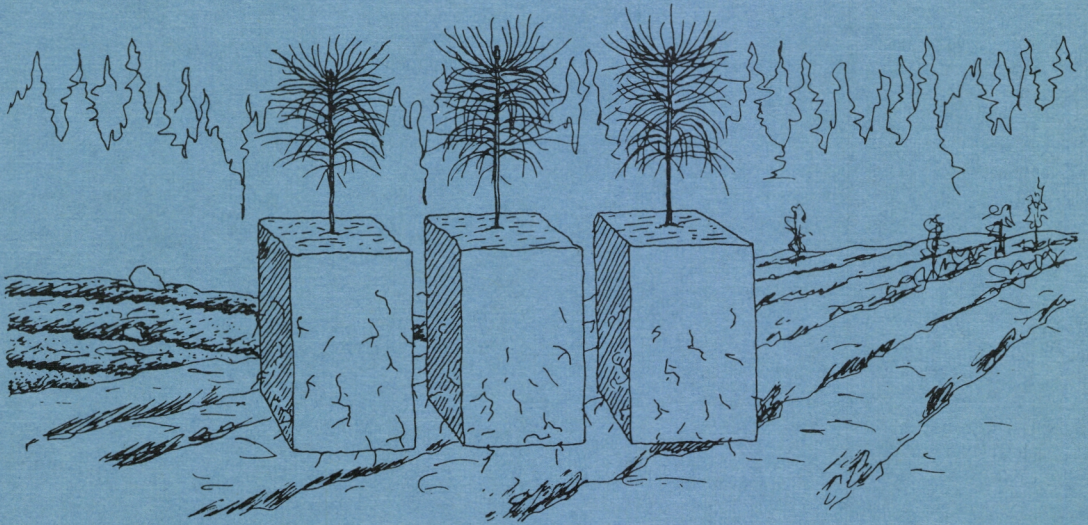


30.01.85

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 171



Joensuun tutkimusasema



KUUTIOPAAKKUTAIMIMENETELMÄ

Jari Parviainen: Menetelmän biologinen tausta ja
yksivuotisten taimien kasvatuskokemuksia

Pertti Harstela ja Leo Tervo: Tuotannon teknologia

JOENSUU 1985

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 171

JOENSUUN TUTKIMUSASEMA
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

KUUTIOPAAKKUTAIMIMENETELMÄ

Jari Parviainen: Menetelmän biologinen tausta ja yksivuotisten
taimien kasvatuskokemuksia

Pertti Harstela ja Leo Tervo: Tuotannon teknologia

Kansikuva: Hannu Nousiainen

Joensuu 1985

TIIVISTELMÄ

KUUTIOPAAKKUTAIMIMENETELMÄ

J a r i P a r v i a i n e n : Menetelmän biologinen tausta ja yksivuotisten taimien kasvatuskokemuksia.

Tutkimuksessa esiteltävä uusi männyn paakkutaimien tuotantomenetelmä on kehitetty yhteistyössä Metsäntutkimuslaitoksen ja VAPO OY:n kanssa. Käytännön taimituotantolinjana menetelmää on kokeiltu Metsähallituksen Nuojuan taimitarhalla. Menetelmän perusajatuksena on kasvattaa taimet määrävälein turvelevyissä ja ohjata juurten kasvua ja tuuhentumista leikkaamisella. Yksivuotisten taimien kasvatuksessa kevätistutuksiin tarvitaan kaksi leikkaamista 5 x 5 cm kasvatustiheydessä. Toistaiseksi laajat metsänviljelykokemukset puuttuvat, mutta uusien juurenkärkien syntymisnopeuden ja -runsauden perusteella kuutiopaakkutaimien metsänviljelykelpoisuus on osoittautunut muita taimityyppjä vastaavaksi.

P e r t t i H a r s t e l a j a L e o T e r v o :
Tuotannon teknologia

Kuutiopaakkutaimien tuotannossa voidaan käyttää jo olemassa olevia paakkutaimien täyttö- ja kylvölinjoja vähäisin muutoksia. Menetelmässä paakku muodostetaan kasvualustaa ja juuria leikkaamalla. Prototyypikonetta kehittämällä on leikkuukustannus erillisenä työvaiheena n. 0,6 penniä/taimi/kerta.

Muutoksen jälkeen leikkuussa tarvittavan koneen osalta menetelmää voidaan pitää sarjatuotantoon soveltuvana. Kasvatustyön osalta on olemassa useita vaihtoehtoja. Näistä edullisimman vaihtoehdon löytäminen vaatii vielä selvitystyötä. Kuutiopaakkutaimien tuotantomenetelmä on kustannuksiltaan kilpailukykyinen muihin paakkutaimiin verrattuna.

SISÄLLYSLUETTELO

Jari Parviainen: Menetelmän biologinen tausta ja yksivuotisten taimien kasvatuskokemuksia

ALKUSANAT	2
1. JOHDANTO	4
2. KASVATUSMENETELMÄ	6
3. KASVATUSKOKEMUKSET	8
31. Esikoe vuonna 1979	8
32. Kasvatuskokeet Suonenjoen taimitarhalla 1980 - 1984	10
33. Päätulokset	14
331. Taimien pituus	14
332. Juuriston kasvu turvelevyssä ja irtoturpeessa: kuparin vaikutus juurten kasvuun	15
333. Uusien juurien ja juurenkärkien muodostumiskyky	17
4. JOHTOPÄÄTÖKSET	24
LÄHDEVIITTEET	29

Pertti Harstela ja Leo Tervo: Tuotannon teknologia

1. KUSTANNUSLASKELMIEN YLEISET PERUSTEET	31
2. KYLVÖ	32
3. JUURTEN JA KASVUALUSTAN LEIKKU	34
4. AJANMENEKKI LEIKKUUSSA	36
5. LEIKKUUN KUSTANNUKSET	37
6. MENETELMÄN KEHITTÄMINEN	40
7. PÄÄTELMIÄ	43

ALKUSANAT

Tutkimuksessa esitettävä menetelmä on usean vuoden kehittämistyön tulos. Ensimmäiset kokeet turvelevyjen käyttömahdollisuuksista paakkutaimimenetelmänä aloitettiin varatoimitusjohtaja Kari Mutkan ja tulosityksikön päällikkö Martti Kohosen aloitteesta MMT Jari Parviaisen johdolla Suonenjoen taimitarhalla vuonna 1979. Ensimmäisissä kokeissa selvitettiin turvelevyyn sahattujen rakojen vaikutusta juurten kasvuun ja paakun muodostumiseen. Levyyn ennen kasvatusta sahatut raot eivät kuitenkaan estäneet juurten kasvua paakusta toiseen. Tämän johdosta menetelmän jatkokehittämisen suunnaksi tuli turvelevyn ja juurten leikkaamisen vaikutuksen selvittäminen.

