

# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

49

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



**PERTTI HARSTELA JA LEO TERVO**

**PALJASJUURISTEN TAIMIEN TUOTANNON  
TEKNOLOGIA**

**SUONENJOKI 1982**

1964. 10. 20. 10. 20. 10. 20.  
10. 20. 10. 20. 10. 20.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 49  
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA ISSN 0358-4283

Pertti Harstela ja Leo Tervo

PALJASJUURISTEN TAIMIEN TUOTANNON TEKNOLOGIA

SUONENJOKI 1982

**METSÄNTUTKIMUSLAITOS**  
Jalostusosasto



HARSTELA, P. ja TERVO, L. 1982. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia

Tutkimuksessa käsitellään paljasjuuristen taimien tuotannon teknologiaa ja sen kehittämismahdollisuuksia. Teknologisia muuttujia tarkastellaan taloudellisten, biologisten, työvoimapolitiittisten ja ergonomisten kriteerien avulla. Vaikka tarkastelu on kokonaisvaltainen, on juurten leikkuuta ja taimien nostoa tarkasteltu muita asioita laajemmin ja niistä on kerätty myös muita töitä enemmän empiiristä aineistoa. Tämä johtui siitä, että nämä työt aiheuttavat suurimmat kustannukset, suurimman työvoimatarpeen ja useimmat ergonomiset ongelmat paljasjuuristen taimien tuotannossa.

## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO
2. TUOTANNON KEHITTÄMISEN PERUSTEITA
3. KYLVÖ
  31. Kylvöpenkkien teko
  32. Kylvö ja kylvösten peittäminen
  33. Rivikylvön tekniikka ja kustannukset
4. KASTELU
  41. Kastelujärjestelmät
  42. Kastelu muovihuoneissa
  43. Kastelu avomaalla
  44. Kastelutarpeen määrittäminen
5. KOULINTA
  51. Yleistä
  52. Koulintatekniikka
  53. Koulinnan tuottavuus ja kustannukset
6. JUURTEN LEIKKAUS
  61. Yleistä
  62. Juurten leikkauksen tekniikka
  63. Kustannukset ja pinta-alan tarve
7. LANNOITUS
8. TORJUNTA-AINEIDEN LEVITYS
9. RIKKARUOHOJEN TORJUNTA
10. TAIMIEN NOSTO
  - 10.1. Nosto käsin
  - 10.2. Leikkaustekniikka ja sen vaikutus nostoon
  - 10.3. Koneellinen nosto
11. TYÖNTUTKIMUSTULOKSIA NOSTOSTA
  - 11.1. Aineisto ja menetelmät
  - 11.2. Taimien lajittelu ja laadun tarkkailu
  - 11.3. Nostotyön tuotos
  - 11.4. Taimien metsänviljelykelpoisuus
  - 11.5. Fyysinen kuormittuminen nostotyössä
  - 11.6. Nostokustannukset
12. MUUT TYÖT JA MUITA NÄKÖKOHTIA
13. TUOTANTOKETJUJEN KUSTANNUSVERTAILUA
14. TULOSTEN TARKASTELUA
15. KIRJALLISUUS

LIITTEET

## 1. JOHDANTO

Paljasjuuristen taimien tuotannon työntutkimuksia on tehty verraten vähän ja tutkimustoiminta on ollut hajanaista. Päinvastoin kuin paakkutaimien osalta on kaupallista tietä tapahtunut teknistä kehitystä verraten hitaasti. Kuitenkin oli Suomen taimituotannosta v. 1978 vielä yli 70 % paljasjuurisia taimia (Metsätilastollinen ... 1979), ja siirtyminen paakkutaimiin on ollut hidasta, kuten oheinen asetelma metsänviljelyyn luovutetuista taimista osoittaa (Metsätilastollinen ... 1977, 1978, 1979, 1980, PASANEN 1981)

Vuosi	Paljasjuuristen taimien osuus, %
1976	74
1977	76
1978	72
1979	70
1980	71

Kaikkiaan Suomessa luovutettiin metsänviljelyyn v. 1978 n. 187 milj. tainta, joista mäntyjä n. 156 milj. kuusia n. 28 milj. ja koivuja n. 5 milj. Vastaavasti v. 1980 luovutettiin metsänviljelyyn n. 215 milj. tainta, joista mäntyjä n. 176 milj., kuusia n. 34 milj. ja koivuja n. 3,5 milj. tainta. (Metsätilastollinen ... 1979, PASANEN 1981)

Paljasjuuristen taimien tuotannon kehittämisedellytysten tutkiminen on nähty tärkeänä muun muassa metsänviljelyn kustannusten nousun hillitsemiseksi, taimimateriaalin biologisen kunnan varmistamiseksi ja paljasjuuristen taimien hintakehityksen arvioimiseksi suhteessa paakkutaimien hintakehitykseen.

Tutkimus kuvaa kirjallisuuden ja empiiristen aineistojen avulla paljasjuuristen taimien tuotannon ergonomista ja teknistä tasoa, työn tuottavuutta ja kustannuksia Suomessa sekä tutkii tuotannon teknis-taloudellisia ja ergonomisia kehittämisedellytyksiä. Tärkeänä kriteerinä teknisiä ratkaisuja arvioitaessa on pidetty taimiaineiston biologista kuntoa ja metsänviljelykelpoisuutta. Vertailuna tuotiin esille myös muissa maissa tapahtunutta kehitystä.

Tutkimus on osa metsäteknologian tutkimusosaston Suonenjoen tutkimusasemalla suorittamia taimitarhatutkimuksia, jotka aloitettiin vuonna 1977. Empiiristä aineistoa on kerätty Suonenjoen ja Pekolammin taimitarhoilla. Tutkimuksia on tehty yhteistyössä metsänhoidon tutkimusosaston kanssa. Eri-laisia tietoja on lisäksi saatu Keskusmetsälautakunta Tapion siemen- ja taimitoimistosta sekä Taimi-Tapion kehittämisjaostosta.

Seuraavat henkilöt ovat eri tavoin auttaneet tutkimuksen suorittamisessa: Metsänviljelypäälikkö Tauno Virkkunen, taimitarhanhoitajat Aulis Nylund ja Juhani Mäkelä, työnjohtajat Arvo Huttunen ja Urho Ryth ja taimitarhatyöntekijä Kauko Kuosmanen Pohjois-Savon Piirimetsälautakunnasta. Johtaja Pentti Sinkkilä ja koneteknikko Aimo Nurminen Suonenjoen Metallit Oy:stä. Metsäneuvos Kauko K. Luoma, aluemetsänhoitaja Teuvo Hinttala, aluemetsänhoitaja Paavo Hokka, tri Jari Parviainen, taimitarhanhoitaja Kyösti Konttinen, kenttämestari Jussi Nuutinen, traktorinkuljettaja Mauno Airaksinen ja työtekniikko Veikko Järveläinen Metsäntutkimuslaitoksesta sekä lukuisat Pekolammin ja Suonenjoen taimitarhan työntekijät.

Aineiston keruuseen ja käsittelyyn ovat osallistuneet FK Marja-Liisa Juntunen, työnjohtaja Juhani Korhonen ja tutkimusapulaiset Carina Besuch, Erkki Okkonen, Urpo Paananen, Pawel Schienke sekä Kirsi Tuutti.

Julkaisun kirjoittajien kesken työ jakaantui siten, että Harstela johti tutkimuksen, laati suunnitelmat yhdessä Tervon kanssa, kirjoitti osan käsikirjoituksesta ja viimeisteli käsikirjoituksen. Tervo osallistui tutkimuksen suunnitteluun, johti kenttätöitä ja aineiston käsittelyä sekä laati suurimmalta osin alustavan käsikirjoituksen. Nostokoneen ja juurten leikkurin suunnitteli ja kehitti työryhmä, johon tekijöiden lisäksi kuului työtekniikko Antero Harstela, joka myös teki koneiden teknisen suunnittelun. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet prof. Pentti Hakkila, ylitarkastaja Simo Halonen, prof. Erkki Lähde, taimitarhanhoitaja Juhani Mäkelä, MH Juhani Niiranen, tri Jari Parviainen, toimistopäälikkö Antti Pasanen, MH Risto Rikala,



tarkastaja Jouko Tavaila ja metsänviljelypäälikkö Tauno Virkkunen. Leena Muronranta ja Urpo Paananen ovat piirtäneet kuvat. Aineiston konekirjoituksen hoiti Ritva Mölkänen.

Kiitämme kaikkia tutkimukseen eri tavoin vaikuttaneita.

## 2. TUOTANNON KEHITTÄMISEN PERUSTEITA

Taimien tuotannon kriteerit voidaan jakaa seuraavasti:

1. Biologiset kriteerit, joista tärkein lienee taimien metsänviljelykelpoisuus. Se vaikuttaa erittäin voimakkaasti myös toiminnan taloudellisuuteen silloin, kun tarkastellaan koko metsänviljelyketjua.
2. Taloudelliset kriteerit, joita ovat muun muassa taimien tuotantokustannukset ja panos-tuotos suhteet. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan lähinnä tuotantokustannuksia.
3. Työvoimakriteerit, joita ovat työvoiman tarve, työn kausiluonteisuus ja työn tuottavuus.
4. Ergonomiset kriteerit, joista käsitellään työn kuormittavuutta ja työviihtyvyyttä. Näillä tekijöillä lienee vaikutusta työvoiman tarjontaan ja alalla pysyvyyteen.

Paljasjuuristen taimien tuotannon palkkakustannukset jakaantuvat seuraaviin kustannuseriin Suonenjoen ja Pekolammin taimitarhojen kustannusseurantatietojen ja HYVÄRISEN (1979) mukaan:

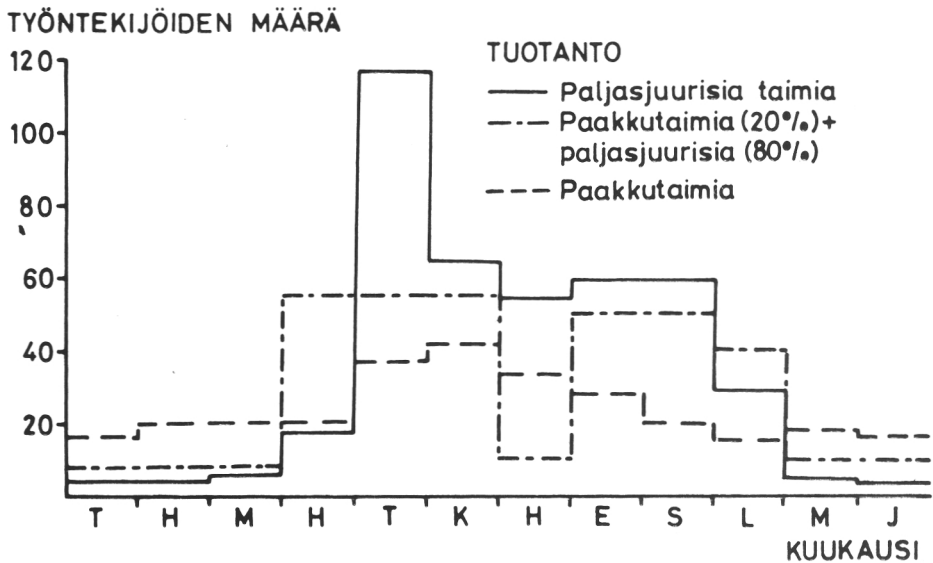
	Suonenjoen taimitarha (KONTTINEN 1982)	Pekolammin taimitarha (MÄKELÄ 1982)	Mänty 2A+1A kasvatus (HYVÄRI- NEN 1979)
	(kaikki taimityypit)		
		osuus %	
- koulinta	24,5	28,9	34,8
- taimien nosto, pakkaus, talvi- varastointi ja lähetys	17,5	17,1	22,7
- kasvatus	7,1	17,6	10,6
- kastelu	4,0	1,0	2,9
- lannoitus	1,3	1,0	1,1
- muut	45,6	34,0	27,9

Paljasjuuristen taimien tuotannossa palkat ovat merkittävin kustannuserä. HYVÄRISEN (1979) mukaan männyn 2A+1A taimien tuottamisessa palkkakustannusten osuus on 50,6 %, tarvikkeiden 13,1 %, kaluston korjauksen yms. kulujen 18,0 % ja poistojen, korkojen yms. 18,3 %.

Palkkakustannuksissa suurimmat menot aiheutuvat taimien nostosta ja siihen liittyvistä töistä ja koulunnasta. Ilmeisesti suurimmat kustannussäästöt olisi saatavissa näitä töitä kehittämällä.

Taimien fysiologinen kunto, terveydentila, vaurioitumattomuus ja muut metsänviljelykelpoisuuteen vaikuttavat tekijät (esim. juuri-verso-suhde) ovat usein sidoksissa eri kasvatusvaiheissa käytettävään teknologiaan. Esim. hidas tai monessa vaiheessa tehty nosto ja taimien muu käsittely voi saada taimet alttiiksi kuivumiselle. Torjunta-aineiden levityksen tasaisuus ja kohdistuminen voivat vaikuttaa torjunnan onnistumiseen. Taimia voidaan mekaanisesti vaurioittaa monissa hoito- ja käsittelyvaiheissa. Juuriston laajuuteen voi vaikuttaa leikkauslaitteiden tarkkuus ja muotoon koulintatekniikka. Usein kuitenkin nämä seikat riippuvat myös työn huolellisuudesta, työnjohdon suorittamasta valvonnasta ja töiden järjestelystä (esim. kuinka nopeasti taimisäkit kuljetetaan varastoon).

Paljasjuuristen taimien tuotannossa työvoimantarve on hyvin epätasaista ja epätasaisempaa kuin paakkutaimien tuotannossa. Kuvassa 1 on esitetty kolmen taimitarhan työvoimantarve. Siinä paljasjuurisia taimia tuottavalla taimitarhalla on voimakas työvoimahuippu keväällä, jonka pääasiassa aiheuttaa taimien nosto ja lähetys, mutta jossain määrin myös koulinta. Se, että eräillä alueilla työvoimasta esiintyy niukkuutta ja lyhytaikainen työvoimahuippu pakottaa käyttämään ammattitaidotonta työvoimaa, puoltaa nosto- ja koulintatyön kehittämistä työn tuotavuutta lisäävästi.



Kuva 1. Erilaisia tuotantosuuria edustavien taimitarhojen työvoimantarve.

Kolmella taimitarhalla suoritetun haastattelututkimuksen mukaan seuraavat tekijät aiheuttivat eniten työtyytymättömyyttä tai kuvasivat työn luonnetta (HARSTELA 1977):

- selkä joutuu kovalle koetukselle ja työ on raskasta (huonot työasennot)
- työn kausiluonteisuus
- alttiina olo sääolosuhteille
- työsuhteen tilapäisyys

Erityisesti nostotyössä korostuvat em. tekijät. Myös sydämen sykintään perustuvat tutkimukset ovat

osoittaneet erityisesti kuusen taimien noston verraten kuormittavaksi työksi etenkin naisille (HARSTELA 1975, HARSTELA ja TERVO 1977). Suomessa taimitarhatyöntekijät ovat pääasiallisesti naisia. Yleensä miehet ovat traktorinkuljettajia ja hoitavat taimien lähe-tyksiä yms. Ympäri vuoden työllistetyistä työnteki-jöistä suurin osa on miehiä.

Keski-Euroopassa ja Englannissa taimitarhatyönteki-jöistä suurin osa on miehiä. Varsinkin Saksan Liit-totasavallassa on runsaasti ulkomaista työvoimaa (TERVO 1978a, PARVIAINEN ja TERVO 1980). Yhdysval-loissa on puutetta miespuolisista taimitarhatyönteki-jöistä, minkä vuoksi monet taimitarhat ovat palkanneet naisia keveisiin käsin tehtäviin töihin (HITT 1971).

Useimmat edellä esitetyt kehittämistarpeet koh-distuvat taimien nostoon ja koulintaan. Sen vuoksi empiiriset tutkimukset kohdistettiin nostoon ja kou-lintaa korvaavaan juurten leikkuuseen. Tuotannon ke-hittämisedellytysten selvittämiseksi kehitettiin näitä töitä varten myös laitteita ja koneita ja niiden avulla kerättiin empiiristä työntutkimusaineistoa ver-tailevan työntutkimuksen periaatteella.

### 3. KYLVÖ

#### 31. Kylvöpenkkien teko

Paljasjuuristen taimien tuotannossa taimien alku-kasvatus voidaan tehdä avomaalla tai muovihuoneessa. Avomaan kylvöpenkeissä kasvatusalustana käytetään yleisesti turpeen ja hiekan seosta ja muovihuoneissa turvetta.

Taimipenkit korotetaan muuta maanpintaa ylemmäksi ilmastoinnin ja sopivien kosteusolosuhteiden saavutta-miseksi. Tällöin myös jääpolteriski on vähäisempi. Korkeammalla olevat taimipenkit eivät ole välttämät-tömiä hyvin vettä läpäisevillä mailla. Sen sijaan niitä tarvitaan huonosti vettä läpäisevillä ja tasai-silla alueilla.

Taimipenkit tehdään erityisillä traktorisovittei-silla penkintekoauroilla. Tällaisia taimitarhat ovat rakentaneet itse. Penkin muotoilun jälkeen se yleensä

tyrätään kylvökoneiden käytön helpottamiseksi.

### 32. Kylvö ja kylvösten peittäminen

Useimmat hajäkylvökoneet ovat joko maataloudessa tai puutarhaviiljelyssä käytettyjä. Ne ovat soveltuneet joko sellaisenaan tai pienten muutosten jälkeen myös metsätaimitarhojen käyttöön. Erityisesti metsäpuiden siementen kylvöön rakennettu kone on TUME-sijoituslannoituskoneen ja haran runkoon asennettu kylvölaite. Tällä siemenet saadaan riviin. Rivien etäisyyttä sekä siemenväliä rivissä voidaan säätää. Rivien lukumäärän ollessa suuri muistuttaa kylvös hajäkylvöä. Myös samoja ulkomaista valmistetta olevia koneita on käytetty sekä siementen kylvöön että lisälannoitukseen kasvukauden aikana (LEHTO ja SIMOLINNA 1966, ALDHOUS 1972). Kylvökoneet ovat käsin liikuteltavia (esim. LAWN BEATY) tai traktorisovitteisia (esim. TUME). Rivikylvöä käsitellään luvussa 33.



Kuva 2. TUME-kylvökone

Kylvösten peittäminen ei ole välttämätöntä. Peittämisellä saavutetaan joitakin etuja mm. estetään

kastelun tai sateiden aiheuttama siementen liikku-  
minen. Myös kylvöalustan pinnan kosteusolosuhteet  
ovat tällöin edullisemmat kuin ilman peittoa. Kyl-  
vökset peitetään yleisimmin hiekalla. Hiekan levityk-  
seen on käytettävissä erilaisia taimitarhojen itsensä  
rakentamia traktorisovitteisia ja ulkolaista valmis-  
tetta (esim. EGEDAL) olevia laitteita. Suositeltava  
hiekkapeiton vahvuus on 2-4 mm. (RAULO ja TERVO  
1980). WILLIAMSIN ja HANKSIN (1973) mukaan optimaal-  
linen syvyys siemenelle on n. 1,5 kertaa siemenen lä-  
pimitta. HEIKINHEIMO (1940) on todennut 2 mm:n sy-  
vyisen hietakerroksen edistävän taimettumista kuusella  
ja männyllä. Taulukossa 1 on esitetty tulokset hietä-  
kerroksen syvyyden vaikutuksesta siementen itämiseen.

Taulukko 1. Hietakerroksen syvyyden vaikutus  
siementen itämiseen (HEIKINHEIMO 1940)

Puulaji	Hietakerroksen syvyys, mm				
	2	5	10	15	20
	Siementen itäminen, %				
Mänty	75	71	53	44	39
Kuusi	87	-	-	-	54
Lehti- kuusi	67	51	44	15	0

Taulukon 1 mukaan siementen itäminen heikkenee  
peittokerroksen syvyyden ylittäessä 2 mm:ä. Haital-  
lisiin vaikutus runsaalla peittämisellä on ollut lehti-  
kuusella. HEIKINHEIMON (1940) mukaan kuivumiselle  
alttiilla kasvatusalustalla siemenet voi peittää jon-  
kinverran syvempään, erityisesti tämä koskee kuusen  
siemeniä. Siementen peittäminen 4 mm:n syvyyteen on  
edistänyt taimettumista verrattuna ilman peittoa ole-  
vaan kylvökseen (HEIKINHEIMO 1940). Samoissa kokeissa  
on todettu, että koivun siemenellä vahvan peitteen  
käyttäminen on haitallista. HEIKINHEIMO (1940) on  
suositellut koivun siemenen peittämistä 0,5 mm:n vah-  
vuisella tuhkkerroksella. HEIKINHEIMO (1915) on myös  
todennut tuhkan alentavan siemenen itämistä, joten  
tuhkaa ei voida suosittaa varauksettomasti siementen

peittämiseen. Myöhemmissä kokeissa on todettu koivuleikin soveltuvan hyvin 2-5 mm:n vahvuisen hiekka- tai turvepeiton (RAULO 1962, RAULO ja TERVO 1980). SALO-NIEMEN (1965) tutkimusten mukaan männyn taimien muovi-huonekasvatuksessa taimien lukumäärä on ollut suurempi kasvuturvetta ja Finn-humutusta kuin hiekkaa peittoaineena käytettäessä. Peittämättä jätetyissä koeruuduissa on ollut enemmän kastuneita taimia kuin peitetyissä koeruuduissa. Kuitenkin peittämättä jätetyn koeruudun taimimäärä on ollut suurempi, mutta taimien keskipituus pienempi kuin hiekalla tai turpeella peitetyissä ruuduissa.

Keski-Euroopassa käytetään peittona mm. sahanpurua ja kivimurskettä, jonka suurin raekoko on n. 5 mm (TERVO 1978a, PARVIAINEN ja TERVO 1980). ALDHOUSIN (1972) mukaan tuuli voi kuljettaa hiekan pois mikäli alue ei ole hyvin tuulisuojattu. Tällöin kivimurske, jonka raekoko on 3-5 mm, on suositeltavaa. Mikäli raekoko on pieni, voi kylvöpenkin pinta kovettua kastelun vaikutuksesta haitaten kylvösten kehittymistä. Rivikylvöksissä on tarkoituksenmukaista peittää ainoastaan kylvörivit. Eri peittoaineiden koneellisessa levittämisessä ei liene vaikeuksia.

Kylvösten suojaaminen puusäleillä auringon paahdetta vastaan on yleistä esim. Keski-Euroopan taimitarhoilla (TERVO 1978a, PARVIAINEN ja TERVO 1980). HEIKINHEIMON (1940) mukaan kuivilla taimitarhamaille suojuspeitteitä käytettäessä taimia syntyy enemmän ja ne ovat kookkaampia kuin suojaamattomilla kylvöaloilla. Suojapeitteitä käytettäessä on huolehdittava, että taimilla on riittävästi ilmaa ja valoa (KAARTINEN ja VOUTILAINEN 1959).

### 33. Rivikylvön tekniikka ja kustannukset

Juurtenleikkuumenetelmällä tuotettuja taimia kasvatetaan avomaalla paljasjuuristen taimien kylvö- ja koulinta-aloilla. Kylvöt voidaan tehdä joko erityisesti muotoiltuun penkkiin tai tasoitetulle alustalle. Viimeksi mainituillekin aloille muodostuu myöhemmin penkki traktorin raiteiden painuessa muuta tasoa alemmaksi. Penkin tarpeellisuus riippuu mm. kasvatusalustan veden läpäisykyvystä. Penkkikylvöksissä voivat reunimmaisten rivien siemenet ja taimet liikkua reu-

nojen murtumisen seurauksena.

Siementen itämiselle on eduksi se, etteivät ne jää liian syvälle. Hyvän leikkuutuloksen aikaansaamiseksi tulee siemenet kylvää kapeaan riviin. Koska jo n. 2 cm:n ero leikkausetäisyydessä vaikuttaa taimien laatuun (PARVIAINEN 1980), voidaan hyväksyttävänä poikkeamana rivin suunnasta pitää n. 1 cm. Kylvöalustaa tulee tasoittaa ja jyrätä riittävästi oikean kylvösyvyyden aikaansaamiseksi. Kylvöön on käytetty useita erilaisia ja eri toimintaperiaatteilla toimivia koneita.

