

ODC 231: 174.7
Pinus sylvestris
(480.2)

FOLIA FORESTALIA 449

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1980

KAARLO KINNUNEN JA
SAKARI MÄKI-KOJOLA

MÄNNYN LUONTAISESTA UUDISTUMISESTA
POHJOIS-SATAKUNNASSA

NATURAL REGENERATION OF SCOTS
PINE IN WESTERN FINLAND

- 1979
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976. Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjan vanhoissa kuusikoissa. The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla. Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta. Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löyttyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhosta. On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen. Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloidilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76. Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa. Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoitta-misen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla. Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa. End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä. Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla. The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löyttyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976. Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorin-puutosalueella. Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana. Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlan-noitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.

FOLIA FORESTALIA 449

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Kaarlo Kinnunen ja Sakari Mäki-Kojola

MÄNNYN LUONTAISESTA UUDISTUMISESTA
POHJOIS-SATAKUNNASSA

Natural regeneration of Scots pine in western Finland

ODC 231:174.7 *Pinus sylvestris* (480.2)
ISBN 951-40-0473-6
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & MÄKI-KOJOLA, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia For.* 449:1—18.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää männyn luontaiseen uudistumiseen vaikuttavia tekijöitä. Aineisto muodostui 69 uudistusalaista, jotka sijaittivat suhteellisen karuilla kasvupaikoilla. Vain 24 alalle oli jätetty siemenpuita, muilla taimettuminen oli tapahtunut muulla tavoin.

Siemenpuilla oli ratkaiseva vaikutus uudistumiseen. Neljä viidestä siemenpuu-alojen taimikosta oli hyviä, kun avohakkuu-aloilla vain joka viides taimikko oli hyvä.

Muita luontaiseen uudistumiseen vaikuttavia tekijöitä olivat metsätyyppi, uudistusalan koko, reunametsän laatu, hakkuutähteet, humuksen paksuus, maalaji ja kivisyys sekä muokkausmenetelmä.

The investigation deals with the natural regeneration of Scots pine and factors affecting this process. The material consisted of 69 regeneration areas situated on rather infertile sites in western Finland. Only 24 areas contained seed trees, the rest of the areas became stocked with seedlings in other ways.

The effect of seed trees was important for regeneration. Four seed tree stands in five were good, compared to one good stand in five in clear felling areas.

Other factors affecting the natural regeneration were forest site type, the size of the regeneration area, the quality of the border stand, logging residue, the thickness of the humus layer, soil type, the stoniness of soil and site preparation methods.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	4
21. Aineisto	4
22. Koealojen mittaaminen	5
23. Taimikoiden kehityskelpoisuuden määrittäminen	6
24. Sää ja siemensato	6
3. TULOKSET	7
31. Taimikoiden keskipituus	7
32. Taimettumiseen vaikuttaneita tekijöitä	7
Metsätyyppi	7
Siemenpuut	8
Uudistusalan koko ja reunametsä	10
Hakkuutähteet	11
Humuksen paksuus	12
Maalaji ja kivisyys	13
Muokkaus	14
4. TIIVISTELMÄ	16
KIRJALLISUUS	17
SUMMARY	18

1. JOHDANTO

Maassamme syntyy vuosittain uusia taimikoita n. 300 000 hehtaarin alalle. Viljellen perustettujen taimikoiden kokonaispinta-alan ollessa noin 120 000 hehtaaria, jää luontaisen uudistumisen osuudeksi 180 000 hehtaaria (Metsätilastollinen vuosikirja 1977/78). Tästä määrästä varsinaisten uudistamiseen tähtäävien siemen- ja suojuspuuhakkuiden seurauksena syntyneitä taimikoita on kuitenkin vain noin kolmannes. Sen sijaan suurempi osa on vallitsevan puuston alle syntyneitä taimikoita ja taimettuneita varastopaikkoja, hiekanottoalueita, metsittyneitä peltoheittoja ym.

Pohjois-Suomessa männyn luontaisessa uudistamisessa saatuja tuloksia on tutkinut mm. Lehto (1969). Etelä-Suomen osalta kysymystä on selvitetty monissa tutkimuksissa (mm. Lehto 1956, Hänninen ym. 1972, Kinnunen ja Linnimäki 1977, Tynys 1977). Näiden selvitysten mukaan männyn luontainen uudistaminen ei ole antanut toivottuja tuloksia. Myös Keskusmetsälautakunta Tapio painottaa ohjeissaan luontaiseen uudistamiseen liittyvien toimenpiteiden ja oikean kohdevalinnan tärkeyttä, jotta nykyisellä tasollaan melko epätydyttävää uudistamistulosta voitaisiin parantaa.

Metsäpuiden siemensatoa ja siihen vaikuttavia tekijöitä ovat tutkineet Heimio (1932, 1937, 1948) ja Sarvas (1962). Yli-Vakkuri (1961) on tehnyt selkoa taimien synnystä ja alkukehityksestä. Kalelan (1942, 1954) tutkimusten perusteella tiedetään varsin paljon siemenpuiden ja taimien välisestä juuristosuhteista ja -kilpailusta. Edelleen on taimikkoja kohdanneita tuhoja tutkinut Kangas (1937, 1949).

Luontainen uudistuminen on biologinen tapahtumaketju, jossa lopullinen tulos on monien vaikuttavien osatekijöiden summa. Tässä tutkimuksessa on keskitytty tarkastelemaan erityisesti siemenpuiden määrän ja laadun, reunametsän, hakuutähtöiden sekä taimettumisalustan laadun ja käsittelyn vaikutusta luontaiseen uudistumiseen.

Tämä työ liittyy Metsätutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalla tehtävään männyn luontaista uudistamista selvittävään tutkimukseen. Kinnunen suunnitteli työn ja ohjasi sen toteutusta. Mäki-Kojola teki maastotyön ja pääosan aineiston käsittelystä sekä laati alustavan käsikirjoituksen, josta Kinnunen viimeisteli ja tiivistä lopullisen käsikirjoituksen. Professorit Matti Leikola ja Erkki Lähde sekä tohtori Olavi Laiho ovat lukeneet käsikirjoituksen ja tehneet siihen varteenotettuja parannusehdotuksia, josta lausumme parhaat kiitoksemme.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

21. Aineisto

Tutkimus suoritettiin Pohjois-Satakunnassa Parkanon kaupungin sekä Karvian ja Kihniön kuntien alueella. Pääosa aloista sijaitsi Metsätutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueen mailla, vain 10 yksityismailla. Metsätutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueen kangasmailta inventoitiin kaikki uudistusalat, joilla mäntyä oli yritetty luontaisesti uudistaa. Lisäksi tutkittiin kuviota, joilla uudistaminen oli toteutettu viljelyä käyttäen. Tällöin otettiin huomioon vain luontaisesti syntyneet taimet. Aineisto kerättiin kesällä 1979. Kaikkiaan mitattiin 69 uudistusalaa, joiden yhteinen pinta-ala oli 59,7 hehtaaria. Uudistusaloilta inventoitiin kaikkiaan 1949 ympyräkoelaa.

Siemenpuut olivat jäljellä 20 uudistusalalla. Neljällä alalla ylispuuhakkuu oli jo suoritettu ja 45 alalla siemenpuuhakkuuta ei oltu tehtykään, vaan ne oli hakattu paljaaksi. Tutkitut kuviot sijaitsivat pääosin karuilla kasvupaikoilla (taulukko 1).

Luontaisesti uudistettavat alat ovat yleensä pienempiä kuin viljelyalat. Kuvioista 51 % oli pinta-alaltaan alle 0,5 ha, 29 % 0,5—1,0 ha ja vain 20 % yli 1,0 ha. Luontaista uudistamista Etelä-Suomen yksityismailla selvittäneen tutkimuksen (Hänninen ym. 1972) vastaavat prosenttiluvut olivat 64, 28 ja 14. Alojen koossa esiintyi vaihtelua metsätyypeittäin siten, että karujen kasvupaikkojen uudistettavat kuviot olivat suurempia kuin viljavien.

Taulukko 1. Tutkittujen uudistusalojen lukumäärä, pinta-ala ja keskikoko metsätyypeittäin.

Table 1. Distribution of surveyed reforestation areas according to forest site type, number and average size of areas.

Metsätyyppi Forest site type	Uudistus- aloja, kpl Number of areas	Pinta-ala, ha Area surveyed, ha	Keskikoko, ha Average size, ha
MT	8	3,5	0,4
VT	22	18,6	0,8
CT	34	32,0	0,9
CIT	5	5,6	1,1
Yhteensä Total	69	59,7	0,9

MT = Mustikkatyyppi — *Myrtillus* type
VT = Puolukkatyyppi — *Vaccinium* type
CT = Kanervatyyppi — *Calluna* type
CIT = Jäkälätyyppi — *Cladonia* type

Valtaosa (n. 75 %) tutkituista tuoreen, kuivan ja kuihahkon kankaan uudistusaloista oli maalajiltaan hiekka- tai hietamoreenia. Sen sijaan kaikkien karukko-kankaan uudistusalojen maalaji oli joko hiekka tai hietta. Yleisin maanpinnan muokkausmenetelmä oli lautasaureaus (TTS-metsä-äkeellä), jota oli käytetty 31 uudistus-
alalla, mikä vastaa 68 % kokonaispinta-alasta.

Muokkausmenetelmä	Uudistusaloja kpl	ha
Ei käsitteilyä	14	9,1
Traktorilaikutus	5	3,2
Lautasaureaus	31	40,6
Piennaraureaus	10	4,7
Palleaureaus	1	0,2
Mätästys	7	1,5
Muu	1	0,4
Yhteensä	69	59,7

Maan pinta oli jätetty kokonaan vaille käsitteilyä 14 kuviolla. Tähän ryhmään kuuluivat erityisesti karut kanerva- ja jäkälätyyppien kankaat.