Menetelmän kehittämistä varten Suonenjoen tutkimusasemalla muodostettiin työryhmä, johon osallistuivat kaikki oheiset allekirjoittaneet. Työryhmässä ideoitettiin yksityiskohtaisesti nyt esitettävä menetelmä käytännön taimituotantolinjaksi. Kehittämistä on tehty koko ajan yhteistyössä VAPO OY:n kanssa ja myöhemmässä vaiheessa myös Metsähallituksen kehittämisjaoston ja Nuojuan taimitarhan kanssa. VAPO OY:n edustajina ovat olleet mukana kehittämisen eri vaiheissa varatoimitusjohtaja Kari Mutka, metsänhoitaja Vento Kuusisto ja MMK Olli Reinikainen. Laitekehittelyssä ovat avustaneet VAPO OY:stä DI Torikka ja teknikko Aapalahti. Laitteet on rakennettu VAPO OY:n Rastunsuon turvetyömaalla. Metsähallituksesta kehittämistyöhön ovat osallistuneet kehittämisjaoston ylitarkastaja Viljo Kaartinen sekä metsäteknikko Tarmo Herranen ja taimitarhanhoitaja Veijo Hirvonen.

Kirjoittajien kesken työ on jakaantunut siten, että MMT Jari Parviainen on vastannut menetelmän metsänhoitollisesta tutkimuksesta ja MMT Pertti Harstela ja erikoisteknikko Leo Tervo työn tutkimuksesta ja koneiden ja laitteiden suunnittelusta yhdessä VAPO OY:n edustajien kanssa. Työryhmä esittää kiitoksensa kaikille tutkimuksen toteuttamiseen myötävaikuttaneille. Erityisesti haluamme kiittää Suonenjoen tutkimustaimitarhan henkilökuntaa tuesta ja avusta kokeiden läpi-

viemisessä. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori Erkki Lähde sekä tuotannon teknologian osalta professori Pentti Hakkila, MH Risto Rikala ja tarkastaja Jouko Tavaila. Puhtaaksikirjoituksesta huolehti käyttönjärjestelijä Tuula Konttinen.

Joensuu ja Suonenjoki 07.01.1985

Jari Parviainen

Pertti Harstela

Leo Tervo

Jari Parviainen: MENETELMÄN BIOLOGINEN TAUSTA JA YKSIVUOTISTEN TAIMIEN KASVATUSKOKEMUKSIA

1. Johdanto

Suomessa paakkutaimia alettiin käyttää laajamittaisesti metsänviljelyyn 1960-luvun lopulla. Kahdenkymmenen viimeisen vuoden aikana paakkutaimien osuus on noussut tasaisesti taimituotannossa. Tällä hetkellä paakkutaimien osuus on yli 40 % koko taimituotannosta. Vuonna 1983 taimitarhoilta luovutettiin metsänviljelyyn 247 milj. tainta, josta paakkutaimia oli 103 milj. (42 %). Paakkutaimista yli 85 % on mäntyä (Metsätilastollinen vuosikirja 1983). Omistajaryhmistä metsähallitus on lähes kokonaan siirtynyt paakkutaimien käyttöön metsänviljelyssä. Suosituin paakkutaimimenetelmä on paperikennomenetelmä. Paperikennotaimina tuotetaan yli 70 % kaikista paakkutaimista. Muita Suomessa käytössä olevia paakkutaimimenetelmiä ovat turveruukku-, styroblokk-, ensokenno- ja ensopotmenetelmät sekä norjalainen kombiform-menetelmä (ks. PARVIAINEN 1982).

Kaikissa näissä menetelmissä paakku muodostetaan jostakin koossa pysyvistä aineista valmistetun "kuoren" sisälle. Paakunmuodostajan tehtävänä on pitää kasvualusta (turve) koossa, ja säilyttää paakku käsittelykelpoisena istutuksessa. Näissä perinteisissä paakkutaimimenetelmissä tarvitaan myös jokin tuotantolinja, jonka avulla paakunmuodostajat voidaan erikseen täyttää taimien kasvualustamateriaalilla (tavallisesti turpeella).

Valtaosa eri puolilla maailmaa käytössä olevista paakkutaimiratkaisuista kuuluu joko pehmeä- tai kovaseinäisiin paakunmuodostajiin (ks. Proceedings of the Canadian... 1982). Pehmeäseinäisissä paakunmuodostajissa taimen juuret kasvavat seinämän läpi. Taimi istutetaan kuoppaan paakunmuodostajan kanssa. Kovaseinäisissä (muovi) paakunmuodostajissa juuret eivät kasva seinämän läpi. Taimi istutetaan tällöin kuoppaan irrotettuna paakunmuodostajista.

Jos taimien juuret eivät läpäise paakun seinämää, ne saattavat alkaa kiertyä seinämää ja spiralisoitua (ks. ROHMEDER 1968, HUURI 1978, PARVIAINEN 1982). Jos tai-

mien kasvatusaika on kovaseinäisessä paakunmuodostajassa liian pitkä, juurten kasvu saattaa häiriintyä. Vaikka paakunmuodostaja poistetaankin ennen istutusta, männyn taimien juurten kasvu jatkuu siihen suuntaan, joka on syntynyt kasvatuksen aikana.

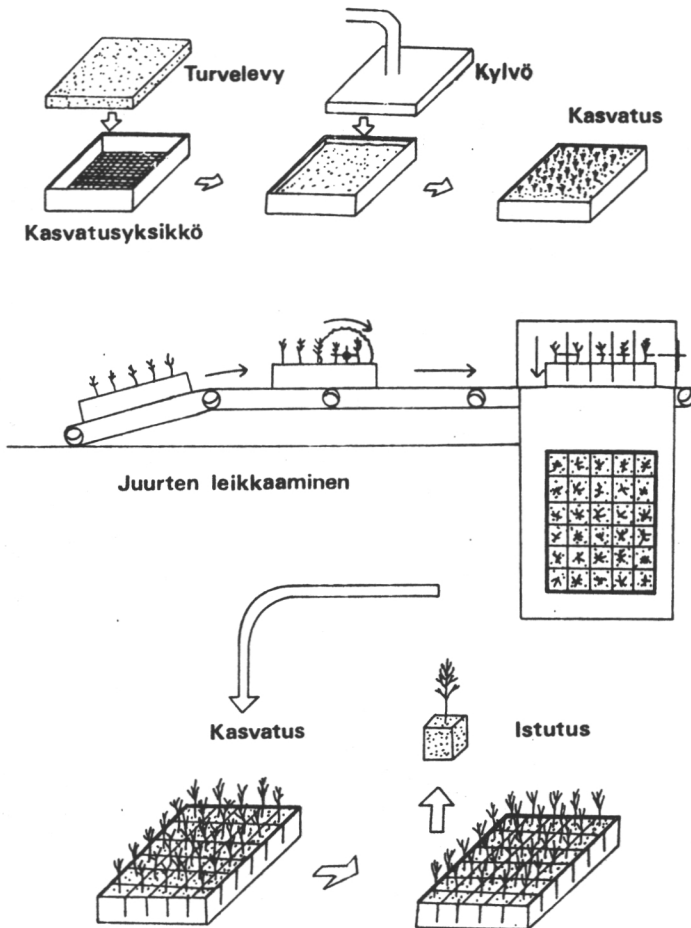
Ajatus paakutaimien kasvattamisesta ilman paakunmuodostajaa esiintyy kirjallisuudessa jo 1960-luvulla (HUURI 1968). Toistaiseksi ei ole kuitenkaan kehitetty sellaista tuotantomenetelmää, joka soveltuisi taimien massatuotantoon. Taimipenkissä kasvavien paljasjuuristen taimien juurten leikkaamista neljältä eri sivulta on kehittänyt Uudessa Seelannissa CHAVASSE (1978). Kanadassa BURDETT (1982) on tutkinut kemikaalien ja kuparin vaikutusta männyn juurten kasvuun ja esittänyt ajatuksen eräästä tuotantomenetelmästä paakutaimien kasvattamiseksi juuria leikkaamalla. Ruotsissa ja Tanskassa on viime vuosina kehitetty kivivilamenetelmiä metsäpuiden taimituotantoon. Näissä menetelmissä paakku pysyy koossa ilman paakunmuodostajaa, mutta kuljetuksen ja siirtelyn vuoksi kasvatuksen apuna on käytetty erilaisia kehikkoja (GRENE 1984, Rødforn).

