

09.04.92



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1992

785

Kaarlo Kinnunen

KYLVÖALUSTAN, AJANKOHDAN JA MENETELMÄN VAIKUTUS MÄNNYN
KYLVÖN ONNISTUMISEEN

Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of Scots
pine

FOLIA FORESTALIA

Julkaisija — *Publisher*

Metsäntutkimuslaitos
The Finnish Forest Research Institute

Toimitus — *Editors*

Päätoimittaja — <i>Editor in chief:</i>	Erkki Annila
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Seppo Oja
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Tommi Salonen

Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki, Finland
tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308

Toimituskunta — *Editorial Board*

Erkki Annila (pj. — *chairman*), Pentti Hakkila, Seppo Kaunisto, Jari Kuuluvainen, Juha Lappi, Eino Mälkönen

Tavoitteet ja tarkoitus — *Aim and Scope*

Sarjassa julkaistaan tutkimuksia, tilastoja ja kirjallisuuskatsauksia, joilla on ensisijaisesti kotimaista merkitystä. Julkaisukielenä on kotimainen kieli, mutta julkaisut sisältävät englanninkielisen selosteen tärkeimmistä tutkimustuloksista.

Folia Forestalia publishes research reports, statistics and literature reviews relevant to Finnish forestry.

Tilaukset — *Subscriptions*

Tilaukset ja tiedustelut pyydetään osoittamaan Metsäntutkimuslaitoksen kirjastolle. *Subscriptions and orders for back issues should be addressed to the Library of the Institute.*

FOLIA FORESTALIA 785

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1992

Kaarlo Kinnunen

KYLVÖALUSTAN, AJANKOHDAN JA MENETELMÄN VAIKUTUS MÄNNYN KYLVÖN ONNISTUMISEEN

Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival
of Scots pine

Approved on 30.1.1992

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSALUE JA AINEISTON YLEISPIIRTEET	5
3. TUTKIMUSKAUDEN SÄÄ	6
4. KYLVÖALUSTA JA SIEMENEN PEITTO	8
41. Aineisto	8
42. Tulokset	9
5. KYLVÖAJANKOHTA JA -SYVYYS	11
51. Aineisto	11
52. Tulokset	13
6. KYLVÖMENETELMÄ	14
61. Maanmuokkaus ja kylvömenetelmä	14
62. Vako- ja suojakylvö	18
63. Haja- ja ruutukylvö	22
64. Käpykylvö	24
65. Eri kylvömenetelmät	27
7. TULOSTEN TARKASTELU	29
8. YHDISTELMÄ	30
KIRJALLISUUS — REFERENCES	32
SUMMARY	34
LIITTEET	37

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 p.

Tutkimus perustuu maastokokeisiin, jotka perustettiin vuosina 1981–1990 Pohjois-Satakuntaan (P 62°00'–62°10', I 22°40'–22°50', h 150–170 m). Tutkimusaineisto käsitti kaikkiaan 27300 kylvöpistettä (tai näytekaistaa) ja 2800 istutustainta jakautuneena 46 kokeeseen.

Kylvö onnistui lajittuneella maalla keskimäärin paremmin kuin moreenimaalla. Kivennäismaa oli parempi kylvöalusta ja peittoaine kuin humus. Maatuneeseen humukseen kylvö onnistui kohtalaisesti, jos siemenet peitettiin, mieluiten kivennäismaalla. Kivennäismaahan, jyrkkäreunaiseen vakoon kylvö onnistui kohtuullisesti ilman erillistä peittoa. Toukokuu oli selvästi paras ja lokakuu huonoin kylvöajankohta. Kesäkuukin oli vielä kohtalaisen luotettava, mutta heinäkuu jo selvästi epävarma kylvöajankohta.

Muokkausmenetelmällä ei ollut vaikutusta kylvön onnistumiseen, sen sijaan taimet kasvoivat nopeammin mättäillä kuin laikuissa tai lautasauran jäljessä. Vako-suojakylvö onnistui parhaiten ja suppilosuojakylvö muokkaamattomalla maalla huonoiten, muiden kylvömenetelmien kesken paremmuusjärjestys vaihteli. Muokkausjälkeen suunnattu hajakylvö onnistui hyvin jo 0,3 kg:n siemenmäärällä/ha. Käpykylvössä tarvittiin 2,5 käpyä metrille lautasauran jälkeen, jotta päästiin samaan tulokseen kuin vakorautakylvössä 0,2 kg:n siemenmäärällä/ha.

The experiments are situated within a fairly small part of southwestern Finland (N 62°00'–62°10', E 22°40'–22°50', h 150–170 m). They were established during the years 1981–1990. The research material was comprised of a total of 27300 sowing spots (or sampling strips) and 2800 planted trees distributed among 46 experiments.

On the average, sowing was more successful on sedimented soils than on glacial till. Mineral soil proved to be better as a sowing substratum and covering material than humus. The outcome of sowing onto decomposed humus was fairly good when the seeds were covered (preferably with mineral soil). Sowing into steep-sided mineral soil furrows without covering the seeds was also fairly successful. May was clearly the best time to sow while October was the worst. Sowing in June gave fairly good survival figures, but July sowings proved to be clearly unreliable.

The site preparation method used did not influence the outcome of sowing, but the resultant trees did grow faster on mounds than in scarified patches or the trail left by disc ploughs. Shelter sowing in furrows gave the best result while funnel shelter sowing on unprepared sites gave the worst result; the other sowing methods varied with regard to their relative worth. Broadcast sowing directed at prepared soil produced good results even with seed amounts of 0.3 kg/hectare. Cone sowing required 2.5 cones per metre of disc plough trail in order to achieve the same result as was achieved with 0.2 kg of seed per hectare in drill punch sowing.

Keywords: sowing depth, covering material, shelter sowing, cone sowing, site preparation.
FDC 232.3

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Station, 39700 Parkano, Finland.

ISBN 951-40-1194-5
ISSN 0015-5543

Tampere 1992. Tammer-Paino Oy

1. Johdanto

Vuotuinen kylvöala on pudonnut 1960-luvun puolivälin huippulukemista (lähes 80 000 ha) vähän päälle 20 000 ha:in. Metsä 2000-ohjelman tavoitteena on kylvöalan lisääminen 35–40 000 hehtaariin/vuosi. Perusteluja kylvön käytön lisäämiselle ovat kylvön halpuus ja helppous lisätä viljelytiheyttä, jolla puolestaan on parantava vaikutus tukkipuun laatuun. Lisääntyvä kylvön käyttö edellyttää entistä syvällisempää perehtymistä kylvön biologisiin edellytyksiin ja tekniikkaan, jotta työ voitaisiin tehdä tarkoituksenmukaisimmalla tavalla ja tuloksena saataisiin täystiheitä, nopeakasvuisia ja hyvälaatuisia uusia metsiköitä.

Hertzin (1934) mukaan puhdas humus on yleensä epäedullinen taimettumisalusta kivennäismailla. Poikkeuksen muodostavat sateiset jaksot ja tapaukset, joissa pohjavesi on hyvin lähellä maanpintaa. Kosteana säilyvä humus olisi edullinen taimettumisalusta, mutta käytännössä hyvin harvoin vallitsevat sellaiset sääolot, että kivennäismaalla humuspinta pysyisi tasaisen kosteana niin kauan, että taimettuminen ennätäisi tapahtua. Sen sijaan humussekainen kivennäismaa oli parempi taimettumisalusta kuin pelkkä kivennäismaa. Mitä syvemältä kivennäismaa otettiin sitä huonommaksi se kävi kasvu- alustana.

Taimitarhakokeissa siemenen peittosyvyys ja -materiaali on jo kauan ollut tutkimuksen kohteena. Kasvualustana vanhoissa taimitarhakokeissakin oli kivennäismaa ja peittosyvyyttä tutkittiin myös suojaamattomalla ja kastelemattomalla alustalla, joten tältä osin olosuhteet ovat samat kuin maastossa. Taimitarhalla saadut tulokset eivät kuitenkaan ole suoraan sovellettavissa maastokylvöön, koska taimitarhalla maan alkuperäinen rakenne on muokkauksella rikottu, kun taas maastokylvö tehdään yleisimmin maahan, jonka rakenne on lähes rikkomaton. Mättäät ja auran palteet, joissa maan rakenne muuttuu, ovat puolestaan huomattavasti taimitarhamaata arempia kuivuudelle korkean sijaintinsa ja maan vähäisen humuspitoisuuden takia.

Baurin (1875) mukaan männyn ja kuusen siemenen edullisin peittosyvyys oli 10–15 mm. 35–40 mm:n vahvuinen peite ehkäisi kokonaan taimien synnyn. Lehtikuuselle soveltui parhaiten jonkin verran ohuempi peittokerros. Mullalla peitettäessä peite voi olla vähän paksumpi

kuin savimaalla peitettäessä. Bühlerin (1891) kokeissa multa oli taimisaannon kannalta parempi peittomateriaali kuin hieta ja savi. Paras peittosyvyys oli männyllä 10–15 ja kuusella 15–20 mm. Dengler (1925) sai parhaan taimimistuloksen männyllä käytettäessä 5–10 mm:n paksuista hietamaakerrosta siementen peittona. Kuivana keväänä 5 mm:n kerros oli kuitenkin liian ohut; 10 ja 20 mm:n peitolla saatiin tällöin parempi tulos. Rubner (1927) sai kuusella vastaavanlaisia tuloksia; kuusen siemenen edullisin peittosyvyys oli 5–10 mm. Polansky (1935) sai kuusella samanlaisia tuloksia kuin Rubner; 10 mm oli paras peittosyvyys. Männyllä hän sai parhaaksi kylvösyvyydeksi 20 mm ja lehtikuusella 5 mm. Heikinheimo (1940) päätyi useiden kokeiden pohjalta taimitarhakylvöissä suosittamaan varsin ohutta peittoa; männylle ja kuuselle parin mm:n peittoa maalla ja koivulle vain puolen mm:n peittoa tuhalla. Poikkeuksellisen kuivana kesänä kuivumiselle alttiissa taimitarhassa paras tulos saatiin kuitenkin mullattaessa männyn ja kuusen siemenet kahdeksan mm:n syvyyteen.

Heikinheimon (1940) taimitarhakokeissa keivät oli männyllä, kuusella ja koivulla selvästi paras kylvöajankohta niin taimisaannon kuin taimien kasvun kannalta. Syyskylvö epäonnistui lähes täysin. Lehtikuusella sen sijaan syyskylvö onnistui yhtä hyvin kuin kevätkylvö ja syksyllä kylvetyt taimet olivat lisäksi voimakkaampia kuin seuraavana keväänä kylvetyt.

Edullisissa itämisolosuhteissa taimitarhalla itämisnopeus ja taimien alkukehitys korreloi voimakkaasti lämpösumman kehityksen kanssa (Kinnunen & Lähde 1972, Kinnunen 1976). Maastossa tilanne on hieman erilainen. Yli-Vakkuri (1961 a) on todennut, että pitkä sateeton kausi voi lykätä alkukesällä kylvetyt siemenen itämisen samanaikaiseksi heinäkuun alussa tapahtuneen kylvön kanssa. Yli-Vakkuri tosin käytti pintaankylvöä. Vakokylvö tasoittaa siemenen lähiympäristön kosteusoloja ja nopeuttaa täten itämistä. Koska siementen taimimiskelpoisuus alenee varsin nopeasti maastokylvön jälkeen (Yli-Vakkuri 1961 b), on tärkeää, että siemen saadaan alun alkaen sellaiseen mikroympäristöön, että itäminen pääsee välittömästi alkuun. Vielä tärkeämpää on, ettei se jatkossa pääse keskeytymään epäedullisten kasvuolojen

takia, varsinkaan sen jälkeen kun siemenen itämistapahtumassa on edetty sen vaiheen ohi, jolloin prosessin keskeytyminen johtaa siemenen tuhoon.

Aaltonen (1917) sai huonoja tuloksia syksyllä tehdystä ruutu- ja hajakylvöstä Pohjois-Suomessa. Ruutukylvössä tyhjiä ruutujen osuus vaihteli 47–70 % ja hajakylvössä taimia syntyi vain 1000 kpl/ha. Kyseessä olivat paloalueet, joita ei ilmeisesti oltu muokattu. Kankaan (1940) mukaan kevät on edullisin kylvöajankohta ja heinäkuukin vielä kohtalaisen varma. Huonoin tulos oli elo-syyskuun kylvössä. Lokakuussa saatiin hieman parempia tuloksia kuin elo-syyskuussa, mutta kuitenkin selvästi huonompia kuin touko-heinäkuussa. Rouste oli pahin tuhonaiheuttaja. Vaartaja (1954) on selvittänyt siemeniä ja sirkkataimia tuhoavia tekijöitä. Itävät siemenet olivat arkoja kuivuudelle. Niiden poudankesto oli vain viisi vuorokautta, kun taas taimet kestivät maalajista riippuen 50–70 vuorokauden poudan. Mänty oli myös arka äkillisille lämpötilan muutoksille. Kolmesta kylvösyvyydestä (5, 20 ja 40 mm) keskimäinen oli paras.

Tuomarniemen hoitoalueessa on käytetty laajalti hajakylvöä hangelle runsailla siemenmäärillä (aluksi 6–7 kg/ha), mutta myöhemmin on päästy hyvin tuloksiin "tavallisella" siemenmäärällä (Blomgren 1952). Taimettuminen hankikylvössä vei aikaa 3–5 vuotta. Laajojen alojen hankikylvöt eivät antaneet tyydyttävää tulosta. Tästä voi päätellä, että reunametsäsiemennys lienee parantanut hankikylvön tulosta. Ruutukylvöllä saatiin parempia tuloksia kuin vakoruutukylvöllä. Ruudut möyhennettiin syvälle, koska muuten ne sammaloituivat nopeasti. Ruutujen väli oli 1,25×1,60 m (5000 kylvöpistettä/ha). Yleensä vakoruutukylvö on kuitenkin ollut parempi menetelmä kuin ruutukylvö (Heikinheimo 1931, Kangas 1940, Vaartaja 1954, Kinnunen 1982).

1970-luvun alussa esiteltiin menetelmä, jossa kylvökohta peitettiin muovisella suojalla (Lähde & Pöyhtäri 1972). Suoja on edistänyt kylvön onnistumista erityisesti Lapin kylmissä sääolosuhteissa (Lähde 1974, 1979, Lähde & Mutka 1974, Lähde & Tuohisaari 1976). Hiukan myöhemmin kehitettiin muokkaamattomalle maalle tarkoitettu, suppilosuojakylvömenetelmä (Hagner 1977 a ja b). Ruotsissa ja Norjassa menetelmällä on saatu enimmäkseen melko hyviä tuloksia (Hagner 1977 a ja b, Solbraa 1982), mutta menetelmän soveltuvuudesta Suomen oloihin ei ole tietoa.

Käpykylvö edustaa ekstensiivisintä kylvöme-

netelmää, jonka toteutus ei vaadi lainkaan ulkopuolisia resursseja, vaan se voidaan toteuttaa pelkästään metsänomistajan omalla työpanoksella. Parhaiten käpykylvö voisi soveltua luontaisen uudistumisen täydentäjäksi silloin kun hakkuutahteissa on käpyjä. Tavalliseen siemenkylvöön verrattuna käpykylvö on jossain määrin ongelmallisempi niin toteutuksen kuin onnistumisen selvittämisen suhteen. Kävyen etuna irtosiemeniin on, että siihen on valmiiksi pakattuna sopiva siemenmäärä yhtä kylvöpistettä varten. Haittana on kylvömateriaalin paino ja siemeniä suurempi tilavaatimus. Käpykylvön onnistumista huonontaa, että aetakseen käpy vaatii lämpöä ja kuivuutta, kun taas siemenet tarvitsevat itääkseen lämpöä ja kosteutta. Käpykylvön onnistumisen seuranta on hankalaa, koska siemeniin jäävät lenninsiivet kiinni ja täten siemenet voivat lentää kauaksikin kävyen luota, jolloin ei tiedetä, mitkä taimet ovat kävyistä lähtöisin, mitkä luontaisesti syntyneitä. Samalla myös taimettumistulos heikkenee, koska siemeniä lentää myös muokkaamattomalle alustalle. Viime vuosisadan lopun venäläisessä kirjallisuudessa esiintyy kuitenkin havaintoja, joiden mukaan käpykylvöllä saavutetaan jopa etua irtosiemenkylvöön nähden (Burkhard 1876, Orlov 1895). Samanlaisia tuloksia on saatu myöhemminkin Neuvosto-Karjalassa (Kuzmin 1977).

Kylvöä on totuttu pitämään karujen kasvu- paikkojen menetelmänä ja siten lähinnä luontaisen uudistamisen vaihtoehtona. Työvoimakustannusten nopean kohoamisen seurauksena kylvöllä saattaa tulevaisuudessa olla yhä enemmän käyttöä myös istutuksen vaihtoehtona. Lukuisista yrityksistä huolimatta koneellinen istutus ei ole kehittynyt sille tasolle, että sillä pystyttäisiin merkittävästi korvaamaan ihmistyövoimaa. Kylvön mahdollisuudet ovat koneellistamisen osalta paljon paremmat, vaikka sitä käytännössä on tehty vielä varsin vähän. Kylvö ihmistyönä tehtynäkin on ollut halpaa, joten suhteellisen vähäiset kylvömäärät eivät ole pakottaneet koneelliseen kylvöön. Ilmeistä on, että käsinkylvö tulee vielä pitkään säilyttämään johtavan asemansa. Tässä tutkimuksessa rajoitetaan pelkästään käsin ja käsikäyttöisin laittein tehtävään kylvöön. Biologiset perusteet molemmissa ovat samat, joten tuloksia toivotaan voitavan soveltaa myös koneellisen kylvön arviointiin ja menetelmien kehittämiseen.

Suomen humidinen ilmasto tarjoaa moniin muihin maihin verrattuna hyvät olosuhteet metsän uudistamiselle ja niin myös kylvön käytölle. Myös säiden vuosivälinen vaihtelu on suh-

teellisen vähäistä, mutta kuitenkin sitä luokkaa, että se on otettava menetelmiä valittaessa huomioon ja sopeutettava menetelmät sen mukaan. Kylvökohdan mikroilmastoon voidaan esim. maanmuokkauksen ja apuvälineiden käytöllä vaikuttaa. Samoin on laita kylvöalustan osalta; muokkaamalla voidaan paljastaa erilaisia maa-kerroksia ja kylvetäessä valita niistä parhaaseen lopputulokseen johtavat vaihtoehdot.

Pahimmat taimettumisen estäjät ja kylvötai-
mien tuhoajat ovat siemensyöjät, kuivuus, rous-
te ja heinittyminen. Millaiselle kylvöalustalle,
minä ajankohtana, mille syvyydelle ja millä me-
netelmällä kylvö olisi tehtävä, jotta tuhot jäisi-
vät mahdollisimman vähäiseksi? Nämä olivat
pääkysymykset, joihin tällä tutkimuksella pyrit-
tiin etsimään vastausta.

2. Tutkimusalue ja aineiston yleispiirteet

Kokeet sijaitsivat suppealla alueella Pohjois-Satakun-
nassa (P 62°00'–62°10', I 22°40'–22°50') korkeuden men-
renpinnasta vaihdella 150–170 metriin. Koealueet ja-
kautuivat melko tasaisesti kolmen yleisimmän metsä-
tyypin (mustikka-, puolukka- ja kanervatyypin) kesken
(liite 1). Koealueet sijoituivat edustamansa metsätyypin
karumpaan osaan. Maalajin päälajite oli hiekka, jonka
lisämäärityksenä hieta ja sora esiintyivät lähes yhtä usein.
Hieta oli päälajite vain kahdella ja sora yhdellä kokeella.
Kaksi kolmasosaa kokeista sijaitsi moreeni-
maalla, kolmasosa lajittuneella maalla. Viron (1952,1958) luoki-
tusten mukaan kaksi kolmasosaa kokeista oli kivisiä,
lopun vähäkivisiä. Humuksen paksuus vaihteli 1,0–9,3
senttimetriin, keskiarvon ollessa 4,6 senttimetriä.

Kokeet perustettiin vuosina 1981–1990. Ne voidaan
jakaa päätarkoituksensa mukaan *kylvöalusta-*, *kylvöajan-*
kohta- ja *kylvömenetelmäkokeisiin*. *Koesuunnittelussa*
pyrittiin käyttämään aiemmista kokeista kertynyttä tie-
toa hyväksi uusia suunniteltaessa. Kokeita myös täyden-
nettiin koko ajan uusilla menetelmillä. Joitakin menetel-
miä tyydyttiin testaamaan pienialaisissa kokeissa sel-
laisten menetelmien kanssa, joista oli jo aiempaa tutkit-
tua tietoa. Tällä tavalla pyrittiin laajasta vaihtoehdovali-
koimasta seulomaan esiin parhaat menetelmät ja saa-
maan niille vertailukelpoisia tuloksia standardimenetel-
mien kanssa. Säiden vaikutuksen selvittämiseksi kaikil-
le menetelmille pyrittiin saamaan vuositoistoja.

Kylvöalustakokeet perustettiin vuosina 1981–1984 ja
kylvöajankohtakokeet vuosina 1983–1985. Kylvömenetel-
mäkokeita perustettiin koko tutkimusjakson ajan. Pää-
tavoitteensa mukaan ne voidaan jakaa viiteen koesar-
jaan: *Maanmuokkauksen ja kylvömenetelmän* suhdetta
selvittävät kokeet perustettiin vuosina 1981–1982, *vako-*

Tämä työ tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tut-
kimusasemalla liittyen metsänhoidon tutkimusosaston
“Metsän kylvö kangasmaalla” tutkimushankkeeseen. Pää-
osa kokeista perustettiin ja inventoitiin metsätaloustek-
nikko Sulo Lehtisen johdolla. Tutkimusmestarit Jari Ilo-
mäki ja Tuula Kinnunen tekivät pääosan kokeiden per-
ustamiseen, inventointiin ja aineiston alkukäsittelyyn
liittyvistä tehtävistä. Tuula Kinnunen piirsi myös julkai-
sun kuvat. Mh. Erkki Pekkinen käänsi englanninkielisen
tekstin. Professori Erkki Lähde ja MMT Olavi Laiho
lukivat käsikirjoituksen tehden varteenotettuja huomau-
tuksia. Lausun parhaat kiitokseni kaikille edellämaini-
tuille ja lukuisille nimeltämainitsemattomille avusta, jota
olen saanut työssäni.

ja suojakylvöön keskittyvät kokeet vuosina 1982–1987,
haja- ja ruutukylvökokeet vuosina 1986–1987 ja *käpy-*
kylvökokeet vuosina 1982–1987. Vuosina 1988–1990
erilaiset kylvömenetelmät koottiin samaan koesarjaan.
Muissakin koesarjoissa oli päämenetelmän ohella yksi
tai useampia muita menetelmiä parantamassa tulosten
soveltamiskelpoisuutta, mutta tässä koesarjassa ne koot-
tiin mahdollisimman kattavasti yhteen. Vakokylvöä käy-
tettiin yleensä vertailuna muille kylvömenetelmille.

Koska kunkin koesarjan käsittelyn yhteydessä esite-
tään tarkempi kuvaus käytetyistä menetelmistä, tässä
kuvataan vain lyhyesti kylvömenetelmien yleispiirteet.

(*Suunnatussa*) *hajakylvössä* siemenet (0,3–0,6 kg/ha)
levitettiin käsin lautasauran muokkauksen jälkeen, pyrkien
kattamaan tasaisesti koko muokattu ala.

Ruutukylvössä siemenet (20–30 kpl/ruutu) levitettiin
tasaisesti 10×10 cm:n (muokkaukskokeissa) tai 30×30
cm:n (haja- ja ruutukylvökokeissa) suuruiselle alalle.
Kun kylvöruutuja sijoitettiin yleensä 2500 kpl/ha, sie-
menmenekki oli 0,2–0,3 kg/ha.

Kantarautakylvössä (kuva 1) siemenet (10–20 kpl/
kylvökohta) kylvettiin suojakylvölaitteella 0,8 senttimet-
rin syvyisiin kartionmuotoisiin koloihin, jotka tehtiin
kantaraudalla. Siemenet peitettiin ohuella (0,3 cm) maa-
kerroksella.

Vakokylvöä käytetään yleisnimenä menetelmille, jois-
sa siemenet sijoitettiin vakoon. *Vakorautakylvössä* kul-
maraudalla (90°) lyötiin noin kahden senttimetrin syvyi-
nen vako, johon kylvettiin käsin 20 siementä ja ne peiteti-
ttiin 0,3 senttimetrin paksuisella maakerroksella. *Män-*
nistön kylvöraudalla kylvetäessä siemenet varisevat au-
tomaattisesti vakoa lyödessä. Siemeniä ei varsinaisesti
peitetty, mutta jyrkkäreunaisen vaon reunoilta varisee

yleensä maata siementen (15 kpl/kylvökohta) peitoksi. *Jalco-kylvössä* vako tehdään pyörivällä kiekolla. Saman-aikaisesti pyörivät harjakset annostelevat siemenet vako. Siemenmäärää voidaan säätää valitsemalla erikoisia aukkoja, mutta pieniä aukkoja käytettäessä tukkeutumisvaara on suuri. Yhtenäisessä muokkausjäljessä on mahdollista kylvää myös yhtäjaksoisesti, mutta useimmissa kokeissa käytettiin jaksottaista kylvöä, jossa 30 senttimetrin mittaiseen vakoön kylvettiin 20 siementä. *Viirikylvössä* tehtiin puukepillä 20–30 cm:n mittainen ja 1,5 cm:n syvyinen vako, johon kylvettiin käsin 20 siementä ja ne peitettiin kevyesti maalla.