22. Koalojen mittaus

Ehtona kuvion ottamiselle tutkimusaineistoon oli, että uudistamiseen tähtäävästä hakkuusta oli kulunut riittävä aika (n. 3—5 vuotta), jotta taimettumista oli voinut tapahtua. Sen sijaan rajoituksia ei asetettu muille taimettumiseen mahdollisesti vaikuttaville tekijöille, kuten uudistusalan metsätyypille, koolle, siemenpuiden määrälle tms. seikoille. Kuvioiden rajaamisessa pyrittiin noudattamaan viimeisen hakkuun rajoja. Kuvion sisällä sallittiin siten lievää metsätyypin, soistuneisuuden ja kivisyyden vaihtelua.

Taimikoiden inventoinnissa käytetään yleisesti systemaattista otantaa. Otantayksikön koon ja muodon suhteen esiintyy runsaasti vaihtelua. Nykyään käytetään yleisimmin ympyrämuotoista koalaa, esim. *B r a t h e* (1966) käytti 4 m²:n ympyräkoalaa. Samaa menetelmää suositellaan Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeissa käytettäväksi taimikon tarkastuksen yhteydessä (*T a k a l a* 1975). Tässä tutkimuksessa käytettiin 10 m²:n kokoista ympyräkoalaa. Samaa koalakokoa

käytettiin vastikään tehdyssä metsien uudistamisen inventoinnissa (*R ä s ä n e n* ym. 1979) sekä myös Ruotsissa 1960—1965 taimikkoinventoinneissa (*Kungl. skogsstyrelsen* ... 1966).

Ensimmäisenä toimenpiteenä mitattiin uudistusaloille saavuttua sen pinta-ala askelparimetelmällä. Kompassia apuna käyttäen sijoitettiin ympyräkoalat määrävällein pohjois—etelä- ja itä—länsisuuntaisille linjoille. Ympyräkoalojen väli vaihteli uudistusalan pinta-alan mukaan seuraavasti:

Kuvion pinta-ala	Koalaväli
0,1—1,0 ha	5 m
1,1—2,0 ha	7 m
2,1—4,0 ha	10 m
4,1— ha	14 m

Ensimmäinen koala tuli puolen koalavälän päähän linjan alkupisteestä. Mikäli linjan viimeinen koala ei kokonaan sopinut kuviolle, se mitattiin puoli-koalana. Linja mitattiin kuvion reunaan saakka ja koalojen keskipisteiden paikallistamista jatkettiin toiselta päälmansuuntien mukaiselta linjalta ikään kuin sama linja olisi jatkunut.

Ympyräkoaloilta, joita tuli kullekin uudistusalalle 20—30 kpl, laskettiin puulajeittain sekä kehityskelpoisten että -kelvottomien, yli 0,1 m:ä pitkien taimien lukumäärä. Varsinaista pituuden ylärajaa ei taimille asetettu, mutta selvästi etukasvuinen taimi luokiteltiin kehityskelvottomaksi. Yhdelle ympyräkoalalle voitiin kehityskelpoiseksi hyväksyä korkeintaan kolme tainta. Koalan keskipistettä lähinnä olevasta kehityskelpoisesta taimesta mitattiin verson pituus ja merkittiin, sijaitseeko ko. taimi muokatulla vai muokkaamattomalla maanpinnan osalla. Pituutta mitattaessa ei kulumassa olleen kasvukauden kasvainta otettu huomioon.

Koalojen keskipisteistä mitattiin kivisyys *V i r o n* (1958) menetelmällä. Lisäksi jokaiselta koalalta arvioitiin, kuinka suuri osa koalan pinta-alasta oli muokattu. Etäisyys siementävästä puustosta mitattiin joko varsinaisista siemenpuista tai sitten reunametsästä riippuen siitä, kumpi oli lähempänä koalan keskipistettä. Humuksen paksuus mitattiin joka viidenneltä koalalta.

Luontaiseen uudistamiseen tähtäävässä hakkuussa poistuneen puutavaran määrää ja rakennetta pyrittiin selvittämään kantomittauksilla, joita suoritettiin joka viidenneltä koalalla. Koalan keskipisteestä käsin mitattiin relaskoopilla yli 20 cm:ä paksujen kantojen pohjapinta-ala puulajeittain. Keskiläpimitä määritettiin yhteisesti kaikille puulajeille mittaamalla 3—5 koalan keskipistettä lähimmän kannon läpimitä ja laskeamalla niiden keskiarvo. Mikäli viimeisen hakkuun ajankohtaa ei saatu selville asiakirjoista, se määritettiin kannoista käyttäen apuna *S a r v a k s e n* (1944) ja *N y y s s e n* (1955) selvityksiä kantojen lahoamisnopeudesta.

Tiedot siemenpuista määritettiin niin ikään vain joka viidenneltä koalalta. Siemenpuiden pohjapinta-ala määritettiin relaskoopilla koalan keskipisteestä ja keskiläpimitä 2—3 lähimmän puun läpimittojen keskiarvona. Keskipituuden määrittämistä varten valittiin läpimitan perusteella mediaanipu, jonka pituus mitattiin hypsometrillä.

Kultakin uudistusosalta täytettiin koalamittausten lisäksi yleislomake, johon merkittiin uudistusalan pinta-ala, metsätyyppi, käytetty muokkausmenetelmä ja

muokkausjäljen arvostelu, soistuneisuus sekä viimeisestä ja jos mahdollista myös toiseksi viimeisestä hakkuusta kulunut aika ja hakkuun luonne. Maalajin määritystä varten alalle kaivettiin satunnaisesti 3—5 kuoppaa, joista otettiin näytteet. Lisäksi selvitettiin, kuinka suuri osa kuvion piiristä oli siementävää puustoa. Tästä reunametsästä määritettiin puulajien osuudet 10 %:n tarkkuudella sekä puuston valtapiteus ja kehitysluokka. Suunta reunametsään määritettiin uudistusalan keskipisteestä kompassilukemana siementävän reunametsän keskipisteeseen. Mikäli siementävää reunametsää oli kahtena erillisenä kuviona, suunta otettiin siemennyksen kannalta paremmaksi arvioituun kuvioon.

23. Taimikoiden kehityskelpoisuuden määrittäminen

Tärkein taimikon kehityskelpoisuuteen vaikuttava tekijä on taimien lukumäärä, mutta siihen vaikuttavat myös monet muut tekijät, kuten taimien jakaantumisen tasaisuus, metsätyyppi, taimien kunto, alueen maantieteellinen sijainti, käyttöpuun minimimittavaatimukset, kantohinta ja uudistuskustannukset.

Sarvas (1949) on asettanut vaadittavan taimimäärän korkeaksi. Hän katsoi Etelä-Suomen siemenpuulajien männyn taimikon tyydyttäväksi vasta, kun yli 0,1 m pitkien taimien kokonaismäärä, alueelle tasaisesti jakaantuneena, oli vähintään 4000 kpl/ha. Myöhemmissä tutkimuksissa vaadittavat taimimäärät ovat olleet alhaisempia. Lehdon (1956) mukaan männyn taimikko oli tyydyttävä, jos nollaruutusadannes 1 m²:n koelajoja käytettäessä jäi alle 75 %. Tämä vastaa vähintään 2500 tainta hehtaarilla. Useimmissä tutkimuksissa on taimikkojen kehityskelpoisuutta arvosteltu paitsi taimimäärän myös nollaruutusadannan perusteella (esim. Hanninen ym. 1972, Kinnunen ja Linnimäki 1977).

Tässä tutkimuksessa taimikot jaettiin kolmeen hyvyysluokkaan: Hyvät, välttävät sekä heikot. Luokitusperusteena olivat uudistusalan taimimäärä, metsätyyppi ja tyhjien ympyräkoelajien määrä eli nollaruutusadannes (taulukko 2). Jakoperusteet ovat pääpiirteiltään samat, kuin metsänuudistamisen onnistumista Pohjois-Karjalassa selvittäneen tutkimuksen yhteydessä käytetyt (Kinnunen ja Linnimäki 1977). Taulukon osoittamia rajoja käytettiin joustuen siten, että uudistusalan taimikko saatettiin lukea kuuluvaksi toiseen luokkaan kuin mihin se pelkästään hehtaarikohdaisen taimimäärän perusteella olisi kuulunut, jos nollaruutusadannes poikkesi olennaisesti vastaavan luokan

ohjearvoista. Näin siis esimerkiksi puolukkatyyppin taimikko voitiin luokitella hyväksi, jos taimia oli laskettu olevan hehtaarilla n. 1300 kpl, mutta tyhjiä koelajoja oli vain 10 %.

Metsänhoidollisesta näkökulmasta tarkasteltuna hyviksi luokitellut taimikot ovat metsikön kasvatukseen tiheydeltään riittäviä. Välttävät taimikot kaipaavat täydentämistä, kun taas heikot taimikot joudutaan joko perustamaan kokonaan uudelleen tai käyttämään runsaasti täydennystaimia. Hyvistä ja välttävästä taimikoista käytetään myös yhteisnimitystä kehityskelpoiset taimikot, jolloin heikkoja nimitetään kehityskelvottomiksi taimikoiksi.

Yhdeltä ympyräkoelajalta (10 m²) voitiin kehityskelpoiseksi hyväksyä 1—3 tainta. Enimmäismäärä rajoitettiin kolmeen siksi, että subjektiivisen näkemyksen osuus jäisi vähäisemmäksi, mutta pieni liikkumavara tasaisuuden suhteen olisi kuitenkin olemassa.

Eri puulajien hyväksymisessä erilaisille kasvupaikoille noudatettiin Keskusmetsälautakunta Tapion hyväksymiä ohjeita (Tala 1975), joiden mukaan kasvatettavaksi taimeksi hyväksytään:

- CT:llä ja sitä heikommilla mailla vain mänty
- VT:llä mänty ja kuusi. Kuusen osuus ei saa nousta yli 10 %
- MT:llä mänty, kuusi ja rauduskoivu. Rauduskoivun osuus havupuutaimikossa ei saa nousta yli 20 %.