Tässä esitettävässä menetelmässä tavoitteena on ollut kehittää uusi paakutaimien tuotantomenetelmä, jossa taimet kasvatetaan kasvualustassa ilman paakunmuodostajaa. Kasvualustana on puristettu ja kuivattu turvelevy, joka kasteltaessa paisuu lopulliseen kokoonsa. Siemenet kylvetään levyyn säännöllisin määräväleihin. Turvelevy on asetettu kasvatusyksikköön, jossa taimien juuria leikataan koneellisesti neljältä sivulta sovituintuina aikoina kasvukauden aikana. Leikkaamisella taimen juuriston kasvua hillitään ja toisaalta uusien juurien ja juurenkärkien syntymistä aktivoidaan. Tuuheutuessaan juuristo sitoo myös kasvualustan ympärilleen.

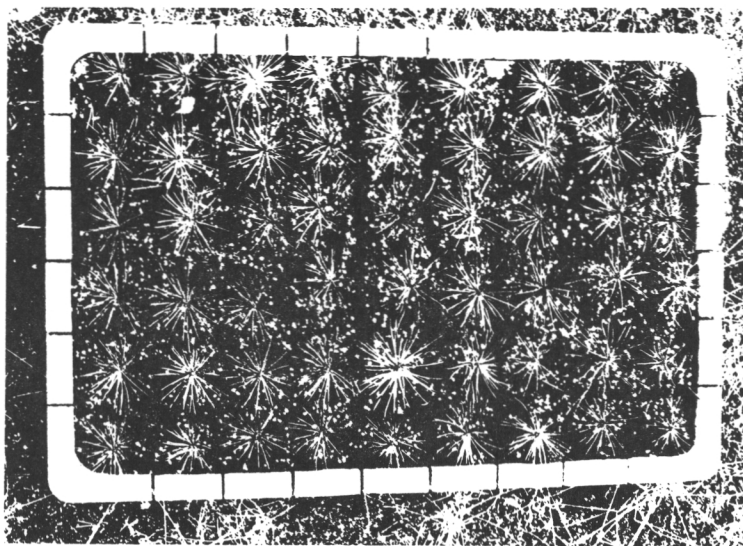
Ensimmäiset biologiset kokeet menetelmän kehittämiseksi aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimustaimitarhalla vuonna 1979. Menetelmän kehittäminen on tehty yhteistyössä Valtion polttoainokeskuksen kanssa. Turvelevyt valmistettiin VAPOn Haukinevan tehtailla. Leikkaamislaitteen kehittämisestä on vastannut metsäteknologian tutkimusosasto. Metsähallituksen Pohjanmaan piirikuntakonttori on kokeillut menetelmää vuosina 1983 - 84 Nuojuan taimitarhalla käytännön taimituotantolinjana.

2. Kasvatusmenetelmä

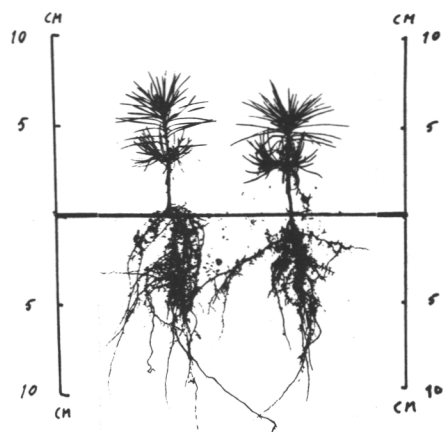
Kuvassa 1 esitetään tuotantomenetelmän pääpiirteet. Siemen kylvetään erillisellä laitteella säännöllisin välein, esim 5 x 5 cm. Siemen- ja taimiväliä voidaan säätää riippuen kasvatusajan pituudesta ja halutusta taimitiheydestä. Siemen on kuitenkin kylvettävä tasan välein, jotta leikkaaminen voidaan toteuttaa taimien välistä.



Kuva 1. Kuutiopaakkutaimien kasvatusmenetelmä



Kasvatusyksikkö



Kuutiopaakkutaimi
välittömästi leikkaamisen jälkeen

syksyllä 8 viikkoa
leikkaamisesta

Kuva 2. Suonenjoen taimitarhalla kasvatettuja yksivuotisia kuutiopaakkutaimia

Taimet kasvatetaan tavanomaisilla paakkutaimien tuotantomenetelmillä muovihuoneessa. Taimien saavuttaessa riittävän pituuden, kasvualustat siirretään leikkattaviksi ulos. Taimen juuristoa leikataan pystysuorassa suunnassa neljältä eri sivulta, jolloin muodostuu kuutionmuotoisia paakkuja. Leikkaaminen tehdään sirkkeliterillä. Kasvatusyksikkö liikkuu sirkkeliterien alla. Leikkaamisen jälkeen kasvatusta jatketaan taimitarhalla tai taimet istutetaan välittömästi leikkaamisen jälkeen. Istutettaessa taimet irroitetaan kasvatusyksiköistä. Tuuhentunut juuristo sitoo kasvualustan paakuksi. Taimet voidaan istuttaa tavanomaisilla istutusmenetelmillä (pottiputki, kourukuokka).

Menetelmän avulla voidaan kasvattaa myös monivuotisia taimia, jolloin leikkaaminen tehdään useammin kuin kerran.

3. Kasvatuskokemukset

31. Esikoe vuonna 1979

Turvelevyihin (30 x 90 cm) sahattiin sahalla raot ennen kasvatusta noin 2/3 turvelevyn paksuudesta. Levyt asetettiin eri kasvatusalustoille rakopuoli ylöspäin. Ennen kasvatusta levyt kasteltiin perusteellisesti. Siemen peitettiin ohuelti hiekalla. Taimiväli oli 5 x 5 cm. Kaikkiaan kokeessa oli mukana 30 turvelevyä.

Taimia kasvatettiin kahtena eri kasvatuseränä. Lämmitettävässä muovihuoneessa (3.5. - 18.7.) puolet taimista kasvatettiin maan pinnan tasossa soralla, puolet kasvoi katiskaverkosta rakennetulla ritilällä n. 40 cm maanpinnan tason yläpuolella. Kesämuovihuoneessa (5.6. - 28.9.) levyt jaettiin kolmeen kasvatuspaikkaan: a) maan pinnan taso soralla, b) katiskaverkosta rakennettu ritilä (50 cm maanpinnan yläpuolella) ja c) maan pinnan taso, Fibertex-kastelukangas. Molempien kasvatuserien taimia lannoitettiin 8 kertaa kasvatuksen ajan (Kekkilä Superex-9 ja kalkkikalpietari). Yhteensä lannoitteita annettiin 80 g/m².

