai 10 m²:n koealalla vähintään kuusi, edellytettiin niiltä tasaista tilajärjestystä (Saksa 1986 s. 7). Jos koealalla oli em. vähemmän kasvatuskelpoisia taimia, sallittiin näiden sijaita lähempänä toisiaan kuin mitä tasainen tilajärjestys edellytti, koska tällöin taimiryhmän ympärillä oli käyttämätöntä kasvutilaa. Harvassa taimikossa hyväksyttiin näin ollen suurempi taimien ryhmittäisyys kuin tiheässä taimikossa. Hyväksytty välimatka kasvatuskelpoisesta taimesta toiseen oli suoraan verrannollinen taimikon tiheyteen. Taimien välisenä minimietäisyytenä käytettiin seuraavan aselman mukaisia arvoja:

Kasvatuskelpoisia/ koeala, kpl		Sallittu minimietäisyys toiseen kasvatuskel- poiseen taimeen cm		Taimien maksimi- määrä hehtaarella
6 m ²	10 m ²	cm	%	kpl/ha
> 3	≥ 6	129	100	≥ 6000
3	5	103	80	5000
	4	77	60	4000
2		60	45	3333
	3	51	40	3000
	2	25	20	2000

3. TULOKSET

31. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuus

Muokatun pinta-alan osuus oli auratuilla uudistusaloilla suurempi kuin äestetyillä uudistusaloilla. Aurasaloilla muokkauksen peittävyys arvioitiin olleen muokkauksen jälkeen keskimäärin 56 %. Äestysten jälkeen maanpinnasta arvioitiin olleen keskimäärin 44 % muokattuna (kuva 3). Auras jälki oli tuoreella kankaalla peittävämpi kuin kuivahkolla kankaalla. Tuoreella kankaalla yli kolmasosalla koealoista arvioitiin auratun maanpinnan osuuden olleen yli 70 %, mutta kuivahkolla kankaalla vastaava tilanne oli ollut vain joka neljännellä koealalla. Äestetyillä aloilla muokkausjälki oli puolestaan kuivahkolla kankaalla peittävämpi kuin tuoreella kankaalla. Kuivahkolla kankaalla muokatun pinnan osuus oli 15 %:lla koealoista yli 70 %, kun taas tuoreella kankaalla vastaavia koealoja oli vain 8 %.

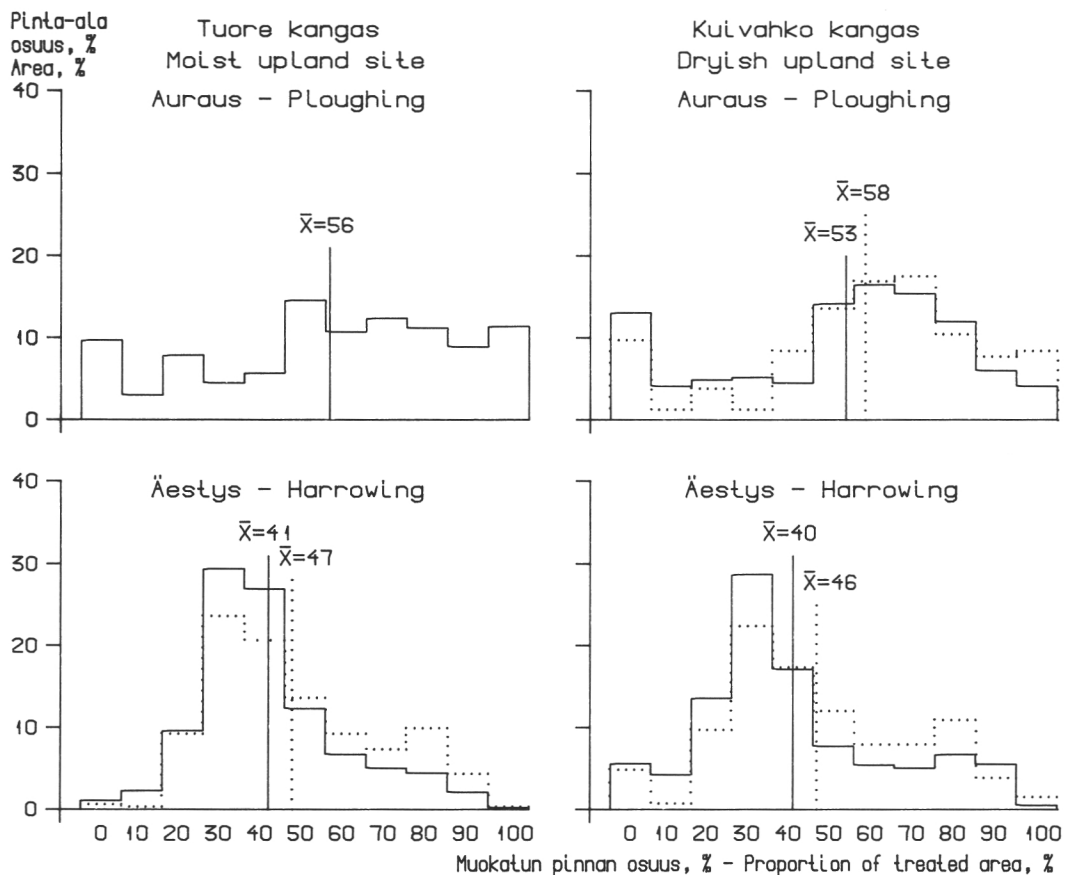
Aurasaloilla joka kymmenennellä koealalla ei havaittu muokkausjälkeä lainkaan. Äestysjälki oli peittänyt uudistusalan aurasjälkeä tasaisemmin, sillä kokonaan muokkaamattomien koealojen osuus jäi äestysa-

loilla alle 5 %:n. Aurasaloilla oli 6-12 % sellaisia koealoja, joilla humuspeitettä ei muokkauksen jälkeen ole ollut lainkaan. Äestysaloilla vastaavia koealoja oli hyvin vähän.

Yksityismailla äestysjäljen peittävyys oli pienempi kuin valtionmailla. Esim. tuoreen kankaan äestysaloilla muokatun alan osuuden arvioitiin olleen valtionmailla keskimäärin 61 %, kun taas yksityismailla vastaava arvio jäi 38 %:iin. Tämä ero selittynee osin inventointiryhmien välisistä tulkintaeiroista, mutta osittain se johtunee eri maanomistajien käyttämästä erilaisesta maanmuokkauksalustosta.

Viisi vuotta vanhoilla uudistusaloilla oli täysin peitteettömän maanpinnan osuus vielä muutamia prosentteja, mutta sitä vanhemmilla uudistusaloilla karikkeet tai pohjakerroksen kasvillisuus oli peittänyt muokkausjäljen. Tuoreella kankaalla karikkeiden osuus pohjakerroksesta oli 40-50 % ja kuivahkolla kankaalla noin 25-30 % (liite 2a). Karikkeiden peittävyys oli taimikoissa moninkertainen reunametsään verrattuna.

Varjostusta vaativia seinä- ja kerrossamalla esiintyi reunametsässä huomattavasti



Kuva 3. Muokatun maanpinnan osuuden frekvenssijakauma. Kuuden neliömetrin koalat on merkitty jatkuvalla viivalla ja kymmenen neliömetrin koalat pisteviivalla.

Fig. 3. Frequency distribution of the soil treatment area. Sample plots with size of 6 m² have been marked with a solid line, and those with size of 10 m² with a dotted line.

enemmän kuin uudistusaloilla. Aurasaloilla oli lähes puolta vähemmän seinä- ja kerrossammalia kuin samanikäisillä äestysaloilla. Molemmilla muokkauksilla seinä- ja kerrossammalet lisääntyivät taimikon vanhetessa.

Karhunsammal oli yleisin pohjakerroksen kasvilaji aurasaloilla, missä se oli peittävimpänä lajina 35 %:lla pinta-alasta. Äestysaloilla seinä- ja kerrossammalen peittävyys oli lähes poikkeuksetta karhunsammalta suurempi. Karhunsammalta oli kuivahkon kankaan vanhoilla uudistusaloilla enemmän kuin nuorilla uudistusaloilla, mutta tuoreella kankaalla muokkauksesta kuluneella ajalla ei näyttänyt olevan vaikutusta karhunsammalen esiintymiseen. Rahkasammalta esiintyi äestysaloilla enemmän kuin aurasaloilla, mutta äestysaloillakin rahkasammalen peittävyys jäi pienemmäksi kuin reunametsässä. Jäkälä esiintyi pääasiassa kuivahkon kan-

kaan äestysaloilla.

Kenttäkerroksen kasvillisuus oli yleensä aurasalalla vähäisempää kuin samanikäisellä äestysalalla. Kenttäkerroksen kasvillisuus lisääntyi muokkausmenetelmästä riippumatta taimikon vanhetessa. Kymmenvuotiaissa ja sitä vanhemmissa taimikoissa kenttäkerroksen kasvillisuuden kokonaispeittävyys oli likimain yhtä suuri kuin reunametsässä (liite 2b).

Kenttäkerroksen kasvillisuuden lajisuhteissa oli eroja auras- ja äestysalojen välillä. Aurasaloilla varpujen peittävyys oli lähes kolme kertaa pienempi kuin äestysaloilla. Äestysaloillakin varpujen peittävyys oli huomattavasti pienempi kuin reunametsässä. Kuivahkolla kankaalla, niin uudistusaloilla kuin reunametsissä, varpujen osuus kenttäkerroksesta oli yleensä suurempi kuin tuoreella kankaalla.

Tuoreen kankaan uudistusaloilla metsälauha oli peittävin kenttäkerroksen kasvilaji maanmuokkausmenetelmästä riippumatta. Samoin kuivahkon kankaan aurasaloilla metsälauha oli vallitseva, mutta vastaavilla äestysaloilla tavattiin varpuja enemmän kuin metsälauhaa. Muokkauksen ja avoalan vanhetessa metsälauhan määrä näytti pienenevän; kuitenkin yli kymmenvuotiaissa taimikoissa metsälauhan osuus oli vielä moninkertainen reunametsään verrattuna.

Kastikkaa oli erityisen paljon vain muutamalla uudistusalalla. Äestysaloilla kastikan peittävyys oli suurimmillaan 5-8 vuotta vanhoilla muokkauksilla. Aurasaloilta kastikkaa löytyi eniten yli kymmenen vuotta vanhoilta muokkauksilta. Kastikan sijasta nuorilla aurasaloilla oli paljon horsmaa, vadelmaa, saniaisia yms. lajeja, jotka taimikon kehittyessä vähitellen väistyivät.

Tuoreen kankaan aurasaloilla metsälauha ja seinä- tai karhunsammal muodostivat yleisimmän kenttä- ja pohjakerroksen lajiyhdistelmän. Tällainen kasvillisuus peitti yli viidenneksen aurasalojen pinta-alasta. Tuoreen kankaan äestysaloilla metsälauha muodosti karikkeen kanssa yleisimmän yhdistelmän (18 % pinta-alasta). Metsälauha-seinäsammal sekä kastikka-karike kasvillisuuslaitut olivat myös hyvin yleisiä äestysaloilla.

Kuivahkon kankaan uudistusaloilla kenttä- ja pohjakerros muodostuivat useimmiten varvuista ja seinäsammalista (15 % pinta-alasta). Toiseksi yleisimpiä kasvillisuuslajeja kuivahkolla kankaalla olivat metsälauha-karike sekä metsälauha-karhunsammal yhdistelmät. Kuivahkolla kankaalla äestys- ja aurasalojen pintakasvillisuuden koostumuksessa ei ollut suuria eroja.

32. Taimikon tiheys

321. Taimien määrä

Männyn taimiainesta eli alle 10 cm:n mitaisia taimia oli tuoreen kankaan aurasaloilla enemmän kuin samanikäisillä äestysaloilla (kuva 4). Äestysaloilla männyn taimettuminen myös huononi nopeammin muokkausjäljen vanhetessa kuin aurasaloilla. Kun äestyksestä oli kulunut 5-9 vuotta, oli taimiainesta enää keskimäärin 390 kpl/ha. Saman-

ikäisillä aurasaloilla sitä oli keskimäärin 1 090 kpl/ha.

Kuivahkon kankaan äestysaloilla männyn taimiainesta oli hyvin runsaasti, eikä taimikon iällä näytynyt olevan merkitystä taimiaineksen määrään (keskimäärin 2 000 kpl/ha). Kuivahkon kankaan aurasaloilla männyn taimiainesta oli likimain puolta vähemmän kuin äestysaloilla.

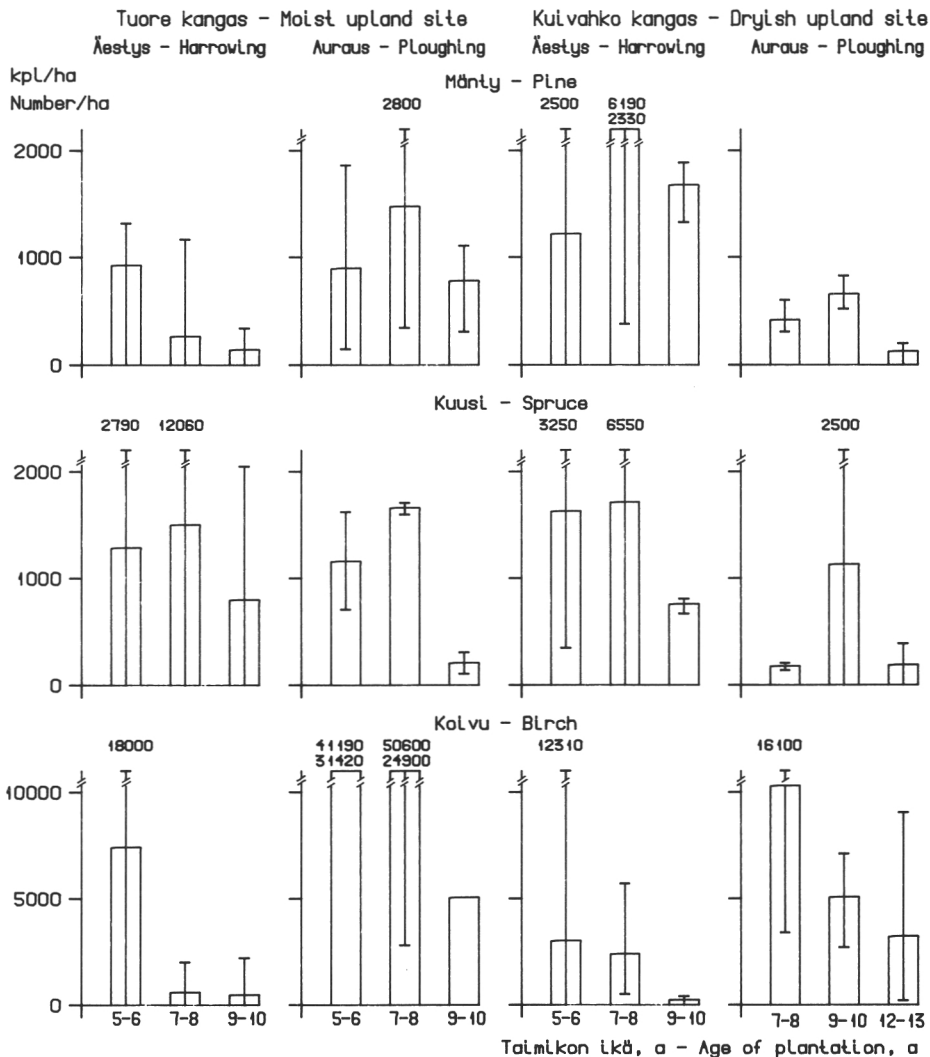
Kuusen taimiainesta oli tuoreella kankaalla vähintään yhtä paljon ja kuivahkolla kankaalla hieman vähemmän kuin männyn taimiainesta. Tuoreen kankaan äestysaloilla kuusen taimiainesta oli enemmän (keskimäärin 1 230 kpl/ha) kuin samanikäisillä aurasaloilla (keskimäärin 1 040 kpl/ha). Erityisesti äestysaloilla kuusen taimettuminen vaihteli suuresti uudistusalojen välillä.

Kuivahkon kankaan äestysaloilla kuusen taimiainesta oli poikkeuksellisen paljon, koska muutaman uudistusalan reunametsät olivat hyvin kuusivaltaisia. Vastaavilla aurasaloilla kuusen taimiainesta ei yhtä poikkeusta lukuunottamatta paljonkaan ollut. Molemmilla kasvupaikoilla kuusen taimettuminen oli heikointa vanhoissa taimikoissa.

Koivun taimiainesta oli eniten nuorilla auratuilla uudistusaloilla. Tuoreen kankaan aurasaloilla koivun taimiainesta oli enimmillään yli 50 000 kpl/ha, mutta äestysaloilla sen määrä nousi harvoin 5 000 kpl:seen hehtaarilla. Muiden lehtipuiden ja pensaiden, kuten pajun, pihlajan ja haavan, taimiainesta tavattiin satunnaisesti muutamasta sadasta aina kymmeneen tuhanteen kappaleeseen hehtaarilla. Myös pajun, pihlajan ja haavan taimiainesta oli runsaimmin nuorilla aurasaloilla.

Havupuiden taimiainesta oli tutkituilla tuoreen kankaan aurasaloilla enemmän kuin äestysaloilla, mutta kuivahkolla kankaalla tilanne oli päinvastainen. Lehtipuiden taimettuminen oli kasvupaikan viljavuudesta riippumatta parhainta auratuilla uudistusaloilla. Äestysaloilla taimiaineksen määrä oli likimain sama niin valtion- kuin yksityismailakin.

Elossa olleiden viljelytaimien määrä vaihteli inventoiduissa taimikoissa 560:stä aina 2 650 taimen hehtaarilla (kuva 5). Kasvupaikkatyypistä riippumatta istutustaimia oli äestysaloilla enemmän kuin aurasaloilla. Istutustaimien määrä oli joka viidennellä äestysalalla yli 2 000 kpl/ha. Yhdelläkään aurasalalla ei ollut näin paljon istutustaimia, vaan suurimmalla osalla aurasaloista vilje-



Kuva 4. Männyn, kuusen ja koivun taimiaineksen määrä eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurasaloilla. Vaihteluväli on merkitty janalla kuhunkin pylväaseen.
 Fig. 4. The number of seedlings (height under 10 cm) by tree species on different-aged, harrowed or ploughed sites of the moist or dryish upland type. Range of variation has been marked on the columns with a line.