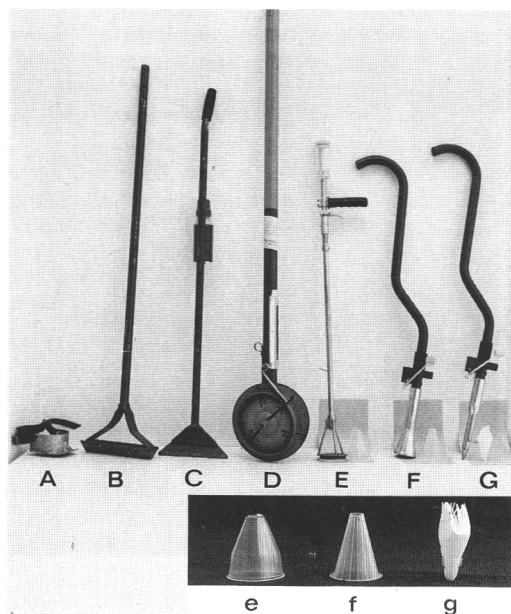
Suojakylvö tehtiin sitä varten kehitetyillä laitteilla, jotka annostelevat siemenet ja joiden avulla kylvökohdan päälle asetetaan muovinen suoja. Tutkimuksessa kokeiltiin kolmea erilaista laitetta, joista kaksi oli menetelmiltään hyvin samanlaisia perustuen Suomessa 1970-luvun alkupuolella kehitettyyn menetelmään (Lähde & Pöytäri 1972). Kolmantena oli Ruotsissa kehitetty suojakylvömenetelmä (Hagner 1977 a ja b), josta tässä käytetään nimitystä *suppilosuojakylvö*. Menetelmä on tarkoitettu muokkaamattomalla maalla käytettäväksi.

Käpykylvössä nimensä mukaisesti kylvettiin avautumattomia käpyjä sekä avomaalle että muovisuojan alle.

Tutkimusaineisto käsitti kaikkiaan 27300 kylvöpistettä (tai näytekaistaa) ja 2800 istutustainta jakautuneena 46 kokeeseen. Istutustaimet olivat pääosin yksivuotiaita muovihuoneessa kasvatettuja kennotaimia. Siemen oli peräisin Satakunnasta. Vuosien 1988–90 kokeissa käytettiin Vapon yksivuotiaita muovihuoneessa kasvatettuja kuutiopaakkutaimia. Pääasialliset tulosten analyysimenetelmät olivat varianssianalyysi ja Tukeyn testi. Tilastollisten erojen merkitsevyydet eri riskitasoilla esitettiin seuraavasti: 10 % (*), 5 % (*), 1 % (**), 0,1 % (***)

3. Tutkimuskauden sää

Vuonna 1981 toukokuu oli aivan alkua lukuunottamatta lämmin ja vähäsateinen. Vain loppukuussa satoi kahtena päivänä 3–4 mm vettä (kuva 2). Kesäkuun alkupuolisko oli runsassateinen ja toukokuuta kylmempi. Kesäkuun puolivälin jälkeen vuorottelivat viikon mittaisina jaksoina kuivat ja sateiset kaudet heinäkuun loppupuolelle saakka. Tällöin alkoi pitkä vähäsateinen kausi. Samaan aikaan myös keskilämpötila kääntyi laskuun. Heinäkuun lopulla ja elokuun alussa oli noin kolme viikkoa kestävä vähäsateinen jakso, jonka jälkeen seurasi kaksi viikkoa kestävä sadekausi. Elokuun lopulta alkoi jälleen kolmen viikon mittainen vähäsateinen jakso. Syyskuun puolivälin jälkeen oli kylmä jakso, jonka jälkeen lämpötila kohosi varsin korkealle syys-lokakuun vaihteessa. Syys-



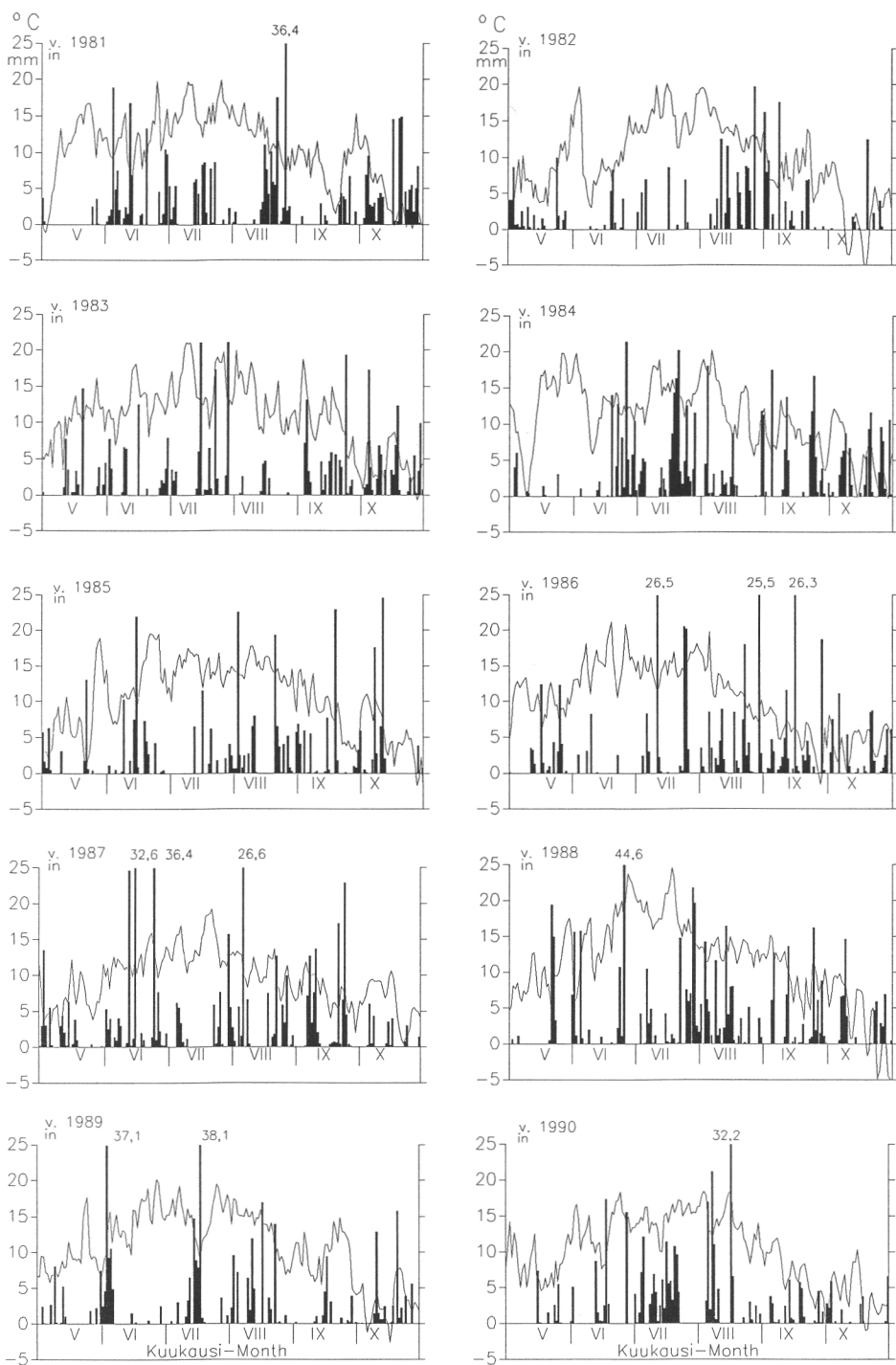
- A Kantarauta — *Heel iron*
 B Vakorauta — *Drill punch*
 C Männistön rauta — *Männistö device*
 D Jalco-kylvölaite — *Jalco device*
 E Suojakylvölaite (suom.) ja suoja (e) — *Shelter sowing device (Finnish model) and shelter (e)*
 F Suojakylvölaite (ruots.) + suoja (f) — *Shelter sowing device (Swedish model) and shelter (f)*
 G Suppilosuojakylvölaite (ruots.) ja suoja (g) — *Funnel shelter sowing device (Swedish model) and shelter (g)*

Kuva 1. Kokeissa käytetyt kylvölaitteet. Valokuva H. Latvajärvi.

Fig. 1. The sowing devices used in experiments. Photo by H. Latvajärvi.

kuun lopulla alkoi sateinen jakso, joka kesti lokakuun loppuun.

Vuonna 1982 touko-kesäkuun vaihteessa oli lämmin ja kuiva jakso. Tätä seurasi keskilämpötilan jyrkkä putoaminen, jonka jälkeen keskilämpötila alkoi uudelleen hitaasti nousta saavuttaen huippunsa heinäkuun puolivälissä. Heinä-elokuun vaihteessa keskilämpötila oli lyhyen laskun jälkeen uudelleen korkealla. Tämän jälkeen alkanut lasku jatkui syyskuun alkupuolelle saakka. Syyskuun puolivälissä oli melko lämmin kausi kuten myös syys-lokakuun vaihteessa. Lokakuun puolivälissä oli poikkeuksellisen kylmää; alimmillaan keskilämpötila oli -10°C . Kesä 1982 oli vähäsateinen elokuun alkupuolelle saakka. Elo-syyskuussa sitä vastoin satoi melko paljon.



Kuva 2. Vuorokausittaiset keskilämpötilat ja sadannat (pylväät) Ilmatieteen laitoksen Karvian (Alkkian) sääasemalla vuosina 1981–90.

Fig. 2. Daily mean temperature and precipitation (bars) at the Karvia (Alkkia) meteorological station during the years 1981–90.

Lokakuu oli jälleen vähäsateinen.

Vuonna 1983 keskilämpötilassa oli runsaasti jyrkkiä heilahteluja. Lämpimintä oli heinäkuun alussa ja lopussa. Puolivälissä kuuta sen sijaan oli kylmä jakso. Sadetta saatiin kohtalaisen paljon ja tasaisesti heinäkuun lopulle saakka. Tosin heinäkuun alkupuolelle osui viikon kestävä sateeton, lämmin jakso, mutta sitä edelsi yhtä pitkä sadejakso, joten maa ei kuivunut pahoin. Heinäkuun lopulla satoi runsaasti, joka osaltaan kompensoi vähäsateista elokuuta, kun lämpötilakin elokuun lopulla oli matala. Syys- ja lokakuu olivat jälleen sateisia.

Kesän 1984 sää oli varsin poikkeuksellinen. Toukokuun puolivälissä alkoi lähes kuukauden kestävä erittäin lämmin kausi. Lämpökauden päättyessä minimilämpötila laski neljänä yönä peräkkäin -5°C vaiheille aiheuttaen runsaasti hallavaurioita männyn taimille (Raitio 1985). Koko alkukesä kesäkuun puoliväliin saakka oli hyvin vähäsateista. Kesäkuun loppupuoliskolla ja heinäkuussa satoi vuorostaan runsaasti. Elo-syyskuussakin satoi kohtalaisesti, mutta selvästi harvemmin ja vähemmän kuin keskikesällä. Syyskuun lopulla satoi jälleen lähes päivittäin.

Kesän 1985 keskilämpötilassa oli suurta vaihtelua heinäkuun alkupuolelle saakka. Tästä eteenpäin keskilämpötila pysyi melko tasaisena elokuun loppupuolelle saakka. Tämän jälkeen se laski tasaisesti lokakuun alkuun saakka, jolloin taas oli melkein kahden viikon mittainen kohtalaisen lämmin kausi. Kesäkuun puolivälissä satoi melko paljon, muutoin alkukesä heinäkuun puoliväliin saakka oli vähäsateinen. Tästä eteenpäin satoi kohtalaisen paljon ja tasaisesti lokakuun puoliväliin saakka. Lokakuun loppu oli lähes sateeton.

Kesän 1986 keskilämpötila oli varsin tasainen ja "normaali". Toukokuun alussa oli tosin tavallista lämpimämpi kausi, mutta muuten keskilämpötila kohosi tasaisesti kesäkuun alkupuolelle saakka, pysyi sitten tasaisena elo-

kuun alkuun saakka ja alkoi sen jälkeen laskea syksyä kohti. Toukokuu oli alkua lukuunottamatta sateinen. Kesäkuu sen sijaan oli vähäsateinen. Heinäkuusta eteenpäin sadetta saatiin kohtalaisen tasaisesti ja runsaasti syksyyn saakka.

Kesä 1987 oli poikkeuksellisen runsassateinen ja kylmä. Vain heinäkuun puolivälissä oli hieman pidempi sateeton ja lämmin jakso. Samoin lokakuun puolivälissä oli vuodenaikaan nähden lämmintä.

Kesä 1988 oli kokonaisuutena erittäin lämmin, mutta erityisesti alku- ja keskikesän osalta. Sademäärä oli myös kohtalaisen korkea, mutta sateet painottuivat kesän loppupuoliskoon heinäkuun viimeisestä viikosta alkaen. Alkukesäänkin osui useita runsassateisia päiviä, joten maa ei päässyt pahoin kuivumaan.

Kesä 1989 oli lämpöoloiltaan keskinkertainen. Lämpimin jakso osui kesäkuun loppupuolelle. Toukokuun puolivälissä alkoi pitkä sateeton jakso. Kesäkuun alkuun sijoittui sateinen kausi (94 % kesäkuun sademäärästä saatiin ensimmäisen viikon aikana). Loppukuun ja vielä heinäkuun alkukin olivat vähäsateisia. Heinäkuun puolivälissä oli kymmenen päivän mittainen sateinen kausi. Loppukuun oli jälleen vähäsateinen. Elokuussa sateet jatkautuivat varsin tasaisesti.

Kesän 1990 lämpösomma jäi 10 % keskimääräistä pienemmäksi. Toukokuun alussa oli lämmintä, loppukuun taas oli enimmäkseen viileää. Sekä kesä- että heinäkuun puolivälissä oli vuodenaikaan nähden kylmä jakso. Elokuun puolivälissä puolestaan oli tavallista lämpimämpää. Toukokuun alkupuolisko oli täysin sateetonta eikä loppukuunkaan sademäärä kohonnut korkeaksi. Myös kesäkuun alkupuoliskolla oli kymmenen päivän sateeton jakso. Kuun puolivälissä sen sijaan satoi runsaasti ja loppukuun oli jälleen vähäsateinen. Heinä- ja elokuun olivat runsassateisia lukuunottamatta kuun vaihdetta, johon osui lähes kahden viikon mittainen sateeton kausi.

4. Kylvöalusta ja siemenen peitto

41. Aineisto

Vuosina 1981–84 perustettiin yhteensä kahdeksan koetta, kaksi kunakin vuonna. Niistä toinen sijoitettiin lajittuneelle ja toinen moreenimaalle. Kokeissa oli viisi erilaista käsittelyä. Toistoja oli viisi ja koeruudussa oli kymmenen kylvökohtaa, joten kaikkiaan kylvökohtia oli 2000. Siemen oli satakuntalaista metsikkökeräyssiemestä. Siementunnus oli T2-78-32, siemenluokka B3 ja itävyys aluksi 96 % (vuosina 1981–82), mutta laski sitten 90 %:in (vuosina 1983–84).

Käsittelyt:

1. Vakorautekylvö humukseen, peitto kivennäismaalla. Kylvö tehtiin maatumuneeseen humukseen vakoraudalla. Pintakasvillisuus ja humuksen maatumaton pintakerros poistettiin 30×30 cm:n alalta. Kivennäismaa otettiin laikun läheltä. Peittokerroksen paksuus oli n. 1 cm.
2. Vakorautekylvö humukseen, peitto humuksella. Kylvö tehtiin muuten samoin kuin käsittelyssä yksi, mutta kylvökohta peitettiin kivennäismaan sijasta maatumuneella humuksella.
3. Vakorautekylvö kivennäismaahan, peitto kivennäis-

maalla. Kylvö tehtiin paljastettuun kivennäismaahan. Peittäminen tehtiin samoin kuin käsittelyssä yksi.

4. Kylvö Jalcolla humukseen. Pintakasvillisuus ja maatumaton humus poistettiin. Kylvökohtaa ei peitetty.
5. Kylvö Jalcolla kivennäismaahan. Humus poistettiin kokonaan. Kylvökohtaa ei peitetty, mutta yleensä Jalcolla kylvettäessä kivennäismaata varisee siementen päälle.

42. Tulokset

Taimettuminen ja taimien elossapysyminen

Maalajilla, kylvömenetelmällä ja kylvövuodella eli kaikilla ryhmittelymuuttujilla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus kylvön onnistumiseen (taulukko 1). Yhdysvaikutuksista merkitsevin oli maalajin ja kylvövuoden yhdysvaikutus. Kylvö onnistui lajittuneella maalla keskimäärin paremmin kuin moreenimaalla. Lajittuneella maalla menetelmien väliset erot olivat paljon suuremmat kuin moreenilla (kuva 3). Kylvö kivennäismaahan kivennäismaalla peitettynä onnistui keskimäärin parhaiten ja Jalco-kylvö humukseen huonoimmin. Moreenilla kolmen muun menetelmän kesken ei ollut selvää systemaattista eroa, vaan tulokset vaihtelivat vuosittain joko sää- tai kasvupaikkatekijöiden vuoksi.

Lajittuneella maalla kivennäismaan paremmuus humukseen nähdessä erottui selvemmin kuin moreenilla. Yleislinjasta poiketen Jalco-kylvö humukseen onnistui moreenilla paremmin kuin lajittuneella maalla. Vuoden 1984 kesäkuun alun

kolmella peräkkäisellä hallayöllä oli ratkaiseva merkitys tuloksiin. Eniten halla tuhosi toista kasvukauttaan aloittavia taimia (koe 193 a ja b). Vuoden 1984 kylvöksiin halla ei vielä vaikuttanut, sillä ne eivät ennättäneet kunnolla itää ennen hallaöitä.

Taimimäärä ja pituuskehitys

Varsinkin alussa vakorautakylvön taimimäärä per kylvökohta oli huomattavasti suurempi kuin Jalcolla kylvettäessä (kuva 3). Suurin syy tähän oli se, että vakorautakylvössä käytettiin suurempaa siemenmäärää kuin Jalco-kylvössä. Ero säilyi tarkastelukauden loppuun saakka, mutta pieneni koko ajan, sillä Jalco-kylvön taimimäärä aleni vain hyvin vähän vuosittain, kun taas vakorautakylvön taimimäärä väheni jyrkästi. Kaikkien kylvömenetelmien väliset erot supistuivat koko ajan kylvösten ikääntyessä. Etenkin moreenilla seitsemännen kasvukauden jälkeen erot olivat jo hyvin vähäiset.

Taimien pituuskehitys oli hidas kaikissa kokeissa sekä lajittuneella että moreenimaalla. Taimien ja taimiaineksen rajana yleisesti pidetyn 10 cm:n rajan taimet saavuttivat vasta 3–5 vuoden iällä. Toisen kasvukauden jälkeen kylvömenetelmällä oli vain vähäinen vaikutus taimien pituuteen. Myöhemmin kylvömenetelmien välille alkoi syntyä melko suuriakin eroja. Vakorautadalla kivennäismaahan kylvetyissä kivennäismaalla peitetyissä kylvökohdissa taimet kehittyivät useimmissa kokeissa nopeimmin ja hu-

Taulukko 1. Varianssianalyysin F-arvot ja erojen merkitsevyydet kylvöalustakokeissa.

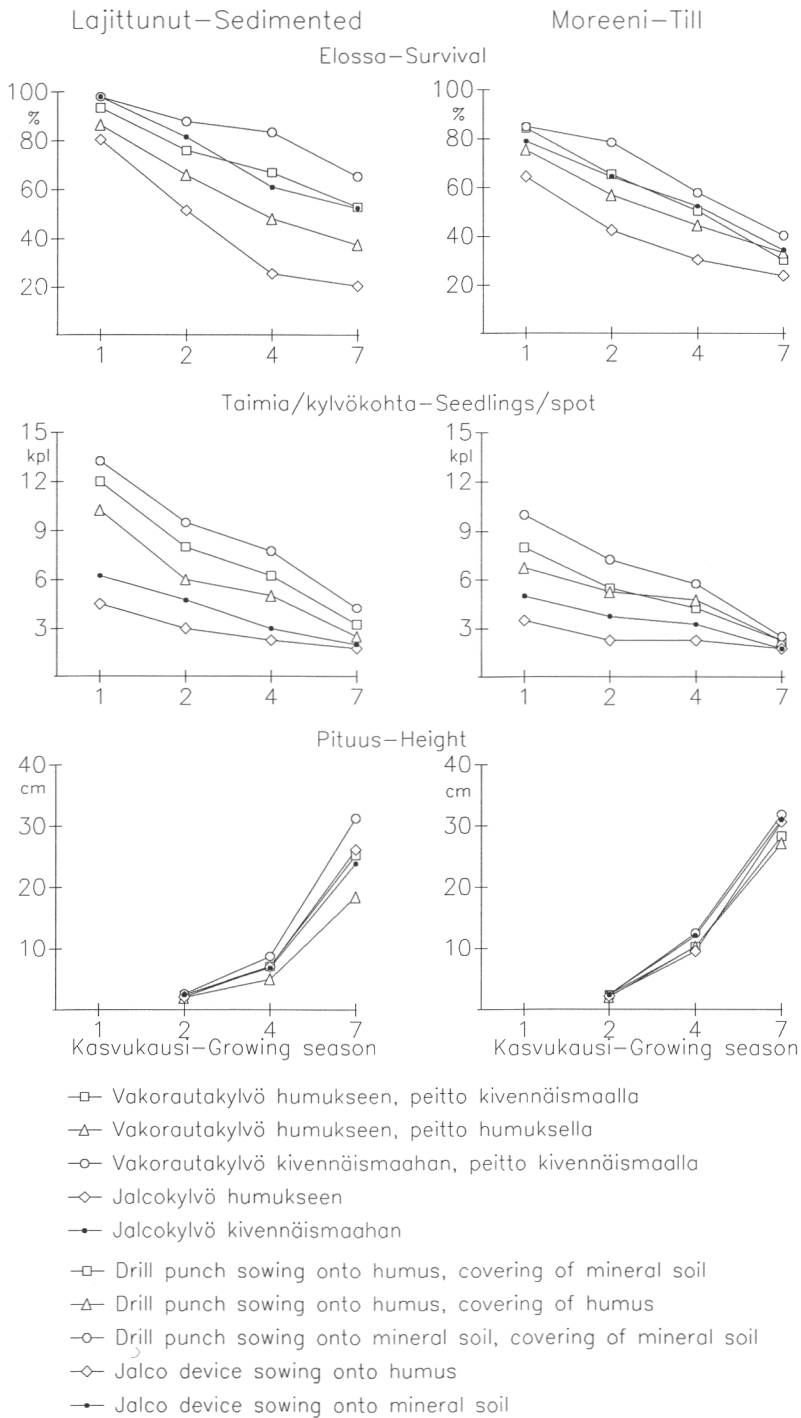
Table 1. The analysis of variance F-values and significance levels of the differences in the sowing substratum experiments.

	Elossa Survival				Taimia/kylvökohta Seedlings/spot				Pituus Height			
	1	2	4	7	1	2	4	7	2	4	7	
	Kasvukausi — Growing season											
A	22,2***	12,4**	10,7**	15,7**	16,3**	11,0**	3,5°	5,7*	0,0	77,0***	4,3°	
B	5,8**	15,2***	23,0***	9,3**	18,9***	20,6***	13,8***	4,8*	3,2°	5,1*	1,3	
C	8,5**	39,2***	16,3***	15,0***	13,0***	27,4***	34,0***	3,6*	4,7*	34,4***	48,9***	
A×B	0,4	0,2	3,1°	2,8°	0,9	0,8	1,3	1,4	0,2	1,5	0,4	
A×C	13,2***	11,6***	7,9**	7,9**	11,3***	9,2**	12,0***	5,1*	0,8	4,6*	6,1*	
B×C	1,3	4,1*	4,9**	2,8*	4,0*	3,6*	3,7*	0,6	1,5	2,0	0,5	

A = Maalaji — Soil type

B = Kylvömenetelmä — Method of sowing

C = Kylvövuosi — Year of sowing



Kuva 3. Taimellisten kylvökohtien osuus (=elossa), taimimäärä kylvökohdissa ja taimien pituus käsittelyittäin ja kasvukausittain kylvöalustakokeissa (184 a ja b, 189 a ja b, 193 a ja b, 199 ja 57).

Fig. 3. The proportion of restocked sowing spots (=survival), the number of trees per spot and their height per treatment and growing season in the sowing substratum experiments (184 a and b, 189 a and b, 193 a and b, 199 and 57).

mukseen kylvetyt ja humuksella peitetyt hitaimmin, varsinkin lajittuneella maalla. Muutoin kylvömenetelmien järjestys vaihteli suuresti kokeittain eikä mitään systemaattista eroa menetelmien välillä ollut nähtävissä. Tilastollisessa tarkastelussa merkitsevin vaikutus oli kylvövuodella, johon tosin sisältyi myös kasvupaikkavaihtelua, koska vuosien 1981 ja 1982 kokeita lukuunottamatta vuositoistot sijaitsivat eri koekentillä. Kylvömenetelmällä oli neljännen kasvukauden jälkeen tilastollisesti merkitsevä vaikutus, muttei enää seitsemännen kasvukauden jälkeen.

