



Joensuun tutkimusasema



Matti Karjula, Simo Kaila, Jari Parviainen, Juhani Päivänen  
ja Pentti K. Räsänen

## METSÄNVILJELYN VAIHTOEHTOJEN VALINTA- PERUSTEET KIVENNÄISMAILLA

Kirjallisuustarkastelu



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA

56  
**METSÄNTUTKIMUSLAITOS**  
Jalostusosasto

---

JOENSUUN TUTKIMUSASEMA

MATTI KARJULA, SIMO KAILA, JARI PARVIAINEN, JUHANI PÄIVÄNEN  
JA PENTTI K. RÄSÄNEN

METSÄNVILJELYN VAIHTOEHTOJEN VALINTA-  
PERUSTEET KIVENNÄISMAILLA

Kirjallisuustarkastelu

Kansikuva: Hannu Nousiainen

JOENSUU 1982



## Lyhennelmä:

KARJULA, M., KAILA, S., PARVIAINEN, J., PÄIVÄNEN, J. & RÄSÄNEN, P.K. 1982. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja nro 56. 116 s. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema.

Tutkimuksessa tarkastellaan lähinnä kotimaisten ja pohjoismaisten tutkimuksien pohjalta metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaa, metsänviljelyn eri vaiheiden ja toimenpiteiden vaikutusta uudistamisen lopputulokseen sekä toimenpiteiden teknisiä suoritumahdollisuuksia. Metsänviljelyn eri vaiheita ja toimenpiteitä koskevia tutkimustuloksia ja tietoja on analysoitu metsänviljelyn vaihtoehtojen valinnan apuna käytettävien päätöksenteko- ja laskentamallien kehittämisen pohjaksi. Metsänviljelyn eri vaiheista käsitellään yksitellen raivaus, maanpinnan käsittely, metsänviljelyaineisto ja -tekniikka, pintakasvillisuuden torjunta, luontaisesti syntyvä taimiaines, täydennysviljely, taimikon käsittely ja metsänviljelyn seuranta. Tarkastelu käsittelee metsänviljelyn vaihtoehtoja kivennäismailla ja se koskee lähinnä mäntyä ja kuusta.

Tutkimuksessa on koottu yhteen eri työmenetelmien ajanmenekkiä, tuotosta ja kustannuksia selvittäviä tutkimustuloksia, jotka esitellään liitetaulukkoissa. Toisaalta käytännön metsänviljelyalojen inventointitulokset on koottu yhteen ja niiden pohjalta on laadittu viljelytaimikoiden alkukehitystä koskevat pituuskäyrät. Lisäksi esitellään viime aikoina kehitetyt käytännön metsänuudistamistoiminnassa sovellettavat ohjeistot metsänuudistamismenetelmien valinnassa.

## Alkusanat

Metsänviljelyn voimakkaan lisääntymisen myötä tutkimustoiminta metsänviljelyssä on ollut runsasta. Ohjeita metsänviljelyä varten on annettu myös useissa käytännölle tarkoitetuissa opaskirjoissa ja oppaissa. Sitä vastoin toistaiseksi ei ole analysoitu yhtenäisesti ja systemaattisesti kotimaisia tutkimuksia koko metsänviljelyketjun osalta. Yleistä, systemaattista kehystä uudistamisen päätöksentekoprosessin kokonaisuudesta hahmoteltiin tämän tutkimusryhmän aiemmin esittämässä esitutkimusraportissa (RÄSÄNEN, KAILA, LAPPI, PARVIAINEN ja PÄIVÄNEN 1979). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut jatkaa työtä kokoamalla metsänviljelyä koskeva kotimainen ja soveltuvin osin myös pohjoismainen tutkimustieto yhteen käytettäväksi perusaineistona uudistamisen vaihtoehtoja vertailevissa tutkimuksissa.

Tutkimusryhmään ovat kuuluneet Pentti K. Räsänen tutkimusryhmän vetäjänä sekä muina jäseninä Simo Kaila, Jari Parviainen ja Juhani Päivänen. Työryhmän ohjaamana maat.- ja metsät. yo. Matti Karjula on käynyt läpi eri tutkimusjulkaisut ja laatinut alustavan luonnoksen kuhunkin lukuun. Työryhmä on ohjannut tutkimussihteerinä toimineen Matti Karjulan työtä pitämällä kokouksia ja tarkastamalla kirjoitetun tekstin sekä yleisesti että osakokonaisuuksina kukin oman tutkimussektorinsa osalta. Matti Karjulan työskentely on voitu rahoittaa Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön Räsänen, Parviaisen ja Päiväsen työryhmälle myöntämän apurahan turvin. Työryhmän jäsenet ovat osallistuneet työhön kukin oman työnantajansa suostumuksella ja rahoituksella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos on antanut Matti Karjulalle työskentelytilat käyttöön ja sen henkilökunta on monin tavoin avustanut tutkimuksen suorituksessa. Professori Matti Leikola on lukenut Matti Karjulan opinnäytetyönä esittämän käsikirjoituksen ja tehnyt siihen varteenotettuja korjausehdotuksia.

Lausumme parhaat kiitoksemme Suomen Luonnonvarain Tutkimus-  
säätiölle, Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitokselle  
ja Metsäntutkimuslaitokselle, jonka sarjassa raportti on  
voitu julkaista sekä työnantajillemme ja kaikille niille,  
jotka ovat myötävaikuttaneet tutkimusjulkaisun valmistumiseen.

Helsinki - Joensuu kesäkuu 1982

Pentti K. Räsänen

Simo Kaila

Jari Parviainen

Juhani Päivänen

Matti Karjula

Sisällysluettelo	Sivu
1. JOHDANTO	7
11. Metsänuudistamisen päätöksenteko	7
12. Tutkimuksen aiheenrajaus ja tavoitteet	9
2. METSÄNVILJELYN TOIMENPIDEKETJUN ERI VAIHEET	10
21. Raivaus	10
211. Raivauksen tarve ja tavoitteet	10
212. Raivausmenetelmät	11
22. Maanpinnan käsittely	14
221. Maanpinnan käsittelyn tavoitteet	14
222. Maanpinnan käsittelymenetelmät	16
2221. Metsämaanmuokkaus	16
2222. Kulotus	17
223. Maanpinnan käsittelyn vaikutus vesi-, lämpö- ja ravinneoloihin	18
224. Maanpinnan käsittelyn vaikutus pinta- kasvillisuuden kehittymiseen	22
225. Maanpinnan käsittelyn vaikutus luon- taisten taimien syntyyn ja kehityk- seen	23
226. Maanpinnan käsittelyn vaikutus vilje- lytaimien alkukehitykseen	24
23. Metsänviljelyaineisto ja -tekniikka	26
231. Metsänviljelyaineisto	26
232. Metsänviljelymenetelmän valinta	28
233. Perustamistiheys	31
234. Kylvö- ja istutusmenetelmät	34
235. Viljelymenetelmän ja -tekniikan vaiku- tus taimien alkukehitykseen	35
24. Pintakasvillisuuden torjunta	37
241. Pintakasvillisuuden torjunnan tarve ja tavoitteet	37
242. Torjuntamenetelmät ja niiden tehok- kuus	39
25. Luontaisesti syntyvät taimet	40
251. Luontaisten taimien määrä ja siihen vaikuttavat tekijät	40
252. Luontaiset taimet viljelytaimikon täydentäjinä	42

26.	Täydennysviljely	45
	261. Täydennysviljelyn tarve ja tavoitteet	45
	262. Täydennysviljelyn suorittaminen	46
27.	Taimikon käsittely	47
	271. Taimikon käsittelyn tarve ja tavoitteet	47
	272. Taimikon käsittelymenetelmät	47
	273. Taimikon käsittelyn vaikutus puuston myöhempään kehitykseen	50
28.	Metsänviljelyn seuranta	53
3.	METSÄNVILJELYTÖIDEN AJANMENEKKI, TUOTOS JA KUSTANNUKSET	54
	31. Ajanmenekki-, tuotos ja kustannustiedot	54
	32. Metsänviljelytöiden ajanmenekkiä, tuotosta ja kustannuksia selvittävät tutkimukset	57
4.	METSÄNVILJELYTULOS INVENTOINTITUTKIMUKSIEN PERUSTEELLA	57
	41. Inventointitulosten soveltamisalue	57
	42. Viljelytaimien eloonjääminen	58
	43. Taimikoiden pituuskehitys	62
	44. Taimikoiden kehityskelpoisuus	63
5.	METSÄNVILJELYN VAIHTOEHTOJEN VALINTA	67
	51. Vaihtoehtojen valinnan lähtökohdat ja pääpiirteet	67
	52. Käytössä olevat ohjeistot	69
	53. Päätöksenteko- ja laskentamallit	71

Kirjallisuusluettelo

Liitteet

## 1. JOHDANTO

### 11. Metsänuudistamisen päätöksenteko

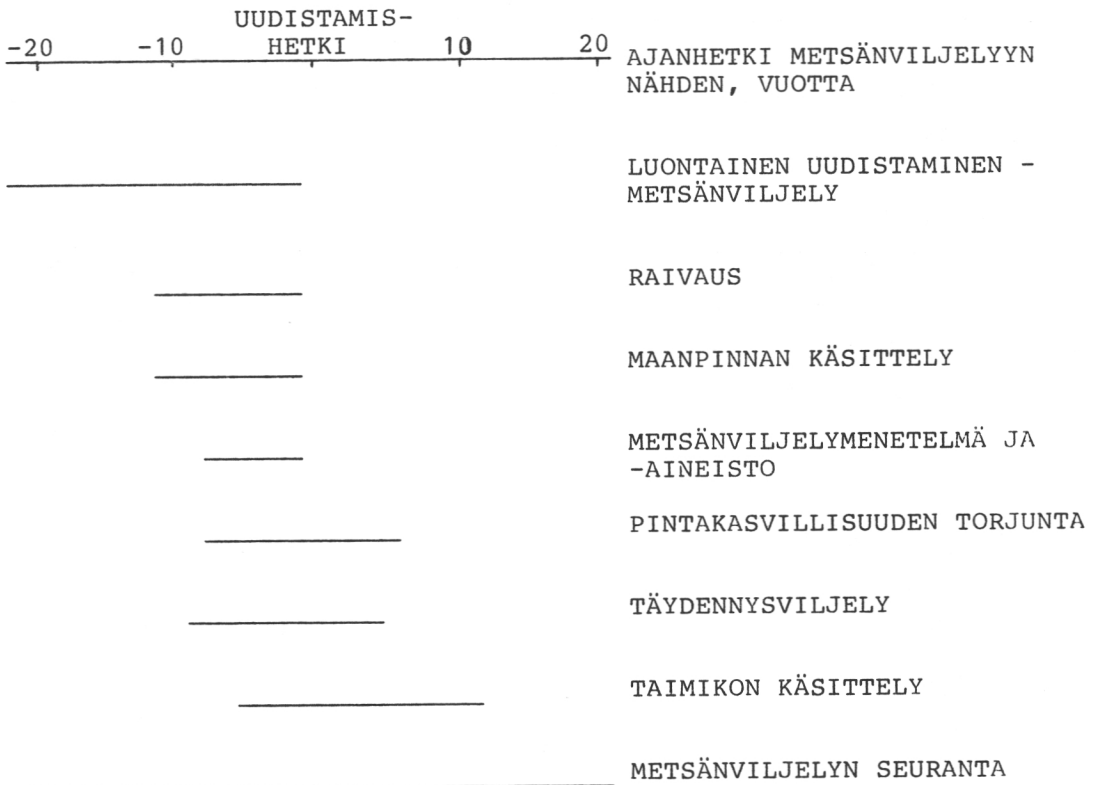
Metsänuudistaminen sisältää sarjan toisiaan seuraavia toimenpiteitä, jotka yhdessä muodostavat kokonaisuuden: puhutaan metsänuudistamisen toimenpideketjuista tai yksinkertaisemmin metsänuudistamisketjuista (mm. RÄSÄNEN ym. 1979a, KAILA 1979). Metsänuudistamistulos ja toisaalta metsänuudistamiskustannukset määräytyvät lopullisesti kunkin uudistamisketjun muodostamana yhdistelmänä.

Uudistamisvaiheeseen luetaan kuuluviksi kaikki toimenpiteet ensimmäisistä uudistamiseen tähtäävistä hakkuista aina metsikön ensiharvennukseen asti. Koska eri puunkorjuumenetelmien ja erilaisten leimikoiden kustannuserot voivat olla suuria, tarkoituksenmukaista metsänuudistamisvaihtoehtoa ja päätehakkuutapaa on tarkasteltava samanaikaisesti.

Metsänuudistamisen toimenpideketjuun kuuluvat päätökset sijoittuvat pitkälle aikavälille (kuva 1). Ensimmäiset uudistamismenetelmää koskevat päätökset tehdään jo ennen ensimmäistä uudistamiseen tähtäävää hakkuuta, jolloin valinta kohdistuu metsänviljelyn ja luontaisen uudistamisen välille.

Metsänuudistamisen perusratkaisun muodostaakin valinta luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn välillä. Perusratkaisun jälkeen valinta painottuu tiettyihin toimenpiteisiin. Tällaisia ovat metsänviljelyssä esim. uudistusalan raivaus, maanpinnan käsittely- sekä metsänviljelymenetelmän valinta. Muiden toimenpiteiden (esim. heinätorjunta) suorittamistarpeen ennustamiseen liittyy epävarmuutta ja niiden tarpeellisuuden arvioiminen ja menetelmän valinta tapahtuu yleensä metsänuudistamisen seurantajärjestelmän avulla. Toimenpidevaihtoehtojen ja niiden erilaisten yhdistelymahdollisuuksien johdosta sopivimman metsänuudistamisen toimenpideketjun valinta

muodostuu eräänlaiseksi päätöksentekosysteemiksi. Eri vaihtoehtojen suuren määrän vuoksi päätöksenteko käytännössä kuitenkin tapahtuu enemmän tai vähemmän rajoitetun informaation pohjalta (RÄSÄNEN ym. 1979a).



Kuva 1. Metsänuudistamisen eri toimenpiteiden sijoittuminen ja päätöksenteon aikataulu. Viivoitettu alue kuvaa kunkin toimenpiteen todennäköisintä valinta-ajankohtaa. Periaatteellinen tarkastelu.

Metsänuudistamisen eri vaiheissa joudutaan vallitsevien olosuhteiden mukaan tekemään päätöksiä ja valintoja eri toimenpiteiden tarpeellisuudesta ja suoritustavasta. Tällöin on arvioitava toteutettavan toimenpiteen vaikutus metsikön kehitykseen sekä sen sopivuus myöhempiin toimenpiteisiin ja metsälön hoidon kokonaisuuteen. Rakenteeltaan metsänuudistamisen toimenpideketjut muodostuvat siten erilaisiksi kussakin tapauk-

sessä vallitsevien olosuhteiden mukaan. **Erilaisten metsänuudistamisvaihtoehtojen teoreettinen määrä tietyllä uudistamisalueella on hyvin suuri (SIRÉN 1977).**

Metsänuudistamisen kokonaisuus muodostuu paitsi ajallisesti erotettavista osista, myös eri tasoista: biologisesta, teknisestä ja taloudellisesta tasosta (RÄSÄNEN ym. 1979a, RÄSÄNEN 1981). Metsänuudistamisvaihtoehtoa valittaessa joudutaan punnitsemaan eri toimenpiteiden tarpeellisuutta ja suoritus-tapaa näiden eri tasojen kannalta. Viime kädessä valinta ta-  
pahtuu yhdistelevien laskelmien perusteella, joissa lähtö-  
kohtina ovat biologisesti mahdolliset ja riittävän tuloksen  
takaavat menetelmät, joiden toteuttaminen on teknisesti mah-  
dollista riittävän alhaisin kustannuksin.

## 12. Tutkimuksen aiheenrajaus ja tavoitteet

Selväpiirteisen metsien uudistamistoiminnan myötä metsän-  
viljely ja taimikonhoito on ollut viime vuosikymmeninä laa-  
jamittaista toimintaa Suomessa. Metsänviljelyala on ollut  
viime vuosina 115 000 - 120 000 ha vuodessa. Laajimmillaan  
metsänviljely oli 1970-luvun alussa, jolloin viljeltiin  
140 000 ha vuodessa. Vastaavasti taimikonhoitoala on ollut  
viime vuosina - mukaan lukien myös luontaista tietä synty-  
neet taimikot - 400 000 - 450 000 ha vuodessa. Viimeisten  
kymmenen vuoden aikana taimikkoja on hoidettu kaikkiaan noin  
3,7 milj. ha alalta (Metsätilastollinen... 1980).

Vaikka metsänviljelyn voimakkaan lisääntymisen myötä myös  
tutkimustoiminta metsänviljelyssä on ollut runsasta, toistai-  
seksi ei ole analysoitu systemaattisesti kotimaisia tutkimuk-  
sia koko metsänviljelyketjun osalta. Tässä julkaisussa tarkas-  
tellaan lähinnä kotimaisten ja muiden pohjoismaisten tutkimuk-  
sien pohjalta metsänviljelyvaihtoehtojen valintaa, metsänvil-  
jelyn eri vaiheiden ja toimenpiteiden vaikutusta metsänuudis-  
tamisen lopputulokseen sekä toimenpiteiden teknisiä suoritus-  
mahdollisuuksia. Toisaalta tutkimuksessa kootaan yhteen eri  
menetelmien ajanmenekkiä, tuotosta ja kustannuksia selvittäviä  
tutkimustuloksia.

Päätavoitteena on metsänviljelyn eri vaiheita ja toimenpiteitä koskevien tietojen kerääminen yhteen ja tutkimustulosten analysointi metsänviljelyn vaihtoehtojen valinnan apuna käytettävien päätöksenteko- ja laskentamallien kehittämisen pohjaksi. Tarkastelu käsittelee metsänviljelyn vaihtoehtoja kivennäismailla ja se koskee lähinnä mäntyä ja kuusta. Muita puulajeja käsitellään ainoastaan havupuutaimikkoon luontaisesti syntyvänä taimiaineksena sekä täydennysistutuksessa käytettyinä taimina.

## 2. METSÄNVILJELYN TOIMENPIDEKETJUN ERI VAIHEET

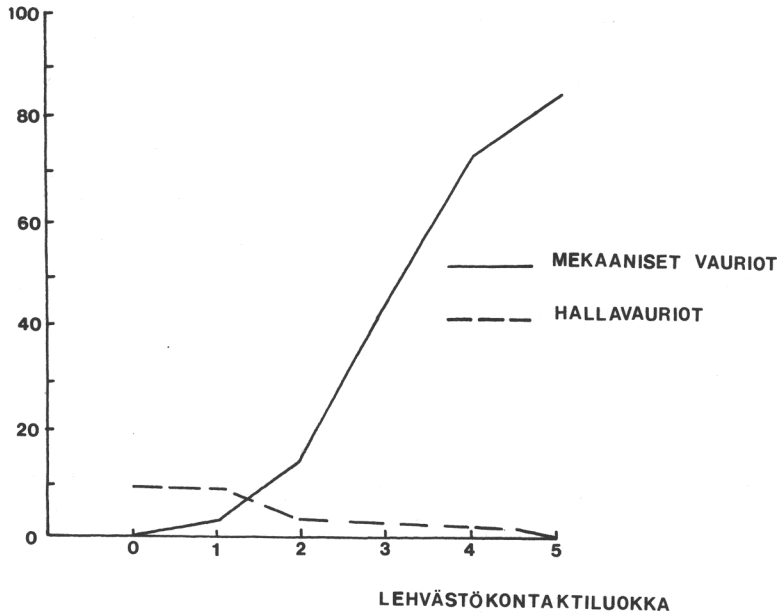
### 21. Raivaus

#### 211. Raivauksen tarve ja tavoitteet

Raivauksella tarkoitetaan hakkuun jälkeen uudistusosalalle jääneen jätetuuston poistamista. Raivauksen tavoitteena on toisaalta metsänviljelytyön helpottaminen, toisaalta viljelytaimia haittaavan lehtipuuston syntymisen ja kehittymisen ennaltaehkäisy.

Jätetuuston määrä riippuu ensi sijassa uudistusosalalla kasvanneen puuston määrästä ja laadusta sekä sovelletusta korjuumenetelmästä. Raivauksen ajoituksella suhteessa hakkuuseen, korjuuseen ja maanpinnan käsittelyyn on suuri merkitys varsinkin silloin, kun jätetuusto on lehtipuuvältaista (YLI-VAKKURI 1961b, LAIHO 1978). Korjuun ja maanpinnan käsittelyn yhteydessä katkeilevat lehtipuut vesovat herkästi (MIKOLA 1942, ETHOLÉN 1974b), vaikka osa jätetuustosta tuhoutuuakin samalla. Toisaalta maanpinnan käsittelyn paljastama kivennäismaa muodostaa otollisen alustan uudistusalan lähellä olevasta siemenniskykyisestä puustosta luontaisesti syntyville lehtipuiden taimille (RAULO ja MÄLKÖNEN 1976, FERM ja POHTILA 1977).

VAURIOITUNEIDEN TAIMIEN  
OSUUS, %:A LEHVÄSTÖKONTAKTI-  
LUOKAN TAIMISTA



Kuva 2. Kuusentaimien latvakasvaimen mekaaniset ja hallavauriot lehvästökontaktiluokittain (KARLSSON 1978).  
Lehvästökontaktiluokat:  
0 = oksien välillä ei minkäänlaista kontaktia  
1 = yksittäinen lehtipuun oksa havupuun oksien välissä  
2 = väliluokka  
3 = suhteellisen monet oksat yhteydessä taimeen  
4 = väliluokka  
5 = erittäin voimakas lehvästökontakti

## 212. Raivausmenetelmät

Käytettävä raivausmenetelmä riippuu jätepuuston määrästä ja laadusta ja siten myös korjuumenetelmästä sekä uudistusalan sijainnista ja maaston ominaisuuksista (RUMMUKAINEN 1969a). Havujätepuusto raivataan erillisenä toimenpiteenä tavallisesti mekaanisesti raivaussahalla tai vesurilla. Runsas vesominen asettaa lehtipuuston raivausmenetelmälle lisävaatimuksia.

Maanpinnan käsittelynäkökohtien vuoksi sopivin raivausajan kohta olisi siten vasta taimikon käsittelyn yhteydessä. Koska haapa toimii männynversoruosteen väli-isäntänä, haavan raivaus tulisi suorittaa männyn uudistusaloilla kuitenkin ennen viljelyä (RUMMUKAINEN 1969a, KURKELA 1973).

Jätepuuston jättämistä on perusteltu viljavilla mailla pintakasvillisuuden torjunnan kannalta sekä hallanaroilla kuusen istutusaloilla hallavaurioiden syntymisen estovaikutuksen takia (MULTAMÄKI 1942, RUMMUKAINEN 1969a). Verhopuustona jätepuustosta hallantorjumisessa on kuitenkin hyötyä vasta metsikön latvuspeittävyuden noustessa 60 - 70 %:iin (LEIKOLA ja PYLKKÖ 1969, LEIKOLA 1975). Verhopuuston avulla taimia voidaan suojella lähinnä ns. ulossäteilyhalloilta (FRANSSILA 1949, GEIGER 1957). Kasvukaudenaikaista keskilämpötilaa ei verhopuuston avulla pystytä paljoakaan kohottamaan (MULTAMÄKI 1942, LÜTZKE 1961, EICHE 1966, ANDERSSON 1968). Pohjois-Suomessa kasvukaudenaikaisten lämpösummaerojen on havaittu muodostuvan metsikön ja aukean alan välillä niin pieniksi, että kasvukausien välinen vaihtelu on peittänyt eron jopa kymmenkertaisesti (LEIKOLA 1975).

Jätepuusto hidastaa toisaalta viljelytaimien kehitystä. Verhopuuston alle säteilyä tulee huomattavasti vähemmän kuin aukealle alalle (LEIKOLA 1976b). Verhopuuston edullinen vaikutus hallantorjunnassa eliminoituu siten osittain verhopuuston haittavaikutusten vuoksi (KARLSSON 1978, kuva 2).

Verhopuuston käyttö on ollut runsasta varsinkin yksityismetsissä (RIKALA ja TERVO 1979), mutta verhopuuston asianmukaiseen poistamiseen ja hoitoon on kiinnitetty yleensä liian vähän huomiota (YLI-VAKKURI ym. 1969, SOLIN 1970, RAULO ja RIKALA 1974, KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977, LEIKOLA ym. 1977, RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980). Erityisesti kookkaan verhopuuston poistossa taimet vaurioituvat helposti. Myös tämä vähentää menetelmän käyttökelpoisuutta (RAULO 1977, RIKALA ja TERVO 1979).

Lehtipuuston käsittelyssä pelkkä mekaaninen raivaus on osoittautunut riittämättömäksi. Lehtipuuvaltaisen jätteen raivauksessa käytetään siksi tavallisesti mekaanis-kemiallisia (esim. raivaussahaan liitetty kantokäsittelylaite, taskutus, pukitus) tai pelkästään kemiallisia menetelmiä (BÄRRING 1965c, RUMMUKAINEN 1969a, ETHOLÉN 1972b, 1973, 1974b, HOKKA ja HERRANEN 1976a, FRÖLANDER-ULF 1977).

Raivaussahaan liitetyn torjunta-ainetta ruiskuttavan kantokäsittelylaitteen ansiosta työkustannukset pienentyvät kahteen erilliseen työvaiheeseen perustuvaan mekaanis-kemialliseen käsittelyyn (esim. vesuri ja vesapistooli) verrattuna (HEINO 1975, NISULA 1980). Raivaussahaan yhdistetyllä kantokäsittelylaitteella työ tulee myös tarkemmin tehtyä, koska kahdessa erillisessä vaiheessa työskenneltäessä vesojen kantoja on usein hankala löytää (RUMMUKAINEN ja TANSKANEN 1969, HEINO 1975). Raivaussahaan liitetyn kantokäsittelylaitteen kehittämisessä on viime aikoina keskitytty lähinnä käsittelyaineen oikeaan suuntaamiseen liittyvien kysymysten selvittämiseen (HOKKA ja HERRANEN 1976a, HOKKA ja VÄHÄNIKKILÄ 1977, LAITINEN ja TAKALO 1978, LAITINEN 1978, NISULA 1980).

Runkokäsittely on puukohtainen kemiallinen menetelmä. Lehtipuiden rungot kastellaan torjunta-aineseoksella noin 20 cm:n matkalta. Runkokäsittely sopii parhaiten pienten, ohutkuoristen lehtipuiden käsittelyyn (SALONEN ja PÄIVINEN 1976). Muissa puukohtaisissa menetelmissä, kuten taskutuksessa ja pukituksessa, käsittelyn tehoa lisätään yleensä sivelemällä vesakontorjunta-ainetta paljastetulle rungon pinnalle (BÄRRING 1965c, RUMMUKAINEN 1972). Torjunta-aine kulkeutuu lehtipuun juuristoon melko hitaasti (1 - 2 vuotta). Siksi taskutus ja pukitus tulisi tehdä jo joitakin vuosia ennen päätehakkuuta (RUOKONEN 1975, FRÖLANDER-ULF 1977).

Ilmasta suoritettavaa kemiallista käsittelyä on käytetty raivattaessa tiheän lehtijätteen valtaamia uudistusaloja (RUMMUKAINEN 1969c, 1972, PARKKONEN 1975, HOKKA ja HERRANEN 1977). Maasta suoritettava kemiallinen käsittely on tapahtunut

pääasiassa lehvästöruiskutuksina ns. reppu- tai moottoriruiskulla, joskin myös uusia laite- ja menetelmäratkaisuja maasta miestyönä suoritettavaan käsittelyyn on kehitetty. Mm. vaah- to- ja paljasversoruiskutuksia on tutkittu (ETHOLÉN 1976, 1979). Kemiallinen käsittely voidaan suorittaa maasta koneel- lisesti lähinnä taimikoiden perkausta varten kehitetyllä metsätraktorikäyttöisellä vesakontorjuntaruiskulla (HOKKA ja HERRANEN 1976c, HOLAPPA 1979, Metsänparannus - tekniikka ja koneet 1980).

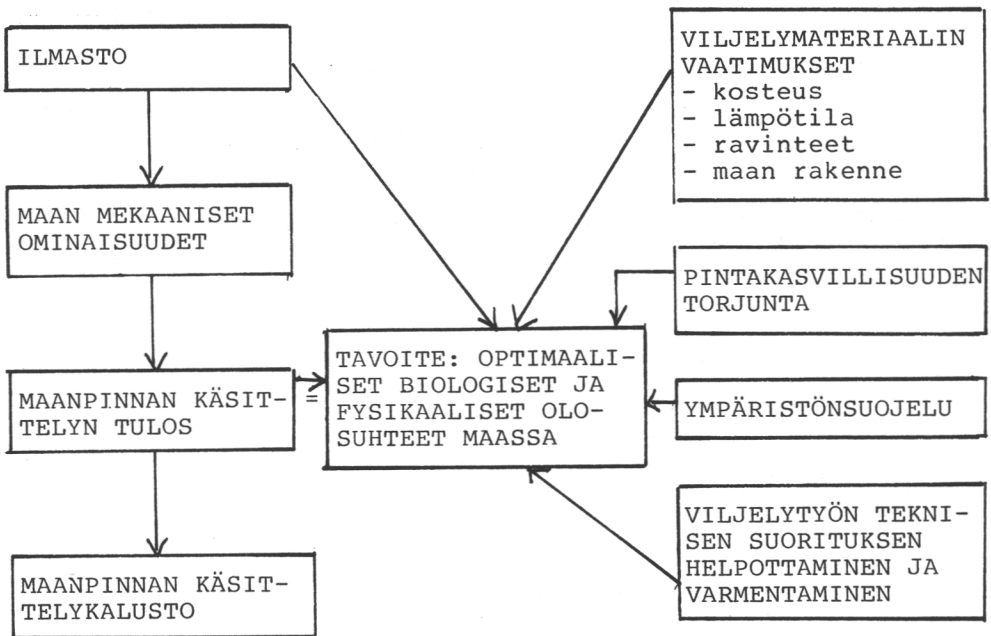
Viime aikoina on kiinnitetty entistä suurempaa huomiota pien- puun käyttöön polttoaineena (HAKKILA 1972, 1978, HAKKILA ym. 1975, 1977, LEHTONEN I. 1976, GULBRANDSEN 1977). Raivauspuus- ton talteenotto asettaa uusia vaatimuksia raivausmenetelmälle. Moottori- ja raivaussahan pohjalta on kehitetty useita ratkai- suja pienpuun kaatolaitteiksi (LEHTONEN E. 1976, HARSTELA ja TERVO 1977). Nämä ovat niin ajankäytöltään kuin ergonomisilta ominaisuuksiltaan perinteisiä työmenetelmiä edullisempia. Jat- kuvatoimista vesakonkorjuukonetta ja -hakkuria on kokeiltu lähinnä tiheän, pieniläpimittaisen lehtipuun korjuussa (HAK- KILA ja MÄKELÄ 1975, HAKKILA ja KALAJA 1980).

## 22. Maanpinnan käsittely

### 221. Maanpinnan käsittelyn tavoitteet

Maanpinnan käsittelyllä ymmärretään kaikkia kasvualustaan kohdistuvia toimenpiteitä. Maanpinnan käsittelyn tavoitteena on ennen kaikkea maaperän fysikaalisten ja kemiallisten omi- naisuuksien muuttaminen viljelymateriaalin eloonjäämisen ja kehityksen kannalta mahdollisimman suotuisiksi (kuva 3, WILDE 1958, LEHTO 1969c, JAUHIAINEN 1970, MÄLKÖNEN 1972, 1976, SÖDERSTRÖM 1974a, 1976a, 1977, PRITCHETT 1979). Maanpinnan käsittely vaikuttaa lähinnä maan lämpö-, vesi-, ilma- ja ravinneoloihin. Maan rakenteen ja fysikaalisten ominaisuuksien muutokset ovat yhteydessä toisiinsa, mikä omalta osal- taan vaikeuttaa maanpinnan käsittelylle asetettavien tavoit-

teiden erittelemistä maan eri ominaisuuksien kesken (LEIKOLA 1974, 1976a). Lisäksi maanpinnan käsittelyllä pyritään helpottamaan viljelytyötä, saamaan kustannussäästöjä ja vähentämään pintakasvillisuuden kilpailua (AALTONEN 1940, HEINO ja SEPPÄLÄ 1975, MÄLKÖNEN 1976, KAILA ja PÄIVÄNEN 1978a, 1978b, HAATAJA 1979). Edelleen maanpinnan käsittelyn toivotaan johtavan mahdollisimman pitkäaikaiseen maanparannukseen (KOHH 1970, MÄLKÖNEN 1972, PÄIVÄNEN 1979).



Kuva 3. Maanpinnan käsittelyn tavoitteet ja niihin vaikuttavat tekijät (MÄLKÖNEN 1976).

## 222. Maanpinnan käsittelymenetelmät

## 2221. Metsämaanmuokkaus

Tällä hetkellä yleisimmin käytetyt maanpinnan käsittelymenetelmät ovat lautasauraus ja -jyrsintä sekä auraus (taulukko 1).

Taulukko 1. Metsämaan muokkausalan kehitys muokkauslaiteryhmittäin vuosina 1976 - 1979 (KAILA ja PÄIVÄNEN 1981).

