

MÄNNYN KYLVÖ JA LUONTAINEN UUDISTAMINEN LÄNSI-SUOMESSA

**Abstract: Direct sowing and natural regeneration
of Scots pine in western Finland**

Kaarlo Kinnunen

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 447

MÄNNYN KYLVÖ JA LUONTAINEN UUDISTAMINEN LÄNSI-SUOMESSA

**Abstract: Direct sowing and natural regeneration
of Scots pine in western Finland**

Kaarlo Kinnunen

AKATEEMINEN VÄITÖSKIRJA

Esitetään Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan luvalla
julkisesti tarkastettavaksi yliopiston päärakennuksen luentosalissa XII,
perjantaina 16. päivänä huhtikuuta 1993, kello 12.

Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto / Parkanon tutkimusasema
The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Production / Parkano Research
Station

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 447
Parkano 1993

Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvä ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 447. 36 s. ISBN 951-40-1271-2, ISSN 0358-4283.

Julkaisu on yhteenveto neljästä tutkimuksesta, joiden aineisto koostui 79 kylvökokeesta sekä 96 luontaisesti ja 38 kylvämällä uudistetusta käytännön alasta. Yhteenvedossa tarkastellaan myös metsänuudistamismenetelmien alueellista jakautumista ja esitellään esimerkki kasvupaikkaluokitukseen perustuvasta uudistamismenetelmien tavoitejakaumasta.

Luontainen uudistaminen sopi parhaiten kuiville ja kuivahkoille kankaille. Jos 3/4:lla uudistusalan piiristä oli siemennyskelpoista reunametsää, ala uudistui reunametsäsiemennyksen tuloksena yhtä hyvin kuin siemenpuumenetelmällä. Kylvä onnistui parhaiten keväällä. Suunnattu hajakylvä lautasauran jälkeen onnistui hyvin. Laikkukylvössä siementen peittäminen tai/ja sijoittaminen pieneen vakoon tai painaumaan edisti taimettumista. Muovisuojan käyttö pudotti tarvittavan siemenmäärän puoleen tavallisen kylvön siemenmäärästä. Suppilosuojakylvä muokkaamattomalla maalla onnistui huonosti. Käpykylvössä siemenmenekki oli moninkertainen irtosiemenkylvöön verrattuna.

Maanmuokkaus paransi molempien uudistamismenetelmien onnistumista. Luontaisen uudistamisen ja kylvön yhteydessä pelkästään kivennäismaan paljastavat menetelmät johtivat vähän parempaan tulokseen kuin mätästys ja palleauraus. Kylvön yhteydessä laikutus, lautasauraus ja piennarauraus johtivat keskimäärin samaan tulokseen. Luontaisessa uudistamisessa sen sijaan laikutus antoi huonomman tuloksen kuin lautas- ja piennarauraus. Luonnontaimikoiden keskimääräinen pituus uudistamishakkuusta lukien jäi kasvukauden verran jälkeen kylvötaimien pituudesta kylvöhetkestä lukien.

Tutkimusalueen kaltaisilla karuhkoilla mailla on hyvät biologiset edellytykset kaikkien kolmen pääuudistamismenetelmän käyttöön. Koska luontainen uudistaminen ja kylvä tarjoavat istutusta paremman lähtökohdan hyvälaatuisen mäntytukin kasvattamiseen, niiden osuuden lisääminen männyn uudistamisessa näyttää perustellulta.

Avainsanat: Maanmuokkaus, *Pinus sylvestris*, uudistamismenetelmät

Kirjoittajan yhteystiedot: Kinnunen, Kaarlo. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto.

Jakaja: Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano

This publication is a summary of four studies whose data was composed of 79 sowing experiments and 38 sown and 96 naturally regenerated sites. The summary also looks into the regional distribution of forest regeneration methods in Finland. In addition, a basic model based on site classification is presented to serve the needs of formulation of detailed regional goal models for regeneration methods.

Natural regeneration was at its best on dry and dryish heathland soils. As long as at least 3/4 of the perimeter of the regeneration site was composed of forest with seed-bearing trees regeneration sites became reforested just as well as when regular regeneration with standards was applied. Direct sowing gave the best result when carried out in the spring. Directed broadcast sowing into the furrow produced by a disc plough gave a good result. Coating of seed and/or placing the seed in a small furrow or depression in connection with spot sowing fostered the establishment of seedlings. The use of polythene shelters reduced the amount of seed required to a half of that required in spot sowing without shelters. Funnel shelter sowing on unprepared spots did not give a good result. The seed consumption in cone sowing was many times greater than when using regular seed.

Site preparation had a positive influence on the outcome of both regeneration methods. In connection with natural regeneration and sowing, methods that merely revealed the mineral soil led to results slightly better than mounding and tilt ploughing. In connection with sowing, disc ploughing and shoulder ploughing gave, on the average, the same result. In natural regeneration, however, scarification led to a worse result than disc ploughing or shoulder ploughing. The average height of naturally arisen stands following regeneration cutting fell short of that of seedlings of sowing origin by one growing season when determined from the moment of sowing. On dryish forest soils such as those of the study area, the biological conditions favour the application of both forest regeneration methods.

Keywords: *Pinus sylvestris*, regeneration methods, site preparation

Author's address: Kinnunen, Kaarlo. The Finnish Forest Research Institute, Parkano research Station, SF-39700 Parkano, Finland

Publisher: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Production.

Distributor: The Finnish Forest Research Institute, Parkano research Station, SF-39700 Parkano, Finland

Alkusanat

Tämä työ perustuu kolmeen Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon (nykyisin metsänkasvatuksen) tutkimusosaston hankkeeseen, joissa on pitkähkön ajan kuluessa selvitetty karuhkojen kangasmaiden uudistamista eri menetelmin. Työ on toteutettu Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalla. Kahteen ensimmäiseen osatutkimukseen sen eri vaiheissa antoivat merkittävän panoksen nykyiset metsänhoitajat Sakari Mäki-Kojola ja Jukka Nerg, joille esitän parhaat kiitokset. Metsätalousteknikko Sulo Lehtinen on alusta lähtien ollut mukana kokeiden perustamisessa ja inventoinnissa. Muita pitkäaikaisia työryhmän jäseniä ovat tutkimusmestarit Jari Ilomäki ja Tuula Kinnunen, jotka ovat osallistuneet myös aineiston jatkokäsittelyyn. Tutkimusvirkailija Saija Koskela on niinkään osallistunut lähinnä maastotöihin. Teille kaikille haluan osoittaa lämpimät kiitokset.

Tri Olavi Laihon ja prof. Erkki Lähteen kannustuksella on ollut suuri merkitys työn loppuunsaattamiselle. Samasta syystä osoitan kiitokseni prof. Paavo Yli-Vakkurille, Matti Leikolalle ja Jari Parviaiselle. Työn viimeistelyyn sain arvokkaita neuvoja prof. (emer.) Fritz Bergmanilta ja dos. Markku Nygreniltä. Edelleen haluan kiittää Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman koko henkilökuntaa saamastani avusta. Lopuksi haluan esittää sydämelliset kiitokset perheelleni, jonka kannustus on ollut erityisen tärkeää.

Parkanossa tammikuussa 1993

Kaarlo Kinnunen

Sisällys

Alkuperäiset julkaisut (I-IV)	6
1. Johdanto.....	7
2. Tutkimuksen tarkoitus	11
3. Tutkimusaineisto ja -menetelmä.....	12
4. Tulokset.....	14
41. Uudistamisen onnistuminen.....	14
411. Männyn luontainen uudistaminen (I-II).....	14
412. Männyn kylvö (II-IV).....	16
413. Maanmuokkauksen vaikutus (I-IV).....	17
414. Uudistamismenetelmien vertailu (I-IV).....	19
42. Taimien pituuskehitys (I-IV).....	20
5. Kasvupaikan viljavuus uudistamismenetelmän valintaperusteena.....	21
6. Tulosten tarkastelu.....	25
7. Päätelmät	29
Kirjallisuus	32
Liite	36

Alkuperäiset julkaisut

Julkaisu on yhteenveto seuraavista tutkimuksista:

This paper summarises the following publications:

- I Kinnunen, K. & Mäki-Kojola, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- II Kinnunen, K. & Nerg, J. 1982. Männyn kylvö- ja luonnontaimikoiden tila Länsi-Suomen yksityismetsissä. Abstract: State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forests of western Finland. *Folia Forestalia* 535. 16 s.
- III Kinnunen, K. 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. Summary: Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. *Folia Forestalia* 531. 24 s.
- IV Kinnunen, K. 1992. Kylvöalustan, ajankohdan ja menetelmän vaikutus männyn kylvön onnistumiseen. Summary: Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of Scots pine. *Folia Forestalia* 785. 45 s.

1. Johdanto

Metsä 2000-ohjelmassa tavoitteeksi 20-vuotiskaudelle 1986 -2005 asetettiin vuotuisen istutuspinna-alaan pitäminen likimain ennallaan (120 000 ha), kylvöalan lisääminen sen hetkisestä 25 000 ha:sta 35-40 000 ha:in sekä siemen- ja suojuspuuhakkuiden lisääminen sen hetkisestä 55 000 ha:sta 75-85 000 ha:in (Metsä 2000-ohjelma 1985 s. 22). Myöhemmässä tarkistuksessa (Metsä 2000-ohjelman tarkistus... 1992) luontaisen uudistamisen pinna-ala arvioitiin jäävän 45 000 hehtaariin 1990-luvulla. Metsänviljelytavoite sen sijaan pidettiin ennallaan. Arvio ja tavoite perustuivat 55 miljoonan kuutiometrin keskimääräiseen hakkuutavoitteeseen. Hakkuutavoitetta esitettiin nostettavaksi miljoonalla kuutiometrillä/ vuosi, jolloin se olisi 80 miljoonaa kuutiometriä vuonna 2020. Vaikka suunnittelukauden alussa on jääty paljon jälkeen tavoitteesta, pitkän tähtäimen tavoitteita ei ole syytä muuttaa, vaan pikemminkin pitäisi miettiä keinoja, joilla tavoitteet saavutettaisiin. Puun tarjontaa saattaisi lisätä uudistamiskustannusten aleneminen, jota voitaisiin edistää eri uudistamismenetelmien tarkoituksenmukaisella suuntaamisella oikeisiin käyttökohteisiin. Tähän asti uudistamismenetelmien käyttösuhteet ovat muodostuneet pääosin metsänomistajien ja heitä neuvovien metsäammattimien tekemistä yksittäisistä päätöksistä, jotka tosin ovat pohjautuneet yleisiin suosituksiin. Rationaalisten tavoitteiden asettamista varten tarvitaan entistä enemmän tietoa siitä, miten käytännössä onnistutaan eri uudistamismenetelmillä ja toisaalta, mitkä tekijät vaikuttavat uudistamisen onnistumiseen, jotta menetelmiä voidaan kehittää. Metsälautakuntatasolla on jo esimerkkejä tällaisten tavoitteiden asettamisesta. Satakunnan metsälautakunnan alueella tavoitteena on 1990-luvulla vähentää männyn istutusala puoleen ja luontaista uudistamista kolmasosalla sekä kaksinkertaistaa kylvöpinna-ala vuoden 1990 määrästä. Luontaisen uudistamisen ja viljelyn yhteiskäyttöä suositellaan viidesosalle männyn uudistusala (Metsänhoidon...1991).