Tuhonaiheuttajat

Kuivuus oli pahin taimettumista estävä ja taimien kehitystä haittaava tekijä kolmen ensimmäisen kasvukauden ajan (liite 2 A). Liika märkyys puolestaan arvioitiin tuhonaiheuttajaksi vain yhdessä kokeessa (moreenilla), jossa sillä oli varsin suuri vaikutus. Veden aiheuttamaa eroosiota tavattiin kaikissa kokeissa, mutta sen aiheuttamat vauriot olivat selvästi vähäisemmät kuin kuivuuden. Hallan aiheuttamat tuhot keskittyivät yhteen kasvukauteen (1984).

Kasvupaikan topografialla oli suuri vaikutus tuhon esiintymiseen. Eniten hallavaurioita oli lajittuneiden kankaiden alavissa painanteissa, mutta vaurioita esiintyi jossain määrin kaikissa, etenkin ennen vuotta 1984 perustetuissa kokeissa. Roustevaurioita tavattiin kaikkina, eniten kuitenkin toisena kasvukautena. Koska koelueet olivat varsin karkearakeisia, roustevauriot

jäivät melko vähäisiksi.

Pintakasvillisuudesta oli varsin paljon haittaa kylvöksille, erityisesti moreenimailla. Haitta lisääntyi kylvösten vanhenemisen myötä. Vesoista ei ollut kovin suurta haittaa kylvöksille, ei myöskään reuna- eikä jättöpuista. Luonnotaimet haittasivat niinkään varsin harvoin kylvötaimien kehitystä.

Sienitaudeista kirjattiin erikseen lumihome, männynversoruoste ja männynversosurma. Näiden lisäksi esiintyi vähäisessä määrin myös muita sienitauteja. Hyönteistuhoja esiintyi varsin vähän. Hirvet aiheuttivat tuhoa talleamalla taimia, syömisvaurioita ei taimien pienuuden takia vielä esiintynyt. Metsot puolestaan söivät silmuja ja neulasia.

Hakkuutähteet, karikkeet ja muut mekaaniset tekijät aiheuttivat vain harvoissa kokeissa vähäisiä vaurioita. Ravinnepuute aiheutti joissakin kokeissa taimien kituliasta kasvua ja ravinteiden epätasapaino kasvuhäiriöitä taimille.

Tunnistamattomien tuhonaiheuttajien ryhmä oli suuri kasvaen taimien iän lisääntyessä. Ryhmä jaettiin kahteen osaan, joista ensimmäiseen sijoitettiin taimelliset ja toiseen tyhjat kylvöruudut. Näin haluttiin saada erilleen uudet ja vanhat tuhot.

Tuhot inventoitiin yhden tai kahden vuoden välein. Luotettavimmin pystytään määrittämään viimeisen kasvukauden aikana syntyneiden tuhojen aiheuttajat, vaikka jotkut tuhonaiheuttajat erottuvat myöhemminkin. Tyhjistä kylvöruuduista on erityisen vaikeaa jälkikäteen määrittää tuhon syytä, joten myöhemmissä inventoinneissa se jäi yleensä tunnistamatta.

5. Kylvöajankohta ja -syvyys

51. Aineisto

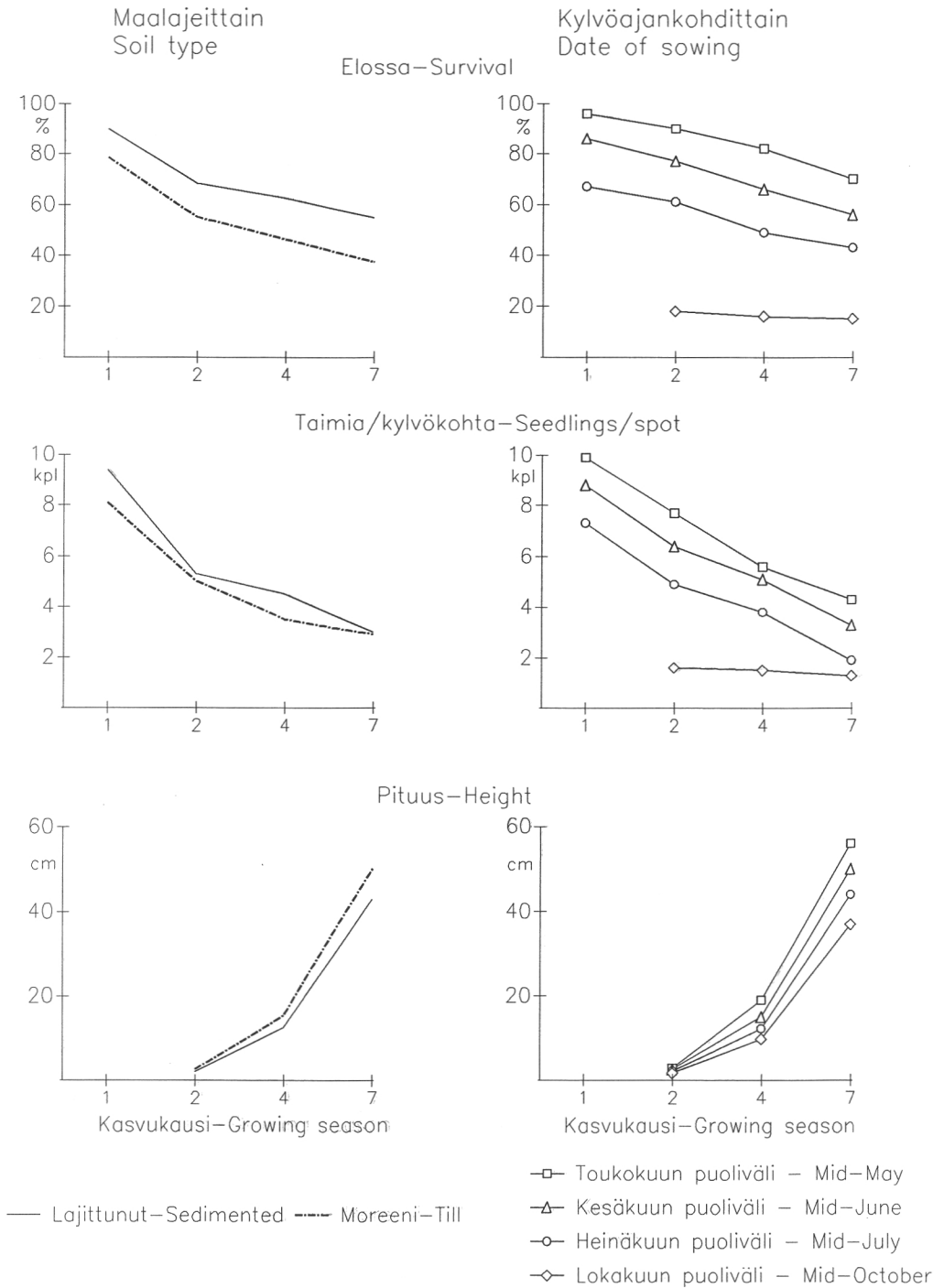
Kokeet (7 kpl) perustettiin vuosina 1983–85. Vuonna 1983 perustettiin kaksi vertailuparia lajittuneelle ja moreenimaalle ja vuonna 1984 yksi vertailupari. Toisessa vertailuparissa vuonna 1983 käytettiin muokkausmenetelmänä lautasaurasta samoin kuin vuoden 1984 kokeissa, toisessa mätästystä. Molemmissa lautasauratuissa vertailupareissa lajittuneet alat olivat karumpia (kanervatyyppejä) kuin moreenialat (mustikatyyppiä). Mätästetyt lajittuneet ja moreenialat olivat viljavuudeltaan samaa luokkaa (mustikatyyppiä). Vuonna 1985 perustettiin yksi koe lautasauratulle moreenimaalle (puolukkatyyppi-

le). Käsittelyt arvottiin lohkoittain. Toistoja oli neljä 25 kylvöpistettä kutakin käsittelyä. Kussakin kokeessa oli 800 kylvökohtaa, joten aineiston koko oli kaikkiaan 5 600 kylvökohtaa. Siemen oli satakuntalaista metsikkökeräyssiementä. Siementunnus oli T2-78-32, siemenluokka B3 ja itävyys aluksi 90 % (vuosina 1983–84), laskien sitten 80 %:in (1985).

Käsittelyt olivat:

Kylvöajankohdat:

1. Toukokuun puolivälissä. Kokeiden 196 ja 54 kylvö lykkääntyi muokkauksen viivästymisen takia toukokuun 24.–25. päivään. Samasta syystä kokeen 206 ensimmäinen kylvö tehtiin 29.5.



Kuva 4. Taimellisten kylvökohtien osuus (=elossa), taimimäärä kylvökohtissa ja taimien pituus maalajeittain ja kylvöajankohdittain eri kasvukausina kylvösyvyys- ja -ajankohdakokeissa (53, 195, 196, 54, 201, 59, 206).

Fig. 4. The proportion of restocked sowing spots (=survival), the number of trees per spot and their height per soil type and date of sowing after different growing seasons in the sowing date and depth experiments (53, 195, 196, 54, 201, 59, 206).

Taulukko 2. Varianssianalyysin F-arvot ja erojen merkitsevyydet kylvösyvyys- ja -ajankohtakokeissa.
 Table 2. The analysis of variance F-values and significance levels of the differences in the sowing depth and date of sowing experiments.

	Elossa Survival				Taimia/kylvökohta Seedlings/spot			Pituus Height		
	1	2	4	7	1	2	4	2	4	7
	Kasvukausi — Growing season									
A	10,8*	16,7**	20,0**	32,3**	8,6*	7,3*	9,8*	27,6**	85,2***	15,1**
B	4,4	0,2	0,0	0,0	4,7°	0,7	1,4	2,2	8,0*	6,3*
C	28,4**	78,6***	57,0***	53,8***	3,2	49,1***	36,7***	46,0***	102,0***	19,8**
D	18,5**	5,9*	3,1	3,5°	11,8*	2,4	8,8*	12,5**	67,4***	91,5***
A×C	7,0*	1,7	1,1	2,1	0,3	0,8	0,8	1,7	1,6	0,5
A×D	2,1	1,3	1,7	0,6	1,2	2,0	4,5°	1,3	31,4***	5,4*
C×D	14,8*	5,0*	3,8°	3,2°	7,6*	8,9**	4,8*	4,4*	13,7**	3,8°
A×C×D	3,0	3,5°	1,6	1,8	1,6	2,0	2,8	1,2	1,8	0,7

A = Maalaji — Soil type
 B = Kylvösyvyys — Depth of sowing

C = Kylvöajankohta — Date of sowing
 D = Kylvövuosi — Year of sowing

2. Kesäkuun puolivälissä.
3. Heinäkuun puolivälissä.
4. Lokakuun puolivälissä.

Kylvösyvyydet: 1,5 ja 3,0 cm.

Kylvömenetelmä oli vakorautakylvö. Vakorautadalla tehtyyn vakoon kylvettiin 15–20 siementä ja peitettiin kevyesti (n.0,5 cm) kivennäismaalla. Peittokerroksen paksuus oli siis sama molemmilla kylvösyvyyksillä.

52. Tulokset

Taimettuminen ja elossapysyminen

Lajittuneella maalla kylvö onnistui keskimäärin paremmin kuin moreenilla (kuva 4). Useimmiten kylvö onnistui sitä paremmin mitä aiemmin se tehtiin. Toukokuun puolivälissä tehty kylvö johti kaikissa kokeissa parhaaseen tulokseen. Lokakuun puolivälissä tehty kylvö onnistui kaikissa kokeissa huonosti. Kaikkien kokeiden keskiarvona saatiin hyvin selvät ja tilastollisesti merkitsevät erot kylvöajankohtien välille (taulukko 2). Yksittäisissä kokeissa ja kasvukausien välillä esiintyi kuitenkin jonkin verran vaihtelua.

Vuoden 1983 neljästä kokeesta kolmessa erot touko-, kesä- ja heinäkuun kylvöerien välillä

olivat vähäiset. Sen sijaan kokeessa 195 mätästetyllä moreenimaalla kaikkien kylvöajankoh-
 tien väliset erot olivat suuret.

Kylvö onnistui sitä huonommin mitä myöhemmin se tehtiin. Ero syntyi jo ensimmäisen kasvukauden aikana. Vuonna 1984 oli myös suuret erot kylvöajankohtien välillä. Toukokuun puolivälin kylvöerä oli selvästi paras. Heinäkuun puolivälin kylvöerä onnistui varsin huonosti. Moreenilla sen tulos oli jopa yhtä huono kuin lokakuun puolivälin kylvössä. Vuonna 1985 touko- ja kesäkuun kylvöerien välillä ei kahden ensimmäisen kasvukauden aikana ollut eroa, mutta neljännen kasvukauden jälkeen toukokuun erä oli parempi. Heinäkuun kylvöerä onnistui selvästi edellisiä huonommin ja lokakuun kylvöerä epäonnistui lähes täysin.

Lajittuneella maalla kolmen cm:n kylvösyvyys oli vuonna 1983 parempi kuin puolentoista cm:n syvyys sekä mätästetyllä että lautasauratulla maalla. Tämä lienee seurausta siitä, että kesä 1983 oli melko vähäsateinen (etenkin elokuu), joten taimettuminen oli syvällä varmempaa kuin pinnassa. Kokeessa 196 kylvösyvyydellä ei tosin ensimmäisen kasvukauden aikana ollut vaikutusta, vaan ero syntyi vasta toisena kasvukautena. Toisen kasvukauden (1984) alku oli kuiva ja lämmin, joten nähtävästi syvempi kylvö oli tällöin eduksi vielä toisena kasvukautena.

Vuonna 1984 lajittuneella maalla saatiin täysin päinvastainen tulos kuin edellisellä vuonna. Matala kylvä oli heti ensimmäisestä kasvukaudesta lähtien parempi kuin syvä. Keskikesän runsassateisuus kylvövuonna on todennäköisin syy tähän tulokseen. Eroa kylvösyvyyksien välillä oli vain kesä- ja heinäkuun kylvöerissä, jotka molemmat osuivat juuri ennen runsassateista jaksoa. Touko- ja lokakuun kylvöerissä kylvösyvyyksien välillä ei ollut eroa.

Moreenilla matala kylvä oli jonkin verran parempi kuin syvä kaikissa kokeissa. Kokeen 195 heinäkuun kylvöerässä ero oli kaikkein suurin. Kylvön jälkeen runsaat sateet aiheuttivat vesieroosiota kylvökohdissa. Vesieroosio aiheuttaa sekä siementen paljastumista että toisaalta niiden hautautumista liian syvälle maahan. Paljastuneet siemenet ovat alttiita kuivumiselle ja siemensyöjille. Syvän maakerroksen peittoon jääneet siemenet puolestaan kärsivät hapettomuudesta ja kylmyydestä.

Taimimäärä ja pituuskehitys

Taimia per kylvökohta oli vähiten lokakuussa kylvettäessä. Muitten kylvöajankohtien kesken oli vaihtelua kokeittain, mutta keskimäärin taimia oli sitä enemmän mitä aiemmin kylvettiin. Kylvöajankohtien keskinäinen järjestys muodostui heti ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Siitä eteenpäin taimia kuoli varsin tasaisesti kylvöajankohdasta riippumatta, joten järjestys pysyi samana myöhemminä kasvukausina.

Taimien pituuskehitys oli suoraan kylvöajan-

kohdasta riippuvainen; mitä aiemmin kylvä tehtiin sitä pidemmiksi taimet kasvoivat. Tämä on suoraa seurausta siitä, että aiempien kylvöerien taimien kasvuaikana kertyi enemmän lämpösomaa kuin myöhempien. Olihan ensimmäisen ja viimeisen kylvöerän väli lähes kokonainen kasvukausi. Lämpösomman ja pienten taimien pituuden välisen riippuvuuden kuvaaja on eksponentiaalinen käyrä (Kinnunen 1976). Absoluuttinen ero kylvöerien välillä kasvoi koko tarkastelujakson ajan, mutta suhteellinen ero pieneni kasvukausien lisääntyessä. F-arvo oli tilastollisesti merkitsevä kaikissa kokeissa kaikkina kasvukausina.

Tuhonaiheuttajat

Vesieroosio aiheutti eniten tuhoa ensimmäisen kasvukauden aikana (liite 2 B). Toisena kasvukautena kuivuus ja halla olivat vesieroosion ohella merkittävimmät tuhonaiheuttajat. Hirvituhoja esiintyi sekä ensimmäisenä että toisena kasvukautena. Roustetuhoja ilmaantui vasta toisena kasvukautena. Melko suuresta osasta kylvöruutuja (varsinkaan tyhjiä) ei pystytty tunnistamaan tuhonaiheuttajaa. Neljäntenä kasvukautena pintakasvillisuus tuli yleisimmäksi tunnistetuista tuhonaiheuttajista, muiden osuus oli melko vähäinen. Ensimmäiset männynversoruosteuhot ilmaantuivat vasta neljäntenä kasvukautena. Samoin metson aiheuttamat tuhot ja hyönteistuhot yleistyivät neljäntenä kasvukautena, kun taas muiden tuhojen osuus väheni.

6. Kylvömenetelmä

61. Maanmuokkaus ja kylvömenetelmä

Aineisto

Kokeet perustettiin vuosina 1981–82. Koejärjestelynä käytettiin split-plot-menetelmää. Toistoja oli neljä à 25 kylvökohtaa. Kaikkiaan kokeissa oli 5400 kylvökohtaa ja 1200 istutustainta. Siemen oli satakuntalaista metsikkökeräyssiemmentä. Siementunnus oli T2-78-32, siemenluokka B3 ja itävyys 96 %.

Kokeet 44 ja 50 sijaitsivat samalla, talvikautena 1978–79 hakatulla uudistusallalla, joka kulloittiin keväällä 1981. Kulotuksessa kunta paloi vain vähäiseltä osin, joten kulotuksen vaikutus jäi vähäiseksi. Alue muokattiin 29.5.–3.6.1981.

Viljelymenetelmät:

1. Kylvä Jalcolla, n. 20 siementä/kylvökohta
2. Ruutukylvä, n. 20 siementä/kylvökohta
3. Suojakylvä, n. 10 siementä/kylvökohta
4. Istutus 1M-taimilla.

Muokkausmenetelmät:

1. Laikutus. Vetokoneena nelipyörävetoinen maatalous-tractor ja muokkausvälineenä kantokoukku.
2. Lautasauraus. Vetokoneena metsätractor ja muokkausvälineenä TTS-35 -metsä-æs.
3. Ojitusmätästys traktorikaivurilla.

Kokeissa 182 a ja b sekä 51 käsittelyt olivat hieman erilaiset:

Viljelymenetelmät:

1. Kylvö Jalcolla
2. Vakosuojakylvö. Vako tehtiin vakoraudalla, kylvö suojakylvölaitteella.
3. Suojakylvö. Siemen painettiin maahan.
4. Suojakylvö. Siementä ei painettu maahan.
5. Ruutukylvö. Siemen painettiin maahan.
6. Ruutukylvö. Siementä ei painettu maahan.
7. Istutus 1 Mk-taimilla.

Muokkausmenetelmät:

1. Lautasauraus (kaikki kokeet) TTS-35 metsä-äkeellä, vetokoneena keskiraskas metsätraktori.
2. Tiheä lautasauraus (koe 51). Muuten kuten edellä, mutta muokkauksen peitto noin kaksinkertainen.
3. Mätästys (kokeet 182 a ja b). Traktorikaivurilla paikalleen kääntäen.

Tulokset

Muokkausmenetelmällä oli vain vähäinen vaikutus taimettumiseen ja taimien elossapysymiseen (kuva 5). Pituuskehitys oli nopeinta ojittane mätästetyllä käsittelyllä. Viljelymenetelmällä puolestaan oli selvä vaikutus elossaoloon ja taimimäärään, muttei pituuskasvuun. Parhaiten onnistuivat istutus ja vakosuojakylvö, huonoimmin ruutukylvö. Jalco- ja suojakylvö sijoittuivat näiden keskivälille. Vakosuojakylvön taimimäärä oli selvästi muita suurempi. Muiden menetelmien välillä ei ollut juuri eroa.

Kylvö samana keväänä kuin muokkaus (koe 44) onnistui paremmin kuin kylvö muokkausta seuraavana keväänä (koe 50). Muokkauksella ei ollut kummassakaan kokeessa tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta, mutta kokeessa 44 muokkauksella ja kylvötavalla oli tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus (taulukko 3). Mättäillä Jalco-kylvö onnistui parhaiten, muilla muokka-

Taulukko 3. Varianssianalyysin F-arvot ja erojen merkitsevyydet maanmuokkaus- ja kylvömenetelmäkokeissa.

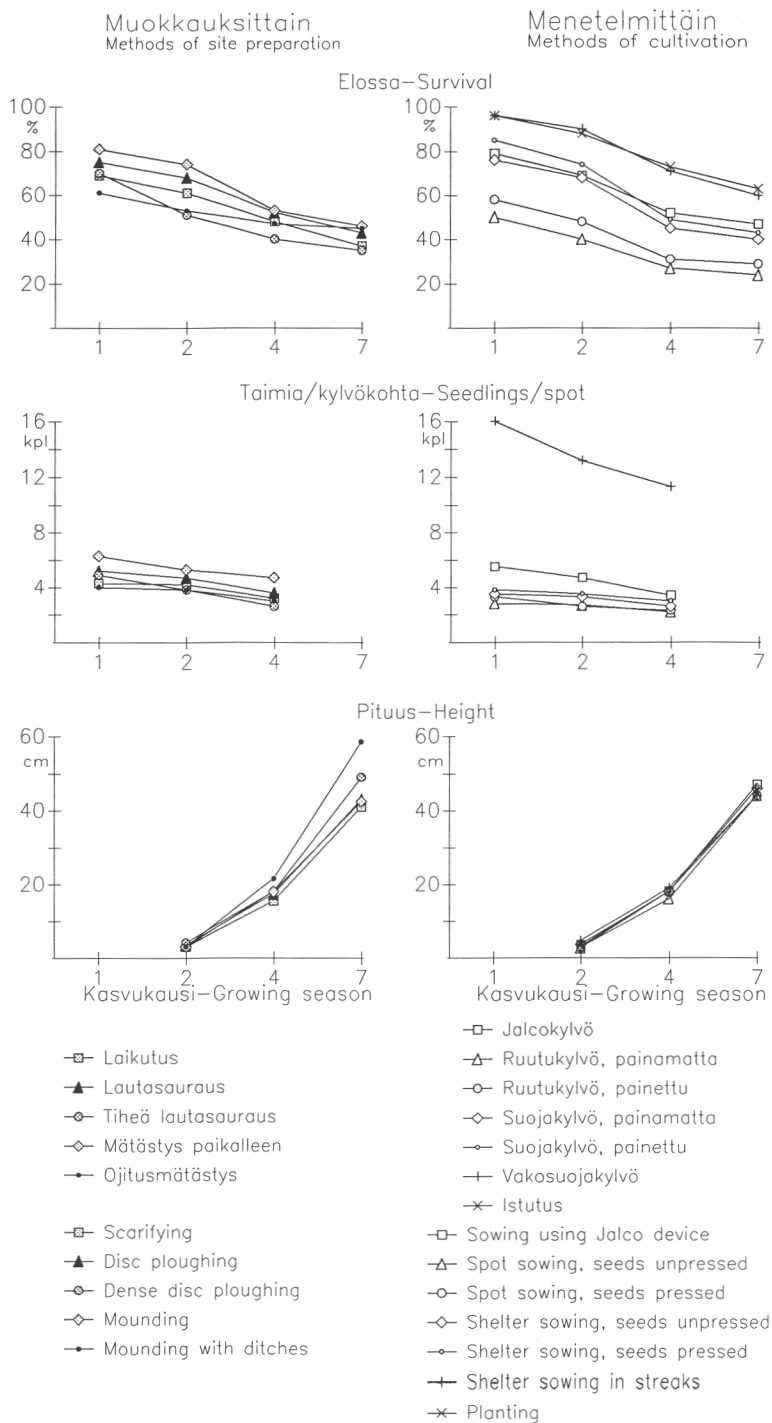
Table 3. The analysis of variance F-values and significance levels of the differences in the site preparation and sowing method experiments.