Ainoa poikkeus näihin ohjeisiin tehtiin puolukkatyyppin uudistusaloilla, joissa kehityskelpoiseksi hyväksyttiin poikkeustapauksissa myös rauduskoivu. Kuusi katsottiin kyseisellä metsätypillä vain harvoin kehityskelpoiseksi. Aukkopaikoissa (halkaisija yli 5 m) noudatettiin lievempää vaatimustasoa, mutta niissäkin edellytettiin kehityskelpoiseksi luokiteltavan taimen saavuttavan vähintään kuitupuun mitan.

24. Sää ja siemensato

Männyllä on Etelä-Suomessa hyviä siemenvuosisia melko usein (Koski ja Tallqvist 1978). Tutkimusalueella tällaisia ovat viime aikoina olleet 1966, 1970 ja 1972. Täydellisiä katovuosisia on hyvin harvoin Etelä-Suomessa, joten taimettumista voi tapahtua lähes joka vuosi, mikäli sää ja taimettumisalusta ovat otollisia. Vuosi 1974 oli ilmeisesti tutkimusjakson paras taimettumisen kannalta. Siemensato tosin oli vain keskinkertainen, mutta sää oli suosiollinen (taulukko 3). Heinäkuu oli nimittäin hyvin sateinen ja nimenomaan kuivuus on itämisen ja taimien alkukehityksen pahin uhka.

Taulukko 2. Taimikoiden kehityskelpoisuusluokittelu.

Table 2. Classification of young stands according to their development potential.

Metsätyyppi Forest site type	Kehityskelpoisuus — Development potential					
	Hyvä — Good		Välttävä — Fair		Heikko — Poor	
	Taimia Seedlings	Nollaruutu-% Empty plots, %	Taimia Seedlings	Nollaruutu-% Empty plots, %	Taimia Seedlings	Nollaruutu-% Empty plots, %
MT	>1600	0—15	1600—1000	16—24	25—100	25—100
VT	>1400	0—17	1400—900	18—26	< 900	27—100
CT ja CIT	>1200	0—21	1200—800	22—27	< 800	28—100

Taulukko 3. Kesäkuukausien (V—IX) humidisuus (sadanta/haihdunta) ja siemensatoarvio vv. 1969—1977. Sadanta saatiin Alkkian ja haihdunta Ylistaron sääasemalta. Siemensatoarvio tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen siemensato-tutkimuksen perusteella (K o s k i ja T a l l q v i s t 1978, Y l i t a l o 1980).

Table 3. Humidity (precipitation/evaporation) and seed crop estimate in 1969—1977. Precipitation was recorded at the meteorological station of Alkkia and evaporation at that of Ylistaro. The seed crop was estimated according to a seed crop investigation (K o s k i and T a l l q v i s t 1978, Y l i t a l o 1980) of the Forest Research Institute.

Vuosi Year	Humidisuus — Humidity						Siemensato Seed crop
	V	VI	VII	VIII	IX	VI—VIII	
1969	0,4	0,2	0,2	0,3	1,8	0,3	—
70	0,1	0,1	0,7	0,3	1,9	0,4	⊕
71	—	0,2	0,2	1,4	1,4	0,6	—
72	0,5	0,2	0,5	1,2	1,3	0,6	⊕
73	0,4	0,4	0,3	0,6	2,8	0,4	—
74	0,2	0,3	1,9	1,2	2,7	1,2	+
75	0,7	0,4	0,2	0,6	2,0	0,4	—
76	0,2	0,4	0,6	0,2	2,1	0,4	+
77	0,7	0,3	1,2	0,2	1,9	0,5	—

Siemensato: — huono — poor
Seed crop: + keskinertainen — average
⊕ hyvä — good

3. TULOKSET

31. Taimikoiden keskipituus

Taimikot olivat nuoria ja siten myös keskipituus oli pieni. Toisaalta taimikoiden keskipituus oli suhteellisen vakio; se ei juuri lisääntynyt hakkuusta kuluneen ajan kasvaessa. Ilmeisesti taimettuminen on ollut runsainta v. 1974, jolloin keskikesä oli hyvin saateinen, ja näin ollen taimikot olivat varsin samanikäisiä. Kehityskelpoisissa taimikoissa taimet olivat parempikuntoisia ja siten myös keskipituus oli niissä korkeampi kuin kehityskelvottomissa taimikoissa.

Uudistushakkuusta kulunut aika, v	Kehitys- kelvottomat pituus, cm	Kehitys- kelpoiset
2		28,7
3	38,0	22,8
4	11,7	32,8
5	30,5	30,2
6	30,3	37,5
7	29,5	41,5
8	38,0	49,1
9	48,0	34,0
Keskim. 6	29,6	36,4

Taimikoiden keskipituus vaihteli myös metsätyypistä, soistuneisuudesta, kivisyydestä, muokkausmenetelmästä jne. johtuen. Joillakin aloilla taimikko oli syntynyt vallitsevan puuston alle jo ennen viimeistä hakkuuta, mikä osaltaan lisäsi hajontaa. Saadut keskipituudet vastaavat 5—6 vuotiaiden kylvö- ja istutustaimien keskipituuksia L e i -

k o l a n ym. (1977) ja K i n n u s e n (1977) tutkimuksissa. Hakkuun ja luontaisen uudistumisen väli on siis jäänyt varsin kohtuulliseksi. Välittömästi hakkuun jälkeen perustettu keskimääräinen kylvötaimikko olisi todennäköisesti vuoden kasvun verran edellä tämän aineiston keskimääräisestä luonnon-taimikosta ja istutustaimikko viljelyiän + vuoden verran. Pituuden perusteella arvioituna hakkuun ja uudistumisen väli vaihteli —2:sta 3:een vuoteen.

32. Taimettumiseen vaikuttaneita tekijöitä

Metsätyyppi

Mustikkatyypin aloilla oli vähiten kehityskelpoisia taimikkoja ja siellä oli myös keskimäärin vähiten taimia/ha (taulukot 4 ja 5). Vaihtelu alojen välillä oli kuitenkin suurta. Niinpä mustikkatyypiltä tavattiin sekä pieniä että suurin alakohtainen taimimäärä. Tätä karummilla kasvupaikoilla tulos oli parempi ja erot taimikkojen välillä olivat pienemmät. Puolukka- ja kanervatyypillä uudistaminen oli onnistunut lähes yhtä hyvin. Jäkälätyypin aloilla kehityskelpoisia taimikoita oli eniten (80 %), mutta keskimääräinen taimiluku/ha alempi kuin VT:llä ja CT:llä. Parempi tulos kehityskelpoisuudessa johtui siten alemmasta vaatimustasosta ja CIT-alojen tasaisuudesta.

Taulukko 4. Taimikoiden kehityskelpoisuus metsätyypeittäin.
 Table 4. Development class of young stands in different forest site types.

Metsätyyppi Forest site type	Hyvä Good				Välttävä Fair				Heikko Poor			
	kpl number	%	ha	%	kpl number	%	ha	%	kpl number	%	ha	%
MT	2	25	1,2	34	1	13	0,2	6	5	62	2,1	60
VT	9	41	9,1	49	5	23	5,2	28	8	36	4,3	23
CT	15	44	22,0	69	6	18	2,9	9	13	38	7,1	22
CIT	3	60	3,5	63	1	20	0,3	5	1	20	1,8	32
Yht./Keskim. Total/Average	29	42	35,8	60	13	19	8,6	14	27	39	15,3	26

Taimien kokonaismäärä oli paljon suurempi kuin kehityskelpoisiksi luokiteltujen taimien määrä (taulukko 6). Koska osa uudistusaloista oli varsin pieniä, laskettiin taimimäärät pinta-alalla painottaen, jolloin suurten uudistusalojen taimimäärät tulivat merkittävämpinä esille. Hyviksi luokitelluissa taimikoissa oli kasvupaikkatyyppistä riippumatta runsaasti kehityskelvottomia taimia. Näistä noin puolet oli männyn taimia. Sen sijaan välttävässä ja heikoissa taimikoissa kehityskelvottomien taimien kokonaismäärä laski nopeasti siirryttäessä kohti karumpia kasvupaikkoja. Samanaikaisesti männyn taimien osuus kuitenkin kasvoi. Mustikkatyyppin kuvioilla oli merkillepantavaa, että taimien kokonaismäärä pysyi samana, mutta männyn taimien osuus välttävässä ja heikoilla aloilla oli hyvin vähäinen. Tämä selittää osaltaan uudistusalojen selvää kahtiajakoa onnistuneisiin ja epäonnistuneisiin. Kaikilla mustikkatyyppin aloilla oli siis runsaasti taimia, mutta ne olivat enimmäkseen kehityskelvottomia haavan, pihlajan ja lepän taimia tai etukasvuksia koivuja. Kuu- senkin taimia oli hyvin vähän.

Hyvissä taimikoissa oli kehityskelpoisten taimien osuus kokonaismäärästä suhteellisen vakio eri metsätyypeillä.

Metsä- tyyppi	Taimikon kehityskelpoisuus		
	Hyvä	Välttävä	Heikko
	kehityskelpoisia taimia, %		
MT	20	13	3
VT	15	16	8
CT	22	19	14
CIT	18	36	83

Välttävässä ja heikoissa taimikoissa kehityskelpoisten taimien osuus kasvoi kasvupaikan muuttuessa karummaksi. Tämä johtui kehityskelvottomiksi luokiteltujen lehti-puuntaimien määrän vähentymisestä. Jäkä- lätyypillä epätydyttävä tulos johtui nimen-

omaan taimien kokonaismäärän alaisuudesta.