Muokkauslaite	Muokattu, hehtaaria			
	1976	1977	1978	1979
Lautasaura ja lautasjyrsin	38 643	43 509	46 775	50 843
Metsätraktorivetoinen aura	8 004	8 532	7 331	8 281
Telatraktorivetoinen aura	27 502	27 173	27 835	35 667
Traktorikaivuri mätästäjänä	435	471	753	952
Laikkuri	2 099	1 525	800	656
Peltoaura (pellon metsitys)	5 236	5 113	4 336	4 544
Muu	1 741	1 394	890	927
<b>Yhteensä</b>	<b>83 660</b>	<b>87 717</b>	<b>88 720</b>	<b>101 870</b>

Pohjois-Suomessa käytetään valtaosin telakonevetoisia auroja, kun taas Etelä-Suomessa lautasauraus on yleisintä (KAILA ja PÄIVÄNEN 1981).

Kivennäismaan paljastamisella tarkoitetaan hakkuutähteiden, pintakasvillisuuden ja humuskerroksen poistamista kivennäismaan pinnalta. Laikutuksessa kivennäismaan pinta paljastetaan laikuittain. Kivennäismaan paljastamisen vaikutus rajoittuu pintakerroksen kuohkeutumiseen joko laikkurilla tai epäsuorasti routimisen välityksellä (BÄRRING 1965a, Ohjekirje... 1973). Lautasaurat paljastavat yleensä kivennäismaata kahtena jatkuvana urana, joiden reunaosat lähinnä soveltuvat viljelykohdiksi (KAILA ja PÄIVÄNEN 1978a). Urat saadaan aikaan vapaasti pyörivillä lautasilla (TALTS 1969, HEINO ja SEPPÄLÄ 1975, HAATAJA 1979, Metsänparannus - tekniikka ja koneet 1980).

Painotettavien lautasten painoa säätelemällä on mahdollista jossain määrin vaikuttaa tyäjäljen muotoon erilaisissa olosuhteissa.

Maanpinnan eri kerroksia sekoittavia ja kuohkeuttavia maanpinnan käsittelymenetelmiä ovat lähinnä siipiauraus, mätästys ja jyrsintä. Siipiaurat jaetaan tyäjäljen perusteella piennar- ja palleauraihin. Palleaurausta käytetään erityisesti veden vaivaamilla, paksukunttaisilla ja vähäkivisillä mailloilla, missä tyäjälki tulee riittäväksi paltteeseen tapahtuvaa viljelyä ajatellen (KAILA ja PÄIVÄNEN 1978a). Piennaraurauksessa muodostuu selväpiirteinen piennar, jota voidaan myös käyttää viljelykohtana (POHTILA 1977a). Mätästyksessä traktori-kaivurin kauhalla muodostetaan kohoutumia humuskerroksesta ja kivennäismaasta (LAIHO 1979, 1981). Metsämaan muokkaukseen on kehitetty lisäksi kiekko-, rumpu- ja ketjujyrsimiä, mutta niiden käyttö on ollut Suomessa vähäistä (APPELROTH 1975b, 1976a, KAILA ja PÄIVÄNEN 1978a, 1981). Jyrsinnässä humuskerros ja kivennäismaa sekoitetaan keskenään muuta maanpintaa korkeammalla olevaksi jyrsinpenkiksi (HOKKA ja ARI 1976).

Maanpinnan käsittelyn tyäjäljen laatuun vaikuttavat käytetyn käsittelymenetelmän ja kaluston kunnan lisäksi mm. maaperä ja vetokoneen kuljettajan ammattitaito (HAARLAA 1973, TYNKYNEN 1974, SEPPÄLÄ 1975a, 1975b, APPELROTH 1975b).

## 2222. Kulotus

Kulotuksessa uudistusaloilla oleva jätepuusto, hakkuutähteet, pintakasvillisuus ja osa humuskerroksesta poltetaan. Kulotuksen pääasiallisimpana tarkoituksena on paksun humuskerroksen haittavaikutuksien poistaminen (esim. SARVAS 1937, SIRÉN 1955, YLI-VAKKURI 1958, 1961a, PRITCHETT 1979). Sitä suositellaankin yleensä paksun humuskerroksen uudistusaloille. Kulotuksen käyttöä rajoittaa sen riippuvuus säätekijöistä. Sää on kulotukseen sopiva silloin, kun kulovaaraindeksi on välillä 0.1 - 0.3 ja tuulen nopeus pienempi kuin 5 m/s (FRANSSILA 1958). Toisaalta kulotuksesta on usein luovuttu, koska kulo-

tuksen suorittaja ei ole katsonut voivansa ottaa mm. vakuutusten puuttumisen takia vastuuta tulen mahdollisesti aiheuttamista vahingoista (esim. POHTILA 1974c). Muita syitä kulo-  
tustoiminnan vähenemiseen 1960-luvulla olivat mm. koneellisen metsämaanmuokkauksen yleistyminen, pelko ravinteiden menetyk-  
sestä metsämaasta, kuplamörsky- ja lumikaristetuhojen esiin-  
tyminen kulotettujen alojen taimikoissa sekä asenteelliset  
ja hallinnolliset seikat (Kulotustoimikunnan mietintö 1980).

Palon voimakkuus kulotuksessa riippuu mm. metsätyypistä, maan  
kosteudesta, palamiskelpoisen materiaalin määrästä ja jakaantumisesta uudistus-  
alalla sekä tuulen voimakkuudesta (esim. SARVAS 1937, UGGLA 1957, YLI-VAKKURI 1958).

### 223. Maanpinnan käsittelyn vaikutus vesi-, lämpö- ja ravinne- oloihin

Maan vesiolojen muutoksia maanpinnan käsittelyn jälkeen ei  
ole Suomessa tarkasteltu kivennäismaiden osalta koko vesi-  
taseen puitteissa, vaan yleisimmin on tyydytty tarkastele-  
maan muutoksia maan vesipitoisuudessa (KAUPPILA ja LÄHDE  
1975, LÄHDE ja POHJOLA 1975, MUTKA ja LÄHDE 1977, LÄHDE  
1978b, RITARI ja LÄHDE 1978). Kivennäismaan paljastaminen  
poistaa vettä hyvin varastoivan humuskerroksen ja siten  
maassa alaspäin liikkuva vesimäärä lisääntyy verrattuna hu-  
muksen peittämään maahan (AALTONEN 1940). Huonosti vettä-  
läpäisevillä, hienojakoisilla mailla saattaa laikuista muo-  
dostua vetisiä lätäköitä (mm. HUIKARI 1954, LYYTINEN 1958,  
KAILA ja PÄJVÄNEN 1978b, LÄHDE 1978b).

Pintavesien valuminen uudistusosalta on voimakkainta käsitte-  
lyissä, joissa muodostuu yhtenäinen vakosysteemi. Yleisesti  
maan vesipitoisuuden on havaittu olevan sitä pienemmän mitä  
intensiivisemmästä maanpinnan käsittelymenetelmästä on kysy-  
mys, joskin kasvukauden sääoloilla on suuri vaikutus maan  
vesipitoisuuden kehitykseen (vrt. POHTILA 1977a, LÄHDE 1978b).

Maan vesi- ja ilmatila ovat toisiinsa kääntäen verrannollisia (esim. AALTONEN 1940, BUCKMAN ja BRADY 1969, PRITCHETT 1979). Maan ilmatila ei saa laskea liian alhaiseksi (ks. KOIVISTO 1976, PÄIVÄNEN 1976). Taimien menestymisen kannalta vaaditaan, että ilmatila on 10 - 15 % (PAAVILAINEN 1967). Tehokkaiden maanpinnan käsittelymenetelmien työpöjäljessä maan ilmatila pysyy suhteellisen korkeana (KAUPPILA ja LÄHDE 1975, LÄHDE ja POHJOLA 1975). LÄHTEEN (1978b) tutkimuksessa ilmatila oli riittämätön (5 - 15 %) käsittelemättömässä maassa, laikuissa ja aurauksen pientareessa sekä ajoittain täysmuokatun maan pintakerroksessa. Sitä vastoin muissa tutkituissa käsitellyissä (aurauksen palle, ketjujyrsintä, maansiirto sekä yhdistetty auraus ja täysmuokkaus) ilmatilan osuus oli riittävä, vaihdellen välillä 20 - 40 %.

Kulotuksen vaikutus maan vesioloihin on kaksitahoinen: toisaalta humuskerroksen polttaminen parantaa veden suotautumista alaspäin, mutta toisaalta evaporaatiota estävän humuskerroksen oheneminen sekä poltetun kerroksen lämpötilan kohoaminen saattavat lisätä haihduntaa. Lisäksi kulotuksen johdosta saattaa syntyä hydrofobisia aineita, jotka vaikuttavat maan vesipitoisuuteen (PRITCHETT 1979). Kulotuksen vaikutus maan vesioloihin saattaa siten muodostua uudistusalan ominaisuuksista riippuen joko hyödylliseksi tai haitalliseksi.

Muutokset maan vesi- ja ilmatilan jakaantumisessa sekä maan rakenteessa vaikuttavat maan lämpöoloihin muuttamalla maan lämmönjohtokykyä ja lämpökapasiteettia (esim. AALTONEN 1940, FRANSSILA 1949, GEIGER 1957, WILDE 1958). Vuorovaikutussuhteet maan lämpöolojen tarkastelussa muodostuvat siten varsin monimutkaisiksi.

Poistamalla tehokkaina lämmönvaihdon eristäjinä toimivat pintakasvillisuus- ja humuskerrokset, maan pintaosien kasvukaudenaikaisia keskilämpötiloja voidaan tulosäteilyn vallitessa kohottaa. LEIKOLAN (1974) mukaan kaikki hänen tutkimansa maanpinnan käsittelymenetelmät kohottivat maan pintaosan kasvukaudenaikaista lämpösummaa, joskin myös käsittelymenetelmien väliset erot olivat suuria. Suurimmat lämpösummat tavattiin

erilaisissa kivennäismaan muodostamissa kohoutumissa, ketjujyrsimen työjäljessä sekä aurauksen paltteessa ja pientareessa. Muissakin tutkimuksissa eri tavoin käsitellyn maan lämpösummien on todettu noudattavan edellä kuvattua järjestystä (mm. TURTTIAINEN ja VALTANEN 1970, MÄLKÖNEN 1972, KAUPPILA ja LÄHDE 1975, LÄHDE ja POHJOLA 1975, MUTKA ja LÄHDE 1977, POHTILA 1977a, LÄHDE 1978b, RITARI ja LÄHDE 1978). Erot maan lämpösummissa eri maanpinnan käsittelymenetelmien välillä syntyvät pääasiassa alkukesällä. Laikutuksen vaikutus maan lämpötilan nostajana on jäänyt yleensä suhteellisen pieneksi (TURTTIAINEN ja VALTANEN 1970, MÄLKÖNEN 1972, POHTILA 1972a, 1974a, 1977a, LEIKOLA 1974, KAUPPILA ja LÄHDE 1975, LÄHDE ja POHJOLA 1975, SÖDERSTRÖM 1975, 1976a, 1976b, 1977, KINNUNEN 1976, MUTKA ja LÄHDE 1977, LÄHDE 1978b, RITARI ja LÄHDE 1978, RAULO ja RIKALA 1981).

Humus- ja mineraalimaakerroksen sekoittavissa menetelmissä työjäljen tekeytymisellä on vaikutusta maan lämpöoloihin. Syy tähän on ensi sijassa pintakasvillisuuden rehevöityminen, mutta myös maan rakenne ja fysikaaliset ominaisuudet muuttuvat käsittelystä kuluvan ajan myötä (TURTTIAINEN ja VALTANEN 1970, POHTILA 1974a, 1974b, LÄHDE 1978b, LÄHDE ym. 1981, RAULO ja RIKALA 1981). On todettu, että esim. kaksi vuotta käsittelyn jälkeen lämpösomma yhdistetyssä aurauksessa ja jyrsinässä on ollut noin 70 % korkeampi kuin polttolaikutuksessa, mutta neljän vuoden kuluttua käsittelystä se on ollut enää runsaat 40 % korkeampi (LÄHDE ja POHJOLA 1975).

Paljastettu kivennäismaa routii herkemmin kuin kasvillisuus- tai humuspeitteinen maa. Roustevahingot on todettu suuriksi vaon pientareella, jossa auraus ei ole rikkonut kapillaariyhteyksiä syvemmälle maahan (POHTILA 1977a). Etelä-Ruotsissa tehdyn selvityksen mukaan maan vuorottainen sulaminen ja jäätyminen kohoutumilla aiheutti roustevahinkoja taimille (SÖDERSTRÖM ym. 1978). Vauriot kohdistuivat nimenomaan syys-istutuksiin ja pieniin paakkutaimiin.

Kulotuksen vaikutus maan lämpöoloihin perustuu hakkuutähteiden ja pintakasvillisuuden sekä humuskerroksen osittaiseen palamiseen sekä muutoksiin maaperän kyvyssä vastaanottaa ja heijastaa säteilyä (mm. SIREN 1955, UGGLA 1957, HUSS ja SINKO 1969, Kulotustoimikunnan mietintö 1980). LIPAS ja MÄKI-PETÄYS (1961) havaitsivat tutkimuksissaan, että kivennäismaan lämpötila oli 10 cm:n syvyydessä kullo-  
tetulla alueella noin 2 °C korkeampi kuin kulottamattomalla alueella. Vastaavasti ero oli havaittavissa vielä 20 cm:n syvyydessä. Maan pintaosien lämpötilan kohoaminen riippuu humuksen palamisen tehokkuudesta. Kulotuksenaikainen lämpötila saattaa maan pinnassa nousta varsin korkeaksi, mutta humuskerroksen hyvän eristyskyvyn takia lämpötila pienenee varsin nopeasti siirryttäessä syvemmälle maahan (HEYWARD 1938, UGGLA 1957).

Maan pintaosista huuhtoutuneet ravinteet eivät pysähdy mihinkään tiettyyn maakerrokseen, ja siten maan kääntäminen ei suoranaisesti paranna ravinneolosuhteita maassa (MÄLKÖNEN 1972). Toisaalta heikosti rapautuneen aineksen kääntäminen maan pinnalle suotuisiin rapautumisolosuhteisiin saattaa lisätä maassa taimille käyttökelpoista ravinmäärää. Toisaalta lämpötilan kohoamisella maan kääntämisen seurauksena on suotuisa vaikutus ravinteiden vapautumiseen (TISLADE ja NELSON 1956). Mikrobien elinolosuhteet paranevat maan lämpötilan kasvaessa ja tämä johtaa mikrobien määrän huomattavaan nousuun (VOSS-LAGERLUND 1976). Seurauksena on humuksen hajoamisen vilkastuminen (KUBIN 1981). Ravinteet muodostuvat tuskin kasvua rajoittavaksi tekijäksi mineraalimailla metsikön perustamisvaiheessa käytettäessä perinteisiä puunkorjumenetelmiä (VIRO 1966, POHTILA 1972b, LEIKOLA ja RIKALA 1974, MUTKA ja LÄHDE 1977, HUURI 1980). Siirryttäessä kokopuunkorjukseen ravinneköyhillä mailla ravinteiden poistuma on ilmeisesti pakko korvata lannoituksella (KUBIN 1977).

Kulotuksen seurauksena kivennäisaineet vapautuvat palavista hakkuutähteistä, jätepuustosta sekä pintakasvillisuudesta

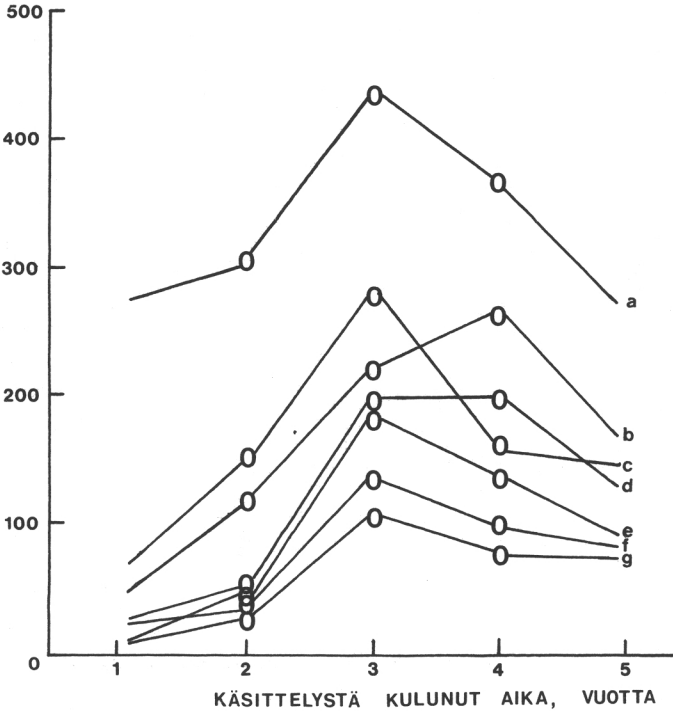
ja humuskerroksesta pääasiassa emäksisinä oksideina ja karbonaateina, mikä alentaa metsämaan happamuutta (VIRO 1969, PRITCHETT 1979). Maan happamuuden aleneminen saattaa olla varsin pitkäaikaista kestäen jopa 50 vuotta (UGGLA 1957, VIRO 1969). Muutokset metsämaan happamuudessa kulotuksen jälkeen saattavat olla jopa 2.4 pH-yksikköä (VIRO 1969). Ravinteiden kokonaismäärän on havaittu kulotuksen jälkeen pienenevän tai pysyvän suunnilleen ennallaan ravinteesta riippuen. Sen sijaan taimille käyttökelpoisten ravinteiden määrät kohoavat kulotuksen vaikutuksesta. Kulotuksessa vapautuvat ravinteet huuhtoutuvat toisaalta helposti sateen mukana alaspäin ja siten kulotuksen vaikutus tasoittuu ajan myötä.

#### 224. Maanpinnan käsittelyn vaikutus pintakasvillisuuden kehittymiseen

Maanpinnan käsittelyn jälkeen uudistusalalla tapahtuu kaksi eri sukkessiota samanaikaisesti: primäärisukkersio paljastuneella kivennäismaalla ja sekundäärisukkersio rikkomat- tomalla maaperällä (KELLOMÄKI 1972, FERM ja POHTILA 1977). Kasvillisuuden kehittymiseen uudistusalalla hakkuun jälkeen vaikuttavat useat tekijät kuten mm. hakkuuajankohta, hakkuu- menetelmä, hakkuutähteiden määrä, kasvillisuuden kehitystila, leviämiskeskusten läheisyys, ekspositio sekä maan viljavuus ja kivisyys (INGELÖG 1974). Pintakasvillisuuden tuhoutuminen uudistusalalla riippuu maanpinnan käsittelymenetelmästä ja sen työjäljestä.

Vaikka pintakasvillisuuden rehevöitymistä hakkuun jälkeen on tarkasteltu useissa tutkimuksissa (esim. AALTONEN 1919, TERTTI 1932, SARVAS 1944, 1949, HAGNER 1962), vertailuja suk- kessiosta erilaisten maanpinnan käsittelymenetelmien työ- jäljissä on olemassa vähän. RAULON ja RIKALAN (1981) tutki- muksen mukaan kasvillisuuden biomassan kuivapainon kehitys oli nopeinta käsittelemättömillä koealoilla. Hitaimmin kasvil- lisuuden biomassassa kasvoi mätästyksen kohoutumilla (kuva 4).

BIOMASSAN KUI-  
VAPAINO, G/M<sup>2</sup>



Kuva 4. Pintakasvillisuuden kokonaisbiomassan kuiva-ainemäärän kehitys eri tavoin muokatuilla aloilla (RAULO ja RIKALA 1981). Käsittelymenetelmät: a = käsittelemätön, b = aurauksen päälle, c = jyrshintä, d = lautasauraus, e = laikutus, f = aurauksen piennar, g = mätästys.

Kasvillisuuden kehitys palon jälkeen tunnetaan varsin hyvin (HEIKINHEIMO 1915, KUJALA 1926, SARVAS 1937, SIRÉN 1955, UGGLA 1957, YLI-VAKKURI 1961a). Kasvillisuuden kehittyminen voi tapahtua kuloalueella säilyneistä siemenistä tai vegetatiivisesti muista säilyneistä, uudistumiskykyisistä kasvinosista sekä suvullisesti kuloalan reunoilta (KUJALA 1926).

225. Maanpinnan käsittelyn vaikutus luontaisten taimien syntyyn ja kehitykseen

Siementen itäminen ja taimettuminen on paljastetulla kivennäismaalla parempaa ja nopeampaa kuin humuskerroksen peittä-

mällä maalla (TERTTI 1932, 1934, 1939, SARVAS 1937, 1944, 1948, 1949, 1950, HEIKINHEIMO 1940, SIRÉN 1955, LEHTO 1956, 1969, OINONEN 1956, YLI-VAKKURI 1961a, 1961c, HAGNER 1962, 1965, NORDSTRÖM 1967). Kulotetulla humuspinnalla taimien kehittymisedellytykset saattavat kuitenkin olla heikot, jollei samalla suoriteta myös muuta maanpinnan käsittelyä tai maan ei anneta tekeytyä joitain vuosia (SARVAS 1937, AALTONEN 1940). Metsätyypillä on luonnollisesti suuri merkitys luontaisen taimettumisen voimakkuuteen käsittelemättömillä kohdilla (AALTONEN 1919, SARVAS 1949, YLI-VAKKURI 1961b).

Uudistusosalalle syntyvien taimien kokonaismäärä riippuu paljastetun kivennäismaan osuudesta uudistusosalalla (KELLOMÄKI 1972, FERM ja POHTILA 1977). Esimerkiksi täysmuokkauksen jälkeen taimimäärä uudistusosalalla oli yli 40-kertainen verrattuna käsittelemättömiin koeloihin (RAULO ja MÄLKÖNEN 1976). Koivun luontaisten taimien syntyminen oli suurinta aurausjäljessä, joskin erot täysmuokkauksen ja lautasaurauksen työjälkiin olivat vähäiset (RAULO ja MÄLKÖNEN 1976). Havupuiden luontaisia taimia syntyy rikottuun maanpintaan suhteellisesti huomattavasti vähemmän kuin koivun ja muiden lehtipuiden luontaisia taimia (KELLOMÄKI 1972, FERM ja POHTILA 1977). Uudistusosalalle syntyvän luontaisen taimiaineksen määrä riippuu luonnollisesti siementävän puuston läheisyydestä ja lajikoostumuksesta sekä siemenen määrästä ja laadusta. Kasvipeitteen sulkeutumisen vuoksi maan edullisin taimettumiskunto havupuiden luontaisen uudistumisen kannalta häviää aurausalueilta Pohjois-Suomessa karkeasti arvioiden noin 15 vuoden kuluessa ja Etelä-Suomessa vastaavasti noin 5 vuodessa maanpinnan käsittelyn jälkeen (KELLOMÄKI 1972).

#### 226. Maanpinnan käsittelyn vaikutus viljelytaimien alkukehitykseen

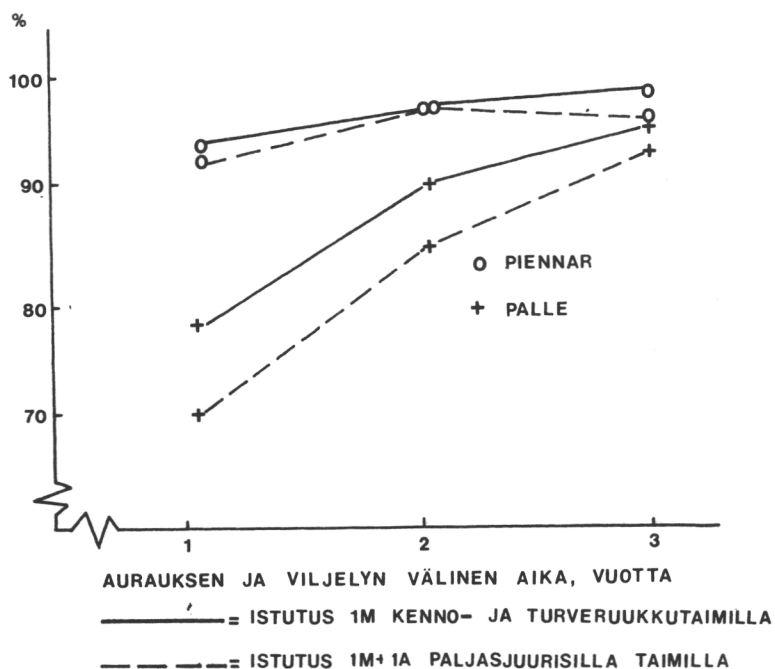
Maanmuokkauksen intensiivisyysasteen noustessa istutettujen männyntaimien pituuskehitys paranee kevyesti muokattuun tai muokkaamattomaan maahan suoritettuun istutukseen verrattuna (KINNUNEN 1976, RAULO ja RIKALA 1981). Istutustaimien on todettu kehittyvän parhaiten jyrksityssä kivennäismaassa, auran palteessa tai kivennäismaan muodostamissa kohoutu-

missa (MÄLKÖNEN 1972, LÄHDE ja POHJOLA 1975, LÄHDE 1978b, SÖDERSTRÖM ym. 1978, LÄHDE ym. 1981, RAULO ja RIKALA 1981). Jopa kuivan ja karkeankin maan tehokkaalla käsittelyllä voidaan päästä istutusta seuraavien vuosien pituuskasvuna mitaten hyviin tuloksiin (LAIHO 1976). Tehokkaan muokkauksen pitkäaikaisista vaikutuksista karujen kankaiden viljelytaimikoiden kehitykseen ei ole sitä vastoin vielä tutkimuksiin perustuvaa tietoa.

Istutusta seuraavan ajanjakson sääoloilla on kuitenkin ratkaiseva vaikutus taimien eloonjäämiseen erityisesti voimaperäisesti muokatulla kasvualustalla (ETHOLÉN 1974a, LEIKOLA ja HUURI 1974, POHTILA 1974b). Palteiden istutuskelpoisuus paranee, mikäli muokkausjäljen annetaan tekeytyä muutama vuosi (TURTIAINEN ja VALTANEN 1974). Maanpinnan käsittelyllä on suurempi vaikutus istutettujen männyntaimien kuolleisuuteen kuin pituuskasvuun neljän ensimmäisen viljelyä seuraavan vuoden aikana (MÄLKÖNEN 1972). Istutettujen taimien eloonjänti saattaa olla parempaa kevyemmin muokatussa maassa kuin voimaperäisesti muokatussa, mutta eloonjääneiden taimien pituuskehitys on voimaperäisesti muokatussa maassa nopeampaa (TURTIAINEN 1975, VALTANEN 1978, RAULO ja RIKALA 1981). Kaikkiaan näyttää siltä, että hyvältä muokkausjäljeltä vaadittavat ominaisuudet ovat taimien eloonjäntiin ja myöhemmän pituuskehityksen kannalta erilaisia ja siksi muokkausmenetelmää kehitettäessä joudutaan etsimään kompromissia näiden metsänviljelyn tuloksellisuutta kuvaavien muutustien välillä (kuva 5).

Kylvösten ensikehityksen on todettu olevan heikompaa auratuilla kuin laikutetuilla aloilla (POHTILA 1972a, 1974a). Ilmeistä on, että olosuhteet aurauksen jälkeen (maan kuluminen, kuivuminen) muodostuvat kylvöksille liian ääreviksi. Tutkimustulokset aurauksijäljen tekeytymisen merkityksestä kylvön onnistumiselle ovat jonkin verran ristiriitaisia (POHTILA 1974b, VALTANEN 1978). Suojakylvö näyttää sen sijaan soveltuvan myös auratuille aloille (HERRANEN 1979). Kulotuksen on havaittu olevan edullinen toimenpide kylvösten onnistumisen kannalta.

## ELOONJÄÄMINEN,



Kuva 5. Taimien eloonjäämisen riippuvuus aurauksen ja viljelyn välisestä ajasta männyn istutuksessa (POHTILA 1974b).

## 23. Metsänviljelyaineisto ja -tekniikka

## 231. Metsänviljelyaineisto

Vuotuinen metsänviljelymäärä on 1960-luvun puolivälin jälkeen pysytellyt 110 000 - 145 000 hehtaarin välillä. Kylvön osuus on tänä aikana laskenut 40:stä 20:een prosenttiin. Käytetty taimimäärä on vaihdellut vuosittain välillä 200 - 250 milj. tainta, vastaavasti käytetyn kylvösiemenen vuotuinen määrä on samanaikaisesti vähentynyt 17 000 kg:sta 7 000 kg:aan. Männyn istutuksen osuus koko viljelyalasta on noussut 1960-luvun loppupuolen 40 %:sta noin 65 %:iin vuonna 1980. Männyn kouluttujen taimien käyttö suhteessa koulimattomien taimien käyttöön lisääntyi 1960-luvulla. Männyn paakkutaimien

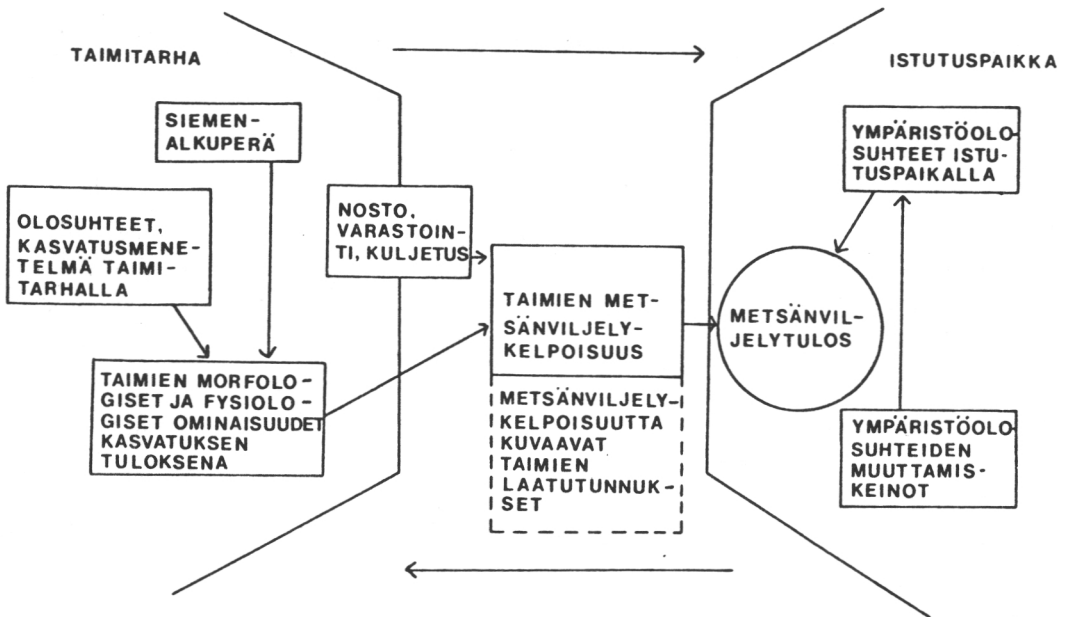
käyttö alkoi 1970-luvun alussa ja ko. vuosikymmenen puoli-  
välissä niiden osuus kohosi 30 %:iin taimien kokonaismää-  
rystä. Tämän jälkeen paakkutaimien osuus laski alle 20 %:in,  
mutta on viime vuosina kohonnut jälleen 30 %:n tasolle ja  
näyttää kohoavan edelleen (taulukko 2).

Taulukko 2. Taimitarhoilta metsänviljelyyn luovutetut taimi-  
määrät 1977 - 1981 (AHOKUMPU 1982).

Taimilaji	Vuosi				
	1977	1978	1979	1980	1981
	1 000 kpl				
<b>Mänty</b>					
Paljasjuuriset					
- koulimaton	10 660	9 419	14 888	14 843	17 935
- koulittu	92 560	95 171	86 045	101 348	113 719
Paakkutaimet	42 820	51 756	55 772	59 960	66 281
<b>Kuusi</b>					
Paljasjuuriset	29 690	27 484	28 240	32 227	35 992
Paakkutaimet	630	844	1 744	1 925	2 925
<b>Koivu</b>					
Paljasjuuriset	6 530	4 699	3 235	3 297	2 843
Paakkutaimet	110	51	129	179	468
<b>Yhteensä</b>	<b>183 000</b>	<b>189 424</b>	<b>190 053</b>	<b>213 779</b>	<b>240 163</b>
	%				
<b>Mänty</b>					
Paljasjuuriset					
- koulimaton	5,8	5,0	7,8	6,9	7,5
- koulittu	50,6	50,2	45,3	47,4	47,4
Paakkutaimet	23,4	27,3	29,4	28,1	27,6
<b>Kuusi</b>					
Paljasjuuriset	16,2	14,5	14,9	15,1	15,0
Paakkutaimet	0,3	0,5	0,9	0,9	1,2
<b>Koivu</b>					
Paljasjuuriset	3,6	2,5	1,7	1,5	1,2
Paakkutaimet	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2
<b>Yhteensä</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

## 232. Metsänviljelymenetelmän valinta

Viljelymenetelmän valinta on keskeisimpiä metsänviljelyn toimenpideketjun osavaiheita. Voidaan erottaa kolme päätasoa viljelymenetelmän valinnassa: puulajin valinta sekä valinnat kylvön ja istutuksen sekä paakku- ja paljasjuuritaimien välillä. Ratkaisevinta käytettävän menetelmän valinnassa on, millainen metsänviljelytulos menetelmällä aikaansaadaan (PARVIAINEN 1980, kuva 6).



Kuva 6. Kaavio tietyn taimilajin metsänviljelykelpoisuuteen ja metsänviljelytulokseen vaikuttavista tekijöistä ja niiden välisistä suhteista (PARVIAINEN 1980).

Puulajin valinnan tulee perustua eri puulajien biologisiin menestymisedellytyksiin sekä kasvu- ja tuotoskykyyn ko. kasvupaikalla (KELTIKANGAS ja TIILILÄ 1968). Käytännössä puulajin valinta tapahtuu useimmiten maan viljavuuden perusteella. Muita kriteerejä puulajin valinnassa ovat esim.

tuhojen esiintymistodennäköisyys (mm. maannousema, hirvi-tuhovaara) ja maisemanhoidolliset näkökohdat (NANNESTAD 1976).