Koe Exp.	Kasvu- kausi Growing season	Elossaolo — Survival			Taimimäärä — Seedlings/spot			Pituus — Height		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
44	1	0,1	9,0**	2,3°	0,0	4,9*	5,1	—	—	—
	2	1,0	11,9***	1,9	0,1	2,8	4,9**	1,3	18,7***	1,5
	3	1,4	10,3***	4,3*	1,6	3,3	1,9	7,4**	2,1	1,0
	5	0,1	7,2**	2,8	—	—	—	7,6**	1,5	1,0
	7	0,1	11,1***	2,6	2,9°	8,6**	3,0*	10,2***	0,4	0,9
50	1	1,5	4,2*	0,4	0,5	15,7***	0,7	—	—	—
	2	1,1	12,5***	0,4	1,1	10,8***	0,7	10,8***	1,2	0,2
	4	1,4	11,5***	1,2	0,3	15,5***	4,2**	4,6*	5,8**	1,8
	7	3,1°	19,7***	1,3	—	—	—	7,6**	3,7*	0,7
51	1	1,0	22,9***	3,3*	0,1	22,7***	0,5	—	—	—
	2	15,9***	11,6***	1,5	1,5	36,0***	0,5	1,5	16,0***	0,9
	4	4,8*	11,0***	2,3°	0,1	18,6***	5,1**	16,8***	1,9	0,5
	7	0,0	11,2***	3,0*	—	—	—	6,4*	0,5	0,6
182a	1	0,4	29,1***	1,6	3,5°	220,5***	1,2	—	—	—
	2	0,3	24,3***	2,2°	1,1	95,7***	0,3	3,7°	41,1***	5,0**
	3	6,9*	20,1***	1,3	0,0	127,9***	0,3	0,7	2,1°	0,7
	5	0,1	23,1***	1,4	—	—	—	41,5***	0,7	0,6
	7	0,6	9,4***	0,2	0,2	23,6***	1,1	24,6***	0,3	0,6
182b	1	0,9	20,2***	2,8*	0,2	54,3***	0,7	—	—	—
	2	0,7	19,1***	2,1°	0,0	69,2***	1,1	0,1	10,6***	0,8
	3	1,5	20,3***	2,0	0,1	55,7***	0,7	0,0	4,6**	1,1
	5	0,1	17,6***	1,4	—	—	—	24,5***	2,3°	0,9
	7	2,7	13,5***	1,8	31,6***	21,7***	7,3***	57,1***	3,3*	2,1°

A = Muokkaus — Site preparation

B = Viljelymenetelmä — Method of cultivation

C = Yhdysvaikutus — Interaction



Kuva 5. Taimellisten viljelykohtien osuus (=elossa), taimimäärä kylvökohtissa ja kylvötaimien pituus muokkaus- ja viljelymenetelmittäin eri kasvukausina maanmuokkaus- ja viljelymenetelmäkokeissa (44, 50, 182 a ja b sekä 51).
 Fig. 5. The proportion of restocked sowing spots (=survival), the number of trees per spot and the height of trees of sown origin per site preparation and cultivation methods after different growing seasons in the site preparation and sowing method experiments (44, 50, 182 a and b and 51).

uksilla suojakylvö. Kokeessa 50 Jalco-kylvö oli paras kaikilla muokkaustavoilla. Ruutukylvö onnistui huonoimmin molemmissa kokeissa kaikilla muokkaustavoilla.

Kokeissa 182 a ja b sekä 51 viljelymenetelmien välillä oli suuria eroja heti ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Parhaiten onnistui istutus. Vakosuojakylvö onnistui kylvöistä parhaiten, eikä ero istutukseen ollut suuri. Kokeessa 182 a vakosuojakylvö onnistui lautasauratulla alustalla jopa paremmin kuin istutus. Muut kylvömenetelmät onnistuivat kaikissa kokeissa selvästi istutusta huonommin. Lajittuneella maalla (koe 182 a) Jalco-kylvö onnistui hieman paremmin kuin suoja- ja ruutukylvö. Samana vuonna moreenilla (koe 182 b) sen sijaan suojakylvö oli parempi kuin Jalco-kylvö. Kokeessa 51 ei Jalco- ja suojakylvön välillä ollut eroa normaalisti lautasauratulla alustalla. Tiheään lautasauratulla alustalla suojakylvö, jossa siementä ei painettu, oli Jalco-kylvöä huonompi. Ruutukylvö onnistui huonoimmin kaikissa kokeissa. Siemenen painaminen maahan paransi useimmiten hieman kylvön onnistumista.

Viljelytavalla oli kaikissa kokeissa ja inventoinneissa tilastollisesti merkitsevä vaikutus (taulukko 3). Mätästykseen ja lautasaurauksen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero lajittuneella maalla vain kolmannen kasvukauden jälkeen. Tavallisen ja tiheän lautasaurauksen välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä vain toisen kasvukauden jälkeen. Muokkausmenetelmällä ei siis yleensä ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Kokeessa 51 muokkausmenetelmällä ja viljelytavalla oli tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus. Istutus ja vakosuojakylvö onnistuivat tiheään lautasauratulla paremmin kuin tavallisella lautasaurauksella. Muut kylvömenetelmät onnistuivat tavallisella lautasaurauksella yhtä hyvin tai paremmin kuin tiheään lautasauratulla. Kokeessa 182 b yhdysvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä (< 10 %:n riskillä) kolmannen kasvukauden saakka. Muokkauksella oli suurin vaikutus Jalco-kylvön onnistumiseen. Se onnistui selvästi paremmin lautasauratulla kuin mätästetyllä alustalla, samoin kuin suojakylvö. Ruutukylvö puolestaan onnistui mätästetyllä paremmin kuin lautasauratulla. Kokeessa 182 a yhdysvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä vain toisen kasvukauden jälkeen. Istutus onnistui paremmin mätästetyllä, ruutukylvö ilman painamista puolestaan lautasauratulla alustalla. Muilla menetelmillä tulos oli likimain sama molemmilla muokkauksilla.

Kokeessa 44 laikutetulla ja lautasauratulla

alustalla taimimäärä per kylvökohta oli likimain sama eri kylvömenetelmillä. Mättäillä puolestaan Jalco-kylvön jälkeen syntyi selvästi eniten taimia ja vaikka taimikato oli jatkossa suurempi kuin muilla menetelmillä, ero oli selvä vielä kolmannen kasvukauden jälkeen. Kokeessa 50 laikutetulla ja lautasauratulla alustalla oli aluksi selvät erot kaikkien kylvömenetelmien kesken. Jalco-kylvön ja ruutukylvön välinen ero supistui selvästi neljänteen kasvukauteen mennessä, suojakylvön taimimäärä pysyi koko ajan pienimpänä. Mättäillä Jalco-kylvön jälkeen syntyi selvästi eniten taimia. Suoja- ja ruutukylvössä taimimäärä oli alustapitään alhainen, mutta pysyi koko ajan lähes samana.

Kokeissa 182 ja 51 muokkauksella ja maalaajilla ei ollut juuri vaikutusta taimimäärään. Vakosuojakylvössä syntyi aluksi erittäin paljon taimia, mutta jatkossa niitä kuoli runsaasti. Se on ymmärrettävää, kun ottaa huomioon, että taimet kasvoivat hyvin suppealla alalla. Muilla kylvömenetelmillä taimimäärä oli alusta pitäen alhainen, mutta pysyi lähes samana koko tarkastelujakson ajan. Ruutukylvössä, jossa siementä ei painettu maahan, oli yleensä vähiten taimia, Jalco-kylvössä enimmäkseen toiseksi eniten. Siemenen painaminen maahan näytti lisäävän hieman taimimäärää niin suoja- kuin avokylvössäkin.

Kokeen 44 taimet kasvoivat paremmin kuin kokeen 50. Maapohjaltaan hyvin samanlaiset ja lähellä toisiaan sijainneet kokeet poikkesivat eniten humuksen paksuuden osalta, joka oli 3,8 cm kokeella 44 ja 9,3 cm kokeella 50. Kokeet perustettiin peräkkäisinä vuosina 1981–82, joten ensimmäisen ja viimeisen kasvukauden sääolot olivat kokeissa erilaiset. Ensimmäinen kasvukausi oli kokeella 44 noin 100 d.d.-yksikköä lämpimämpi kuin kokeella 50, jolle puolestaan osui erittäin lämmin viimeinen kasvukausi. Koska viimeisen kasvukauden lämpösusma vaikuttaa vasta seuraavan vuoden pituuskasvuun, se ei tässä ennättänyt vaikuttaa taimien pituuteen. Kuuden ensimmäisen kasvukauden lämpösusma oli 200 d.d.-yksikköä suurempi kokeella 44 kuin kokeella 50. Tämä lienee eniten vaikuttanut pituuseroon. Kylvö samana vuonna muokkauksen kanssa saattoi myös vaikuttaa edullisesti pituuskehitykseen.

Molemmissa kokeissa taimet kasvoivat parhaiten mättäillä. Laikutuksen ja lautasaurauksen välillä oli vain pieni ero lautasaurauksen hyväksi. Jalco-kylvötaimet kasvoivat keskimäärin parhaiten. Laikuissa suojakylvötaimet kasvoivat hieman paremmin kuin ruutukylvötaimet. Muilla

muokkauksilla systemaattista eroa ei ollut.

Myös kokeessa 182 taimet kasvoivat mättäillä pidemmiksi kuin lautasauran jäljessä sekä lajittuneella että moreenimaalla. Samoin tiheä (kaksinkertainen tiheys) lautasauraus edisti pituuskehitystä (koe 51). Kylvömenetelmällä ei ollut seivää vaikutusta pituuskasvuun, vaan tulokset vaihtelivat sekä kokeittain että muokkauksittain.

Kuivuus oli pahin tuhonaiheuttaja kolmen ensimmäisen kasvukauden ajan, mutta myös vesieroosio ja märkyys aiheuttivat samanaikaisesti tuhoa (liite 2 C). Roustevaurioita esiintyi toisesta kasvukaudesta alkaen tasaisesti eri kasvukausina ja hirvituhoja kaikkina kasvukausina. Pintakasvillisuus haittasi eniten neljäntenä ja viidennä kasvukautena.

62. Vako- ja suojakylvö

Aineisto

Kokeet perustettiin vuosina 1982–87. Koejärjestelynä oli lohkoittainen arvonta. Toistoja oli neljä à 25 viljelypistettä kutakin käsittelyä. Kylvökohtia oli kaikkiaan 5600 ja istutustaimia 900. Siemen oli satakuntalaista metsikkökeräyssiemmentä. Siementunnus oli T2-78-32 (vuosina 1982–85) ja T3-82-54 (1986–87). Siemenluokka oli B3 ja itävyys 96 % (1982), 90 % (1983–84), 80 % (1985) sekä 87 % (1986–87).

Koesarja aloitettiin vuonna 1982 vertaamalla uutta vakokylvölaitetta, Männistön rautaa, vanhaan vakorautaan (Melders 1929). Vakorautakylvö jakaantuu kolmeen työvaiheeseen vaon tekoon, siementen kylvöön ja kylvökohtien peittäamiseen. Männistön raudalla kylvettäessä tehdään vako ja kylvetään siemenet yhdellä iskulla. Siementen peittäminenkin ei ole kovin tärkeää, koska kapeaan, jyrkkäseinäiseen vakoon varisee yleensä jonkin verran maata muutenkin. Männistön raudalla kylvettäessä siemenet tulivat suhteellisen lyhyelle matkalle (10 cm). Vakorautakylvössä käytettiin 20 siementä/kylvökohta, Männistön raudalla kylvettäessä 15 siementä/kylvökohta. Eri siemenmäärän käyttö johtui siitä, että vakorautakylvössä haluttiin käyttää samaa siemenmäärää kuin muissa kokeissa. Männistön raudalla puolestaan ei siemenen annostelua voinut säätää suuremmaksi kuin 15 siemenen, eikä lisäyksellä todennäköisesti olisi ollut paljon vaikutusta tulokseen, koska siemenet tulivat nytkin hyvin lähelle toisiaan.

Vuosina 1983–85 perustettiin koesarja, jossa

verrattiin neljää kylvömenetelmää keskenään ja istutuksen kanssa. Vuosina 1983 ja 1984 kokeet perustettiin sekä lajittuneelle että moreenimaalle, vuonna 1985 vain moreenille.

Käsittelyt olivat:

1. Kylvö Jalcolla
2. Kylvö Männistön raudalla
3. Vakosuojakylvö
4. Suojakylvö
5. Istutus (1 Mk, Fh 408)

Vuosina 1986–87 perustettiin neljän kokeen sarja (kaksi sekä lajittuneelle että moreenille). Käsittelyt olivat osittain samoja kuin vuosien 1983–85 kokeissa, mutta vakosuojakylvö korvattiin tavallisella vakorautakylvöllä ja mukaan otettiin uusia suojakylvömenetelmiä.

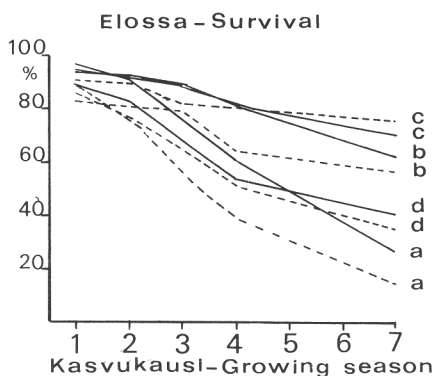
Käsittelyt olivat:

1. Kylvö Jalcolla.
2. Kylvö Männistön raudalla.
3. Vakorautakylvö.
4. Suojakylvö suomalaisella laitteella.
5. Suojakylvö ruotsalaisella laitteella.
6. Suppilosuojakylvö muokatulle alustalle.
7. Suppilosuojakylvö muokkaamattomalle alustalle.
8. Istutus (1 Mk, Fh 408).

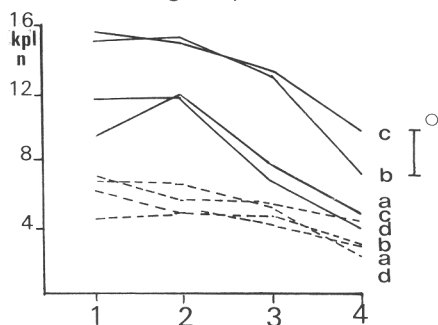
Käsittelyt neljä ja viisi ovat hyvin samanlaisia, koska käytetyt suojatyypit ovat sekä kooltaan että muodoltaan hyvin samanlaisia. Myöskin kylvölaitteen toiminta oli hyvin samankaltaista, vaikka laitteet poikkesivat malliltaan ja toimintatavaltaan toisistaan. Suppilosuojia sensijaan poikkeaa täysin muista suojatyypeistä, koska se on tarkoitettu muokkaamattomalle alustalle. Sitä kokeiltiin kuitenkin myös muokatulla alustalla.

Tulokset

Aluksi tavallisen vakorautakylvön onnistuminen oli tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin Männistön raudalla kylvön (kuva 6, taulukko 4). Seitsemännen kasvukauden jälkeen menetelmillä ei kuitenkaan ollut enää tilastollisesti merkitsevää eroa, vaikka kolmella neljästä kokeesta vakorautakylvön tulos oli edelleen parempi. Maalajilla ja kasvupaikalla puolestaan ei aluksi ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tulokseen, mutta vuosi vuodelta ero ja F-arvo kasvoivat. Todellisenä vaikuttajana olivat kuitenkin kasvupaikkojen väliset pienilmastolliset erot, koska tuhot aiheutuivat vuoden 1984 ennätyk-



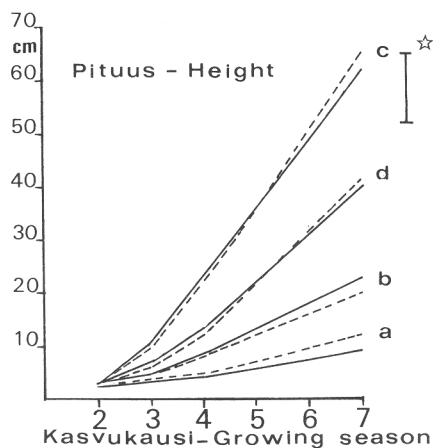
Taimia kpl/kylvöpaiste
Seedlings/spot



— Vakorautakylvö — Sowing using drill punch
--- Kylvö Männistön raudalla — Sowing using Männistö device

Kuva 6. Taimellisten kylvökohtien osuus (=elossa), taimimäärä kylvökohdissa ja kylvötaimien pituus kylvömenetelmittäin ja kasvukausittain kokeessa 190 a,b,c,d.

Fig. 6. The proportion of restocked sowing spots (=survival), the number of trees per spot and the height of trees of sown origin per cultivation method and growing season in the experiment 190 a,b,c,d.



sellisistä kesähallouista. Kahdella kokeella onnistuminen oli seitsemän kasvukauden jälkeen varsin hyvä, kahdella huono. Pahiten epäonnistui lajittuneella (hiekkainen sora) kanervatyypin kankaalla sijainnut koe, koska se oli ympäristöään alempana, jolloin kylmä ilma valui sinne.

Taimia per kylvökohta oli eniten vakorautakylvössä, vaikkakin ero hieman supistui aikaa myöten. Männistön raudalla kylvettäessä kasvupaikkojen väliset erot olivat pieniä ja taimimäärän lasku vähäistä ensimmäisen ja neljännen kasvukauden välillä. Vakoraudalla kylvettäessä puolestaan oli selvä ero kahden hyvin onnistuneen (b ja c) ja kahden huonosti onnistuneen (a ja d) kokeen välillä. Taimimäärä laski voimakkaasti toisen ja neljännen kasvukauden välillä.

Taimien pituuteen kylvömenetelmällä ei ollut vaikutusta. Kasvupaikalla sensijaan oli suuri ja ajan myötä lisääntyvä vaikutus. Samoin kuin onnistumisessa tässäkin pienilmastolla lienee ollut vaikutusta, vaikka kahden kasvupaikan (b

ja d) osalta järjestys olikin eri kuin onnistumisessa.

Vuosien 1983–85 kokeissa suojakylvö onnistui keskimäärin huonoimmin (kuva 7 A). Istutuksen tulos oli ensimmäisen kasvukauden jälkeen paras, mutta neljännen kasvukauden jälkeen enää keskitasoa yhdessä Jalco- ja Männistön rautakylvön kanssa. Vakosuojakylvön tulos oli paras toisen ja neljännen kasvukauden jälkeen, mutta laski muita enemmän kolmen seuraavan kasvukauden aikana. Seitsemännen kasvukauden jälkeen ainoastaan suojakylvön tulos oli merkittävästi muita huonompi. Vuoden 1983 kokeissa (194 ja 52) viljelymenetelmien väliset erot olivat suurimmat ja vuonna 1985 kokeessa (205) pienimmät.

Suojakylvön muita huonompi tulos selittyi suurelta osin sillä, että suojakylvössä käytettiin vähemmän siemeniä (n. 10 kpl/kylvökohta) kuin muissa kylvöissä. Männistön raudalla kylvettiin n. 15 ja Jalcolla n. 20 siementä /kylvökohta. Vakosuojakylvössä käytettiin kahta eri siemen-

Taulukko 4. Varianssianalyysin F-arvot ja erojen merkitsevyydet vako- ja suojakylvökokeissa.
 Table 4. The analysis of variance F-values and significance levels of the differences in the furrow and shelter sowing experiments.

Koe Exp.	Kasvu- kausi Growing season	Elossaolo — Survival			Taimimäärä — Seedlings/spot			Pituus — Height		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
194	1	2,8	15,7***	2,8°	1,4	56,4***	4,1*	—	—	—
52	2	2,1	7,5**	1,8	1,2	44,3***	0,3	65,1***	45,6***	7,1**
	4	1,8	7,7***	0,8	0,0	45,3***	1,3	32,3***	3,9*	0,4
200	1	5,1*	9,6***	3,6*	18,5***	82,6***	2,0	—	—	—
58	2	2,0	11,9***	3,5*	9,5**	85,4***	0,7	59,6***	16,6***	1,0
	4	6,2*	16,7***	3,6*	35,6***	74,4***	8,1***	13,9**	1,0	0,7
205	1	—	4,6*	—	—	5,9*	—	—	—	—
	2	—	1,2	—	—	3,3°	—	—	31,8***	—
	4	—	1,0	—	—	—	—	—	6,4**	—
63	1	0,1	20,6***	1,1	5,8*	38,6***	4,0**	2,8	7,2***	2,7*
212	2	1,7	50,2***	0,7	0,3	34,2***	2,5*	8,3**	3,7**	0,4
	4	0,0	8,8***	0,6	3,1°	18,9***	1,2	23,2***	0,6	0,6
217	1	1,2	8,0***	2,5*	0,2	12,7***	1,3	1,0	11,5***	0,9
	2	1,6	8,2***	2,1°	2,3	12,8***	1,1	93,8***	7,9***	1,1
	4	7,9***	10,6***	1,7	0,0	13,4***	0,8	91,8***	2,3*	0,7
190	1	2,1	10,5***	0,9	8,9***	127,0***	3,2*	—	—	—
	2	4,7*	15,6***	1,6	0,9	72,1***	1,5	15,3***	0,5	1,6
	3	9,3***	8,1**	1,1	4,3*	41,6***	3,0°	79,4***	1,0	0,5
	4	14,6***	6,1*	1,7	9,8***	30,2***	2,8°	108,6***	0,4	0,2
	7	30,5***	1,3	0,7	—	—	—	133,0***	0,1	0,4

A = Maalaji — Soil type

B = Kylvömenetelmä — Method of sowing

C = Yhdysvaikutus — Interaction

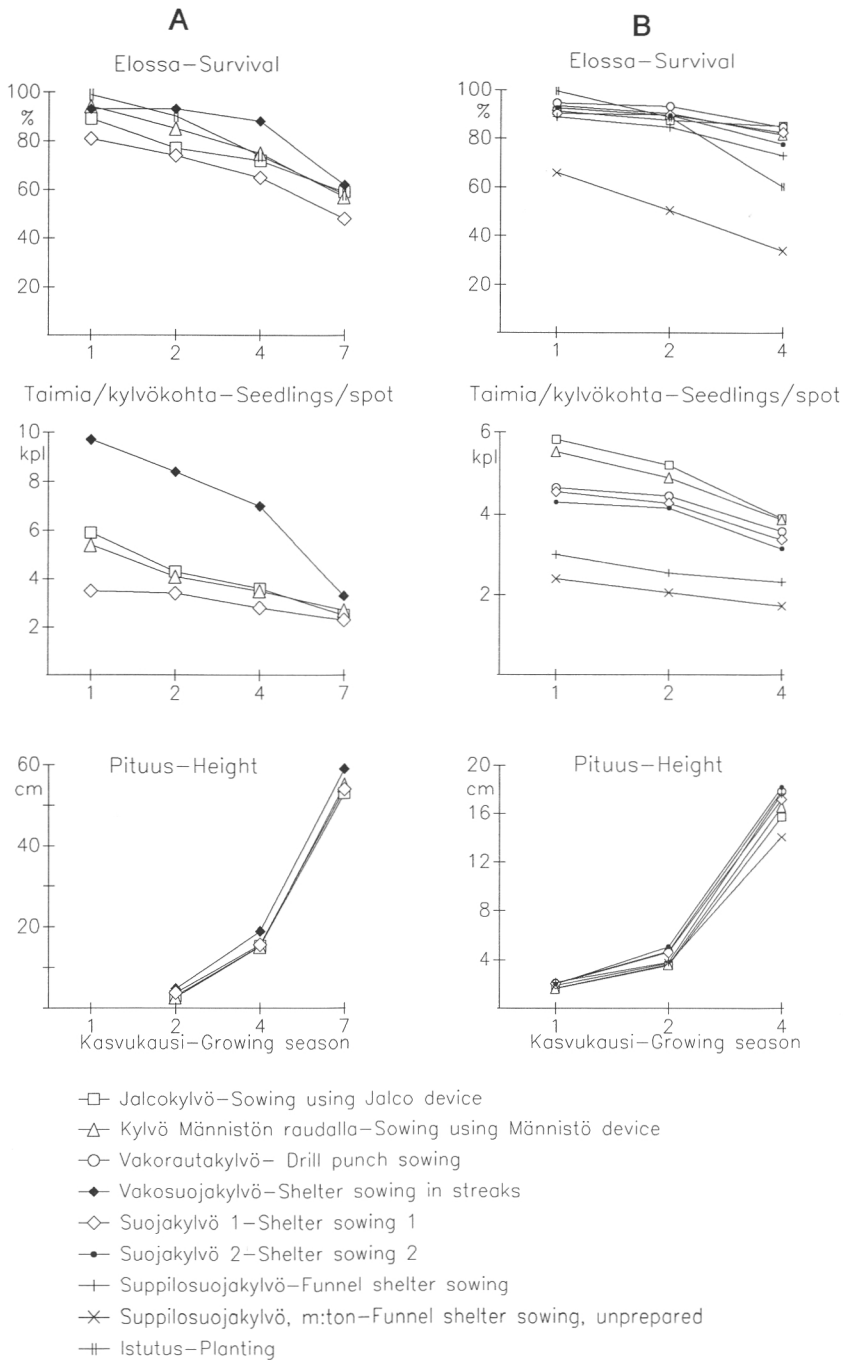
määrää. Kokeessa 205 kylvettiin 10 siementä suojakylvölaitteella, kun taas muissa kokeissa kylvettiin käsin 20 siementä/kylvökohta.

Taimien lukumäärä per kylvökohta oli vako-suojakylvössä suurin (koetta 205 lukuunottamatta). Suojakylvössä puolestaan oli vähiten taimia/kylvökohta. Jalcolla ja Männistön raudalla kylvettäessä taimimäärät olivat keskimäärin lähes samat. Taimimäärä pysyi varsin samana ensimmäisen ja seitsemännen kasvukauden välillä, vakosuojakylvöä lukuunottamatta, jonka aluksi suuri siemenmäärä laski lähes muiden tasolle. Taimien pituudessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kylvömenetelmien välillä (taulukko 4).