Siemenpuut

Männyn luontainen uudistaminen voidaan toteuttaa käyttäen joko siemen- tai suojuspuumenetelmää. Kaistalehakuuta ei enää juuri käytetä, vaan avohakuun jälkeen uudistaminen tehdään keinollisesti. S a r v a s (1949) määrittelee siemenpuumenetelmän uudistamistavaksi, jossa yhdessä hakkuuvaiheessa (siemenpuuhakuussa) poistetaan aikaisemmin vain kasvatushakuilla käsitelty puusto lukuunottamatta melko pientä määrää siemenpuita. Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeiden mukaan siemenpuuhakuussa tulee uudistusalalle jättää siementäviksi puiksi päävaltapuita 50—100 kpl/ha (M i e t o l a 1975). Suojuspuumenetelmässä jäävien puiden lukumäärä on suurempi. Raja näiden menetelmien välillä on liukuva, eikä tässä yhteydessä katsottu tarpeelliseksi erotella aloja käytetyn menetelmän perusteella omiksi ryhmitseä. Tutkituista 69 taimikosta 45:llä ei siemenpuita ole ollutkaan, neljältä ne oli jo poistettu ja 20 alalla siemenpuustoa oli vielä jäljellä. Viimemainituista 16 oli jo taimettunut hyvin ja siemenpuut voitaisiin siten poistaa. Sitä vastoin neljällä taimimäärä oli riittämätön. Neljästä jo vapautetusta siemenpuualasta kolme oli taimettunut hyvin. Sen sijaan 45 avohakkuualasta vain 10 oli hyviä. Siemenpuilla oli siis ratkaiseva merkitys uudistumisen onnistumiseen, vaikka ero johtuu osittain myös siemenpuualojen paremmasta taimettumisalustasta.

L e h t o (1957) on todennut männyn siemensadon olevan runsaimmillaan tiheysasteessa 100—200 puuta hehtaarilla. Runkoluvun laskiessa alle 100 kpl/ha uudistusalalle

Taulukko 5. Kehityskelpoisten taimien määrä (kpl/ha).
Table 5. Number of seedlings capable of growth per hectare.

Taimikon kehityskelpoisuus Development potential of young stand	Metsätyyppi Forest site type				Keskim. Average
	MT	VT	CT	CIT	
Hyvä — Good	2817	2344	2316	1757	2301
Välttävä — Fair	1722	1547	1319	1303	1436
Heikko — Poor	480	648	759	481	664
Keskim. — Average	1219	1546	1544	1411	1497

Taulukko 6. Taimien kokonaismäärä (kpl/ha).
Table 6. Total number of seedlings per hectare.

Metsätyyppi Forest site type	Taimikon kehityskelpoisuus Development potential of young stands					
	Hyvä — Good		Välttävä — Fair		Heikko — Poor	
	Mänty Pine	Kaikki puulajit All tree species	Mänty Pine	Kaikki puulajit All tree species	Mänty Pine	Kaikki puulajit All tree species
MT	8038	14220	390	13500	94	14924
VT	4528	15454	1538	9968	488	8151
CT	4233	10585	1186	7047	719	5294
CIT	8740	9870	2974	3682	417	577

tuleva keskimääräinen vuotuinen siemensato alkaa laskea jyrkästi. Siemenpuiden lukumäärän alhaisuus ja sitä kautta siemensadon vähentynyt määrä ei kuitenkaan liene merkittävässä määrin taimettumista rajoittava tekijä, koskapa siemenpuiden lukumäärä onnistuneilla ja epäonnistuneilla kuvioilla oli lähes sama.

	Kehityskelpoisuus	
	Hyvä	Heikko tai välttävä
Siemenpuualoja	16	4
Runkoluku (kpl/ha)	45	49
Kuutiomäärä (m ³ /ha)	28	22
Siemenpuurungon		
— keskiläpimitta (cm)	29,7	28,0
— keskipituus (m)	18,5	16,6
— keskikuutio (m ³)	0,615	0,448

Useissa tutkimuksissa on männyn vuotuisen siemensadon todettu vaihtelevan hyvin suurissa rajoissa (vrt. S a r v a s 1949, 1962). Ratkaisevana seikkana uudistusalan metsittymisessä ei yleensä ole alalle tullut siemenmäärä, vaan alan taimettumiskyky. L e h d o n (1956) tekemän selvityksen valossa puuston tiheydellä ei ole juuri vaikutusta männyn uudistusaloille syntyneiden taimien määrään rajoissa 20—400 runkoa/ha.

Puuyksilöiden välillä on todettu olevan suurta vaihtelua siemensadon suhteen (mm. H e i k i n h e i m o 1932 ja R u m m u - k a i n e n 1956). Kookkaat puut tuottavat keskimäärin enemmän siementä kuin pienet.

Vaikka onnistuneilla uudistusaloilla runkoluku oli epäonnistuneisiin verrattuna hieman alempi, oli siemenpuiden kokonaiskuutiomäärä hehtaarilla kuitenkin korkeampi. Kuvioilla, joilla uudistaminen oli johtanut toivottuun tulokseen, siemenpuut olivat keskimäärin 2,0 metriä pitempiä kuin epätydyttävillä aloilla ja niiden rinnankorkeusläpimitta oli selvästi suurempi.

Vain yhdellä uudistusallalla oli sekapuustona koivua, muuten kaikki siemenpuustot olivat puhtaita männiköitä. Kohtalaisen koivusekoituksen on todettu olevan taimettumiselle eduksi, koska koivunlehtien muodostama karike rajoittaa pintakasvillisuuden rehevöitymistä, mutta puut eivät kuitenkaan varjostuksellaan aiheuta haittaa männyn taimien syntymiselle. Myös ko. uudistusallalla oli sekä kehityskelpoisia männyn taimia että muutakin taimiainesta runsaasti. Jätepuustoa ei tutkituilla uudistusaloilla esiintynyt. Männyn luontaiselle uudistamiselle erityisen haitallista kuusialikasvosta ei viljavuudeltaan karuimmilla kuvioilla ole ollutkaan ja rehevillä kasvupaikoilla oli suoritettu asianmukainen uudistusalan raivaus. Myös uudistusalojen vesottuminen oli vähäistä, eikä sen voida katsoa aiheuttaneen haittaa männyn taimien synnylle ja kehitykselle lukuunottamatta viljavimpia tuoreen kankaan uudistusaloja, joilla oli runsaasti haapa- ja pihlajavesakkoa.

Taulukko 7. Sementävän puuston etäisyyden vaikutus kehityskelpoisten taimien lukumäärään.
 Table 7. Effect of the distance from the seeding stand on the number of seedlings capable of growth.

Etäisyys siem. puustoon, m Distance to seeding stand, m	Koealoja kpl Number of plots	Taimia/koeala — seedlings/plot				Taimia keskim./ha Average number of seedlings/ha
		0	1	2	3	
0 — 20	839	22	15	12	51	1917
21 — 40	416	37	22	14	27	1305
41 — 60	309	35	23	17	25	1340
61 — 80	200	43	27	10	20	1065
81 — 100	109	51	19	16	14	798
101 — 150	46	50	9	11	30	1093
151 +	33	55	27	12	6	697

Kehityskelpoisten taimien määrä oli selvästi riippuvainen sementävän puuston etäisyydestä (taulukko 7). Taimettuneiden koealojen osuus laski nopeasti etäisyyden sementävään puustoon kasvaessa. Tyhjiä koealoja oli kuitenkin myös alle 20 m:n päässä sementävästä puustosta. Koska voidaan olettaa, että koealalle on tullut itävää sementä riittävästi eikä alueelle ole silti syntynyt taimia, on huonon taimettumistuloksen täytynt johtua rehevöityneestä pintakasvillisuudesta, paksusta humuskerroksesta, liiallisesta kuivuudesta, maaperän kivisyydestä, alueen vesottuneisuudesta tms. seikasta. Osa ryhmän koealoista oli sattunut aivan siemenpuun juurelle, missä oli usein täysin taimeton vyöhyke, samoin kuin reunametsän lähellä. Syynä tähän on juuristikilpailu ja varjostus.

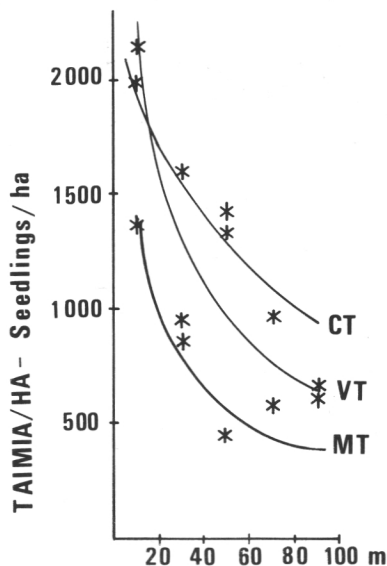
Koska metsätyyppien välillä on eroja pintakasvillisuudessa, humuksen paksuudessa, kosteussuhteissa yms. siemenen itämiseen ja taimien alkukehitykseen vaikuttavissa tekijöissä, on myös sementävän puuston etäisyysvaatimus erilainen (kuva 1). Viljavammilla kasvupaikoilla sementävän puuston piti olla lähempänä kuin karummilla kasvupaikoilla samaan taimimäärään pääsemiseksi.

Uudistusalan koko ja reunametsä

Uudistettaessa mäntyä luontaisesti siemenpuumenetelmällä ei kuvion pinta-alalla ole periaatteessa mitään vaikutusta taimettumistulokseen, mikäli jätetyt siemenpuut täyttävät niille asetetut vaatimukset. Avohakkuualoilla tilanne on toinen. Männyn siemenen tehokas leviämisetäisyys on melko lyhyt, mikä on todettu tämänkin selvityksen yhteydessä. L e h t o (1969) toteaa kui-

tenkin, että alle 3 ha:n suuriset uudistusalat voivat taimettua pelkästään reunametsästä käsin. Myös viljelytaimikkojen inventointien yhteydessä on todettu, että avohakkuualoillekin tulee runsaasti luonnontaimia (Y l i - V a k k u r i y m. 1969, L e i k o l a y m. 1977, R a u t i a i n e n ja R ä s ä n e n 1980).

