



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1990

753

Timo Saksa, Jukka Nerg & Jussi Tuovinen

HAVUPUUTAIMIKOIDEN TILA 3—8 VUODEN KULUTTUA
ISTUTUKSESTA TUOREILLA KANKAILLA POHJOIS-SAVOSSA

State of 3—8 years old Scots pine and Norway spruce plantations

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 857 051
Phone:

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

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

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koemasella. Tutkimus- ja koetointia 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 and field 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 753

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1990

Timo Saksa, Jukka Nerg & Jussi Tuovinen

HAVUPUUTAIMIKOIDEN TILA 3—8 VUODEN KULUTTUA ISTUTUKSESTA TUOREILLA KANKAILLA POHJOIS-SAVOSSA

State of 3—8 years old Scots pine and Norway spruce plantations

Approved on 18.5.1990

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	4
21. Otanta	4
22. Inventointimenetelmä	5
23. Aineiston käsittely	5
3. TAIMIKOIDEN TILA	6
31. Yleistietoja taimikoista	6
32. Taimikoiden kokonaistiheys	6
33. Kasvatuskelpoisten taimien määrä	8
34. Taimikoiden kehityskelpoisuus	10
35. Taimien pituuskehitys	10
4. METSÄNUUDISTAMISTULOKSEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	11
41. Istutuskauden sääolot	11
42. Muokkauksen peittävyys	12
43. Maalaji	13
44. Reunametsäetäisyys	13
45. Taimituhot	14
46. Jälkihoitotoimet	15
5. TULOSTEN TARKASTELU	16
51. Uudistamistulos	16
52. Taimikoiden kehitykseen vaikuttavia tekijöitä	17
6. YHDISTELMÄ	22
KIRJALLISUUS — REFERENCES	23
SUMMARY	25
LIITTEET — APPENDICES	27

Saksa, T., Nerg, J. & Tuovinen, J. 1990. Havupuutaimikoiden tila 3—8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa. Summary: State of 3—8 years old Scots pine and Norway spruce plantations. *Folia Forestalia* 753.30 p.

Tutkimuksessa tarkasteltiin vuosina 1980—82 ja 1984—86 istutettujen männyn ja kuusen taimikoiden tilaa 3—8 vuoden kuluttua viljelystä. Männyn istutustulos oli keskimäärin 1 140 ja kuusen 1 270 kasvatuskelpoista tainta/ha. Vuonna 1986 istutetuissa, inventoitaessa 3-vuotiaissa taimikoissa oli keskimäärin 1 500 istutustainta/ha. 7—8-vuotiaissa männyn taimikoissa kasvatuskelpoisia istutustaimia oli keskimäärin 800 ja kuusen taimikoissa 1 100 kpl/ha. Aiempiin, 1970-luvulla perustettuihin viljelyihin verrattuna istutustulos oli pysynyt samantasoisena.

Äestetyillä tai auratuilla uudistusaloilla oli 6—10 % enemmän istutustaimia kuin muokkaamattomilla aloilla. Muokkaamattomilla aloilla oli tehty enemmän täydennysistutusta kuin muokatuilla aloilla. Maanmuokausmenetelmällä ei ollut merkittävää vaikutusta männyn istutustulokseen, mutta kuusen istutustulos oli paras mätätään muokatuilla uudistusaloilla. Todellisia istutustihetyksiä ei tutkituista kohteista ollut tiedossa, joten istutustulosvertailut perustuvat havaittuun kasvatuskelpoisten taimien määrään. Muokatuilla uudistusaloilla istutustaimien pituuskehitys oli nopeampi kuin muokkaamattomilla aloilla.

Keskimäärin joka toinen kasvatettavaksi luokitellusta 2 300—3 000 taimesta/ha oli luontaisesti syntynyt. Näistä männyn taimikoissa noin puolet ja kuusen taimikoissa lähes kolmannes oli havupuiden ja loput raudus- ja hieskoivun taimia. Maanmuokaus edisti erityisesti männyn ja lehtipuiden taimettumista. Muokkaamattomilla aloilla oli runsaasti kuusen taimiainesta, josta suuri osa oli syntynyt ennen päätehakkua.

Istutustuloksen vaihtelevuus ja runsas luontaisten taimien esiintyminen antaa mahdollisuuden metsän luontaisen uudistamisen ja istutuksen suunnitelmalliseen yhdistämiseen. Soveliasa kohteissa uudistaminen voidaan toteuttaa esim. kaistaleavohakkuun, muokkauksen ja reunametsän siemennyksen avulla, jota tarvittaessa täydennetään istuttamalla. Tällainen uudistamismenetelmä johtaa viljelyä useammin sekametsikköön, mikä asettaa omat vaatimuksensa taimikonhoidolle ja myöhemmälle metsikön kasvatukselle.

The state of 3—8 years old plantations of Scots pine and Norway spruce established in 1980—82 and 1984—86 in the region of Pohjois-Savo was examined. The average planting result of Scots pine on the moist upland sites was 1 140 viable plants per hectare. The corresponding figure for Norway spruce was 1 270. In the plantations established in 1986, which were 3 years old at the time of the inventory, there were an average of 1 500 planted seedlings per hectare. In the oldest plantations studied, which were 7—8 years old, the corresponding averages were 800 viable Scots pine plants and 1 100 viable Norway spruce plants per hectare. When compared to plantations established in the 1970s, the survival figures were much the same.

There were 6—10 % more planted seedlings on prepared sites compared to unprepared sites. More supplementary planting had been resorted to on the unprepared sites than on the prepared sites. The site preparation methods did not have significant effect on the forest planting result for Scots pine, but in the case of Norway spruce, the best result was obtained on sites which had been mounded using a tractor-mounted backhoe. The actual planting density figures for the sites were not available, and consequently the planting result comparison is based on the number of viable plants observed on the sites. The height increment of plants was better on the prepared sites.

On the average, one in two of the 2 300—3 000 plants per hectare classified as being viable were wildings. In Scots pine plantations, approximately a half of these were conifers; in Norway spruce plantations, nearly a third were conifers. The remainder in both cases consisted of Silver birch and Downy birch. Site preparation promoted especially the establishment of Scots pine and deciduous species. On the unprepared sites, there was plenty of spruce regeneration most of which had appeared before the final cut.

The variability of forest planting result and the great amount of natural regeneration on the moist upland sites provides an opportunity to combine systematically artificial and natural regeneration. In appropriate situations, regeneration may, for instance, be carried out by means of strip felling, site preparation and the use of marginal forest as a source of seed; any gaps that may occur can then be filled-in by planting. This type of regeneration leads often to a mixed stand which will require particular silvicultural care.

Keywords: site preparation, planting, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*.
ODC 181.65+568+232.4

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

ISBN 951-40-1111-2
ISSN 0015-5543

Helsinki 1990. Valtion painatuskeskus

1. Johdanto

Pohjois-Savon metsälautakunnan maa-alasta on 80 % metsämaata. Tutkimusalueen metsämaat ovat varsin viljavia, sillä yksityismaista lähes 60 % (755 000 ha) on luokiteltu tuoreiksi kankaiksi tai sitä rehevemmiksi kasvupaikoiksi (Uusitalo 1989). Metsänviljelyala kasvoi Pohjois-Savossa 1950-luvulta lähtien aina 1970-luvun puoliväliin saakka. Suurimmillaan metsänviljely oli vuonna 1975, jolloin uudistettiin viljellen noin 15 000 ha. Vuosina 1980—82 metsänviljelypinta-ala vaihteli 12 000—14 000 hehtaarin tienoilla ja vakiintui vuosien 1984—86 aikana 9 000 hehtaarin vuotuiselle tasolle.

Maanmuokkausta alettiin käyttää laajemmin 1970-luvun alusta lähtien. Muokkaus yleistyi nopeasti, ja vuosikymmenen puolesta välistä lähtien muokattiin metsänviljelyalasta noin puolet. 1980-luvun alussa valtaosa muokkauksesta oli metsämaan aurausta, mutta muutamassa vuodessa äestyksestä kehittyi aurausta yleisempi muokkausmenetelmä. Vuosina 1984—86 kolmannes metsänviljelyalasta äestettiin, runsas neljännes aurattiin tai mätästettiin ja vajaa puolet viljeltiin ilman maanmuokkausta.

Pohjois-Savossa metsänviljelyalasta uudistettiin istuttamalla noin 90 % 1980-luvulla. Vuosikymmenen alussa istutusmateriaalina käytettiin lähes yksinomaan paljasjuurisia taimia. Männyin istutuksissa paakkutaimimateriaalin käyttö yleistyi melko nopeasti. Vuonna 1981 viljeltiin kymmenesosa männyin istutuksista paakkutaimilla, mutta jo viittä vuotta myöhemmin paakkutaimien osuus oli noussut puoleen männyin istutusmateriaalista. Samaan aikaan kuusen istutuksista lähes 90 % tehtiin edelleen paljasjuuritaimilla.

Tuoreilla kankailla on usein turvauduttu metsänviljelyyn, koska luontaisen uudistamisen edellytykset on arvioitu viljavalla kasvupaikalla karua kasvupaikkaa heikommiksi. Kaikki pääpuulajimme soveltuvat tuoreen kankaan kasvupaikoille, mutta viime vuosikymmeninä metsänuudistamisessa on suosittu erityisesti mäntyä. Maanmuokkauksella

pyritään turvaamaan metsänviljelyn onnistuminen. Samalla uudistusaloille syntyy runsaasti luontaista taimiainesta, joka täydentää viljelytaimikkoa. Tuoreilla kankailla tämä luontainen täydennys antaa mahdollisuudet kehittää taimikko sekametsäksi.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää männyin ja kuusen istutuksen tulosta Pohjois-Savossa. Tarkoituksena on kartoittaa, millaisia tuloksia on saavutettu 1980-luvun alkupuoliskolla käytössä olleilla uudistamisketjuilla. Tutkimuksessa vertaillaan eri maankäsittelymenetelmien käyttöä tuoreen kankaan istutusaloilla ja niiden vaikutusta istutustulokseen. Tuoreen kankaan männyin istutuksia verrataan lisäksi pienehkön vertailuaineiston avulla kuivahkon kankaan männyin istutuksiin. Tärkeimpinä vertailukriteereinä ovat männyin ja kuusen istutuksella saavutettava istutustulos sekä metsänuudistamistulos kokonaisuutena ottaen huomioon istutustuloksen lisäksi luontaisten taimien täydentävä vaikutus. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää laadittaessa käytännön metsänuudistamisuosituksia.

Tekijöiden kesken työ on jakaantunut seuraavasti. Tutkimuksen ovat suunnitelleet ja ohjanneet MML Timo Saksa ja mh Jukka Nerg. Mmyo Jussi Tuovinen keräsi aineiston 6—8-vuotiaiden taimikoiden osalta sekä laati tästä osa-aineistosta pro gradu-työnsä metsätieteen kandidaatin tutkintoa varten (Tuovinen 1989). Nuorempien taimikoiden aineiston keräsi mt Matti Savolaisen johtama maastotyöryhmä. Aineistojen yhdistämisen ja käsittelyn teki Jussi Tuovinen, joka myös laati tutkimuksen alustavan käsikirjoituksen. Jukka Nerg tarkensi käsikirjoitusta Pohjois-Savon metsälautakuntaa koskevien tietojen osalta. Käsikirjoituksen täydentämisestä ja julkaisukuntoon saattamisesta vastasi Timo Saksa. Käsikirjoituksen englanninkieliset tekstit on kääntänyt mh Erkki Pekkinen. Tutkimuksen maastotyöt on rahoitettu Pohjois-Savon metsälautakunnan varoin. Jussi Tuovisen työskentelyä on voitu rahoittaa Pohjois-Savon maakuntarahaston, metsänuudistamisen vaihtoehtojen vertailu-tutkimushankkeen ja opetusministeriön varoin. Tekijät kiittävät kaikkia työn edistämiseen myötävaikuttaneita henkilöitä ja yhteisöjä.

2. Tutkimusaineisto ja -menetelmä

21. Otanta

Tutkimuksen kohteena olivat Pohjois-Savon metsälautakunnan yksityismetsien vuosina 1980—1986 istutetut männyn ja kuusen taimikot. Otanta tehtiin ositteittain kasvupaikan ja maanmuokausmenetelmän perusteella (taulukko 1).

Otannassa käytettiin tasakiintiöintiä, jotta kaikista ositteista saataisiin riittävästi havaintoja. Taimikot valittiin arpomalla Pohjois-Savon metsälautakunnan hankerekisteristä yksityismetsälain mukaisista uudistamissuunnitelmista. Arvotuista taimikoista valittiin inventoiviksi sellaiset, jotka uudistamissuunnitelman, metsänhoitotöiden loppuselvityksen ja maastotarkastuksen perusteella soveltuivat ositteisiin ja sisälsivät vähintään 0,5 hehtaarin laajuisen yhtenäisen istutusalan.

Pohjois-Savon metsälautakunnan eteläosasta inventoitiin kesällä 1988 kaikkiaan 60 vuosina 1980—1982 istutettua männyn ja kuusen taimikkoa (kuva 1). Metsälautakunnan eteläosasta uudistusaloja mitattiin jokaisen metsänhoitoyhdistyksen alueelta suhteessa niiden vuositaiseen istutusalaan. Seuraavana kesänä inventoitiin metsälautakunnan pohjoisosasta kaikkiaan 71 vuosina 1984—1986 istutettua männyn ja kuusen taimikkoa. Nämä uudistusalat sijaitsivat kuuden metsänhoitoyhdistyksen alueella, jotka keskimäärin edustavat Pohjois-Savon metsälautakunnan pohjoisosan metsänhoitoyhdistyksiä. Tällaiseen aineiston keruun keskittämiseen päädyttiin kustannusten minimoimiseksi. Aineisto koostui kokonaisuudessaan 131 uudistusalasta, joiden yhteispinta-ala oli noin 160 ha.

Taimikoita oli jokaisessa ositteessa jokaiselta istutusvuodelta (taulukko 2). Männyn taimikoissa oli äestysaloja vuodelta 1980 ja aurausaloja vuodelta 1982 kuitenkin vain yksi kutakin. Kuivahkon kankaan osite liitet-

tiin tutkimukseen kesän 1989 inventoinnissa, ja se on muita ositteita pienempi. Se sisältää sekä muokattuja että muokkaamattomia aloja. Vuosina 1984—1986 istutetuissa taimikoissa on tuoreen kankaan äestettyihin aloihin luettu 6 traktori-laikutuksella käsiteltyä uudistusala ja aurattuihin aloihin vastaavasti 9 ojitus-mätästettyä alaa. Tutkimustuloksia esitettäessä on 3—8-vuotiaissa taimikoissa laikutusalat liitetty äestysalojen ja mätästysalat aurausalojen yhteyteen, mutta eräiden muuttujien osalta on laskettu 3—5-vuotiaiden taimikoiden tulokset kaikille muokauskäsitteilyille erikseen.

Taulukko 2. Taimikoiden jakaantuminen istutusvuositain eri ositteisiin. (Ositteiden selitykset taulukossa 1). Merkkien selitykset: L = Laikutus, M = Mätästys.

Table 2. The classification of inventoried plantations by year and site preparation method. (For explanation of group codes see Table 1) L = Patch scarifying, M = Mounding.

Osite G. code	Viljelyvuosi — Year of planting					yht. total
	1980	1981	1982	1984	1985	
1.	1	5	4	3	4	L1 4 21
2.	4	5	1	2	M1 3	4 M2 19
3.	6	2	2	4	3	2 19
4.	—	—	—	2	3	4 9
5.	3	4	3	4	L1 3	5 L3 22
6.	2	3	5	4	M3 4	M2 3 M1 21
7.	2	2	6	3	4	3 20
yht.	— 19	21	29	22	24	25 131
						total

Taulukko 1. Tutkimusaineiston ositejako.

Table 1. The explanation of group codes used in the study.