Valinta kylvön ja istutuksen välillä tapahtuu pääasiassa maan viljavuuden mukaan. Suomessa kylvetään tavallisesti vain mättyä. Viljavilla mailla pintakasvillisuuden voimakkaan kilpailun takia kylvön onnistumisedellytykset eivät ole hyvät. Voimakkaasti routivilla mailla hennot kylvötaimet tuhoutuvat istutustaimia herkemmin (POHTILA 1972a, 1974a). Monesti käytännössä kylvöön ja istutukseen soveltuvat osittain samat alueet, mutta valintatilanteessa metsätalouden harjoittajan totumuksilla on suuri merkitys.

Kylvöllä saavutetaan eräitä etuja istutukseen nähden. Kylvössä runsaasta taimimateriaalista vain uudistusalan olosuhteisiin parhaiten soveltuvat taimiyksilöt jäävät eloon (SALPAKIVI 1980). Vaikka kylvötaimikoiden harvennustarve on istutustaimikoita suurempi ja työ tulee kalliimmaksi, voidaan kasvatettavat puuyksilöt valita suuremmasta puujoukosta (SIRÉN 1956). Tiheässä kasvuasennossa puiden tekninen laatu muodostuu myös harvassa asennossa kasvavia istutustaimikoita paremmaksi (HEISKANEN 1965, UUSVAARA 1974, 1981, VARMOLA 1980, KELLOMÄKI ja TUIMALA 1981). Toisaalta kylvössä ei voida käyttää jalostettua siemenviljelysiementä kuten istutustaimien kasvatuksessa, mutta tämän istutustaimien käyttöä puoltavan näkökohdan käytännön merkitystä on vaikea arvioida.

Käytettävän taimilajin ja -tyypin valintaan biologiselta kannalta vaikuttaa pääasiassa maan viljavuus. Routimisherkillä kasvupaikoilla tulisi käyttää kookkaita taimia. Toisaalta paakun muodon tulee olla sellainen, ettei se helposti nouse maan liikkeiden mukana ylös (RÄSÄNEN 1972). Routimisherkkiä kasvupaikkoja ovat erityisesti hienoja maalajitteita runsaasti sisältävät maat. Rehevillä kasvupaikoilla pienikokoisia taimia käytettäessä metsänviljelytulos heikkenee, joskin samalla välittömät kustannukset ovat pienemmät kuin kookkaita taimia käytettäessä. Käytännössä taimet eivät kuitenkaan ohjaudu

kokoluokituksen perusteella metsänviljelyaloille (METSÄMUURONEN ym. 1978). Mikäli viljelymenetelmän valinta voitaisiin tarkentaa eri taimilajien kokoluokkia koskevaksi, viljelyssä saavutettaisiin ilmeisesti parempi kokonaistulos (esim. RÄSÄNEN 1981).

Paljasjuuristen taimien istutuksesta on jo suhteellisen pitkäaikainen kokemus Suomessa. Toisaalta paljasjuuristen taimien kasvatuserät ovat jatkuvasti kehittyneet. Pitkän perinteen ja totuttujen käyttötapojen vuoksi paljasjuuriset taimet ovat pysyneet päätaimilajina istutuksissa. Paljasjuurisia taimia voidaan istuttaa menestyksellisesti kuitenkin vain keväällä. Paakkutaimia sitä vastoin voidaan istuttaa lähes läpi koko kasvukauden (HUURI 1974). Paakku toimii istutuksessa vesi- ja ravinnevarastona, ja se suojaa juuristoa kuivumiselta. Pitkälle koneellistetut paakkutaimilinjat tarjoavat paljasjuuristen taimien käyttöä suuremmat mahdollisuudet töiden rationalisoinnille koko toimenpideketjussa. Viljelykauden piteneminen helpottaa töiden järjestelyä niin taimitarhalla kuin metsänviljelyaloillakin (KARPPILINEN ym. 1977, LAAKKONEN 1978). Samalla työtulosta voidaan kohottaa.

Metsänviljelytulokset riippuvat lisäksi olennaisesti viljelymateriaalin laadusta (HEIKINHEIMO 1941, MIKOLA 1957, YLI-VAKKURI 1957, RÄSÄNEN ja KAILA 1980, RÄSÄNEN ja KOKKONEN 1980). Paljasjuuristen taimien luokittelua varten onkin kehitetty lähinnä helposti mitattavien morfologisten tunnusmerkkien perusteella kokoluokituksia, joiden eräänä tavoitteena on taimien ohjaus soveltuvaan viljelykohteeseen (esim. RÄSÄNEN 1966, HUURI ym. 1970, LEIKOLA ja RAULO 1972, 1973, RÄSÄNEN ja KAILA 1980). Paakkutaimien luokitteluperusteiden tutkimus ei sen sijaan ole johtanut vielä käytännön sovellutuksiin (RÄSÄNEN ja KOKKONEN 1980).

Taimien valinnan biologisia perusteita kasvatuksen ja istutuksen osalta on tarkasteltu kokonaisuutena äskettäin ilmestyneessä tutkimusyhteenvedossa (PARVIAINEN 1982).

## 233. Perustamistiheys

Metsikön perustamistiheyden valintaan vaikuttavat mm. puuston kokonaiskuutiokasvu eri tiheyksissä, tavoiteltava puuston läpimittajakaua ensiharvennuksessa, puuston tekninen laatu, taimikon perustamiskustannukset ja viljelyn onnistumistodennäköisyys (PARVIAINEN 1978). Lopullisesti perustamistiheys määräytyy ekonomisten, yhdistelevien laskelmien pohjalta (HANNELIUS 1978). Puulajien erilaisten ominaisuuksien ja kasvutilavaatimusten (mm. varjo- ja valopuulajit, kasvunopeus, oksikkuus) takia olisi puulajeittain käytettävä erilaisia perustamistiheyksiä. Nykyisin suositeltava viljelytiheys on sen sijaan kaikilla kasvupaikoilla 2 000 kpl/ha sekä männylle että kuuselle.

Metsikön kasvatustiheys vaikuttaa voimakkaasti metsikön puuntuotokseen ja laatuun. Toisaalta viljelykustannukset ovat suoraan verrannolliset viljelytiheyteen. Viljelytiheyden puuntuotannollista merkitystä on tarkasteltu tutkimuksin runsaasti (SJOLTE-JØRGENSEN 1967, EVERT 1971, 1973, VUOKILA 1972, HAMILTON ja CHRISTIE 1974, LOW ja van TOL 1974). Suomessa varsinaisista istutustiheyskokeista tuloksia on julkaistu toistaiseksi vähän (vrt. Turvan tilan kokeet, LILJEROOS 1976). Muista Pohjoismaista tuloksia on saatavissa enemmän (CARBONNIER 1964, WIKSTEN 1965, VESTJORDET 1971). Tietoja istutustiheyden vaikutuksesta tuotokseen saadaan välillisesti myös harvennuskokeista.

Puiden läpimitan kasvu on sitä nopeampaa, mitä väljempi kasvuasento puilla on (HANNELIUS 1978, PARVIAINEN 1978). Puiden pituuskehitykseen viljely- tai kasvatustiheys ei vaikuta, ellei kysymyksessä ole äärimmäisen tiheä kasvuasento (VUOKILA 1972, BRAASTAD ja TVEITE 1977). Metsikön kokonaistuotos on suoraan verrannollinen puiden määrään ennen metsikön sulkeutumisvaihetta. Kokonaistuotoksen erot ovat kuitenkin vähäiset suhteellisen laajalla tiheysalueella (MØLLER 1954). Viljelytiheyden kasvaessa kokonaistuotos jakautuu yhä useampien puuyksilöiden kesken, mikä merkitsee tietyn läpimitan ylittävien puiden lukumäärän vähenemistä.

Kullekin kasvupaikalle sopivan viljelytiheyden puuntuotannollista merkitystä on Suomessa tarkasteltu maksimaalisen käyttörunkojen lukumäärän avulla (NYYSSÖNEN 1968, VUOKILA 1972, 1975, HANNELIUS 1978, PARVIAINEN 1978). Tällöin on määritelty suurin mahdollinen tiettyä rinnankorkeusläpimittaa paksumpien puiden määrä, mikä metsikössä voi kasvaa sen ensiharvennusvaiheessa. Käyttöpuun minimiläpimitta voi kuitenkin vaihdella. Sovellettava minimiläpimitta määräytyy lähinnä puun kysynnän mukaan. Nykyisin käytössä olevat käyttöpuun minimiläpimitat perustuvat runkopuulle asetettaviin vaatimukain. Mikäli pieniläpimittaista puuta voidaan korjata harvennuksissa esim. hakkeeksi, korjuukelpoisen puun minimiläpimittavaatimukset tulevat muuttumaan.

Käyttöpuun maksimaalista lukumäärää koskevissa tutkimuksissa on päädytty varsin samankaltaisiin arvioihin. NYYSSÖSEN (1968) tutkimuksen perusteella tuoreiden kankaiden männiköissä keskimäärin 2 600, kuivahkoilla kankailla 2 300 ja kuivilla kankailla 2 000 puuta hehtaarilla saavuttaa 7 cm:n läpimitan rinnankorkeudelta ensiharvennusvaiheessa. VUOKILAN (1972) havaintojen mukaan minimiläpimitan 6 - 8 cm saavuttaa männiköissä 1 700 - 2 100 runkoa ja kuusikoissa 2 400 runkoa hehtaarilla. Kuusikoissa NYYSSÖSEN (1968) tutkimuksen mukaan 7 cm:n läpimitan rinnankorkeudelta saavuttaa lehtomaisilla kankailla 3 000 - 3 400 ja tuoreilla kankailla 2 600 puuta hehtaarilla (vrt. myös VUOKILA 1972).

Viljelytiheyden laskeminen hieman maksimaalista käyttörunkojen lukumäärää pienemmäksi ei vaikuta olennaisesti käyttöpuun tuotokseen. VUOKILAN (1975) tutkimuksen mukaan kuusikoissa viljavalla kasvupaikalla istutustiheydellä 1 800 kpl/ha, mahdollisesti vielä tiheydellä 1 500 - 1 600 kpl/ha saavutetaan vielä maksimaalinen käyttöpuun tilavuustuotos. PARVIAISEN (1978) havaintojen mukaan männiköissä puuston harventaminen taimikkovaiheessa, 4 - 5 m valtapituudessa hieman maksimaalista käyttörunkojen lukumäärää väljempiin asentoihin (2 000 - 2 400 kpl/ha) ei aiheuttanut rinnankorkeudelta yli 6,5 cm:n käyttöpuun tilavuustuotoksessa mainittavia eroja

käsittlemättömään puustoon verrattuna. Minimiläpimitta-vaatimuksen kasvaessa puuston käsittelyn voimistaminen tulee puuntuotannon kannalta entistä perustellummaksi.

HANNELIUS (1978) on tarkastellut liiketaloudellisesti edullisinta perustamistiheyttä istutuskuusikoissa. Laskentakorkokannan nostaminen siirsi nykyarvolla mitattavaa optimi-istutustiheyttä yhä väljempään asentoon. Istutustiheydellä 2 000 tainta hehtaaria kohti saavutettiin nykyarvon maksimi, kun korkokanta oli 3 %. Maksimaalinen nykyarvo siirtyi tästä hitaasti yhä väljempiin istutustiheyksiin laskentakorkokannan suuretessa. Samalla erot nykyarvoissa eri istutustiheyksien välillä pienenivät. Nykyarvoa edullisuuden kriteerinä käytettäessä syntyi liiketaloudellisesti suositeltavista istutustiheyksistä seuraava jaotelma:

Laskentakorko, %	istutustiheys, kpl/ha
3	1 900 - 2 500
5	1 750 - 2 350
7	1 650 - 2 250
9	1 500 - 2 100

Mitä enemmän kasvupaikkatekijät (ilmasto ja maaperän ravinteisuus) heikkenevät, sitä edullisemmaksi alhainen viljelytiheys tulee.

Viljelytiheys vaikuttaa voimakkaasti puiden laatuun. Ongelmallisiksi muodostuvat viljavan kasvupaikan viljelymänniköt, jotka kehittyvät oksikkuutensa vuoksi huonolaatuiseksi (UUSVAARA 1974, 1981, PERSSON 1976, 1977, KELLOMÄKI 1981, KELLOMÄKI ja TUIMALA 1981, VARMOLA 1980). Nopea alkukehitys merkitsee myös samalla puuaineen tiheyden pienentymistä (HEISKANEN 1965, HAKKILA ja UUSVAARA 1968). Viljelymänniköiden perustamistiheyttä ei ole Suomessa toistaiseksi tarkasteltu laskelmilla, joissa olisi huomioitu laadun heikkenemisestä aiheutuva menetys. Pystypuiden karsintaa suositellaan vaihtoehdoksi hyvälaatuisen sahatavaran tuottamiseksi viljelymänniköissä, koska viljelytiheyden kohottaminen nostaa perustamiskustannuksia erittäin jyrkästi (VUOKILA 1979).

## 234. Kylvö- ja istutusmenetelmät

Taimien istutus tapahtuu tällä hetkellä pääasiassa käsityövälineillä. Koneellisten istutusmenetelmien käyttö on vielä vähäistä Suomessa. Paljasjuuriset taimet istutetaan yleisimmin kourukuokalla. Paakkutaimet istutetaan vuorostaan tavallisimmin istutusputkella. Istutusputkia on kehitetty muotoon ja kooltaan erilaisia taimilajeja varten. Joskus myös paakkutaimia istutetaan kuokalla. Istutusputkella saavutetaan kuitenkin karkeasti arvioiden noin 50 % suurempi työtulos (ks. KAILA 1979).

Kylvö suoritetaan tavallisimmin ihmistyönä. Koneellinen kylvö on toistaiseksi ollut vähäistä (TYNKKYNEN 1973b). Yleisimmät kylvömenetelmät käsiteltyyn maanpintaan ovat viirukylvö ja pistekylvö, jotka vastaavat suoritustavaltaan tavallista vakoruutukylvöä ja ruutukylvöä (KINNUNEN 1977b). Viirukylvössä viljelykohtaan tehdään kepillä, vakoraudalla tai kylvökuokalla 1 - 2 cm:n syvyinen, vähintään 40 cm:n pituinen ura, johon siemenet ripotellaan. Pistekylvössä siemenet pudotetaan viljelykohtaan suppealle alalle. Siementen peittäminen tai kevyt maata vasten polkaisu varmentaa taimettumista (SIRÉN 1952, YLI-VAKKURI ja RÄSÄNEN 1971). Hajakylvöä käytetään suuren siemenmenekin takia rajoitetusti. Helikopterista tai lentokoneesta tehtyä hajakylvöä on kokeiltu Suomessakin, mutta menetelmä vaatii onnistuakseen tehokasta maanpinnan käsittelyä ja on siemenmenekiltään suuri (ANTTOLA ja LEHTO 1969, APPELROTH 1978, LÄHDE ja VARTIAINEN 1980).

Suojakylvömenetelmällä pyritään parantamaan kylvötulosta säännöstellen samalla siemenmäärää. Kylvösuojan on todettu edistävän siementen itämistä ja taimien alkukehitystä (LÄHDE ja PÖYHTÄRI 1972, LÄHDE 1973, LÄHDE ja MUTKA 1974a, HAGNER 1976, 1977, LÄHDE ja TUOHISAARI 1976, HAGNER ja SAHLÉN 1977, HERRANEN 1979). Itämisen nopeutuessa sientuhojen määrä vähenee (VAARTAJA 1950, 1954, YLI-VAKKURI 1960b, 1961a, 1961b, LEHTINIEMI 1970, 1976, HEIKKILÄ 1977). Toisaalta kylvösuoja toimii myös tuhojen mekaanisena esteenä. Erilaiset maanpinnan

käsittelymenetelmät muuttavat ekologisia olosuhteita uudistus-  
alalla ja asettavat siten uusia vaatimuksia kylvömenetelmille  
(POHTILA 1977a, HERRANEN 1979).

Istutuksen koneellistamista on kehitetty viime vuosina voi-  
makkaasti metsäteollisuusyhtiöiden toimesta (mm. Serlachius Oy).  
Metsänistutuskoneet voidaan jakaa toimintaperiaatteensa mukaan  
auraaviin, kairaaviin ja lävistäviin konetyyppeihin (APPELROTH  
1969, 1975a, ANDERSSON ym. 1977, BÄCKSTRÖM 1978). Istutuskonei-  
den kehittämistyössä on toistaiseksi keskitytty lähinnä tek-  
nisiin ratkaisuihin ja istutuspaikan valintaan (PÄIVÄNEN 1981a).  
Suurimmat ongelmat metsänistutuskoneiden käyttöönottamisessa  
johtuvat suomalaisen metsämaaston vaikeista olosuhteista  
(BÄCKSTRÖM ym. 1970).

Kylvöä on koneellistettu liittämällä kylvölaite maanmuokkaus-  
välineeseen ja usein myös samalla lannoituskoneeseen (TYNKKY-  
NEN 1974b, APPELROTH 1976b).

### 235. Viljelymenetelmän ja -tekniikan vaikutus taimien alku- kehitykseen

Kenttäkokeiden perusteella saadaan suhteellisia tietoja eri  
viljelymenetelmien ja taimilajien välisistä eroista. Tulosten  
absoluuttisten arvojen yleistämisessä käytännön metsänvilje-  
lyyn on kuitenkin rajoituksia (VALTANEN 1979). Metsänviljely-  
kokeissa taimien käsittely ja istutus ovat usein tavallista  
huolellisemmin kontrolloidut ja olosuhteet uudistusalalla  
saattavat poiketa käytännön metsänviljelyssä vallitsevista  
olosuhteista. Lisäksi esim. uusien taimityyppien käyttöö-  
ottoon ja niillä käytännössä päästävään viljelytulokseen vai-  
kuttavat metsätalouden harjoittajan kokemukset ja tottumukset  
(NISULA 1978).

Männyn paljasjuuristen taimien istutuksessa ja kylvössä saa-  
vutetaan parhaat tulokset viljeltäessä keväällä tai alkukesästä  
(HUURI 1974). Paakkutaimia käytettäessä viljelyajankohdalla ei  
ole varsinkaan tuoreilla kasvupaikoilla istutustuloksen kannal-  
ta suurta merkitystä (KINNUNEN ym. 1974, KARPPILIN ym. 1977,  
METSÄMUURONEN ym. 1978, NISULA 1978, KINNUNEN ja LEMMETYINEN 1980).

Istutuksen jälkeen ensimmäisinä vuosina erityisesti heinittyminen haittaa pieniä kylvötaimia ja koulimattomia istutus-  
taimia (BÄCKSTRÖM ja HULTÉN 1972, DELFIN 1974, HULTÉN ja JANS-  
SON 1974). Isot, koulitut taimet selviytyvät nopeammin pinta-  
kasvillisuuden kilpailusta (LEIKOLA ja HUURI 1974, TURTTIAI-  
NEN ja VALTANEN 1974). Maanpinnan käsittelyn johdosta eri  
taimilajien väliset erot kuitenkin tasoittuvat.

Kevätistutuksessa paaku- ja paljasjuuritaimien eloonjäämisen  
välillä ei ole yleensä todettu olennaisia eroja (LEIKOLA ja  
HUURI 1974, PARVIAINEN 1976, METSÄMUURONEN ym. 1978, NISULA  
1978). PARVIAISEN (1976) taimilajivertailussa heinittyvällä  
maastokoealalla suuret paljasjuuriset taimet selvisivät  
parhaiten pintakasvillisuuden kilpailusta. Muiden tutkittu-  
jen taimilajien väliset erot eloonjäämisessä olivat vähäi-  
set lukuunottamatta pieniä turveruokkutaimia (FP-615), joiden  
kuolleisuus oli suurin. METSÄMUUROSEN ym. (1978) mukaan pie-  
net, koulimattomat paakutaimet olivat ensimmäisen kasvukau-  
den aikana menestyneet yleensä vähintään yhtä hyvin kuin  
kookkaat, koulitut paljasjuuriset taimet ja paakutaimet.  
Ensimmäisen kasvukauden jälkeen taimia oli elossa keskimäärin  
81 - 97 %. Yleensä kuitenkin isojen, koulittujen paljasjuu-  
risten ja isojen paakutaimien on havaittu menestyvän pie-  
nempiä taimia paremmin (LEIKOLA ja HUURI 1974, KINNUNEN ja  
LEMMETYINEN 1980). Jo viljelyhetkellä eri taimilajien välillä  
havaitut pituuserot ovat yleensä säilyneet istutuslialla  
maastossa (LEIKOLA ja HUURI 1974, PARVIAINEN 1976, KINNUNEN  
ja LEMMETYINEN 1980).

Istutuksen suoritustavan vaikutusta männyn- ja kuusentaimien  
alkukehitykseen on tutkinut erityisesti HUURI (1972). Biolo-  
gisesti edullisin tulos saavutettiin noudattamalla vanhaan  
tietoon pohjautuvia istutusohjeita, joissa on korostettu  
erityisesti huolellista istutusta. Vaikka erilaiset istutuk-  
sen normaalimuodoista poikkeavat suoritustavat eivät erikseen  
vaikuttaneet tulokseen kovinkaan paljon, useat samanaikaisesti  
haitallisesti vaikuttavat tekijät voivat yhteivaikutuksellaan  
huonontaa tulosta huomattavasti (HUURI 1972).

Taimien kunnan säilymisellä kuljetuksen ja varastoinnin aikana on suuri vaikutus metsänviljelytulokseen. Huolimattomuus tässä vaiheessa saattaa mitätöidä koko viljelyn. Erityisen arkoja taimet ovat kuivumiselle (HUURI 1973). Myös eri paakkutaimien varastointikestävyudessa on eroja (LÄHDE 1978a). Kennotaimien on todettu kestävän epäedullisia varastointioloja turveruokkutamia paremmin. Taimien kunnan vaikutusta istutuksenjälkeiseen kasvuun ja kehitykseen on tutkittu monipuolisesti (esim. RÄSÄNEN 1970, 1981, KAUPPI 1977, 1982, HALLMAN ym. 1978, PARVIAINEN 1980, 1982), mutta käytännön taimihuollon vaikutuksesta metsänviljelytulokseen on vähän tutkimuksiin perustuvia havain- toja (YLI-VAKKURI 1957, RIKALA 1979).

Paljasjuuritaimien juuristoon saattaa syntyä epämuodostumia virheellisen koulinnan tai istutuksen seurauksena (HUURI 1976, PARVIAINEN 1980, 1982). Männyntaimien juurten leikkaaminen kou- linnan sijasta kasvatuksen aikana vähentää juurten epämuodostu- mista (PARVIAINEN 1980). Juuriston kehitykseen istutuksen jäl- keen vaikuttavat käsittelytapojen ja taimien kunnan lisäksi myös maan ominaisuudet (PAAVILAINEN 1967, SÖDERSTRÖM 1974b). Kuusen istutustaimen juuriston on havaittu olevan syvimmän kar- keajakoisessa, ilmvassa ja löyhässä maassa (LÄHDE ja MUTKA 1974b).

Paakkutaimien kasvatuksessa vaikeutena on juurien kiertyminen paakun seinien myötäisesti, mikäli juuret eivät pääse tunkeu- tumaan paakun seinämän läpi (BERGMAN ja HÄGGSTRÖM 1973, PARVI- AINEN 1982). Tämä saattaa johtaa juuriston epänormaaliin kehi- tykseen istutuksen jälkeen (HUURI 1976). Paperikenoilla paakun seinämä voi haitata juuriston kehitystä, jos se pääsee varas- toinnin tai viljelyn aikana kuivumaan, jolloin seinämän läpäi- sevyys heikkenee (LÄHDE ja KINNUNEN 1974).

## 24. Pintakasvillisuuden torjunta

### 241. Pintakasvillisuuden torjunnan tarve ja tavoitteet

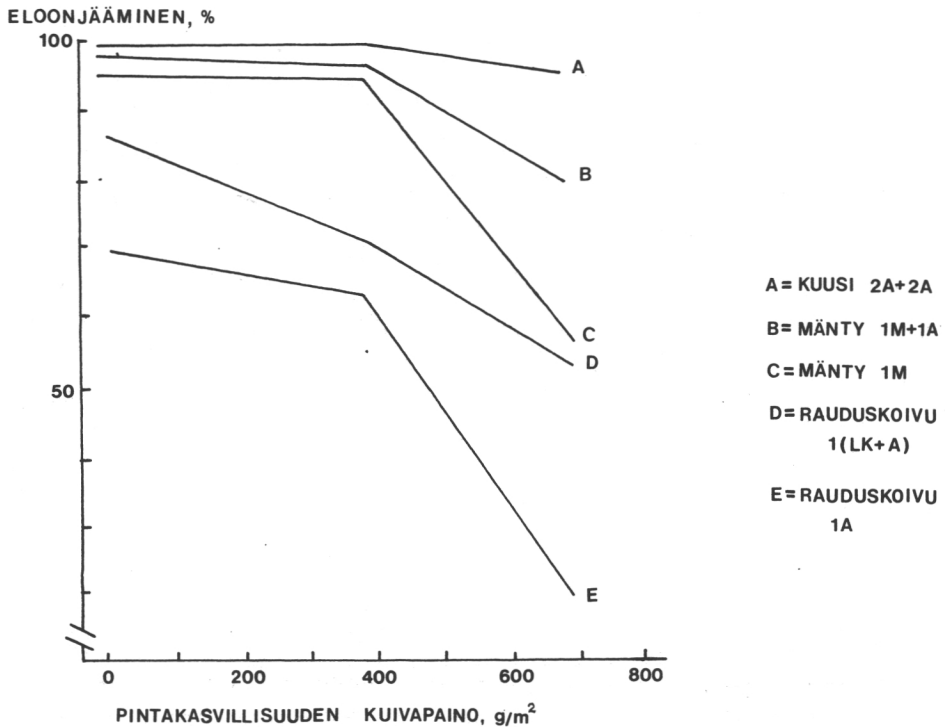
Vaikka pintakasvillisuuden haitallisuus taimettumista estä- vänä tekijänä on tunnettu jo suhteellisen kauan (mm. TERTTI 1932, 1934, OINONEN 1956, YLI-VAKKURI 1961a), tiedot pinta-

kasvillisuuden vaikutuksesta viljelytaimien alkukehitykseen käytännön metsänviljelyaloilla ovat toistaiseksi olleet vähäisiä. Varsinkin metsitettävillä pelloilla pintakasvillisuuden torjunnan tarve ja merkitys muodostuvat suuriksi (BÄRRING 1965b, 1967, LEIKOLA 1976c, LEIKOLA ja RAULO 1976).

Pintakasvillisuuden aiheuttaman kilpailun kohteina ovat ensisijaisesti ravinteet ja vesi, mutta toisinaan myös valo. Varsinkin syksyisin lakoutuessaan heinät painuvat taimien päälle, jolloin taimet saattavat tuhoutua, tai niiden kasvu vaikeutuu ja runkoihin syntyy helposti muoto- ja laatuviikoja. Rehevä pintakasvillisuus luo taimien ympärille sienitautien esiintymiselle soveliaan mikroilmaston, jolloin viljelytaimet joutuvat herkemmin tautien uhreiksi. Myyrät tekevät pahinta tuhoa juuri heinittyneillä peltomailla, joita ne suosivat elinympäristönään (TEIVAINEN 1975, 1979, TEIVAINEN ym. 1979). Myös tukkimiehintäin aiheuttamat tuhot ovat ankarimpia heinittyneillä metsänviljelyaloilla (JUUTINEN 1962, CHRISTIANSEN 1971).

Pintakasvillisuuden lajikoostumus vaikuttaa kilpailun voimakkuuteen ja haitta-asteeseen. Yleisimmät viljelytaimien kehitysedellytyksiä heikentävät pintakasvillisuuden kenttäkerroksen lajit ovat kastikat (*Calamagrostis* sp.), lauhat (*Deschampsia* sp.) ja röllit (*Agrostis* sp.) (RUMMUKAINEN 1969b, MUKULA 1980). Tärkeimmät viljelytaimien kehitystä haittaavat kasvilajit ovat monivuotisia juuririkkakasveja (RUMMUKAINEN 1969b, HYNÖNEN 1976b, MUKULA 1980), joita ei, kuten siemenrikkakasveja, kyetä hävittämään pelkästään maan pintaan sitoutuvilla, juurien kautta vaikuttavilla torjunta-aineilla.

Viljelytaimien eloonjäämisen ja alkukehityksen turvaamiseksi pintakasvillisuutta on torjuttava. Maanpinnan käsittelyn avulla viljelytulosta on pystytty huomattavasti parantamaan, mutta paras tulos on saatu, kun maanpinnan käsittelyyn on yhdistetty pintakasvillisuuden torjunta (LEIKOLA 1976c, PÄIVINEN 1978b). Pintakasvillisuuden torjunnan merkitys on erilainen eri puu- ja taimilajien kannalta (kuva 7, HYNÖNEN 1976a).



Kuva 7. Pintakasvillisuuden kuivapainon vaikutus taimien eloonjäämiseen (HYNÖNEN 1976a).

#### 242. Torjuntamenetelmät ja niiden tehokkuus

Pintakasvillisuuden torjuntakeinot jaetaan neljään pääryhmään (MUKULA 1980): ehkäisevä, mekaaninen, kemiallinen ja biologinen torjunta. Ehkäisevään torjuntaan luetaan kaikki ne keinot, joilla pyritään estämään rikkakasvien kasvua, lisääntymistä ja leviämistä ennakolta. Toisaalta ehkäisevään torjuntaan kuuluvat myös puun taimien kasvuedellytyksiä ja kilpailukykyä parantavat toimenpiteet.

Pintakasvillisuuden torjunta tapahtuu metsänviljelyaloilla joko mekaanisesti tai kemiallisesti. Mekaaninen torjunta voidaan suorittaa polkemalla tai niittämällä pintakasvillisuus taimien ympäriltä 1 - 2 kertaa kesässä. Viljavilla kasvupaikoilla tällainen käsittely joudutaan tekemään 2 - 3 vuo-

tena (SALONEN ja PÄIVINEN 1976). Mekaanisella torjunnalla ei pystytä vähentämään paljonkaan pintakasvillisuuden aiheuttamaa juuristokilpailua (PÄIVINEN 1978a, 1978b).

Kemialliset torjunta-aineet joko tuhoavat kasvuston tai niissä on mukana sekä maanpintaan sitoutuva, rikkakasvien suvullisen lisääntymisen estävä torjunta-aine että sen lisäksi lehtien kautta vaikuttava rikkakasvinhävite. Tehoaineita on useita (esim. amitroli, antrasiini, diklobeniili, terbutylatsiini). Lehtien kautta vaikuttavan aineen vuoksi seoskemikaalit on levitettävä ruiskuttamalla, joskin osaa valmis- teista on saatavilla myös sirotemuodossa. Yleensä seokset ruiskutetaan rikkakasvien parhaan kasvun aikaan. Torjunta- aineita käyttämällä selvittää yleensä yhdellä käsittelyllä. Tavoite saavutetaan, kun pintakasvillisuudesta saadaan tuhot- tua 80 - 90 % (PÄIVINEN 1978a, 1978b, 1979).

Yleensä torjunta-aineet levitetään laikkuihin taimien ympärille. Laikun koko riippuu luonnollisesti pintakasvillisuuden korkeudesta ja rehevyydestä. Levitys voidaan suorittaa myös kaistoittain taimirivin kohdille. Koko alueen käsitte- lyyn kannattaa ryhtyä ainoastaan, jos halutaan ehkäistä myy- rätuhoja (PÄIVINEN 1978a). Havupuiden taimet ovat arkoja tietyille tehoaineille, joten ne on ruiskutuksen ajaksi suo- jattava (SALONEN ja PÄIVINEN 1976). Herkästi heinittyvillä aloilla taimien merkitseminen näkyvästi helpottaa torjunnan suorittamista.

## 25. Luontaisesti syntyvät taimet

### 251. Luontaisten taimien määrä ja siihen vaikuttavat tekijät

Viljelytaimikossa kehityskelpoiseksi luontaisesti syntyneeksi taimeksi luetaan terve, tyydyttävän kunnan ja muodon omaava puu. Luontaisesti syntyneiden taimien kehityskelpoisuutta viljelytaimikon täydentäjänä tulee arvioida puulajin ja kas- vupaikan, taimikon tasaisuuden sekä tilajärjestyksen perus- teella. Kehityskelpoisen, luontaisesti syntyneen taimen tulee siten olla kasvupaikalle sopivaa puulajia. Taimikon keskipi-

tuutta huomattavasti pitemmät taimet yleensä hylätään, joskin tasaisuusvaatimus on erilainen kuusikoissa ja männiköissä.

Lehtipuiden käyttökelpoisuutta havupuutaimikoiden täydentäjinä vähentää usein niiden havupuita nopeampi alkukehitys (PARVIAINEN 1979). Käytäntöön on omaksuttu ohje, jonka mukaan metrin pituiseen havupuutaimikkoon voidaan jättää 0,5 m pituisia, siemensyntyisiä rauduskoivuja niiden kehittymättä enää etukasvuisiksi (JOKINEN 1973). Tasainen sekametsikkö saadaan syntymään, mikäli männylle annetaan metsikön syntymävaiheessa 7 - 8 vuoden etumatka rauduskoivuun nähden (MIELIKÄINEN 1980). Käytännössä tämä merkitsee sitä, että lehtipuusto perataan pois mäntyjen ollessa 1 - 1,5 metrin pituisia. Luontaiset taimet syntyvät yleensä enemmän tai vähemmän ryhmittäin sellaisiin kohtiin, joissa taimettumisalusta on suotuisa. Luontaisesti syntyneiden taimien on havaittu tasoitettavan viljelytaimikoiden tilajärjestystä, koska taimia syntyy yleisimmin luontaisesti aukko kohtiin (POHTILA 1980).