Maanpinnan tasossa kasvatus ei muodostunut ongelmalliseksi. Kasvatus ritilän päällä vaati tehokkaampaa tarkkailua erityisesti kastelun osalta. Ritilälle asetetut turvelevyt kuivuivat nopeasti, mikä osittain johtui siitä, että katiskaverkosta tehty alusta oli lievästi kovera. Peruskastelun jälkeen turveruutuja erottavat urat painuivat levyn pinnalla umpeen. Kasvatuksen aikana ja näytetäimä otettaessa kuitenkin havaittiin, että alkuperäinen turveruutujen väli aukeni, kun turvelevyä taivutettiin altapäin kuperaksi.

Taimien pituuskasvu oli voimakkainta maanpinnan tasossa tapahtuneessa kasvatuksessa (taulukko 1).

Taulukko 1. Näytetäimien (15 kpl/koejäsen) keskimääräisiä morfologisia tunnuksia turvelevykasvatuksessa vuoden 1979 esikokeessa.

Koejäsen	Taimen pituus, cm	Tyvi- läpi- mitta mm	Sivujuuret			Turpeen alla maassa	
			Turvekerroksessa			mää-	yhteis-
			määrä, kpl	yhteis- pituus, cm	keski- pituus, cm	mää- rä, kpl	yhteis- pituus cm
Kasvatus lämmitettävässä muovihuoneessa (3.5.-18.7.79)							
Leikkaamaton, soralla	5,6	1,6	10	68	6,8	6	50
ritilällä	3,8	1,3	-	81	-	-	-
Leikattu ¹⁾ soralla	4,8	1,5	10	64	6,4	7	61
ritilällä	4,3	1,4	13	83	6,4	-	-
Kasvatus kesämuovihuoneessa (5.6. - 28.9.79)							
Leikkaamaton soralla	5,1	1,5	8	47	5,9	-	16
ritilällä	4,4	1,5	9	34	4,8	-	-
Fibertex- kankaalla	6,6	1,7	10	65	6,5	-	6

¹⁾ Leikkaaminen siirron yhteydessä 18.7.79. Soralla turvelevyn alle kasvaneita juuria katkeili siirron yhteydessä. Sivujuurten keskipituus oli soralla 7,5 cm ja ritilällä 5,0 cm.

Turveruutuja erottava rako ei estänyt juurten kasvua ruudusta toiseen. Soralla taimien juuret kasvoivat turvelevyn alle soraan. Siirron yhteydessä soraan kasvaneet juuret osittain katkesivat. Kastelukangas turvelevyn alla esti selvästi juurten kasvua alaspäin. Kastelukankaalla taimilla oli sivujuuria enemmän kuin soralla, mutta toisaalta kastelukankaalla sivujuuria kasvoi runsaasti turveruudusta toiseen. Kasvatus ritilällä maanpinnan tason yläpuolella esti tehokkaasti juurten kasvua turvelevyn läpi. Ritilällä kasvateuilla taimilla sivujuuret olivat lyhyitä.

Turveruutujen rakojen aukaisu ja samanaikainen juuristojen leikkaus sai aikaan ritilällä kasvaneilla taimilla juuriston keskittymisen. Juuristo muodostui leikkaamisen ansiosta tiheäksi ja runsaasti ohuita juuria sisältäväksi. Juurten kasvu ruudusta toiseen väheni. Soralla taimien juuristot kasvoivat leikkaamisen jälkeen uudelleen pitkiksi.

32. Kasvatuskokeet Suonenjoen taimitarhalla 1980 - 1984

Menetelmään liittyviä biologisia kokeita on tehty Suonenjoen tutkimustaimitarhalla kaikkiaan viitenä eri kasvukautena 1980 - 1984. Vuoden 1979 esikokeissa selvitettiin ensi sijaisesti turvelevyyn ennen kasvatuksen aloittamista sahattujen rakojen vaikutusta juurten kasvuun. Tämän kokeen pohjalta aloitettiin sitten varsinaisesti v. 1980 leikkaamiseen perustuvan menetelmän koetoiminta.

Kokeissa on pyritty selvittämään erityisesti seuraavia osakysymyksiä:

- kasvatusaika, lämmitettävä muovihuone ja kesämuovihuone
- leikkaamisaika ja -kerrat
- kasvatustiheys, 4 x 4, 5 x 5 ja 6 x 6 cm
- turvelevyn käyttö verrattuna irtoturpeen käyttöön
- kasvatusalustojen pohjaratkaisu, kuparin vaikutus juurten kasvuun

Oheisena esitetään luettelomaisesti, aikajärjestyksessä eri kokeet:

1980: Kasvatettiin kaikkiaan noin 10 000 tainta, yhteensä 180 levyä (40 x 40 cm). Levyt valmistettiin Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen laboratoriossa Espoossa VAPOn ohjeiden mukaan. Levyt asetettiin kasvatusalustalle ilman keuhkkoa.

Kaksi eri turvelaatuja:

A = normaali kasvuturve

B = 30 % polttoturvetta kasvaturpeen seassa (kastelu tuotti vaikeuksia, taimet jäivät hyvin lyhyeksi, koetta ei jatkettu)

Koejäseniä 10 erilaista:

Raot, ei rakoja, raoissa muovilevy, leikkaaminen sahalla ja koneella. Tiheydet 5 x 5 ja 8 x 8 cm.

Kasvatus lämmitettävässä muovihuoneessa 4.6. - 22.9. (leikkaaminen 1.9.)

Taimia lannoitettiin kasvatuksen aikana yhteensä 6 kertaa Kekkilä-9 ja 5-supereks-lannoitteilla, kaikkiaan lannoitetta annettiin 60 g/m².

Kylvö ei onnistunut symmetrisesti, vaikeuksia leikkaamisessa.

Näytetaimien mittaus syksyllä 18.10.1980 (40 - 50 tainta/koejäsen)

Uusien juurien syntyminen 12.6.1981 (10 tainta/koejäsen), ei muuta seurantaa 1981.

Ei istutuskokeita

1981: Kasvatettiin kaikkiaan noin 25 000 tainta, yhteensä 435 yksikköä (40 x 40 cm). Turvelevyt valmistettiin Haukinevalla.

Turvelevyt vanerikehikoissa (40 x 40 cm), joissa kanaverkkopohja

Levyissä ei peruslannoitusta, vain peruskalkitus.

Kaksi kasvatuserää:

A = lämmitettävä muovihuone (27.4. - 2.7.81)

B = kesämuovihuone (29.5. - 3.8.81)

Koejäseniä molemmissa kasvatuserissä 6 erilaista:

Leikkaaminen (useita eri ajankohtia) ja kuparikäsittely (kolme tasoa), turvelevyissä ei rakoja.

Tiheys 5 x 5 cm

Lannoitukset:

- kasvatuserä A, 5 kertaa Kekkilä 9-superex,
yhteensä 50 g/m²
6 kertaa kalkkialpietari,
yhteensä 60 g/m²
- kasvatuserä B, 4 kertaa Kekkilä 9-superex,
yhteensä 40 g/m²
3 kertaa kalkkialpietari,
yhteensä 30 g/m²

Kuparikäsittely tehtiin ruiskuttamalla kupari-
pitoista seosta turvelevyn uriin. Seos koostui
vedestä, Curasol AK-nimisestä emulsioaineesta
(60 g/litra) ja kuparijauheesta (30 g tai 60
g/litra).