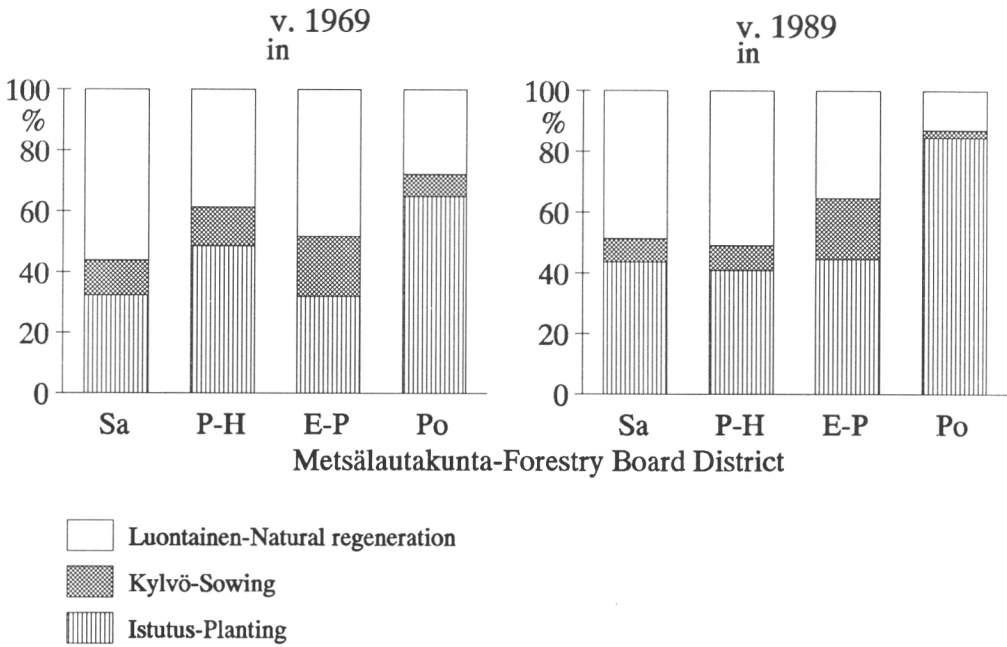
Tutkimusaihe on liian laaja yhdellä tutkimuksella tai tutkimussarjalla katettavaksi, joten tässä työssä kokeellinen osuus keskitettiin suppealle alueelle, jotta menetelmien keskinäinen vertailukelpoisuus parani. Tulosten yleistämisen

P-H = Pirkka-Häme
Sa = Satakunta
E-P = Etelä-Pohjanmaa
Po = Ruotsinkielinen Pohjanmaa
Swedish-speaking Pohjanmaa

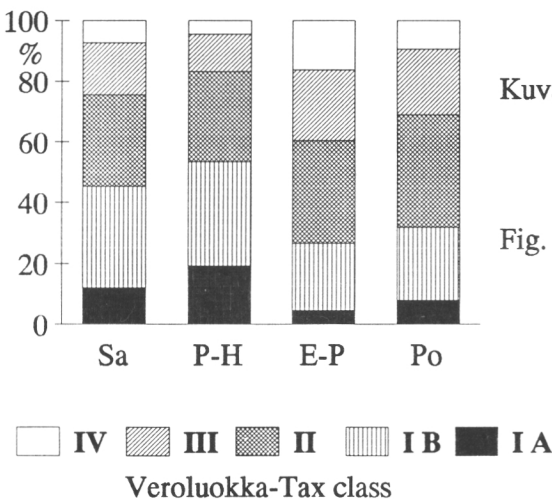
Kuva 1. Kokeiden sijainti ja tutkimusalue.
Fig. 1. Location of the experimental areas.



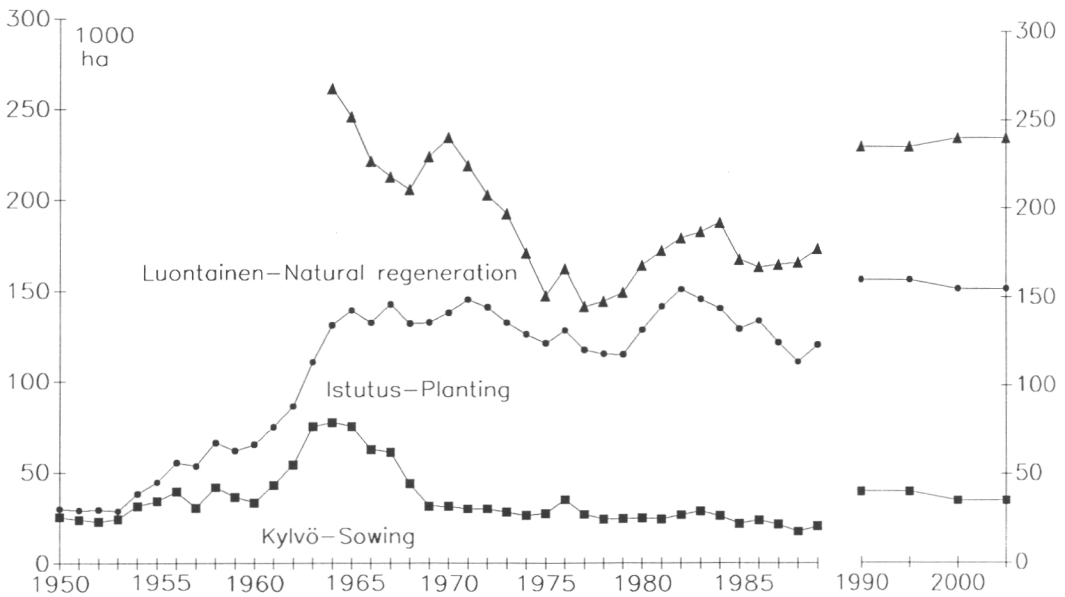
kelpoisuuden arvioimiseksi ja vertaamiseksi käytännön työnä saavutettujen tulosten kanssa inventointitutkimus ulotettiin neljän koekeskittymää lähinnä olevan metsälautakunnan alueelle. Kokeellisen tutkimuksen kohteeksi valittu Pohjois-Satakunta sijaitsee Suomenselän vedenjakaja-alueella (kuva 1), jossa on paljon soita ja kivennäismaat ovat enimmäkseen karuja, koska hienot maalajitteet ovat jääkauden jälkeen huuhtoutuneet alaville maille. Karuilla maille on yleensä hyvät edellytykset sekä luontaiseen uudistamiseen että metsänviljelyyn, koska pintakasvillisuuden kilpailu on vähäistä. Verrattaessa uudistamismenetelmien yleisyyttä neljän tutkimuskohteena olevan metsälautakunnan alueella, havaitaan, että Satakunnassa luontaista uudistamista käytettiin eniten ja Pohjanmaalla vähiten (kuva 2). Kaikkialla muualla paitsi Pirkka-Hämeessä luontaisten uudistamisen osuus väheni siirryttäessä vuodesta 1969 vuoteen 1989. Samoin kävi kylvön osuudelle, joka väheni kaikkialla muualla paitsi Etelä-Pohjanmaalla. Kasvupaikkojen viljavuus



Kuva 2. Uudistamismenetelmien osuudet tutkimuskohteena olleiden metsälautakuntien (ks. kuva 1) alueella vuosina 1969 ja 1989.
Fig. 2. The relative roles of regeneration methods in the forestry board districts (see fig. 1) during the years 1969 and 1989.



Kuva 3. Veroluokkajakauma tutkimuskohteena olleiden metsälautakuntien (ks. kuva 1) alueella (VMI 7 mukaan).
Fig. 3. Forest tax class distribution in the forestry board districts (see fig. 1) based on 7th National Forest Inventory.



Kuva 4. Vuosittaiset uudistusalat 1950-1989 (Metsätilastoa vuosilta 1950-1967 ja Metsätilastolliset vuosikirjat 1968-1989) ja Metsä 2000-ohjelman tavoite vuosille 1990-2005.
 Fig. 4. Annual regeneration area 1950-1989 (forestry statistics 1950-1967 and 1968-1989) and the Forest 2000 program's target for the years 1990-2005.

ei siis ole ollut ratkaiseva tekijä uudistamismenetelmäpäätöstä tehtäessä; esim. Pohjanmaa oli toiseksi karuinta (kuva 3), mutta siellä käytettiin selvästi eniten istutusta.

Koko maata tarkasteltaessa 1960-luvun puolivälissä istutuksen osuus alkoi voimakkaasti kasvaa ja kylvön sekä luontaisen uudistamisen vielä nopeammin pienentyä, jolloin kokonaisuudistusala supistui (kuva 4). Alimmillaan se oli 1970-luvun lopulla. Männyn osuus istutusalaista vuonna 1990 oli vähän yli puolet. Kylvössä käytettiin lähes pelkästään mäntyä. Luontaisessa uudistamisessa männyn osuus oli kolme neljäsosaa. Kuusen aktiivista uudistuspinna-alasta kolme neljäsosaa istutettiin. Männyllä istutuksen osuus oli 47, kylvön 22 ja luontaisen uudistamisen 31 sadannesta. Männyn osuus koko tilastoidusta uudistuspinna-alasta vuonna 1990 oli 66, kuusen 25 ja muiden puulajien (lähinnä rauduskoivun) yhdeksän sadannesta. Männyllä on siis hyvin vahva asema metsissämme, nyt ja tulevaisuudessa, joten sen uudistamisessa tehtävillä päätöksillä on suuri merkitys koko metsätalouden kannalta.

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tämän tutkimussarjan tarkoituksena oli selvittää männyn luontaisen uudistamisen ja kylvön onnistumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimussarjan ensimmäisessä osassa tarkasteltiin luontaista uudistamista sekä uudistamismenetelmänä että viljelytaimikoiden täydentäjänä käytännön uudistusaloilla. Toisessa osatutkimuksessa tarkasteltiin sekä luontaisen uudistamisen että kylvön onnistumista niinikään käytännön uudistusaloilla. Tutkimuksen pääpaino oli kylvössä, koska siinä arvioitiin olevan enemmän selvitettäviä kysymyksiä ja luontaista uudistamista paremmat laajentamis- ja rationalisointimahdollisuudet. Tutkimussarjan kahdessa viimeisessä osassa tarkasteltiin kylvöä kokeellisen tutkimuksen keinoin. Tulosten käyttökelpoisuuden parantamiseksi istutustakaan ei jätetty kokonaan työn ulkopuolelle, vaan osaan kokeista se otettiin yhdeksi käsittelyksi mukaan. Myös inventointitutkimuksessa (osatutkimus II) tehtiin jossain määrin vertailua samalta alueelta samaan aikaan kerättyyn istutusmateriaaliin, joka on esitelty tarkemmin erillisessä julkaisussa ja vertailtu menetelmiä keskenään (Kinnunen 1983, Kinnunen ja Nerg 1983). Tutkimuksen liittämiseksi osaksi laajempaa metsänuudistamisen kokonaisuutta työssä tarkastellaan tilastojen perusteella myös uudistamismenetelmien alueellista jakautumista koko Suomen alueella ja esitetään esimerkinomaisesti kasvupaikkaluokitukseen perustuva uudistamismenetelmien tavoitejakauma valtakunnallisesti ja metsälautakunnittain.