Uudistusosalalle syntyvän luontaisen taimiaineksen määrä riippuu siementävän puuston läheisyydestä ja puulajisuhteista sekä syntyvän siemenen määrästä ja laadusta. Maanpinnan käsittelyssä paljastuva kivennäismaa muodostaa otollisen taimettumisalustan luontaisesti syntyville taimille. Uudistusosalalla kasvaa luontaisia taimia yleensä jo ennen päätehakkuuta. Varsinkin kuusi varjostusta sietävänä puulajina muodostaa herkästi alikasvoksia (PÖNTYNEN 1929, SIRÉN 1950, MIKOLA 1966). Taimiaineksen säilymiseen ja kehitykseen vaikuttaa erityisesti emopuiden aiheuttama juuristokilpailu (KALELA 1948).

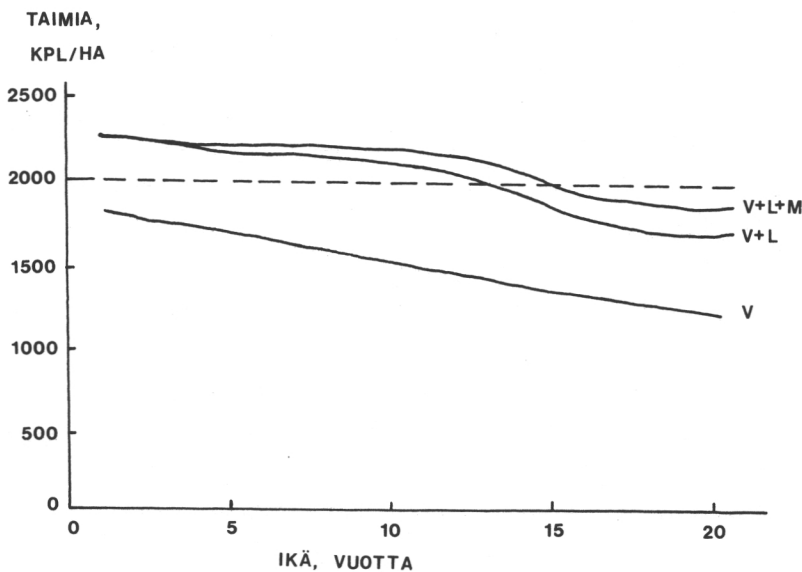
Yleensä harva tai kasvupaikalle sopimatonta puulajia edustava luontainen taimiaines raivataan kehityskelvottomana ennen viljelyä tai suurin osa siitä tuhoutuu maanpinnan käsittelyn yhteydessä (LAIHO 1978). Alat, joilla jo on luontaisesti kasvatettavaksi sopivaa puulajia oleva riittävän tiheä taimikko, katsotaan sellaisenaan kasvatuskelpoiseksi.

Käytännön ohjeistoissa havupuutaimikoissa on sekapuina hyväksyttävälle luontaisille taimille asetettu tietty enimmäismäärä. Kuivahkoilla kankailla sekapuiden osuus ei saisi nousta yli 10 %:n ja tuoreilla kankailla ja sitä viljavammilla kasvupaikkatyypeillä luontaisesti syntyneiden lehtipuiden osuuden tulisi olla alle 20 %:n (Ohje uudistamis- ja metsitysketjuiksi 1980).

## 252. Luontaiset taimet viljelytaimikon täydentäjinä

Metsänviljelyn inventointitutkimusten perusteella luontaisesti syntyvillä taimilla on tärkeä merkitys muuten aukkoiksi jäävien viljelytaimikoiden täydentäjinä (YLI-VAKKURI ym. 1969, SOLIN 1970, ETHOLÉN 1972a, KINNUNEN 1977a, LEIKOLA ym. 1977, RÄSÄNEN ym. 1979b, POHTILA ja TIMONEN 1980, RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980). Kehityskelpoisten, luontaisesti syntyneiden taimien määrä lisääntyy viljelytaimikoissa aina 10 - 15 vuoden ikään saakka. Tämän jälkeen luontaisten taimien määrä vähenee, mikä ilmeisesti johtuu siitä, että niitä poistetaan alkuperäisiä viljelytaimia enemmän taimikoiden perkauksen ja harvennuksen yhteydessä (LEIKOLA ym. 1977, RÄSÄNEN ym. 1979b, RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980).

Kehityskelpoisten luontaisten taimien määrät uudistusaloilla vaihtelevat. Luontaisten taimien määrät ovat olleet keskimäärin välillä 150 - 750 kpl/ha. YLI-VAKKURIN ym. (1969) mukaan vähiten kehityskelpoisia, luontaisia taimia 6 - 8 -vuotiaissa viljelytaimikoissa oli kuusen istutusaloilla, joissa niitä oli kaikkien tutkittujen piirimetsälautakuntien alueilla alle 400 kpl/ha eli 2 - 19 % kaikista kehityskelpoisista taimista. Sen sijaan kuivahkojen ja kuivien kankaiden männyn viljelyaloilla kehityskelpoisia, luontaisia taimia oli huomattavasti enemmän. Länsi-Suomen istutusaloilla oli viisi vuotta viljelyn jälkeen keskimäärin 200 kehityskelpoista, luontaisesti syntynyttä tainta hehtaarilla (KINNUNEN 1977a). LEIKOLAN ym. (1977) mukaan Lounais-Suomen piirimetsälautakunnan männyn viljelytaimikoissa oli 14 - 16 vuoden iässä kaikista kehityskelpoisista taimista 26 - 33 % eli noin 350 - 500 kpl/ha luontaisesti syntyneitä. Itä-Savossa vastaavan ikäisissä



Kuva 8. Syntyavaltaan erilaisten taimien määrät mustikka- ja puolukkatyyppin männynviljelyaloilla viljelytaimien iän funktiona valtakunnallisen metsänuudistamisen inventointitutkimuksen mukaan (RÄSÄNEN ym. 1979b). Alin käyrä (V) esittää viljelytaimien määrää. Keskimäinen käyrä on saatu (V+L) lisäämällä edellä mainittuun luontaisesti syntyneet taimet. Ylin käyrä (V+L+M) esittää perustaimien kokonaismäärää, johon sisältyvät myös täydennystaimet ja syntyavaltaan tuntemattomat taimet.

kuusen istutustaimikoissa joka kuudennen, männyn istutustaimikoissa joka viidennen ja männyn kylvötaimikoissa joka kolmannen perustaimen on todettu olleen luontaisesti syntynyt (RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980). Suojametsäalueen männyn viljelytaimikoissa on todettu olevan luontaisesti syntyneitä taimia jopa 45 % (POHTILA ja TIMONEN 1980).

Inventointituloksista voidaan päätellä, että viljelytaimikoista kehittyy luontaisen taimiaineksen vuoksi usean puulajin muodostamia sekataimikoita. Sekametsärakenne tuo mukanaan tiettyjä etuja. Samalla kasvupaikalla kasvavien sekametsiköiden on todettu hyödyntävän kasvupaikan puuntuotuskykyä paremmin kuin yhden puulajin muodostamien metsiköiden. Sekametsien tuotos on muodostunut yhden puulajin muodostamien metsiköiden tuotosta suuremmaksi (LAPPI-SEPPÄLÄ 1930, JONSSON

1961). Toisaalta MIELIKÄISEN (1980) havaintojen mukaan män-ty-koivusekametsiköiden tuotos riippuu suuresti puulajisuh-teista ja metsikön iästä.

Pieni määrä koivua (alle 20 %) ei vaikuta männikön kasvuun lainkaan tai parantaa sitä. Rauduskoivu kasvaa sekametsässä selvästi paremmin kuin puhtaassa koivikossa. Rauduskoivu lisää nuoressa ikävaiheessa sekametsän kasvua puhtaaseen männikköön verrattuna, mutta männyn saavuttaessa valta-aseman koivuun nähden 50 - 60 vuoden iällä, rauduskoivun esiintyminen met-sikössä merkitsee kasvutappiota. Koko kiertoajan kuluessa mänty-rauduskoivusekametsän tuotos vastaa puhtaan männikön kasvua tai jopa ylittää sen. Sekametsikkö ei kuitenkaan pys-ty kilpailemaan tukkipuun tuotannossa tasavertaisesti männi-kön kanssa (MIELIKÄINEN 1980).

Lehtipuusekoitus parantaa havupuumetsikössä maan ominaisuuksia (KOIVISTO 1977). Ekologisesti sekametsät poikkeavat mm. lumi- ja routaolosuhteiltaan puhtaista havupuumetsistä siten, että lumi ja routa sulavat sekametsistä aikaisemmin (YLI-VAKKURI 1960a). Lisäksi sekametsät ovat kestävämpiä sieni- ja hyön-teistuhojen leviämistä vastaan. Hirvituhojen määrän on todet-tu kasvavan lehtipuiden määrän lisääntyessä havupuutaimikossa (YLI-VAKKURI 1956), mutta on ilmeistä, että muilla tekijöillä kuin lehtipuiden osuudella on huomattavasti voimakkaampi vai-utus taimikoiden hirvituhoalttiuteen (LÖYTTYNIEMI ja HILTU-NEN 1976, LÖYTTYNIEMI 1981). Maisemallisesti usean puulajin muodostamia metsiköitä arvostetaan enemmän kuin yhden puu-lajin muodostamia havumetsiä (KELLOMÄKI 1975, SAVOLAINEN ja KELLOMÄKI 1981). Riistanhoidolliset näkökohdat puoltavat sekametsiköiden kasvatusta verrattuna puhtaisiin havupuumet-siköihin.

Luonnontaimien hyväksikäytöstä havupuutaimikoiden täydentäjinä on seurauksena taimikon käsittelyn monimutkaistuminen. Taimien erilainen synty tapa, ikä ja lehtipuiden yleensä havupuita suurempi kasvunopeus nuorella iällä vaativat huolellisuutta taimikon käsittelyssä, jotta taimikon tasaisuusvaatimus tulisi täytetyksi. Myöhemmin sekametsärakenne vaikeuttaa harvennuksien puun korjuuta.

## 26. Täydennysviljely

### 261. Täydennysviljelyn tarve ja tavoitteet

Täydennysviljelyn tarvetta arvioidaan yleensä 1 - 3 vuoden kuluttua viljelystä. Tällöin täydennysviljely on vielä mahdollista suorittaa siten, että täydennystaimet eivät jää liikaa jälkeen alkuperäisten viljelytaimien kehityksestä. Täydennysviljelyn tarpeellisuutta tulee arvioida sen mukaan, paljonko täydennyksen avulla voidaan pienentää kasvutappioita verrattuna liian harvana syntyvään metsikköön (RÄSÄNEN 1973).

Täydennysviljely on alkuperäistä viljelyä kalliimpaa. Siksi täydennysviljelyn mahdollisuuksia ja koko viljelyn uusimista tulee tarkastella samanaikaisesti. Käytäntöä varten on laadittu ohjeita täydennys- ja uusintaviljelytarpeen määrittämiseksi. Metsähallituksen ohjeiden (Ohjekirje... 1978) mukaan täydennysviljelyä ei suoriteta silloin, kun taimikon tiheys on vähintään 70 % tavoitetiheydestä eikä merkittävää aukkoisuutta esiinny. Tavoitetiheydellä tarkoitetaan sitä runkomäärää, joka taimikossa on oltava, jotta täystiheä metsä vielä saadaan aikaan.

Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeet (Ohje uudistamis- ja metsitysketjuiksi 1980) sisältävät hehtaarikohtaiset taimimäärätavoitteet. Täydennysviljelyä ei tarvita, jos kehityskelpoisia taimia on tasaisesti jakautuneena männyn ja kuusen viljelytaimikoissa tuoreilla kankailla ja sitä viljavammilla kasvupaikkatyypeillä 1 600 kpl/ha, kuivahkoilla kankailla 1 400 kpl/ha ja kuivilla tai sitä karummilla kasvupaikkatyypeillä 1 200 kpl/ha. Koillis-Suomen ja Lapin piirimetsälautakuntien alueilla suositus on jonkin verran alhaisempi.

Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeissa on edelleen mukana taimikon perustamisen uusimisrajat taimikon keskipituuden ja kasvupaikkaluokan mukaan. Tuoreiden ja sitä viljavampien kasvupaikkaluokkien kuusen ja männyn taimikot tulee uusita keskipituusluokassa 2 - 3 metriä, mikäli kehityskelpoisia taimia

on alle 900 kpl/ha. Käytännössä on siten pidetty tärkeänä tietää taimikon metsittämisarvo, johon tilajärjestyksen lisäksi vaikuttavat taimikon tiheys, so. taimien lukumäärä, ja yksittäisten taimien kehityskelpoisuus.

## 262. Täydennysviljelyn suorittaminen

Täydennysviljely tulisi suorittaa istutustaimikoissa 1 - 2 vuoden ja kylvötaimikoissa 2 - 3 vuoden kuluttua viljelystä. Se toimitetaan tavallisesti istuttamalla kookkaita taimia, harvemmin käyttäen kylvöä. Koivua voidaan käyttää tuoreiden kankaiden ja sitä viljavampien kasvupaikkaluokkien täydennysviljelyyn. Yleensä suositellaan kuitenkin käytettäväksi alkuperäistä puulajia, ellei tämä puulaji ole osoittautunut vaikeaksi uudistaa ko. kasvupaikalla (esim. hallatuhot kuusen taimikossa). Taimikon täydennystarpeen aiheuttaneen tekijän arviointi tulee suorittaa ennen täydennystä, jotta toimenpiteen tuloksellisuutta voidaan parantaa.

Täydennysviljely voidaan suorittaa periaatteessa kahdella eri tavalla. Taimikosta voidaan hakea "puuttuvien" taimien paikat, jolloin täydennystä suoritetaan kautta koko uudistusalan. Toisaalta huonoimmin onnistuneet osat voidaan rajata ja täydentää kukin omana kohteenaan kuluttamatta aikaa kehityskelpoisten taimien etsimiseen ja arviointiin. Valinta näiden kahden menettelytavan välillä riippuu tietysti taimien kuolemissen ryhmittäisyydestä. Osa-alueiden täydennysviljelyssä tulee kylvökin kysymykseen. Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeiden mukaan pienin täydennettävä aukko on halkaisijaltaan 5 metriä.

Vertailuja täydennysviljelyn avulla saatavan puuntuotoksen lisäyksen ja siitä aiheutuvien kustannusten välillä ei ole Suomessa suoritettu. Täydennyksen suurten kustannusten vuoksi tiheysoptimi, johon täydennyksen avulla kannattaa pyrkiä, on ilmeisesti alkuperäistä viljelytavoitetta pienempi (RÄSÄNEN 1973). Nykyisten ohjeistojen mukaan täydennysviljely suoritetaan kuitenkin alkuperäiseen viljelytiheyteen (Ohjekirje... 1978, Ohje uudistamis- ja... 1980).

## 27. Taimikon käsittely

### 271. Taimikon käsittelyn tarve ja tavoitteet

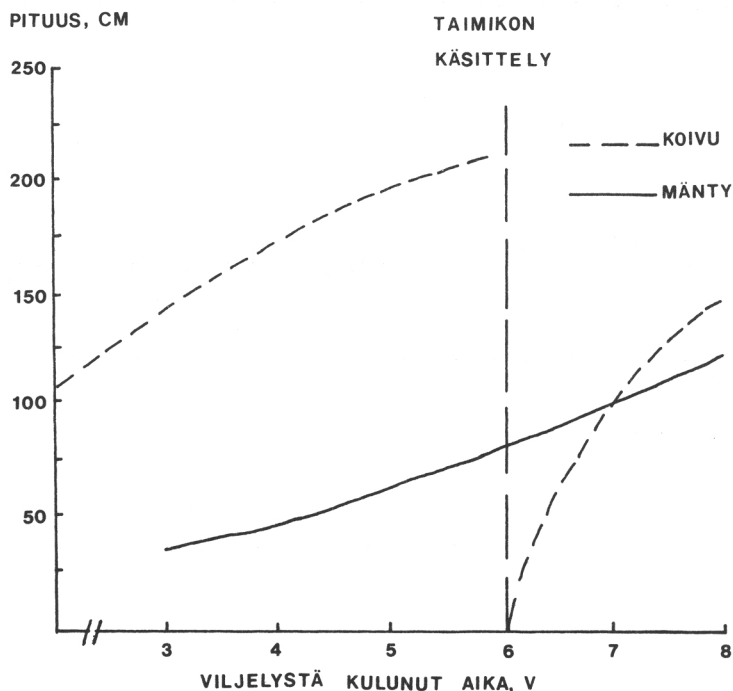
Taimikon käsittelyllä tarkoitetaan yleensä taimikon perkausta ja harvennusta. Taimikon perkauksella ymmärretään pääpuulajia haittaavan vieraan puulajin poistamista taimikosta. Harvennus on puolestaan pääpuulajin tiheyden säätelyä. Taimikon käsittelyn tavoitteena on taimikon puuntuotannollisen kehityksen ohjailu ja jäljelle jäävän puuston kasvuedellytyksien parantaminen. Lisäksi taimikoiden käsittelyllä pyritään ohjailemaan puulajisuhteita haluttuun suuntaan ja lisäämään metsikön kestävyyttä erilaisia tuhoja vastaan.

Taimikon käsittelytarvetta lisäävät raivauksen poisjättäminen, etukasvuisten luontaisten taimien esiintyminen ja siihen vaikuttavat tekijät, ennen kaikkea maanpinnan käsittely. Taimikon perkausta joudutaan suorittamaan mekaanisesti ainakin kerran, mutta usein kaksi, jopa kolmekin kertaa ennen puuston ensiharvennusta (JOKINEN 1973, ETHOLÉN 1974b, kuva 9).

Harvennusta ei yleensä tarvita istutustaimikoissa, sillä tavallisesti jokainen istutettu taimi voidaan kasvattaa ensiharvennusvaiheeseen saakka. Mikäli havupuiden istutustaimikoihin syntyy runsaasti luontaisia havupuiden taimia, niin niitäkin joudutaan harventamaan. Sen sijaan kylvötaimikoita joudutaan harventamaan poikkeuksetta, koska kustakin kylvötuppaasta kehittyy yleensä useita taimia.

### 272. Taimikon käsittelymenetelmät

Taimikon perkauksen työmenetelmät ovat vastaaventyypisiä kuin viljelyalan raivauksessa käytettävät. Mekaanisen perkauksen tehokkuutta rajoittaa lehtipuiden vesomiskyky (MIKOLA 1942, ETHOLÉN 1974b, HOKKA ja HERRANEN 1976a). Mekaaninen käsittely joudutaankin usein toistamaan runsaan uudelleenvesottumisen ja vesojen nopeakasvuisuuden takia (ETHOLÉN 1974b, kuva 9). Raivaussahaan yhdistettyjen kantokäsittelylaitteiden



Kuva 9. Männyn taimikon ja koivuvesakon pituuskehitys tuoreella kangasmaalla Pohjois-Suomessa ennen ja jälkeen perkauksen (ETHOLÉN 1974b).

(HEINO 1972, 1975, HEINO ym. 1973, HOKKA ja HERRANEN 1976a) kehittymisen myötä mekaanis-kemiallisten menetelmien käyttö on lisääntynyt, joskin yhä edelleen suurin osa taimikon käsittelystä tapahtuu mekaanisesti raivaussahalla (PÄIVÄNEN 1981b).

Perkaus voidaan suorittaa myös kemiallisesti joko maasta tai ilmasta. Kemiallinen käsittely tehdään tavallisesti lehvästöruiikutuksina (RUMMUKAINEN 1972, 1977). Maasta suoritettava kemiallinen perkaus tapahtuu yleisimmin joko reppu- tai moottorikäyttöisillä selkäruiskuilla (RUMMUKAINEN 1972, 1977, FRÖLANDER-ULF 1977). Lehvästökäsittely voidaan suorittaa myös metsätraktorikäyttöisellä vesakontorjuntaruiskulla, mutta tällöin varsinkin kookkaat taimet saattavat vaurioitua mekaanisesti (HOKKA ja HERRANEN 1976c, HOLAPPA 1979, Metsänparannus - tekniikka ja koneet 1980). Runkokäsittely ei sovellu suuren ajanmenekin vuoksi runsaasti lehtipuita sisäl-

täville aloille. Muita kemiallisia menetelmiä ovat vaahtokäsittely, ULV-ruiskutus ja paljasversoruiskutus (ETHOLÉN 1972b, 1976, FRÖLANDER-ULF 1977).

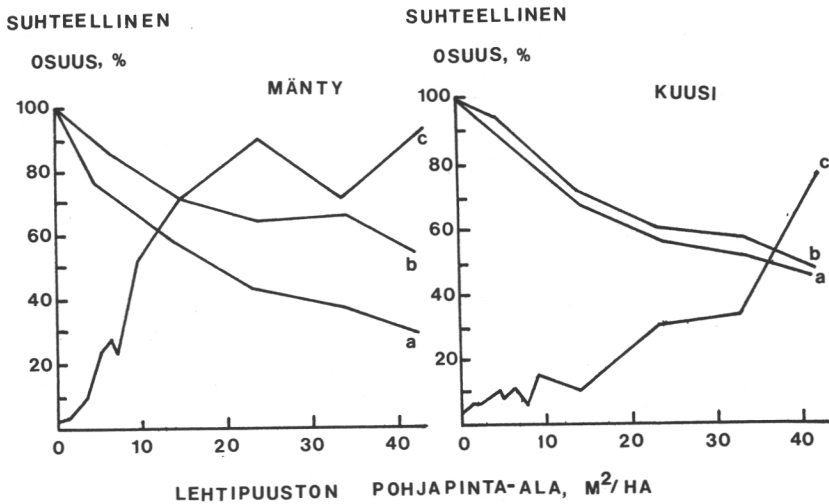
Kemiallinen lehvästöruiskutus fenoksiherbisideillä aiheuttaa kasvuhäiriöitä puutumattomissa havupuiden taimissa, mikäli käsittely suoritetaan liian aikaisin (RUMMUKAINEN 1969a, LYLÄ 1979, MERILUOTO 1980). Haitta voidaan välttää ajoittamalla ruiskutus havupuiden kasvun mukaan. Herbisidien kulkumista ja vaikutusmekanismia puissa on kirjallisuuden pohjalta tarkastellut RUOKONEN (1975). Ilmasta käsin suoritettavaa lehvästöruiskutusta on arvosteltu viime aikoina voimakkaasti ympäristönsuojelullisten näkökohtien perusteella. Sen käytön rajoittamista on perusteltu metsäekosysteemin toimintaan aiheutuvilla haittavaikutuksilla sekä muiden luonnontuotteiden hyödyntämiseen liittyvillä näkökohdilla (RAATIKAINEN 1977, TAHVANAINEN 1977).

Perkauksen työjälki riippuu oleellisesti käsiteltävän puuston uudistumiskyvystä. Lehtipuiden vesomisrunsautteen vaikuttavat mm. puulaji ja sääolosuhteet (RUMMUKAINEN 1969a, ETHOLÉN 1979b). Kasvupaikan viljavuuden vaikutuksesta vesomisrunsautteen on ristiriitaisia käsityksiä (MIKOLA 1942, RUMMUKAINEN 1967). Pohjois-Suomessa koivu ja haapa vesovat lähes poikkeuksetta mekaanisen käsittelyn jälkeen ja syntyneet vesat ovat erittäin nopeakasvuisia (ETHOLÉN 1974b). Kantokäsittely vähentää vesomista erittäin tehokkaasti. On todettu, että kantokäsittelyn jälkeen vesovia kantoja kaikista tutkituista kannoista on vain noin 80 % (HOKKA ja HERRANEN 1976a). Kesäaikana on saavutettu parhaat tulokset keskikesällä suoritetulla käsittelyllä, mutta käytännön kannalta ovat koivun ja haavan vesomismäärät vaihdelleet kesän eri aikoina niin vähän, että työjäljen oleellista paranemista ei ole saatu aikaan ajoittamalla käsittely tiettyyn ajankohtaan (MIKOLA 1942, ETHOLÉN 1974b).

Harvennuksessa käytetyistä menetelmistä tärkeimmät ovat ihmis-työvaltaiset raivaussahaus ja harvennus vesurityönä. Työvoimakysymykset ovat kuitenkin pakottaneet etsimään vähemmän ihmis-työvaltaisia työmenetelmiä (HEINO 1974a). Pienpuun hyväksikäyttömenetelmien kehittyminen (HAKKILA ym. 1975, 1977, LIDBERG 1975, GULBRANDSEN 1977, HAKKILA 1978) on avannut uusia mahdollisuuksia harvennuspuun talteenotossa. Systemaattista taimikon käsittelyä varten on pyritty kehittämään laiteratkaisuja, jotka kuitenkin ovat yhä edelleen vasta kehittelyasteella (HAKKILA ja MÄKELÄ 1975, HAKKILA ja KALAJA 1980). Pieniläpimittaisen perkaus- ja harvennuspuun taloudellinen talteenotto edellyttää koneellisia menetelmiä, mikä vähentää valikoivien periaatteiden käyttökelpoisuutta taimikon käsittelyssä (BERG ym. 1973). Kaavamaisten harvennusmenetelmien vaikutus puuntuotantoon on kuitenkin toistaiseksi epäselvä.

### 273. Taimikon käsittelyn vaikutus puuston myöhempään kehitykseen

Lehtipuuston haitallista vaikutusta havupuiden viljelytaimikoiden kehitykseen on ilmeisesti pidetty niin itsestään selvänä, että varsinaisesti lehtipuuston perkauksen merkitystä tarkastelevia tutkimuksia on tehty vain muutamia (VUOKILA 1972, WALFRIDSSON 1976, JAKKILA ja POHTILA 1978, KARLSSON 1978). Käytännön esimerkit osoittavatkin, että vesakko ilmiselvästi haittaa viljelytaimien kehitystä (YLI-VAKKURI ym. 1969, SOLIN 1970, ETHOLÉN 1972a, RAULO ja RIKALA 1974, KINNUNEN 1977a, KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977, LEIKOLA ym. 1977, RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980). Kuusi sietää enemmän varjostusta kuin mänty ja siten perkauksen tarve ja merkitys on vähäisempi kuusen taimikoissa (VUOKILA 1972). Lehtipuiden sijainnilla havupuiden taimiin nähden on suurempi merkitys taimikon kehitykseen kuin lehtipuiden määrällä (SIRÉN 1956, KARLSSON 1978). Havupuiden taimien kehitys heikkenee suoraviivaisesti lehtipuiden määrän kasvaessa (kuva 10, WALFRIDSSON 1976). Tiheään lehtipuuston vaivaamassa havupuutaimikossa puiden läpimitta saattaa olla vain n. 30 % vastaavan, puhtaan havupuutaimikon puiden läpimitasta. Puusto reagoi perkaukseen samantapaisesti kuin taimi-



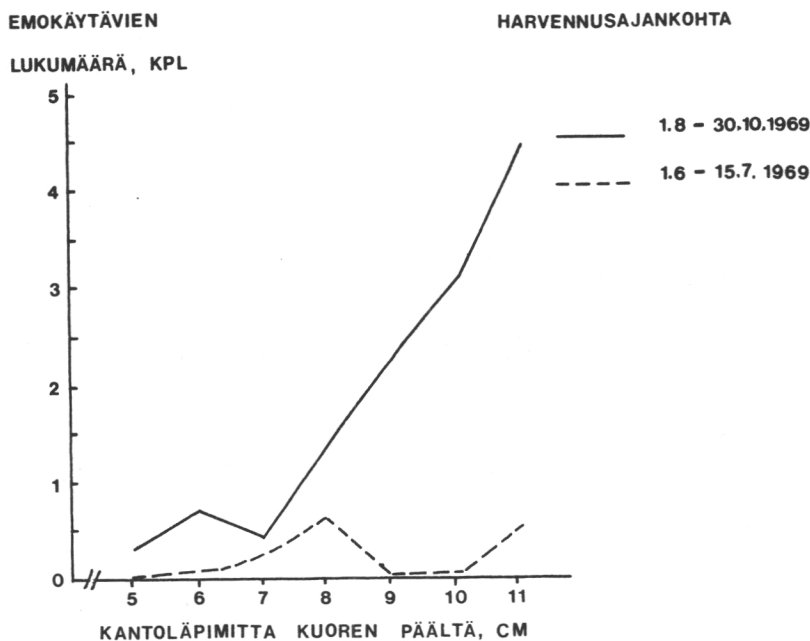
Kuva 10. Havupuiden taimien suhteellinen läpimitta (a), pituus (b) ja mekaaniset vauriot (c) lehtipuiden määrän funktiona (WALFRIDSSON 1976).

kon harvennukseenkin. Puiden läpimitan kehitys elpyy pituuskehitystä voimakkaammin kasvutilan avartuessa (JAKKILA ja POHTILA 1978).

Taimikon käsittelyä puuntuotannolliselta kannalta on tarkasteltu perustamistiheys- ja harvennuskokeiden pohjalta useissa katsauksissa (mm. SJOLTE-JØRGENSEN 1967, EVERT 1971, 1973, VUOKILA 1972, VESTJORDET 1977). Samat lainalaisuudet kasvutilan ja puuston kasvun välillä, joita on kuvattu perustamistiheyden käsittelyn yhteydessä ovat yleistettävissä myös taimikon käsittelyä koskeviksi. Taimikon käsittelyssä on lisäksi keskeistä harvennusajankohta. Kotimaisessa nuoren, luontaisen männikön harvennustutkimuksessa havaittiin, että vielä taimikon 5 - 6 metrin valtapituusvaiheessa toteutettu harvennus asentoon 2 000 - 2 400 kpl/ha sai aikaan sen, että ensiharvennukseen mennessä kaikki puut ylittivät rinnankor-

keudelta 7 cm:n rajan (PARVIAINEN 1978). Korkea tavoiteltava käyttöpuun minimiläpimitta puoltaa kuitenkin aikaista ja voimakasta taimikon käsittelyä (VUOKILA 1972). Luonnollisesti taimikon käsittelyn ajankohdalla ja voimakkuudella on vaikutusta myös puiden tekniseen laatuun (esim. KELLOMÄKI 1980).

Harvennusajankohdan suunnittelussa on myös otettava huomioon ytimennävertäjätuhojen esiintymisriski. Myöhäinen harvennus, kun männyn tyvellä on jo muodostunut kaarnaa, antaa otolliset olosuhteet ytimennävertäjien esiintymiselle (ANDERSSON 1971, BERGMAN 1971). Harvennuksen sopivalla ajoittamisella kesäaikana ytimennävertäjäriskiä voidaan vähentää (kuva 11). Jos harvennuspuu korjataan alueelta, ytimennävertäjäriskiä ei luonnollisesti synny.



Kuva 11. Harvennusajankohdan ja harvennuspuun koon vaikutus ytimennävertäjien lisääntymiseen (BERGMAN 1971).

Taimikon käsittelyllä ja käsittelyajankohdalla saattaa olla vaikutusta myös hirvituhojen yleisyyteen, mutta niiden merkitystä on vaikea arvioida (ks. LÖYTTYNIEMI ja HILTUNEN 1976, LÖYTTYNIEMI 1981). Hirvivahinkojen on arveltu lisääntyvän hoitamattomissa, runsaasti lehtipuita sisältävissä viljelytaimikoissa (YLI-VAKKURI 1956). Toisaalta aikaisen taimikon käsittelyn on katsottu helpottavan hirvieläinten liikkumista uudistusosalalla ja lisäävän siten tuhoalttiutta. Aikainen taimikon käsittely on kuitenkin edullinen myöhemmin mahdollisesti pelättävissä olevien lumi- ja sienituhojen ennakkotorjunnan kannalta.

## 28. Metsänviljelyn seuranta

Metsänviljelyn seurannan tulisi olla kiinteä osa metsänviljelyn toimenpideketjua. Sen avulla pystytään ohjaamaan myöhempien toimenpiteiden suoritusta ja seuraamaan toimenpiteiden tuloksellisuutta. Metsänviljelyn seurannan tarpeellisuutta perustelee useiden käytännön metsänuudistusalojen inventointien tieto, että taimikon jälkihoito on usein laiminlyöty (YLI-VAKKURI ym. 1969, SOLIN 1970, RAULO ja RIKALA 1974, KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977, LEIKOLA ym. 1977, RÄSÄNEN ym. 1979b, RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980). Ympäristöolosuhteiden vaikutus taimien eloonjäantiin ja kehitykseen on voimakkainta ensimmäisten viljelyä seuraavien vuosien aikana. Taimikko vaikiintuu iän myötä, joskin satunnaisia tuhoja (esim. hirvituhot, versoruoste) saattaa ilmetä myöhempinäkin vuosina.

Metsänviljelyn seuranta voidaan käsittää metsänviljelyn toimenpideketjun ohjausjärjestelmäksi, jonka avulla määritetään metsänviljelyn kunkin vaiheen tulokset ja myöhempien toimenpiteiden tarpeellisuus sekä eri menetelmävaihtoehtojen käyttökelpoisuus. Yleensä metsänviljelyn seuranta tapahtuu joko silmävaraisina tai koeloihin perustuvina taimikoiden tarkastuksina, joissa todetaan taimikon tiheys ja kunto sekä määritetään uudistusosalalla tarvittavat toimenpiteet. Tarkastusajan kohta määräytyy ennen kaikkea sen perusteella, missä vaiheessa mahdollisesti tarpeellisiksi havaittavat toimenpiteet voidaan vielä tehokkaasti ja taimikon järkevän kehityksen kannalta suo-

rittua. Yleensä suositellaan kahta tarkastusta, joista ensimmäinen ajoittuu 2 - 3 vuoden päähän metsänviljelystä ja toinen seuraa edellistä noin viiden vuoden kuluttua (Ohjekirje metsittämisestä... 1978, Ohje uudistamis-... 1980). Lisäksi suositellaan uudistusalan yleistarkastusta viljelyä seuraavana vuotena. Luonnollisesti aikaisemmillä toimenpiteillä on suuri vaikutus taimikon jälkihoidon ja myös seurannan tarpeellisuuteen. Tavoitteeksi tulisi asettaa sellaisten toimenpideketjujen kehittäminen ja etsiminen, joiden avulla seuranta ja taimikon jälkihoitotarve voitaisiin minimoida.