NIIRASEN (1975, 1981) mukaan ruotsalaisella NIBEX-kylvökoneella ei saavutettu toivottua tulosta, vaikka koneeseen tehtiin muutoksia kokeiden aikana. Siemenet peittyivät liian syvään, mistä oli seurauksena epätasainen taimettuminen. Kylvöalustan jyräämisellä olisi tulosta voitu parantaa. Konetta käytetään hajakylvöön.

TUME-MONO-tarkkuuskylvökone on osoittautunut varsin käyttökelpoiseksi pienten muutosten kuten kylvöyksiköitä kannattavien pyörien levennyksen jälkeen. Tämä tarkkuuskylvökone on kolopyöräperiaatteella toimiva. Alumiinisen (150 mm) pyörän kehälle on tehty koloja, joihin siemenet valuvat säiliöstä. Kolon koolla voidaan säätää kylvettävien siementen lukumäärää ja kolojen etäisyydellä siemenmäärää rivimetrimillä. Kylvötiheyttä muutetaan vaihtamalla kolopyöriä. Riviväliä voidaan säätää portaattomasti, minimi yhdellä runkopalkilla on n. 20 cm. Siemenen koko vaikuttaa luonnollisesti kylvötiheyteen. Taulukossa 2 on esitetty kolon koon vaikutus siementen lukumäärään koloa kohti.



Taulukko 2. Kolon koon vaikutus siemenmäärään  
TUME-MONO kylvökoneella.

kolon koko		siemenmäärä/kolo		
0 mm	syvyys mm	keskimäärin kpl/m	kpl/kolo	vaihtelu- väli
2,5	2,5	..	0,89	0-2
2,7	2,6	70	1,03	.
3,2	3,2	..	2,27	1-3
3,8	2,8	.	3,79	2-5
3,8	3,0*)	121	3,27	..

\*) Kolopyörä TUME-MONO PP3.

Kokeessa käytetty siemen on kokolajiteltua  
2,0-2,3 mm

Rivikylvöissä on eduksi se, että painetaan kapea ura rivin kohdalle siementen sivusuuntaisen liikkumisen estämiseksi. Suonenjoen taimitarhalla käytettyyn TUME-MONO-tarkkuuskylvökoneeseen tehtiin seuraavat muutokset:

- kylvöyksiköiden takimmaisista kannatinpyöriä (vetopyörä) levennettiin uppoamisen vähentämiseksi 5 cm:ä.
- myös kylvöyksikön etummaista pyörää levennettiin sekä tehtiin keskelle 1 cm syvä kartiomainen harjanne, joka painaa vaon siementen liikkumisen estämiseksi
- kylvöyksiköiden korkeuden säätövaraa suurennettiin
- tehtiin suojuukset ohjaamaan siementen putoamista etummaisen pyörän harjanteen tekemään vako
- runkorakennetta muutettiin siten, että riviväliä voidaan muuttaa myös alle 20 cm:n
- muutettiin veto/kolopyörien välitystä
- kolopyörissä kolon  $\varnothing$  2.7 mm ja syvyys 2.6 mm.



Kuva 3. TUME-MONO-rivikylvökone

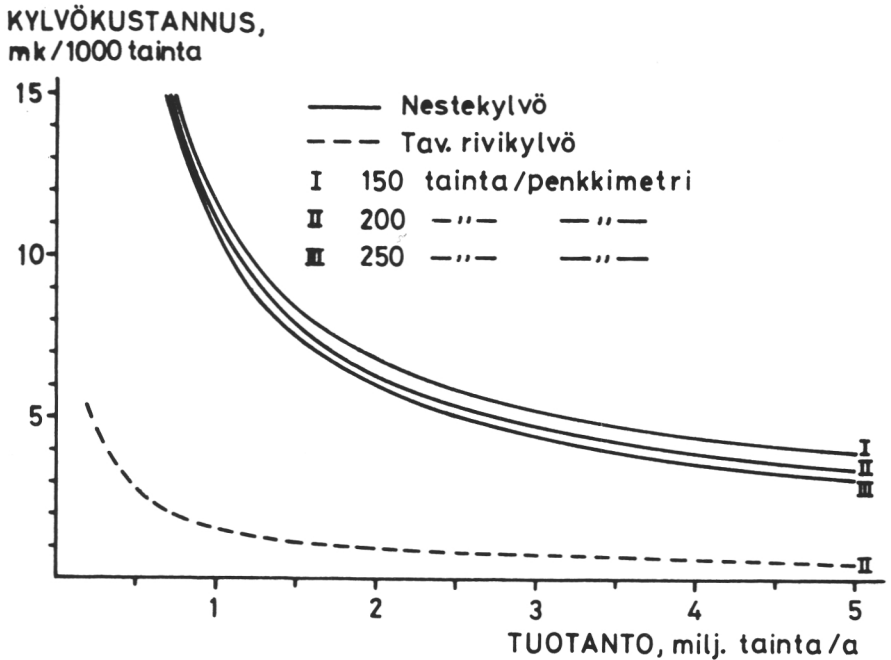
Taimitarhoilla käytetään myös TUME-kylvölaitetta, joka liitetään lisälaitteena sijoituslannoittimeen. Siemenmäärä annostellaan muovisella hammaspyörällä. Annostelulaitteesta siemenet valuvat maahan muoviputkea pitkin. Riviväli säädetään putkien välistä etäisyyttä muuttamalla. Tällä koneella taimien välinen etäisyys ei ole yhtä vakio kuin kolopyöräperiaatteella (Kuva 2).

Nesteeseen sekoitettujen ja esi-idätettyjen siementen kylvöä on kokeiltu mm. Englannissa (TERVO 1978a, NIIRANEN 1981). Esi-idätetyt siemenet kylvetään hyytelömäiseen nesteeseen sekoitettuina erityisellä kylvökoneella. SILOKANKAAN (1981) mukaan FLUIF-DRILLING-nestekylvölaitteella voidaan saavuttaa varsin hyvä kylvötarkkuus. Jos pyritään kylvämään esim. 70 siementä/rivimetri on vaihtelu  $\pm 10$  siementä/rivimetri. Nestekylvömenetelmän käyttö edellyttää kylvökoneen lisäksi idätystankin ja sekoittimen hankintaa.

Kuvassa 4 on esitetty rivikylvön kustannukset. Laskelmat käsittävät pelkästään palkka- ja konekustannukset sekä nestekylvössä tarvittavat nestekustannukset. Laskentaperusteet olivat seuraavat:

	Nestekylvö	TUME-MONO
- 5-rivin kylvökone, idätystankki ja sekoitin	60.000	7.000
- kylvössä tarvittava neste, p/rivimetri	25	-
- poistoaika, a	10	10
- korko, %	10	10
- jäännösarvo %:a hankintahinnasta	20	20
- huolto + valmistelevat työt mk/a.	800	200

Traktorin ja kuljettajan tuntikustannuksena käytettiin 60,00 mk ja apumiehen 24,89 mk (sis. sos.kustannukset). Ajonopeutena käytettiin 1500 m/h, sekä käännösten, keskeytysten ja kylvöyksiköiden täytön osuutena 15 % tehotyöajasta.



Kuva 4. Rivikylvön kustannukset

Nestekylvön kustannukset ovat selvästi korkeammat kuin tavanomaisen rivikylvön. Varsin pienellä tuotantomäärällä ero on huomattava. Nestekylvöllä voitane saavuttaa oikein toteutettuna (esim. esi-idätysaika) biologisia etuja tavanomaiseen rivikylvöön verrattuna.

#### 4. KASTELU

##### 41. Kastelujärjestelmät

Taimien kasvua voidaan parantaa huomattavasti kastelulla. Se on välttämätön erityisesti itämisai-kaan. Tällöin kasvualustan pinta on pidettävä jatku-vasti kosteana (esim. WILLIAMS ja HANKS 1973).

Kastelu ei aiheuta suuria kustannuksia. Kastelun palkkakustannusten osuus taimien tuotantokustannuk- sista on n. 4 % (KONTTINEN 1982). HOLOPAISEN (1979a) mukaan 1000 m<sup>2</sup>:n suuruisen muovihuoneen automatisoitu

kastelulaitteisto, jonka ohjauslaitteistona oli suomalainen ITU-automaattikka, maksoi 20 mk/m<sup>2</sup>.

Kastelulaitteet voidaan jakaa asennus- ja käyttötekniikkansa perusteella kiinteisiin, siirrettäviin, liikuteltaviin ja liikkuviin (NISULA 1975). Kiinteissä laitteistoissa kasteluputkistot ja niissä olevat suuttimet ovat samalla paikalla koko kasvatuskauden ajan. Siirrettävissä kastelujärjestelmissä putkistoa joudutaan siirtämään kastelutarpeen mukaan. Tässä järjestelmässä käytetään yleisesti heilurityypisiä ympyräsadettimia (esim. BAUER-laitteisto). NISULAN (1975) mukaan liikuteltavat laitteistot poikkeavat siirrettävistä laitteistoista vain pitemmälle kehitetyn siirtelytekniikkansa takia. Liikkuville sadetuslaitteistoille on ominaista, että ne kulkevat sadetuksen aikana jonkin voimalähteen avulla. Taulukossa 3 on esitetty Suomen taimitarhojen kastelujärjestelmät ja -kohteet (RIKALA 1978).

Taulukko 3. Taimitarhojen kastelujärjestelmät ja -kohteet (RIKALA 1978).

Kastelun kohde	Kastelujärjestelmä		
	kiinteä	siirrettävä	ei ole kastelujärjestelmää
	Taimitarhoja, kpl		
Lämmitettävä			
muovihuone	9	-	-
Muovihuone	26	1	-
Avomaa			
- kylvöala	11	19	-
- koulinta-ala	4	26	3

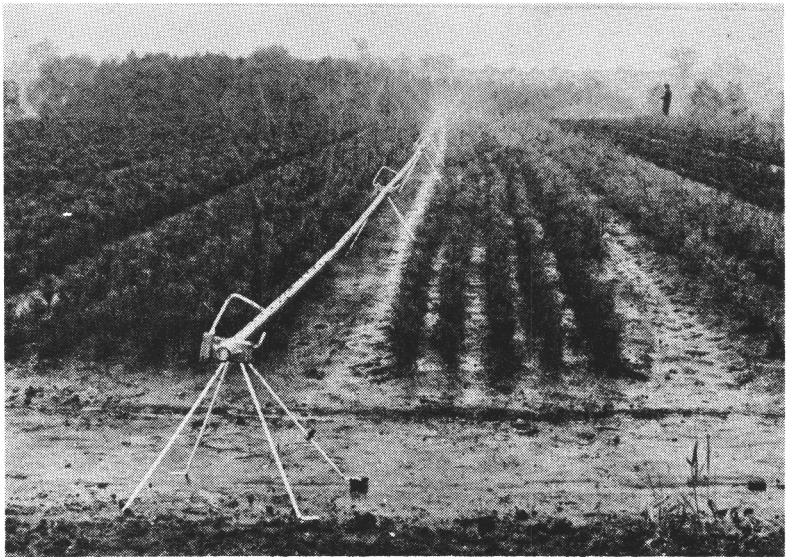
#### 42. Kastelu muovihuoneissa

Taulukon 3 mukaan muovihuoneissa käytettiin v. 1978 pääosin kiinteitä kastelujärjestelmiä. Liikkuvia laitteistoja on nykyään useilla taimitarhoilla. Ruotsin taimitarhoilla liikkuvat laitteistot ovat yleisiä (PARVIAINEN ja TERVO 1980). Myös Pohjois-Amerikassa liikkuvien ns. ramppikastelulaitteiden

käyttöä perustellaan kastelun tasaisuudella. Toisaalta kuitenkin huomautetaan laitteistojen suuremmasta häiriöalttiudesta. (TINUS ym. 1974)

#### 43. Kastelu avomaalla

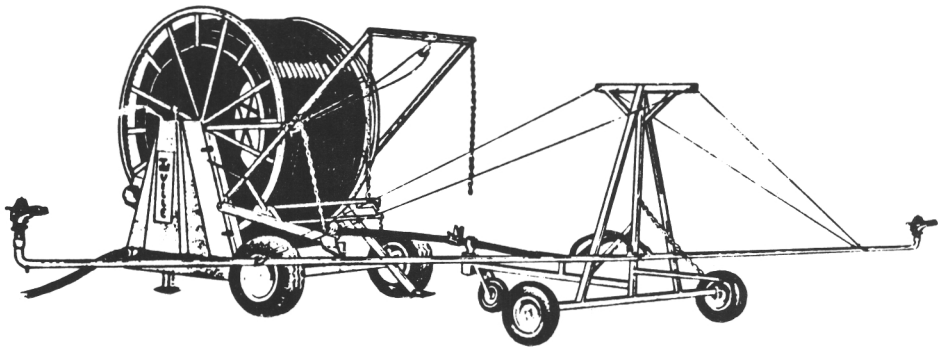
Avomaan kylvöaloilla siirrettävät laitteistot ovat olleet yleisimpiä. Myös Keski-Euroopassa kylvöaloilla käytetään yleisesti siirrettäviä laitteistoja. Sadettimina olivat heilurityyppiset sadettimet. Verkoston paine oli n.  $10 \text{ kg/cm}^2$ , joka on huomattavasti korkeampi kuin esim. Suomen taimitarhoilla yleisesti käytetty kasteluverkoston paine (PARVIAINEN ja TERVO 1980). Pisarakoko pienenee paineen kasvaessa. Suuret pisarat lentävät pisimmälle (KARA 1971). Englannin taimitarhoilla käytetään yleisesti avomaan kylvö- ja koulinta-aloilla kuvan 5 esittämää EVENSHOWER-laitteistoa. Tämän laitteiston toimintaan oltiin tyytyväisiä (TERVO 1978a). Kastelulaitteistolle asetettavat vaatimukset riippuvat oleellisesti lisäkastelun tarpeesta. Mikäli kylvämisen jälkeen saadaan sadetta, voi lisäkastelun tarve olla vähäistä. Tällöin voidaan saavuttaa hyvä kasvatustulos heikommallakin laitteistolla.



Kuva 5. EVENSHOWER-kastelulaitteisto

Avomaan koulinta-aloilla yleisimpiä ovat siirret-

tävät laitteistot. Liikkuvat laitteistot ovat yleisty-  
mässä (kuva 6). Avomaakasvatuksessa käytettävän  
veden paineella liikkuvan LÄNNENVILLE-sadetuslait-  
teiston työleveys on n. 50 m. RAIN-BIRD 85 E-NT-  
suuttimia on 2 kpl ja suutinpaine 5 bar.



Kuva 6. LÄNNENVILLE-kastelulaitteisto

Suonenjoen taimitarhalla on NISULAN suunnittelema kiskoparin päällä liikkuva ns. ramppikastelulaitteisto. Laitteistossa on FLOOTJET-suuttimet. Suuttimen antama vesimäärä on n. 0,34 l/min 1,0 kg/cm<sup>2</sup> paineella. NISULAN (1976) sadetuslaitteistossa suuttimien sijoittelussa on otettu huomioon haihtuminen muovihuoneen eri osissa. Tämä kastelulaitteisto on sijoitettu lämmitettävään muovihuoneeseen, jonka mitat ovat 16m x 50m.

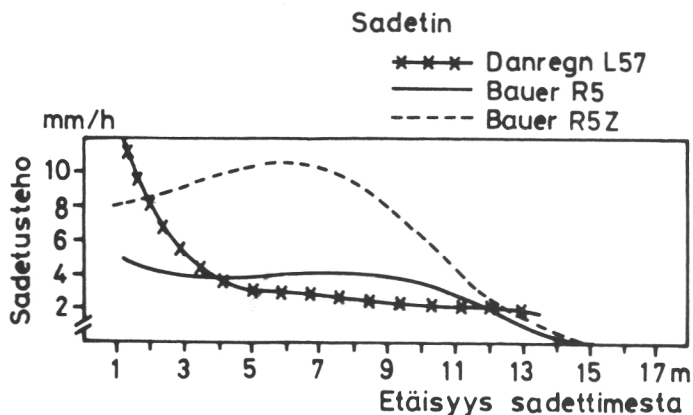
Kastelulaitteiston liikuttelu ihmisvoimin on hankalaa. Kastelun tasaisuus kärsii mikäli laitteen liikuttelunopeus ei ole koko ajan sama. Laitteiston liikuttelunopeudeksi voidaan käyttää esim. sähkömoottoria. Tällöin liike saadaan tasaiseksi. Suunnanvaihtimella laite saadaan automaattisesti kulkemaan edestakaisin ja tällöin sadetuskuvio on suorakaiteen muotoinen. Kuitenkin automaattisestikin toimivat laitteet tarvitsevat seurantaa.

Kastelun tasaisuus on tärkeä tekijä. Koska muovihuoneissa haihdunta huoneen eri osissa vaihtelee, tulee tämä ottaa huomioon kastelujärjestelyissä. Kun käytetään kiinteää laitteistoa voidaan tiheämmällä suuttimien sijoittelulla korvata suuremman haihdunnan aiheuttama lisäkastelun tarve (HOLOPAINEN 1968). HOLOPAINEN (1968) ja WELCHIN (1970) mukaan kastelu on tasaisinta, jos suuttimet ovat vuorotellen. Tulos ei kuitenkaan merkittävästi muuttunut, vaikka suuttimet olivat samoilla huoneen poikkileikkaussuorilla. Tällöin käytettiin RECORD-suuttimia. Suuttimien sijoittelussa tulee myös ottaa huomioon putkiston painehäviöt. HOLOPAINEN (1979) on selvittänyt useiden kiinteässä kasteluverkostossa käytettävien sumu- ja kastelusuuttimien antaman kastelun tasaisuutta. Tutkimuksen mukaan markkinoilla olevien eri suuttimien kastelutasaisuus on ollut vaihteleva. Esim. sumutus-suuttimista DGT-sinisen kastelun tasaisuus on todettu paremmaksi kuin muiden selvityksessä mukana olleiden suuttimien. Vastaavasti kastelusuuttimista esim. RECORD ja DGT-keltainen on todettu hyväksi. Sumutuksella saadaan tasaisempi kastelu kuin pisarakastelulla, mutta toisaalta on nelätty, että sumukastelulla juuristot kehittyvät heikommin. Koska sumukastelussa vettä annetaan pitkän aikaa, on myös esitetty suolojen kulkeutuvan helpommin pintakerroksista jatkuvan liukenemisen seurauksena (HANAN ym. 1978).

CHRISTENSEN (1961) on todennut, että sadettimien ja kastelulaitteistojen antama sadetus jakaantuu epätasaisesti kasteltavalle pinnalle. NISULAN (1975) mukaan hyvän ympyräsadettimen tulisi kastella siten, että kastelun määrä vähenee suoraviivaisesti sadetajasta pois päin. Kuvassa 6 on esitetty kolmen eri ympyräsadettimen sadetuksen jakaantuminen (CHRISTENSEN 1961).

Suuri pisarakoko ja liian runsas kastelu voivat tuhota maan hienorakennetta ja siten vähentää maaperän ilmanvaihtoa (esim. HANAN ym. 1978). Tämä voi muodostua ongelmaksi erityisesti avomaalla, jossa laajan kastelusäteen aikaansaamiseksi käytetään suurta pisarakokoa. Saattaa olla, että tulevaisuudessa on tarvetta kehittää kastelua sellaiseksi, ettei maaperän hienorakenne rikkoonnu kastelun vuoksi.





Kuva 7. Ympyräsadettimien sadetuksen jakautuminen (CHRISTENSEN 1961)

#### 44. Kastelutarpeen määrittäminen

Kastelutarpeen määrittäminen perustuu yleisesti käytännön kokemukseen. Kylvöpenkit on pyrittävä pitämään erityisesti itämisjakson aikana tasaisen kosteina. Koulinta-aloilla pyritään runsaisiin ja harvoin toistuviin kasteluihin. Helposti vettä läpäisevillä kasvualustoilla lannoitteiden huuhtoutumisvaaraa voidaan vähentää tiheämmällä kasteluvälillä ja pienemmillä määrillä (RIKALA 1978).

Muovihuoneissa käytetään jo yleisesti automaatiikkaa ohjaamaan ja säätelemään kastelua. Eräs tällainen järjestelmä on suomalainen ITU-sumutus- ja kasteluautomaatiikka. Tässä kastelun tarvetta ohjataan ITU-anturilla. Anturivahvistin mittaa anturin avulla jatkuvasti ulkoapäin tulevaa säteilylämpöä, kun säteilyn voimakkuus saavuttaa ennalta säädetyt rajan se lähettää sumutuskäskyn sumutuskeskukseen. Sumutustiheys riippuu huoneessa vallitsevasta haihtumisnopeudesta.

RIKALAN (1978) mukaan käytännön taimitarhatoiminnassa kastelutekniikka koetaan ongelmallisena erityisesti kastelun tasaisuuden osalta, joten käytäntöä suoraan palveleva lisätutkimus olisi tarpeen.

Suonenjoen tutkimusasemalla on menossa lämmitettävän muovihuoneen kasvatusautomaatiikan kehittäminen, jonka puitteissa selvitetään myös eri kastelujärjestelmiä ja niiden automatisointia.

## 5. KOULINTA

### 51. Yleistä

Koulinnalla tarkoitetaan taimien siirtämistä alkuperäiseltä kasvupaikalta, kylvöpenkistä toiseen kasvupaikkaan, jolloin ne istutetaan myös harvempaan asentoon. Tarkoituksena on tuuheuttaa juuristoa, tannakoittaa taimia, parantaa juuri-verso-suhdetta ja lisätä taimien metsänviljelykelpoisuutta (esim. ALDHOUS 1972, PARVIAINEN 1980). Suomessa taimia kasvatetaan koulinnan jälkeen 1-2 vuotta ennen maastoon istutusta. Kuten luvussa 2 todettiin, ovat koulintakustannukset verraten suuri kustannuserä, tästä syystä koulinnan kehittämiseen on kiinnitetty paljon huomiota.

### 52. Koulintatekniikka

Ainoastaan pienemmillä taimitarhoilla koulitaan edelleen käsin. Pitkittäinen vako voidaan tehdä traktorivetoisella auralla ja taimet asetetaan vakoon esim. Lindellin laitteella. Lautakoulinta tehdään penkkiin poikittaissuuntaan. Tässä koulija kaivaa lapiolla vaon ja asettaa taimet vakoon käsin määrävällein.

Suomessa käytetään koulintaan pääasiassa traktorivetoisia koulintakoneita. Näistä levykoulintakoneet LÄNNEN ja ACCORD ovat yleisimpiä. SUPER-PREFER-pihtikoulintakoneita on vain muutama kappale. Suurille taimitarhoille on valmistettu 15-yksikköisiä koneita yhdistämällä kolme tavanomaista 5-paikkaista konetta. Viisipaikkaisen koneen vetokoneena voidaan käyttää keskisuurta (40-50 kW) maataloustraktoria, 15-paikkaisen vetokoneeksi tarvitaan suuri (55 kW) nelivetoinen tai teloilla varustettu maataloustraktori. Kummassakin tapauksessa tarvitaan traktoriin alennusvaihte.



Kuva 8. 15-paikkainen koulintakone Pekolammin taimitarhalla

Kustannussäästöjen lisäksi (luku 53) konekoulinnan etuina ovat työn keventyminen ja suoja työntekijöille sääolosuhteita vastaan sekä pienempi ihmis-työtarve, taimien parempi suojaus ja se, ettei koulintavako kuivu. Haastattelututkimuksessa konekoulintaa on pidetty miellyttävämpänä työnä kuin käsinkoulintaa (HARSTELA 1977). Haittana taas on epätasaisempi koulintajälki ja helposti syntyvät "koukkujuuret". Koukkujuurten syntyä on jossain määrin voitu vähentää syventämällä vakoa tekevää auraa. Koulintakoneiden ergonomisissa olosuhteissa on myös puutteita.