Tutkimusongelma voidaan kiteyttää seuraavasti:

1. Voidaanko oikealla kohde- ja menetelmävalinnalla vähentää epäonnistumisia luontaisessa uudistamisessa ja kylvössä?
2. Onko koneellisen maanmuokkauksen yleistyminen parantanut kylvön ja luontaisen uudistamisen tuloksellisuutta?
3. Voidaanko luontaisella uudistamisella ja kylvöllä korvata istutusta karuhkoilla mailla ja siten siirtää resursseja tuottavampiin kohteisiin (esim. kuusen istutukseen reheville maille)?

3. Tutkimusaineisto ja -menetelmä

Aineisto koostui 79 järjestetystä kokeesta ja 134 käytännön uudistusalaista (taulukko). Kokeellinen aineisto kerättiin suppealta alueelta Pohjois-Satakunnasta (P 62°00'-62°10', I 22°40'-22°50', K 145-180 m mpy). Kylvökokeilta tutkittiin 61800 kylvökohtaa. Luontaisilta uudistusaloilta (69 kpl) samalta alueelta tutkittiin yhteensä 1950 kymmenen neliömetrin kokoista näytealaa. Luontaista uudistamista tutkittiin käytännön uudistusaloilla, joten niillä ei ollut etukäteen järjestettyjä käsittelyjä. Alojen inventointi suunniteltiin kuitenkin siten, että pääpaino oli uudistamistulokseen vaikuttavien tekijöiden selvittämisessä. Alueellisesti laajemman inventointitutkimuksen (osatutkimus II) kohteena olivat neljä läntistä metsälautakuntaa (kuva 1.). Satunnaisotannalla valittiin 38 kylvö- ja 27 luonnontaimikon otos, joilta edelleen systemaattisella satunnaisotannalla valittiin 50- 75 kymmenen neliömetrin suuruista näytealaa kultakin uudistusalaalta. Näytealojen yhteismäärä oli noin 4000. Eniten tutkimusaloja oli puolukkatyyppin kangasmailla, mutta myös mustikka- ja kanervatyyppin kankaat olivat hyvin edustettuina. Jäkälätyyppiä edusti vain viisi alaa, jotka kaikki olivat luontaisesti uudistettuja. Luontaisen uudistamisen alat painottuivatkin karummille kasvu-paikoille kuin kylvöalat.

Osatutkimuksessa I taimettuminen ajoittui vuosille 1968-77, painottuen vuoteen 1974, jolloin taimettumisolosuhteet olivat hyvät. Aineisto kerättiin kertainventoinnilla (vuonna 1979). Uudistamishakkuusta kulunut aika oli 2-9 vuotta, keskiarvon ollessa 6 vuotta. Osatutkimus II:n kylvöalat oli perustettu vuosina 1968-70 keskittyen vuoteen 1969, johon myös luontaisten uudistusalojen hakkuuajankohta painottui. Kertaininventointi tehtiin vuonna 1980. Osatutkimus III:n kokeet perustettiin vuosina 1973-82 ja osatutkimus IV:n kokeet vuosina 1981-90. Kokeissa taimien kehitystä seurattiin toistuvien inventoinnein, aluksi vuosittain, myöhemmin muutaman vuoden välein. Tutkimusmenetelmät on esitelty lähemmin kussakin osatutkimuksessa. Tässä yhteenvedossa on esitetty vain pääsuuntaviivat osatutkimuksista ja tehty joitakin täydentäviä ja tuloksia kokoavia lisälaskelmia.

Taulukko. Koealueiden jakaantuminen metsätyypeittäin.

Table. Forest site type distribution of experimental areas.

Osatut- kimus Partial study	Uudistamis- menetelmä Regeneration method	MT	Metsätyyppi Forest site type			Yhteensä Total
			VT	CT	CIT	
I	Luontainen Natural	8	22	34	5	69
II	Luontainen Natural	3	19	5	-	27
II	Kylvö Sowing	13	15	10	-	38
III	Kylvö Sowing	8	16	9	-	33
IV	Kylvö Sowing	18	17	11	-	46
	Yhteensä Total	50	89	69	5	213

MT = Mustikkatyypin
Myrtillus type

CT = Kanervatyypin
Calluna type

VT = Puolukkatyyppi
Vaccinium type

CIT = Jäkälätyyppi
Cladonia type

4. Tulokset

41. Uudistamisen onnistuminen

411. Männyn luontainen uudistaminen (I-II)

Reunametsäsiemennys todettiin varsin merkittäväksi uudistumiseen vaikuttavaksi tekijäksi. Hyvään uudistumistulokseen (yli 80 % taimikoista hyviä) päästiin, jos uudistusalan piiristä yli 3/4:lla oli siementävää puustoa. Hyvien taimikoiden osuus oli 60 % vielä silloin, kun yli neljäsosalla uudistusalan piiristä oli siementävää puustoa. Kaikkiaan reunametsäsiemennyksen tuloksena hyviä taimikoita syntyi 41 %:lle uudistusaloista, joiden ympärillä oli siementävää puustoa. Kehityskelpoisten taimien lukumäärän ja siementävän puuston etäisyyden välillä vallitsi selvä negatiivinen korrelaatio. Karulla kasvupaikalla reunametsän taimettava vaikutus oli tehokkaampi ja ulottui kauemmaksi kuin rehevällä kasvupaikalla. Suuresta hajonnasta johtuen ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä (alle kymmenen prosentin riskillä). Reunametsäsiemennyksellä päästiin samaan tulokseen kuin siemenpuumenetelmällä, jos siementävää reunapuustoa oli yli 3/4:lla uudistusalan piiristä. Keskimääräinen tulos muodostui siemenpuumenetelmällä selvästi paremmaksi kuin reunametsäsiemennyksessä, koska alat, joilla oli vain vähän reunametsää pudottivat reunametsäalojen keskimääräistä tulosta.

Mustikkatyypin aloilla oli vähiten kehityskelpoisia taimikkoja ja keskimäärin pienin taimimäärä/ha. Mustikkatyypillä oli myös suurin vaihteluväli ja hajonta (± 1114), jäkälätyypillä puolestaan pienin (± 505). Jäkälätyypillä taimimäärä jäi alemmaksi kuin puolukka- ja kanervatyypillä, joiden kesken puolestaan ei ollut juuri eroa. Kuusen runsas osuus entisessä metsässä näkyi huonona luontaisen uudistumisen tuloksena. Humuksen paksuuden lisääntyminen aina kahdeksaan cm:in saakka heikensi taimettumista. Tätä paksumpi humus kuvasti kasvualustan soistuneisuutta, josta seurasi tuloksen paraneminen. Kivisyyden lisääntyminen heikensi taimettumista. Lajittuneet maat taimettuivat paremmin kuin moreenimaat. Traktorilaikutus ei ollut riittävä maan valmistusmenetelmä, vaan tyydyttävä

taimettuminen edellytti kunnan poistoa laajahkolta alalta lautas- tai piennarauralla. Mätästyksestä oli hyötyä tiiviissä painanteissa, joissa vesi haittasi taimettumista lautas- ja piennarauran jäljessä.

Seuraavassa asetelmassa on esitetty tärkeimmät tunnuksset, joiden perusteella voidaan ennakoida männyn luontaisen uudistamisen edellytyksiä. Asian yksinkertaistamiseksi uudistamisedellytykset jaettiin karkeasti kahteen ääriryhmään: hyviin ja huonoihin. Käytännössä jako ei koskaan ole jyrkkäräinen ja ehdoton, koska vaikuttavia tekijöitä on runsaasti ja vasta näiden yhdistelmä ratkaisee lopullisen tuloksen kussakin yksittäistapauksessa. Myöskin vaikuttavien tekijöiden rajat ovat liukuvia.

Tekijä	Uudistamisedellytykset	
	Hyvät	Huonot
Metsätyyppi	VT, CT, CIT	MT
Etäisyys siemennävältä puustosta	< 20 metriä	> 20 metriä
Entinen puulaji	Mänty	Kuusi
Humuksen paksuus	0 - 2 cm	6-8 cm
Maalaji	Lajittunut	Moreeni
Kivisyys	Vähäkivinen	Kivinen
Muokkaus	Muokattu	Muokkaamaton

Tärkeimmäksi taimettumista edistäväksi tekijäksi osoittautui keskikesän sateisuus, edellyttäen, että samanaikaisesti saatiin myös vähintään keskinkertainen siemensato. Hyväkään siemensato ei yksinään taannut hyvää taimettumista, vaan kasvukauden

(erityisesti keskikesän) sadannan ja haihdunnan suhteella oli ratkaiseva merkitys. Hyvänä taimettumisvuonna (1974) kesä-elokuun sadanta oli 20 % suurempi kuin haihdunta, kun se muina vuosina oli vain 30-60 % haihdunnan määrästä. Koska tulevan kesän sadantaa ei voida ennustaa uudistamisen ajoituksessa, luontaisessa uudistamisessa on aina varauduttava uudistamistuloksen hajontaan, vaikka sen käyttö keskitettäisiin hyviin siemenvuosiin. Hajontaa voidaan pienentää uudistamiskohteiden valinnalla ja sopeuttamalla muokkaus uudistamiskohteen vaatimusten mukaiseksi.

Osatutkimus II:ssa päätarkoitus oli verrata kylvöä ja luontaista uudistamista keskenään, eikä yhtä paljon analysoida tulokseen johtaneita syitä kuin osatutkimus I:ssä. Keskimäärin molemmissa tutkimuksissa saatiin lähes sama tulos (1700 kehityskelpoista tainta/hehtaari), jos osatutkimus I rajataan siemenpuualoille ja sellaisille reunametsäsiemennysaloille, joissa etäisyys siementävään puustoon jäi alle 40 metrin. Erityisesti mustikkatyypillä tutkimusten tulokset poikkesivat kuitenkin toisistaan. Osatutkimus II:ssa luontainen uudistaminen onnistui mustikkatyypillä varsin hyvin toisin kuin osatutkimus I:ssä. Otoksen pienuus osatutkimus II:ssa rajoittaa tuloksen yleistämiskelpoisuutta. Hyvin samanlainen tulos saatiin kuitenkin myös laajahkossa, osin samalla alueella ja samoihin aikoihin tehdyssä toisessa tutkimuksessa (Räsänen ym. 1985).