### 3. METSÄNVILJELYTÖIDEN AJANMENEKKI, TUOTOS JA KUSTANNUKSET

#### 31. Ajanmenekki-, tuotos ja kustannustiedot

Lähteet, joista tietoja metsänuudistamistöiden ajanmenekistä, tuotoksesta ja kustannuksista on saatavissa, voidaan jaotella neljään ryhmään. Ensimmäisen ryhmän muodostavat tilastot.Ns. rutiinitilastoja saadaan, kun tehdyistä töistä kootaan jälkikäteen yhteenvetoja jo olemassa olevien, tiettyä tarkoitusta varten rutiininomaisesti kerättyjen tietojen perusteella. Tietyt tilastot saadaan usein suoraan töiden valvonta- ja seurantasysteemeistä, jotka voivat olla esim. atk-pohjaisia. Tällaisten rutiinitilastojen avulla saatavat tiedot ovat siten organisaatiokohtaisia. Tavallisimmin saadaan tietoa suoritetuista työmääristä ja niiden kustannuksista.

Toisaalta voidaan laatia erikoistilastoja. Erikoistilastot perustuvat myös jo aiemmin suoritettuihin töihin ja olemassaolevaan tietoon, mutta niissä tehdään yhteenvetoja esim. useasta organisaatiosta kerätystä tiedosta. Siten tällaisten tilastojen laadinta ei perustu tietyn organisaation rutiiniin. Esimerkin erikoistilastosta tarjoaa RÄSÄSEN (1973) laatima metsänuudistamistöiden ajanmenekkiä ja kustannuksia eri piirimetsälautakuntien alueella koskeva selvitys. Myös Keskusmetsälautakunta Tapion HH-systeemi, jossa voidaan vuosittain laskea työmäärät ja niiden kustannukset, muodostaa esimerkin tilastoihin pohjautuvasta selvityksestä.

Tilastojen pohjautuminen ainoastaan keruuajankohdan olosuhdeyhdistelmiin antaa töiden ajanmenekistä, tuotoksesta ja kustannuksista keskimääräisen kuvan, mikä rajoittaa tietojen käyttökelpoisuutta. Tilastoja käytetään lähinnä metsänuudistamistöiden vuotuisen ennakkosuunnitteluun. Tällöin pyritään selvittämään työvoiman tarvetta ja tämän kohdistumista eri työlajeihin ja ajankohtiin. Edelleen tilastojen avulla voidaan laatia ennusteita esim. valtakunnallisista kehityssuunnista.

Toisen ajanmenekki- ja kustannustietolähteen muodostavat erilaiset seurantatutkimukset. Seuranta on tilastoihin perustuvia menetelmiä tarkempi keino selvittää ajanmenekkiä, tuotosta ja kustannuksia. Seuranta perustuu osaksi rutiininomaisesti kerättyihin tietoihin, osaksi työn aikana tehtäviin mittauksiin. Siinä rekisteröidään ajankäyttö yleensä verraten karkeasti ja usein määrättyllä tavalla luokiteltuna esim. erityisille lomakkeille tai piirturille. Esimerkki seurannasta on konetyön seuranta, jossa kuljettaja täyttää lomakkeen merkitsemällä ajanmenekki- ja työmaatiedot. Seurantatutkimus voi myös poiketa rutiinista. Tällaisen esimerkin seurannasta muodostaa Metsäalan Yhteistoimintalautakunnan toimeenpanema istutuksen ja taimikon perkaus-harvennuksen ajanmenekkien seuranta. Siinä työnjohtajille lähetettiin lomakkeet, joissa pyydettiin ajanmenekkitiedot määrättyistä esimerkkityömaista. Seurantatutkimus on ollut myös Metsätehon toteuttama maanmuokkauksen tuotosseuranta (KAILA ym. 1979), jossa piirturit rekisteröivät koneyksiköiden ajankäytön jakaantumisen ja kuljettaja eritteli tiedot uudistusaloittain tulkinnan helpottamiseksi. Selvitykseen liittyi myös erillinen työmaalomake.

Seurantatutkimuksien tuloksia käytetään esimerkiksi maksuperusteiden laadinnassa ja töiden tarkemmassa ennakkosuunnittelussa. Seurannan tuloksena saadaan selville tuotostaso sekä ajankäyttöjakauma, jos seuranta on riittävän yksityiskohtainen. Kyseiset tulokset saadaan ainoastaan seurantaa vastaavissa olosuhteissa, mikä puolestaan rajoittaa tulosten yleistämiskelpoisuutta. Mikäli ajankäyttötiedot voidaan kohdistaa määrättyihin maastokuvioihin ja nämä on luokiteltu, saadaan lisäksi

selville rekisteröityjen työvaikeustekijöiden vaikutus tuotokseen karkeasti ja keskimääräisesti.

Kolmannen ajanmenekki- ja kustannustietolähteen muodostavat aikatutkimukset. Aikatutkimuksissa yleensä aikatutkija kerää kaikki tiedot työn aikana. Yleensä ajanmenekkiä ja työvaikeustekijöitä rekisteröidään jatkuvasti tai hyvin lyhyinä koejaksoina. Tutkittavat työvälineet ja henkilöt sekä mahdollisesti olosuhteet valitaan kontrolloidusti etukäteen. Tuloksena saadaan kunkin työvaikeustekijän vaikutus tuotokseen. Lisäksi saadaan ajankäyttöjakauma, mikäli tutkimus on pitkäaikainen. Aikatutkimuksia käytetään lähinnä taksa- ja maksuperusteiden laatimiseen, mutta joskus myös ajanmenekkien ja kustannuksien ennustamiseen.

Neljäntenä mahdollisuutena ajanmenekki-, tuotos- ja kustannustietojen hankkimiseksi ovat käytössä olevat yksikköpalkat ja -maksut, urakkapalkkasuositukset ja -sopimukset sekä urakointimaksut. Lähdeaineistona ne ovat luonteeltaan sekundäärisiä, mutta niiden laadinnassa on yleensä sangen tarkasti pyritty hyödyntämään kaikki ajanmenekki- ja kustannustietolähteet. Yksikkötaksoista ja -maksuista voidaan laskea ajanmenekit ko. töiden keskimääräisen päiväansion tai yksikkömaksun pohjana käytetyn tuntikustannuksen avulla. Niiden etuna on erityisesti se, että saadut kustannusluvut määräytyissä yksittäistapauksissa ovat todellisia kustannuksia vastaavia. Tällä hetkellä on olemassa urakkapalkkasuositukset istutuksesta ja taimikon perkaus-harvennuksesta sekä urakointimaksut metsämaan lautasaurauksesta (Metsätyönantajien suositus... 1981a, 1981b).

Erilaisista ajanmenekki-, tuotos- ja kustannustietojen lähteistä lienevät metsänviljelyvaihtoehtojen vertailun kannalta käytökelpoisimpia yksikkötaksat ja -maksut, koska ne vastaavat käytännössä syntyviä kustannuksia. Yksikkötaksoja ja -maksuja ei ole saatavissa kaikista töistä, mutta puutteellisuuksia voidaan täydentää varsinaisista primaarilähteistä saatavilla ajanmenekki- ja kustannustiedoilla. Aiemmin tehdyistä metsänviljelyn vaihtoehtojen ajanmenekki-, tuotos- ja kustannusver-

tailuissa on käytetty kokemusperäisiä ja seuranta- sekä ajanmenekkilukuja (Metsitysketjututkimus... 1973, FINNE ja HERRANEN 1981).

#### 32. Metsänviljelytöiden ajanmenekkiä, tuotosta ja kustannuksia selvittävät tutkimukset

Liitetaulukoihin (liitteet 1 - 6) on kerätty yhteenvedot eri toimenpiteiden ajanmenekkiä, tuotosta ja kustannuksia selvittävästä tutkimuksista. Kaikki luvut ja päätelmät on pyritty esittämään alkuperäisessä muodossaan. Tutkimukset on jaoteltu haastattelututkimuksiin, tilastoihin, seurantatutkimuksiin ja aikatutkimuksiin.

#### 4. METSÄNVILJELYTULOS INVENTOINTITUTKIMUKSIEN PERUSTEELLA

##### 41. Inventointitulosten soveltamisalue

Metsänviljelyn tuloksellisuutta on seurattu käytännön metsänviljelyalojen inventointien avulla. Inventointimenetelmien, uudistusalojen valmistustoimenpiteiden, viljelymateriaalin ja taimikon käsittelyn erojen vuoksi eri inventointien tulosten vertailu toisiinsa on vaikeaa. Inventoidut taimikot ovat olleet myös eri-ikäisiä (taulukko 3). Vaikka tuloksissa samankin inventoinnin uudistusalojen välillä on suuria eroja, inventoinnit antavat kuitenkin keskimääräisen kuvan viljelyn tuloksellisuudesta. Toisaalta inventoinnit antavat uudistamistoiminnan tuloksista alueellisesti kattavan kuvan ja ne luovat jatkuvuutta käytännön uudistamistuloksen osoittajana myös valtakunnallisella ja suuraluetasolla (RÄSÄNEN ym. 1979b). Hyvän vertailupohjan viljelytulosten seurannalle tarjoavat inventoinnit, joissa samat alueet on inventoitu peräkkäin eri aikoina viljelyyn nähden (YLI-VAKKURI ym. 1969, LEIKOLA ym. 1977, RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980). On kuitenkin huomattava, että lukuunottamatta valtakunnallisen metsänuudistamisen inventointitutkimuksen aloja (RÄSÄNEN ym. 1979b), muut julkaistut inventointitulokset koskevat 1960-luvun ja 1970-luvun

Taulukko 3. Eri osissa Suomea tehdyissä metsänviljelyalojen inventoinneissa tarkastettujen taimikoiden iät viljelyhetkestä lukien.

Tutkimus	Ikäjakauma tai ikä, v	Inventointialue
JUUTINEN 1962	2 - 22	Etelä-Suomi
YLI-VAKKURI ym. 1969	6 - 8	Lounais-Suomi, Itä-Häme, Itä-Savo, Keski-Suomi, Kainuu
SOLIN 1970	6 - 8	Lapin pml:n eteläosa
ETHOLÉN 1972a	6 - 17	Pohjois-Suomi
RAULO ja RIKALA 1974	6	Pohjois-Savo, Etelä-Savo, Pohjois- Karjala
KINNUNEN 1977a	5	Länsi-Suomi
KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977	2 - 12	Pohjois-Karjala
LEIKOLA ym. 1977	14 - 16	Lounais-Suomi
RÄSÄNEN ym. 1979b	1 - 19	Satakunta, Uusimaa-Häme, Lounais- Suomi
RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980	14 - 16	Itä-Savo

alkupuolen metsänuudistamistekniikalla perustettuja taimikoita. Tämän vuoksi inventointien perusteella ei toistaiseksi voida arvioida 1980-luvun metsänuudistamistekniikan tuloksellisuutta.

#### 42. Viljelytaimien eloonjääminen

Viljelytaimia kuolee eniten ensimmäisinä viljelyä seuraavina vuosina. Myöhemmin taimien eloonjääminen vakiintuu tietylle tasolle (taulukko 4, RÄSÄNEN ym. 1979b). Kuolleisuus on yleensä laikuttaista. Taimet kuolevat kohdissa, joissa jatkokehitysedellytykset ovat heikoimmat. Viljelytiheyden lisäämisellä ylimääräisen kuolleisuuden varalta ei siten voida välttämättä kohottaa taimien eloonjäämistulosta. Jotta uudistamistulos saataisiin mahdollisimman korkeaksi, koko uudistusala tulisi viljellä sellaisella menetelmällä, joka takaa mahdollisimman hyvän tuloksen uudistusalan vaikeimmassakin osassa tai uudistusala tulee jakaa taloudellisten ja teknisten tekijöiden rajoissa osa-alueiksi, joissa kussakin suoritetaan mahdollisimman hyvin niiden ulkoisia olosuhteita vastaavat toimenpiteet.

Taulukko 4. Metsänviljelytulos maan eri osissa inventointien perusteella. Viljelytaimien määrä (kpl/ha) tai niiden osuus (%) inventointihetkellä alkuperäiseen viljelytiheyteen verrattuna.

Etelä-Suomi									
Tutkimus		Mänty						Kuusi	
		Kylvö			Istutus			Istutus	
		MT	VT	CT	MT	VT	CT	OMT	MT
YLI-VAKKURI ym.	%	36-59	33-58		31-49	39-73		31-68	64-68
1969	kpl/	687-	1021-		749-	1030-		741-	1376-
	ha	1282	1392		1299	2163		1367	1421
RAULO ja RIKALA	%				17-64			61-74	
1974									
KINNUNEN 1977a	%				78	84	58	97	94
KINNUNEN ja LIN-	kpl/	1175	1450	925	1111	1059	1666	1303	1222
NIMÄKI 1977	ha								
LEIKOLA ym.	%	30	27		32	33			
1977	kpl/	788	820		860	888			
	ha								
RAUTIAINEN ja	%	54	51			48		49	63
RÄSÄNEN 1980	kpl/	1060	1110			1270		930	1300
	ha								
Pohjois-Suomi									
Tutkimus		Mänty						Kuusi	
		Kylvö			Istutus			Istutus	
		MT	VT	CT	MT	VT	CT	OMT	MT
SOLIN 1970	%				31	31			
	kpl/				752	728			
	ha								
ETHOLÉN 1972	%		38,5			41,7			
POHTILA ja TI-	kpl/								
MONEN 1980 <sup>1)</sup>	ha				1001±42				

1) Metsätaloudellisesti kasvatuskelpoiset taimet, kaikkien viljelyalojen keskiarvo.

Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella suoritetussa inventointitutkimuksessa kehityskelpoisia viljelytaimia oli elossa 6 - 8 vuoden kuluttua viljelystä kuusen istutusaloilla keskimäärin 31 - 68 %, männyn istutusaloilla 31 - 73 % ja männyn kylvöaloilla 33 - 59 % alkuperäisistä viljelytaimista (YLI-VAKKURI ym. 1969). Alueittaiset erot olivat suuria, etenkin kuusen istutusaloilla. Taimikato muodostui tutkimuksen mukaan suuremaksi kuin oltiin otaksuttu. Pääsyyinä suureen taimikatoon oli taimikoiden jälkihoidon laiminlyönti (mm. pintakasvillisuuden torjunta, täydennysviljely, taimikon käsittely, verhopuuston poisto).

Samansuuntaista, heikkoa metsänviljelytulosta osoitti myös Lapin piirimetsälautakunnan eteläosien männyn istutustaimikoita käsittelevä inventointi (SOLIN 1970). Tuoreilla kankeilla alkuperäisistä männyn istutustaimista oli elossa 6 - 8 vuoden kuluttua viljelystä keskimäärin 31 %. Taimien määrä oli keskimäärin 728 - 752 kpl/ha riippuen alkuperäisestä viljelytiheydestä. Runsaan taimikadon syynä arveltiin Pohjois-Suomessa olevan mm. väärä siemenen alkuperä (ETHOLÉN 1972a).

Pohjois-, Etelä- ja Itä-Savon sekä Pohjois-Karjalan piirimetsälautakuntien alueilla suoritetussa inventoinnissa istutetuista taimista todettiin olevan elossa 6 kasvukauden kuluttua istutuksesta männyn istutusaloilla 47 - 64 % ja kuusen istutusaloilla 61 - 74 % (RAULO ja RIKALA 1974).

Viljelytiheyden on havaittu jäävän huomattavasti alle sen, mihin on pyritty (KINNUNEN 1977a, KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977). Tämä on osaltaan heikentänyt syntyneiden taimikoiden kehityskelpoisuutta.

Inventointi Satakunnan, Pirkka-Hämeen, Etelä-Pohjanmaan ja Vaasan piirimetsälautakuntien alueilla osoitti, että istutetuista männyntaimista oli kuollut viiden vuoden kuluttua istutuksesta keskimäärin 6 %. Ylläkuvattuihin inventointeihin verrattuna pienestä kuolleisuudesta huolimatta taimikoiden

kehityskelpoisuus kärsi alhaisesta viljelytiheydestä (KINNUNEN 1977a). Taimikoiden kehityskelpoisuuteen ja taimien eloonjäämiseen vaikuttaa voimakkaasti mm. maalaji ja kivisyys (KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977).

Mielenkiintoisen vertailukohdan tarjoavat YLI-VAKKURIn ym. (1969) ja LEIKOLAn ym. (1977) sekä toisaalta YLI-VAKKURIn (emt.) ja RAUTIAISEN ja RÄSÄSEN (1980) tutkimukset, koska niissä on tarkasteltu samojen viljelyalojen kehitystä eri ajanjaksoina. YLI-VAKKURI ym. (1969) inventoivat Lounais-Suomen männyn viljelytaimikot ja Itä-Savon männyn ja kuusen viljelytaimikot 6 - 8 vuotta viljelyn jälkeen, kun taas LEIKOLAn ym. (1977) ja RAUTIAISEN ja RÄSÄSEN (1980) tutkimukset koskevat samoja alueita 14 - 16 vuoden kuluttua viljelystä (taulukko 5).

Taulukko 5. Taimimäärä ja taimien suhteellinen osuus alkupe-  
räiseen viljelytiheyteen verrattuna 6 - 8 (YLI-  
VAKKURI ym. 1969) ja 14 - 16 vuoden kuluttua  
istutuksesta (LEIKOLA ym. 1977, Lounais-Suomi,  
RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980, Itä-Savo).

Viljelymenetelmä	Lounais-Suomi				Itä-Savo			
	kpl/ha		%		kpl/ha		%	
	6-8 v.	14-16 v.	6-8 v.	14-16 v.	6-8 v.	14-16 v.	6-8 v.	14-16 v.
KYLVÖ (mänty)								
Tuore kangas	1074	788	41	30	1085	1060	56	54
Kuivahko kangas	1021	820	33	27	1275	1110	58	51
ISTUTUS (mänty)								
Tuore kangas	1299	860	49	32				
Kuivahko kangas	1030	888	39	33	1624	1270	61	48
ISTUTUS (kuusi)								
Lehtomainen kangas					1285	930	68	49
Tuore kangas					1416	1300	68	63

Tulokset osoittavat, että viljelytaimien kuoleminen on jat-  
kunut vielä 15 vuoden päähän viljelystä, joskin myöhemmin  
kuolleisuus on vähäistä ensimmäisten vuosien kuolleisuuteen  
verrattuna. Vesottuminen männyn ja verhopuusto kuusen viljely-  
alueilla olivat tulleet viljelytaimikoiden kehitystä eniten  
haittaaviksi tekijöiksi. Kaikkiaan todettiin, että inventoin-  
tien välillä taimikon hoitomäärä oli jäänyt tarvetta pienem-  
mäksi.

Valtakunnallisen metsänuudistamisen inventointitutkimuksen tavoitteena on antaa kokonaiskuva maamme metsien uudistumisesta (RÄSÄNEN ym. 1979b). Otantakehikkona on käytetty valtakunnan metsien 7. inventoinnin koealaverkostoa Satakunnan, Uusimaa-Hämeen ja Lounais-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla. Tulosten mukaan viljelytaimien määrä väheni selvästi viljelystä kuluneen ajan kasvaessa. Väheneminen oli lähes suoraviivaista hidastuen kuitenkin hiukan vanhimpien taimikoiden kohdalla.

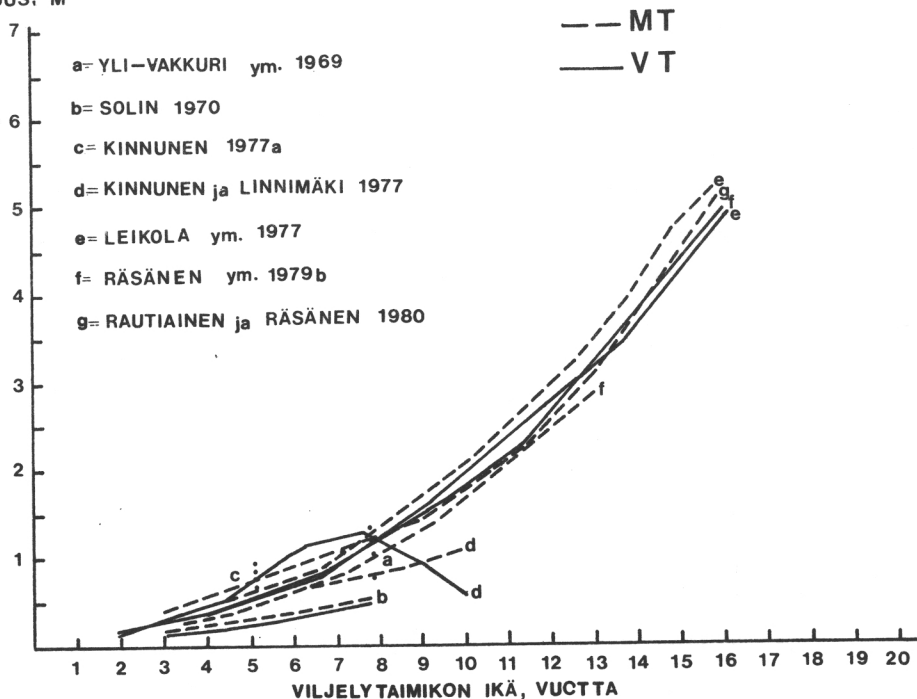
#### 43. Taimikoiden pituuskehitys

Kuvissa 12, 13 ja 14 on esitetty havupuiden viljelytaimikoiden pituuskehitys eri inventointien perusteella. Tavoitteena on antaa kuva taimikoiden pituuskehityksestä ensimmäisten viljelyä seuraavien 10 - 20 vuoden aikana. Tarkasteltavana tunnuksena on keskipituus.

Männyn istutustaimikoiden pituuskehitys on ollut eri inventointien perusteella varsin samankaltaista. Istutustaimikoiden pituuskehitys on kylvötaimikoita nopeampaa. Nopeimmin kehittyneet kylvötaimikot yltävät hitaimmin kehittyneiden istutustaimikoiden tasolle. Kylvötaimikoiden pituuskehityksessä erot eri inventointien välillä ovat suurempia kuin istutustaimikoiden pituuskehityksessä.

Kuusen istutustaimikoiden pituuskehitys on ollut selvästi hitaampaa kuin männyn. Mäntyyn verrattuna kuusen taimikoiden kehitys on hitainta 10 - 12 ensimmäisen viljelyä seuraavan vuoden aikana. Syynä tähän on ilmeisesti ollut verhopuusto ja runsas pintakasvillisuus. Toisaalta hallan aiheuttamat kasvaintuhot ja kuusentaimien jurominen saattavat olla syynä hitaaseen alkukehitykseen. Kuusen istutustaimikoiden pituuskehityksen erot eri inventointien välillä ovat suurempia kuin männyn viljelytaimikoiden.

TAIMIKON KESKI-  
PITUUS, M

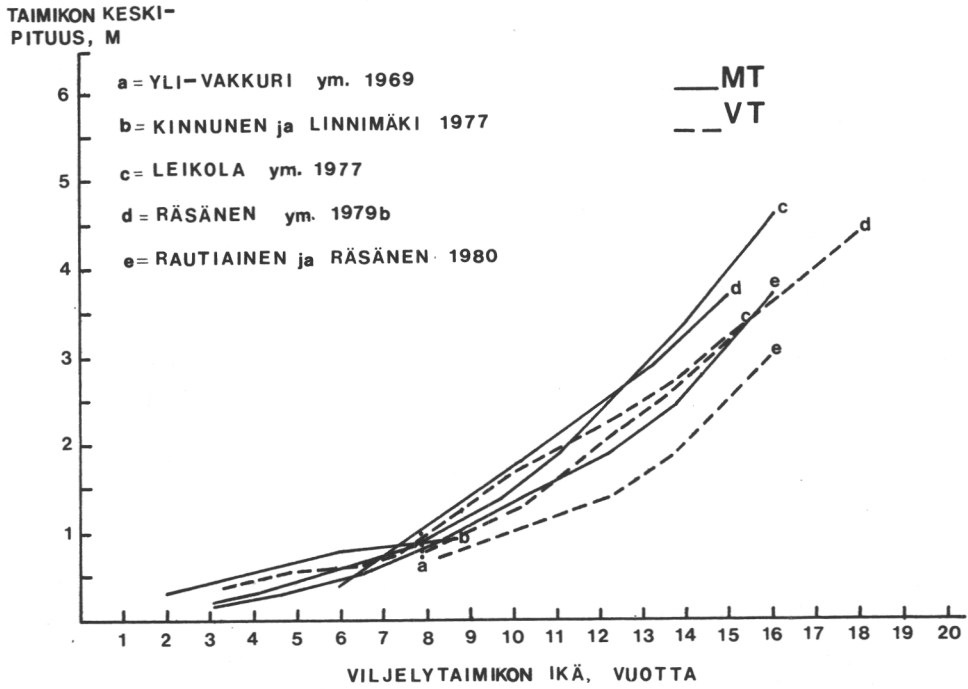


Kuva 12. Istutusmänniköiden alkuvuosien pituuskehitys eri inventointien perusteella.

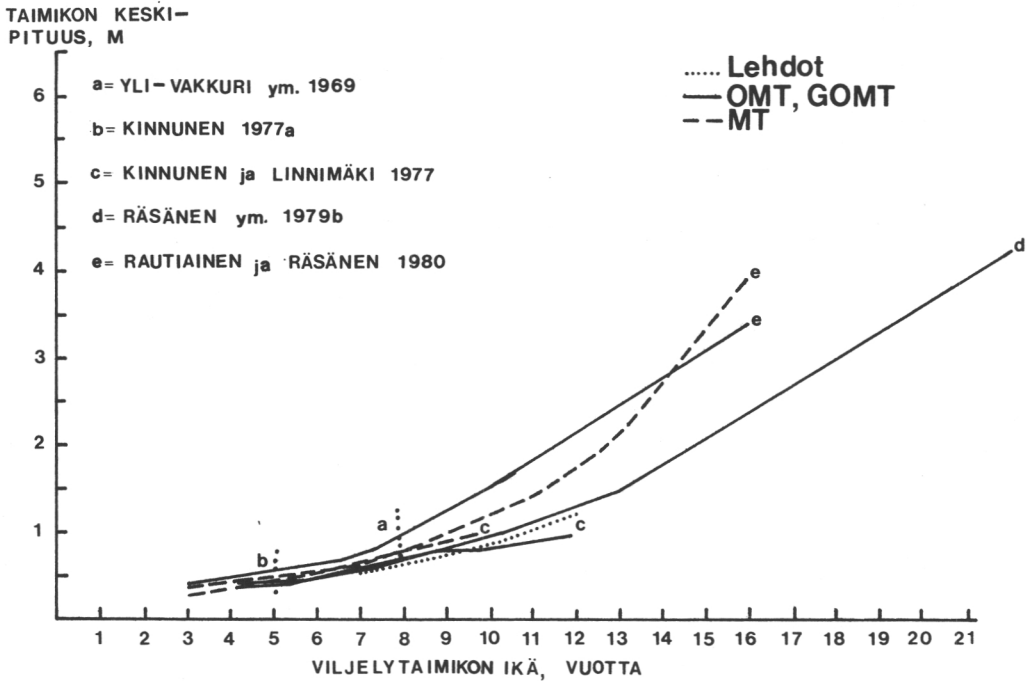
#### 44. Taimikoiden kehityskelpoisuus

Taulukkoihin 6, 7 ja 8 on kerätty eri inventoinneissa esitetyjä arvioita taimikoiden kehityskelpoisuudesta. Tulosten vertailua inventointimenetelmien erojen lisäksi vaikeuttaa se, että eri inventoinneissa taimikoiden kehityskelpoisuuden kriteerit ovat vaihdelleet (YLI-VAKKURI ym. 1969, POHTILA 1977b).

1950-luvun loppupuolella ja 1960-luvun alkupuolella käytetyillä metsänuudistamismenetelmillä perustetut viljelytaimikot ovat olleet varsin usein täydennysviljelyn tarpeessa ja osa niistä olisi pitänyt uusia jopa kokonaan (YLI-VAKKURI ym. 1969, SOLIN 1970, ETHOLÉN 1972a). Täydennysviljelyä ei ole voitu kuitenkaan useimmilla aloilla tehdä enää inventointihetkellä. Etelä-Suomessa taimikoiden inventointi ikävaiheessa 14 - 16 vuotta osoitti, että kaikki alat olivat luonnontäydennyksen ansiosta muodostuneet tiheydensä puolesta kehityskelpoisiksi (LEIKOLA ym. 1977, RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980). Rakenteeltaan taimikot olivat sekametsiköitä. Luontaisten taimien suuri merkitys viljelytai-



Kuva 13. Kylvömänniköiden alkuvuosien pituuskehitys eri inventointien perusteella.



Kuva 14. Istutuskuusikoiden alkuvuosien pituuskehitys eri inventointien perusteella.

Taulukko 6. Istutusmänniköiden kehityskelpoisuus (prosenttia alojen pinta-alasta) eri inventointien perusteella maan eri osissa. Suluissa olevat luvut tarkoittavat % taimikoiden lukumäärästä.

Etelä-Suomi						
Tutkimus	Metsä- tyyppi	Hyväksyttävät			Täydennet- tävät	Kehitys- kelvottomat
		Hyvät	Tyy- dyt- tävät	Vält- tävät		
YLI-VAKKURI ym. 1969	MT		6-51		46-81	0-26
	VT		33-78		22-57	0-13
KINNUNEN 1977a	MT		0-100	ka. 50		
	VT		38-86	ka. 62		
	CT		100			
KINNUNEN ja LIN- NIMÄKI 1977	MT		12 (12)		51 (44)	37 (44)
	VT		29 (39)		30 (23)	41 (38)
LEIKOLA ym. 1977	MT	24	47	29		
	VT	(18)	(53)	(29)		
RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980	VT	78 (56)	0 (39)	22 (5)		

Pohjois-Suomi				
Tutkimus	Metsä- tyyppi	Hyväksyttävät	Täydennet- tävät	Kehitys- kelvottomat
SOLIN 1970	MT	31	32	37
	VT	44	18	38
ETHOLÉN 1972a	MT VT	7,0	38,7	54,3
POHTILA ja TI- MONEN 1981 <sup>2)</sup>	UEMT, UMT CLT, UVET	19	33	48

mikoiden täydentäjinä on havaittu myös Pohjois-Suomessa tehdyissä inventoinneissa (ETHOLÉN 1972a, POHTILA ja TIMONEN 1980). Vanhimmista taimikoista ei siten näytä muodostuvan yhden puujajin "monokulttuureja", sillä luontaisesti syntyneet taimet muodostavat noin kolmasosan viljelyalan kaikista kehityskelpoisista taimista. Viljelytaimien määrä 6 - 8 vuoden iässä on noin 500 - 1 500 kpl/ha ja 14 - 16 vuoden iässä vain 500 - 1 300 kpl/ha.

Taulukko 7. Kylvömänniköiden kehityskelpoisuus (prosenttia alojen pinta-alasta) Suomen etelä-osissa eri inventointien mukaan. Suluissa olevat luvut tarkoittavat % taimikoiden lukumäärästä.

Tutkimus	Metsä- tyyppi	Hyvät	Hyväksyttävät		Täydennet- tävät	Kehitys- kelvottomat
			Tyydyt- tävät	Välttä- vät		
YLI-VAKKURI ym. 1969	MT		13-41		59-64	0-23
	VT		22-83		17-76	0-12
KINNUNEN ja LIN- NIMÄKI 1977	MT		18 (22)		1 (11)	81 (67)
	VT		36 (32)		29 (23)	35 (45)
LEIKOLA ym. 1977	MT	15 (10)	50	35		
	VT		(55)	(35)		
RAUTIAINEN ja RÄSÄNEN 1980	MT	56 (40)	39	5		
	VT		(58)	(2)		

Taulukko 8. Istutuskuusikoiden kehityskelpoisuus (prosenttia alojen pinta-alasta) Suomen eteläosissa eri inventointien mukaan. Suluissa olevat luvut tarkoittavat % taimikoiden lukumäärästä.

Tutkimus	Metsä- tyyppi	Hyvät	Hyväksyttävät		Täydennet- tävät	Kehitys- kelvottomat
			Tyydyt- tävät	Välttä- vät		
YLI-VAKKURI ym. 1969	OMT		12-57		35-87	0-18
	MT		4-28		69-95	1-7
KINNUNEN 1977a	OMT		100			
	MT		6-100 ka. 40			
KINNUNEN ja LIN- NIMÄKI 1977	OMT		50 (48)		15 (20)	35 (32)
	MT		23 (25)		63 (40)	14 (35)
RAUTIAINEN ja RÄ- SÄNEN 1980	OMT	47 (29)	32	21		
	MT		(41)	(30)		

Nuorimpien taimikoiden inventoinnit osoittavat, että viljelytaimien eloonjääminen on ollut ainakin alkuvaiheessa jonkin verran varmenpaa kuin vanhalla tekniikalla perustetuissa taimikoissa (KINNUNEN 1977a, KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977). Kuitenkin edelleen osa taimikoista on kehityskelpoisuudeltaan vältettäviä tai hylättäviä. Noin 25 - 30 % taimikoista näyttää jäävän epätyytyttäväksi. Näillä ongelmallisilla uudistusaloilla tulee kiinnittää erityistä huomiota metsänviljelymenetelmien valintaan sekä jälkihoitoon. On kuitenkin korostettava, että inventointituloksia on toistaiseksi vähän nykyisellä uudistamistekniikalla perustetuista taimikoista. Uusilla inventoinneilla on siten suuri merkitys metsänuudistamisvaihtoehtojen valinnan pohjaksi.