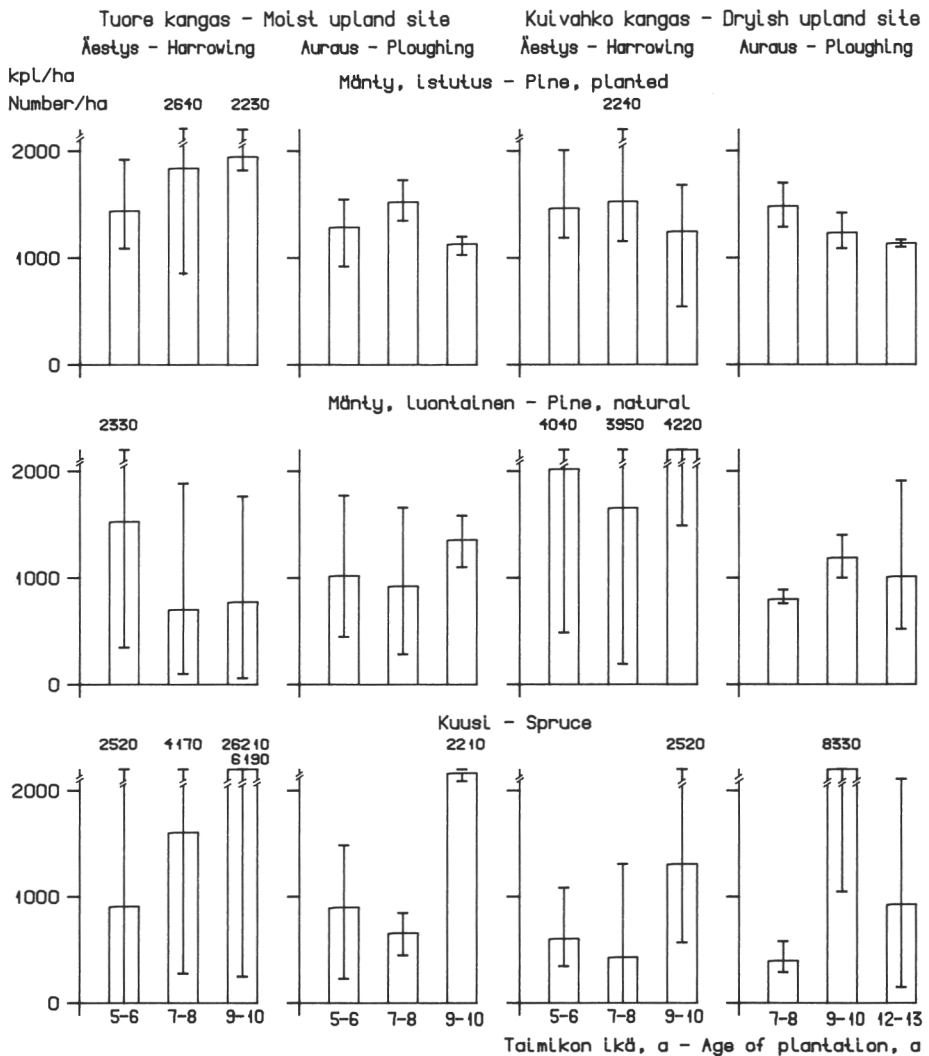
lytymisiä oli 1 000-1 500 kpl/ha, kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee (luvut %:a uudistusalojen lukumäärästä):

	Istutustaimia, kpl/ha			
	<1000	1000-1500	1501-2000	>2000
	%			
Tuore kangas				
Äestysalat	5	14	54	27
Aurasalat	14	57	29	0
Kuivahko kangas				
Äestysalat	6	39	44	11
Aurasalat	0	88	12	0

Tuoreen kankaan 5-10 vuotta vanhoilla äestysaloilla viljelytaimia oli keskimäärin 1 770 ja aurasaloilla 1 390 kpl/ha. Kuivahkolla kankaalla vastaavat taimimäärät olivat 1 440 ja 1 380 kpl/ha.

Viljelytaimien määrä oli valtionmaiden äestysaloilla likimain sama kuin yksityismailla. Esimerkiksi valtionmailla sijainneilla tuoreen kankaan kuusivuotiailla äestysaloilla viljelytaimia oli vähemmän kuin vastaavilla aloilla yksityismailla, mutta 8-9-vuotiaissa taimikoissa tilanne oli päinvastainen.

Istutettujen männyn taimien lisäksi tutki-



Kuva 5. Havupuiden taimien määrä eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurausaloilla. Vaihteluväli on merkitty janalla kuhunkin pylvääseen.
 Fig. 5. The number of coniferous seedlings on different-aged, harrowed or ploughed sites of the moist or dryish upland type. Range of variation has been marked on the columns with a line.

tuilla uudistusaloilla oli vaihteleva määrä luontaisia männyntaimia. Niitä oli lähes joka toisella uudistusaloilla yli 1 000 kpl/ha. Eri-ikäisen paljon niitä oli äestetyillä kuivahkon kankaan uudistusaloilla, joista peräti 44 % :lla oli yli 2 000 luontaista männyntainta. Aurausjälki näytti puolestaan taimettuneen tuoreella kankaalla paremmin kuin kuivahkolla kankaalla (luvut %:a uudistusalojen lukumäärästä):

	Luontaisia männyntaimia, kpl/ha			
	<1000	1000-1500	1501-2000	>2000
	%			
Tuore kangas				
Äestysalat	73	14	9	4
Aurausalat	43	14	43	0
Kuivahko kangas				
Äestysalat	39	11	6	44
Aurausalat	63	25	12	0

Tuoreella kankaalla luontaisia männyn-
taimia oli aurasaloilla keskimäärin 1 130 ja
äestysaloilla 900 kpl/ha. Kuivahkon kankaan
äestysaloilla luontaisten männyn-
taimien määrä nousi keskimäärin 1 620 taimeen hehtaari-
rilla, mutta vastaavilla aurasaloilla niitä oli
vain 900 kpl/ha.

Kuusentaimia oli tuoreen kankaan äestys-
aloilla vajaa kaksituhatta kappaletta hehtaari-
rilla lukuun ottamatta erästä äestysalaa, jolla
niitä oli yli 25 000 kpl/ha. Vastaavilla auras-
aloilla kuusentaimia oli keskimäärin 1 100
kpl/ha. Kuivahkon kankaan äestysaloilla
kuusentaimia oli paria poikkeusta lukuun ot-
tamatta alle tuhat tainta hehtaari-
rilla. Aurasaloilla kuusen taimettuminen oli ollut selvästi
parempaa kuin äestysaloilla, sillä kuusentai-
mia oli joka kolmannella aurasalalla yli
2 000 kpl hehtaari-
rilla.

Viljelystä kulunut aika ei yhdenmukaisesti
selittänyt viljelytaimien määrän vaihtelua.
Kuivahkolla kankaalla viljelytaimien määrä
väheni hieman taimikon iän kasvaessa. Sen
sijaan tuoreen kankaan äestys- ja osin auras-
aloillakin oli sitä vähemmän viljelytaimia mi-
tä nuorempi uudistusala oli kysymyksessä.

Siemensyntyisiä lehtipuiden taimia oli au-
rasaloilla yleensä enemmän kuin äestysaloilla
(kuva 6). Tuoreen kankaan äestysaloilla
siemensyntyisiä koivuja oli keskimäärin
1 200 kpl/ha, joista noin 25 % oli rauduskoiv-
uja. Kuivahkon kankaan äestysaloilla sie-
mensyntyisiä hies- ja rauduskoivuja oli yhtä
paljon, yhteensä noin 1 000 kpl/ha. Auras-
aloilla koivuja oli tuoreella kankaalla yli
7 000 kpl/ha, mutta kuivahkolla kankaalla
siemensyntyisten koivujen määrä jäi suu-
rimmillaan noin 3 500 kpl:een hehtaari-
rilla. Aurasaloilla lähes kolmannes siemensynty-
istä koivuista oli rauduskoivuja.

Lehtipuuvesojen määrä vaihteli tutkituilla
uudistusaloilla kolmesta tuhannesta yli kol-
meenkymmeneen tuhanteen kappaleeseen
hehtaari-
rilla. Erityisen runsaasti vesoja oli tuo-
reen kankaan äestysaloilla, joilla niitä oli
keskimäärin 16 500 kpl/ha. Kuivahkon kan-
kaan äestysaloilla vesoja oli keskimäärin
7 700 kpl/ha. Aurasaloilla vesakon tiheys
oli keskimäärin 12-14 000 kpl/ha.

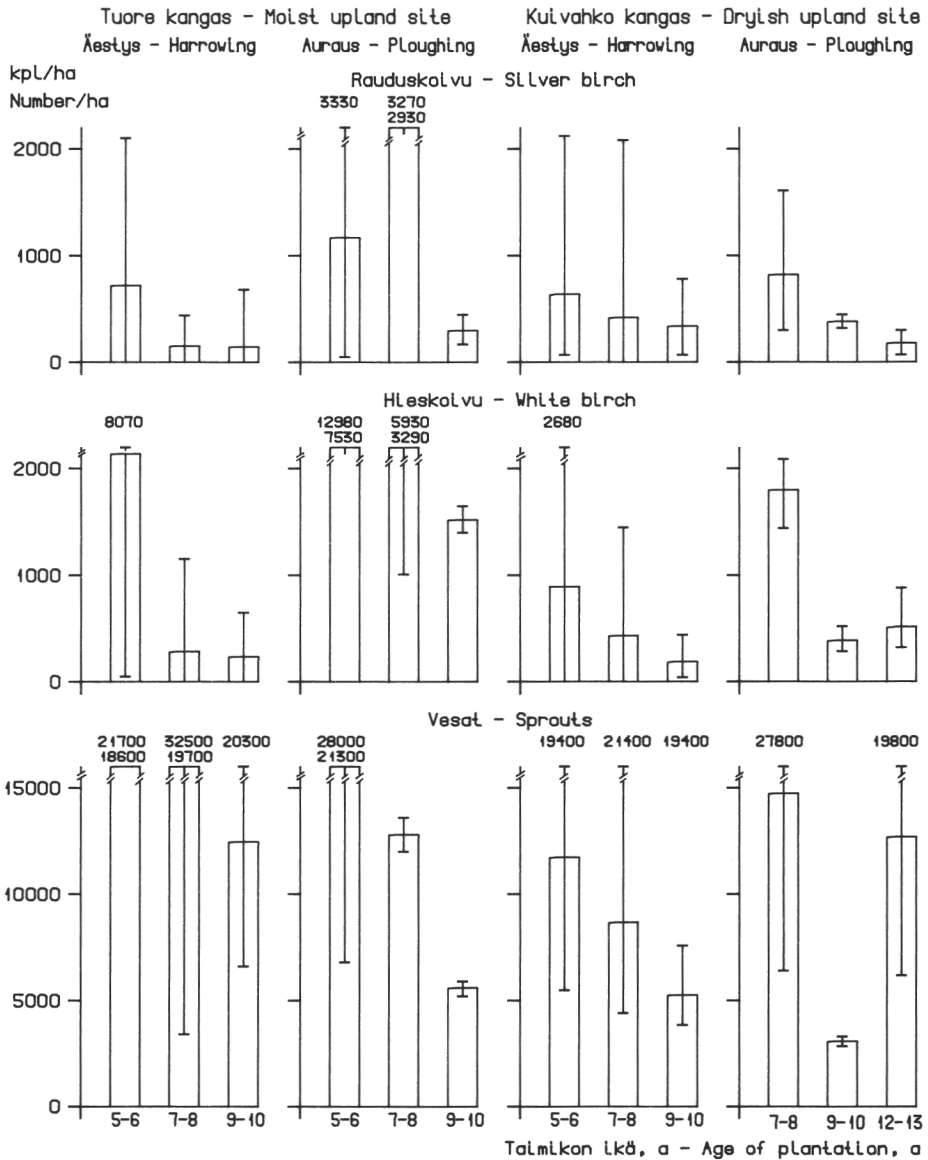
Lehtipuiden taimien ja vesakon määrä oli
yleensä vanhoissa taimikoissa pienempi kuin
nuorissa taimikoissa, mikä ilmeisesti johtui
taimikonhoidosta. Lehtipuuston (siemensyn-
tyiset ja vesat) määrä oli pienimmillään 9-10
-vuotiaissa taimikoissa.

322. *Aiemman puuston ja uudistusalan sijain- nin vaikutus taimettumiseen*

Havupuiden taimettuminen oli aiemmin
pääasiassa kuusta kasvaneilla aloilla hei-
kompaa kuin mäntyvaltaiseen tai mänty-
kuusimetsään tehdyllä avoalalla (taulukko
2). Samoin lehtipuun runsaus aiemmassa
puustossa näytti pienentävän tuoreen kan-
kaan äestysaloilla havupuutaimien määrää.
Viljelytaimienkin määrä oli useimmiten pie-
nin juuri kuusivaltaiseen tai runsaasti lehti-
puuta käsittäneeseen metsikköön tehdyllä
avoalalla.

Lähes kaikki inventoidut uudistusalat ra-
joittuivat osittain sellaiseen reunametsään,
joka on kyennyt tuottamaan siementä uudis-
tusalan muokkauksen jälkeen. Ainoastaan
kolme valtionmailla sijainnutta taimikkoa oli
niin muiden samanikäisten taimikoiden ympä-
röimiä, ettei niiltä voitu lainkaan löytää
siemenniskykyistä reunametsää. Tuoreella
kankaalla uudistusaloja reunusti keskimäärin
45 %:sti siemenniskykyinen reunametsä,
kuivahkolla kankaalla vastaava osuus oli
äestysaloilla 43 % ja aurasaloilla 31 %. Val-
tionmailla siemenniskykyisen reunametsän
osuus jäi tuoreen kankaan äestysaloilla pie-
nemmäksi kuin yksityismailla, mutta kui-
vahkolla kankaalla tilanne oli päinvastainen.

Uudistusaloilla, joilla siemenniskykyisen
reunametsän osuus oli suuri, jäi keskimää-
räinen reunametsäetäisyys pieneksi (taulukko
3). Samoin uudistuskuvion pinta-ala useim-
miten kasvoi keskimääräisen reunametsäetäi-
syyden kasvaessa. Keskimääräisen reunamet-
säetäisyyden kasvaessa eli uudistusalan laaje-
tessa pieneni luontaisten havupuiden sekä
taimiaineksen että taimien määrä. Selvimmin
siemenniskykyisen reunametsän läheisyys nä-
kyi luontaisten havupuutaimien määrässä.
Jos uudistusala oli kooltaan niin pieni, että
keskimääräinen reunametsäetäisyys jäi alle
kolmenkymmenen metrin, oli äestysaloilla
luontaisia havupuutaimia kaksi kertaa enem-
män kuin uudistusalalla, jolla keskimääräi-
nen reunametsäetäisyys oli noin 60 metriä.
Viljelytaimien määrään uudistusalan koolla
ei ollut vaikutusta.



Kuva 6. Siemensyntyisten koivujen ja lehtipuuvesojen määrä eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurasaloilla. Vaihteluväli on merkitty janalla kuhunkin pylvääseen.

Fig. 6. The number of birches developed from seed and the number of hardwood sprouts on different-aged, harrowed or ploughed sites of the moist or dryish upland site. Range of variation has been marked on the columns with a line.

323. Kasvupaikan, reunametsäetäisyyden sekä maaston topografian vaikutus taimetumiseen

Yksittäisellä uudistusosalalla kasvupaikkaluokka vaihteli koealoittain mm. maaston topografian vuoksi. Tuoreeksi kankaaksi luokitelluilla uudistusaloilla 3 % pinta-alasta katsottiin kuuluvan lehtomaisiin kankaisiin. Toi-

saalta keskimääräistä karumpana pidettiin äestysaloilla 10 % ja aurasaloilla peräti 25 % tuoreen kankaan pinta-alasta. Kuivahkojen kankaiden uudistusaloilla tulkittiin äestysaloilla 15 % ja aurasaloilla 11 % pinta-alasta kuivahkoa kangasta viljavammaksi. Kuivaksi kankaaksi luokiteltiin 15-17 % kuivahkon kankaan uudistusosalasta.

Kasvupaikan viljavuuden muutokset ai-

Taulukko 2. Taimien määrä (kpl/ha) aiemmalta puustoltaan erilaisilla uudistusaloilla. a = tuore kangas b = kuivahko kangas.

Table 2. Number of seedlings/ha in regeneration areas with a previous stand of different tree species composition. a = moist upland site, b = dryish upland site.

Aiemman puuston puulajisuhteet <i>Tree species composition of the previous forest</i>	Taimiaines <i>Seedling material</i>				Taimet <i>Seedlings</i>			
	Havupuut		Koivut		Viljelytaimet		Luontaiset havupuut	
	<i>Conifers</i>		<i>Birches</i>		<i>Transplants</i>		<i>Conifers, natural</i>	
	a	b	a	b	a	b	a	b
	<i>Äestysalat — Harrowed plots</i>							
Mäntyvaltaiset <i>Mainly pine</i>	1790	5050	1950	2200	1590	1440	3220	2870
Kuusivaltaiset <i>Mainly spruce</i>	1290	960	6040	2150	1420	1990	1950	1510
Sekapuustot <i>Pine and spruce mainly</i>	2170	2550	780	1650	1950	1560	4520	2100
Lehtipuuta > 30 % <i>Proportion of hardwoods > 30 %</i>	650	2810	2940	1820	1850	1130	1840	2860
	<i>Aurausalat — Ploughed plots</i>							
Mäntyvaltaiset <i>Mainly pine</i>	7610	400	27840	5580	1390	1270	2910	1540
Kuusivaltaiset <i>Mainly spruce</i>	4500	590	21250	10020	1280	1200	2160	1960
Sekapuustot <i>Pine and spruce mainly</i>	-	1940	-	3050	-	1430	-	5550

Taulukko 3. Taimimäärät taimikon keskimääräisen reunametsäetäisyyden mukaan luokiteltuna. a = tuore kangas, b = kuivahko kangas.

Table 3. Number of seedlings in plantations classified according to the mean distance to the border stand. a = moist upland site, b = dryish upland site.

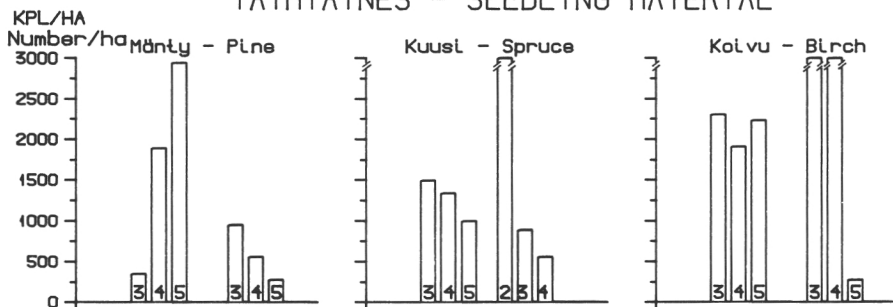
Reunametsäetäisyys, m <i>Distance to border stand m</i>	Reunametsän osuus, % <i>Proportion of border stand %</i>		Taimiaines <i>Seedling material</i>				Taimet <i>Seedlings</i>				Inventoitu pinta-ala keskimäärin <i>Average inventoried area, ha</i>	
	a b		Havupuut		Koivut		Viljelytaimet		Luontaiset havupuut		a b	
			<i>Conifers</i>		<i>Birches</i>		<i>Transplants</i>		<i>Conifers, natural</i>			
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
	<i>Äestysalat — Harrowed plots</i>											
< 30	57	63	2260	6050	640	2600	1780	1220	6880	3300	1,1	1,4
30 - 50	52	58	1280	3520	4420	1760	1770	1600	2040	2110	1,9	1,5
50 - 70	13	10	1540	1540	120	660	1920	1720	3460	1350	1,9	2,1
> 70	0	23	450	2000	0	3120	1820	1550	3460	2220	1,8	3,5
	<i>Aurausalat — Ploughed plots</i>											
< 30	80	-	1270	-	5060	-	1210	-	3400	-	3,3	-
30 - 50	53	63	2150	1800	29870	1400	1240	1280	2690	5930	3,2	4,8
50 - 70	30	25	2160	540	19300	3390	1390	1450	1660	1360	3,4	4,7
> 70	-	18	-	480	-	8930	-	1270	-	1540	-	4,3

heuttivat jonkin verran vaihtelua taimettumiseen (kuva 7). Äestysaloilla männyn taimettumisen ja kasvupaikan viljavuuden välillä vallitsi negatiivinen korrelaatio, mitä aurausalaloilla ei voitu todeta. Sen sijaan kuusen taimiaineksen ja kasvupaikan viljavuuden välillä oli aurausalaloilla positiivinen korrelaatio, mutta kuusentaimien määrää ei kasvupaikan

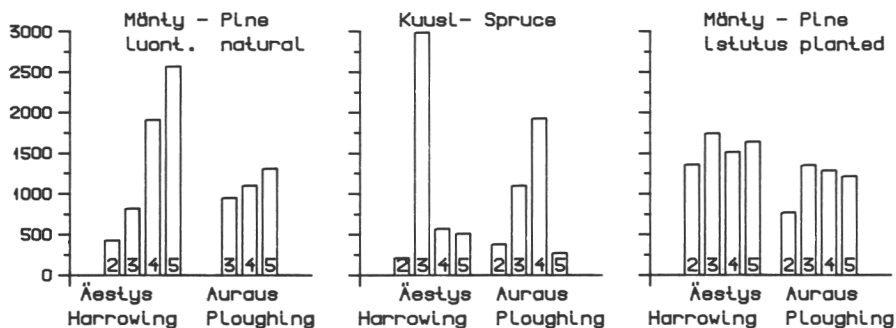
viljavuudella voitu johdonmukaisesti selittää.