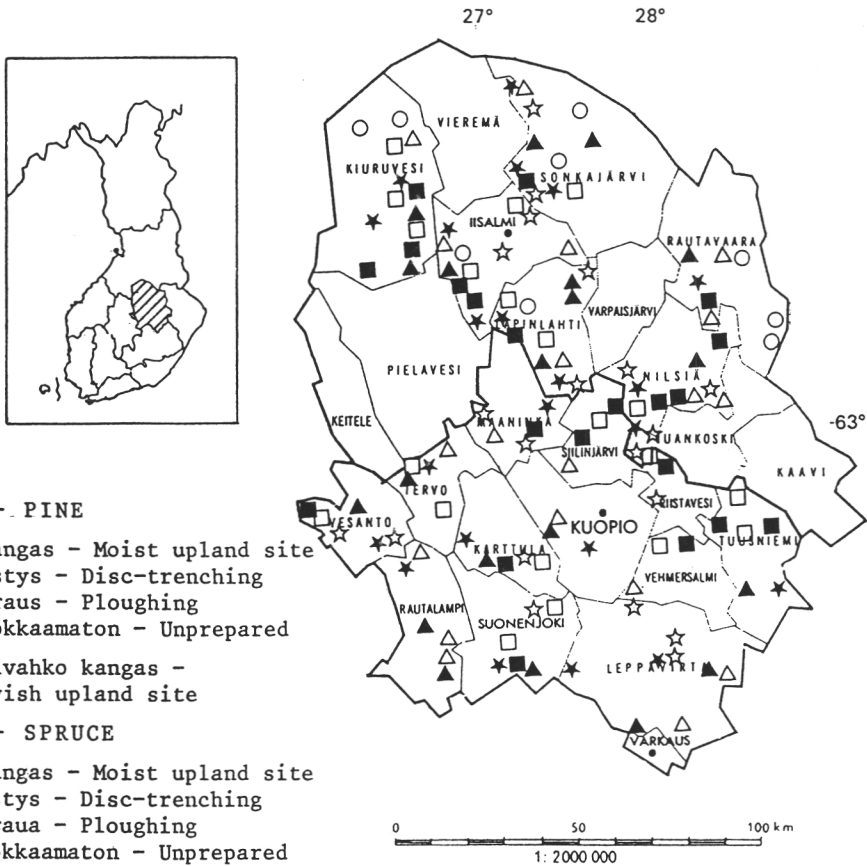
Osite Group code	Viljelty puulaji Planted tree species	Kasvupaikka Growing site	Maanmuokaus Site preparation
1.	Mänty — <i>Pine</i>	MT ¹	Äestys — <i>Disc-trenching</i> ³
2.	Mänty — <i>Pine</i>	MT	Auraus — <i>Ploughing</i> ⁴
3.	Mänty — <i>Pine</i>	MT	Ei muokattu — <i>Unprepared</i>
4.	Mänty — <i>Pine</i>	VT ²	Muokattu/ei muokattu — <i>Prepared/unprepared</i>
5.	Kuusi — <i>Spruce</i>	MT	Äestys — <i>Harrowing</i>
6.	Kuusi — <i>Spruce</i>	MT	Auraus — <i>Ploughing</i>
7.	Kuusi — <i>Spruce</i>	MT	Ei muokattu — <i>Unprepared</i>

1) MT = Tuore kangas, mustikkatyppi — *Moist upland site, Myrtilus type*

2) VT = Kuivahko kangas, puolukkatyyppi — *Dryish upland site, Vaccinium type*

3) Äestys eli lautasaura — *Same as disc ploughing*

4) Palle- tai piennaura — *Tilt ploughing or shoulder ploughing*



MÄNTY - PINE

Tuore kangas - Moist upland site

- ☆ = Äestys - Disc-trenching
- = Aurauus - Ploughing
- △ = Muokkaamaton - Unprepared
- = Kuivahko kangas - Dryish upland site

KUUSI - SPRUCE

Tuore kangas - Moist upland site

- ★ = Äestys - Disc-trenching
- = Auraua - Ploughing
- ▲ = Muokkaamaton - Unprepared

Kuva 1. Inventoitujen istutustaimikoiden sijainti Pohjois-Savon metsälautakunnan alueella.
 Fig. 1. Location of the inventoried reforestation areas in Pohjois-Savo.

22. Inventointimenetelmä

Tutkimuksessa käytettiin systemaattiseen linjoittaiseen ympyräkoela-arviointiin perustuvaa inventointi-menetelmää. Koelakoko oli joko 10 tai 6 neliometriä taimikon arvioidun tiheyden mukaan (ks. Saksa 1986, s. 5). Kustakin taimikosta oli tavoitteena mitata noin 50 koelaa. Inventointilinjat kuljettiin kaikissa taimikoissa itä-länsi-suunnassa kompassia ja mittalankaa apuna käyttäen. Koelalan keskipiste merkittiin kivisyysrassilla ennen mittausten aloittamista. Inventoinnin yhteydessä laadittiin peitepiirros millimetripaperille. Myöhemmin peitepiirrokselta mitattiin kuvion pinta-ala, siemenniskykyisen reunametsän osuus ja koelajojen etäisyys lähimpään siemenniskykyiseen reunametsään.

Koelaloilta määritettiin kasvupaikkaa kuvaavia tietoja sekä taimista puulaji, syntytyyppi, pituus ja kasvatuskelpoisuus. Täydennystaimet erotettiin alkuperäisistä istutustaimista taimien iän ja täydennysviljelyssä tehdyn istutuslaikun perusteella. Joka kolmas koelala oli nk. erikoiskoelala, jolla taimista määritettiin edellisten vuosien lisäksi kolmen viimeisimmän vuoden kasvut

taannehtivasti, ikä sekä taimien tuhot, vikaisuus ja elinvoimaisuus. Erikoiskoelaloilla tehtiin silmävarainen maalajin määritys koelalan viereen kaivetusta 10–30 cm syvästä kuopasta. Kesän 1989 inventoinnissa otettiin lisäksi jokaisesta taimikosta kokoomamaanäyte mekaanista maalajianalyysia varten.

23. Aineiston käsittely

Maastossa lomakkeille kerätty aineisto tallennettiin tietokoneelle Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun ja Suonenjoen tutkimusasemilla. Aineiston käsittely tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen VAX-VMS-laitteistolla Suonenjoen tutkimusasemalla. Aineiston esikäsittely tehtiin tätä inventointimenetelmää varten tehdyllä Fortran-ohjelmistolla, jota muutettiin aineistoon sopivaksi. Esikäsittelyyn sisältyi aineiston loogisuuden tarkistuksia sekä eri lomakkeiden tietojen esilaskentaa ja yhdistämistä. Tulokset laskettiin BMDP-ohjelmakirjastoa (BMDP ... 1987) käyttäen.

Tuloksia laskettaessa taimikot ryhmiteltiin ositteisiin aiemmin esitetyn ositejaon mukaisesti (taulukko 1). Päätuloksia tarkasteltiin myös viljelyvuosittain. Laskennan perusyksikkönä käytettiin laskettavasta tunnuksesta riippuen joko yksittäistä tainta, koelaa tai taimikkokuviota. Taimien kuntoa ja ikää tarkasteltaessa oli laskentayksikkönä yksittäinen taimi. Taimikoit-

taiset taimimäärät ovat koalojen lukumäärän mukaan pinta-alapainotteisia. Tutkittaessa eri tekijöiden vaikutuksia metsänuudistamistulokseen taimikkotasolla käytettiin erojen tilastolliseen testaamiseen varianssianalyysiä. Tilastollisten erojen merkitsevyydet eri riskitasoilla on esitetty tähdillä: 10 % (*), 5 % (**) ja 1 % (***)

3. Taimikoiden tila

31. Yleistietoja taimikoista

Tutkimus rajoitettiin jo otantavaiheessa koskemaan ainoastaan kivennäismaiden uudistusaloja. Kohteet arvottiin uudistamissuunnitelmassa kasvupaikaltaan tuoreeksi tai kuivahkoiksi kankaaksi luokiteltujen taimikoiden joukosta. Auras oli suunnattu tuoreella kankaalla kasvupaikan rehevimmille, soistuneimmille ja vähäkivisimmille kohteille, äestys puolestaan karuimmille ja kivisimmille kohteille. Kallioiset, kivikkoiset ja erittäin kiviset kohteet oli jätetty usein muokkaamatta. Muokkauksen peittävyys eli muokkauksella käsitellyn maanpinnan osuus oli äestysaloilla keskimäärin 40 % ja aurasaloilla 60 %.

Kuusen istutusta oli suosittu tuoreen kankaan rehevimmillä ja vähiten soistuneilla kohteilla. Myös vähäkiviset äestyskohteet oli istutettu useimmiten kuuselle. Taimikoiden maalaji oli silmävaraisen arvion mukaan valtaosin (95 % koaloista) sora-, hiekka- tai hietamoreenia. Hiesumoreenia oli eniten (3 % koaloista) kuusenistutusaloilla ja muokkaamattomilla männyn istutusaloilla. Kuivahkon kankaan männyn istutuskohteilla oli eniten lajittuneen hiekan ja hiedan koaloja (n. 3 %). Nämä kohteet olivat tuoreiden kankaiden kohteita soistuneempia ja vähäkivisempiä.

Inventoidut taimikkokuviot olivat kaikki suhteellisen pieniä. Niiden koko vaihteli 0,3 ha:sta 4,3 ha:iin. Kaikkien taimikoiden peitepiirrokselta mitattu pinta-alojen keskiarvo oli 1,2 ha. Muokatut kuviot olivat suurempia kuin muokkaamattomat: auras kuvioiden keskikoko oli 1,5 ha, muokkaamattomien vain 0,9 ha.

Kuuvia 80 % oli edelliseltä puustoltaan kuusivaltaisista. Mäntyä ja koivua oli esiintynyt sekapuuna varsin yleisesti. Myös reuna-

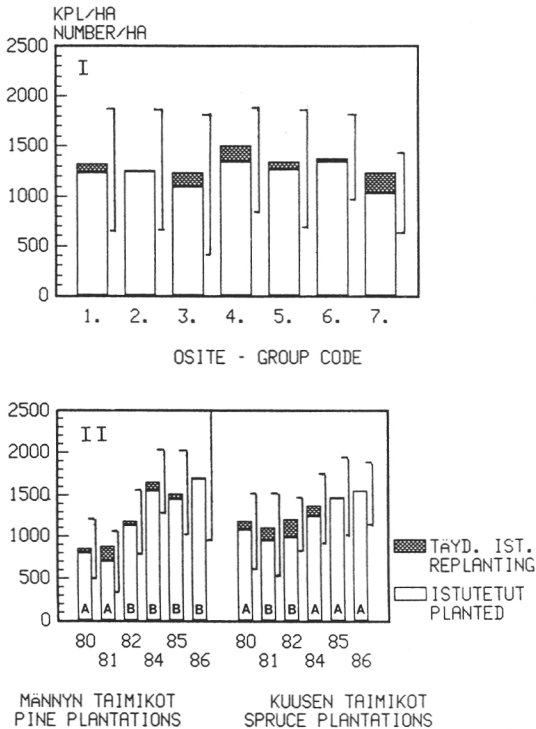
metsät olivat 80 %:lla kuvioista kuusivaltaisia. Siemennyskykyisen reunametsän osuus kuvion piiristä oli äestetyillä ja muokkaamattomilla kohteilla keskimäärin 60 % ja aurasaloilla kohteilla 45 %.

Vuosina 1980—1982 istutetut uudistusalat oli avohakattu vuosina 1979—1981. Muokkaus oli suoritettu yleensä heti avohakkuuta seuraavana kesänä ja istutus vuoden kuluttua muokkauksesta. Kaikki 6—8-vuotiaat taimikot oli istutettu paljasjuuritaimilla. Vuosina 1984—1986 istutetut uudistusalat oli avohakattu vuosina 1980—1985. Suurin osa taimikoista oli muokattu ja istutettu viiveettä, mutta joka kuudennessa taimikossa oli avohakkuun ja istutuksen väli 3 vuotta tai pidempi. Istutus oli tehty pääasiassa paljasjuuritaimilla. Inventointiaineistoon tuli mukaan 9 paakkutaimilla istutettua taimikkoa.

Uudistusaloittain trendipinta-alamenetelmällä (Ojansuu ym. 1983) lasketut istutusvuosien kasvukausittaiset keskimääräiset lämpösummat vaihtelivat 1034:stä 1222:een dd-yksikköön. Kasvukausina 1982 ja 1985 lämpösumma jäi hieman keskimääräistä pienemmäksi, mutta kasvukausina 1980, 1981 ja 1984 se nousi hieman keskimääräistä korkeammaksi. Touko-, kesä- ja heinäkuun yhteenlaskettu sademäärä oli vuosina 1981 ja 1982 noin 30 % keskimääräistä suurempi. Muina vuosina vastaava sademäärä oli likimain pitkäajan keskiarvon mukainen. Kevät 1981 ja 1984 olivat keskimääräistä kuivempia toukokuun sademäärän ja keskilämpötilan perusteella tulkittuina.

32. Taimikoiden kokonaistiheys

Alkuperäisiä istutustaimia oli sekä männyn taimikoissa että kuusen taimikoissa keskimäärin 1 220 kappaletta hehtaarilla (liite 1).



Kuva 2. Istutustaimien määrä eri ositteissa (I) ja istutusvuosittain (II). Uudistusalojen välinen keskihajonta on merkitty pylvään viereen janalla ja tilastollisesti toisistaan eroavat (riski 5 %) keskiarvot on merkitty eri aakkosilla pylväiden alaosaan. (Ositteiden selitykset taulukossa 1).

Fig. 2. The average number of planted stock in different groups (I) and in different planting years (II). The mean deviation of the average is indicated by a segment of line between the columns. Significantly (5% risk) differing averages are indicated by different letters at the bottom of the columns. (For explanation of group codes see Table 1).

Ositteittain alkuperäisten istutustaimien lukumäärän keskiarvo vaihteli välillä 1 030—1 350 kpl/ha (kuva 2) niin, että taimia oli vähiten muokkaamattomilla aloilla ja eniten kuivahkon kankaan männyn taimikoissa. Tilastollisesti tarkastellen ositteiden väliset erot eivät muodostuneet merkitseviksi. Taimikoiden taimitiheyksien keskihajonta oli suurin muokkaamattomissa männyn taimikoissa. Vaihteluväli oli yleensäkin männyn taimikoissa suurempi kuin kuusen taimikoissa. Taimettomien koealojen osuus, nk. nollaruutuprosentti vaihteli alkuperäisten istutustaimien osalta välillä 27—40 %. Pienin se oli männyllä kuivahkolla kankaalla ja kuusella aurasaloilla. Istutustaimettomia koealoja oli eniten muokkaamattomilla aloilla.

Täydennysistutusta oli tehty männyn taimikoissa eniten äestysaloilla, joista joka neljännellä uudistusaloilla oli täydennystaimia. Muokkaamattomilla aloilla täydennyskohteita oli vähemmän (16 %) kuin äestysaloilla, mutta niillä oli huomattavasti enemmän täydennystaimia (keskimäärin 950 kpl/ha) kuin täydennetyillä äestysaloilla (375 kpl/ha). Ainoastaan yhdellä auratulla männyn istutusaloilla oli täydennystaimia.

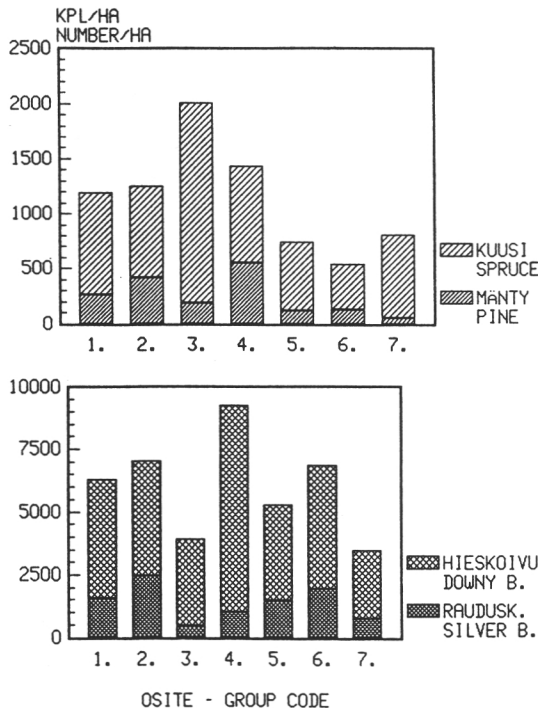
Kuusen taimikoissa täydennettyjen kohteiden osuus oli muokkaamattomilla 45, äestetyillä 23 ja auratuilla aloilla 10 %. Muokkaamattomilla aloilla täydennystaimia oli keskimäärin 375 kpl/ha ja muokatuilla täydennyskohteilla hieman vähemmän eli 300 kpl/ha.

Istutustaimia oli 1980—82 perustetuissa taimikoissa vähemmän kuin nuoremmilla, vuosina 1984—86 viljellyillä uudistusaloilla. Männyn istutustuloksessa näiden ryhmien välinen ero oli tilastollisestikin merkitsevä. Vuosina 1980—82 istutetuissa männyntaimikoissa oli 6—8 vuoden kuluttua istutuksesta elossa vajaat 1 000 tainta hehtaarilla. Erityisen heikko oli vuoden 1981 männyn istutus-tulos; noin 700 alkuperäistä istutustainta/ha. Vuosina 1984—86 perustetuissa männyn taimikoissa oli 3—5 vuoden kuluttua istutuksesta elossa likimain 1 500 istutustainta/ha.

Kuusenkin taimikoissa istutustaimien määrä väheni viljelystä kuluneen ajan kasvaessa. Kuusen taimikoissa vuosien 1981 ja 1982 istutustulokset jäivät muita vuosia heikommiksi, mikä ilmeisesti oli johtanut poikkeuksellisen runsaaseen täydennysistutukseen erityisesti vuoden 1982 muokkaamattomilla istutusaloilla. Nuorimmissa, 1984—86 istutetuissa kuusen taimikoissa viljelytaimia oli hieman alle 1 500 kpl/ha.

Luontaisia havupuiden taimia oli tuoreen kankaan kuusen taimikoissa keskimäärin 700 kpl/ha, joista noin 100 kpl/ha oli männyntaimia (kuva 3). Männyn taimikoissa luontaisia havupuiden taimia oli merkitsevästi enemmän, lähes 1 500 kpl/ha, joista noin 80 % oli kuusentaimia. Erityisen runsaasti luontaisia havupuiden taimia oli muokkaamattomilla männyn istutusaloilla (yli 2 000 kpl/ha). Vastaavilla äestetyillä tai auratuilla aloilla niitä oli keskimäärin 1 200 kpl/ha. Luontaisten havupuiden nollaruutuprosentti vaihteli ositteittain 46—74 %:iin, eli luontaisia havupuita oli korkeintaan joka toisella koealalla.

Luontaisia siemensyntyisiä koivuja oli



Kuva 3. Luontaisten taimien kokonaismäärä puulajeittain ja ositteittain. (Ositteiden selitykset taulukossa 1).