Vuosien 1986–87 kokeissa erilaisten vako- ja tavallisten suojakylvömenetelmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ellossaolossa (taulukko 4). Selvästi muita huonommin onnistui suppilosuojakylvö muokkaamattomalla alustalla (kuva 7 B). Toiseksi huonoin tulos saatiin istutuksella. Suppilosuojakylvö muokatulla alustalla onnistui niinkään kahdessa kokeessa tilas-

tollisesti merkitsevästi vako- ja suojakylvöä huonommin. Myös taimien lukumäärä per kylvökohta oli suppilosuojakylvössä alempi kuin muilla kylvömenetelmillä, joiden kesken ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Taimien pituudessa ei tässäkään koesarjassa ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Kuivuus ja vesieroosio olivat yleisimmät tunnistetuista tuhoaiheuttajista useimmissa kokeissa (liite 2 D). Hallavaurioita ei esiintynyt yhtä monissa kokeissa, mutta muutamissa kokeissa vaurioita oli runsaasti. Hirvivaurioita tavattiin eniten ensimmäisenä ja toisena kasvukautena. Niille oli tyypillistä, että niitä oli lähes kaikissa kokeissa, mutta koekohtainen osuus jäi vähäiseksi. Metson aiheuttamat vauriot keskittyivät neljänteen kasvukauteen, jolloin oli eniten myös versoruoste- ja hyönteisvaurioita. Männynversosurmaa alkoi esiintyä taimissa niinkään neljännestä kasvukaudesta lähtien. Pintakasvillisuus oli kuitenkin yleisin vaurionaiheuttaja neljäntenä kasvukautena.



Kuva 7. Taimellisten viljelykohtien osuus (=elossa), taimimäärä kylvökohtissa ja kylvötaimien pituus viljelymenetelmittäin ja kasvukausittain vako- ja suojakylvökokeissa.

A= Vuosina 1983-85 perustetut kokeet (194, 52, 200, 58, 205) B= Vuosina 1986-87 perustetut kokeet (63, 212, 217 a ja b)

Fig. 7. The proportion of restocked sowing spots (=survival), the number of trees per spot and the height of trees of sown origin per cultivation method and growing season in the furrow and shelter sowing experiments.

A= Experiments established in 1983-85 (194, 52, 200, 58, 205) B= Experiments established in 1986-87 (63, 212, 217 a and b)

63. Haja- ja ruutukylvö

Aineisto

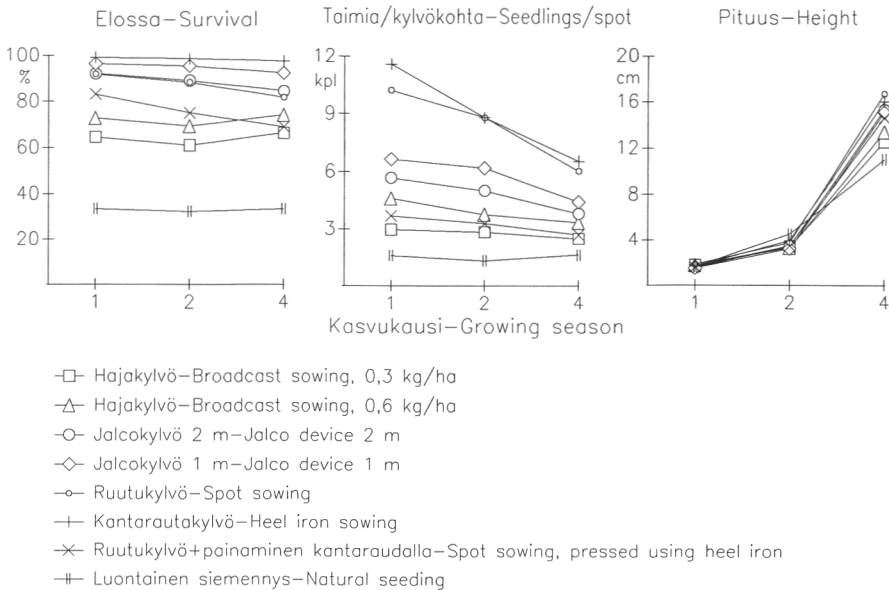
Kokeet perustettiin vuosina 1986–87, molempi-
na vuosina yksi sekä moreenille että lajittuneel-
le maalle. Vuoden 1986 kokeista puuttuivat
kantaraudakylvöt (käsittelyt 6 ja 7) ja vuoden
1987 kokeista Jalco-kylvö metrin välein. Koejär-
jestelynä oli lohkoittainen arvonta. Toistoja oli
neljä à 25 näytealaa kutakin käsittelyä. Näyte-
aloja oli kaikkiaan 2600. Siemen oli satakunta-
laista metsikkökeräyssiementä. Siementunnus oli
T3-82-54, siemenluokka B3 ja itävyys 87 %.

Käsittelyt:

1. Hajakylvö, 0,3 kg siementä/ha.
2. Hajakylvö, 0,6 kg siementä/ha.
3. Jalco-kylvö kahden metrin välein.
4. Jalco-kylvö metrin välein.
5. Ruutukylvö.
6. Kantaraudakylvö (1). Kylvö kantaraudalla tehtyihin painaumiin. Siemenet peitettiin ohuella maakerrok-
sella.
7. Kantaraudakylvö (2). Pintaan kylvetyt siemenet painettiin kantaraudalla maahan. Siemeniä ei peitetty.
8. Luontainen taimettuminen.

Hajakylvön onnistumisen tarkka selvittäminen
on työlästä, koska se edellyttää koko muokatun
alan tutkimista, eikä hajakylvössä ole mahdol-
lista erottaa, mitkä ovat luontaisia, mitkä kylvö-
taimia. Tämän takia hajakylvön tulosta selvitet-
tiin otantamenetelmällä. Kahden metrin välein
otettiin muokkausjäljestä 0,5 metrin mittainen
kaistanpätkä, josta tutkittiin, montako tainta si-
inä oli. Hajakylvön onnistumisen kuvaajana käy-
tettiin taimettuneiden kaistanpätkien osuutta
kaikkien tutkittujen kaistanpätkien määrästä.
Reunametsäsiemennys määritettiin samalla me-
netelmällä sellaisilta muokkauskaistoilta, joille
ei ollut tehty hajakylvöä.

Jalcolla kylvettiin sekä normaalisti kahden
metrin välein että kaksinkertaisella tiheydellä,
metrin välein muokkauskaistalle. Ruutukylvös-
sä kylvettiin kokeissa 64 ja 213 n. 30 siementä
sekä kokeissa 218 a ja b noin 20 siementä 30×30
cm:n suuruiselle alalle. Kokeissa 218 a ja b oli
mukana kaksi erilaista kantaraudakylvöä. Toi-
sessa menetelmässä kantaraudalla painettiin en-
sin jälki, sitten kylvettiin siemenet (n. 20 kpl/
kylvökohta) ja peitettiin kevyesti maalla. Toi-
sessa menetelmässä kylvettiin ensin siemenet
(20 kpl) ja kylvökohta painettiin sen jälkeen



Kuva 8. Taimellisten viljelykohtien osuus (=elossa), taimimäärä kylvökohtissa ja kylvötaimien
pituus viljelymenetelmittäin ja kasvukausittain hajakylvökokeissa (64, 213, 218 a ja b).

Fig. 8. The proportion of restocked sowing spots (survival), the number of trees per spot and the
height of trees of sown origin per cultivation method and growing season in the broadcast sowing
experiments (64, 213, 218 a and b).

Taulukko 5. Varianssianalyysin F-arvot ja erojen merkitsevyydet hajakylvökoikeissa.

Table 5. The analysis of variance F-values and significance levels of the differences in the broadcast sowing experiments.

Koe Exp.	Kasvu- kausi Growing season	Elossaolo — Survival			Taimimäärä — Seedlings/spot			Pituus — Height		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
64	1	18,8***	23,5***	3,2*	17,6***	23,6***	2,3°	9,4**	8,9***	3,4*
213	2	13,7***	27,5***	2,8*	11,7**	25,5***	2,5°	0,4	2,2°	0,3
	4	17,8***	38,7***	2,7*	2,8	15,1***	0,9	26,3***	5,1**	0,8
218	1	16,3***	17,3***	6,2***	25,5***	82,8***	12,2***	2,0	2,7*	1,5
	2	17,7***	17,0***	3,9**	27,3***	72,1***	13,0***	29,4***	1,7	1,0
	4	23,6***	27,3***	3,7**	12,4***	37,4***	7,5***	50,3***	5,5***	1,0

A = Maalaji — Soil type

B = Kylvömenetelmä — Method of sowing

C = Yhdysvaikutus — Interaction

kantarautadalla. Molemmissa menetelmissä kylvökohdan koko oli 20×10 cm (kaksi kantaraudan jälkeä vierekkäin).

Tulokset

Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että hajakylvön ja luontaisen taimettumisen tulokset eivät ole vertailukelpoisia muiden kylvömenetelmien kanssa, koska niille on ilmeisen mahdotonta kehittää yhteismitallista inventointimenetelmää. Tässä työssä käytetty menetelmä aliarvioi hajakylvön ja luontaisen taimettumisen tulosta, joten tarkastelu on syytä tehdä molemmille ryhmille erikseen.

Lähinnä jaksottaisen kylvön kanssa vertailukelpoinen otosyksikkö olisi kahden metrin kaista muokkausjälkeä. Hajakylvön tulokseen sisältyy kuitenkin jonkin verran myös luontaista taimettumista, joten pelkän hajakylvön tulosta ei voida erottaa. Luontaista taimettumista sisältynee vähäisessä määrin myös muiden kylvömenetelmien tulokseen vaihdellen sen mukaan, kuinka suuri kylvökohta on. Täten ruutukylvö sisältää enemmän luontaista taimettumista kuin vakokylvö. Todennäköisyystarkasteluun perustuen voidaan karkeasti päätellä, että hajakylvöllä päästiin yhtä hyvään tulokseen kuin parhaalla jaksottaisella kylvömenetelmällä.

Sekä Jalco- että ruutukylvö onnistuivat erittäin hyvin vuonna 1986 (kuva 8). Tulos ei huonontunut, vaikka Jalcolla kylvettiin metrin välein, joten suotuisia kylvökohtia löytyi näinkin tiheään kylvöön. Vuonna 1987 kylvö kantaraudan jälkeen onnistui parhaiten. Kylvökohdan painaminen kantaraudalla oli selvästi huonompi

menetelmä. Myös Jalco- ja ruutukylvö menesivät huonommin kuin kantaraudakylvö (1).

Hajakylvön tulos pysyi samana tai jopa parani ensimmäisestä neljanteen kasvukauteen mentäessä. Hajakylvön tulos oli lajittuneella maalla parempi kuin moreenilla, samoin kuin luontaisen taimettumisen. Maalajilla ja kylvömenetelmällä olikin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus (taulukko 5). Vuonna 1986 kaksinkertainen siemenmäärä paransi tulosta jonkin verran, vuonna 1987 siemenmäärä ei vaikuttanut tulokseen. Muuttamalla tulos hehtaariohtaiseksi hajakylvöllä saatiin 8000–16000 tainta/ha. Luontaisesti taimia syntyi 2000–8000 kpl/ha.

Ruutukylvön muita suurempi siemenmäärä vuoden 1986 kokeissa näkyi varsinkin alussa myös suurena taimimääränä/kylvökohta. Neljanteen kasvukauteen mennessä ero oli supistunut melkoisesti. Kantaraudakylvössä oli suurin taimimäärä vuonna 1987, mutta tässäkin ero tasoittui kylvösten ikääntyessä. Muiden kylvömenetelmien välillä ei ollut selvää systemaattista eroa.

Taimien pituuskehitys oli aluksi kaikilla menetelmillä lähes sama, mutta neljännen kasvukauden jälkeen oli havaittavissa, että hajakylvö- ja luontaiset taimet olivat hieman muita jäljessä. Syynä tähän lienee kylvötuppaissa syntyvä taimien välinen kilpailu.

Vesieroosio oli yleisin tunnistetuista tuhonaiheuttajista (liite 2 E). Sen aiheuttamat vauriot pysyivät samalla tasolla neljän ensimmäisen kasvukauden ajan. Hirven aiheuttamat vauriot olivat toisella sijalla kahden ensimmäisen kasvukauden ajan, mutta hävisivät lähes tyystin neljäntenä kasvukautena, jolloin taimiin ilmaantui uusia vikuuttajia kuten versoruoste, versosurma

ja tukkimiehentäi. Myös pintakasvillisuuden haitta lisääntyi voimakkaasti neljäntenä kasvukautena.

64. Käpykylvö

Aineisto

Kokeet perustettiin vuosina 1982–87. Koejärjestelyinä oli lohkoittainen arvonta. Toistoja oli viisi à 10 kylvökohtaa kutakin käsittelyä. Kylvökohtia oli kaikkiaan 3500. Siemen oli satakuntalaista metsikkökeräyssiementä. Siementunus oli T2-78-32 (vuosina 1982–85) ja T3-82-54 (1986–87). Siemenluokka oli B3 ja itävyys 96 % (1982), 90% (1983–84), 80 % (1985) sekä 87 % (1986–87). Kävyt olivat paikallista alkuperää. Ne kerättiin kulloisenkin vuoden käpysadosta, yleensä välittömästi ennen ensimmäistä kylvöajankohtaa, varastoiden myöhempien kylvöajankohdientarve kylmiöön.

Ensimmäinen käpykylvökoe perustettiin vuonna 1982 (koe 187). Kylvöajankohtia oli viisi, joista ensimmäinen toukokuun alussa ja viimeinen kesäkuun alussa. Kylvömenetelmiä oli kaikkiaan neljä, mutta kahta näistä (toista ja kolmatta) ei käytetty kaikkina kylvöajankohtina, vaan vuoroteltiin keskenään peräkkäisinä kylvöajankohtina. Kylvö tehtiin lautasauran jälkeen.

Kylvömenetelmät:

1. Käpykylvö. Yksi käpy/kylvökohta, jätettiin maan pinnalle.
2. Käpykylvö. Yksi käpy/kylvökohta, painettiin puoliiksi maahan.
3. Käpysuojakylvö. Yksi käpy/kylvökohta, päälle muovinen kylvösuoja.
4. Vakorautakylvö. Vako tehtiin vakoraudalla ja siemenet (20 kpl/kylvökohta) kylvettiin käsin.

Vuosina 1983 (koe 192) ja 1984 (koe 56) sekä kylvöajankohtia että kylvömenetelmiä oli kolme. Kylvöt tehtiin kahden viikon välein toukokuun alusta kesäkuun alkuun. Kylvömenetelmät olivat muuten samat kuin kokeessa 187, mutta menetelmä, jossa käpy painettiin maahan, jätettiin pois. Samoin vakorautakylvön sijasta käytettiin Männistön raudalla kylvöä vertailuna käpykylvölle. Kylvöalustana oli lautasauran jälki.

Vuosina 1985 (koe 61), 1986 (koe 211) ja 1987 (koe 216) oli myös kolme kylvöajankohdtaa kahden viikon välein. Kylvöt aloitettiin toukokuun puolivälissä ja lopetettiin kesäkuun puo-

livalissä. Kylvömenetelmät poikkesivat aiemmista vuosista siinä, että tulosta pyrittiin parantamaan lisäämällä käpyjen määrää.

Kylvömenetelmät:

1. Käpykylvö, kolme käpyä/kylvökohta
2. Käpyhajakylvö. Kylvettiin kolme käpyä kahden metrin matkalle. Tulos laskettiin kahdella tavalla:
 - a) tulos/yksi käpy ja
 - b) tulos/kolme käpyä, jolloin se on käpymenekin osalta vertailukelpoinen kylvömenetelmä yhden kanssa.
3. Käpysuojakylvö, kaksi käpyä/suoja.
4. Vakokylvö Männistön raudalla.

Kokeessa 211 oli näiden neljän menetelmän lisäksi:

5. Käpysuojakylvö, yksi käpy suppilosuojaan *muokatulla* alustalla.
6. Käpysuojakylvö, yksi käpy suppilosuojaan *muokkamattomalla* alustalla.

Tulokset

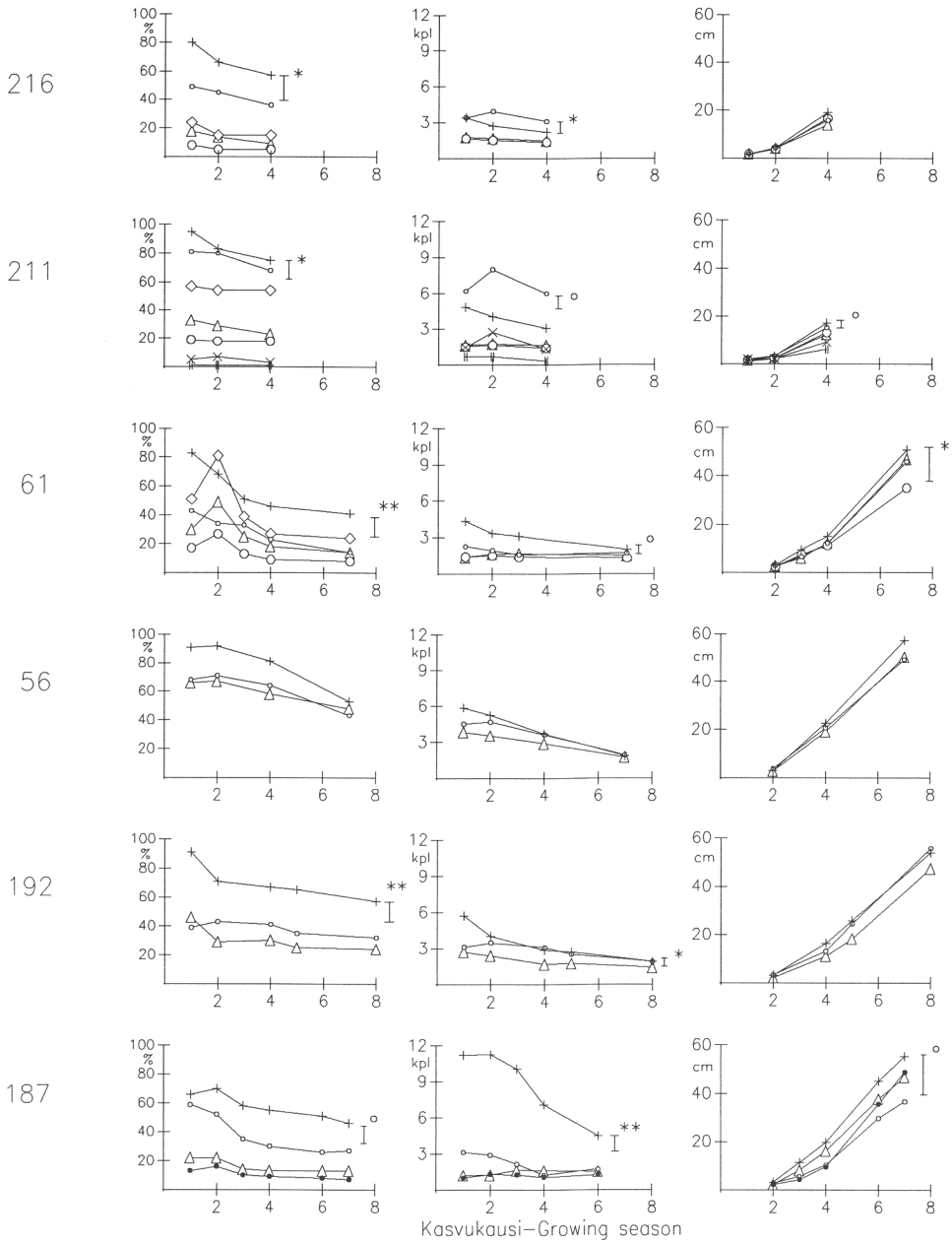
Kylvöajankohdalla (5.5.–2.6. välisenä aikana) ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta käpy- eikä vakorautakylvön onnistumiseen vuonna 1982 (taulukko 6). Käpykylvö, jossa käpy painettiin maahan, onnistui huonoimmin ja vakorautakylvö parhaiten (kuva 9). Muovisuojan käyttö paransi käpykylvön tulosta huomattavasti.

Vuonna 1983 käpykylvö ilman suojaa onnistui paremmin kuin edellisenä kesänä. Käpysuojakylvö onnistui vain hiukan paremmin kuin ilman suojaa. Vakorautakylvön (Männistön raudalla) tulos oli edelleen paras, eikä kylvöajankohdalla ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tulokseen, vaikka käpykylvön tulos vaihtelikin kylvöajankohdittain.

Ensimmäistä kylvöajankohtaa lukuunottamatta käpykylvö onnistui erittäin hyvin kesällä 1984. Muovisuoja paransi vain vähän tulosta. Vakorautakylvö onnistui kuitenkin edelleen parhaiten. Sekä kylvöajankohdalla että -menetelmällä oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus tulokseen.

Kolmen kävyn sijoittaminen samaan kylvö pisteeseen ei parantanut tulosta kolminkertaiseksi, vaan tehokkaampaa oli käpyjen kylvö yksitellen. Vuoden 1985 kokeessa kolmella yksitellen sijoitetulla kävyllä päästiin ilman suojaa samaan tulokseen kuin kahdella samaan suojaan

Koe—Exp. Elossa—Survival Taimia/kylvökohta—Seedlings/spot Pituus—Height



△ Käpykylvö—Cone sowing

○ Käpykylvö 0,7 m:n välein—Cone sow. at intervals of 0,7 m

◇ Edellinen x 3—As above but x 3

◐ Käpysuojakylvö—Shelter cone sowing

+ Vokorautakylvö—Drill punch sowing

× Käpykylvö suppilosuojaan—Funnel cone sowing

■ Edellinen muokkaamattomalla—As above but onto unprepared site

● Painettu käpykylvö—Cone sowing, pressed

Kuva 9. Taimellisten kylvökohtien osuus (=elossa), taimimäärä kylvökohtissa ja taimien pituus kylvömenetelmittäin ja kasvukausittain käpykylvökokeissa (187, 192, 56, 61, 211 ja 216).

Fig. 9. The proportion of restocked sowing spots (survival), the number of trees per sowing spots and their height per sowing method and growing season in the cone sowing experiments (187, 192, 56, 61, 211 and 216).

Taulukko 6. Varianssianalyysin F-arvot ja erojen merkitsevyydet käpykylvökokeissa.
 Table 6. The analysis of variance F-values and significance levels of the differences in the cone sowing experiments.

Koe Exp.	Kasvu- kausi Growing season	Elossaolo — Survival			Taimimäärä — Seedlings/spot			Pituus — Height		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
187	1	0,2	19,6***	1,6	3,8°	30,0***	2,0	—	—	—
	2	3,4°	18,4***	0,1	3,9°	19,5***	2,3	4,6*	5,4*	0,9
	3	2,2	14,4***	0,5	1,7	13,5***	1,7	0,6	25,1***	0,7
	4	2,7	14,9***	0,5	0,2	14,3***	0,1	3,3°	7,5**	0,5
	6	1,0	14,8***	0,1	0,0	9,0**	0,2	5,4*	5,3*	0,3
	7	0,9	11,7***	0,0	—	—	—	5,4*	4,0*	0,3
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
192	1	0,0	44,9***	0,2	0,4	15,5***	1,5	—	—	—
	2	2,4	29,5***	0,6	0,8	5,1*	0,2	2,1	7,4**	1,6
	4	0,5	21,2***	0,6	2,3	7,5**	1,9	1,8	4,6*	0,8
	5	1,2	22,3***	0,6	0,2	4,8*	0,8	3,2°	4,8*	1,2
	8	1,5	17,1***	0,3	1,5	2,9°	0,9	3,2°	1,5	0,3
56	1	7,9**	14,7***	2,1	2,0	6,8**	2,6°	—	—	—
	2	3,1°	10,5***	1,2	2,7°	5,0*	2,7*	0,1	12,1***	0,6
	4	3,4*	8,2**	2,3	1,8	2,5°	1,7	1,0	1,2	1,0
	7	0,6	1,3	0,6	1,1	0,2	0,4	1,4	1,2	1,9
61	1	3,8*	48,0***	0,3	0,7	30,1***	0,9	—	—	—
	2	2,1	11,8***	0,5	1,7	20,7***	1,9	2,8°	2,4°	1,8
	3	4,5*	11,7***	1,3	1,6	21,0***	0,7	1,2	13,2*	1,8
	4	5,8**	16,9***	1,1	—	—	—	1,0	1,3	0,6
211	1	1,4	143,1***	0,4	1,0	40,0***	0,6	3,2*	5,0**	1,2
	2	1,2	107,6***	0,3	1,4	54,4***	1,5	1,7	7,0***	0,6
	4	0,4	106,9***	0,6	1,6	26,0***	0,9	1,4	5,2**	0,8
216	1	2,0	40,6***	0,1	1,2	6,7***	1,7	3,3*	0,3	1,0
	2	0,9	24,6***	0,2	0,8	4,4*	1,3	0,2	0,4	1,3
	4	0,6	23,2***	0,1	0,5	5,9**	1,4	0,7	1,7	1,7

A = Kylvöajankohta — Date of sowing

B = Kylvömenetelmä — Method of sowing

C = Yhdysvaikutus — Interaction

sijoitetulla kävyllä. Vuosina 1986 ja 1987 käpysuojakylvön tulos oli selvästi parempi kuin käpykylvön ilman suojaa. Pelkästään vuonna 1986 kokeiltu ruotsalainen muokkaamattomalle alustalle tarkoitettu suojatyyppi (suppilo) ei soveltunut käpysuojakylvöön muokatulle eikä muokkaamattomalle alustalle. Vuonna 1985 perustetussa kokeessa sekä kylvöajankohdalla että -menetelmällä oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus, vuosina 1986 ja 1987 vain kylvömenetelmällä oli vaikutusta onnistumiseen.