Keski-Euroopassa käytetään paljon itsekulkevia koulintakoneita. Suomen oloissa niiden kannattavuus on kyseenalainen lyhyen työkauden vuoksi, jolloin pääomakulut todennäköisesti ylittävät traktorin tuntikustannuksen. Keski-Euroopassa on myös suhteellisesti enemmän pihtisyöttöisiä koneita kuin Suomessa (PARVI-AINEN ja TERVO 1980). Niiden etuna on tasaisempi taimiväli ja taimien asettuminen paremmin pystyasentoon kuin levysyöttöisissä koneissa. Levysyöttöinen kone

edellyttää istuttajalta suurta huolellisuutta, jotta taimet tulevat oikeaan asentoon. Pihtikoulintakoneen haittana taas on pienien taimien pihteihin asettelun hankaluus. Levykoulintakone lienee myös toimintavarmempi mm. liikkuvien mekaanisten osien pienemmän määrän vuoksi.

Koulintakoneiden ergonomisena ongelmana ovat lähinnä huono työasento ja huonot istuimet. Pihtisyöttöisessä koneessa on parempi työasento, koska tainta ei tarvitse saattaa yhtä pitkälle kuin levysyöttöisessä. Suonenjoen tutkimusasemalla levysyöttöisen koneen ergonomisia ominaisuuksia parannettiin seuraavasti (kuva 9):

- istuimen pehmustus ja selkänojat
- istuimen säädettävyys
- levyjen puristuskohdan muuttaminen aikaisemmaksi (saattaminen lyhenee)
- jousitettujen ja pehmustettujen valjaiden käyttö heikkoselkäsillä työntekijöillä.

Kokemukset näistä muutoksista olivat myönteisiä.



Kuva 9. Selkänojalliset istuimet ja yläruumista kannattava jousitettu hihna koulintakoneessa.

Valon voimakkuus koulintakoneessa oli puolipilvisenä päivänä:

- kone katettu ympäriinsä pressulla 30

- luksia  
 - kone katettu ympäriinsä muovilla 1000  
 luksia.

Ensin mainittua arvoa on pidettävä taimien lajittelutyöhön riittämättömänä.

Koulinnan täydellistä koneellistamista on kehitetty Suomessa 60-luvun lopulla Metsänjalostussäätiön toimesta nauhakoulintamenetelmällä, josta on myös norjalainen sovellutus (MOEN 1968). On myös kehitetty prototyypikone paperinauhojen väliin liimattujen tai nidottujen taimien koulintaan (HALME 1981). Menetelmän käyttöönoton lienevät estäneet huonot biologiset tulokset ja menetelmän kalleus, koska jo taimien nauhojen väliin asettelu edellyttää materiaalikustannusten lisäksi lähes yhtä paljon käsityötä kuin koulinta nykyisillä koneilla. Etuna olisi lähinnä se, että työtä voitaisiin siirtää talvikaudeksi.

### 53. Koulinnan tuottavuus ja kustannukset

Koulintaan liittyvien töiden ajanmenekki on ollut seuraava (HUUSKO 1971):

		Työnarvo *), cmin/100 kpl
- nosto laatikoihin	ku 1m+0	149 - 197
	mä 1m+0	110 - 194
- lajittelu	ku 1m+0	516
	mä 1m+0	445
- käsinkoulinta		
kammalla	mä 1m+0	718 - 776
- käsinkoulinta		
rakokoulintana	mä 1m+0	678
- koulintavaon teko		
lapiolla	mä 1m+0	194
- konekoulinta	mä 1m+0	472

\*) normaaliaika tutkimus

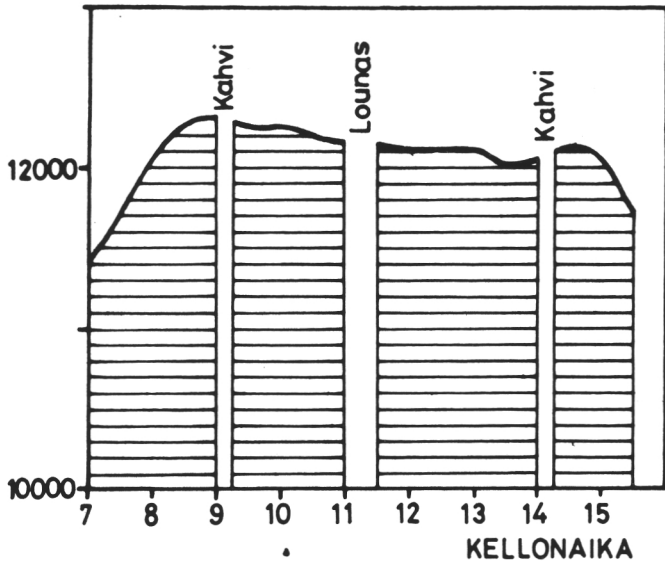
Taimien irrottamiseen ennen nostoa käytetään avomaalla traktorivetoista laitetta, joka leikkaa maan alta ja täryttää taimia irti. Taimet voidaan lajitella myös koulinnan yhteydessä mikä lienee nykyisin yleisin tapa. Eri lähteiden mukaan konekoulinnan

tuottavuus on seuraava (VÄRE 1972, HARJULA ja KARPPELIN 1974, HERRANEN 1980):

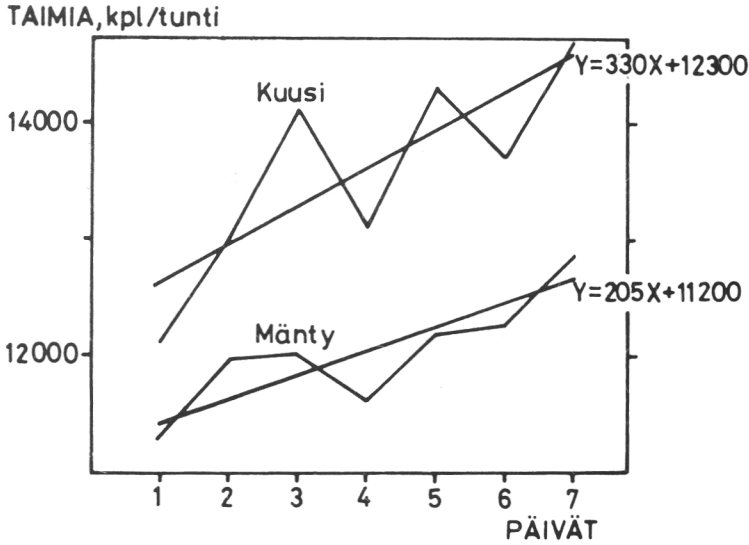
- mänty ja kuusi 1M+0 9000-17000 tainta /8 h/yksikkö (= koulija)
- koivu 6000- 8000 tainta /8 h/yksikkö (= koulija)

RUMMUKAISEN ja MÄKELÄN (1968) tutkimuksen mukaan koulijoiden keskimääräinen tuotos on ollut konekoulinnassa n. 2000 tainta/h. Eri koulijoiden välillä tuotoksessa voi olla suuriakin eroja. Kuvassa 10 on myös esitetty työn tuottavuus konekoulinnassa työpäivän aikana. Myös puulajilla on merkitystä työn tuottavuuteen. Kuvassa 11 on esitetty työn tuottavuus kuusen ja männyn taimien konekoulinnassa. NISULA-menetelmässä koulintatuotos on ollut 60000-80000 tainta/8h/8 koulijaa (NISULA 1978).

TAIMIA, kpl/tunti



Kuva 10. Konekoulinnan tuntituotos kuuden koulijan ryhmällä työpäivän aikana (RUMMUKAINEN ja MÄKELÄ 1968).



Kuva 11. Konekoulinnan tuntituotoksen kehitys koulintajakson aikana männyllä ja kuusella (RUMMUKAINEN ja MÄKELÄ 1968).

Suomessa koulitaan muutamilla taimitarhoilla käsin. Perusteluna käsin koulintaan on mm. kasvatuslohkojen konekoulinnalle epäedullinen koko ja muoto, maaperän kivisyys yms. Käsinkoulinnassa riviväli on n. 15 cm ja konekoulinnassa n. 20 cm. Tästä johtuen taimisaanto on suurempi kuin konekoulintaa käytettäessä. Käsinkoulinnassa keskimääräiset tuotokset ovat olleet 5500-9500 tainta/8h (VÄRE 1972, MATTILA 1981, SEPPÄLÄ 1981).

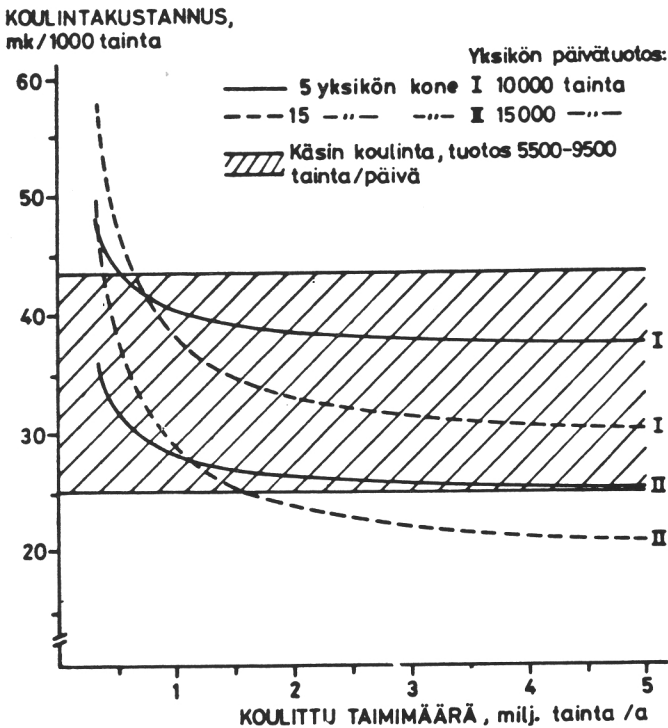
Taimien nostokustannus oli vuoden 1980 kustannustason mukaan 3-10 mk/1000 tainta ja kuljetuskustannus kylväalalta koulinta-alalle 3-4 mk/1000 tainta (MÄKELÄ 1981). Taimet nostetaan laatikoihin hyvässä järjestyksessä, mikä nopeuttaa ja helpottaa työskentelyä koulintakoneella. Varsinaisen konekoulinnan kustannukset on esitetty kuvassa 12, kun laskentaperusteet olivat seuraavat (TERVO 1981):

	5 yksikköä	15 yksikköä
- hankintahinta, mk	22 000	65 000
- jäännösarvo %		
hankintahinnasta	20	20
- poistoaika, a	10	10
- korko, %	10	10

- korjaus + huolto, mk 1000

1800

Traktorin ja kuljettajan tuntikustannuksena käytettiin 5-koulintayksikön koneella 60 mk/h ja 15-koulintayksikön koneella 65 mk/h. Koulijoiden tuntipalkkana sosiaalikustannuksineen oli 29,40 mk/h ja koneen tuotoksena 10000 ja 15000 tainta/8h/koulintayksikkö. Kummallakin koneella käytettiin koulijoiden lisäksi yhtä työntekijää, joka mm. vaihtoi tyhjt taimilaatikat täysiin, tarkkaili koulintajälkeä ja korjasi taimien asentoa. Jo n. 1 milj. vuotuisella koulintamäärällä oli 15-paikkainen kone edullisempi kuin 5-paikkainen.



Kuva 12. Koulinnan kustannukset

Konekoulinnan työajanmenekki on ollut viisipaikkaisella koulintakoneella 40-50 % pienempi ja kouli-



joiden palkkakustannukset suunnilleen saman verran pienemmät kuin käsinkoulinnassa (HUUSKO 1971, HARJULA ja KARPPILIN 1974). Kuten edellä osoitettiin, pienevät kustannukset yleensä 15-paikkaiseen koulintakoneeseen siirryttäessä. Kun kustannuksiin lisätään traktorin ja kuljettajan kustannukset sekä koneen pääomakulut, jää konekoulinta yleensä edelleen halvemmaksi kuin käsin koulinta. Edullisuuteen luonnollisesti vaikuttaa vuosittainen käyttötuntimäärä.

## 6. JUURTEN LEIKKAUS

### 61. Yleistä

Paljasjuuristen taimien tuotantotekniikka on pitkään ollut lähes samalla tasolla. Merkittävin muutos on ollut n. 10 vuotta sitten siirtyminen käsinkoulinnasta pääosin koneelliseen koulintaan. Koska koulinta on edelleen paljon kustannuksia vaativa työ, on tuotannon rationalisoimiseksi kehitetty menetelmä, jossa taimet kasvatetaan avomaalla riveissä. Leikkaamalla kasvatuksen aikana juuristoa, voidaan sen kasvua ohjata ja samalla edistää haaroittumista (PARVIAINEN 1980). Juurten leikkaus on tunnettu 1800-luvulta alkaen, jolloin se tehtiin mm. istutustyön helpottamiseksi (WITTWE 1897, SPITZENBERG 1908). Juurten leikkaus kasvatusmenetelmänä on esitetty Keski-Euroopassa 1930-luvulla (SWART 1935). Pohjoismaissa juurten leikkaukseen kasvatusmenetelmänä alettiin kiinnittää huomiota 1950-luvun alussa (BØRSET 1953, HIORTH 1954). Suomessa menetelmää on kokeiltu käytännön taimitarhoilla 1970-luvulla ja voimaperäisesti sitä on tutkittu vuodesta 1975 alkaen (PARVIAINEN 1980, NIIRANEN 1981). Kokeiluissa käytännön taimitarhoilla juurten leikkaus on ollut lievää, koska leikkausetäisyys taimien tyvestä on ollut jopa 10 cm. Biologisissa tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että leikkaamisen J-terällä tulisi tapahtua n. 5 cm:n etäisyydeltä taimen tyvestä ja n. 8 cm:n syvyydeltä (PARVIAINEN 1980).

### 62. Juurten leikkauksen tekniikka

Leikkaukseen taimirivien välistä voidaan käyttää useita erilaisia leikkausvälineitä. Jo 1800-luvulla käytettiin rivin kerrallaan leikkaavia käsityövälineitä (esim. WITTWE 1897). Myöhemmin on käytetty mm.

J-muotoista terää (TREDE 1932). Jos käytetään veitsimäistä terää, niin edestakainen liike helpottaa leikkausta (LAIHO 1966, LOTT ja HALLMAN 1973).

Kiekkoleikkuri soveltuu hyvin sivultaleikkaukseen. Se ei ole herkkä tukkeutumaan maassa oleviin puupaloihin yms. Kiekkojen välisen etäisyyden tulee kuitenkin olla riittävän suuri, ettei varsinkin määrällä kasvualustalla tapahdu maan takertumista pyöriin leikkureihin (HARSTELA ja TERVO 1977). Kiekkoleikkuria, jossa kiekot ovat takaapäin katsottuna V:n muotoisessa asennossa, on käytetty mm. Keski-Euroopassa hevosvetoisena (LUDEMANN 1962). U-muotoinen terä on mm. tanskalaisessa EGEDAL laitteessa (MOSEGAARD 1976). Esim. Kanadassa, Yhdysvalloissa ja Uudessa-Seelannissa on juuria leikattu alta laitteella, jossa kapea terä kulkee penkin alla tehden edestakaista sahaavaa liikettä (esim. LOTT ja HALMANN 1973). Toinen vaihtoehto on se, että altaleikkaavat terät ovat viistossa taaksepäin ja keskelle jää aukko (ALDHOUS 1972).

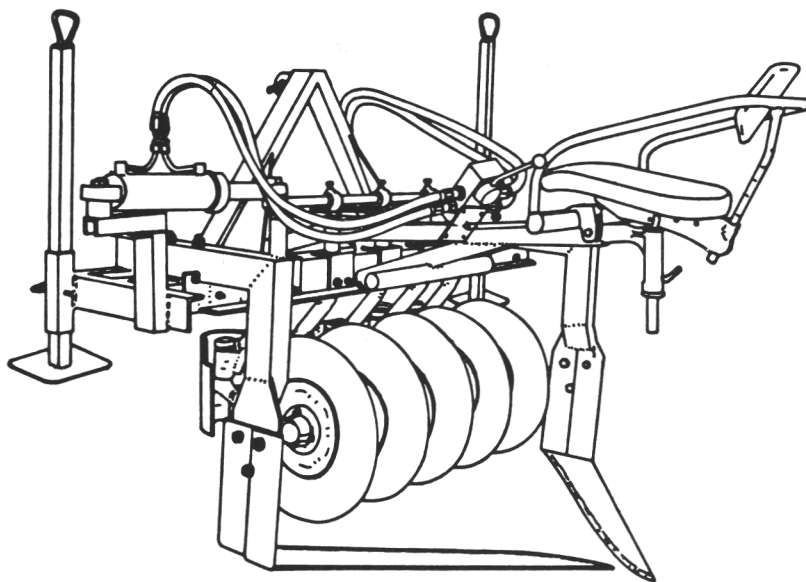
Kasvualustan kosteus vaikuttaa leikkauksen onnistumiseen. Määrällä ja plastisella maalla juuret voivat siirtyä terän edessä kuitenkin katkeamatta. Erityisesti tällaisissa olosuhteissa liikkuvalla terällä saavutetaan parempi tulos kuin kiinteällä (EIS 1968, EIS ja LONG 1973). Terän materiaalin tulee olla selkeästä, että se pysyy terävänä pitkiäkin aikoja (EIS 1968). Myös terän terävyys vaikuttaa leikkaustulokseen. DUSEKIN (1967) mukaan juurten leikkaamisessa käytetty terä ei saa olla 3 mm:ä paksumpi. Mikäli käytetään paksumpaa terää, voi juuriston jälsisolukko vaurioitua ja juuristo repeytyä.

Juurten leikkaus samalla koneella erilaisissa olosuhteissa (maaperä, kosteusolot, leikkausta haittaavat esteet kuten kivet ja juurakonpalat yms.) edellyttää leikkuukoneelta säätömahdollisuuksia. Samaa edellyttää vaihteleva taimien koko, jos samalla koneella pyritään leikkaamaan myös koulittujen taimien juuria.

Ruotsalaista valmistetta olevaa juurtenleikkuukonetta on käytetty myös Suomessa. Tämän koneen J-muotoisen terän edestakaisen liikkeen nopeus on n. 1000 kertaa minuutissa ja iskunpituus n. 3 cm (NIIRANEN

1975, SJÖVALL 1977).

Suonenjoen tutkimusaseman ja taimitarhan yhteistyönä rakennettiin kiekkeleikkuri, joka ensisijaisesti tarkoitettiin metsitykseen menevien, koulittujen taimien juurten leikkaamiseen noston helpottamiseksi (HARSTELA ja TERVO 1977). Tähän koneeseen on rakennettu lisäksi altaleikkaavat terät, jotka ovat taaksepäin n. 45°kulmassa, ja taakse jää aukko. Terien asennosta ja taakse jäävästä aukosta johtuen siihen ei takerru juuria yms. siinä määrin kuin suoraan kiinteään terään. Kokemusten mukaan terien on oltava verraten jäykät, jotta ne kulkisivat myös keskiosaltaan säädetyllä syvyydellä.



Kuva 13. Suonenjoen tutkimusasemalla rakennettu kiekkeleikkuri, jossa on myös altaleikkaavat terät.

Suonenjoen tutkimusasemalla on rakennettu juurten leikkuun koepenkkikone, jossa teknisiä muuttujia voidaan säätää sekä kokeilla erilaisia terävaihtoehtoja parhaan leikkaustuloksen selvittämiseksi. Näillä molemmilla koneilla on leikattu männyn ja kuusen taimien juuria.



Kuva 14. Juurten leikkuun "koopenkkikone"

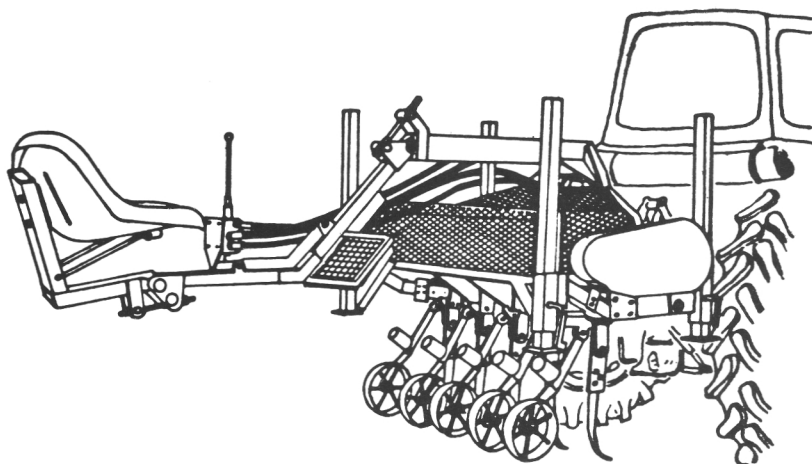
Koopenkkikoneen teriä voidaan vaihtaa ja säätää niiden iskunpituutta ja liikenopeutta. Terän liike edesauttaa leikkuuta ja ilmeisesti vähentää terän tukkeutumista. Edestakaisen liikkeen nopeus riippuu ajonopeudesta, pienellä nopeudella liike voi olla hitaampi kuin käytettäessä suurempaa nopeutta. Leikkaustarkkuus riippuu ajonopeudesta niin ikään. Pienemmällä nopeudella saadaan leikkaus tarkemmaksi.

Koopenkkikone on varustettu tarkalla hydraulisella ohjauksella. Kokemusten mukaan vaikeissa olosuhteissa (märkä ja pehmyt kasvualusta) esim. kannatinpyöriin perustuva ohjaus ei ole riittävän tarkka. Tämän koneen terien ohjaus on saatu tarkaksi ja toimintavarmaksi tukemalla ohjausliike traktorin painoon. Leikkuukone kiinnitetään traktorin kolmipistenostolaitteeseen. Ohjauksen säätövara on n. 300 mm.

Suonenjoen taimitarhalla on käytetty tätä koopenkkikonetta vuodesta 1977 alkaen. Kokemusten perusteella päädyttiin J-muotoisiin leikkuuteriin. Tämä, nyt sarjavalmistuksessa oleva kone poikkeaa ruotsalaisesta J-teräleikkurista (JAKARFFY 1969, SJÖVALL 1977)

mm. seuraavissa kohdin:

- hydraulinen ohjaus, joka tapahtuu suhteessa traktoriin (vain terät runkoineen ohjautuvat). Tästä johdettua ohjausta on kevyt ja tarkka.
- J-terän edellä ei ole erillistä pystysuoraa leikkuterää
- ei ole kannatinpyöriä. Leikkaussyvyys säädetään traktorin nostolaitteella.



Kuva 15. Suonenjoen Metalli Oy:n valmistama juurtenleikkuukone (J-terä)

Hydraulinen ohjaus on tarkka myös märällä ja pehmeällä alustalla. Kannatinpyörien avulla tapahtuvassa ohjauksessa on viivettä, jolloin leikkaus voi tapahtua joko liian läheltä tai liian kaukaa taimesta. Mikäli juuristoa leikataan liian läheltä, taimi vaurioituu ja se ei enää ole metsityskelpoinen. Leikkaamalla liian etäältä taas ei saavuteta sitä biologista tulosta, mikä juurtenleikkuumenetelmässä on tarkoitus.

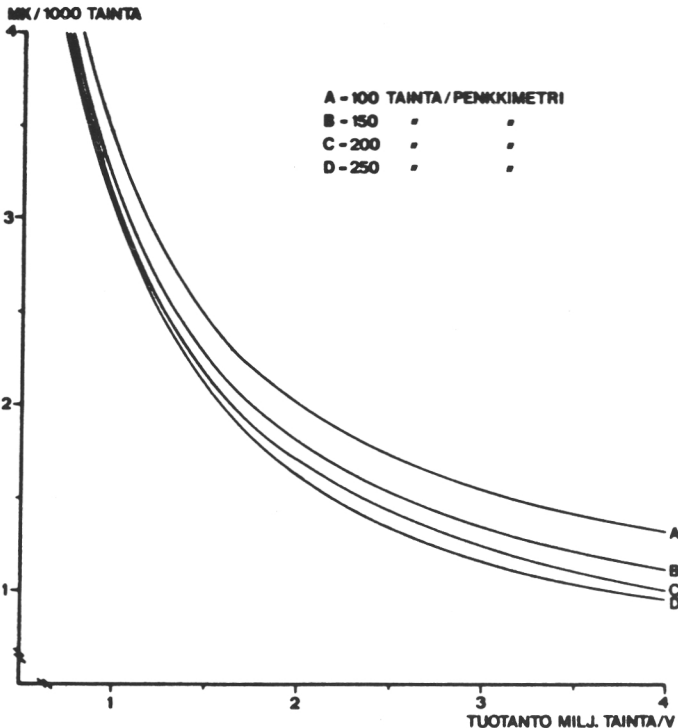
## 63. Kustannukset ja pinta-alan tarve

Merkittävin ero koulittujen ja leikattujen taimien tuotantokustannuksiin tulee koulinnan poisjäämistä juurten leikkausta käytettäessä. Koulittavien taimien noston ja siirron sekä koulinnan palkka- ja konekustannukset ovat n. 2,9 p/taimi, kun käytetään 15-yksikön konetta (yksikkötuotos 12 500 tainta/8h) ja tuotantomäärä on 2 milj. tainta/a.

