

04.07.86

FOLIA FORESTALIA 644

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1986

TIMO SAKSA

MÄNNYN TAIMIKOIDEN KEHITYS
MUOKATUILLA VIJELYALOILLA LIEKSAN
JA RAUTAVAARAN HOITOALUEISSA

THE DEVELOPMENT OF SCOTS PINE
PLANTATIONS ON PREPARED
REFORESTATION AREAS IN NORTHERN
KARELIA IN FINLAND

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Kirjasto



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
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Vt. tiedotuspäällikkö <i>Information Officer</i>	Marja Ruutu
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	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 hengenvoimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koemasemalla. 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 644

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1986

Timo Saksa

MÄNNYN TAIMIKOIDEN KEHITYS MUOKATUILLA VILJELYALOILLA LIEKSAN JA RAUTAVAARAN HOITOALUEISSA

The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in
northern Karelia in Finland

Approved on 13.12.1985

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Taimikoiden valinta	4
22. Inventointimenetelmä	5
23. Aineiston analysointi	6
3. TULOKSET	7
31. Pintakasvillisuuden muutokset	7
32. Taimikon tiheys	8
321. Taimien määrä	8
322. Aiemman puuston ja reunametsän vaikutus taimettumiseen	12
323. Maaston topografian vaikutus taimikon tiheyteen	18
324. Maalajin, kivisyyden sekä humuskerroksen paksuuden vaikutus taimikon tiheyteen	19
33. Taimikon pituuskehitys	21
331. Taimien keski-ikä ja keskipituus muokkauksesta kuluneen ajan funktiona	21
332. Taimien pituuskehitys biologisen iän funktiona	24
34. Taimikon kunto	25
341. Taimien elinvoimaisuus ja viat	25
342. Mikroympäristön vaikutus männyn taimien kuntoon aurasaloilla	29
35. Taimikon metsänhoidollinen tila	31
351. Taimikon tasaisuus	31
352. Kasvatuskelpoisten taimien määrä ja keskipituus	32
353. Taimikon kehityskelpoisuus	36
354. Taimikonhoidon vaikutus taimikon tilaan	36
4. TULOSTEN TARKASTELUA	38
41. Taimettumiseen vaikuttavat tekijät	38
42. Taimien syntyminen ja pituuskehitys	40
43. Taimikon kunto ja kehityskelpoisuus	41
5. YHDISTELMÄ	45
KIRJALLISUUS — REFERENCES	46
SUMMARY	50
LIITTEET — APPENDICES	51

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 For.* 644: 1—60.

Tutkimuksessa tarkasteltiin muokattujen 2—15 vuotta vanhojen männyn viljelyalojen tilaa Pohjois-Karjalassa. Metsänuudistusalan havaittiin säilyttävän kohtalaiset taimettumisedellytykset lähes kymmenen vuotta auruksen jälkeen. Muokattu uudistusala taimettui vaihtelevasti lähinnä reunametsän etäisyydestä ja laadusta riippuen. Samoin luontainen taimettuminen ja viljelytaimien menestyminen oli riippuvainen uudistusalan makro- ja mikrotopografiasta sekä taimettumisalustan laadusta.

Viljeltyt männyn taimet olivat menestyneet nuorilla auratuilla aloilla hieman paremmin kuin vastaavan ikäisillä kevyesti muokatuilla uudistusaloilla. Alle 7-vuotiailla aurasaloilla kasvatuskelpoisia istutustaimia oli keskimäärin 1 070 kpl/ha ja kylvötaimia 940 kpl/ha. Samanikäisillä kulotetuilla aloilla vaihteli kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä 400:sta 1 280 taimeen hehtaarilla. Vanhimmissa aurasalojen taimikoissa jäi viljelytaimien määrä jopa pienemmäksi kuin kevyesti muokatuilla aloilla. Yli 7-vuotiailla aurasaloilla oli kasvatuskelpoisia istutustaimia 480 ja kylvötaimia 460 kpl/ha. Kevyesti muokatuilla aloilla vastaavat taimimäärät olivat istutustaimikoissa 1 000 ja kylvötaimikoissa 490 kasvatuskelpoista viljelytainta hehtaarilla.

Muokatulle uudistusosalalle syntyneet luontaiset männyn, kuusen ja koivun taimet täydensivät runsaudestaan huolimatta vaihtelevasti muutoin aukkoiseksi jäävää viljelytaimikkoa. Koska luontainen taimettuminen tapahtui pääosin muutamia vuosia muokkauksen jälkeen, vain siemensyntyisillä lehtipuilla oli nopean pituuskehityksensä ansiosta todellinen mahdollisuus täydentää taimikkoa. Kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä oli vanhimmilla aurasaloilla keskimäärin 1 500—2 000 tainta hehtaarilla. Luontaisten taimien taimikkoa täydentävä vaikutus oli etenkin näissä vanhimmissa taimikoissa ratkaiseva taimikon kehityskelpoisuutta arvioitaessa.

The condition of 2 to 15-year-old Scots pine plantation established on prepared sites in northern Karelia was examined in the study. The ploughed reforestation areas in northern Karelia were found to represent fairly good conditions for natural seedling regeneration even almost ten years after ploughing. Natural regeneration varied considerably on the prepared reforestation area, depending on the distance to and the quality of surrounding stands. Natural regeneration and the success of artificial regeneration varied depending on the macro- and microtopography of the reforestation area and the quality of the substrate.

Pine transplants grew slightly better on young ploughed plots than on the similar-aged lightly prepared ones. The mean number of viable transplants on the ploughed plots less than 7 years old was 1 070/ha, and sown seedlings 940/ha. The mean number of viable transplants on the similar-aged burnt plots varied from 400—1 280/ha. However, the number of surviving transplants on the older ploughed plots was even smaller than the number on the lightly prepared plots. The number of viable transplants on ploughed plots over 7 years old was 480/ha and sown seedlings 460/ha. The corresponding seedling densities on the lightly prepared plots were 1 000 in the planted stands and 490 in the sown stands.

The natural pine, spruce and birch seedling material which develops on prepared reforestation areas, despite their high density, fills up the parts of the plantations which otherwise would remain open to a very variable extent. Since natural seedling material does not usually develop for some years after site preparation, only the hardwood seedlings which developed naturally from seed, owing to their rapid height development, were in a real position to supplement the plantation. The total number of viable seedlings was 1 500—2 000 seedlings/ha on the oldest ploughed plots. Supplementary natural seedling material was of decisive importance in these oldest plantations especially.

ODC 174.7 *Pinus sylvestris* + 232.2/.4 + 236.4 + (480.5)
ISBN 951-40-0725-5
ISSN 0015-5543

Helsinki 1986. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Kasvimaantieteellisesti Pohjois-Karjalan eteläosat kuuluvat eteläboreaaliseen Etelä-Suomen metsäkasvillisuusvyöhykkeeseen. Pielisjärven itä- ja pohjoispuoliset seudut edustavat jo keskiboreaalista Pohjanmaan-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhykettä. Kasvukauden lämpösumma nousee alueella 1 000-1 100 d.d.-yksikköön. Maamme länsirannikolla Oulun eteläpuoleinen seutu on lämpöoloiltaan vastaavaa aluetta. Vuotuinen sademäärä vaihtelee Pohjois-Karjalassa 550:sta 600 mm:iin (Helimäki 1967). Lumipeitteen vahvuus läänin pohjoisosissa, Lieksan ja Rautavaaran seuduilla on keskimäärin 65—70 cm (Solantie 1975), mikä on suurimpia lumensvyöhyksiä maamme eteläpuoliskossa. Pohjois-Karjalaa voitaneen pitää pohjoisosiltaan yhtenä mantereisimpana alueena maassamme. Ilmastollisesti tällä alueella metsien kasvuolot ovat heikommat kuin keskimäärin Etelä-Suomessa.

Suurilmastoltaan samalla alueella metsänuudistamisen tulokset poikkeavat usein huomattavasti toisistaan. Uudistamistulosten vaihtelua selittävät monet paikalliset, metsänuudistusalaan välittömästi liittyvät tekijät kuten maaperä, pintakasvillisuus ja maaston topografia. Uudistusalan maanmuokkaus on eräs niistä keinoista, joilla pyritään tasoittamaan ja varmistamaan metsänuudistamistulosta.

Maanpinnan rikkomisen taimettumista edistävä vaikutus on ollut jo kauan tunnettu. 1930-luvulla Hertz (1932, 1934) totesi paljaan kivennäismaan tarjoavan kangasmailla parhaat taimettumisedellytykset ja kivennäismaan muokkauksen edelleen parantavan taimettumista sekä lisäävän taimien pituuskasvua useiksi vuosiksi. Myös Heikinheimo (1940) tutkiessaan kestokoealoilla erilaisten maanpinnankäsittelytapojen vaikutusta männyn uudistumiseen havaitsi muokatuilla aloilla olevan vähintään kaksi kertaa enemmän taimia kuin muokkaamattomilla aloilla. Lisäksi muokattujen alojen taimet olivat muokkaamattomien alojen taimia kookkaampia. Saman johtopäätöksen teki myös Lehto (1956) männyn luontaista uudistumista käsi-

telleessä tutkimuksessa, jossa vertailtiin muokattuja ja kulotettuja uudistusaloja muokkaamattomiin uudistusaloihin. Erityisesti kivennäismaan ja humuksen rajapinnan on havaittu taimettuvan parhaiten.

Myös Yli-Vakkuri (1961) kuvasi kuloalojen taimettumista todeten Sarvaksen (1937) saamista tuloksista poiketen, ettei pelkkä kulotus kyennyt takaamaan puiden siemenelliselle uudistumiselle riittäviä edellytyksiä. Kivennäismaan paljastamisen tärkeyttä on korostettu usein myöhemminkin (Kellomäki 1972, Raulo ja Mälkönen 1976, Ferm ja Pohtila 1977 jne.). Luontaisen taimettumisen on todettu olevan lähes suoraan verrannollinen paljastetun kivennäismaan osuuteen.

Muokkauksen ja kulotuksen maan koetus-, lämpö- ja ravinneoloja muuttava vaikutus ulottuu myös varsinaista taimettumisvaihetta pidemmälle. Erityisesti pohjoisessa kylmällä, huonosti vettä läpäisevällä, hienojakoisella maalla maanmuokkauksen on todettu nostavan maan lämpötilaa sekä kuohkeuttavan maata, mikä on oleellisesti parantanut taimien menestymistä ja alkukehitystä uudistusosalalla (esim. Leikola 1974, Söderström 1975, 1976, Lähde 1978, Lähde ym. 1981). Etelä-Suomessa voimaperäinen maanmuokkaus ei ilmeisesti ole yhtä merkittävä tekijä taimien menestymisen kannalta kuin pohjoisessa, vaikka Etelä-Suomessakin istutusmäntyjen pituuskehityksen on havaittu olevan sitä nopeampaa, mitä voimakkaampaa maanmuokkausta on käytetty (Kinnunen 1976, Raulo ja Rikala 1981, Parviainen 1984). Toisaalta maanpinnan voimaperäinen muokkaus on ainakin Pohjois-Suomessa luonut kylvötaimien kehitykselle liian äärevät kasvuolosuhteet (Pohtila 1972, 1977b). Niinpä kylvön yhteydessä on suositeltu kevyttä maankäsittelyä, esimerkiksi kulotusta tai laikutusta.

Taimikon syntyyn vaikuttavien tekijöiden lisäksi on maanmuokkauksella myös viljelytyön kannalta selviä teknisiä etuja. Muokattulla alalla on metsänviljelijän helppo löytää riittävästi kyllin hyviä viljelypaikkoja (esim. Mälkönen 1976, Kaila 1979). Samoin itse vil-

jelytyö on muokattuun jälkeen helpompaa kuin muokkaamattomaan kohtaan. Lisäksi maanmuokkauksella pyritään estämään viljelytaimien alkukehitystä haittaava pintakasvilisuus.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää metsähallituksen Rautavaaran ja Lieksan hoitoalueissa vuosina 1965—1980 perustettujen männyn viljelytaimikoiden kehitystä auratuilla uudistusaloilla. Tutkimuksessa on vertailuna mukana myös joukko vastaavan ikäisiä laikuttaen, äestäen tai kulottaen käsiteltyjä (= kevyesti muokattuja) männyn viljelyaloja. Erityisesti tarkastellaan viljelytaimien menestymistä ja luontaisten taimien esiintymistä sekä taimikon kehitykseen vaikuttavia ympäristökijöitä. Samalla arvioidaan taimikoiden metsänhoidollista tilaa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Taimikoiden valinta

Taimikot valittiin otannalla metsähallituksen Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa vuosina 1965—1980 muokatuista uudistusaloista. Taimikot kerättiin leimausluetteloiden ja toimenpidekarttojen perusteella. Otanta perustui suhteelliseen kiintiöintiin eri muokkaustapojen välillä. Kutakin muokkausta pyrittiin saamaan mahdollisimman edustava otos pitkältä aikaväliltä. Kummaskin hoitoalueesta arvottiin noin 50 taimikkoa, joista kesän 1982 aikana ennätettiin inventoida yhteensä 54 uudistusalaa (kuva 1, liite 1). Uudistusalat sijaitsivat 140—255 metriä merenpintaa korkeammalla, 63. ja 64. leveyspiirin välisellä alueella.

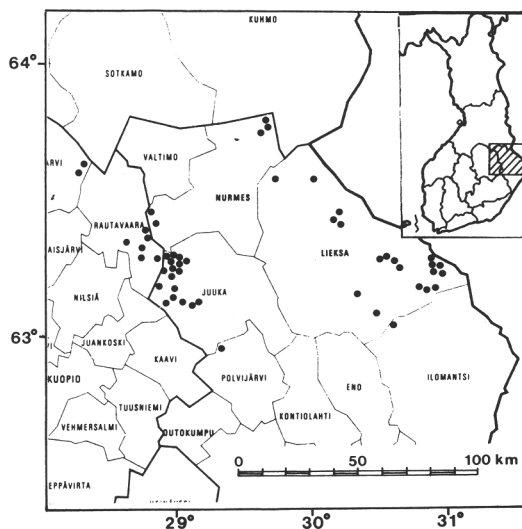
Kulutus ja laikutus olivat olleet 1960-luvulla tutkimusalueen yleisimmät maankäsittelymenetelmät. Seuraavalla vuosikymmenellä oli käytetty lähes yksinomaan auruusta. 1970-luvun loppupuolella oli jälleen käytetty myös kulotusta sekä äestystä. Näin ollen suurin osa tutkituista uudistusaloista oli aurattuja ja vain pieni osa kevyesti muokattuja eli äestettyjä, laikutettuja tai kulotettuja (taulukko 1). Kasvupaikkojen osalta pyrittiin inventoimaan pääasiassa tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden uudistusaloja.

Viljelytapana oli 1960-luvulla ollut melkein yksinomaan männyn kylvö, mutta 1970-luvun puolivälin jälkeen oli männyn istutus kylvöä yleisempää. Viljelymenetelmän muutoksesta johtuen vanhimmat taimikot olivat useammin kylvettyjä kuin istutettuja ja nuorimmat taimikot päin vastoin. Kaikilla inventoiduilla uudistusaloilla oli viljely tehty joko muokkausvuonna tai sitä seuraavana kasvukautena. Kulotuksen tai äestysten jälkeen uudistusala oli useimmin viljelty jo samana vuonna, mutta auratut alat oli tavallisesti viljelty seuraavana vuonna.

Suurin osa männyn kylvöistä oli tehty viirukylvöinä

Työ on osa tutkimussarjaa, jossa käsitellään eri tavoin muokatuille metsänuudistusaloille syntyneiden taimikoiden kehitystä Etelä-Suomessa. Tämä tutkimus sisältää tulokset Pohjois-Karjalan valtionmaiden osalta. Maastotyöryhmien vetäjinä toimivat Lieksan hoitoalueessa metsätietokko Pekka Suolahti ja Rautavaaran hoitoalueessa mmyo. Jukka Tuovinen, joka myös teki keräämästään aineistosta oppinäytetyönsä maatalous- ja metsätieteiden kandidaatin tutkintoa varten (Tuovinen 1984).

Käsiteltyjen ovat lukeneet prof. Erkki Lähde, mh. Risto Rikala ja MML Jukka Valtanen. Käsiteltyjen puhtaaksikirjoittamisesta ja kuvien viimeistelystä on huolehtinut kokenut tutkimusapulainen Sylvi Ossi. Käsiteltyjen englanninkieliset osat on kääntänyt Ph. D. John Derome. Haluan kiittää edellä mainittuja ja kaikkia muita työn edistymiseen vaikuttaneita henkilöitä sekä erityisesti metsähallinnon Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueen henkilökuntaa myönteellisestä suhtautumisesta tutkimuksen toteutuksessa.



Kuva 1. Inventoitujen uudistusalojen sijainti Pohjois-Karjalassa.

Fig. 1. The location of the inventoried reforestation areas in northern Karelia.

(noin 75 %), mutta osa vanhimmissa kylvötaimikoista oli perustettu ruutukylvöllä. Vanhimmissa taimikoissa istutusmateriaalina oli ollut yksinomaan paljasjuuris taimet, mutta myöhemmin turveruokku- ja kennotaimet olivat ne lähes täysin syrjäyttäneet. Istutusmateriaalin

Taulukko 1. Inventoitujen taimikoiden lukumäärä kasvupaikkatyypeittäin, muokkaus- ja viljelytavoitain muokkausvuoden mukaisessa järjestyksessä. 1 = tuore kangas, 2 = kuivahko kangas, a = istutus, b = kylvä

Table 1. The number of inventoried plantations by site type, and site preparation and establishment method in order according to the year site preparation was carried out. 1 = moist upland site, 2 = dryish upland site, a = planting, b = sowing

Muokkaus- vuosi Year of site preparation	Aurus Ploughing		Laikutus & Äestys Scalping & Harrowing				Kulutus Broadcast burning				Yhteensä Total		
	2		1		2		1		2				
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b			
1965				1 ⁽¹⁾								1	
1966								1		3 ⁽¹⁾		4	
1967									1	1 ⁽¹⁾		2	
1968							1 ⁽³⁾			1		2	
1969												—	
1970		2		1								5	
1971	2	1										3	
1972		3	2	3						1 ⁽²⁾		9	
1973		1	2									3	
1974		2				1 ⁽²⁾						3	
1975	1		1									2	
1976	2	1										3	
1977		1	1	2					1		1	6	
1978	2		2						1		1	6	
1979	2			1								3	
1980			1						1			2	
Yhteensä <i>Total</i>	9	11	9	8	1	—	—	4	1	3	1	7	54

¹⁾ kasvupaikka kuiva kangas — dry upland site

²⁾ äestys — harrowing

³⁾ laikutus — scalping

ja kylvötavan toteaminen jäi usein pelkästään maastossa tehdyn arvion pohjalta, koska tarkkaa tietoa viljelymateriaalista ja -menetelmistä ei yleensä metsätalousasiakirjoista saatu.

Metsätaloussuunnitelmista ym. asiakirjoista etsittiin taimikoiden kuviokohtaiset tiedot: pinta-ala, kasvupaikka, aiemman puuston tilavuus ja puulajisuhteet, viljelytapa, avohakkuu-, maanmuokkaus- ja viljelyvuosi sekä muokkausmenetelmä ja viljelymateriaali sekä taimikonhoitotyöt ajankohtineen. Useimmissa tapauksissa kuvioiden yleistiedot saatiin määritettyä asiapapereiden perusteella, mutta esim. vanhimpien taimikoiden aiemman puuston määrittämisessä jouduttiin joissakin tapauksissa turvautumaan yksinomaan maastossa selvitettyihin tietoihin.

22. Inventointimenetelmä

Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoealaotantaa. Koealan koko ratkaistiin uudistus- alalla ennen inventoinnin aloittamista mittaamalla 3—4 silmävaraisesti edustavaksi arvioitua 10 m² koealaa. Koealan koko oli 6 m², jos taimikon tiheys arvioitiin yli 10 000 taimeksi/ha ja 10 m², jos tiheys arvioitiin pienemmäksi kuin 10 000 kpl/ha. Koealan kokoa jouduttiin rajoittamaan tiheissä taimikoissa 6 m²:iin, jotta maastotyön määrä pysyisi kohtuullisena. Tätä pienempää koealakokoa ei kuitenkaan katsottu voitavan käyttää inventoinnin luotettavuuden kärsimättä (vrt. Pohtila 1977a). Taimikon tiheyteen laskettiin kaikki siemensyntyiset, kymmentä senttimetriä pitemmät havu- ja

Taulukko 2. Linja- ja koealavälin valinta sekä otantaprosentti inventoitavasta pinta-alasta ja koealan koosta riippuen.

Table 2. Dependence of the selection of line and sample plot interval and sampling percentage on the sample plot size and the size of the area to be inventoried.

Taimikon ala, ha Area of plantation	Linja/koe- alaväli, m Line/sample plot interval	Koealoja/ha, kpl Number of sample plots/ha	Otantaprosentti Sampling percentage	
			10 m ²	6 m ²
0.3 — 1	12	70	7.0	4.2
1 — 2	15	44	4.4	2.6
2 — 3	20	25	2.5	1.5
3 — 5	25	16	1.6	1.0
5 — 7	30	11	1.1	0.7
7 — 10	35	8	0.8	0.5
10 —	40	6	0.6	0.4

lehtipuiden taimet sekä vesosta koealalla olleiden vesaryhmien lukumäärä.

Linja- ja koealaväli vaihteli 12—40 metriin inventoitavan alan suuruudesta riippuen (taulukko 2). Tavoitteena oli saada kullekin uudistusalalle noin 50 koealaa, jolloin inventoinnissa saavutettaisiin kohtuullinen tarkkuus (Pohtila 1977a). Inventointi aloitettiin aina taimikon siitä reunasta, johon inventointiryhmä ensin saapui. Inventointilinja kulki kaikissa taimikoissa pääl-

mansuuntien mukaisesti. Jos uudistuskuvio oli yli 10 ha:n laajuinen, valittiin siitä osa-ala koko kuviota edustavaksi näytealaksi. Koelaverkosto kattoi taimikon lisäksi myös osan reunametsää.

Inventoinnissa määritettiin koalan sijainti reunametsään ja mahdolliseen siemenpuustoon nähden koalalta mitatun etäisyyden ja suunnan avulla. Suunta mitattiin bussollilla 5 asteen tarkkuudella. Samoin koalan edustaman alan maaston topografiaa kuvattiin selvittämällä maanpinnan kaltevuus ja sen viettosuunta. Jokaiselta koalalta määritettiin erikseen myös kasvupaikkatyypin lisämääreineen sekä tutkittiin maalaji, kivisyys ja humuskerroksen paksuus muokkaamattomasta maanpinnasta. Em. tietojen lisäksi arvioitiin koalalla peittävin pohja- sekä kenttäkerroksen kasvilaji.

Taimiaineksen (pituus ≤ 10 cm) ja vesasyntyisten lehtipuiden (= vesakon) määrä laskettiin koelakohtaisesti. Taimiaines luettiin puulajeittain (mänty, kuusi, koivu ja muut) koalan keskeltä yhden neliömetrin alalta. Vesoista selvitetiin kokonaisuus.

Kaikilla koaloilla määritettiin jokaisen taimen (pituus > 10 cm) puulaji ja synty tapa sekä mitattiin taimen pituus edellisen kasvukauden lopussa. Vesaryhmästä mitattiin pisimmän verson pituus. Erikoiskoaloilla, joita olivat jokainen järjestysluvultaan kolmella jaollinen taimikkoon sattuva koala, mitattiin edellisten lisäksi jokaisesta taimesta kolmen viimeisen vuoden pituuskasvu taannehtivasti sekä määritettiin taimen ikä. Lisäksi erikoiskoalalla selvitetiin jokaisen taimen synty pisteen taso keskimääräiseen maanpintaan nähden sekä kasvualustan laatu. Taimi määritettiin maanpinnan tasalle syntyneeksi, jos sen kasvukohta oli 5 cm tarkkuudella keskimääräisen maanpinnan tasolla. Seuraavaksi tutkittiin, oliko taimessa tuhon jälkiä ja arvioitiin, oliko tuho aiheuttanut tai tuleeko se todennäköisesti aiheuttamaan vikaa taimelle. Lopuksi arvioitiin taimen elinvoimaisuus seuraavan kuntolukituksen mukaan:

- 1 terve
- 2 lievä tuho
- 3 heikentynyt
- 4 kituva

Luokkaan lievä tuho kuuluvaksi tulkittiin sellainen taimi, joka oli viottunut, mutta se todennäköisesti tulisi selviytymään vaurioista. Heikentyneeksi tai kituvaksi luokitellusta taimesta ei enää katsottu kehittyvän kunnollista tainta. Taimien tilajärjestyksen tutkimista varten kartoitettiin taimet erikoiskoaloilla mittaamalla suunta ja etäisyys koalan keskipisteestä kuhunkin taimeen.

Reunametsäkoalalta mitattiin edellä mainittujen muuttujien lisäksi puustotietoja. Puustosta mitattiin pohjapinta-ala ja mediaanipuun ($d_{1,3}$) pituus puulajeittain (mänty, kuusi, rauduskoivu, hieskoivu) sekä arvioitiin puuston siemennyskykyä. Reunametsän siemennyskyvyn arvioinnissa tarkasteltiin puulajeittain, oliko puustossa näkyvissä siementuotantoa alentavia tekijöitä.

Maastotyön yhteydessä piirrettiin uudistusalasta peitepiirros, jolta myöhemmin mitattiin koalan reunametsäetäisyys. Inventoitaessa tarkasteltiin ennakkolta saadun kuviota koskevan yleistiedon (kasvupaikka, lisämäärä, viljelyvuosi, viljelymateriaali ja suoritettujen taimikonhoitotöiden) paikkansa pitävyyttä.

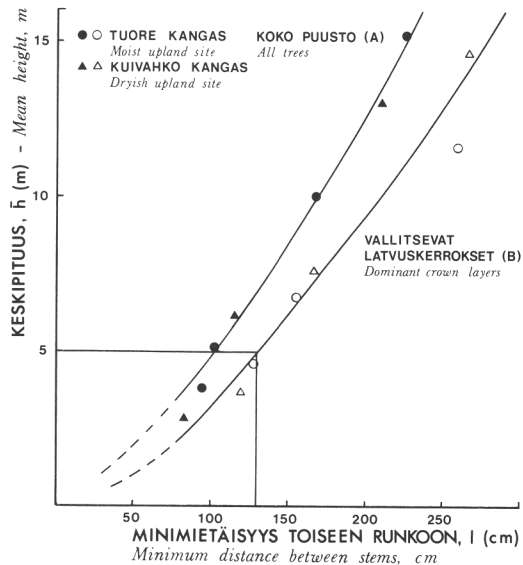
23. Aineiston analysointi

Aineisto käsiteltiin metsäntutkimuslaitoksen VAX-VMS-laitteistolla. Se muokattiin ensin paremmin käsiteltävään muotoon fortran-ohjelmilla, jonka jälkeen tulokset laskettiin BMDP-ohjelmistolla.

Reunametsäetäisyyden sekä reunametsän puustotunusten vaikutusta luontaisten taimien esiintymiseen analysoitiin regressioanalyysillä. Tutkittaessa reunametsän puustotunusten vaikutusta taimettumiseen jaettiin taimikkoa ympäröivät metsät kahdeksaan sektoriin, joille laskettiin erikseen keskimääräiset puustotunnukset. Näistä kahdeksasta keskiarvosta valittiin kullakin koalalta mitatun suunnan perusteella 'vastaava' reunametsä.

Arvioitaessa taimikon kehityskelpoisuutta laskettiin ensin erikoiskoalatietojen avulla kunkin koalan kasvatuskelpoiset taimet (koalatason tarkastelu). Sitten tarkastelua jatkettiin taimikkotasolla rajoittamalla taimikon sisäistä pituusvaihtelua. Kasvatuskelpoisuuden kriteereinä käytettiin puulajia, taimen synty tapaa, kuntoa, koalan taimien pituusjakaumaa sekä taimien tilajärjestyttä.

Puulajeista hyväksyttiin kasvatuskelpoisiksi mänty, kuusi sekä siemensyntyinen raudus- ja hieskoivu. Kuntonsa puolesta valittavien taimien piti olla vähintään kohtalaisia (kuntoluokat 1, 2 (ja 3)). Pituusjakauman perusteella hyväksyttiin kasvatuskelpoisiksi ne havupuu taimet, joiden pituus vaihteli puolesta puoleentoista kertaan koalalla olleiden viljelytaimien pituuden keskiarvosta (\bar{h}). Näillä pituusrajoituksilla pyrittiin eliminoimaan ns. susipuut samoin kuin selvästi 'alikasvoksiksi' jääneet taimet. Kasvatuskelpoisen siemen-



Kuva 2. Tasaisesti sijoittuneiden puiden keskipituus ja niiden välinen etäisyys Lönnrothin (1925) runkoluku- ja pituuskehitysarjojen avulla piirrettynä.

Fig. 2. The mean height of evenly distributed trees and the distance between them drawn using Lönnroth's (1925) stem number and height development series.

syntyisen koivun pituus määritettiin siten, ettei koivu voisi mäntyä nopeamman pituuskehityksensä ansiosta ehtiä etukasvuiseksi (vrt. Jokinen 1973). Koivun hyväksyttävä pituus riippui viljelytaimien keskipituudesta seuraavasti:

- $\bar{h} < 100$ cm; kasvatuskelpoisen koivun pituus pienempi kuin $1/2 \bar{h}$
- $100 \leq \bar{h} \leq 200$ cm; kasvatuskelpoisen koivun pituus yli $1/3 \bar{h}$ mutta pienempi kuin $2/3 \bar{h}$
- $\bar{h} > 200$ cm; kasvatuskelpoisen koivun pituus yli $1/2 \bar{h}$ mutta pienempi kuin \bar{h} .

Jos koعالalla ei ollut viljelytaimia, laskettiin em. keskipituus (\bar{h}) ensisijaisesti luontaisista männyn taimista. Jos koعالalla ei ollut viljelytaimia eikä luontaisia mäntyjä, käytettiin koعالan taimien pituuskeskiarvona luontaisten kuusten keskipituutta. Jos koعالalla ei ollut lainkaan havupuita, käytettiin em. keskiarvona siemensyntyisten koivun taimien keskipituutta. Tällöin ei lehtipuiden pituudella ollut rajoituksia.

Kasvatuskelpoisten taimien välinen minimietäisyys määritettiin luonnonnormaalin männikön runkolukusarjan ja pituuskehityksen avulla. Lönnrothin (1925) saamien tulosten perusteella piirrettiin graafisesti tasoitteen taimien väliset minimietäisyydet keskipituuden funktiona (kuva 2). Minimietäisyyttä laskettaessa taimien oletettiin jakautuneen tasaisesti uudistusalueelle. Koska viljelytaimien oletettiin muodostavan valtauksen taimikossa, sovellettiin kasvatuskelpoisten taimien valintaan vallitsevien latvuserosten mukaan laskettuja

taimien välisiä minimietäisyyksiä (käyrä B, kuva 2), jotka olivat noin 20 % suurempia kuin vastaavat kaikkien runkojen väliset etäisyydet. Tämän käyrän matemaattiseksi yhtälöksi saatiin taimikkovaiheen osalta (valtapituus ≤ 5 m) $\bar{h} = 3 l^2$. Jos siitä edelleen ratkaistaan taimien välinen etäisyys (l) saadaan:

$$l = \sqrt{\frac{\bar{h}}{3}}$$

Puulajiltaan ja pituudeltaan hyväksyttävien taimien välisenä lyhimpänä etäisyytenä käytettiin edellä esitetyllä tavalla määritettyä männyn taimien välistä minimietäisyyttä taimikkovaiheen lopussa eli viiden metrin valtapituudella ($l = 1,29$ m) mikä vastaa 6 000 kpl/ha. Ensinnä tarkastelu kohdistui ainoastaan viljelytaimiin, jolloin tilajärjestyksen huomioon ottaminen karsi liiat kylvötaimet. Tämän jälkeen lisättiin ympyrälle luontaiset taimet ja tehtiin sama taimien välinen välimatkatarkastelu uudelleen. Nyt ei enää poistettu viljelytaimia, ainoastaan luontaisia taimia, jos se oli tarpeen.

Kun kultakin koعالalta oli selvitetty kasvatuskelpoiset taimet, tarkasteltiin taimien kasvatuskelpoisuutta taimikkotasolla. Tällöin laskettiin taimikolle valtapituus, jonka perusteella tehtiin uudelleen koعالatasolla kasvatuskelpoiksi hyväksytyjen taimien pituussuhteiden tarkastelu edellä esitetyllä menetelmällä. Yleensä taimikon valtapituutena käytettiin kasvatuskelpoisten viljelytaimien keskipituutta.

3. TULOKSET

31. Pintakasvillisuuden muutokset

Metsikön pintakasvillisuuden elinolosuhteet muuttuvat perusteellisesti avohakkuun ja maanmuokkauksen yhteydessä. Eri kasvilajien ja lajiryhmien peittävyys ja keskinäisten runsaussuhteiden havaittiin olevan uudistusalueella erityyppiset kuin ympäröivässä metsässä (liite 2a). Pohjakerroksen osalta tärkeimmät muutokset olivat kasvipeitteettömän alan laajeneminen moninkertaiseksi erityisesti kuivahkolla kankaalla sekä vaatealioiden sammalten, kuten seinä- ja kerrossammalien vaihtuminen karhun- ja kynsisammaleisiin. Taimikon ja reunametsän pintakasvillisuudet eivät sinänsä aina olleet keskenään täysin vertailukelpoisia, koska reunametsä saattoi olla myös suolla.