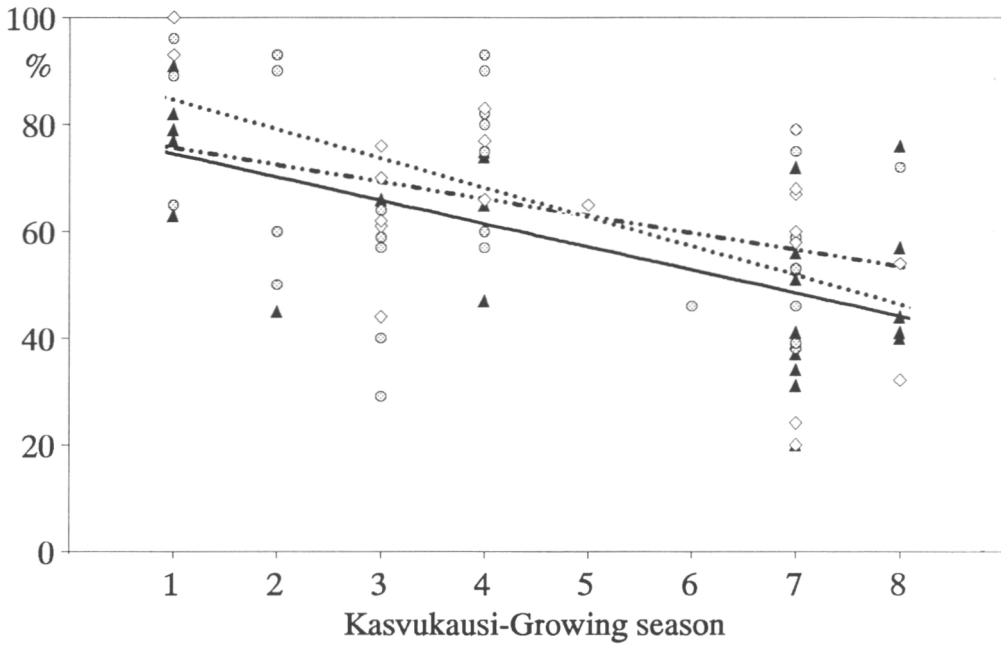
412. Männyn kylvö (II-IV)

Lautasauran jälkeen suunnattu hajakylvö johti erityisesti lajittuneella maalla hyvään taimettumiseen lähes samalla siemenmäärällä (0,3 kg/ha) kuin laikkukylvössä käytetään. Siemenmäärän kaksinkertaistaminen paransi vain vähän taimettumista. Moreenilla tulos oli huonompi kuin lajittuneella maalla. Siementen painaminen maan pintaan paransi jonkin verran kylvön onnistumista. Parhaaseen tulokseen johti kuitenkin siementen sijoittaminen matalaan vakoon tai koloon, ohuella kivennäismaakerroksella peitettynä. Suojakylvöllä saatiin suunnilleen sama tulos kuin vakokylvöllä. Vakosuojakylvön tulos oli tasaisen hyvä kaikissa kokeissa. Suppilosuojakylvö muokkaamattomalle alustalle onnistui huonosti. Käpykylvössä avomaalle tarvittiin keskimäärin 2,5 käpyä metrille lautasauran jälkeen, jotta

päästiin samaan tulokseen kuin vakokylvöllä (20 siementä kahden metrin välein). Vuosien välinen vaihtelu oli käpykylvössä paljon suurempi kuin muilla kylvömenetelmillä. Taimellisten kylvökohtien osuus kasvoi, kun siementen määrää/kylvökohta lisättiin välillä 5-30 siementä. Paras kenttäitävyys siemenmäärään suhteutettuna saatiin kuitenkin pienimmällä siemenmäärällä.

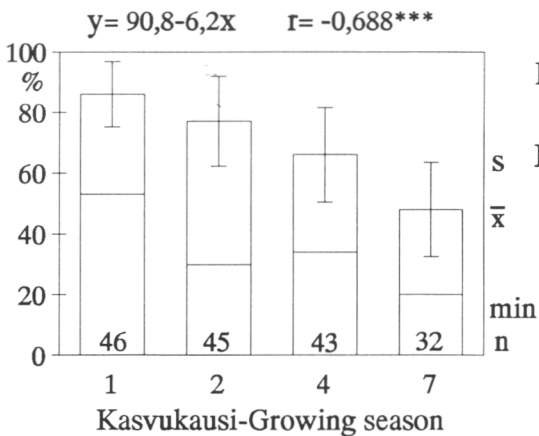
Suotuisa kylvöajankohta vaihteli suuresti vuosittain kasvukauden sääoloista johtuen. Keskimääräisenä tuloksena saatiin kuitenkin selvät erot kylvöajankohtien välillä. Parhaiten onnistui aikaisin (toukokuun puolivälin) kylvö ja tulos huonontui mitä pidemmälle kasvukausi eteni. Syyskylvö onnistui selvästi muita huonommin. Lajittuneella maalla kolmen cm:n kylvösyvyys oli keskimäärin parempi kuin puolentoista cm:n, moreenilla päinvastoin. Lajittuneella maalla tulos vaihteli kokeittain, moreenilla sen sijaan suunta oli kaikissa kokeissa sama.

Osatutkimus II:ssa oli keskimäärin eniten kehityskelpoisia taimia puolukkatyyppillä ja vähiten kanervatyyppillä. Puolukkatyyppillä oli myös pienin hajonta alojen välillä ja eniten hyviä taimikoita. Kokeellisessa tutkimuksessa (III ja IV) taimellisten kylvökohtien osuus oli suurin puolukkatyyppillä ja pienin mustikkatyyppillä (kuva 5). Kanervatyyppi sijoittui näiden väliin, mutta siellä tulos heikkeni eniten iän lisääntyessä. Tulosten hajonta oli varsin suuri sekä tarkasteltaessa kaikkien kylvökokeiden viimeisimmän inventoinnin tuloksia (kuva 5) että tarkasteltaessa osatutkimus IV:n tuloksia erikseen (kuva 6). Viimemainitussa tarkastelussa käytettiin samojen kokeiden keskiarvoja eri kasvukausina, joten se kuvaa paremmin tuloksen muuttumista iän funktiona, kun taas edellisessä tarkastelussa hajonta muodostuu sääolojen, kasvupaikan ja menetelmien aiheuttamasta yhteisvaihtelusta. Suuresta hajonnasta johtuen metsätyyppien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Tulos aleni molemmissa tarkasteluissa kasvukausien lisääntyessä, mutta kun mukana olivat kaikki vaihtelulähteet, aleneminen ei ollut yhtä suoraviivaista ($r = -0,538^{***}$, $n=78$) kuin silloin, kun tarkasteltiin samoja kokeita ($r = -0,688^{***}$, $n=166$).



Metsätyyppi ▲ MT (—) $y=78,8 - 4,3x$ $r=-0,64$ ***
 Forest site type ○ VT (- - - - -) $y=78,8 - 3,2x$ $r=-0,37$ *
 ◇ CT (.....) $y=90,0 - 5,5x$ $r=-0,61$ *

Kuva 5. Kylvön onnistuminen metsätyypeittäin ja kasvukausittain.
 Fig. 5. The proportion of restocked sowing spots in different forest site types per growing seasons.



Kuva 6. Kylvön onnistuminen kasvukausittain osatutkimus IV:ssä.
 Fig. 6. The proportion of restocked sowing spots per growing seasons in partial study IV.

413. Maanmuokkauksen vaikutus (I-IV)

Maanmuokkaus paransi molempien uudistamismenetelmien tulosta. Pelkästään kivennäismaan paljastavat menetelmät (laikutus, lautas- ja piennarauraus) johtivat vähän parempaan tulokseen kuin mätästys ja palleauraus. Verrattaessa viidessätoista kokeessa lautasauraus ja mätästystä keskenään lautasauraus oli tilastollisesti merkitsevästi parempi seitsemässä kokeessa ja mätästys kahdessa. Lopuissa kuudessa kokeessa ei menetelmien välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Kylvön yhteydessä laikutus sekä lautas- ja piennarauraus johtivat keskimäärin samaan tulokseen. Luontaisessa uudistamisessa sensijaan laikutus antoi huonomman tuloksen kuin lautas- ja piennarauraus.

414. Uudistamismenetelmien vertailu (I-IV)

Luontaisen uudistamisen ja viljelytuloksen vertaaminen keskenään on vaikeaa, koska niitä ei voi tutkia samoilla inventointimenetelmillä. Luontaista uudistamista joudutaan tarkastelemaan sekä taimimäärän että tyhjäruutusadanneksen kannalta, koska taimimäärä riippuu oleellisesti siitä, kuinka suurta ryhmittäisyyttä taimikossa sallitaan. Tässä tutkimuksessa asetettiin varsin tiukat kriteerit luontaisesti syntyneiden taimien jakautumisesta uudistusalalle; kymmenen neliömetrin ympyränäytealalle hyväksyttiin vain kolme kehityskelpoista tainta. Tämä muuttaa luontaisen taimikon heterogeenisen tilajärjestyksen vastaamaan melko hyvin viljelytaimikon homogeenista tilajärjestystä. Myöskään kasvupaikat eivät olleet täysin yhdenmukaiset, koska luontaiset taimikot olivat keskimäärin karummilla maapohjilla kuin viljellyt, vaikka ne muuten olivat hyvin samantyyppisiä ja reunametsäalat osittain jopa samoilla uudistusalajoilla kuin viljellyt. Jossain määrin reunametsäsiemennystä verrattiin hajakylvöön myös samoissa kokeissa tilastollisin menetelmin (osatutkimus IV) .

Otettaessa luontaisessa uudistamisessa mukaan siemenpuualat ja ne koealat, joilla etäisyys siemennuskelpoiseen reunametsään oli alle 40 metriä, keski-

määräiseksi kehityskelpoisten taimien määräksi saatiin 1714 tainta hehtaarilla (osatutkimus I). Lähes samaan keskimääräiseen kehityskelpoisten taimien määrään päästiin myös osatutkimus II:ssa. Kokeissa kylvön keskimääräiseksi onnistumiseksi saatiin 50 % (seitsemän kasvukauden jälkeen), joka edellyttäisi 3400 kylvökohtaa hehtaarille, jotta pelkillä kylvötaimilla päästäisiin samaan tiheyteen luontaisen uudistamisen kanssa. Luontaisten taimien täydennyksen ansiosta jo 2500 kylvökohdan hehtaariheydellä kylvötaimikoiden taimimäärä kohosi tasoihin luontaisten taimikoiden kanssa. Parhaana vertailukohteena istutukseen voidaan pitää samalla alueella vv. 1973-82 tehdyn tutkimuksen tuloksia (Kinnunen 1989). Siinä istutuksen keskimääräiseksi onnistumissadannekseksi saatiin noin 70. Tällä onnistumissuhteella 2400 istutustainta vastaa 3400 kylvökohtaa. Oletettaessa luonnontaimien täydennysvaikutus kylvö- ja istutustaimikoissa samansuuruisiksi istutuksessa tarvittaisiin 1760 tainta, jotta päästäisiin samaan tulokseen kylvön ja luontaisen uudistamisen kanssa.

42. Taimien pituuskehitys (I-IV)

Kiihtyvän pituuskasvun vaiheessa taimien absoluuttisen pituuden vertaaminen ei kuvaa kovin hyvin taimien todellisia pituuseroja, vaan huomattavasti parempi käsitys pituuseroista saadaan projisoimalla pituuskäyrä vaaka-akselille, jossa on kasvukaudet ja vertaamalla, kuinka paljon taimien pituuskehitys eroaa kasvukausina mitaten. Koska luontaista uudistamista tutkittiin kertainventoinnilla, luonnontaimille ei voitu määrittää samojen taimien pituuden ja iän funktiota niinkuin kylvö- ja istutustaimille. Vaikka uudistamishakkuusta kulunut aika vaihteli kahdesta yhdeksään vuoteen, suuri osa osatutkimus I:n luonnontaimista oli syntynyt samana vuonna (1974), viisi kasvukautta ennen inventointia. Tämän takia luonnontaimikoiden keskipituus kasvoi vain vähän uudistushakkuusta kuluneen ajan lisääntyessä. Keskimääräinen luonnontaimikoiden pituuskehitys saadaan vertaamalla taimikoiden pituuden keskiarvoa keskimääräiseen uudistamishakkuusta kuluneeseen aikaan. Luonnontaimikoiden keskimääräinen pituus uudistamishakkuusta lukien jäi kasvukauden verran jälkeen kylvötaimien pituudesta kylvöhetkestä

lukien. Istutustaimien pituuskehitys puolestaan oli keskimäärin istutusiän + yhden kasvukauden verran edellä kylvötaimien pituuskehityksestä. Tulos oli sama niin kokeellisessa kuin inventointitutkimuksessa. Alkuvaiheessa kylvötaimien pituuskehitys oli hidas. Ne saavuttivat 10 cm:n pituuden keskimäärin vasta kolmen kasvukauden jälkeen ja 40 cm:n pituuden seitsemän kasvukauden jälkeen.