Juurten leikkuun palkka- ja konekustannukset on esitetty kuvassa 16. Tällöin käytettiin seuraavia laskentaperusteita:

- koneen hankintahinta 18 500 mk
- poistoaika 10 a
- korko 10 %
- jäännösarvo 20 % hankintahinnasta
- korjaus + huolto 100 mk/a

Traktorin ja kuljettajan tuntikustannuksena käytettiin 60.00 mk. Ohjaajan 24.89 mk (sis. sos.kust.). Ajo-nopeutena 1500 m/h, sekä käännösten ja keskeytysten osuutena 10 %.



Kuva 16. Juurten leikkuun kustannukset

Juurten leikkauskustannus 2 milj. taimien tuotantomäärällä on 0,2 p/taimi, joten se on 2,7 p/taimi halvempi toimenpide kuin koulinta.

NIIRASEN (1981) mukaan v. 1978-1980 Metsänjalostussäätiön taimitarhalla kasvatettujen 2-vuotisten leikattujen taimien muuttuvat kasvatuskustannukset (sisältävät työpalkat ja tarvikkeet) ovat olleet keskimäärin 2.67 p/taimi ja koulituilla 2A+1A taimilla 7.30 p/taimi. Edellä esitetyt kustannukset eivät sisällä taimien nosto- ja lajittelukustannuksia. Koulitettujen taimien noston on arveltu olevan n. 0.5 p/taimi halvempaa kuin leikattujen taimien. Suorien muuttuvien kustannusten ero edellä mainittujen taimityyppien välillä on NIIRASEN (1981) mukaan n. 4 p/taimi.

Juurten leikkuumenetelmässä tarvitaan eri-ikäisille taimille saman suuruinen pinta-ala. Koulintaan

perustuvassa menetelmässä kylvöpinta-alan tarve on suhteellisen pieni. Taulukossa 4 on esitetty tehollisen pinta-alan tarve 1 milj. taimen tuottamisessa. Juurten leikkuumenetelmässä rivivälin pienentäminen huomattavastikin alle 20 cm:n lienee mahdollista sekä biologisesti että teknisesti.

Taulukko 4. Tehollinen pinta-alantarve eri tuotantomenetelmällä 1 milj. tainta/a tuottamiseksi (PARVIAINEN 1980).

	Leikatut				Koulitut	
	2A	2A	3A	3A	1M+1A	2A+1A
	saanto	saanto	saanto	saanto	kylv. 500	kylv. 500
	tainta/ metri	tainta/ metri	tainta/ metri	tainta/ metri	tainta/ metri	tainta/ metri
					koulinta 100 tain- ta/m	koulinta 100 tain- ta/m
	kasvatuspinta-ala, ha					
1. vuosi	0,5	0,4	0,8	0,7	0,2	0,2
2. vuosi	0,5	0,4	0,8	0,7	1,0	0,2
3. vuosi	-	-	0,8	0,7	-	1,0
yht.	1,0	0,8	2,4	2,1	1,2	1,4

## 7. LANNOITUS

Lannoitus on taimien kasvamisjakson aikainen tärkeä hoitotoimenpide. Lannoituksella voidaan taimien kasvua tuntuvasti parantaa (esim. LEHTO ja SIMOLINNA 1966). Lannoitteita voidaan antaa rakeisena tai liuoksena. Muovihuonekasvatuksessa on yleistynyt liuoslannoitus, joka annetaan kastelun yhteydessä. Avomaakasvatuksessa (koulinta-alat) lannoitteet annetaan hajalevityksenä tai sijoituslannoituksena riveihin. Taulukossa 5 on esitetty Suomen taimitarhojen käytämät lannoitteiden levitystavat kasvatiskohteittain (RIKALA 1978).



Taulukko 5. Lannoitteiden levitystavat Suomen  
taimitarhoilla (RIKALA 1978)

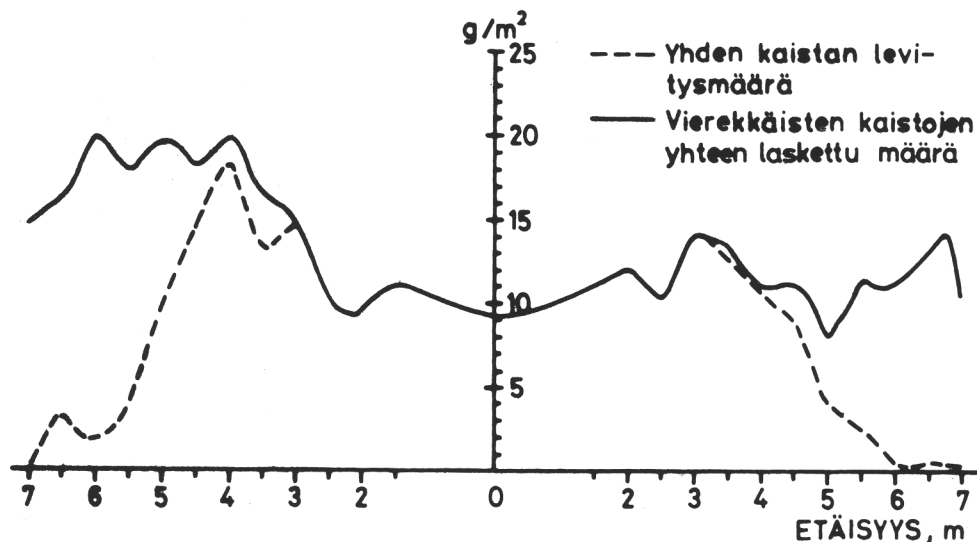
Lannoitus- kohde	Levitystapa		
	Haja- levitys	Haja- ja rivilevi- tys	Hajalevitys ja liuoslan- noitus
	%, taimitarhoista		
Muovihuone	54	-	46
Avomaa			
- kylvöalat	46	5	49
- koulinta- alat	58	23	19

Taulukon 5 mukaan muovihuoneissa yleisimmin käytetty lannoitustapa on ollut hajalevitys. Tilanne lienee vuodesta 1978 muuttunut siten, että nykyisin liuoslannoitus kastelun yhteydessä on yleisin. Tähän on vaikuttanut mm. liuoslannoitus- ja kasteluautomaatiikan kehittyminen.

Kasvatusalustan peruslannoituksesta ja taimien kasvatukseen liittyvästä lannoituksesta on olemassa suosituksia (esim. INGESTAD 1962, PUUSTJÄRVI 1973). Lannoitustarpeen määrittämismenetelminä ovat käytännön kokemuksen myötä saatu taito sekä maa- ja neulasanalyysit. RIKALAN (1978) tutkimuksen mukaan avomaan kylvöaloilla maa-analyysin käyttäjät käyttävät enemmän tyypeä kuin käytännössä saadun kokemuksen mukaan kasvattajat. Koulinta-alojen lannoituksessa tilanne on ollut päinvastainen.

Lannoitteet tulee levittää mahdollisimman tasaisesti (esim. LEHTO ja SIMOLINNA 1966). Lannoitteiden tasainen levitys edellyttää hyvää levityslaitteistoa. Kastelun yhteydessä annettavan lannoituksen tasaisuus riippuu kastelulaitteistosta. Tästä johtuen kastelulaitteiston kastelun tasaisuuden merkitys korostuu entisestään. Riittävä maaperän kosteus on perusedellytys kasvien ravinteiden otolle (esim. RAITIO ja RI-

KALA 1981). Avomaa-aloilla perus- ja lisälannoituksessa käytetyt haja- ja rivilevityslaitteet ovat samoja kuin maataloudessa käytetyt (esim. TIVE-lannoitin, TUME-rivilannoitin ja hara).



Kuva 17. Lannoituksen tasaisuus TIVE-lannoittimella

Suonenjoen taimitarhalla mitattiin lannoituksen tasaisuutta TIVE-lannoitinta käyttettäessä. Levittimessä on keskipakoheitin. Mittaustoistoja oli 9. Traktorin ajonopeus oli tavanomainen lannoituksessa käytetty ja lannoitteena oli oulunsalpietari. Kuvassa 17 esitetyn tuloksen mukaan lannoitteen leviämistä ei voida pitää kovin tasaisena. Mann-Whitneyn U-testin mukaan lannoittimesta 1,5 m:n ja 4,5 m:n (vasen puoli) päästä mitatut arvot eroavat 5 %:n riskitasolla toisistaan ja suurempi arvo on n. 1,5-kertainen. Lannoituksen tasaisuuteen voi vaikuttaa lannoitetta heittävä pyörän pyörimisnopeus. Pyörimisnopeuden vaikutusta ei kuitenkaan tässä kokeessa selvitetty. Ajamalla eri ajoreittiä eri lannoituskerroilla voidaan lannoituksen tasaisuutta parantaa.

Tasaisimman kokonaistuloksen antaa tässä tapauksessa ajaminen siten, että ajokaistojen väliin jää 5 taimipenkkiä. Tällä toimintaperiaatteella toimivat levittimet tulisikin testata ja tällä perusteella määrittää levityskaistojen leveys.

Lannoituksessa on huolehdittava siitä, ettei lan-

noite jää taimien päälle. Lannoituksen jälkeinen kastelu huuhtoo lannoitteet taimien pinnalta ja edistää niiden painumista ja liukenemistä kasvualustaan (LEHTO ja SIMOLINNA 1966). Liiallinen kastelu voi huuhtoa lannoitteet liian syvälle, jolloin niiden vaikutus jää vähäiseksi.

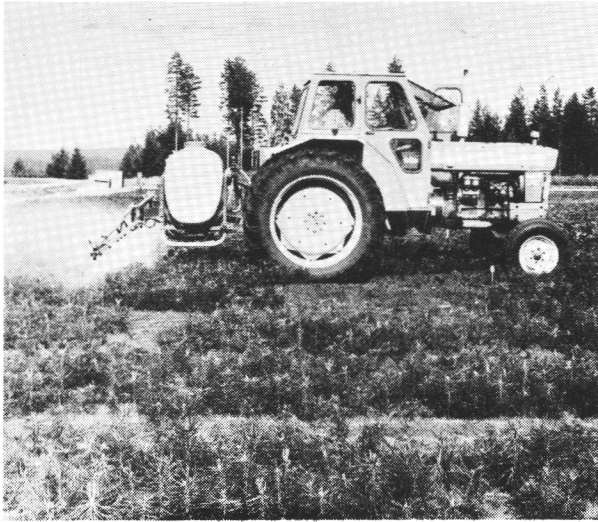
RIKALAN (1979) mukaan avomaan liuoslannoitukseen nykyisellä kastelutekniikalla on suhtauduttava varauksella. Haja- ja rivilevityksen vaikutuksissa taimien kasvuun ei ole ollut suuria eroja. Rivilannoituksen eduksi on katsottu lannoituksen yhteydessä tapahtuva mekaaninen haraus. Hienojakoisilla mailla saattaa rivi- sijoituslannoitus antaa hajalevitystä paremman tuloksen, koska lannoite saadaan suoraan oikeaan syvyyteen ja ravinteiden huuhtoutumisvaara on vähäisemmästä kastelutarpeesta johtuen pienempi kuin karkeajakoisilla mailla.

Taimitarhoilla käytetyt lannoitteet ovat yleensä helppoliukoisia. Lannoituksia joudutaan toistamaan useita kertoja kasvatuskauden aikana. Myös hidasliukoisia (esim. OSCOMOTE 14-14-14) lannoitteita on kehitetty. HÄNNISEN (1979) mukaan hidasliukoisten lannoitteiden menekki (ravinteet kg/ha) on lähes sama kuin helppoliukoisten. Hidasliukoisten lannoitteiden hinta on moninkertainen helppoliukoisiin verrattuna. Lannoitteiden levityskustannukset ovat vain pieni osa lannoitekustannuksista. Tästä johtuen hidasliukoiset lannoitteet eivät ole koulinta-aloilla taloudellisesti perusteltuja.

Puun ja turpeen käyttö energialähteenä ja toisaalta maaperän "väsymisilmiöt" ja taimien kasvuhäiriöt saattavat lisätä tulevaisuudessa tuhka- ja viherrannoituksen käyttöä.

## 8. TORJUNTA-AINEIDEN LEVITYS

Taimitarhoilla käytetään torjunta-aineita mm. hyönteis- ja sienituhoja, eritoten talvituhosieniä, vastaan. Torjunta-aineet levitetään pääosin traktorisovitteisella ruiskulla (kuva 18). Reppuruiskuja käytetään lähinnä muovihuoneissa ja pienillä aloilla. Torjunta-aineita annetaan sekä pölyttinä että nesteinä.



Kuva 18. Torjunta-aineen levitystä traktori-  
sovitteisella ruiskulla.

Siemenen peittäystä käytetään joillakin taimitarhoilla. Peittäyksellä suojataan siemeniä itämisvaiheen sienituhoja ja lintujen tuhoja vastaan (SIMOLINNA 1965).

Metsitykseen menevät männyn taimet suojataan tukkimiehentäitä vastaan. Tällöin taimien versot kostutetaan lindaaniliuoksella. Käsittely tehtänee pääosin metsässä ennen istutusta. Ohjeiden mukaisten suojainten ja suojavaatetuksen käyttö on välttämätöntä.

Mittausten mukaan pestisidien käsittelyyn ei liity taimitarhalla huomattavia työhygieenisiä ongelmia muovihuoneita ehkä lukuunottamatta. Työntekijöiden altistuminen on suurinta aineiden mittauksissa ja ruiskujen täyttövaiheessa. Ruiskutuksessa traktorinkuljettajan altistuminen lienee vähäisempi kuin apumiehen (KANGAS ym. 1980). Henkilökohtaisten suojainten ja suojavaatetuksen käyttö on välttämätöntä.

KANKAAN ym. (1980) mukaan torjunta-ainealtistusta voidaan vähentää mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- täyttämällä ruiskutus säiliö valmiista torjunta-ainepakkauksista punnituksen sijasta
- huomioimalla tuuliolosuhteet levityksessä
- työnopastuksella

- riittävän suojavaatetuksen ja hengityssuojainten käytöllä
- välttämällä ruoan ja juoman nauttimista ja tupakoinnista levitystyön aikana
- peseytymällä riittävän usein
- välttämällä reppupölyttimen tai -ruiskun käyttöä (käyttämällä mieluummin traktoriruiskua)
- varastoimalla torjunta-ainetta vain vuosi kerrallaan varastoaikaisen hajoamisen välttämiseksi. Varaston tulee olla kuiva, kylmä, pimeä ja hyvin tuuletettu.

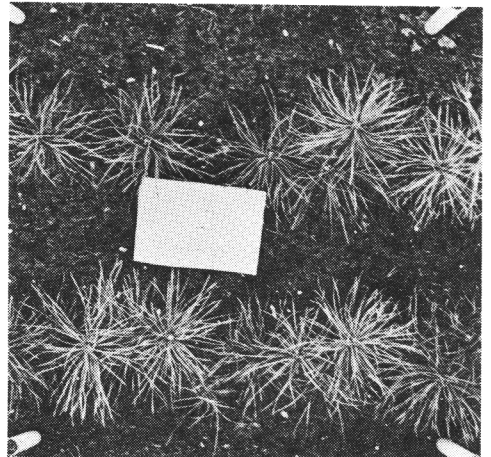
Haastattelututkimuksissa torjunta-aineiden levitystä on pidetty yhtenä hankalimmista töistä (HARSTELA 1977). Syynä tähän saattaa olla psyykkinen pelko torjunta-aineita kohtaan.

Nykyisin käytössä olevilla kasvinsuojeluaineiden levittimillä koko kasvusto käsitellään päältäpäin. Tällöin myös rivivälit ja käytävät tulevat käsitellyiksi. Rivivälien ja käytävien osuus voi olla jopa 80 %, joten taimien peittävyys on vain n. 20 % (kuvat 19 ja 20). Tällöin suurin osa käytettävästä aineesta menee suoraan maahan, vaikka se on tarkoitettu taimille. Käytetyt kasvinsuojeluaineet eivät vaikuta juuriston kautta. Torjunta-aineiden levitystekniikka tulisi suuntautua menetelmien- ja laitteiden kehittämiseen siten, että pelkästään taimi tai määrätty osa siitä käsitellään. Tällöin myös torjunta-ainejäämät maaperässä jäisivät vähäisemmäksi kuin nykyisillä menetelmillä. Eräänä ratkaisuna on esitetty elektrostaattisia ruiskuja, joilla ruiskutetut varautuneet pisarat etsiytyvät kasveihin. Tällaisilla ratkaisuilla on voitu vähentää torjunta-ainemenekkiä jopa puoleen (Farm...1977, The Status...1982).

Maan desifiointiin käytetään kemikaaleja, jotka ruiskutetaan esim. kyntämisen yhteydessä, tai höyrytystä. Seurauksena on hyödyllisen pieneliöstön väheneminen. Useiden desifiointikertojen seurauksena on todettu mm. Keski-Euroopassa maan tiivistyvän huomasti vettä läpäiseväksi. Käsitteilykustannus on n. 8 000 mk/ha. (HALLER 1978, PARVIAINEN ja TERVO 1980).



Kuva 19. Männyn 2A-taimien peittävyys syyskoulun jälkeen.



Kuva 20. Keväällä kouluttujen männyn taimien peittävyys syksyllä.

## 9. RIKKARUOHJOJEN TORJUNTA

LEHDON ja SIMOLINNAN (1966) mukaan 1960 luvun alussa rikkakasvien torjuntakustannusten osuus taimien kasvatuskuluista on ollut keskimäärin 40 %. Rikkakasvien torjunnan osuus on nykyisin 7-10 % kasvatuskustannuksista (MÄKELÄ 1982, TAVAILA 1982). RUMMUKAISEN (1981) mukaan koulinta-alojen kitkemisen vuosikustannus on ollut n. 10 000 mk/ha, harauksen n. 4 100 mk/ha ja käytettäessä kemiallista torjuntaa n. 1 300 mk/ha. Tehtäessä kemiallinen torjunta keväällä ja tarpeen mukaan harauksia kasvukauden aikana on rikkaruohojen torjuntakustannus ollut n. 1 250 mk/ha.

Kesannointi on tärkeä rikkakasvien torjuntakeino. Myös maan desinfiointi, jota käsiteltiin edellisessä luvussa, tuhoaa myös rikkakasvien siemeniä. Kasvatuksen aikana käytetään kemikaaleja hajalevityksenä kylvöalueille tai riviväliruiskutuksina. Suonenjoen taimitarhalla on rakennettu riviväliruisku. Koska se sijoitetaan traktorin eteen, ei siinä tarvita erillistä ohjausta (KONTTINEN 1982). Jotta torjunta-ainemenekkiä voitaisiin vähentää ja aineen joutumista maaperään estää, on tutkittu ns. elektrostaattisia ruiskuja, joiden varautuneet pisarat etsiytyvät kasveihin (Farm...1977, The Status...1982).

Mekaanisessa rikkaruohojen torjunnassa käytetään käsinkitkettä, käsiharoja ja traktorivetoisia haroja tai jyrsimiä. Käsinkitkettä on mekanisoitu mm. Yhdysvalloissa rakentamalla matalia kitkentävaunuja. Nämä ovat traktorin vetämiä tai niissä voi olla oma moottori. Vaunu kulkee kylvöpenkkien päällä sopivalla nopeudella niin, että työntekijät ehtivät kitkeä rikkaruohot pois. Kitkentävaunuja käytettäessä työ on nopeampaa ja työskentelyasento on parempi kuin tavanomaisessa käsin kitkennässä (EVANS ja SWARTZ 1977). Rikkaruohot lähtevät helpommin irti maasta sateen tai sadetuksen jälkeen (WILLIAMS ja HANKS 1973).

Mekaanisia jyrsimiä voidaan käyttää koulinta- ja rivikylvöaloilla. Yleensä terät saavat käyttövoimansa traktorin ulosotosta tai ne on varustettu erillisellä moottorilla. Esim. biologinen viljely edellyttää jatkuvaa haraamista (PARVIAINEN ja TERVO 1980). Maaperän "väsymis"-ilmiöihin liittyvä maan tiivistyminen saattaa lisätä jyrsimien tarvetta. Englannissa käytetään jyrsimissä tavanomaisten J-muotoisten terien sijasta I-muotoista terää maaperän tiivistymisen estämiseksi (TERVO 1978a). Mekaanisten menetelmien lisäksi voidaan kemiallista torjuntaa korvata kuumuutta (esim. liekkiä), sähköä, säteilyä, mikroaaltoja tai peittoaineita (esim. sahanpuru, hake, muovi) hyväksikäyttäen (The Status...1982).

## 10. TAIMIEN NOSTO

### 10.1. Nosto käsin

Paljasjuuriset taimet nostetaan vielä pääasiassa käsin. Käsinnostoa varten taimipenkki leikataan traktorisovitteisella irrotuslaitteella noston helpottamiseksi. Laitteessa on altaleikkausterä sekä vipuvarsiens välityksellä liikkuvat teränjatkeet, jotka pehmittävät maan. Liike saadaan traktorin ulosotosta. Useimmat irrotuslaitteet ovat nostolaitesovitteisia. Käytössä on myös laitteita, jotka on asennettu traktorin alle tai sivulle (esim. ROTTY 1971).

Irrotuksessa tulee huolehtia oikeasta leikkaussyvyydestä. Varsinkin liian pinnasta tehty leikkaus katkaisee juuria liiaksi ja aiheuttaa siten taimien hylkäämisen. Irrotuksen jälkeen taimet ovat myös

herkkiä kuivumiselle ja esim. nostoa edeltävänä päivänä tapahtuvaa irrottamista ei voida suositella. Ollisi ihanteellista, jos taimet voitaisiin nostaa kahden tunnin kuluessa irrotuksesta (WILLIAMS ja HANKS 1973). Irrotuksessa käsinnostoa varten on huolehdittava siitä, etteivät taimien juuret jää liialliselle kuivumiselle alttiiksi ts. ettei tärytys ole liian voimakas (esim. LEHTO ja SIMOLINNA 1966).

Käsinnostossa työasento on huono ja varsinkin suurten kuusen taimien irrottaminen maasta on verratun kuormittavaa, kuten Suonenjoen tutkimusasemalla suoritetuista vetovastusmittauksista ja työntekijöiden sydämen sykintäarvoista taulukoista 6 ja 7 ilmenee (HARSTELA ja TERVO 1977).

Taulukko 6. Koehenkilöiden keskimääräiset sydämen sykintäarvot kuusen 2A+2A taimien nostossa Suonenjoen taimitarhalla

Koehenkilö	Menetelmä	Sydämen sykintä kertaa/min
1	I	123
	II	120
2	I	128
	II	124

I = alta leikkaus + tärytys

II = alta ja sivulta leikkaus + tärytys

Pienten taimien nostossa ei tarvita suurta voimaa ja työntekijöiden sydämen sykintä ja kuormittumisaste on verrattun alhainen (HARSTELA 1975). Sydämen sykintä ei kuitenkaan täysin kuvaa työasennon haittoja.

Käsinnostossa käytetään yleisesti useita erilaisia työasentoja. Näistä yleisimmin käytettyjä ovat kuvien 21 - 23 osoittamat. Sekä keväällä että syksyllä maa on kostea ja keväällä myös kylmää. Polviasennossa työskentelyssä joudutaan käyttämään suojavaatetusta tai erillisiä polvisuojaimia. Seisoma-asento on vähiten energiaa kuluttavaa silloin, kun liikkumis-



nopeus on verraten suuri, mutta siinä selkään kohdistuva kuormitus on myös suuri. Tätä asentoa ei voi ollenkaan suositella henkilölle, jolla on selkävaivoja. Kyykkyasunnoissa energian kulutus on nostotyön tyyppisessä työssä pienempi kuin seisoma-asennossa (VOS 1973). Koska tässä asennossa kohdistuu alaraajoihin paikallista kuormitusta, lienee työasennon vaihtaminen aika ajoin edullista. Tällöin voidaan käyttää myös polviasentoa toisella jalalla. Polviasennossa jalkojen verenkierto helposti estyy. Tätä varten tutkittiin Suomenjoen tutkimusasemalla erityistä jakkaraa. Siitä todettiin, että se ei saa olla liian korkea, koska muuten selkä kuormittuu etukumaran asennon seurauksena.