Taimikon ikääntyessä peitteettömän alan osuus pieneni nopeasti. Jo 5–6 vuoden kulluttua muokkauksesta pohjakerroksen kokonaispeittävyys oli likimain sama kuin reunametsässä. Karikkeiden osuus säilyi tuoreella

kankaalla yli kymmenen vuotta muokkauksen jälkeen reunametsän arvoa suurempana. Kuivahkolla kankaalla hakkuutähteet säilyivät huomattavasti kauemmin kuin viljavamalla kasvupaikalla.

Pohjakerroksen kasvilajeista avohakkuun ja aurauksen jälkeen pieneni seinä- ja kerrossammalten osuus noin puoleen samalla kuin erityisesti karhunsammalten peittävyys kasvoi yli kolminkertaiseksi. Vanhimmillakin aurasaloilla karhunsammalten peittävyys oli vaatealioiden sammalia suurempi. Kulotetuilla ja kevyesti muokatuilla aloilla kasvillisuus peitti muokkauksessa paljastuneen alan melko nopeasti maankäsittelyn jälkeen. Laikutetuilla tai äestetyillä aloilla laski seinä- ja kerrossammalten osuus jonkin verran ja karhunsammaleen peittävyys puolestaan nousi moninkertaiseksi reunametsään verrattuna. Näillä aloilla karhunsammalten osuus ei kuitenkaan yltänyt niin suureksi seinä- ja kerrossammaleeseen verrattuna kuin aurasaloilla. Kulotetuilla aloilla seinä- ja kerros-

sammalen taantuminen oli hyvin voimakasta, mutta niillä karhunsammalen osuus ei runsaasta kulosammalen esiintymisestä johtuen noussut niin suureksi kuin aurasaloilla. Vanhimmilla kuivahkon ja kuivan kankaan kulotusaloilla oli jäkälän peittävyys lisääntynyt voimakkaasti.

Metsänuudistamisen vaikutukset näkyivät myös kenttäkerroksen kasvillisuudessa (liite 2 b). Kenttäkerroksen kokonaispeittävyys palautui muokkauksen jälkeen ennalleen hitaammin kuin pohjakerroksen peittävyys. Kenttäkerroksen kasvillisuus ei ollut vielä 10—15 vuotta vanhoissa taimikoissa täysin peittänyt muokattua maa-alaa. Aurasaloilla kenttäkerroksen kasvillisuuden leviäminen oli selvästi hitaampaa kuin kevyesti muokatuilla aloilla.

Uudistamisen aiheuttamista kenttäkerroksen kasvilajiston muutoksista olivat ilmeisimpiä varpujen peittävyuden lasku ja pitkäaikainen taantuminen sekä erityisesti metsälauhan ja horsman määrän tuntuva lisääntyminen. Metsälauhan peittävyys kasvoi auratuilla uudistusaloilla kymmenkunta vuotta muokkauksen jälkeen; kulotusaloilla metsälauhan osuus oli suurimmillaan yli kymmenvuotiaissa taimikoissa. Sitä vastoin kastikan osuus kenttäkerroksesta oli suurimmillaan 5—6 vuoden kuluttua aurauksesta (tuore kangas), jonka jälkeen se katosi lähes kokonaan lajistosta. Horsman peittävyys nousi huippuunsa muokkauksen jälkeen 5—6 vuoden aikana kastikasta poiketen kuivahkon kankaan aurauksilla sekä erityisesti kulotuksilla, pienentyen 3—4 vuoden kuluessa suhteellisen vähäiseksi. Vadelmaa esiintyi ainoastaan joillakin tuoreen kankaan auratuilla uudistusaloilla.

32. Taimikon tiheys

321. Taimien määrä

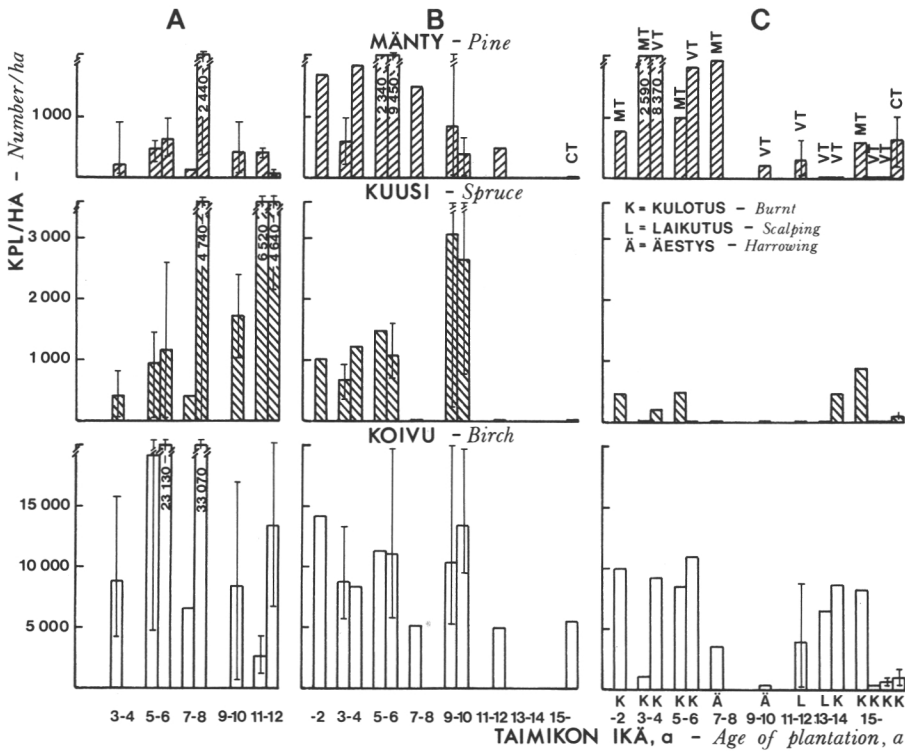
Taimiainesta eli alle 10 cm:n pituisia taimia esiintyi kaikissa taimikoissa (kuva 3; ks. myös liite 1). Auratuilla aloilla oli taimiainesta (keskimäärin 15 900 kpl/ha) yli kaksinkertainen määrä kulotettuihin (7 100 kpl/ha) ja lähes nelinkertainen määrä laikutettuihin tai äestettyihin aloihin (4 500 kpl/ha) verrattuna. Tuoreella kankaalla taimiaineksen määrä oli hieman suurempi kuin kuivahkolla kankaalla. Samoin taimiainesta oli kylvötaimikoissa runsaammin kuin istutustaimikoissa.

Kasvupaikasta tai muokkauksesta riippumatta koivun osuus taimiaineksesta oli suurin, 65—95 %. Tuoreen kankaan aurasaloilla kuusen osuus taimiaineksesta oli noin 14 % ja männyn osuus vain 3—4 %. Kuivahkon kankaan aurasaloilla männyn taimiaineksen osuus (12 %) oli hieman kuusta suurempi (11 %). Kulotetuillakin aloilla männyn osuus (17 %) oli selvästi kuusta suurempi (3 %). Laikutetuilta ja äestetyiltä aloilta kuusen taimiaineksen puuttui lähes täysin. Sen sijaan mäntyä näillä aloilla oli suhteellisen runsaasti, keskimäärin 17 % taimiaineksesta.

Tuoreen kankaan aurasaloilla männyn taimiaineksen määrä pysyi pienenä (noin 500 kpl/ha) koko taimikon alkukehityksen ajan. Kuivahkolla kankaalla männyn taimiaineksen määrä kohosi 4—5 vuotta aurauksen jälkeen ja kääntyi sitten laskuun. Kuusen taimiainesta esiintyi tuoreella kankaalla sitä enemmän mitä kauemmin aikaa aurauksesta oli kulunut. 11—12 vuoden kuluttua aurauksesta kuusen taimiainesta oli tuoreen kankaan istutustaimikossa usein enemmän kuin lehtipuiden taimiainesta. Myös kuivahkolla kankaalla kuusen taimiaineksen määrä aluksi lisääntyi aurauksen vanhetessa, mutta yli kymmenen vuotta vanhoilla aurasaloilla kuusen taimiainesta ei enää juuri löytynyt.

Koivun taimiaineksen määrä oli suurimmillaan muutaman vuoden kuluttua aurauksesta. Aurasäljen vanhetessa väheni koivun taimiaineksen etenkin tuoreella kankaalla. Kuivahkolla kankaalla koivun taimiaineksen määrä pysyi melko suurena aurauksen vanhetessa, ja sen osuus taimiaineksesta oli vanhimminkin taimikoissa moninkertaisesti havupuiden taimiaineksen osuutta suurempi. Lepän, haavan, pajun ja pihlajan taimiainesta havaittiin satunnaisesti nuorilla uudistusaloilla. Niiden määrä vaihteli muutamasta sadasta kuuteen tuhanteen kappaleeseen hehtaarilla.

Kulotetuilla, äestetyillä tai laikutetuilla aloilla koivun taimiaineksen määrä oli selvästi havupuiden taimiaineksen määrää suurempi taimikon iästä riippumatta. Kevyesti muokatuilla aloilla oli männyn taimiainesta eniten nuorissa taimikoissa. Vanhimmilla, yli 7-vuotiailla kevyesti muokatuilla aloilla ei männyn taimiainesta enää juuri ollut. Kuusen taimiainesta oli kevyesti muokatuilla aloilla aurasaloihin verrattuna hyvin vähän. Eniten kuusen taimiainesta löytyi aivan nuorista tai kaikkein vanhimmista taimikoista. Koivun lisäksi muiden lehtipuiden taimiain-



Kuva 3. Taimiaineksen (pituus alle 10 cm) määrä puulajeittain muokkauksesta kuluneen ajan funktiona. Kussakin ikäluokassa vasemman puoleinen pylväs edustaa istutustaimikoita ja oikean puoleinen pylväs kylvötaimikoita. Pylväisiin on lisäksi merkitty vaihteluväli janalla.
 A = auraus, tuore kangas; B = auraus, kuivahko kangas; C = kulotus, äestys tai laikutus eri kasvupaikoilla:

MT = tuore kangas
 VT = kuivahko kangas
 CT = kuiva kangas

Fig. 3. The number of the seedling material (height under 10 cm) by tree species as a function of the time since site preparation. The left-hand column in each age class represents planted stands, and the right-hand one sown stands. Range of variation is also marked on the columns with a segment.
 A = ploughing, moist upland site; B = ploughing, dryish upland site; C = burnt, harrowing or scalping on different site types:

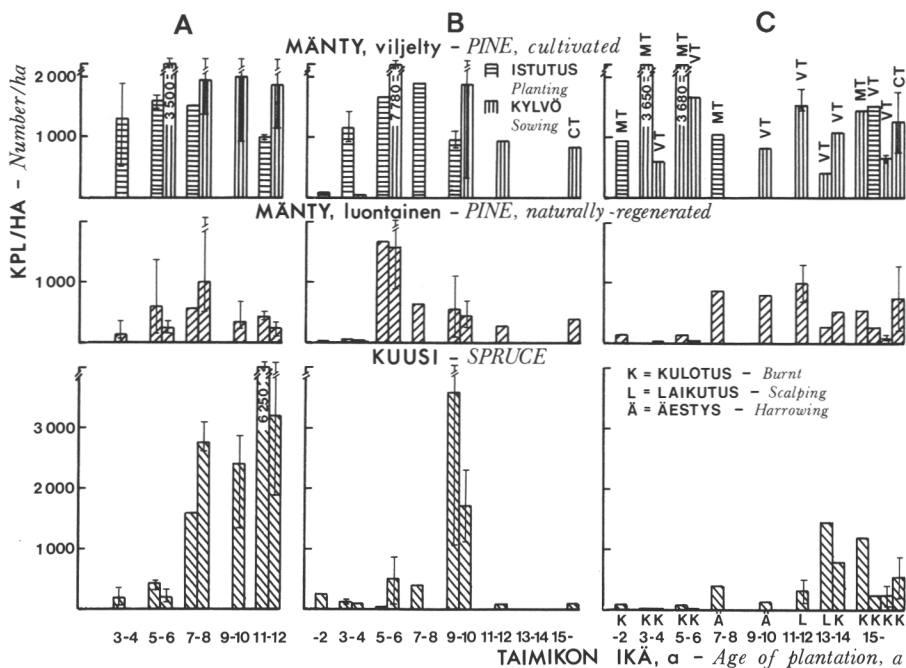
MT = moist upland site
 VT = dryish upland site
 CT = dry upland site

nesta ei juuri ollut kevyesti muokatuilla aloilla.

Havupuiden taimia (pituus yli 10 cm) oli keskimäärin eniten tuoreella kankaalla, vaikka eniten niitä löytyi eräältä kuivahkon kankaan aurausalalta (12 500 tainta/ha). Tuoreen kankaan aurausaloilla havupuutaimien kokonaismäärä oli istutustaimikoissa keskimäärin 3 500 ja kylvötaimikoissa 4 600 tainta/ha. Kuivahkon kankaan aurausaloilla vastaavat luvut olivat 3 500 ja 3 300 tainta/ha. Kulotetuilla ja äestetyillä aloilla istutustaimikoiden havupuiden määrä vaihteli 1 100:sta

2 300:aan ja kylvötaimikoiden 700:sta 3 600 taimeen/ha (kuva 4).

Viljelytaimia oli tuoreen kankaan uudistusaloilla istutustaimikoissa keskimäärin 1 300 ja kylvötaimikoissa noin 2 300 kpl/ha. Kuivahkon kankaan aurausaloilla oli vastaavasti istutustaimia keskimäärin 1 200 ja kylvötaimia keskimäärin 3 100 kpl/ha. Kuivahkon kankaan aurausalojen keskiarvoja laskettaessa ei ole otettu huomioon nuorinta istutus- ja kylvöalaa, koska näissä taimikoissa osa viljelytaimista on inventoinnissa luokiteltu taimiainekseksi taimien lyhyden vuoksi (pituus



Kuva 4. Havupuutaimien määrä puulajeittain muokkauksesta kuluneen ajan funktiona (selitykset kuten kuvassa 3).

Fig. 4. The number of the coniferous seedlings by tree species as a function of the time since site preparation (see Fig. 3 for explanation).

alle 10 cm). Kevyesti muokatuilla aloilla istutustaimia oli keskimäärin hieman alle 1 200 ja kylvötaimia 1 400 kpl hehtaarilla.

Eniten istutustaimia löytyi nuorista aurausalojen taimikoista. Parhaiten menestyneissä istutustaimikoissa oli viljelytaimia 1 800—1 900 kpl/ha. Vanhimmissa, 9—12-vuotiaissa taimikoissa istutustaimien määrä jäi monilla uudistusaloilla noin 1 000 taimeen hehtaarilla. Kylvötaimikoissakin viljelytaimien määrä oli yleensä sitä pienempi mitä vanhemmasta taimikosta oli kysymys.

Luontaisten männyn taimien määrä vaihteli tutkituissa taimikoissa 50:stä 2 500 kappaaleeseen hehtaarilla. Aurausaloilla luontaisia männyn taimia oli tuoreella kankaalla keskimäärin 380 kpl/ha ja kuivahkolla kankaalla 610 kpl/ha. Kevyesti muokatuilla aloilla luontaisia mäntyjä oli keskimäärin 450 kpl/ha. Luontaisia mäntyjä oli kylvötaimikoissa enemmän kuin istutustaimikoissa, mikä johtui muutamasta hyvin luontaisesti taimettuneesta kylvöalasta. Luontaisten männyn taimien esiintyminen korreloi nuorimpia taimikoita lukuunottamatta melko voimak-

kaasti männyn taimiaineksen esiintymisen suhteen (vrt. kuvat 3 ja 4). Kuusen taimien määrä vaihteli aurausaloilla muutamasta kymmenestä aina 8 000 kpl:een/ha. Tuoreen kankaan aurausaloilla kuusen taimia oli keskimäärin 2 100 kpl/ha, mutta kuivahkon kankaan aurausaloilla niiden määrä jäi alle 1 400 taimen hehtaarilla. Tuoreen kankaan aurausaloilla kuusen taimettuminen oli ollut likimain yhtäläistä niin kylvö- kuin istutustaimikoissa, mutta kuivahkolla kankaalla istutustaimikoissa oli usein enemmän kuusia kuin kylvötaimikoissa. Kevyesti muokatuilla aloilla kuusen taimia oli enimmillään hieman yli 1 000 kpl/ha.

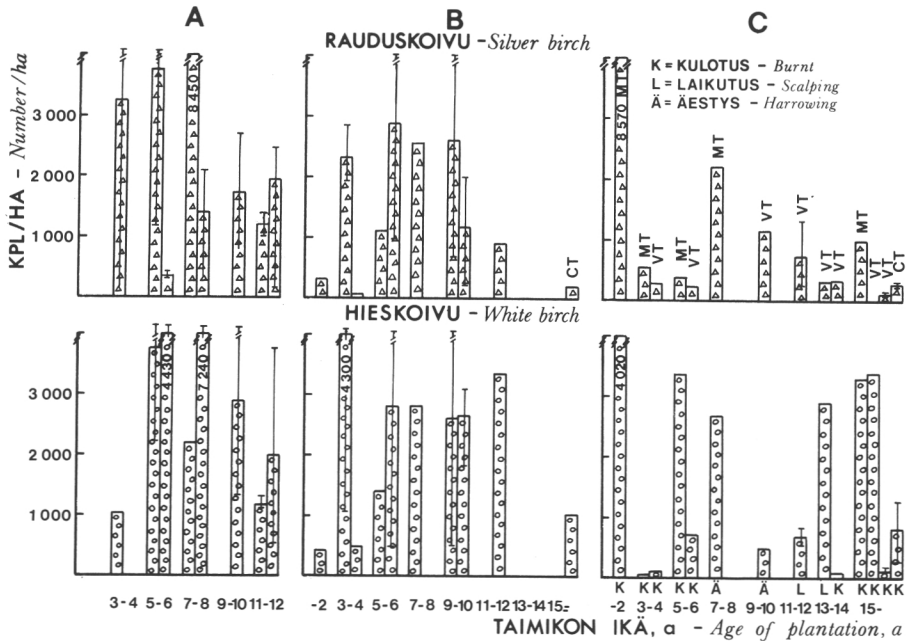
Tuoreen kankaan aurausaloilla havupuiden taimista oli keskimäärin puolet kuusia ja noin kymmenesosa luontaisia mäntyjä. Myös kuivahkon kankaan aurausaloilla oli istutustaimikossa puolet havupuista kuusia, mutta kylvötaimikossa kuusen osuus jäi noin viidennekseen havupuutaimista. Luontaisia mäntyjä kuivahkon kankaan aurausaloilla oli noin 15 % havupuiden taimimäärästä. Kevyesti muokatuilla aloilla kuusen osuus oli vain

10—20 % ja luontaisen männyn osuus vaihteli 10:stä 45 %:iin havupuiden kokonaismäärästä. Istutettujen taimien osuus oli aurasaloilla keskimäärin 36 %, kulotetuilla ja äestetyillä aloilla noin 75 % istutustaimikon havupuista. Kylvettyjen taimien keskimääräinen osuus kylvötaimikon havupuutaimien kokonaismäärästä oli muokkauksesta riippumatta noin 55 %. Luontaisten havupuiden, tuoreella kankaalla pääasiassa kuusen, kuivahkolla kankaalla sekä kuusen että männyn, havaittiin saavuttavan sitä suuremman osuuden havupuutaimien määrästä mitä vanhempi taimikko oli. Erityisen selvästi tämä näkyi tuoreen kankaan istutustaimikoissa, joissa luontaisten taimien osuus havupuutaimista oli jo 7—8 vuotta vanhoissa taimikoissa yli 50 %.

Siemensyntyisten lehtipuiden määrä kasvoi sekä tuoreen että kuivahkon kankaan uudistusaloilla 6—8 vuotta muokkauksen jälkeen (kuva 5). Enimmillään siemensyntyisten lehtipuiden määrä oli aurasaloilla 7—8 vuoden kuluttua muokkauksesta. Lehtipuiden taimia oli tuoreella kankaalla enemmän kuin kuivahkolla kankaalla. Samoin lehtipu-

ta oli aurasaloilla keskimäärin kaksi kertaa enemmän kuin kevyesti muokatuilla aloilla, vaikka kaikkein eniten lehtipuustoa löytyikin eräältä kulotetulta alalta (yli 12 000 koivun tainta/ha). Lehtipuiden määrä oli kylvö- ja istutustaimikoissa likimain yhtä suuri. Etenkin tuoreen kankaan aurasaloilla taimikon perkauksen vaikutus näkyi lehtipuumäärän kehityksessä.

Aurasaloilla eri lehtipuulajien osuudet siemensyntyisten lehtipuiden kokonaismäärästä pysyivät melko samana taimikon kehityksessä. Tuoreella kankaalla oli rauduskoivua ja hieskoivua lähes yhtä paljon (keskimäärin 3 000 kpl/ha) ja muita lehtipuita, lähinnä pihlajaa ja haapaa lähes yhtä paljon. Kuivahkolla kankaalla oli rauduskoivua keskimäärin alle 2 000 kpl/ha, mutta hieskoivua kuivahkon kankaan aurasaloilla oli yli 3 000 kpl/ha. Koivujen lisäksi kuivahkolla kankaalla ei muita lehtipuita juuri ollutkaan. Kevyesti muokatuilla aloilla rauduskoivua oli hieman vähemmän kuin hieskoivua. Muiden lehtipuiden osuus kohosi näissä taimikoissa 30—40 %:iin lehtipuiden kokonaismäärästä.



Kuva 5. Lehtipuutaimien määrä puulajeittain muokkauksesta kuluneen ajan funktiona (selitykset kuten kuvassa 3).

Fig. 5. The number of the hardwood seedlings by tree species as a function of the time since site preparation (see Fig. 3 for explanation).

Keskimääräinen vesakon tiheys ei ollut kovin suuri (kuva 6). Suurimmillaan vesojen määrä oli 25 000 kpl/ha erällä kuivahkon kankaan aurasalalla. Tuoreen kankaan aurasaloilla vesoja oli eniten, keskimäärin 7 700 kpl/ha. Kuivahkon kankaan aurasaloilla oli vesojen määrä pienempi, keskimäärin 6 100 kpl/ha. Kulotetuilla aloilla vesojen määrä jäi runsaaseen 4 000 kpl:een/ha, äestetyillä tai laikutetuilla aloilla vesakon tiheys vaihteli 2 500:sta 10 000 kpl:een/ha.

Vesojen määrän ja taimikon iän välillä ei havaittu kovin selvää riippuvuutta, sillä vesakon tiheyden vaihtelu johtui suurimmaksi osaksi taimikonhoidosta. Vesakon määrä luonnollisesti laski taimikon perkauksessa, mutta nousi pian entistä suuremmaksi. Taimikonhoidon erilainen rytmi kylvö- ja istutustaimikoissa oli havaittavissa vesakon määrän vaihteluissa.

Kokonaisuudessaan uudistusalojen voidaan katsoa taimettuneen kohtalaisesti. Vanhimmissa taimikoissa (vähintään 7 vuotta muokkauksesta) keskimääräinen havupuiden taimimäärä hehtaarilla vaihteli aurasaloilla 3 000:sta 6 200:aan ja kevyesti muokatuilla aloilla 1 400:sta 3 200:aan (taulukko 3). Aurasaloilla näistä viljeltyjä männyn taimia oli istutustaimikoissa keskimäärin 1 200

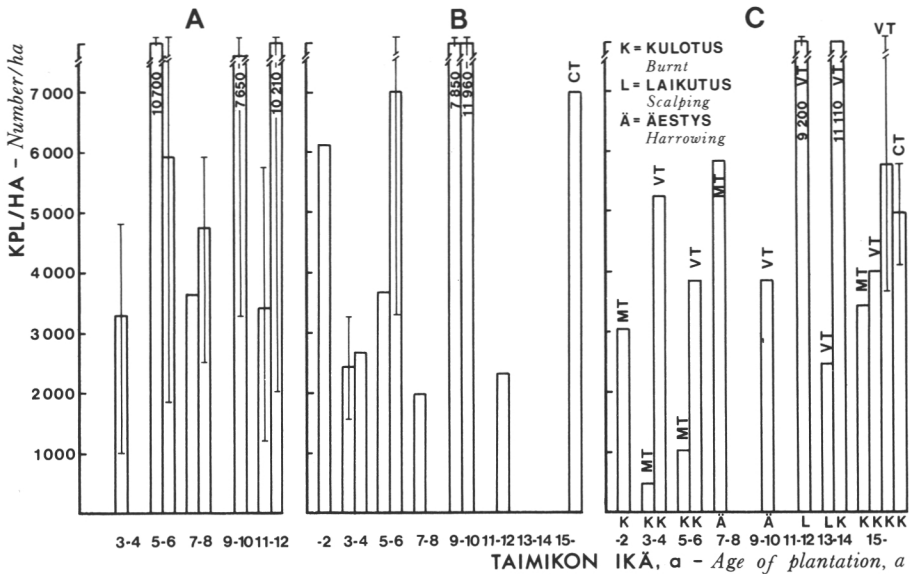
kpl/ha ja kylvötaimikoissa 1 800 kpl/ha. Kevyesti muokatuilla aloilla vastaavat viljelystaimien määrät olivat 1 300 ja 1 000 kpl/ha. Havupuiden lisäksi aurasaloilla oli siemensyntyisiä lehtipuita 4 000—5 500 kpl/ha.

Taimien lisäksi tavattiin aurasaloilla 6 000—25 000 ja kevyesti muokatuilla aloilla 400—10 000 taimiainekseksi luokiteltavaa (pituus alle 10 cm) tainta/ha, joista lehtipuut muodostivat valtaosan. Aurasaloilla oli myös kuusen ja männyn taimiainesta huomattavan runsaasti.

322. Aiemman puuston ja reunametsän vaikutus taimettumiseen

Tuoreen kankaan uudistusalat olivat olleet pääosin kuusivaltaisia metsiä, joiden puuston tilavuus oli ollut keskimäärin 200 m³/ha. Suurimmillaan sen tilavuus oli ollut yli 300 m³/ha. Yhtä lukuunottamatta tuoreen kankaan aloilla oli aiemmassa puustossa ollut myös melko paljon mäntyä (30—35 % tilavuudesta). Tuoreella kankaalla päätehakkua edeltänyt puusto oli ollut likimain yhtäläistä niin auratuilla kuin kulotetuillakin uudistusaloilla.

Kuivahkon kankaan aurattujen ja kulotettujen alojen aiemmat puustot olivat olleet



Kuva 6. Vesojen määrä muokkauksesta kuluneen ajan funktiona (selitykset kuten kuvassa 3).
Fig. 6. The number of hardwood sprouts as a function of the time since site preparation (see Fig. 3 for explanation).

Taulukko 3. Vanhimpien (vähintään 7 vuotta muokkauksesta) taimikoiden keskimääräiset taimitiheydet (kpl/ha) sekä näiden taimikoiden keski-ikä.

Table 3. The mean seedling density (seedlings/ha) and the mean plantation age in the oldest plantations (at least 7 years since site preparation).

	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Havupuut <i>Conifers</i>	Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	Hieskoivu <i>White birch</i>	Vesat <i>Sprouts</i>	Taimikoita <i>Number of plantations</i>	Keski-ikä <i>Mean age of plantations</i>	
	Viljelty <i>Cultivated</i>	Luontainen <i>Natural</i>							
Tuore kangas — Moist upland site									
Auraus, istutus <i>Ploughing, planting</i>	1200	480	4480	6160	3930	1560	11160	3	10
Auraus, kylvö <i>Ploughing, sowing</i>	1930	420	2780	5130	1770	3330	8110	9	10
Äestys, istutus <i>Harrowing, planting</i>	1060	870	390	2320	2210	2680	5680	1	8
Kulotus, kylvö <i>Burnt, sowing</i>	1430	550	1190	3170	990	3290	3430	1	16
Kuivahko kangas — Dryish upland site									
Auraus, istutus <i>Ploughing, planting</i>	1200	580	2270	4050	2570	2660	6330	5	9
Auraus, kylvö <i>Ploughing, sowing</i>	1550	390	1150	3090	1090	2900	8600	4	11
Laikutus, kylvö <i>Scalping, sowing</i>	1080	750	550	2380	750	1270	6180	4	12
Kulotus, istutus <i>Burnt, planting</i>	1510	270	230	2010	30	3380	3990	1	15
Kulotus, kylvö <i>Burnt, sowing</i>	790	220	390	1400	180	120	7370	3	15

hieman erilaisia. Auratuilla aloilla puusto oli ollut tilavuudeltaan pienempi (keskimäärin 170 m³/ha) ja kuusivaltaisempi kuin kuloteuilla aloilla (keskimäärin 200 m³/ha). Samoin laikutetut alat ja äestetty ala olivat olleet vähemmän kuusettuneita kuin aurasalat. Kuivahkolla kankaalla männyn osuus oli ollut kevyesti muokatuilla aloilla 70–80 % ja aurasaloilla 40 % aiemman puuston tilavuudesta. Lehtipuiden osuus aiemman puuston tilavuudesta oli ollut enintään viides.

Päätähakkuussa poistetun puuston puulajisuhteet vaikuttivat lievästi uudistusalan taimettumiseen (taulukko 4). Tuoreella kankaalla oli aiemmin mäntyvaltaisilla aurasaloilla hieman enemmän havupuutaimia kuin kuusivaltaisilla aloilla. Kuivahkolla kankaalla tilanne oli päinvastainen.

Aiemman puuston lehtipuuosuuden vaikutusta taimettumiseen ei näillä uudistusaloilla voitu tarkemmin arvioida, koska koivun osuus oli ollut kaikissa päätähakkuumetsiköissä sangen pieni. Voidaan kuitenkin todeta taimettumisen olleen tuoreella kankaalla hieman heikompa ja kuivahkolla kankaalla vähintään yhtäläistä, jos aurasalalla oli

aiemmin ollut lehtisekametsä kuin puhtas havumetsä. Aiemman puuston puulajisuhteiden ja männynviljelyn onnistumisen välistä riippuvuutta ei taimikoiden laajan ikäjakautaman takia voitu tarkemmin analysoida, mutta yleispiirteinä voidaan havaita viljelymätien menestyneen sitä paremmin mitä enemmän mäntyä ja mitä vähemmän kuusta ja koivua uudistusalan edellinen puusto oli sisältänyt.

Useimmat taimikot olivat osa suurempaa uudistusalojen kokonaisuutta. Lähes kaikki inventoidut uudistusalat rajoittuivat osin joko samanikäiseen tai nuorempaan taimikkoon tai avoalaan. 15 uudistusalaa rajoittui kokonaisuudessaan toisiin nuoriin uudistusaloihin, joten näillä aloilla ei voitu määrittää reunametsää lainkaan.

Yli puolet reunametsistä (noin 55 % reunametsäkoaloista) luokiteltiin suoksi. Aurasalat rajoittuivat hieman useammin kangasmaihin kuin kevyesti muokatut alat. Erityisesti kulotusalat olivat usein soiden ympäröimiä. Tuoreella kankaalla taimikot rajoittuivat usein korpiin ja kuivahkolla kankaalla puolestaan useimmiten rämeisiin.

Siemennyskyvyn arvioitiin aurasalojen

Taulukko 4. Luontaisten taimien määrä (kpl/ha) uudistusalan aiemman puuston puulajisuhteista riippuen. Tarkastelussa ovat mukana vain 5-vuotiaat ja sitä vanhemmat taimikot.

Table 4. The dependence of the number of naturally-regenerated seedlings (seedlings/ha) on the tree species composition of the previous stand. Only 5-year-old and older plantations are included.

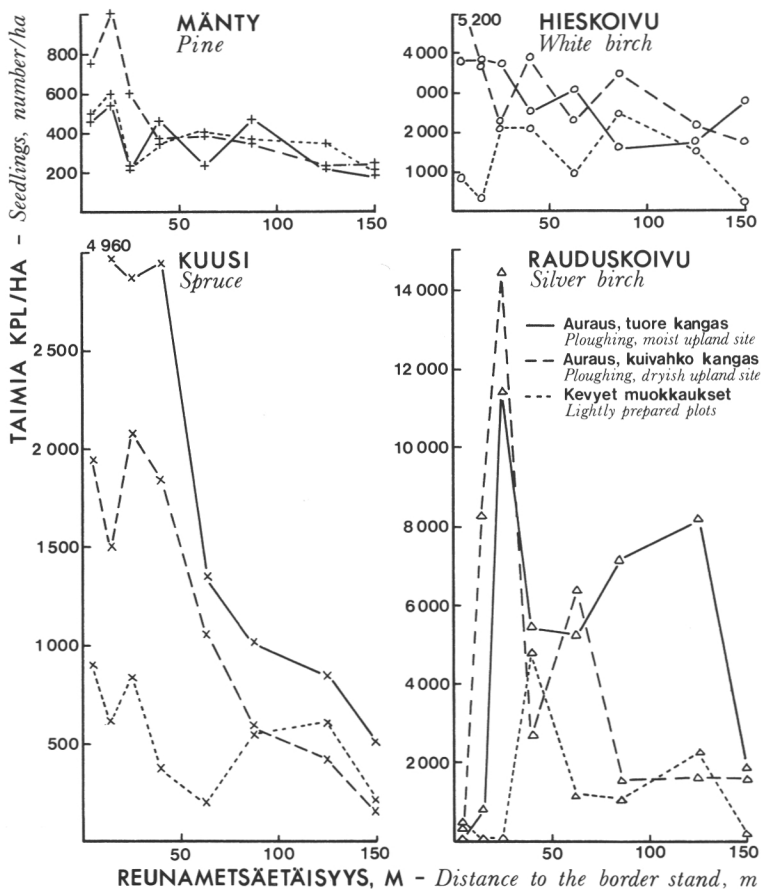
	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Havupuut <i>Conifers</i>	Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	Hieskoivu <i>White birch</i>	Lehtipuut <i>Hardwoods</i>	Taimikoita <i>Number of plantations</i>
Aurus—Tuore kangas <i>Ploughing—Moist upland site</i>							
Mäntyä >50 % <i>Proportion of pine >50 %</i>	500	2500	3000	3300	2900	5200	4
Kuusta >50 % <i>Proportion of spruce >50 %</i>	500	2000	2500	2300	4700	7000	6
Vain havupuuta <i>Only conifers</i>	800	2300	2900	2500	5400	7900	5
Myös koivua <i>Also hardwoods</i>	400	2200	2600	2600	1700	4300	8
Aurus—Kuivahko kangas <i>Ploughing—Dryish upland site</i>							
Mäntyä >50 % <i>Proportion of pine >50 %</i>	500	1200	1700	1100	3000	4100	4
Kuusta >50 % <i>Proportion of spruce >50 %</i>	700	1300	2000	1800	2300	4100	4
Vain havupuuta <i>Only conifers</i>	400	1400	1800	1200	3000	4200	5
Myös koivua <i>Also hardwoods</i>	1300	1500	1800	2600	2500	5100	5
Kulotus—Kuivahko kangas <i>Burnt—Dryish upland site</i>							
Mäntyä >50 % <i>Proportion of pine >50 %</i>	500	500	1000	200	1200	1400	5
Kuusta >50 % <i>Proportion of spruce >50 %</i>	—	—	—	—	—	—	—
Vain havupuuta <i>Only conifers</i>	500	500	1000	250	500	750	4
Myös koivua <i>Also hardwoods</i>	300	200	500	50	3400	3450	1

reunametsissä männyllä, kuusella ja hieskoivulla olleen yleensä normaalin (26—44 % koealoista), mutta kevyesti muokatuilla aloilla reunametsän puusto oli yleisimmin liian nuorta siemennystä ajatellen. Aurasalojen reunametsissä puuston arvioitiin olleen lähes yhtä usein liian vanhaa kuin nuortakin. Rauduskoivu puuttui lähes täysin aurasalojen reunametsistä (vain noin 7 %:lla koealoista). Kevyesti muokattujen alojen reunametsissä rauduskoivua oli hieman enemmän (13 %:lla koealoista) kuin aurasalojen reunametsissä.