Siemensyntyisten lehtipuiden määrä oli useimmiten suurimmillaan viljavuudeltaan keskinkertaisilla, tuoreiksi tai kuivahkoiksi kankaiksi määritetyillä aloilla. Vesojen määrään kasvupaikan viljavuus vaikutti positiivisesti äestysaloilla, mutta aurausalaloilla vesakon tiheys oli likimain sama kasvupaikka-

TAIMIAINES - SEEDLING MATERIAL



TAIMET - SEEDLINGS



Kuva 7. Keskimääräiset taimimäärät eri kasvupaikoilla. Kasvupaikkaluokka määritelty koelaitin. 2 = lehtomainen kangas, 3 = tuore kangas, 4 = kuivahko kangas, 5 = kuiva kangas.

Fig. 7. The mean number of seedlings on different types of site. The site class has been chosen independently on every sample plot. 2 = grovelike upland site, 3 = moist upland site, 4 = dryish upland site, 5 = dry upland site.

luokasta riippumatta. Männyn istutustaimien menestyminen oli kaikkein rehevimmällä, lehtomaisiksi kankaiksi luokitelluilla paikoilla, heikompaa kuin karummilla mailla.

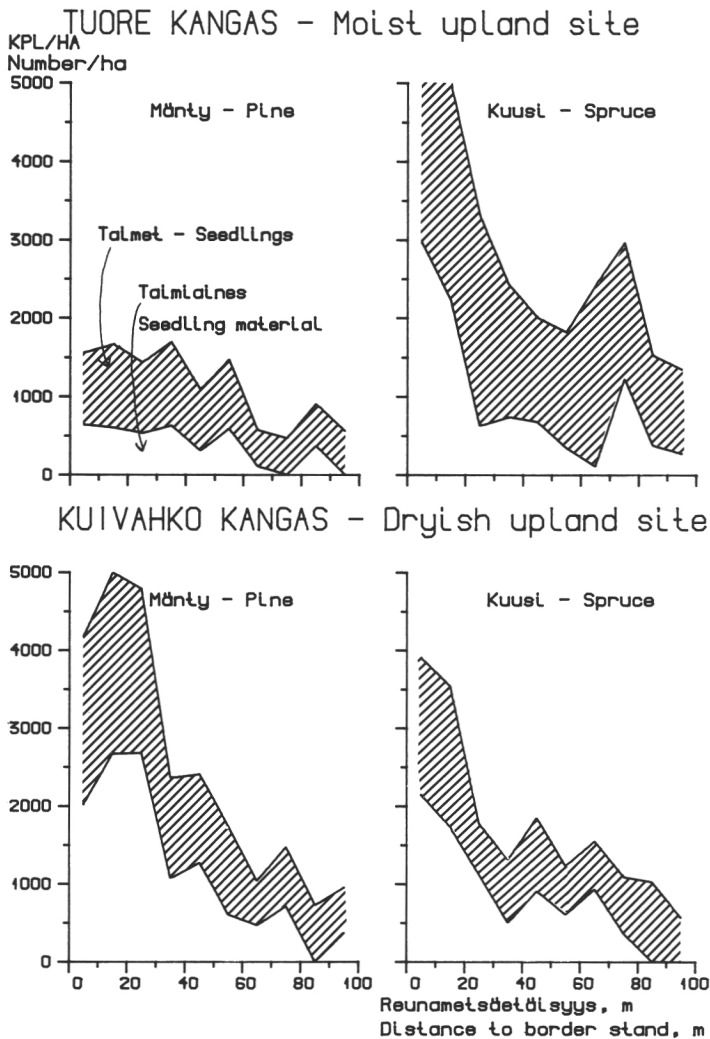
Koelan reunametsäetäisyyden vaikutus luontaisten havupuiden taimettumiseen oli ilmeinen (kuva 8), mutta lehtipuuston esiintymiseen reunametsän läheisyydellä ei todettu juurikaan olevan vaikutusta. Ilmeisesti mm. taimikon perkausten vuoksi lehtipuiden määrä oli taimikon eri osissa likimain yhtäläinen.

Havupuiden taimiainesta ja taimia oli uudistusalan reunassa, alle 50 metrin päässä reunametsästä, 2-4 kertaa enemmän kuin taimikon keskiosissa. Reunametsäetäisyyden vaikutus näkyi kuusen taimettumisessa voimakkaampana kuin männyn taimettumisessa. Kuusentaimia ja taimiainesta oli erityisen runsaasti aivan uudistusalan reunassa, alle 20 metrin päässä reunametsästä. Tällä vyöhykkeellä kuusentaimia oli parhaimmillaan 4 000-5 000 kpl/ha, kun niitä uudistusalan

keskiosissa oli korkeintaan 1 000 kpl/ha. Männyn taimiaineksen ja taimien määrä väheni paljon kuusta tasaisemmin. Erityisesti kuivahkolla kankaalla mänty taimettui kuusta paremmin uudistusalan keskiosissa.

Vaikka uudistusalan luontainen taimettuminen määräytyy ensisijassa uudistusalalle tulevan siemenen määrästä, vaikuttavat mm. uudistusalan maastonmuodot osaltaan taimien menestymiseen. Aurasaloilla kumpareita ja painanteita oli hieman enemmän kuin äestysaloilla, mutta aurasalojenkin pinta-alasta vain 10 % tulkittiin joko kumpareeksi tai painanteeksi. Suurimmaksi osaksi eli 90-97 % uudistusalasta luokiteltiin topografialtaan joko rinteeksi tai tasaiseksi. Aurasalat olivat hieman useammin rinteessä kuin tasamaalla, mutta äestysaloilla rinteitä ja tasamaata oli likimain yhtä paljon.

Tuoreella kankaalla luontainen taimettuminen oli ollut helpointa rinteillä, mikä näkyi selvimmin kuusentaimien runsautena (liite 3a). Sen sijaan kuivahkolla kankaalla oli



Kuva 8. Reunametsäetäisyyden vaikutus havupuiden taimettumiseen tuoreella ja kuivahkolla kankaalla.

Fig. 8. The number of coniferous seedlings as a function of the distance to the border stand on moist and dryish upland site.

tasaisilla kohdilla yleensä eniten taimia. Eri-tyisesti männyntaimien määrä oli tasamaalla suurempi kuin rinteillä. Istutustaimia oli molemmilla kasvupaikoilla, niin äestys- kuin aurausaloilla, enemmän tasamaalla kuin rinteissä.

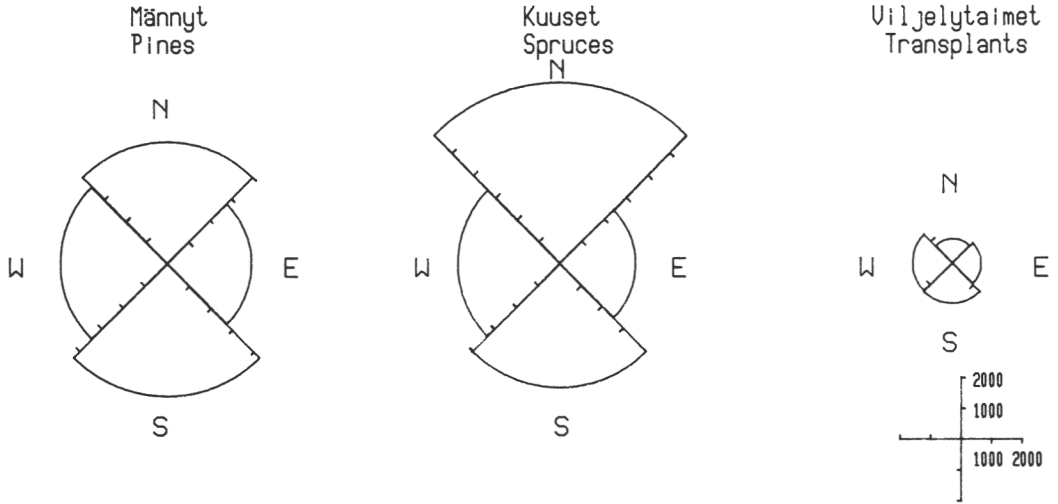
Rinteistä suurin osa, yli kolmannes, oli itärinteitä. Pohjoisrinteitä inventoiduilla aloilla oli vähiten. Tuoreella kankaalla pohjois- ja etelärinteet olivat taimettuneet hie- man itä- ja länsirinteitä paremmin, mutta muutoin rinteensuunnan vaikutus taimettumiseen ei ollut kovin suuri (kuva 9). Useim- miten vaihtelu ekspositioltaan samalla rin-

teellä oli suurempaa kuin eri suuntaisten rin- teiden välillä. Viljelytaimia oli likimain yhtä paljon eri suuntaisilla rinteillä.

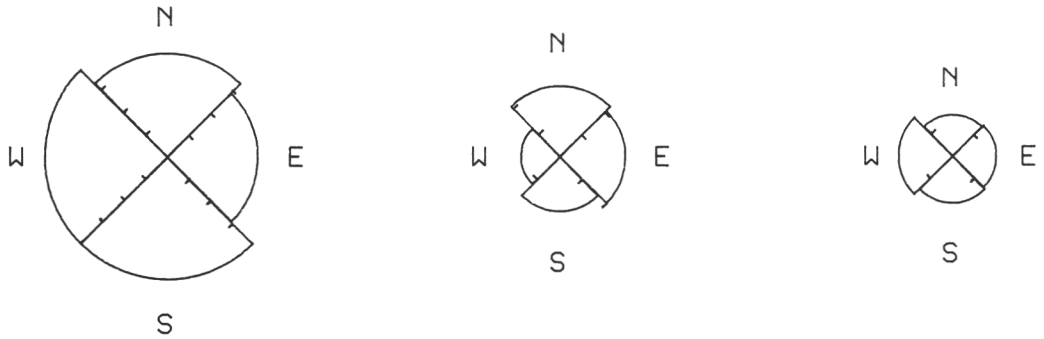
324. Maalajin, kivisyyden, humuskerroksen paksuuden sekä humuspeittävyyden vai- kutus taimettumiseen

Inventoidut uudistusalat olivat pääasiassa moreenimaita. Äestysaloilla lajittuneen maan osuus oli paljon pienempi kuin aurausaloilla,

Tuore kangas - Moist upland site
 Aurausalat - Ploughed plots



Kuivahko kangas - Dryish upland site
 Äestysalat - Harrowed plots



Kuva 9. Rinteen suunnan vaikutus luontaiseen taimettumiseen sekä viljelytaimien menestymiseen.
 Fig. 9. The effect of exposure on natural regeneration and the survival of transplants.

ja vastaavasti moreenimaita oli äestysaloilla lähes kaksi kertaa enemmän kuin aurausalloilla. Soistunutta, turpeen kattamaa kangasmaata oli aurausalloilla moninkertainen määrä äestysaloihin verrattuna. Tuoreen kankaan aurausalloilla soistumien osuus oli 10 % pinta-alasta. Äestysaloilla soistuneeksi luokiteltiin vain noin 1 % inventoidusta pinta-alasta.

Luontaisia taimia oli likimain yhtä paljon niin moreenimaille kuin lajittuneillakin maille (liite 3b). Havupuiden taimia oli moreenimaille tehdyillä auruksilla yleensä enemmän kuin lajittuneiden maiden aurausalloilla. Äestytksen jälkeen oli moreenialusta taimettunut

tuoreella kankaalla paremmin ja kuivahkolla kankaalla huonommin kuin lajittunut maa.

Maalajeittain tarkastellen ei taimettumisessa voitu havaita suuria eroja. Havupuiden taimia oli eniten lähinnä hiekasta ja hiedasta koostuvilla mailla ja yleensä vähiten hiesu-mailla. Viljelytaimia oli eniten hietamailla, joiden osuus inventoidusta pinta-alasta oli 65-90 %.

Metsämaan kivisyyden vaikutus luontaiseen taimettumiseen oli hyvin vähäinen. Vähäkivisillä paikoilla, joita oli 40-70 % uudistusalojen pinta-alasta, oli yleensä vähemmän luontaisia taimia kuin kivisillä kohdilla, mutta muutoin kivisyys ei juuri selittänyt luon-

taista taimettumista. Viljelytaimien määrään maaperän kivisyydellä ei ollut vaikutusta. Erittäin kiviseksi luokiteltiin 20-40 % uudistusalojen pinta-alasta.

Humuskerroksen paksuus, joka mitattiin muokkaamattomasta kohdasta, vaikutti taimettumiseen melko yksiselitteisesti (liite 3c). Tuoreella kankaalla havupuiden taimettuminen heikkeni huomattavasti humuksen paksuuden kasvaessa 4-10 cm:iin. Erityisesti äestysaloilla paksu humuskerros esti havupuiden taimettumista. Sen sijaan koivun taimettuminen oli parhaita kaikkein paksuhumusisimmilla maastonkohdilla. Kuivahkolla kankaalla humuskerroksen paksuuden vaikutus taimettumiseen oli paljon vähäisempi kuin tuoreella kankaalla. Auratuilla kuivahkon kankaan uudistusaloilla taimettumisen ja humuskerroksen paksuuden välillä oli jopa positiivinen korrelaatio.

Viljelytaimien menestymiseen humuskerroksen paksuus vaikutti samalla tavoin kuin luontaisten taimien esiintymiseen. Kun humuskerroksen paksuus kasvoi yli 6 cm:n, putosi istutustaimien määrä oleellisesti. Vesoja oli poikkeuksetta eniten paksuhumusisilla uudistusaloilla.

Humuskerroksen peittävyys, mikä kuvaa muokkauksen tehokkuutta, vaikutti taimettumiseen enemmän kuin humuskerroksen paksuus (liite 3d). Männyntaimien taimettuminen oli kuivahkolla kankaalla sitä parempi, mitä enemmän kivennäismaata oli paljastettu, mutta tuoreella kankaalla männyntaimia oli eniten koealoilla, joilla humuskerros peitti noin puolet koealasta. Samoin kuusen taimettuminen oli aurasaloilla parhaita, jos muokkausjälki peitti koealasta puolet tai vähemmän. Äestysaloilla muokkauksen tehokkuudella ei ollut vaikutusta kuusen taimettumiseen. Koivun taimettuminen riippui kaikkein voimakkaimmin muokkauksen tehokkuudesta. Aurasaloilla koivun taimettuminen oli jopa kertaluokkaa parempi tehokkaasti muokatulla kohdalla (humuspeittävyys alle 30 %) kuin heikosti muokatulla kohdalla (humuspeittävyys yli 60 %).

Viljelytaimien määrä oli peittävästi muokatuilla aloilla muokausmenetelmästä ja kasvupaikasta riippumatta erittäin merkittävästi suurempi kuin heikosti muokatulla alalla. Istutustaimia oli yleensä eniten sellaisilla kohdilla, joilla maanpinta oli lähes puoliksi muokattu. Näillä aloilla elossa olleiden viljelytaimien määrä oli auras- ja äestysaloilla likimain yhtäläinen, mutta humuskerroksen

peittävyuden kasvaessa tai vähetessä oli äestysaloilla huomattavasti enemmän istutustaimia kuin aurasaloilla. Vesakon määrään muokkauksen tehokkuudella ei näyttänyt olevan äestysaloilla merkitystä, mutta aurasaloilla vesakon tiheys oli suurin peittävästi muokatuilla aloilla.

Tutkittaessa luontaisen taimettumisen vaihtelua ja istutustaimien menestymistä regressioanalyysillä, jossa selittävinä tekijöinä olivat edellä tarkasteltujen vaihtelulähteiden lisäksi taimikon ikä sekä vesakon tiheys, pystyttiin taimettumisen vaihtelusta selittämään noin 10 % (taulukko 4). Tuoreen kankaan aurasaloilla muokkauksen peittävyys oli tärkein luontaisten taimien määrän vaihtelua selittävä tekijä, mutta kuivahkolla kankaalla reunametsäetäisyys ja muut reunametsätunnuukset vaikuttivat eniten taimettumiseen. Tuoreen kankaan äestysaloilla luontainen taimettuminen korreloi voimakkaimmin muokkauksesta kuluneen ajan suhteen, mikä ei puolestaan aurasaloilla juuri luontaista taimettumista selittänyt. Kuivahkolla kankaalla luontaisen taimettumiseen vaikutti myös äestysaloilla eniten reunametsän läheisyys ja sen puustotunnukset. Muokkauksen peittävyys selitti istutustaimien määrän vaihtelua enemmän kuin mikään muu tarkastelluista tekijöistä.

33. Taimikon pituuskehitys

331. Taimien ikä- ja pituusjakauma

Ennen muokkausta syntyneiden taimien osuus kaikista taimista oli äestysaloilla suurempi kuin aurasaloilla (taulukko 5). Kuusentaimista jopa 30 % oli syntynyt äestysaloilla 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 % kokonaismäärästä. Aurasaloilla taimettuminen jatkui huomattavasti pidempään. Niillä jopa 30-40 % kuusentaimista oli syntynyt yli neljä vuotta muokkauksen jälkeen.

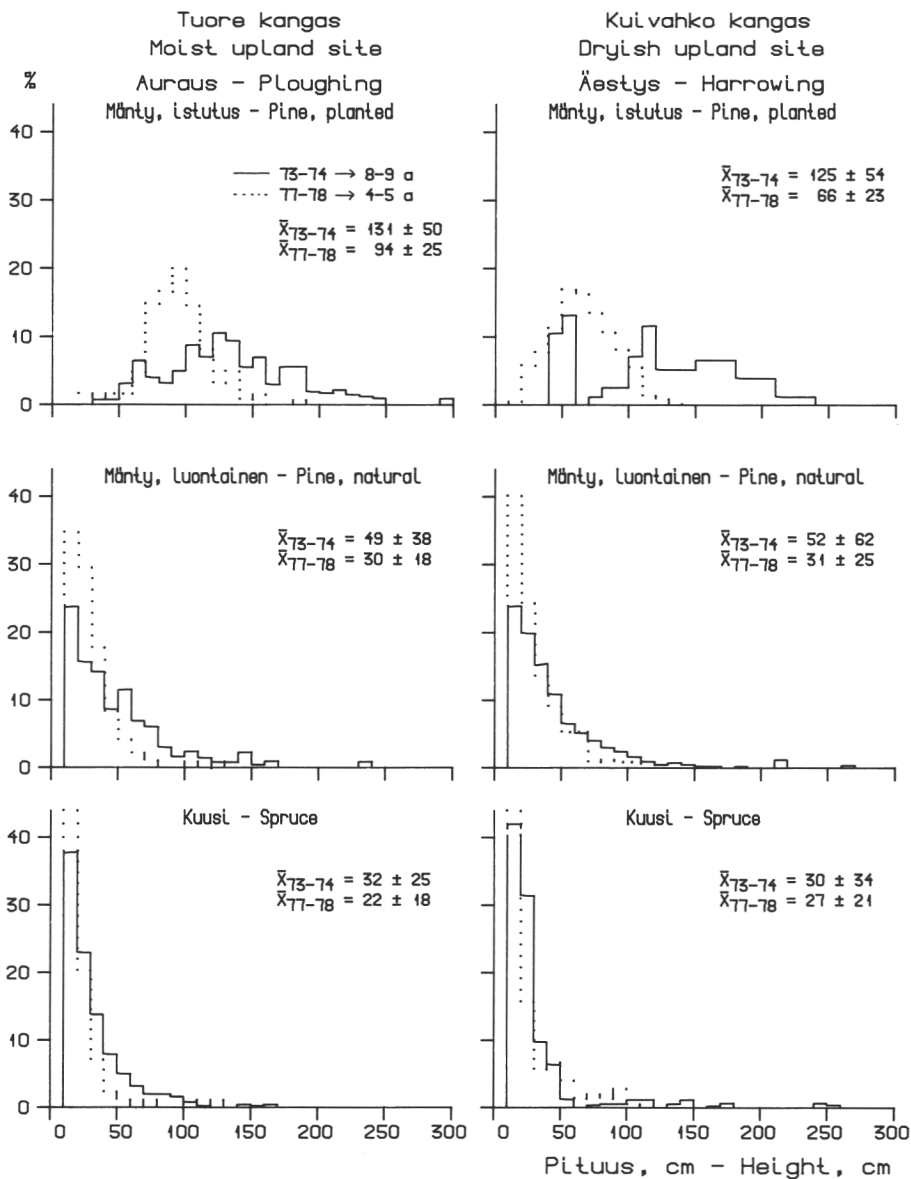
Taulukko 4. Uudistusalan taimettumisen ja tärkeimpien taimettumista selittävien tekijöiden väliset osittais- ja yhteiskorrelaatiokertoimet puulajeittain auras- (a) ja äestysaloilla (b).
 Table 4. The correlation coefficients for the dependence between the number of seedlings in the regeneration area, and the most important factors affecting natural regeneration and plant survival on ploughed (a) and harrowed (b) plots.