Kuvat 21-23. Erilaisia työasentoja käsinnostossa.

Taulukko 7. Kuusen taimien irroitusvastukset  
Suonenjoen taimitarhalla.

Taimi- laji	Alta leikkaus+ tärytys	Sivulta ja alta leikkaus + tärytys
vastus, kg/taimi		
1M+2A	5,5	2,7
2A+2A	7,3	2,7



Kuva 24. Polviasennossa jalkojen kuormittumista  
vähentävä jakkara.

#### 10.2. Leikkaustekniikka ja sen vaikutus nostoon

Työn kuormittavuuden vähentämiseksi ja työn nopeuttamiseksi kuusen nostossa kehitettiin Suonenjoen tutkimusasemalla leikkuri, joka täydentää alta leikkausta ja tärytystä. Sillä leikataan taimet erilleen sivusuunnassa taimirivien välistä. Leikkaamisen oletettiin nopeuttavan myös taimien istutusta, koska pitkiä istutusta haittaavia juuria ei ole siinä määrin kuin pelkästään alta leikkausta käytettäessä.

Kokeet aloitettiin veitsimäisillä terillä, jotka

sijoitettiin tavanomaiseen irrotuslaitteeseen. Juuret takertuivat kuitenkin helposti teriin ja leikkaustulos jäi huonoksi. Osittain tämä johtui leikkauslaitteen huonosta ohjattavuudesta (HARSTELA ja TERVO 1977).

Sivulta leikkaamiseen on käytetty kuvan 13 leikkuria ilman altaleikkaavaa terää. Siinä on 5 kappaletta halkaisijaltaan 500 mm:n ja paksuudeltaan 4 mm:n kiekkoa (rivien lukumäärä 6). Kiekon leikkaava osa oli teroitettu molemmin puolin.



Kuva 25. Kiekkoleikkurin leikkujälki.

Aluksi leikkuukiekon ohjaaminen oli mekaaninen, mutta se muutettiin myöhemmin hydrauliseksi ja samalla lisättiin ohjauksen säätövaraa. Syvyyssäätö tapahtui pelkästään traktorin nostolaitteella, joka todettiin riittäväksi tutkimusolosuhteissa.

Leikkuukiekkojen ohjaamiseen voidaan käyttää useita erilaisia teknisiä ratkaisuja. Tällaisia prototyypistä poikkeavia ratkaisuja on mm. Suonenjoen Metallin Oy:n ja Pekolammin taimitarhan rakentamissa malleissa. Mekaanisen ohjauksen käyttö on raskasta. Hydraulinen ohjaus on kevyt käyttää, ja sillä saadaan tarkka leikkaus sekä riittävän suuri ohjauksen säädettävyys.

Yhdysvalloissa on käytetty mm. kiekkoleikkuria

juurten leikkaamiseen. Kiekkoja on pyöritetty hydraulimoottorilla paremman leikkaustuloksen saavuttamiseksi (HITT 1971). Julkaisussa ei mainita, onko leikkausta käytetty noston yhteydessä vai kasvatusleikkauksessa. RUHAN (1981) mukaan Suomenjoen Metall Oy:n valmistamaa J-teräleikkuria on käytetty myös koulittujen männyn ja kuusen taimien juuristojen leikkaamiseen. Juuriston leikkaamisella sivulta ja alta ennen nostoa voidaan rajoittaa juuriston kasvua ja samalla tuuheettaa sitä. Lisäksi leikkaaminen helpottaa nostoa ja istutusta.

Kuten taulukosta 7 ja myöhemmin luvusta 11 ilmenee, vähentää kuusen taimien sivultaleikkaus huomattavasti taimien irrotusvastusta ja lisää nostotyön tuottavuutta. Leikkaus on kuitenkin syytä tehdä kevätnostoissa syksyllä ennen juuriston kasvun päättymistä ja syysnostoissa pari viikkoa ennen nostoa, jotta haavapinnat ehtivät arpeutua ja taimet kehittävät uusia juurenkärkiä.

### 10.3. Koneellinen nosto

#### Nostokoneet

Keski-Euroopassa on pitkään ollut käytössä hihnastokoneita. Yleisesti käytössä olevia nostokone-merkkejä ovat mm. CLIMAKS, FAMO, ROBOT, EGEDAL, PLANT LIFT (BROWN 1971, HALLER 1978, PARVIAINEN ja TERVO 1980). Nämä nostavat yhden rivin kerrallaan. Useissa koneissa on erillinen niputuslaite. Taiminiput kuljetetaan suurille lajitteluvarastoille kokolajittelua, laskentaa ja uudelleen niputusta varten.

HALLERIN (1978) mukaan näiden koneiden käytössä on ilmennyt mm. seuraavia ongelmia:

- paksuimmat taimet vaurioituvat hihnojen puristuksessa
- taimien kuori voi vahingoittua hihnojen erilaisesta nopeudesta johtuen
- toimintahäiriöitä esiintyy märillä savi-pohjaisilla mailla.

Teknisiltä ratkaisuiltaan FAMO-nostokonetta on pidetty parempana kuin esim. CLIMAKS-konetta. Kokeusten mukaan FAMO-nostokone vahingoittaa vähemmän

taimia kuin muut hihnanostokoneet. Tämä johtuu koneiden teknisistä toteutuksista. FAMO-koneessa hihna on isokehäisen pyörän päällä ja muissa koneissa hihnat puristuvat rullien välissä. Tässä koneessa ei ole niputuslaitetta. Taimet kerätään esim. laatikoihin ja kuljetetaan niissä lajitteluvarastolle. (TERVO 1978, RAHTE 1980) Edellä mainitut hihnanostokoneet soveltuvat vain verraten kookkaille taimille ja niiden tuottavuutta rajoittaa se, että ne nostavat yleensä vain yhden taimirivin kerrallaan. Tuotokseksi on ilmoitettu hyvissä olosuhteissa n. 10 000 tainta/h (WOOD 1978).

Itävallassa on kehitetty FOBRO-LIFTER-nostokone, jolla taimet voidaan nostaa penkeittäin. Taimet irrotetaan altaleikkaavalla terällä, johon on liitetty voimakas tärytys taimien irrottamiseksi kasvatusalustasta. Tämän jälkeen taimet puristetaan kahden liikkuvan kumimaton väliin ja nostetaan lajittelutasolle, jossa ne lajitellaan, lasketaan, niputetaan ja pakataan säkkeihin. Erillisenä lisälaitteena koneeseen kuuluu myös automaattinen niputuslaite. Työvoimantarve on traktorinkuljettajan lisäksi kuusi henkilöä. Koneella voi myös työskennellä yhteensä kahdeksan henkilöä, joista kuusi lajittelee ja kaksi säkittää. Keskimääräiseksi tuotokseksi on ilmoitettu 60 000 - 80 000 tainta/d. Jos taimia ei lajitella eikä lasketa, on koneella sanottu voitavan nostaa jopa 400 000 tainta/d. FOBRO-LIFTER-koneen etuosan (altaleikkaava terä ja tärytyslaite) voi irrottaa ja käyttää erillisenä altaleikkaamiseen ja tärytykseen käsinnostoa varten (HALLER 1978, PARVIAINEN ja TERVO 1980). Mikäli maa on märkää tai rikkaruohoja on runsaasti, on koneen toiminnassa vaikeuksia (LANG 1980). Kone soveltuu ensisijaisesti kuusen taimien nostoon. Vastakkaisiin suuntiin liikkuvien kumimattojen etäisyyttä muuttamalla konetta on myös käytetty kookkaiden männyn taimien nostoon.

Yhdysvalloissa on useita erimallisia paljasjuuristen taimien nostokoneita. The Virginia Division of Forestry on kehittänyt mm. 8-riviä kerralla nostavan hihnanostokoneen. Useimmat koneratkaisut perustuvat taimien ottamiseen hihnojen väliin. The North Carolina Forest Service on muuttanut perunannostokoneen soveltuvaksi myös taimien nostoon. Yleensä koneissa on pakkauslaitteisto. Pakatut taimet kuljetetaan jat-

kokäsittelyyn erityisille varastoille (HITT 1971, WILLIAMS ja HANKS 1973).

Kanadalaisen GRAYCO-nostokoneen toimintaperiaate muistuttaa myös perunannostokonetta. Noston ja juuriston puhdistamisen jälkeen taimia voidaan jatkokäsittellä kolmella tavalla:

- taimet pudotetaan maahan tai laatikoihin koneen takaosassa
- taimet pudotetaan sivulla toimivaan lastauslaitteeseen mikä lastaa ne vierellä kulkevaan peräkärrtiin
- taimet ohjataan koneen perälle, jossa on pakkauslaitteisto

Kunkin vaihtoehdon jälkeen taimet kuljetetaan jatkokäsittelypaikalle (McDONALD ja STEPHEN 1976, LOWMAN ja McLAREN 1976).

Itävallassa Rath & Enzensberger yhtiö on kehittänyt täysin automaattista (lajittelu, laskenta, niputus, säkitys) nostokonetta. Lajittelu perustuu ilmavirtaan, joka siirtää pienet ja kevyet taimet toiselle hihnalle. Isot taimet jatkavat toisella hihnalla, jossa on optinen lukulaite. Tämä ohjaa niputuslaitteen toimintaa. Koneen toiminta edellyttää mm. taimien tyven puhdistusta ennen nostoa (HALLER 1978). LANGIN (1980) mukaan tätä konetta ei ole vielä saatu toimintakuntoiseksi.

Ruotsissa on kehitetty taimien nostokone Skogss-tyrelsenin ja Svenska Sockerbolagetin yhteistyönä. Tämä on traktorivetoinen 5-riviä kerrallaan nostava hihnakone. Ennen nostoa taimipenkki on ajettava traktorisovitteisella altaleikkauslaitteella. Altaleikkauksen jälkeen taimien tulee jäädä pystyyn, joten tärytys ei saa olla voimakasta. Koneella työskentelee neljä työntekijää: traktorinkuljettaja, koneen ohjaaja ja kaksi säkittäjää. Kasvualustassa olevat taimet otetaan riveittäin kahden toisiaan vasten puristuvan hihnan väliin. Hihnojen välistä vapauduttuaan taimet putoavat vaakasuoraan asentoon toiselle kuljettimelle, joka siirtää taimet säkkeihin. Taimien lukumäärä lasketaan koneen kulkeman matkan sekä ennen nostoa tehdyn taimi-inventoinnin perusteella. Koneen tuotokseksi on ilmoitettu 150 000 - 200 000 tainta/d. Taimet lähetetään lajittelemattomina maastoon. Kone

on teknisesti toimiva, mutta vaurioittaa jonkinverran taimia (BOVINDER 1979, RIKALA ja TERVO 1979).

Uudessa Seelannissa on myös kehitetty paljasjuuristen taimien nostokone. Tämä 2 riviä kerrallaan nostava hihna-nostokone on itse kulkeva ja vaatii taimien irrottamisen ilman tärytystä ennen nostoa. Penkissä pystyssä olevat taimet siirtyvät kumitettujen hihnojen välissä ylös ja ennen pakkausta ne kääntyvät automaattisesti vaaka-asentoon. Taimet putoavat pahlavilaatikoihin. Pakkauksessa tarvitaan yksi työntekijä asettelemaan taimia. Laatikkoon mahtuu n. 250 kpl 1A tainta. Laatikko suljetaan ja se siirretään "liukuradalle", jota pitkin se liukuu koneen perässä olevaan vaunuun. Perävaunuun mahtuu n. 200 laatikkoa (50.000 tainta), joka on n. 2 h:n työjakson tulos. Nostokoneella ja perävaunussa tarvitaan 5- henkilöä. Perävaunusta laatikot siirretään kontteihin, joihin kuhunkin mahtuu 64 laatikkoa. Kontit voidaan asettaa päällekkäin ja niitä säilytetään kylmävarastossa, jonka ilman kosteuspitoisuus on suuri ja lämpötila +5°C. Osa konteista viedään suoraan istutuspaikalle. Kontit ja laatikot palautetaan takaisin taimitarhalle ja niitä arvellaan pystyttävän käyttämään 5-6 kertaa (TREWİN 1976, GÅRDH 1980). 1A taimien nostossa on ilmoitettu tuotokseksi 57 000 tainta/h. Taimet on tällöin lajiteltu penkkiin, ja lajittelukustannus on ollut n. 0.4 p/taimi. TREWİNin (1976) mukaan koneen käytössä on vielä joitakin ongelmia. Hihnat, jotka soveltuvat isojen taimien nostoon, eivät sovellu pienille taimille. Hihnat eivät aina jaksa vetää taimia maasta, ja juurten puhdistamisessa on ollut ongelmia. Hihnanostokoneet vaativat ennen nostoa alta ja/tai sivulta leikkauksen (esim. WILSON 1977, BOVINDER 1979).

#### HARTER-nostokone

Suonenjoen tutkimusaseman ja taimitarhan yhdessä kehittämä paljasjuuristen taimien nostokoneen (HARTER) kehittämisessä asetettiin tavoitteeksi kone, jolla voi nostaa erilaisia ja erikokoisia taimia, jolloin sen käyttöaika tulee mahdollisimman pitkäksi. Lisäksi pääomakulut haluttiin pitää mahdollisimman alhaisina yksinkertaisen rakenteen avulla. Hyvään tuottavuuteen pyrittiin nostamalla taimet koko taimipenkin leveydeltä ja soveltamalla liukuihnamaista työtä. Lajit-

telu- ja säkitysmahdollisuutta pidettiin tärkeänä ergonomisista syistä.

Nostokoneen prototyyppi on traktorivetoinen. Sen suurin pituus on n. 7 m ja paino n. 1600 kg. Konetta rakennettaessa otettiin huomioon erilaisten teknisten muuttujien säädettävyys. Tällaisia helposti säädettäviä muuttujia ovat mm. terän asento, kuljettimen asento ja liikenopeus, tärytyksen voimakkuus (nopeus ja iskunpituus) sekä maavara. Koneen mitoituksessa on otettu huomioon ihmiskehon mittasuhteet ja ulottuvuudet sekä työskentelyolosuhteet (säälöt yms.) (TERVO 1978b, HARSTELA ja TERVO 1979,1981).

Kone nostaa koko taimipenkin kerralla taimirivien lukumäärästä riippumatta. Taimipenkki leikataan halutulta syvyydeltä altaleikkaavalla terällä. Välittömästi altaleikkausterän takana on ensimmäinen tähän yhdistetty tärytin. Altaleikkauksen jälkeen taimet ja suurin osa kasvualustasta tulevat viistokuljettimelle. Viistokuljetin on varpamallinen (varpojen väli 15-20 mm) ja se on n. 20<sup>o</sup>:n kulmassa. Tämän kuljettimen pituus on n. 320 cm. Viistokuljettimella voi olla 1-3 tärytintä, joilla kasvatusalusta irrotetaan taimista. Tärytysvoimakkuutta (iskun pituutta ja liikenopeutta) säätämällä saadaan tarkoituksenmukainen tärytys. Varpojen välistä ylimääräinen maa varisee takaisin penkkiin. Viistokuljettimelta taimet siirtyvät lajittelutasolle, jossa lajittelijat poistavat raakkitaimet ja laskevat taimet.

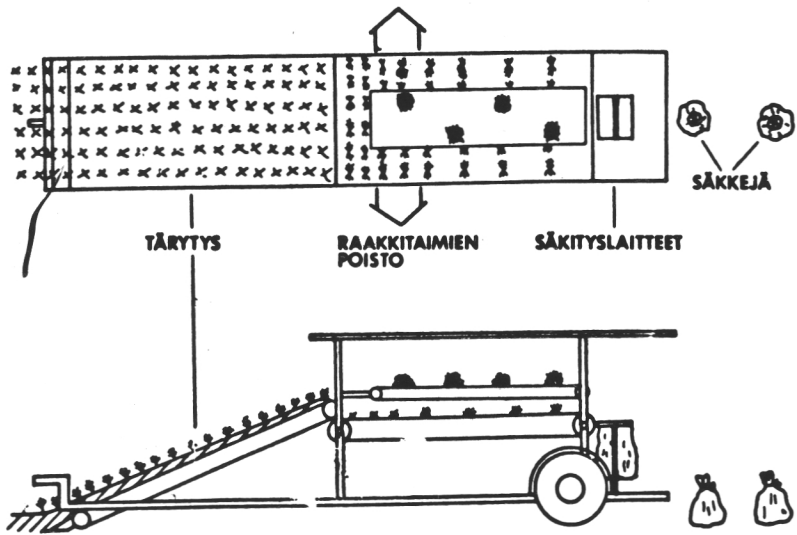
Taiminipun koko voi vaihdella eri puulajeilla taimien koosta riippuen. Tehtyjen tutkimusten mukaisesti käytettiin männyllä 25 taimen nippuja ja kuusella 10. Männyn taiminiput voidaan niin haluttaessa myös sitoa esim. kumirenkailla. Kuusen taiminippujen sitominen ei liene tarpeellista, koska säkki sinällään muodostaa riittävän pienen yksikön (150 - 200 tainta/säkki) metsänviljelyn tarpeisiin.





Kuva 26. HARTER-nostokone

Koneella voi työskennellä 6 - 8 lajittelijaa mm. taimimateriaalin koosta riippuen ja kaksi säkittäjää. Tutkimuksen aikaisten kokemusten mukaan männyn taimien nostossa (taimilaji 1M + 1A tai 2A + 1A) on jopa 8 lajittelijan käyttö perusteltua. Kuusen taimien (taimilaji 1M + 2A tai 2A + 2A) nostossa on tarkoituksenmukaista käyttää 6 lajittelijaa, koska tällöin lajitte-lutasolla on taimien suuremmasta koosta johtuen paljon enemmän lajiteltavaa materiaalia kuin männyntaimien nostossa.



Kuva 27. HARTER-nostokoneen toimintakaavio.

Koneeseen on nyt rakennettu erillinen kapea kuljetin valmiita taiminippuja varten. Sen oletettiin helpottavan ja nopeuttavan lajittelua, koska nipuille on joskus ollut vaikea löytää tilaa lajittelutasolla. Koska säkittäjä voi säätää kuljettimen nopeutta, tällä voidaan vähentää työpainetta säkityksessä tai vaihtoehtoisesti tarvittaisiin vain yksi säkittäjä männyn nostossa. Koneen toimintakaavio on esitetty kuvassa 27. Tästä versiosta ei vielä ole työntutkimuksia, vaan jäljempänä esitetyt tulokset ovat koneista, joissa ei ollut ko. kuljetinta.



Kuva 28. Taimisäkkien kuormausta Pekolammin taimitarhan kuormauskuljettimella.

## 11. Työntutkimustuloksia nostosta

### 11.1 Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla vuosina 1979 - 1981 prototyypikoneella ja Suonenjoen Metallin Oy:n prototyypin pohjalta valmistamalla koneella Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan Pekolammin taimitarhalla vuosina 1980 - 1981. Kummallakin taimitarhalla käytettiin samoja koehenkilöitä sekä käsin- että konenostossa. Pekolammin taimitarhalla kerättiin v. 1980 kokeissa lisäksi työntekijöiden sydämen sykintäaineistoa. Medinik Biotelemetry IC-45 laitteistolla. Aineiston koko on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Aineiston määrä taimien noston työntutkimuksissa

Nosto- tapa	Puu- ja tai- milaji	Nostettuja taimia, kpl	
		1980	1981
Kone	Mänty		
"-	2A+1A	500 000	422 950
"-	2A+1A 1)	110 000	-
"-	2AL	22 000	-
"-	1M+1A	54 200	219 600
"-	1M+1A 1)	-	8 200
"-	Kuusi		
"-	2A+2A	238 950	290 270
"-	1M+2A	164 100	83 160
Käsin	Mänty		
"-	2A+1A	70 200	28 450
"-	1M+1A	53 750	9 250
"-	Kuusi		
"-	2A+2A	75 750	20 900
"-	1M+2A	9 625	12 225

1) Lajittelu penkkiin

#### 11.2 Taimien lajittelu ja laadun tarkkailu

Nostotyön yhteydessä lajiteltiin taimet metsityskelpoisiin ja metsityskelvottomiin, joista käytetään tässä yhteydessä nimitystä raakkitaimet (Maa- ja metsätalousministeriön... 1979). Käsinnostossa raakkitaimet jäivät kasvualustalle. Konenostossa ne laitettiin erillisiin keräilyastioihin. Osa raakkitaimista putosi lajittelutasolta maahan. Myös nämä on otettu huomioon laadun tarkkailussa.

Sekä käsin- että konenostossa tarkkailtiin lajittelua, työn laatua. Metsitykseen menevistä taimisäkeistä laskettiin uudelleen metsityskelpoisten- ja raakkitaimien määrät sekä määritettiin hylkäyksen aiheuttanut tekijä esim. alamittaisuus ja vioittuneisuus. Lajittelussa voi raakkitaimiin joutua myös metsityskelpoisia taimia. Tämän selvittämiseksi otettiin näyte-eriä. Tuloksia taimien lajittelusta on esitetty

taulukkoissa 9 ja 10.

Taulukko 9. Metsitykseen menevien taimien laskenta- ja lajitteluvirheet.

Nosto- tapa	Taimi- tarha	Puulaji	Metsityskelpoiset taimet		Raakkitai- mien osuus, %	
			Ero tavoitetaimimäärään. %-tavoitteesta		1980	1981
Kone	1	Mänty	+5,8	-4,5 (3.7***)	10,7	8.2
Käsin	1	"-	-2,8	-3,4	6,0	3.5
Kone	1	Kuusi	-3,4	-3,8 (1.8*)	4,6	4.7
Käsin	1	"-	-5,6	-5,1	5,7	7.0
Kone	2	Mänty	+0,6	+0,7 (4.2***)	0,9	1.5
Käsin	2	"-	+0,2	+0,2	1,7	0.5
Kone	2	Kuusi	-2,2	+0,4 (9.6***)	6,5	4.1
Käsin	2	"-	-6,6	-2,0	7,9	3.9

( ) = t-arvo. Vuoden 1981 tuloksista testattiin binomisella t-testillä käsinnoston ja konenoston laskentavirheen eron merkitsevyyttä

Männyn taimien nostossa lajitteluvirheet olivat yhtä poikkeusta lukuunottamatta hieman suuremmat konenostossa kuin käsinnostossa. Sen sijaan kuusen nostossa tulos oli päinvastainen. Syynä lienee se, että männyn taimet eivät nouse koneen lajittelutasolle järjestyksessä. Koska kuusen taimet ovat suurempia, saattavat ne nousta lajittelutasolle paremmassa järjestyksessä, ja siksi niiden lajittelukin on helpompaa. Yleensä taimimäärä säkissä oli suurempi kuin tavoitemäärä, mutta niistä oli metsityskelpoisia vähemmän kuin tavoitemäärä. Taimitarhan 2 lajittelua voidaan pitää v. 1981 varsin hyvänä muilta osin paitsi, että raakkitaimiin on männyllä mennyt verraten paljon metsityskelpoisia taimia. Taimien lajittelussa yleisin hylkäyksen aiheuttanut tekijä oli alamittaisuus. Taimien vioittumisessa ei eri nostotapojen välillä ollut merkittävää eroa.

Lajittelua tehtiin myös ennen nostoa penkkiin. Tällöin metsityskelpoisten säkitettyjen taimien määrä

oli 2 % pienempi kuin tavoitemäärä. Kokonaistaimimäärä ylittyi 1 %:lla. Lajittelu- ja laskentavirheiden määrä ei oleellisesti poikennut noston yhteydessä tehtävästä lajittelusta.

Taulukon 10 mukaan metsityskelpoisia taimia on joutunut raakitaimien joukkoon. Kuusentaimien lajittelu oli tässä suhteessa verraten hyvä. Sen sijaan männyn nostossa on verraten paljon metsityskelpoisia taimia joutunut hylättyjen joukkoon. Kone- ja käsinoston osalta tulokset menevät ristiin. Mikäli taimimateriaalissa on paljon raakattavia taimia, voi tällä olla vaikutusta lajittelun tarkkuuteen.