Reunametsän etäisyyden vaikutus uudistusalan luontaiseen taimettumiseen oli heikohkoista reunametsistä huolimatta ilmeinen (kuva 7). Männyn taimien määrä oli tuoreella kankaalla melko vakio aina 100 metrin

reunametsäetäisyyteen saakka (noin 400 kpl/ha). Samoin kulotetuilla aloilla männyn taimien määrä pysyi vakaana reunametsäetäisyyden kasvaessa, mutta kuivahkon kankaan aurasaloilla männyn taimia oli taimikon reunassa (reunametsäetäisyys alle 50 m) lähes kaksi kertaa enemmän (noin 600 kpl/ha) kuin uudistusalan keskustassa.

Aurasaloilla kuusen taimien määrä laski kolmannekseen edettäessä 50 m:n etäisyydeltä 100:n etäisyydelle reunametsästä. Lehtipuilla taimimäärän ja reunametsäetäisyyden välinen riippuvuus ei ollut yhtä selvä, vaikka se oli samansuuntainen kuin havupuilla. Esimerkiksi rauduskoivun siemensyntyisiä taimia oli tuoreen kankaan aurasaloilla avoalan reunassa yhtä paljon (yli 6 000 kpl/ha) kuin sadan metrin reunametsäetäis-



Kuva 7. Luontaisten taimien määrä reunametsäetäisyyden funktiona. Etäisyydet ko. puulajia sisältävään reunametsään (ks. taulukko 5 kohta II).
 Fig. 7. The number of naturally regenerated seedlings as a function of the distance to the border stand. Distance to border stand containing species in question (see Table 5, Point II).

syydelläkin. Tätä kauempana jäi lehtipuiden taimimäärä jo selvästi pienemmäksi kuin uudistusalan laidoilla. Taimikoissa tehdyt perkaukset todennäköisesti heikensivät koivun taimien ja reunametsäetäisyyden välistä riippuvuutta.

Koelan reunametsäetäisyyden ja taimetumisen välinen korrelaatio oli rauduskoivua lukuunottamatta aina negatiivinen (taulukko 5). Havupuiden sekä taimiaineksen että taimien määrän ja reunametsäetäisyyden välinen riippuvuus oli sitä vahvempi mitä paremmasta kasvupaikasta ja mitä voimakkaammasta muokkauksesta oli kysymys. Myös lehtipuiden taimiaineksen määrän ja reunametsäetäisyyden välinen korrelaatio oli auratuilla aloilla voimakkaampi kuin kuloteuilla aloilla. Sen sijaan lehtipuiden taimi-

määrällä ja reunametsäetäisyydellä ei havaittu juuri minkäänlaista riippuvuutta; lehtipuiden taimimäärä usein jopa pieneni lähestyttäessä reunametsää. Männyn viljelytaimien määrään ei reunametsän etäisyydellä ollut vaikutusta.

Tutkittaessa edelleen reunametsän etäisyyden vaikutusta luontaisten taimien määrään poistettiin tarkastelusta sellaiset koelat, joiden lähimmässä reunametsässä ei ollut kulloinkin tarkastelun kohteena olevaa puulajia. Toisin sanoen tarkasteltaessa esim. männyn taimien esiintymistä reunametsäetäisyyden funktiona otettiin huomioon vain ne koelat, joiden lähimmässä reunametsässä oli mahdollisten muiden puulajien lisäksi myös mäntyä. Näiden koalojen keskimääräinen reunametsäetäisyys oli useimmiten hieman

Taulukko 5. Taimikon luontaisten taimien määrän ja reunametsäetäisyyden väliset korrelaatiokertoimet sekä niiden merkitsevyytasot puolajeittain (I = etäisyys keskiarvoreunametsään, II = etäisyys ko. puulajia sisältävään reunametsään).

Table 5. The correlation coefficients, and their degree of significance, for the dependence between the number of the naturally-regenerated seedlings in the plantations on the distance to the border stand by tree species (I = distance to mean border stand, II = distance to border stand containing the tree species in question).

	Taimiaines Seedling material			Taimet Seedlings			
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivut Birches	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Rauduskoivu Silver birch	Hieskoivu White birch
Aurus—Tuore kangas Ploughing—Moist upland site							
I	-.03	-.10**	-.09**	-.06*	-.13***	-.04	.02
II	-.11**	-.15***	-.15**	-.10*	-.22***	.01	-.11*
Aurus—Kuivahko kangas Ploughing—Dryish upland site							
I	-.02	-.06°	-.10**	-.02	-.03	.19***	.03
II	-.10*	-.05	-.14	-.07	-.03	—	-.07
Laikutus & äestys—Tuore kangas Scalping & harrowing—Moist upland site							
I	.07	-.10	-.05	.02	-.10	.37***	-.10
II	.18	-.13	-.13	-.18	-.32*	—	-.17
Laikutus & äestys—Kuivahko kangas Scalping & harrowing—Dryish upland site							
I	-.02	—	.02	-.01	-.01	-.02	-.10
II	.03	—	—	-.04	—	—	—
Kulutus—Tuore kangas Burnt—Moist upland site							
I	-.04	-.11	-.25**	.00	-.24**	.02	-.25**
II	.02	-.07	.03	.05	-.26*	.12	.72
Kulutus—Kuivahko kangas Burnt—Dryish upland site							
I	-.10*	-.01	-.12*	-.08	.03	-.06	-.01
II	-.08	.01	-.03	-.04	-.01	-.24	.23*

pienempi kuin kaikkien koalojen keskimääräinen reunametsäetäisyys. Ehkä osittain tästä syystä saatiin lähes poikkeuksetta keskimääräistä voimakkaammat korrelaatiot reunametsäetäisyyden ja havupuiden taimitiheyksien välille (taulukko 5 kohta II). Voimakkaimmat negatiiviset korrelaatiot olivat kuusella tuoreen kankaan uudistusaloilla.

Reunametsäetäisyyden ja taimitiheyden riippuvuus vaihteli erittäin suuresti taimikosta toiseen. Esim. tuoreen kankaan aurausaloilla kuusen taimitiheyden ja reunametsäetäisyyden välinen korrelaatio vaihteli välillä -0.5 — $+0.1$ eri taimikoissa. Tämä vaihtelu johtui ainakin osin taimikoiden eri-ikäisyy-

destä ja reunametsien puuston vaihtelevuudesta.

Koska taimikot usein rajoittuivat vähäpuustoisiin soihin, vaihteli reunametsän puuston keskimääräinen pohjapinta-ala 5:stä 12 m²:iin/ha. Tuoreen kankaan uudistusaloilla reunametsät olivat usein kuusivaltaisia, kun taas kuivahkolla kankaalla, etenkin kevyesti muokattujen alojen reunametsissä, oli mäntyä vähintään yhtä paljon kuin kuustakin. Reunametsän puuston keskipituus ei myöskään ollut kovin suuri juuri soiden puuston lyhyiden takia.

Reunametsän puustotunnukset, pohjapinta-ala ja mediaanipuun pituus, korreloivat

Taulukko 6. Taimikon luontaisten taimien määrän ja reunametsäetäisyyden sekä reunametsän puustotunnusten väliset yhteiskorrelaatiokertoimet merkitsevyytensä mukaan.

Table 6. The correlation coefficients, with degree of significance, for the dependence between the number of the naturally-regenerated seedlings in the plantations and the distance to the border stand and the tree stand parameters of the border stand.

	Mänty Pine	Taimiaines Seedlings material Kuusi Spruce	Koivut Birches	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Taimet Seedlings Rauduskoivu Silver birch	Hieskoivu White birch
Tuore kangas—Moist upland site							
Aurus Ploughing	.17**	.20***	.21**	.12*	.30***	.25***	.29***
Laikutus & Äestys Scalping & Harrowing	.31	.31	.42	.39*	.41	.63*	.73**
Kulotus Burnt	.05	.34	.06	.19	.30	.26	.17
Kuivahko kangas—Dryish upland site							
Aurus Ploughing	.10	.22**	.16	.11	.24**	.22**	.10
Laikutus & Äestys Scalping & Harrowing	.30	—	—	.33	—	—	—
Kulotus Burnt	.13	.07	.33*	.17*	.20**	.25	.30

yleensä positiivisesti vastaavan puulajin taimiainesten ja taimien esiintymiseen taimikossa. Korrelaatio oli parhain kuusella tuoreen kankaan aurasaloilla. Männyn taimettumisen riippuvuus reunametsän ominaisuuksista oli melko heikko; korrelaatiot olivat jopa negatiivisia. Siemensyntyisellä raudus- ja hieskoivulla reunametsän puustotunnusten ja taimimäärän välinen korrelaatio oli suurimmillaan kuivahkolla kankaalla.

Reunametsäetäisyys ja reunametsän puustotunnukset selittivät yhdessä taimimäärän vaihtelua paremmin kuin reunametsäetäisyys tai puustotunnukset yksinään (taulukko 6). Taimettumisen ja reunametsän välinen riippuvuus oli tuoreella kankaalla suurempi kuin kuivahkolla kankaalla. Samoin mäntyä lukuunottamatta oli taimien ja reunametsän ominaisuuksien välinen kokonaiskorrelaatio parempi kuin vastaavan taimiaineksen ja reunametsämuuttujien välinen korrelaatio. Erityisen selvä reunametsän ja taimettumisen välinen korrelaatio oli kuusella, vaikka myös lehtipuiden taimimäärän ja reunametsän puustotunnusten välillä vallitsi voimakas riippuvuus.

Kun aurasalojen luontaisten havupuiden taimitiheyden vaihtelua selittävään lineaariseen malliin lisättiin vielä uusiksi muuttujiksi suunta reunametsään sinimuunnoksena, taimikon ikä dummymuuttujana sekä muunnettiin reunametsäetäisyys logaritmiseksi, antoi

malli hieman voimakkaampia kokonaiskorrelaatioita kuin aiemmin käytetty yhtälö:

	Taimiaines		Taimet		Vapausasteet
	R	F-arvo	R	F-arvo	
Tuore kangas:					
mänty	0,18	4,38**	0,15	2,74*	5/631
kuusi	0,25	9,28***	0,45	35,98***	5/771
Kuivahko kangas:					
mänty	0,21	3,82**	0,15	1,61	5/400
kuusi	0,20	3,18**	0,33	9,11***	5/365

Parhaiten uusi malli selitti kuusen taimettumista tuoreen kankaan aurasaloilla, joilla taimimäärän vaihtelusta pystyttiin selittämään yli 20 % laaditun mallin avulla.

Reunametsän taimimäärän ja taimikon luontaisen taimettumisen välillä vallitsi useimmiten selvä riippuvuus. Korrelaatiot reunametsän ja taimikon taimimäärien välillä vaihtelivat -0.3 — $+0.7$. Selvää yhtenäistä trendiä korrelaatiosta oli kuitenkin mahdotonta löytää. Reunametsän ja uudistusalan taimettumiskyvyn välistä yhdensuuntaista riippuvuutta saattoi sekoittaa taimikoiden eri-ikäisyys. Vanhojen taimikoiden reunametsissä oli mäntyjä selvästi vähemmän ja kuusta ja rauduskoivua enemmän kuin nuorien taimikoiden reunametsissä. Samoin myös taimikoiden taimimäärät vaihtelivat huomattavasti taimikon iästä riippuen (vrt. kuvat 3—5). Tarkasteltaessa 5—10 vuotiaita aurasaloja

saatiin reunametsän ja taimikon taimimäärien välille selvästi koko aineistoa voimakkaammat korrelaatiot (taulukko 7).

Tuoreella kankaalla reunametsän havupuiden taimiaineksen ja taimien määrä korreloi positiivisesti vastaavan puulajin esiintymisen taimikossa. Uudistusalan taimettumista selitti parhaiten reunametsän taimien ja taimiaineksen yhteismäärä. Kuivahkolla kankaalla reunametsän ja taimikon taimimäärien väliset korrelaatiot jäivät pieniksi. Samoin ei taimikon lehtipuiden määrällä ja reunametsän lehtipuutaimien esiintymisellä ollut minäänlaista keskinäistä riippuvuutta.

323. Maaston topografian vaikutus taimikon tiheyteen

Koealoittain määritetyn maaston topografian mukaan noin 10—20 % taimikoiden pinta-alasta oli tasaista (kaltevuus korkeintaan 2,5 %). Auratut alat olivat hieman tasaisempia kuin kevyesti muokatut alat. 1—8 % pinta-alasta luokiteltiin kumpareeksi ja noin 3 % painanteeksi. Loput, yhteensä 75—80 % pinta-alasta tulkittiin rinteeksi (kaltevuus yli 2,5 %).

Männyn taimiainesta oli tasamaalla ja rinteillä runsaimmin, mutta kumpareilta ja painanteista männyn taimiainesta ei paljoakaan

löytynyt (liite 3a). Kuusen taimiainesta oli eniten joko rinteillä tai kumpareilla. Lehtipuiden taimiaineksen esiintymiseen ei maaston topografialla ollut vaikutusta.

Istutettujen männyn taimien määrä oli auratun alan kumpareilla hieman suurempi kuin tasamaalla tai rinteissä. Painanteissa istutustaimien määrä jäi keskimääräistä pienemmäksi. Kylvötaimia oli auratulla alalla joko kumpareilla tai painanteissa hieman vähemmän kuin muilla maaston muodoilla. Mutta kulotetuilla aloilla kylvötaimien määrä oli nimenomaan kumpareilla keskimääräistä suurempi. Kulotetuilla aloilla osoittautui tasamaa epäedullisimmaksi kylvötaimien menestymisen kannalta.

Luontaisia männyn taimia oli, kuten viljelytaimiakin, vähiten uudistusalojen painanteissa. Sen sijaan kuusen taimia oli eniten juuri painanteissa ja rinteillä. Siemensyntyisiä rauduskoivun taimia oli tasamaalla ja rinteillä enemmän kuin kumpareilla tai painanteissa. Hieskoivun taimia esiintyi yleensä eniten tasamaalla. Kuivahkolla kankaalla vesakon tiheys oli tasamaalla sekä painanteissa selvästi suurempi kuin muualla, mutta tuoreella kankaalla vastaavaa vesakon tiheyden ja maaston topografian välistä riippuvuutta ei ollut.

Kun tarkasteltiin erikseen vanhoja, yli 7-vuotiaita aurasalojen taimikoita ja tutkittiin

Taulukko 7. Taimikon luontaisten taimien määrän ja reunametsän taimimäärien väliset korrelaatiokertoimet merkitsevyytensä puolesta 5—10-vuotiailla aurasaloilla.

Table 7. The correlation, with degree of significance, between the number of seedlings in the border stand and the number of naturally-regenerated seedlings in the plantations on the 5 to 10-year-old ploughed plots. By tree species.

	Taimi- aines Seedling material	Tuore kangas Moist upland site Taimet Seedlings	Yhdessä Together	Taimi- aines- Seedling material	Kuivahko kangas Dryish upland site Taimet Seedlings	Yhdessä Together
Taimiaines — Seedling material						
Mänty — Pine	.73*	.96***	.97***	-.09	-.08	.10
Kuusi — Spruce	.87**	.41	.96	.04	.59°	.30
Koivu — Birch	.11	1) -.07***	.43	.56	1) -.18	.73
		-.37			.37	
Taimet — Seedlings						
Mänty — Pine	.46	.71*	.71	.14	.08	.14
Kuusi — Spruce	.74*	.76*	.80*	.16	.60	.47
Rauduskoivu Silver birch	.14	-.03	.68	-.26	-.30	.48
Hieskoivu White birch	-.21	.28	.33	.37	.31	.42

1) rauduskoivu — silver birch
hieskoivu — white birch

viljelyn onnistumista eri maaston muodoilla, havaittiin maaston topografian vaikuttavan erityisesti istutustaimien menestymiseen. Aurasalojen painanteissa oli istutettuja taimia 300—600 kpl/ha, kun muualla elossa olleiden istutustaimien määrä oli keskimäärin 1 200 tainta/ha. Painanteiden epäedullisuus korostui tuoreen kankaan uudistusaloilla. Kylvötaimia oli vanhimmissa aurasalojen taimikoissa eniten tasamaalla tai painanteissa ja vähiten kumpareilla. Erot kylvötaimien esiintymisessä eri maastomuodoilla eivät muodostuneet kovin suuriksi.

Tuoreella kankaalla rinteet olivat keskimäärin loivempia kuin kuivahkolla kankaalla. Rinteiden noususuunnat jakaantuivat melko tasaisesti eri ilmansuuntien kesken; pohjoinen 23 %, itä 28 %, etelä 25 %, länsi 24 %. Rinteen kaltevuus oli yleensä alle 12,5 %. Sitä jyrkempiä oli länsirinteistä 39 %, etelärinteistä 20 %, pohjoisrinteistä 25 % ja itärinteistä 17 %.

Havupuiden taimiainesta oli runsaimmin länsirinteillä ja vähiten etelä- tai pohjoisrinteillä (liite 3b). Koivun taimiainesta oli puolestaan eniten itärinteillä. Suurimmillaan rinteiden väliset erot olivat tuoreen kankaan aurasaloilla. Kulotetuilla aloilla osoittautui etelärinne kaikkein epäedullisimmaksi niin havu- kuin lehtipuiden taimiaineksen kannalta.

Istutustaimien määrä oli likimain sama rinteen suunnasta riippumatta, mutta kylvötaimia oli pohjoisrinteillä kuivahkon kankaan kulotettuja aloja lukuunottamatta enemmän kuin muilla rinteillä. Kylvötaimia oli vähiten tuoreella kankaalla etelärinteillä, ja kuivahkolla kankaalla itärinteillä. Vanhimmissa, yli 7-vuotiaissa taimikoissa oli istutustaimia lähes yhtä paljon kaikilla rinteillä. Sen sijaan kylvötaimia oli vanhimmilla kuivahkon kankaan aurasalojen länsirinteillä ja kulotettujen alojen etelärinteillä merkittävästi enemmän kuin muilla rinteillä.

Luontaista mäntyä oli kevyesti muokatuilla aloilla eniten länsirinteillä, mikä auratuilla aloilla oli useimmiten heikoimmin taimettunut. Kuusen taimia oli auratuilla aloilla eniten länsirinteillä, mutta kevyesti muokatuilla aloilla ei rinteen suunnalla ollut vaikutusta kuusen taimettumiseen. Samoin lehtipuiden määrä oli eri rinteillä lähes sama. Sen sijaan vesoja oli kevyesti muokatuilla aloilla pohjoisrinteillä usein huomattavasti enemmän kuin etelärinteillä.

Rinteen jyrkkyyden kasvaessa taimikon ti-

heys yleensä pieneni. Eniten rinteen kaltevuuden lisääntyminen alensi istutettujen mäntyjen sekä luontaisten kuusien määrää. Joissakin tapauksissa rinteen jyrkkyydellä ja sen suunnalla oli selvä yhdysvaikutus.

324. Maalajin, kivisyyden sekä humuskerroksen paksuuden vaikutus taimikon tiheyteen

Yli 80 % inventoidusta pinta-alasta oli moreenimaata. Tuoreella kankaalla moreenimaiden osuus oli yli 95 %. Kuivahkolla kankaalla lajittuneiden maiden osuus oli hieman suurempi kuin tuoreella kankaalla, noin 10 % taimikoiden pinta-alasta. Eloperäisen maalajin (turpeen) osuus maalajikaumasta vaihteli 0—8 %:iin. Yleisin maalaji oli hietamoreeni, jonka osuus tuoreella kankaalla oli 93—100 % ja kuivahkolla kankaalla hieman pienempi, 60—76 % pinta-alasta. Uudistusalan maalajilla ei näyttänyt olleen merkitystä muokkaustavan valintaan.

Aurasaloista arvioitiin 8—10 % soistuneeksi. Kevyesti muokatuista tuoreen kankaan aloista vain noin 2 % luokiteltiin soistuneeksi, mutta kuivahkolla kankaalla 5—14 % kevyesti muokatusta alasta oli soistunutta. Laikutetut uudistusalat olivat aurattujakin aloja soistuneempia. Soistuneisuuden suhteen hoitoalueet erosivat selvästi toisistaan: Rautavaaralla katsottiin yli 11 % taimikoista soistuneeksi, kun Lieksassa vastaava osuus jäi alle 5 %:n.

Taimiainesta oli moreenimailla enemmän kuin lajittuneilla mailla (liite 3c). Turvepinta-aisilla mailla, joihin useat taimikot rajoittuivat, oli havupuiden taimiainesta vähemmän kuin moreenimailla, mutta koivun taimiainesta oli turvepinnalla keskimäärin enemmän kuin kivennäismailla.

Aurasaloilla oli istutustaimia vähiten soistuneilla, turvepinta-aisilla kohdilla tai hienojakoisilla moreenimailla ja eniten lajittuneilla mailla. Kylvön kannalta aurattu lajitunut hiekka- tai hietamaa oli epäedullisin, selvästi aurattua moreenimaata heikompi. Aurasaloista poiketen oli kevyesti muokatuilla aloilla kylvötaimia enemmän lajittuneilla kuin moreenimailla. Kevyesti muokatuilla turvepinta-aisilla mailla oli viljelytaimia hyvin vähän.

Luontaisten havupuutaimien määrä oli auratuilla moreenimailla suurempi kuin lajituneilla mailla. Erityisen paljon havupuiden

taimia oli hienojakoisilla moreenimailla eli hiesumoreenimailla. Turvepintaisilla mailla havupuiden taimettuminen oli aurasaloilla moreenimaita heikompaa. Kevyesti muokatuilla aloilla luontaisen männyn taimien määrä oli suurin lajittuneilla ja luontaisen kuusen puolestaan moreenimailla. Kulotetuilla tai laikutetuilla aloilla oli turvepintaisilla mailla aurasaloista poiketen usein enemmän havupuiden taimia kuin kivennäismailla.

Aurasaloilla lehtipuita oli yleensä eniten hienojakoisilla moreenimailla. Kevyesti muokatuilla aloilla tihein lehtipuusto oli joko moreeni- tai turvepintaisella maalla, missä myös vesakon tiheys oli muokkausmenetelmästä riippumatta suurin.

Silmävaraisen arvioinnin mukaan noin 40 % uudistusaloista luokiteltiin vähäkiviseksi. Kivisyysmittauksiin todettiin vähäkivisten taimikoiden osuuden olleen vieläkin suurempi; aurasaloista noin puolet ja kevyesti muokatuista aloista lähes 70 % oli vähäkivisiä. Erittäin kiviseksi luokiteltuja aurasaloja oli 5 % tutkituista taimikoista. Kulotetuista tai äestetyistä aloista ei erittäin kivisiä uudistusaloja mittausten mukaan löytynyt lainkaan. Tuoreen kankaan aurasalat olivat hieman kuivahkon kankaan aurasaloja kivisempiä, erityisesti Lieksan hoitoalueessa, jossa yli 10 % uudistusaloista arvioitiin erittäin kiviseksi.

Havupuiden taimiainesta esiintyi tuoreen kankaan kivisillä tai erittäin kivisillä maastonkohdilla hieman enemmän kuin vähäkivisissä paikoissa (liite 3d). Auratuilla kuivahkon kankaan aloilla osoittautui vähäkivinen maaperä parhaaksi taimettumisalustaksi. Koivun taimiainesta oli yleensä runsaimmin joko kivisellä tai vähäkivisellä kasvupaikalla.

Viljelytaimien määrään maaston kivisyydellä oli selvä vaikutus. Istutustaimia oli muokkauksesta riippumatta vähiten erittäin kivisillä mailla. Kylvötaimien osalta tilanne oli kasvupaikasta ja muokkaustavasta riippumatta päinvastainen; kylvöt olivat yleensä onnistuneet parhaiten kivisillä tai erittäin kivisillä uudistusaloilla. Poikkeuksellisen hyvin kylvöt olivat onnistuneet erittäin kivisillä kulotetuilla aloilla.

Aurasaloilla maaperän kivisyys ei ollut vaikuttanut suuresti luontaiseen taimettumiseen. Yleensä kivisyydeltään keskimääräisillä aurasaloilla oli hieman enemmän luontaisia havupuun taimia kuin erittäin kivisillä tai vähäkivisillä aurasaloilla. Siemensyntyisten lehtipuiden tai vesakon tiheys ei juuri vaihdellut maaperän kivisyydestä johtuen. Ke-

vyesti muokatuilla aloilla oli luontaisia havupuun taimia yleensä eniten vähävakisillä paikoilla, mutta näilläkään aloilla ei lehtipuuta taimien tai vesakon määrällä ja maaperän kivisyydellä havaittu säännöllistä riippuvuutta.

Humuskerroksen paksuus ei tutkituilla aloilla ollut kovin suuri. Tuoreen kankaan uudistusaloilla humuskerros oli yleensä hieman paksumpi kuin kuivahkon kankaan aloilla. Aurasaloilla humuskerroksen paksuus oli keskimäärin 5—6 cm. Kulotetuilla aloilla humuskerroksen paksuus oli hieman suurempi, 6—8 cm. Äestetyillä tai laikutetuilla aloilla humuskerros oli paksuin, keskimäärin 8 cm. Muokkauksesta kuluneella ajalla ei ollut suurta merkitystä humuskerroksen paksuuteen. Reunametsän humuskerroksen paksuuteen verrattuna uudistusalat olivat hieman ohuempihumuksisia, mikä selittynee sillä, että soistuneen, paksuhumuksisen maan osuus oli reunametsässä uudistusaloja suurempi.

Taimiaineksen määrä väheni humuskerroksen paksuuden kasvaessa (liite 3e). Istutettuja taimia oli myös sitä vähemmän mitä paksumpi humuskerros uudistusalalla oli. Jos humuskerroksen paksuus nousi yli viiden cm:n, oli istutettuja taimia kuivahkon kankaan aurasaloilla lähes merkittävästi vähemmän kuin ohuempihumuksisilla aloilla. Kylvötaimien menestymiseen ei humuksen paksuudella etenään auratuilla tai kulotetuilla aloilla ollut vastaavaa vaikutusta. Pikkeminkin kuivahkon kankaan uudistusaloilla, joilla oli kohtalaisen paksu humuskerros (3—10 cm), oli kylvötaimia enemmän kuin aivan ohuempihumuksisilla paikoilla.

Luontaisia havupuiden taimia oli enemmän ohut- kuin paksuhumuksisilla paikoilla. Poikkeuksena olivat kuivahkon kankaan kevyesti muokatut alat, joilla kuusen taimia oli eniten kaikkein paksuhumuksisilla kohdilla. Rauduskoivun taimimäärä oli suurin, kun humuskerros oli ohut, mutta hieskoivun taimia oli lähes poikkeuksetta eniten, jos kasvupaikalla oli paksuhko humuskerros. Vesakon tiheyteen ei humuskerroksen paksuudella ollut vaikutusta.

33. Taimikon pituuskehitys

331. Taimien keski-ikä ja keskipituus muokkauksesta kuluneen ajan funktiona

Viljelytaimet olivat keskimäärin vanhempia kuin istutustaimet. Aurasaloilla 37—47 % istutustaimista oli muokkausta iäkäämpiä. Reilu neljäs osa istutustaimista oli yhtä vanhoja kuin maanmuokkaus ja loput muutamaa vuotta muokkausta nuorempia. Kulotetuilla tai äestetyillä aloilla istutustaimet olivat usein vähintään yhtä vanhoja kuin maanpinnankäsittely. Kylvötaimista yli

70 % oli syntynyt aivan muokkauksen jälkeisinä vuosina. Kuivahkon kankaan aurasaloilla ja tuoreen kankaan kulotusaloilla oli myös runsaasti (30 %) muokkausvuonna syntyneitä kylvötaimia.

Luontaisista havupuista oli 2—8 % syntynyt auratuilla aloilla ennen avohakkuuta (taulukko 8). Avohakkuun ja maanmuokkauksen välisenä aikana havupuiden taimettuminen oli ollut vähäistä (1—6 % taimimäärästä). Muokkausvuonna etenkin mäntyä oli syntynyt tuoreella kankaalla runsaasti, 13 % taimimäärästä, kun taas kuivahkolla kankaalla muokkausvuonna oli tapahtunut pää-

Taulukko 8. Luontaisten taimien suhteellinen ikäjakauma (%) muokkausajankohdan mukaan luokiteltuna.

a = tuore kangas, b = kuivahko kangas

Table 8. The relative age distribution (%) of the naturally regenerated seedlings classified according to site preparation year.

a = moist upland site, b = dryish upland site

	Ennen avohakkuuta <i>Before clear felling</i>		1—2 vuotta ennen muokkausta <i>1-2 years before site preparation</i>		Muokkausvuonna syntyneet <i>At the year of site preparation</i>		1—2 vuotta muokkauksen jälkeen <i>1-2 years after site preparation</i>		Myöhemmin syntyneet <i>Younger seedlings</i>	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Aurus—Ploughing										
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	2	3	3	1	13	6	25	38	57	52
Kuusi <i>Spruce</i>	6	8	4	4	4	9	19	28	67	51
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	1	1	14	7	14	25	41	32	30	35
Hieskoivu <i>White birch</i>	Δ	1	6	6	6	22	26	27	62	44
Vesat <i>Sprouts</i>	Δ	2	12	8	10	9	19	21	59	60
Laikutus & äestys—Scalping & harrowing										
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	6	14	6	5	6	2	38	15	44	64
Kuusi <i>Spruce</i>	60	33	0	7	0	0	40	0	0	60
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	3	0	8	0	5	6	58	7	26	87
Hieskoivu <i>White birch</i>	7	0	15	1	9	1	38	4	31	94
Vesat <i>Sprouts</i>	14	8	25	0	14	4	32	11	15	77
Kulotus—Burnt										
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	0	0	38	0	12	4	0	4	50	92
Kuusi <i>Spruce</i>	18	13	5	3	0	12	9	22	68	50
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	5	0	61	5	14	5	4	33	16	57
Hieskoivu <i>White birch</i>	1	0	49	0	15	0	1	33	34	67
Vesat <i>Sprouts</i>	21	1	13	4	0	4	1	31	65	60

asiassa kuusen taimettumista. Runsas viidenes havupuutaimista oli syntynyt parina aurausta seuranneena vuonna ja suurin osa, 50—70 % havupuiden taimista oli syntynyt yli kaksi vuotta aurauksen jälkeen. Tuoreen kankaan aurasaloilla luontaiset havupuutaimet olivat keskimäärin nuorempia kuin kuivahkon kankaan aurasaloilla.

Laikutetuilla tai äestetyillä aloilla oli männyistä 12—20 % ja kuusista peräti 40—60 % syntynyt ennen maanpinnankäsittelyä. Kulotetuilla aloilla vastaavat osuudet jäivät hieman pienemmiksi. Kuitenkin kevyestikin muokatuilla aloilla useimmiten suurin osa luontaisista havupuun taimista oli syntynyt maanpinnankäsittelyä myöhemmin.

Luontaisista lehtipuista vain pieni osa (1—7 %) oli syntynyt ennen avohakkuuta, mutta avohakkuun jälkeen ennen muokkausta lehtipuita oli syntynyt runsaasti, tuoreella kankaalla peräti 25 % taimimäärästä. Aurasaloilla oli runsaasti myös muokkausvuonna syntyneitä lehtipuita. Kuitenkin niin havu- kuin lehtipuista suurin osa oli muokkausta nuorempia. Huomattavasti muokkausta nuorempia olivat vesat, joista keskimäärin 60 % oli syntynyt yli kaksi vuotta muokkauksen jälkeen.