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
	Tuore kangas — Moist upland site															
Mänty <i>Pine</i>	-	,14	-,12	-,07	-	,08	-	-	-,16	-	-	-	-	-	,20	,17
Kuusi <i>Spruce</i>	-	,16	-	,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	,20
Havupuut <i>Conifers</i>	-	,12	-,11	-,13	,11	-	-	-	-,13	-	-	-	-	-	,32	,17
Koivut <i>Birches</i>	-	-,19	-,15	-	-	-	-	-	-,26	-,11	-	-	,13	,10	,24	,25
Istutetut <i>Transplants</i>	-	,15	-	-	-	-	-	-	-,24	-,21	-	-,07	-	-	,21	,27
	Kuivahko kangas — Dryish upland site															
Mänty <i>Pine</i>	-	-	-,23	-,11	,16	,15	-	-	-,18	,12	-	-,08	-	-	,33	,26
Kuusi <i>Spruce</i>	-	-	-,12	-	,23	-,10	,08	,20	-	-	-	-	-	-	,32	,08
Havupuut <i>Conifers</i>	-	-	-,22	-,08	,19	,09	,15	-	-,16	-,08	-	-,09	-	-	,39	,19
Koivut <i>Birches</i>	,17	-	-	-	,16	-,08	-,07	-	-	-,21	-,20	-	-	,14	-	,30
Istutetut <i>Transplants</i>	-,18	-	-	-	-	-	-	-	-,27	-,27	-	-,11	-	-	,33	,29

- I = Muokkauksesta kulunut aika - Time since site preparation
- II = Reunametsäetäisyys - Distance to the border stand
- III = Reunametsän puustotunnukset - Quality of border stand
- IV = Suunta reunametsään - Direction to the border stand
- V = Humuspeitteen osuus - Proportion of humus cover
- VI = Humuskerroksen paksuus - Thickness of humus layer
- VII = Vesakon tiheys - Density of sprouts
- VIII = Yhteiskorrelaatio - Correlation coefficient

Taulukko 5. Luontaisten taimien ikäjakauma (%) muokkausajankohdan mukaan luokiteltuna auras- (a) ja äestysaloilla (b).
 Table 5. The age distribution (%) of naturally regenerated seedlings classified according to site preparation year on the ploughed (a) and harrowed (b) plots.

		Ennen muokkausta Before preparation			Muokkauksen jälkeen After preparation				
		Yli 4 v Over 4 v	3-4 v	1-2 v	Yhteensä Total	0-2 v	3-4 v	Myöhem. Later	Yhteensä Total
		Tuore kangas — Moist upland site							
Mänty <i>Pine</i>	a	0	1	8	9	34	43	14	91
Kuusi <i>Spruce</i>	b	2	1	5	8	70	17	5	92
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	a	4	1	2	7	33	26	34	93
Hieskoivu <i>White birch</i>	b	3	1	6	10	59	28	3	90
	a	0	0	0	0	53	32	15	100
	b	1	1	9	11	67	20	2	89
	a	0	0	1	1	59	26	14	99
	b	3	1	4	8	59	22	11	92
		Kuivahko kangas — Dryish upland site							
Mänty <i>Pine</i>	a	6	1	5	12	22	37	29	88
Kuusi <i>Spruce</i>	b	7	2	3	12	42	40	6	88
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	a	3	2	2	7	14	37	42	93
Hieskoivu <i>White birch</i>	b	14	3	11	28	51	19	2	72
	a	0	0	3	3	20	36	41	97
	b	3	0	0	3	50	42	5	97
	a	0	0	1	1	36	35	28	99
	b	0	1	2	3	62	34	1	97



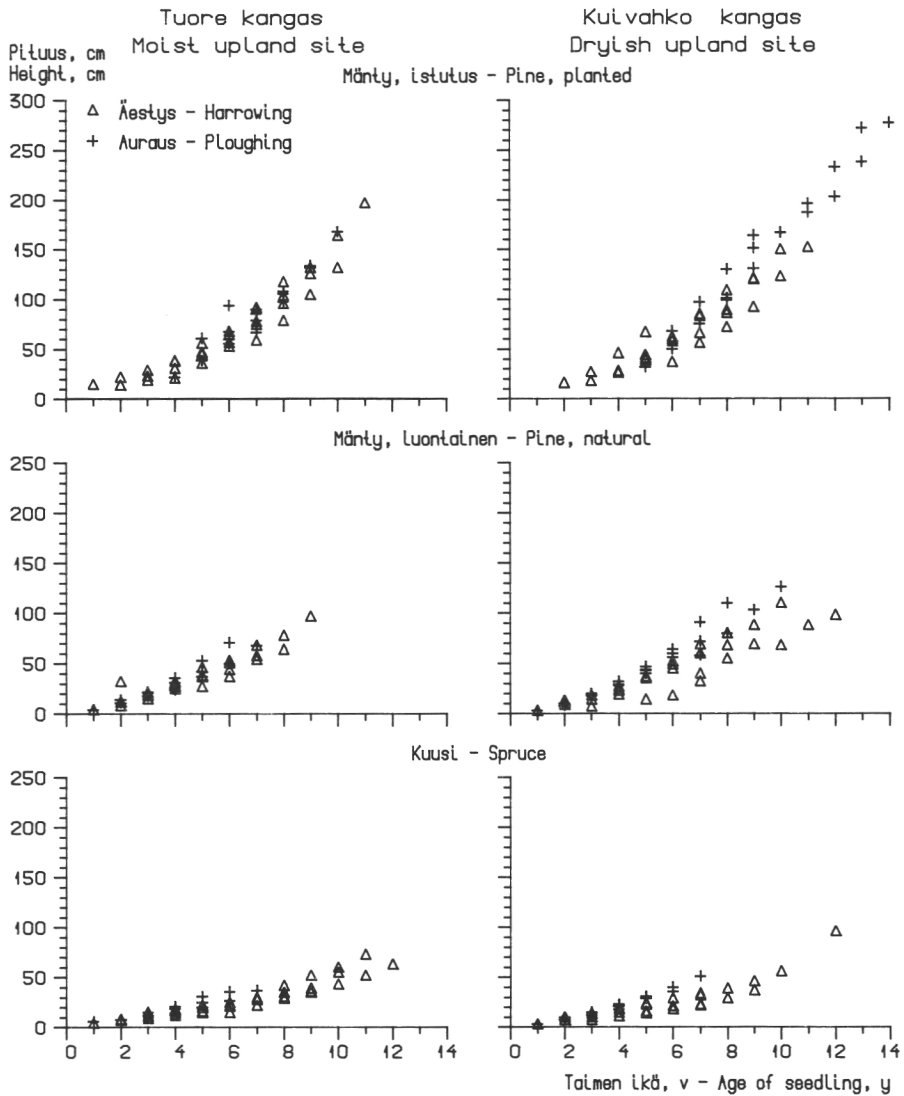
Kuva 10. Esimerkki istutustaimien ja luontaisen taimien pituusjakaumista eri-ikäisissä taimikoissa.

Fig. 10. An example of the height distribution of natural seedlings and transplants in different-aged plantations.

Luontaiset taimet olivat keski-ikästään aurasaloilla keskimäärin 2 vuotta nuorempia kuin äestysaloilla. Esim. 7-8 vuotta vanhoilla aurasaloilla oli luontaisen mäntyjen keski-ikä 4-5 vuotta kun samanikäisillä äestysaloilla männyn olivat jo keskimäärin 6-7 vuotta vanhoja. Kuusentaimet olivat keski-ikästään vastaavasti aurasaloilla 5-6-vuotiaita ja äestysaloilla 8-9-vuotiaita. Istutustaimien

ikä vaihteli näillä 7-8 vuotta vanhoilla muokkauksilla 8:sta 10 vuoteen.

Pitkä taimettumisaika näkyi myös taimien keskipituuden ja pituusjakauman kehityksessä (kuva 10). Luontaisista taimista, etenkin kuusista, suurin osa oli vielä 10-vuotiaissa taimikoissa alle 30 cm pituisia. Luontaisen männyn keskipituuden kehitys oli hieman nopeampi, mutta pääosa männyn luontais-



Kuva 11. Havupuiden pituuskehitys biologisen iän funktiona auraus- ja äestysaloilla.
 Fig. 11. The height development of coniferous seedlings as a function of their biological age on harrowed and ploughed plots.

ta taimista oli vanhoissakin taimikoissa pituudeltaan vielä alle puoli metriä. Luontaisien havupuiden keskipituus oli tuoreen kankaan äestysaloilla suurempi kuin vastaavan ikäisillä aurausaloilla, mutta kuivahkolla kankaalla tilanne oli päinvastainen. Erot luontaisien taimien keskipituudessa eivät kuitenkaan olleet kovin suuret.

Istutustaimien pituusjakauma oli luontaisien taimien pituusjakaumaa symmetrisempi ja vähemmän huipukas. Vanhoissa taimikoissa viljelytaimien pituushajonta oli suurempi kuin nuorissa taimikoissa. Samoin niin

viljelytaimien kuin luontaisien taimien pituusvaihtelu oli aurausaloilla yleensä pienempi kuin äestysaloilla.

332. Taimien pituuskehitys biologisen iän funktiona

Istutetut männyn taimet saavuttivat metrin pituuden noin 8 vuoden ikäisinä ja kahden metrin pituuteen ne ylsivät noin 12 vuoden ikäisinä (kuva 11). Luontaiset männyt kas-

Taulukko 6. Havupuutaimien osuudet (%) eri kuntoluokissa silmämääräisen arvioinnin perusteella anraus- (a) ja äestysaloilla (b).

Table 6. The distribution of coniferous seedlings into different condition classes (%) on the ploughed (a) and harrowed (b) plots.

	Terve <i>Normal</i>		Lievä tuho <i>Slightly damaged</i>		Heikentynyt <i>Weakened</i>		Kituva <i>Stunted</i>	
	a	b	a	b	a	b	a	b
	Tuore kangas		— <i>Moist upland site</i>					
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	15	26	69	59	13	12	4	3
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	60	54	13	33	22	11	5	3
Kuusi - <i>Spruce</i>	39	73	21	20	40	7	1	-
	Kuivahko kangas		— <i>Dryish upland site</i>					
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	17	24	72	65	9	10	2	1
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	50	59	31	29	14	10	5	2
Kuusi - <i>Spruce</i>	66	57	14	32	20	9	-	2

voivat metrin mittaisiksi 9-10 kasvukautena. Kuuset ylänävät metrin pituuteen tuoreen kankaan äestysaloilla noin 12-15-vuotiaina, mutta kuivahkolla kankaalla kuusen pituuskehitys on todennäköisesti hieman nopeampaa. Tuoreella kankaalla halla oli monin paikoin hidastanut kuusen pituuskehitystä. Aurasaloilla kuuset saavuttanevat metrin pituuden 12-15 vuoden ikäisinä, vaikkei sitä tästä aineistosta voitu varmuudella todeta.

Viljelytaimet olivat kasvaneet aurasaloilla nopeammin kuin äestysaloilla. Suurimmillaan erot taimien pituuskehityksessä olivat kuivahkolla kankaalla. Myös luontaisten taimien pituuskehitys oli aurasaloilla nopeampaa kuin äestysaloilla. Havaittu ero pituuskehityksessä saattaa osittain johtua auras- ja äestysalojen kasvupaikkavaihteluista. Mahdollisesti sekä tuoreella että kuivahkolla kankaalla oli aurattu viljavat ja äestetty karut uudistusalat.

34. Taimikon kunto

341. Taimien elinvoimaisuus ja vikaisuus

Viljelytaimet olivat äestysaloilla kunnoltaan parempia kuin aurasaloilla (taulukko 6). Terveiksi luokiteltujen istutustaimien osuus oli aurasaloilla keskimäärin 16 %, kun vastaava osuus äestysaloilla oli 25 %. Kasvupaikkatyypillä ei ollut merkitystä terveiden taimien osuuteen, mutta heikentyneiden ja kituvien taimien osuus oli sekä auras-

aloilla että äestetyillä tuoreen kankaan aloilla (15 %) suurempi kuin kuivahkolla kankaalla (11 %). Suurin osa, 60-70 % viljelytaimista oli lievästi jonkin tuhon vikuuttamia.

Luontaisista männyistä ja kuusista yli puolet luokiteltiin terveiksi. Lievästi tuhon vioittamien luontaisten taimien osuus oli 13-32 % ja kunnoltaan sitä huonompia luontaisia havupuutaimia oli aurasaloilla 20-40 % ja äestysaloilla 7-13 %. Kunnoltaan kohtalaisien (terveet ja lievä tuho) viljelytaimien osuus oli 5-6-vuotiaissa taimikoissa 80-90 % ja sitä vanhemmissa taimikoissa 85-100 %. Tällainen muutos osoittanee taimikon vakiintumista.

Istutustaimista 45-65 % oli säästynyt toistaiseksi vaurioilta (taulukko 7). Aurasaloilla viallisten istutustaimien osuus oli sekä tuoreella että kuivahkolla kankaalla pienempi kuin äestysaloilla. Tilanne oli sama myös luontaisten männyntaimien kohdalla, joista keskimäärin 6-27 % luokiteltiin vaurioituneiksi.

Istutustaimien yleisimpiä vikoja olivat aurasaloilla haaroittumat ja mutkat ja äestysaloilla mutkat, korot, poikaoksat ja haaroittumat. Luontaisillakin taimilla mutkat sekä rangan vaihdosta johtuvat poikaoksat olivat yleisimpiä vikoja. Kuusella, jolla oli keskimäärin vähiten vaurioita, oli hallan aiheuttama monilatvaisuus yleisin vika.

Vaikka elossa olleista istutustaimista suurin osa olikin selvinnyt ilman näkyviä vaurioita, todettiin aurasalojen viljelytaimista vain 15-18 % olevan täysin tuhoista vapaita (taulukko 8). Vastaavasti äestysaloilla lähes

Taulukko 7. Viallisten havupuutaimien osuus (%) auraus- (a) ja äestysaloilla (b).
Table 7. The proportion (%) of coniferous seedlings with defects on the ploughed (a) and harrowed (b) plots.

	Ei vikaa		Haaroit- tunut		Poika- oksa		Mutka		Koro		Kallis- tunut		Muu	
	No defect a	b	Forked a	b	Ramicorn a	b	Crook a	b	Canker a	b	Leaned a	b	Others a	b
	Tuore kangas				— Moist upland site									
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	65	45	24	8	3	11	8	19	-	16	-	1	1	1
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	94	73	3	2	1	7	2	12	-	5	-	-	-	1
Kuusi - <i>Spruce</i>	68	93	30	2	1	2	-	4	-	-	1	-	-	-
	Kuivahko kangas				— Dryish upland site									
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	54	48	21	11	13	15	9	15	-	11	3	1	-	-
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	84	79	4	6	6	7	6	5	1	3	-	-	-	-
Kuusi - <i>Spruce</i>	89	90	7	3	3	3	1	2	-	1	-	1	-	-

Taulukko 8. Havupuiden kuntoa heikentävien tautien ja tuhojen suhteellinen määrä auraus- (a) ja äestysaloilla (b).
Table 8. The occurrence frequency of damage and diseases weakening the coniferous seedlings on ploughed (a) and harrowed (b) plots.

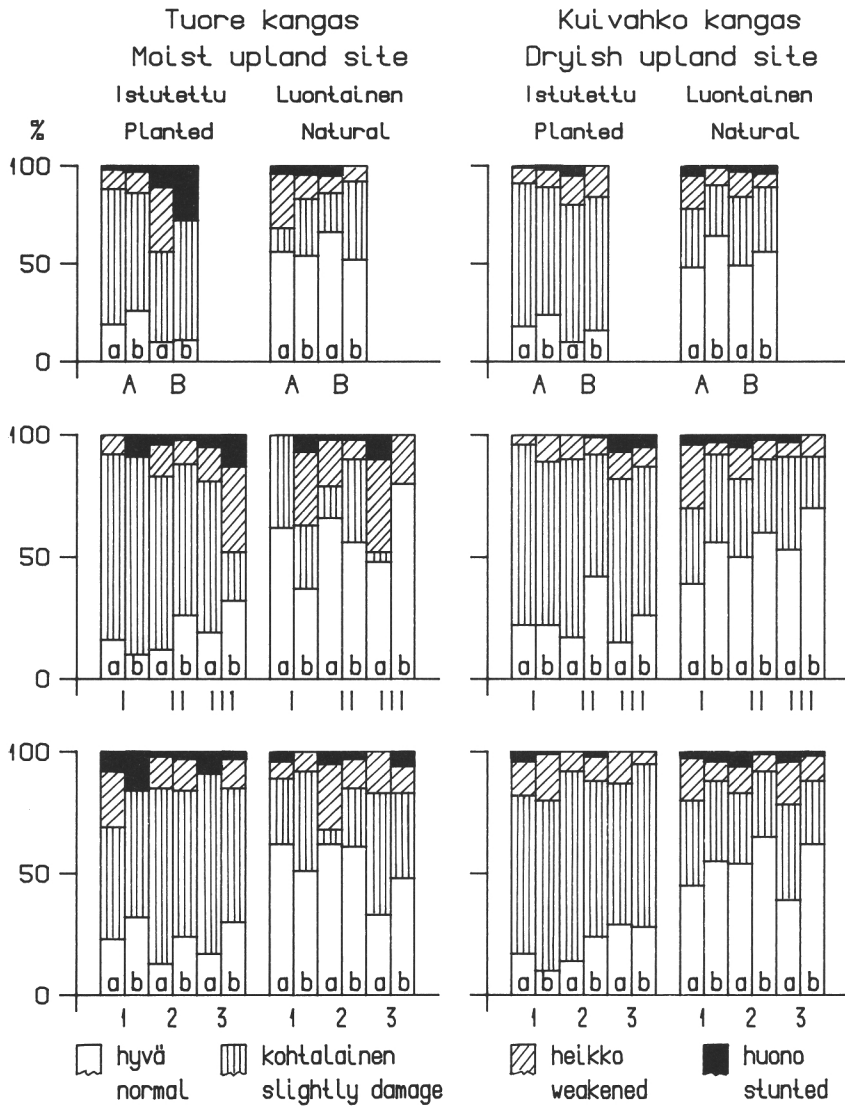
	Ei tuhoa		Yksi tuho		Useampi tuho		Kasvil- isuus		Sieni- taudit		Hyön- teiset		Nisäk- käärät		Muut	
	No damage a	b	One damage a	b	Several damage a	b	Vegetation a	b	Fungal diseases a	b	Insects a	b	Mammals a	b	Others a	b
	Tuore kangas				— Moist upland site											
Mänty, istutus <i>Pine, planted</i>	15	25	67	63	18	12	4	10	84	60	3	1	8	2	4	14
Mänty, luont. <i>Pine, natural</i>	60	54	36	40	4	6	16	18	21	26	-	3	-	-	7	5
Kuusi <i>Spruce</i>	38	72	62	26	0	2	5	8	-	2	-	-	-	-	57	20
	Kuivahko kangas				— Dryish upland site											
Mänty, istutus <i>Pine, planted</i>	18	23	60	64	22	13	2	4	88	72	1	1	4	3	9	10
Mänty, luont. <i>Pine, natural</i>	47	59	44	37	9	4	11	7	40	28	-	2	-	1	11	7
Kuusi <i>Spruce</i>	76	57	24	38	0	5	2	9	-	1	-	1	-	-	22	37

joka neljänestä istutustaimesta ei silmämääräisesti tarkasteltuna löytynyt vaurioita. Lisäksi äestysalojen istutustaimissa oli lähes kaksi kertaa harvemmin usean tuhon jälkiä kuin aurausaloilla. Luontaisista männynistä yli puolet oli molemmilla muokkauksilla säilynyt tuhoilta niin tuoreella kuin kuivahkolakin kankaalla. Sen sijaan kuusentaimia oli halla vaurioittanut erityisesti tuoreen kankaan auraus- ja kuivahkon kankaan äestysaloilla.