Fig. 3. The average number of wildlings by tree species in different groups. (For explanation of group codes see Table 1).

runsaasti sekä männyn että kuusen taimikoissa. Rauduskoivuja oli männyn taimikoissa keskimäärin 1 500 kpl/ha ja kuusen taimikoissakin keskimäärin 1 400 kpl/ha. Hieskoivuja oli tuorella kankaalla sekä männyn että kuusen taimikoissa noin 4 000 kpl/ha, mutta kuivahkolla kankaalla poikkeuksellisen paljon, keskimäärin 8 000 kpl/ha. Siemensyntyisiä koivuja oli tuoreen kankaan muokatuilla aloilla 1,5—2 kertaa enemmän kuin muokkaamattomilla aloilla. Siemensyntyisten koivujen nollaruutuprosentti vaihteli 59—78 %:iin. Lehtipuuttomien koealojen osuus oli muokatuilla aloilla muokkaamattomien alojen osuutta pienempi.

Luontainen taimettuminen oli nuorimmilla, vuosina 1984—86 istutetuilla ja yleensä vuotta aiemmin muokatuilla uudistusaloilla vielä kesken. 1980-luvun alussa muokatuilla aloilla luontaisia havupuita oli keskimäärin 1 100 kpl/ha ja myöhemmin muokatuilla aloilla vastaavasti 720 kpl/ha. Ero aiheutui lähes yksinomaan kuusen taimien lisääntymi-

sestä. Muokkaamattomilla aloilla avohakuusta kuluneen ajan vaikutus ei etenkin kuusen taimikoissa ollut yhtä selkeä, mutta samansuuntainen kuin muokatuillakin aloilla.

Siemensyntyisten lehtipuuden taimien määrän ja taimikon iän välillä vallitsi erityisesti männyn taimikoissa negatiivinen riippuvuus. Muokatuilla aloilla vesakon tiheys oli aiemmin perustetuissa taimikoissa suurempi kuin myöhemmin perustetuissa taimikoissa, muokkaamattomilla tilanne oli päinvastainen. Uudistusaloittain vesakon tiheys vaihteli muutamasta tuhannesta aina 20—30 000 vesaan/ha. Sekä siemen- että vesasyntyisten lehtipuuden määrän vaihtelua selittävät osaltaan suoritettavat taimikoiden perkaukset.

33. Kasvatuskelpoisten taimien määrä

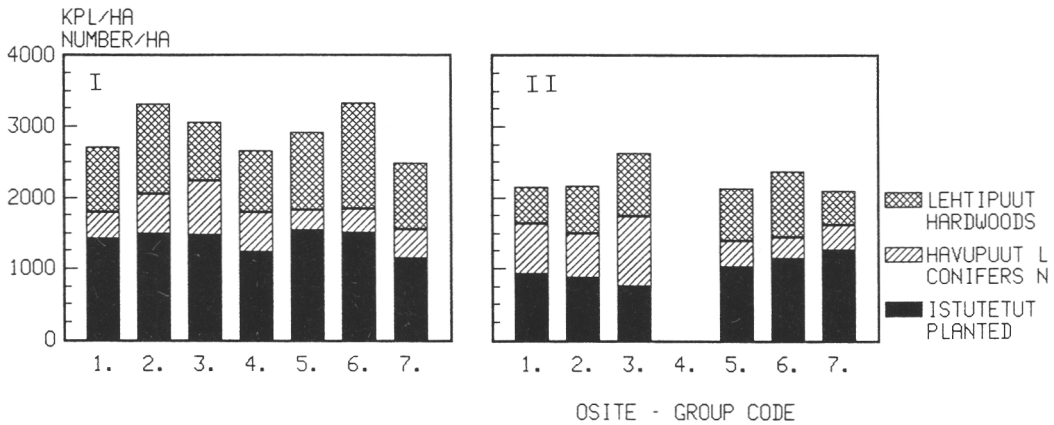
Taimien kasvatuskelpoisuuden kriteereinä olivat puulaji, taimen pituus, tilajärjestys ja kunto. Kasvatettaviksi puulajeiksi hyväksyttiin havupuut ja siemensyntyiset koivut. Pituus otettiin huomioon siten, että männyn taimikoissa hyväksyttiin kasvatuskelpoiksi männyntaimia lyhyemmät siemensyntyiset koivuntaimet. Kuusen taimikoissa kriteerit olivat lievempiä ja myös kuusentaimia pidempiä siemensyntyisiä koivuja voitiin tilajärjestyksen salliessa hyväksyä kasvatuskelpoiksi. Taimien tilajärjestys ja kasvutila otettiin huomioon siten, että taimien välinen etäisyys tuli olla vähintäänkin 0,80 metriä. Kasvunsa lopettaneet ja neulasensa lähes menettäneet toipumiskelvottomat taimet luokiteltiin kituviksi, jolloin ne jäivät yhdessä kuolleiden taimien kanssa kuntonsa perusteella kasvatuskelvottomien taimien joukkoon.

Vuosina 1984—86 istutetuissa tuoreen kankaan männyn taimikoissa tulkittiin 90 % istutustaimista kasvatuskelpoiksi (1 450 kpl/ha). Niitä vanhemmissa, vuosina 1980—82 istutetuissa taimikoissa kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä jäi keskimäärin 850 taimen hehtaarilla (88 %). Kuusen taimikoissa vastaavat luvut olivat 1 390 ja 1 130 tainta/ha eli 95 % kaikista istutustaimista. Täydennystaimet nostivat erityisesti muokkaamattomien alojen kasvatuskelpoisten istutustaimien määrän likimain muokattujen alojen istutustuloksen tasolle eikä ositteiden välillä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja (kuva 4).

Taulukko 3. Kaikkien istutustaimien keskiarvo (A) ja keskihajonta (B) sekä kasvatuskelpoisten istutustaimien keskiarvo (C) ja keskihajonta (D) 3—5 vuotta vanhoilla tuoreen kankaan uudistusaloilla.

Table 3. The average number (A) with the standard deviation (B) for all planted stock and the average number (C) with the standard deviation for viable planted stock in 3—5 years old regeneration areas on moist upland sites.

	n	Männyn taimikot Pine plantations				n	Kuusen taimikot Spruce plantations			
		A	B	C	D		A	B	C	D
Äestys <i>Disc-trenching</i>	10	1430	590	1280	530	8	1410	500	1340	440
Laikutus <i>Scalping</i>	1	1820	—	1640	—	4	1420	350	1350	350
Aurus <i>Ploughing</i>	6	1310	430	1200	410	5	1090	280	1050	300
Mätästys <i>Mounding</i>	3	1600	750	1490	670	6	1640	380	1550	350
Ei muokattu <i>Unprepared</i>	9	1690	640	1460	520	10	1170	300	1140	240



Kuva 4. Kasvatuskelpoisten taimien määrä puulajeittain eri ositteissa vuosina 1984—86 (I) ja 1980—82 (II) istutetuissa taimikoissa. (Ositteiden selitykset taulukossa 1).

Fig. 4. The number of viable plants by tree species in different groups. Reforestation areas planted in years 1984—86 in picture I and the ones planted in years 1980—82 in picture II. (For explanation of group codes see Table 1).

Kasvatuskelpoisiksi hyväksytyjen luontaisien havupuiden keskiarvo vaihteli ositteissa 310—880 kpl/ha. Taimikon iällä ei ollut ratkaisevaa vaikutusta siihen, kuinka paljon luontaisia havupuita voitiin hyväksyä kasvatettaviksi. Eniten niitä hyväksyttiin muokkaamattomilla männyn istutusaloilla (keskimäärin 910 kpl/ha). Yleensä kasvatuskelpoisia luontaisia mäntyjä oli hyvin niukalti, muutamasta kymmenestä pariin sataan taimeen hehtaarilla. Kasvatuskelpoisia luontaisia kuusia oli huomattavasti runsaammin, parista sadasta aina 1 500 taimeen hehtaarilla. Männyn taimikoissa luontaisien täydentävien havupuiden määrä oli merkitsevästi suurempi kuin kuusen taimikoissa.

Kasvatuskelpoisiksi hyväksytyjen luontais-

ten siemensyntyisten koivujen määrä oli noin 1 000 tainta 3—5-vuotiaissa taimikoissa. Vanhemmissa taimikoissa lehtipuiden täydentävä osuus oli pienentynyt keskimäärin 600 taimeen/ha. Koivuja hyväksyttiin täydentäväksi taimiksi erityisesti auratuilla aloilla. Kasvatuskelpoisia rauduskoivuja oli tuoreen kankaan männyn taimikoissa keskimäärin 280 kpl/ha ja kuusen taimikoissa keskimäärin 410 kpl/ha. Hieskoivua hyväksyttiin täydennykseksi keskimäärin noin 500 tainta hehtaarille sekä männyn että kuusen taimikoissa.

Laikutettuja ja mätästettyjä aloja tarkasteltiin 3—5-vuotiaissa taimikoissa äestys- ja aurausaloista erotettuna (taulukko 3). Istutustaimia oli männyn taimikoissa eniten ainoassa otokseen tullessa laikutetussa taimikos-

sa, jossa istutus oli onnistunut erittäin hyvin. Auratuilla aloilla kasvatuskelpoisia istutus- taimia oli keskimäärin vain 1 190 kpl/ha, mutta mätästetyillä aloilla 1 490 kpl/ha. Taimikoiden välinen keskihajonta oli kuitenkin suurehko eikä ero ollut tilastollisesti merkitsevä. Kuusen taimikoissa ero aurauksen ja mätästetyksen välillä oli männyn taimi- koita suurempi ja tilastollisestikin merkitse- vä, sillä auratuilla aloilla oli keskimäärin 1 050 kasvatuskelpoista istutustainta/ha, kun mätästysaloilla niitä oli 1 550 kpl/ha.

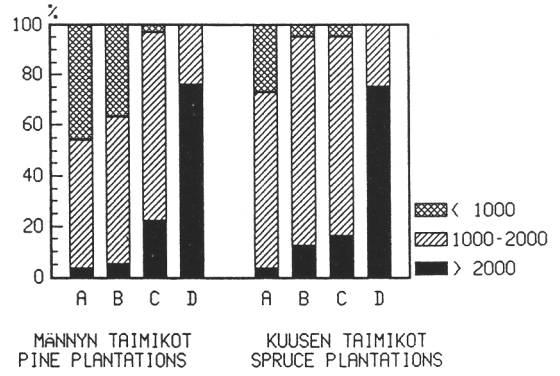
34. Taimikoiden kehityskelpoisuus

Taimikoiden metsänhoidollista tilaa tarkas- teltiin kasvatuskelpoisten taimien määrän ja taimikon aukkoisuuden perusteella. Taimiti- heyksien vertailurajoiksi valittiin 1 000 ja 2 000 kpl/ha. Taimikon aukkoisuus otettiin huomioon taimettomien koalojen osuutena, jonka maksimiarvot katsottiin em. taimiti- heyksien mukaan Poissonin satunnaisjakau- masta. Suurimmat sallitut tyhjäkoelasadan- nekset olivat seuraavat:

Taimitiheys, kpl/ha	Koalan koko, m ²	Taimettomia koaloja, %
Alle 1000	6	> 54
”	10	> 36
1000—2000	6	30 — 54
”	10	14 — 37
Yli 2000	6	< 30
”	10	< 14

Tarkasteltaessa uudistusaloja puhtaina istu- tustaimikoina jäi 38 % männyn taimikoista ja 24 % kuusen taimikoista tiheydeltään alle 1 000 taimen/ha (kuva 5). Kahdessa männyn ja kahdessa kuusen taimikossa istutustaimien määrä oli yli 2 000 tainta/ha. Kun tarkaste- luun otettiin istutustaimien lisäksi kasvatus- kelpoiset luontaiset taimet, tiheys nousi noin 75 %:ssa tuoreen kankaan männyn ja kuusen taimikoista yli 2 000 taimen/ha. Kaikissa taimikoissa oli kasvatuskelpoisiksi luokiteltu- ja taimia vähintään 1 000 kpl/ha. Luontai- nen täydennys koostui pääasiassa kuusen- ja koivuntaimista.

Äestysaloista joka neljännellä alalla taimi- kon kaikkien kasvatuskelpoisten taimien määrä oli alle 2 000 taimen/ha. Aurasaloilla tällaisia taimikoita oli selvästi vähemmän, keskimäärin 7 %. Joka kolmas muokkaa-



Kuva 5. Taimikoiden osuudet eri tiheysluokissa erilais- ten kriteerien perusteella.

Tarkastelukriteereinä:

A = vain istutustaimet,

B = istutustaimet ja saman puulajin luontaiset taimet,

C = havupuut,

D = kaikki kasvatuskelpoiset taimet.

Fig. 5. The silvicultural state of the plantations as esti- mated by different criteria.

Criteria:

A = only planted stock,

B = planted stock and wildlings of same species,

C = conifers,

D = all viable plants.

mattomalle alalle perustetuista kuusen taimi- koista oli tiheydeltään alle 2 000 tainta/ha. Taimikon iällä ei ollut merkitystä taimikon kasvatuskelpoisten taimien määrään.

35. Taimien pituuskehitys

Istutustaimien pituuskehitystä tarkasteltaessa käytettiin apuna kolmen viimeisen vuoden pituuskasvuja, jotka mitattiin kaikista eri- koiskoealojen taimista. Näin saatiin taimi- koiden eri-ikäisyyden ansiosta konstruoitua taimien pituuskehitys istutusvuodesta alkaen 8-vuoden päähän viljelystä (taulukko 4).

Muokkaamattomat tuoreen kankaan alat ja kuivahkon kankaan alat oli istutettu kookkaammilla männyntaimilla kuin muo- katut tuoreen kankaan alat. Kuusen viljely- alat oli istutettu kaikki keskimäärin 30 cm:n pituisilla taimilla. Istutustaimet kasvoivat parhaiten auratuilla aloilla. Aurattujen alojen männyntaimet olivat muita pidempiä jo 4 vuoden kuluttua istutuksesta, ja pituusero kasvoi ainakin 7 vuoden iälle saakka. Myös kuusentaimet kasvoivat parhaiten aurasaloil-

Taulukko 4. Istutustaimien keskipituus (cm) kahdeksana istutuksen jälkeisenä vuotena eri ositteissa. (Ositteiden selitykset taulukossa 1).

Table 4. Average height (cm) of planted stock during first eight years after planting in different groups. (For explanation of group codes see Table 1).

Osite Group code	Aika viljelystä — Time since planting, a									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	13	26	42	50	60	75	96	116	163	
2.	15*	27*	42	57	86	100	127	160	165	
3.	24	37	54	60	71*	70	92	107	134	
4.	22	34	49	69	108	—	—	—	—	
5.	27	28	37	42	50	56	72	86	103	
6.	30	32	41	46	52	73	92	124	160	
7.	29	32	41	42	49	63	77	107	153	

la. Kuusentaimien pituuskasvu oli erityisen heikko äestetyillä aloilla, mihin ilmeisesti olivat vaikuttaneet kevään 1984 ankarat hallat. Kasvupaikka näytti vaikuttavan pituuskasvuun siten, että istutusmäntyjen kasvu oli kuivahkolla kankaalla tuoretta kangasta parempi.

Istutetut männyntaimet olivat saavuttaneet metrin keskipituuden aurasaloilla 5, äestetyillä ja muokkamattomilla aloilla 6—7 vuoden kuluttua istutuksesta. Kuusen taimikoissa vastaavaan keskipituuteen ylettiin aurasaloilla 6—7 kasvukautena. Äestetyillä tai muokkamattomilla aloilla kuusen istutustaimien keskipituus tavoitti metrin rajan 7—8 vuotta vanhoissa viljelyissä. Aineiston vanhimmissa, 8-vuotiaissa aurasalojen taimikoissa männyn ja kuusen istutustaimet olivat

lähes saman mittaisia eli 160 cm:n korkuisia.

Luontaisten männyn- ja kuusentaimien keskipituuskehitys jää pitkän taimettumisajan vuoksi selvästi istutustaimien keskipituuskehitystä heikommaksi. Ennen uudistamistoimenpiteitä syntyneitä luontaisia mäntyjä oli muokatuilla aloilla alle 10 % ja muokkaamattomilla aloilla 20 % männyntaimista. Kuusentaimista näin vanhoja oli niin muokatuilla kuin muokkaamattomilla aloilla lähes 40 %. Valtaosa muokkauksen jälken taimista syntyi uudistusaloilla 2—3 vuoden kuluttua muokkauksesta. Sitä nuorempia taimia oli äestetyillä tai muokkaamattomilla aloilla hyvin vähän. Sen sijaan aurasaloilla runsas kolmannes männyntaimista oli syntynyt vasta, kun muokkauksesta oli kulunut vähintään kolme vuotta.

4. Metsänuodistamistuloksen vaikuttavia tekijöitä

4.1. Istutuskauden sääolot

Tutkimusjakson poikkeukselliset sääolot olivat keväällä 1981 ja 1984 (taulukko 5). Näinä vuosina toukokuu oli huomattavasti normaalia lämpimämpi ja kuivempi ja kesäkuu normaalia viileämpi ja runsassateisempi. Istutuskauden sääolojen vaikutusta istutustulokseen tarkasteltiin kahdessa ryhmässä, koska istutustaimien määrä oli vuosien 1980—82 istutuksissa taimipopulaation normaalin ke-

hityskulun vuoksi pienempi kuin vuosien 1984—86 istutuksissa.