Pitkän taimettumiskauden vuoksi luontainen ja viljelty taimipopulaatio erosivat pituusjakaumaltaan toisistaan. Luontaisten taimien pituusjakauma pysyi kaiken aikaa tai-

mikon kehittyessä positiivisesti erittäin vinona. Variaatioväli keskiarvosta maksimiin oli huomattavasti suurempi kuin keskiarvosta minimiin. Kuusen taimien pituuksissa jakauman vinous ilmeni kaikkein selvimmin. Viljelytaimien pituusjakauma oli 5—6 viljelyn jälkeistä vuotta positiivisesti vino, mutta muuttui sittemmin melko symmetriseksi.

Viljellyn ja luontaisen taimipopulaation pituusjakaumien erilaisuus ilmeni selkeimmin verrattaessa luontaisten ja viljeltyjen taimipopulaatioiden pituusjakaumien variaatiokertoimia ($V=s/\bar{x}$) (taulukko 9). Viljelytaimipopulaatioiden variaatiokertoimet olivat pienempiä; viljelytaimien keskipituuden hajonta oli vain 27—47 % keskiarvosta, kun luontaisilla taimilla hajonta oli 55—98 % keskiarvosta. Luontaisten taimien pituusjakauma oli siis huomattavasti viljelytaimien pituusjakaumaa laajempi.

Luontaisten ja viljelytaimipopulaatioiden ikäjakaumissa oli havaittavissa samanlaiset erot kuin edellä pituusjakaumien muodossa. Populaatioiden väliset erot eivät muodostuneet ikäjakaumissa suhteellisesti niin suuriksi kuin pituusjakaumissa. Lehtipuiden pituus- tai ikäjakauma oli yleensä havupuiden vastaavaa jakaumaa symmetrisempi.

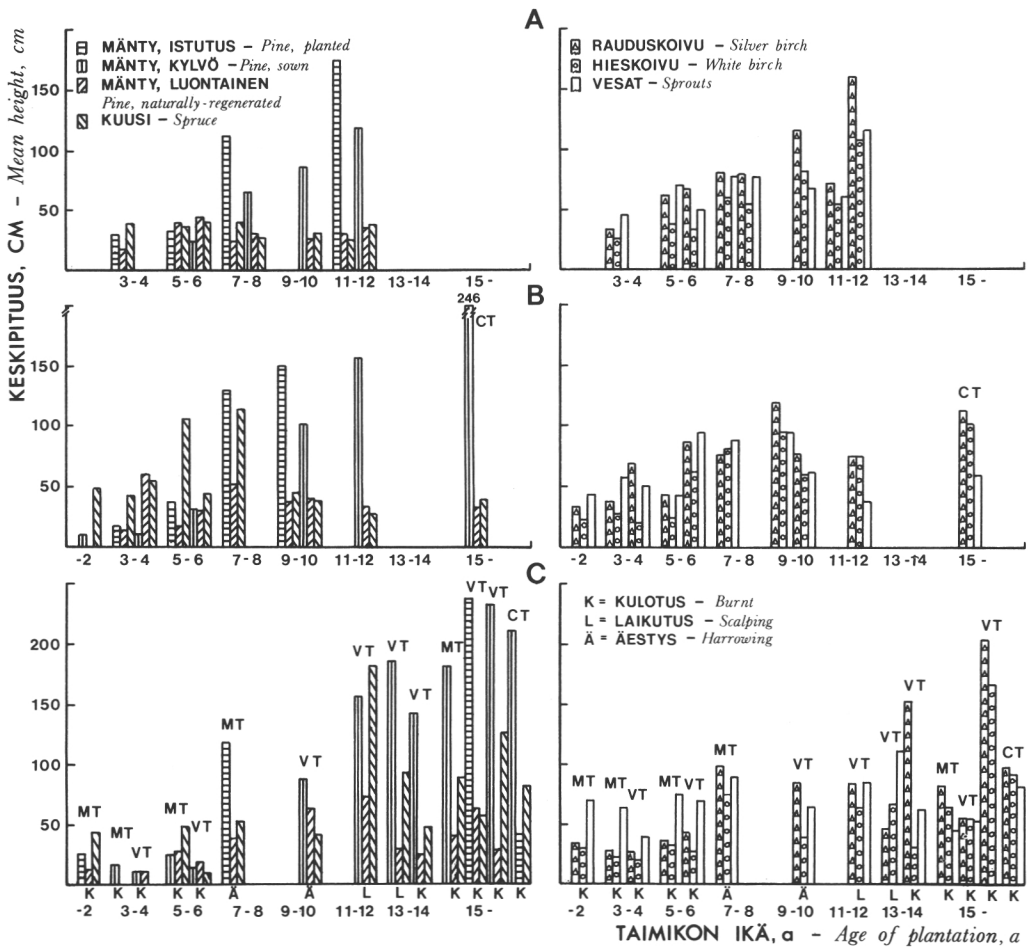
Koska luontaisia taimia syntyi vielä useita vuosia maanpinnankäsittelyn jälkeen, oli viljeltyjen taimien keskipituus luontaisten havupuutaimien keskipituutta suurempi kaikissa

Taulukko 9. Pituus- (1) ja ikäjakaumien (2) variaatiokertoimien keskiarvot viljelyssä ja luontaisissa taimipopulaatioissa.
Table 9. The means of the variation coefficients for the height (1) and age (2) distributions in the naturally and the artificially regenerated seedling populations.

	Tuore kangas Moist upland site		Aurus Ploughing		Kevyesti muokatut alat Lightly prepared plots	
	1	2	1	2	1	2
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	0.41	0.19	0.44	0.20	0.27	0.16
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	0.45	0.19	0.28	0.15	0.37	0.17
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	0.69	0.24	0.72	0.60	0.67	0.42
Kuusi <i>Spruce</i>	0.98	0.67	0.67	0.60	0.92	0.51
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	0.63	0.27	0.65	0.27	0.55	0.33
Hieskoivu <i>White birch</i>	0.70	0.32	0.71	0.38	0.76	0.34
Vesat <i>Sprouts</i>	0.80	0.40	0.68	0.55	0.67	0.71

taimikoissa (kuva 8). Istutettujen mäntyjen keskipituus ylitti metrin korkeuden noin kolme (5.—6. vuonna muokkauksesta) vuotta aiemmin kuin kylvötaimien keskipituus (8.—9. vuonna muokkauksesta). Kuivahkolla kankaalla viljelytaimien pituuskehitys oli hieman nopeampi kuin tuoreella kankaalla. Aurasaloilla luontaisten havupuiden keskipituus pysyi taimikon kehityksen ensimmäisen 10—12 vuoden aikana niin istutus- kuin kylvötaimikoissa melko vakiona, ollen hieman alle puoli metriä. Kevyesti muokatuilla aloilla luontaisten taimien keskipituus nousi etenkin kuusen osalta hieman nopeammin kuin aurasaloilla.

Siemensyntyisten lehtipuiden keskipituus saavutti metrin tason vasta 9—10 vuoden kulluttua muokkauksesta (kuva 8). Rauduskoivut olivat tuossa vaiheessa hieman hieskoivuja pidempiä. Molempien koivujen keskipituuden samoin kuin vesakon valtapituuden kehitys oli hyvin johdonmukainen; muokkauksesta lähtien 8—10 vuoden ajan se oli tasaisesti nouseva, jonka jälkeen keskipituus taimikonhoidon vuoksi taantui. Siemensyntyisten lehtipuiden, erityisesti rauduskoivun keskipituus oli istutettujen mäntyjen keskipituutta suurempi 4—6 vuotta muokkauksen jälkeen. Kylvötaimet saavuttivat lehtipuiden pituuden kuivahkon kankaan auruksilla se-



Kuva 8. Havupuiden ja siemensyntyisten lehtipuiden keskipituus sekä vesakon valtapituus muokkauksesta kuluneen ajan funktiona (selitykset kuten kuvassa 3).
 Fig. 8. Mean height of the conifers and hardwoods and the dominant height of hardwood sprouts as a function of time since site preparation (see Fig. 3. for explanation).

kä kevyesti muokatuilla aloilla noin kahdeksan vuoden kuluttua maanmuokkauksesta, mutta tuoreen kankaan aurauksilla oli vanhimmisakin kylvötaimikoissa (10—12 vuotta muokkauksesta) rauduskoivun keskipituus viljelytaimien keskipituutta suurempi. Vesakko ja hieskoivut jäivät yleensä rauduskoivua aiemmin viljelytaimia lyhyemmiksi.

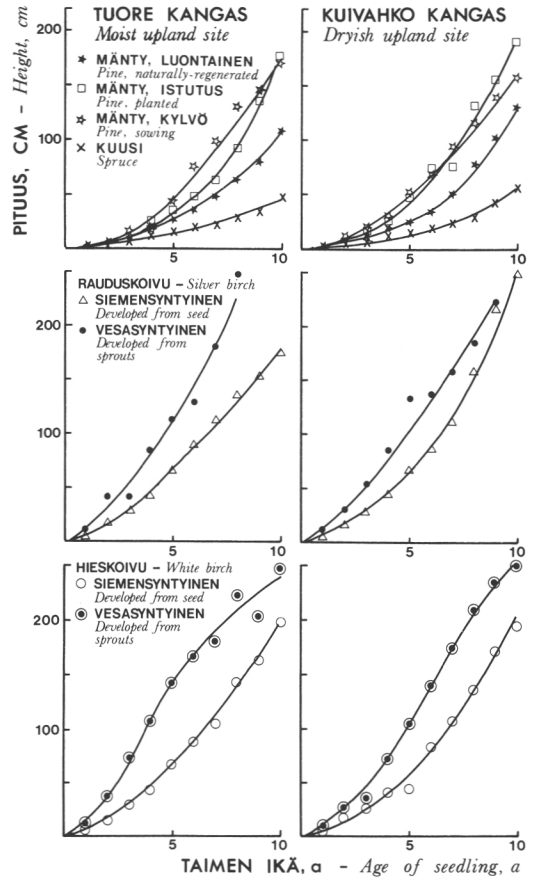
332. Taimien pituuskehitys biologisen iän funktiona

Syntyvän (luontainen siemensyntyinen, luontainen vesasyntyinen, istutettu tai kylvetty) vaikutusta taimien pituuskehitykseen tarkasteltiin kasvupaikkatyypeittäin. Eri muokkauksilla samalla kasvupaikalla ei männyn pituuskehityksessä ilmennyt suuria eroja. Auratulla alalla männyn alkukehitys oli yleensä hieman nopeampi kuin äestetyllä tai kulotetulla alalla. Myös koivut kasvoivat parhaiten joko auratulla tai kulotetulla alalla.

Syntyvästä riippumatta kasvoivat männyn kuivahkolla kankaalla nopeammin kuin tuoreella kankaalla (kuva 9). Kylvetyt ja etenkin istutetut männyn kehittyivät luontaisia taimia nopeammin. Tuoreella kankaalla viljeltyt taimet saavuttivat metrin keskipituuden 6—7-vuotiaana eli 2—3 kasvukautta aiemmin kuin luontaiset taimet (8—10-vuotiaana). Kuivahkolla kankaalla vastaava ero oli 1—2 kasvukautta.

Rauduskoivun vesat kasvoivat siemensyntyisiä taimia nopeammin ensimmäisen kymmenvuotiskauden aikana. Tuoreella kankaalla vesat saavuttivat metrin korkeuden jo 3.—5. kasvukautena, kun taas siemensyntyiset taimet yltyivät samaan mittaan vasta 5.—8. elinvuotenaan. Kuivahkolla kankaalla rauduskoivun vesojen ja siemensyntyisten taimien pituuskehitysero ei muodostunut yhtä suureksi.

Hieskoivunkin vesat olivat kasvaneet siemensyntyisiä taimia nopeammin. Hieskoivun vesojen pituuskehityksessä oli havaittavissa 5—7 vuoden iässä käänneaste, jolloin vesojen pituuskasvu muuttui alun eksponentiaalisen kasvun vaiheesta hidastuvan kasvun vaiheeseen. 'Kasvurytmin' muutos näkyi parhaiten tuoreella kankaalla. Rauduskoivun vesoilla vastaava kasvuvaiheen muutos ei ilmeisesti tapahtunut vielä ensimmäisenä kymmenenä vuotena tai rauduskoivun vesojen pituuskehitys kääntyi hidastuvan kasvun vai-



Kuva 9. Viljellyn ja luontaisen männyn ja luontaisen kuusen sekä siemen- ja vesasyntyisen raudus- ja hieskoivun pituuskehitys tuoreella ja kuivahkolla kankaalla.

Fig. 9. The height development of *Betula pubescens* and *B. pendula* seedlings developed from seed and from sprouts, and the height development of naturally-regenerated spruce seedlings and planted, sown and naturally-regenerated pine seedlings on moist and dryish upland sites.

heeseen aivan tarkastelujakson lopussa, jolloin käänneaste ei voitu todeta.

Rauduskoivun taimien pituuskehitys oli muiden puulajien pituuskehitystä nopeampi (vrt. kuva 9). Hieskoivun pituuskehitys jäi hieman rauduskoivusta jälkeen. Kuivahkolla kankaalla raudus- ja hieskoivun pituuskehitysero oli suurempi kuin tuoreella kankaalla. Havupuiden pituuskehitys oli koivujen pituuskehitykseen verrattuna huomattavasti hitaampaa. Viljellyn männyn pituus oli viiden vuoden iässä hieman yli 60 % luontaisen rauduskoivun pituudesta. Vastaavana ajankohtana luontainen mänty oli vain noin 40 %

ja kuusi noin 25 % rauduskoivun pituudesta. Koivunvesat olivat tuolloin lähes puolet siemensyntyisiä koivuja pidempiä. Hyvällä kasvupaikalla lehtipuiden etumatka oli suhteellisesti suurempi kuin karummalla kasvupaikalla. Kymmenen vuoden ikään mennessä tavoittivat viljelty mäntyn tuoreella kankaalla lehtipuiden pituuskehityksen, mutta kuivahkolla kankaalla viljeltyjen mäntyjen pituuskehitys oli yhä lehtipuiden pituuskehityksestä jäljessä. Havupuiden pituuskehityksen nopeutuminen lehtipuihin verrattuna tarkaste-

lujakson loppupuolella johtunee osittain männyn hyväksi tehdystä taimikonhoidosta.

34. Taimikon kunto

341. Taimien elinvoimaisuus ja viat

Männyn istutustaimet olivat kunnoltaan parempia kuin kylvötaimet (taulukko 10). Istutustaimista 74 % luokiteltiin kunnoltaan hyväksi tai kohtalaisiksi (kuntoluokat 1 ja 2)

Taulukko 10. Taimien jakautuminen eri kuntoluokkiin (%).

a = tuore kangas, b = kuivahko kangas

Table 10. The distribution of the seedlings into different condition classes (%).

a = moist upland site, b = dryish upland site

	Terve Normal		Lievä tuho Slightly damaged		Heikentynyt Weakened		Kituva Stunted	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Auraus—Ploughing								
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	29	36	44	41	18	17	9	6
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	28	36	27	27	25	19	20	18
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	50	65	22	19	22	14	6	2
Kuusi <i>Spruce</i>	79	77	10	13	6	5	5	5
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	83	86	9	8	5	5	3	1
Hieskoivu <i>White birch</i>	82	90	11	5	5	3	2	2
Laikutus & äestys—Scalping & harrowing								
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	18	18	55	27	27	9	0	46
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	—	9	—	35	—	31	—	25
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	81	38	6	28	0	15	13	19
Kuusi <i>Spruce</i>	80	70	20	7	0	17	0	6
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	95	81	3	6	2	11	0	2
Hieskoivu <i>White birch</i>	95	97	2	2	3	1	0	0
Kulotus—Burnt								
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	78	3	11	83	11	14	0	0
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	51	30	23	51	18	11	8	8
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	69	35	6	45	19	15	6	5
Kuusi <i>Spruce</i>	82	59	0	19	18	9	0	13
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	98	76	2	19	0	5	0	0
Hieskoivu <i>White birch</i>	94	80	2	9	4	6	0	7

kun vastaavasti kylvötaimista keskimäärin 63 % oli kunnollisia. Kulotetuilla aloilla viljelytaimet olivat kunnoltaan parempia kuin auraus-, äestys- tai laikutusalloilla. Samoin viljelytaimet olivat kuivahkolla kankaalla laikutettuja aloja lukuunottamatta elinvoimaisempia kuin tuoreella kankaalla.

Luontaisista männyistä keskimäärin 77 % oli kunnoltaan jokseenkin hyviä. Luontaiset männyntaimet olivat laikutus- ja äestysaloja lukuunottamatta kuivahkolla kankaalla hyväkuntoisempia kuin tuoreella kankaalla. Kuusen taimista 75 % katsottiin kunnoltaan normaaleiksi. Kuusen taimien kunto oli aurausalloilla molemmilla kasvupaikoilla yhtäläinen, mutta kevyesti muokatuilla tuoreen kankaan uudistusaloilla kuuset olivat parempikuntoisia kuin kuivahkon kankaan aloilla. Siemensyntyisistä koivun taimista noin 90 % luokiteltiin hyväksi. Etenkin rauduskoivun taimet olivat kevyesti muokatuilla aloilla hieman parempia kuin aurausalloilla. Koivun taimien kunto oli yleensä tuoreella kankaalla hieman parempi kuin kuivahkolla kankaalla.

Aurausalloilla kunnoltaan hyvien viljelytaimien osuus pieneni taimikon varttuessa (taulukko 11). Selvimmin viljelytaimien kunnan huononeminen näkyi tuoreen kankaan kylvötaimikoissa ja kuivahkon kankaan istutustaimikoissa. Hyväkuntoisten viljelytaimien osuus oli yli 7-vuotiaissa taimikoissa yleensä enää vajaat 20 % elossa olleista viljelytaimista. Näissä vanhimmissa aurausalojen taimikoissa oli useimmiten alle puolet taimista kunnoltaan kohtalaisia (kuntoluokat 1 ja 2). Luontaistenkin männyn taimien kohdalla havaittiin heikentyneiden ja kituvien taimien osuuden nousevan taimikon vanhetessa, mutta luontaisten, kunnoltaan hyvien taimien osuuteen (yli 50 %) ei taimikon iällä ollut juuri merkitystä. Luontaiset kuuset olivat puolestaan sitä parempia mitä kauemmin aikaa muokkauksesta oli kulunut. Hyvien lehtipuiden osuus pieneni taimikon vanhetessa.

Vain vajaa 30 % elossa olleista viljelymännystä todettiin tuhoilta säästyneiksi (= hyväkuntoiset taimet, ks. taulukko 10). Vastavasti luontaisista männyistä 33—64 % ja

Taulukko 11. Viljeltyjen ja luontaisten männyn taimien osuudet (%) eri kuntoluokissa eri-ikäisillä aurausalloilla.

1 = istutus, 2 = kylvö, 3 = luontainen

Table 11. The proportions (%) of naturally and artificially regenerated pine seedlings in different condition classes on the different-aged ploughed plots.

1 = planted, 2 = sown, 3 = naturally regenerated

Taimikon ikä, v Age of plantation, y	Terve Normal			Lievä tuho Slightly damaged			Heikentynyt Weakened			Kituva Stunted		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tuore kangas—Moist upland site												
1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—4	35	—	75	47	—	25	11	—	0	7	—	0
5—6	42	48	48	32	32	4	15	10	44	11	10	4
7—8	0	32	50	46	15	32	42	38	14	12	15	4
9—10	—	13	69	—	23	15	—	28	8	—	36	8
11—12	15	19	41	50	33	29	30	37	18	5	11	12
13—14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuivahko kangas—Dryish upland site												
1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—4	75	0	34	23	100	33	2	0	0	0	0	33
5—6	27	40	71	68	24	22	5	17	7	0	19	0
7—8	17	—	57	33	—	0	43	—	29	7	—	14
9—10	6	39	57	54	17	13	23	12	30	17	32	0
11—12	—	0	89	—	39	11	—	57	0	—	4	0
13—14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15—	—	30	25	—	65	50	—	5	0	—	0	25 ¹⁾

¹⁾ kuiva kangas—dry upland site

kuusista 58—81 % oli säilynyt tuhoilta. Lehtipuiden taimista vain noin 10 % oli joutunut merkittävän tuhon kohteeksi (taulukko 12).

Noin puolessa viljelytaimista oli havaittavissa vain yksi tuho, mutta vanhimmissa taimikoissa ja etenkin aurasaloilla esiintyi usein useita tuhoja samassa taimessa (14—44 %:ssa aurasalujen viljelytaimista). Vastavasti luontaisissa taimissa oli korkeintaan 17 % sellaisia taimia, joissa havaittiin vähintään kaksi tuhoa

Männyllä olivat sienitaudit (järjestyksessä lumikariste, versoruoste ja versosyöpä) yleisin tuhonaiheuttajaryhmä. Istutustaimissa todettiin yleensä enemmän sienitauteja kuin kylvötaimissa. Kuivahkon kankaan kuloteuilla aloilla lähes kaikki elossa olleet istutusmännyn olivat sienitautien vaivaamia. Luontaisissa männyn taimissa ei sienitauteja ollut yhtä paljon kuin viljelytaimissa. Keskimäärin joka kolmas luontainen männyn taimi oli sienitautien vikuuttama. Sienitauteja

Taulukko 12. Tuhojen suhteellinen kokonaismäärä sekä niiden esiintyminen tuhonaiheuttajaryhmittäin (% taimista).

a = tuore kangas, b = kuivahko kangas

Table 12. The relative total amount of different types of damage and their occurrence by damaging agent groups (% of seedlings).

a = moist upland site, b = dryish upland site.

	Yksi tuho		Useampi tuho		Kasvillisuus		Sienitaudit		Hyönteiset		Nisäkkäät		Mekaaninen syy		Ilmasto		Muut	
	One damage		Several damages		Vegetation		Fungal diseases		Insects		Mamals		Mechanical damage		Climate		Others	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Auraus—Ploughing																		
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	54	45	22	25	4	3	62	64	17	12	2	5	0	0	3	4	10	7
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	39	58	44	14	23	10	60	62	17	1	9	2	1	8	15	1	2	2
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	47	29	6	7	11	7	33	27	5	1	3	0	0	1	3	2	4	5
Kuusi <i>Spruce</i>	18	20	2	2	8	11	Δ	2	Δ	0	Δ	0	3	4	7	4	4	3
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	18	14	2	1	3	3	0	1	1	0	5	4	5	3	3	2	5	3
Hieskoivu <i>White birch</i>	19	11	1	0	2	1	2	Δ	Δ	Δ	4	3	6	5	2	Δ	5	2
Laikutus & äestys—Scalping & harrowing																		
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	84	69	0	14	0	0	80	66	0	0	0	25	0	0	0	6	4	0
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	—	72	—	20	—	12	—	95	—	1	—	3	—	0	—	1	—	0
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	19	61	0	6	0	11	13	52	0	0	0	0	0	3	0	2	6	5
Kuusi <i>Spruce</i>	20	17	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	10	20	17	0	3
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	6	21	0	0	0	2	0	0	0	0	3	11	3	4	0	4	0	0
Hieskoivu <i>White birch</i>	5	3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	2	1	0	0
Kulutus—Burnt																		
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	10	97	11	0	5	0	5	97	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	36	62	16	19	23	7	33	51	11	27	0	6	0	5	0	3	1	1
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	25	48	6	17	0	13	19	48	12	4	0	0	0	0	0	17	6	0
Kuusi <i>Spruce</i>	19	41	0	3	0	9	0	0	0	0	5	0	0	19	5	16	9	3
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	2	20	0	0	0	5	Δ	0	0	0	2	5	0	5	0	5	0	0
Hieskoivu <i>White birch</i>	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	0	4	0	2	1	9

esiintyi yleensä hieman runsaammin kuivahkolla kuin tuoreella kankaalla, mutta kasvipaikkojen väliset erot olivat erityisesti aurasaloilla hyvin pienet.

Hyönteiset (kärsäkkäät ja pistiäiset) olivat toiseksi suurin tuhonaiheuttajaryhmä istutus- taimilla vanhoja laikutusaloja lukuunottamatta, joilla nisäkkäiden aiheuttamat tuhot olivat hyönteistuhon yleistä. Kylvötaimilla toiseksi yleisimmät tuhot olivat kasvilisäuden (muut taimet, vesat, puusto ja pintakasvillisuus) aiheuttamia. Ainoastaan kuivahkon kankaan kulotusaloilla kylvötaimet

olivat kärsineet enemmän hyönteisten kuin kasvillisuuden aiheuttamista tuhoista.

Luontaisten mäntyjen toiseksi yleisin tuhonaiheuttaja oli aurasaloilla kasvillisuus (pintakasvillisuus, vesat, puusto). Kevyesti muokatuilla aloilla lumi ja liika vesi tai muut tarkemmin määrittelemättömät syyt olivat sienitautien jälkeen seuraavaksi yleisimpiä tuhonaiheuttajia.

Kuusella tuhot olivat useimmiten aiheutuneet joko hallasta, kasvillisuudesta (järjestyksessä pintakasvillisuus, vesat ja puusto) tai mekaanisista vaurioista (taimikonhoito). Leh-

Taulukko 13. Tuhojen aiheuttamien vaurioiden suhteelliset osuudet (%).

a = tuore kangas, b = kuivahko kangas

Table 13. The relative proportions (%) of damage caused by different agents.

a = moist upland site, b = dryish upland site

	Ei vikaa No damage		Haara Fork		Poikaoksa Ramicorn		Mutka Crook		Koro Scar		Kallistunut Leaned		Muut Others	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Auraus—Ploughing														
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	63	60	14	6	7	5	13	15	Δ	7	3	6	Δ	1
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	63	81	6	2	Δ	2	13	5	3	1	14	2	1	7
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	80	86	4	4	1	1	5	4	2	1	7	4	1	0
Kuusi <i>Spruce</i>	90	90	4	2	1	1	3	5	0	Δ	2	2	Δ	0
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	88	94	4	3	0	0	5	2	1	Δ	2	1	Δ	0
Hieskoivu <i>White birch</i>	84	95	5	2	0	0	8	2	1	0	2	1	Δ	Δ
Laikutus & äestys—Scalping & harrowing														
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	56	62	0	15	20	0	12	0	12	0	0	23	0	0
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	—	66	—	8	—	5	—	20	—	1	—	0	—	0
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	81	77	6	7	0	2	13	6	0	0	0	8	0	0
Kuusi <i>Spruce</i>	100	83	0	0	0	0	0	10	0	3	0	4	0	0
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	97	80	0	5	0	0	0	11	0	0	3	2	0	2
Hieskoivu <i>White birch</i>	96	99	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Kulotus—Burnt														
Mänty, istutettu <i>Pine, planted</i>	78	69	0	0	11	31	11	0	0	0	0	0	0	0
Mänty, kylvetty <i>Pine, sown</i>	85	65	2	9	7	9	6	6	Δ	4	0	3	0	4
Mänty, luontainen <i>Pine, natural</i>	86	65	0	5	7	4	0	0	7	0	0	26	0	0
Kuusi <i>Spruce</i>	90	69	0	3	5	3	5	16	0	0	0	9	0	0
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	90	100	0	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Hieskoivu <i>White birch</i>	96	93	1	0	1	0	1	2	1	3	0	2	0	0

tipuut puolestaan olivat heikentyneet pääosin nisäkkäiden aiheuttamien tuhojen tai mekaanisten vaurioiden johdosta.

Auraisaloilla tuhoista kärsineiden männyn taimien, erityisesti viljeltyjen taimien osuus kasvoi taimikon vanhetessa. Yli 7-vuotiaissa taimikoissa viljelytaimista keskimäärin 10 % ja luontaisista taimista noin 50 % oli silmävaraisesti arvioituina tuhoista vapaita. Vanhimmissa taimikoissa oli näin ollen täysin terveitä istutustaimia keskimäärin 120 ja kylvötaimia 170 kpl/ha. Tuoreella kankaalla hyönteiset olivat aiheuttaneet eniten tuhoja nuorille kylvötaimille, mutta taimikon varttuessa yleistyivät sienitautien, kasvillisuuden, ilmaston ja nisäkkäiden aiheuttamat tuhot. Kuivahkollakin kankaalla esiintyi nuorissa kylvötaimissa eniten hyönteistuhoja, ja vanhimmissa kylvötaimissa olivat sienitaudit selvästi suurin tuhonaiheuttajaryhmä. Istutustaimilla yleisin syy vaurioihin olivat sienitaudit taimikon iästä riippumatta. Samoin luontaisten taimien yleisimmät tuhonaiheuttajat olivat sienitaudit ja pintakasvillisuus taimikon iästä riippumatta.

Läheskään kaikissa tapauksissa tuhon ei arvioitu aiheuttaneen tai aiheuttavan taimelle merkittävää pysyvää vikaa (vrt. taulukot 12 ja 13). Kuitenkin 35 % istutustaimista ja 28 % kylvötaimista todettiin viallisiksi. Viljelystaimien kohdalla kasvupaikalla tai muokkauksella ei ollut kovin suoraviivaista vaikutusta vikaisuuteen; vikaisimmat istutustaimet olivat tuoreen kankaan laikutus- ja äestysaloilla, kun taas vikaisimmat kylvötaimet löytyivät tuoreen kankaan auraisaloilta. Auraisaloilla luontaiset männyn ja koivut olivat kuivahkolla kankaalla kasvaessaan vähemmän vikaisia kuin tuoreella kankaalla, mutta kevyesti muokatuilla aloilla tilanne oli useimmiten päinvastainen. Kuuset olivat tuoreella kankaalla vähemmän vikaisia kuin kuivahkolla kankaalla.

Auraisaloilla istutustaimien yleisimmät viat olivat runkomutkat, haaroittumat, kallistumat sekä poikaoksat, minkä lisäksi erityisesti kuivahkolla kankaalla esiintyi myös koroja. Kylvötaimissa samoin kuin luontaisissa männynissä viat kohdistuivat runkomuotoon (mutkat, haaroittumat ja kallistumat). Kevyesti muokatuilla aloilla latvan vaihdosta syntyneet poikaoksat olivat istutustaimissa tavallisia (lähes joka viidennessä taimessa). Samoin muitakin runkomuotoon kohdistuneita vikoja, kuten mutkia, haaroittumia ja kallistumia esiintyi melko runsaasti niin vilje-

ly- kuin luonnontaimissakin. Kuusella sekä raudus- ja hieskoivulla yleisimpiä vikoja olivat runkomutkat, joista osa oli syntynyt taimikonhoidon seurauksena.

Taimikon vanhetessa kasvoi viallisten männyn taimien osuus elossa olleista taimista (taulukko 14). Tällainen kehitys näkyi niin viljellyissä kuin luontaisissakin taimissa, erityisesti tuoreen kankaan auraisaloilla. Nuorissa istutustaimissa yleisimpiä vikoja olivat monilatvaisuus ja siihen läheisesti liittyvät poikaoksat. Vanhimmissa istutustaimissa etenkin poikaoksien määrä ja erilaisten runkomutkien ja kallistumien osuus kasvoi. Vanhimmissa istutustaimissa jo joka toisessa elossa olleessa taimessa oli merkittävä vika.

Kylvötaimien varhaiskehitystä (alle 7—8 vuotiaat taimikot) eivät viat olleet vähäisiä kallistumisia lukuunottamatta häirinneet. Vanhemmissa kylvötaimissa yleisimpiä vikoja olivat tuoreella kankaalla kallistumat, mutkat, haaroittumat ja korot, kun taas kuivahkolla kankaalla runkomutkat, poikaoksat sekä haaroittumat muodostivat suurimman osan vioista. Vanhimmilla auraisaloilla noin 40 % kylvötaimista oli merkittävästi vioittuneita. Luontaiset männyn taimet olivat nuorissa taimikoissa yleensä virheettömiä, mutta vanhimmillä auraisaloilla luontaisia mentyjä rasittivat kallistumat, runkomutkat ja haaroittumat etenkin tuoreella kankaalla.

342. Mikroympäristön vaikutus männyn taimien kuntoon auraisaloilla

Yli 6-vuotiailla auraisaloilla suurin osa (60—90 %) elossa olleista viljelytaimista oli muokatulla alustalla (taulukko 15). Muokausjäljessä olleista istutustaimista yli 40 % ja kylvötaimista noin 50 % oli kunnoltaan heikentyneitä tai kituvia. Vastaavista luontaisista männynistä oli vajaat 30 % heikkokuntoisia. Auraisalan muokkaamattomalla osalla olleiden istutustaimien kunto oli kuivahkolla kankaalla likimain sama ja tuoreella kankaalla hieman parempi kuin muokatulle alustalle viljeltyjen taimien kunto. Samoin kylvötaimien kunto oli kuivahkolla kankaalla muokkaamattomalla alustalla parempi kuin muokatulla alustalla. Luontaisista muokkaamattomalle alustalle syntyneistä taimista, joita oli 1/3 kaikista luontaisista männynistä, vain 10—20 % oli kunnoltaan heikkoja.

Taulukko 14. Vikojen esiintymistiheys (%) viljellyissä ja luontaisissa männyn taimissa eri-ikäisillä aurasaloilla.

1 = istutus, 2 = kylvä, 3 = luontainen

Table 14. The occurrence frequency of different types of defect on naturally and artificially regenerated pine seedlings on the different-aged ploughed plots.