## 5. METSÄNVILJELYN VAIHTOEHTOJEN VALINTA

### 51. Vaihtoehtojen valinnan lähtökohdat ja pääpiirteet

Biologisten peruslähtökohtien ja uudistusalan ominaisuuksien pohjalta tapahtuva metsänviljelyvaihtoehdon valinta joudutaan käytännössä tekemään metsätalouden harjoittajan tottumusten sekä erilaisten rajoitteiden puitteissa. Rajoitteina voivat olla esim. lainsäädäntö, saatavilla olevat koneet ja laitteet sekä työvoiman ja erilaisen metsänviljelyaineiston saatavuus. Valinnan apuvälineenä voidaan käyttää päätöksenteko- ja las-kentamalleja (FORSTER 1968, PAYANDEH 1977, RÄSÄNEN ym. 1979a, ERIKSSON 1981, STAGE ja FERGUSON 1981), joiden avulla on mahdollista annettujen lähtötietojen pohjalta määritellä tiettyjen kriteerien kannalta edullisimmat vaihtoehdot. Toisaalta kokemusperäisen tiedon pohjalta on laadittavissa ohjeistoja, joissa tietyn uudistamistilanteen vaihtoehtojen valinta tapahtuu muutamien kiinteiden, ennalta määritettyjen kokonaisketjujen avulla.

Metsänviljelyn eri vaihtoehtojen päätöksenteko- ja laskentamallien lähtökohtana ovat biologiset tekijät. Eri vaihtoehtojen toteutumista ja kustannuksia tarkastellaan uudistusosalalla vallitsevien ehtojen ja rajoitteiden puitteissa. Tästä syystä malleissa ei ole mahdollista arvioida täsmällisesti eri vaihtoehtojen toteutumista. Olennaista mallien rakentamisessa on, että ne pyrkivät ottamaan huomioon tietyn tapahtuman todennäköisyyden. Toisaalta malleissa kaikki tapahtumat ovat ainakin jossakin määrin toisistaan riippuvia. Tämän vuoksi jonkin tapahtuman muutos voi vaikuttaa koko ketjun lopputulokseen ja aiheuttaa edullisuusjärjestyksen vaihtumisen.

Metsätalouden harjoittajan tavoitteiden huomioon ottaminen malleja käytettäessä voi tapahtua eri tavoin, mutta yleensä konkreettisten tavoitteiden tuntemisen puute vaikeuttaa vaihtoehtojen metsänviljelyn toimenpideketjujen rajaamista ja niiden edullisuusvertailua. Yleensä onkin liiketaloudellisessa tarkastelussa tyydyttävä käyttämään valinnan pohjana ns. klassisiin osittaismalleihin rinnastettavia perinteisiä vertailumenetelmiä (HÄMÄLÄINEN 1973, 1979). Tällöin valinta tapahtuu vertaamalla metsänviljelyvaihtoehtoja käyttökelpoisten investointikriteerien avulla. Investointilaskelmien tavoitteena ei ole osoittaa parasta vaihtoehtoa, vaan tiivistää investoinnin vaikutuksia koskeva tieto niin harvoin oleellisiin parametreihin kuin mahdollista kadottamatta silti olennaista tietoa. Varsinaisen valinnan teko on jätettävä metsätalouden harjoittajan tehtäväksi em. tietojen ja hänen omien subjektiivisten preferenssiensä perusteella (KELTIKANGAS 1971, 1973).

Metsätalouden harjoittajien erilaiset päämäärät voidaan pelkistää toisaalta metsien hyödyntämiseksi hakkuutuloina tai raaka-aineena, toisaalta likviditeetin ja omaisuuden arvon kasvattamiseksi. Tällöin eri metsänomistajat poikkeavat toisistaan ainoastaan siltä osin, että he arvostavat eri tavoin tulon- ja maksunmuutosten odotukset (RÄSÄNEN ym. 1979a). Tätä voidaan kuvata yksinkertaisesti siten, että eri metsänomistajat soveltavat erilaista laskentakorkokantaa tai siten, että tämän lisäksi etäisiin tulon- ja maksunmuutoksiin sovelletaan korkeam-

pia korkokantoja kuin lähempänä tulevaisuudessa oleviin. Päätöksenteko metsänviljelyvaihtoehdoista perustuu siten toimenpiteiden vaikutuksiin tulevissa hakkuuohjelmissa (NADEAU 1970, RÄSÄNEN ym. 1979a). Luonnollisesti myös kunkin metsätalouden harjoittajan aikapreferenssi vaikuttaa tarkasteluun (KELTIKANGAS 1973). Hakkuuohjelman yhteys metsänuudistamistoimenpiteisiin voi olla varsin kiinteä tai lähes olematon metsänomistajan aikapreferenssin ja metsälön metsikkörakenteen mukaan.

Metsänviljelyn kustannuksista on huomattava, että ne normaalitapauksissa ovat yksityismetsälain soveltamiskäytännön mukaiseen toimenpidetasoon asti lakisääteisiä. Tällöin ne on käsitettävä metsätalouden kuluiksi, jotka katetaan hakkuutuloista tulorahoituksena. Metsänviljelyn kustannusten ylittäessä yksityismetsälain soveltamiskäytännön vaatiman tason kustannukset ovat ylitysten osalta investointeja (LINDGREN 1974).

## 52. Käytössä olevat ohjeistot

Eri metsätalousorganisaatioiden toimesta on 1970-luvulta lähtien laadittu koko metsänuudistamisvaiheen kattavia ohjeistoja (mm. Tehdaspuu Oy, Keskusmetsälautakunta Tapio, Metsähallitus). Nämä ohjeistot perustuvat käytännön toiminnassa hankittuun kokemuseräiseen tietoon.

Tehdaspuu Oy:n ohjeisto pohjautuu yhtiön osakasmetsien uudistamisaloilta - kaikkiaan 9 205 hehtaarin alalta - koottuun eri uudistamismenetelmien tuloksia, kustannuksia ja miestyötartetta kartoittavaan selvitykseen. Suositusta laadittaessa lähtökohtana olivat vähintään tyydyttävän tuloksen antavat metsittämisketjut. Ohjeistossa erotetaan 22 (kenttäkäyttöä varten tehdyssä ohjeistossa 24) eri metsitysketjua, jotka poikkeavat toisistaan eri toimenpiteiden suoritustavan suhteen (liite 7). Eri toimenpiteiden suorittamistapa perustuu uudistusalan metsätyyppiin, maalajiin, kivisyyteen, hallanarkuuteen, soistuneisuuteen, hakkuutähteiden runsauteen, pintakasvillisuuden määrään, vesomisherkkyyteen ja kuntan paksuuteen.

Metsitysketjun valinnassa otetaan huomioon lisäksi uudistamisketjun kustannukset ja miestyöntarve. Suositeltavin vaihtoehto on metsitysketju, jossa sekä kustannukset että miestyöntarve ovat pienimmät onnistumisen samalla kärsimättä. Ohjeistossa esitetään ensi- ja toissijainen metsittämissuositus sekä pakottavissa tapauksissa kysymykseen tulevat mahdolliset uudistamisketjut. Ohjeistossa keskitytään maanpinnan käsitteilymenetelmän sekä viljelymenetelmän valintaan.

Metsähallituksen ohjeiden mukaan uudistaminen aloitetaan silloin, kun toiminnan suuntaamisessa ja työmaasuunnittelussa on tehty päätös vanhan metsän uudistamisesta tai vajaatuottoisessa ja tuottamattomassa tilassa olevan metsän uudistamisesta tai aukean alan metsittämisestä. Uudistamis- ja metsittämis-toimenpiteen lasketaan päättyvän silloin, kun nuori, kasvuisa metsä on aikaansaatu. Metsähallituksen ohjeet on kivennäismaiden osalta jaettu ilmastovyöhykkeittäin kahteen osaan. Uudistamisvaihtoehdon valinta tapahtuu kasvupaikkatyypin, maalajityypin sekä kasvupaikan kunttaisuuden, kivisyyden ja soistuneisuuden perusteella (liite 8). Uudistamisketjujen ja työvoimantarpeen arvioinnin pohjaksi on myöhemmin laadittu kustannuslaskentamalli (FINNE ja HERRANEN 1981). Ohjeistossa erotetaan uudistusalan ominaisuuksista ja toimenpiteistä riippuen enintään kolme suositeltavinta vaihtoehtoa.

Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeet koskevat kangasmaiden uudistamisen ja peltojen ja peltoheittojen metsittämisen toimenpideketjuja. Niissä uudistamis- ja viljelytavan valintaan vaikuttavat määräävinä kasvupaikkatyyppi, maalajiryhmä, alueen kunttaisuus, kivisyys, soistuneisuus sekä puuston ominaisuudet (liite 9). Uudistusalan ominaisuuksien ja eri toimenpiteiden mukaan ohjeissa on esitetty 1 - 4 suositeltavinta vaihtoehtoa sekä lisäksi vain poikkeustapauksissa suositeltava vaihtoehto.

Vaikka ohjeistot poikkeavat toisistaan uudistamisketjun valinnan perusteiden osalta, eri toimenpiteiden valintakriteerit ovat varsin samankaltaisia. Kaikissa ohjeistoissa korostetaan seurannan merkitystä toimenpideketjun myöhempien toimenpiteiden

suoritustarpeen arvioimisen ja koko uudistamisen tuloksellisuuden turvaamisen kannalta. Tehdaspuu Oy:n ohjeistossa tarkastellaan vain kahta kasvupaikkatyypiluokkaa (VT ja sitä karummat sekä MT ja sitä viljavammat). Sen sijaan Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeistossa erotetaan neljä ja Metsähallituksen ohjeistossa kolme kasvupaikkatyypiluokkaa. Muilta osin uudistusalan ominaisuuksien arviointi eri ohjeistoissa on varsin samankaltaista. Metsähallituksen ohjeistoa voidaan pitää valintaperiaatteeltaan eniten työalajisuuntautuneena. Kaikkiaan ohjeistojen kehityksessä on selvä suuntaus kokonaisuuksien käsittelyyn.

### 53. Päätöksenteko- ja laskentamallit

Päätöksenteko- ja laskentamalleja ei ole toistaiseksi sovellettu metsänuudistamisvaihtoehtojen valintaan. Suomessa metsänviljelyketjuja on tarkasteltu laskentamallin avulla eräissä esitutkimuksissa (RÄSÄNEN ym. 1979a). Malleihin perustuva lähestymistapa metsänviljelyn kokonaisuuden hahmottelussa on kuitenkin yleistymässä (mm. BÄCKSTRÖM ja WAHLQVIST 1973, PAYANDEH 1977, PAYANDEH ja FIELD 1978, RÄSÄNEN ym. 1979a, RÄSÄNEN 1980, 1981, ERIKSSON 1981, STAGE ja FERGUSON 1981). Saavutettujen tulosten perusteella uudistamistilanne voidaan kuvata mallien avulla ja eri vaihtoehtojen vertailua voidaan laskelmilla konkretisoida.

Päätöksenteko- ja laskentamalleja käytettäessä tietokoneeseen syötetään lähtötiedot, joihin sisältyvät uudistusalatietojen lisäksi päätöksentekijän mahdollisesti haluamat rajoitukset kuten esim. koneiden, työmenetelmien ja viljelymateriaalin saatavuus. Päätöksenteko- ja laskentamallin kytkemiseksi kyseisen metsälön hoidon kokonaisuuteen tarvitaan lisäksi lähtötietoja mm. metsätalouden harjoittajan kannalta mielekkään korkokannan suuruudesta, metsälön ikäluokkarakenteesta ja puuston keskikasvun vaikutuksesta suunnitteeseen sekä yksityismetsälain soveltamiskäytännön vaatiman ja muiden vaihtoehtoisten toimenpidekokonaisuuksien kustannuksista, muusta resurssitarpeesta ja niillä saavutettavasta kasvun

kertymisestä (RÄSÄNEN ym. 1979a). Mikäli metsätalouden harjoittajan tuotannolliset tavoitteet pystytään konkretisoimaan riittävän tarkasti, malliin voidaan kytkeä lisäksi muita kuin puuntuotannollisia tavoitteita (esim. metsän muut käyttömuodot, ks. KILKKI 1977).

Tämän tutkimussarjan esitutkimusraportissa metsänviljelyvaihtoehdon valintaa on tarkasteltu alustavasti päätöksentekojen ja laskentajärjestelmien avulla tietyssä esimerkkitapauksessa (RÄSÄNEN ym. 1979a). Metsänuudistamisen tapahtumaketjussa on erotettu luonnonolosuhteista aiheutuvat ehdot ja rajoitukset sekä päätöksentekijän suorittamat toimenpiteet omiksi tapahtumalinjoiksi, jotka yhdessä määräävät uudistamisen lopputuloksen. Luonnonolosuhteista aiheutuvat ehdot ja rajoitukset ovat uudistusaloitettavien ja niiden arviointi tapahtuu uudistusaloitettavien pohjalta. Toisaalta ympäristötekijöissä tapahtuu jatkuvasti muutoksia, joiden suuntaa ja vaikutusta pyritään ennakoimaan. Toimenpiteiden avulla päätöksentekijä pystyy tiettyyn rajaan asti vaikuttamaan tapahtumaketjun kulkuun ja sen ohjautumissuuntaan. Käytetystä metsänuudistamismenetelmästä riippuu, kuinka kilpailukykyinen kasvatettava taimikko on verrattuna muihin kasvillisuuden ja olosuhteiden muutoksiin uudistusaloitettavilla.

Luonnollisesti toimenpiteiden valinnan perusteeksi tarvitaan luotettavia ja riittävän hyvin uudistusalan ominaisuuksia ja niiden kehitystä kuvaavia tietoja. Mitattavien tai arvioitavien tunnusten tulisi olla sellaisia, että ne voidaan suhteellisen helposti arvioida maastossa. Yleensä uudistusalan sisällä ympäristöolosuhteissa on suurta vaihtelua. Tällöin on tarkasteltava suurinta sallittavaa vaihtelua. Rajattavan osa-alueen koon ja osa-alueiden ympäristötekijöiden vaihtelun vaikutuksesta uudistamistulokseen on olemassa niukasti tutkimuksia. Uudistusalan koolla sinänsä ei ole havaittu olevan suurta vaikutusta uudistamistulokseen (VALTANEN 1974). Uudistusalan koon tarkastelussa on kuitenkin otettava huomioon myös taloudelliset ja tekniset seikat. Eräiden koneiden käytölle on olemassa tietty minimipinta-alavaatimus ja koneiden tuotos kohoaa tiettyyn rajaan asti uudistusalan koon kasvaessa.

Eri toimenpiteiden suoritustarve ja -tapa määräytyy mallissa viime kädessä uudistusalan ominaisuuksien mukaan. Toimenpiteiden, joiden tarpeellisuutta ei voida arvioida suoranaisesti vallitsevien olosuhteiden mukaan, valinta tapahtuu arvioimalla todennäköinen kehitys uudistusallalla eri ominaisuuksien suhteen ja todentamalla nämä tiedot seurantajärjestelmän avulla.

Laskenta- ja päätöksentekomallien käyttöönotolla saavutetaan ilmeisiä etuja metsänuudistamisen päätöksentekoprosessissa. Niillä voidaan ohjata päätöstä uudistusalan ominaisuuksien sekä metsälön hoidon kokonaisuuden kannalta oikeaan suuntaan. Koska metsänuudistamisesta saadaan jatkuvasti tutkimuksiin perustuvaa uutta tietoa, laskentamallien kehittäminen tulee siten tapahtumaan vähitellen ja samalla niihin voidaan kytkeä ajan myötä kehittyvät, uudet menetelmät ja suoritustavat.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- AALTONEN, V.T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland I. Commun. Inst. For. Fenn. 1(1):1-375.
- " 1940. Metsämaa. Porvoo - Helsinki. WSOY. 615 s.
- AHOKUMPU, A. 1982. Metsänviljelyn rakenne maan eri osissa. Käsisikirjoitus metsänhoitotieteen laudaturtyöksi. Helsinki.
- ANDERSSON, B. 1968. Om temperaturförhållanden på kala hedar samt tall- och granplantornas känslighet för frost under vegetationsperioden. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 66(2): 109-157.
- ANDERSSON, P.-O., BERGLUND, H. & BÄCKSTRÖM, P.-O. 1977. Simulering av maskinella planteringsorgans arbete. Summary: Simulating the operation of mechanized planting units. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 1977(7). 32 s.
- ANDERSSON, S.-O. 1971. Skogsskydd - mera om märborrekriget. Minska på klenvirket öka gagnvirket. Skogen 58(2):44-47.
- ANTOLA, A. & LEHTO, J. 1969. Metsänkylvö. Teoksessa: LEHTO, J. (toim.). 1969. Metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki. s. 165-189.
- APPELROTH, S.-E. 1969. Tutkimus metsänistutuskoneista m/TTS, Ylö ja Holkki. Summary: A study of tree planting machines m/TTS, Ylö and Holkki. Commun. Inst. For. Fenn. 68(5):1-83.
- " 1975a. Metsänistutuskoneisiin ja niiden käyttöön liittyvät ongelmat. Metsä ja Puu 1975(4):11-15.
- " 1975b. Metsämaan muokkaus meillä ja muissa Pohjoismaissa. Metsä ja Puu 1975(11):10-15.
- " 1976a. Markberedningens utveckling och problematik i Norden. Teoksessa: Markberedning - ett nordiskt forskarmöte i Umeå 1975. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 1976(6):6-10.
- " 1976b. Työtutkimus Lamu-kylvökoneesta. Summary: Work study of the Lamu seeding machine. Folia For. 253:1-24.
- " 1978. Ilma-alusten käyttö metsän kylvössä. Metsä ja Puu 1978(1):6-9.
- " & HARSTELA, P. 1970. Tutkimuksia metsänviljelytyöstä I. Kourukuokka, kenttälapio, taimivakka, taimilaukku sekä istutuskoneet Heger ja LMD-1 istutettaessa kuusta peltoon. Summary:

- Studies on afforestation work I. The use of the semi-circular hoe, the fieldspade, plant bag and the Heger and LMD-1 tree planters in planting spruce in fields. *Folia For.* 85:1-32.
- ASPLUND, K. 1968. Työvaikeustekijöiden selvitys männyntaimien kourukuokkaistutuksessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus nro 90. 17 s.
- BERG, H., BÄCKSTRÖM, P.-O., GUSTAVSSON, R. & HÄGGLUND, B. 1973. Några system för ungskogsröjning - en analys. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 1973(5):1-78.
- BERGMAN, F. 1971. Skogsskydd - mera om märgborrekriget. Förebyggskador efter ungskogsröjning. *Skogen* 58(2):48-49.
- " & HÄGGSTRÖM, B. 1973. Några faktorer av betydelse vid skogsplantering med rotade plantor. Summary: Some important facts considering planting with rooted forest plants. Sveriges SkogsvFörb. *Tidskr.* 71(6):565-578.
- BRAASTAD, H. & TVEITE, B. 1977. Uklart forhold mellom overhøyde og tynningsgrad. *Norsk Skogbr.* 23(10):3, 28.
- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. 1969. The nature and properties of soils. 7th ed. New York. The Macmillan Company. 653 s.
- BÄCKSTRÖM, P.-O. 1978. Maskinell plantering - Förutsättningar, teknik, prestationer och kostnader. Summary: Mechanized planting - Basic conditions, techniques, productivity and costs. Medd. ForsknStift. Skogsarb. 13. 74 s.
- " & HULTÉN, H. 1972. Resultat från plantering med små rotade tallplantor i papphylsor. Abstract: Results from a planting trial with small rooted pine plants in paper cases. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 33. 33 s.
- " , JANSSON, E., JEANSSON, E, & SIRÉN, G. 1970. Jämförande studie av fyra planteringsmaskiner. Summary: Comparative study of four tree-planting machines. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 21. 96 s.
- " & WAHLQUIST, Å. 1973. Systems analyses of artificial forest-regeneration. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 1973(IE): 87 s.
- BÄRRING, U. 1965a. Om fläckupptagningens betydelse och några andra problem vid plantering av tall och gran. Summary: On the importance of scalping and some other problems connected with planting of *Pinus silvestris* L. and *Picea abies* Karst. *Stud. For. Suec.* 24:1-64.

- " 1965b. Om användning av herbicider vid åkerplantering. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk. 6. 7 s.
- " 1965c. Behandling av lövträdsvegetation med herbicider. Summary: Treatment of broad-leaved trees with herbicides. Stud. For. Suec. 25:1-65.
- " 1967. Studier av metoder för plantering av gran och tall på åkermark i södra och mellersta Sverige. Summary: Studies of methods employed in the planting of *Picea abies* (L.) H. Karst. and *Pinus silvestris* L. on farm land in southern and central Sweden. Stud. For. Suec. 50:1-332.
- CARBONNIER, C. 1964. Aktuella synpunkter på förnygringsfrågorna speciellt med tanke på förbandets inflytande på kvantitets- och kvalitetsproduktionen. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. Skogshögsk. 6. 15 s.
- CHRISTIANSEN, E. 1971. Time of attack by the pine weevil (*Hyllobius abietis* L.) in young reforestation areas. Medd. Norske Skogforsøksv. 28 (8):417-427.
- DELFIN, G. 1974. Undersökningar av paperpot-planteringar i syd-östra Sverige. Summary: Paper pot planting in south-eastern Sweden. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 72(5-6):541-550.
- EICHE, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. Stud. For. Suec. 36:1-218.
- ERIKSSON, L. 1981. Coordination of the functions of stand establishment for greatest overall efficiency and economy. Proc. IUFRO 17. Congr., Kyoto, Japan., Div. 3, s. 246-251.
- ESKELINEN, A., HEINO, E.E. & RUMPUNEN, H. 1976. Metsänuudistamistöiden tuottavuus metsäteollisuusyritysten työmailla 1975. Metsätehon seloste 1976(14). 17 s.
- ETHOLÉN, K. 1972a. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The succes of artificial regeneration of Scots pine in northern Finland and origin of seed. Folia For. 160:1-27.
- " 1972b. Taimiston hoidon tekniikkaa Lapissa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 3. 5 s.
- " 1973. Taimiston käsittely syys- ja talviolosuhteissa Lapissa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 5. 7 s.

- " 1974a. Istutustavan vaikutus männyn viljelytulokseen. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6. 9 s.
- " 1974b. Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimiston hoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in the northern Finland. *Folia For.* 213:1-16.
- " 1976. Vaahtokäsittelyn käyttömahdollisuudet ja vesakkojen paljasversoruiskutus. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 14. 22 s.
- " 1979. Vesakkojen ruiskutus vaahtomenetelmällä. *Leipä leveämmäksi* 1979(3):20-21.
- EVERT, F. 1971. Spacing studies - a review. *Can. For. Serv., Dep. Environment, Forest Management Institute, Information Rep. FMR-X-37.* 95 s.
- " 1973. Annotated bibliography on initial tree spacing. *Can. For. Serv., Dep. Environment, Forest Management Institute, Information Rep. FMR-X-50.* 149 s.
- FERM, A. & POHTILA, E. 1977. Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa. Summary: Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland. *Folia For.* 319:1-34.
- FINNE, B. & HERRANEN, T. 1981. Ehdotus uudistusketjujen kustannuslaskentamalliksi. Metsähallitus, kehittämisjaosto. *Hirvas. Moniste.* 14 s.
- FORSTER, R.B. 1968. A computer technique for the evaluation of investment alternatives. Forest Economics Research Institute, Ottawa, Ontario. *Information Rep. E-X-1.* 18 s.
- FRANSSILA, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Otava. Helsinki. 257 s.
- " 1958. Kulovaaran ja säätekijöiden välisestä riippuvuudesta. Summary: The dependence of forest fire danger on meteorological factors. *Acta For. Fenn.* 67(5). 26 s.
- FRÖLANDER-ULF, O. 1977. Yhteenveto erilaisten vesakontorjuntamenetelmien metsätaloudellisesta käyttökelpoisuudesta. *Laudaturtyö. Helsingin yliopisto. Metsänhoitot. laitos.* 143 s.
- GEIGER, R. 1957. The climate near the ground. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass. 2nd ed. 611 s.

- GULBRANDSEN, K. 1977. Heltreutnyttelse - framtidige kvantiteter fra førstegangstynninger. Summary: Whole tree utilization - future quantities from first thinnings. Meddr. Norsk. Inst. Skogforsk. 33(12):481-512.
- HAARLAA, R. 1973. Maastotekijöiden vaikutuksesta metsämaan laikutukseen. Summary: On the effect of terrain to scarifying of forest soils. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 23. 54 s.
- HAATAJA, P. 1979. Tarkoituksenmukainen maanmuokkaus varmistaa metsänviljelyn. Työtehoseuran metsätiedotus 301. 4 s.
- HAGNER, M. 1976. Punktsådd med täckning av sand eller cellulosa-fiber. Summary: Spot seeding with the seed covered with gravel or cellulose fibers. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 74(6):657-668.
- " 1977. Sådd under plastkon i humustäcke. Summary: Seeding in plastic cones placed in the humus layer. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 75(1):45-57.
- " & SAHLÉN, K. 1977. Sådd i plastkon på markberedd mark. Summary: Direct seeding under plastic cones on scarified ground. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 75(1):59-89.
- HAGNER, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. En analys av föryngringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrlänst skogsbruk. Summary: Natural regeneration under shelterwood stands. An analysis of the method of regeneration, its potentialities and limitations in forest management in Middle-North Sweden. Medd. Statens Skogsforskn. Inst. 52(4):1-263.
- " 1965. Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig föryngring. Summary: Yield of seed, choice of seed trees, and seedling establishment in experiments with natural regeneration. Stud. For. Suec. 27:1-43.
- HAKKILA, P. 1972. Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa. Summary: Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. Folia For. 159:1-19.
- " 1973. The effect of slash on work difficulty in manual planting. Lyhennelmä: Hakkuutähteiden vaikutus käsinistutuksen työvaikeuteen. Commun. Inst. For. Fenn. 78(1):1-36.
- " 1978. Pienpuun korjuu polttoaineeksi. Summary: Harvesting small-sized wood. Folia For. 342:1-38.

- " & KALAJA, H. 1980. Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester. Seloste: Polttopuun korjuu Pallarin vesakko-harvesterilla. Folia For. 418:1-24.
- " KALAJA, H., SALAKARI, M. & VALONEN, P. 1977. Wholetree harvesting in the early thinning of pine. Seloste: Kokopuun korjuu männikön ensiharvennuksessa. Folia For. 333:1-58.
- " & MÄKELÄ, M. 1975. Pallarin vesakkoharvesteri. Summary: Pallari bushharvester. Folia For. 249:1-18.
- " & UUSVAARA, O. 1968. On the basic density of plantation grown Norway spruce. Lyhennelmä: Viljelykuusikoiden puuaineen tiheydestä. Commun. Inst. For. Fenn. 66(6):1-23.
- HALLMAN, E., HARI, P., RÄSÄNEN, P.K. & SMOLANDER, H. 1978. Effect of planting shock on the transpiration, photosynthesis, and height increment of Scots pine seedlings. Seloste: Istutusshokin vaikutus männyntaimien transpiraatioon, fotosynteesiin ja pituuskasvuun. Acta For. Fenn. 161. 26 s.
- HAMILTON, G.J. & CHRISTIE, J.M. 1974. Influence of spacing on crop characteristics and yield. For. Comm. Bul. 52:1-91.
- HANNELIUS, S. 1978. Istutuskuusikon tiheys - tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua. Summary: Initial tree spacing in Norway spruce timber growing - an appraisal of yield and profitability. Folia For. 359:1-51.
- HARSTELA, P. & TERVO, L. 1977. Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia. Summary: Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine). Manual felling and bunching and whole-tree chipping. Folia For. 294:1-23.
- HEIKINHEIMO, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta For. Fenn. 4(2). 264 s.
- " 1940. Uudistusalojen maanpinnan käsittely ja taimettuminen. Metsätal. Aikak.l. 57(2):195-202.
- " 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Referat: Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden. Commun. Inst. For. Fenn. 29(4): 1-63.
- HEIKKILÄ, R. 1977. Eläimet kylvetyn männyn- ja kuusensiemenen tuhoajina Pohjois-Suomessa. Summary: Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in North Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 89(5):1-35.

- HEINO, E.E. 1972. Vertaileva tutkimus vesurin ja raivaussahan käytöstä taimiston harvennuksessa. Summary: Comparative study of the cleaning of young stands with brush hook and clearing saw. Metsätehon katsaus 1972(19). 4 s.
- " 1974a. Metsänuudistamistöiden kehittämismahdollisuudet. Metsätehon katsaus 1974(1). 4 s.
- " 1974b. Metsäkuljetuskaluston käyttö metsämaan muokkauksessa. Metsätehon katsaus 1974(20). 4 s.
- " 1975. Raivaussahaan kytketty kantoruiskutuslaite. Summary: Stump-spraying device fitted to the brush saw. Metsätehon katsaus 1975(6). 4 s.
- " & MIKKONEN, E. 1974. Taimiston perkauksen ja harvennuksen ajanmenekit ja kustannukset vuonna 1973. Metsätehon katsaus 1974(11). 4 s.
- " , PELTONEN, J. & TYNKKYENEN, M. 1973. Työvaikeustekijöiden vaikutus vesuri- ja raivaussahatyöhön taimiston perkauksessa ja harvennuksessa. Summary: Effect of work difficulty factors on brush-hook and clearing-saw work in the tending of young stands. Metsätehon tied. 322. 15 s.
- " & SALAKARI, M. 1972. TTS-metsä-äes 35. Metsätehon katsaus 1972(14). 10 s.
- " & SEPPÄLÄ, J. 1975. Metsämaanmuokkausmenetelmät- ja laitteet. Metsätehon katsaus 1975(4). 6 s.
- " & TYNKKYENEN, M. 1972. Metsänhoitotyömenetelmät metsäteollisuuden ja metsähallituksen metsissä vuonna 1971. Metsätehon katsaus 1972(20). 4 s.
- " & TYNKKYENEN, M. 1973. Uudistusalan valmistus ja taimistonhoitotöiden tuotokset ja kustannukset metsäteollisuuden ja metsähallituksen työmailla vuonna 1972. Metsätehon katsaus 1973(7). 4 s.
- HEISKANEN, V. 1965. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaadun välisistä suhteista män-  
niköissä. Summary: On the relations between the development of the early age and thickness of trees and their branchiness in pine stands. Acta For. Fenn. 80(2). 58 s.
- HERRANEN, T. 1969. Työvaikeustekijöiden selvitys kuusentaimien istutuksessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 95. 19 s.

- " 1970. Maanmuokkausvälineiden testaus. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 103. 18 s.
- " 1971. Kennotaimien istutus eri käsi-istutusvälineitä käyttäen. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 45. 6 s.
- " 1979. Suojakylvöalueiden taimistoinventointi Perä-Pohjolan piirikunnan alueella 1979. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 142. 13 s.
- " & HEDEMÄKI, M. 1978. Raivaussahan kantokäsittelylaitteiden vertailua. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 1978(4). 3 s.
- HEYWARD, F. 1938. Soil temperature during forest fires in the longleaf pine region. J. For. 36(5):478-491.
- HOKKA, P. & ARI, T. 1976. Ketjujyrsimen käyttö metsämaan muokkauksessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 124. 17 s.
- " & HERRANEN, T. 1976a. Raivaussahauksen yhteydessä suoritettava kantokäsittely. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 105. 10 s.
- " & HERRANEN, T. 1976b. Ennakkotietoja aurasalueilla v. 1966 - 1970 viljeltyjen taimistojen inventoinneista. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Hirvas. Moniste. 18 s.
- " & HERRANEN, T. 1976c. Metsäauran käyttökokeiluja. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus 109. 5 s.
- " & HERRANEN, T. 1977. Vesakontorjuntaa Sikorsky S-55 B -heliokopterilla. Metsähallitus, kehittämisjaosto. PM 1977(15). 4 s.
- " & VÄHÄNIKKILÄ, M. 1977. Raivaussahauksen yhteydessä kanto-käsittely. Teho 1977(10):14-15.
- HOLAPPA, A. 1979. Traktorikäyttöisen vesakoruiskun kokeilu. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto. Metsäteknologian laitos. 94 s
- HUIKARI, O. 1954. Metsänhoitotöiden koneellistamisen nykyvaihe. Metsätal. Aikak.l. 71(8):303-306.
- HULTÉN, H. & JANSSON, K.-Å. 1974. Biologisk uppföljning av rotade plantor vid praktisk skogsodling Planteringsår 1972. Resultat sammanställningar av inventeringar hösten 1973. Summary: Biological follow-up of rooted plants at practical artificial regeneration. Planting year 1972. Compilations of results from inventories in the autumn of 1973. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsföryngr. Skogshögsk. 56. 42 s.
- HUSS, E. & SINKO, M. 1969. Effekt av hyggesbränning. Jämförande studier mellan plantutvecklingen på bränd och obränd mark hos skogssådder med speciell hänsyn till bränningseffektens

varaktighet. Summary: The effect of controlled burning. Comparative studies of plant development after sowings on burned and unburned areas, with particular reference to the duration of the effect of burning. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 67(4): 385-424.