Vakorauta- ja käpysuojakylvössä oli yleensä jonkin verran enemmän taimia per kylvökohta kuin muissa kylvöissä. Ero kuitenkin tasoittui ajan kuluessa, mutta oli tilastollisesti merkitsevä useimmissa kokeissa vielä viimeisessä inventoinnissa. Taimien pituudessa oli tilastollisesti merkitsevää eroa vain kahdessa kokeessa, eikä näissäkään ollut systemaattista eroa kylvö-

menetelmien välillä. Eri menetelmin kylvetyt taimet kasvoivat siis suunnilleen samalla nopeudella.

Kuivuus oli pahin haitta ensimmäisen kasvukauden aikana, vesieroosion ollessa toisella sijalla tunnistetuista tuhonaiheuttajista (liite 2 G). Hirvituhoja esiintyi jossain määrin useimmissa kokeissa. Pääosasta tyhjäksi jääneistä kylvöpis- teistä ei voitu sanoa, mikä oli syynä taimettumatta jäämiseen. Toisena kasvukautena yhdellä kokeella (192) oli paljon hallatuhvoja ja yhdellä kokeella (187) taimet kärsivät yleisesti kuivuudesta. Pintakasvillisuuden haittaa alkoi esiintyä lähes kaikilla kokeilla. Muita tunnistettuja tuhonaiheuttajia oli vähän. Kolmantena kasvukautena halla ja pintakasvillisuus olivat niinkään yleisimmät tuhonaiheuttajat. Neljäntenä kasvukautena pintakasvillisuuden haitta taimille oli suurimmillaan ja muitten tunnistettujen tuhon-

aiheuttajien osuus oli vähäinen. Tästä eteenpäin pintakasvillisuuden haitta alkoi vähetä. Männyn versosurma tuli mukaan uutena tuhonaiheuttajana seitsemäntenä ja kahdeksantena kasvukautena.

65. Eri kylvömenetelmät

Aineisto

Vuosina 1988–90 perustettiin kolmen kokeen sarja (yksi kunakin vuonna), jossa verrattiin yhdeksää kylvömenetelmää keskenään. Lisäksi mukana vertailussa olivat istutus ja reunametsäsiemennys. Koejärjestelynä oli lohkoittainen arvonta. Toistoja oli neljä à 25 näytepistettä kutakin käsittelyä. Kylvön ja luontaisen taimettumisen näytepisteitä oli yhteensä 3000 ja istutus-taimia 300. Siemen oli vuonna 1988 satakunta-laista metsikkökeräyssiementä, jonka siementunnus oli T3-82-54, siemenluokka B3 ja itävyys 87 %. Vuosina 1989–90 siemen oli peräisin Itä-Suomesta. Sen siementunnus oli T3-81-37, siemenluokka B3 ja itävyys 81 %.

Käsittelyt:

1. Jaksoittainen kylvö Jalcolla. Kahden metrin välein 30 cm:n mittainen vako, johon kylvettiin n. 20 siementä.
2. Yhtenäinen Jalco-kylvö. Inventointi tehtiin systemaattisesti kahden metrin välein otetuista 30 cm:n mittaisista näytealoista (20 siementä).
3. Suojakylvö kantaraudalla tehtyyn jälkeen, 10 siementä.
4. Kantarautakylvö. Kylvö kantaraudan jälkeen suojakylvölaiteella ilman suojaa, 10 siementä.
5. Vakorautakylvö, 20 siementä.
6. Viirukylvö puukepillä tehtyyn viiruun, 20 siementä.
7. Käpykylvö, yksi käpy/kylvökohta.
8. Suppilosuojakylvö muokkaamattomalle alustalle, 10 siementä.
9. Hajakylvö 0,4 kg siementä/ha. Inventointi tehtiin systemaattisesti kahden metrin välein otetuista 50 cm:n mittaisista näytealoista (10 siementä).
10. Luontainen siemennys, inventointi kuten edellä.
11. Istutus (1 Mv, kuutiopaakku).

Jalcolla kylvettiin sekä jaksottaisesti että yhtenäistä kylvövakoa tehden. Molemmista käytettiin samaa säätöaukkoa (halkaisija 4,5 mm), joten siemenmenekki yhtenäisessä kylvössä oli moninkertainen jaksottaiseen kylvöön verrattuna riippuen siitä kuinka yhtenäinen muokkausjälki oli. Kohdat, joissa ei ollut paljastunut kivennäismaata tai maatonutusta humusta tahi oli

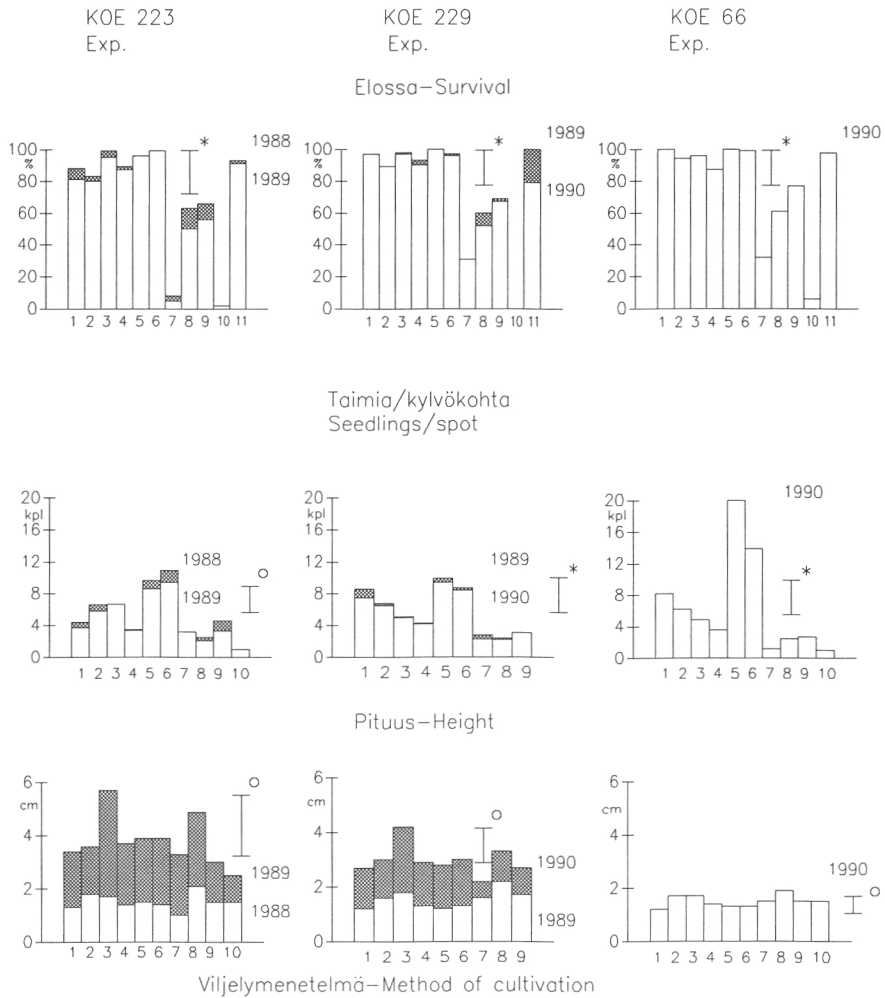
muu este (kanto, kivi), jätettiin nimittäin kylvämättä. Jos inventoitaessa näyteala osui tällaiseen kylvökelpottomaan kohtaan, se siirrettiin lähimpään kylvökelpoiseen kohtaan muokkauskaistalla.

Tulokset

Taimettuminen ja taimien elossapysyminen kahden ensimmäisen kasvukauden ajan oli hyvin samankaltainen kaikissa kokeissa (kuva 10). Jalco-, kantarauta-, vakorauta- ja viirukylvön sekä istutuksen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Huonoiten onnistui käpykylvö. Suppilosuojakylvö muokkaamattomalle alustalle onnistui jonkin verran paremmin kuin aiemmissa kokeissa, mutta kuitenkin selvästi huonommin kuin em. vako- ja ruutukylvöt. Hajakylvön tulosta ei voida verrata muihin kylvömenetelmiin. Todennäköisyystarkastelun avulla voidaan kuitenkin päätellä hajakylvön johtaneen yhtä hyvään tulokseen kuin parhaat muista menetelmistä, yhtenäistä Jalco-kylvöä lukuunottamatta, jossa puolestaan käytettiin enemmän siementä kuin hajakylvössä. Luontainen siemennys oli näissä kokeissa vähäistä, joten hajakylvöstä saatiin nyt oikeampi tulos kuin aiemmista kokeista, joissa reunametsäsiemennyksellä oli paljon suurempi merkitys.

Eniten taimia per kylvökohta (tai näyteala) oli vakorauta- ja viirukylvössä, joissa siemenet annosteltiin käsin. Todennäköisesti näihin käsittelyihin tuli kylvettäessä enemmän siementä kuin muihin, mikä suurelta osin selittää eron. Muiden kylvömenetelmien välillä ei yleensä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Käpy- ja suppilosuojakylvössä oli vähiten taimia per kylvökohta. Kantaraudan jälkeen tehdyssä suojakylvössä ja suppilosuojakylvössä taimet kasvoivat nopeimmin. Muuten erot kylvömenetelmien välillä jäivät vähäisiksi. Kaikkien kylvötaimien pituuskehitys kahden ensimmäisen kasvukauden aikana oli hidasta.

Vesieroosio oli yleisin tunnistetuista tuhonaiheuttajista (liite 2 F). Toisena kasvukautena pintakasvillisuus nousi toiseksi yleisimmäksi tuhonaiheuttajaksi. Hirvituhoja esiintyi kaikissa kokeissa molempina kasvukausina, muttei kovin runsaasti.



Kuva 10. Taimellisten viljelykohtien (tai näytealojen) osuus (=elossa), niiden taimimäärä ja taimien pituus menetelmittäin ja kasvukausittain eri kylvömenetelmäkokeissa (223, 229 ja 66).

Fig. 10. The proportion of restocked sowing spots (or sample plots), the number of trees per sample plot and their height per method and growing season in the different sowing method experiments (223, 229 and 66).

- 1=Jaksottainen Jalco-kylvö – Intermittant Jalco sowing
- 2=Yhtenäinen Jalco-kylvö – Jalco sow. in continuous furrows
- 3=Kantarauta+suojak. – Heel iron+shelter sowing
- 4=Kantarautakylvö – Heel iron sowing
- 5=Vakorautakylvö – Drill punch sowing
- 6=Viirukylvö – Streak sowing
- 7=Käpykylvö – Cone sowing
- 8=Suppilosuojakylvö, m:ton – Funnel shelter sow., unprepared
- 9=Hajakylvö – Broadcast sowing, 0,4 kg/ha
- 10=Luont. siem. – Natural seeding
- 11=Istutus – Planting

7. Tulosten tarkastelu

Erilaiset sääolot ja kasvupaikkavaihtelu aiheuttivat suurta vaihtelua tuloksiin. Tarkastelukauden osui poikkeuksellisen ankara kesähalla, joka ilmeisesti lisäsi satunnaisvaihtelua aiheuttaen sen, että vasta suuret erot muodostuivat tilastollisesti merkitseviksi. Tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin vetää joitakin pääsuuntaviivoja kylvöalustan vaikutuksesta onnistumiseen:

1. Kivennäismaa oli parempi kylvöalusta kuin humus.
2. Lajittuneella maalla kivennäismaa oli myös parempi peittomateriaali kuin humus, moreenilla ei ollut eroa.
3. Humukseen kylvö onnistui kohtalaisesti, jos siemenet peitettiin, mieluiten kivennäismaalla.
4. Kivennäismaahan, jyrkkäreunaiseen vakoon kylvö onnistui kohtuullisesti ilman erillistä peittoa.

Kivennäismaan paremmuus kylvöalustana selittyy paremmilla kosteusoloilla. Etenkin karkean kivennäismaan päällä humus on alttiina kuivumiselle, hienorakeisen maan päällä humus säilyttää paremmin kosteutensa. Osaltaan humuksen kuivumisalttiutta lisää yksinkertaisesti sijainti kivennäismaapintaa korkeammalla. Hagner ym. (1987) havaitsivat, että paras kylvöalusta oli kivennäismaan ja humuksen sekoitus. Myös siementen sijoittaminen painaumiin parantaa kylvön onnistumista (Stefansson 1966, Bergsten 1988).

Siementen peittämisellä on kaksi päävaikutusta taimettumiseen. Peitto suoja siemeniä siemensyöjiltä (Heikkilä 1977) ja tasoittaa siementen ja sirkkataimien lähiympäristön lämpö- ja kosteusoloja. Peittoaine pysäyttää veden kapillaarisen nousun pintaan, jolloin haihdunta jää vähäisemmäksi. Kivennäismaan paremmuus peittoaineena humukseen verrattuna perustuu siihen, että se sitoo vähemmän vettä, päästäen sen vajoamaan syvemmälle, jolloin pintaan muodostuu nopeammin haihduntaa ehkäisevä kerros.

Toukokuun puoliväli oli selvästi paras ja lokakuun puoliväli huonoin kylvöajankohta. Vaikka aiemmin on yksittäisissä kokeissa saatu melko hyviä tuloksia syyskylvöstä (Kinnunen 1982), on kylvö käytännössä syytä ajoittaa keväeseen. Kesäkuun puoliväli oli vielä kohtalaisen luotettava kylvöajankohta, mutta heinäkuun puoliväli oli jo selvästi epävarma kylvöajankoh-

ta. Tulos on yhdenmukainen aiempien suomalaisten tutkimustulosten kanssa. Ruotsissa on saatu myös erilaisia tuloksia. Keski-Ruotsissa kylvökautta voidaan Frykin (1979) mukaan jatkaa jopa heinäkuun loppupuolelle. Hagner ym. (1987) saivat eri vuosina vaihtelevia tuloksia; kahtena vuonna neljästä kylvö onnistui parhaiten kesäkuun lopulla, yhtenä kesäkuun alussa ja niinikään yhtenä puolivälissä kesäkuuta.

Laikutus ja lautasauraus sopivat suhteellisesti paremmin kylvöön kuin istutukseen, auras puolestaan paremmin istutukseen kuin kylvöön (Pohjola & Pohjola 1985). Tässä tutkimuksessa muokkaustavalla oli vain vähäinen vaikutus kylvön onnistumiseen. Kylvö onnistui lähes yhtä hyvin laikutetulla, lautasauratulla ja mätästetyllä alustalla. Samanlaisia tuloksia männyn osalta on saanut Kinnunen (1990). Kuusen ja koivun kylvö sen sijaan onnistui paremmin lautasauran jäljessä kuin mättäillä.

Suojakylvö on yleensä onnistunut paremmin kuin avokylvö (Lähde 1974, 1979, Lähde & Mutka 1974, Lähde & Tuohisaari 1976). Joitakin päinvastaisiakin tuloksia on saatu (Kinnunen 1977, Savilampi 1978), mutta syynä lienee ollut erilainen suojatyypin ja alhaisempi siemenmäärä suojakylvössä. Pohjois-Norjassa suojakylvö onnistui parhaiten, avokylvöllä saatiin vaihtelevia tuloksia ja suppilosoijakylvö onnistui huonoimmin (Bergan & Eide 1988). Suojakylvön edut näyttävät olevan suuremmat pohjoiseen siirryttäessä, mikä onkin luonnollista, koska suoja lisää lämpösomaa.

Suoja-, samoin kuin avokylvönkin tulosta parantaa jonkin verran siemenen painaminen maahan (Yli-Vakkuri & Räsänen 1971, Kinnunen 1982). Kun siementä ei ole painettu maahan, suojakylvön tulos on ollut samaa luokkaa kuin avokylvössä (Savilampi 1981, Kinnunen 1982). Avokylvössä käytettiin tällöin noin kaksinkertaista siemenmäärää. Suojakylvössä voidaan käyttää vähemmän siementä (esim. Saksa & Lähde 1982) kuin avokylvössä, mutta suoja- ja työ- kustannukset nostavat suojakylvön kokonaiskustannukset korkeammiksi kuin avokylvön. Tässä tutkimuksessa avo- ja suojakylvöllä päästiin keskimäärin samaan tulokseen, kun avokylvössä käytettiin noin kaksinkertaista siemenmäärää suojakylvöön verrattuna.

Suppilosuojakylvöllä päästiin parhaaseen tulokseen (84 % kahden kasvukauden jälkeen), kun 3–5 cm suppilosuojasta oli pintakasvillisuuden ja hakkuutähteiden yläpuolella, muutoin onnistuminen oli 50 % (Solbraa 1982). Kokeet sijaitsivat Norjassa eri leveysasteilla ja kasvupaikkatyypeillä. Tässä tutkimuksessa suppilosuojakylvöllä saatiin erittäin huonoja tuloksia (muokkaamattomalla alustalla). Voi olla, että kylvösyvyyden valinnassa ei onnistuttu parhaalla mahdollisella tavalla, mutta voidaan olettaa, että käytännön työssä ei päästä ainakaan parempaan tulokseen, joten menetelmää ei voida suositella käytäntöön. Suppilosuojakylvö onnistui paremmin muokatulla alustalla (jonne sitä ei ole tarkoitettu) kuin muokkaamattomalla.

Lapissa hajakylvö onnistui parhaiten kesäkuussa. Paras taimettumisalusta oli kivennäismaa, huonoin humus (Pohtila & Pohjola 1985). Mäntyvaltaisilla kasvupaikoilla siementä tarvittiin 0,5–1 kg/ha, kuusivaltaisilla 2–6 kg/ha. Täysmuokatuilla mailla siementarve oli puolta pienempi. Tässä tutkimuksessa päästiin pienehköllä siemenmäärällä (0,3–0,4 kg/ha) tyydyttävään tulokseen. Kylvö tehtiin pelkästään muokkausjälkeen, joten tulos on yhdenmukainen em. tutkimuksen mäntyvaltaisten alojen kanssa, jollaisia tämän tutkimuksen hajakylvöalat olivat. Hagner ym. (1987) suosittelivat kylvettäväksi 18,5 itävää siementä metriä kohti lautasauran jälkeen, joka hehtaarikohtaiseksi muutettuna osuu hyvin samaan tässä tutkimuksessa käytetyn siemen-

määrän kanssa. Suuntaamalla kylvö vain paljastuneeseen kivennäismaahan, voitaisiin siemenmäärää Hagnerin ym. (1987) mukaan huomattavasti alentaa.

Aiemmista käpykylvöä käsitelleistä julkaisuista (Burkhard 1876, Orlov 1895, Kuzmin 1977) ei käy ilmi, millaisilla käpymäärillä, saatuihin hyviin tuloksiin päästiin. Ilmeistä on, että niissä käytettiin enemmän käpyä kuin tässä tutkimuksessa. Nyt saadut tulokset osoittavat, että vuosien välinen vaihtelu on käpykylvössä suurta. Parhaimmillaan käpykylvössä päästiin liki samaan taimettumiseen samalla siemenmäärällä kuin tavallisessa vakorautakylvössä, huonoimpana vuonna käpykylvössä olisi tarvittu kymmenkertainen siemenmäärä samaan tulokseen pääsemiseksi. Olettaen, että kuusi tutkimusvuotta antavat riittävän oikean kuvan vuosien välisestä vaihtelusta, voidaan päätellä, että käpykylvössä pitäisi kylvää 2,5 käpyä juoksumetrille lautasauran jälkeä, jotta päästäisiin samaan tulokseen kuin tavallisessa vakorautakylvössä, jossa kylvetään 0,2 kg siementä hehtaarille. Suojan käyttö paransi ja ennenkaikkea tasoitti käpykylvönkin tulosta. Karkeiksi suhdeluvuiksi saatiin käpysuojakylvölle kolme ja tavalliselle käpykylvölle viisi, kun vakorautakylvön siemenmäärälle annettiin suhdeluku yksi. Kustannusvertailussa käpysuojakylvö hävinnee kuitenkin tavalliselle käpykylvölle suhteellisen korkeitten suojakustannusten takia.

8. Yhdistelmä

Tutkimusaineisto käsitti kaikkiaan 27300 kylvökohtaa (tai näytealaa) ja 2800 istutustainta jakautuneena 46 kokeeseen, jotka sijaitsivat suppealla alueella Pohjois-Satakunnassa (P 62°00'–62°10', I 22°40'–22°50') korkeuden merenpinnasta vaihdellessa 150–170 metriin. Koealueet jakautuivat melko tasaisesti kolmen yleisimmän metsätyypin (mustikka-, puolukka- ja kanervatyypin) kesken. Koealueet sijoittuivat edustamansa metsätyypin karuhkoon osaan. Maalajin päälalajite oli hiekka, jonka lisämäärteenä hieta ja sora esiintyivät lähes yhtä usein. Hieta oli päälalajite vain kahdella ja sora yhdellä kokeella. Kaksi kolmannelta kokeista sijaitsi moreeni- maalla, kolmasosa lajittuneella maalla. Samaten kaksi kolmasosa kokeista oli kivisiä, loput vähäkivisiä. Humuksen paksuus vaihteli välillä 1,0–

9,3 senttimetriä, keskiarvon ollessa 4,6 senttimetriä.

Kylvöalustakokeet perustettiin vuosina 1981–1984 ja *kylvöajankohtakokeet* vuosina 1983–1985. *Kylvömenetelmäkokeita* perustettiin koko tutkimusjakson ajan. Päätavoitteensa mukaan ne jaettiin viiteen koesarjaan: *Maanmuokkauksen ja kylvömenetelmän* suhdetta selvittävät kokeet perustettiin vuosina 1981–1982, *vako- ja suoja-* *kylvöön* keskittyvät kokeet vuosina 1982–1987, *haja- ja ruutukylvökokeet* vuosina 1986–1987 ja *käpykylvökokeet* vuosina 1982–1987. Vuosina 1988–1990 *erilaiset kylvömenetelmät* koottiin samaan koesarjaan.

Kylvön onnistuminen

Kylvö onnistui lajittuneella maalla keskimäärin paremmin kuin moreeni- ja jalco- maalla. Eron tilastollinen merkitsevyys yleensä pieneni kasvukausien lisääntyessä. Kylvö kivennäismaahan kivennäismaalla peitettynä onnistui keskimäärin parhaiten ja Jalco-kylvö humukseen onnistui moreenilla paremmin kuin lajittuneella maalla. Kivennäismaa oli parempi kylvöalusta kuin humus. Lajittuneella maalla kivennäismaa oli myös parempi peitto- materiaali kuin humus, moreenilla ei ollut eroa.

Maatunneeseen humukseen kylvö onnistui melko hyvin, jos siemenet peitettiin, mieluiten kivennäismaalla. Kivennäismaahan, jyrkkäreunaiseen vakoön kylvö onnistui kohtalaisen hyvin ilman erillistä peittoa.

Toukokuun puoliväli oli selvästi paras ja lokakuun puoliväli huonoin kylvöajankohta. Kesäkuun puoliväli oli vielä kohtalaisen luotettava, mutta heinäkuun puoliväli jo selvästi epävarma kylvöajankohta. Kylvösyvyydellä (1,5 ja 3,0 cm) oli vähäinen vaikutus tulokseen, siten, että lajittuneella maalla syvä kylvö oli parempi ja muremilla matala.

Maanmuokkaus- ja viljelymenetelmäkokeissa viljelytavalla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus taimien syntyyn ja elossapysymiseen. Mätästyksen ja lautasaurauksen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero lajittuneella maalla vain kolmannen kasvukauden jälkeen. Tavallisen ja tiheän lautasaurauksen välillä tilastollisesti merkitsevä ero oli vain toisen kasvukauden jälkeen. Istutus ja vakosuojakylvö onnistuivat tiheään lautasauratulla maalla paremmin kuin tavallisella lautasaurauksella. Muut kylvömenetelmät onnistuivat tavallisella lautasaurauksella yhtä hyvin tai paremmin kuin tiheään lautasauratulla. Muokkauksella oli suurin vaikutus Jalco-kylvön onnistumiseen. Se onnistui selvästi paremmin lautasauratulla kuin mätästetyllä alustalla, samoin kuin suojakylvö. Ruutukylvö puolestaan onnistui mätästetyllä paremmin kuin lautasauratulla.

Aluksi tavallisen vakorautakylvön onnistuminen oli tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin Männistön raudalla kylvön. Seitsemännen kasvukauden jälkeen menetelmillä ei kuitenkaan ollut enää tilastollisesti merkitsevää eroa, vaikka kolmella neljästä kokeesta vakorautakylvön tulos oli edelleen parempi.