1 = planted, 2 = sown, 3 = naturally regenerated

Taimikon ikä, v Age of plantation, y	Ei vikaa No defect			Haaroittunut Forked			Poikaoksa Ramicorn			Mutka Crook			Koro Canker			Kallistunut Leaned			Muu Other		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tuore kangas—Moist upland site																					
1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—4	69	—	100	18	—	0	6	—	0	5	—	0	0	—	0	2	—	0	0	—	0
5—6	69	95	87	10	0	3	7	0	3	10	5	7	0	0	0	2	0	0	2	0	0
7—8	45	71	87	3	7	3	16	4	0	29	7	3	3	4	0	4	7	7	0	0	0
9—10	57	52	79	0	9	0	0	0	0	43	14	7	0	5	7	0	20	7	0	0	0
11—12	59	44	69	22	7	8	0	0	0	19	21	5	0	2	3	0	22	13	0	4	2
13—14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuivahko kangas—Dryish upland site																					
1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—4	81	100	67	6	0	0	0	0	33	11	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
5—6	70	97	91	9	0	1	0	0	0	13	1	1	4	0	3	4	2	4	0	0	0
7—8	63	—	100	0	—	0	12	—	0	22	—	0	3	—	0	0	—	0	0	—	0
9—10	35	38	80	9	6	3	7	6	5	17	14	7	17	2	0	13	2	5	2	32	0
11—12	—	89	100	—	0	0	—	6	0	—	3	0	—	2	0	—	0	0	—	0	0
13—14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15—	—	72	25	—	5	75	—	0	0	—	23	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0 ¹⁾

¹⁾ kuiva kangas—dry upland site

Tuoreella kankaalla useammat taimet olivat keskimääräistä maanpintaa korkeammilla, aurauksen muodostamilla kohoumilla kuin kuivahkolla kankaalla. Tuoreella kankaalla elossa olleista istutustaimista yli 30 % ja kylvötaimista 20 % oli keskimääräistä maanpintaa korkeammalla. Vastaavasti yli 30 % luontaisista männyn taimista oli kohoumilla. Kuivahkolla kankaalla keskimääräistä maanpintaa ylempänä kasvaneiden taimien osuus vaihteli 4—12 %:iin. Elossa olleista viljelytaimista yleensä vain hyvin harva oli maanpintaa alempana. Poikkeuksena olivat tuoreen kankaan kylvötaimikot, joissa peräti 25 % viljelytaimista kasvoi keskimääräistä maanpintaa alempana. Luontaisista elossa olleista taimista vain noin 15 % oli syntynyt keskimääräistä maanpintaa alemmaksi.

Tuoreen kankaan aurauksilla keskimääräistä maanpintaa alempana kasvaneista taimista oli noin 70 % kunnoltaan heikkoja. Maanpinnan keskitasollakin olleista viljelytaimista noin 55 % oli huonokuntoisia eli heikentyneitä tai kituvia, mutta kohoumilla kasvaneista vain 18—29 % oli huonokuntoisia. Luontaisista taimista vastaavat huono-

kuntoisten taimien osuuksien muutokset syntytasolta toiselle olivat viljelytaimiakin suuremmat (57 %, 18 %, 8 %). Kuivahkolla kankaalla syntytason vaikutus taimen kuntoon oli samansuuntainen kuin tuoreella kankaalla, mutta kuivahkon kankaan aurasaloilla em. erot eivät olleet yhtä selkeästi nähtävissä, koska suurin osa elossa olleista männyn taimista oli kuivahkolla kankaalla maanpinnan keskimääräisellä tasolla.

Niin viljeltyjä kuin luontaisiakin taimia esiintyi laadultaan erilaisilla kasvualustoilla (taulukko 15). Istutustaimia oli eniten mineraalimaan ja humuksen sekoituksella, mutta kylvötaimia löytyi eniten kivennäismaalta tai humuspinnalta. Luontaisia männyn taimia oli likimain yhtä paljon kaikilla kasvualustoilla.

Tuoreella kankaalla huonokuntoisten viljelytaimien osuus oli humuspinnalla ja humuksen ja kivennäismaan sekoituksella keskimäärin 41 %, mutta kivennäismaalla huonojen viljelytaimien osuus nousi 57 %:iin. Kuivahkolla kankaalla huonokuntoisten viljelytaimien osuus oli sekoittuneella alustalla lähes 60 %, mutta humus- tai kivennäispohjalla heikkojen viljelytaimien osuus jäi lähes

Taulukko 15. Männyn taimien osuudet eri kuntoluokissa (%) vanhimmilla aurasaloilla (vähintään 7 vuotta vanhat) taimen syntytyasosta ja kasvualustan laadusta riippuen.

A = muokattu, B = muokkaamaton

+ = ylempänä, ++ = tasalla, - = alempana

1 = humus, 2 = mineraalimaa, 3 = humus + mineraali

Table 15. The dependence of the proportions of pine seedlings in different condition classes on the oldest ploughed plots (at least 7 years old) on the level of regeneration of the seedlings and the quality of the substrate.

A = prepared, B = unprepared

+ = higher, ++ = on the level, - = lower

1 = humus, 2 = mineral soil, 3 = humus + mineral soil

	Muokkaus Site preparation						Syntytyaso Level of habitat						Alustan laatu Quality of substrate											
	Istutettu Planted		Kylvetty Sown		Luontainen Natural		Istutettu Planted		Kylvetty Sown		Luontainen Natural		Istutettu Planted			Kylvetty Sown			Luontainen Natural					
	A	B	A	B	A	B	+	++	-	+	++	-	+	++	-	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tuore kangas—Moist upland site																								
Terve Normal	8	20	19	6	45	63	23	6	0	47	15	5	61	50	29	19	7	10	21	13	31	55	41	54
Lievä tuho Slightly damaged	50	47	23	38	29	26	59	45	33	24	27	19	31	32	14	50	43	52	26	24	26	27	21	38
Heikentynyt Weakened	31	33	32	50	18	6	18	39	34	18	32	46	4	13	36	31	36	29	42	34	26	9	24	8
Kituva Stunted	11	0	26	6	8	5	0	10	33	11	26	30	4	5	21	0	14	9	11	29	17	9	14	0
Yhteensä Total	70	30	91	9	75	25	33	61	6	20	55	25	31	56	13	31	27	42	11	69	20	29	39	32
Kuivahko kangas—Dryish upland site																								
Terve Normal	12	0	25	29	56	67	0	12	0	0	27	50	100	64	36	0	10	14	31	46	4	63	36	71
Lievä tuho Slightly damaged	44	50	26	48	16	11	75	43	0	75	32	50	0	14	18	57	61	32	43	18	37	16	29	4
Heikentynyt Weakened	31	50	32	7	25	16	0	33	100	25	23	0	0	18	46	43	19	38	6	18	48	16	35	21
Kituva Stunted	13	0	17	16	3	6	25	12	0	0	18	0	0	4	0	0	10	16	20	18	11	5	0	4
Yhteensä Total	91	9	63	37	68	32	12	83	5	5	93	2	4	77	19	11	32	57	42	26	32	33	25	42

puolta pienemmäksi. Luontaiset männyn taimet olivat huonokuntoisimpia molemmilla kasvupaikoilla, jos ne olivat syntyneet kivennäismaalle. Sen sijaan kivennäismaan ja humuksen sekoitukselta löytyivät hyväkuntoisimmat luontaiset männyn taimet.

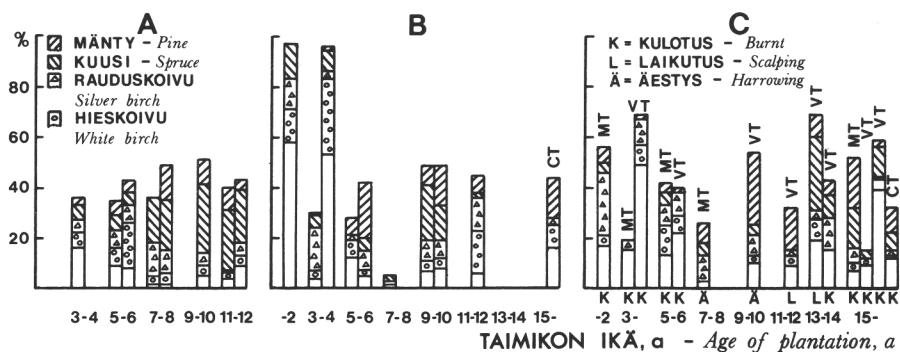
35. Taimikon metsänhoidollinen tila

351. Taimikon tasaisuus

Uudistusalan maaston topografian, reunametsän läheisyyden, muokkauksen laadun vaihtelun yms. vuoksi taimien sijainti uudistusosalalla oli selvästi ryhmittäistä. Täysin taimettomia koealoja esiintyi kaikkein tiheimmissäkin taimikoissa (kuva 10). Sellaisten

koealojen osuus, joilla ei ollut viljelytainta, vaihteli tuoreen kankaan aurasaloilla 30—50 %:n tasolla. Kuivahkolla kankaalla vastaava viljelytaimettomien koealojen osuus vaihteli 5—50 %:iin. Kaikkein nuorimmat kuivahkon kankaan aurasalat olivat vielä tätäkin aukkoisempia, mutta näiden taimikoiden tasaisuutta arvoiteltaessa on otettava huomioon myös taimiaineksen tasoittava vaikutus.

'Viljelytaimettomien' koealojen osuus oli pienin 5—7 vuotiaissa taimikoissa. Yli 7-vuotiailla aurasaloilla löytyi viljelytaimia istutustaimikoista 62 %:lla ja kylvötaimikoista 52 %:lla koealoista. Kevyesti muokatuilla aloilla tilanne oli kylvötaimikoissa hieman heikompi; vain joka toisella koealalla oli kylvötaimi. Kevyesti muokatut vanhimmat istu-



Kuva 10. Taimettomien koalojen osuus (selitykset kuten kuvassa 3). Koko pylväs = vain viljelytaimet otetaan huomioon; eri rasterit osoittavat kuinka paljon nollaympyräsadannes pienenee kun otetaan huomioon viljeltyjen lisäksi luontaisiakin taimia.

Fig. 10. The proportion of sample plots without seedlings (see Fig. 3 for explanation). Solid column = only planted seedlings included; the different parts of the column indicate how much the control circle percentage decreases when the naturally regenerated seedlings are included as well as the artificially regenerated ones.

tustaimikot olivat melko tasaisia, sillä vain joka viidennellä koelalalla ei ollut viljelytaimta.

Otettaessa huomioon luontaiset siemensyntyiset taimet pieniä tyhjiä koalojen osuus 5—50 %-yksikköä. Luontaisen taimettumisen taimikkoa tasoitava vaikutus kasvoi taimikon vanhetessa etenkin tuoreella kankaalla. Nuorissa taimikoissa (2—5 vuotta muokkauksesta) täydensivät lehtipuut suurelta osin taimikkoa, mutta myöhemmin tuoreella kankaalla erityisesti kuusi ja kuivahkolla kankaalla mänty ja kuusi pienensivät taimikon aukkoisuutta. Suuresta kokonaistaimimäärästä huolimatta (ks. kuvat 4 ja 5) vaihteli taimettomien koalojen osuus otettaessa huomioon kaikki siemensyntyiset taimet 0—40 %:iin taimikon iästä riippuen.

352. Kasvatuskelpoisten taimien määrä ja keskipituus

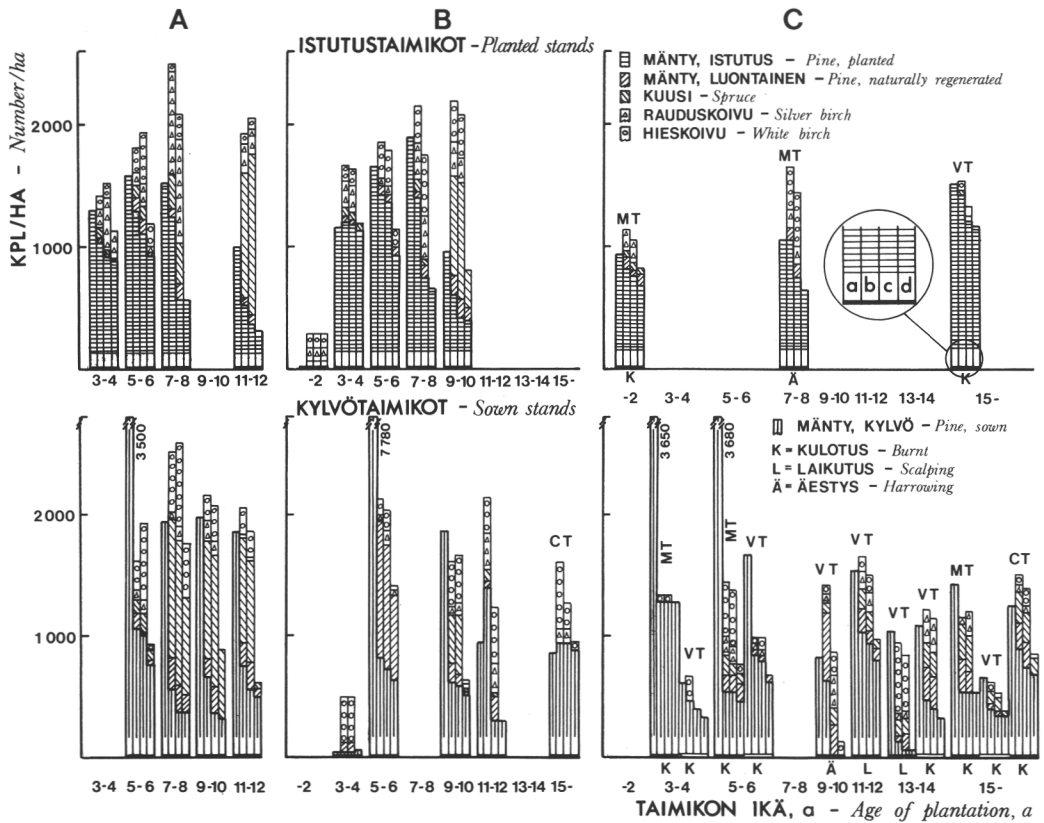
Nuorilla alle 7-vuotiailla aurasaloilla arvioitiin elossa olleista istutusmännystä olleen keskimäärin 80 % kasvatuskelpoisia eli kuntoon heikentyneitä tai parempia (kuntoluokat 1, 2 tai 3, kuva 11, pylväät a ja b). Vanhimmissa aurasaloilla kasvatuskelpoisten istutustaimien osuus oli keskimäärin 62 %. Kevyesti muokatuilla aloilla todettiin noin 95 % istutustaimista olleen taimikon iästä riippumatta kasvatuskelpoisia. Kylvötaimikoissa arvioitiin vastaavasti aurasaloilla

la 11—100 %, kulotetuilla aloilla 36—92 % sekä äestetyillä tai laikutetuilla aloilla noin 80 % viljelytaimista kasvatuskelpoisiksi. Kasvatuskelpoisten kylvötaimien osuus pysyi joko samana tai nousi hieman kylvötuppaiden harvennuksen vuoksi taimikon vanhetessa.

Viljelytaimien lisäksi hyväksyttiin kasvatuskelpoisiksi taimiksi myös luontaisia taimia. Nuorilla uudistusaloilla taimikon täydentäjiä olivat pääasiassa raudus- ja hieskoivu, mutta vanhimmissa taimikoissa kasvatuskelpoisten luontaisten kuusten ja mäntyjen määrä oli koivua suurempi etenkin tuoreen kankaan aurasaloilla. Kevyesti muokatuilla aloilla kasvatuskelpoisten luontaisten taimien määrä oli aurasaloihin verrattuna selvästi pienempi.

Auratuilla tuoreen kankaan uudistusaloilla kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä oli istutustaimikoissa keskimäärin 1 800 ja kylvötaimikoissa 2 100 tainta/ha. Kuivahkon kankaan aurasaloilla vastaavat tiheydet olivat 2 000 ja 1 900 tainta/ha. Kevyesti muokatuilla aloilla jäi kasvatuskelpoisten taimien määrä pienemmäksi kuin aurasaloilla. Kasvatuskelpoisia taimia oli kulotetuilla aloilla sekä istutus- että kylvötaimikoissa noin 1 200 tainta/ha. Äestetyillä tai laikutetuilla aloilla vastaava tiheys oli hieman yli 1 500 tainta/ha. Kasvatuskelpoisten taimien määrä oli suurimmillaan 7—8 vuotiaissa taimikoissa, jolloin se nousi tuoreen kankaan aurasaloilla yli 2 500 taimeen hehtaarilla.

Viljelytaimien osuus kaikista kasvatuskelpoista taimista pieniä aurasaloilla taimi-



Kuva 11. Kasvatuskelpoisten taimien määrä istutus- ja kylvötaimikoissa puulajeittain taimikon iän funktiona (A, B ja C katso kuva 3). a = kaikki viljelytaimet (vrt. kuva 4), b = kunnoltaan heikentyneet ja sitä paremmat taimet, c = vain hyväkuntoiset taimet, d = 'valtataimet'; ks. teksti

Fig. 11. The number of viable seedlings in planted and sown stands by tree species as a function of plantation age (see Fig. 3 for explanation). a = all cultivated seedlings (see Fig. 4), b = weakened and better seedlings, c = only healthy and slightly damaged seedlings, d = 'dominant seedlings'.

kon vanhetessa. Nuorilla aurasaloilla viljelytaimien osuus oli kylvötaimikoissa keskimäärin 50 % ja istutustaimikoissa noin 75 % kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärästä (vaihteluväli 420 taimesta 1 500 taimeen/ha). Vanhimmilla aurasaloilla kasvatuskelpoisista taimista oli 30—40 % viljelytaimia (vaihteluväli 60 taimesta 1 400 taimeen/ha). Kulotetuilla uudistusaloilla viljelytaimet muodostivat pääosan (keskimäärin 64 %, 770 tainta/ha) kasvatuskelpoisista taimista. Samoin äestetyillä tai laikutetuilla aloilla oli useimmiten hieman enemmän viljeltyjä kasvatuskelpoisia kuin luontaisesti syntyneitä kasvatuskelpoisia taimia (viljeltyjen osuus keskimäärin 53 % eli 790 tainta/ha).

Kun kasvatuskelpoisten taimien valintakriteereitä edelleen tiukennettiin poistamalla kunnoltaan heikentyneet taimet (kuntoluok-

ka 3), pieni kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä merkittävästi (ks. kuva 11, pylväät b ja c). Ankarampien kriteereiden myötä aleni kasvatuskelpoisiksi hyväksyttävien viljelytaimien määrä 10—30 %, pääasiassa vanhimmissa taimikoissa (vrt. taulukko 13). Aurasaloilla kasvatuskelpoisten istutustaimien keskimäärä putosi nuorimmissa, alle 7-vuotiaissa taimikoissa tuoreella kankaalla 1 140 taimesta 980 taimeen/ha, mutta pysyi kuivahkolla kankaalla lähes ennallaan (1 250 tainta/ha). Vastaava muutos vanhimmissa istutustaimikoissa oli tuoreella kankaalla 360 tainta (800:sta 440 taimeen/ha) ja kuivahkolla kankaalla 300 tainta (810:stä 510 taimeen/ha).

Nuorimmissa kylvötaimikoissa kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä laski tuoreella kankaalla 1 060 taimesta 1 010:een ja kui-

vahkolla kankaalla 980 taimesta 840 taimen/ha, kun kunnoltaan heikentyneet taimet poistettiin tarkastelusta. Vanhimmillä aurasaloilla kasvatuskelpoisten kylvötaimien määrä aleni tuoreella kankaalla 240 tainta (680:stä 440 taimen/ha) ja kuivahkolla kankaalla 400 (890:stä 490 taimen/ha). Kevyesti muokatuilla aloilla taimien kunnan tarkempi erittely pienensi myös oleellisesti kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrää, erityisesti yli 10-vuotiaissa taimikoissa.

Yhdellä tuoreen kankaan auratulla kylvöalalla ja yhdellä kuivahkon kankaan istutusaloilla olivat kaikki viljelytaimet niin huonokuntoisia, ettei niistä löytynyt yhtään kasvatuskelpoista tainta. Vastaava tilanne oli eräällä äestetyllä kylvöalalla. Kaikki em. taimikot olivat inventoitaessa yhdeksän vuotta vanhoja, vuonna 1973 viljeltyjä uudistusaloja.

Samalla kun kasvatuskelpoisten taimien valintakriteereiden tiukentaminen alensi kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrää, nousi luontaisten kasvatuskelpoisten taimien, etenkin kuusten määrä. Tämä luontaisten kasvatuskelpoisten taimien määrän nousu ei kuitenkaan pystynyt täysin korvaamaan 'menetettyä' viljelytaimien määrää vaan kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä aleni etenkin kylvötaimikoissa.

Näistä kahdesta kasvatuskelpoisten taimien erilaisesta luokituksesta oli ensimmäinen kriteeriltään liian optimistinen ja jälkimmäinen inventointihetkellä ehkä liiankin ankara. Kuitenkin taimikoissa jo tapahtuneesta kehityksestä ennustaen 'oikea' taimikon kasvatuskelpoisten taimien määrä on ilmeisesti lähempänä jälkimmäistä kuin edellistä arviota. Näin ollen päädyttiin tulosten edelleen käsittelyssä käyttämään jälkimmäistä, eli tiukempaa luokitusta. Vasta taimikon tulevaa kehitystä seurattaessa selviää kuinka suuri osa nyt heikentyneiksi luokitelluista taimista elpyy myös kunnoltaan kasvatuskelpoiseksi tai mikä osuus vielä terveinä olleista taimista vioittuu merkittävästi tai tuhoutuu.

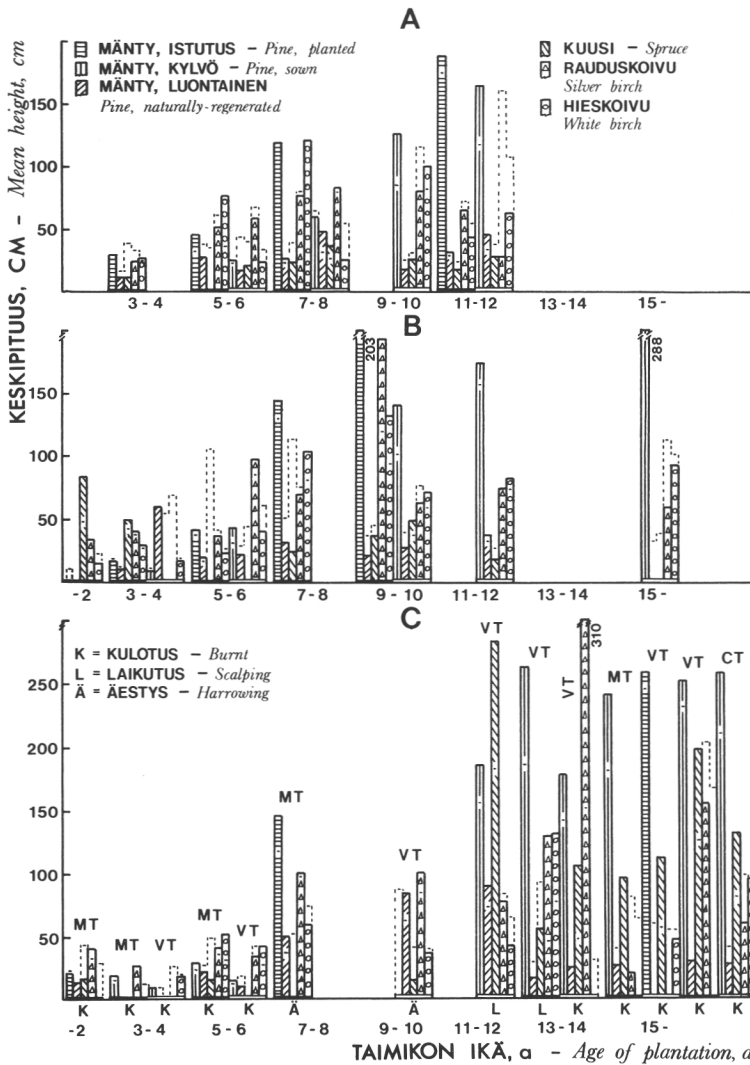
Kasvatuskelpoisten viljelytaimien keskipituus oli yleensä suurempi kuin kaikkien viljelytaimien keskipituus (kuva 12). Tarkastelemalla vain kasvatuskelpoisia taimia pieneni kylvö- ja istutustaimien pituuskehityksen ero hieman. Kasvatuskelpoisten luontaisten havupuutaimien keskipituus oli likimain sama tai hieman pienempi kuin vastaava yleiskeskiarvo, mutta kasvatuskelpoiseksi luokiteltujen raudus- ja hieskoivujen keskipituus jäi useim-

miten vastaavaa kaikkien lehtipuutaimien keskipituutta pienemmäksi.

Kasvatuskelpoisten istutustaimien keskipituus ylitti metrin rajan 6—7 vuoden kuluttua muokkauksesta. Kylvötaimet saavuttivat saman pituuden pari vuotta myöhemmin. Kuivahkon kankaan aurasaloilla ja kevyesti muokatuilla aloilla kasvatuskelpoiset luontaiset taimet olivat usein alle viisivuotiaissa taimikoissa viljelytaimia pidempiä, mutta sitä vanhemmissa taimikoissa kasvatuskelpoiseksi luokitellut luontaiset taimet olivat lähes poikkeuksetta viljelytaimia lyhyempiä. Tuoreella kankaalla ainoastaan kasvatuskelpoiset koivut olivat viljelytaimia pidempiä aivan nuorissa taimikoissa. Etenkin aurasaloilla luontaisten kasvatuskelpoisten havupuutaimien keskipituus oli lähes sama taimikon iästä riippumatta. Niiden keskipituus ei yltänyt puoleen metriin vanhimmissakaan taimikoissa. Kasvatuskelpoisten rauduskoivujen keskipituus kehittyi tuoreella kankaalla ripeästi, missä niiden pituus ylsi aluksi lähes kylvötaimien pituuteen.

Edellä tarkasteltiin taimien kasvatuskelpoisuutta käsitellen jokaista koealaa erillisinä. Jokaiselta koealalta laskettiin erikseen viljelytaimien keskipituus (\bar{h}) (ks. kappale 23), jonka perusteella arvioitiin koealalla olevan taimen kasvatuskelpoisuutta. Tarkastelutavan vuoksi saattoivat saman puulajin taimien pituus sekä eri puulajien pituussuhteet näin ollen vaihdella huomattavasti taimikon eri osissa. Samoin koealakohtaisesta tarkastelutavasta johtuen nousi luontaisten kasvatuskelpoisten taimien määrä suureksi ja niiden keskipituus puolestaan jäi hyvin pieneksi (ks. kuva 12). Taimikkotason tarkastelussa pyrittiin pienentämään em. taimikon sisäistä pituusvaihtelua ja selvittämään taimikon vallitsevien kasvatuskelpoisten taimien ('valtataimien') eli viljelytaimien ja niiden luontaisten taimien määrä, jotka pystyvät kilpailemaan tasaveroisesti pituuskehityksessä viljelytaimien kanssa.

Taimien pituusvaihtelun rajoittaminen alensi huomattavasti luontaisten kasvatuskelpoisten taimien määrää (kuva 11, pylväät c ja d). Erityisen paljon pieneni kasvatuskelpoisten kuusen taimien määrä, joista suurin osa olikin alikasvoksen asemassa. Sen sijaan koealoittain laskettuun kasvatuskelpoisten viljelytaimien tai luontaisten mäntyjen määrään ei tarkastelutason muutoksella ollut niin suurta vaikutusta. Lähes kaikki kasvatuskelpoiset viljelytaimet jo laskentatavankin vuok-



Kuva 12. Kasvatuskelpoisten taimien keskipituus puulajeittain taimikon iän funktiona (A, B ja C kuten kuvassa 3). Taustalle merkitty katkoviivalla vastaava kaikkien taimien keskipituus (vrt. kuva 8).

Fig. 12. The mean height of viable seedlings by tree species as a function of plantation age (see Fig. 3 for explanation). The height of the all seedlings is marked with a dotted line (see Fig. 8).

si sekä osin luontaiset männyt kuuluivat 'valtataimiin'. Lisäksi joihinkin taimikoihin hyväksyttiin 'valtataimiksi' vähäisessä määrin raudus- ja hieskoivun taimia.

'Valtataimia' oli aurasaloilla nuorimmissa kylvötaimikoissa keskimäärin 850 tainta/ha ja vanhimmissa kylvötaimikoissa noin 1 100 tainta/ha vähemmän kuin kasvatuskelpoisia taimia kaikkiaan. Istutetuilla

aurasaloilla vastaava tiheysero oli nuorimmissa taimikoissa keskimäärin 500 ja vanhimmissa taimikoissa 1 400 tainta/ha. Kevyesti muokatuilla aloilla 'valtataimiin' kuulumattomien kasvatuskelpoisten taimien määrä vaihteli 60 taimesta 940 taimen/ha. Taimikon sisäisen pituusvaihtelun rajoittaminen pienensi hieman lehtipuiden keskipituutta ja nosti luontaisten havupuiden keskipituutta.

353. Taimikon kehityskelpoisuus

Taimikoiden kehityskelpoisuutta arvioitiin metsähallituksen taimikon tarkastuksessa käyttämiä kriteereitä (Ohjekirje... 1982) noudattaen. Niiden mukaan taimikko katsottiin sellaisenaan hyväksyttäväksi, jos kasvatuskelpoisia taimia oli vähintään 70 % kasvupaikan ohjetiheystestä. Vastaavasti jos kasvatuskelpoisia taimia oli alle 40 % kasvupaikan ohjetiheystestä, oli uudistusala viljeltävä uudelleen. Metsähallituksen käyttämät mänyt taimikoiden ohjetiheudet (kpl/ha) eri kasvupaikoilla olivat seuraavat:

	100 %	70 %	40 %
Tuore kangas	2500	1750	1000
Kuivahko kangas, moreeni	2500	1750	1000
Kuivahko kangas, lajittunut	2000	1400	800

Kasvatuskelpoisiksi puulajeiksi em. ohjeissa kelpuutetaan männyn taimikon iästä riippuen eri kasvupaikoilla seuraavat puulajit:

1. Taimikon ikä alle 7 v (ensimmäinen tarkastus)

Tuore kangas: mänty ja kuusi
Kuivahko kangas: mänty ja kuusi; kuusta enintään 10 %

2. Taimikon ikä vähintään 7 v (uusintatarkastus)

Tuore kangas: mänty, kuusi ja rauduskoivu; rauduskoivua enintään 20 %
Kuivahko kangas: mänty, kuusi ja rauduskoivu; kuusta enintään 10 % ja rauduskoivua enintään 10 %

Arvioitaessa taimikoiden kehityskelpoisuutta metsähallituksen käyttämien kriteerien perusteella todettiin kylvötaimikoiden olleen keskimäärin istutustaimikoita parempia (taulukko 16, kohta 1). Jos taimikon kehityskelpoisuus arvioitiin kaikkien kasvatuskelpoisten taimien tiheyden perusteella, hyväksyttiin tuoreen kankaan aurasaloilla 10 % istutustaimikoista ja 45 % kylvötaimikoista sellaisenaan kehityskelpoisiksi. Kuivahkon kankaan aurasaloilla ei sellaisenaan hyväksyttäviä istutustaimikoita ollut lainkaan ja kylvötaimikoistakin vain yksi luokiteltiin täydentämättä hyväksyttäväksi. Uusittavaksi arvioitujen taimikoiden osuus oli aurasaloilla istutustaimikossa tuoreella kankaalla 33 % ja kuivahkolla kankaalla 45 %. Vastaavista kylvötaimikoista arvioitiin kuivahkolla kankaalla peräti puolet uusittaviksi, vaikka tuoreella kankaalla ei uusittavia kylvötaimikoita ollut lainkaan. Kevyesti muokatuilla aloilla

ei juuri sellaisenaan hyväksyttäviä taimikoita ollut paitsi yksi kulotetulle alalle kylvetty taimikko. Kuivahkolla kankaalla oli useita yli kymmenvuotiaita kevyesti muokattuja uudistusaloja, joiden tiheys jäi selvästi kehityskelpoisen taimikon vähimmäisvaatimusten alapuolelle.

Kun taimikoiden kehityskelpoisuutta arvioitiin edellä esitettyjen metsähallituksen käyttämien taimikon tiheysnormien mukaan puulajisuhteita rajoittamatta (taulukko 16, kohta 2), voitiin aurasalojen taimikoista tuoreella kankaalla 65 % ja kuivahkolla kankaalla 53 % hyväksyä sellaisenaan kehityskelpoisiksi. Kevyesti muokatuilla aloilla puulajisuhteiden huomiotta jättämisen ansiosta olisi kolme (21 %) kuivahkon kankaan kylvötaimikkoa ollut em. normien mukaan riittävän tiheä. Arvostelukriteereiden lieventämisestä huolimatta jäi aurasaloille kolme (8 %) ja kevyesti muokatuille aloille myös kolme (21 %) uusittavaa taimikkoa.

Osa täydennettäväksi tai uusittaviksi määritellyistä taimikoista oli vielä aivan nuoria, 1—4 vuotiaita, jotka täydentynevät luontaisesti ilman täydennys- tai uusintaviljelyä. Samoin osa uusittaviksi luokitelluista taimikoista oli niin vanhoja, ettei niitä kannata enää uudelleen viljellä, vaan on ilmeisesti kasvatettava edelleen vajaalla puustopääomalla. Jos taimikoiden metsänhoidollista tilaa arvioidaan metsähallituksen uusimpien taimikoiden tiheysnormien perusteella (Ohjekirje...1985), jää em. useampi uudistusala kehityskelvottomien taimikoiden joukkoon.

354. Taimikonhoidon vaikutus taimikon tilaan

Taimikonhoidon vaikutusta aurasaloilla tarkasteltiin vertailemalla saman ikäisiä varmuudella hoidettuja taimikkoja sekä taimikkoja, joita ei aivan viime vuosina ollut hoidettu. Vertailtavat taimikot olivat kaikki inventoitaessa 7—12 -vuotiaita. Mekaanisesti peratuissa ja/tai harvennetuissa taimikoissa työ oli tehty 1—2 vuotta ennen inventointia (8—10 vuotta muokkauksesta jälkeen). Kemiallisesti peratuissa (lehvästörusikutetuissa) taimikoissa työ oli tehty selvästi aiemmin, 3—5 vuotta ennen inventointia (5—9 vuotta muokkauksen jälkeen). Tällaisesta vertailusta ei voida tehdä kovin varmoja johtopäätöksiä hoidon vaikutuksesta taimikon kehitykseen.