Taulukko 10. Hylättyjen taimien jakaantuminen metsityskelpoisiin ja metsityskelvottomiin

Nostotapa	Taimitarha	Puulaji	Metsityskelpoisia ja metsityskelvottomia			
			knl/penkkimetri			
			1980	1981	1980	1981
Kone	1	Mänty	9,9	3,3	17,0	17,1
Käsin	1	-"-	1,2	7,4	16,9	42,1
Kone	1	Kuusi	0,5	0,5	9,2	3,5
Käsin	1	-"-	0,2	0,3	9,7	7,6
Kone	2	Mänty	0,1	4,9	4,6	3,9
Käsin	2	-"-	2,3	3,8	5,5	2,3
Kone	2	Kuusi	0,2	0,2	8,8	0,5
Käsin	2	-"-	0,1	0,7	3,5	2,2

Myös metsitykseen menevien taimisäkkien painoja punnittiin. Taulukon 11 tulokset on esitetty taimikohtaisina arvoina (taimen ja juuristoon sitoutuneen kasvualustan paino).

Taulukko 11. Taimien paino ja juuristoon sitoutunut kasvualusta mukaan luettuna käsin- ja konenostossa.

Nosto- tapa	Taimi- tarha	Puulaji	Kokonaispaino, g/taimi		
			1980	1981	
Kone	1	Mänty	26,2	24,2	(0,824)
Käsin	1	"-	36,4	27,8	
Kone	1	Kuusi	-	56,0	(1,981*)
Käsin	1	"-	-	64,5	
Kone	2	Mänty	33,0	38,2	(0,969)
Käsin	2	"-	26,4	46,5	
Kone	2	Kuusi	149,8	99,4	(-4,315**)
Käsin	2	"-	160,3	74,4	

( ) = t-arvo. Vuoden 1981 tuloksista testattiin binomisella t-testillä käsinnoston ja konenoston laskentavirheen eron merkitsevyyttä

Taimitarhalla 1 taimien ja niihin sitoutuneen kasvualustan painot olivat suuremmat käsinnostossa kuin konenostossa. Sen sijaan taimitarhalla 2 tulokset menevät ristiin. Taimitarhalla 2 taimisäkkien painot olivat suurempia kuin taimitarhalla 1.

Konenostossa voidaan tärytyksen voimakkuudella säätää kasvualustan varisemista juuristosta. Myös käsinnostossa eri työntekijät karistavat kasvualustaa juuristosta eri tavoin. LEIKOLAN ja RAULON (1972) tutkimuksen mukaan männyn 2A+1A taimien kokonaiskuivapaino on ollut keskimäärin 5,0 g ja kuusen 2A+2A taimien n. 11 g. RIKALAN (1982) mukaan taimen tuorepaino on 2-2,5 kertainen kuivapainoon verrattuna. Tämän mukaan taimien juuristoon sitoutuneen kasvualustan paino olisi suurempi kuin taimien paino. Taimisäkkien käsittelyssä kasvualustaa irtoaa juuristosta lisää, joten istutusvaiheessa tilanne on toinen. Taimitarhojen väliset erot taimisäkkien painossa johtunevat pääosin erilaisesta kasvualustasta.

## 11.3 Nostotyön tuotos

## Lajittelu noston yhteydessä

Noston tuntituotokset laskettiin käyttötuntia kohden. Konetyön käyttöaikaan sisältyy tehollinen työaika, penkin vaihto (penkin pituus 200 m), säkkien merkitseminen ja -sitominen sekä keskeytysten osuutena 10 % tehotyöajasta. Käsinnostossa keskeytysten osuutena käytettiin 5 % tehotyöajasta.

Tuntituotokset on esitetty taulukossa 12 ja liitteessä 1. Koko koneen tuotos on jaettu työntekijämäärällä. Käsinnostotuotos on työntekijöiden keskimääräinen tuotos.

Taulukko 12. Noston käyttötuntituotokset

	Taimitarha 1.			
	1980	1981		
	Kone	Käsin kpl/työntekijä/h	Kone	Käsin
Mänty				
2A+1A	1152	963	-	-
1M+1A	-	-	1177	825
Kuusi				
1M+2A	867	904	955	837
		Taimitarha 2.		
Mänty				
2A+1A	1607	1787	1268	1727
2A+1A	-	-	1240 2)	1394 2)
1M+1A	2173	1801	-	-
Kuusi				
2A+2A	1431	1535 (1366) 1)	1169 2)	1133 2)

1) ei sivulta leikkausta

2) työntekijät taimitarhatyöhön tottumattomia (opiskelijoita)

Taimitarhalla 1 työntekijän keskimääräinen tuotos oli molempien vuosien keskiarvona kuusen taimien kone-nostossa n. 5 % suurempi kuin käsinnostossa ja männyn



taimien nostossa n. 30 % suurempi kuin käsinnostossa. Taimitarhalla 1 v. 1981 tulokseen on vaikuttanut raakkitaimien pienempi määrä konenostossa verrattuna käsinnostoon. Vuoden 1980 tuloksen mukaan männyn taimien nostotuotoksessa ero oli 20 % konenoston hyväksi.

Taimitarhalla 2 männyn 1M+1A taimien konenostotuotos oli v. 1980 keskimäärin n. 5 % suurempi kuin käsinnoston. Sen sijaan v. 1981 tuloksien mukaan käsinnostotuotos männyllä oli selvästi suurempi kuin konenoston. Tällöin männyn kasvatusalalla oli runsaasti rikkaruohoja, erityisesti juolavehnnää. Tämä vaikeutti konenostoa huomattavasti enemmän kuin käsinnostoa. Rikkaruohot estivät lajittelumaton tasaisen liikkeen. Konenoston etuna kuitenkin oli se, että sen jälkeen rikkaruohot olivat helpommin poistettavissa kasvatusalueilta kuin käsinnoston jälkeen, koska kone nostaa ne ylös maasta ja ne jäävät valmiisiin kasoihin. Taimitarhatyöhön tottuneilla henkilöillä käsinnostotuotos oli suurempi kuin konenostossa. Tällöin taimet oli leikattu myös rivien välistä. Työhön tottumattomilla oli tuotoksessa kuusen taimilla pieni ero konenoston hyväksi.

Myös työryhmän suuruutta selvitettiin konenostossa. Tulosten mukaan männyn taimien nostossa tavanomaisissa olosuhteissa (ei rikkaruohoja runsaasti) 8 lajittelijan käyttö oli edullisempaa kuin 6 lajittelijan. Kahdeksan lajittelijan kokoonpanolla käytettiin 3 säkittäjää ja kuuden lajittelijan 2 säkittäjää. Työajan jakaumien mukaan säkityksen voisi hoitaa 2 henkilöä myös kahdeksan lajittelijan kokoonpanolla, varsinkin kun koneeseen on asennettu uusi kuljetin valmiita nippuja varten. Tällöin työntekijäkohtainen tuotos nousisi n. 10 %. Sivulta leikattujen kuusen taimien käsinnostotuotos oli 11 % suurempi kuin leikkaamattomien taimien.

Taimisaannot taimitarhalla 1 ja 2 olivat v. 1981 seuraavat:

	Taimitarhalla 1		Taimitarhalla 2	
	Kone	Käsin	Kone	Käsin
	saanto, kpl/penkkimetri			
- mänty	67,4	62,7	101,5	100,6
- kuusi	61,6	67,2		109,9

Taimisaanto oli huomattavasti parempi taimitarhalla 2 kuin taimitarhalla 1, mikä osaltaan selittää noston tuottavuuseroa taimitarhoilla. Taimitarhalla 2 penkki muodostuu 5 taimirivistä ja taimitarhalla 1 sen sijaan 6 taimirivistä. Tämä korostaa eron suuruutta. Erityistä huomiota kiinnittää kuusen suuri saanto (109,9 tainta/penkkimetri). MÄKELÄN (1982) mukaan koko taimierän saanto oli 107,7 tainta/penkkimetri. Tämä edellyttää n. 4 cm:n taimiväliä koulinnassa.

Havainnointitutkimuksena selvitettiin konenos-  
tossa eri puolilla lajittelutasoa olevien työnteki-  
jöiden tuntituotosta. Seuraavassa asetelmassa tuotos  
on esitetty suhteellisina arvoina siten, että "hi-  
taamman" puolen tuotosta merkitään luvulla 100.

- kuusi	100	124
- mänty		
- tottuneet työntekijät	100	141
- tottumattomat "-"	100	107
- edellisistä yhdistetty työryhmä	100	121

Eri puolien tuotoseroon vaikuttaa mm. maan sivu-  
kaltevuus. Taimet pyrkivät liikkumaan viistokuljetti-  
mella kaltevuuden mukaisesti toiseen reunaan. Tästä  
johtuen taimia tulee lajittelutasolla enemmän toisen  
puolen lajittelijoiden ulottuville kuin toisen puolen.  
Ensisijaisesti tulokseen kuitenkin vaikuttaa ensim-  
mäisen lajittelijan työ. Hyvään työtulokseen pääsemi-  
seksi kaikilla lajittelijoilla tulisi olla taimia jat-  
kuvasti. Taimia ei kuitenkaan saisi olla liikaa,  
jotta välttyttäisiin taimien turhalta siirtelyltä la-  
jittelutasolla. Liitteessä 2 ja 3 on esitetty lajit-  
telijoiden työajan jakaumat männyn ja kuusen taimien  
koneellisessa nostossa.

Taimitarhalla 1 kului verraten paljon aikaa tai-  
mien odotukseen ja raakitaimien poistoon, mikä se-  
littää tuottavuuseroa taimitarhojen välillä ja  
osoittaa kuinka tärkeää on sovittaa traktorin etene-  
misnopeus lajittelijoiden työhön. Liitteessä 4 on  
esitetty säkittäjien tehotyöajan jakauma.

Taimitarhalla 2 männyn taimien nostossa lajitte-  
lijat laskivat tietyn määrän taimia nippuun ja si-  
toivat sen kumirenkaalla. Sidottu nippu laitettiin  
lajitteluhihnan keskiosaan, jossa se meni säkittä-

jille. Alussa kokeiltiin menetelmää, jossa säkittäjät sitoivat niput. Tästä luovuttiin taiminippujen hajoamisvaaran vuoksi. Säkittäjillä oli myös vaikeuksia joissakin tapauksissa havaita nippujen lukumäärää.

Kuusen taimien nostossa nippuja ei sidottu, vaan ne laitettiin laskettuna 10 taimen "nippuina" lajitte-  
luhinnan keskiosalle. Tästä ne etenivät säkittäjille. Joissakin tapauksissa lajittelija 2 tai 3 saattoi käsitellä uudestaan lajittelijan 1 tekemän nipun. Nippujen sitomattomuus edellytti säkittäjiltä erityistä tarkkaavaisuutta. Kokemusten mukaan rakennettiin nostokoneeseen lisäkuljetin helpottamaan lajiteltujen nippujen käsittelyä.

Taimitarhalla 1 männyn taimien nostossa lajittelijat sitoivat niput tai vaihtoehtoisesti lasketut niput etenivät sitomattomina hihnalla säkittäjille, jotka sitoivat ne säkityksen yhteydessä. Tällä ei ollut merkittävää eroa tuotokseen.

Liitteessä 5 on esitetty tehotyöajan jakauma konenostossa eri työntekijöillä työpaikan suhteen. Tulokset osoittivat eri työntekijöiden työajan käytössä olevan eroa samalla työpaikalla. Tutkimuksen aikana työpaikkoja vaihdettiin useampia kertoja. Nämä seikat tukevat tulosten luotettavuutta. Konenostossa tuotokseen vaikuttavat kaikki työryhmän jäsenet, myös traktorinkuljettaja. Taimien pitäisi nousta tasaisena virtana kuljetustasolle. Kaikille lajittelijoille tulisi lajiteltavaa taimimateriaalia olla riittävästi. Yleensäkin työajasta taimien odottamiseen kulunut aika tulisi saada pienemmäksi. Tähän voi mm. lajittelutason 1-paikoilla olevat työntekijät sekä ennenkaikkea kokenut traktorinkuljettaja vaikuttaa merkittävästi.

Joistakin taimipenkeistä poistettiin raakkitaimet ennen nostoa. Tämä tehtiin käsin ilman apuvälineitä. Raakkitaimet kerättiin säkkiin. Lajittelua ennen nostoa kokeiltiin ainoastaan männyn taimilla. Lajittelijan etenemisnopeus oli 14-52 m/h. Kun etenemisnopeus oli 52 m/h oli raakkitaimia 17,7 kpl/penkkimetri. Tällöin taimisaanto oli 84,2 tainta penkkimetriltä. Kun etenemisnopeus oli 14 m/h, oli raakkitaimien määrä 42,3 tainta/penkkimetri. Viimeksi mainitut olosuhteet olivat poikkeukselliset.

Ennen nostoa lajiteltujen taimien työntekijäkoh-  
tainen nostotuotos konenostossa oli keskimäärin 332  
tainta/h suurempi kuin konenostossa, jossa lajittelu  
tehtiin noston yhteydessä.

#### Lajittelu varastolla

Taimien nostoa varastolajittelua varten tutkit-  
tiin myös HARTER-nostokoneella. Tällöin taimet nos-  
tettiin ilman lajittelua säkkiin. Säkit kuljetettiin  
sulkemattomina välittömästi noston jälkeen varastola-  
jittelupaikalle. Taimet lajiteltiin liikkuvan kumi-  
maton päällä, joten tilanne vastasi lajittelua noston  
yhteydessä.

Käyttötuntituotos ilman lajittelua männyn taimien  
nostossa, kun saanto oli 100 tainta/penkkimetri:

- 2 + 2 hengen työryhmä 48.000 tainta/h
- 0 + 2 hengen työryhmä 28.000 - 30.000 tainta/h.

Neljän hengen ryhmässä kaksi asetteli taimia la-  
jittelutasolla ja kaksi säkitti. Parhaillaan tällä  
työryhmällä mitattiin 58.000 taimen käyttötuntituotos.  
Tällöin kahden hengen työryhmällä oli vaikeuksia  
hoitaa taimien säkitys. Ilmeisesti lähes 60.000  
taimen käyttötuntituotos pitempiaikaisena työnä olisi  
mahdollinen, mutta edellyttäisi yhden lisähenkilön sä-  
kitykseen. Varastolajittelua varten taimet voidaan  
pakata myös esim. laatikoihin. Tällöin työvoiman-  
tarve voi olla pienempi kuin säkkejä käytettäessä.

Varastolajittelussa käyttötuntituotos oli hen-  
kilöä kohden 1063 tainta. Tuotos oli n. 100  
tainta/työntekijä pienempi kuin lajittelussa noston  
yhteydessä. Nostettaessa taimet suoraan säkkiin tai  
laatikkoon, niiden järjestys ei ollut hyvä. Mitä use-  
ammin taimia joudutaan siirtelemään, sitä enemmän jär-  
jestys myös huononee. Tämä vaikeuttaa lajittelua.  
Myös taimien kuivumisvaara on varastolajittelussa suu-  
rempi kuin suoraan noston yhteydessä tehtävässä lajit-  
telussa.

#### 11.4 Taimien metsänviljelykelpoisuus

Nostotavan vaikutusta taimien myöhempään kehitty-  
miseen selvitettiin perustamalla pienehköjä (n. 100

tainta/nostotapa) istutuskokeita ääreisiin olosuhteisiin paljaalle hiekkamaalle. Istutuskokeen 1 mukaan männyn taimien eloonjäätymiä oli käsinnostetuilla taimilla 79 %, konenostetuilla 93 % sekä konenostetuilla ja varastolajitelluilla taimilla 92 %. MANN-WHITNEYN U-testin mukaan ero eloonjäämisessä oli merkitsevä. Kokeessa 2 sekä käsinnostettujen että konenostettujen taimien eloonjäämissadannes oli 100 kahden kasvukauden jälkeen istutuksesta. Kokeen 3 mukaan käsinnostettujen taimien eloonjääminen oli parempi kuin konenostettujen. Tässä kokeessa noston jälkeen oli useita viikkoja kestänyt kylmävarastointiaika ennen istutusta. Esim. männyn taimien istutuskokeessa oli elävien taimien osuus käsinnostetuilla vain 31 % ja konenostetuilla vain 9 %.

Taimien pituuskasvu ja tyviläpimitta mitattiin v. 1981 syksyllä. Tulokset kokeesta 1 (mänty) olivat seuraavat:

	pituuskasvu		tyviläpimitta	
	cm	SD	mm	SD
- käsinnosto	21,9	8,6	13,1	2,9
- konenosto	18,8	6,4	12,7	2,3
- konenosto + var.laj.	19,3	5,9	13,2	2,2

Tulokset kokeesta 2 (kuusi) olivat seuraavat:

	pituuskasvu		tyviläpimitta	
	cm	SD	mm	SD
- käsinnosto	8,9	3,3	9,3	2,7
- konenosto	8,2	2,2	8,7	2,1

SD = keskihajonta

Tulosten mukaan käsinnostettujen taimien pituuskasvu on ollut hieman suurempi kuin konenostettujen taimien. Tyviläpimitat olivat samaa suuruusluokkaa eri käsittelyissä. T-testin mukaan käsittelyjen väliset erot eivät ole merkiseviä.

#### 11.5 Fyysinen kuormittuminen nostotyössä

Taimitarhalla 2 kerättiin v. 1980 aineistoa myös sydämen sykinnästä nostotyössä. Taulukossa 13 on esitetty tulokset viiden koehenkilön sydämen sykinnästä

taimien nostossa.

Männyn taimien käsinnostossa, on sydämen sykintä samalla tasolla kuin HARSTELAN (1975) mukaan männyn koulintataimien nostossa. Vastaavasti kuusen taimien käsinnostossa sykinnän suuruusluokka on sama kuin HARSTELAN ja TERVON (1977) mukaan.

Männyn taimien nostossa ei ole merkittävää eroa sydämen sykinnän osoittamassa työn kuormittavuudessa käsinnoston ja konenoston välillä. On kuitenkin huomattava, että sydämen sykintä kuvaa huonosti työasennon tuki- ja liikuntaelimiin kohdistamaa kuormitusta. Tässä suhteessa konenosto lienee käsinnostoa vähemmän kuormittavaa myös männyn taimien nostossa. Sen sijaan kuusen taimien nostossa taimen maastairrotusvastus on suuri (HARSTELA ja TERVO 1977). Sydämen sykintä olikin kaikilla koehenkilöillä selvästi alhaisempi konenostossa kuin käsinnostossa. Erot ovat MANN-WHITNEYN U-testin mukaan merkitseviä. Tulosten mukaan konetyössä työn kuormittavuus on samalla tasolla eri puulajien nostossa. Sivulta leikattujen kuusen taimien käsinnostossa sydämen sykintä on keskimäärin ollut hieman suurempi kuin leikkaamattomien, mutta ero ei ole merkitsevä. Oletuksena oli, että ero olisi toisensuuntainen, mutta tulokseen lienee vaikuttanut nostotyön tuottavuus, joka oli sivulta leikattujen taimien nostossa n. 11 % suurempi kuin leikkaamattomien.

Konenoston ergonomiaan liittyvinä muuttujina mitattiin koneen melutaso sekä jalkoihin kohdistuvan tärinän vertikaalinen kiihtyvyys (liitteet 6a ja 6b). Koneen melutaso (A-taso) oli seuraavan asetelman mukainen:

	Taimitarha 1		Taimitarha 2	
	v	o	v	o
	melutaso, dB			
- ensimmäinen lajittelija	80	80	86	87
- toinen lajittelija	77	78	81	85
- kolmas lajittelija	76	77	80	81
- säkittäjä		73		79

v = vasen puoli o = oikea puoli

Taimitarhan 1 prototyypikoneen melutaso on noussut v. 1979 mittauksista ensimmäisen lajittelijan kohdalla 3 dB:ä ja kolmannen 8-9 dB:ä. Tämä johtuneet koneessa olevien liikkuvien osien esim. täryttimien kulumisesta. Taimitarhalla 2 olevan koneen melutaso on korkea. Tämä johtuu mm. jälkeempään asennetuista lisätäryttimistä. Työskentely koneella edellyttää ainakin ensimmäisellä lajittelijalla kuulosuojainten käyttöä. Melusta luonnollisesti osa on vetokoneena olevan traktorin aiheuttamaa. Taimitarhalla 1 mitattiin traktorin keskikohdalta hytin ulkopuolelta 98 dB:n melu.

Kasvualustan ollessa kuiva ilmeni konenostossa varsinkin tuulisella säällä myös pölyhaittoja, minkä vuoksi silmäsuojainten käyttö on perusteltua.

ISO-standardien mukaan koneen värinä ei ylitä väsymyksen ja alentuneen työtehon rajaa (liitteet 6). Muovilla katetussa koneessa Suonenjoen taimitarhalla valaistusolosuhteet olivat hyvät.

#### 11.6 Nostokustannukset

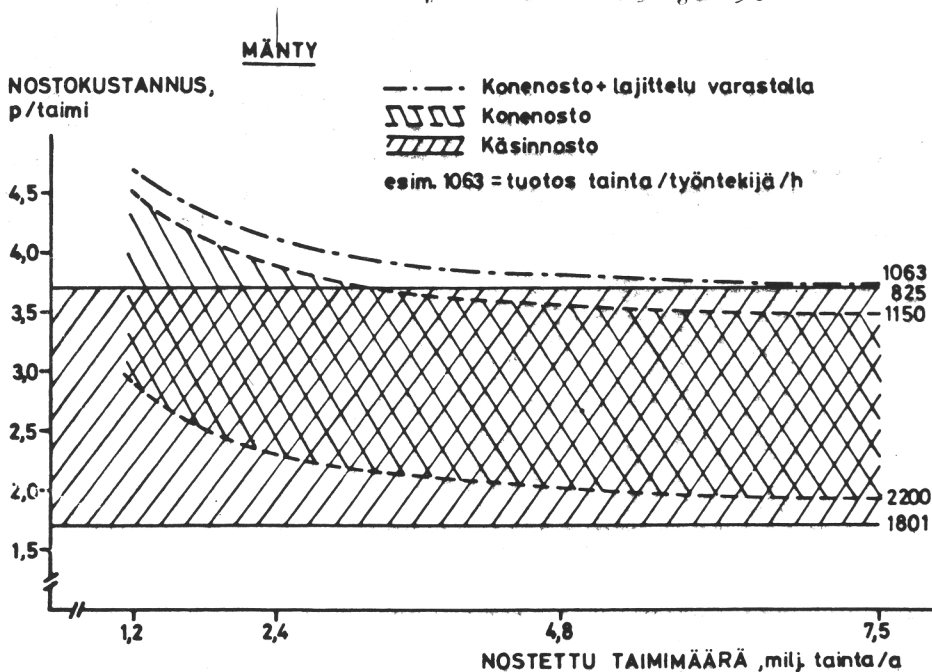
Koneellisen noston kustannuslaskentaperusteet HARTER-konetta käytettäessä olivat seuraavat:

	Lajittelu noston yhteydessä	Varastolajittelu
- koneen hankintahinta, mk	85.000	55.000+25.000
- poistoaika, a	10	10
- korko, %	10	10
- jäännösarvo hankintahinnasta, %	10	10
- huolto ja korjaukset mk/a	2.000	2.000

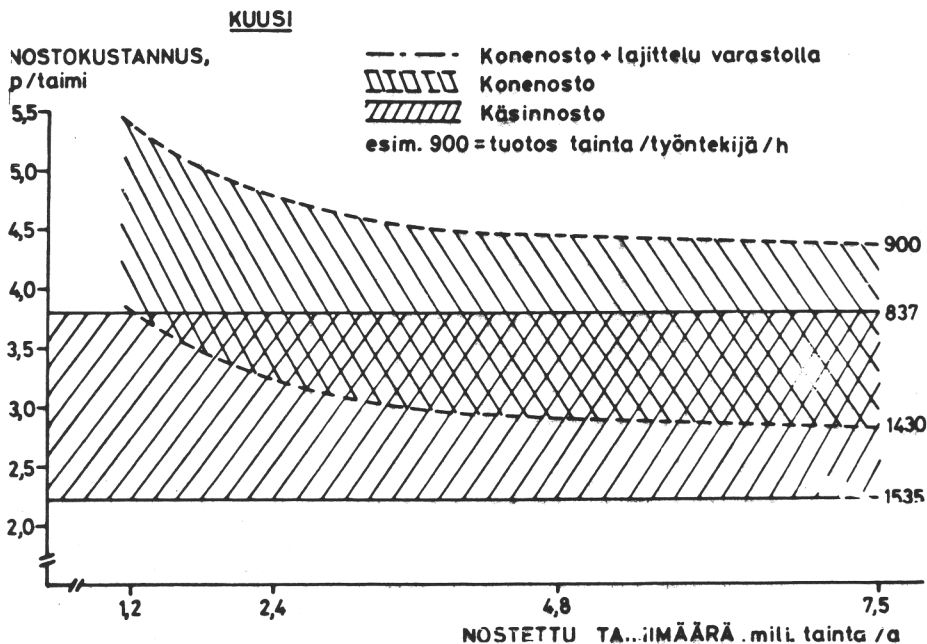
Traktorin ja kuljettajan tuntikustannuksena käytettiin 65,00 mk/h, työntekijöiden 29,40 mk/h (mukaanluettuina sos.kustannukset). Varastolajitteluun perustuvan työketjun kustannukset laskettiin konenoston osalta 30.000 taimen tuntituotoksen ja kahden työntekijän mukaan. Lajittelun työntekijäkohtaisena tuntituotoksena oli 1063 tainta. Taimien kuljetuskustannus

varastolajittelupaikalle oli 0,3 p/taimi.