Tässä tutkimuksessa pienemmät kuviot, alle 0,5 ha:n suuriset, olivat taimettuneet suhteellisen heikosti (jaotelma), joka johtuu siitä, että uudistusalan reunassa oli usein täysin taimettumaton vyöhyke. Pienillä aloilla sen vaikutus on luonnollisesti suurempi kuin suurilla kuvioilla. Paras tulos saavutettiin kuvioilla, joiden pinta-ala vaihteli 0,5—0,1 ha:iin. Näiden alojen taimikoista



Kuva 1. Kehityskelpoisten taimien määrä metsätyyppien sementävän puuston etäisyyden funktiona.
 Fig. 1. The number of seedlings capable of growth in different forest site types as a function of the distance from the seeding stand.

3/4 oli kehityskelpoisia. Pinta-alan edelleen kasvaessa uudistumistulos jälleen jonkin verran huonontui.

Uudistus- alan koko ha	Taimikon kehityskelpoisuus		
	Hyvä	Välttävä %	Heikko
<0,5	40	27	33
0,5—1	60	15	25
1 >	57	7	36

Tutkittujen uudistusalojen joukossa oli kuusi sellaista kuviota, joiden reunoilla ei ollut lainkaan siementävää puustoa. Kaikkien näiden uudistuminen oli heikkoa. Sen sijaan uudistuminen oli sitä parempi, mitä suurempi osa kuvion piiristä oli siementävää puustoa (taulukko 8). Jotta reunametsällä olisi merkitystä alan taimettumiselle, täytyy männyn olla selvästi valtapuulajina. Kehityskelpoisilla aloilla reunametsien puustosta oli keskimäärin 85 % mäntyä. Heikkojen taimikoiden reunametsässä vastaava männyn osuus oli vain 65 %.

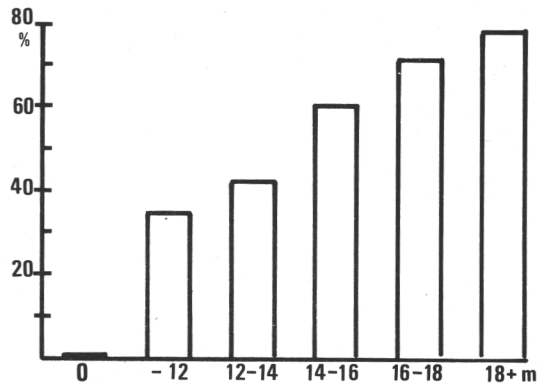
Reunametsän puiden valtapituus vaikuttaa uudistusosalalle tulevan siemensadon määrään kahdella tavalla. Ensinnäkin puuston valtapituuden ollessa suuri ovat puut myös muilta mitoiltaan suuria. Varsinkin latvukseen koko vaikuttaa siemensadon suuruuteen (S a r v a s 1949). Toiseksi siemenen leviämisetäisyys on pitempi. Taimettuminen oli sitä parempi mitä suurempi reunametsän valtapituus oli (kuva 2).

Työssä pyrittiin selvittämään myös, onko reunametsän suunnalla vaikutusta taimettumiseen.

Taimikon kehitys- kelpoisuus	Reunametsän suunta uudistusalaan nähden			
	Pohjoinen	Itä Koealoja, kpl	Etelä	Länsi
Hyvä	8	6	2	3
Välttävä	2	—	2	3
Heikko	3	5	3	6

Taulukko 8. Taimikoiden jakaantuminen kehityskelpoisuusluokkiin reunametsän osuuden perusteella.
Table 8. Distribution of young stands into development potential classes as affected by the border stand.

Taimikon kehitys- kelpoisuus Development potential of young stand	Siementävää puustoa kuvion piiristä, % Percentage of seeding stand around regeneration area									
	Ei reunam. No border stand		1—25		26—50		51—75		76—100	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
Hyvä — Good	—	—	7	28	4	57	3	60	5	83
Välttävä — Fair	—	—	5	20	1	14	—	—	1	17
Heikko — Poor	6	100	13	52	2	29	2	40	—	—
Yhteensä — Total	6	100	25	100	7	100	5	100	6	100



Kuva 2. Kehityskelpoisten taimikoiden osuus reunametsän valtapituusluokittain.

Fig. 2. Proportion of young stands capable of growth presented by dominant height classes of border stand.

Ko. pienillä kuvioilla pohjoissivun reunametsä oli taimettumiselle edullisin, mikä johtuu ilmeisesti lämpö- ja valo-olojen edullisuudesta. Vastaavasti alan etelälaidalla sijainnut reunametsä on ilmeisesti varjostuksellaan haitannut taimettumista. Suurilla kuvioilla puolestaan oli etua siitä, että reunametsä sijaitsi vallitsevan tuulen suunnassa, joka ko. alueella on länsi.

Hakkuutähteet

Hakkuun jäljiltä uudistettavalle alalle jää poistetusta runkoluvusta riippuen vaihteleva määrä hakkuutähteitä, jotka kiihdyttävät sammalen kasvua ja aiheuttavat heinäkasvien katostumista (T e r t t i 1934). Lisäksi runsas risukko estää siementen pääsyn maahan ja haittaa varjostuksellaan syntyneiden taimien kehitystä. Mm. Y l i - V a k k u r i (1961) pitää valon määrää erityisen tärkeänä tekijänä taimen alkukehitykselle. Toisaalta hakkuutähteet myös hidastavat uudistusalan

heinittymistä ja vähentävät siten pintakasvillisuuden kilpailua. Risut ja oksat suojaavat taimia auringonpahteelta ja sen aiheuttamalta kuivuudelta. L a i t a k a r i (1936) on todennut, että hakkuutähteiden lähellä on huomattavasti enemmän hyviä ja vähemmän huonoja taimia kuin paljaalla maalla.

Entisen metsän puulajisuhteet ja pohjapinta-ala antavat jonkinlaisen suuruusluokan hakkuutähteiden määrästä. Kantojen pohjapinta-alaksi (m²/ha) saatiin:

Puulaji	MT	VT	CT	CIT
Mänty	4,1	9,6	16,4	23,6
Kuusi	16,1	10,0	3,5	—
Koivu	1,8	1,6	1,1	0,8
Yhteensä	22,0	21,2	21,0	24,4

Seuraavassa jaotelmassa on tarkasteltu, miten onnistuneet (hyvä tai välttävä taimikko) ja epäonnistuneet alat poikkesivat toisistaan:

	Onnistunut	Epäonnistunut
<i>Kannot:</i>		
Pohjapinta-ala	19,1 m ² /ha	25,3 m ² /ha
Keskiläpimitta	27,4 cm	26,4 cm
<i>Puulajit:</i>		
Mänty	13,2 m ² /ha	13,1 m ² /ha
Kuusi	4,8 m ² /ha	10,6 m ² /ha
Koivu	1,1 m ² /ha	1,6 m ² /ha

Sekä pohjapinta-ala että runkoluku hehtaarilla on ollut alempi onnistuneilla kuin epäonnistuneilla aloilla. Männyn ja koivun määrissä ei ole ollut suurtakaan eroa, sen sijaan kuusta on epäonnistuneilla uudistusaloilla ollut kaksi kertaa niin paljon kuin onnistuneilla aloilla.

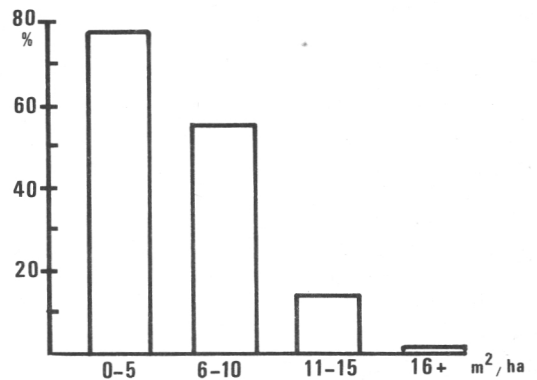
Mustikkatyypin aloilla on entisenä pääpuulajina ollut kuusi. Tämä selittää osaltaan ko. metsätyypin kuvioiden heikkoa taimettumistulosta. Myös puolukkatyypin kuviolla on ennen uudistamistoimenpiteitä kasvanut suhteellisen runsaasti kuusta. Kuusen haitallisuus johtuu alalle jäävästä runsaasta hakkuutähdemäärästä. Asiaa voidaan tarkastella lähemmin tutkimalla taimikkojen kehityskelpoisuuden ja kuusen kantojen pohjapinta-alan välistä riippuvuutta (kuva 3). Suuri osa kehityskelpoisista taimikoista sijaitsi aloilla, joilla ennen viimeistä hakkuuta oli ollut vain vähän tai ei ollenkaan kuusta.

Hakkuutähteiden vaikutus oli eri viljavuustasoilla erilainen. Tuoreella kankaalla, jossa kuusen osuus hakkuutähteistä oli suurempi, oli risumurrokon vaikutus pääasiassa haitallinen. Sen sijaan karummilla kasvupaikoilla hakkuutähteiden määrä oli vähäisempi ja vaikutus edullisempi. Taimien kilpailu pintakasvillisuuden kanssa oli vähäisempää ja risukon kuivuudelta suojaava vaikutus merkittävämpi kuin viljavammilla mailla, joilla kosteutta taimien kasvulle on yleensä riittävästi.

Hakkuutähteillä on myös välitön vaikutus taimettumiseen, koska niistä varisee siementä maahan. Tällä tavoin ei kuitenkaan synny tasaista taimikkoa, vaan latvusten kohdalle syntyy tiheikköjä ja niiden väliin jää taimettomia aukkoja. Tämän taimettumistavan merkitys riippuu luonnollisesti suuresti siitä, kuinka hyvänä siemenvuonna hakkuu suoritetaan ja miten tasaisesti latvukset jakaantuvat alalle.