Tuoreella kankaalla oli hoidetuissa taimikoissa hieman vähemmän siemensyntyisiä

Taulukko 16. Taimikoiden metsänhoidollinen tila metsähallituksen taimikontarkastuskriteereiden perusteella arvioituina (Ohjekirje... 1982).

1 = puulajisuhderajoitukset voimassa, 2 = puulajisuhteita ei ole rajoitettu

Table 16. The silvicultural state of the plantations estimated on the basis of the plantation inspection criteria used by the National Board of Forestry

1 = restrictions set by the tree species composition have been taken into account, 2 = no restrictions set by tree species composition

Taimikon ikä, v Age of plantation, y	Aurus Ploughing						Kevyet muokkaukset Lightly prepared plots							
	Hyväksyttävät Acceptable		Täydennettävät Supplementation needed		Uusittavat Replanting necessary		Hyväksyttävät Acceptable		Täydennettävät Supplementation needed		Uusittavat Replanting necessary			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Tuore kangas—Moist upland site														
1—2	istutus—planting										1	1		
	kylvö—sowing													
3—4	istutus—planting		1	1	2	3	1							
	kylvö—sowing								1	1				
5—6	istutus—planting		2	2										
	kylvö—sowing		1	2	1					1	1			
7—8	istutus—planting		1	1					1	1				
	kylvö—sowing		1	2	1									
9—10	istutus—planting													
	kylvö—sowing		2	3	2	1								
11—12	istutus—planting		1	1	1	1								
	kylvö—sowing		2	2	1	1								
13—14	istutus—planting													
	kylvö—sowing													
15—	istutus—planting													
	kylvö—sowing													
Yhteensä	istutus—planting		1	5	5	3	3	1	0	0	1	2	1	0
Total	kylvö—sowing		5	8	6	3	0	0	0	0	2	3	1	0
Kuivahko kangas—Dryish upland site														
1—2	istutus—planting					1	1							
	kylvö—sowing													
3—4	istutus—planting			2	2									
	kylvö—sowing					1	1					1	1	
5—6	istutus—planting			1	1									
	kylvö—sowing		1	2	1					1	1			
7—8	istutus—planting			1	1									
	kylvö—sowing													
9—10	istutus—planting			4	1		3							
	kylvö—sowing			1	1	2	2			1	1			
11—12	istutus—planting													
	kylvö—sowing				1	1			2	2				
13—14	istutus—planting													
	kylvö—sowing									2	2			
15—	istutus—planting										1	1		
	kylvö—sowing				1	1		1	1		1	3	2	
Yhteensä	istutus—planting		0	6	5	2	4	1	0	0	1	1	0	0
Total	kylvö—sowing		1	3	3	4	4	1	1	3	2	5	8	3

taimia kuin hoitamattomissa taimikoissa, mikä johtui lähinnä hoitamattomien alojen suuremmasta lehtipuutaimien määrästä (liite 4). Kuivahkollakin kankaalla hoidetuissa istutustaimikoissa jäi taimien kokonaismäärä em. syystä johtuen hoitamattomia istutus-taimikoita pienemmäksi. Samoin kasvatus-kelpoisten taimien määrä jäi etenkin mekaa-

nisesti peratuilla aloilla pienemmäksi kuin hoitamattomilla aloilla.

Tuoreella kankaalla oli kemiallisesti peratuissa taimikoissa enemmän kylvötaimia kuin mekaanisesti peratuilla aloilla. Kuitenkin hoitotavasta riippumatta oli molemmissa 20—30 % kylvötavista kasvatuskelpoisia. Hoitamattomissa tuoreen kankaan kylvöta-

mikoissa oli kaikkiaan enemmän taimia kuin vastaavilla hoidetuilla aloilla mutta hoitamattomillakin aloilla todettiin noin 25 % kylvötaimista kasvatuskelpoisiksi. Kuivahkon kankaan hoitamattomissa istutustaimikoissa oli enemmän viljelytaimia kuin hoidetuissa taimikoissa, mutta ne olivat kunnoltaan hoidettujen alojen viljelytaimia huonompia.

Hoitamattomissa taimikoissa luontaisten männyn taimien määrä oli poikkeuksetta suurempi ja luontaisten kuusten määrä puolestaan useimmiten pienempi kuin hoidetuissa taimikoissa. Edelleen kemiallisesti peratuilla aloilla oli luontaisia männyn taimia vähemmän mutta raudus- ja hieskoivua enemmän kuin mekaanisesti hoidetuilla aloilla. Erot lehtipuun runsaudessa eri tavoin hoidetuissa taimikoissa johtuneet osittain siitä, että kemiallinen perkaus oli tehty huomattavasti aiemmin (3—5 vuotta sitten) kuin mekaaninen perkaus/harvennus (1—2 vuotta sitten).

4. TULOSTEN TARKASTELUA

4.1. Taimettumiseen vaikuttavat tekijät

Aurausaloilla todettiin aiemman puuston puulajikoostumuksen vaikuttavan uudistusalan luontaiseen taimettumiseen. Ilmeisesti aiemmin kasvanut puusto oli puulajisuhteistaan johtuen vaikuttanut eri tavalla kasvualustansa laatuun (Aaltonen 1932). Aiemmin kuusta kasvaneilla uudistusaloilla oli taimettuminen heikompaa kuin sekametsikköön tehdyllä avohakkuualalla, mikä johtuneet kuusen kasvualustaa happamoittavasta (Mikola 1965) ja humuskerrosta inaktivoivasta vaikutuksesta (Aaltonen 1938, Oinonen 1956, Lähde 1966, Lehto 1969). Samoin havupuiden taimettuminen sekä istutustaimien menestyminen oli heikompaa paksuhumuksisilla kuin ohuhumuksisilla aloilla. Kylvötaimien menestyminen sitävastoin näytti edellyttävän kohtalaista humuskerrosta. Lisäksi tutkimusalueen vahvasti podsoloituneilla mailla saattaa auraus vanhassa kuusikossa nostaa maanpintaan taimettumisen kannalta epäedullisen maakerroksen (Aaltonen 1938, Herz 1934, Pohtila 1974).

Erääksi taimien kehityksen kannalta hyvin merkittäväksi tekijäksi on useissa tutkimuk-

Tuoreella kankaalla luontaiset kasvatuskelpoiset taimet olivat hoidetuissa taimikoissa enimmäkseen kuusia, kun taas hoitamattomissa taimikoissa oli jonkin verran myös kasvatuskelpoisia männyn ja koivujen taimia. Kuivahkolla kankaalla kuusten osuus luontaisista kasvatuskelpoisista taimista oli mekaanisesti peratuilla aloilla suuri, mutta kemiallisesti peratuilla aloilla yli 40 % kaikista kasvatuskelpoisista taimista oli lehtipuita. Hoitamattomilla kuivahkon kankaan aloilla kasvatuskelpoisia lehtipuita oli vähintään yhtä paljon kuin kasvatuskelpoisia kuusiakin. Vesakon tiheys oli erityisesti hoidetuilla kylvöaloilla suurempi kuin hoitamattomissa kylvötaimikoissa. Hoitamattomien ja hoidettujen taimikoiden väliset erot vesakon määrässä saattavat johtua osin niistä perusteista, joilla taimikonhoitokohteet yleensä valitaan.

sisä osoittautunut kasvupaikan maalaji (esim. Lähde 1974). Männyn taimettumisen ja viljelyn menestymisen havaittiin tässäkin tutkimuksessa olleen yleensä parhaita lajituneilla mailla, vaikka aurausaloilla kylvöt olivatkin menestyneet paremmin moreenimaalla kuin lajittuneella maalla. Vastaavia tuloksia ovat aiemmin saaneet mm. Lehto (1956, 1969), Kinnunen ja Mäki-Kojola (1980) sekä Kinnunen (1982). Kuusen taimettuminen oli moreenimailla hieman parempi kuin lajittuneilla mailla. Samoin rauduskoivua oli runsaammin moreenimailla kuin lajituneilla mailla. Maaperän kohtalaisen kiviyyden todettiin edistävän uudistusalan taimettumista etenkin tuoreella kankaalla (vrt. Kinnunen ja Linnimäki 1977).

Pintakasvillisuuden kehitys rajoittaa sitä aikaa, jolloin muokattu uudistusala on taimettumiskelpoinen. Muokkauksen pintakasvillisuudesta vapauttama alue peittyi primaarisukcession ansiosta 5—10 vuoden kuluessa (Kellomäki 1972, Ferm ja Pohtila 1977, Ferm ja Sepponen 1981). Tutkimusalueella, Pohjois-Karjalan pohjoisosissa, tuoreella ja kuivahkolla kankaalla pintakasvillisuus peitti aurausjäljen 7—8 vuoden kuluessa

muokkauksesta. Äestetyllä alalla kasvipeitteetön ala hävisi nopeammin kuin aurasalalla. Auratulla uudistusaloilla on tunnusomaisia pohjakerroksessa seinä- ja kerrossamman väheneminen ja karhunsammalen voimakas lisääntyminen avohakkuuta ja muokkauksista seuraavina vuosina (Ferm ja Sepponen 1981).

Kenttäkerroksen lajistossa aurauksen ja yleensä avohakkuun jälkeen on olennaisinta varpujen voimakas taantuminen sekä metsälauhan lisääntyminen (esim. Ingelög 1974). Metsälauhan osuus pysyi uudistusaloilla hyvin korkeana vielä yli 10 vuotta muokkauksen jälkeenkin, mikä johtui taimikoiden sulkeutumattomuudesta. Kastikan ja horsman esiintyminen rajoittui tutkituilla aloilla vain 5—6 muokkauksista seuranneeseen vuoteen. Aurattu uudistusala säilyttäneen Pohjois-Karjalan olosuhteissa kohtalaisen taimettumiskuntonsa lähes kymmenkunta vuotta muokkauksen jälkeen (vrt. Kellomäki 1972, Ferm ja Sepponen 1981) sekä parantaa viljelytaimien alkukehitysmahdollisuuksia vähentämällä rehevöityneen pintakasvillisuuden aiheuttamaa kilpailua (Leikola 1976, Raulo ja Rikala 1981).

Uudistusalan taimettumisedellytyksiin vaikuttaa edellisten välittömien kasvupaikkatekijöiden lisäksi mm. uudistusalan maaston topografia. Aurasaloilla elossa olleiden istutustaimien määrä oli uudistusalan painanteissa keskimääräistä pienempi. Aiemminkin on istutettujen männyn taimien menestymisen todettu olevan uudistusalan painanteissa heikompaa kuin muualla (Hagner 1975, Pohjola ja Timonen 1980), mikä suurelta osin johtuu painanteissa vallitsevasta epäedullisesta mikroilmastosta (Odin 1974, Sinko ja Nilsson 1976a). Osittain painanteiden epäedullisuus voi johtua myös maaperästä, esim. maalajin vaihtelusta.

Istutustaimista poiketen kylvötaimet menestyivät aurasalojen kumpareilla yleensä hieman heikommin kuin muualla, mutta kevyesti muokatuilla aloilla olivat painanteet myös männyn kylvön onnistumisen kannalta kaikkein epäedullisimpia maastokohtia. Joillakin kumpareilla maa ilmeisesti kuivuu aurauksen vaikutuksesta jo liikaa (Troedsson ja Utbult 1972) ja muutoinkin mikroilmastotilat saattavat äärevyytensä vuoksi olla kumpareilla epäsuotuisat siemenen itämiselle ja taimien alkukehitykselle. Luontaisen männyn ja rauduskoivun taimettumiseen maaston topografiassa ei ollut suurta vaikutusta. Kuusen

taimettuminen oli yleensä parhaita painanteissa tai rinteillä.

Auratuilla uudistusaloilla istutustaimien menestymisellä ja rinteiden ekspositiolla ei havaittu selvää riippuvuutta, mutta kylvötaimia oli etenkin nuorissa taimikoissa pohjoisrinteillä keskimääräistä enemmän (vrt. Sinko ja Nilsson 1976b). Luontaiseen taimettumiseen rinteiden suunnalla ei ollut kovin ratkaisevaa merkitystä, vaikka esim. aurasaloilla kuusen taimettumisen havaittiin olevan länsirinteillä keskimääräistä parempaa. Kylvötaimien parempi alkukehitys pohjoisrinteillä selittynee mikroilmaston vaihteluista rinteiden eri puolilla (Franssila 1949). Pohjoisrinteellä maan kosteus riittää keväällä kauemmin eivätkä lämpöolot muodostu yhtä ääreviksi kuin muilla rinteillä, mikä ilmeisesti parantaa siemenen itämistä ja taimien alkukehitystä. Myöhemmin lyhyemmän kasvukauden ja kylmemmän maapohjan vuoksi (Odin 1975, Lundmark ym. 1978) jäänevät pohjoisrinteellä kasvavat kylvötaimet kehityksessä jälkeen muilla rinteillä kasvavista taimista (Poso ja Kujala 1973).

Vaikka uudistusalan taimettumisedellytykset ratkaisevatkin lopullisesti luontaisen taimiaineksen syntymisen (Heikinheimo 1931), on uudistusalalle tulevan siemenmäärän merkitys hyvin suuri avohakkuualalla, missä syntyvät luontaiset taimet ovat peräisin aieman puuston hakkuutähteistä tai reunametsän siemennyksestä. Luontaisten havupuutaimien määrän ja reunametsäetäisyyden välinen korrelaatio oli tutkituilla aurasaloilla voimakas. Kuusen taimien määrä laski tuoreella kankaalla melkein kolmannekseen siirryttäessä metsän reunasta (keskimäärin 3 000 taimesta/ha) sata metriä uudistusalan keskelle päin (keskimäärin 1 000 taimen/ha). Vastaavalla matkalla kuivahkolla kankaalla pieneni männyn taimimäärä puoleen (800:sta—400 taimen/ha).

Tehokkaan siemennyksen voidaan näin ollen katsoa ylettyneen kuusella tuoreen kankaan aurasaloilla noin 50—60 metriin reunametsästä (taimia yli 2 000 kpl/ha). Vastavia tuloksia siemenen leviämisestä reunametsästä ovat esittäneet mm. Hesselman (1938), Simak (1974) ja Norokorpi (1983). Neuvostoliittolaiset tutkijat (Kaliničenko ym. 1973) ovat todenneet reunametsän takaavan muokatuilla uudistusaloilla riittävän taimettumisen vielä 80—100 metrin etäisyydelle metsän reunasta. Reunametsän vaikutus männyn taimettumiseen jäi käsitellyssä aineistossa

heikoksi, mikä osaltaan johtui reunametsien kuusivaltaisuudesta. Kevyesti muokatuilla aloilla reunametsäetäisyyden vaikutus havupuiden taimimäärään jäi pienemmäksi kuin aurasaloilla. Samoin lehtipuilla reunametsäetäisyyden ja taimettumisen välinen korrelaatio jäi heikoksi (Simak 1974).

Reunametsäetäisyyden lisäksi taimikon luontaisten taimien määrän vaihtelua selittivät huomattavassa määrin reunametsän puustotunnukset (pohjapinta-ala ja pituus). Puulajisuhteiltaan ja kehitysluokaltaan erilaisten metsiköiden siemensatohan tunnetusti vaihtelee voimakkaasti (esim. Heikinheimo 1932, Hagner 1965, Nieminen 1984). Samoin pystyttiin luontaisten taimien määrän vaihtelua edelleen selittämään ottamalla huomioon, missä ilmansuunnassa reunametsä koelalalta katsoen oli. Reunametsän varjostuksen aiheuttamat erot mikroilmastoon luovat näin ollen erilaiset taimettumisedellytykset eri puolille aukkoa. Nuorissa taimikoissa, varsinkin tuoreella kankaalla reunametsän taimimäärien havaittiin korreloivan uudistusalan taimimäärien kanssa, minkä vuoksi reunametsän merkitystä avoalan taimettumiselle voidaan arvioida tietyin varauksin jo ennen uudistamista reunametsän taimettuneisuuden perusteella.

42. Taimien syntyminen ja pituuskehitys

Kaikista taimettumisedellytyksiä heikentävistä ja taimien alkukehitystä jarruttavista tekijöistä huolimatta uudistusalat olivat taimettuneet kohtalaisesti. Auratulla uudistus- alalla säilyi maanpinta taimettumiskelpoisena pitkään, sillä vielä kymmenvuotiaisiin taimikoihin syntyi uutta taimiainesta. Erityisesti tuoreella kankaalla kasvoi havupuutaimien, pääasiassa kuusen määrä edelleen. Lehtipuutaimien määrä saavutti maksiminsa 6—8 vuotta muokkauksesta, minkä jälkeen niiden määrä kääntyi suoritettujen perkausten johdosta laskuun. Kevyesti muokatuilla aloilla oli nähtävissä vastaavanlainen luontaisen taimipopulaation kehitys. Auratulla uudistus- alalla nousi niin havu- kuin lehtipuutaimienkin määrä heikommin muokattua uudistus- alaa suuremmaksi.

Erityisen hyvin luontaisten taimien jatkuva syntyminen näkyi luontaisen taimipopulaation keskipituutta tarkasteltaessa. Viljely-

taimien keskipituus kehittyi hyvin säännön- mukaisesti taimikon vanhetessa. Luontaisten havupuutaimien keskipituus oli 5—6 ensimmäisenä vuonna sama kuin istutustaimien tai jopa suurempi kuin kylvötaimien keskipituus, mutta sen jälkeen luontaisen kuusen ja männyn keskipituus jäi uusien taimien syntymisen vuoksi viljelytaimien keskipituudesta jälkeen. Luontaisen ja viljellyn taimipopulaation keskipituuden ero oli suurin auratuilla uudistusaloilla, joilla myös luontaisten taimien määrän kasvu jatkui pisimpään. Sinänsä tutkimuksessa havaittu viljelytaimien keskipituuden kehitys vastaa likimain aiemmin samalla seudulla tehdyissä tutkimuksissa havaittua kehitysrytmiä (Kinnunen ja Linnimäki 1977, ks. myös Karjula ym. 1982).

Lehtipuutaimien keskipituuden kehitys oli luontaisia havupuutaimia nopeampaa. Nuorimmissa taimikoissa viljelytaimet olivat usein siemensyntyisiä lehtipuutaimia lyhyempiä, mutta taimikon vanhetessa ja lehtipuumäärän kasvaessa jäivät lehtipuutaimet keskimäärin viljelytaimia lyhyemmiksi. Toisaalta myös suoritettut perkaukset heikensivät osaltaan lehtipuutaimien keskipituutta. Vesakon valtapituus oli yleensä siemensyntyisten lehtipuutaimien keskipituutta pienempi.

Edellä esitetty keskipituuksien tarkastelu ei kuitenkaan anna riittävän selkeää kuvaa luontaisesti syntyneiden taimien pituusjakaumasta, sillä yli 50 % luontaisista taimista syntyi yli kaksi vuotta muokkauksen jälkeen. Näin ollen keskipituus ei ole hyvä vertailukriteeri luontaisen ja viljelytaimipopulaation pituusjakaumaa tarkasteltaessa. Viljelytaimien pituusjakauma on lähellä normaalijakaumaa (ks. Leikola ym. 1977), koska taimet ovat likimain saman ikäisiä (poikkeuksena täydennystaimet), mutta luontaisen taimipopulaation niin ikä- kuin pituusjakaumakin muodostuu voimakkaasti positiivisesti vinoksi. Jos tarkastellaan esimerkiksi 9—10 vuotiaita aurasalojen taimikoita ja rajoitetaan luonnontaimien populaatio käsittämään vain 25 % (yläkvartiili pituusjakaumasta) pisimpiä luontaisia taimia, saadaan seuraavanlainen keskipituusasetelma (kpl/ ha):

	Istutus		Mänty Kylvö		Luontai- nen		Kuusi		Raudus- koivu	
	cm	kpl	cm	kpl	cm	kpl	cm	kpl	cm	kpl
Tuore kangas	112	900	86	2000	65	125	75	660	203	640
Kuivahko kangas	151	1000	102	1880	89	100	109	650	220	310

Luontaisten havupuutaimien pisimmän neljänneksen keskipituus on tuoreella kankaalla viljelytaimien keskipituutta pienempi, mutta kuivahkolla kankaalla luontaisten taimien ja kylvötaimien keskipituus on jo likimain samansuuruinen. Rauduskoivun pisimmät taimet olivat muokkauksesta ja metsätyypistä riippumatta selvästi viljelytaimien keskipituutta pitempiä, mikä selittyy sillä, että 26—40 % rauduskoivun taimista oli syntynyt joko muokkausvuonna tai aiemmin ja ne olivat muutoinkin ehtineet mäntyä nopeamman pituuskehityksensä ansiosta suhteellisen kookkaiksi. Luontaisista havupuutaimista vain noin viidennes oli vastaavan ikäisiä.

Tarkasteltaessa yksittäisten taimien pituuskehitystä havaittiin sen olevan auratuilla aloilla nopeampaa kuin kevyesti muokatuilla aloilla. Vastaavan tuloksen ovat saaneet mm. Kinnunen (1976), Raulo ja Rikala (1981) sekä useimmiten myös ruotsalaiset vuosittaisissa inventoinneissaan (Hultén ja Jansson 1974, 1975a, b, Hultén ja Lilliehöök 1976a, b, 1977 a, b, c ja Hultén ym. 1976). Auratuilla aloilla kylvö- ja istutustaimien iän mukainen pituuskehitys ei juuri eronnut toisistaan (ks. Räsänen ym. 1979), mutta luontaisen männyn pituuskehitys jäi 3—4 vuotiaasta lähtien viljelytaimien pituuskehityksestä jälkeen. Luontaisten taimien kehityksen hitaus selittyy osittain muokkauksen jälkeen syntyneiden taimien (yli 80 % luontaisista taimista) heikommalla kasvuympäristöllä; suurempi pintakasvillisuuden kilpailu ym. Kuivahkolla kankaalla luontainen mänty kasvoi nopeammin kuin tuoreella kankaalla (vrt. Kinnunen 1977).

Vesasyntyisten koivujen pituuskehitys oli selvästi siemensyntyisiä nopeampi (Heikinheimo 1915, Etholén 1974b). Hieskoivun vesojen kasvun havaittiin taantuvan selvästi vesan iän lähestyessä kymmentä vuotta. Rauduskoivulla vastaavaa vesojen kasvun hidastumista ei voitu todeta. Siemensyntyisten koivujen pituuskehitys oli kuivahkolla kankaalla tuoretta kangasta nopeampi, mikä johtuu ilmeisesti runsaammasta pintakasvillisuuden ja vesakon kilpailusta viljavalla maalla kuin kuivahkolla kasvupaikalla.

43. Taimikoiden kunto ja kehityskelpoisuus

Pintakasvillisuuden kilpailu oli merkittävä luontaisten taimien tuhonaiheuttaja etenkin

kuusella. Viljelytaimien yleisimmäksi tuhonaiheuttajaksi katsottiin sienitaudit (Pelkonen ym. 1982, Pohtila ja Pohjola 1983), vaikka istutustaimilla hyönteiset ja kylvötaimilla pintakasvillisuus on todennäköisesti ollut vaikutuksiltaan merkittävämpi tuhonaiheuttaja (ks. Kinnunen 1977, Kinnunen ja Linnimäki 1977, Yli-Vakkuri ym. 1969).

Erilaisten tuhojen seurauksena noin 40 % istutustaimista todettiin viallisiksi (vrt. Kinnunen ja Nerg 1983). Yleisin istutustaimissa todettu vika oli aurausaloilla mutkaisuus ja kevyesti muokatuilla aloilla poikaoksien runsaus. Kylvötaimilla viat olivat yleensä samoja kuin istutustaimilla, mutta kylvötaimista oli kuivahkolla kankaalla 75 % ja tuoreella kankaalla 65 % vaurioitumattomia taimia. Taimien mikroympäristön vaihtelu ei kovin hyvin selittänyt taimen vaurioitumista.

Viljelytaimien kuolleisuudesta ja luontaisten taimien suuresta ryhmittäisyydestä johtuen kaikkein tiheimmätään taimikot eivät olleet aukottomia. Taimettoman pinta-alan osuus oli pienimmillään (alle 10 %) 5—7 vuoden kuluttua muokkauksesta. Pelkästään viljelytaimettomien koealojen osuus oli tuoreella kankaalla melko vakio, 40—50 % (koealakoko lähes yksinomaan 6 m²), mutta kuivahkolla kankaalla esiintyi selvästi suurempaa vaihtelua viljelytaimikon tasaisuudessa. Hyvin nuorissa, 1—2 vuotta vanhoissa taimikoissa taimettomien koealojen osuus oli keskimääräistä selvästi suurempi (Kinnunen ja Linnimäki 1977), mutta näiden uudistusalojen luontainen taimettuminen jatkuu vielä usean vuoden ajan ja samalla taimettomien koealojen osuus todennäköisesti pienee. Taimikoiden aukkoisuuden ei näin ollen voi yleensä katsoa vaarantavan uudistamistulosta tutkituissa taimikoissa, jos luontainen taimitäydennys muutoin hyväksytään.

Tässä tutkimuksessa tulkittiin kasvatuskelpoisiksi taimiksi viljellyt ja luontaiset siemensyntyiset kunnoltaan ja pituudeltaan soveliaat männyn, kuusen, raudus- ja hieskoivun taimet. Lisäksi näillä kasvatuskelpoisilla taimilla tuli olla riittävä kasvutila, jonka mitana pidettiin kasvatuskelpoisten taimien välistä etäisyyttä (ks. kappale 23).

Kasvatuskelpoisen taimen tarvitsemana kasvualana käytettiin kolmannesta puun piteudesta pinta-alayksikkönä, mikä mahdollistaa tasaisessa täystiheässä taimikossa yhden metrin valtapituudella 30 000 taimen ja vielä viiden metrin valtapituudella 6 000 taimen hehtaariitiheyden. Taimien kasvatuskelpoi-

suutta ei arvioitu taimikon sen hetkisen kehitysvaiheen mukaan, vaan kasvatuskelpoisten taimien määrä arvioitiin kussakin taimikossa edellä mainitulla viiden metrin valtapituudella. Näin saatiin eri-ikäisten taimikoiden kasvatuskelpoisten taimien määrän arviointi vertailukelpoiselle pohjalle. Kunkin taimikon suurin mahdollinen kasvatuskelpoisten taimien määrä oli näin ollen 6000 kpl/ha ja kasvatuskelpoisten taimien välinen etäisyys vähintään 129 cm. Tämä on nykyisiä kasvatustiheysohjeita suurempi tiheys, mutta puuston laadullisen kehityksen sekä tuotoksen kannalta taimikon kasvattaminen nykykäytäntöä tiheämpänä on todettu olevan edullista (Lähde 1984 ja Huuri ym. 1984).

Vaikka taimikko olisi edellä esitettyjen kriteereiden mukaan täystiheä, ei se silti ruotsalaisen Elfvingin (ref. Hagner 1975) mukaan pysty täysin hyödyntämään metsämaan tuottokykyä. Elfving (emt.) esittää, ettei kahden puun välinen etäisyys saa olla suurempi kuin $2 \times 0.15 \times$ puuston pituus, jotta puut käyttäisivät koko maan tuottokyvyn hyväkseen. Tämä merkitsee sitä, että yhden metrin korkuisessa taimikossa tulisi olla yli 110 000 tainta hehtaarilla.

Elossa olleista istutustaimista tulkittiin keskimäärin 50–60 % ja kylvötaimista 20–40 % kasvatuskelpoisiksi. Lisäksi määriteltiin vaihteleva määrä luontaisia taimia kasvatuskelpoisiksi. Tarkasteltaessa nuorimpia, alle 7-vuotiaita taimikoita saatiin kasvatuskelpoisten viljelytaimien keskimääräksi seuraavat (kpl/ha):

	Kaik- kiaan	Kasvatus- kelpoisia	'Valta- taimia'	Taimi- koita	Keski- ikä, v
Tuore kangas:					
Auraus, istutus	1400	980	890	6	4
kylvö	3500	1010	760	2	5
Kulotus, istutus	940	730	680	1	2
kylvö	3660	970	930	2	5
Kuivahko kangas:					
Auraus, istutus	1300	1230	1070	3	4
kylvö	7780	840	640	2	5
Kulotus, kylvö	1170	610	490	2	5

Tuoreella kankaalla kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä vastaa aiemmin Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa saatuja tuloksia, mutta kuivahkolla kankaalla kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä oli nyt aiempia tuloksia hieman heikompi (ks. Raulo ja Rikala 1974, Yli-Vakkuri ym. 1969).

Näissä nuorissa taimikoissa valtaosa kas-

vatuskelpoisista taimista oli viljelytaimia. Kevyesti muokatuilla aloilla 'valtataimet' koostuivat lähes yksinomaan viljelytaimista. Luontainen täydennys muodostui istutus- taimikossa pääosin raudus- ja hieskoivusta ja kylvötaimikoissa männystä, kuusesta sekä raudus- ja hieskoivusta vaihtelevissa suhteissa. Kasvatuskelpoisten taimien kokonaisuus oli auratuilla aloilla keskimäärin 700 tainta/ha suurempi kuin kevyesti muokatuilla aloilla. Kasvatuskelpoisten taimien kokonaistiheys oli aurasaloilla tuoreella kankaalla keskimäärin 1 730 tainta/ha ja kuivahkolla kankaalla 1 790 tainta/ha, mutta 'valtataimien' määrä jäi aurasaloillakin keskimäärin alle 1 200 taimen hehtaarilla. Muokatulla uudistusalalla viljelytaimien on yleensä todettu menestyvän paremmin kuin muokkaamattomalla uudistusalalla (esim. Söderström 1974, Raulo ja Rikala 1981, Parviainen 1984), mitä tämänkin tutkimuksen tulokset osaltaan vahvistavat, vaikkei varsinaista muokkaamattomuuden ja muokkauksen vertailua suoritettukaan.

Luontaisten kasvatuskelpoisten taimien viljelyä täydentävä osuus oli näissä nuorissa taimikoissa aurasaloilla yli 40 % ja kevyesti muokatuilla aloilla hieman alle 30 %. 'Valtataimien' lukumäärästä vastaavat osuudet olivat lähes 20 %-yksikköä pienemmät. Lähes vastaavia tuloksia luontaisten taimien täydentävästä merkityksestä ovat aiemmin esittäneet mm. Raulo ja Rikala (1974) sekä ruotsalaiset Hultén ja Jansson (1975a) ja Hultén ja Lilliehöök (1977a) sekä Kinnunen (1977).

Vanhimmissa, yli 7-vuotiaissa taimikoissa oli kasvatuskelpoisia viljelytaimia seuraavasti (kpl/ha):

	Kaik- kiaan	Kasvatus- kelpoisia	'Valta- taimia'	Taimi- koita	Keski- ikä, v
Tuore kangas:					
Auraus, istutus	1200	440	400	3	10
kylvö	1930	440	400	9	10
Äestys, istutus	1060	790	650	1	8
Kulotus, kylvö	1430	550	550	1	16
Kuivahko kangas:					
Auraus, istutus	1200	510	460	5	9
kylvö	1550	490	450	4	11
Laikutus, kylvö	1120	440	420	4	12
Kulotus, istutus	1510	1210	1170	1	15
kylvö	790	370	350	3	15

Kasvatuskelpoisten viljeltyjen taimien määrät (440:sta 510 taimeen/ha) jäivät vanhimmissa aurasalojen taimikoissa pieniksi. Samansuuntaisia tuloksia ovat aiemmin

saaneet mm. Leikola ym. (1977), Kinnunen ja Linnimäki (1977), Rautiainen ja Räsänen (1980), mutta heidän inventoimansa uudistusalat ovat olleet pääosin muokkaamattomia tai vain kevyesti muokattuja. Kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen kattaen valtakunnan metsien uudistamisen inventoinnissa (Räsänen ym. 1985) arvioitiin kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä nyt saatuja tuloksia suuremmaksi. Kylvötaimikoissa (keski-ikä 10—12 vuotta) Räsänen ym. arvioivat kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrän olleen tuoreella kankaalla noin 1 100 ja kuivahkolla kankaalla 1 300 tainta/ha. Istutustaimikoista (keski-ikä 6—7 vuotta) tavattiin 1 100:sta 1 250:een kasvatuskelpoista viljelytainta kasvupaikkatyyppistä riippuen. Nyt saatujen tulosten ja Räsänen ym. inventointitulosten välinen ero selittyyne pääasiassa tutkimusalueiden maantieteellisellä sijainnilla, osaksi erilaisella minimietäisyysvaatimuksella kasvatuskelpoisten taimien välillä. Samoin nyt saadut tulokset koskevat lähes yksinomaan aurattujen uudistusalojen männynviljelyjä, joita valtakunnan metsien uudistamisen inventoinnissa oli vain 4 % aineistosta.

Tutkimusaluetta pohjoisempaa (Taivalkoskelta) löysivät Pelkonen ym. (1982) kymmenvuotiaitten aurasalojen taimikoista hieman enemmän kasvatuskelpoisia viljelytaimia (730 kpl/ha). Sen sijaan kasvatuskelpoisten luontaisten taimien tiheys arvioitiin nyt tutkituilla aurasaloilla suuremmaksi kuin edellä mainituissa tutkimuksissa. Kevyesti muokatuilla aloilla täydennys vastasi likimain aiemmin saatuja tuloksia (Yli-Vakkuri ym. 1969, Kinnunen ja Linnimäki 1977, Kinnunen ja Nerg 1982).

Vanhimmilla aurasaloilla viljelytaimien osuus kasvatuskelpoisista taimista oli pieni. Tuoreella kankaalla viljelytaimien osuus oli sekä istutus- että kylvötaimikoissa vain 21 %. Kuivahkolla kankaalla kasvatuskelpoisten viljelytaimien osuus oli noin 30 % kaikista kasvatuskelpoisiksi arvioituista taimista. Samalla luontaisten kuusen taimien osuus oli kasvanut lähes puoleen kasvatuskelpoisten taimien määrästä. Luontaisen männyn osuus vaihteli 5—10 % ja lehtipuiden 30—45 % aurasalojen kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärästä (Pelkonen ym. 1982). Kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä oli näillä vanhimmillakin aurasaloilla istutustaimikoissa noin 2 000 tainta/ha ja kylvötaimikoissa 1 500—2 000 tainta/ha.