Yleisin tuhonaiheuttajaryhmä oli männyn-
taimilla sienitaudit, joiden vioittamia oli au-
rausaloilla yli 80 % ja äestysaloilla 60-70 %

istutustaimista. Luontaisista männyn-
taimista oli 20-40 % sienitautien vaivaamia. Toiseksi yleisin tuhonaiheuttaja oli pintakasvillisuus, joka oli aiheuttanut haittaa erityisesti luontaisille männyn-
taimille. Hyönteisten ja nisäkkäiden aiheuttamia tuhoja esiintyi vähäisessä määrin lähinnä viljellyissä taimissa.

Viljelytaimissa oli aurausaloilla enemmän tuhoja kuin äestysaloilla. Tämä johtui ni-
menomaan aurausalojen istutustaimien run-
saista sienitaukeista. Ero oli tuoreella kan-
kaalla huomattavasti suurempi kuin kuivah-
kolla kankaalla.



Kuva 12. Istutettujen ja luontaisen männynntaimien kunto erilaisilla maaston pienmuodoilla.

a = auras,	b = äestys
A = muokattu,	B = muokkaamaton
I = ylempänä,	II = tasalla, III = alempana
1 = humus,	2 = kivennäismaa, 3 = humus+kivennäismaa

Fig. 12. The condition of planted or naturally regenerated pine seedlings on different types of microtopography.

a = ploughing,	b = harrowing
A = prepared,	B = unprepared
I = higher,	II = on the level, III = lower
1 = humus,	2 = mineral soil, 3 = humus + mineral soil

342. Mikroympäristön vaikutus männynntaimien kuntoon

Äestysaloilla yli 95 % ja aurasaloilla 85-90 % taimista oli istutettu muokatulle alustalle (kuva 12). Luontaisista männynistä noin

70 % oli syntynyt muokatulle alustalle. Viljelytaimet olivat muokatussa ympäristössä kunnoltaan parempia tai vähintään yhtä hyviä kuin muokkaamattomaan maahan istutetut taimet. Luontaisen taimien kunto oli likimain sama muokatulla kuin muokkaamat-

tomalla alustalla.

Äestysaloilla lähes 90 % taimista oli istutettu keskimääräiselle maanpinnan tasolle. Vastaavalle tasolle istutettuja taimia oli aurasaloilla keskimäärin 55 %. Aurasaloilla 14-18 % taimista oli viljelty maanpinnan kohoumille ja peräti 25 % viljelytaimista sijaitsi keskimääräistä maanpintaa alempana. Äestysaloilla kohoumille istutettuja taimia oli vain 2 % ja maanpinnan keskitason alapuolelle istutettuja taimia oli keskimäärin 9 %. Luontaisista taimista 60-80 % oli syntynyt keskimääräiselle maanpinnan tasolle, 12-15 % keskimääräistä korkeammalle ja 5-25 % keskimääräistä matalammille kohdille.

Maanpinnan keskimääräisellä tasolla tai sitä ylempänä kasvaneet taimet olivat aurasaloilla parempikuntoisia kuin keskimääräistä maanpintaa alemmaksi istutetut tai sinne luontaisesti syntyneet taimet. Äestysaloilla maanpinnan tasolla kasvaneet taimet olivat kunniltaan parhaita.

Viljelytaimista noin 70 % oli istutettu paljastettuun kivennäismaahan. Kivennäismaan ja humuksen sekoitteeseen istutettujen taimien osuus oli 15-20 %, ja humusalustalle viljeltyjä taimia oli aurasaloilla keskimäärin 17 % ja äestysaloilla 5 % viljelytaimista. Luontaisista taimista 30-53 % oli syntynyt kivennäismaahan ja 29-41 % humukselle ja 9-31 % humuksen ja mineraalimaan sekoitteelle. Parhaimmat viljelytaimet kasvoivat humuksen ja mineraalimaan sekoituksella tai mineraalimaalla. Luontaisesti syntyneiden taimien kuntoon kasvualustan laadulla ei ollut merkitystä.

35. Taimikon metsänhoidollinen tila

35.1. Kasvatuskelpoisten taimien määrä

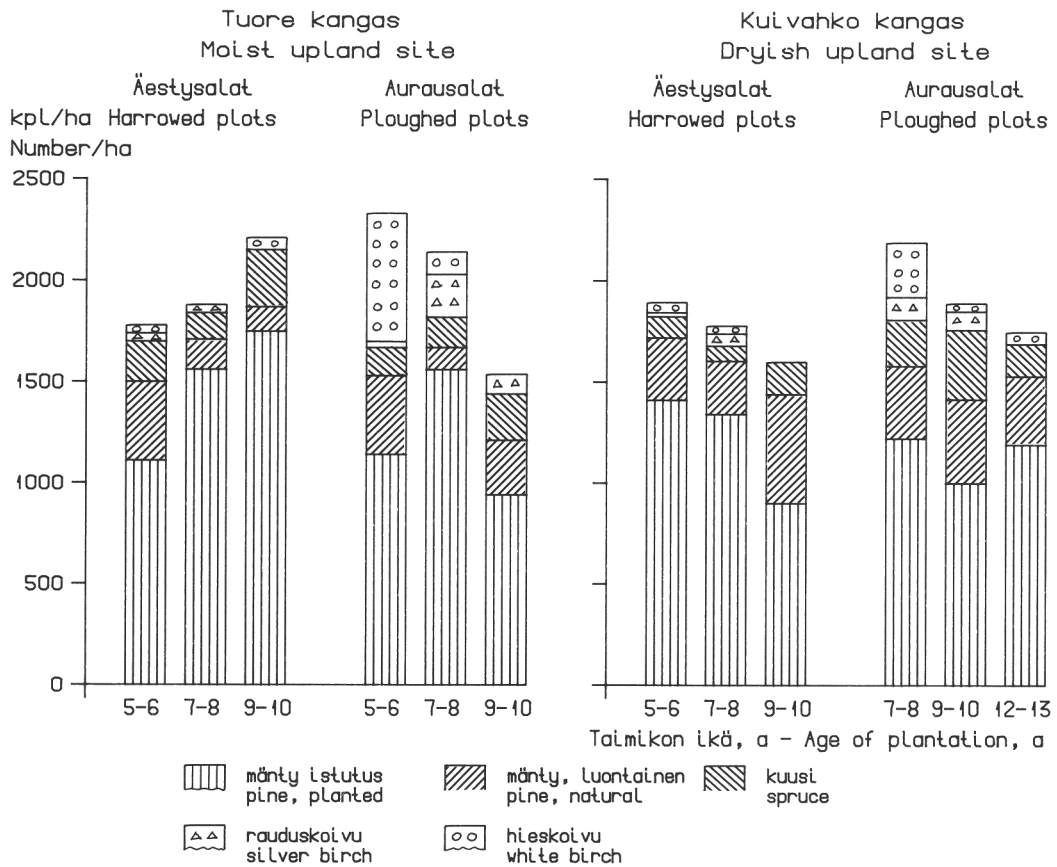
Elossa olleista viljelytaimista tulkittiin aurasaloilla keskimäärin 86 % ja äestysaloilla 90 % kasvatuskelpoisiksi. Yleensä kasvatuskelpoisten taimien osuus elossa olleista viljelytaimista oli sitä suurempi mitä enemmän viljelytaimia uudistusaloilla oli. Vähiten kasvatuskelpoisia viljelytaimia oli eräällä äestysalalla, jossa vain joka viides viljelytaimi tulkittiin kasvatuskelpoiseksi. Taimikon ikä ei selittänyt kasvatuskelpoisten viljelytaimien osuuden vaihtelua (kuva 13).

Kasvatuskelpoisiksi arvioitujen istutustaimien määrä vaihteli tutkituilla uudistusaloilla 180:stä 2450 kpl:seen hehtaarilla. Keskimäärin joka viidennellä äestetyllä uudistusaloilla oli kasvatuskelpoisia viljelytaimia korkeintaan 1 000 kpl/ha. Vastaava tilanne oli lähes joka kolmannelle tuoreen kankaan ja joka toisella kuivahkon kankaan aurasalalla. Äestysaloilla kasvatuskelpoisia viljelytaimia oli tuoreella kankaalla keskimäärin 1 580 kpl/ha ja kuivahkolla kankaalla hieman vähemmän eli 1 330 kpl/ha. Aurasaloilla kasvatuskelpoisten viljelytaimien keskiarvo oli molemmilla kasvupaikkatyypeillä noin 1 200 kpl/ha.

Kaikilla uudistusaloilla hyväksyttiin viljelytaimien lisäksi myös luontaisia taimia kasvatuskelpoisiksi. Luontaisia männyntaimia tulkittiin kasvatuskelpoisiksi tuoreen kankaan uudistusaloilla keskimäärin 200-300 kpl/ha. Kuivahkon kankaan uudistusaloilla kasvatuskelpoisia luontaisia männyntaimia oli noin 400 kpl/ha. Yhteensä istutettuja ja luontaisia männyntaimia oli aurasaloilla keskimäärin 1 560 ja äestysaloilla 1 770 kpl/ha.

Männyntaimien lisäksi arvioitiin vaihteleva määrä luontaisia kuusentaimia kasvatuskelpoisiksi. Aurasaloilla kasvatuskelpoisia kuusentaimia oli jopa 1 330 kpl/ha, kun niitä keskimäärin oli 150-240 kpl/ha. Äestysaloilla kasvatuskelpoisten kuusentaimien määrä nousi tuoreella kankaalla keskimäärin 400 kappaaleeseen ja kuivahkolla kankaalla niitä oli vain noin 100 kpl/ha. Havupuutaimien lisäksi arvioitiin etenkin aurasaloilla myös osa lehtipuista kasvatuskelpoisiksi. Tuoreen kankaan aurasaloilla kasvatuskelpoisia raudus- ja hieskoivun taimia oli keskimäärin 550 kpl/ha, kun niitä kuivahkon kankaan auras- sekä yleensä äestysaloilla oli keskimäärin 100-300 kpl/ha.

Luontaisten taimien osuus kaikista kasvatuskelpoisista taimista oli äestysaloilla keskimäärin 27-32 % ja aurasaloilla noin 46 %. Aurasaloilla istutetut ja luontaiset männyntaimet muodostivat noin 70 % kasvatuskelpoisten taimien määrästä, kun äestysaloilla vastaava osuus oli tuoreella kankaalla 82 % ja kuivahkolla kankaalla 90 %. Tuoreen kankaan aurasaloilla kasvatuskelpoisten lehtipuiden osuus oli yli 20 %. Muilla uudistusaloilla kasvatuskelpoisten lehtipuiden osuus oli yleensä 5-10 % kasvatuskelpoisten taimien määrästä. Kasvatuskelpoisten lehtipuiden määrä oli suurimmillaan nuorissa,



Kuva 13. Kasvatuskelpoisten taimien määrä eri-ikäisillä tuoreen ja kuivahkon kankaan äestys- ja aurausaloilla.
Fig. 13. The number of viable seedlings on different-aged, harrowed or ploughed plots on moist or dryish upland sites.

5-6-vuotiaissa taimikoissa.

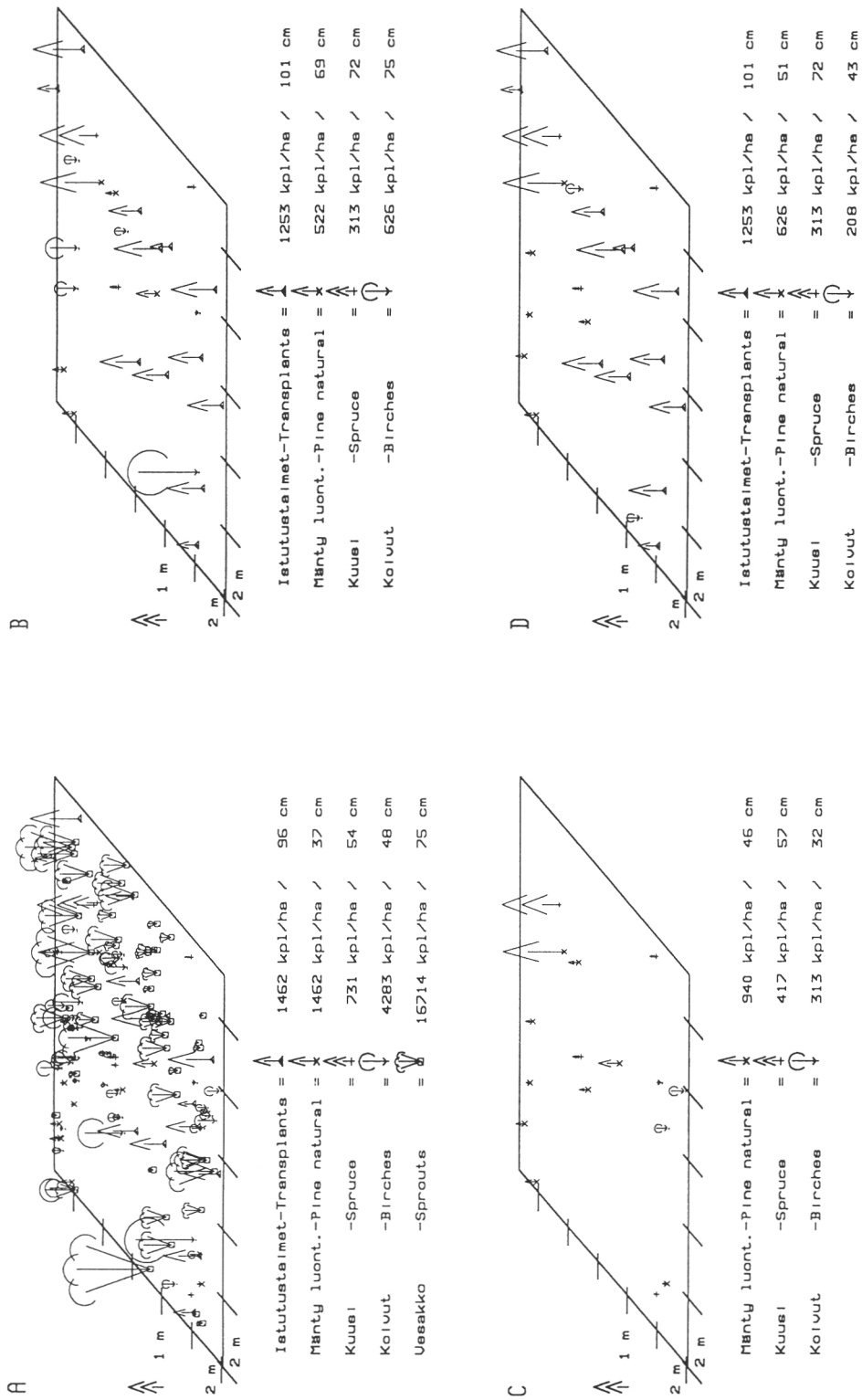
Edellä esitetty laskennallinen (ks. s. 6) kasvatuskelpoisten taimien määrä oli hieman silmävaraisesti, subjektiivisesti maastossa arvioitua taimimäärää korkeampi (kuva 14 B ja D). Useimmissa taimikoissa laskennallisesti saadut niin viljeltyjen kuin luontaistenkin kasvatuskelpoisten taimien määrät olivat hieman maastossa arvioituja suuremmat.

Kasvatuskelpoisten taimien valintaa tarkasteltiin myös pelkästään luontaisen taimettumisen perusteella (kuva 14 C). Tällöinkin useimmat taimikot olisivat olleet havupuuvaltaisia, mutta lähes joka toisesta taimikosta tulisi kuusivaltainen. Aurausaloilla luontaisia kasvatuskelpoisia männyn- ja kuusentaimia oli keskimäärin 1 100 ja äestysaloilla 1 100-1 300 kpl/ha. Keskimäärin luontaisia kasvatuskelpoisiksi arvioituja taimia oli aurausaloilla tuoreella kankaalla noin 2 000 ja kuivahkolla kankaalla noin 1 700 kpl/ha. Äestys-

aloilla kasvatuskelpoisia taimia oli tässä tarkastelussa keskimäärin vain 1 300-1 500 kpl/ha.

Kasvatuskelpoisten taimien keskipituus oli havupuilla suurempi ja lehtipuilla pienempi kuin vastaava kaikkien taimien keskipituus (kuva 14). Luontaiset kasvatuskelpoiset taimet olivat kaikissa taimikoissa viljelystaimia huomattavasti lyhyempiä, mikä toisaalta vähentää luontaisten taimien taimikkoa täydentävää merkitystä silloin kun metsikkö halutaan kasvattaa tasarakenteisena.

Aurausaloilla oli kaikkiaan kasvatuskelpoisiksi arvioituja taimia keskimäärin hieman enemmän kuin äestysaloilla riippumatta siitä, millä menetelmällä kasvatuskelpoisten taimien valinta tehtiin. Aurausaloilla kasvatuskelpoisia taimia oli jokaisessa taimikossa yli 1 500 kpl/ha kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee (luvut %:a uudistusalojen lukumäärästä).



Kuva 14. Esimerkki taimikon tilajärjestyksestä ja kasvatuskelpoisten taimien valinnasta. Kysessä oleva uudistusala on seitsemän vuotta sitten aurattu. A = kaikki taimet, B = maastossa subjektiivisesti valitut kasvatuskelpoiset taimet, C = ohjelmalla lasketut kasvatuskelpoiset taimet (vain luontaiset taimet), D = ohjelmalla lasketut kasvatuskelpoiset taimet (luontaiset ja istutustaimet). Lukupari: taimimäärä, kpl/ha / keskipituus, cm.

Fig. 14. An example of the spacing and selection of viable seedlings in the plantation. The regeneration area in question had been ploughed seven years earlier. A = all seedlings, B = viable seedlings selected subjectively during the inventory, C = viable seedlings selected by the computer program (only natural seedlings), D = viable seedlings selected by the computer program (natural seedlings and transplants). Figures below pictures: number of seedlings/ha / mean height, cm.