5. Kasvupaikan viljavuus uudistamismenetelmän valintaperusteena

Käytännön toimintaa varten tarvitaan yksityiskohtaisia asiantuntijajärjestelmiä ja päätösanalyysi- sekä riskien ennustemalleja metsänuudistamisen päätöksenteon apuvälineiksi. Tällaisia onkin jo laadittu (Hämäläinen ym. 1985, Parviainen ym. 1985, Saarenmaa 1990, Kangas 1992, Pukkala 1992) ja niiden kehittämistä sekä tietopohjan kartuttamista ja vahvistamista on syytä jatkaa. Asiaa on tarpeen lähestyä monesta eri näkökulmasta, jotta niistä voisi kehittyä monipuolisia ja erilaisia tarpeita huomioonottavia ja tyydyttäviä järjestelmiä. Stabiilin luonteensa ansiosta kasvupaikkatekijät ja yksinkertaisimmassa muodossaan kasvupaikka-luokitus näyttäisi olevan hyvä perusta, jonka varaan voi rakentaa yhä monipuolisempia ja yksityiskohtaisempia toimintamalleja, joita kukin käyttäjä voi hioa omista lähtökohdistaan käsin käyttötarkoituksiinsa sopiviksi.

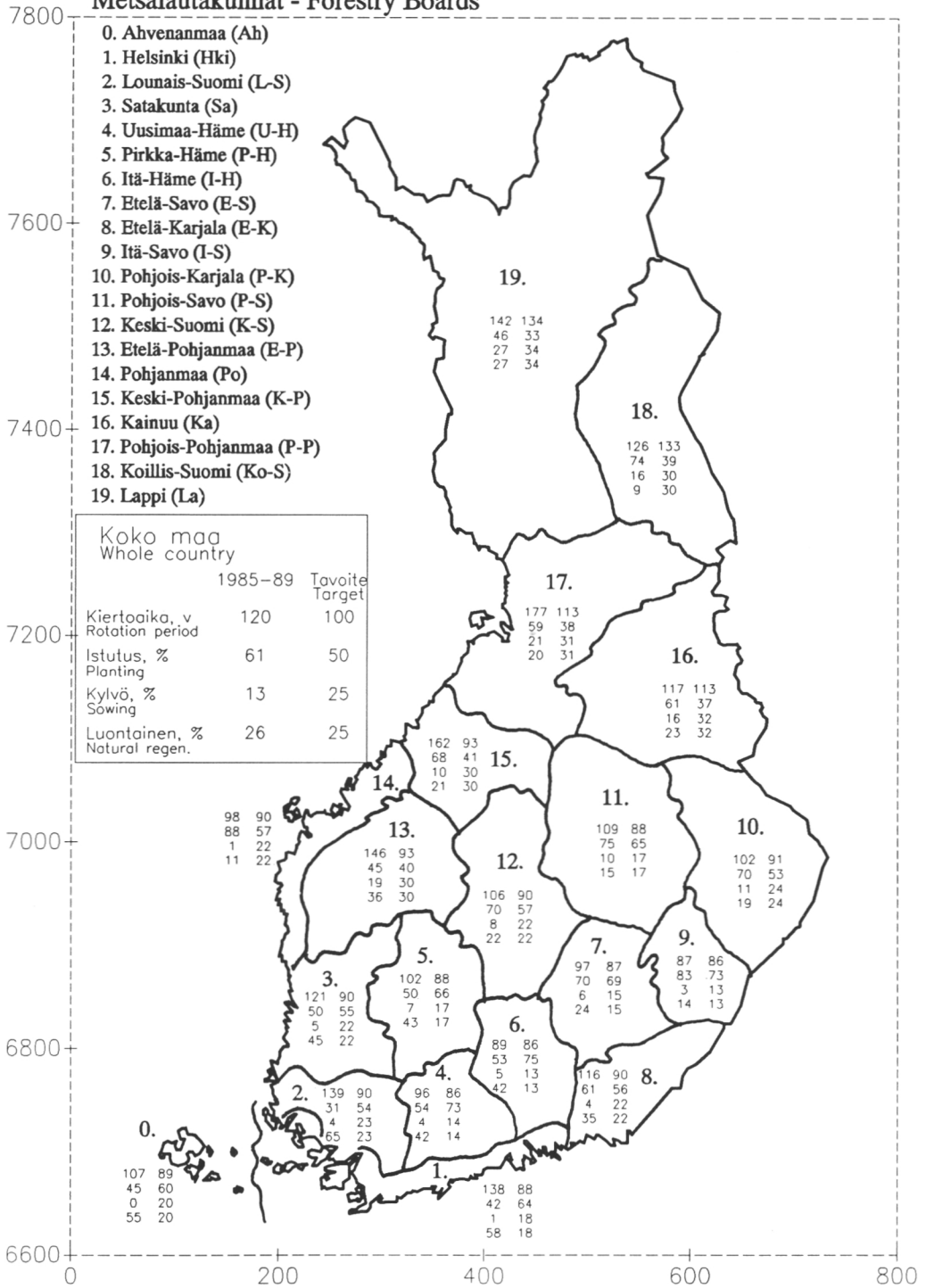
Tässä esiteltävässä karkeassa mallissa kasvupaikat jaettiin kahteen ryhmään, "reheviin" ja "karuihin" maihin. Reheviin ryhmiteltiin lehdot ja lehtomaiset kankaat sekä korvet ja lisäksi kaksi kolmasosaa tuoreista kankaista, rehevästä päästä lukien. Loput alat jäivät karujen ryhmään. Tällä jakoperusteella 7. valtakunnan metsien inventoinnin (Kuusela ja Salminen 1983, Kuusela ym. 1986) mukaan metsämaan alasta 44 % kuului reheviin ja 56 % karuihin (liite). Kun karujen maiden kiertoaika oletettiin 20 vuotta pitemmäksi kuin rehevien, tuli reheviä ja karuja maita keskimäärin suunnilleen sama määrä uudistettavaksi vuosittain. Viisivuotiskaudella 1985-89 uudistettiin keskimäärin 167 000 hehtaaria vuosittain. Istutuksen osuus oli 61 %, kylvön 13 % ja luontaisen uudistamisen 26 %. Kiertoajaksi (metsämaan ala/vuotuinen uudistusala) tuli keskimäärin 120 vuotta. Kuuselan ja Salmisen

(1991) mukaan taloudellisen puuntuotannon kannalta suositeltava ohjekiertoaika on Etelä-Suomessa 90 vuotta ja Pohjois-Suomessa 130 vuotta. Metsä 2000-ohjelman uudistamistavoite (240 000 hehtaaria/vuosi merkitsisi 83 vuoden keskimääräistä ohjekiertoaikaa. Tässä työssä esiteltävässä mallissa lähiajan realistiseksi uudistamistavoitteeksi arvioitiin 200 000 hehtaaria/vuosi, joka vastaa 100 vuoden keskimääräistä kiertoaikaa. Parhaiten tämän arvioitiin toteutuvan kasvattamalla kylvön osuutta 30 000 hehtaarilla ja pitämällä istutuksen ja luontaisen uudistamisen absoluuttinen määrä likimain ennallaan. Yksinkertaisuuden vuoksi oletettiin, että rehevät maat istutetaan ja karuista maista puolet kylvetään ja puolet uudistetaan luontaisesti, koska karuilla mailla luontainen uudistaminen ja kylvö ovat suhteellisesti edullisimmillaan, jolloin niiden käyttö olisi perusteltua kohdistaa sinne. Tämä merkitsisi huomattavaa männyn istutusalan supistamista (tai luopumista siitä lähes kokonaan) ja vapautuvien resurssien siirtämistä kuusen istutukseen. Todellisuudessa myös rehevillä mailla tullaan käyttämään ainakin luontaista uudistamista, mutta tässä ei ole haluttu lähteä arvioimaan sen osuutta. Käytännössä rehevien ja karujen maiden välinen raja on liukuva, joten varsinkin välialueen menetelmävalinnassa kasvupaikkaluokka ei ole välttämättä ratkaiseva tekijä.

Metsälautakuntien välillä olivat hyvin huomattavat erot vuosien 1985-89 keskimääräisessä kiertoajassa. Muutamissa metsälautakunnissa oltiin hyvin lähellä tässä työssä esitettyä tavoitekiertoaikaa, muutamissa taas jäätiin siitä hyvinkin kauas (kuva 7.). Vuosikymmenen alkupuoliskolla kiertoaika oli lyhempi (114 vuotta) kuin loppupuoliskolla (120 vuotta). Metsälautakunnittainen vaihtelu oli tässäkin suhteessa suuri (liite). Tavoitekiertoaika määritettiin pelkästään kasvupaikkaluokituksen ja lämpösummavyöhykkeen perusteella, joten se soveltuu parhaiten metsälautakuntiin, joiden puuston ikärakenne on normaali. Laskelma tehtiin käyttäen 16 eteläisen metsälautakunnan karuilla mailla 100 ja rehevillä mailla 80 vuoden, Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan karuilla mailla 120 ja rehevillä 100 vuoden sekä Lapissa ja Koillis-Suomessa vastaavasti 140 ja 120 vuoden tavoitekiertoaikoja.

Neljän metsälautakunnan (Itä-Häme, Itä-Savo, Kainuu ja Koillis-Suomi) uudistusintensiteetti (metsämaan pinta-ala/uudistus-pinta-ala) oli hyvin lähellä tavoitekiertoaikaa. Viiden metsälautakunnan (Helsinki, Lounais-Suomi, Etelä-

Metsälautakunnat - Forestry Boards



Kuva 7. Keskimääräinen kiertoaika ja uudistamismenetelmien osuudet vuosina 1985-1989 sekä kasvupaikkaluokitukseen perustuva tavoite metsälautakunnittain.

Fig. 7. Average rotation period and relative roles of regeneration methods during the period 1985-1989 and the site classification based target per Forestry Board Districts.

Pohjanmaa, Keski-Pohjanmaa ja Pohjois-Pohjanmaa) uudistusintensiteetti puolestaan oli varsin matala tavoitekiertoaikaan verrattuna. Koillis-Suomi oli ainoa, jossa toteutunut kiertoaika oli korkeampi kuin tavoite. Tämä johtuu tavoitteen määrittämisessä käytettyjen laskentaoletusten karkeudesta, kuvastaen kuitenkin sitä, että Koillis-Suomen uudistusintensiteetti oli ehkä lähinnä tavoitetta. Koska passiivisen, tilastoimattoman uudistumisen osuus voi vaihdella metsälautakunnittain, todellisen metsänuudistumisintensiteetin määrittäminen ja metsälautakuntien vertailu sen suhteen ei ole mahdollista.

Myös uudistamismenetelmien osuudet poikkesivat huomattavasti metsälautakunnittain. Ruotsinkieliset rannikkometsälautakunnat erottuivat selvimmin muista vähäisellä kylvöosuudella. Lounaisen Suomen metsälautakunnissa käytettiin runsaasti luontaista uudistamista, josta noin puolet oli kuusen uudistamista. Kylvön osuus kasvoi pohjoiseen siirryttäessä.