'Valtataimien' määrä oli vanhimmilla tuoreen kankaan aurasaloilla keskimäärin 780 tainta/ha ja kuivahkolla kankaalla noin 650 tainta/ha. Yli 10-vuotiailla kevyesti muokatuilla aloilla 'valtataimia' oli noin 700 kpl/ha. Taimikoiden 'valtataimet' koostuivat pääasiassa viljelyistä ja luontaisista männysistä sekä lehtipuista, joiden alla luontainen kuusi muodosti erityisesti tuoreella kankaalla tiheän alikasvoksen. Kevyesti muokatuilla aloilla kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä oli vähintään sama kuin aurasaloilla, mutta luontainen taimitäydennys jäi kevyesti muokatuilla aloilla selvästi aurasaloja vähäisemmäksi.

Aiemmat taimikkoinventoinnit ovat kohdistuneet pääosin muokkaamattomille tai kevyesti muokatuille uudistusaloille. Nyt auratuilta uudistusaloilta saatujen tulosten perusteella näyttää siltä, ettei aurauksella voida parantaa viljelyn onnistumista (Kinnunen ja Linnimäki 1977, Pohtila ja Pohjola 1983), vaikka muokkauksen ansiosta taimien alkukehitys nopeutuu ja varhainen taimikuolleisuus (5—6 ensimmäistä vuotta) pienee (mm. Leikola 1974, Lähde 1978, Lähde ym. 1981, Raulo ja Rikala 1981).

Viljelytaimien tuhoutuminen ja heikentyminen jatkuu, vaikka taimikon perustamisesta on kulunut kymmenenkin vuotta (Räsänen ym. 1979, Lähde 1982). Kasvatuskelpoisten viljelytaimien väheneminen näyttää olevan tehokkaasti muokattu uudistusallalla Pohjois-Karjalan oloissa nopeampaa, mitä Räsänen ym. (1979) Etelä-Suomen osalta esittivät.

Mitä ilmeisimmin eräs taimikon kehityksen kriittisin vaihe on silloin, kun viljelytaimet saavuttavat lumenpinnan tason, mikä tässä aineistossa sattui juuri 6—8 vuotiaissa taimikoissa. Tässä vaiheessa melko harvassa asennossa (kaikkiaan noin 1 500 tainta/ha) olevat viljelytaimet eivät todennäköisesti muodosta riittävän tiheää kasvustoa, joka kestäisi em. talviekologiset muutokset. Lisäksi inventoidut taimikot lähes poikkeuksetta liittyivät osana laajoihin, monista uudistuskuvioista koostuviin, yhtenäisiin uudistusalojen keskityksiin, millä todennäköisesti on ollut oma vaikutuksensa taimien elinolosuhteisiin juuri tässä kehitysvaiheessa. Erityisesti silloin, kun taimikon perkaus ajoittui tähän samaan ajankohtaan, ovat taimien ympäristöolojen muutokset olleet suuret. 6—8 vuotta vanhoissa aurasalojen taimikoissa voitiin havaita selvä viljelytaimien kunnan heikke-

neminen ja taimimäärien lievä putoaminen. Vastaavaa männyn viljelytaimien kunnan heikkenemistä Pohjois-Suomen aurasaloilla ovat havainneet mm. Pohtila ja Pohjola (1983) sekä Tikkanen ja Raitio (1984).

Eräänä syynä viljelytaimien huonokuntoisuuteen ja runsaaseen tuhoutumiseen saattaa olla myös aurasaloille tuleva, nopeasti kehittyvä lehtipuuvesakko (esim. Etholén 1972, Raulo ja Mälkönen 1979), jonka määrä vain kasvaa suoritettujen perkausten johdosta. Muokattujen uudistusalojen taimikonhoidossa tuskin voidaan menestyksellä käyttää totaalista perkausta, vaan erityisesti aurasaloiden taimikoissa tulisi säilyttää myös lehtipuiden taimia. Näin taimikon 'valtapuiden' määrä pysyisi suurempana, mikä todennäköisesti edistää viljelytaimien menestymistä.

Lisäksi saattaa 1970-luvun alkupuolen viljelymateriaalilla sekä viljely- ja muokkausmenetelmällä (Kinnunen ja Linnimäki 1977) olla oma välillinen vaikutuksensa vanhimpien viljelyjen huonoon menestymiseen, samoin kuin viljelyä välittömästi seuraavien kasvukausien sääoloilla (Etholén 1974a, Pohtila 1974). Mutta nuorimmillekaan aurasaloiden taimikoille ei tämän inventoinnin perusteella voi ennustaa ratkaisevasti parempaa kehitystä.

Muokattu, viljelty uudistusala taimettuu vaihtelevasti. Ensin uudistusalalle tulevat lehtipuut ja vasta muutaman vuoden kuluttua muokkauksesta alkaa esiintyä enemmän havupuiden taimia. Muokatun alan taimettuminen jatkuu ainakin kymmenen vuotta maanmuokkauksen jälkeen. Luontainen taimettuminen on havupuiden osalta suuresti riippuvainen reunametsän läheisyydestä sekä monista muista kasvupaikan makro- ja mikroympäristön tekijöistä (esim. Heikinheimo 1944, Kotisaari 1982). Luontaisten taimien määrä kasvaa ainakin kymmenen ensimmäistä vuotta, jos reunametsä on riittävän lähellä, ja vielä silloinkin uudistusalalle syntyy runsaasti erityisesti lehtipuiden taimiainesta.

Auratulla tuoreella kankaalla luontainen kuusi täydentää raudus- ja hieskoivun kanssa muuten aukkoiseksi jäävän viljellyn männyn-taimikon. Mäntyä hitaamman pituuskehityksensä johdosta kuusesta muodostuu oma latvuserroksensa viljelytaimien latvuston alle. Rauduskoivu ehtii taimikon lästä riippuen jopa ylispuuasentoon. Kuusen kasvattaminen

mahdollisesti toisena puujaksona saattaa parantaa viljelymäntytjen teknistä laatua, vaikkakin se pääasiassa riippuu taimikon 'valta-taimien' tiheydestä. Ilmeisesti tuoreen kankaan aurasaloilla voidaan saada istutusmäntytjen laatukehityksen kannalta riittävän tiheä taimikko (ks. Lähde 1984 ja Huuri ym. 1984) vain kasvattamalla uudistusalalla viljelytaimien lisäksi raudus- ja hieskoivua, mikä puolestaan edellyttää nykyistä monimuotoisempaa ja monivaiheisempaa taimikonhoitoa.

Auratulla kuivahkon kankaan uudistusalalla on mahdollisuus normien (Ohjekirje... 1982) mukaiseen taimikkoon, jos hyväksytään kuusi ja rauduskoivu nykyistä useammin kasvatuskelpoisiksi puulajeiksi myös kuivahkolla kankaalla. Kuusen merkitys jäänee kuitenkin kuivahkolla kankaalla vähäiseksi taimikon varttuessa. Kevyesti muokatuilla aloilla joudutaan usein turvautumaan täydennysviljelyyn edes nykyisten normien mukaisen tiheyden takaamiseksi.

Vaikka auratulle alalle kehittyvän taimikon tiheys nouseekin kevyesti muokatun tai muokkaamattoman uudistusalan taimikon tiheyttä suuremmaksi, ei varsinainen kasvatuskelpoisten taimien määrä ole kuitenkaan suhteessa kovin paljoa suurempi. Tämä johtuu luontaisesti syntyvien taimien suuresta ryhmittäisyydestä. Lähes kaikki taimet sijaitsivat auratulla pinnalla, joka kattoi vaihtelevassa määrin uudistusalaa (yleensä 30—60 % pinta-alasta).

Nykyistä peittävämmän muokkauksen avulla voidaan nostaa kasvatuskelpoisten taimien määrää, ja siten parantaa kehittyvän puuston laatua. Nykyisten normien mukaiset kasvatuskelpoisten taimien määrä ei takaa puustolle hyvää laatua, vaan taimikon kasvatuskelpoisten tulisi olla selvästi korkeampi (Persson 1975, Saksa ja Lyly 1984, Lähde 1984, Huuri ym. 1984), jotta tulevaisuudessakin saadaan korkealaatuisia mäntysahatavaraa.

Parhaiten luontaisesti taimettuvilla uudistusaloilla voidaan ajatella metsänviljelyn viivytämistä siten, että annetaan alueen muokkauksen jälkeen taimettua luontaisesti 3—5 vuotta, jonka jälkeen syntynyt taimikko täydennetään tarvittaessa viljellen. Tällöin luontaiset havupuutaimet ennättävät paremmin taimikon kehitykseen mukaan ja todella täydentävät kehittyvää taimikkoa.

5. YHDISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkasteltiin muokattujen 2—15 vuotta vanhojen männyn viljelyalojen tilaa Pohjois-Karjalassa. Taimikot arvottiin metsähallituksen silloisen Rautavaaran ja Lieksan hoitoalueista, ja ne mitattiin kesällä 1982 linjoittaisella ympyräkoealamenetelmällä. Kaikkiaan inventoitiin 54 muokattua (aurattua ja kevyesti muokattua eli kulotettua, äestettyä tai laikutettua) männyn viljelyalaa (istutus tai kylvä) pääasiassa tuoreelta ja kuivahkolta kankaalta. Tutkimuksen päätulokset muodostuivat seuraaviksi:

1. Auratun metsänuudistusalan taimettumisedellytykset säilyivät Pohjois-Karjalan olosuhteissa kohtalaisina lähes kymmenen vuotta.
2. Muokatun uudistusalan luontainen taimettuminen vaihteli suuresti riippuen mm. reunametsäetäisyydestä, reunametsän puuston rakenteesta, uudistusalan makro- ja mikrotopografiasta sekä alueen aiemmasta puustosta. Puustoltaan keskinkertaisen reunametsän siementämisen ansiosta muokattu uudistusala taimettui ainakin 50 metrin etäisyydelle reunametsästä. Uudistusalan vaihtelevista pinnanmuodoista yleensä painanteet ja kumpareet olivat kaikkein epäedullisimpia niin luontaisten havupuiden taimettumisen kuin viljelynkin onnistumisen kannalta katsottuna.
3. Auraus turvasi viljeltyjen männyn taimien ripeän alkukehityksen ja menestymisen taimikon varhaiskehityksen aikana. Alle 7-vuotiailla aurasaloilla oli kasvatuskelpoisia istutustaimia keskimäärin 1 070 ja kylvötaimia 940 kpl/ha. Vastaavan ikäisillä kulotetuilla aloilla vaihteli kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä 400—1 280 taimeen/ha. Näissä nuorissa taimikoissa oli viljelytaimia aurasaloilla 60 % ja kevyesti muokatuilla aloilla 70 % kaikista kasvatuskelpoisista taimista.
4. Hyvästä alkukehityksestä huolimatta aurauksella ei voitu parantaa viljelyn onnistumista, sillä jo kymmenen vuoden kulluttua muokkauksesta viljeltyjen mäntyjen määrä oli auratuilla uudistusaloilla korkeintaan sama kuin kevyesti muokatuilla aloilla. Yli 7-vuotiailla aurasaloilla jäi kasvatuskelpoisten istutustaimien määrä 480:een ja kylvötaimien 460 taimeen hehtaarilla. Kevyesti muokatuilla aloilla vastaavat taimitiheydet olivat istutustaimikoissa 1 000 ja kylvötaimikoissa 490 kpl/ha. Vanhimmissa taimikoissa viljelytaimien osuus kaikista kasvatuskelpoisista taimista jäi aurasaloilla 20—30 %:iin. Kevyesti muokatuilla aloilla viljelytaimien osuus oli yli 80 %.
5. Auratulle uudistusalalle syntyvät luontaiset männyn, kuusen ja koivun taimet täydentävät suuresta määrästäään huolimatta hyvin vaihtelevassa määrin muutoin aukkoiseksi jäävää viljelytaimikkoa. Koska luontainen taimettuminen tapahtui pääosin useita vuosia muokkauksen jälkeen, vain hyvin pieni osa luontaisista havupuista oli viljelytaimien kanssa tasaveroisessa asemassa esim. taimien pituuskehitystä ajatellen. Nopean pituuskehityksensä ansiosta on siemensyntyisillä lehtipuilla havupuita parempi mahdollisuus täydentää taimikkoa, mutta useimmilla uudistusaloilla jäi lehtipuidenkin taimikkoa täydentävä vaikutus melko pieneksi. Kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä (viljelty + luontaiset) oli vanhimmissa aurasaloilla keskimäärin 1 500—2 000 tainta/ha, mutta näistä vain noin 700 tainta/ha kuului taimikon 'valtataimiin'. Nämä 'valtataimet' muodostavat taimikon varsinaisen peruspuuston, jonka tiheydestä taimikossa kasvavien mäntyjen laatukehitys lähinnä riippuu. Tutkittujen taimikoiden tiheydet olivat niin alhaisia, ettei niissä peruspuustolla ole edellytyksiä hyvään laatukehitykseen.
6. Valtaosa tutkituista männyn taimikoista todettiin voimassa olleiden ohjeiden mukaan kehityskelpoisiksi. Otettaessa huomioon kaikki kasvatuskelpoiset taimet todettiin aurasalojen istutustaimikoista 61 % ja kylvötaimikoista 79 % kehityskelpoisiksi. Tulokset eivät oleellisesti poikkea maantieteellisesti vastaavalla alueella aiemmin saaduista inventointituloksista.

KIRJALLISUUS—REFERENCES

- Aaltonen, V.T. 1932. Über den Einfluss der Holzart auf den Boden. Summary: The effect of different species of tree on the soil. *Commun. Inst. For. Fenn.* 17(5): 1—88.
- 1938. Maa ja metsän uudistuminen. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937 III. Referat: Der Boden und die Verjüngung des Waldes. Der Fortbildungskursus für Forstmeister 1937 III. *Silva Fenn.* 46: 25—42.
- Etholén, K. 1972. Taimiston hoidon tekniikkaa Lapissa. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1972. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutk.as. tiedonantoja 3: 1—5.
- 1974a. Istutustavan vaikutus männyn viljelytulokseen. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1974. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutk.as. tiedonantoja 6: 1—9.
- 1974b. Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. *Folia For.* 213: 1—16.
- Ferm, A. & Pohtila, E. 1977. Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa. Summary: Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland. *Folia For.* 319: 1—34.
- & Sepponen, P. 1981. Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years. *Folia For.* 493: 1—19.
- Franssila, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Kustannusosakeyhtiö Otava. Helsinki. 258 s.
- Hagner, M. 1975. Väsentliga uppgifter inom produktionsforskningen i Norrland. Förflyttning av tallfrö. Föredrag från konferens i Lycksele 18—19 september 1975. Summary: Essential tasks within forest production research in northern Sweden. Transfer of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed. Lectures from a conference at Lycksele 18—19 September 1975. *Rapp. Uppsats. Inst. Skogsgen. Skogshögsk.* 17: 17—27.
- Hagner, S. 1965. Om fröproduktion, fröträdsväl och plantuppslag i försök med naturlig förnygring. Summary: Yield of seed, choice of seed trees, and seedling establishment in experiments with natural regeneration. *Stud. For. Suec.* 27: 1—43.
- Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. *Acta For. Fenn.* 4(2): 1—264, + 1—149 liites., 1—59.
- 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia n:o 22. Helsinki. 90 s.
- 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Commun. Inst. For. Fenn.* 17(3): 1—61.
- 1940. Uudistusalojen maanpinnan käsittely ja taimettuminen. *Metsätal. Aikak.l.* 57(12): 195—202.
- Helimäki, U.I. 1967. Taulukoita ja karttoja Suomen sadeoloista kaudelta 1931—1960. Tables and maps of precipitation in Finland, 1931—1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 66(2)—1966. Ilmatieteellinen keskuslaitos. 22 s.
- Herz, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. *Commun. Inst. For. Fenn.* 17(4): 1—206.
- 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer auf den südfinnischen Heideböden. *Commun. Inst. For. Fenn.* 20(2): 1—98.
- Hesselman, H. 1938. Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besäning. Zusammenfassung: Weitere studien über die Beziehung zwischen der Samenproduktion der Kiefer und Fichte und der Besamung der Kahlhiebs. *Medd. Statens Skogsförsöksanst.* Häft. 31: 1—64.
- Hultén, H. & Jansson, K-Å. 1974. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling planteringsår 1972. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1973. Biological follow-up of rooted plants at practical artificial regeneration. Planting year 1972. Compilations of results from inventories in the autumn of 1973. *Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk.* 56: 1—42.
- & Jansson, K-Å. 1975a. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling planteringsår 1972. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1974. Biological follow-up of rooted plants at practical artificial regeneration. Planting year 1972. Compilations of results from inventories in the autumn of 1974. *Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk.* 62: 1—51.
- & Jansson, K-Å. 1975b. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling planteringsår 1973. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1974. Biological follow-up of rooted plants at practical artificial regeneration. Planting year 1973. Compilations of results from inventories in the autumn of 1974. *Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk.* 63: 1—32.
- , Håkansson, L. & Lilliehöök, L. 1976. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling planteringsår 1973. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1975. Biological follow-up of rooted plants at practical artificial regeneration. Planting year 1973. Compilations of results from inventories in the autumn of 1975. *Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk.* 70: 1—40.
- & Lilliehöök, L. 1976a. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling. Planteringsår 1974. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1975. Biological follow-up rooted

- plants at practical artificial regeneration. Planting year 1974. Compilations of results from inventories in the autumn of 1975. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 69: 1—32.
- & Lilliehöök, L. 1976b. Biologisk uppföljning av praktisk skogsodling. Planteringsår 1975. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1975. Biological follow-up of practical artificial regeneration. Planting year 1975. Compilation of results from inventories in the autumn of 1975. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 71: 1—49.
- & Lilliehöök, L. 1977a. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling planteringsår 1974. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1976. Biological follow-up of practical artificial regeneration. Planting year 1975. Compilation of results from inventories in the autumn of 1976. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 88: 1—42.
- & Lilliehöök, L. 1977b. Biologisk uppföljning av praktisk skogsodling. Planteringsår 1975. Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1976. Biological follow-up of practical artificial regeneration. Planting year 1975. Compilation of results from inventories in the autumn of 1976. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 89: 1—57.
- & Lilliehöök, L. 1977c. Biologisk uppföljning av praktisk skogsodling. Planteringsår 1976. Resultat och sammanställningar av inventeringar hösten 1976. Biological follow-up of practical artificial regeneration. Planting year 1976. Compilation of results from inventories in the autumn of 1976. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 90: 1—55.
- Huuri, O., Lähde, E. & Huuri, L. 1984. Tiheyden vaikutus istutusmännikön laatuun. Metsänhoidon tutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 167: 1—22.
- Ingelög, T. 1974. Vegetationsförändringar efter förnyelseingrepp. Summary: Vegetation changes after regeneration measures. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 72(1): 91—103.
- Jokinen, H. 1973. Luontaisesti syntyneiden koivuntaimien kehityksestä männyn viljelytaimistossa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkimtoa varten. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella. 44 s.
- Kaliničenko, N. P., Pisarenko, A. I., Smirnov, N. A. Lesovosstanovlenie na vyrubkach. Moskva 1973. Översättning och kommentarer: Jeansson, E. & Laestadius, L. 1981. Markberedning, naturlig förnygring och beståndsförnygring vid återbeskogning i Sovjet. (Reforestation by site preparation, natural regeneration and understorey regeneration in the Soviet Union). Rapp. Inst. Skogsskötsel. Sveriges Lantbruksuniversitet. 6: 1—65.
- Kaila, S. 1979. Tuloksellinen metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki. 125 s.
- Karjula, M., Kaila, S., Parviainen, J., Päivänen, J. & Räsänen, P. K. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 56. Joensuu. 115 s.
- Kellomäki, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä auruksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjan metsänuudistusaloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 8. 56 s.
- Kinnunen, K. 1976. Maanmuokkauksen vaikutus erilaisten paljasjuuri- ja paakkutaimien alkukehitykseen. Tutkimuspäivän esitykset. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutk. as. tiedonantoja 3. 19 s.
- 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: The survival and initial development of plants in private forests in western Finland. Folia For. 318: 1—25.
- 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. Summary: Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. Folia For. 531: 1—24.
- & 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 For. 329: 1—32.
- & Mäki-Kojola, S. 1980. Männyn luontaisesti uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. Folia For. 449: 1—18.
- & Nerg, J. 1982. Männyn kylvö ja luonnontaimikoiden tila Länsi-Suomen yksityismetsissä. Abstract: State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forests of western Finland. Folia For. 535: 1—16.
- & 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 For. 546: 1—20.
- Kotisaari, A. 1982. Metsän luontaisen uudistamisen tutkiminen. Esitutkimusraportti. Summary: The problems associated with research of forest natural regeneration. A preliminary survey. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 38: 1—132.
- Laiho, O. 1984. Puulajien vaikutus maan ominaisuuksiin metsän uudistamisen kannalta. Teoksessa: Lyly, O. (toim.) Metsän uudistamisen perusteista. Muehoksella 1.—2.11.1983 pidetyn neuvottelu- ja koulutustilaisuuden alustukset. Metsänhoidon tutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 17—27.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesti uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Acta For. Fenn. 66(2). 106 s.
- 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuuspuunetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. Commun. Inst. For. Fenn. 67(4): 1—140.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84(2): 1—64.
- 1976. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsittämisessä. Summary: Soil tilling and weed control in afforestation of abandoned fields. Commun. Inst. For. Fenn. 88(3): 1—101.
- , Metsämuuronen, M., Räsänen, P. K. & Taimisto, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975. Folia For. 312: 1—27.
- Lundmark, T., Odin, H. & Söderström, V. 1978. En orienterade studie av marktemperaturen på ett par lokaler inom Vindelns försöksparker. Summary:

- Some studies of the soil temperature in forests near Vindeln. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförngr. Skogshögsk. 97: 1—48.
- Lähde, E. 1966. Kokeita selluloosan hajaantumiso-
peudesta erilaisissa metsiköissä. Summary: Experi-
ments on the decomposition rate of cellulose in dif-
ferent stands. *Silva Fenn.* 119(1): 1—12.
- 1974. The effect of grain size distribution on the
condition of natural and artificial sapling stands of
Scots pine. Seloste: Maan lajitekoostumuksen vai-
kutuksen männyn luontaisen ja viljelytaimistojen kun-
toon. *Commun. Inst. For. Fenn.* 84(3): 1—23.
- 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin
ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien ke-
hitykseen. Summary: Effect of soil treatment of
physical properties of the soil and on the develop-
ment of Scots pine and Norway spruce seedlings.
Commun. Inst. For. Fenn. 94(5): 1—59.
- 1982. Metsänuudistamisen vaihtoehdot Pohjois-La-
pissa. Pohjois-Lapin metsien uudistaminen. Metsän-
tutkimuslaitoksen tiedonantoja 77: 24—36.
- 1984. Metsikön perustamistiheys — laatua vai mää-
rää. Teoksessa: Lyly, O. (toim.) Metsänuudistami-
sen perusteista. Muhoksella 1.—2.11.1983 pidetyn
neuvottelu- ja koulutustilaisuuden alustukset. Met-
sänhoidon tutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitok-
sen tiedonantoja 129: 28—33.
- & Manninen, S. & Tervonen, M. 1981. Ojituksen ja
muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominai-
suuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen.
Summary: The effect of drainage and cultivation on
soil physical properties and the development of conifer
seedlings. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(7): 1—
43.
- Lönnroth, E. 1925. Untersuchungen über die innere
Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnor-
maler Kiefernbestände basiert auf Material aus der
Südhälfte Finnlands. *Acta For. Fenn.* 30(1): 1—269.
- Mikola, P. 1965. Koivun vaikutus metsämaan biologi-
siin ominaisuuksiin. Moniste.
- Mälkönen, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muok-
kauksesta. Summary: Some aspects concerning cul-
tivation of forest soil. *Folia For.* 137: 1—11.
- 1976. Markberednings ekologi och inverkan på
plantningsresultatet. Teoksessa: Markberedning. —
ett nordiskt forskarmöte i Umeå 1975. Redog.
ForsknStift. Skogsarb. 1976(6): 11—15.
- 1978. Metsämaatielten perusteita. Helsingin yliopiston
metsänhoito- lait. Tiedonantoja n:o 19: 1—
107. Helsinki 1981.
- Nieminen, J. 1983. Metsäpuiden siemensato uudistami-
sen lähtökohtana. Teoksessa: Lyly, O. (toim.) Met-
sän uudistamisen perusteista. Muhoksella 1.—
2.11.1983 pidetyn neuvottelu- ja koulutustilaisuuden
alustukset. Metsänhoidon tutkimusosasto. Metsän-
tutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 4—16.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen
Lapissa. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1983.
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 57—71.
- Odin, H. 1974. Några meteorologiska förändringar vid
hyggesupptagning. Summary: Some meteorological
effects of clear felling. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.*
72(1): 60—65.
- 1975. Topografins och expositionens roll för lokal-
klimatet. Förflyttning av tallfrö. Föredrag från kon-
ferens i Lycksele 18—19 September 1975. Summary:
Some local climatological effects of topography and
exposure. Transfer of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)
seed. Lectures from a conference at Lycksele 18—19
September 1975. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsgen.
Skogshögsk. 17: 39—53.
- Ohjekirje taimikon tarkastuksesta. Metsähallitus 1982.
Metsänhoito-osasto, Helsinki 5.5.1982. N:o 514. 9 s.
+ liite.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Etelä-Suomen piirikun-
nassa. Metsähallitus. Helsinki, 3.5.1985. N:o Mh.
111. 27 s. + 2 liitettä.
- Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistami-
sen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden tai-
mivarjoja selvittävien inventointien valossa. *Metsä-
tal. Aikak.l.* 73(6—7): 225—230.
- 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 For. 593: 1—35.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn
viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkos-
kella. Summary: Survival of pine on reforested sites
in northern Finland. *Folia For.* 511: 1—23.
- Persson, A. 1975. Förbandet och tallens sågtimmerkva-
litet. Summary: Spacing contra quality of the sawn
timber from Scots pine. *Sveriges SkogsvFörb.
Tidskr.* 73(5): 433—441.
- Pohtila, E. 1972. Tutkimuksia aurattujen alueiden met-
sänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset
vuosina 1967—1968 tehdyistä männyn kylvö- ja is-
tutuskokeista. Helsingin yliopiston metsänhoito-
laitos. Tiedonantoja 6. 97 s.
- 1974. Tuloksia metsänviljelyn runkotutkimuksesta.
Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1974. Metsäntutki-
muslaitos, Rovaniemen tutk. as. tiedonantoja 6:
28—41.
- 1977a. Taimiston inventoinnin tarkkuus. Summary:
Accuracy of regeneration surveys. *Commun. Inst.
For. Fenn.* 92(2): 1—43.
- 1977b. Reforestation on ploughed sites in Finnish
Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely
Lapissa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(4): 1—100.
- & Timonen, M. 1980. Suojajetsäalueen viljelytai-
mikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots
pine plantations and their early development in the
protection forests of Finnish Lapland. *Folia For.*
453: 1—18.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970—1972 Lappiin
perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulok-
set. Summary: Results from the reforestation experi-
ment on ploughed sites established in Finnish Lap-
land during 1970—1972. *Silva Fenn.* 17(3): 201—
224.
- Poso, S. & Kujala, M. 1973. The effect of topography on
the volume of forest growing stock. Seloste: Topo-
grafian vaikutus puuston kuutio määrään. *Com-
mun. Inst. For. Fenn.* 78(2): 1—27.
- Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen
uudistuminen muokatulla kangasmailla. Summary:
Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa*
Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil.
Folia For. 252: 1—15.
- & Rikala, R. 1974. Tuloksia männynviljelyalojen
tarkastuksista Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Poh-
jois-Karjalan piirimetsälautakuntien alueella. Tut-
kimuspäivän alustukset 1974. Metsäntutkimuslaitos,
Metsänviljelykoeaseman tiedonantoja 12: 1—8.
- & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja
rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitel-
lyillä viljelyalalla. Summary: Initial development of
Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings
planted on a forestation site prepared in different
ways. *Folia For.* 462: 1—13.

- Rautiainen, O. & Räsänen P. K. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976. *Folia For.* 426: 1—24.
- Räsänen, P. K., Pohtila, E., Rautiainen, O. & Laitinen, E. 1979. Valtakunnallinen metsänuudistamisen inventointitutkimus aloitettu metsäntutkimuslaitoksessa. *Metsä ja Puu* 1979(2): 4—9.
- , 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 For.* 637.
- Saksa, T. & Lyly, O. 1984. Istutusihyeyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla. Abstract: The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath. *Folia For.* 583: 1—12.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine Waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. *Acta For. Fenn.* 46(1): 1—146.
- Simak, M. 1974. Frömängd och dess beskaffenhet vid skogsförnyelse. Summary: Importance of quantity and quality of seed in forest regeneration. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 72(1): 137—142.
- Sinko, M. & Nilsson, J-E. 1976a. Studie av förnygringsresultatets beroende av den lokala topografin. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 85: 1—37.
- & Nilsson, J-E. 1976b. Studier av lokala miljövariationer på en skogsförnygringsyta i klimatiskt utsatt läge (Enafors). Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 84: 1—42.
- Solantie, R. 1975. Talvikauden sademäärä ja maaliskuun lumensyvyyden alueellinen jakauma Suomessa. Summary: The areal distribution of winter precipitation and snow depth in march in Finland. Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja n:o 28. 66 s.
- Söderström, V. 1974. Markberedning. Summary: Soil treatment. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 72(1): 157—170.
- 1975. Ekologiska verkningar av hyggesplogning. Summary: Ecological effects of ploughing mineral soil before planting on clearfelled areas. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 73(5): 443—472.
- 1976. Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hygge. Summary: Analysis of the effects of scarification before planting conifers on some newly clearfelled areas in Sweden. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 74(2—3): 1—333.
- Tikkanen, E. & Raitio, H. 1984. Pohjois-Suomen aurasalueiden männynntaimien 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: 1—27.
- Troedsson, T. & Utbult, K. 1972. Hyggesplöjning från hydrologisk synpunkt. Summary: Soil ploughing from the hydrologisk point of view. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 70(5): 477—486.
- Tuovinen, J. 1984. Muokattujen männynviljelyalojen metsittyminen Rautavaaran hoitoalueessa. Metsänhoitotieteen pro gradu-töy maatalous-metsätieteen kandidaatin tutkintoa varten. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella. 98 s + liite.
- Viro, P. J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. *Commun. Inst. For. Fenn.* 40(3): 1—23.
- Yli-Vakkuri, P. 1961. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt over forest land. Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kuletetuilla alueilla. *Acta For. Fenn.* 74(1): 1—51.
- , Räsänen, P. K. & Solin, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Luonais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 2. 92 s.

Total of 98 references

SUMMARY

The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland

The condition of 2 to 15-year-old Scots pine plantations established on prepared sites in the northern Karelia was examined in the study. The inventoried plantations were selected from the Rautavaara and Lieksa Management Districts of the National Board of Forestry, and were measured in summer 1982 using the line, circular plot method. A total of 54 prepared (ploughed and lightly prepared as burnt, harrowed or scalped) pine plantations (planted or sown) were inventoried, mainly on moist and dryish upland sites. The main results of the study were as follows:

The conditions for natural seedling regeneration remained rather favourable for almost ten years on the ploughed reforestation area in northern Karelia.

Natural seedling regeneration varied considerably on prepared reforestation areas, depending on e.g. the distance to and structure of the neighbouring stands, the macro and micro-topography of the reforestation area, and the type of stand previously occupying the site. Seedlings had developed over an area of upto 50 m from the neighbouring stand (which was medium stocked) on the prepared reforestation area. As far as the varying topography of the reforestation area is concerned, hollows and hummocks were usually the most unfavourable sites for both natural regeneration of coniferous seedlings and the success of artificial regeneration.

Ploughing the reforestation area ensured vigorous initial development of pine transplants and continuing success of the plantation during its early stages. The mean number of viable transplants on the ploughed plots less than 7 years old was 1 070/ha, and sown seedlings 940/ha. The number of viable transplants on the similar-aged burnt plots varied from 400—1 280/ha. On the ploughed plots 60 % and on the lightly prepared plots 70 % of all viable seedlings were artificially regenerated seedlings in these young stands.

Despite the good initial development, ploughing did not improve the success of reforestation since already 10 years after site preparation the number of artificially regenerated pine seedlings on the ploughed reforestation area was at most the same as the density of the

artificially regenerated seedlings on the lightly prepared reforestation areas. The number of viable transplants on the ploughed plots over 7 years old was 480/ha, and of sown seedlings 460/ha. The corresponding seedling densities on the lightly prepared plots were 1 000/ha in the planted stands and 490/ha in the sown stands. On the ploughed plots only 20—30 % of all viable seedlings were artificially regenerated seedlings in the oldest plantation. On the lightly prepared plots the proportion of artificially regenerated seedlings was over 80 %.

The natural pine, spruce and birch seedling material which develops on ploughed reforestation areas, despite their high amount, fills up the parts of the plantations which otherwise would remain open to a very variable extent. Since natural seedling material does not usually develop for a number of years after site preparation, only a small proportion of the naturally regenerated coniferous seedlings, especially spruce, were comparable to the artificially regenerated seedlings as regards e.g. their height development. Owing to their rapid height development, the hardwood seedlings which developed naturally from seed were in a better position to supplement the plantation than corresponding coniferous seedlings. However, on most of the inventoried reforestation areas the effect of supplementary hardwood seedlings was small. The total number of viable seedlings (artificially and naturally regenerated seedlings) was 1 500—2 000/ha on the oldest ploughed plots. Of these, however, only about 700 seedlings/ha were 'dominant seedlings'. These dominant seedlings form the basic tree stand of the plantation, and their density is the main factor determining the future quality of the pines in the plantation. Densities of these examined plantations were so low that their tree stands have no possibilities to have good future quality.