- HUURI, O. 1972. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn- ja kuusentaimien alkukehitykseen. Summary: The effect of deviating planting techniques on initial development of seedlings of Scots pine and Norway spruce. Commun. Inst. For. Fenn. 75(6):1-92.
- " 1973. Metsänviljelyn eri työvaiheiden vaikutus kuusen- ja männyntaimien alkukehitykseen. Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitos. Helsinki. 204 s.
- " 1974. Istutusajankohdan vaikutus kuusen ja männyn viljelytulokseen. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 12:9-18.
- " 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä: Tiedustelun tuloksia. Summary: Tilting of planted pines: Survey results. Folia For. 265:1-22.
- " 1980. Juurten hienofosfaattikäsitteilyn vaikutus männyn ja kuusen istutustaimien alkukehitykseen kivennäismailla. Summary: Effect of milled rock phosphate root coating on the initial development of Scots pine and Norway spruce transplants on mineral soils. Folia For. 445:1-25.
- " , KYTÖKORPI, K., LEIKOLA, M., RAULO, J. & RÄSÄNEN, P.K. 1970. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten. I. Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytettyjen taimien morfologiset ominaisuudet. Summary: Investigations on the basis for grading nursery stock. I. The morphological characteristics of seedlings used for planting in the year 1967. Folia For. 82:1-20.
- HUUSKO, M. 1974. Taimiston perkauksen ja harvennuksen palkkaperustetutkimustulosten testaus. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 117. 17 s.
- " , HOKKA, P. & PARKKONEN, S. 1975. Istutuksen palkkaperustetutkimustulosten testaus I-II. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusselostus 118. 27 s.
- HYNÖNEN, T. 1976a. Pintakasvillisuuden torjunnan ajoituksen vaikutus taimien alkukehitykseen. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. Metsänhoitot. laitos. 108 s.

- " 1976b. Metsän aluskasvien suvuton ja suvullinen lisääntyminen. Metsä ja Puu 1976(3):19-21.
- HÄMÄLÄINEN, J. 1973. Profitability comparisons in timber growing: Underlying models and empirical applications. Commun. Inst. For. Fenn. 77(4):1-178.
- " 1979. Puunkasvatuksen liiketaloudelliset mallit. Metsä ja Puu 1979(11):18-20.
- INGELÖG, T. 1974. Vegetationsförändringar efter förnyelseingrepp. Summary: Vegetation changes after regeneration measures. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 72(1):91-103.
- JAKKILA, J. & POHTILA, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimistojen kehitykseen Lapissa. Summary: Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland. Folia For. 360:1-27.
- JAUHIAINEN, E. 1970. Metsämaan muokkauksen ekologisia vaikutuksia. Metsä ja Puu 1970(2):12-14.
- JOKINEN, H. 1973. Luontaisesti syntyneiden koivuntaimien kehityksestä männyn viljelytaimistossa. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto. Metsänhoitot. laitos. 44 s.
- JONSSON, B. 1961. Om barrblandskogens volymproduktion. Summary: Yield of mixed coniferous forests. Medd. Stat. Skogsforsk. Inst. 50(8):1-143.
- JUUTINEN, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. Commun. Inst. For. Fenn. 54(5):1-80.
- KAILA, S. 1979. Tuloksellinen metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki. 125 s.
- " , LAAJALAHTI, T. & PÄIVÄNEN, J. 1979. Maanmuokkauksen ajankäyttökäyry, tuotostaso ja työpöytä. Summary: Time distribution, performance level and soil treatment result in soil cultivation. Metsätehon tied. 356. 20 s.
- " & PÄIVÄNEN, J. 1978a. Metsämaanmuokkauksen tavoitteet ja nykyinen muokkaukskalusto. Metsätehon katsaus. 1978(7). 6 s.
- " & PÄIVÄNEN, J. 1978b. Maanmuokkauksen tavoitteet. Metsä ja Puu 1978(3):22-25.
- " & PÄIVÄNEN, J. 1981. Metsämaanmuokkauksen suoritemäärät ja konekalusto vuosina 1976-1979. Summary: Forest soil cultivation areas and machinery in 1976-1979. Silva Fenn. 15(3):332-346.

- KALELA, E. 1948. Juuristokilpailun merkityksestä kuusikon uudistamisessa. *Metsätal. Aikak.* 1. 65(11):320-323.
- KARLSSON, L. 1978. Studie över lövvegetationens inverkan på granplanteringar i södra Sverige. Summary: A study of the influence of broad-leaved thicket on plantations of spruce in southern Sweden. *Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. Skogshögsk.* 102. 59 s.
- KARPPELIN, S., TAVAILA, J. & LÄNSISYRJÄ, E. 1977. Kannattaako läpikesän istutus? *Metsä ja Puu* 1977(4):19-20.
- KAUPPI, P. 1977. Noston ja istutuksen välillä vallinneiden olosuhteiden vaikutus männyn- ja kuusentaimien vaurioitumiseen. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. Metsänhoitot. laitos. 90 s.
- " 1982. Stress on spring-lifted Scots pine nursery stock prior to planting. *Lisensiaattityö. Helsingin yliopisto. Metsänhoitot. laitos.* 41 s.
- KAUPPILA, A. & LÄHDE, E. 1975. Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa. Summary: On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. *Folia For.* 230:1-29.
- KELLOMÄKI, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjola metsänuudistusalloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 8. 56 s.
- " 1975. Forest stand preferences of recreationists. Seloste: Ulkoilijoiden metsikköarvostukset. *Acta For. Fenn.* 146. 36 s.
- " 1980. Growth dynamics of young Scots pine crowns. Seloste: Nuorten mäntyjen latvuston kasvun dynamiikkaa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(4):1-50.
- " 1981. Karsiminenkin edellyttää riittävää viljelytiheyttä. *Metsä ja Puu* 1981(2):21-23.
- " & TUIMALA, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puun oksikkuuteen taimisto- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pine. *Folia For.* 478:1-27.
- KELTIKANGAS, M. 1971. Time factor and investment calculations in timber growing. Theoretical fundamentals. Seloste: Aikatekijä ja investointilaskelmat puunkasvatuksessa. Teoreettisia perusteita. *Acta For. Fenn.* 120. 68 s.

- " 1973. Aikatekijän käsittely puunkasvatukseen liittyvissä investointilaskelmissa. Summary: Handling of time factor in investment calculations concerning timber growing. Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen laitos. Julkaisuja 10. 35 s.
- " & TIILILÄ, J. 1968. Koivun ja kuusen istutuksen keskinäinen edullisuusjärjestys käenkaali-mustikkatyypin metsämailla. Summary: The economic sequence on common birch (*Betula verrucosa*) and Norway spruce (*Picea abies*) when planting Oxalis-Myrtillus type forest land. Acta For. Fenn. 82(5). 63 s.
- KILKKI, P. 1977. Moninaiskäytön liittäminen metsätalouden suunnittelumalliin. Metsien moninaiskäyttötutkimuksen suunnittelu-ryhmä. Metsäntutkimuslaitos. Helsinki. 4 s.
- KINNUNEN, K. 1976. Maanmuokkauksen vaikutus erilaisten paljasjuuri- ja paakkutaimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 3. 10 s.
- " 1977a. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: The survival and initial development of plants in private forests in western Finland. Folia For. 318:1-25.
- " 1977b. Männyn kylvömenetelmien vertailua. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 6. 13 s.
- " & LEMMETYINEN, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyntaimien alkukehitykseen. Summary: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. Folia For. 419:1-19.
- " , LIND, J. & LÄHDE, E. 1974. Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. Folia For. 212:1-26.
- " & LINNIMÄKI, J. 1977. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia. Folia For. 329:1-32.
- KOHH, E. 1970. Bidrag till frågan om skogsmarkplöjning. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 68(2):75-106.
- KOIVISTO, V. 1976. Metsämaan ilmavuudesta ja sen parantamisesta. Metsä ja Puu 1976(3):4-6.

- " 1977. Näkökohtia taimikoiden perkauksesta ja harvennuksesta. Metsä ja Puu 1977(11):6-7, 9.
- KUBIN, E. 1977. The effect of clear cutting upon the nutrient status of a spruce forest in Northern Finland (64°28'N). Seloste: Paljaaksihakkuun vaikutus kuusimetsän ravinnetilaan Pohjois-Suomessa (64°28'N). Acta For. Fenn. 155, 40 s.
- " 1981. Männyntaimien menestymiseen vaikuttaa muokkaustapa ja istutuskohta. Metsä ja Puu 1981(2):24-26.
- KUJALA, V. 1926. Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nord-Finland. Selostus: Tutkimuksia kulojen vaikutuksesta metsäkasvillisuuteen Pohjois-Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 10(5):1-41.
- Kulotustoimikunnan mietintö. 1980. Komiteamietintö 1980:1. Helsinki. 80 s, Liit. 21 s.
- KURKELA, T. 1973. Epiphytology of *Melampsora* rusts of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and aspen (*Populus tremula* L.). Seloste: Männyin versoruosteen ja haavanruosteen epifytologia. Commun. Inst. For. Fenn. 79(4):1-68.
- LAACKONEN, O. 1978. Taimitarhan toimintavaihtoehtojen valinnan liiketaloudellinen malli. Summary: An economic model for selecting production alternatives in a forest nursery. Commun. Inst. For. Fenn. 93(3):1-95.
- LAIHO, O. 1976. Tehomuokkauksen vaikutus taimiston alkukehitykseen kanervatyypillä. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimus- aseman tiedonantoja 3. 5 s.
- " 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästysaloilla. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8. 8 s.
- " 1981. Kaivurimätästys metsämaan muokkauksena. Teho 1981(3):14-15.
- LAIHO, T. 1978. Raivaus metsänuudistuksen työketjussa. Metsä ja Puu 1978(3):20-21.
- LAITINEN, J. 1978. Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyysillä. Abstract: Comparing of clearing saws sprayers with film analysis. Folia For. 369:1-14.
- " & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua. Summary: Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices. Folia For. 340:1-16.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. Seloste: Tutki-

muksia tasaikäisen mänty-koivusekametsikön kehityksestä. Commun. Inst. For. Fenn. 15(2):1-241.

- LEHTINIEMI, T. 1970. Metsämaassa tapahtuvista siementuhoista ja niiden torjunnasta. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 4. 62 s.
- " 1976. Männyn ja kuusen siementen tuhoutuminen metsämaassa. Merkkiainemenetelmän soveltaminen tuholaislajiston tutkimukseen. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 12. 105 s
- LEHTO, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the uppland soils of southern Finland. Acta For. Fenn. 66(2). 106 s.
- " 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. Commun. Inst. For. Fenn. 67(4):1-140.
- LEHTONEN, E. 1976. Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla. Summary: Felling of small sized trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw. Folia For. 261:1-27.
- LEHTONEN, I. 1976. Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Wood as a fuel. A study based on literature. Folia For. 293:1-16.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84(2):1-64.
- " 1975. Verhoppuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin Pohjois-Suomessa. Summary: The influence of the nurse crop on stand temperature conditions in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 85(7):1-33.
- " 1976a. Näkökohtia metsäekologisten ympäristötekijöiden mittaamisesta. Summary: Measuring environmental factors in a forest ecosystem. Silva Fenn. 10(2):148-156.
- " 1976b. Verhoppuuston tiheyden vaikutus metsikön säteilyoloihin. Summary: Effect of the density of the nurse crop on solar radiation inside the stand. Commun. Inst. For. Fenn. 90(1):1-33.

- " 1976c. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsittämisessä. Summary: Soil tilling and weed control in afforestation of abandoned fields. Commun. Inst. For. Fenn. 88(3):1-101.
- " 1977. Millaisia ovat yksityismetsiemme varttuneet viljelytaimistot tällä hetkellä? Metsä ja Puu 1977(12):6-8.
- " & HUURI, O. 1974. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta vv. 1970-1973. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 11. 31 s.
- " , METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P.K. & TAIMISTO, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967-1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967-1975. Folia For. 312:1-27.
- " & PYLKKÖ, P. 1969. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Summary: On the influence of stand density on the minimum temperatures during frost nights. Silva Fenn. 3(1):20-32.
- " & RAULO, J. 1972. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 1. 42 s.
- " & RAULO, J. 1973. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana. Summary: Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. Folia For. 178:1-19.
- " & RAULO, J. 1976. Heinimisajankohdan vaikutus pelloille istutettujen männyn- ja kuusentaimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 18. 10 s.
- " & RIKALA, R. 1974. Lannoituksen vaikutus männyn- ja kuusentaimien alkukehitykseen kangasmailla. Summary: The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. Folia For. 201:1-19.
- LINDBERG, B. 1975. Hyggesavfall och virke ur förtsgallring - tillvaratagande och flisning. Ekon. ForsknStift. Skogsarb. 1975(5). 6 s.
- LILJEROOS, H. 1976. Kuusen istutusvälikoe Turvan tilalla. Metsä ja Puu 1976(4):21-22.

- LINDGREN, J.-E. 1974. Lönsamhetsbedömning av skogsförnyelse-  
åtgärder. Summary: The profitability of regeneration. Sveriges  
SkogsvFörb. Tidskr. 72(2):283-290.
- LIPAS, E. & MÄKI-PETÄYS, E. 1961. Kulotuksen vaikutus metsämaan  
lämpö- ja kosteusoloihin. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto.  
Metsänhoitot. laitos. 58 s.
- LOW, A.J. & TOL, G. van. 1974. Initial spacing in relation to  
stand establishment. In Proc. Symp. Stand Establishment,  
IUFRO Div. 1 and 3 joint meeting, Wageningen. s. 296-315.
- LÜTZKE, R. 1961. Das Temperaturklima von Waldbeständen und  
Lichtungen im Vergleich zur offenen Feldflur. Summary: The  
temperature climate within forest stands and clearings compar-  
ed to that in the open field. Arch. Forstw. 10(1):17-83.
- LYLY, O. 1979. Vesakontorjunta-aineiden lentolevitys: sen ajoit-  
taminen ja käyttökohteet. Metsähallitus, kehittämisjaosto.  
Tutkimusselostus 130. 44 s.
- LYYTINEN, O. 1958. Metsänhoidon koneellistaminen valtion metsis-  
sä. Metsätal. Aikak.l. 74(6):187-191.
- LÄHDE, E. 1973. The effect of seed-spot shelters and cold strati-  
fication on germination of pine (*Pinus silvestris* L.) seed.  
Seloste: Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn  
siemenen itämiseen. Folia For. 196:1-16.
- " 1978a. Välivarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien vil-  
jelyn onnistumiseen. Summary: Effect of intermediate storage  
of containerized Scots pine planting stock on reforestation  
success. Folia For. 338:1-27.
- " 1978b. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominai-  
suuksiin sekä männyn- ja kuusentaimien kehitykseen. Summary:  
Effect of soil treatment on physical properties of the soil  
and on development of Scots pine and Norway spruce seedlings.  
Commun. Inst. For. Fenn. 94(5):1-59.
- " & KINNUNEN, K. 1974. Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus  
ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: The relation-  
ship between the wall strenght of paper pots and the initial  
development of seedlings in northern Finland. Folia For.  
197:1-19.
- " & MANNINEN, S. & TERVONEN, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen  
vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden

- taimien kehitykseen. Summary: The effect of drainage and cultivation on soil physical properties and the development of conifer seedlings. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(7):1-43.
- " & MUTKA, K. 1974a. 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.) seed and development of the germlings on a drained open swamp in northern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 83(2):1-36.
- " & MUTKA, K. 1974b. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in northern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 83(3):1-43.
- " & POHJOLA, T. 1975. Maan käsittelyn vaikutus männyn- ja kuusentaimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 8. 29 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 germling development of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. Selostus: Ekologinen tutkimus suojakylvön vaikutuksesta männyn, kuusen ja lehtikuusen itämiseen ja sirkkataimien alkukehitykseen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 88(1):1-37.
- " & VARTIAINEN, T. 1980. Männyn hajakylvökoe helikopterilla. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 22. 18 s.
- LÖYTTYNIEMI, K. 1981. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivannon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*). *Folia For.* 487:1-14.
- " & HILTUNEN, T. 1976. Hirven aiheuttamista metsävahingoista. *Metsä ja Puu* 1976(5):30-31.

- MERILUOTO, J. 1980. MCPA ja 2,4,5-T-herbisidien käyttökelpoisuus taimiston hoidossa. Summary: Applicability of MCPA- and 2,4,5-T-herbicides in sapling stand management. *Silva Fenn.* 14(4):319-331.
- Metsitysketjututkimus. 1973. Projektiseloste 40/73. Tehdaspuu Oy 1973, metsänhoito-osasto. Kouvola. Moniste. 133 s.
- METSÄMUURONEN, M., KAILA, S. & RÄSÄNEN, P.K. 1978. Männyn paakutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. Summary: First year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973. *Folia For.* 349:1-36.
- Metsänparannus - tekniikka ja koneet. 1980. Julk. Metsänparannussäätiö. Arvi A. Karisto Oy. Hämeenlinna. 107 s.
- Metsätyönantajien suositus istutuksen urakkapalkkauksesta. Voimassa 1.4.-31.8.1981a. Moniste. 11 s.
- Metsätyönantajien suositus taimiston perkauksen ja harvennuksen urakkapalkkauksesta 30.3.-31.8.1981b. Moniste. 14 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1980. Suomen virallinen tilasto XVII A:12. *Folia For.* 460:1-205.
- MIELIKÄINEN, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(3):1-82.
- MIKOLA, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. *Acta For. Fenn.* 50(3). 102 s.
- " 1957. Tutkimuksia taimitarhamaasta ja sen vaikutuksesta taimien kehitykseen. Summary: Studies on soil properties and seedling growth in Finnish forest nurseries. *Commun. Inst. For. Fenn.* 49(2):1-78.
- " 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistamisessa. *Metsätal. Aikak.l.* 83(1):4-7, 16.
- MØLLER, C. 1954. The influence of thinning on volume increment. From thinning problems and practices in Denmark. New York State Col. of Forestry, Syracuse Univ. Tech. Publ. n:o 76, World For. Series Bul. n:o 1:5-44.
- MUKULA, J. 1980. Herbisidit. Rikkakasvien torjunta-aineet ja niiden käyttö. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja 63. 116 s.

- MULTAMÄKI, S.E. 1942. Kuusentaimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittämiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. Acta For Fenn. 51(1). 352 s.
- MUTKA, K. & LÄHDE, E. 1977. Effect of soil treatment, liming and phosphate fertilization on initial development of bare-rooted Scots pine transplants. Seloste: Maan käsittelyn, kalkituksen ja fosforilannoituksen vaikutus paljasjuuristen männyntaimien alkukehitykseen. Commun. Inst. For. Fenn. 91(3):1-57.
- MÄLKÖNEN, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkauksesta. Summary: Some aspects concerning cultivation of forest soil. Folia For. 137:1-11.
- " 1976. Markberedningens ekologi och inverkan på planteringsresultatet. Teoksessa: Markberedning - ett nordiskt forskarmöte i Umeå 1975. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 1976(6):11-15.
- NADEAU, J.-P. 1970. Economics of reforestation. For. Chron. 46(6):487-490.
- NANNESTAD, N. 1976. Val av trädslag. Summary: Choice of tree species. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 74(6):669-675.
- NISULA, P. 1978. Rullataimimenetelmä taimitarhalla ja metsänviljelyn toimenpideketjussa. Koulitut männyntaimet. Summary: The roll transplant method in the nursery and in the reforestation work chain. The pine transplants. Commun. Inst. For. Fenn. 93(5):1-112.
- " 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide spraying using a brush saw. Folia For. 439:1-19.
- NORDSTRÖM, L. 1967. Naturlig föryngring. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 65(8):743-752.
- NYSSÖNEN, A. 1968. Käyttöpuun tuotoksesta ensimmäisillä harvennushakkuilla käsitellyissä metsiköissä. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. 31 s.
- Ohjekirje kangasmaiden uudistusalojen maankäsittelystä. Metsähallitus. 1973. N:o Mh. 164. Helsinki. 24 s.
- Ohjekirje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta. Metsähallitus. 1978. N:o Mh. 130. Helsinki. 66 s.
- Ohje uudistamis- ja metsitysketjuiksi. 1980. Ohjekirje piirimetsälautakunnille ja metsänparannuspiireille. Keskusmetsälautakunta Tapio. 27.3.1980. N:o 73. 11 s.

- OINONEN, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistamisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. *Metsätal. Aikak.l.* 73(6-7):225-230.
- PAAVILAINEN, E. 1967. Männyn juuriston suhteesta turpeen ilma-tilaan. Summary: Relationships between the root system of Scots pine and the air content of peat. *Commun. Inst. For. Fenn.* 63(6):1-21.
- PARKKONEN, S. 1975. Vesakontorjuntaa helikopterilla. *Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostus* 96. 12 s. + 3 s.
- PARVIAINEN, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys. Summary: Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine. *Folia For.* 268:1-21.
- " 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stagenholzphase. *Folia For.* 346:1-40.
- " 1979. Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Summary: Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations. *Folia For.* 386:1-20.
- " 1980. Juurten leikkaaminen männyn paljasjuuristen taimien kasvatukseen. Zusammenfassung: Wurzelschnitt als Anzuchtsmethode bei wurzelnackten Kiefernpflanzen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(2):1-131.
- " 1982. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutus. Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vaikutuksista taimiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 43. Joensuun tutkimus-asema. 114 s.
- PAYANDEH, B. 1977. Making the most of forest managers knowledge in choosing economically desirable regeneration systems. *For. Chron.* 53(6):355-363.
- " & FIELD. 1978. Simulation model for economic evaluation of forest regeneration systems. Report, Great Lakes Forest Research Centre, Canada (1978) No. 0-X-281. 21 s.
- PENTTILÄ, S. & HÄMÄLÄINEN, J. 1976. Päiväansio ja työn tuotos urakkapalkkaisessa istutustyössä. Summary: Daily earnings and work output in piece rate planting in Finland 1972. *Folia For.* 221:1-32.

- PERSSON, A. 1976. Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet. Summary: The influence of spacing on the quality of sawn timber from Scots pine. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. Skogshögsk. 42. 122 s.
- " 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Summary: Quality development in young spacing trials with Scots pine. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. Skogshögsk. 45. 152 s.
- POHTILA, E. 1972a. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967-1968 tehdyistä männyn kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 6. 97 s.
- " 1972b. Istutuskuoppaan annetun kuparihienofosfaatin vaikutus männyn- ja kuusentaimien elossapysymiseen ja kasvuun eräällä kulotetulla ja auratulla uudistusalueella Koillis-Suomessa. Summary: Effect of fineground copper rock phosphate placed in the planting hole on the survival and height growth of Scots pine and Norway spruce in burnt and furrowed reforestation area in North-East Finland. Silva Fenn. 6(1):14-24.
- " 1974a. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Aurauksen ja kulotuksen vaikutus männyn viljelyn onnistumiseen vuosina 1968-1970 perustetussa kokeessa. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 11. 65 s.
- " 1974b. Tuloksia metsänviljelyn runkotutkimuksesta. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6:28-41.
- " 1974c. Ei luovuta vielä kulotuksesta. Metsä ja Puu 1974(6-7): 24-25.
- " 1977a. Reforestation on ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. Commun. Inst. For. Fenn. 91(4):1-100.
- " 1977b. Taimiston inventoinnin tarkkuus. Summary: Accuracy of regeneration surveys. Commun. Inst. For. Fenn. 92(2):1-43.
- " 1980. Havainnot taimikoiden ja nuorten metsien tilajärjestyksestä Lapissa. Summary: Spatial distribution development in young tree stands in Lapland. Commun. Inst. For. Fenn. 98(1): 1-35.

- " & TIMONEN, M. 1980. Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland. *Folia For.* 453:1-18.
- PRITCHETT, W.L. 1979. Properties and management of forest soils. John Wiley & Sons, Inc. New York - Chichester - Brisbane - Toronto. 500 s.
- PÄIVINEN, L. 1978a. Rikkaruohot riesana metsänviljelyssäkin. *Leipä leveämmäksi* 1979(3):20-21.
- " 1978b. Maanmuokkauksen ja heinittymisen torjunnan vaikutus taimien kasvuun. *Kemira Oy. Metsätutkimuksia* 1978(2). 4 s.
- " 1979. Taimet vapaiksi heinikon helmoista. *Leipä leveämmäksi* 1979(3):20-21.
- PÄIVÄNEN, J. 1976. Turvemaan vesi- ja ilmatila. *Metsä ja Puu* 1976(6-7):14-15.
- " 1979. Strategies for amelioration on poor sites. Teoksessa: FORD, E.D., MALCOLM, D.C. & ATTERSON, J. (toim.) 1979. The ecology of even-aged forest plantations. Cambridge. s. 57-68.
- " 1981a. Viljelykohtien välimatka ja metsänistutuksen koneellistaminen. Summary: Initial spacing and the development of machine planting. *Metsätehon tied.* 367. 15 s.
- " 1981b. Metsänuudistamis- ja taimikonhoitotöiden koneellistamisesta. *Metsä ja Puu* 1981(4):9-12.
- PÖNTYNYNEN, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvokina Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grentz-Karelien. *Acta For. Fenn.* 35(1). 235 s.
- RAATIKAINEN, M. 1977. Lehvästörüiskutuksen vaikutus marjasatoihin. Esitelmä vesakontorjunta-ainesymposiumissa. Jyväskylän yliopiston biologian laitos. Tiedonantoja 7:55-61.
- RAULO, J. 1977. Ennakkotuloksia järeän koivuverhopuuston käytöstä kuusen ja rauduskoivun viljelyssä. *Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto.* Helsinki. 4 s.
- " & MÄLKÖNEN, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia For.* 252:1-15.

- " & RIKALA, R. 1974. Tuloksia metsänviljelyalojen tarkastuksesta Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan piirimetsälautakuntien alueilla. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 12. 8 s.
- " & RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn-, kuusen- ja rauduskoivuntaimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways. *Folia For.* 462:1-13.
- RAUTIAINEN, O. & RÄSÄNEN, P.K. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968-1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968-1976. *Folia For.* 426:1-24.
- RIKALA, R. 1979. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. Metsäntutkimuslaitos, metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 31. 12 s.
- " & TERVO, L. 1979. Verhopuuston käyttö ja korjuu. Käytännön maamies 1979(4):110-112.
- RITARI, A. & LÄHDE, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. *Commun. Inst. For. Fenn.* 92(7):1-37.
- RUMMUKAINEN, U. 1967. Ajankohtaista vesakontorjuntaa. Kokemuksia kantojen myrkyttämisestä. *Metsälehti* 1967(16):8.
- " 1969a. Metsänviljelyalan raivaus. Teoksessa: LEHTO, J. (toim.) 1969. Metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki. s. 43-68.
- " 1969b. Pintakasvillisuus ja sen torjunta. Teoksessa: LEHTO, J. (toim.) 1969. Metsänviljely. Kirjayhtymä. Helsinki. s. 69-81.
- " 1969c. Vesakoiden lentoruiskutusajankohdasta. Summary: On the optimum time of spraying coppices from the air. *Commun. Inst. For. Fenn.* 69(1):1-33.
- " 1972. Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969-1970. Summary: On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969-1970. *Folia For.* 136:1-38.
- " 1977. Kemiallisen vesakontorjunnan laajuus ja menetelmät metsänuudistusalajoilla Suomessa. Esit. Jyväskylän yliopiston biologian laitos. Tiedonantoja 7:9-16.
- " & TANSKANEN, E. 1969. Vesapistooli ja sen käyttö. Summary: A new brush-killing tool and its use. *Folia For.* 69:1-8.

- RUMPUNEN, H. 1975. Maanmuokkauskoneiden käytöstä ja kustannuksista. Metsätehon seloste 1975(5). 7 s.
- RUOKONEN, M. 1975. Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käytäytyminen kasvissa. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: The behavior of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature. Folia For. 238:1-23.
- RÄSÄNEN, P.K. 1966. Metsänviljelyä varten kasvatettujen havupuiden arviointiperusteista ja luokitusmenetelmistä. Metsätal. Aikak.l. 83(4):188-191, 209.
- " 1970. Nostojankohdan, pakkaustavan, varastointiajan pituuden ja kastelun vaikutuksesta männyntaimien kehitykseen. Summary: The effect of lifting date, packing, storing and watering on the field survival and growth of Scots pine seedlings. Acta For. Fenn. 112. 27 s.
- " 1972. Paakkutaimien käytöstä ja kasvatustekniikasta. Metsä ja Puu 89(4):5-7.
- " 1973. Metsänuudistamistöiden ajanmenekki ja kustannukset. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 10. 88 s.
- " 1980. Modelling processes of forest planting stock production and establishment: Framework of the model and its use in practice. N. Z. J. For. Sci. 10(1):12-20.
- " 1981. Metsäpuiden taimikasvatus ja metsänviljely. Kehysmalli ja sen käyttö. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 29. 98 s.
- " & KAILA, S. 1980. Männyn ja kuusen taimien kokoluokitus. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 26. 111 s.
- " , KAILA, S., LAPPI, J., PARVIAINEN, J. & PÄIVÄNEN, J. 1979a. Metsänuudistamisen vaihtoehdot. Esitutkimusraportti. Metsäntutkimuslaitos - Metsäteho. Helsinki - Suonenjoki. 60 s.
- " & KOKKONEN, M. 1980. Männyn paakkutaimet ja niiden luokitus. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 27. 102 s.
- " , POHTILA, E., RAUTIAINEN, O. & LAITINEN, E. 1979b. Valtakunnallinen metsänuudistamisen inventointitutkimus aloitettu Metsäntutkimuslaitoksessa. Metsä ja Puu 1979(2):4-9.
- SALONEN, K. & PÄIVINEN, L. 1976. Metsän lannoitus- ja kasvin- suojelusuositukset. Leipä leveämmäksi 1976(5):8-15.

- SALPAKIVI, P. 1980. Metsän kylvö antaa valinnan mahdollisuuden. Metsä ja Puu 1980(4):20.
- SARVAS, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf der trockenen Heideböden Nord-Finnlands. Acta For. Fenn. 46(1). 146 s.
- " 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Deutsches Referat: Einwirkung der Sägestamplentierungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Commun. Inst. For. Fenn. 33(1):1-268.
- " 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 35(4):1-91.
- " 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forest of southern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 37(6):1-43.
- " 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 38(1):1-95.
- SAVOLAINEN, R. & KELLOMÄKI, S. 1981. Metsän maisemallinen arvostus. Summary: Scenic value of forest landscape. Acta For. Fenn. 170. 74 s.
- SEPPÄLÄ, J. 1975a. Työvaikeustekijöiden vaikutus metsämaan auroukseen KLM-170 -piennarauraa käytettäessä. Summary: Effect of work difficulty factors on the ploughing of forest land with a KLM-170 reforestation plough. Metsätehon tied. 337. 16 s.
- " 1975b. Metsämaan muokkauksen työvaikeustekijät. Metsätehon katsaus 1975(11). 6 s.
- SIRÉN, G. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. Acta For. Fenn. 58(2). 90 s.
- " 1952. Havainnot Peräpohjolan valtion mailla vuosina 1948-1950 suoritetuista männyn kylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on state-owned lands in Peräpohjola (Far North) in 1948-1950. Silva Fenn. 78. 40 s.
- " 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen

- paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62(4). 408 s.
- " 1956. Männyn taimiston käsittelystä. Metsätal. Aikak.l. 72(1): 5-12.
- " 1977. Metsänuudistamisen vaihtoehtojen metsänhoidollinen tarkastelu. Esit. "Metsänuudistamisen vaihtoehdot"-symposiumissa. Pohjois-Karjalassa 12.-14.9.1977. Metsäntutkimuslaitos. Helsinki. 6 s.
- SJOLTE-JØRGENSEN, J. 1967. Influence of spacing on coniferous plantations. Int. Rev. For. Res. 1967(2):43-94.
- SOLÍN, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsälautakunnan alueen eteläosissa. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 3. 69 s.
- STAGE, A.R. & FERGUSON, D.E. 1981. Regeneration modeling as a component of forest succession simulation. U. S. For. Serv. Intermountain Forest and Range Experiment Station. 6 s.
- SÖDERSTRÖM, V. 1974a. Markberedningen. Summary: Soil treatment. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 72(1):157-166.
- " 1974b. Om syretillgången på färska moränhyggen. Summary: Oxygen content in tilled soils of newly clearfelled areas in Sweden. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 72(2):327-336.
- " 1975. Ekologiska verkningar av hyggesplogning. Summary: Ecological effects of ploughing mineral soil before planting on clearfelled areas. Sveriges Skogsv. Förb. Tidskr. 73(5): 443-472.
- " 1976a. Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen. Summary: Analysis of the effects of scarification before planting conifers on some newly clearfelled areas in Sweden. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 74(2-3): 67-333.
- " 1976b. Markvärme - en minimifaktor vid plantering. Teoksessa: Markberedning - ett nordiskt forskarmöte i Umeå 1975. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 1976(6):16-22.
- " 1977. Markberedningens inverkan på markegenskaperna. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 75(2-3):225-232.
- " , BÄCKE, J., BYFALK, R. & JONSSON, C. 1978. Jämförelse mellan plantering i jordrabatter och efter andra markberedningsmetoder. Summary: Comparison between planting in mineral soil

- heaps and after some other soil treatment methods. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsskötsel Skogshögsk. 11. 177 s.
- TAHVANAINEN, J. 1977. Herbisidien mahdollisista vaikutuksista metsäekosysteemin dynamiikkaan. Esit. Jyväskylän yliopiston biologian laitos. Tiedonantoja 7:30-33.
- TALTS, H. 1969. Hur kan vi mekanisera hyggesbehandling ytterligare? Teoksessa: Föryngringsfrågor i det mekaniserade skogsbruket. Kurs i Stockholm 10.-11.4.1969. Sveriges Jägm. och Forstm. Riksförb. Fortbild. AB. s. 57-66. Stockholm.
- TEIVAINEN, T. 1975. Myyrien tuhoista ja niiden torjunnasta. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14:26-36.
- " 1979. Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsitetyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973-1976. Abstract: Vole damage to forest tree seedlings in forested areas and fields in Finland in the years 1973-1976. Folia For. 387:1-23.
- " , JUKOLA, E.-L., KAIKUSALO, A. & KORHONEN, K. 1979. Vesimyyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juurituhot vv. 1973-1976 Suomessa. Summary: Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973-1976 in Finland. Folia For. 388:1-28.
- TERTTI, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. Commun. Inst. For. Fenn. 17(4):1-206.
- " 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer. Commun. Inst. For. Fenn. 20(2):1-98.
- " 1939. Paksusta sammalesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Metsätal. Aikak.l. 56(9):150-154.
- TISLADE, S. & NELSON, W. 1956. Soil fertility and fertilizers. The Macmillan Company. New York. 430 s.
- TURTIAINEN, M. 1975. Istutuspaikan valinnasta metsäaurausalueilla. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14:9-19.