Korostettakoon, että edelläoleva esitys (kuva 7 ja liite) on tarkoitettu lähinnä esimerkiksi kasvupaikkaluokituksen käytöstä yhtenä lopullisen tavoitteen asettamisen osatekijänä ja havainnollistamaan, kuinka suuria eroja uudistamismenetelmien osuuksissa, päällisin puolin tarkasteltuna hyvin samanlaisten metsälautakuntien välillä, on. Lopullisesta tavoitteesta päätettäessä joudutaan ottamaan huomioon monia muita tekijöitä ja kunkin metsälautakunnan erityispiirteiden pohjalta miettimään uudistamismenetelmien tavoiteltavaa suhdetta. Myöskin raja "karujen" ja "rehevien" maiden välillä voi vaihdella metsälautakunnittain ja jopa osa-alueittain metsälautakunnan sisällä.

5. Tulosten tarkastelu

Suppealle alueelle keskitetyn kokeellisen tutkimuksen tulosten yleistämiskelpoisuuteen on suhtauduttava varauksin. Kuitenkin vertailu laajemmalla alueella ja käytännön työnä toteutettuihin viljelyksiin antoi perustasoltaan hyvin samanlaisia tuloksia, joten voidaan olettaa, että tuloksilla on kohtalaisen hyvät soveltamismahdollisuudet samankaltaisilla kasvupaikoilla kuin kokeet tehtiin. Tutkimuksen pitkä aikaperspektiivi toi runsaasti vaihtelua tuloksiin, mutta lisäsi samalla niiden yleistämiskelpoisuutta varsin vaihteleviin sääoloihin.

Etelä-Suomessa metsikkökuviot ovat yleensä pieniä, johtuen kasvupaikkojen pienipiirteisestä vaihtelusta ja pienehköstä metsälökoosta. Hyvin usein uudistusalat joko rajoittuvat siemennyskelpoiseen reunametsään tai niiden lähistöllä on siementävää puustoa. Kun männyllä lisäksi on hyviä tai keskinkertaisia siemensatoja lyhyin väliajoin (Koski ja Tallqvist 1978), reunametsäsiemennyksellä on tärkeä sija männyn uudistumisessa. Kuitenkin sitä käytetään vähän varsinaisena uudistamismenetelmänä. Myöskään sellaiset alat, jonne reunametsän vaikutus ei ulotu, eivät jää täysin taimettomiksi, vaan sinnekin varisee siementä hakkuutähteistä ja siellä voi olla sekä vaihtuvaa taimiainesta että alikasvostaimia. Yksinään ne kuitenkin hyvin harvoin riittävät hyväksyttävän taimikon perustaksi, vaan useimmiten tarvitaan lisätoimenpiteitä tuloksen varmistamiseksi. Maanmuokkauksen myötä kaistaleavohakkuun käyttömahdollisuudet ovat oleellisesti parantuneet. Luontaisen uudistamisen käyttökelpoisuus (von Berg 1859) ja luontaisten taimien tärkeä merkitys viljelytaimikoiden täydentäjänä todettiin tosin jo ennen maanmuokkauksen laaja-alaista käyttöä (Yli-Vakkuri ym. 1969, Leikola ym. 1977, Rautiainen ja Räsänen 1980), mutta myöhemmissä inventoinneissa muokatuilla viljelyaloilla on luonnontaimien osuus selvästi lisääntynyt, kohoten jopa yli puoleen kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärästä (Saksa 1987, 1989, 1992, Saksa ym. 1990).

Kylvön etuna luontaiseen uudistamiseen nähden on varmuus siementen saamisesta tuoreeseen muokkausjälkeen, mikä parantaa taimettumisedellytyksiä ja auttaa taimia kilpailussa pintakasvillisuuden kanssa. Kylvö voidaan tehdä monin eri tavoin. Yksinkertaisinta lienee poimia hakkuutähteistä käpyjä ja levittää ne

uudistusosalalle. Venäjällä ja Neuvosto-Karjalassa käpykylvöllä onkin saatu hyviä tuloksia (Burkhard 1876, Orlov 1895, Ku'zmin 1977). Tässä tutkimuksessa havaittiin, että vuosien välinen vaihtelu käpykylvön onnistumisessa oli suurta ja se vaati keskimäärin moninkertaisen siemenmäärän irtosiemenkylvöön verrattuna.

Muokkausjälkeen suunnattu hajakylvö johti hyvään tulokseen kohtuullisella siemenmäärällä. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu muuallakin (Pohtila ja Pohjola 1985, Hagner ym. 1987). Tulosta ei voida suoraan soveltaa viime vuosina yleistyneeseen koneelliseen hajakylvöön, koska kone ei valitse kylvökohtia, kun taas tässä tutkimuksessa kylväjä valitsi ensisijaisesti hyvän muokkausjäljen kylvökohdaksi. Käsinkylvössä onkin saatu parempi taimettuminen kuin konekylvössä samalla siemenmäärällä (Fryk 1979, Kinnunen 1992). Mitä parempi muokkausjälki sitä lähempänä toisiaan käsin- ja konekylvön tulokset ovat. Koneellista kylvöä lisäämällä näyttäisi olevan helpointa toteuttaa lisääntyvä uudistamistarve, vaikkei kaikkia kylvettäviksi suunniteltuja aloja olekaan syytä pyrkiä kylvämään koneellisesti, koska koneellinen kylvö ei sovellu yhtä hyvin kaikille kasvupaikoille ja mekanisoidulla käsinkylvölläkin päästään hyvään työn tuottavuuteen (Bergman 1971, Kinnunen 1992). Hajakylvön (sekä käsin että koneella tehtynä) etuna ruutukylvöön verrattuna on hajalleen sijoitettujen siementen ja niistä syntyvien sirkkataimien välttyminen paremmin niitä syövilta linnuilta, pikkunisäkkäiltä ja hyönteisiltä kuin ryhmittäin sijoitettujen, joilla kato voi olla hyvinkin huomattava (Yli-Vakkuri 1961 a ja b). Lehtiniemi (1970) havaitsi lintujen ja selkärangattomien tuhojen keskittyvän alkukesään, kun taas pikkunisäkkäiden tuhot olivat pahimmat syksyllä. Siementuholaislajisto on laaja, erityisesti selkärangattomien osalta (Lehtiniemi 1976), mutta useissa tutkimuksissa linnut on todettu yleisimmiksi siemensyöjiksi (Heikkilä 1977, Bergsten 1985).

Laikkukylvössä tulosta voidaan parantaa sijoittamalla siemenet pieniin painaumiin tai vakoihin ja peittämällä ne ohuella, mieluiten kivennäismaakeroksella. Jo siementen painaminen maahan parantaa jonkin verran tulosta (Yli-Vakkuri ja Räsänen 1971). Kylvökohdan päälle asetetun muovisuojan ansiosta siemenmäärä voitiin pudottaa noin puoleen tavalliseen kylvöön verrattuna. Muokkaamattoman maan suppilosuojakylvöllä saatiin selvästi huonompia tuloksia kuin Ruotsissa ja Norjassa on saatu (Hagner 1977 a ja b, Solbraa 1982). Ilmeisesti menetelmä soveltuu vain rajatulle käyttöalueelle ja vaatii tarkat suoritusohjeet,

joita ovat antaneet mm. Hagner ja de Jong (1979, 1980). Jos siemenet tulevat liian syvälle, kylmyys haittaa itämistä. Liian matalassa kylvössä itämistä ja sirkkaimien alkukehitystä uhkaa puolestaan kuivuus. Kesän sääoloilla ja kasvualustan laadulla on siten tässä kylvötavassa tavallistakin suurempi vaikutus tulokseen.

Maanmuokkaus tuhoaa peittävyytensä suhteessa uudistusosalalla olevaa, yleensä satunnaista ja epätasaista potentiaalista uudistamismateriaalia, mutta parantaa samassa suhteessa muokkauksen jälkeen tulevan siemennyksen taimettumisalttiutta (Kinnunen 1991). Suositeltava muokkausmenetelmä määräytyy enemmän uudistusalan laadun kuin uudistamismenetelmän mukaan. Luontainen uudistaminen ja kylvö sopivat suhteellisesti istutusta paremmin vettä läpäiseville maille, joille muokkausmenetelmäksi sopivat kivennäismaapinnan paljastavat muokkausmenetelmät, kuten laikutus ja lautas- tai piennarauraus. Huonosti vettä läpäiseville maille sopivat kohouman muodostavat muokkausmenetelmät, kuten palleauraus ja mätätys. Kohouman pinta on altis eroosiolle ja kuivumiselle, joten istutus sopii kohoumille kylvöä ja luontaista uudistamista paremmin. Kunnollisen kohouman alla oleva kaksinkertainen humuskerros pysyy nimittäin kosteana ja istutustaimien juuret saavuttavat sen nopeasti (Laiho 1979). Karuihin ja kuiviin oloihin sopeutuneen männyn luontainen uudistaminen ja kylvö onnistuivat kuitenkin suhteellisen hyvin myös mätätetyillä aloilla, kun taas kuusen ja koivun kylvön on todettu onnistuvan erittäin huonosti mättäillä (Kinnunen 1990).

Luontaisten taimien ikäjakauma on yleensä lähellä normaalijakaumaa, jonka huippu (= keski-ikä) sijoittuu toiseen - kolmanteen kasvukauteen hakkuun jälkeen (Räsänen ym. 1985, Kinnunen ja Riikilä 1986). Osatutkimus I:ssä luontainen uudistuminen painottui taimettumisen kannalta hyvään vuoteen, 1974, eikä hakkuuajankohdalla ollut yhtä suurta merkitystä kuin em. tutkimuksissa. Tämän tutkimuksen karut koealat säilyttivät nähtävästi taimettumiskykynsä suhteellisen kauan. Osatutkimus II:n tulokset puolestaan olivat lähempänä aiemmin mainittujen tutkimusten tuloksia. Taimettumisen keskittymistä tiettyyn vuoteen ei havaittu, vaan hakkuuajankohdalla oli määräävä asema taimien synnyssä. Keskimääräiseksi tulokseksi molemmissa tutkimuksissa saatiin kuitenkin lähes sama, vaikka tulos muodostuikin eri tavalla. Jos taimikon syntyhetkeksi määritetään kasvukausi, jolloin puolet inventointihetken taimimäärästä oli syntynyt, luonnontaimikot olivat syntyneet molemmissa tapauksissa keskimäärin vuoden verran uudistamishakkuun

jälkeen. Täten luonnontaimikot olivat kehityksessään keskimäärin kasvukauden jäljessä kylvötaimikoista, jotka perustettiin välittömästi hakkuun jälkeisenä kasvukautena. Taimien iän keskihajonta on luonnontaimikoissa kaksinkertainen kylvötaimikoihin verrattuna (Räsänen ym. 1985). Mikä vaikutus sillä on metsikön tuottoon ei ole selvitetty. Lämpösusma on pituuskehityksen paras selittäjä (Kinnunen 1976). Näin ollen myös taimien ikä kuvaa hyvin pituuseroja silloin, kun taimet ovat kasvaneet samanlaisella kasvupaikalla samaan aikaan. Ensimmäisen ja toisen kasvukauden pituuskasvu on kylvö- ja luonnontaimilla hidas, joten ne ovat vasta kahden kasvukauden jälkeen samanmittaisia kuin yksivuotiaat muovihuoneessa kasvatetut taimet istutushetkellä (Parviainen 1984). Tästä eteenpäin ero näyttää säilyvän kunkin ikävaiheen kahden kasvukauden pituuskasvua vastaavana.