Kustannukset on esitetty kuvissa 29 ja 30.



Kuva 29. Männyn taimien nostokustannus



Kuva 30. Kuusen taimien nostokustannus



Käsinnostotuotokset vaihtelivat työntekijää kohden männyn taimien nostossa 825-1801 kpl/h ja kuusen taimien nostossa 837-1535 kpl/h. Kustannusvertailulaskelmissa on työntekijän tuntikustannuksena käytetty sekä käsin- että konenostossa 29,40 mk/h (sis. sos.kustannukset).

Männyn taimien käsinnostokustannus oli 3,7- 1,7 p/taimi ja kuusen taimien 3,8-2,2 p/taimi. Sivulta leikkaus alensi kuusen taimien käsinnostokustannuksia 0,3 p/taimi, mutta juurten leikkauskustannus oli n. 0,2 p/taimi. Käsinnostoa varten joudutaan irroittamaan kasvualusta traktorisovitteisella altaleikkaus- ja tärytyslaitteella. Tämän työvaiheen kustannus oli 0,1 p/taimi.

Käsinnostokustannukset olivat kuusen taimien nostossa keskimäärin alhaisemmat kuin konenostossa. Konenostossa välittömien konekustannusten osuus oli verraten suuri. Tämän osuus kuitenkin pienenee vuosittain nostettavan taimimäärän suuretessa (kuva 31). Männyn taimien nostossa kustannukset olivat samaa suuruusluokkaa n. 4 milj. taimen vuotuisella nostomäärällä. On kuitenkin vielä otettava huomioon, että kyseessä oli kehittelyn alaisena oleva koneratkaus.

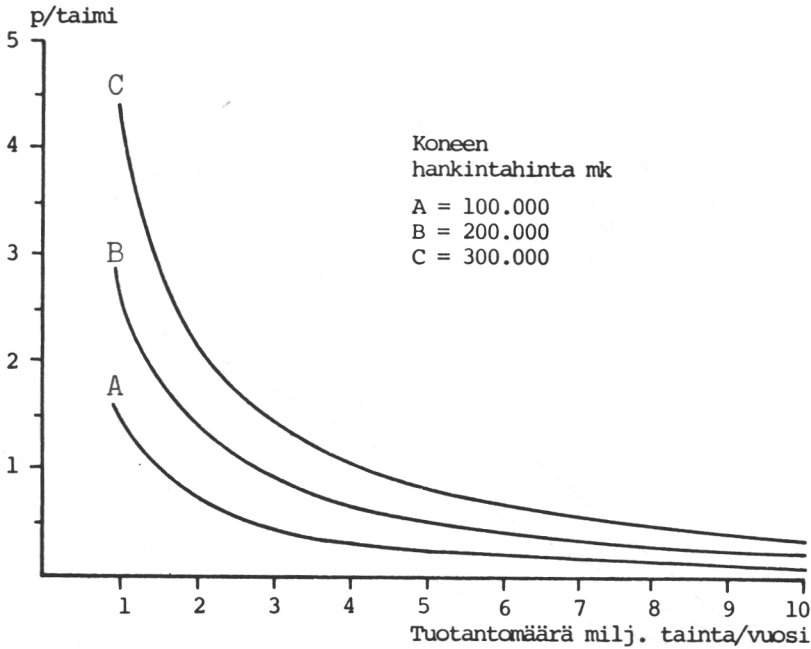
Taimien nosto koneella ja lajittelu varastolla oli käytetyistä vaihtoehdoista kallein. Männyn taimien nosto- ja lajittelukustannus oli n. 0,3 p/taimi suurempi kuin samalla työryhmällä konenoston yhteydessä tehtävässä lajittelussa.

Väärin lajiteltujen taimien vaikutus tuotannon kokonaiskustannuksiin on verraten suuri. Jos taimen myyntihinta on 25 p ja 2 % metsityskelpoisista taimista joutuu hylättyjen joukkoon, merkitsee tämä 0,5 p/taimi lisäkustannusta.

Markkinoilla on useita eri hankintahintaisia taimen nostokoneita. Useamman rivin kerralla nostavan hihnanostokoneen hankintahinta on 200.000-300.000 mk. Kuvassa 31 on esitetty erihintaisten koneiden pääomakustannukset, kun poistoaika on 10 a, korko 10 % ja jäännösarvo 20 % hankintahinnasta.

Laskelmassa ei ole huomioitu korjaus- ja huoltokustannusta, joka saattaa kalliissa koneessa olla suu-

rempi kuin halvemmassa, monimutkaisesta rakenteesta johtuen.



Kuva 31. Erihintaisten nostokoneiden pääomakustannukset

Pääomakustannusten osuus pienenee nostettavan taimimäärän suurettessa alussa verraten jyrkästi. Pääomakustannukset (poisto ja korko) ovat 5 milj. taimen vuotuisella nostomäärällä 300 000 mk hankintahintaisella koneella n. 0,9 p/taimi. Tällöin pääomakustannukset ovat 30-40 % käsinnostokustannuksista. Jos koneen tuottavuus on verraten suuri ja samoin automaatioaste, jolloin ihmistyön tarve on pieni, voi koneellinen nosto olla kustannuksiltaan kilpailukykyinen käsinnoston kanssa esim. penkkiin lajitteluun yhdistettynä. Tämä edellyttäneen taimien laskennan ja niputuksen automatisointia.

Ennen nostoa tehtävässä lajittelussa kustannuksiin vaikuttaa mm. raakkitaimien määrä. Tutkimuksen mukaisissa olosuhteissa penkkiin lajittelun kustannus oli 0,7 p/taimi. Edullisissa olosuhteissa saattaa lajittelukustannus jäädä huomattavasti pienemmäksi, kuten uus-seelantilaiset tutkimukset osoittavat (TREWİN 1976).

Työntekijää kohden konenostotuotos nousi penkkiin

lajittelun seurauksena käyttötuntia kohden n. 330 tainta/työntekijä. Tämä alensi nostokustannusta 0,8 p/taimi, kun noston yhteydessä tehtävän lajittelun tuntituotos oli 1150 tainta/työntekijä ja 0,2 p/taimi 2200 taimen työntekijäkohtaisella tuntituotoksella. Lajittelua penkkiin voidaan pitää kannattavana silloin, kun raakattavien taimien määrä on pieni ja kun taimitarhan keskimääräinen tuotos nostossa on alhainen.

## 12. MUUT TYÖT JA MUITA NÄKÖKOHTIA

Taimien tuottamiseen kuuluu myös monia muita töitä, joista mainittakoon maaperän valmistaminen. Esim. maanparannusaineiden käyttö, kesannointi ja "vuoroviljely" viherlannoituksen muodossa saattavat tulla entistä tärkeämmiksi, koska pitkään käytetyillä taimitarhamailla on havaittu "väsymistä". Näissä töissä käytetään pääasiassa maanviljelyyn tai puutarhaviiljelyyn kehitettyä teknologiaa.

Koulintataimia kasvatetaan jonkin verran muovihuoneissa. Vaikka taimien kasvun optimilämpötila onkin alempi, saattaa lämpötila muovihuoneissa nousta yli 30°C. Kun samalla ilman suhteellinen kosteus on suuri, kohdistuu työntekijään suuri lämpökuormitus. AXELSONIN (1974) mukaan työn tuottavuus alenee seuraavasti tehollisen (ET) lämpötilan funktiona, jos ilman liike on 0.5 m/s:

Tehollinen lämpötila, C	Työn tuottavuus
25	100
27	95
29	91
31	75

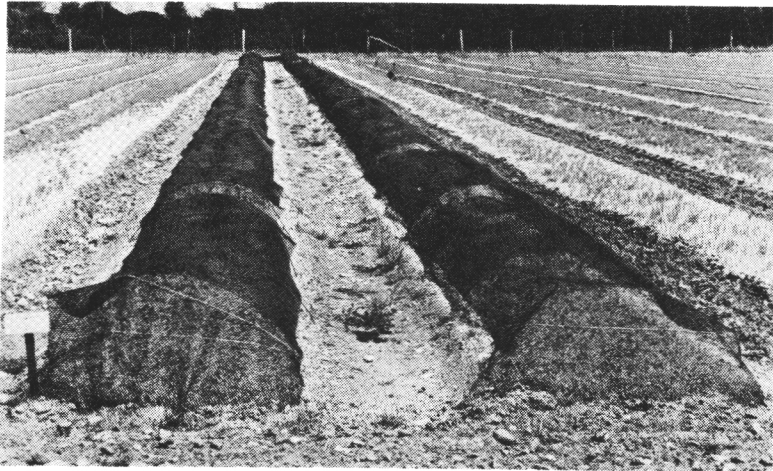
Nykyisen työehtosopimuksen mukaan muovihuoneissa työskenteleville työntekijöille on annettava 5 min tauko puolentunnin välein, jolloin he voivat poistua ulkoilmaan. Haastattelututkimuksissa ovat useimmat haastatellut sanoneet kuumuuden ja kosteuden haittaavan työskentelyä muovihuoneissa. Jotkut haastatellut ovat valittaneet mm. väsymystä, hengitysvaikeuksia ja päänsärkyä (HARSTELA 1977).

Myös torjunta-ainekäsittelyissä muovihuoneissa on noudatettava tavallista suurempaa varovaisuutta. Muovihuoneiden ilmassa on havaittu huomattavia torjunta-ainepitoisuuksia vielä kolmenkin vuorokauden jälkeen ruiskutuksesta tuuletuksesta huolimatta. Muuten taimitarhoilla torjunta-ainealtistukset ovat olleet vähäisiä (KANGAS 1979, KANGAS ym. 1980). Muovihuoneiden pestisidipitoisuuteen vaikuttavat torjunta-aineiden hajoamiseen vaikuttavat tekijät, kuten lämpö ja kosteus sekä ilmastointi. Torjuntaruiskutuksia ei tulisi tehdä aurinkoisella säällä eikä yhtä suuria väkevyksiä käyttäen kuin avomaalla.

Varastointi on taimien fysiologisen kunnan ja metsänviljelykelpoisuuden kannalta tärkeä vaihe. Suomessa taimet pakataan enimmäkseen muovisäkkeihin. Tutkimusten mukaan taimien kunnan kannalta paras olisi paperisäkki, mutta ongelmana on sen huono kestävyys kuljetuksessa. Sisältä mustassa ja pinnalta valkeassa säkissä on todettu lämpötilan pysyvän alempana kuin molemminpuolin valkeassa säkissä (KAUPPI ja HARI 1979).

Linnut aiheuttavat huomattavia tuhoja kylvöksille. Haittaa linnuista on ilmennyt sekä muovihuoneissa että avomaalla (KOSTAMO 1981, NUUTINEN 1981). Englannin taimitarhoilla kylvöaloja on jouduttu suojaamaan verkoilla lintutuhojen estämiseksi (TERVO 1978).

Laajojen avomaan kylvöalojen suojaaminen verkoilla on kallista. Pelottimien (esim. määrääjain paukahtavat laitteet) käyttöön linnut voivat tottua, joten niiden vaikutus jää vähäiseksi. Monilla taimitarhoilla onkin järjestetty päivystys kylvöksien itämisaikaan. Myös koulinta-aloilla kanalinnut ovat tehneet merkittävää tuhoa syömällä mm. latvasilmuja.



Kuva 32. Verkolla suojattu kylvöpenkki.

### 13. TUOTANTOKETJUJEN KUSTANNUSVERTAILUA

Edellä on jo kutakin työtä käsiteltäessä suoritettu kustannuslaskelmia vaihtoehtoisten työmenetelmien osalta. Näiden edullisuuden ratkaisevat usein olosuhteet ja tuotantomäärät. Kaksi vaihtoehtoista päätuotantoketjua kilpailee keskenään paljasjuuristen männyn taimien tuotannossa: koulittu taimi ja leikkattu taimi, jotka ovat metsänviljelykelpoisuudeltaan suunnilleen tasaveroisia (PARVIAINEN 1980). Seuraavassa suoritetaan näiden taimityyppien välillä kustannusvertailua, joka osittain perustuu taimitarhojen kustannusseurantaan ja osittain työntutkimustuloksiin sekä lisäksi seuraaviin oletuksiin.

Taimitarhamaan hankinta- ja raivauskustannukseksi (raivaus, ym. valmistelukuluineen) oletettiin 10000 mk/ha. Sille ei laskettu kuoletusta, mutta vuotuisena korkona käytettiin 5 % (vrt. HYVÄRINEN 1979). Muulta osin pääoma- ja yleiskulut laskettiin eri taimityypeille yhtäsuuriksi tainta kohti, koska oletettiin tarvittavan samat kiinteistöt, koneet ja työnjohto tietyn taimimäärän tuottamiseen eri menetelmillä. Avomaan hajakylvösaannoksi laskettiin 4,2 milj. tainta/ha koko pinta-alalle. Vastaavasti koulinta-alan saannoksi laskettiin 0,5 milj. tainta/ha 2A leikkattujen taimien saannoksi vastaavasti laskettiin 1,2 milj. tainta/ha ja 3A leikkattujen taimien saannoksi i

milj. tainta/ha. Koulintakustannus laskettiin 5 milj. taimen vuosituotannolla 15-paikkaista koulintakonetta käytettäessä. Juurten leikkauskustannus laskettiin vastaavalle tuotantomäärälle. Nostokustannus laskettiin käsinnoston mukaisesti.

Tuotantokustannukset ovat seuraavat vuoden 1981 hintatason mukaan:

	Koulittu 2A+1A		Leikattu 2A		Leikattu 3A	
	p/taimi		p/taimi		p/taimi	
Maanvalmistus, kylvö ja hoito kahdena ensimmäisenä kasvukautena	2,5	"	2,8	"	3,2	"
Koulintataimen nosto ja koulinta	2,5	"	--		--	
Juurten leikkuu	--		0,2	"	0,4	"
Taimien hoito kolmantena kasvukautena, työpalkat sos.kustannuksineen	1,7	"	--		1,9	"
Taimien nosto, lajittelu, pakkaus, varastointi ja lähetys	2,7	"	3,2	"	3,2	"
Taimitarhamaan pääomakustannus kasvatusaikana	0,2	"	0,2	"	0,3	"
Muut pääomakulut, yleiskulut ja tarvikkeet	13,6	"	13,6	"	13,6	"
	-----		-----		-----	
	23,2		20,0		22,6	
	p/taimi		p/taimi		p/taimi	

Jos rivikylvössä käytetään tässä esitettyä tiheämpää kasvustoa, alenevat leikatun taimen kasvatuskustannukset hieman, mutta samalla alentunee myös taimien metsänviljelykelpoisuus mm. siten, että taimen tyviläpimitta pienenee (PARVIAINEN 1980). Mikäli rivikylvössä käytetään tiheämpää kasvustoa esim. riviväliä pienentämällä, voitaneen riviväliä pienentää myös koulinnassa, jolloin kustannusten suhde näiden taimityyppien välillä pysynee laskelman mukaisena. On luonnollista, että taimien kasvatuskustannukset vaihtelevat

olosuhteiden mukaan, eikä edellä esitetty laskelma kuvaa keskimääräisiä oloja, vaan on esimerkinomainen.

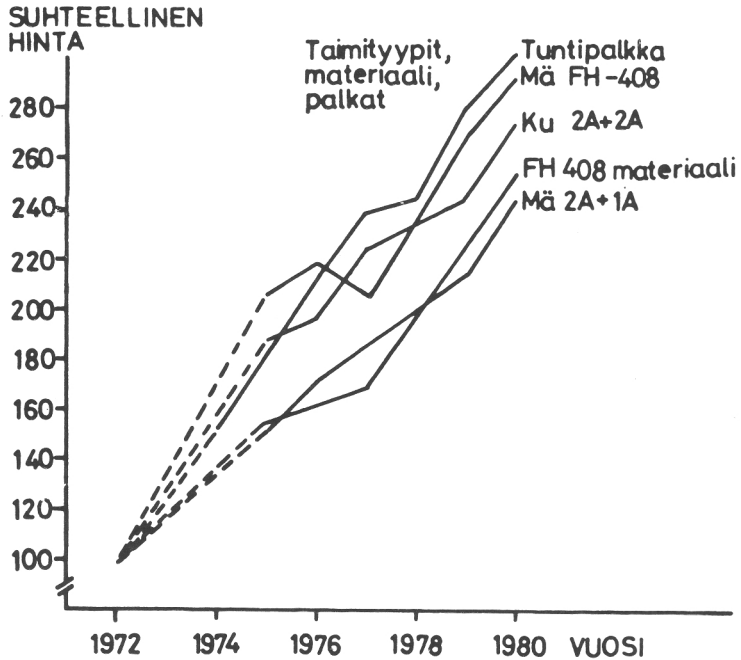
#### 14. TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimuksen mukaan ei suuria kustannussäästöjä ole saatavissa paljasjuuristen taimien tuotantoa kehittämällä. Sen sijaan pieniä kustannussäästöjä on luonnollisesti saatavissa useissakin töissä. Esim. kuusen nostossa sivulta leikkauksen avulla, siirtymällä koulinnassa 15-paikkaisiin koneisiin, tiheimmällä rivivälillä koulinnassa ja rivikylvössä jne. Suurin kustannussäästö kuitenkin olisi siirtyminen koulitusta taimesta leikattuun, joka on meillä tavallaan uusi taimityyppi. Kustannussäästöjä näyttäisi olevan saatavissa työnjohdollisin toimenpitein. Eräs tällainen säästökohde tulosten mukaan olisi huolellisempi lajittelu noston yhteydessä, koska varsinkin männyn taimien nostossa on hylättyjen taimienjoukkoon menneet verraten paljon hyviä taimia.

Toisaalta ei ilmeisesti myöskään paakkutaimien tuotannossa ole suuria kustannussäästöjä odotettavissa, koska tuotantolinjat on jo varsin pitkälle koneellistettu. Kuten kuva 33 osoittaa, ovat paljasjuuristen- ja kennotaimien enimmäismyyntihinnat kehittyneet viime vuosina suhteellisesti suunnilleen yhtä nopeasti, aivan viime vuosina paakkutaimien hinnat jopa nopeammin. Näin ollen paljasjuuristen taimien kilpailukyky hinnan suhteen pysynee ennallaan. Erään selvityksen mukaan männyn 2A+1A taimien tuotannossa palkkakustannukset ovat olleet 50 %. Vastaavat kustannukset männyn FH-408 taimien tuotannossa olivat 46 %. Oletetaan palkkakustannusten ja paakkutaimien materiaalikustannusten nousevan seuraavalla viisivuotiskaudella yhtä paljon kuin edellisellä viisivuotiskaudella ja muiden kustannusten samoin ja suhteellisesti yhtä paljon kuin molempien taimityyppien kohdalla, päädyttäin siihen, että paljasjuuristen taimien hinta nousee vain vajaan prosenttiyksikön verran nopeammin kuin paakkutaimien.

Taimityyppien edullisuutta tulee kuitenkin arvioida koko metsänviljelyketjun hyötyjen ja kustannusten valossa. Koska paljasjuuristen- ja paakkutaimien hin-

takehityksessä ei liene suuria eroja lähivuosina, ratkaissee taimityyppien kysynnän kehityksen muut metsänviljelyyn liittyvät tekijät.



Kuva 33. Taimien ja paakkumateriaalin hintojen sekä työpalkkojen kehitys.

Tutkimuksissa ei myöskään ole ilmennyt tekniseen kehitykseen liittyviä taimien metsänviljelykelpoisuutta vähentäviä tekijöitä, ellei sellaisena pidetä koulinnan aiheuttamaa koukkujuurisuutta. Sitäkin voitaneen teknisellä kehittämisellä vähentää. Juurten leikkuun ei ole todettu aiheuttavan merkittävää sienitautiriskiä juuristolle varsinkaan, jos kasvualustassa on turvetta (PETÄISTÖ 1982). Juurten leikkuulla taas voidaan ohjata taimien juuri-versosuhteita ja juurten muotoa, mistä saattaa olla suurtakin etua istutuksessa. Koulinnassa voi rivivälin pienentäminen olla mahdollista varsinkin männyn taimien kasvatuksessa. Juurten leikkuulla koulituillakin taimilla voidaan saavuttaa biologisesti merkittäviä etuja.



Työvoimapulaa on pidetty eräänä taimien tuotantoa rajoittavana tekijänä. Paljasjuuristen taimien tuotanto on ihmistyövaltaisempaa kuin paakkutaimien tuotanto. Tämän tutkimuksen mukaan ihmistyön tarvetta on mahdollista hieman vähentää koneellistamisen ym. rationalisointitoimien avulla nostossa ja siirtymällä koulitusta taimesta leikattuun. Koneellinen nosto mahdollistaa myös nuorten, vanhojen tai vajaakkyisten (esim. lievästi selkävaivaisten) työntekijöiden käytön nostotyössä. HARTEK-nostokonetta rakennettiin kaksi prototyyppiä. Niistä toinen kesti huonosti ja tästä aiheutui runsaasti keskeytyksiä. Tämä johtui ensimmäiseen prototyyppiin verrattuna erilaisista teknisistä rakenteista. Koska ensimmäinen prototyyppi on kestänyt verraten hyvin, on ilmeistä, että konetyyppi on kehitettävissä toimintavarmaksi.

Edellä mainitun lisäksi ergonomiia ja siten työviihtyvyyttä on mahdollista parantaa muutoinkin. Taimitarhakoneita (esim. istuimet) ei ole aina suunniteltu ergonomisesti optimaalisiksi. Myös töiden järjestelyllä ja erilaisilla apuvälineillä on mahdollista vähentää työntekijöiden kuormittumista.

## 15. K I R J A L L I S U U S

- ALDHOUS, J.R. 1972. Nursery Practice. For. Comm. Bull. 43: 1-184.
- AXELSON, O. 1974. Heat stress in forest work. FAO TF-INT 74 (SWE): 1-31.
- BØRSET, O. 1953. Rotbeskjaering i planteskoler. Årsskr. Norske Skogplantesk. 1952: 74-79.
- BOVINDER, T. 1979. Rapport från symposiet "Plantbehandling" vid Breanäs kurscentrum den 16-17 november 1978. Årsskr. Nordiske Skogplantesk. 1980: 7-27.
- BROWN, R.M. 1971. Mechanisation of lifting. Techniques in silvicultural operations. IUFRO division No. 3. Publication No. 1: 40-42.
- CHRISTENSEN, S.A. 1961. Markvanding. Afprovning og vandingsmaterial. Kopenhagen.
- DUSEK, V. 1967. Ausnutzung der Methode des Wurzelschnittes bei verschulten Pflanzen von Buche (*Fagus silvatica* L.) XIV. IUFRO-kongress. Munchen 1967. Ref. IV Sec. 23: 146-159.
- EIS, S. 1968. Lateral Root pruning - A Promising Forest Nursery Practice. The Forestry Chronicle. Canadian Institute of Forestry. Vol. 44 No. 5 October.
- EIS, S. ja LONG, J.R. 1973. Root Pruning in the Nursery. Tree Planters Notes. Vol. 24 No. 1 February.
- EVANS, R. ja SWARTZ, K. 1977. Simple weeding cart increases hand-weeding efficiency. Tree Planters Notes Vol. 28. 3-4: 29.
- GÅRDH, R. 1980. Planthantering på Nya Zeeland. Forskningsstiftelsen. Skogsarbeten Ekonomi 9: 1-4.