Männyn istutustulos korreloi lievästi toukokuun sademäärän suhteen; korrelaatiokerroin $r=0,195$ nuorimmissa taimikoissa ja vanhimmissa $r=0,360$. Männyn istutustulos korreloi myös kesäkuun lämpötilan suhteen nuorimmissa taimikoissa positiivisesti ($r=0,141$) ja vanhimmissa negatiivisesti ($r=0,560$). Koska nämä ilmastotekijät olivat hyvin suuressa korrelaatiossa keskenään, jäi

Taulukko 5. Touko-, kesä- ja heinäkuun keskilämpötilat (a) ja sademäärät (b) tutkittuina istutuskausina sekä pitkän ajan keskiarvo (X). Kunkin kauden lämpötilat ja sademäärät on laskettu ao. vuonna istutettujen taimikoiden sijainnin perusteella.

Table 5. The mean temperatures (a) and rainfalls (b) in May, June and July in the examined years and the long-term average (X). The temperatures and rainfalls have been calculated using the real x-, y- and t-coordinates of the plantations in question.

	1980		1981		1982		1984		1985		1986		X	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Touko May	7	49	10	13	8	56	13	27	7	36	9	71	8	39
Kesä June	17	101	12	149	10	48	13	77	13	44	17	24	14	56
Heinä July	16	59	17	75	17	32	15	84	115	73	17	65	16	72

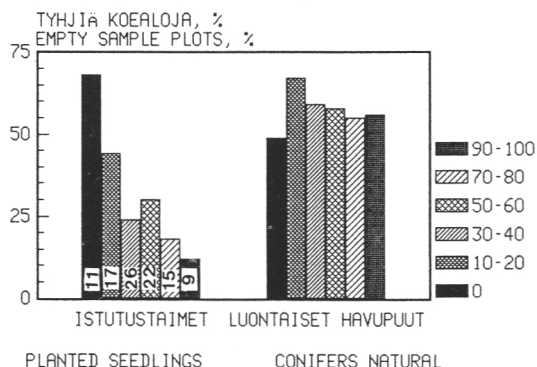
näiden tekijöiden yhteensä selittämä osuus istutustuloksen vaihtelusta pieneksi (alle 30 %). Kuusen istutustulos korreloi myös positiivisesti toukokuun sademäärän suhteen ($r=0,230$ nuorissa taimikoissa), mutta kesäkuun lämpötilan osalta tilanne oli päinvastainen ($r=-0,211$). Kuusen istutustuloksen vaihteluista sääolot selittivät vain 10 %.

42. Muokkauksen peittävyys

Muokkauksen peittävyys eli muokatun alan osuuden koelan pinta-alasta arvioitiin olleen äestysaloilla hieman alle 40 %:n. Äestysjäljen peittävyys vaihteli uudistusaloittain 20:stä aina 60 %:iin. Aurasaloilla muokausjäljen peittävyys vaihteli 40:stä 85 %:iin ollen keskimäärin 60 %. Mätästysaloilla muokauksessa paljastuneen kivennäismaan osuus oli keskimäärin 63 %.

Peittävimmin muokatuilla uudistusaloilla oli hieman enemmän istutustaimia kuin heikoimmin muokatuilla aloilla. Vaihtelu oli kuitenkin niin suurta, ettei ero muodostunut tilastollisesti merkitseväksi. Auruilla männyn istutusaloilla viljelytaimettomien koelajien osuus laski 42:sta 14 %:iin, kun muokkauksen peittävyys nousi 35:stä 75 %:iin. Vastaavilla muokkaamattomilla aloilla istutustaimettomien koelajien osuus oli keskimäärin 40 %.

Männyn taimettuminen oli runsainta peittävästi muokatuilla aloilla, mutta luontaisia kuusentaimia oli esim. äestysaloilla sitä enemmän mitä 'heikompi' muokkaus oli ollut. Luontaisten mäntyjen ja kuusien yhteismäärä oli suurimmillaan keskinkertaisesti



Kuva 6. Maanmuokkauksen peittävyys vaikutus taimettomien koelajien osuuteen muokatuissa männyn taimikoissa. Eri peittävydellä muokattujen koelajien suhteelliset osuudet (%) on merkitty ensimmäiseen pylväsryhmään.

Fig. 6. The proportion of sample plots without seedlings as a function of disturbed soil surface in prepared pine plantations. The proportions (%) of differently prepared plots are marked in the first group of columns.

muokatuilla aloilla. Tasaisimmin olivat taimettuneet muokkaamattomat alat, joilla luontaisia havupuita oli männyn taimikoissa 54:llä ja kuusen taimikoissa 32 %:lla koelajoista. Auruilla tai äestetyillä aloilla vastaavat osuudet olivat 45 ja 27 %.

Koelajoittain tarkastellen maanmuokkauksen peittävyys ja istutustuloksen välinen yhteys oli kiistaton (kuva 6). Tyhjien koelajien osuus pieni lähes puolella, kun muokkauksen peittävyys nousi 20:stä 60 %:iin. Luontaisten havupuiden kohdalla muokkauksen peittävyys nostaminen ei sanottavasti vaikuttanut taimettomien koelajien määrään, mikä tuli esiin jo uudistusalojen tarkastelussa.

Taulukko 6. Männyn istutustaimien ja luontaisten taimien määrä (kpl/ha) hienolajiteosuudeltaan (raekoko < 0,06 mm) erilaisilla 3—5 -vuotiailla tuoreen kankaan uudistusaloilla.

Table 6. Average number of planted stock and seedlings in 3—5 years old pine plantations with different proportions of very fine soil texture (grain size < 0.06 mm) on moist upland sites.

Hienolajiteosuus, % Proportion of fine soil	Istutustaimet Planted seedlings	Mänty Pine	Luontaiset taimet Kuusi Spruce	Raudusk. Silver birch	Hiesk. Downy birch
< 5 (3)	1750	320	410	4270	8360
5—10 (11)	1360 *	360	780	2021	4940
11—15 (8)	1110	330	1240	970	4580
16—20 (2)	1490	10	270	140	2860
> 20 (5)	1480	90	620	3650	12000

43. Maalaji

Maan lajitekoostumuksen vaikutusta uudistustulokseen tarkasteltiin vuosina 1984—86 perustetuissa taimikoissa, joista inventoinnin yhteydessä oli otettu maalajinäyte. Soran osuus näiden alojen maaperässä oli keskimäärin 11 %. Hiekan osuus kohosi kaikkein suurimmaksi keskimäärin 50 %:iin. Karkeaa hietaa uudistusalojen maaperässä oli 20:sta 30 %:iin. Näiden karkeiden lajitteiden osalta ositteiden väliset erot eivät muodostuneet kovin suuriksi.

Hienon hiedan ja sitä heinomprien lajitteiden osalta muokkaamattomat tuoreen kankaan äestysalat erosivat selvästi muista ositteista. Näillä aloilla hienon hiedan ja sitä pienempirakeisten (raekoko <0,06 mm) lajitteiden yhteen laskettu osuus oli 24 %. Muilla männyn istutusaloilla vastaava hienojen lajitteiden osuus oli keskimäärin 11—12 %. Kuusen istutusaloilla hienojen aineiden osuus oli keskimäärin 16—19 %. Uudistusaloittain hienon hiedan ja sitä hienomprien lajitteiden osuus vaihteli koko aineistossa välillä 3—59 %.

Männyn istutustulos oli karkeajakaisilla mailla parempi kuin runsaammin hienoja lajitteita sisältävillä mailla (taulukko 6). Yli 15 %:sti hienoista lajitteista koostuvilla mailla istutustulos oli myös keskimääräistä parempi. Tällainen istutustuloksen vaihtelu selittyy osittain muutamien hienolajitteiden lajituneen uudistusalan hyvillä istutustuloksilla. Kuusen istutustuloksessa oli havaittavissa aivan samankaltainen muutos uudistusalan maalajitesuhteiden muuttuessa.

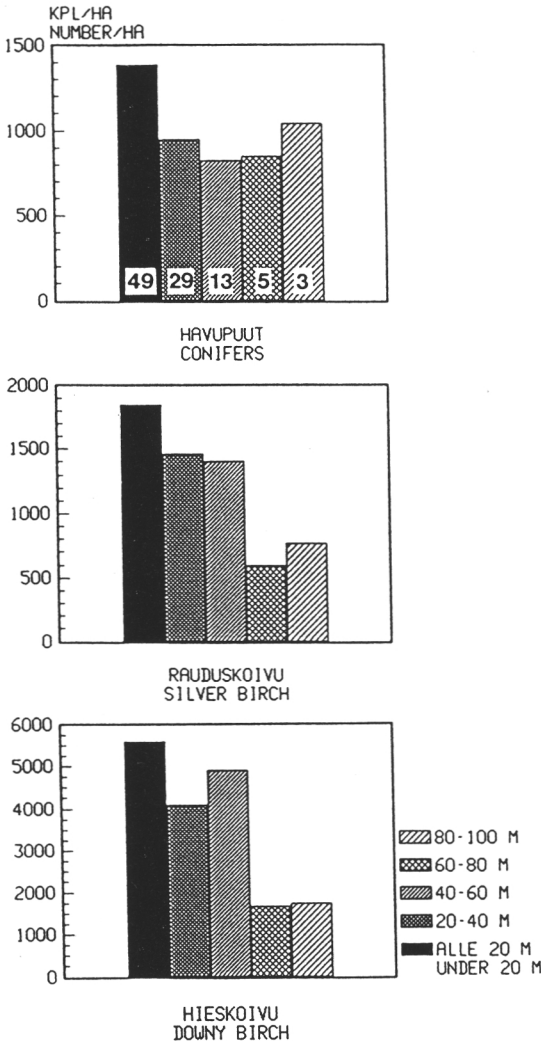
Männyn luontainen taimettuminen oli tämän aineiston mukaan parhaita mahdollisimman vähän hienoja aineksia sisältävällä

mailla. Kuusen taimettumisessa oli nähtävissä samanlaisia piirteitä etenkin kuusen viljelyaloilla, mutta kuusen taimettuminen oli runsasta myös lajittuneilla hienojakaisilla mailla. Koivun taimettuminen heikkeni hienojen lajitteiden osuuden kasvaessa, mutta etenkin hieskoivun taimia oli runsaasti myös kaikkein hienojakaisimmilla mailla.

44. Reunametsäetäisyys

Reunametsäetäisyyden vaikutusta avohakattun uudistusalan taimettumiseen tarkasteltiin mittaamalla koealan etäisyys lähimpään varttuneeseen tai uudistuskypsään reunametsään. Keskimääräinen etäisyys reunametsään oli muokkaamattomilla aloilla 22, äestysaloilla 28 ja aurausaloilla 34 metriä. Reunametsäetäisyydet olivat sekä männyn että kuusen taimikoissa samaa suuruusluokkaa.

Luontaisia havupuiden taimia ja siemensyntyisiä koivun taimia oli eniten reunametsän välittömässä läheisyydessä (kuva 7). Taimitiheys pieneni siirryttäessä kauemmas reunametsästä. Koska tarkasteltavana olivat yksityismetsien pienehköt avohakkuukuviot, kasvoit taimitiheys jälleeen avohakkuualojen keskiosissa, missä vastapäisen reunametsän siemennys alkoi vaikuttaa. Reunametsät olivat pääosin kuusivaltaisia, ja reunametsän rakenne vaikutti erityisesti luontaisten kuusien syntymiseen siten, että taimia oli sitä enemmän mitä suurempi oli siemennyskykyisen reunametsän osuus uudistusalan piiristä.



Kuva 7. Luontaisten taimien kokonaismäärä reunametsäetäisyyden kasvaessa äestetyillä männyn istutusalloilla. Eri etäisyyksillä sijainneiden koalojen suhteelliset osuudet (%) on merkitty ensimmäiseen pylväsryhmään.

Fig. 7. The number of wildlings as a function of the distance to the marginal stand in disc-trenched pine plantations. The proportions (%) of sample plots situated at different distances from the marginal stand are marked in the first group of columns.

45. Taimituhot

Tärkeimmät istutusmännysten tuhonihoittajaryhmät olivat sienitaudit ja pintakasvillisuus (taulukko 7). Kaikista istutusmännystistä 17 % kärsi ruostesienistä, joista tärkein oli männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua* Rostr.). Versoruoste vioitti taimia aiheutta-

Taulukko 7. Tuhojen suhteellinen kokonaismäärä tuhonihoittajaryhmittäin (% kaikista taimista).

Table 7. The relative total amount of different typens of damage by damaging agent groups (% of all seedlings).

	Mänty — Pine		Kuusi — Spruce	
	Istutettu Planted	Luontainen Natural	Istutettu Planted	Luontainen Natural
Ei tuhoa No damages	35	69	46	69
Kasvillisuus Vegetation	13	12	11	13
Sienitaudit Fungal diseases	22	9	2	2
Hyönteiset Insects	9	3	1	0
Nisäkkäät Mammals	9	3	0	0
Mekaaninen syy Mechanical damage	0	1	0	3
Ilmasto/maaperä Climate/soil	3	3	32	12
Muut Others	9	1	7	1

malla mutkia, haaroittumista ja latvan vaihdon seurauksena poikaokkien muodostumisesta (taulukko 8). Männynversosyöpää (*Asco-calyx abietina*) tavattiin noin 2 %:lla istutetuista männyntaimista. Pintakasvillisuudesta kärsi joka kahdeksas taimi. Pintakasvillisuus aiheutti taimille mutkaisuuksia ja kallistumia. Kärsäkätuhot olivat yleisiä nuorimmissa taimikoissa ja yleensä voitukseksi oli koro. Hirvituhoja oli vanhimmissa taimikoissa, joissa taimien pituus oli hirvien kannalta otollinen. Näissä taimikoissa joka kahdeksas istutusmännästä oli joutunut hirven voittamaksi.

Kaikista istutusmännystistä luokiteltiin elinvoimaltaan terveiksi noin 80 % eikä muokausmenetelmien tai kasvupaikkojen välillä ollut taimien elinvoiman suhteen eroja. Istutusmännystistä joka kymmenes oli kunnoltaan heikko. Kaikista koaloilta löydetyistä istutusmännystistä oli 10 % kituvia tai kuolleita.

Halla ja pintakasvillisuus yhdessä ja erikseen olivat tärkeimmät istutuskuusien tuhonihoittajat. Hallan voitto oli havaittavissa vanhimmissa taimikoissa neljä vuotta hallatuhon jälkeen vielä 80 %:ssa taimista. Hallatuhon jälkeen joka toisessa kuusen taimikossa. Hallatuhon tärkeimmät voitukset olivat poikaoksat, haaroittuminen ja runkomutkat. Pintakasvillisuus vaivasi etenkin täydennystaimia ja hallatuhon seurauksena kitukasvuista istutusmännystistä. Istutuskuusien elinvoima oli istutusmännysten elinvoimaa pa-

Taulukko 8. Erilaisten tuhojen aiheuttamat vikaisuudet (%) tuhoja kohdanneissa istutustaimissa (a = mänty, b = kuusi).
 Table 8. Damages (%) caused by different agents in planted pine (a) and spruce (b) seedlings.

Vika Damage	Vikaisuuden aiheuttaja — Reason for damage											
	Kasvillisuus Vegetation		Sienitaudit Fungal diseases		Hyönteiset Insects		Nisäkkäät Mammals		Ilmasto Climate Soil		Muut Others	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Ei vikaa No damage	5	28	16	86	7	14	12	50	21	36	5	10
Haara Fork	15	16	25	5	18	37	49	0	13	24	19	19
Poikaoksa Ramicorn	6	8	22	0	5	7	10	25	5	29	10	7
Mutka Crook	58	42	27	9	17	7	18	25	40	6	37	41
Koro Scar	0	0	5	0	47	21	4	0	5	0	3	0
Vinous Leaning	16	1	3	0	1	0	2	0	16	1	24	19
Muut Others	0	5	2	0	5	14	5	0	0	4	2	4

rempi, sillä 90 % taimista luokiteltiin terveiksi, heikentyneitä taimia oli 8 % sekä kituvia ja kuolleita taimia vain 2 %.

46. Jälkihoitotoimet

Taimikoiden varhaishoitoon kuuluvaa täydennysviljelyä oli tehty joka kolmannessa taimikossa. Täydennyspuulajiksi oli valittu kuusen taimikoissa poikkeuksetta kuusi, männyn taimikoissa oli täydennys suoritettu yleensä männyllä, mutta toisinaan myös kuusentaimilla. Koivun taimilla täydennettyjä taimikoita ei tähän aineistoon sisällynyt.

Uudistusaloilla istutuksen jälkeen tehtyjen taimikon hoitotoimenpiteiden toteaminen jäi useimmissa kohteissa maastossa tehtyjen havaintojen varaan, joten etenkin vanhimpien uudistusalojen osalta tutkimuksessa todettu tilanne voi olla todellisuudesta poikkeava. Varsinkin heinätorjunnan todellisia toteutusmääriä on jälkikäteen vaikea todeta. Kohdalla varmuudella voitiin arvioida, että joka viidennessä männyn ja kymmenennessä kuusen taimikossa oli tehty heinäystä.

Varsinaisista taimikonhoitotoimista oli perkaus yleisimmin suoritettu toimenpide. Nuorimmista, 3—5-vuotiaista taimikoista oli perattu joka seitsemäs, mutta vanhimmista, verohuojennustarkastuksen läpikäyneistä taimikoista jo kaksi taimikkoa kolmesta. Joka

viides 6—8-vuotias männyn taimikko oli sekä heinitty että perattu. Yhtä intensiivisesti oli kuusen taimikoista hoidettu joka kymmenes uudistusala. Varsinaista taimikon harvennusta uudistusaloilla ei vielä ole tarvinnut tehdä.