Näytetaimien mittaus syksyllä 1981 (35
tainta/koejäsen).

Istutus Pieksämäelle, syksyllä 15. - 17.9.1981
(tuhoutunut, syynä talvituhosienet).

Istutus taimitarhalle 21.8.1981 (tuhoutunut,
syynä versosyöpä).

Ei seurantaa vuonna 1982.

1982: Kasvatettiin kaikkiaan noin 100 000 tainta, yh-
teensä 650 yksikköä. Turvelevyt valmistettiin
Haukinevalla.

Turvelevyt styrox-alustoissa (40 x 60 cm), kas-
vatusalustojen pohjalla rimat ja kuparipitoinen
lateksimaali

Turvelevyissä peruslannoitus ja kalkitus

Kaksi kasvatuserää:

A = lämmitettävä muovihuone (24.4. - 15.7.)

B = kesämuovihuone (10.6. - 23.8.)

Koejäseniä kaikkiaan 21 erilaista:

Useita leikkaamisajankohtia ja -tapoja

Tiheydet 4 x 4 cm, 5 x 5 cm ja 6 x 6 cm

Lannoitukset:

- Kasvatuserä A, 5 kertaa kalkkialpietari,
yhteensä 50 g/m²
4 kertaa Kekkilä 9-superex,
yhteensä 40 g/m²
- Kasvatuserä B, 3 kertaa kalkkialpietari,
yhteensä 30 g/m²
4 kertaa Kekkilä 9-superex,
yhteensä 40 g/m²

Mittaukset ja kokeet:

1982

Istutuskoe taimitarhalla, istutus 21.8.1982, tiheydet 4 x 4 cm ja 5 x 5 cm. Taimien pituus, kasvu ja valkoiset juurenkärjet tutkittiin 16.9.1982 (10 tainta/koejäsen).

Istutuskoe Pieksämäelle (tuhoutunut, syynä talvituhosienet).

Näytetaimien mittaus syksyllä 1982 (50 - 75 tainta/koejäsen)

1983

Istutukset maastoon: Kontiolampi, Mönni 22. - 25.5.,

4 x 4 cm, 3 500 tainta

Pyhäselkä, kesäkuu 4 x 4 cm,

10 000 tainta

Sävneinen, 15.5.83 4 x 4 cm,

1 000 tainta

Istutuskoe (11. - 12.5.83) taimitarhalle, mukana kaikki koejäsenet.

Mitatut tunnuksat:

- a) uudet juurenkärjet 6.6.83 (3 tainta/koejäsen)
- b) pituuskasvun seuranta syksyyn 1983 (80 tainta/koejäsen)
- c) näytetaimet 19. - 30.9.83, jolloin mitattu pituus ja juuristo/verso-suhde (90 tainta/koejäsen)
- d) pituus syksy 1984 (70 tainta/koejäsen)

Kasvatuksen jatkaminen tarhalla, uusien juurenkärkien mittaus 23.5. ja 6.6.83 (molemmilla kerroilla 10 tainta/koejäsen)

- 1983: Kasvatettiin kaikkiaan noin 40 000 tainta, yhteensä 460 yksikköä. Turvelevyt valmistettiin Haukinevalla.
Turvelevyt (160 yksikköä) ja irtoturve (300 yksikköä).
Styrox-alustat (40 x 60 cm), kasvatusalustojen pohjalla rimat tai kuparipitoinen lateksimaali
Kaksi kasvatuserää:
A = lämmitettävä muovihuone (18.-19.5. - 2.-4.8.)
B = kesämuovihuone (18. - 19.5. - 27.7.).

Taimia lannoitettiin kasvatuksen aikana 7 kertaa Kekkilä⁹ ja 5-superex-lannoitteilla, kaikkiaan 70 g/m². Lisäksi kasvatuksen päättyessä lannoitettiin kerran kalsiumsulfattilla (10 g/m²).

Koejäseniä 32 erilaista (useita leikkaamisajan-kohtia ja -tapoja).

Tiheydet 5 x 5 cm ja 6 x 6 cm.

Näytetaimien mittaussyksyllä 1983 (20 tainta/koejäsen).

Ei istutuskokeita maastoon.

1984: Kasvatettiin kaikkiaan noin 20 000 tainta, yhteensä 222 yksikköä. Turvelevyt valmistettiin Haukinevalla.

Turvelevyt (186 yksikköä) ja irtoturvet (36 yksikköä) muoviritiläalustoilla (40 x 60 cm) kesämuovihuonekasvatus (31.5. - 1.8.84)

Ei varsinaista koetoimintaa

Tiheydet 5 x 5 cm ja 6 x 6 cm

Taimia lannoitettiin kasvatuksen aikana 6 kertaa Kekkilä 9-superex lannoitteella, kaikkiaan 60 g/m²

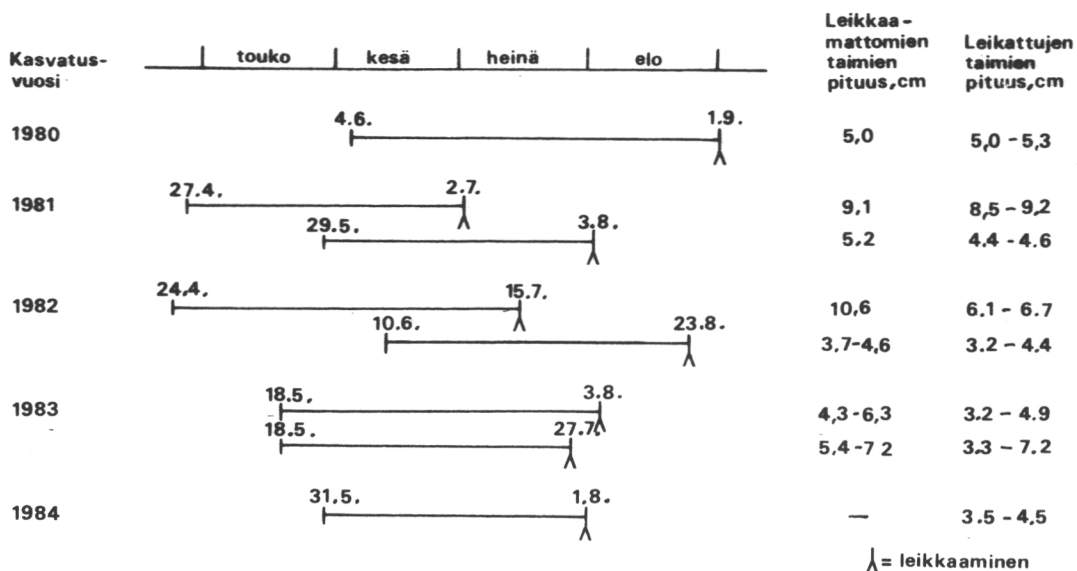
Leikkaaminen yhden kerran kasvatuksen kuluessa
Näytetaimien mittaussyysk. 16.8., valkoisten juurenkärkien mittaussyysk.

Näytetaimien mittaussyysk. 4.10. (vain pituuden selvitys).