		Kasvatuskelpoisten taimien määrä, kpl/ha											
		-1500		1501-2000		2001-2500		2501-3000		3001-3500		3500-	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
AURASALAT													
B	-	-	43	75	29	13	28	12	-	-	-	-	-
D	-	-	14	50	58	25	14	25	14	-	-	-	-
ÄESTYSALAT													
B	13	17	30	39	44	22	4	11	-	11	9	-	-
D	17	17	17	39	48	39	9	5	5	-	4	-	-

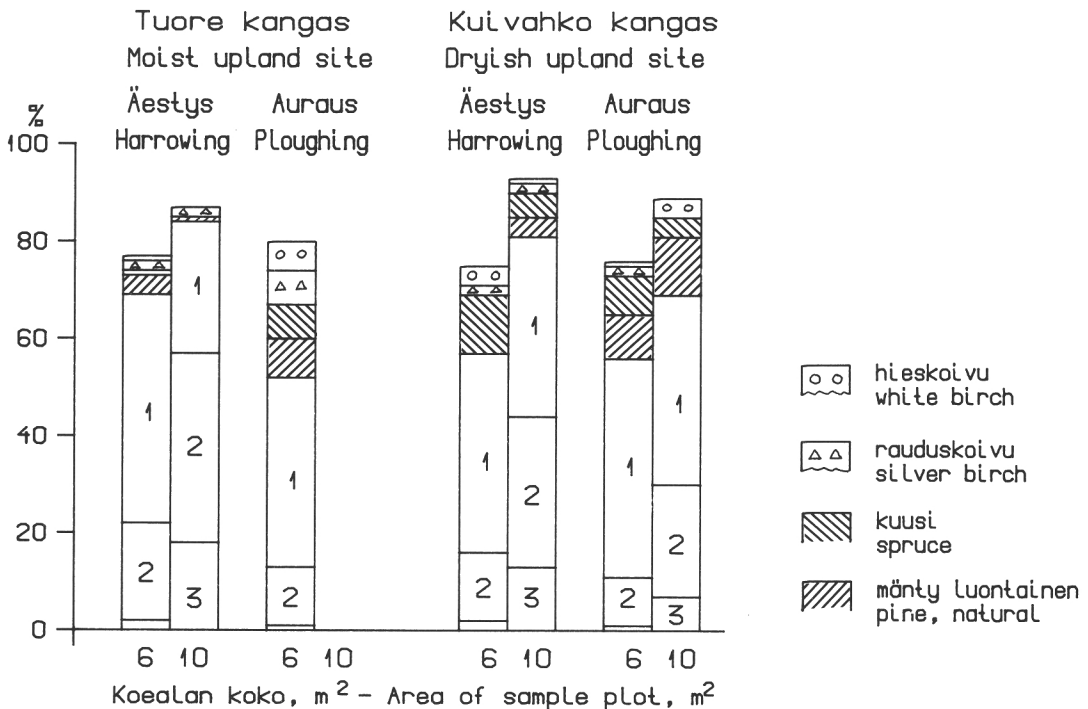
a = tuore kangas, b = kuivahko kangas
 B = subjektiivinen maastoarviointi
 D = ohjelmalla suoritettu kasvatuskelpoisten taimien valinta (ks. kuva 14)

Maastossa tehdyn subjektiivisen arvioinnin mukaan jäi kasvatuskelpoisten taimien määrä valtaosassa taimikoista noin 2 000 taimeen hehtaarilla. Ohjelmalla laskettaessa saatiin etenkin aurasaloilla tiheämpiä taimikoita. Äestysaloilla kasvatuskelpoisten taimien valintamenetelmällä ei ollut yhtä suurta merkitystä kuin aurasaloilla, mutta äestysaloillakin päädyttiin useimmiten hieman tiheämpiin taimikoihin valittaessa taimet ohjelmalla kuin maastossa tehdyssä subjektiivisessä arvioinnissa. Erot taimimäärissä olivat kuitenkin hyvin pienet.

352. Taimikon tasaisuus ja kehityskelpoisuus

Suuresta taimimäärästä huolimatta ei yksikään tutkittu uudistusala ollut täysin aukoton, vaan jokaisesta taimikosta löytyi koaloja, joilla ei ollut kasvatuskelpoiseksi luokiteltavaa tainta (kuva 15). Otettaessa huomioon vain kasvatuskelpoiset viljelytaimet oli taimettomien koalojen osuus aurasaloilla kuuden neliömetrin koaloilla keskimäärin 46 %. Vastaavilla äestysaloilla taimettomia koaloja oli 37 % koaloista. Uudistusaloilla, joilla oli käytetty kymmenen neliömetrin koaloja, oli taimettomien koalojen osuus luonnollisesti pienempi.

Koaloja, joilla oli kaksi tai useampia kasvatuskelpoisia viljelytaimia, oli aurasaloilla vähemmän kuin äestysaloilla. Äestysaloilla kymmenen neliömetrin koaloista oli lähes 15 % sellaisia, joilla oli vähintään kaksi kasvatuskelpoista tainta. Aurasaloilla vastaavien koalojen osuus oli 7 %. Kun kasvatuskelpoisten viljelytaimien lisäksi otettiin mukaan myös kasvatuskelpoiset luontaiset taimet, pieneni taimettomien koalojen osuus



Kuva 15. Taimellisten koalojen osuus auras- ja äestysaloilla eri kasvupaikoilla. Pylvään alin osa kuvaa istutus-taimellisia (3, 2 tai 1 kpl) koaloja ja pylvään yläosat kuvaavat luontaisten taimien taimikkoa täydentävää vaikutusta.

Fig. 15. The proportion of sample plots with seedlings on harrowed and ploughed plots on different types of sites. The lowest part of the column represents sample plots with transplants (3, 2 or 1 transplants / sample plot). The upper parts of the column represent how the naturally regenerated seedlings fill up the plantation.

huomattavasti etenkin aurasaloilla.

Niiden koalojen osuus, joilla ei ollut kasvuskelpoisia taimia lainkaan, vaihteli aurasaloilla 2:sta 30 %:iin, keskiarvojen ollessa 22 tai 11 % koalan koosta riippuen. Äestysaloilla taimettomia koaloja oli 2-60 % ja vastaavat keskiarvot 24 tai 10 %.

Taimikoiden kehityskelpoisuuden kriteereinä pidettiin kasvuskelpoisten taimien määrää sekä taimikon aukkoisuutta. Auras-

aloilla joka neljännen taimikon (25 %) tiheys ylitti 2 500 tainta. Äestysaloilla yhtä tiheitä taimikoita oli vain joka kahdeksannella uudistusaloilla (12 %). Tiheydeltään tyydyttäviä taimikoita eli kasvuskelpoisia taimia 2 000-2 500 kpl/ha, oli sekä auras- että äestysaloilla hieman yli 40 %. Taimikoita, joissa tiheys jäi alle 2 000 kasvuskelpoisen taimen, oli aurasaloilla 33 % ja äestysaloilla 44 % uudistusaloista.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Metsänuudistusalat olivat valtionmailla keskimäärin neljä kertaa laajempia kuin yksityismailla. Todellisuudessa keskimääräinen uudistusalojen kokoero valtion ja yksityismaiden välillä lienee vieläkin suurempi, koska inventointiin ei otettu mukaan alle 0,4 ha:n laajuisia uudistusaloja. Yksityismaiden uudistusalojen keskikoko oli 1,4-1,6 ha, mikä on sama kuin viljelyalojen keskikoko Etelä-Suomessa vuosikymmenen vaihteessa (Aho-kumpu 1982). Valtionmailla inventoitujen uudistuskuvioiden koko vaihteli kolmesta seitsemään hehtaariin. Erityisesti kuivahkon kankaan aurasalat olivat muita inventoituja uudistusaloja laajempia. Vuotuinen metsänviljelyala on ollut Keski-Suomen piirimetsälautakunnassa yksityismailla vajaa 10 000 ha ja valtionmailla 500-800 ha.

Auratulla uudistusaloilla yli puolet maanpinnasta tulkittiin muokatuksi, mutta äestetyllä alalla muokkaamatonta pintaa oli yleensä enemmän kuin muokattua. Äestysaloilla muokkauksen peittävyys oli keskimäärin 43 %. Sekä auroksia että äestyksiä voidaan pitää peittävyydeltään vähintään keskinkertaisina (ks. Kubin 1985, Valtanen 1983, 1985).

Äestysaloilla muokkaamattomia tahi täysin humuspeitteettömiä koaloja ei juuri ollut. Sen sijaan aurasaloilla joka kymmenes koala oli koskemattoman humuspeitteen katama ja vastaavasti humuspeitettä vailla olevia koaloja oli aurasaloilla huomattavasti enemmän kuin äestysaloilla. Äestysjälkeä voidaan näin ollen pitää tasaisemmin peittävänä kuin aurasjälkeä, mikä aiheutunee auras- ja äestyskaluston teknisistä eroista.

Osin erilaisesta muokkausjäljestä johtuen oli seinä- ja kerrossamalten osuus pohjakerroksen kasvillisuudesta äestysaloilla lähes kaksinkertainen samanikäiseen aurasalaan verrattuna. Äestetyllä alalla seinä- ja kerrossammalet olivatkin yleensä pohjakerroksen peittävin lajiryhmä, mutta auratulla uudistusaloilla karhunsammal oli peittävin pohjakerroksen kasvilaji. Vasta kymmenen vuoden kuluttua auroksesta oli seinä- ja kerrossammalia likimain yhtä paljon kuin karhunsammalta (Saksa 1986). Kenttäkerroksen peittävin laji oli sekä auras- että äestysaloilla useimmiten metsälauha. Äestetyllä uudistusaloilla varpujen peittävyys palautui kymmenessä vuodessa lähes entiselleen, mutta auratulla alalla se oli vanhoissakin taimikoissa vähäistä. Sen sijaan ravinteiden runsautta osoittava horsma-, vadelma-, saniais- ym. kasvillisuus oli aurasaloilla huomattavasti yleisempää kuin äestysaloilla.

Auras aiheutti suurempia ja pitempiaikaisia muutoksia uudistusalan pintakasvillisuuden lajistoon ja lajisuhteisiin kuin äestys. Äestetyllä uudistusaloilla pintakasvillisuus palautui kymmenen vuoden kuluessa lähes ennalleen, mutta aineiston vanhimmallakaan aurasaloilla eivät pintakasvillisuuden runsaussuhteet olleet vielä ”normalisoituneet”.

Tehokkaan muokkauksen ansiosta lähes jokaiselle uudistusalalle syntyi taimia kohtalaisesti vielä 5-10 vuoden kuluttua muokkauksesta, sillä taimiainesta esiintyi kaikissa taimikoissa. Tuoreella kankaalla aurasala säilytti taimettumiskuntonsa kauemmin kuin äestysala, mutta kuivahkolla kankaalla tilanne oli päinvastainen. Ilmeisestikin auras ja-

reämpänä maanpinnan käsittelymenetelmänä kykenee rajoittamaan tuoreella kankaalla muun pintakasvillisuuden aiheuttamaa kilpailua paremmin kuin äestys ja tarjoamaan näin ollen äestystä kauemmin riittävät taimettumisedellytykset havupuille. Kuivahkolla kankaalla aurausjälki saattaa olla kosteus- ja lämpöoloiltaan liian äärevä, jotta siemenet voisivat itää ja sirkkataimet optimaalisesti kehittyä (Troedson & Utbult 1972). Lehtipuiden taimettuminen oli erityisen runsasta aurausalaloilla kasvupaikkatyyppistä riippumatta. Äestystä suurempi paljaan kivennäismaan osuus selittää parhaiten lehtipuiden runsautta aurausalalla, mutta sen lisäksi karhunsammalen yleisyys auttaneen koivun taimettumista aurausalalla (Ferm & Sepponen 1981).

Vaikka aurausjälki pysyikin pitempään taimettumiskelpoisena tuoreella kankaalla kuin äestysjälki, ei auratuilla tuoreen kankaan uudistusaloilla ollut juurikaan enemmän havupuiden taimia kuin vastaavilla äestysaloilla. Aurausjälki tarjoaa äestysjälkeä paremmat edellytykset siemenen itämiselle ja sirkkataimien kehitykselle, mutta varsinaisesti taimien kehityksen kannalta näyttää puolestaan äestysjälki paremmalta. Kuivahkolla kankaalla sekä havupuiden taimettuminen että taimien kehittyminen oli äestysaloilla yleensä parempi kuin aurausalaloilla. Karulla kasvupaikalla havupuiden taimet saavat äestysalalla esim. hakkuutähteistä enemmän tarvitsemaansa suojaa kehittyäkseen (esim. Aaltonen 1940, Vaartaja 1951 ja Lehto 1969) kuin aurausalalla.

Istutustaimien määrä oli äestetyillä aloilla suurempi kuin auratuilla aloilla. Aurausalaloilla muokkauksen epätasaisuus eli muokkaamattomien koelohjen suuri määrä on saattanut vaikuttaa negatiivisesti istutustiheyteen, vaikka normien mukaan uudistusaloille tulisi viljellä yhtä paljon taimia muokkaustavasta ja muokkauksen tehokkuudesta huolimatta. Vastaavasti istutustaimien vähäisyys kuivahkon kankaan äestysaloilla saattoi johtua osin siitä, ettei kaikille uudistusaloille ole ollutkaan tarvetta istuttaa samassa määrin viljelytaimia jo olemassa olleen luontaisen taimimateriaalin takia. Jos tarkastellaan 9-10-vuotiaita uudistusaloja, havaitaan männyntaimien kokonaisuutensa (luontaiset ja istutetut) olevan aurausalaloilla tuoreella kankaalla yli 200 ja kuivahkolla kankaalla yli 1 100 tainta/ha pienemmän kuin äestetyillä uudistusaloilla.

Inventoiduilla uudistusaloilla männyn istutustaimet olivat menestyneet äestysaloilla paremmin kuin aurausalaloilla. Tuloksia, joiden mukaan männyntaimet ovat menestyneet sitä paremmin mitä järeämmästä maanmuokkauksesta on ollut kysymys, ovat aiemmin saaneet mm. Parviainen (1984), Raulo ja Rikala (1981) ja Kinnunen ja Mäki-Kojola (1980). Raulon ja Rikalan (1981) kenttäkokeessa auraus ja mätästys alensivat männyn istutustaimien eloonjäämistä karuimmilla toistoilla, jotka edustivat tuoretta kangasta. Lisäksi sekä Parviainen (1984) että Raulo ja Rikala (1981) vertailivat taimien menestymistä vain muutaman istutuksen jälkeisen kasvukauden ajan. Esim. Pelkosen ym. (1982) tekemän inventoinnin mukaan kymmenvuotiaissa männyn istutustaimikoissa oli aurausalaloilla vähemmän viljelytaimia kuin laikutusalaloilla. Toisaalta nyt saatu tulos saattaa osin selittyä auraus- ja äestysalujen välisillä maaperäeroilla, sillä esim. tuoreella kankaalla oli aurausalaloista 14 % turvepintaista maata kun vastaava turvepintaisen maan osuus oli äestysaloilla vain 1 %. Aurausjälki tarjoaa äestysjälkeä paremmat olosuhteet myös istutustaimien alkukehitykselle, mutta niiden myöhempi kehittyminen on taas äestysalalla elossaolon kannalta parempaa kuin aurausalalla.

Tutkittujen uudistuskuvioiden piiristä rajoittui 30-40 % kooltaan, iältään ja kunnoltaan siemenniskykyiseen metsään. Luontainen taimettuminen oli sitä parempaa mitä suurempi osa reunametsistä oli siemenniskykyistä (Kinnunen ja Mäki-Kojola 1980). Jos uudistusalan keskimääräinen reunametsäetäisyys oli alle 70 metriä oli luontainen taimettuminen vielä runsasta. Pinta-alaltaan tällaiset uudistusalat olivat 2-4 ha:n laajuisia. Reunametsäetäisyyden ja reunametsän puustotunnusten vaikutus uudistusalan luontaiseen taimettumiseen on jo aiemmin hyvin tunnettua (esim. Lehto 1969, Kinnunen ja Mäki-Kojola 1980), mutta muokatulla uudistusalalla reunametsän merkitys edelleen korostuu. Avoalaa reunustavan metsän ohella aiemmin uudistusalalla kasvanut puusto ja sen puulajisuhteet aiheuttivat vaihtelua taimettumistulokseen. Kuusivaltaisen metsikön tehdellä avoalalla havupuiden taimettuminen oli heikompa kuin mäntyvaltaisena tai sekametsikkönä kasvaneella uudistusalalla. Aiemmin vastaavia tuloksia ovat saaneet mm. Lehto (1969), Kinnunen ja Linnimäki (1977) ja Saksa (1986).

Uudistusalan maastonmuotojen vaihtelu selitti melko vähän luontaista taimettumista. Tuoreen kankaan rinteillä mahdollisesti pintakasvillisuuden pienempi kilpailu loi tasamaata paremmat edellytykset taimettumiselle. Sen sijaan kuivahkolla kankaalla kosteusolot säilynevät muokkausjäljessä tasamaalla parempana kuin rinteillä, mistä vesi voi pinnanmyötäisesti valua pois ja kuivuus keskeyttää taimien kehityksen. Elossa olleiden viljelytaimien määrä oli tasamaalla suurempi kuin rinteessä, mikä lienee seurausta viljelytiheyseroista rinteiden ja tasamaan välillä. Istutustaimien menestyminen topografialtaan erilaisissa maastonkohdissa oli muutoin melko yhtäläistä, mikä osoittaa maanmuokkauksen tasoittavan taimien kasvuolosuhteita uudistusallalla, jolloin syntyy paremmat edellytykset tasaisen taimikon kehittymiselle.

Maalajikoostumuksen ja humuksen paksuuden vaikutus luontaiseen taimettumiseen ja viljelytaimien menestymiseen oli odotettua. Männyntaimia, niin viljeltyjä kuin luontaisia, oli lajittuneilla mailla yleensä enemmän kuin moreenimailla kuten aiemmissa inventoinneissa on todettu (esim. Kinnunen ja Mäki-Kojola 1980). Kuusen kohdalla tilanne oli päinvastainen. Humuskerroksen paksuuden kasvaessa havupuutaimien määrä aluksi laski, mutta keskimääräistä paksuhumuksisemmilla, osittain soistuneilla, uudistusaloilla oli taas hieman enemmän taimia. Maanmuokkauksella ei voitu poistaa paksun humuskerroksen aiheuttamaa negatiivista vaikutusta viljelytaimien menestymiseen. Kinnusen ja Mäki-Kojolan (1980) tutkimuksesta poiketen metsämaan kivisyyden ei voitu todeta heikentäneen viljelyn tulosta. Ilmeisestikin auras jälki oli ollut nyt inventoiduilla uudistusaloilla laadultaan parempi ja tehokkaammilla koneilla tehty kuin aiemmissä tutkimuksissa (esim. emt. ja Saksa 1986) kohteina olleilla uudistusaloilla.

Merkittävimmän viljelytaimien määrän vaihtelua uudistusallalla selitti muokkauksen peittävyys. Viljelytaimia oli peittävästi muokatuilla (humuspeitteen osuus alle 30 %) koealoilla noin kaksi kertaa enemmän kuin heikosti muokatuilla (humuspeitteen osuus yli 60 %) koealoilla. Luontaisesti syntyneillä taimilla vastaava riippuvuus ei koivua lukuun ottamatta ollut läheskään yhtä selkeä. Koivun taimettumisen on aiemminkin todettu olevan suoraan verrannollinen muokatun pinta-alan laajuuteen (esim. Raulo ja Mälkönen 1976).

Osa ennen metsikön pätehekkyyttä syntyneistä taimista oli säästynyt tehokkaasta maanmuokkauksesta huolimatta. Merkittävimmin ennen muokkausta syntyneitä taimia oli äestysaloilla, joilla enimmillään lähes 30 % kuusista oli muokkausta vanhempia. Näillä luontaisilla taimilla on pituuskehityksensä puolesta parhaat edellytykset täydentää viljelytaimikkoa (ks. Räsänen ym. 1985 s. 19). Usein aiemminkin on todettu osan taimista syntyneen jo ennen uudistushakkuita niin viljely- kuin luonnontaimikoissakin (esim. Sarvas 1949, Lehto 1969, Saksa 1986). Suurin osa luontaisista taimista syntyi äestysallalla muokkausta seuraavina parina ensimmäisenä kasvukautena. Aurasallalla taimettuminen jatkui runsaana pitempään, sillä jopa 40 % havupuiden taimista oli syntynyt vielä yli neljän vuoden kuluttua muokkauksesta.