Taimikon hoitotoimenpiteiden vaikutus näkyi selvimmin istutettujen kuusentaimien menestymisessä (taulukko 9). Erot kasvuskelpoisten taimien määrissä eri tavoin hoidettujen taimikoiden välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Nuorissa männyn taimikoissakin viljelytaimia oli enemmän peratuissa tai heinityissä kohteissa kuin hoitamattomilla uudistusaloilla, mutta 6—8-vuotiaissa männyn taimikoissa tilanne oli päinvastainen.

Vesakon korkeus oli männyn taimikoissa selvästi matalampi kuin vastaavissa kuusen taimikoissa, mikä lienee seurausta kuusen taimikoihin jo uudistusalan raivausvaiheessa verhopuustoksi jätetyn vesakon suuresta pituudesta. Yleensä vesakko oli pisintä täysin hoitoa vaille jääneillä uudistusaloilla ja lyhintä peratuilla tai heinityillä ja peratuilla uudistusaloilla. Nuorimmista taimikoissa vesakko oli istutustaimia pidempää, mutta vanhimmissa peratuissa taimikoissa vesakko jäi istutustaimia lyhyemmäksi.

Jälkihoitotoimien tarvetta oli 3—5-vuotiaissa taimikoissa enemmän kuin 6—8-vuotiaissa taimikoissa. Yleisin taimikonhoitoehdotus oli perkaus, jota ehdotettiin nuorimpiin

Taulukko 9. Kasvatuskelpoisten taimien määrä (kpl/ha) ja vesakon pituus (cm) eri tavoin hoidetuissa taimikoissa.

Table 9. Number of viable plants/ha and the height of sprouts (cm) in plantations with different treatment.

	Männyn taimikot <i>Pine plantations</i>					Kuusen taimikot <i>Spruce plantations</i>				
	n	I	II	III	IV	n	I	II	III	IV
A.										
Ei hoitoa <i>No treatment</i>	20	1250	1700	2590	97	28	1230	1550	2630	118
Heinäys <i>Weeding</i>	3	1270	1540	2520	83	3	1380	1460	2170	133
Perkaus <i>Cleaning</i>	6	1310	2130	2860	69	2	2040	2500	3640	80
B.										
Ei hoitoa <i>No treatment</i>	8	1060	1610	2400	163	16	1280	1700	2900	204
Perkaus <i>Cleaning</i>	16	990	2130	2780	99	11	1290	1730	2450	150
Heinäys+perkaus <i>Weeding+cleaning</i>	6	890	1620	2190	165	3	1680	1940	2610	89

A = 3—5-vuotiaat taimikot — 3-5 years old plantations

B = 6—8-vuotiaat taimikot — 6-8 years old plantations

n = uudistusalojen lukumäärä — number of plantations

I = Istutustaimet — Planted stock

II = Havupuutaimet — All conifers

III = Kaikki kasvatuskelpoiset — All viable plants

IV = Vesakon korkeus — Height of sprouts

taimikoihin kahteen taimikkoon kolmesta ja vanhimpiin taimikoihin joka toiseen taimikkoon. Vanhimmissa taimikoissa istutustaimet kasvoivat jo heinän ulottumattomissa, mutta

heinäystä tarvittiin vielä täydennysistutetuille aloille. Nuorimmissa taimikoissa heinäys katsottiin erittäin kiireelliseksi toimenpiteeksi joka kahdeksannella uudistusosalalla.

5. Tulosten tarkastelu

51. Uudistamistulos

Vanhimmat Etelä-Suomen uudistamisalojen inventointitutkimukset käsittelivät 1960-luvun tekniikalla perustettuja viljelytaimikoita (Yli-Vakkuri ym. 1969). Tällöin perustetuissa istutus- ja kylvötaimikoissa oli yli kolmannes taimista menehtynyt 6—8 vuoden kuluessa viljelystä. Taimien kuolemista tapahtui aina 14—16 vuoden päähän viljelystä, niin kuin uusintainventoinnit myöhemmin osoittivat (Leikola ym. 1977, Rautiainen & Räsänen 1980). Pohjois-Savossa vuonna 1968 istutettujen taimikoiden tiheys oli perustamishetkellä männyn taimikoissa 2 700 kpl/ha ja kuusen taimikoissa 2 500 kpl/ha. Elossa olevia taimia löydettiin 6 vuoden kuluttua viljelystä männyn taimikoista 1 400 kpl/ha ja kuusen taimikoista 1 500 kpl/ha (Raulo & Rikala 1974).

Maanmuokkauksen yleistyessä alettiin viljelytiheyksiä laskea, ja 1970-luvulla suositustiheydet olivat havupuutaimikoissa 2 000 kpl/ha. Viimeaikaisia inventointituloksia ei Pohjois-Savon osalta ole, mutta vertailukelpoisia tuloksia löytyy mm. Keski-Suomessa ja Etelä-Savossa toteutetuista inventointi-tutkimuksista (Saksa 1987, 1989). Keski-Suomessa 1970-luvulla perustetuissa, 5—13-vuotiaina inventoiduissa männyn taimikoissa oli kasvatuskelpoisia viljelytaimia tuoreen kankaan äestysaloilla keskimäärin 1 580 kpl/ha ja aurasaloilla keskimäärin 1 200 kpl/ha. Kaikkien kasvatuskelpoisten taimien määrä oli keskimäärin 2 060—2 220 kpl/ha. Etelä-Savossa 1970-luvun puolivälin tienoilla perustetuissa, 5—10-vuotiaissa männyn taimikoissa oli 1 100—1 300 elävää istutustainta/ha. Kasvatuskelpoiksi näistä arvioitiin 840—1 100 kpl/ha.

Nyt tutkituissa 3—8-vuotiaissa, 1980-luvulla viljellyissä taimikoissa oli kasvatuskelpoisia istutustaimia männyn taimikoissa keskimäärin 1 140 kpl/ha ja kuusen taimikoissa keskimäärin 1 270 kpl/ha. Kun tuloksia verrataan aiempiin Pohjois-Savossa saatuihin tuloksiin (Raulo & Rikala 1974), voidaan havaita perustamistiheyden laskun näkyvän myös istutustaimien myöhemmissä tiheyksissä. 1980-luvun alussa käytössä olleet muokausmenetelmät eivät ole pystyneet täysin kompensoimaan istutustiheyksien pudotusta, vaikka elonjäävien istutustaimien osuus onkin hiukan kasvanut. Verrattaessa näiden 1980-luvulla Pohjois-Savossa perustettujen taimikoiden istutustulosta läheisten metsälautakuntien alueilla 1970-luvulla perustettujen taimikoiden istutustulokseen havaitaan männyn istutustuloksen jäävän tuoreella kankaalla hiukan Keski-Suomen tulosta heikommaksi, mutta Etelä-Savon tulosta paremmaksi. Kuusen istutustulos oli parempi kuin Itä-Savon metsälautakunnan alueella vuonna 1985 tarkastetuissa 3-vuotiaissa kuusen viljelyissä (Lahti 1987).

Tutkimusaineiston nuorimmissa, 3—5-vuotiaissa männyn taimikoissa oli istutustaimia inventointihetkellä lähes 500 tainta/ha enemmän kuin vanhemmissa, 6—8-vuotiaissa männyn taimikoissa. Tämä ero selittyy osittain taimipopulaation normaalilla kehityskululla — yksilöitä kuolee normaaliin tuhoihin — mutta istutustaimien kato ei todennäköisesti tule seuraavan kolmen vuoden aikana olemaan niin suuri, että istutustulos putoaisi näissä nuorimmissa taimikoissa yhtä alhaiseksi kuin vuosina 1980—82 viljellyillä uudistusaloilla. Kuusen istutustaimien määrä oli nuorissa taimikoissa keskimäärin 260 tainta suurempi kuin aineiston vanhoissa taimikoissa. Tämä ero selittyyne pitkälti taimijoukon normaalilla sopeutumisella uudistusalan olosuhteisiin.

Luontaisesti syntyvillä taimilla on tärkeä merkitys muuten aukkoisiksi jäävien viljelytaimikoiden täydennyksenä. Karjulan ym:n (1982) yhteenvedon mukaan kasvatuskelpoisten luontaisten taimien määrät ovat olleet keskimäärin 150—750 kpl/ha. Vastaavasti Alangon (1987) mukaan viljelytaimikoissa on yleensä vähintään joka viides taimi ollut luonnontaimi ja enimmillään luontaisesti syntyneitä taimia on ollut yli puolet kaikista kasvatuskelpoisiksi luokitelluista taimista. Luontaisesti syntyneiden taimien hehtaarikohtainen kokonaismäärä on ollut tuhansia ja jopa kymmeniä tuhansia (mm. Räsänen

ym. 1985, Alanko 1987).

Luontaisten taimien merkitys korostui myös tässä tutkimuksessa. Noin puolet kaikista kasvatuskelpoisista taimista oli luontaisia. Kasvatuskelpoisista havupuiden taimista luontaisten osuus oli männyn taimikoissa keskimäärin 37 % (680 kpl/ha) ja kuusen taimikoissa 22 % (350 kpl/ha). Yhteensä kasvatuskelpoisia havupuiden taimia oli männyn taimikoissa 1 820 ja kuusen taimikoissa 1 620 kpl/ha. Koivujen osuus kaikista kasvatuskelpoisista taimista oli männyn taimikoissa keskimäärin 29 % ja kuusen taimikoissa 37 %, mikä nosti taimikoiden keskitiheyden 2 500 taimeen/ha. Näinkin mittava koivujen hyväksyminen lienee tuoreella kankaalla perusteltua, silloin kun täydennysviljelytarvetta voidaan oleellista pienentää. Toisaalta etenkin nuorissa männyn taimikoissa runsas koivusekoitus edellyttää intensiivistä taimikonhoitoa. Vanhoissa 1—2 metrisissä havupuutaimikoissa suositellaan täydennykseksi rauduskoivua (Metsänhoitosuositukset 1989).

Kokonaisuudessaan metsänuudistamistulos oli kohtalaisen hyvä. Taimikkovaiheen kasvatustiheyden arvioitiin jäävän joka neljännessä männyn taimikossa alle 2 000 taimen/ha. Joka kolmas kuusen taimikko oli kasvatustiheydeltään alle 2 000 kpl/ha, mutta kuusen taimikoissa taimikkovaiheen tiheydellä ei ole samaa merkitystä tulevan sahapuun laatuun kuin männyn taimikoissa.

52. Taimikoiden kehitykseen vaikuttavia tekijöitä

Metsänuudistamisketjun eräs merkittävimmistä istutustulokseen vaikuttavista tekijöistä on viljelyn perustamistiheys. Istutustaimikkoa perustettaessa jää viljelyohjetiheys usein saavuttamatta. Todellinen perustamistiheys saadaan selville ainoastaan inventoimalla taimikko välittömästi istutuksen jälkeen. 1980-luvun alkupuolella suositeltiin männyn ja kuusen taimikot perustettaviksi tiheyteen 2 000 kpl/ha. Taimitarhoilta luovutettujen taimien määriin perustuvien laskelmien perusteella oli istutustiheys Pohjois-Savon metsälautakunnan alueen yksityismetsien havupuutaimikoissa keskimäärin noin 1 700 kpl/ha. Itä-Savossa vastaavan viljelytiheyden arvioitiin tilastojen mukaan olleen vuonna 1983 lähes 2 000 tainta/ha (Lahti 1987). Suonenjoella metsänhoitoyhdistyksen alueel-

la suoritettujen tutkimuksen mukaan oli kevään 1987 männyn istutusten perustamistiheys keskimäärin 1 800 kpl/ha (Saksa 1988). Pohjois-Savon metsälautakunnan oman metsänuudistamistöiden tarkastuksen perusteella arvioiden männyn ja kuusen istutustiheydet ovat vuosina 1988—89 olleet keskimäärin 2 020 kpl/ha.

Istutustulokseen vaikuttavat oleellisesti myös taimimateriaalin ja viljelytyön laatu (esim. Saksa 1988). Näiden tekijöiden vaikutusta istutustulokseen ei nyt voitu arvioida. Samoin istutuskauden sääolojen aiheuttama vaihtelu viljelytulokseen jäi tässä aineistossa taimikoiden laajan ikäjakauman vuoksi tarkemmin erittelemättä. Usein ensimmäisen kasvukauden olosuhteiden vaihtelu istutustuloksissa tasoittuu taimikon ikääntyessä taimipopulaation normaalin eloonjäämiskehityksen myötä. Tutkituissa taimikoissa istutuskauden toukokuun sademäärän ja istutustuloksen välillä vallitsi lievä positiivinen korrelaatio, mikä kuvastaa istutusta seuraavan ajanjakson sääolojen merkitystä metsänviljelyssä. Havupuiden taimien juurtuminen tapahtuu 3—6 viikon kuluessa istutuksesta ja tämä aika on taimien kehityksen kriittisintä vaihetta (Parviainen 1988).

Maanmuokkauksella pyritään muuttamaan olosuhteita taimien kehitykselle suotuisammiksi ja parantamaan metsänviljelytulosta. Maanpinnan käsittelyllä tähdätään pitkäaikaiseen maan parannukseen ja yritetään parantaa maan vesi-, lämpö- ja ravinneoloja sekä maan rakennetta. (mm. Mälkönen 1972, 1983, Leikola 1974, Lähde 1978). Lisäksi maanmuokkauksella pienennetään pintakavillisuuden taholta tulevaa kilpailua sekä parannetaan kasvupaikan hygienista tilaa (Kellomäki 1988). Maanmuokkausta on pidetty usein aiheellisena ja kannattavana jo pelkästään siitä syystä, että se helpottaa ja nopeuttaa istutustyötä. Maanmuokkauksen yleistymisen on laajentanut pienien paakkutaimien käyttöalaa metsänistutuksessa.

Valittaessa uudistamiskohteessa käytettävää maanmuokkausmenetelmää on tärkeimpänä kriteerinä pidettävä ko. uudistamisketjulla saavutettavaa uudistamistulosta. Kussakin kohteessa käytetään kevyintä hyvään tulokseen johtavaa menetelmää. Muokkausmenetelmän tulisi toisaalta taata mahdollisimman hyvä tulos uudistusalan vaikeimmasakin kohdassa. Aina ei ole järkevää tyytyä yhteen yleismenetelmään, jos samalla uudistusosalalla on mahdollista ja kannattavaa esi-

merkiksi äestää kuivemmat paikat ja ojituksesta kosteat painanteet. Käytännössä on lähinnä kustannussyistä usein tyydytty yleismenetelmään koko uudistusosalalla kasvupaikavaihtelusta huolimatta. Muokkauslaitteiden kehittämisen eräänä tavoitteena on laitteiden monikäyttöisyyden parantaminen (Kinnunen 1976, Kaila & Päivänen 1978). Tätä on 1980-luvulla sovellettuakin esimerkiksi ojitustöiden toteuttamisessa: vedenvaivat painanteet ojitetaan ja ojamaat tiivistetään mättäiksi, uudistusalan muissa osissa sen sijaan tyydytään samalla koneella tehtyyn laikutuksen luonteiseen muokkausjälkeen.

Maankäsittelyn on useissa tutkimuksissa todettu vaikuttaneen edullisesti viljelytaimien elossasäilymiseen (mm. Leikola & Raulo 1973, Lähde & Pohjola 1975, Kinnunen 1976, Leikola 1976, Raulo & Rikala 1981, Parviainen 1984). Taimien pituuskasvuunkin muokkauksella on ollut myönteinen vaikutus. Havupuiden taimien kasvun on havaittu olevan sitä paremman, mitä voimakkaampaa muokkausmenetelmää on käytetty (mm. Lähde & Pohjola 1975, Kinnunen 1976, Leikola 1976, Mutka & Lähde 1977, Savilampi 1977, Kaila 1982, Laiho 1984, Parviainen 1984). Inventointitutkimuksissa istutustaimien määrä on yleensä ollut suurempi kevyemmin muokatuilla aloilla kuin voimakkaasti muokatuilla uudistusaloilla (Karjula ym. 1982, Saksa 1986, 1987). Muokkausmenetelmiä kehiteltäessä joudutaan etsimään kompromissia näiden kahden metsänuudistamistulosta kuvaavan tunnuksen välillä (Karjula ym. 1982).

Tämän inventoinnin tulokset olivat yhdenmukaisia aiempien tutkimusten kanssa. Muokkaamattomilta aloilta löytyi kasvuskelpoisia istutustaimia männyn taimikoissa 7 % ja kuusen taimikoissa 8 % vähemmän kuin äestetyiltä istutusaloilta. Kun muokkaamattomia aloja verrataan aurattuihin aloihin, ero on männyn taimikoissa 6 % ja kuusen taimikoissa 10 %. Maanmuokkaus paransi istutustaimien elossaloa, vaikka absoluuttiset erot taimimäärissä olivatkin pieniä eikä eron käytännön merkitys istutustaimien osalta ollut suuri.