Humuksen paksuus

Kangashumuksella on haitallinen vaikutus männyn luontaiseen uudistumiseen. Sen taimettumista heikentävä vaikutus perustuu lähinnä kahteen tekijään. Humuskerros yhdessä sammalpeitteen kanssa sitoo tehokkaasti vettä estäen sen pääsyn kivennäismaahan juurten saataville, josta seurauksena taimet kärsivät kuivuudesta. Toisaalta kivennäismaan lämpötila pysyy aina suhteelli-



Kuva 3. Kehityskelpoisten taimikoiden osuus kuusen kantojen pohjapinta-alaluokittain.

Fig. 3. Proportion of young stands capable of growth presented by the basal area classes of spruce stumps.

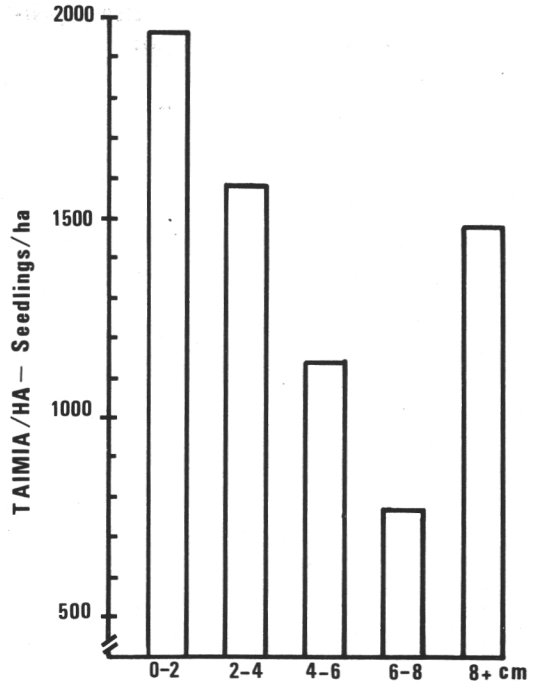
sen alhaisena, koska humus toimii tehokkaana eristeenä maan pinnalla. Tutkituilla uudistusaloilla humuskerroksen paksuus (cm) metsätyypeittäin oli:

Metsätyyppi	Taimikon kehityskelpoisuus			Keskim.
	Hyvä	Välttävä	Heikko	
MT	4,5	6,0	5,2	5,1
VT	5,6	6,6	6,9	6,3
CT	3,5	4,3	3,5	3,6
CIT	3,0	2,0	2,0	2,6

Uudistusaloilla, joille oli syntynyt uuden metsän perustaksi kelvollinen taimikko, humus oli yleensä ohuempi kuin niillä aloilla, joilla uudistuminen oli onnistunut heikosti. Kehityskelpoisuudeltaan välttäviksi arvioitujen taimikkojen tulos osoitti, että humuksen paksuuden vaikutus ei ole suoraviivainen. Mustikka- ja kanervatyypillä välttävien uudistusalojen humuskerros oli jopa paksumpi kuin heikosti taimettuneiden alojen. Tarkempi selko riippuvuudesta saadaan tarkastelemalla kehityskelpoisten taimien määrää humuksen paksuusluokittain (kuva 4). Taimettumiskunnoltaan parhaita olivat uudistusalat, joilla humuskerros oli hyvin ohut (0–2 cm). Humuksen paksuuden kohotessa kehityskelpoisten taimien määrä alkoi laskea ja saavutti minimin humuskerroksen ollessa 6–8 cm:ä paksu. Kerroksen edelleen vahvistuessa taimimäärä jälleen kasvoi. Tällöin kyseessä ei useinkaan ole enää puhdas kangashumus, vaan uudistusala on jossain määrin soistunut ja osa humuskerroksesta on turvetta, joten se on suhteellisen hyvä taimettumisalusta. Taimimäärä ei kuitenkaan kohonnut yhtä suureksi kuin ohuthumuksisilla uudistusaloilla, vaan paksuhumuksisten uudistusalojen taimikot vaativat usein täydentämistä.

Maalaji ja kivisyys

Lehto (1956, 1969) on todennut männyn luontaisen uudistamisen onnistuvan hiekka- ja someromailla selvästi moreenimaita paremmin. Sama havaittiin tässäkin tutkimuksessa. Moreenimaista keskimäärin 45 % oli taimettunut vähintään välttävästi, kun vastaava luku hiekka- ja hietamaiden uudistusaloilla oli 61 %. Tulos vaihteli metsätyypeittäin jonkin verran (kuva 5).



Kuva 4. Kehityskelpoisten taimien määrä humuksen paksuusluokittain.

Fig. 4. Number of seedlings capable of growth presented by the thickness classes of humus.

Kivisyys osoittautui erittäin merkittäväksi uudistusalan taimettumiseen vaikuttavaksi tekijäksi. Määrällisesti alat jakaantuivat melko tasaisesti vähäkivisiin ja kivisiin. Erittäin kiviseksi luokiteltiin vain yksi uudistusala, joten viimeksimainitut luokat on allaolevassa jaotelmassa yhdistetty.

Taimikon kehityskelpoisuus	Maaperän kivisyys	
	Vähäkivinen	Kivinen
Hyvä	19	10
Välttävä	7	6
Heikko	12	15
Yhteensä	38	31

Ero onnistuneiden ja epäonnistuneiden alojen kivisyudessa oli merkittävä. Vähäkivisistä aloista puolet oli hyviä, kun taas kivisistä aloista vain 1/3 kuului tähän ryhmään. Välttävien alojen osuus oli lähes sama kivisydestä riippumatta. Kivisistä aloista puolet oli heikkoja, mutta vähäkivisistä vain

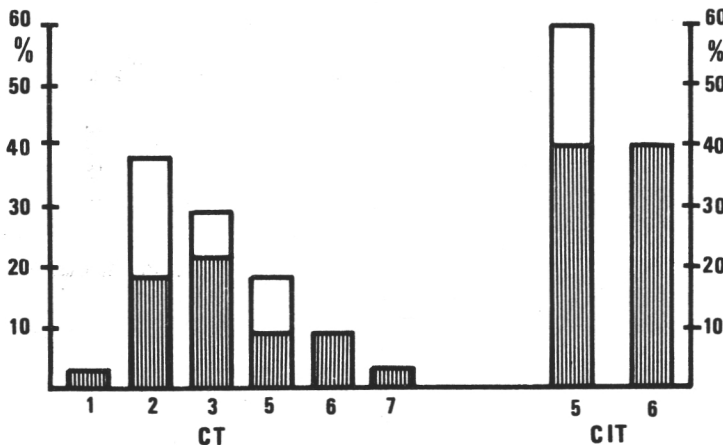
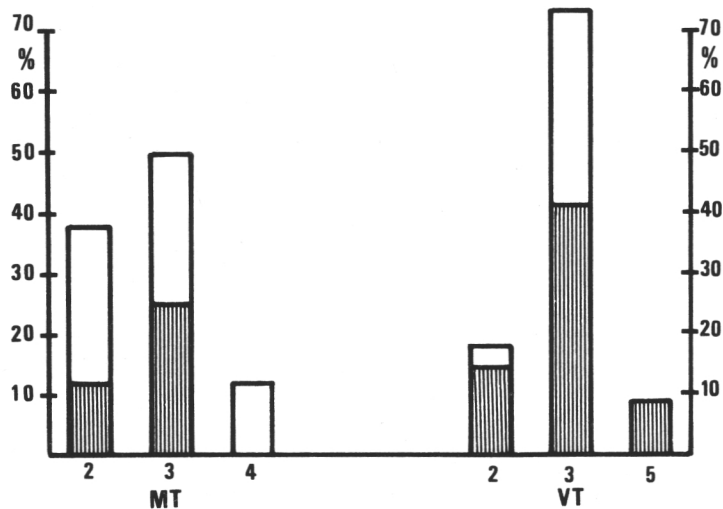
1/3. Tarkasteltaessa tilannetta metsätyypeittäin saatiin seuraavanlainen jako:

Metsätyyppi	Taimikon laatu	Vähäkivinen kpl	Kivinen
MT	Hyvä	1	1
	Heikko tai välttävä	4	2
VT	Hyvä	4	5
	Heikko tai välttävä	5	8
CT	Hyvä	11	4
	Heikko tai välttävä	8	11
CIT	Hyvä	3	—
	Heikko tai välttävä	2	—
	Yhteensä	38	31

Mustikkatyyppillä kivisyyden vaikutus ei vielä ollut havaittavissa, mutta kuivahkoilla (VT) ja kuivilla kankailla (CT) oli kivisyys olennaisesti heikentänyt uudistumistulosta.

Muokkaus

Muokkausmenetelmän vaikutusta luonnontaimien määrään selvitettiin erityisen muokkaukokeen avulla. Puolukkatyyppin yhtenäiselle uudistusalalle oli v. 1974 perustettu koe, jossa 40 × 50 metriä suurilla ruuduilla oli käytetty seuraavia maanpinnan valmistusmenetelmiä: Traktorilaikutus (kantokoukulla), lautasauraus (TTS), piennar-



1. Soramoreeni — Gravel moraine
2. Hiekkamoreeni — Sand moraine
3. Hietamoreeni — Fine sand moraine
4. Hiesu-savimoreeni — Silt loam moraine
5. Hiekka — Sand
6. Hieta — Fine sand
7. Hiesu — Silt

Kuva 5. Maalajien osuudet metsätyypeittäin. Kehityskelpoisten taimikoiden (= hyvä tai välttävä) osuus varjostettu.
Fig. 5. Percentage of soil types in different forest site types. The hatched area indicates young stands with good or fair development potential.

auraus ja kaivurimätästys. Kokeessa oli neljä toistoa. Uudistusalan sekä etelä- että pohjoispuolella oli puhdas, varttunut kasvatusmännikkö. Alalla oli suoritettu avohakkuu ennen muokkausta, joten siemenpuita ei ollut. Ruudut inventoitiin samalla menetelmällä kuin muutkin uudistusalat ja jokaista ruutua käsiteltiin omana "kuvionaan".