Most of the pine plantations were found to be, according to present norms, capable of further development. When all the viable seedlings are taken into account, 61 % of the planted stands and 79 % of the seeded stands on the ploughed plots were found to be capable of future development.

Liite 1. Tutkittujen uudistusalojen yleistiiedot ja taimitiimäät (kpl/ha) puulaajettain.
 Appendix 1. General information and seedling densities (number/ha) of the examined regeneration areas.

Taimikon ikä Age of plantation	Taimikon numero Plot number	Korkeus, mpy Altitude	Mänty Pine		Taimiaines Seedling material		Koivu Birch		istutus planted		Mänty—Pine kylvö sown		luontainen natural		Taimet Seedlings		Rauduskoivu Silver birch		Hieskoivu White birch		Vesat Sprouts			
			\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x
Tuore kangas—Aurus <i>Moist upland site—Ploughing</i>																								
3—	4 ^b Li	50	220	380	270	190	190	8080	2180	1230	160	—	—	130	100	30	4240	860	1920	410	4810	770		
	Ra	6	190	940	430	620	300	7810	2520	500	100	—	—	50	30	360	90	60	500	110	4610	810		
	Ra	22	220	0	0	0	0	3670	1590	1880	170	—	—	60	40	200	70	1040	300	1100	280	760		
	Li	44	180	640	360	850	670	16590	5200	1850	160	—	—	360	130	150	70	8740	1760	740	160	1000	340	
5—	6	Li	38	140	260	0	0	4100	1940	1450	300	—	—	1370	400	300	140	8330	2260	6500	1460	13800	1950	
	Ra	9	210	600	300	1490	770	28060	6260	1670	190	—	—	150	70	450	120	1090	240	2160	330	7610	1040	
	Ra	5	180	320	230	0	0	29840	7060	—	—	4330	810	160	60	110	50	300	80	4380	470	9190	1320	
	Ra	25	175	1000	510	2600	980	14800	4290	—	—	2480	470	360	90	320	100	360	100	4500	1350	1860	450	
7—	8	Li	36	180	140	410	300	6620	2410	1530	170	—	—	560	140	1580	340	8450	940	2200	650	3630	660	
	Ra	4	200	390	270	2350	720	27450	7380	—	—	2250	540	460	160	2580	390	2060	430	3820	690	5920	1130	
	Ra	23	160	6300	2340	9260	2720	43700	15380	—	—	1370	340	2220	720	3110	1050	180	110	13700	4370	2520	600	
9—	10	Ra	26	215	940	620	2450	760	17360	3750	—	—	2150	260	210	760	300	740	150	1240	200	3360	520	
	Ra	30	220	770	430	1030	610	6920	2330	—	—	3720	820	300	100	1370	420	1070	290	6370	1120	3250	1280	
	Ra	3	200	0	0	1350	670	7880	3060	—	—	1470	510	220	90	2880	470	2470	440	3400	510	11890	2770	
	Li	29	240	0	0	1910	720	430	300	—	—	920	260	670	180	3720	570	2660	570	1280	300	11450	1450	
11—	12	Li	28	160	340	240	5080	1730	850	950	100	—	—	510	150	4200	890	1340	220	900	240	5750	980	
	Ra	27	255	480	280	7900	2000	4350	1620	1040	160	—	—	360	130	8170	1240	980	200	1070	210	1200	320	
	Ra	7	205	0	0	2960	1840	6670	3580	—	—	2100	650	120	90	2220	560	2280	610	2280	560	8150	1640	
	Ra	1	195	0	0	7640	1970	10000	4290	—	—	2430	440	190	70	4810	650	2430	330	3750	460	18630	2640	
	Ra	24	205	150	150	2090	860	19700	4980	—	—	1160	120	330	100	1850	270	130	50	730	110	1980	430	
Kuivahko kangas—Aurus <i>Dryish upland site—Ploughing</i>																								
1—	2	Ra	14	195	1690	550	1020	520	14240	3750	30	20	—	—	0	250	90	320	110	440	130	6140	1110	
3—	4	Li	46	170	950	440	950	370	5240	1990	940	120	—	—	50	30	240	70	1900	780	1920	370	3240	680
	Ra	28	205	180	180	360	250	12910	4640	1420	130	—	—	50	30	130	60	2820	490	1020	280	1550	310	
	Ra	8	180	1840	1190	1220	750	8370	4360	—	—	40	30	20	20	100	50	60	40	530	170	2670	870	
5—	6	Ra	16	160	2340	760	1490	680	11280	3710	1660	180	—	—	1680	400	40	1110	190	1400	260	3660	570	
	Ra	18	185	15810	5100	1610	820	19030	5050	—	—	2740	1020	2580	560	860	350	970	370	970	330	12150	2670	
	Li	41	160	4880	2690	700	700	5350	2430	—	—	11420	2110	840	230	260	70	4300	1080	4510	950	3280	660	

Taimikon ikä Age of plantation	Taimikon numero Plot number	Korkeus, mpy tude	Taimiaines Seedling material			Koivu Birch			istutus planted			Mänty—Pine kylvö sown			luontainen natural			Taimet Seedlings			Rauduskoivu Silver birch			Hieskoivu White birch			Vesat Sprouts		
			Mänty Pine	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x	̄ X	S _x
Kuivahko kangas—Aurus <i>Dryish upland site—Ploughing</i>																													
7—8	Li 37	150	1500	570	0	0	5170	1740	1900	120	—	—	650	100	400	130	2500	560	2820	520	1970	500							
9—10	Li 33	160	2240	1470	1430	580	8770	3360	880	190	—	—	1090	240	3570	740	5750	890	5030	1310	6020	990							
	Li 31	180	1200	660	8400	3940	7200	4020	1120	160	—	—	1120	300	6480	1450	760	170	1800	490	8000	1680							
	Ra 15	220	0	0	230	230	20930	8580	1010	190	—	—	80	50	1050	210	2560	370	3100	380	9300	1620							
	Ra 17	255	180	180	4360	1680	5270	1640	910	130	—	—	220	70	4290	830	670	130	450	100	8290	1090							
	Ra 20	185	680	380	2040	890	11140	4730	—	—	—	—	2120	400	2310	430	1510	330	5450	830	2200	670							
	Ra 2	175	0	0	740	360	19630	10750	—	—	—	—	3150	560	1140	260	120	60	3120	850	24880	3690							
	Li 30	240	580	430	5190	2350	9230	4680	—	—	—	—	330	80	1710	140	1830	280	1860	250	2110	730							
11—12	Li 27	210	500	240	0	0	5000	2000	—	—	—	—	940	130	270	160	75	30	920	150	3360	360	510						
15—	Ra 29	195	0	0	0	0	5610	3170	—	—	—	—	840	120	390	90	110	50	210	50	1030	220	1230						
Kevyet muokkaukset—Lightly prepared plots																													
1—2	Li 8	180	770	400	460	260	10000	2470	940	110	—	—	140	60	80	30	8570	1590	4010	1030	3060	840	Ä ²						
3—4	Li 39	220	2590	1270	0	0	1110	510	—	—	—	—	3650	600	0	0	560	130	60	30	480	230	K						
	Ra 12	160	8370	3280	204	200	9180	2670	—	—	—	—	610	170	40	0	260	90	330	110	5240	1240	K						
5—6	Li 7	160	1000	1000	500	500	8500	4880	—	—	—	—	3670	750	120	80	370	160	3370	1090	1030	350	K						
	Ra 13	175	1820	820	0	0	10910	4340	—	—	—	—	1670	270	40	30	240	70	710	160	3850	700	K						
7—8	Li 17	160	1930	970	0	0	3550	1840	1060	100	—	—	870	130	340	260	2210	310	2680	550	5840	850	Ä						
9—10	Li 22	160	208	210	0	0	420	420	—	—	—	—	830	170	750	120	1190	180	520	120	3870	850	Ä						
11—12	Li 12	140	650	370	0	0	8260	5980	—	—	—	—	1480	200	650	160	90	1350	580	830	220	8350	1640	L					
	Li 14	220	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	1740	310	1280	220	520	140	220	100	9980	2300	L						
13—14	Li 11	160	0	0	0	0	6460	3850	—	—	—	—	420	100	270	130	1440	180	2900	1150	2460	700	L						
	Ra 11	210	0	0	430	300	8700	3800	—	—	—	—	1090	180	520	200	780	350	100	90	1110	1940	K						
15—	Li 6	140	0	0	0	0	400	300	1510	120	—	—	270	90	230	70	30	30	870	250	3990	730	K						
	Li 4	160	580	280	870	540	8120	2650	—	—	—	—	1430	240	550	120	1190	990	200	3290	820	3430	600	K					
	Li 2	180	0	0	0	0	200	200	—	—	—	—	640	130	60	30	20	80	40	80	50	3620	660	K					
	Ra 10	200	0	0	0	0	1030	640	—	—	—	—	670	120	100	400	110	140	60	170	60	7620	1180	K					
	Ra 19	200	190	180	180	180	1850	840	—	—	—	—	740	100	180	70	890	220	240	70	300	100	4070	1130	K				
	Li 3	160	1030	590	0	0	690	540	—	—	—	—	1720	250	1260	270	190	290	100	1310	270	5780	840	K					

1) Li = Lieksan hoiotalue — Lieksa district of the National Board of Forestry
Ra = Rautavaaran hoiotalue — Rautavaara district of the National Board of Forestry

2) Ä = Äestys — Harvesting
K = Kulutus — Burnt
L = Laikutus — Scrubbing

Liite 2a. Pohjakerroksen kasvillisuuden valtalajin/lajiryhmän suhteellinen esiintymisfrekvenssi (%) eri-ikäisissä taimikoissa sekä reunametsässä.

a = tuore kangas, b = kuivahko kangas

Appendix 2a. The relative occurrence frequency (%) of the dominant species/species group in the bottom layer in different age plantations and border stands.

a = moist upland site, b = dryish upland site

Taimikon ikä, v Age of plantation, y	Peitteetön No bottom layer		Karikkeet Forest litter		Jäkälät Lichens		Seinä/kerrossammal Redstemmed/glittering feather moss		Karhun/kynsisammal Common hair/ fork moss		Rahkasammal Bog moss		Muut Others	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Aurus—Ploughing														
1—2	—	25	—	27	—	0	—	12	—	31	—	5	—	0
3—4	7	21	21	20	1	3	16	32	48	21	4	3	3	0
5—6	8	10	27	22	0	3	20	13	40	48	4	4	1	0
7—8	4	3	10	20	1	6	30	37	52	33	2	1	1	0
9—10	2	3	20	19	0	2	26	33	48	38	4	5	0	0
11—12	6	1	19	21	Δ	3	24	32	47	42	4	1	0	0
13—14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15—	—	7	—	37	—	35	—	4	—	12	—	5	—	0 ⁽¹⁾
Keskimäärin Average	5	10	19	25	1	7	23	23	47	32	4	3	1	0
Reunametsä Border stand	2	6	10	9	Δ	3	51	49	14	10	21	23	2	—
Laikutus & äestys—Scalping & harrowing														
1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5—6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7—8	0	—	8	—	0	—	42	—	48	—	2	—	0	—
9—10	—	0	—	9	—	31	—	29	—	31	—	0	—	0
11—12	—	4	—	16	—	15	—	36	—	29	—	0	—	0
13—14	—	0	—	13	—	10	—	56	—	4	—	17	—	0
15—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Keskimäärin Average	0	1	8	13	0	19	42	40	48	21	2	6	0	0
Reunametsä Border stand	0	0	0	25	0	0	22	50	9	0	69	25	0	0
Kulutus—Burnt														
1—2	0	—	42	—	0	—	32	—	15	—	11	—	0	—
3—4	80	12	0	4	0	0	0	0	20	29	0	43	0	12 ⁽²⁾
5—6	0	14	33	4	0	0	5	9	52	13	10	4	0	56 ⁽²⁾
7—8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9—10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11—12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13—14	—	24	—	30	—	18	—	2	—	15	—	9	—	2 ⁽²⁾
15—	0	1	9	18	0	13	38	46	52	17	1	5	0	0
Keskimäärin Average	20	13	21	14	0	8	19	14	34	19	6	15	0	17
Reunametsä Border stand	0	1	0	8	0	6	50	35	0	8	50	42	0	0

¹⁾ kuiva kangas — dry upland site

²⁾ kulosammal — burned ground moss (*Ceratodon purpureus* (Hedw.))

Liite 2b. Kenttäkerroksen kasvillisuuden valtalajin/lajiryhmän suhteellinen esiintymisfrekvenssi (%) eri-ikäisissä taimikoissa sekä reunametsässä.

a = tuore kangas, b = kuivahko kangas

Appendix 2b. The relative occurrence frequency (%) of the dominant species/species group in the field layer in different-
aged plantation and border stands.

a = moist upland site, b = dryish upland site

Taimikon ikä, v Age of plantation, y	Ei kenttäkerrosta No field layer		Varvut Dwarf shrubs		Metsälauha Wavy hair-grass		Kastikat Smallreeds		Horsma Willow-herbs		Vadelma Raspberry		Muut Others	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Aurus — Ploughing														
1—2	—	22	—	5	—	22	—	17	—	17	—	0	—	17
3—4	21	27	25	28	28	27	0	0	13	11	0	0	13	7
5—6	12	22	16	17	43	20	13	1	13	22	0	0	3	18
7—8	19	13	30	52	35	23	10	0	3	10	0	0	3	2
9—10	10	8	37	33	33	39	6	4	4	6	0	0	10	10
11—12	11	7	28	46	41	35	7	1	6	4	1	0	6	7
13—14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15—	—	11	—	83	—	3	—	0	—	0	—	0	—	3 ¹⁾
Keskimäärin Average	15	16	27	38	36	24	7	3	8	10	Δ	0	7	9
Reunametsä Border stand	4	4	79	70	7	4	2	2	0	0	0	0	8	20
Laikutus & äestys — Scalping & harrowing														
1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5—6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7—8	6	—	50	—	34	—	0	—	6	—	0	—	4	—
9—10	—	2	—	98	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0
11—12	—	28	—	34	—	18	—	15	—	3	—	0	—	2
13—14	—	4	—	38	—	52	—	0	—	0	—	0	—	6
15—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Keskimäärin Average	6	11	50	57	34	23	0	5	7	1	0	0	4	3
Reunametsä Border stand	0	0	87	75	0	0	0	0	0	0	0	0	13	25
Kulotus — Burnt														
1—2	20	—	49	—	27	—	Δ	—	4	—	0	—	0	—
3—4	7	18	2	14	7	6	0	0	82	25	0	0	2	37
5—6	12	20	43	24	38	7	0	7	7	31	0	0	0	11
7—8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9—10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11—12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13—14	—	2	—	61	—	22	—	2	—	0	—	0	—	13
15—	4	3	62	36	32	50	0	4	0	1	0	0	2	6
Keskimäärin Average	11	11	39	34	26	21	Δ	3	23	14	0	0	1	17
Reunametsä Border stand	0	1	100	74	0	1	0	1	0	0	0	0	0	23

¹⁾ kuiva kangas — dry upland site

Liite 3a. Maaston topografian aiheuttama vaihtelu taimikon tiheyteen. Erojen testaus varianssianalyysillä. Tarkastelussa ovat mukana vain 5-vuotiaat ja sitä vanhemmat aurasalat.

Appendix 3a. The variation caused by site topography in the plantation density. The differences have been tested by analysis of variance. Only 5-year-old and older ploughed plots are included.

	Taimiaines <i>Seedling material</i>			Viljelytaimet <i>Cultivated seedlings</i>		Mänty <i>Pine</i>	Luontaiset taimet <i>Naturally-regenerated seedlings</i>			Pinta-ala, % <i>Area, %</i>	
	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Koivut <i>Birches</i>	Istutus <i>Planting</i>	Kylvö <i>Sowing</i>		Kuusi <i>Spruce</i>	Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	Hieskoivu <i>White birch</i>		Vesat <i>Sprouts</i>
Aurus—Tuore kangas <i>Ploughing—Moist upland site</i>											
Tasainen <i>Plain</i>	330	1830	18750	1620	2850	390	1320	2390	3650	8140	14
Rinne <i>Slope</i>	630	3280	13660	1360	2085	460	2790	2300	3110	7110	76
Kumpare <i>Hillock</i>	0	2290	9790	930	1850	270	1840	1490	1670	4180	6
Painanne <i>Hollow</i>	340	2070	8970	460	3540	400	2610	1210	4610	4150	4
F-arvo <i>F-value</i>	0.86	1.00	1.07	1.86	1.96	0.44	3.69*	0.84	1.55	1.92	3/843
Aurus—Kuivahko kangas <i>Ploughing—Dryish upland site</i>											
Tasainen <i>Plain</i>	3010	820	9450	1500	5230	860	730	2070	3420	10990	13
Rinne <i>Slope</i>	1950	1910	10130	1250	2870	670	1740	1920	2870	6450	81
Kumpare <i>Hillock</i>	420	5000	15420	1500	1620	1400	1470	1420	2670	5250	4
Painanne <i>Hollow</i>	0	0	3570	880	1170	640	2670	1620	1070	9290	2
F-arvo <i>F-value</i>	0.70	1.76	0.75	0.88	1.68	2.05	2.11	0.23	1.02	3.22*	3/579

Liite 3b. Rinteen suunnan vaikutus taimikon tiheyteen. Tiheyserojen testaus varianssianalyysillä. Tarkastelussa ovat mukana vain 5-vuotiaat ja sitä vanhemmat aurasalat.

Appendix 3b. The effect of slope exposure on the plantation density. The differences in density have been tested by analysis of variance. Only 5-year-old and older ploughed plots included.

	Taimiaines <i>Seedling material</i>			Viljelytaimet <i>Cultivated seedlings</i>		Mänty <i>Pine</i>	Luontaiset taimet <i>Naturally-regenerated seedlings</i>			Pinta- ala, % <i>Area, %</i>	
	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Koivut <i>Birches</i>	Istutus <i>Planting</i>	Kylvö <i>Sowing</i>		Kuusi <i>Spruce</i>	Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	Hieskoivu <i>White birch</i>		Vesat <i>Sprouts</i>
Aurus — Tuore kangas <i>Ploughing — Moist upland site</i>											
Pohjoisrinne <i>North slope</i>	80	2250	15330	1440	2880	470	1700	3220	3120	8110	19
Itärinne <i>East slope</i>	870	2680	16940	1420	2270	500	2010	1680	2890	6680	28
Etelärinne <i>South slope</i>	770	2630	12880	1220	1520	560	2360	2310	2900	5520	24
Länsirinne <i>West slope</i>	630	5030	10100	1330	1990	350	4570	2300	3480	8180	29
F-arvo <i>F-value</i>	1.38	2.87*	1.18	0.27	2.21	0.76	12.52***	2.10	0.34	1.98	3/646
Aurus — Kuivahko kangas <i>Ploughing — Dryish upland site</i>											
Pohjoisrinne <i>North slope</i>	1890	2030	5270	1510	4350	1030	2630	1710	2320	6220	16
Itärinne <i>East slope</i>	2130	1690	14040	1250	2010	650	1510	2380	2830	5810	29
Etelärinne <i>South slope</i>	1150	1540	8900	1270	3860	540	1120	2030	2760	6610	33
Länsirinne <i>West slope</i>	2920	2640	11040	1030	2870	620	2320	1330	3470	7200	22
F-arvo <i>F-value</i>	0.78	0.39	1.04	1.62	1.45	2.19	3.71*	1.82	0.88	0.47	3/468

Liite 3c. Taimikon tiheys karkeilla (sora-, hiekka- ja hietamoreeni) ja hienoilla (hiesu- ja savimoreeni) moreenimailla, karkeilla (hiekkä, hieta) lajittuneilla mailla sekä turvepintaisilla mailla. Tiheyserojen testaus varianssianalyysillä. Tarkastelussa ovat mukana vain 5-vuotiaat ja sitä vanhemmat aurasalat.
 Appendix 3c. Plantation density on coarse (gravel, sand and fine sand moraine) and fine (silt and clay moraine) morainic soils, coarse (sand, fine sand) sorted soils and soils with an overlying layer of peat. The differences in density have been tested by analysis of variance. Only 5-year-old and older ploughed plots included.

	Taimiaines Seedling material		Viljelytaimet Cultivated seedlings		Luontaiset taimet Naturally-regenerated seedlings			Pinta-ala, % Area, %			
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivut Birches	Istutus Planting	Kylvö Sowing	Mänty Pine	Kuusi Spruce		Rauduskoivu Silver birch	Hieskoivu White birch	Vesat Sprouts
Aurus — Tuore kangas Ploughing — Moist upland site											
Karkea moreeni Coarse moraine	560	3080	13970	1380	1270	450	2530	2210	3170	6540	97
Karkea lajittunut Coarse sedimented	0	0	2500	—	560	420	1250	2920	3750	2920	Δ
Turve Peat	0	0	18260	170	2180	220	2250	2870	2540	22970	3
F-arvo F-value	0.42	1.42	0.35	4.11*	0.31	0.38	0.19	0.23	0.12	23.58***	2/842
Aurus — Kuivahko kangas Ploughing — Dryish upland site											
Karkea moreeni Coarse moraine	2010	1870	9500	1290	3220	660	1560	1820	2910	6330	90
Hieno moreeni Fine moraine	590	2350	11180	1060	—	1270	3140	7350	2750	7840	3
Karkea lajittunut Coarse sedimented	0	1110	17780	1430	2500	1000	5810	330	3850	8960	1
Turve Peat	1210	1520	16970	1130	1330	1270	740	1000	2340	17380	6
F-arvo F-value	0.34	0.06	0.61	0.86	0.88	2.61	6.00**	15.19***	0.28	8.79***	3/579

Liite 3d. Kivisyyden (kokonais Si-luokitus, Viro 1952) vaikutus taimikon tiheyteen. Tiheyserojen testaus varianssi-analysillä. Tarkastelussa ovat mukana vain 5-vuotiaat ja sitä vanhemmat aurasalat.

Appendix 3d. The effect of stoniness (total Si classification, Viro 1952) on plantation density. The differences in density have been tested by analysis of variance. Only 5-year-old and older ploughed plots included.

	Taimiaines <i>Seedling material</i>			Viljelytaimet <i>Cultivated seedlings</i>		Mänty <i>Pine</i>	Luontaiset taimet <i>Naturally-regenerated seedlings</i>			Pinta- ala, % <i>Area, %</i>	
	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Koivut <i>Birches</i>	Istutus <i>Planting</i>	Kylvö <i>Sowing</i>		Kuusi <i>Spruce</i>	Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	Hieskoivu <i>White birch</i>		Vesat <i>Sprouts</i>
Aurus — Tuore kangas <i>Ploughing — Moist upland site</i>											
Erittäin kivinen <i>Very stony</i>	1010	3320	10370	1190	2340	460	2910	2190	2820	5320	26
Kivinen <i>Stony</i>	770	3300	18850	1400	2300	510	2530	2350	3930	5990	26
Vähäkivinen <i>Few stony</i>	200	2740	13720	1420	2230	400	2370	2290	2880	8550	48
F-arvo <i>F-value</i>	5.22**	0.38	2.83	0.81	0.04	0.63	0.91	0.06	2.12	6.57**	2/821
Aurus — Kuivahko kangas <i>Ploughing — Dryish upland site</i>											
Erittäin kivinen <i>Very stony</i>	1730	870	7400	1100	4480	580	1380	2340	2670	8300	26
Kivinen <i>Stony</i>	1990	1990	10290	1330	2560	800	2060	1690	2620	7790	24
Vähäkivinen <i>Few stony</i>	2120	2330	11580	1330	2690	770	1550	1820	3160	6050	50
F-arvo <i>F-value</i>	0.08	1.53	0.69	0.33	1.92	1.01	1.41	1.36	0.84	1.98	2/575

Liite 3c. Humuskerroksen paksuuden vaikutus taimikon tiheyteen. Tihyserojen testaus varianssianalyysillä. Tarkastelussa ovat mukana vain 5-vuotiaat ja sitä vanhemmat aurausalat.
 Appendix 3c. The effect of humus thickness on plantation density. The differences in density have been tested by analysis of variance. Only 5-year-old and older ploughed plots included.

	Taimiaines Seedling material		Koitut Birches		Vijelytaimet Cultivated seedlings		Mänty Pine		Luontaiset taimet Naturally-regenerated seedlings		Pinta-ala, % Area, %	
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivut Birches	Istutus Planting	Kylvö Sowing	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Rauduskoivu Silver birch	Heskoivu White birch	Vesat Sprouts		
Auraus — Tuore kangas Ploughing — Moist upland site												
Alle 3 cm Under 3 cm	930	4570	22530	1530	2510	510	2640	2025	2980	6170	35	
3 — 5 cm	250	2710	9940	1400	2310	400	2690	2040	2600	7600	38	
6 — 10 cm	360	1450	8730	1000	1620	370	2270	2660	3240	7170	20	
Yli 10 cm Over 10 cm	670	670	7830	1140	2270	490	1730	3100	6760	6920	7	
F-arvo F-value	2.70*	5.78*	8.58***	2.15	1.26	0.60	0.93	1.33	7.14***	0.80	3/843	
Auraus — Kuivahko kangas Ploughing — Dryish upland site												
Alle 3 cm Under 3 cm	3530	3440	17710	1430	2900	870	2150	2290	2940	7550	38	
3 — 5 cm	1190	1070	4460	1290	4390	690	1460	1750	2140	8310	30	
6 — 10 cm	1430	1220	10100	980	3340	480	1600	1260	2930	5080	17	
Yli 10 cm Over 10 cm	340	220	2810	1030	750	640	680	1940	4100	5490	15	
F-arvo F-value	3.32*	4.55**	6.29***	1.88	3.14**	1.69	3.79*	2.00	3.49*	2.06	3/578	

Liite 4. Taimitiheydet (kpl/ha) mekaanisesti ja kemiallisesti hoidetuissa sekä hoitamattomissa aurasalojen taimikoissa.

Appendix 4. The seedling densities (number/ha) in the mechanically and chemically treated and untreated plantations.

		Mänty	Taimia—Seedlings			Yhteensä Total	Vesoja Sprouts	Taimikoita Number of plantations	Keski-ikä, v Mean age of plantations, y	
		Pine viljelty cultivated	Kuusi Spruce luontainen natural	Rauduskoivu Silver birch	Hieskoivu White birch					
Tuore kangas—Moist upland site										
Mekaaninen perkaus—Mechanical cleaning:										
istutus <i>planting</i>	1.	1000	430	6260	1160	1170	10020	3420	2	11
	2.	530	50	1020	240	90				
	3.	360	80	1320	200	90				
	4.	310	0	0	0	0				
kylvö <i>sowing</i>	1.	1060	470	2620	1170	960	6280	5900	2	11
	2.	530	190	830	210	50				
	3.	310	230	880	170	30				
	4.	190	0	0	0	0				
Kemiallinen perkaus—Chemical cleaning										
kylvö <i>sowing</i>	1.	2090	260	3410	2330	3240	11330	12290	4	10
	2.	660	190	1300	50	360				
	3.	430	200	1360	70	460				
	4.	400	100	710	0	140				
Ei toimenpiteitä—No treatment										
istutus <i>planting</i>	1.	1530	560	1580	8450	2200	14320	3630	1	7
	2.	380	250	1000	0	380				
	3.	380	250	1000	0	250				
	4.	380	250	380	0	250				
kylvö <i>sowing</i>	1.	2490	1590	1860	740	5750	12430	3130	3	9
	2.	850	170	530	70	310				
	3.	590	220	550	40	420				
	4.	480	60	90	0	60				
Kuivahko kangas—Dryish upland site										
Mekaaninen perkaus—Mechanical cleaning										
istutus <i>planting</i>	1.	910	220	4290	670	450	6540	8290	1	9
	2.	710	120	820	0	120				
	3.	710	120	820	0	120				
	4.	710	0	0	0	0				
kylvö <i>sowing</i>	1.	3150	370	1140	120	3120	7900	24880	1	10
	2.	1300	0	190	0	90				
	3.	1300	0	190	0	90				
	4.	1110	0	0	0	0				
Kemiallinen perkaus—Chemical cleaning										
istutus <i>planting</i>	1.	1010	80	1050	2560	3100	7800	9300	1	10
	2.	780	0	780	330	440				
	3.	670	0	670	440	560				
	4.	560	0	330	0	0				
Ei toimenpiteitä—No treatment										
istutus <i>planting</i>	1.	1380	900	2690	3360	3440	11770	4580	3	9
	2.	870	160	520	370	370				
	3.	380	180	700	260	460				
	4.	340	110	300	0	0				
kylvö <i>sowing</i>	1.	1050	990	1150	1390	2830	7410	3610	3	11
	2.	770	150	330	200	420				
	3.	240	170	380	200	520				
	4.	240	20	20	40	40				

1. kaikki taimet — all seedlings

2. kasvatuskelpoiset; kuntoluokka 1, 2 tai 3 — viable seedlings; condition classes 1, 2 or 3

3. kasvatuskelpoiset; kuntoluokka 1 tai 2 — viable seedlings; condition classes 1 or 2

4. kasvatuskelpoiset 'valtataimet' — viable 'dominant seedlings'

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 jalostuskoasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koasema
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) 28 331

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

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

1985

- No 623 Hämäläinen, Jouko, Paavilainen, Eero, Salminen, Olli & Heinonen, Riitta: Tuloksia ojitettujen korpikuusi-
koiden lannoituksesta.
The growth response to and profitability of fertilization in drained spruce swamp stands.
- No 624 Hakkila, Pentti (toim.-ed.): Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti.
The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project.
- No 625 Kaunisto, Seppo & Päivänen, Juhani: Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemailla. Kirjalli-
suuteen perustuva tarkastelu.
Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review.
- No 626 Repo, Seppo & Löytyniemi, Kari: Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalttiuteen.
The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations.
- No 627 Rikala, Risto: Paakkutaimien kastelutarpeen määrittäminen haihdunnan perusteella.
Estimating the water requirements of containerized seedlings on the basis of evapotranspiration.
- No 628 Saarsalmi, Anna, Palmgren, Kristina & Levula, Teuvo: Leppäviljelmän biomassan tuotos sekä ravinteiden ja
veden käyttö.
Biomass production and nutrient and water consumption in an *Alnus incana* plantation.
- No 629 Moilanen, Mikko: Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohutturpeisilla ojitetuilla rä-
meillä.
Effect of thinning and fertilization on the growth of birch (*Betula pubescens*) on the drained mires with thin
peatlayer.
- No 630 Aarnio, Jukka: Suometsiköiden kasvatuksen yksityistaloudellinen edullisuus.
The profitability of timber growing on peatlands from the standpoint of the private forest owner.
- No 631 Pohtila, Eljas & Valkonen, Sauli: Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yk-
sityismetsissä.
Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned
forests of Finnish Lapland.
- No 632 Norokorpi, Yrjö & Kärkkäinen, Sirpa: Maaston korkeuden vaikutus puusto- ja kasvupaikkatunnuksiin sekä
tykkytuhoihin Kuusamossa.
The effect of altitude on stand and site characteristics and crown snow-load damages in Kuusamo in northern
Finland.
- No 633 Silfverberg, Klaus & Huikari, Olavi: Tuhkalannoitus metsäojitetuilla turvemailla.
Wood-ash fertilization on drained peatlands.
- No 634 Yli-Kojola, Hannu: Metsän ikärakenteen kehitys.
The development of age-class composition.
- No 635 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1984.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1984.
- No 636 Vuokila, Yrjö: Puuston määrän vaikutus istutuskusikon kehitykseen, kasvuun ja tuotokseen.
The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland.
- No 637 Räsänen, Pentti K., Pohtila, Eljas, Laitinen, Esko, Peltonen, Antti & Rautiainen, Olavi: Metsien uudistaminen
kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset.
Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories in
1978—1979.
- No 638 Ihalainen, Ritva: Opintojen keskeyttäminen metsäalan ammatillisessa koulutuksessa.
The abandonment of studies in vocational training in forestry.
- No 639 Uotila, Antti: Siemenen siirron vaikutuksesta männyn versosyöpäalttiuteen Etelä- ja Keski-Suomessa.
On the effect of seed transfer on the susceptibility of Scots pine to *Ascolalyx abietina* in southern and central
Finland.
- No 640 Repo, Seppo: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1983—1985.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1983—1985.
- No 641 Ferm, Ari: Jätevedellä kasteltujen lehtipuiden alkukehitys ja biomassatuotos kaatopaikalla.
Early growth and biomass production of some hardwoods grown on sanitary landfill and irrigated with
leachate waste-water.

1986

- No 642 Rikala, Risto & Petäistö, Raija-Liisa: Lannoituksen vaikutus koulittujen rauduskoivun taimien ravinnepitoi-
suuteen, kasvuun ja versolaikkuisuuteen.
Effect of fertilization on the nutrient concentration, growth and incidence of stem spotting in bare-rooted birch
transplants.
- No 643 Juntunen, Marja-Liisa: Metsäalan toimihenkilöiden ajankäyttö ja työtehtävät. NSR:n yhteispohjoismaisen pro-
jektin ”Metsätalouden työorganisaatio” osatutkimus.
The time expenditure and work tasks of forest functionaries. A part study of joint Nordic NSR project ”The
organization of work in forestry”.
- No 644 Saksa, Timo: Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa.
The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomoniesteita 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) 17341

ISBN 951-40-0725-5
ISSN 0015-5543