33. Päätulokset

331. Taimien pituus

Taimia kasvatettiin eri vuosina kulloinkin noin 2 kuukautta muovihuoneessa (kuva 3). Muovin poiston tai taimien siirron yhteydessä suoritettiin ensimmäinen leikkaaminen. Lämmitettävän muovihuoneen kasvatuksissa yksivuotiset taimet saavuttivat keskimäärin 6 - 9,0 cm pituuden. Kesämuovihuonekasvatuksessa taimien pituus vaihteli 3,5 - 7,0 cm:n välillä. Nämä taimipituudet vastaavat käytännön taimituotannon laatuvaatimusten alarajaa. Taimet olivat pituuteensa nähden tannoita.



Kuva 3. Taimien kasvatusajat muovihuoneessa, ensimmäinen leikkaamisajankohta ja taimien pituus ensimmäisen kasvukauden päätyttyä.

Leikkaaminen vähensi hieman taimien pituuskasvua. Vastaavissa oloissa kasvatetut leikkaamattomat taimet olivat enimmillään 3 - 4 cm leikattuja taimia kookkaampia.

332. Juuriston kasvu turvelevyissä ja irtoturpeessa: Kuparin vaikutus juurten kasvuun

Turvelevyn ja irtoturpeen eroja kasvualustana vertailtiin vuonna 1983 (taulukko 2). Taimet kasvoivat hieman pitemmiksi turvelevyissä kuin irtoturpeessa niissä kasvatusyksiköissä, joiden pohjalla oli rimat. Kuparimaalilla käsitellyissä kasvatusyksiköissä sitä vastoin taimet olivat pitempiä irtoturpeessa kuin turvelevyissä. Rimapohjaisissa kasvatusyksiköissä turvelevyissä taimien sivujuurten määrä ja yhteispituus jäi pienemmäksi kuin irtoturpeessa. Sivujuurten keskipituuksien välillä ei kuitenkaan ollut olennaisia eroja eri kasvualustoissa.

Taulukko 2. Vuoden 1983 kasvatus-erän leikkaamattomien taimien keskimääräisiä morfologisia tunnuksia syksyllä 1983. Turvelevy- ja irtoturvekasvatuksen vertailu kahdessa erilaisessa kasvatusyksiköiden pohjavaihtoehdossa.

Tiheys cm	Kasvatus- tapa	Pohja- rakenne	Taimen pituus, cm	Tyvi- läpi- mitta, mm	Sivujuuret		
					määrä kpl	yhteis- pituus, cm	keski- pituus, cm
Kesämuovihuone							
5 x 5	Turvelevy	rima	6,3	2,8	22	224	10,2
		lateksi	4,3	2,2	23	188	8,2
	Irtoturve	rima	6,0	2,3	28	296	10,6
		lateksi	6,0	2,2	32	306	9,6
6 x 6	Turvelevy	rima	6,6	2,3	21	233	11,1
		lateksi	4,9	1,8	21	132	6,3
	Irtoturve	rima	5,0	2,3	29	312	10,8
		lateksi	6,1	2,7	28	293	10,5
Lämmitettävä muovihuone							
5 x 5	Turvelevy	rima	5,6	2,3	22	252	11,5
		lateksi	5,5	2,2	27	230	8,5
	Irtoturve	rima	5,4	1,7	26	289	11,1
		lateksi	5,8	2,1	30	328	10,9
6 x 6	Turvelevy	rima	7,2	2,2	29	315	10,9
		lateksi	5,8	2,4	27	267	9,9
	Irtoturve	rima	5,9	2,0	31	384	12,4
		lateksi	6,5	2,3	33	368	11,2

Kuparimaalikäsittely ehkäisi juurten kasvua. Selvemmin juurten kasvu heikkeni turvelevyissä kasvaneilla taimilla. Sivujuurten määrässä ei havaittu olennaista eroa, mutta sivujuurten keskipituus jäi lateksimaalilla maalatuissa kasvatusyksiköissä selvästi lyhyemmäksi kuin rimapohjaisissa kasvatusyksiköissä.

Kuparin vaikutusta juurten sivusuuntaiseen kasvuun selvitettiin myös vuoden 1981 kasvatuksissa (taulukko 3) Kupariseosta ruiskutettiin kasvatuksen alkaessa turvelevyyn aukaistuihin uriin. Käsittelyjä oli kolme: ei kupariseosta, kuparia 30 g/litra ja kuparia 90 g/litra seoksessa.

Taulukko 3. Turvelevyyn 5 x 5 cm välein aukaistuihin uriin ruiskutetun kuparipitoisen kemikaalin vaikutus juurten kasvuun vuoden 1981 kasvatuserän taimilla (29.5. - 3.8. muovihuoneessa). Näytetaimien tunnuksia syksyllä 1981.

Koejäsen	Taimen pituus, cm	Tyviläpi- mitta, mm	Sivujuuret määrä, yhteis- kpl	yhteis- pituus, cm	keski- pituus, cm
Leikkaamaton	5,2	1,7	9,8	103	10,5
Kupari 0 (vain raot)	4,3	1,5	8,7	79	9,1
Kupari 30	4,3	1,5	8,4	58	6,9
Kupari 90	4,4	1,5	9,0	46	5,1

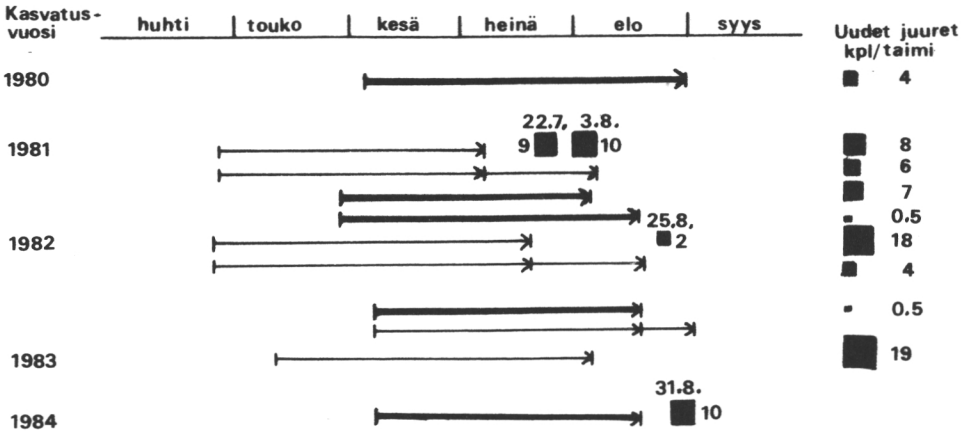
Kupari ehkäisi selvästi sivujuurten pituuskasvua. Juurten kokonaismäärä säilyi kuitenkin lähes samana eri käsittelyvaihtoehdoissa. Taimien pituus jäi myös kuparipitoisella seoksella käsitellyissä kasvatusalustoissa hieman lyhyemmäksi kuin kasvatusalustoissa ilman kemikaalia.