Mitä tehokkaampaa muokkausmenetelmää oli käytetty sitä enemmän kehityskelpoisia taimia oli:

Muokkausmenetelmä	Taimia, kpl/ha			Keskim.
	< 800	800—1000	> 1000	
Laikutus	3	1	—	670
TTS	1	1	2	1390
Auraus	—	2	2	1585
Mätästys	—	1	3	1770

Näyttää ilmeiseltä, että laikutetuilla ruuduilla luonnontaimien alkukehitykselle otollista kivennäismaata paljastuu liian vähän.

Lautasauratuilla ja auratuilla ruuduilla taimimäärät olivat laikutukseen verrattuna olennaisesti suuremmat ja kaivurilla mätästetyt ruudut olivat taimettuneet parhaiten.

Tarkasteltaessa koko aineiston jakautumista kehityskelpoisuusluokkiin muokkausmenetelmittäin paras tulos saatiin lautasauratuilla ja auratuilla aloilla ja heikoin käsittelemättömillä aloilla (taulukko 9). On kuitenkin otettava huomioon, että aurausta ja mätästystä oli käytetty vain avohakkuualoilla, kun taas lautasaurausta oli käytetty myös siemenpuualoilla. Näin ollen edellä esitelty muokkauskoe antanee oikeamman kuvan menetelmien keskinäisestä paremmuudesta, vaikka siinä puolestaan muokkauksen jälkeinen sateinen kesä suosi voimakkaita muokkausmenetelmiä. Männyn luontaiseen uudistamiseen soveltuvilla kangasmailla lautasaurausta on ilmeisesti riittävä ja suositeltava muokkausmenetelmä.

Taulukko 9. Taimikkojen kehityskelpoisuus muokkausmenetelmittäin.
Table 9. Development potential of young stands in different soil preparation methods.

Taimikon kehityskelpoisuus Development potential of young stand	Muokkaamaton Unprepared		Traktori- laikutus Scalping with tractor		Lautasaurausta Disc-ploughing		Piennaraurausta Shoulder ploughing		Mätästys Mounding		Muu* Other	
	kpl number	%	kpl number	%	kpl number	%	kpl number	%	kpl number	%	kpl number	%
Hyvä — Good	2	14	1	20	17	55	6	55	2	29	1	100
Välttävä — Fair	4	29	—	—	5	16	2	18	2	29	—	—
Heikko — Poor	8	57	4	80	9	29	3	27	3	42	—	—
Yhteensä — Total	14	100	5	100	31	100	11	100	7	100	1	100

* Maan pintaosa kokonaan poistettu (hiekanottoalue)

* The surface layer of the soil completely removed (a sand pit area).

4. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää männyn luontaiseen uudistumiseen vaikuttavia tekijöitä. Aineisto muodostui 69 uudistusosalasta, joilta inventoitiin yhteensä 1949 kpl 10 m²:n suuruista koelaa. Uudistettavat kuviot olivat valtaosin pienialaisia keskikoon ollessa 0,9 ha. Puolukka- ja kanervatyypit olivat suurimpina kasvupaikkaryhminä ja maalaji oli yleisimmin hieta- tai hiekkamoreenia. Vain 24 alalle oli uudistushakkuussa jätetty siemenpuita, muilla aloilla taimettuminen oli tapahtunut muulla tavoin. Koelat paikallistettiin pääilman-suuntien mukaisilta linjoilta määrävälein. Kultakin kuviolta mitattiin 20—30 koelaa.

Taimien keskipituus oli kehityskelpoisissa taimikoissa 35 cm ja kehityskelvottomissa 30 cm uudistushakkuusta kuluneen ajan ollessa keskimäärin 6 vuotta. Mustikkatyypillä oli selvästi vähiten hyviä taimikkoja ja jäkälätyypillä eniten. Puolukka- ja kanervatyypillä uudistuminen oli lähes samaa tasoa ja vain hiukan huonompaa kuin jäkälätyypillä.

Siemenpuilla oli ratkaiseva vaikutus uudistumiseen. Neljä viidestä siemenpuualan taimikosta oli hyviä, kun avohakkuualoilla vain joka viides taimikko oli hyvä. Tosin ero johtuu osittain myös siemenpuualojen paremmasta taimettumisalustasta. Kehityskelpoisten taimien lukumäärä alentui voimakkaasti etäisyyden siementävään puustoon kasvaessa. Mitä viljavampi kasvupaikka oli sitä lähempänä siementävän puuston piti olla riittävän taimimäärän aikaansaamiseksi.

Reunametsällä oli tärkeä merkitys uudistumiseen. Tulos oli sitä parempi, mitä suuremmalla osalla kuvion piiristä oli varttunutta puustoa, jossa mänty oli selvänä valtapuuna. Reunametsän valtapituuden kasvaessa uudistuminen parani. Reunametsän suunta vaikutti siten, että pienillä kuvioilla pohjoisreunalla sijainnut varttunut, mänty-

valtainen metsikkökuvio osoittautui edullisimmaksi. Suurehkoilla aloilla länsireunan puusto vaikutti suotuisimmalta johtuen tutkimusalueella vallitsevista länsituulista.

Hakkuutähteiden vaikutus oli kaksijakoinen. Viljavilla kasvupaikoilla erityisesti kuusen hakkuutähteiden muodostama runsas murrokko heikensi varjostuksellaan uudistusalan taimettumista. Karuilla kasvupaikoilla hakkuutähteistä oli sitä vastoin hyötyä, koska männyn oksien ja latvuksen siemensato edisti taimettumista, mikä todettiin merkittäväksi erityisesti karuimmilla uudistusaloilla.

Aivan ohuthumuksiset uudistusalat olivat otollisinta taimettumisalustaa luonnonsiemennykselle. *Humuskerroksen* vahvistuessa taimimäärät laskivat voimakkaasti, kunnes alkoi maanpinnan soistuminen, jolloin uudistuminen jälleen parani. *Kivisyys* osoittautui merkittäväksi taimettumista heikentäväksi tekijäksi.

Muokkausmenetelmän vaikutuksen vertailu suoritettiin erillisellä kokeella, jossa ei käytetty siemenpuita, vaan siemen tuli reunametsästä ja hakkuutähteistä. Laikutusruuduille oli syntynyt selvästi vähemmän kehityskelpoisia taimia kuin lautasauratuille, piennarauratuille ja mätästetyille ruuduille.

Tämän tutkimuksen mukaan männyn luontainen uudistaminen on onnistunut selvästi paremmin kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Suurin vaikutus tähän on varmasti maanmuokkauksen yleistymisellä. Aineiston suppea-alaisuuden takia tuloksen yleistämiseen on suhtauduttava varoen, mutta näyttää ilmeiseltä, että maanmuokkauksen yleistyttyä kaikkien omistajaryhmien mailla luontaisen uudistamisen tulokset ovat parantuneet. Myös viljellen perustettuihin taimikkoihin tulee entistä enemmän täydennystaimia luontaisesti.

KIRJALLISUUS

- BRAATHE, P. 1966. Metsien uudistaminen Norjassa. Summary: Reforestation in Norway. *Metsätal. Aikak.l.* 83.1:23—27, 36.
- HEIKINHEIMO, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. *Commun. Inst. For. Fenn.* 17.3:1—61.
- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume II. *Commun. Inst. For. Fenn.* 24.4:1—67.
- 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä III. Summary: On the seedling capacity of forest trees III. *Commun. Inst. For. Fenn.* 35.4:1—15.
- HÄNNINEN, T., RÄSÄNEN, P.K. & YLI-VAKKURI, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin Yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 7:1—95.
- KÄLELA, E. 1942. Männyn taimien juurien suhtautuminen emäpuun juuriin. Referat: Das Verhalten der Wurzeln von Kiefernpflanzen zu den Wurzeln des Mutterbaumes. *Acta For. Fenn.* 50.17:1—12.
- 1954. Mäntysiemenpuiden ja -puustojen juurisuhteista. Referat: Über die Wurzelhältnisse der Kiefernsaamenbaume und Baumbestände. *Acta For. Fenn.* 61.28:1—17.
- KANGAS, E. 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die in Kiefern-pflanzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. *Commun. Inst. For. Fenn.* 24.1:1—304.
- 1949. Hirven metsässä aikaansaamat tuhot ja niiden metsätaloudellinen merkitys. *Suomen Riista* 4.
- KINNUNEN, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: The survival and initial development of plants in private forests in western Finland. *Folia For.* 318:1—25.
- & LINNIMÄKI, J. 1977. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia. *Folia For.* 329:1—32.
- KOSKI, V. & TALLQVIST, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mitauksista metsäpuilla. Summary: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forests trees. *Folia For.* 364:1—60.
- Kungl. skogstyrelsen, Återväxttaxering 1960—1965. 1966. Sveriges skogsv. *Förb. Tidskr.* 64.3:1—328.
- LAITAKARI, E. 1936. Hakkaustähteet metsänhoidolliselta kannalta. Referat: Die Schlagabfälle von waldbaulichen Gesichtspunkte aus. *Acta For. Fenn.* 42.1:15—28.
- LEHTO, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistamisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of southern Finland. *Acta For. Fenn.* 66.2:1—106.
- 1957. Männyn siemennyksestä. *Metsätal. Aikak.l.* 74:7—8.
- 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. *Commun. Inst. For. Fenn.* 67.4:1—140.
- LEIKOLA, M., METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P.K. & TAIMISTO, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975. *Folia For.* 312:1—27.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1977—78. 1979. Summary: Yearbook of forest statistics 1977—78. *Folia For.* 375:1—197.
- MIETOLA, T. 1975. Uudistettavien metsien käsittely. Tapion taskukirja. ss. 135—139.
- NYSSÖNEN, A. 1955. Hakkuumäärän arvioiminen kannoista. Summary: Estimation of the cut from stumps. *Commun. Inst. For. Fenn.* 45.5:1—68.
- RAUTIAINEN, O. & RÄSÄNEN, P.K. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976. *Folia For.* 426:1—24.
- RUMMUKAINEN, U. 1956. Käypsäadon arvioinnista. Referat: Über die Abschätzung der Zapfenernte. *Commun. Inst. For. Fenn.* 46.7:1—30.
- RÄSÄNEN, P.K., POHTILA, E., RAUTIAINEN, O. & LAITINEN, E. 1979. Valtakunnallinen metsänuudistamisen inventointitutkimus aloitettu metsäntutkimuslaitoksessa. *Metsä ja Puu* 1979 (2):4—9.
- SARVAS, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. *Commun. Inst. For. Fenn.* 33.1:1—268.
- 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forest of southern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 37.6:1—43.
- 1962. Männyn kukkiminen ja siemensato. Summary: The flowering and seed crop of Scots pine (*Pinus silvestris*). *Metsätal. Aikak.l.* 79.12:473—475, 479.
- TAKALA, P. 1975. Taimikon hoito. Tapion taskukirja. s. 121—128.
- TERTTI, M. 1934. Tutkimuksia kasvualueen merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer. *Commun. Inst. For. Fenn.* 20.2:1—98.
- TYNYS, T. 1977. Luontaisen uudistamisen antamia tuloksia Lounais-Suomen piirimetsälautakunnassa. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosasto. 79 s.