Luontaista uudistamista ja kylvöä pidetään istutusta ekstsensiivisempinä uudistamismenetelminä (esim. Räsänen 1981). Asia on näin varsinkin, jos tarkastellaan välittömästi uudistamisajankohtaan sijoittuvaa panostusta. Taimikon jatkokehityksen turvaaminen puolestaan vaatii kylvö- ja luonnontaimikoissa enemmän resursseja kuin istutustaimikoissa. Tätä seikkaa ei aina ole otettu riittävästi huomioon, vaan päinvastoin varsinkin luonnontaimikoiden jatkohoitokin on tehty ekstsensiivisemmin kuin istutustaimikoissa. Suuren hajonnan takia kylvö- ja luonnontaimikot vaativat huolellisen jälkiseurannan, jotta hajontaa voitaisiin pienentää täydentäen tai jopa kokonaan uudelleen viljellen epäonnistuneet alat.

Liiketaloudellisiin laskelmiin liittyy runsaasti epävarmuustekijöitä ja edullisuusjärjestys määräytyy enemmän käytetyn laskentakorkokannan ja kiertoajan kuin uudistamismenetelmän kustannusten mukaan (Oksanen-Peltola 1989). Emt. tutkimuksen mukaan metsätaloudessa yleisesti käytetyn kolmen prosenttien korkokannan mukaan puolukkatyypillä kylvön (kiertoaika 76 v) ja luontaisen uudistamisen (kiertoaika 84 v) nykyarvo saatiin lähes samaksi. Istutus oli kylvöä epäedullisempi vaihtoehto, kun istutuksen aikavoittona käytettiin kahta vuotta. Luontaisen uudistamisen tulosta paransi laskelmissa käytetty hakkuukertojen lukumäärä, joka luontaisessa uudistamisessa oli yhtä suurempi kuin viljelyssä. Se aikaisti hakkuutuloja parantaen luontaisen uudistamisen taloudellista tulosta. Tässä työssä ei suoritettu varsinaisia liiketaloudellisia laskelmia, mutta päätelmissä tehdään menetelmien karkeaa vertailua nykyisen hintatason perusteella.

6. Päätelmät

Lajittuneella maalla kylvön ja luontaisen uudistamisen kilpailukyky istutukseen nähden oli suhteellisesti parempi kuin moreenilla. Tutkimusalueen kaltaisilla karkeahkoilla moreenimailla ero ei kuitenkaan ollut niin suuri, että se sulkisi luontaisen uudistamisen ja kylvön niiltäkään kokonaan pois, vaan ero voidaan kompensoida luontaista uudistamista käytettäessä muokkauksen tehostamisella ja kylvössä siemenmäärän lisäyksellä. Muokkausjälkeen suunnatun hajakylvön hyvä onnistuminen viittaa siihen, että koneellista kylvöä voidaan suositella käsinkylvön rinnalle ja täten lisätä kiinnostusta kylvön käyttöön. Tällä hetkellä kone- ja käsinkylvön kustannuksissa ei ole suurta eroa, koska käsinkylvössä päästään pienemmällä siemenmäärällä samaan tulokseen kuin konekylvössä (Kinnunen 1992), mutta pidemmällä aikavälillä konekylvön kilpailukyky tulee paranemaan. Siemenen hinnalla ja saatavuudella on ratkaiseva merkitys sekä verrattaessa kylvöä muihin uudistamismenetelmiin että kone- ja käsinkylvön keskinäisessä vertailussa.

Reunametsäsiemennyksellä on enimmäkseen ollut passiivinen osa metsänuudistumisessa. Se on täydentänyt ja varmistanut aktiivisen luontaisen uudistamisen ja viljelyn tulosta. Karuhkoilla mailla olisi nähtävästi mahdollista entistä enemmän käyttää reunametsäsiemennystä myös aktiivisena uudistamismenetelmänä. Ellei siementävässä puustossa ole muokkauhetkellä käpyjä, luontainen uudistaminen kannattanee kuitenkin aina varmistaa kylvöllä, koska kustannuslisä on vähäinen verrattuna maanmuokkaukustalouteen ja mahdollisesta täydennysistutuksesta aiheutuviin kustannuksiin. "Täydennyskylvö" on näin ollen paras tehdä jo etukäteen tuoreeseen muokkausjälkeen, koska muokkausjäljen taimettumiskyky huononee vuosi vuodelta ja samoin pintakasvillisuuden kilpailu lisääntyy.

Karuhkojen kangasmaiden uudistamisessa oli monia biologiselta tulokseltaan lähellä toisiaan olevia vaihtoehtoja. Kylvössä juoduttiin käyttämään keskimäärin 1,4 -kertaista viljelytiheyttä istutukseen verrattuna samaan tulokseen pääsemiseksi. Koneellista maanmuokkausta ja kylvölaitteita käytettäessä kylvökohtien lisääminen ei kuitenkaan lisää kovin paljon kustannuksia (suojakylvöä lukuunottamatta), koska

siemenmäärän/ kylvökohta alentaminen ei suoraviivaisesti alentanut onnistumista, vaan tuloksen kannalta tehokkaampaa oli lisätä kylvökohtia ja vähentää siemeniä/ kylvökohta kuin päinvastoin. Selviä erojakin menetelmien käyttökelpoisuudessa ilmeni. Kylvössä ensimmäisenä karsittavana menetelmänä tuli esiin suppilosuojakylvö (muokkaamattomalla alustalla) kalleutensa ja epävarmuutensa takia. Tavanomaisen suojakylvön etuja oli tuloksen tasaisuus ja pieni siemenmenekki, mutta senkin haittana on kalleus. Käpykylvön käyttökelpoisuuden perusteellinen arviointi vaatisi tuekseen työntutkimusta, jota tässä työssä ei tehty. Menetelmän suurin haitta oli suuri siemenmenekki. Etuna voidaan pitää menetelmän yksinkertaisuutta, joka tekee mahdolliseksi helpon toteutuksen pelkästään metsänomistajan omaa työpanosta käyttäen. Ruutukylvö on syytä korvata suunnatulla hajakylvöllä muokkausjälkeen, koska kustannus on oleellisesti sama, mutta kylvötulos ja taimikon tilajärjestys muodostuu hajakylvössä ruutukylvöä paremmaksi. Laikuttainen kylvö pieniin painaumiin, vakoihin tai viiruihin osoittautui tasaisen luotettavaksi menetelmäksi, johon vuotuiset säävaihtelut vaikuttavat vähemmän kuin pintaan kylvettäessä. Näin saavutetaan säästöä vaadittavassa siemenmäärässä. Lukuisilla eri kylvölaitteilla voidaan nopeuttaa kylvötyötä ja alentaa täten kustannuksia.

Luontaisen uudistamisen kustannuksia on vaikea arvioida, koska niihin vaikuttavat suuresti esim. satunnaisesti esiintyvät tuulikaadot, joiden kustannusvaikutus voi olla eri omistajaryhmillä erilainen. Karkeasti luontaisen uudistamisen kustannusten voidaan arvioida sijoittuvan lähinnä samaan suuruusluokkaan kylvön kanssa. Kylvön ja istutuksen keskinäiseen edullisuuteen vaikuttaa oleellisesti se, minkä arvoiseksi lasketaan taimien istutusiästä ja muovihuonekasvatuksesta riippuva aikavoitto istutuksen hyväksi. Pintakasvillisuuden kilpailusta kärsivillä uudistusaloilla kylvötaimien hidas alkukehitys aiheuttaa jo alkuvaiheessa välittömiä torjuntakustannuksia, tasoittaen näin kustannuseroa. Mikäli istutuksen aikavoiton oletetaan säilyvän koko kiertoajan ja puun hinnan pysyvän reaalisesti ennallaan, odotettavissa oleva hakkuutulon lisäys on karkeasti arvioiden kylvön ja istutuksen kustannuseron suuruinen, jos lisäsijoitus voidaan realisoida samanaikaisesti jossakin metsälön toisessa kohteessa, jolloin vältytään korkotekijän huomioonottamiselta. Tällöin kylvön eduksi jää parempi mahdollisuus laatukehityksen säätelyyn tiheyden avulla.

Pelkistetysti karuhkojen kankaiden uudistamisessa joudutaan valitsemaan kahden perustrategian välillä:

- 1.) Maksimituotoksen strategia, joka todennäköisimmin toteutuu istutuksella. Toisaalta tähän liittyy tietty epävarmuus laatukehityksestä.
- 2.) Laatuksvatuksen strategia, johon luontainen uudistaminen ja kylvö antavat todennäköisesti istutusta paremmat edellytykset.

Käytännössä strategiat esiintyvät varsin usein ns. sekastrategiana (ks. Kotisaari 1982, Leikola 1987), jolloin tuotos muodostuu eri uudistamistapojen yhteistuloksena. Tuotto niinikään muodostuu tuotoksen ja laadun yhteistuloksena, joten molemmat on otettava huomioon tuottotavoitetta asetettaessa ja siihen pyrittäessä. Tämän tutkimuksen mukaan karuhkoilla kankailla biologiset perusteet mahdollistavat melko vapaan valinnan uudistamismenetelmien välillä, mikäli toiminnan intensiivisyysaste on sama ja pitäydytään käytännössä tai kokeissa riittävän perusteellisesti testatuissa menetelmissä. Tällöin lopullisessa ratkaisussa päätöksentekijän omat intressit ja erityistoiveet ovat määräävänä tekijänä. Suositeltavana yleislinjana voidaan kuitenkin pitää hyvälaatuisen mäntytukin kasvattamista, johon luontainen uudistaminen ja kylvö tarjoavat istutusta paremman perustan.