Vuosien 1983–85 kokeissa suojakylvö onnistui keskimäärin huonoimmin. Muiden menetelmien paremmuusjärjestys vaihteli kokeittain. Is-

tutuksen tulos oli ensimmäisen kasvukauden jälkeen paras, mutta neljännen kasvukauden jälkeen enää keskitasoa, yhdessä Jalcolla ja Männistön raudalla kylvön kanssa. Vuoden 1983 kokeissa viljelymenetelmien väliset erot olivat suurimmat ja vuoden 1985 kokeessa pienimmät.

Vuosien 1986–87 kokeissa vako- ja tavallisen suojakylvömenetelmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Selvästi muita huonommin onnistui suppilosuojakylvö muokkaamattomalla alustalla. Toiseksi huonoin tulos saatiin istutuksella. Suppilosuojakylvö onnistui niinkään muita kylvömenetelmiä huonommin myös muokatulla alustalla.

Hajakylvön tulos pysyi samana tai jopa parani ensimmäisestä neljänteen kasvukauteen mennessä. Hajakylvön tulos oli lajittuneella maalla parempi kuin moreenilla, samoin kuin luontaisen taimettumisen. Maalajilla ja kylvömenetelmällä olikin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus. Vuonna 1986 kaksinkertainen siemenmäärä paransi tulosta jonkin verran, vuonna 1987 siemenmäärä ei vaikuttanut tulokseen. Muuttamalla tulos hehtaarikohtaiseksi hajakylvöllä saatiin 8000–16000 tainta/ha. Luontaisesti taimia syntyi 2000–8000 kpl/ha. Sekä Jalco- että ruutukylvö onnistuivat erittäin hyvin vuonna 1986. Vuonna 1987 kantarautakylvö onnistui paremmin kuin Jalco- ja ruutukylvö.

Käpykylvössä vuosien välinen vaihtelu oli suurta. Parhaimmillaan käpykylvössä päästiin liki samaan taimettumiseen samalla siemenmäärällä kuin tavallisessa vakorautakylvössä, huonoimpana vuonna käpykylvössä olisi tarvittu kymmenkertainen siemenmäärä samaan tulokseen pääsemiseksi. Olettaen, että kuusi tutkimusvuotta antavat riittävän oikean kuvan vuosien välisestä vaihtelusta, voidaan päätellä, että käpykylvössä pitäisi kylvää 2,5 käpyä juoksumetrille lautasauran jälkeen, jotta päästäisiin samaan tulokseen kuin tavallisessa vakorautakylvössä, jossa kylvetään 0,2 kg siementä hehtaarille. Suojan käyttö paransi ja ennen kaikkea tasoitti käpykylvönkin tulosta. Karkeiksi suhdeluviiksi saatiin käpysuojakylvölle kolme ja tavalliselle käpykylvölle viisi, kun vakorautakylvön siemenmäärälle annettiin suhdeluku yksi.

Taimettuminen ja taimien elossapysyminen kahden ensimmäisen kasvukauden ajan oli hyvin samankaltainen kaikissa vuosien 1988–90 kokeissa. Jalco-, kantarauta-, vakorauta- ja viirikylvön sekä istutuksen kesken ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Huonoiten onnistui käpykylvö. Suppilosuojakylvö muokkaamattomal-

le onnistui jonkin verran paremmin kuin aiemmissa kokeissa, mutta kuitenkin selvästi huomattavasti vako- ja kantarautakylvö. Luontainen taimettuminen oli vähäistä (alle 1000 tainta hehtaarilla).

Pituuskehitys

Taimien pituuskehitys kylvöalustakokeissa oli hidas sekä lajittuneella että moreenimaalla. Taimien ja taimiaineksen rajana yleisesti pidetyn 10 cm:n rajan taimet saavuttivat vasta 3–5 vuoden iällä. Toisen kasvukauden jälkeen kylvömenetelmällä oli vain vähäinen vaikutus taimien pituuteen. Myöhemmin kylvömenetelmien välille alkoi syntyä melko suuriakin eroja. Vakorauhdalla kivennäismaahan kylvetyissä kivennäismaalla peitetyissä kylvökohdissa taimet kehittivät useimmissa kokeissa nopeimmin.

Kylvöajankohdalla oli suoraviivainen vaikutus pituuskehitykseen; mitä aiemmin kylvö tehtiin sitä pidemmiksi taimet kasvoivat. Tämä selittyy yksinkertaisesti sillä, että aiempien kylvöerien taimien kasvuaikana kertyi enemmän lämpösomaa kuin myöhempien.

Kylvömenetelmä- ja muokkauksokokeissa kylvömenetelmällä ei ollut selvää systemaattista vaikutusta taimien pituuskehitykseen, sen sijaan koalueiden välillä saattoi olla hyvinkin suuria eroja, jotka aiheutuivat esimerkiksi tuhoista. Muissakaan kokeissa kylvömenetelmällä ei ollut selvää systemaattista vaikutusta pituuskehitykseen.

Taimet kasvoivat parhaiten mättäillä. Samoin tiheä (kaksinkertainen tiheys) lautasauraus edisti pituuskehitystä. Laikutuksen ja lautasaurauksen välillä oli vain pieni ero lautasaurauksen hyväksi.

Kirjallisuus — References

- Aaltonen, T. 1917. Lapin kruununmetsien hoidosta. *Acta Forestalia Fennica* 7: 245–262.
- Baur, F. 1875. Untersuchungen über die Tiefe der Bedeckung der wichtigsten Waldsamen bei Saaten. *Mitteilungen der K. württembergische forstliche Versuchsanstalt. Hohenheim* 1875.
- Bergan, J. & Eide, T. 1988. Beskyttet såing som förnygelsesmetode på våre nordlige brettegrader. Summary: Protected sowing as a regeneration method at northern latitudes in Norway. Rapport, Norsk Institutt for Skogforskning, no 3. 20 s.
- Bergsten, U. 1988. Pyramidal indentations as a microsite preparation for direct seeding of *Pinus sylvestris* L. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 493–503.
- Blomgren, Y. 1952. Tuomarniemen metsänviljelytöistä ja niiden tuloksista. Referat: Waldkulturarbeiten und ihre Erfolge im Revier Tuomarniemi. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(28). 15 s.
- Burkhard, 1876. Metsän kylvö ja istutus. Pietari.
- Bühler. 1891. Saatversuche. Mitteilungen der Schweizerische Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen. 1891(1): 87–130.
- Dengler, A. 1925. Über die Wirkung der Bedeckungstiefe auf das Auflaufen und die erste Entwicklung des Kiefersamens. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 1925(7): 385–408.
- Fryk, J. 1979. Biologiska såddförsök vid AB Iggesunds Bruk 1977–1978. Resultat och praktiska rekommendationer. Summary: Biological sowing experiments at AB Iggesunds Bruk in 1977–1978. Results and practical recommendations. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 77(2): 59–68.
- 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.
- , Jong, A. & Persson, B. 1987. Sådd av tall (*Pinus sylvestris* L.) efter markberedning med harv. Resultat av en försöksserie anlagd 1980–84. Slutrapport 870520 till Skogsstyrelsens Forskningsnämnd. 62 s.
- Heikinheimo, O. 1931. Vakoruutukylvö, suositeltava metsänkylvömenetelmä. *Metsätietoa* 1(2):45–56.
- 1940. Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. Referat: Versuch ins Baumschulen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 29(1): 1–97.
- Heikkilä, R. 1977. Eläimet kylvetyin männyn ja kuusen siemenen tuhoajina Pohjois-Suomessa. Summary: Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in north Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 89(5). 35 s.
- Hertz, M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmilla. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 20(2). 98 s.
- Kangas, E. 1942. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelyksistä. Referat: Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeenkangas. *Acta Forestalia Fennica* 49(4). 64 s.
- Kaunisto, S. 1974. Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla. Summary: Date of direct seeding on drained peatlands. *Folia Forestalia* 203. 28 s. ISBN 951-40-0112-5.

- Kinnunen, K. 1976. The effect of sowing date on the initial development of paperpot seedlings in plastic greenhouse. Seloste: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien alkukehitykseen muovihuoneessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 88(5). 31 s. ISSN 0026-1610.
- 1977. Männyn kylvömenetelmien vertailua. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 6. 13 s.
- 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. Summary: Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. Folia Forestalia 531. 24 s. ISBN 951-40-0585-6, ISSN 0015-5543.
- 1990. Ensituloksia rehevien kivennäismaiden kylvöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369:15–21. ISBN 951-40-1134-1, ISSN 0358-4283.
- & Lähde, E. 1972. Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana. Summary: The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. Folia Forestalia 158. 22 s. ISBN 951-40-0037-4.
- Kuz'min, I. A. 1977. Kul'tury sosny i eli na sploshnykh vyrubkakh raznoi davnosti. Lesnoe Khozyaistvo 1977(10):43–45. Inst. Lesa Karel. Filiala AN SSSR, USSR.
- Lähde, E. 1979. Männyn, kuusen ja lehtikuusen suoja- ja avokylvö aurauksen pientareessa ja palteessa. Summary: Sheltered and open sowing of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch on the shoulder and ridge of ploughing. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 97(4). 45 s. ISBN 951-40-0393-4.
- & Mutka, K. 1974. Kylvösuojan ja raakafosfaattilannoituksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja sirkkataimien kehitykseen ojitetulla avosuolla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of sowing shelters and rock phosphate on germination of pine (*Pinus silvestris* L.) seeds and development of the seedlings on a drained open swamp in northern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 83(2). 36 s.
- & Pöyhtäri O. 1972. Uusi kylvömenetelmä — suojakylvö — kehitteillä Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu 1972(2): 6–8.
- & Tuohisaari, O. 1976. An ecological study on effects of shelters on germination and seedling development of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. Seloste: Ekologinen tutkimus suojakylvön vaikutuksesta männyn, kuusen ja lehtikuusen itämiseen ja sirkkataimien alkukehitykseen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 88(1). 37 s.
- Melders, K. 1929. Neue Waldsaatmethode. Comment. For. 3. 13 s.
- Metsä 2000 -ohjelma, 1985. Metsä 2000 -ohjelmajaoston raportti Talousneuvostolle. 53 s. ISBN 951-46-8661-6.
- Orlov, M. M. 1895. Keinollisen metsänviljelyn historiaa Venäjällä. Varsova.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970–1972. Silva Fennica 17(3): 201–224.
- & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. Silva Fennica 19(3): 245–270.
- Polansky, B. 1935. Tsekinkielinen julkaisu. Referat: Über die Aussaat und Erziehung der Sämlinge in Forstgärten. Recueil de travaux des Instituts des recherches agronomiques de la Republique Tchechoslovaque.
- Raitio, H. 1985. Hallavauriot männyllä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184:25–34. ISSN 0358-4283.
- Rubner, K. 1927. Bedeckungstiefe und Keimung des Fichtensamens. Forstwissenschaftliches Centralblatt. 1927.
- Saksa, T. & Lähde, E. 1982. Siementen määrä männyn, kuusen ja lehtikuusen kylvössä. Summary: Number of seeds in shelter sowing of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. Folia Forestalia 541. 16 s.
- Savilampi, P. 1978. Suojakylvön tuloksia Oulun läänissä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken [nyk. Muhoksen] tutkimusaseman tiedonantoja 17: 66–76.
- 1981. Suojakylvön tuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24: 51–58.
- Solbraa, K. 1982. Foreløpige resultater etter traktsåning. Summary: Preliminary results from funnel sowing of conifers. Rapport Norsk Institutt for Skogforskning, no 4.
- Stefansson, E. 1966. Punksådd — en snabb och billig metod. Skogen 6: 142–143.
- Vaartaja, O. 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. Selostus: Puiden siementiä ja sirkkataimia tuhoavista tekijöistä. Acta Forestalia Fennica 62(3). 31 s.
- Yli-Vakkuri, P. 1961a. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta Forestalia Fennica 74(1). 51 s.
- 1961b. 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. 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.

Total of 45 references

Summary

Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of Scots pine

The experiments are situated within a fairly small part of southwestern Finland (N 62°00'–62°10', E 22°40'–22°50', h 150–170 m) covering more or less equal proportions of the three commonest forest site types in Finland (*Myrtillus*, *Vaccinium* and *Calluna* types). More precisely, the experiments were established on the poorest parts of the site types in question. The main soil size fraction was sand accompanied nearly as often by fine sand, coarse silt and gravel. Fine sand and silt constituted the main fraction in the case of only two experiments and gravel in the case of one experiment. Two experiments out of three were situated on glacial till with the rest on sedimented soil. On two thirds of the experiments the soil was classified as being stony; the rest of the experiments were on soils with only a few stones. The thickness of the humus layer varied between 1.0 and 9.3 cm with the average being 4.6 cm.

The sowing substratum experiments were established during the years 1981–1984, and date of sowing experiments during the years 1983–1985. The sowing method experiments were established throughout the research period. They were divided into five series of experiments according to their main objective. Experiments to clarify the relationship between site preparation and method of sowing were established during the years 1981–1982, experiments concentrating on furrow and shelter sowing were established during the years 1982–1987, broadcast sowing and spot sowing experiments were established during the years 1986–1987 and cone sowing experiments during the years 1982–1987. During the years 1988–1990 the different sowing methods were brought together to form a series of their own.

The research material consisted of a total of 27300 sowing spots (or sampling strips) and 2800 planted trees distributed among 46 experiments. One year old, in plastic greenhouse grown paper pot (1 Mk) or Vapo block (1 Mv) seedlings were used for planting. The principle methods of analysis used were analysis of variance and Tukey's test. The statistical significances of the differences observed at the various risk levels were as follows; 10 % (°), 5 % (*), 1 % (**), 0.1 % (***)

Sowing methods

Broadcast sowing consisted of distributing the seeds (0.3–0.6 kg/ha) by hand into the strip of soil prepared using a disc plough, the aim being to distribute them as evenly as possible over the entire prepared area.

Spot sowing consisted of distributing the seeds (20–30 seeds per spot) evenly over spots 10×10 cm in size (in exp. 182, 44, 50, 51) and 30×30 cm (in exp. 64, 213, 218). A density of 2500 spots/ha required 0.2–0.3 kg seed/ha.

Heel iron sowing consisted of sowing the seeds (10–20 seeds per spot) by means of the shelter sowing device into conical cavities 0.8 cm in depth made using a heel iron. The seeds were then covered by a thin (0.3 cm) layer of soil.

Furrow sowing was the general purpose name used when referring to methods in which the seeds were placed in a furrow. In the case of drill punch iron sowing, a piece of angle bar (90°) was used to create furrows c. 2 cm in depth into which 20 seeds were sown by hand and then covered by a layer of soil 0.3 cm in thickness. When using the Männistö device, the forming of the furrow and the sowing operation take place simultaneously. While the seeds were not actually covered, the steep sides of the furrow did cause soil to fall down and cover the seeds (15 seeds per sowing spot). With the Jalco device, the furrow is made by a rotating disc. The amount of seeds can be regulated by selecting orifices of varying sizes. The practice in most of the experiments was to employ intermittent sowing; i.e. 20 seeds were sown into furrows 30 cm in length. In the case of streak sowing, a wooden stick was used to make streaks 20–30 cm in length into which the seeds (20 per streak) were then sown by hand.

Shelter sowing was performed by means of purpose-built devices that proportion the seeds and are used to place a plastic shelter over the sown spot. Three different such devices were included in the study; two of them were quite similar in their functions using method developed in Finland in the early 1970s. The third device, the *funnel shelter sowing device*, originated from Sweden for use on unprepared sites.

Cone sowing consisted of sowing unopened cones both in the open and covered by a plastic shelter.

Results

Sowing substratum and covering of seeds

On the average, sowing on sedimented soils gave better results than on glacial till. The statistical significance of this difference generally lessened as the number of growing seasons following sowing increased. Sowing onto mineral soil including covering of the seeds led, on the average, to the best result while sowing onto humus using the Jalco device gave the worst result. On glacial till sowing onto humus using the Jalco device gave a better result than on sedimented soils. Mineral soil proved to be a better sowing substratum than humus. On sedimented soils, mineral soil also proved to be a better covering material than humus; on glacial till there was no difference. Sowing led to a fairly good result on decomposed humus as long as the seeds were covered (preferably with mineral soil). Sowing into steep-sided furrows on mineral soil was fairly successful even without the seeds being covered.

The height development of the young trees resulting from sowing was slow in all experiments on both sedimented and glacial till soils. It took the trees 3–5 years to reach the commonly accepted height boundary of 10 cm distinguishing seedlings and restocking material. After the second growing season, the method of sowing had only a slight influence on tree height. In later years, the differences between the methods of sowing were at times quite considerable. In most of the experiments the fastest growth performance was achieved by trees that had emerged into mineral soil sowing spots established by means of the drill punch method and including a cover of mineral soil over the seeds.

Sowing depth and date of sowing

Mid-May was clearly the best date for sowing while mid-October was the worst. Mid-June gave a fairly good result, but mid-July was clearly unreliable. On glacial till sowing into a furrow 1.5 cm in depth was slightly more successful than sowing into a furrow 3.0 cm in depth; on sedimented soils the results varied according to the weather conditions of the summer when sowing took place.

The height development of the trees depended directly on the date when sowing took place; the earlier the sowing, the taller the trees. This is also a consequence of the fact that trees arising from seed batches sown early accumulated more of the temperature sum than later sown batches.

Site preparation and method of sowing

In all experiments and all inventories carried out the method of cultivation had a statistically significant influence on seedling emergence and survival. On sedimented soils, the difference between mounding and disc ploughing was statistically significant only following the third growing season. The difference between standard and dense disc ploughing was statistically significant only following the second growing season. Generally speaking, the method of site preparation did not have a statistically significant influence. In one experiment, the method of site preparation and the method of cultivation showed a statistically significant interaction. Planting and furrow shelter sowing were more successful on densely disc ploughed sites than on sites disc ploughed in the standard manner. On sites disc ploughed in the standard manner, the other sowing methods led to results that were equal to or better than those achieved on densely disc ploughed sites. The success of the Jalco sowing method was influenced most of all by the method of site preparation employed. It was clearly better on disc ploughed sites than on mounded sites; this was also the case with shelter sowing. Spot sowing was more successful on mounded sites than on disc ploughed sites.

Tree growth was at its best on mounds. Scarification and disc ploughing differed only slightly to the advantage of disc ploughing. Similarly, dense (twice the standard) disc ploughing enhanced height growth. The method of sowing used had no clear influence on height growth.

Furrow and shelter sowing

At first the success of the conventional drill punch sowing was statistically significantly better than that achieved when using the Männistö device. After the seventh growing season, however, the difference between the two methods was no longer statistically significant even though the result achieved when using the drill punch sowing method was still better in three experiments out of four.

Furrow shelter sowing proved to be the most successful method in all the experiments. The way the other methods ranked varied from one experiment to the next. Shelter sowing proved to have the worst average result. The inventory results at the end of the first growing season showed planting to have been the most successful, but after four growing seasons planting success was middling, equal to that achieved when using the Jalco and Männistö devices. The differences between the various cultivation methods were at their maximum in the experiments established in 1983 and at their minimum in the 1985 experiment.

In the experiments established during the years 1986–87, the difference in survival between furrow shelter sowing and conventional shelter sowing was not statistically significant. Funnel shelter sowing onto an unprepared site led clearly to the worst result. The second poorest result was recorded for planting. Funnel shelter sowing onto a prepared site was also less successful than the most of the other sowing methods.

Broadcast and spot sowing

The outcome of broadcast sowing remained unchanged or improved between the first and the fourth growing season. As was the case with natural seeding, it was better on sedimented soils than on glacial till. Indeed, the soil type and method of sowing had a statistically significant interaction. In 1986, the doubled amount of seeds improved the outcome somewhat, but in 1987 the amount of seeds did not influence the outcome. When converted into trees/hectare, the outcome of broadcast sowing was 8000–16000 trees/hectare. Natural seeding gave rise to 2000–8000 trees/hectare. Both the Jalco device sowing and spot sowing were highly successful in 1986. In 1987, the heel iron sowing method gave better results than the Jalco device and spot sowing methods.

Cone sowing

The variation from year to year was considerable in cone sowing. At its best, cone sowing produced almost the same level of restocking with the same amount of seeds

as was obtained when using conventional drill punch sowing. At its worst, cone sowing would have required a tenfold amount of seeds in order to achieve a corresponding result. Assuming that a six-year research period provides one with an adequate picture of year-to-year variation, it can be concluded that cone sowing requires 2.5 cones per metre of disc plough trail in order to achieve the same result as that achieved in conventional drill punch sowing using 0.2 kg of seed per hectare. The use of shelters improved the outcome of cone sowing; in particular, it had a levelling effect on it. The following rough ratio figures were computed from the results (with the amount of seeds required in drill punch sowing being given the value 1): shelter cone sowing = 3 and cone sowing without shelter = 5. When comparing the costs involved, it would appear that shelter cone sowing is more expensive than conventional cone sowing owing to its relatively high material costs.

The different sowing methods in the years 1988–90

During the first two growing seasons restocking and survival were much the same in all the experiments. The Jalco device method, heel iron method, drill punch method, streak sowing, and planting did not show statistically significant differences. Cone sowing led to the poorest result. Funnel shelter sowing onto unprepared sites succeeded slightly better than in earlier experiments, but it was still clearly worse than the other sowing methods (with the exception of cone sowing). Natural seeding was poor (under 1000 trees/hectare).

Liitteet — Appendices

Liite 1. Kokeiden yleistiedot
Appendix 1. Information on experiments

Kokeen numero Exp. number	182	182	184	184	44	187	189	189	50	51	190	190	190	190	192	193	193	194	52	53
	a	b	a	b			a	b			a	b	c	d		a	b			
Kokeen pääkohde 1) Objective of Exp. 1)	MM	MM	KA	KA	MM	KK	KA	KA	MM	MM	VK	VK	VK	VK	KK	KA	KA	VK	VK	SA
Perustamisvuosi Year of establishment	-81	-81	-81	-81	-81	-82	-82	-82	-82	-82	-82	-82	-82	-82	-83	-83	-83	-83	-83	-83
Pinta-ala, ha Area, ha	0,64	0,6	0,05	0,08	0,6	0,18	0,05	0,06	0,6	0,8	0,02	0,06	0,08	0,06	0,12	0,05	0,08	0,2	0,25	0,3
Metsätyyppi 2) Forest site type 2)	VT	MT	CT	MT	MT	VT	CT	MT	MT	MT	CT	VT	MT	VT	MT	CT	MT	CT	MT	MT
Maalaji 3) Soil type 3)	HtHk	HtHk	SrHk	HtHk	Hk	HtHk	SrHk	HtHk	Hk	Hk	HkSr	Hk	HkHt	HtHk	HtHk	SrHk	HtHk	Hk	SrHk	SrHk
Moreeni/lajittunut Till/Sedimented	Laj	Mor	Laj	Mor	Mor	Mor	Laj	Mor	Mor	Mor	Laj	Mor	Mor	Mor	Mor	Laj	Mor	Laj	Mor	Laj
Kivisyys 4) Stoniness 4)	29	20	16	20	19	23	21	23	22	17	15	23	20	18	27	17	27	23	16	22
Humus, cm Humus, cm	1,0	2,3	1,5	2,5	3,8	7,0	2,0	5,3	9,3	8,0	2,8	4,8	3,0	4,3	4,0	3,3	4,0	2,5	6,8	10,2
Korkeus, m mpy. Height, m asl.	158	160	170	160	150	158	170	160	150	150	170	160	157	158	158	165	158	165	154	150
Viljelyajankohta (kk-pv)						5-5	5-12							5-5						
Regeneration date (mon-day)	6-10	6-17	6-18	6-22	6-12	5-19	5-26	6-2	5-28	6-4	6-22	6-23	6-28	6-30	5-19	5-23	5-26	5-30	6-16	7-15
						6-2													10-13	
Siemenmäärä, kpl Number of seeds	10	10			10				10	10		15	15	15	15	15		10	10	15-
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Viljelymenetelmä Regeneration method																				
1. Jalco-laite=J Jalco device=J	J	J	J	J	J			J	J	J	J						J	J	J	J
2. Männistön rauta=M Männistö device=M												M	M	M	M	M			M	M
3. Vakorausakylvö=V Drill punch device=V				V	V		V	V	V		V	V	V	V		V	V			V
4. Ruutukylvö=R Spot sow.=R	R	R			R				R	R										
5. Suojakylvö=S Shelter sow.=S	S	S			S				S	S								S	S	
6. Vakosuojakylvö=VS Shelter sow. in furrows=VS	VS	VS								VS								VS	VS	
7. Suppilosuojakylvö=SS Funnel shelter sowing=SS																				
8. Käpykylvö=K Cone sowing=K							K									K				
9. Käpysuojakylvö=KS Cone sow.in shelter=KS							KS									KS				
10. Hajakylvö=H Broadcast sowing=H																				
11. Kantarautakylvö=KR Heel iron sowing=KR																				
12. Istutus=I Planting=I	I	I			I				I	I								I	I	
Maan käsittely Site preparation																				
1. Muokkaamaton=0 Unprepared=0																				
2. Lautasauraus=Ä Disc ploughing=Ä	Ä	Ä			Ä	Ä			Ä	Ä			Ä	Ä	Ä		Ä	Ä	Ä	
3. Laikutus=L Scarifying=L			L	L	L		L	L	L		L	L				L				
4. Mätästys=M Mounding=M	M	M			M				M											M
5. Kulotus=K Prescribed burning=K					K				K	K										
6. Tiheä lautasauraus=TÄ Dense disc ploughing										TÄ										
Inventointi Inventory																				
1981	x	x	x	x	x															
1982	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
1983	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
1984						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1985	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
1986																				
1987	x	x	x	x	x										x	x	x	x	x	x
1988						x	x	x	x	x	x	x	x	x						
1989																				
1990	x	x	x	x													x	x	x	x