333. Uusien juurien ja juurenkärkien muodostumiskyky

Uusien juurien syntyminen leikkaamisen jälkeen

Keskellä kasvukautta uusia juuria syntyi runsaasti jo 2 - 3 viikon kuluessa leikkaamisesta (kuva 4). Uusien juurien syntyminen riippuu taimen kehitysvaiheesta. Runsaimmillaan yksivuotisten taimien uusien juurien

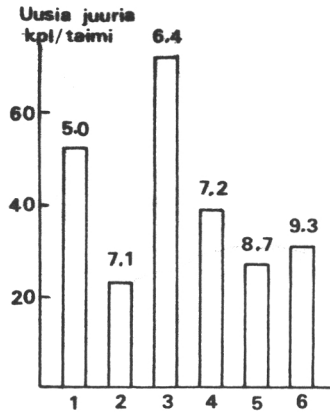
muodostus oli heinä-elokuussa toteutetussa leikkaamisessa. Elokuun puolivälin jälkeen leikattaessa uusien juurien syntyminen oli yleensä syksyyn mennessä heikkoa. Sääolot aiheuttavat kuitenkin vuosittain vaihtelua tähän yleiskuvaan.



Kuva 4. Uusien juurenkärkien syntyminen leikkaamisen jälkeen leikkaamiskohtien ympärillä eri kasvatuserillä. Kasvatustiheys 5 x 5 cm.

————— = kesämuovihuone
 ————— = lämmitettävä muovihuone

Samana kasvukauden syysistutuksessa vuoden 1982 kasvatuserän taimilla uusien juurien muodostus oli runsainta, kun leikkaaminen oli tehty 3 - 4 viikkoa ennen istutusta (kuva 5). Paperikennotaimilla uusien juurenkärkien muodostus oli yhtä runsasta kuin kahteen kertaan leikatuilla taimilla.



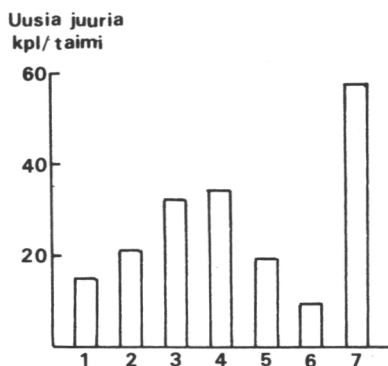
Kuva 5. Uusien juurenkärkien syntyminen neljän viikon kuluessa istutuksesta (21.8. - 16.9.1982) taimitarhamaan perustetussa syysistutus-kokeessa vuoden 1982 kasvatuserän taimille. Luvut pylväiden päässä tarkoittavat taimien pituutta mittaushetkellä.

Koejäsenet:

1. 4 x 4 cm, leikattu 15.7.1982
2. 4 x 4 cm, leikattu 15.7. ja 18.8.82
3. 5 x 5 cm, leikattu 15.7.82
4. 5 x 5 cm, leikattu 15.7. ja 18.8.82
5. 5 x 5 cm, leikkaamaton, irroituskätkäus
18.8.82
6. Paperikenna, Fh 508

Uusien juurenkärkien syntyminen toisena kesänä

Vuoden 1980 kasvatuserän taimien juuristojen tarkastelu toisen vuoden kesällä osoitti, että leikatuilla taimilla uusia juurenkärkiä muodostui juuristoihin 2-3 kertaa enemmän kuin leikkaamattomilla taimilla (kuva 6). Leikkaamistavalla ei ollut selvää vaikutusta uusien juurenkärkien muodostumisrunsauteen. Eniten uusia juurenkärkiä muodostui niiden taimien juuristoihin, jotka kasvatettiin turvelevyissä, joihin oli ennen kasvatuksen aloittamista sahattu leveätraot.



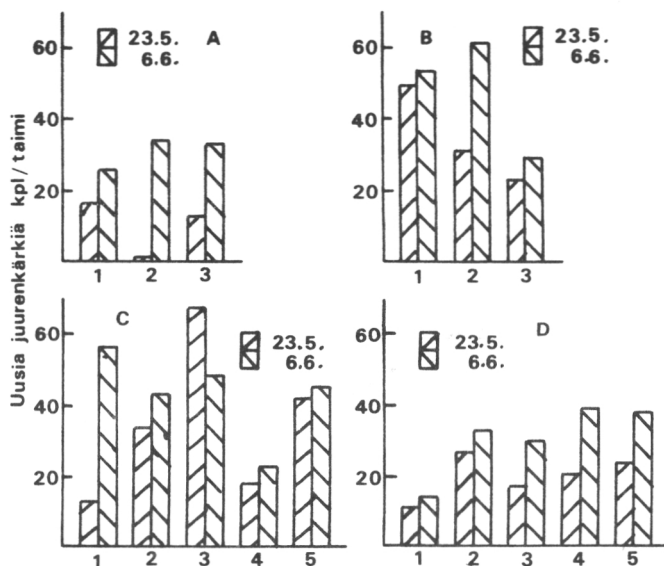
Kuva 6. Uusien juurenkärkien syntyminen taimien juuristoihin 12.6.1981 mennessä vuonna 1980 kasvatetuilla taimilla.

Koejäsenet:

1. Leikkaamaton, ei rakoja
2. Leikattu koneella 1.9.80, ei rakoja
3. Leikattu sahalla 1.9.80, ei rakoja
4. Leikattu koneella 1.9.80, levyissä raot
5. Leikattu sahalla 1.9.80, levyissä raot
6. Leikkaamaton, ei rakoja
7. Leikattu koneella 1.9.80, levyissä leveä rako

Vuoden 1982 kasvatuserän taimien juurenkärkien mittaus kahtena eri ajankohtana keväällä 1983 osoitti, että mitä myöhemmin edellisenä kesänä juuristoja oli leikattu sitä hitaammin taimien juuristoihin alkoi muodostua uusia juurenkärkiä (kuva 7). Runsaimmin uusia juurenkärkiä muodostui lämmitettävässä muovihuoneessa tiheysasennossa 5 x 5 cm kasvatetuilla taimilla. Kesämuovihuoneessa kasvatetuilla erityisesti tiheyden 6 x 6 cm taimilla uusia juurenkärkiä muodostui vähän. Tämä saattaa olla osittain seurausta siitä, että edel-

lisenä kasvukautena leikkaamisessa sivujuuria ei ole tavoitettu riittävästi juuriston haaroittumisen kannalta.



Kuva 7. Uusien juurenkärkien syntyminen taimien juuristoihin 23.5. ja 6.6.1983 mennessä vuonna 1982 kasvatetuilla taimilla.

Koejäsenet:

Lämmitettävä muovihuone (24.4. -15.7.1982)

A. Tiheys 4 x 4 cm

1. Leikattu 15.7.
2. Leikattu 15.7. ja 18.8
3. Leikattu 15.7. ja 3.9.

B. Tiheys 5 x 5 cm

1. Leikattu 15.7.
2. Leikattu 15.7. ja 18.8
3. Leikattu 18.8.
4. Leikkaamaton

Kesämuovihuone (10.6. - 23.8.1982)

C. Tiheys 5 x 5 cm

1. Leikkaamaton, rimat
2. Leikkaamaton, kupari
3. Leikattu, 20.8. toinen ja 9.9. toinen sivu
4. Leikattu, 19.8., rimat
5. Leikattu 19.8., kupari