- VIRO, P. 1958. Suomen metsämaiden kivisyydestä. Summary: Stoniness of forest soil in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 49.4:1—45.
- YLITALO, T. 1980. Julkaisematon ennakkotieto männyn siemensatutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto.
- YLI-VAKKURI, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on

the Emergence and initial Development of Tree seedlings in Spruce and Pine stands. *Acta For. Fenn.* 75.1:1—120.

- , RÄSÄNEN, P.K. & SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja no. 2:1—95.

SUMMARY

This investigation is concerned with the natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and the factors affecting this process. The material consisted of 69 regeneration areas where 1949 sample plots sized 10² were measured. The average size of the stands to be regenerated was 0,9 ha. The dominating sites were of *Vaccinium vitis-idaea* and *Calluna* types and the soil types were usually fine sand or sand moraine. Seed trees were left only in 24 areas at regeneration felling, the other areas were stocked with seedlings in other ways. The sample plots located at certain distances along the lines in direction of the cardinal points. About 20—30 sample plots were measured from each stand.

The average height of seedlings was 30 cm in poor and 35 cm in fair or good stands, the average age of the stands being 6 years. The smallest number of good young stands was found in *Myrtillus* site type, while the biggest number in *Cladonia* site type. Both *Vaccinium* and *Calluna* site types reached the same level of natural regeneration, only slightly lower than in *Cladonia* site type. The effect of seed trees was important for regeneration. Four seed tree stands in five were good, compared to one good stand in five in clear felling areas.

The number of seedlings capable of further development decreased drastically as the distance to the seeding tree stand grew. The more fertile the site, the closer the seeding stand had to be in order to produce an adequate number of seedlings. The border stand was of great importance to regeneration. The results improved when most part of the encircling border stand was at a mature stage and dominated by pine. Regeneration improved as the dominant height of the border stand increased. The direction of the border stand was significant so that small regeneration areas where the north

end was bordered by a mature pine-dominating stand proved most beneficial. In larger regeneration areas the border stand affected most favourably when in the west due to westerly winds prevailing in the area.

The effect of logging residue was ambiguous. On more fertile sites the residue heaps especially from spruce weakened the regeneration with shading; while on more barren sites the logging residue was advantageous. The seed crop of pine branches and crown actually accelerated regeneration, which was significant especially in infertile regeneration areas.

The regeneration areas with thin humus layers provided most favourable substrates for the natural regeneration. As the humus layer thickened, the number of seedlings decreased considerably, but when the soil was paludified, the regeneration improved again. The stoniness of the soil hampered regeneration.

A separate experiment was carried out to compare the soil preparation methods. No seed trees were used, but seeds were produced by the border forest and logging residue. Clearly smaller number of seedlings capable of further development were found in scalped plots than in disc-ploughed plots, in plots with ploughed berms and in plots with mounding.

The natural regeneration of pine was clearly more successful in this investigation than in the previous ones. The reason has probably been the fact that site preparation has become a more widespread practice. Certain caution in generalization of the results is necessary as the material was not very large. However, it seems obvious that, owing to a wider use of site preparation on the lands of all owner groups, the natural regeneration has improved. More seedlings also regenerated naturally in young artificially reproduced plantations than before.

ODC 231:174.7 *Pinus sylvestris* (480.2)
ISBN 951-40-0473-6
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & MÄKI-KOJOLA, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia For.* 449:1—18.

The investigation deals with the natural regeneration of pine and factors affecting this process. The material consisted of 69 regeneration areas situated on rather infertile sites in western Finland. Only 24 areas contained seed trees, the rest of the areas became stocked with seedlings in other ways.

The effect of seed trees was important for regeneration. Four seed tree stands in five were good, compared to one good stand in five in clear felling areas. Other factors affecting the natural regeneration were forest site type, the size of the regeneration area, the quality of the border stand, logging residue, the thickness of the humus layer, soil type, the stoniness of soil and site preparation methods.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station.

ODC 231:174.7 *Pinus sylvestris* (480.2)
ISBN 951-40-0473-6
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & MÄKI-KOJOLA, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia For.* 449:1—18.

The investigation deals with the natural regeneration of pine and factors affecting this process. The material consisted of 69 regeneration areas situated on rather infertile sites in western Finland. Only 24 areas contained seed trees, the rest of the areas became stocked with seedlings in other ways.

The effect of seed trees was important for regeneration. Four seed tree stands in five were good, compared to one good stand in five in clear felling areas. Other factors affecting the natural regeneration were forest site type, the size of the regeneration area, the quality of the border stand, logging residue, the thickness of the humus layer, soil type, the stoniness of soil and site preparation methods.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station.

ODC 231:174.7 *Pinus sylvestris* (480.2)
ISBN 951-40-0473-6
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & MÄKI-KOJOLA, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia For.* 449:1—18.

The investigation deals with the natural regeneration of pine and factors affecting this process. The material consisted of 69 regeneration areas situated on rather infertile sites in western Finland. Only 24 areas contained seed trees, the rest of the areas became stocked with seedlings in other ways.

The effect of seed trees was important for regeneration. Four seed tree stands in five were good, compared to one good stand in five in clear felling areas. Other factors affecting the natural regeneration were forest site type, the size of the regeneration area, the quality of the border stand, logging residue, the thickness of the humus layer, soil type, the stoniness of soil and site preparation methods.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station.

ODC 231:174.7 *Pinus sylvestris* (480.2)
ISBN 951-40-0473-6
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & MÄKI-KOJOLA, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia For.* 449:1—18.

The investigation deals with the natural regeneration of pine and factors affecting this process. The material consisted of 69 regeneration areas situated on rather infertile sites in western Finland. Only 24 areas contained seed trees, the rest of the areas became stocked with seedlings in other ways.

The effect of seed trees was important for regeneration. Four seed tree stands in five were good, compared to one good stand in five in clear felling areas. Other factors affecting the natural regeneration were forest site type, the size of the regeneration area, the quality of the border stand, logging residue, the thickness of the humus layer, soil type, the stoniness of soil and site preparation methods.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station.

- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet.
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä.
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin.
On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman alallapsyvyys 1969—1977.
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantea* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopelolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkeen kuoren määrä.
Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.
Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa.
Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978.
Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester.
Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen.
Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja.
Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.
Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland.
IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista.
Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation.
Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.

- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976.
Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976.
Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiihonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978.
Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Ryytänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen.
Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen.
The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätalastollinen vuosikirja 1979.
Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu.
Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet.
Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland.
Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa.
Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa.
Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehtoista.
The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsätutkimuslaitos.
Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978.
Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely.
Ergonomics and work organizing of chipping work.
- No 438 Nisula, Pentti: Neulasten pitolujuuden mittari.
Needle retention gauge.
- No 439 Nisula, Pentti: Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla.
Studies on stump herbicide spraying using a brush saw.
- No 440 Nisula Pentti: Näkökohtia polttohakkeen kuivaamisesta.
Aspects of the drying of fuel chips.
- No 441 Kujala, Matti: Runkopuun kuorellisen tilavuuskasvun laskentamenetelmä.
A calculation method for measuring the volume growth over bark of stemwood.
- No 442 Päivinen, Risto: Puiden läpimittajakauman estimointi ja siihen perustuva puustotun-
nusten laskenta.
On the estimation of the stem-diameter distribution and stand characteristics.
- No 443 Veijalainen, Heikki: Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoit-
uksessa. Neulasanalyysiin perustuva tarkastelu.
Usability of some micronutrient fertilizers in peatland forests. Report basing on
needle analysis.
- No 444 Tervonen, Markku & Issakainen, Jonna: Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus män-
nyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensararämeellä.
Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots
pine on shallow-peated small sedge bog.
- No 445 Huuri, Olavi: Juurten hienfosfaattikäsittelyn vaikutus männyn ja kuusen istutus-
taimien alkukehitykseen kivennäismailla.
Effect of milled rock phosphate root coating on the initial development of Scots
pine and Norway spruce transplants on mineral soils.
- No 446 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän
eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977—1979.
Forest resources in the Province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry
Board Districts in Finland 1977—1979.
- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu.
Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-
Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.