Kirjallisuus

- Berg, E. von. 1859. Kertomus Suomenmaan Metsistä. Uusintapainos 1988. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteenlaitoksen tiedonantoja N:o 63. 63 s.
- Bergman, Fritz. 1971. Direct seeding of Scots pine (*Pinus sylvestris*). Techniques in silvicultural operations. XV IUFRO congress. ss. 143-149.
- Bergsten, U. 1985. A study of the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. Rapport, Institutionen för skogsskötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet (1985): 13. 16 s. ISBN 91-576-2246-9.
- Burkhard, 1876. Metsän kylvö ja istutus. Pietari.
- Fryk, J. 1979. Nytt på såddkanten. Skogen 1979(4):20-21.
- Hagner, M. 1977 a. Sådd under plastkon i humustäcke. Summary: Sowing under plastic cones in the humus layer. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 75(1): 45-57.
- 1977 b. Den rätta skogsodlingsmetoden nu och framgent. Summary: The right regeneration method now and in the future. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 75(4):347-369.
 - & de Jong, A. 1979. Sådd i humustäcke 1979. Rapport, Institutionen för Skoglig produktionslära, Sveriges Lantbruksuniversitet.
 - & de Jong, A. 1980. Trattsådd - var och hur. Skogen 1980(4): 48-50.
 - , de Jong, A. & Persson, B. 1987. Sådd av tall (*Pinus silvestris* L.) efter markberedning med harv. Resultat av en försöksserie anlagd 1980-84. Slutrapport 870520 till Skogsstyrelsens Forskningsnämnd. 62 s.
- Hämäläinen, J. Kaila, S. & Keskinen, S. 1985. Laskentasysteemi metsänviljelyn menetelmien vertailuun. Metsätehon katsaus 18/1985. 5 s.
- Heikkilä, R. 1977. Eläimet kylvetyn männyn ja kuusen siemenen tuhoajina Pohjois-Suomessa. Summary: Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in north Finland. Communicationes Instituti Forestale Fenniae 89,5. 35 s.
- Kangas, J. 1992. Metsikön uudistamisketjun valinta - monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuva päätösanalyysimalli. Summary: Choosing the regeneration chain in a forest stand: A decision analysis model based on multi-attribute utility theory. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja 24. 230 s. ISSN 0781-0342, ISBN 951- 708-042-5.
- Kinnunen, K. 1976. The effect of sowing date on the initial development of paperpot seedlings in plastic greenhouse. Seloste: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien alkukehitykseen muovihuoneessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 88,5. 31 s.
- 1983. Yli 10-vuotiaiden mäntytaimikoiden tila Länsi-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 94:26-31. ISSN 0358-4283.
 - 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien

- alkukehitykseen. Summary: Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Folia Forestalia* 727. 23 s. ISBN 951-40-1040-X, ISSN 0015-5543.
- 1990. Ensituloksia rehevien kivennäismaiden kylvöstä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 369: 15-21. ISBN 951-40-1134-1, ISSN 0358-4283.
 - 1991. Alikasvos-, luonnon- ja istutustaimien alkukehitys mustikkatyypillä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 394: 10-16.
 - 1992. Tuloksia kone- ja käsinkylvöstä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426:123-133.
 - & Nerg, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: State of plantations 11-12 years after planting in some private forests in western Finland. *Folia Forestalia* 546. 20 s. ISBN 951-40-40-0604-6, ISSN 0015-5543.
 - & Riikilä, M. 1986. Tuoreiden ja lehtomaisten kankaiden 6-8 vuotiaiden taimikoiden tila Pirkka-Hämeessä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 235: 15-24. ISBN 951-40-0873-1, ISSN 0358-4283.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Summary: Results of longtime measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364. 60 s.
- Kotisaari, A. 1982. Metsän luontaisen uudistamisen tutkiminen. Esitutkimusraportti. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen [nyk. metsäekologian] laitos. Tiedonantoja n:o 38. 132 s. ISBN 951-45-2785-2, ISSN 0355-0923.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979-1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977-1982. Summary: Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979-1982, and in the whole of South Finland, 1977-1982. *Folia Forestalia* 568. 79 s.
- , Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982-1984. Summary: Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984. *Folia Forestalia* 655. 86 s.
 - & Salminen, S. 1991. Suomen metsävarat 1977-1984 ja niiden kehittyminen 1952-1980. Summary: Forest resources of Finland in 1977-1984 and their development in 1952-1980. *Acta Forestalia Fennica* 220. 84 s. ISBN 951-40-1165-1, ISSN 0001-5636.
- Kuz'min, I. A. 1977. Kul'tury sosny i eli na sploshnykh vyrubkakh raznoi davnosti. *Lesnoe Khoz'yaistvo* 1977(10):43-45. Inst. Lesa Karel. Filiala AN SSSR, USSR.
- Laiho, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätätysaloilla. *Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 8. 12 s.
- Lehtiniemi, T. 1970. Metsämaassa tapahtuvista siementuhoista ja niiden torjunnasta. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja N:o 4. 62 s.

- 1976. Männyn ja kuusen siementen tuhoutuminen metsämaassa. Merkkianemenetelmän soveltaminen tuholaislajiston tutkimiseen. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja N:o 12. 105 s.
- Leikola, M. 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa II. Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948-1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen [nyk. metsäekologian] laitoksen tiedonantoja n:o 60. 198 s. ISBN 951-45-4178-X, ISSN 0780-6728.
- , 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.
- Metsänhoidon suunta Satakunnassa 1990-luvulla, 1991. Satakunnan metsälautakunta. 16 s.
- Metsätilastoa vuosilta 1950-1967. *Folia Forestalia* 32 ja 47.
- Metsätilastolliset vuosikirjat vuosilta 1968-1989, *Folia Forestalia* 70, 96, 130, 165, 195, 225, 255, 295, 345, 375, 430, 460, 510, 550, 590, 620, 660, 690, 715, 730 ja 760.
- Metsä 2000 -ohjelma, 1985. Metsä 2000 -ohjelmajaoston raportti Talousneuvostolle. 53 s. ISBN 951-46-8661-6.
- Metsä 2000 -ohjelman tarkistustoimikunnan mietintö, 1992. Sammandrag: Betänkande av kommissionen för uppföljning av programmet Skog 2000. Komiteanmietintö 1992:5. Maa- ja metsätalousministeriö. 116 s.
- Oksanen-Peltola, L. 1989. Eteläsuomalaisen VT-männikön uudistamisvaihtoehtojen yksityistaloudellinen edullisuusvertailu. Summary: Profitability comparisons of some regeneration alternatives of *Vaccinium* type pine stands in private forests of southern Finland. *Folia Forestalia* 729. 40 s. ISBN 951-40-1045-0, ISSN 0015-5543.
- Orlov, M. M. 1895. Keinollisen metsänviljelyn historiaa Venäjällä. Varsova.
- Parviainen, J. 1984. Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. Summary: The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways. *Folia Forestalia* 593. 35 s. ISBN 951-40-0666-6, ISSN 0015-5543.
- , Sokkanen, S. ja Ruotsalainen, M. 1985. Metsän uudistamisen vaihtoehtoja vertaileva laskentaohjelma "Viljo". Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 179. 93 s. ISSN 0358-4283, ISBN 951-40-0940-1.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245-270.
- Pukkala, T. 1992. Luontainen uudistaminen vaatii riskien tuntemista. *Metsä ja Puu* 1992(1):11-13.
- Rautiainen, O. & Räsänen, P.K. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968-1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968-1976. *Folia Forestalia* 426. 24 s.
- Räsänen, P.K. 1981. Metsäpuiden taimikasvatus ja metsänviljely. Kehysmalli ja sen käyttö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 29. 98 s.

- , Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories 1978-1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s. ISBN 951-40-0730-1, ISSN 0015-5543.
- Saarenmaa, L. 1990. Viljelyketjun valinta asiantuntijajärjestelmän avulla Lapissa. Summary: Choice of reforestation method based on an expert system in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 762. 49 s. ISBN 951-40 1131-7, ISSN 0015-5543.
- Saksa, T. 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland. *Folia Forestalia* 702. 39 s. ISBN 951-40-0797-2, ISSN 0015-5543.
- 1989. Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. Summary: State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland. *Folia Forestalia* 733. 32 s. ISBN 951-40-1059-0, ISSN 0015-5543.
- 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Abstract: Development of Scots pine plantations in prepared reforestation areas. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 418. 48 s.
- , 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 s. ISBN 951-40-1111-2, ISSN 0015-5543.
- Solbraa, K. 1982. Foreløpige resultater etter traktsåning. Summary: Preliminary results from funnel sowing of conifers. Rapport Norsk Institutt for Skogforskning, no 4.
- Yli-Vakkuri, P. 1961 a. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. *Seloste: Taimien syntymisestä ja ensikehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta Forestalia Fennica* 74,1. 51 s.
- 1961 b. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensikehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental Studies on the Emergence and Initial Development of Tree Seedlings in Spruce and Pine Stands. *Acta Forestalia Fennica* 75,1. 122 s.
- , Räsänen, P.K. & Solin, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 2. 95 s.
- & Räsänen, P.K. 1971. Siementen peittämisen ja kylvökohdan polkaisun vaikutus männyn ruutukylvön tulokseen. Summary: The influence of covering and of tramping the seeds into the soil on the success of spot sowing of pine. *Silva Fennica* 5(1): 1-10.

Liite. Uudistamisen nykytilanne metsälautakunnittain ja kasvupaikkaluokituksen perustuva tavoite.

Metsä- lauta- kunta	Metsämaan pinta-ala km ²	Karujen maiden osuus: a) metsä- b) uudistus- pinta- alasta	Uudistamisala 1985-89.		Uudistamis- pinta-ala tavoite, ha	Kiertoaika		Osuudet uudistamispiinta- alasta 1985-89, %		Tavoiteosuudet, %							
			Istutus Kyivö Luontai- nen	keskimäärin, ha/vuosi- Luontai- nen		1980-84	1985-89	Istutus Kyivö Luontai- nen	Luontai- nen	Istutus Kyivö Luontai- nen	Luontai- nen						
0. Ah	725	45	40	302	0	372	673	815	179	108	89	45	0	55	60	20	20
1. He	3 777	41	36	1 130	16	1 573	2 719	4 283	114	139	88	42	1	58	64	18	18
2. L-S	5 265	52	46	1 171	138	2 475	3 784	5 830	118	139	90	31	4	65	54	23	23
3. Sa	6 873	50	45	2 814	287	2 550	5 651	7 634	115	122	90	50	5	45	55	22	22
4. U-H	4 938	31	27	2 771	225	2 157	5 153	5 730	85	96	86	54	4	42	73	14	14
5. P-H	7 773	38	34	3 770	523	3 261	7 553	8 865	96	103	88	50	7	43	66	17	17
6. I-H	5 742	29	25	3 446	315	2 684	6 445	6 700	89	89	86	53	5	42	75	13	13
7. E-S	8 111	35	31	5 831	489	2 006	8 326	9 329	96	97	87	70	6	24	69	15	15
8. E-K	6 366	50	44	3 360	209	1 907	5 477	7 081	116	116	90	61	4	35	56	22	22
9. I-S	4 974	30	27	4 734	176	804	5 714	5 780	76	87	86	83	3	14	73	13	13
10. P-K	14 015	53	47	9 586	1 470	2 577	13 633	15 464	94	103	91	70	11	19	53	24	24
11. P-S	13 378	39	35	9 218	1 177	1 821	12 216	15 242	81	110	88	75	10	15	65	17	17
12. K-S	12 709	49	43	8 350	1 015	2 595	11 960	14 161	95	106	90	70	8	22	57	22	22
13. E-P	9 340	67	60	2 845	1 243	2 300	6 388	9 992	122	146	93	45	19	36	40	30	30
14. Po	4 586	49	43	4 100	63	498	4 661	5 108	106	98	90	88	1	11	57	22	22
15. K-P	7 355	67	59	3 094	469	962	4 525	7 882	135	162	93	68	10	21	41	30	30
16. Ka	16 579	70	63	8 618	2 236	3 268	14 122	14 552	116	117	114	61	16	23	37	32	32
17. P-P	16 033	68	62	5 331	1 897	1 830	9 057	14 113	198	177	114	59	21	20	38	31	31
18. Ko-S	17 249	66	61	10 113	2 223	1 263	13 599	12 949	127	126	133	74	16	9	39	30	30
19. La	35 856	73	67	11 639	6 733	6 746	25 118	26 651	149	143	135	46	27	27	33	34	34
Koko maa	201 644	56	50	102 222	20 903	43 647	166 773	198 159	114	120	100	61	13	26	50	25	25

ISBN 951-40-1271-2
ISSN 0358-4283

Parkanon Kirjapaino -93