HALLER, R. 1978. Maschinen und Geräte für den Forstpflanzgarten-Stand 1977. Forsttechnische Informationen 2: 12-16.

HALME, E. 1981. Suullinen lausunto.

HANAN, J.J., HOLLEY, W.D. ja GOLDSBERRY, K.L. 1978. Greenhouse Management Berlin-Heidelberg-New York 530 s.

HARJULA, J. ja KARPPÉLIN, S. 1974. Traktorivetoinen Egedal-koulituskone. Monisteessa Nieminen M. (toim.) Kokemuksia koulituskoneen käytöstä yksityismetsätalouden taimitarhoilla vv. 1968 - 1973 1-4 s. Metsähallitus Yksityismetsätalouden osasto.

Farm Chemicals. 1977. Electrostatics take the field. Agricultural Engineering Department. University of Georgia Experiment 30212.

HARSTELA, P. 1975. Työajan menekkiin ja työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat tekijät eräissä metsätyömenetelmissä. Teoreettinen ja empiirinen analyysi. Summary: Factors affecting the consumption of working time and the strain on the work in some forest work methods. A theoretical and empirical analysis. Commun. Inst. For. Fenn. 87.2: 1-132.

HARSTELA, P. 1977. Taimitarhatyöntekijäin mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koaseman tiedonantoja 21: 1-13.

HARSTELA, P. ja TERVO, L. 1977. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koaseman tiedonantoja 23: 1-14.

HARSTELA, P. ja TERVO, L. 1979. Rationaliseringen av barrotsplantornas produktion. Årsskr. Nordiske Skogplantesk. 1978: 21-26.

HARSTELA, P. ja TERVO, L. 1981. Rationalization of the Production of Bareroot Plants in Finland. Tree Planters' Notes. Spring. 24-29.

- HEIKINHEIMO, O. 1915. Kaskiviljelyn vaikutus Suomen metsiin. Metsähallituksen julkaisuja 11: 11-149.
- HEIKINHEIMO, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatustaimitarhassa. Referat: Versuche in Baumschulen. Commun. Inst. For. Fenn. 29(1): 1-97.
- HERRANEN, T. 1980. Pataman taimitarhan konekoulinta. Metsähallitus. Kehittämisyhteisö. Koeselostus 147: 1-4.
- HIORTH, G. 1954. Rotbeskjaering og såing i skogplanteskoler. Årsskr. Norske Skogplantesk. 1953: 141-143.
- HITT, R.G. 1971. Mechanization in forest tree nurseries in the United States. Tree Planters' Notes vol. 22 No. 3.
- HOLOPAINEN, L. 1968. Kastelun tasaisuus muovihuoneessa. Metsätaloudellinen aikauslehti 4: 147-148.
- HOLOPAINEN, L. 1979 a. Kasvihuoneautomaatiikka taimitarhoilla. Summary: Automatic equipment in the greenhouses of forest nurseries. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 5: 1-4.
- HOLOPAINEN, L. 1979 b. Kastelu- ja sumutussumuttimien testaustuloksia. Metsänjalostussäätiö. Moniste 1-10.
- HUUSKO, M. 1971. Taimitarhojen työsaavutustutkimus. Metsähallitus. Kehittämisyhteisö. Tutkimusselostus 106: 1-12.
- HYVÄRINEN, E. 1979. Kostnadsberäkning för plantproduktionen i Finland. Årsskr. Nordiske Skogplantesk. 1980: 75-84.
- HÄNNINEN, P. 1979. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista kouluttujen taimien kasvatuksessa. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 30: 1-15.

INGESTAD, T. 1962. Macro element nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solutions. Medd. Stat. Skogsforskn. Inst. 51(7): 1-150.

ISO-Standard 2631.

JAKABFFY, E. 1969. Rationalisering av plantskolor på friland. Sveriges Skogsförb. Tidskr. 67(4): 425-441.

KAARTINEN, V. ja VOUTILAINEN, M. 1959. Suojuspeitteiden vaikutuksesta taimitarhakylvösten kehitykseen. Metsänhoitotieteen laudaturtyö.

KARA, O. 1971. Sadetuksen tilakohtainen suunnittelu. Vakolan tiedote 15.

KANGAS, J. 1979. Suullinen lausunto Kuopion aluetyöterveyslaitoksen ajankohtaispäivillä Jyväskylässä.

KANGAS, J., ETULA, A. ja HUSMAN, K. 1980. Torjunta-ainealtistus metsätaimitarhoilla. Työterveyslaitos 30: 1-48.

KAUPPI, P. ja HARI, P. 1979. Förpackningsmaterialens betydelse för plantsvården under transport och lagring av planteringsmaterial. Årsskr. Nordiske Skogsplantesk. 1980: 75-84.

KONTTINEN, K. 1982 a. Suonenjoen taimitarhan kustannuslaskentatiedot 1981. Julkaisematon.

KONTTINEN, K. 1982 b. Suullinen lausunto.

KOSTAMO, H. 1981. Suullinen lausunto.

LAIHO, O. 1966. Voisiko juurien leikkaaminen meiläkin korvata koulintaa? Metsätal. Aikausl. 83(4): 193-195.

LANG, 1980. Suullinen lausunto.

LEHTO, J. ja SIMOLINNA, J. 1966. Metsäpuiden taimien kasvattaminen. 235 s. Helsinki. Kirjayhtymä.

- LEIKOLA, M. ja RAULO, J. 1972. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koaseman tiedonantoja 1: 1-42.
- LOTT, J.R. ja HALLMAN, R.G. 1973. New Zealand root pruner evaluated for U.S. use. Vertical attachment ineffective. Tree Planters' Notes 24: 18-20.
- LOWMAN, J.B. ja McLAREN, J. 1976. Nursery Equipment Catalog. U.S. Department of Agriculture Forest Equipment Development Center. Missoula, Mont. 5981.
- LUDEMANN, G.H. 1962. Die Forstpflanzenanzucht in Kämpen und Forstbaumschulen Norddeutschlands. Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtige Struktur unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in den ehemaligen Herzogtümern Schleswig und Holstein. 164 s. Halstenbeck/Holstein. Selbstverlag des Verfassers.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsänviljelyaineiston kaupasta. 1979
- MATTILA, P. 1981. Suullinen lausunto 7.12.1981.
- McDONALD, E. ja STEPHEN, 1976. Mechanization reduces lifting labour costs 70 percent at the Coeur d Alene Nursery. Tree Planters Notes 2: 6-7.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1975. 1977. Folia For. 295: 1-217.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1976. 1978. Folia For. 345: 1-200.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1977-1978. 1979. Folia For. 375: 1-197.
- MOSEGAARD, J. 1976. Planteskoleddrift. Kobenhavn. 1-168.
- MOEN, H. 1968. Projuksjon av skogplanter. Prikling og Rotbeskjaering. s. 110-121.

- MÄKELÄ, J. 1981. Suullinen lausunto.
- MÄKELÄ, J. 1982. Suullinen lausunto.
- NIIRANEN, J. 1975. Huomioita taimitarhakoneiden työnäytöksestä Mattesholmin taimitarhalta Etelä-Ruotsista 8.10.1975. Moniste 3s. Metsänjalostussäätiö. Helsinki.
- NIIRANEN, J. 1979. Parannettu 2A-selvitys juurtenleikkuumenetelmän kehittämistä MJS:ssä. 8 s. Konekirj. Helsinki. Metsänjalostussäätiö.
- NIIRANEN, J. 1981. Juurtenleikkuumenetelmän kokeilua paljasjuuristen taimien kasvatuksessa. Summary: Experimentation with a root cutting system in growing bare-root seedlings. Metsänjalostussäätiö. Tiedote 1: 1-4.
- NISULA, P. 1975. Liikkuva sadetuslaitteisto. Revolving sprinkler. Folia For. 228: 1-27.
- NISULA, P. 1976. Muovihuoneen sadetuskone. Summary: A spinkler for a plastic greenhouse. Folia For. 258: 1-14.
- NISULA, P. 1978. Rullataimimenetelmä taimitarhalla ja metsänviljelyn toimenpideketjussa. Koulitut männyn taimet. Summary: The roll transplant method in the nursery and in the forestation work chain. The pine transplants. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 93.5 Commun. Inst. For. Fenn. Helsinki.
- NUUTINEN, J. 1981. Suullinen lausunto.
- PARVIAINEN, J. 1980. Juurten leikkaaminen männyn paljasjuuristen taimien kasvatukseen menetelmänä. Zusammenfassung: Wurzelschnitt als anzuchtmethod bei wurzelnackten kiefernpflanzen. Commun. Inst. For. Fenn. 98(2): 1-115.
- PARVIAINEN, J. ja TERVO, L. 1980. Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyiltä opintomatkalta 14.6. - 1.7.1980. Metsäpuiden taimien tuottaminen. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 36: 1-22.

- PETÄISTÖ, R-L. 1982. Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitautiriski havupuun taimilla taimitarhalla. Summary: Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries. Folia For. 505: 1-8.
- PUUSTJÄRVI, V. 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Turveteollisuusliitto r.y. Helsinki. 1735.
- RAHTE, 1980 Suullinen lausunto.
- RAITIO, H. ja RIKALA, R. 1981. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 15: 1-28.
- RAULO, J. 1962. Koivun taimien kasvatuksesta muovihuoneissa. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 5-6: 208-210.
- RAULO, J. ja TERVO, L. 1980. Rauduskoivun taimilajin 1(Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja 32: 1-10.
- RIKALA, R. 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja 24: 1-28.
- RIKALA, R. 1979. Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla. Summary: The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery. Folia For. 394: 1-15.
- RIKALA, R. 1982. Suullinen lausunto.
- RIKALA, R. ja TERVO, L. 1979. Nostokoneet ja pakkausmateriaalit puntarissa. Metsämies 3: 14-16.
- ROTTY, R. 1971. Methods and machines used in North American nurseries. For. Equipm. Note, FAO A. 21. 60:21-41.
- RUHA, A. 1981. Suullinen lausunto.



- RUMMUKAINEN, U. 1981. Ogräsbekämpning i plantskolor i Finland. Årsskr. Nordiske Skogplantesk. 1980. 47-56.
- RUMMUKAINEN, U. ja MÄKELÄ, J. 1968. Koulintakone ja koulija. Metsätaloudellinen aikauslehti 4: 149-151.
- SALONIEMI, M. 1965. Tuloksia ja kokemuksia havupuiden kylvöksien peittämisestä muovihuoneissa. Metsätaloudellinen Aikauslehti 1: 30-32.
- SEPPÄLÄ, K. 1981. Suullinen lausunto 8.12.1981.
- SILOKANGAS, M. 1981. Suullinen lausunto 15.12.1981.
- SIMOLINNA, J. 1965. Metsänsuojeluohjeita. Kasvisuojeluseuran julkaisuja 31: 3-5.
- SJÖVALL, S. 1977. Utveckling av plantskolemaskiner. Årsskr. Nordiske Skogplantesk. 1976: 31-37.
- SPITZENBERG, K. 1908. Ueber Missgestaltung des Wurzelsystems der Kiefer und uber Kulturmethoden. 32 s. Neudamm. I. Neumann.
- SWART, G. 1935. Neue Wege zur Anzucht von Forstkulturpflanzen. Der Deutsche Forstwirt 17(10): 120-123.
- TAVAILA, J. 1982. Suullinen lausunto 20.1.1982.
- TERVO, L. 1978a. Taimitarhatoimintaa Etelä-Englannissa. Metsämies 10: 25-27.
- TERVO, L. 1978b. Metsäpuiden taimituotanto koneellistuu. Koneviesti no. 11: 19.
- TERVO, L. 1981. Tekniset ja taloudelliset näkökohdat juurten leikkaamismenetelmän käytössä. Moniste 8s.
- The Status of Forest Energy Plantation Mechanization. 1982. K.L. Jones & Associates Ltd. 33. Fullec Street Ltd. Ottawa, 49s.
- TINUS, R.W., STEIN, W.T. ja BALMER, W.E. (toim.)

1974. Proceedings of the North American containerized forest tree seedlings symposium. Great Plains Agricultural Council. Publication 68: 1-458.

TREDE, J.H. 1932. Pflanzenpikiervorrichtung. Patentschrift nr. 545641.

TREAN Integrated System for the Mechanical Harvesting of Pine Seedlings. WIN, A.R.D. 1976. What's new in forest research 42: 1-4.

VOS, H.W. 1973. Physical workload in different body postures while working near to, or below ground level. Ergonomics 16(6): 817-828.

VÄRE, M. 1972. Tutkimus Egedal-koulintakoneesta ja koulitustaimien kehityksestä. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten 1-56.

WELCH, H.J. 1970. Mist propagation and automatic watering. London 171 s.

WILLIAMS, R.D. ja HANKS, S.H. 1973. Hardwood nurserymans guide. U.S. Department of Agriculture / Forest Service. Agriculture Handbook 473: 1-76.

WILSON, G. 1977. Mechanised Tree Lifting Saves Labour Costs. Australian Forest Industries Journal. Vol. 43: 6-7.

WITTWE, W.G. 1898. Geräth zum Durchschneiden der Wurzeln zwischen Pflanzenreihen, um späteres Umpflanzen zu erleichtern. Patentschrift nr. 96649.

WOOD, T. 1978. Suullinen lausunto.

Liite 1. "Ostotuotos

		1980				1981			
		Koneella työntek. kpl	Koko koneen tuotos tai- mia/h 1)	Konetuotos taimia/h 1) työntek.	Käsinnosto tuotos tai- mia/h 2) työntek.	Koneella työntek. kpl	Koko koneen tuotos tai- mia/h 1)	Konetuotos taimia/h 1) työntek.	Käsinnosto tuotos tai- mia/h 2) työntek.
Taimilajit									
Taimitarha 1									
Mä 2A+1A	6+2+1	10 371	1 152	963	-	-	-	-	-
"- raakit poist.	6+2+1	14 557	1 617	-	-	6+1+1	9 416	1 177	825
Mä 1M+1A	6+2+1	10 701	1 189	-	-	6+1+1	11 081	1 385	-
"- raakit poist.	-	-	-	904	-	6+1+1	7 640	955	837
Ku 1M+2A	6+2+1	7 800	867	-	-	6+1+1	-	-	-
Taimitarha 2									
Mä 2A+1A	6+1+1	12 856	1 607	1 787	-	6+1+1	10 144	1 268	1 727
"- raakit poist.	-	-	-	-	-	8+1+1	12 988	1 299	1 792
Mä 1M+1A	6+1+1	-	-	-	-	6+1+1	9 918	1 240	1 304
"- raakit poist.	-	-	-	-	-	8+1+1	9 829	983	1 362
Ku 2A+2A	6+1+1	15 429	1 929	-	-	-	-	-	-
"- raakit poist.	8+2+1	23 998	2 173	1 801	-	-	-	-	-
Mä 1M+1A	6+1+1	10 088	-	-	-	-	-	-	-

1) h = työ+odotus+teor. penkin vaihto+teor. säkin kirj.+10 % kesk.

2) h = nosto+sittominen+valeistutus+säkitys+raakit+narut+säkin kirj.+5 % kesk.

3) työntekijät taimitarhatyöhön tottumatomia

Liite 2. Lajittelijoiden tehotyöajan jakauma  
männyn taimien koneellisessa nostossa.

Taimitarha 1.			
	Niputus	Odotus	Raakkien poisto
Lajittelija		aika, %	
01	59,2	13,3	27,5
02	62,0	11,9	26,1
03	78,1	8,6	13,3
V1	61,0	9,1	29,9
V2	63,2	12,7	24,1
V3	56,3	12,8	30,9
Taimitarha 2			
01	93,3	6,2	0,5
02	93,4	6,6	-
03	90,5	9,5	-
V1	91,7	8,3	-
V2	93,4	6,6	-
V3	92,0	7,7	0,3
0 =	lajittelutason oikea puoli		1-3 työntekijän
V =	"-"- vasen puoli		paikka

Liite 3. Lajittelijoiden tehotyöajan jakauma  
kuusen taimien koneellisessa nostossa.

Taimitarha 1

Lajittelija	Niputus	Odotus	Raakkien
			poisto
			-----
		aika, %	
01	58,1	17,4	24,5
02	62,9	22,5	14,6
03	51,1	26,6	22,3
V1	60,2	17,3	22,5
V2	60,7	16,2	23,1
V3	39,3	39,3	21,4

Taimitarha 2

01	97,6	2,4	-
02	97,0	3,0	-
03	94,9	5,1	-
V1	96,0	4,0	-
V2	95,0	4,6	-
V3	93,5	6,5	-

Liite 4. Säkiittäjien tehotyöajan jakauma taimitarhalla 2 taimien koneellisessa nostossa.

Säkiittäjä	Taiminiippujen säkitys	Täyden säkin poisto	Tyhjän säkin vaihto	Säkityslaitteen käyttö	Säkin sitominen	Odotus
1	69,3	-	mänty	1,9	-	28,6
2	0,3	5,9	0,2	1,8	25,8	48,5
			17,7			
			kuusi			
1	89,5	-	-	1,2		9,3
2	-	11,3	21,1	4,3	27,4	35,8

Liite 5. Työajan jakaumat työntekijöittäin eri työpaikoilla taimien koneellisessa nostossa.

Mänty

Työntekijä	Paikka	Niputus %	Odotus %	Raakkien poisto, %
1	V2	95,2	3,2	1,6
"	02	93,5	4,9	1,6
"	03	71,4	20,0	8,6
2	01	87,9	10,0	2,1
3	02	71,4	22,9	5,7
"	03	90,7	5,3	4,0
"	V3	90,3	3,2	6,5
4	V1	88,0	5,5	6,5
"	V2	87,7	10,5	1,8
"	V3	64,3	17,9	17,8
"	02	98,5	1,5	-
5	01	97,7	2,3	-
"	V1	96,4	-	3,6
"	V3	87,1	6,7	6,2
6	V1	84,9	10,9	4,2
"	V2	89,1	6,2	4,7
"	03	94,7	3,8	1,5

Kuusi

1	V1	90,9	9,1	-
"	03	71,8	25,6	2,6
2	V2	88,6	11,4	-
"	02	69,2	30,8	-
3	V3	88,6	11,4	-
"	01	84,6	15,4	-
4	01	91,4	8,6	-
"	V1	82,4	16,5	1,1
5	03	96,3	3,7	-
"	V2	89,0	11,0	-
6	02	92,6	67,2	1,2
"	V3	80,2	17,6	2,2

Liite 6a. Tärinän vertikaalinen kiihtyvyyden HARTER-nostokoneella Suomenjoen taimitarhalla  
kuusen 1M+1A taimien nostossa.

Mittaus		Oktaavikaista H										
Anturin		31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	31,5K
suunta	paikka											
Pysty	01	0,4	0,9	1,2	1,1	1,5	2,6	1,9	0,6	0,2	0,01	0,01
"	02-3	0,6	1,4	0,9	0,4	1,0	2,3	0,9	0,2	0,1	0,02	0,03
"	V1	0,5	0,7	1,4	1,2	1,4	2,5	1,1	0,6	0,2	0,05	0,1
"	V2-3	0,5	1,3	0,9	0,4	0,7	1,5	0,2	0,4	0,1	0,03	0,02
"	4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,6	1,0	0,4	0,2	0,02	0,01	0,03
Leveys	01	0,2	1,0	1,3	3,0	2,8	2,3	1,5	1,3	0,3	0,1	0,01
"	02-3	0,4	2,5	3,0	0,9	1,1	1,3	1,3	0,5	0,1	0,02	0,02
"	V1	0,2	0,3	0,9	2,6	3,7	1,9	1,0	0,6	0,2	0,1	0,06
"	V2-3	0,4	2,0	3,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,2	0,08	0,05	0,03
"	4	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,7	0,4	0,3	0,06	0,02	0,02
Pituus	01	0,2	0,8	1,3	0,9	1,8	1,4	1,4	0,6	0,2	0,1	0,1
"	02-3	0,3	1,5	1,7	2,3	2,1	1,6	0,8	0,5	0,1	0,03	0,01
"	V1	0,3	0,8	0,9	0,6	1,7	2,1	1,2	0,5	0,2	0,1	0,08
"	V2-3	0,3	0,7	1,2	1,1	1,5	1,1	0,5	0,3	0,1	0,03	0,02
"	4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,6	1,1	0,5	0,3	0,2	0,02	0,03

>



Liite 6b. Tärinän vertikaalinen kiihtyvyyden HARTER-nostokoneella Pekolammin  
taimitarhalla kuusen 2A+2A taimien nostossa.

Mittaus Anturin		Oktaavikaista, Hz										
suunta	paikka	31,5	63	125	250	500	1 K	2K	4K	8K	16K	31,5K
Pysty	01	0,9	1,4	1,3	1,3	3,2	5,0	2,7	0,6	0,2	0,02	0,01
"	02	0,6	1,0	0,9	1,0	2,7	3,5	2,0	0,3	0,1	0,02	0,01
"	03	0,5	1,0	0,8	0,8	1,9	6,0	1,8	0,3	0,1	0,01	0,01
"	V1	0,7	1,2	1,4	2,8	1,9	7,1	3,7	1,3	0,2	0,2	0,1
"	V2	0,8	1,5	1,6	1,3	1,8	6,0	1,5	1,0	0,01	0,02	0,03
"	V3	0,2	0,6	1,1	0,9	2,0	5,5	2,0	0,4	0,03	0,01	0,03
"	4	0,3	0,3	0,4	0,6	2,8	7,2	1,9	1,2	0,04	0,02	0,01
Leveys	01	0,3	0,8	1,3	5,0	2,8	3,3	2,6	1,3	0,4	0,01	0,01
"	02	0,3	0,7	1,4	4,5	4,2	2,2	1,2	0,8	0,2	0,01	0,01
"	03	0,01	0,4	0,8	2,9	2,3	1,6	1,7	0,4	0,1	0,01	0,01
"	V1	0,4	0,8	2,2	6,6	3,2	4,5	4,0	1,3	0,6	0,3	0,3
"	V2	0,3	0,9	1,9	3,5	1,2	1,7	2,2	0,5	0,4	0,05	0,03
"	V3	0,2	0,4	1,3	3,3	1,7	1,3	2,0	0,5	0,3	0,02	0,03
"	4	0,2	0,3	0,6	0,9	4,1	7,3	2,3	0,4	0,1	0,04	0,02
Pituus	01	0,2	0,6	0,6	1,0	6,5	3,5	2,8	1,0	0,4	0,01	0,01
"	02	0,2	0,5	0,7	1,3	5,3	2,4	2,3	0,9	0,3	0,01	0,01
"	03	0,2	0,4	0,6	1,1	4,7	3,1	1,9	0,6	0,1	0,01	0,01
"	V1	0,3	0,4	0,8	4,2	3,6	3,0	1,6	1,3	0,5	0,2	0,1
"	V2	0,2	0,4	0,9	2,1	3,8	3,5	1,7	0,7	0,1	0,02	0,02
"	V3	0,3	0,4	0,8	1,4	4,7	2,8	3	0,6	0,1	0,01	0,02
"	4	0,4	0,4	0,4	0,5	3,8	3,9	1,2	0,8	0,1	0,02	0,02



- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimiyyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erialaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälke-läiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpö-tiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runko-tutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimi-toimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun vilje-lyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perus-tettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen su-lattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien väli-varastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden menes-tyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetel-mistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimi-tarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.

- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havainvoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista kouluttujen taimien kasvatuksessa. 1979.
- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havainvoja Keski-Eurooppaan tehdyiltä opintomatkalta 14.6.—1.7. 1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo: Metsäpuiden taimien tuottaminen, Pekka Rossi: Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
- "Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta "Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.
- N:o 34 Taimitarha-aineiston geneettiset ominaisuudet. Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1981.

Metsäntutkimuslaitos  
 Suonenjoen tutkimusasema  
 77600 SUONENJOKI  
 Puh. 979-11741