Istutustuloksia eri muokkauksilla ja erityisesti muokkaamattomilla kohteilla tasoittivat täydennysistutukset. Muokkaamattomia täydennyskohteita oli suhteellisesti enemmän kuin muokattuja ja niillä oli huomattavasti enemmän täydennystaimia kuin muokatuilla täydennyskohteilla. Aurasaloilta täydennys-

istutukset puuttuivat lähes kokonaan. Maanmuokkaus on myös ohjautunut kohteisiin, joissa uudistaminen ilman maanmuokkausta olisi keskimääräistä vaikeampaa, mikä osaltaan pienentää muokkauksen viljelytulosta parantavaa vaikutusta.

Muokkauksen peittävyden ohella kasvualustan maalajitekoostumuksella on myös todettu olevan merkityksensä taimien menestymiseen (esim. Lähde 1974). Nyt tutkituissa taimikoissa männyn ja kuusen istutustulos oli karkealajitteilla moreenimailla parempi kuin hienoa hietaa ja sitä hienompia lajitteita runsaasti sisältävillä moreenimailla. Samoin luontainen taimettuminen oli runsaampaa karkea- kuin hienojakoisilla lajittumattomilla mailla, mitä selittää hienojakoisen maaperän routivuus ja muokkausjäljen mahdolliset eroavuudet erilaisilla mailla.

Voimakas maanmuokkaus paransi selvästi istutustaimien pituuskehitystä myös tässä aineistossa. Istutusmäntyjen keskipituus oli auratuilla aloilla neljän vuoden kuluttua istutuksesta merkittävästi suurempi kuin muokkaamattomilla aloilla. Keskipituuksien ero oli 4—7-vuotiaissa taimikoissa keskimäärin 25—50 cm. Ero vaikutti edelleen suurenevan. Istutuskuusien osalta vastaava ero ei ollut yhtä selvä, vaikka taimien keskipituus aurauksialoilla olikin suurempi kuin äestetyillä tai muokkaamattomilla aloilla. Äestettyjen ja muokkaamattomien alojen kasvatuskelpoisten istutuskuusien keskipituudessa ei ollut eroja, mikä osaltaan lienee seurausta äestysaloilla vuonna 1984 olleista, muokkaamattomia aloja ankarammista hallatuloista. Muokkaamattomat kuviot olivat pieninä ja usein sijainniltaan edullisina säilyneet muokattuja aloja paremmin hallan tuhoilta ja muokkaamattomilla aloilla oli paikoin liiankin runsas verhopuusto kuusentaimien päällä.

Maanmuokkauksen metsänuudistamistulosta parantava vaikutus korostuu myös luontaisen taimettumisen edistäjänä. Luontaisia taimia syntyy sitä runsaammin, mitä peittävämmän maa on käsitelty (esim. Saksa 1987). Havupuutaimia syntyy aurauksialoille enemmän kuin äestysaloille, sillä muokkauksen peittävyys on yleensä aurauksessa äestystä suurempi (Hämäläinen & Kaila 1978) ja aurattu uudistusala taimettuu pidempään, mikä havaittiin myös tässä tutkimuksessa.

Maanmuokkauksen vaikutus luontaiseen taimettumiseen oli tämän tutkimuksen perusteella hiukan ristiriitainen: luontaisia mäntyjä oli eniten muokatuilla aloilla ja siemensyn-

tyisiä koivuja syntyi erittäin runsaasti muokatuille aloille, mutta luontaisia kuusia oli muokkaamattomilla uudistusaloilla huomattavan paljon. Ilmiötä selittänee se, että helposti luontaisilla kuusilla taimettuvat uudistusalat sekä kiviset, soistuneet, jo osittain valmiiksi taimettuneet ja usealta reunalta siementävään kuusimetsään rajoittuvat pikkukuviot oli jätetty muokkaamatta.

Luontaisen taimettumisen tasaisuus oli muokkaamattomilla aloilla parempi kuin muokatuilla aloilla. Tyhjen koalojen osuus jäi auratuilla ja äestetyillä aloilla usein muokkaamatonta alaa suuremmaksi, vaikka taimimäärä muokatuilla aloilla oli muokkaamattomia huomattavastikin suurempi. Luontaisten taimien suuri ryhmittäisyys aiheutuu muokkausjäljen jaksottaisuudesta. Muokatuilla aloilla luontainen taimettuminen tapahtuu pääosin muokkausjälkeen ja niiden väliset alueet jäävät lähes taimettomiksi erityisesti silloin, jos uudistusaloilla ei ole hakkuusta säilyneitä taimia tai ne raivataan pois. Muokkausmenetelmien kehittämisessä tulisi yhdeksi tavoitteeksi asettaa tasaisemmin peittävän muokkausjäljen aikaansaaminen, kun halutaan maksimoida luontaisen taimiaineksen syntyä.

Luontainen taimettuminen riippuu havupuiden osalta siementävän reunametsän etäisyydestä ja ominaisuuksista. Luontaisten taimien määrä on sitä suurempi mitä lähempänä siementävä reunametsä sijaitsee. Tehokkaan siemennyksen voidaan katsoa yltävän ainakin noin 50 metrin päähän siemennyskykyisestä reunametsästä (esim. Saksa 1987). Tutkituilla uudistusaloilla keskimääräinen reunametsäetäisyys oli 20—35 metriä, mikä tilanne vallinnee useimmilla yksityismetsien uudistusaloilla Etelä-Suomessa. Metsikön siemennyskyky riippuu mm. metsikön puulajisuhteista, iästä ja puuston tiheydestä sekä siemenvuosista. Harvennushakkuilla ja uudistusalan rajauksella voidaan reunametsän laatua parantaa ja siemenen leviämistä edistää.

Uudistettavalla kuviolla kasvaa usein jo ennen päätehakkuuta luontaisia taimia. Näiden käyttöä uudistamisessa vaikeuttavat mm. korjuuvauriot ja taimien suuri pituus- ja ikävaihtelu sekä niiden ryhmittäinen tilajärjestys. Luontaiset taimet viittaavat uudistusalan hyvään taimettumiskuntoon, mikä on syytä ottaa huomioon mm. luontaisen uudistamisen kohteita valittaessa. Muokatuillakin viljelyaloilla nämä taimet muodostavat usein

korvaamattoman täydennyksen, koska muokkausjälkien väliin syntyy huomattavasti vähemmän uusia taimia kuin muokkausjälkeen. Lisäksi ennen istutusta syntyneet havupuiden taimet kykenevät kilpailemaan tasaveroisesti istutustaimien kanssa pituuskehityksessä.

Luontaisen sukkession mukaisesti tulevat uudistusosalalle ensimmäisinä lehtipuut. Rauduskoivusekoitteinen reunametsä tai uudistusalan reunoille jätetyt koivusiemenpuut takaavat uudistusalan täydentymisen rauduskoivun taimilla, varsinkin muokatuilla aloilla. Hieskoivua puolestaan syntyy runsaasti painanteisiin ja kosteikkokohtiin (Laiho 1984). Lehtipuusekoituksen hyväksyminen taimikkovaiheessa merkitsee metsikön kehittämistä sekametsäksi. Koivun säilyttäminen sekapuuna havupuumetsikössä on biologisesti tarpeellista, ja oikein hoidettuna myös metsän tuoton ja talouden kannalta perusteltua (Mielikäinen 1985).

Luontaiset taimet ohjaavat viljelymetsän kehitystä kohti useaa latvuserrosta. Lehtipuut kehittyvät herkästi etukasvuiksi ja luontaiset havupuutaimet jäävät viljelytaimien alle. Liian runsas etukasvuinen lehtipuusto pilaa nopeasti männyn taimikon. Käytäntöön on 1970-luvulla omaksuttu ohje, jonka mukaan metrin pituiseen männyn taimikkoon voidaan jättää puolen metrin pituisia, siemensyntyisiä rauduskoivuja niiden kehittymättä enää etukasvuiksi (Jokinen 1973). Tasapituinen sekametsikkö saadaan syntymään, mikäli männylle annetaan syntymävaiheessa 7—8 vuoden etumatka rauduskoivuun nähden (Mielikäinen 1980). Käytännössä tämä on merkinnyt sitä, että lehtipuusto on perattu pois mäntyjen ollessa 0,5—1,5 metrin pituisia. Täydennyksenä on käytetty myöhemmin syntyneitä, havupuita lyhyempiä koivuntaimia. Nykyohjeissa täydentävinä puulajeina voidaan käyttää myös vesasyntyisiä koivuja (Metsänhoitosuositukset 1989).

Kuusi menestyy mäntyä paremmin varjossa, eikä etukasvuinenkaan puusto juuri vaikuta kuusen alkukehitykseen (mm. Karlsson 1978, Norokorpi & Puoskari 1987). Tämä mahdollistaa hallanaran kuusen taimikon kasvattamisen esimerkiksi koivuverhopyuston alla ja sallii harvahkon etukasvuisen koivikon kasvattamisen viljelytaimikon päällä aina viljelymetsikön harvennushakkuuvaiheeseen saakka. Tämän tutkimuksen mukaan erityisesti muokatuilla kuusen viljelyaloilla on aineksia kaksijaksoisten koivu-kuusi-sekametsien kasvattamiseen.

Mäntyä hitaamman pituuskehityksensä vuoksi luontaisesta kuusesta kehittyä varsinkin tuoreen kankaan männyn istutusaloille oma latvuserroksensa viljelytaimien latvuston alle. Usein kuusialikasvos muodostuu melko ryhmittäiseksi muokkausjälkiä ja uudistusalan reunoja myötäileväksi kuusikko-kaistaleeksi. Tämä kuusialikasvos voidaan hyödyntää seuraavana kasvatettavana puujaksona siellä, missä se on riittävän tiheä ja missä kasvupaikka on riittävän viljava kuusen kasvattamiseksi.

Tämän tutkimuksen mukaan tuoreen kankaan männyn istutustaimikoissa ei yleensä pelkällä viljelytaimien tiheydellä saavuteta parhaan mahdollisen laatukehityksen kannalta riittävää kasvatustiheyttä (esim. Huuri ym. 1987, Varmola 1989). Tästä syystä tulee luontaisesti syntyvä taimiaine käyttäähä mahdollisimman tehokkaasti hyväksi. Nykyistä useammin tulisi uudistamisketjun valinnassa tietoisesti arvioida luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn yhdistelmää mahdollisena metsikön uudistamismetodinä. Tällaisen 'sekastrategian' (Kotisaari ym. 1983) hyväksyminen voisi monessa uudistamiskohteessa johtaa nykyistä parempaan uudistamistulokseen.

Männyn taimien laatukehityksen kannalta ei ole syytä kiirehtiä taimikon harvennusta ennen 5—6 metrin valtapituusvaihetta. Taimikon perkaus eli kasvatettavien taimien kasvutilan turvaaminen on kuitenkin tehtävä aina, kun vesakko uhkaa havupuutaimikoiden kehitystä (Parviainen 1988). Erityisesti luontaisten lehtipuiden taimien hyväksikäytöstä havupuutaimikoiden täydentäjänä seuraa taimikonkäsittelyn monimutkaistuminen. Taimien erilainen syntyminen, ikä ja lehtipuiden yleensä havupuita suurempi kasvunopeus nuorella iällä vaativat huolellisuutta taimikonhoidon ajoituksessa. Lisäksi sekametsärakenne monimutkaistaa myöhemmin harvennuksien puun korjuuta (Karjula ym. 1982).

Niin istettuja kuin luontaisestikin syntyviä taimia koettelevat monenlaiset tuhot ensimmäisten vuosien aikana. Näiden vaurioiden syntyyyn vaikuttaneiden bioottisten tai abioottisten syiden tunnistaminen useita vuosia tuhon jälkeen on epävarmaa. Kertainventointitutkimuksen luonteen mukaisesti keskitettiin tutkimuksessa inventointihetkellä havaittavissa oleviin tuhojen kirjaamiseen. Koska taimikot olivat eri-ikäisiä, saatiin tutkimuksessa käsitys tärkeimpien tuhojen yle-

sydestä nuorissa istutetuissa havupuutaimikoissa.

Männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*) oli merkittävin männyn taimikoiden tuhonaiheuttaja. Istutusmännystä lähes viidennes oli tämän sienitaudin voittamia. Versoruosteen massaesiintyminen männyn taimikoissa voi syntyä suotuisten sääolojen valitessa ja kun väli-isäntänä toimivaa haapaa on riittävästi taimikon tuntumassa (Heikkilä 1981). Versoruoste iskeytyy tuoreisiin versoihin ja vikuuttaa usein latvakasvainta. Sieni ei yleensä pysty tappamaan tainta, mutta viivästyttää taimen kehitystä ja heikentää sen laatua. Tärkeimmiksi versoruosteen aiheuttamiksi vioituksiksi osoittautuivat tässä tutkimuksessa runkomutkat, haaroittuminen ja poikaoksien muodostuminen.

Tärkein istutuskusien pituuskehitykseen vaikuttanut tekijä oli halla. Vuonna 1984 sattui kesäkuussa hallajakso, joka oli lähes valtakunnan laajuinen ja vuodenaikaan nähden ankaruudeltaan melko harvinainen (Solantie 1985). Pakkasan tuhot olivat kesällä 1984 selvästi nähtävissä nuorissa männyn ja kuusen taimikoissa ja pakkasen tuhosi eniten keväällä 1984 istutettuja taimia (Jauhiainen 1984). Tuhoalueen raja kulki Pohjois-Savossa siten, että pohjoisosissa, kuten Iisalmen reitin suurten järvien tuntumassa, tuhoja oli vähän. Maakunnan länsiosissa, esimerkiksi Suomenjoella tuhoja oli lähinnä painanteissa, mutta itäosissa, kuten Tuusniemellä, tuhoja oli yleisesti muuallakin kuin matalissa maastonkohdissa (Solantie 1985).

Inventoiduista taimikoista vanhimmat, vuosina 1980—1982 istutetut, sijaitsivat alueella, missä hallatuhot olivat kohtalaisen pahoja. Tutkimuksessa korostuikin hallan vaikutus kuusen taimikoiden tilaan ja vikoihin. Kesällä 1988, neljä vuotta tuhon jälkeen, vaurioita oli havaittavissa vielä yli puolella istutuskusista, ja joka kolmas taimi oli vioittunut haaroittumisen, poikaoksan tai runkomutkan muodossa. Henkiin jääneet kuusen taimet olivat toipuneet kasvussaan varsin hyvin, mutta kituvia taimia oli runsaasti erityisesti heinittyvillä aloilla.

Suurimpana syynä metsänviljelyjen epä-

onnistumiseen on usein pidetty riittämätöntä taimikonhoitoa (mm. Yli-Vakkuri ym. 1969, Leikola ym. 1977). Myös opinnäytetöinä toteutettujen inventointien tulokset vahvistavat Alangon (1987) mukaan käsitystä taimikoiden hoidon riittämättömyydestä. Tässäkin tutkimuksessa pintakasvillisuuden aiheuttamat tuhot osoittautuivat merkityksellisiksi sekä männyn että kuusen taimikoissa. Keskimäärin joka kahdeksas taimi juroi pintakasvillisuuden painamana ja joka kahdeksanteen 3—5-vuotiaaseen taimikkoon ehdotettiin välitöntä pintakasvillisuuden torjuntaa.

Vanhimmissa taimikoissa istutustaimet kasvoivat jo yleensä pintakasvillisuuden kilpailusta vapaana, mutta suurin osa täydennystaimista ja pienet luontaiset havupuutaimet olivat kuitenkin vielä heinän painamia. Tehtyjen taimikon hoitotöiden vaikutus näkyi parhaiten kuusen taimikoiden tiheydessä. Nuorissa männyn taimikoissakin heinätyillä tai peratuilla aloilla oli hieman enemmän istutustaimia, mutta vanhimmissa männyn taimikoissa 'hoitamattomat' taimikot olivat istutustaimien suhteen tiheämpiä kuin hoidetut alat. Ilmeisesti osa 'hoitamattomista' aloista ei ole taimikonhoitoa tarvinnutkaan ja toisaalta osalla uudistusaloista taimikonhoito on tehty liian myöhään, jolloin osa istutustaimista oli jo menehtynyt heinän tai vesakon varjostukseen. Kertainventoinnissa tällaisten syiden tarkempi analysointi jää aina olettamusten varaan.

Hyvä metsänuudistamistulos vaatii metsänomistajalta taimikon kehityksen tarkkaa seuranta. Uudistusalojen heinittyminen uhkaa taimien kehitystä heti istutuksen jälkeen. Tarvittavat täydennysistutukset on mahdollista suorittaa vain parina vuonna taimikon perustamisen jälkeen ja tällöinkin täydennystaimet vaativat kehittyäkseen pintakasvillisuuden kilpailun poistamista. Myöhemmin lehtipuusto vaikeuttaa nopealla pituuskehityksellään havupuiden menestymistä. Oikea-aikaisilla ja valikoivilla taimikon perkauksilla ja harvennuksilla ohjataan taimikoiden kehitystä riittävän tiheiksi, havupuuvaltaisiksi tuoreen kankaan sekametsiksi.

6. Yhdistelmä

Tutkimuksessa tarkasteltiin vuosina 1980—82 ja 1984—86 istutettujen tuoreen kankaan männyn ja kuusen taimikoiden tilaa Pohjois-Savossa. Tutkimus kohdistettiin äestetyille, auratuille, mätästetyille ja muokkaamattomille kohteille. Kesällä 1988 inventoitiin Pohjois-Savon metsälautakunnan eteläosasta 30 männyn ja 30 kuusen 6—8 -vuotiasta istutus-alaa. Kesällä 1989 inventoitiin 29 tuoreen kankaan ja 9 kuivahkon kankaan männyllä istutettua ja 33 tuoreen kankaan kuusella istutettua 3—5 -vuotiasta viljelyalaa Pohjois-Savon metsälautakunnan pohjoisosasta. Kaikkiaan inventointi kattoi 131 taimikkoa, joiden yhteispinta-ala oli 160 ha. Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoelamenetelmää, jossa koalan koko oli joko 6 tai 10 neliometriä. Kultakin taimikkokuviolta mitattiin keskimäärin 50 koelaa.