- " & VALTANEN, J. 1970. Metsäaurauksen vaikutus maan lämpötilaan. *Metsä ja Puu* 1970(12):10-13, 32.
- " & VALTANEN, J. 1974. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 8. 29 s.
- TYNKKYNNEN, M. 1973. Metsämaan aurauksen työvaikeustekijöistä TTS-metsä-äestä käytettäessä. *Metsätehon seloste* 1973(6). 7 s.
- " 1973b. Kylvölaitteita- ja menetelmiä. *Metsätehon seloste* 1973(13). 6 s.
- " 1974a. Työvaikeustekijöiden vaikutus lautasauraukseen. Summary: Effect of work-difficulty factors on disk ploughing. *Metsätehon tied.* 330. 15 s.
- " 1974b. Ensi kevään kylvölaitteet. *Metsä ja Puu* 1974(2):13-14.
- UGGLA, E. 1957. Mark- och lufttemperaturer vid hyggesbränning samt eldens inverkan på vegetation och humus. Summary: Temperatures during controlled burning. The effect of the fire on the vegetation and humus cover. *Norrl. Skogsv. Förb. Tidskr.* 1957(IV):443-500.
- " 1967. En studie över bränningseffekten på tunt råhumustäcke. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 65(2):155-170.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantationgrown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 80(2):1-105.
- " 1981. Viljelymänniköiden puun tekninen laatu ja arvo. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 28. 47 s.
- VAARTAJA, O. 1950. On factors affecting the initial development of pine. *Oikos* 2(1):89-108.
- " 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. Selostus: Puiden siemeniä ja sirkkataimia tuhoavista tekijöistä. *Acta For. Fenn.* 62(3). 31 s.
- WALFRIDSSON, E. 1976. Lövets konkurrens i barrkulturer. *Skogen* 63(15):631-633.
- VALTANEN, J. 1974. Avoalan suuruuden vaikutus metsänviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 9. 8 s.
- " 1978. Tutkimustuloksia viljelymateriaalin ja viljelypaikan valinnasta metsäaurausalueella. *Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 17:77-83.

- " 1979. Antavatko istutuskokeet käytäntöön sopivaa tietoa?  
Metsä ja Puu 1979(2):10-11.
- VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu.  
Summary: The external quality of pine plantations. Folia For.  
451:1-21.
- VESTJORDET, E. 1971. Avstandsregulering på förnyelsefelter.  
Norsk Skogsbr. 17(6):152-153.
- " 1977. Avstandsregulering av unge furu- og granbestand. I.  
Materiale, stabilitet, dimensionsfordelning. Meddr. Norsk  
Inst. Skogforsk. 33:309-436.
- WIKSTEN, Å. 1965. Ett förbands försök med planterad gran. Sum-  
mary: A spacing experiment with planted Norway spruce  
(*Picea abies* L.). Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. Skogshögsk.  
7. 87 s.
- WILDE, S.A. 1958. Forest soils; their properties and relation  
to silviculture. The Ronald Press Company. New York. 537 s.
- VIRO, P.J. 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Ma-  
nuring of young plantations. Commun. Inst. For. Fenn. 61(4):  
1-30.
- " 1969. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Manuring of  
young plantations. Commun. Inst. For. Fenn. 61(4):1-30.
- VOSS-LAGERLUND, K. 1976. Effects of soil preparation on the  
bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauksen ja  
lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. Commun. Inst.  
For. Fenn. 86(7):1-35.
- VUOKILA, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kan-  
nalta. Summary: Treatment of seedling stands from the view-  
point of production. Folia For. 141:1-36.
- " 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena  
ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as  
a problem of timber production. Folia For. 247:1-24.
- " 1979. Karsinta tulee taas. Metsänhoitaja 1979(6):6-8.
- YLI-VAKKURI, P. 1956. Männyn kylvötaimistojen hirvivahingoista  
Pohjanmaalla. Summary: Moose damage in seedling stands of  
pine in Ostrobothnia. Silva Fenn. 88(3):1-17.
- " 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta.  
Summary: Investigations into the packing and transportation  
of plants. Commun. Inst. For. Fenn. 49(1):1-59.
- " 1958. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. Referat:  
Untersuchungen über das Absengen als waldbauliche Massnahme  
auf entwässerten Torfböden. Acta For. Fenn. 67(4). 33 s.

- " 1960a. Metsikön routa- ja lumisuhteista. Summary: Snow and frozen soil conditions in the forest. Acta For. Fenn. 71(5). 48 s.
- " 1960b. Siementen tuhoutumisesta kulotetulla alueella. Metsätal. Aikak.l. 77(12):451-452.
- " 1961a. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta For. Fenn. 74(1). 51 s.
- " 1961b. Tutkimuksia männyn kylvöalojen metsittymisvaiheesta. Summary: Studies on the development of young sown pine stands. Acta For. Fenn. 74(3). 47 s.
- " 1961c. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. Acta For. Fenn. 75(1). 122 s.
- " & RÄSÄNEN, P.K. 1971. Siementen peittämisen ja kylvökohdan polkaisun vaikutus männyn ruutukylvön tulokseen. Summary: The influence of covering and of tramping the seed into the soil on the success of spot sowing of pine. Siva Fenn. 5(1):1-10
- " , RÄSÄNEN, P.K. & SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitot. laitos. Tiedonantoja 2. 92 s.

Liite 1. Raivauksen ajanmenekkiä, kustannuksia ja tuotosta selvittäviä tutkimuksia.

Tutkimus	Työvälineet	Ajanmenekki	Huomioita
HEINO ja TYNK- KYNEN 1973	Vesuri Raivaussaha	0,8 ha/7 h 1,1 ha/7 h	Metsäteollisuuden ja Metsähallituksen työmailta 1972 koske- va tilasto.
RÄSÄNEN 1973	Mekaaniset mene- telmät: - havupuuvalt. - lehtipuuvalt. Työmenetelmittäin - vesuri tai kirves - raivaus- tai moot- torisaha	Jätepuuston määrän mukaan 1,2-1,6 mtpv/ha 1,5-1,7 mtpv/ha ka. 1,5 mtpv/ha ka. 1,0 mtpv/ha	Kuuden piirimetsä- lautakunnan alueel- ta kolmivaiheisella otannalla 1970 kerätty tilasto.
ESKELINEN ym. 1976	Raivaussahatyö ennen metsämaan muokkausta. Poistettavia puita yli 2 000 kpl/ha.	Tuotos: 0,5±0,02 ha/h 1,05±0,14 ha/h	Metsäteollisuus- yritysten työmailta 1975 koskeva ti- lasto.
FINNE ja HERRA- NEN 1981	Raivaussahaus Mekaanis-kemialli- set menetelmät: - raivaussahaus ja kantokäsittely - raivaussaha ja reppuruisku Kemialliset mene- telmät: - metsätraktori + ruiskutuslaite - miestyönä - helikopteri	0,7 pv/ha  1,0 pv/ha 2,0 pv/ha  0,30 h/ha 0,25 pv/ha 0,02-0,04 h/ha	Metsähallituksen toimenpideketjujen kustannuslaskentaa varten määritettyjä lukuja.

Liite 2. Maanpinnan käsittelyn ajanmenekkiä, kustannuksia ja tuotosta selvittäviä tutkimuksia.

Tutkimus	Vetokone	Muokkauslaite	Ajanmenekki	Huomioita
HERRANEN 1970	Tree Farmer Caterpillar D4	TTS-metsä-äes	3 036 m/h	Seuranta-tutkimus (työvaikeus-tekijät vaihtelivat menetelmittäin)
	Juontolokkeri Caterpillar D6	KLM-170	1 560 m/h	
	Caterpillar D6	KLM-170	1 920 m/h	
	Caterpillar D6	Fiskars vanha aura	2 238 m/h	
	Caterpillar D6	Fiskars Karhu/Norsu	2 107 m/h	
	Caterpillar D6	KLM-240	1 956 m/h	
HEINO ja SALAKARI 1972	Lokkeri laahustraktori	TTS-25	2 746-3 181 m/muokkaustunti lisäpainoista riippuen	Seuranta-tutkimus
		TTS-35	2 271-2 445 m/muokkaustunti	
HAARLAA 1973	Kockums KL-860 -laahustraktori	Laikkuri m/Sinkkilä	Ajanmenekki työvaikeustekijöittäin	Seuranta-tutkimus
HEINO ja TYNKKYNYNEN 1973	Vaihtelivat	Laikkuri m/Sinkkilä	Tuotos 3,4 ha/8 h	Metsäteollisuuden ja Metsähallituksen työ-maita koskeva tilasto v. 1972
		Etulaikkuri	3,0 ha/8 h	
		Lautasaura	5,0 ha/8 h	
		Pienet siipi-aurat (esim. KLM-170)	3,2 ha/8 h	
		Isot siipi-aurat (esim. KLM-240)	4,0 ha/8 h	
RÄSÄNEN 1973	Metsätraktori	Lautasaura	2,3 h/ha	Kuuden piirimetsälautakunnan alueilta kolmivaiheisella otannalla kerätty tilasto
		Laikkuri	2,0 h/ha	
	Maatalous-traktori	Kivikoukku	6,6 h/ha	
		Laikkuri	6,6 h/ha	
TYNKKYNYNEN 1973a	Valmet 865	TTS-25	Ajankäyttö työ- vaikeustekijöiden mukaan, keskimäärin 75,08 min/ha	Aikatutkimus
HEINO 1974b	Laahustraktori	TTS-25	0,97 ha/h	Aikatutkimus Tuotos teho-tuntia kohti Ilmoitettu myös etenemisnopeudet
	Laahustraktori	TTS-35	0,96 ha/h	
	Kuormatraktori	TTS-35	0,95 ha/h	
	Kuormatraktori	TTS-25	0,86 ha/h	
	Laahustraktori	KLM-170	0,69 ha/h	
	Kuormatraktori	KLM-170	0,61 ha/h	
	Kuormatraktori	KLM-170	0,88 ha/h	
TYNKKYNYNEN 1974	Valmet 865	TTS-25	Ajanmenekki työvaikeustekijöittäin, vaihtelu 0,21-1,34 ha/h	Aikatutkimus
	Juonto-lokkeri	TTS-25		
	Juonto-lokkeri	TTS-35		

HEINO ja SEP- PÄLÄ 1975	Keskiraskas	TTS-25	0,54 ha/h	Ei varsinainen aikatutkimus, luvut Metsätehon aikatutkimuksista.
	Raskas	TTS-25	0,71 ha/h	
	Raskas	TTS-35	0,68 ha/h	
	Raskas	KLM-170	0,62 ha/h	
	Erit. raskas	KLM-170	0,85 ha/h	
RUMPUNEN 1975		TTS-25 TTS-35 KLM-170	Käyttökustan- nukset	Puhelinhaastattelu
SEPPÄLÄ 1975a	Kockums 875 Volvo 868 Ponsse Paz-2x2 Juonto-lokkeri	KLM-170	Ajanmenekki työvaikeusteki- jöttäin, vaih- telu kuormatruk- toreilla 0,35- 1,24 ha/h ja laa- hustraktoreilla 0,21-0,96 ha/h.	Aikatutkimus
SEPPÄLÄ 1975b		TTS-metsä-äes KLM-170		Metsätehon aiem- pien tutkimuksien yhteenveto
ESKELINEN ym. 1976		Laikutus Lautasauraus Siipiauraus	0,46 ha/h 0,76 ha/h 0,60 ha/h	Metsäteollisuuden työmaita v. 1975 koskeva tilasto.
HOKKA ja ARI	Ford Country 754-metsä- traktori	Ketjujyrsin	0,40 ha/työ maatunti, 0,64 ha/teho- tunti	Aikatutkimus. Penkkiä 2 184 m/ha.
KAILA ym. 1979	Kockums 875 S Lokomo 928 Volvo 971 Kockums 875 Kockums 850 Kockums 875 Ponsse  Lokomo 928 Valmet 880 S Valmet 870 CK	KLM-170 KLM-170 KLM-170 RKP-200 RKP-200 KLM-170 Metsä-äes m/ Mikkonen TTS-35 TTS-35 TTS-25	Tuotos käyttö- tunnissa aurau- yksiköillä 0,71- ±0,15 ha/h ja lautasaurayksi- köillä 1,40±0,10 ha/h, kun uudis- tusalan koon vai- kutukset oli eli- minoitu.	Seurantatutkimus
Kulotustoimi- kunnan mietin- tö 1980				Kulotuksen kustannukset kyselyn ja tilastojen perusteella
FINNE ja HER- RANEN 1981	Kulotus Laikutus - koneellinen  - miestyö Lautasauraus Siipiauraus  Jyrsintä Mätästys	Miestyö Työjälkeä 2 000 kpl/ha 2 500 kpl/ha 2 000 kpl/ha  2 000 m/ha 2 500 m/ha 4 000 kpl/ha 400-600 kpl/ha (täyd. vilj.) 1 800 - 2 000 kpl/ha	1,5-3,0 pv/ha  1,3 h/ha 1,6 h/ha 4,0 h/ha 1,2-1,4 h/ha 1,6-2,0 h/ha 2,0-2,5 h/ha 2,5 h/ha 5,0 h/ha  4,5 h/ha	Metsähallituksen toimenpideketjujen kustannuslaskentaa varten määritettyjä lukuja.

Liite 3. Viljelytyön ajanmenekkiä, kustannuksia ja tuotosta selvittäviä tutkimuksia.

Tutkimus	Työvälineet	Ajanmenekki	Huomioita
ASPLUND 1968	Männyn taimien kourukuokkaistus	Ajanmenekki työ- vaikeusluokittain	Aikatutkimus
APPELROTH 1969	Metsänistutusko- neet  - m/TTS  - Ylö  - Holkki  Kourukuokka Meisti	Tuotos tehoaikaa kohti vaihtelu maas- ton ja taimilajin mukaan: 9,1-23,0 kpl/min. et.nop. 1,5-3,0 km/h 12,9-31,1 kpl/min. et.nop. 1,3-3,0 km/h 8,8-9,6 kpl/min. et.nop. 0,48-0,52 km/h 1,0-1,5 kpl/min. 2,2-3,2 kpl/min.	Seurantatutkimus
HERRANEN 1969	Kuusentaimien kourukuokkaistus	Ajanmenekki työvai- keusluokittain	Aikatutkimus
APPELROTH ja HARSTELA 1970	Kuusen istutus peltoon Kourukuokkaistus - käsittelemätön maa - kyntöviilu - muokattu maa Istutuskoneet - Heger - LMD-1	Tuotos työtuntia kohti (ilman kor- jauksia)  ka. 90-119 kpl/h ka. 134-219 kpl/h ka. 154-212 kpl/h  ka. 923 kpl/h ka. 633 kpl/h	Aikatutkimus
HERRANEN 1971	Männyn kennotai- mien Fh 408 istu- tus erilaisia vä- lineitä käyttäen	Ajanmenekki työvai- keusluokittain	Aikatutkimus
HAKKILA 1973	Kuusentaimien kourukuokkaistus	Ajanmenekki hak- kuutähteiden määrän mukaan	Aikatutkimus
RÄSÄNEN 1973	Männyn kylvö - maanpinta valmistettu - maanpinta valmistamaton Männyn istutus - aurattu tai vaotettu - käsittelemätön Kuusen istutus - kon. muokkaus - käsittelemätön	Ajanmenekki  1,4 mtpv/ha  4,6-5,4 mtpv/ha  4,2 mtpv/ha 5,0 mtpv/ha  3,9 mtpv/ha 5,2 mtpv/ha	Kuuden piirimetsä- lautakunnan alueelta kolmivaiheisella otan- nalla 1970 kerätty tilasto.
HUUSKO 1975	Männyn paaku- ja paljasjuuristen taimien, kuusen sekä koivun paljasjuuristen taimien istutus	Ajanmenekki työvai- keustekijöittäin	Seuranta- ja tilasto- selvitys



Liite 4. Täydennysviljelyn ajanmenekkiä, kustannuksia ja tuotosta selvittäviä tutkimuksia.

Tutkimus	Työmenetelmä	Ajanmenekki	Huomioita
HEINO ja TYNK- KYNEN 1973	Muokkaamaton maa Muokattu maa	330 kpl/7 h 658 kpl/7 h	Metsäteollisuuden ja Metsähallituksen työmaita 1972 koskeva tilasto (kaksivainen otanta)
RÄSÄNEN 1973	Täydennysistu- tus 250 - 1 250 kpl/ha, kuusen ja männyn taimet	n. 1,2-3,5 mtpv/ha	Kuuden piirimetsä- lautakunnan alueelta kolmivaiheisella otan- nalla 1970 kerätty tilasto
FINNE ja HER- RANEN 1981	Männynntaimien (2A+1A) kouru- kuokkaistutus 600-800 kpl/ha	1,5-2,0 pv/ha	Metsähallituksen toimenpideketjujen kustannuslaskentaa varten määritettyjä lukuja

Liite 5. Pintakasvillisuuden torjunnan ajanmenekkiä, kustannuksia ja tuotosta selvittäviä tutkimuksia.

Tutkimus	Työmenetelmä	Ajanmenekki	Huomioita
RÄSÄNEN 1973	Heiniminen - mekaaninen - kemiallinen	2,1 mtpv/ha 1,4 mtpv/ha	Kuuden piirimetsä- lautakunnan alueelta kolmivaiheisella otan- nalla 1970 kerätty tilasto
FINNE ja HER- RANEN 1981	Heiniminen - mekaaninen - kemiallinen	4,0 pv/ha 1,0 pv/ha	Metsähallituksen toimenpideketjujen kustannuslaskentaa varten määritettyjä lukuja

Liite 6. Taimikon käsittelyn ajanmenekkiä, kustannuksia ja tuotosta selvittäviä tutkimuksia.

Tutkimus	Työmenetelmä	Ajanmenekki	Huomioita
HEINO 1972	Raivaussahaus ja vesurityö	Tuotos poistettavien puiden lukumäärän mukaan	Seurantatutkimus Tehdaspuu Oy:n työmailta
HEINO ym.	Raivaussahaus ja vesurityö	Ajanmenekki erilaisten työvaikeustekijöiden mukaan	Aikatutkimus
HEINO ja TYNK- KYNEN 1973	Raivaussahaus Vesurityö	0,54-0,61 ha/7 h 0,36-0,55 ha/7 h poistettavan määrän mukaan	Metsäteollisuuden ja Metsähallituksen työmaita 1972 koskeva tilasto
RÄSÄNEN 1973	Männyn istutus- taimikon perkaus - vesuri tai kirves - raivaus- tai moottorisaha - kemiallinen Männyn kylvötai- mikoiden perkaus - vesuri tai kirves - raivaus- tai moottorisaha - kemiallinen Kuusen istutus- taimikon perkaus - vesuri tai kirves - raivaus- tai moottorisaha - kemiallinen	2,8 mtpv/ha 1,1 mtpv/ha 1,8 mtpv/ha 2,9 mtpv/ha 2,0 mtpv/ha 1,2 mtpv/ha 3,6 mtpv/ha 2,0 mtpv/ha 1,2 mtpv/ha	Kuuden piirimetsälautakunnan alueelta kolmivaiheisella otannalla 1970 kerätty tilasto
HEINO ja MIK- KONEN 1974	Raivaussahaus ja vesurityö	Työvaikeustekijöiden mukaan	Metsäteollisuusyritysten ja yksityismetsätalouden työmaita koskeva seurantatutkimus
HUUSKO 1974	Raivaussahaus ja vesurityö	Työvaikeustekijöiden mukaan	Metsähallituksen työmaille suoritettu seurantatutkimus
HEINO 1975	Raivaussaha + vesapistooli Raivaussaha Raivaussahaan liitetty kanto- käsittelylaite	Ajanmenekki poistettavien puiden lukumäärän mukaan	Eri menetelmien vertailu seurantatutkimuksella

ESKELINEN ym. 1976	Vesurityö - urakkatyö - aikapalkka Raivaussahaus - urakkatyö - aikapalkka	Ajanmenekki 17,1 h/ha 23,9 h/ha  10,4 h/ha 12,6 h/ha	Metsäteollisuuden työmaita 1975 koskeva tilasto
HOKKA ja HER- RANEN 1976a	Raivaussahaus ja raivaussahaan lii- tetty kantokäsit- telylaite	Ajanmenekki 10,3 h/ha	Raivaussahauksen ja raivaussahaan liitetyn kantokäsittelylaitteen ajanmenekkivertailu seurantatutkimuksella
HERRANEN ja HEDEMÄKI 1978	Raivaussahaan lii- tetty kantokäsit- telylaite	Ajanmenekki 8,9-12,6 h/ha	Kahden kantokäsittely- laitteen vertailu seurantatutkimuksella
FINNE ja HER- RANEN 1981	Mekaaninen perkaus Mekaanis-kemialli- nen taimikon käsit- tely - raivaussaha + kantokäsittely - raivaussaha + reppuruisku Kemiallinen perkaus - ilma-alus - metsätraktori + ruiskutuslaite - miestyö Mekaaninen harven- nus	0,7 pv/ha  1,3-1,8 pv/ha 2,2 pv/ha 0,02-0,04 h/ha 0,35 h/ha 0,30 pv/ha 1,0-1,5 pv/ha	Metsähallituksen toimenpideketjujen kustannuslaskentaa varten määritettyjä lukuja

---



Liite 7. Tehdaspuu Oy:n metsittämisetjut kangasmailla.

**METSITTÄMISSUOSITUS, kangasmaat**

Metsä- tyyppi	Ri- vi	Uudistusalatiedot											Metsittämissuositus					
		Maalaji					Erit- täin- kivi- nen	Ei hal- lan- arka	Sois- tuva	Tuorei- ta hak- kuu- tähteitä run- saasti	Pintakasvilli- suuden kehitys			Ei ve- so- tu	Kunt- ta alle 5 cm	Ensi- sijai- nen	Tois- sijai- nen	Vain pa- kotta- vissa tapauk- sissa
		Sora ja hiek- ka	Kar- kea mo- ree- ni	Hie- no mo- ree- ni	Hie- ta, hie- su	Sa- vi					Niuk- ka	Koh- ta- lai- nen	Re- he- vä					
VT ja heikommät sekä niitä vastaavat Kainuun ja Pohjan- maan tyytit	A	X	X				X					X		X	X	1 <sup>s</sup> , 2 <sup>s</sup>	12, 14	
	B			X								X		X	X	11, 4*	14, 15	5*
	C			X	X				X	X		X				7, 3*	9, 10	5*
	D	X										X		X	X	4	12, 14	5
	E		X				X					X		X	X	11, 4*	12	16, 5*
	F			X	X				X	X			X			6	7	
	G				X							X		X	X	13	11	
	H				X				X			X				8	7, 10	
MT ja paremmat sekä niitä vastaavat Kainuun ja Pohjan- maan tyytit	I		X	X	X							X		X	X	11	6, 10	16
	J		X	X	X				X	X		X				6	10	16
	K		X	X	X		X					X		X	X	11		16
	L			X	X			X				X		X	X	18	17	19
	M			X	X	X		X	X	X		X				17		19
	N			X	X		X	X				X		X	X	18		19
	O			X	X				X	X		X				20		22
	P			X	X		X					X		X	X	21		22
R				X	X			X	X		X				23		24	

X = myönteinen

tyhjä ruutu = ei merkitystä tai kielteinen

\* = sovelletaan pääasiassa linjan Lieksa – Iisalmi – Oulu pohjoispuolella

s = edellytyksenä siemennuskelpoinen puusto

Routivilla mailla paljasjuuris  
taimet istutetaan keväällä  
ja paakutaimet kesäkuun  
loppuun mennessä.

**No METSITTÄMISKETJUT**

1 Laikutus tai lautasauraus, mänty, luontainen
2 Laikuttamaton, mänty, luontainen. Vain herkästi taimettuvat alat
3 Auras, mänty, kylvä
4 Laikutus, mänty, kylvä
5 Kuokkalaikutus, mänty, kylvä
6 Auras, mänty, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
7 Auras, mänty, koulimattomat paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
8 Auras, Contorta, koulimattomat paljasjuuris taimet, kuokkaistutus tai turveruokkutaimet Fp 620, putki-istutus
9 Auras, mänty, paperikennotaimet Fh-408, tai turveruokkutaimet Fp-615, putki-istutus
10 Auras, mänty, turveruokkutaimet Fp-620, putki-istutus
11 Laikutus tai lautasauraus, mänty, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
12 Laikutus tai lautasauraus, mänty, koulimattomat paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
13 Laikutus tai lautasauraus, Contorta, koulimattomat paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
14 Lautasauraus, mänty, paperikennotaimet Fh-408 tai turveruokkutaimet Fp-615, putki-istutus
15 Laikutus tai lautasauraus, mänty, turveruokkutaimet Fp-620, putki-istutus
16 Kuokkalaikutus, mänty, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
17 Auras, kuusi, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
18 Laikutus tai lautasauraus, kuusi, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
19 Kuokkalaikutus, kuusi, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
20 Auras, koivu, paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
21 Laikutus tai lautasauraus, koivu, paljasjuuris tai paakutaimet, kuokkaistutus
22 Kuokkalaikutus, koivu, paljasjuuris tai paakutaimet, kuokkaistutus
23 Auras, Contorta, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus
24 Kuokkalaikutus, Contorta, koulitut paljasjuuris taimet, kuokkaistutus

Liite 8. Metsähallituksen ohje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta kolmella eteläisimmällä ilmasto-  
vyöhykkeellä.

KIVENRAISMAAT ILMASTOVYÖHYKE I-III		TOIMINTO JA TYÖVAIHE														TAVOITE- PULLAJI JA VILJELYTHEYS								
		UUDISTUS- HAKKUU		UUDISTUSALAN VALMISTUS				METSÄN VILJELY				TAINIKON HOITO												
KASVUPAIKKATYYPPI- MAALAJIRYHMÄ		UUDISTAMISKETJUT		SILPOMÄLÄKOKKI	LUONNOSTEN KOKO VILJELYLLE	PELANNINEN	KEL/ETAU TAI KEM.	KALVATUS	LANTAKÄRRÄS	KÄRSÄS	MAA PARHAUS	ÖLJYS	PARANTAMINEN	SUOLAJÄTKYLÖ	RUUTU- JA VILJELYLÖ	PILSIT TAI MET.	ISO TAINET	TARPOINEN/ISTUTUS	VE NIMINEN	PERÄS	MC.	PERÄS KEN T. MOK/ÄEN	ENSISIJAISET PULLAJIT; r/ha	TÄYDENNYS- PULLAJIT
KARUKKO- TAI KUIVA KANGAS 111	LAJITUNUT 1111	OHUTKUNTAINEN KIVINEN	22	A	①	②	③			①	②				1		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	1500	MA
			C	①	②	③			①	②			2		1		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	1500	MA
	MOREENI 1112	OHUTKUNTAINEN PAKSUKUNTAINEN KIVINEN	24	A	①	②	③	⊕		①	②				1		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	2000	MA
			B	③	②	①	⊕		2	1				1	2		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	2000	MA
KUIVAHO KANGAS 112	LAJITUNUT 1121	OHUTKUNTAINEN KIVINEN	26	A	①	③	②	⊕		⊕	1				1	2	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	2000	MA
			C	①	③	②	⊕	⊕	2	①	3				1	2		⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	2000
	MOREENI 1122	OHUTKUNTAINEN PAKSUKUNTAINEN KIVINEN	28	A	③	②	①	⊕	⊕	3		1	2		3	2	1	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	2000	MA, KU
			B			*				2	1				3	1	2		+	2	1	+	MA	2000
TUORE KANGAS 113	LAJITUNUT 1131	OHUTKUNTAINEN PAKSUKUNTAINEN KIVINEN	30	A	③	②	①	2	1		②	1			2	1	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	2000	MA, KU, KO, LEKU
			B			*	2	1									+	+	2	1	+	MA	2000	MA, KU, KO, LEKU
	MOREENI 1132	OHUTKUNTAINEN PAKSUKUNTAINEN KIVINEN	30	C	②	③	①	2	1	2		⊕	1	3		2	1	⊕	⊕	⊕	⊕	MA	2000	MA, KU, KO, LEKU
			D			*		1				1	1	+			+	+	2	1	+	MA	2000	MA, KU, KO, LEKU

MERKKIEN SELITYKSET

⊕ UUDISTAMINEN LUONTAISESTI

⊖ UUDISTAMINEN VILJELLEN

\* VILJELYTHEYS \* - 10%

⊕ + SUORITETAAN AINA

⊖ ⊖ SUORITETAAN TARVITTAESSA

1. ENSISIJAINEN VAIHTOEHTO

2. TOINEN VAIHTOEHTO

3. KOLMAS VAIHTOEHTO

Liite 9. Keskusmetsälautakunta Tapion metsänuudistamis-  
ketjut kangasmaita varten.

KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO

KANGASMAIDEN METSÄNUUDISTAMISEN KETJUT

KASVUPAIKKA KIVENNÄISMAAT			TOIMENPIDE																									
			Hakkuutapa	Uudistusalan valmistus				Viljelytapa		Taimilaji	Uud. kas. turv.	Vak. taimik. hoito																
				Raivaus	Maan kunnostus	Kylvö	Istutus	Istutus																				
Kasvupaikka-ryhmi	Maalajiryhmä	Maan kuvaus	Suojus tai siemenpöyhä	Kainalopuhkaus	Avonauhkaus	Venotouhuauhkaus	Meksanminen	Meks. ja kerm. tai kemall.	Heinätori kem.	Kuivutus	Lautaus tai palkitus	Metsäsuoraus	Mäläytys	Ojitus	Mäntymyn kyvä	Männyn istutus	Kuusen istutus	Lehtikuusen istutus	Koivun istutus	Koivun istutus	Koivun istutus	Koivun istutus	Koivun istutus	Pieni paakkulaimi	Siip. pöytä. läv. vilj.	hennän- vesantori	perkaus. hennyttus	
Lehdot ja lehtomaiset kankaat	Lajittunut ja moreeni	Multa Ohutkuntainen Kivinen Soistunut	2 2	x x	3 3	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	3 3	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	VILJELYTIHEYS
Tuoreet kankaat	Lajittunut ja moreeni	Ohutkuntainen Paksukuntainen Kivinen Soistunut	2 2	x x	3 3	2 2	x x	x x	3 3	2 2	x x	x x	2 2	x x	2 2	x x	3 3	2 2	x x	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	Istutus	
Kuivahkot kankaat	Lajittunut	Ohutkuntainen Kivinen Soistunut	x x	2 2	x x	2 2	x x	2 2	x x	x x	2 2	x x	x x	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	Männyn kyvä	
	Moreeni	Ohutkuntainen Paksukuntainen Kivinen Soistunut	2 2	x x	x x	2 2	x x	2 2	x x	2 2	x x	x x	2 2	x x	2 2	x x	x x	3 3	2 2	4 4	x x	x x	x x	x x	x x	x x	— viljelypisteitä	
Kuivat ja karukko-kankaat	Lajittunut	Ohutkuntainen Kivinen	x x	2 2	3 3	x x	2 2	(x) (x)	(x) (x)	x x	x x	x x	x x	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	Siemenen käyttömäärä tävyydestä r. p. puen 03—06 kg/ha	
	Moreeni	Ohutkuntainen Paksukuntainen Kivinen Soistunut	x x	2 2	3 3	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	2 2	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x	2 2	x x	x x	x x	x x	x x		

Selitykset: x = ensisijainen toimenpide, 2 = toinen vaihtoehto, 3 = kolmas vaihtoehto, 4 = neljäs vaihtoehto  
(x) = vain poikkeustapauksissa

VILJELYTIHEYS  
Istutus  
Kaikki kasvupaikat  
— mänty 2000 kpl/ha  
— kuusi 2000 kpl/ha  
— lehtikuusi 1600 kpl/ha  
— rauduskuusi 1600 kpl/ha  
Männyn kyvä 2000 kpl/ha  
Siemenen käyttömäärä tävyydestä r. p. puen 03—06 kg/ha



Joensuun tutkimusasemalla aikaisemmin ilmestyneet  
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisut:

Nro 37 Kauko Salo (toim.). Metsämarja- ja sienisatotutkimuksen  
menetelmäongelmia. 37 s. 1982.

Nro 43 Jari Parviainen. Metsäpuiden taimien kasvatus ja istutus.  
Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vai-  
kutuksista taimiin. 114 s. 1982.

Joensuun tutkimusaseman osoite:

Metsäntutkimuslaitos  
Joensuun tutkimusasema  
PL 68  
80101 JOENSUU 10  
puh. (973) 28311