1) KA=Kylvälusta - Soil substratum
SA=Kylvösyvyys- ja ajankohta - Sowing depth and date
MM=Maanmuokkaus- ja kylvömenetelmä - Site preparation and sowing method
VK=Vako- ja suojakylvö - Furrow and shelter sowing
HK=Hajakylvö - Broadcast sowing
KK=Käpykylvö - Cone sowing
EK=Eri kylvömenetelmät - Different sowing methods

2) MT=Mustikkatyyppi - Myrtillus type
VT=Puolukkattyyppi - Vaccinium type
CT=Karnervatyyppi - Calluna type

195	196	54	56	199	57	200	58	201	59	61	205	206	211	63	212	64	213	216	217 ^a	217 ^b	218 ^a	218 ^b	223	229	66
SA	SA	SA	KK	KA	KA	VK	VK	SA	SA	KK	VK	SA	KK	VK	VK	HK	HK	KK	VK	VK	HK	HK	EK	EK	EK
-83	-83	-83	-84	-84	-84	-84	-84	-84	-84	-85	-85	-85	-86	-86	-86	-86	-86	-87	-87	-87	-87	-87	-88	-89	-90
0,32	0,32	0,38	0,14	0,08	0,08	0,2	0,2	0,32	0,32	0,18	0,2	0,38	0,34	0,32	0,28	0,2	0,2	0,24	0,28	0,28	0,24	0,26	0,4	0,4	0,4
MT	CT	MT	VT	CT	VT	CT	MT	CT	MT	MT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	CT	MT	CT	MT	VT	VT	VT
Hk	Hk	Hk	SrHk	Hk	Hk	Hk	SrHk	SrHk	Hk	Hk	HtHk	HkHt	SrHk	SrHk	SrHk	Hk	HtHk	SrHk	SrHk	SrHk	Hk	Hk	HtHk	SrHk	
Mor	Laj	Mor	Mor	Laj	Mor	Laj	Mor	Laj	Mor	Mor	Mor	Mor	Laj	Mor	Laj	Mor	Mor	Laj	Mor	Laj	Mor	Mor	Mor	Mor	Mor
23	20	21	27	13	20	20	21	18	25	27	24	25	20	21	13	21	18	16	18	16	15	13	15	14	18
4,8	2,3	9,2	4,6	2,8	3,5	2,1	4,3	2,2	4,7	5,6	6,0	5,3	4,5	5,9	6,5	6,1	7,0	5,3	3,8	5,0	4,0	5,0	4,8	3,5	7,0
157	165	152	152	166	154	166	154	167	152	152	155	153	155	153	157	153	157	157	159	156	159	155	155	160	147

5-13	5-24	5-25	5-7				5-24	5-25	5-15		5-29	5-14	5-29	5-26	6-5	6-3	5-11	5-21	5-22	5-26					5-12
6-15	6-15	6-16	5-21				6-14	6-15	5-28		6-17	5-28	6-17	5-28			5-25								
7-14	7-14	7-15	6-4	5-28	5-30	6-1	6-5	7-13	7-13	6-11	6-13	7-15	6-11				6-8								
10-14	10-14	10-13					10-15	10-15				10-15											5-30	6-9	

15-20	15-20	15-20	15				10-20	15-20	15-20	15	15-20	15-20	15	15-20	15-20	30	30	15	15-20	15-20	20	20		10-20	10-20
-------	-------	-------	----	--	--	--	-------	-------	-------	----	-------	-------	----	-------	-------	----	----	----	-------	-------	----	----	--	-------	-------

				J	J	J	J							J		J	J	J	J		J	J	J	J	J	J		
						M	M			M	M		M	M	M			M	M	M					V	V	V	
V	V	V		V	V			V	V																	V	V	V

						S	S							S	S					S	S				S	S	S	
						VS	VS							VS	VS					VS	VS							

														SS	SS					SS	SS				SS	SS	SS
				K						K			K							K				K	K	K	
				KS						KS			KS							KS							

																	H	H					H	H	H	H	H
																							KR	KR	KR	KR	KR
						I	I							I	I					I	I			I	I	I	
														O	O	O				O	O			O	O	O	
	Ä	Ä	Ä				Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä

				L	L																						
M																											

x	x	x																									
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x																									
	x	x																									
x			x	x	x	x	x	x	x																		

3) HkSr=Hiekkainen sora - Sand and coarse sand
 SrHk=Sorainen hiekka - Coarse sand and sand
 Hk=Hiekka - Sand
 HtHk=Hietainen hiekka - Fine sand and sand
 HkHt=Hiekkainen hieta - Sand and fine sand

4) Tangon keskimääräinen painuma 30 cm:n paksuisessa pintamaassa (cm)
 Average rod penetration into the top 30-cm of the soil (cm)

Liite 2 A. Taimettumista ja taimien kehitystä haitanneet tekijät (%) kylvöalustakokeissa.
Appendix 2 A. Damages (%) in experiments concerning sowing substratum.

KOE	KASVU- KAUSI																								
Exp.	Growing season	Terveitä taimia Healthy seedlings	Pintakasvillisuus Ground vegetation	Vesat Sprouts	Puusto Tree stand	Luonnon taimet Natural seedlings	Lumhome Snow blight	Männynversoruoste Pine branch twist	Männynversosurma Pine die-back	Muu sienituho Other fungi	Muu hyönteinen Other insect	Hirvi Moose	Metso Capercaillie	Hakkuutähteet Cutting residue	Karikkeet Litter	Muu mekaaninen Other mechanical	Halla Frost	Rouste Frost heaving	Kuivuus brought wetness	Vestierosio Water erosion	Ravinnepuute Nutritional deficiency	Ravinne-epätasapaino Nutritional imbalance	Tunnistamaton Unidentified	Tunnistamaton, tyhjiä Unidentified, empty spots	
189a	1	58				1													19	16			6		
189b		75	2	1		2											-				2			19	
193a		54																	42		2		1		
193b		30																	60		9		1		
199		60																	36				4		
57		32										1			-		-	-	21	32	8		2	4	
184a	2	91																						9	
184b		73	7	1				1								1			1	-	2			14	
189a		38																	4	39	9		-	9	
189b		34	7												4				32	1	-			22	
193a		2															47	-	34					16	
193b		7	3									-				10	-	66		2			3	8	
199		63									1					6		16		-			3	10	
57		40	11								2					-	1	24	20				-	2	
184a	3	38												6					1	46	8				
184b		56	10					3							-				11		2			18	
189a	4	9				-						49					4	-	4					34	
189b		27	28									3								2				40	
193a		24	3					1					1					1	14				9	48	
193b		33	14					2				1							3				5	42	
199		48	2		4						1		5	1					4		-	3	14	18	
57		16	37					1	-	3	-	3							4	7			10	18	
184a	5	3	1											6			68	-						4	17
184b		7	16	1	2												30							2	42
193a		22	1					1																9	66
193b		27	11	-			1		-	-	1	-												10	48
189a	6	10				-				2	-							-	1					26	58
189b		4	31			1					-													17	47
184a	7	15	6			2	6	-		2	2		2					-	1	3		17		7	36
184b		6	15	1		1																		14	63
189a		-				-	1		7													7	-	15	69
189b			51			2		-	1															10	35
199		36	-		3		4		12		2		2							7				10	24
57		18	35				-	1		2										7		7		8	28
193a	8	10	2				1		7		2		2									1	2	6	65
193b		20	11				2		6		1	-	-											10	49
184a	10		3		-	1	10	1	8		1											3	9	23	40
184b			25	1		2	1	-	2		-													6	62

Liite 2 B. Taimettumista ja taimien kehitystä haitanneet tekijät (%) kylvösyvyys ja ajankohtakeissa.
 Appendix 2 B. Damages (%) in experiments concerning depth and date of sowing.

KOE	KASVU- KAUSI																										
Exp.	Growing season	Terveitä taimia Healthy seedlings	Pintakasvillisuus Ground vegetation	Vesat Sprouts	Puusto Tree stand	Luonnon taimet Natural seedlings	Lumihome snow blight	Männymyrsöruoste pine branch twist	Männymyrsösurma Pine die-back	Muu sienituho Other fungi	Tukkimehentiä Large pine weevil	Muu hyönteinen Other insect	Hirvi Moose	Metso Capercaillie	Hakkutähteet Cutting residue	Karikkeet Litter	Halla Frost	Rouste Frost heaving	Kuivuus Drought	Märkyys Wetness	Vesierosio Water erosion	Ravinnepuute Nutritional deficiency	Ravinne-epätasapaino Nutritional imbalance	Tunnistamaton Unidentified	Tunnistamaton, tyhjiä Unidentified, empty spots		
53	1	59											5						8		22			2	5		
195		57	-										4									29		3	7		
196		51																	24		21			1	3		
54		63																	1	16	11			2	2		
201		55																	1		33			3	12		
59		45	-										10	1		1	1				9	18			23		
206		66											3							5		9			4	14	
53	2	39	3			-							3					6	1	4		11			4	31	
195		14	3										7					2	5	14		30			3	22	
196		16																		9		28			1	4	
54		14	1										7	-		1	33	1	1	16	3				2	19	
201		40										-	-					3	13			8			1	36	
59		41	3										4						1	-	1	1			2	46	
206		39	2										-	2	-	-			9	8		-			6	33	
53	4	34	12	2		1		7					-	1	2				1			1	-		7	33	
195		24	14	1		-		1					-	3	-				2			3	-		4	47	
196		42	-	-			-	2					1	1	8				2	1		4	-		5	35	
54		17	36	-	-			4					-	-	4	-			1		13			7	19		
201		22	-					2					1		10	-			1	1		14	2		6	42	
59		17	23	-		-		2					-	-	1						1		-		7	47	
206		27	12	1			1						1	-	1	1	-		1		5		-	1	9	41	
196	7	18	3	1	2		8	3	8	-			1	1								-	1	4	-	16	35
54		13	20	4	-			4	1				-	-	-						1				11	46	
201		27	1	-			1	-	5				2	1	-	2			3	1		2	1		7	48	
59		18	19	1		-	-		2												1				5	53	
53	8	18	11	12		1	1	6	1				-	1	-										8	39	
195		26	11	1	-		-	-	1				-	-	1									-	2	58	

Liite 2 C. Taimettumista ja taimien kehitystä haitanneet tekijät (%) maanmuokkaus- ja kylvömenetelmäkokeissa.
 Appendix 2 C. Damages (%) in experiments concerning site preparation and sowing method.

KOE	KASVU- KAUSI	Terveitä taimia healthy seedlings																							
Exp.	Growing season	Pintakasvillisuus Ground vegetation	Vesat Sprouts	Luonnon taimet Natural seedlings	Lumihome Snow blight	Männynversoruoste Pine branch rust	Männynversourma Pine die-back	Muu sienitaho Other fungi	Tukkimiehentäi Large pine weevil	Pihkakääräinen Pitch gall spinner moth	Muu hyönteinen Other insect	Hirvi Moose	Metso Capercaillie	Häkkuitähtöet Cutting residue	Kärriköet Litter	Halla Frost	Rouste Frost heaving	Kuivuus Drought	Märkyys Wetness	Vesteroosio Water erosion	Lumi Snow	Ravimepuute Nutritional deficiency	Ravime-epätasapaino Nutritional imbalance	Tunnistamaton Unidentified	Tunnistamaton, tyhjä Unidentified, empty spots
44	1	92										3						-	2	2				1	
50		96	-									-						3	-	-					
182a		75										-	-					18		2		-		4	
182b		68	-									2						12	1	12				5	
51		85	-									1						12	-	-				1	
44	2	70	1								-	3					2	16	1	1		-		5	
50		20	9	1							-	1					1	40	10	6				2	11
182a		75	1				1					1	1		1		-	4		4				13	
182b		64	5									1					6	5	-	3				15	
51		29	10	-			-				-	-					-	40	7	2				-	8
44	3	36	5				2				-	3	5	-			1	25	7	8		-		8	
182a		36	-				-				-	3	7	-			4	33		2				-	
182b		31	8	-			6				-	3					3	32		10				1	
50	4	14	22	-			-				-	1	1			4	3	6	-	-		-		3	44
51		16	30	-			-				-	-	1			5	-	4	1			-		4	38
44	5	24	15	-			1				-	1	1			18	2		1	-		-		4	31
182a		11					-					2	7			19	7			1		-		5	47
182b		35	19	1			1					1	-			5	2		-	-				3	32
44	7	26	11	2	-		2				-	1	-				2		1	-		-		9	44
50		12	8	1			2	1			-	-	-						-	-		-	1	5	69
182a		14	-	1	1	1	3		4		1	1	-				3		2			4	1	6	60
182b		23	9	4	1	-	2		1		1	1					2		-			1		11	45
51		11	8	1			1	2	1		-	-	-						1		-	-	1	4	68

Liite 2 D. Taimettumista ja taimien kehitystä haitanneet tekijät (%) vako- ja suojakylvökoikeissa.
 Appendix 2 D. Damages (%) in experiments concerning streak and shelter sowing.

KOE Exp.	KASVU- KAUSI Growing season	Terveitä taimia Healthy seedlings	Pintakasvillisuus Ground vegetation	Vesat Sprouts	Luonnon taimet Natural seedlings	Lumihome Snow blight	Männynversooste Pine branch twist	Männynversoosurma Pine die-back	Muu sienituhho Other fungi	Tukkimientäjä Large pine weevil	Muu hyönteinen Other insect	Hirvi Moose	Metso Capercaillie	Hakkuutähteet Cutting residue	Kärikkeet Litter	Halla Frost	Rouste Frost heaving	Kuivuus Drought	Märkyys Wetness	Vesteroosio Water erosion	Ravinnepuute Nutritional deficiency	Ravinnepätäsapaino Nutritional imbalance	Tunnistamaton, Unidentified	Tunnistamaton, tyhjiät Unidentified, empty spots
194	1	77																						
52		75										2			-			7	1	4			4	13
200		77																					2	7
58		71										8						3					2	11
205		88										2												9
212		85										2												11
63		82	-																					10
217a		86											1											10
217b		78	-									6	1											12
190a		93																						12
190b		80	1		1																			13
190c		60										1												9
190d		69																						4
																								7
194	2	25														41				4		15		4
52		43	3									2				25				13		1		11
200		65																						12
58		73	2														3	17	4					9
205		62	1									5												11
212		76	-	-								2												13
63		70	2																					12
217a		76																						12
217b		65	12	-								1												15
190a		28										3												16
190b		63	1														8	48			4			14
190c		61	1									2				4					1			9
190d		51	1									1									22			7
																	11	12		2	12			11
190a	3	6			1							1				24	1	36			9			21
190b		12	3		6																			10
190c		42	4			1						2				3	36	30	1					11
190d		11	23									1					25	3			5			11
																	38	3	3					19
194	4	38	1													1	1	2			1			32
52		48	17	-																				32
200		42	1																					21
58		38	16	1																				13
205		39	16	1																				19
212		36	17	-																				18
63		42	9																					18
217a		38	3	-	1																			19
217b		31	34	2	-																			19
190a		10	1																					17
190b		35	11	1	3																			17
190c		38	16																					15
190d		22	28																					13
																								32
200	7	54	1	1		2	-	8																15
58		29	10	3	1			3																15
190a		3	3																					37
190b		6	5	3	23			3	1															79
190c		20	3	1	1	4	3	24																33
190d		8	21	1		1	2	5																20
																								56
194	8	25		1		4		13																36
52		26	22	3	-			2																38

Liite 2 E. Taimettumista ja taimien kehitystä haitanneet tekijät (%) hajakylvökokeissa.
Appendix 2 E. Damage (%) in experiments concerning broadcast sowing.

KOE	KASVU- KAUSI																			
Exp.	Growing season	Terveitä taimia Healthy seedlings	Pintakasvillisuus Ground vegetation	Vesat Sprouts	Nuonon taimet Natural seedlings	Männynversoaste Pine branch twist	Männynversoama Pine die-back	Tukkimiehentäi Large pine weevil	Muu hyönteinen Other insect	Hirvi Moose	Metso Capercaillie	Hakkuutähteet Cutting residue	Rouste Frost heaving	Kuivuus Drought	Märkyys Wetness	Vesieroosio Water erosion	Ravinpeuote Nutritional deficiency	Ravinne-epätasapaino Nutritional imbalance	Tunnistamaton Unidentified	Tunnistamaton, tyhjiä Unidentified, empty spots
64	1	87								3						2		1	8	
213		71								2	1			1		2		3	20	
218a		83										-		-		3		-	14	
218b		73								1	-			-		2		1	23	
64	2	70	1	-					-	2			3	-	9	-		5	10	
213		67	-							1	-	1	1	2	-	1		6	21	
218a		73								-	-	-		1		6		3	17	
218b		66	1	-					-	1	-	-		1		1		2	28	
64	4	43	11			1	1	3	1	-	7		-	-	1	4		16	12	
213		47	7			3	4	3			5			1		1		-	9	
218a		41	3	-		2	1	4	3		7	1	1	2		7	1	-	11	
218b		27	19	1	-	4	1	17	1	-	-	1				2		6	20	

Liite 2 F. Taimettumista ja taimien kehitystä haitanneet tekijät (%) eri kylvömenetelmiä
vertailevissa kokeissa.

Appendix 2 F. Damage (%) in experiments concerning different sowing method.

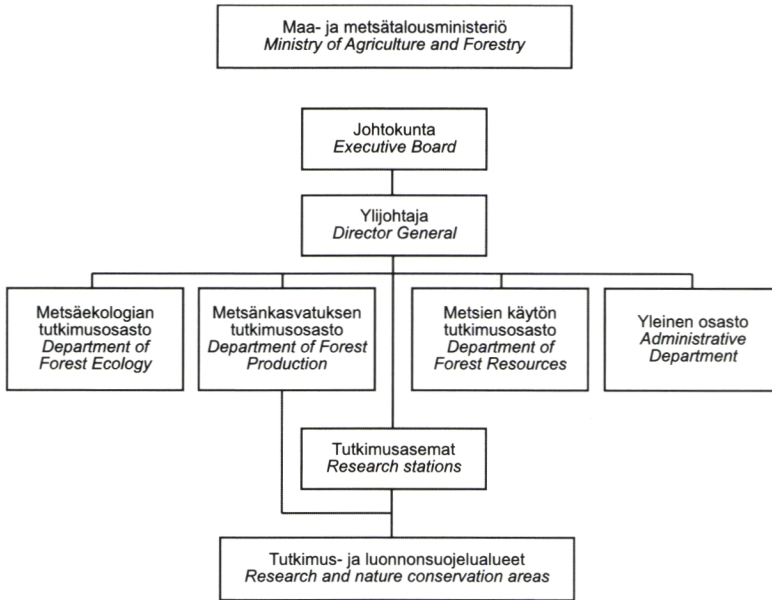
KOE	KASVU- KAUSI														
Exp.	Growing season	Terveitä taimia Healthy seedlings	Pintakasvillisuus Ground vegetation	Vesat Sprouts	Männynversoaste Pine branch twist	Hyönteinen Insect	Hirvi Moose	Metso Capercaillie	Hakkuutähteet Cutting residue	Rouste Frost heaving	Kuivuus Drought	Märkyys Wetness	Vesieroosio Water erosion	Tunnistamaton Unidentified	Tunnistamaton, tyhjiä Unidentified, empty spots
223	1	71					1	-				5		1	22
229		68					5				-		10	-	16
66		81					1	-			-		-	-	17
223	2	39	9		1	2	1			3	2		9	11	22
229		59	2		-	1	5				1	1	12	2	18

Liite 2 G. Taimettumista ja taimien kehitystä haitanneet tekijät (%) käpykylvökoikeissa.

Appendix 2 G. Damages (%) in experiments concerning cone sowing.

KOE	KASVU-																									
Exp.	Growing	Terveitä taimia	Pintakasvillisuus	Vesat	Luonnon taimet	Lumihome	Männynversoruoste	Männynversosurma	Muu sienituho	Tukkimiehentäi	Muu hyönteinen	Hirvi	Metso	Capercaillie	Hakkuutähteet	Kariikkeet	Hella	Rouste	Kuivuus	Märkyys	Vesierosio	Ravinnepuute	Ravinne-epätasapaino	Tunnistamaton	Tunnistamaton, tyhjiä	
Exp.	season	Healthy seedlings	Ground vegetation	Sprouts	Natural seedlings	Snow blight	Pine branch twist	Pine die-back	Other fungi	Large pine weevil	Other insect	Moose		Cutting residue	Litter	Frost	Frost heaving	Drought	Wetness	Water erosion	Nutritional deficiency	Nutritional imbalance	Unidentified	Unidentified, empty spots		
187	1	34	1									-			1		3		1	-			1	59		
192		35	-									-						40	-	5				18		
56		45										3						10	3	14				2	22	
61		39	1									5						-	-	1				1	53	
211		35										2						-	-	1				2	60	
216		37										2						-	-	-					61	
187	2	27															2	14		5				1	50	
192		20	6	2												20		4		1				6	39	
56		66	1									4	-				2	4	-	-				2	19	
61		43	8									1							-	-				1	47	
211		28	1									2	-					1	-	1				5	62	
216		28	5	-								1								-				2	65	
187	3	12	-													19	-	2		-				1	65	
61		8	10									-	3					-	-	-				9	68	
187	4	17	7	-			1					-	-				8	-	-					3	63	
192		27	35																1	-	4				33	
56		39	7				3	1		5	1	1	1					-	-	1		-	-	11	32	
61		10	15	-																-				5	70	
211		17	17	-			2		1	1	-	1	-					1		-				3	56	
216		10	16	-					1	1	-	-							-	-				2	68	
192	5	21	15				-	-											-	-			1	7	56	
187	6	14	2			2	3		-	1	-	-						-	-					5	73	
187	7	10	4	1		3	1	3											-				1	1	4	73
56		19	11	2	-	1	1	7		1	2								-	4		2	-	14	36	
192	8	26	14				2		1	-	-													5	52	

METSÄNTUTKIMUSLAITOS — *THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*



Metsäntutkimuslaitos — *The Finnish Forest Research Institute*

Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki, Finland

tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308, telex 121298 metla sf

Ylijohtaja — *Director General*

Eljas Pohtila

Hallintojohtaja — *Administrative Director*

Tero Oksa

Tiedotuspäällikkö — *Head of Information*

Marja Ruutu

Metsäekologian tutkimusosasto — *Department of Forest Ecology*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Eero Paavilainen

Metsänkasvatuksen tutkimusosasto — *Department of Forest Production*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Jari Parviainen

Metsien käytön tutkimusosasto — *Department of Forest Resources*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Risto Seppälä (Aarne Reunala)

Tutkimusasemat — *Research Stations*

Joensuu

Parkano

Kannus

Punkaharju

Kolari

Rovaniemi

Muhos

Suonenjoki



- No 775 Oja, Seppo & Salonen, Tommi (toim.): Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1990.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1990.
- No 776 Mielikäinen, Kari & Valkonen, Sauli: Harvennustavan vaikutus varttuneen metsikön tuotokseen ja tuottoihin Etelä-Suomessa.
Effect of thinning method on the yield of middle-aged stands in southern Finland.
- No 777 Tamminen, Pekka: Kangasmaan ravinnetunnusten ilmaiseminen ja viljavuuden alueellinen vaihtelu.
Expression of soil nutrient status and regional variation in soil fertility of forested sites in southern Finland.
- No 778 Kaunisto, Seppo: Maa-analyysin käyttö kasvupaikan ravinnetilan arvioimiseksi erällä Alkkian metsitetyillä suopelloilla.
Soil analysis as a means of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields at Alkkia.
- No 779 Eeronheimo, Olli: Suometsien puunkorjuu.
Forest harvesting on peatlands.
- No 780 Hytönen, Jyrki & Silfverberg, Klaus: Kuivatustehon vaikutus turvemaan lämpöoloihin.
Effect of drainage on thermal conditions in peat soils.
- No 781 Hökkä, Hannu, Piironen, Marja-Leena & Penttilä, Timo: Läpimittajakau-
man ennustaminen Weibull-jakaumalla Pohjois-Suomen mänty- ja koivu-
valtaisissa ojitusaluemetsiköissä.
The estimation of basal area-dbh distribution using the Weibull-function for
drained pine- and birch dominated and mixed peatland stands in north
Finland.
- No 782 Niemistö, Pentti. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit
Pohjois-Suomen turvemailla. Growing density and thinning models for
Betula pubescens stands on peatlands in northern Finland.
- 1992
- No 783 Riihinen, Arto & Uotila, Antti: Versosurman vaikutus varttuneiden
mäntiköiden kasvuun.
Effect of Scleroderris canker on the growth of middle-aged Scots pine
stands.
- No 784 Siekkinen, Virpi & Pajujoja, Heikki: Suomen piensahat 1990.
Small sawmills in Finland, 1990.
- No 785 Kinnunen, Kaarlo: Kylvöalustan, ajankohdan ja menetelmän vaikutus
mäntyn kylvön onnistumiseen.
Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of
Scots pine.