Tutkimuksen päätulokset muodostuivat seuraaviksi:

1. Alkuperäisten istutustaimien määrä vaihteli tutkituilla uudistusaloilla 1 030:sta 1 350:een taimeen/ha. Lähes joka kolmatta muokkaamatonta ja joka neljättä äestettyä alaa oli täydennysistutettu. Eniten täydennystaimia oli muokkaamattomilla männyn istutusaloilla; peräti 950 kpl/ha kullakin täydennyskohteella. Aurasaloille istutettuja taimikoita oli hyvin harvoin täydennetty.

2. Runsaammasta täydennysistutuksesta huolimatta istutustulos oli muokkaamattomilla aloilla hieman heikompi kuin äestetyillä tai auratuilla uudistusaloilla. Muokkausmenetelmällä ei ollut merkittävää vaikutusta männyn istutustulokseen. Kuusen istutustulos oli 3—5-vuotiaissa taimikoissa paras mätästetyillä aloilla, joilla istutustaimia oli keskimäärin 1 640 kpl/ha, kun taimitiheys muissa samanikäisissä kuusen taimikoissa oli 1 260 kpl/ha.

3. Kasvatuskelpoisiksi istutustaimista arvioitiin männyn taimikoissa keskimäärin 1 140 ja kuusen taimikoissa 1 270 kpl/ha. Niiden määrä väheni taimikon iän kasvaessa. Vuonna 1986 istutetuissa, inventointihetkellä 3-vuotiaissa taimikoissa oli keskimäärin 1 500 kasvatuskelpoista tainta/ha. Vanhimmissa, vuosina 1980 ja 1981 istutetuissa taimikoissa oli kasvatuskelpoisia taimia männyn taimikoissa keskimäärin 800 kpl/ha ja kuusen taimikoissa 1 100 kpl/ha.

4. Uudistusalojen luontainen taimettuminen oli männyn ja koivujen osalta sitä runsaampaa mitä peittävämmän maa oli käsitelty. Luontaisia kuusia oli runsaimmin muokkaamattomilla aloilla. Havupuiden taimettuminen oli sitä runsaampaa mitä lähempänä siemennyskykyinen reunametsä sijaitsi. Kasvatuskelpoisten luontaisten havupuutaimien määrä oli keskimäärin 300—900 kpl/ha eli 15—25 % kaikista kasvatuskelpoisista taimista. Kuusen merkitys oli mäntyä suurempi, sillä kasvatuskelpoisia luontaisia mäntyjä oli tuoreilla kankailla vain 50—200 kpl/ha. Siemensyntyisiä koivuja oli mahdollista hyväksyä kasvatettaviksi keskimäärin 500—1200 kpl/ha, joista rauduskoivuja oli 100—500 kpl/ha. Koivujen osuus kaikkien kasvatuskelpoisten taimien runkoluvusta nousi tällöin kolmannekseen.

5. Metsänuudistamisen tulos muodostui runsaan luontaisen täydennyksen ansiosta kohtuullisen hyväksi. Kasvatuskelpoisiksi arvioituja havupuun taimia oli keskimäärin 1 600—2 000 kpl/ha. Kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä nousi siemensyntyisten koivujen ansiosta keskimäärin 2 300—3 000 kpl/ha, mikä vastaa nykysuositusten mukaista taimikon tavoitteellista harvennustiheyttä. Joka neljännes tuoreen kankaan männyn taimikon tiheys jäi alle 2 000 taimen/ha.

Tutkimuksen tulosten perusteella tulisi tuoreen kankaan metsiköiden uudistamisessa kiinnittää jatkossa huomio mm. seuraaviin seikkoihin:

1. Pohjois-Savossa 1980-luvun alussa perustetuissa tuoreen kankaan männyntaimikoissa ei viljelytaimien määrä yleensä ole riittävä, jotta niistä voitaisiin kehittää istutusmetsiköitä tai puhtaita mäntymetsiä. Perustamistiheyden nostaminen männyn istutuksessa tuoreella kankaalla nykysuositusten mukaiseen istutustiheyteen 2 000—2 500 kpl/ha on aiheellinen, jos tuoreen kankaan kasvupaikoilla aiotaan tulevaisuudessa kasvattaa mäntyvaltaisia metsiköitä.

2. Nykyistä useammin tulisi uudistamisketjun valinnassa arvioida luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn yhdistelmän eli ns. sekastrategian hyväksikäytön mahdollisuudet. Tuoreella kankaalla kuusen istutuksessa voidaan tyytyä nykyiseen tai nykyistä pienempään perustamistiheyteen,

jos uudistusala muokataan hyvin ja luontaisesti syntyvä koivu hyväksytään istutuskusikon täydennykseksi. Hyvät luontaisen uudistamisen edellytykset omaavassa kohteessa uudistaminen voidaan toteuttaa myös kaistaleavohakkuun, maanmuokkauksen ja reunametsän siemennyksen avulla, jota tarvittaessa täydennetään istutuksella.

3. Luontaisen taimipopulaation keskipituuden kehitys on hyvin erilainen kuin istutustaimien pituuskehitys. Muokatuille aloille syntyy runsaasti siemensyntyisiä koivuja, joiden pituuskehitys on istutustaimien pituuskehitystä nopeampi. Siemensyntyisten koivujen joukossa on kuitenkin runsaasti lyhyempääkin taimiainesta, ja pidempiäkin koivuja on mahdollista kasvattaa aina kasvatushakkuisiin saakka suuremmissa aukko- ja puukko-alueilla. Muokatuilla tuoreen kankaan uudistusaloilla taimikoista on usein mahdollista muodostaa mänty-

koivu- tai kuusi-koivu-sekametsiä. Hakkuun jälkeiden syntyneiden kuusien pituuskehitys jää jälkeiden istutustaimien ja luontaisten koivujen pituuskehityksestä. Paikoin, erityisesti männyn taimikoihin syntyy kuusialiskasvos, joka voidaan hyödyntää seuraavana kasvatettavana puujaksossa.

4. Luontaisten taimien hyväksikäyttö havupuutaimikoiden täydentäjinä korostaa taimikonhoidon tärkeyttä. Viljelytaimien ja luontaisten taimien eri-ikäisyys ja eri puulajien erilainen pituuskehitysrytmi vaativat huolellisuutta ja oikeaa ajoitusta taimikonhoitotöissä, jotta paraslaatuisten ja tuottavimpien taimien kehitys ei vaarantuisi. Myöhemmin sekametsärakenne ja puuston monijaksoisuus asettavat omat vaatimuksensa metsikön kasvatukselle.

Kirjallisuus — References

- Alanko, K. 1987. Männynviljelyn tuloksia käsittelevät opinnäytetyöt vv. 1980—86. Laudaturtyö. Helsingin Yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 78 s.
- BMDP statistical software manual. 1985. University of California press. 1985 printing. 735 s. ISBN 0-520-04408-8.
- Heikkilä, R. 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in Scots pine plantations in northern Finland. *Folia Forestalia* 497. 22 s. ISBN 951-40-0548-1. ISSN 0015-5543.
- Huuri, O., Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. Summary: Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685. 48 s. ISBN 951-40-0777-8, ISSN 0015-5543.
- Hämäläinen, J. & Kaila, S. 1978. Maaston vaikutus maanmuokkauslaitteiden työljälkeen. Summary: Effect of terrain on work quality of different site preparation machines. Metsätalon tiedotus 399. 15 s. ISBN 951-673-110-4, ISSN 0356-7257.
- Jauhainen, H. 1984. Halla tuhosi taimikoita. *Metsälehti* 1984 (13):10.
- Jokinen, H. 1973. Luontaisesti syntyneiden koivun taimien kehityksestä männyn viljelytaimistoissa. Laudaturtyö. Helsingin Yliopisto, metsänhoitotieteen laitos, 44 s.
- Kaila, S. 1982. Maanmuokkausmenetelmän ja taimilajin merkitys männyn viljelyssä erilaisilla uudistusaloilla. Metsätalon tiedotus 376. 12 s. ISBN 951-673-083-3, ISSN 0356-7257.
- & Päivänen, J. 1978. Metsämaanmuokkauksen tavoitteet ja nykyinen muokkauslaitosto. Metsätalon kausaus 7/1978. 6 s.
- Karjula, M., Kaila, S., Parviainen, J., Päivänen, J. & Räsänen, P. K. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla — kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 56. 116 s. ISSN 0358-4283.
- Karlsson, L. 1978. Studie över lövvegetationens inverkan på granplanteringar i södra Sverige. Summary: Plantations of spruce in southern Sweden. Rapport och Uppsats Institution för Skogsförnyring, Skogshögskolan 102. 54 s.
- Kellomäki, S. 1988. Metsänhoito. *Silva Carelica* 8. 403 s. ISBN 951-696-712-4, ISSN 0781-8232.
- Kinnunen, K. 1976. Maanmuokkauksen vaikutus erilaisten paljasjuuri- ja paakkutaimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimusasetman tiedonantoja 3. 10 s.
- Kotisaari, A., Leikola, M. & Smolander, H. 1983. Metsänuudistamismenetelmät — vastakkainasettelusta yhdistämiseen. *Metsä ja Puu* 6—7:11—13.
- Lahti, J. 1987. Vuonna 1978 ja 1983 istutettujen havupuutaimikoiden tila Itä-Savon piirimetsälautakunnassa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 59. 70 s. ISBN 951-45-4141-3, ISSN 0780-6728.
- Laiho, O. 1984. Ongelmallisten metsänviljelykohteiden maanpinnan valmistus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137:28—41. ISSN 0358-4283.
- 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. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 84(2). 64 s. ISBN 951-40-0134-6.
- 1976. Maanmuokkauksen ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsittämisessä. Summary: Soil tilling and weed control in afforestation of abandoned fields. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 88(3). 101 s. ISBN 951-40-0209-1, ISSN 0026-1610.
- & Raulo, J. 1973. Pellolle istutettujen männyn, kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koekaseman tiedonantoja 8:1—24.
- , 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 Forestalia* 312. 27 s. ISBN 951-40-0278-4, ISSN 0015-5543.
- Lähde, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sapling stands of Scots pine. *Seloste: Maan lajitekoostumuksen vaikutus männyn luontaisten ja viljelytaimistojen kuntoon*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 84(3). 23 s. ISBN 951-40-0143-5.
- 1978. Maankäsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. Summary: Effect of soil treatment on physical properties of soil and on the development of Scots pine and Norway spruce seedlings. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 94(5). 59 s. ISBN 951-40-0350-0, ISSN 0026-1610.
- & Pohjola, T. 1975. Maankäsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 8. 29 s.
- Metsänhoitosuosittukset. 1989. Keskusmetsälautakunta Tapio. 55 s.
- Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivu sekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(3). 82 s. ISBN 951-40-0472-8, ISSN 0026-1610.
- 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effects of an admixture of birch on the structure development of Norway spruce stands. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 133. 79 s. ISBN 951-40-0711-5, ISSN 0358-9609.
- Mutka, K. & Lähde, E. 1977. Effect of soil treatment, liming and phosphate fertilization on initial development of barerooted Scots pine transplants. *Seloste: Maan käsittelyn, kalkituksen ja fosforilannoituksen vaikutus paljasjuuristen männyntaimien alkukehitykseen*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91(3). 57 s. ISBN 951-40-0260-1, ISSN 0026-1610.
- Mälkönen, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkauksesta. Summary: Some aspects concerning cultivation of forest soil. *Folia Forestalia* 137. 11 s. ISBN 951-40-0009-9.
- 1983. Maan kunnostaminen metsänuudistamisessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 124:6—16. ISSN 0358-4283.
- Norokorpi, Y. & Puoskari, J. 1987. Peräpohjolan kuusentaimikoiden perkausmenetelmät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278:123—135. ISBN 951-40-0832-4, ISSN 0358-4283.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösunnan ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen Ilmatieteen laitoksen mitaustiedoista. Summary: Estimation of local values of monthly mean temperature, effective temperature sum and precipitation sum from the measurements made by Finnish Meteorological office. *Silva Fennica* 17(2):143—160. ISSN 0037-5330.
- Parviainen, J. 1984. Männyn eri taimilajien menestymisen eri tavoin muokatuilla uudistusaloilla. Summary: The succes of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways. *Folia Forestalia* 593. 27 s. ISBN 951-40-0666-6, ISSN 0015-5543.
- 1988. Metsänviljely — perusteet ja sovellutukset. *Silva Carelica* 9. 177 s. ISBN 951-696-716-7, ISSN 0781-8232.
- Pohtila, E. 1977. Taimiston inventoinnin tarkkuus. Summary: Accuracy of regeneration survey. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 92(2). 43 s. ISBN 951-40-0295-4, ISSN 0026-1610.
- Raulo, J. & Rikala, R. 1974. Tuloksia metsänviljelyalojen tarkastuksista Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan piirimetsälautakuntien alueilla. *Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koaseman tiedonantoja* 12:1—8.
- & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyillä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and Silver birch seedlings on a forestation site prepared in different ways. *Folia Forestalia* 462. 13 s. ISBN 951-40-0507-4, ISSN 0015-5543.
- 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 Forestalia* 426. 24 s. ISBN 951-40-0439-6, ISSN 0015-5543.
- Räsänen, P. K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsän uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978—1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories 1978—1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s. ISBN 951-40-0730-1, ISSN 0015-5542.
- Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The Development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in Northern Karelia in Finland. *Folia Forestalia* 644. 60 s. ISBN 951-40-0725-5, ISSN 0015-5543.
- 1876. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland. *Folia Forestalia* 312. 32 s. ISBN 951-40-0797-2, ISSN 0015-5543.
- 1988. Viljelytiheys ja istutustaimien kunto Suonenjoella kesällä 1987. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 289. 26 s. ISBN 951-40-0821-9, ISSN 0358-4283.
- 1989. Männyn taimikoiden tila auras- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. Summary: State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland. *Folia Forestalia* 733. 32 s. ISBN 951-40-1059-0, ISSN 0015-5543.
- Savilampi, P. 1977. Tuloksia aurasalojen mesänviljelytutkimuksesta. *Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 16. 14 s.
- Solantie, R. 1985. Kesäkuun 1984 hallat. *Luonnontutkija* 1985(4): 130—133. ISSN 0024-7383.
- Tuovinen, Jussi 1989. Havupuutaimikoiden tila 6—8 vuoden kuluttua istuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa. *Pro gradu-tyo. Joensuun Yliopisto*. 58 s.
- Uusitalo, M. 1989. Metsätalastollinen vuosikirja 1988. Yearbook of forest statistics 1988. STV Maa- ja metsätalous 1989:1. *Folia Forestalia* 730. 243 s. ISBN 951-40-1046-9, ISSN 0359-968X, ISSN 0015-5543, ISSN 0784-8404.
- Varmola, M. 1989. Männyn istutustaimikoiden lustonleveysmalli. Abstract: A model for ring width of planted Scots pine. *Silva Fennica* 23(4):259—269. ISSN 0037-5330.
- Yli-Vakkuri, P., Räsänen, P. K. & Solin, P. 1969. Met-

Summary

State of 3—8 years old Scots pine and Norway spruce plantations

The study dealt with plantations established during years 1980—82 and 1984—86 within the Pohjois-Savo Forestry Board's region. The study was targeted at ditched (same as disc ploughed), ploughed, mounded and unprepared sites. During the summer of 1988, were 30 Scots pine plantations and 30 Norway spruce plantations that were 6—8 years of age inventoried. During the summer of 1989, the inventories were directed at 29 Scots pine plantations on moist upland sites, nine Scots pine plantations on dryish upland sites, and 33 Norway spruce plantations growing on moist upland sites, all within the 3—5 year age bracket. All in all, the inventories covered 131 plantations with combined area of 160 hectares. The inventory method consisted of circular plots of either 6 or 10 m² in size arranged along parallel lines. An average of 50 sample plots were measured from each plantation.

The main results of the study were as follows:

1. The number of seedlings initially planted, and still alive, on the studied sites varied between 1030—1350 per hectare. Supplementary planting had been resorted to on nearly one site in three of the unprepared sites, for the prepared sites, the corresponding ratio was 1:4. The greatest number of plants resulting from supplementary planting were observed on unprepared Scots pine sites; this was as much as 950 plants per hectare on each filled-in sites. Supplementary planting was rarely resorted to in plantations on ploughed sites.

2. Despite their more plentiful supplementary planting, the planting result on the unprepared sites was slightly lower than on harrowed or ploughed sites. The method of site preparation did not have a significant effect on the survival of planted Scots pine. In the case of Norway spruce, the planting result in plantations 3—5 years of age was at its best on mounded sites where the average density was 1640 plants per hectare while the average for the other spruce plantations of the same age was 1260 plants per hectare.

3. The average number of viable plants in Scots pine plantations was 1140 plants per hectare and in Norway spruce plantations the corresponding figure was 1270 per hectare. This number grew smaller with increasing plantation age. The average density in plantations established in 1986, and 3 years of age at the time of being inventoried, was 1500 viable plants per hectare. In the older plantations, established in 1980 and 1981, the average densities of viable plants per hectare were

800 for Scots pine and 1100 for Norway spruce.