Pitkä taimettumisaika näkyi luontaisten taimien keskipituuden ja pituusjakauman kehittymisessä. Viljelytaimien pituusjakauma kehittyi nopeasti taimikon varttuessa normaali jakauman luonteiseksi (Leikola ym. 1977), mutta luontaisten taimien pituusjakauma pysyy kauan toispuoleisena ja hyvin huipukkaana (ks. Saksa 1986). Taimien pituusjakaumat olivat samankaltaiset niin äestys- kuin aurasaloilla. Taimien biologisen iän mukaan tarkasteltuna taimien pituuskehitys oli aurasaloilla nopeampaa kuin äestysaloilla. Aiemminkin viljelytaimien on havaittu kasvavan sitä nopeammin mitä voimakkaammin uudistusala on muokattu (esim. Raulo ja Rikala 1981, Pelkonen ym. 1982, Parviainen 1984).

Tarkastellussa aineistossa havaittiin myös luontaisesti syntyneiden taimien, erityisesti kuusentaimien, kasvavan aurasallalla nopeammin kuin äestysallalla. Auras vähentää pintakasvillisuuden taimille aiheuttamaa haittaa enemmän kuin äestys ja luo näin ollen äestystä paremmat kasvuolosuhteet. Raulon ja Rikalan (1981) mukaan pintakasvillisuuden kokonaisbiomassan määrä oli äestetyillä eli lautasauratuilla aloilla jonkin verran suurempi kuin aurasaloilla (palle ja piennar keskimäärin). Sinänsä aurasalan palteissa biomassan tuotos on suurempi kuin äestetyillä alalla (emt.), mikä osoittaa palteen runsaan ravinteisuutta. Tämä selittää myös osaltaan taimien pituuskehityksen ripeyttä aurasallalla. Lisäksi taimien pituuskehityksessä havaittu ero auratuilla ja äestetyillä aloilla voi osin aiheutua auras- ja äestysalojen välisistä kasvupaikkaeroista. Aurauksen olisi ai-

nakin ohjeiden (esim. Ohje uudistamis- ja ... 1981) mukaan pitänyt ohjautua astetta rehevämille maille kuin äestysten.

Vaikka viljelytaimien pituuskehitys oli aurasaloilla nopeampaa kuin äestysaloilla, olivat ne kunnoltaan äestysaloilla parempia kuin aurasaloilla. Terveiksi luokiteltujen istutustaimien osuus oli aurasaloilla keskimäärin 16 % ja äestysaloilla 25 %. Pelkosen ym. (1982) mukaan Taivalkoskella kymmenvuotiaissa taimikoissa oli auratuilla aloilla vähemmän terveeksi luokiteltuja taimia kuin koneellisesti tai käsin laikutetuilla aloilla. Pieni terveiksi luokiteltujen taimien osuus kuvastaa taimikoiden huonoa vakiintumisasetta, mikä näyttää olevan aurasaloilla alhaisempi kuin samanikäisillä äestysaloilla (ks. Pelkonen ym. 1982). Yleisimmin taimien terveyttä koettelivat sienitaudit, joiden vaurioittamia oli noin 80 % aurasalojen taimista. Äestysaloillakin sienitautien vaivaamien istutustaimien osuus oli keskimäärin yli 60 %. Heikkojen ja kituvien taimien osuus oli samaa luokkaa niin auratuilla kuin äestetyillä aloilla. Luontaisista taimista arvioitiin 50-70 % olleen silmämääräisesti terveitä.

Huolimatta terveeksi luokiteltujen taimien pienestä määrästä, havaittiin suuren osan, 45-65 %, elossa olleista viljelytaimista olleen vailla merkittäviä vikoja. Yleisimpiä vikoja istutustaimilla olivat haaroittumat ja mutkat, joiden on usein aiemminkin todettu olleen kehittyvän taimikon vitsauksia (esim. Kinnunen ja Nerg 1983, Räsänen ym. 1985, Saksa 1986).

Kasvatuskelpoisiksi arvioitujen taimien määrä vaihteli 1 000-3 650 taimeen hehtaarilla. Aurasaloilla kasvatuskelpoisia taimia oli keskimäärin 2 220 kpl/ha ja äestysaloilla 2 060 kpl/ha. Näistä taimista tuoreen kankaan äestysaloilla oli keskimäärin 1 580 ja kuivahkon kankaan äestysaloilla 1 330 kpl/ha istutustaimia. Auratuilla uudistusaloilla niitä oli keskimäärin 1 200 kpl/ha. Tässä inventoinnissa saadut tulokset männyn istutustaimien menestymisestä ovat äestysalojen osalta parempia kuin mitä viime aikoina on Etelä-Suomesta saatu, mutta aurasaloilta inventoidut tulokset vastaavat aiempaa tulos-tasoa (esim. Räsänen ym. 1985). Nyt saadun viljelytuloksen vertaaminen aiemmin saatuihin tuloksiin ei ole täysin oikeutettua, koska aiemmin inventoidut uudistusalat ovat olleet suurimmaksi osaksi muokkaamattomia.

Pelkkää viljelytulosta tarkasteltaessa ei voida olla tyytyväisiä, sillä jos viljelytihey-

deksi oletetaan 2 000 tainta/ha, niin viljelyn onnistumisprosentti oli äestysaloilla 67-79 ja aurasaloilla keskimäärin 60. Yleensä metsänviljelyssä varaudutaan korkeintaan 20 %:n taimikatoon. Luontaisten taimien osuus kasvatuskelpoisiksi luokitelluista taimista oli äestysaloilla 30 % ja aurasaloilla 46 %. Esimerkiksi Räsänen ym. (1985) inventoimisessa taimikoissa, jotka olivat pääasiassa muokkaamattomia uudistusaloja, arvioitiin luontaisen täydennyksen osuudeksi 15-38 %, mikä on pienempi kuin nyt inventoiduilla uudistusaloilla. Muokatuilla aloilla voitaisiin luontaista taimettumista hyödyntää vieläkin paremmin kuin pelkästään viljelytaimikon "täydentäjänä" (esim. Kotisaari ym. 1983, Saksa 1986).

Männynviljelyn tuloksessa havaittu ero auratun ja äestetytyn uudistusalan välillä viittaa siihen, ettei metsämaan aurauksella voida parantaa viljelyn tulosta (Kinnunen ja Linnimäki 1977, Pohtila ja Pohjola 1983, Tikkanen ja Raitio 1984, Saksa 1986), mutta äestyksellä voidaan männynviljelyn tulosta kohtentaa muokkaamattomaan uudistusalaan verrattuna. Toisaalta on syytä mielenkiinnolla todeta se seikka, että viljelytaimien heikommasta menestymisestä huolimatta syntyi auratulle alalle runsaan luontaisen täydennyksen ansiosta hieman äestysalaa tiheämpi ja lehtipuuvaltaisempi taimikko.

Taimikoiden kehityskelpoisuutta arvioitiin kasvatuskelpoisten taimien määrän ja taimikon aukkoisuuden perusteella. Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeiden mukaan tarkasteltuina olivat kaikki taimikot kehityskelpoisia (Ohje uudistamis- ja ... 1981). Sellaisenaan hyväksyttäviä taimikoita olivat yhtä lukuunottamatta kaikki aurasalat ja 83 % äestysaloista. Kaikki tiheydeltään vajaat taimikot voitiin normien mukaan täydentää kehityskelpoisiksi, eikä uusintaviljelyyn näin ollen ollut tarvetta.

Kun taimikoiden kehityskelpoisuutta arvioitiin metsähallituksen uusimpien ohjeiden (Ohjekirje ... 1985) perusteella, voitiin 80 % aurasaloista hyväksyä sellaisenaan kehityskelpoisiksi. Myös äestysaloista 65 % oli sellaisenaan riittävän tiheitä ja kahta uudistus-alaa (5 %) lukuunottamatta loput voitiin täydennysviljelyllä saattaa metsähallituksen normien mukaan riittävän tiheiksi. Uudistamistulos uusimpienkin normien mukaan arvioituina on aiempiin inventointituloksiin verrattuna parempi (ks. Yli-Vakkuri ym. 1969, Kinnunen ja Nerg 1983, Räsänen ym.

1985). Uudistamistuloksen paraneminen perustuu tutkituilla uudistusaloilla lähinnä maanmuokkauksen ansiosta syntyneeseen runsaaseen luontaiseen taimimateriaaliin se-

kä siihen, että istutustaimet olivat menestyneet äestetyillä aloilla paremmin kuin aiemmin muokkaamattomilla uudistusaloilla.

5. YHDISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkasteltiin 5-13 vuotta vanhoille auratuille tai äestetyille männynviljelyaloille kehittyneiden taimikoiden tilaa Keski-Suomessa. Inventoidut taimikot arvottiin valtionmaiden osalta Viitasaaren hoitoalueesta sekä yksityismaiden osalta Viitasaaren, Saarijärven sekä Kannonkosken metsänhoitoyhdistysten alueilta. Kaikkiaan inventoitiin kesällä 1983 15 aurattua ja 41 äestettyä männynistutusala tuoreelta ja kuivahkolta kankaalta. Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoealamenetelmää, jossa koealan koko oli joko 6 tai 10 neliometriä. Inventoinnissa kerättiin tietoa uudistusalan lisäksi myös läheisistä reunametsistä.

Tutkimuksen päätulokset muodostuivat seuraaviksi:

1. Aurattu uudistusala säilytti taimettumisedellytyksensä pitempään kuin äestetty. Havupuiden taimettumista tapahtui vanhimmillakin sekä auratuilla että äestetyillä uudistusaloilla. Luontainen taimettuminen oli suuresti riippuvainen mm. reunametsäetäisyydestä, uudistusalan aiemmasta puulajikoostumuksesta, maalajista, humuskerroksen paksuudesta, muokkauksen peittävydestä ja muokkauksesta kuluneesta ajasta. Luontaisia taimia oli runsaasti vielä 50-70 metrin päässä reunametsästä.
2. Suuresta uudistusaloittaisesta vaihtelusta huolimatta havupuuntaimia oli äestetyillä aloilla

yleensä enemmän ja lehtipuuntaimia vähemmän kuin auratuilla aloilla. Aurattu uudistusala taimettui pidempään ja runsaammin etenkin tuoreella kankaalla kuin äestetty uudistusala, mutta äestetty uudistusala tarjosi havupuuntaimien jatkokehitykselle aurasalaa paremmat edellytykset. Taimien pituuskehitys oli kuitenkin aurasaloilla useimmiten hieman nopeampi kuin äestysaloilla.

3. Metsänviljelyn tulos oli äestetyllä alalla parempi kuin vastaavalla auratulla alalla. Kasvatuskelpoisia viljelytaimia oli äestysaloilla tuoreella kankaalla keskimäärin 1 580 kpl/ha ja kuivahkolta kankaalla 1 330 kpl/ha sekä auratuilla uudistusaloilla keskimäärin 1 200 kpl/ha. Viljelyn onnistuminen oli 4-12 vuoden kulluttua viljelystä äestysaloilla 67-79 % ja aurasaloilla keskimäärin 60 % (laskettu viljelytiheydestä 2 000 kpl/ha; alkuperäistä viljelytiheyttä ei tunnettu). Viljelytulosta voidaan pitää äestysalojen osalta aiemman käytännön mukaisia muokkaamattomia uudistusaloja parempana. Aurasalojen osalta istutustulos ei ollut kohtunut.
4. Metsänuudistamisen tulos, josta metsänviljelyn osuus tässä yhteydessä muodostaa huomattavan osan, parani muokkauksen ansiosta siitä, mihin aiemmissa inventoinneissa on päädytty. Äestysaloilla kasvatuskelpoisiksi arvioituja taimia oli keskimäärin 2 060 ja aurasaloilla noin 2 220 kpl/ha. Maan muokkauksen ansiosta runsas luontainen taimettuminen täydensi syntyneitä taimikoita. Äestysaloilla 30 % ja aurasaloilla 45 % kasvatuskelpoisista taimista oli luontaisesti syntyneitä.

KIRJALLISUUS

- Aaltonen, V.T. 1940. Metsämaa. Metsämaatiiteen oppi ja käsikirja. Porvoo-Helsinki. 615 s.
Ahokumpu, A. 1982. Metsänviljelyn rakenteen kehittyminen Suomessa. Tilastollinen tutkimus. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten.

- Konekirjoite Helsingin yliopiston metsähoitotieteen laitoksella. 115 s + liitteet.
Ferm, A. & Sepponen, P. 1981. Aurasäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: De-

- velopment 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 saadoloista kaudelta 1931-1960. Tables and maps of precipitation in Finland, 1931-1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 66(2)-1966. Ilmatieteellinen keskuslaitos. 22 s.
- Kaila, S. & Päivänen, J. 1981. Metsämaanmuokkauksen suoritelmäärät ja konekalusto vuosina 1976-1979. Summary: Forest soil cultivation areas and machinery in 1976-1979. *Silva Fennica* 15(3):332-346.
- Kinnunen, K. & Linnimäki, J. 1977. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia. *Folia Forestalia* 329. 32 s.
- & Mäki-Kojola, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- & Nerg, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Abstract: State of plantations 11-12 years after planting in some private forests in western Finland. *Folia Forestalia* 546. 20 s.
- Kotisaari, A., Leikola, M. & Smolander, H. 1983. Metsänuudistamismenettelmät - vastakkainasettelusta yhdistämiseen. *Metsä ja Puu* 6-7:11-13.
- Kubin, E. 1985. Uudistamistavan valinta ja taimikonhoidon toteuttamistapa voimakkaasti vesottuvalla alueella. Esimerkki ongelmakentän tutkimisesta. Abstract: How to select the regeneration method and to clean the sapling stand on wet mineral soil sites?. *Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa* 28.11.1985. Kannuksen tutkimusasema. Muhoksen tutkimusasema. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 206:81-91.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 67(4). 140 s.
- Leikola, M., Metsämuuronen, M., Räsänen, P.K. & Taimisto, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv.1967-1975. Summary: The development of Scots pine plantations in southwestern Finland in 1967-1975. *Folia Forestalia* 312. 27 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1985. Uusitalo, M. (toim.). 1986. Yearbook of forest statistics 1985. *Folia Forestalia* 660. Official Statistics of Finland XVII A:17. 238 s.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Etelä-Suomen piirikunnassa. Metsähallitus. Helsinki, 3.5.1985. N:o Mh. 111. 27 s + 2 liitettä.
- Ohje uudistamis- ja metsitysketjuiksi. 1981. Julkaisija Keskusmetsälautakunta Tapio. Tapio 3/1981:16-20.
- Parviainen, J. 1984. Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. Summary: The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways. *Folia Forestalia* 593. 35 s.
- 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. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970-1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970-1972. *Silva Fennica* 17(3):201-224.
- Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatuilla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia Forestalia* 252. 15 s.
- & 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. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland. *Folia Forestalia* 644. 60 s.
- Sarvas, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 38. 95 s.
- Tikkanen, E. & Raitio, H. 1984. Pohjois-Suomen aurasalueiden männyn taimien epänormaali kehitys ja oletamus sen syystä. Summary: A hypothesis on the cause of abnormal development of Scots pine saplings on ploughed sites in northern Finland. Rovaniemen tutkimusasema. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 165. 27 s.
- Troedsson, T. & Utbult, K. 1972. Hyggesplöjning från hydrologisk synpunkt. Summary: Soil ploughing from the hydrologisk point of view. *Sveriges Skogsvårds Förbunds Tidskrift* 70(5):477-486.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advanced growth and its silvicultural importance. *Acta Forestalia Fennica* 59. 133 s.
- Valtunen, J. 1983. Muokkaustavat ja metsänuudistamisen tulos. *Metsäntutkimuspäivä Suomussalmella ja Sotkamossa* 1983. Muhoksen tutkimusasema. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 119:63-72.
- 1985. Muokattujen alueiden luontainen taimettuminen Keski-Pohjanmaalla. *Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa* 28.11.1985. Kannuksen tutkimusasema. Muhoksen tutkimusasema. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 206:58-67.
- Yli-Vakkuri, P., Räsänen, P.K. & Solin, P. 1969. Metsäviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. *Tiedonantoja* 2. 92 s.

Total of 29 references

SUMMARY

Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland

The condition of 4 to 12-year-old Scots pine plantations established on ploughed or harrowed sites in central Finland was examined in the study. 15 ploughed and 41 harrowed regeneration areas were measured on moist or dryish upland sites in summer 1983. The circular plot method, with sample plot sizes of 6 or 10 m² sited along the inventory line, was used. Information from the bordering stands was also collected during the plantation inventory work.

The main results of the study were as follows:

The conditions on the ploughed plots remained favourable for natural seedling regeneration for a longer time than on the harrowed ones. Natural regeneration of coniferous seedlings was still taking place also on the oldest reforestation areas inventoried. Natural seedling regeneration varied considerably, and depended e.g. on the distance to the border stand, the type of stand previously occupying the site, the soil type, the thickness of the humus layer, the efficiency of site preparation and the time elapsed since soil preparation. There were lots of naturally regenerated seedlings even on the distance of 50-70 meters to the border stand.

There were usually more naturally regenerated coniferous seedlings and less hardwood seedlings on the

harrowed plots than on the ploughed ones. A harrowed plot offered better survival possibilities for the seedlings, but the height development of seedlings was usually faster in the ploughed reforestation areas.

The result of planting was better on the harrowed plots than on similar-aged ploughed ones. The mean number of viable transplants on the harrowed plots on moist upland sites was 1 580 /ha, and on dryish upland sites 1 330 /ha. The corresponding figure for the ploughed plots was 1 200 /ha. The survival percentage for the transplants 4 to 12 years after planting was 67-79 % on harrowed plots, and 60 % on the ploughed ones (calculated using a density of 2 000/ha; the original planting density was unknown). The result of planting can be considered to be better on the harrowed plots than would have been obtained with earlier practice that did not include soil preparation.

The result of forest regeneration, which here consists mostly of the results of planting, had improved compared to earlier owing to soil preparation. The mean number of all types of viable seedlings on harrowed plots was 2 060 /ha, and on the ploughed plots 2 220 /ha. Natural seedling regeneration fills up the plantations. 30 % of the viable seedlings on the harrowed plots had regenerated naturally, while in the ploughed areas the proportion was 45 %.

Liite 1. Tutkittujen uudistusalojen yleistiedot ja taimimäärät (kpl/ha) puulajeittain. V = valtionmaat, Y = yksityismaat
 Appendix 1. General information and seedling densities (number/ha) of the examined regeneration areas. V = state-owned land, Y = private land.

Taimikon ikä	Taimikon numero	Korkeus, m	Taimiaineet kpl/ha			Seedling material			Taimet kpl/ha			Vesat Sprouts								
			Mänty	Pine	Spruce	Kuusi	Birch	Koivu	Mänty - planted	Pine - juontainen natural	Kuusi		Rauduskoivu	Hieskoivu						
Plot number	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X							
Äestys - Tuore kangas																				
Harrowing - Moist upland site																				
5	Y 1	115	0	0	0	0	0	0	1090	210	360	180	0	0	160	90	210	120	20100	2290
	Y 7	125	1320	870	2790	980	1320	940	1180	130	2180	400	2520	490	370	130	340	100	16540	1020
6	V 7	178	780	370	1150	520	9620	3790	1730	170	2330	600	130	60	830	300	1830	630	15500	2260
	V 8	170	1000	650	800	440	18000	6250	1270	170	1230	290	270	100	2100	410	8070	1450	20830	2710
	Y 29	175	1090	640	870	420	7610	3570	1920	190	830	250	720	210	0	0	40	40	21740	1950
7	Y 3	130	0	0	0	0	210	210	1810	220	490	200	830	230	420	140	450	170	20310	2010
	Y 5	150	0	0	3000	2670	2000	1210	830	220	390	190	1780	830	60	50	0	0	32500	3840
	Y 8	105	0	0	0	0	1610	1610	1520	190	130	60	450	180	100	50	60	30	3390	630
	Y 9	110	500	500	0	0	0	0	2030	130	750	200	270	80	330	70	280	90	10420	1300
	Y 17	235	260	260	1580	1160	0	0	2060	220	1050	260	3990	820	0	0	130	70	18200	2240
	Y 26	125	310	310	2000	700	620	3000	1310	110	860	260	1000	410	20	10	20	10	8680	570
8	V 33	200	0	0	770	400	1230	680	2640	350	850	120	1510	390	460	120	1100	280	23720	2570
	Y 6	157	0	0	320	230	0	0	1610	140	110	50	2470	670	0	0	0	0	24330	2200
	Y 14	155	1180	920	12060	7470	1470	960	1570	200	930	220	4170	1730	250	100	1080	295	27210	2750
	Y 21	130	820	500	410	290	0	0	2410	200	1870	420	880	230	0	0	30	30	18030	1920
	Y 24	125	140	140	720	380	720	430	1860	140	360	90	1450	290	0	0	20	20	21010	1800
9	V 1	160	240	170	2050	1050	120	120	1920	120	680	220	3290	1410	0	0	220	70	6800	1020
	Y 2	145	280	280	560	270	690	1500	1920	130	490	120	1620	570	680	130	650	140	11460	1280
	Y 22	140	0	0	450	330	0	0	1820	140	380	120	3110	730	0	0	0	0	20270	1350
	Y 30	140	0	0	0	0	1000	1780	1830	200	1250	260	1380	440	0	0	0	0	12280	1230
	Y 31	170	210	210	210	210	2130	1290	1730	190	1770	310	500	160	0	0	0	0	14010	1110
	Y 32	130	320	320	1610	1040	0	0	2230	190	60	40	230	100	30	30	30	30	12740	1620
10	Y 16	200	0	0	420	240	0	0	2230	170	930	150	26210	2550	140	60	450	140	11970	850

Liite 1. Jatkoa.
Appendix 1. Contd.