4. Natural regeneration on the part of Scots pine and the two birch species was more plentiful the more thoroughly the site had been prepared. Spruce wildlings were most plentiful on unprepared sites. The restocking of the sites with natural conifer regeneration was so much better closer the marginal trees capable of seeding were. The average density of viable conifer wildlings varied between 300—900 plants per hectare (i.e. 15—25 % of all viable plants). The significance of Norway spruce was greater than that of Scots pine, since there were only 50—200 viable pine wildlings per hectare on moist upland sites. The numbers of viable birch wildlings of seed origin varied between 500—1200 plants per hectare and of these 100—500 plants per hectare were Silver birch. Thus, birches represented a third of all viable young trees.

5. Owing to the plentifulness of natural regeneration, the outcome of forest regeneration turned out to be reasonably good. The averages for numbers of viable conifers varied between 1600—2000 plants per hectare. Owing to birch wildlings of seed origin, the total number of viable plants rose, on the average, to 2300—3000 plants per hectare; these amounts correspond to the current thinning directives for young stands. The density of one in four Scots pine plantations on moist upland sites remained below 2000 plants per hectare.

According to the results of this study, the following should be included among the matters to be taken into account in forest regeneration on moist upland sites:

1. The amount of planting stock in Scots pine plantations established in the Pohjois-Savo region in the early 1980s is generally insufficient. There are grounds for raising the initial stocking level in pine plantations on moist upland sites to the currently recommended level of 2000—2500 plants per hectare if the intention is to raise pine dominated stands on moist upland sites.

2. More consideration should be given to the application of a combination of natural regeneration and artificial regeneration (i.e. mixed strategies) when selecting the regeneration chain. When planting Norway spruce on moist upland sites, one can settle for the current stocking level, or level below it, if the site is prepared well and if the birch wildlings that come onto the site are accepted as filling in the gaps in spruce stands. In favourable conditions, natural regeneration may also be implemented by means of strip felling, site

preparation and seeding by the marginal trees of the surrounding forest; when necessary, planting would be used to fill in the gaps.

3. The development of average height in a population consisting of wildlings is quite different to that of planted stock. Sites that have been prepared attract a lot of birch of seed origin and their height development is faster than that of the planted stock. In such a population of birch, there is, however, quite a deal of shorter material, too, and in the larger openings between conifers, longer birches can be raised right up to the stage of intermediate fellings. On prepared moist upland sites, it is often possible to form mixed stands of pine-birch or spruce-birch. Spruces that have established themselves after the felling operation fall behind

planted stock and birch wildlings in height development. In places, especially in Scots pine plantations, an understorey of Norway spruce will establish itself and this understorey can be used as the next timber crop.

4. The use that can be made of wildlings as material to fill in gaps in conifer plantations emphasizes the significance of tending of young stands. The difference in ages between the planted stock and the wildlings and the different rhythm in height development between tree species presuppose care and correct timing in the tending of young stands in order to ensure the continued development of the best and most productive individuals. Later on the mixed stand and its multi-storied structure continue to impose their own silviculture demands.

Liite 1. Tutkittujen uudistusalojen taimimäärät (kpl/ha) puulajeittain eri ositteissa.

Appendix 1. Seedling densities (number/ha) of the examined regeneration areas.

- A = Osite (ks. taulukko 1) - Group code (see Table 1)
 B = Taimikon numero - Case number
 C = Koealojen lukumäärä - Number of sample plots
 D = Istutusvuosi - Year of planting
 E = Alkuperäiset istutustaimet - Originally planted seedling
 F = Täydennysistutetut taimet - Plants from replanting
 G = Kasvatuskelpoiset istutustaimet - Viable planted seedlings
 H = Luontaiset männyn taimet - Naturally regenerated pine seedlings
 I = Luontaiset kuusen taimet - Naturally regenerated spruce seedlings
 J = Kasvatuskelpoiset luontaiset havupuut - Viable natural conifers
 K = Siemensyntyiset koivun taimet - Birch seedlings from seed origin
 L = Kaikki kasvatuskelpoiset taimet - All viable seedlings
 M = Tyhjien koealojen osuus, % - Proportion of empty sample plots, %
 N = Vesakon tiheys - Number of sprouts

A	Yleistiedot General information				Istutustaimet Planted seedlings			Luontaiset taimet Naturally regenerated seedlings				Yhteensä Total		Vesat Sprouts
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	154	28	80	1130	0	1130	1369	1607	1130	7202	3211	3	2916	
	107	53	81	1075	0	962	301	132	188	338	1263	24	6264	
	122	31	81	258	1322	1290	161	2032	1032	2224	2579	9	8967	
	130	47	81	723	0	695	347	3560	1488	2488	2650	8	14184	
	185	50	81	960	0	820	460	3020	1480	620	2380	20	5340	
	186	43	81	837	0	767	372	441	510	2743	2625	4	6372	
	115	46	82	1130	43	1000	434	1086	717	3347	2846	4	15108	
	125	53	82	943	0	735	0	660	358	1358	1489	20	5773	
	126	39	82	1025	384	1307	102	358	230	2896	1946	5	4487	
	132	49	82	1571	0	1265	204	734	632	7201	2447	2	7448	
	220	47	84	1340	0	1170	42	1000	448	4148	1998	21	3808	
	236	65	84	1358	0	1230	128	307	204	19948	3459	6	9128	
	242	46	84	1565	0	1478	86	413	303	8151	2649	2	6804	
	218	50	85	920	0	760	40	1340	560	5440	2020	6	4780	
	226	44	85	1068	636	1454	45	818	317	7567	2270	6	7181	
	240	51	85	1549	0	1274	78	588	430	3744	2174	3	5235	
	259	44	85	1818	0	1636	477	613	590	7317	2861	6	5318	
	219	38	86	614	0	570	175	394	481	6007	1971	34	6535	
	221	74	86	1486	27	1459	94	310	256	5269	2322	8	7216	
	238	47	86	1276	0	1255	0	276	148	7063	2061	6	4340	
	253	64	86	2057	0	1770	885	312	338	20155	3226	4	3776	

Liite 1. Jtk.
Appendix 1. Cont.

Yleistiedot General information				Istutustaimet Planted seedlings			Luontaiset taimet Naturally regenerated seedlings				Yhteensä Total		Vesat Sprouts
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2	104	58	80	1086	0	982	586	3413	1499	482	2808	3	7775
	155	49	80	1265	0	1016	285	3469	745	4571	2387	5	13653
	168	59	80	1254	0	1081	254	1084	1632	1745	3345	0	8203
	198	54	80	648	0	617	401	1327	2514	2839	2930	12	18456
	151	50	81	1000	0	833	133	733	500	6233	2665	10	9933
	157	54	81	944	55	925	111	370	351	4166	2164	7	3074
	163	42	81	952	0	833	119	396	277	4324	2260	26	3968
	179	33	81	515	0	575	212	303	484	1696	1573	24	2484
	197	52	81	807	0	903	57	326	268	3730	1690	11	5365
	188	39	82	2307	0	2230	230	641	333	717	2742	0	16025
	210	62	84	1112	0	1000	64	1145	677	12403	2240	17	7516
	264	53	84	1490	0	1377	94	924	565	2867	2658	3	6679
	231	63	85	1888	0	1793	63	238	126	2904	2330	9	2507
	241	68	85	1191	0	1088	294	176	411	6602	2306	13	4382
	250	66	85	636	0	560	1954	136	1060	7045	2770	0	3000
	202	59	86	1805	0	1441	222	166	79	28944	3207	0	5500
	228	74	86	1306	0	1216	22	675	292	14841	3670	9	16576
	245	86	86	1732	0	1593	802	151	464	7569	2881	0	2046
	252	43	86	1488	0	1638	1837	767	249	10790	4136	3	3813
3	118	42	80	642	547	1023	285	1142	666	1641	2307	11	9357
	119	28	80	392	0	321	285	3714	2070	1214	2855	7	11000
	128	32	80	625	0	593	62	7375	2437	2187	3092	6	12312
	135	39	80	923	0	794	1000	4794	2102	640	2947	15	12743
	136	50	80	480	0	440	640	2880	1600	2340	2560	10	8900
	182	36	80	1611	0	1500	555	2638	749	1360	2581	8	8722
	103	31	81	548	1774	500	64	741	233	354	1032	36	4032
	162	30	81	500	0	2225	66	266	483	733	2772	6	17233
	144	31	82	1258	0	1096	96	612	579	1547	2158	3	12451
	153	37	82	1054	0	918	54	1297	1027	297	2107	5	378
	204	51	84	1503	784	1928	65	3366	1633	1404	3789	3	26405
	205	69	84	1463	0	719	0	376	928	1361	2822	3	19115
	239	57	84	789	0	1014	350	1789	217	5561	1419	21	17280
	263	45	84	1511	0	1177	22	155	111	4622	1754	17	11955
	215	66	85	1181	0	1106	45	1181	575	7999	2346	10	7893
	225	54	85	1259	0	1222	0	1296	648	7888	2647	1	3629
	247	54	85	1296	0	1234	92	925	524	12098	3485	9	3672
	214	23	86	1086	0	956	43	3130	1217	4086	2389	26	9782
	271	55	86	1666	0	1545	30	424	333	7514	2362	16	9484

Liite 1. Jtk.
Appendix 1. Cont.

Yleistiedot General information				Istutustaimet Planted seedlings			Luontaiset taimet Naturally regenerated seedlings				Yhteensä Total		Vesat Sprouts
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
4	208	58	84	1206	0	1479	632	287	854	20373	2832	4	10114
	230	48	84	1541	0	919	437	1000	459	6874	3704	5	9041
	201	46	85	913	1043	1565	108	500	259	456	1910	10	8934
	261	48	85	812	416	791	104	541	437	2062	1956	10	12104
	265	60	85	1466	0	1266	33	100	83	900	1481	16	2750
	207	54	86	1450	0	1080	2654	679	1048	12869	3146	9	7407
	237	35	86	1857	0	1600	114	1371	914	2971	2741	0	8371
	256	53	86	886	0	679	18	2169	263	10471	1809	13	5283
	257	55	86	2060	0	1848	606	1515	817	21575	4239	0	2545
5	117	38	80	1526	0	1526	315	2500	1212	1026	3051	5	1421
	191	55	80	424	0	424	121	1545	909	17999	3817	10	7363
	195	43	80	1488	0	1418	23	1604	627	929	2486	2	11790
	124	39	81	743	948	1512	333	205	281	2025	2227	7	7897
	173	51	81	1019	0	2227	19	666	362	2470	3634	0	10058
	192	22	81	2318	0	720	318	1454	320	4863	1980	18	12909
	194	50	81	640	80	1137	60	380	371	3260	2331	3	6620
	110	29	82	1137	0	1491	0	241	254	3792	2201	13	8482
	133	59	82	1050	525	1137	0	711	241	2423	2135	3	6864
	199	36	82	1166	0	1166	305	138	138	1110	1859	8	1916
	211	39	84	2222	0	2179	42	1367	427	11965	3503	7	11239
	235	54	84	481	166	648	0	333	129	1851	1553	24	6814
	244	54	84	1425	74	1462	0	92	74	7222	2887	1	4888
	254	53	84	1037	0	1018	0	1943	1037	9226	2998	5	11547
	212	65	85	1205	0	1205	0	282	128	4512	2281	27	10743
	223	61	85	1311	0	1295	0	229	163	1622	1801	8	4786
	233	70	85	1857	0	1700	0	342	171	3242	2499	4	5200
	203	50	86	1600	0	1325	0	333	232	666	2580	4	10700
	227	66	86	1035	0	1394	606	202	150	8787	3054	0	9823
	248	71	86	1549	0	959	408	169	404	10802	3054	10	3478
	262	43	86	1441	0	1466	93	232	133	7883	1832	22	6418

Liite 1. Jtk.
Appendix 1. Cont.

Yleistiedot General information				Istutustaimet Planted seedlings			Luontaiset taimet Naturally regenerated seedlings				Yhteensä Total		Vesat Sprouts
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
6	148	50	80	1560	0	1564	80	580	340	3800	3160	0	6980
	183	42	80	1904	0	1904	190	95	237	357	2449	0	21666
	108	56	81	1000	0	1954	178	267	1378	2160	5228	0	6589
	131	29	81	2011	0	925	862	2471	259	23332	2257	24	7988
	196	45	81	962	0	1000	111	222	356	3999	2159	10	8444
	152	52	82	1153	0	1121	256	96	160	5865	2306	19	4391
	159	53	82	974	0	911	220	188	251	8647	3236	16	4779
	176	47	82	1255	0	1255	85	63	126	1446	1742	12	10808
	177	51	82	1241	0	1209	65	457	260	5653	2383	13	2450
	180	49	82	1387	0	1346	571	40	366	1734	2506	4	1979
	209	71	84	1056	0	1833	46	1291	104	7769	2791	6	13967
	229	57	84	1929	0	1009	0	847	915	14034	3378	12	10847
	255	61	84	1038	0	1900	0	327	497	10545	3771	5	6748
	267	48	84	1437	708	983	41	208	218	2875	2867	16	5416
	206	59	85	847	0	1690	254	141	145	27683	2143	1	10536
	222	39	85	1487	51	762	51	25	168	2871	5392	3	5358
	243	71	85	1521	0	1512	70	676	76	5320	2049	12	2676
	258	55	85	1727	0	1408	18	327	478	1363	2336	1	4672
	216	80	86	1125	0	1075	50	300	237	9887	3037	6	4400
	232	40	86	1625	0	1650	0	275	75	3450	2425	5	3950
	246	56	86	1696	0	1696	53	89	88	3267	2515	3	4803
7	171	33	80	1484	333	1787	90	3181	1060	1574	3027	0	4909
	123	52	81	1673	0	1576	57	807	365	2980	2690	3	4807
	193	47	81	340	531	851	21	340	212	531	1360	23	10744
	109	37	82	945	0	1000	54	378	324	3107	2161	10	8351
	116	33	82	1000	818	1666	30	212	151	6332	2664	0	8969
	142	42	82	666	309	928	23	476	427	94	1401	19	6166
	160	40	82	925	575	1400	0	725	425	2900	2350	7	3875
	169	55	82	1181	618	1745	236	490	417	635	2562	1	8090
	190	30	82	1500	300	1633	66	233	299	233	2032	10	5433
	213	41	84	1439	0	650	97	658	349	2267	2141	26	10146
	224	63	84	666	0	1439	0	714	438	5538	2583	9	8507
	249	52	84	538	384	903	96	788	480	10518	3497	0	3134
	217	55	85	890	0	1801	36	309	450	2599	3782	8	14618
	251	43	85	1023	0	872	69	3325	272	6208	2016	12	10418
	266	45	85	933	0	976	0	177	1139	622	2882	9	8577
	269	37	85	1801	0	888	0	1126	133	12297	1242	20	9189
	234	40	86	1100	0	1075	0	350	200	2925	1550	25	13400
	260	44	86	1318	0	1227	22	45	22	1772	1725	20	15522
	270	63	86	1142	0	1095	15	1000	395	2047	1949	7	14301

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 533 1404

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

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

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

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

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

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 151 4000

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

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



- No 743 Sirén, Matti: Pienet hakkuukoneet varhaisissa harvennushakkuissa.
Small multi-function machines in early thinning operations.
- No 744 Ferm, Ari: Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemaalla.
Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands on peatland.
- No 745 Rikala, Risto & Huurinainen, Seppo: Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakkutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen.
Effect of fertilization on the nursery growth and outplanting success of two-year-old containerized Scots pine seedlings.
- No 746 Lämsä, Pertti, Kellomäki, Seppo & Väisänen, Hannu: Nuorten mäntyjen oksikkuuden riippuvuus puuston rakenteesta ja kasvupaikan viljavuudesta.
Branchiness of young Scots pines as related to stand structure and site fertility.
- No 747 Karppinen, Heimo & Hänninen, Harri: Yksityistilojen hakkuumahdollisuuksien käyttö Etelä-Suomessa.
Actual and allowable cut in nonindustrial private woodlots in southern Finland.
- No 748 Aarnio, Jukka: Voimaperäistämisen vaikutus metsälön puuntuotannon yksityistaloudelliseen kannattavuuteen.
Intensive timber growing and profitability in private forestry.
- No 749 Nieminen, Mika & Pätilä, Antti: Karujen rämeiden luokittelu pintakasvillisuuden ja ravinnetunnusten avulla.
Classification of oligotrophic pine mires on the basis of ground vegetation and fertility parameters.
- No 750 Ihalainen, Ritva: Rakennemuutokset yksityismetsänomistuksessa: Katsaus Suomessa vuosina 1960–89 tehtyihin tutkimuksiin.
Structural changes in Finnish nonindustrial private forest ownership: A survey of the literature 1960–89.
- No 751 Kilkki, Pekka & Kujala, Matti: Poistuman arviointi kahden peräkkäisen tilapäiskoealoihin perustuvan inventoinnin avulla.
Estimation of drain on the basis of two successive forest inventories with temporary sample plots.
- No 752 Salminen, Hannu & Varmola, Martti: Puolukkatyyppin kylvömänniköiden kehitys taimikon myöhäisestä harvennuksesta nuoren metsän ensiharvennukseen.
Development of seeded Scots pine stands from precommercial thinning to first commercial thinning.
- No 753 Saksa, Timo, Nerg, Jukka & Tuovinen, Jussi: Havupuutaimikoiden tila 3–8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa.
State of 3–8 years old Scots pine and Norway spruce plantations.