Taimi- kon ikä	Talmi- kon numero	Kor- keus, m	Taimiaineet kpl/ha			Seedling material			Kulivahko kangas			Taimet kpl/ha							Vesat Sprouts	
			Mänty X S	Pine S X	Kuuski X S	Mänty X S	Spruce X S	Birch X S	Koivu X S	istutus planted X S	Mänty X S	- Pine S X	luontainen natural X S	Kuuski X S	Rauduskoivu X S	Hieskoivu X S	Spruce X S	Silver birch X S		White birch X S
5	V 9	175	960	500	380	270	1160	530	2020	180	1090	290	1060	300	2150	410	1630	330	10420	1740
	V 10	175	0	0	580	320	12310	3340	1960	160	490	170	390	100	330	100	2680	430	11440	1850
	Y 10	125	2500	1590	2000	1090	4500	2430	1300	150	730	230	350	80	430	120	0	0	19360	1850
6	Y 12	150	500	240	3250	1190	0	0	1190	140	4040	450	540	140	480	100	480	110	5520	650
	Y 27	175	2430	720	1290	500	140	140	1100	140	2290	340	640	140	70	40	0	0	15710	1240
7	V 5	155	5630	1090	6550	2570	5630	1800	1200	120	3230	320	1330	300	250	50	1440	200	4430	880
	V 6	160	4000	1090	170	170	2170	1700	1160	170	2910	690	540	160	510	140	340	100	7200	1280
	Y 15	147	1710	1710	0	0	490	340	2240	190	3950	470	0	0	490	180	370	100	4510	670
	Y 18	180	8180	2310	3810	1610	2380	1010	1590	180	2300	490	600	180	80	60	400	180	21430	2550
	Y 20	185	1590	560	4130	2200	3650	1340	1220	150	500	140	420	120	370	110	50	40	11380	1510
	Y 23	147	1070	450	270	190	530	320	1850	120	1600	270	70	30	50	30	20	4470	320	
	Y 28	175	1640	750	160	160	820	540	1560	110	620	150	340	90	0	0	0	0	5980	700
8	V 3	160	1250	570	0	0	4170	1230	1560	140	2460	320	150	50	40	30	1060	200	6560	1100
	V 4	170	360	250	360	250	1820	820	1610	180	640	120	270	110	2080	470	700	290	5450	970
	Y 11	130	1000	660	1250	660	630	620	1900	140	460	190	460	90	770	170	210	70	14890	1480
	Y 19	180	1110	560	160	160	3480	1130	1170	100	190	80	100	50	50	30	60	40	12060	1380
8	V 2	170	1890	900	810	690	410	300	1650	170	1490	190	570	140	70	40	40	20	3860	890
10	Y 25	145	1330	600	670	380	0	0	560	160	4220	720	2520	400	780	260	440	150	7590	020

Liite I. Jatkoa.
Appendix I. Contd.

Taimikon ikä	Taimikon numero	Korkeus, mpy	Taimaines kpl/ha			Seedling material			Taimet kpl/ha			Seedlings			Vesat					
			Mänty	Pine	Spruce	Kuusi	Birch	Spruce	Mänty - Pine	Istutus luontainen	Kuusi	Rauduskuivu	Hieskuivu	Kuusi	Rauduskuivu	Hieskuivu	Spruce	Silver Birch	White Birch	
Plot number	Altti-		X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S		
Ploughing - Moist upland site																				
5	V 12	153	1860	1010	1630	660	32090	9550	1550	220	1780	350	1470	360	3330	760	12980	2510	6780	1500
6	V 15	155	710	370	710	310	25140	14830	1330	160	900	230	210	100	70	40	4210	550	27860	2950
	V 18	150	240	240	1430	550	41190	10930	950	170	440	170	1470	560	780	250	7460	1030	25000	2540
7	V 16	130	340	240	1720	920	2760	1650	1350	170	290	100	830	220	2640	780	1010	330	12070	1640
8	V 17	156	2800	1460	1600	720	50600	14300	1733	200	1670	420	470	120	3270	540	5930	1080	13670	1760
9	V 13	165	330	230	330	230	5080	2460	1040	160	1580	290	2100	1190	440	150	1390	300	5190	1000
	V 14	167	1140	570	130	130	5060	2140	1210	150	1180	220	2210	480	200	70	1620	530	5920	930
Ploughing - Dryish upland site																				
7	V 19	150	360	250	180	160	3390	1640	1450	190	770	220	590	170	1600	360	1820	480	6180	1171
	V 30	158	600	440	200	200	11000	3880	1260	130	880	150	320	180	560	120	1440	280	6400	1330
8	V 20	155	330	230	170	170	16170	6420	1690	170	760	210	280	120	310	90	2090	320	27820	3430
10	V 21	170	520	380	0	0	7070	2210	1090	110	1000	240	1030	310	410	120	270	90	3310	980
	V 22	170	830	500	2500	1380	2710	2530	1420	190	1420	300	8330	1780	350	130	530	180	2640	1280
12	V 23	155	0	0	380	270	9040	7880	1120	160	610	150	2110	430	60	40	900	160	12180	1760
	V 24	115	200	200	200	200	200	200	1160	130	1920	370	490	130	280	110	290	130	6180	1180
13	V 25	115	200	200	0	0	400	390	1140	160	520	120	160	80	200	110	360	130	19800	2320

Liite 2. Poljakerroksen (2a) ja kenttäkerroksen (2b) kasvillisuuden valtalajin/lajiryhmien runsaussuhteet (%) eri-ikäisillä auras- ja äestysaloilla kasvuapaikkaluokittain. a = auras, b = äestys.

Appendix 2. The occurrence frequency (%) of the dominant species/species group in the bottom (2a) and field layers (2b) on different-aged, harrowed and ploughed plots by site type. a = ploughed plots, b = harrowed plots.

2a.

Muokkauksesta kulunut aika, a	Ei lisuutta No field preparation, a	Seinä-/kerrossammal/Redstemmed/layer vegetation	karhun-/kynsisammal/Common hair/Bog moss	Rahka-sammal/Bog moss	Jäkälät Lichens	Muut Others						
Time since site preparation, a	No field layer vegetation	Common hair/Bog moss			Lichens	Others						
	a	b	a	b	a	b						
5	52	72	8	20	37	7	3	1	0	0	0	0
6	50	42	9	20	30	25	8	10	0	2	3	1
7	39	56	21	26	26	13	0	3	0	0	14	2
8	40	43	0	30	52	21	4	6	0	0	4	0
9	32	42	31	33	30	22	0	3	1	0	6	0
10	-	48	-	28	-	23	-	0	-	1	-	0
Keskimäärin Average	42	51	14	26	35	19	3	4	-	-	6	-
Reunametsä Border stand	25	52	11	-	-	12	-	-	-	-	0	-
Tuore kangas - Moist upland site												
5	-	40	-	17	-	23	-	20	-	0	-	0
6	-	42	-	35	-	17	-	3	-	3	-	0
7	26	39	9	32	50	20	4	1	3	8	9	0
8	33	33	8	25	47	36	0	1	0	5	12	0
9	-	8	-	42	-	6	-	7	-	37	-	0
10	29	0	22	80	36	4	5	0	2	16	6	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	13	-	39	-	42	-	0	-	5	-	1	-
13	21	-	61	-	14	-	0	-	2	-	2	-
Keskimäärin Average	25	27	26	39	38	18	3	5	2	11	6	0
Reunametsä Border stand	5	72	16	-	-	6	1	-	-	-	-	-
Kuivahko kangas - Dryish upland site												
5	-	40	-	17	-	23	-	20	-	0	-	0
6	-	42	-	35	-	17	-	3	-	3	-	0
7	26	39	9	32	50	20	4	1	3	8	9	0
8	33	33	8	25	47	36	0	1	0	5	12	0
9	-	8	-	42	-	6	-	7	-	37	-	0
10	29	0	22	80	36	4	5	0	2	16	6	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	13	-	39	-	42	-	0	-	5	-	1	-
13	21	-	61	-	14	-	0	-	2	-	2	-
Keskimäärin Average	25	27	26	39	38	18	3	5	2	11	6	0
Reunametsä Border stand	5	72	16	-	-	6	1	-	-	-	-	-

2b.

Muokkauksesta kulunut aika, a	Ei lisuutta No field preparation, a	kasvillisuus/vegetation	varvut/Dwarf shrubs	metälauha/hair-grass	kastikat/Smallcreeds	horoma/vadeima/Willow-herbs and Raspberry	muut Others					
Time since site preparation, a	No field layer vegetation											
	a	b	a	b	a	b	a					
5	19	1	4	11	36	38	3	35	14	5	24	10
6	10	19	3	18	20	35	3	-	11	2	53	26
7	5	1	3	13	40	48	19	24	17	5	16	9
8	16	1	12	21	20	41	4	14	14	3	34	20
9	9	4	18	13	59	57	4	10	2	1	8	15
10	-	0	-	67	-	32	-	1	-	0	-	0
Keskimäärin Average	12	4	8	24	35	42	6	14	12	3	27	13
Reunametsä Border stand	5	76	7	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Tuore kangas - Moist upland site												
5	-	3	-	10	-	55	-	0	-	10	-	22
6	-	17	-	36	-	31	-	1	-	5	-	10
7	19	16	19	35	34	37	7	6	4	-	17	6
8	8	14	7	15	3	52	0	12	8	2	73*	5
9	-	22	-	58	-	7	-	1	-	0	-	12
10	2	0	21	100	56	0	7	0	3	0	11	0
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	5	-	23	-	34	-	18	-	5	-	15	-
13	6	-	37	-	20	-	35	-	0	-	2	-
Keskimäärin Average	8	12	21	42	30	31	13	3	4	3	24	9
Reunametsä Border stand	4	91	4	-	-	-	0	-	0	-	-	1

* saroja - Carex spp.

Liite 3. Maaston topografian (3a), maalin (3b), humuskerroksen paksuuden (3c) sekä sen peittävyuden (3d) vaikutus taimikon tiheyteen. Erojen testaus varianssi-analyysillä. a = auraisalat, b = äestysalat.
 Appendix 3. The effect of site topography (3a), soil type (3b), thickness of humus layer (3c) and humus cover (3d) on plantation density. The differences in plantation density have been tested by analysis of variance. a = ploughed plots, b = harrowed plots.

3a.

	Luontaiset taimet						Viljelytaimet	
	Naturally regenerated seedlings						Transplants	
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	a	b	a	b	
Rinne - Slope	3310	1140	3500	6620	18930	2380	1200	1620
Tasainen - Plain	1510	1460	2160	3290	23270	4380	1280	1770
F-arvo - F-value	6,65*	1,62	3,99*	9,75***	0,31	3,28	0,34	2,64
Tuore kangas - Moist upland site								
Kuivahko kangas - Dryish upland site								
Rinne - Slope	3180	3540	1970	1840	6670	2540	1310	1520
Tasainen - Plain	4750	5130	2950	2550	5610	3790	1530	1600
F-arvo - F-value	5,72*	4,20*	2,17	1,12	0,25	1,62	5,61*	0,49
3b.								
	Luontaiset taimet						Viljelytaimet	
	Naturally regenerated seedlings						Transplants	
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	a	b	a	b	
Möreeni - Moraine	4240	1510	4300	5220	17370	2550	1010	1760
Lajittunut - Sedimented	2290	1390	3750	3160	13820	2170	1320	1530
Turve - Peat	2920	250	630	0	23750	3170	1040	250
F-arvo - F-value	0,42	0,24	1,12	1,58	0,23	0,07	0,54	2,82
Tuore kangas - Moist upland site								
Kuivahko kangas - Dryish upland site								
Möreeni - Moraine	2010	4250	2100	1950	7600	2170	990	1420
Lajittunut - Sedimented	1610	6250	1970	880	44090	5980	1640	1610
Turve - Peat	4250	830	750	0	3500	0	750	830
F-arvo - F-value	1,11	0,56	0,14	0,38	1,61	1,63	1,72	0,46

3c.

	Luontaiset taimet						Viljelytaimet	
	Naturally regenerated seedlings						Transplants	
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	a	b	a	b	
Alle 4 cm - Under 4 cm	2270	1380	3050	6360	8580	1320	1190	1750
4 - 6 cm	1870	1000	2950	4260	5200	3420	1020	1740
Yli 6 cm - Over 6 cm	1000	580	1000	760	12670	2280	670	1480
F-arvo - F-value	0,20	1,83	0,23	3,67*	0,30	3,66*	0,70	1,15
Tuore kangas - Moist upland site								
Kuivahko kangas - Dryish upland site								
Alle 4 cm - Under 4 cm	1500	4340	3300	1980	7480	1720	1250	1620
4 - 6 cm	1470	3650	4430	2620	2212	3370	810	1570
Yli 6 cm - Over 6 cm	2000	3190	2560	2240	560	9030	890	1210
F-arvo - F-value	0,05	0,49	0,17	0,34	1,38	10,38***	2,47	1,54
3d.								
	Luontaiset taimet						Viljelytaimet	
	Naturally regenerated seedlings						Transplants	
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	a	b	a	b	
Alle 30 % - Under 30 %	3190	1200	2840	5300	66000	9890	1320	2090
30 - 40 %	3170	1680	2110	4690	35440	6820	1730	1880
50 - 60 %	2870	1200	2780	4280	7070	3140	1390	1990
Yli 60 % - Over 60 %	1900	1300	3100	5950	1470	1920	760	1340
F-arvo - F-value	0,75	0,46	0,35	0,63	9,94***	5,91**	8,57***	18,52***
Tuore kangas - Moist upland site								
Kuivahko kangas - Dryish upland site								
Alle 30 % - Under 30 %	3850	9460	2960	1600	31140	15160	1520	1820
30 - 40 %	1900	5600	3770	2850	9620	6350	1420	1450
50 - 60 %	1950	4490	3980	2010	6980	2540	1570	2070
Yli 60 % - Over 60 %	1430	3490	1970	2330	2960	1620	530	1200
F-arvo - F-value	3,13*	4,55**	0,47	0,24	4,99***	16,79***	9,43***	21,93***

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) 2912

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 Experimental 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) 151 4000

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

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

- No 678 Isomäki, Antti: Linjakäytävän vaikutus reunapuiden kehitykseen.
Effects of line corridors on the development of edge trees.
- No 679 Peltonen, Antti: Metsien uudistaminen turvemaidella kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset.
Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978—1979.
- No 680 Naskali, Arto: Keskittymisindeksit ja ostajien keskittyminen Pohjois-Suomen raakapuumarkkinoilla.
Concentration indices and buyer concentration in the roundwood markets in Northern Finland.
- 1987
- No 681 Kaunisto, Seppo: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutustaimien kasvuun suonpohjilla.
Effect of fertilization and soil preparation on the development of Scots pine and silver birch plantations on peat cutover areas.
- No 682 Voipio, Raili: Puiden biomassan vitamiinipitoisuus.
Vitamin content of tree biomass.
- No 683 Uusvaara, Olli & Verkasalo, Erkki: Metsähakkeen tiiviys ja muita teknisiä ominaisuuksia.
Solid content and other technical properties of forest chips.
- No 684 Rikkinen, Pentti: Havutukkien kuorelliseen latvaläpimittaan perustuva tilavuuden määrittäminen.
Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark.
- No 685 Huuri, Olavi, Lähde, Erkki & Huuri, Leena: Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen.
Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations.
- No 686 Valtanen, Jukka & Engberg, Mikael: Vuosina 1970—72 perustetun aurasalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla.
The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970—72.
- No 687 Nurmi, Juha: Polttohakkeen kuivatus traktorikonteissa.
Drying of fuel chips and chunks in wooden bins.
- No 688 Juntunen, Marja-Liisa (red.): Arbets säkerhet och belastning vid själverksam skogsägares drivningsarbete — NSR slutrapport.
Work safety and strain of self-employed forest owners during logging.
Työturvallisuus ja kuormittuminen omatoimisten metsänomistajien puunkorjuussa.
- No 689 Nöjd, Pekka, Mälkönen, Eino & Kukkola, Mikko: Lehtikuusen lannoituskoekiden tuloksia.
Growth response of *Larix* to fertilization.
- No 690 Metsätalastollinen vuosikirja 1986.
Yearbook of Forest Statistics 1986.
- No 691 Ritari, Aulis: Lumipeitteen sulamisen riippuvuus eräistä metsikkö- ja kasvupaikkatunnuksista Kivalon tutkimusalueella.
Ablation of late snowcover in relation to some stand and site characteristics in Kivalo, northern Finland.
- No 692 Sirén, Matti, Ala-Ilomäki, Jari & Högnäs, Tore: Harvennuksiin soveltuvan metsäkuljetuskaluston maastokelpoisuus.
Mobility of forwarding vehicles used in thinnings.
- No 693 Löfström, Irja (toim.): Taajamametsien hoito.
Urban forestry.
- No 694 Verkasalo, Erkki: Metsähakkeen kosteuden ja kuivamassan mittaus kuormaotantamenetelmillä.
Measurement of moisture content and dry weight of forest chips by load sampling methods.
- No 695 Poteri, Marja, Heikkilä, Risto & Yuan-Yi, Liu: Peltoluteen aiheuttaman kasvuhäiriön kehittyminen yksivuotiailla männyntaimilla.
Development of the growth disturbance caused by *Lygus rugulipennis* in one-year-old pine seedlings.
- No 696 Saarenmaa, Hannu: Tuhohyönteisten ja sinistymän esiintyminen myrskyn kaatamissa puissa Lapissa 1983—86.
Insect attack and blue stain in windthrown trees in Lapland 1983—86.
- No 697 Aarne, Martti: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1985.
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1985, by districts.
- No 698 Ihalainen, Ritva: Nainen metsänhoitajana.
Woman as a forester in Finland.
- No 699 Laiho, Olavi, Sarjala, Tytti, Hyvärinen, Riitta & Rautiainen, Lea: Lannoituksen vaikutus männikön mykoritsoihin.
Effect of fertilization on mycorrhizae in pine stands.
- No 700 Salonen, Tommi (toim.-ed.): Metsätutkimuslaitoksen julkaisut 1986.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1986.
- No 701 Nikkanen, Teijo & Pukkala, Timo: Siemenviljelysten harvennussuunnitelman laatiminen ATK-ohjelmistolla.
Making a thinning plan for seed orchards using a computer program.
- No 702 Saksa, Timo: Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa.
Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland.

Metsätutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, *Communications Instituti Forestalis Fenniae* ja *Folia Forestalia*, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0797-2
ISSN 0015-5543