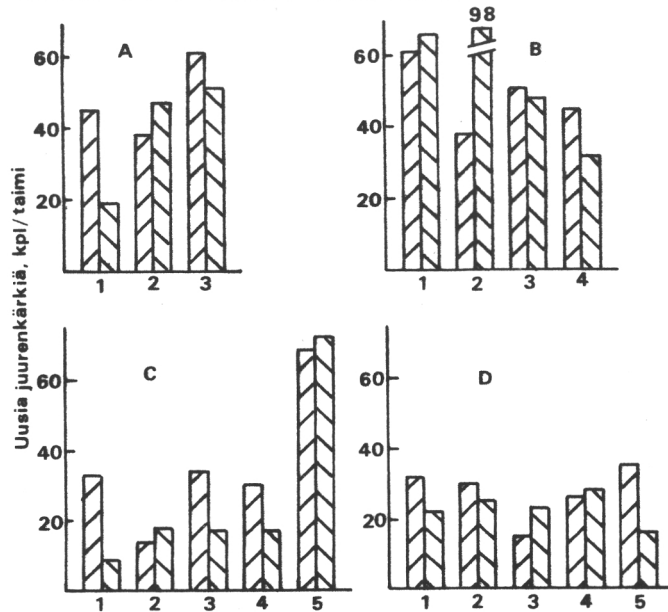
D. Tiheys 6 x 6 cm

1. Leikkaamaton, rimat
2. Leikkaamaton, kupari
3. Leikattu, 23.8. toinen ja 10.9. toinen sivu
4. Leikattu 23.8., rimat
5. Leikattu 23.8., kupari



Uusien juurenkärkien syntyminen kevätistutuksen jäl- keen

Seikkaperäisimmin uusien juurenkärkien syntymistä kevätistutuksissa tarkasteltiin vuoden 1982 kasvatuserän taimilla. Puolet taimista istutettiin kokeisiin sellaisenaan ilman juurten tyvistämistä, puolet taimista erotettiin leikattaviksi ennen istutusta. Leikkaaminen tehtiin koneella välittömästi ennen istutusta.

Juurten leikkaaminen välittömästi ennen istutusta ei heikentänyt jo edellisnä kasvukautena leikattujen taimien uusien juurenkärkien muodostusta (kuva 8). Sitä vastoin koko ajan ilman leikkaamisia kasvatettujen taimien uusien juurenkärkien muodostus heikkeni, jos juuristoja leikattiin ennen istutusta.

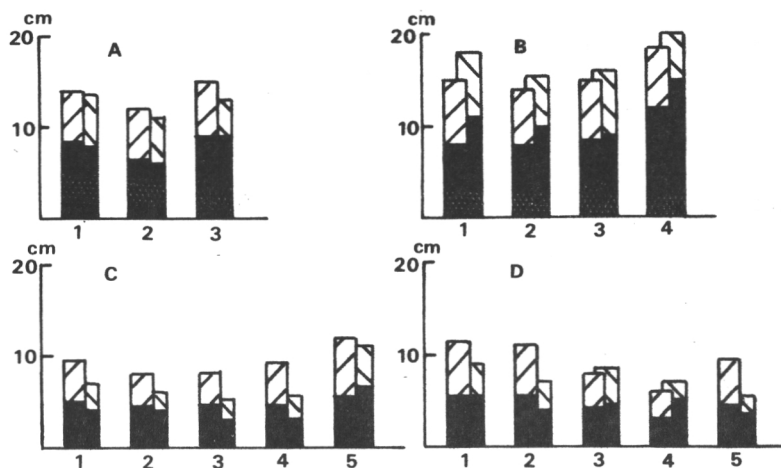


Kuva 8. Uusien juurenkärkien syntyminen neljän viikon kuluessa istutuksesta (11.5. - 6.6.1983) taimitarhamaahan perustetussa kevätistutuskokeessa vuoden 1982 kasvatuserän taimilla. Koejäsenten selitykset ks. kuva 7.





-  = istutus sellaisenaan, ilman leikkaamista ennen istutusta
 = juuret leikattu välittömästi ennen istutusta

Lämmitettävässä muovihuoneessa tiheydessä 5 x 5 cm kasvatetut, heinäkuussa kertaalleen leikatut taimet muodostivat uusia juurenkärkiä kaikkein runsaimmin. Erot eri leikkaamisajankohtien välillä olivat kuitenkin pieniä. Kesämuovihuoneessa kasvatettujen taimien uusien juurenkärkien muodostus oli heikkoa verrattuna lämmitetyn muovihuoneen taimiin. Erot eri leikkaamisajankohtien välillä olivat myös kesämuovihuoneen taimilla pieniä lukuunottamatta tiheyden 5 x 5 cm kuparimaalilla käsiteltyjen kasvatusyksiköiden taimia, joilla uusien juurenkärkien muodostus oli kaikkein runsainta.

Leikkaaminen välittömästi ennen istutusta ei yleensä heikentänyt myöskään taimien pituuskasvua kahden istutusta seuranneen kasvukauden aikana (kuva 9). Ainoastaan kesämuovihuoneessa kasvatetuilla tiheyden 5 x 5 cm taimilla pituuskasvu oli heikompaa leikattuna istutettuna kuin ilman leikkaamista istutettuina. Lämmitettävässä muovihuoneessa kasvatettujen taimien pituuskasvu oli selvästi voimakkaampi kuin kesämuovihuoneessa kasvatettujen taimien pituuskasvu. Sekä 4 x 4 että 5 x 5 cm tiheysesannoissa kertaalleen heinäkuussa leikattujen taimien pituuskasvu oli voimakkain, joskin erot olivat muihin eri leikkaamisajankohtiin verrattuna pieniä.



Kuva 9. Taimien pituus syksyllä 1984 taimitarha-
maahan perustetussa kevätistutuskokeessa
(1983) vuoden 1982 kasvatuserän taimilla.
Koejäsenten selitykset ks. kuva 7.

-  = pituuskasvu 1984
-  = taimen pituus 1983
-  = istutus sellaisenaan ilman leikkaamista ennen istutusta
-  = juuret leikattu välittömästi ennen istutusta

4. Johtopäätökset

Olennaista koko menetelmän käytölle on tarkka ja säännönmukainen kylvä. Siemen ei saa liikkua ennen itämistä kastelun yhteydessä. Tämän vuoksi Suonenjoen

kasvatuksissa turvelevyt ontavallisesti kasteltu ennen kylvää. Toisaalta turvelevyihin voidaan tehdä kolo, johon siemen kylvetään jo ennen kastelun aloittamista. Turvallisin tapa kasvatuksen onnistumisen kannalta on kylvää kastelun jälkeen. Siementä ei voida peittää hiekalla kuin korkeintaan paikallisesti siemenen ympärillä, sillä leikkaamisterät tylsyvät.

Kasvatuskokemusten ja juuristomittausten perusteella kasvatus turvelevyissä on irtoturvetta edullisempi ratkaisu menetelmän kokonaisuuden kannalta. Turvelevyissä sivujuuret jäävät lyhyemmiksi kuin irtoturpeessa. Toisaalta irtoturpeessa taimien pituuskasvu on hieman nopeampaa kuin turvelevyissä. Juuristo säilyy näin turvelevyissä suppeampana, mutta haaroittuu kuitenkin riittävästi pitääkseen paakun koossa. Leikattaessa turvelevy säilyy paremmin kiinteänä kuin irtoturve. Turvelevyissä paakku muodostuu säännölliseksi. Irto- turvetta leikattaessa syntyy vaikeuksia rakoihin kasautuvan irtonaisen turpeen vuoksi. Turvelevyissä kasvatettujen taimien juuret eivät myöskään leikatessa pääse repeilemään, eikä leikkausrako jää liian leveäksi.

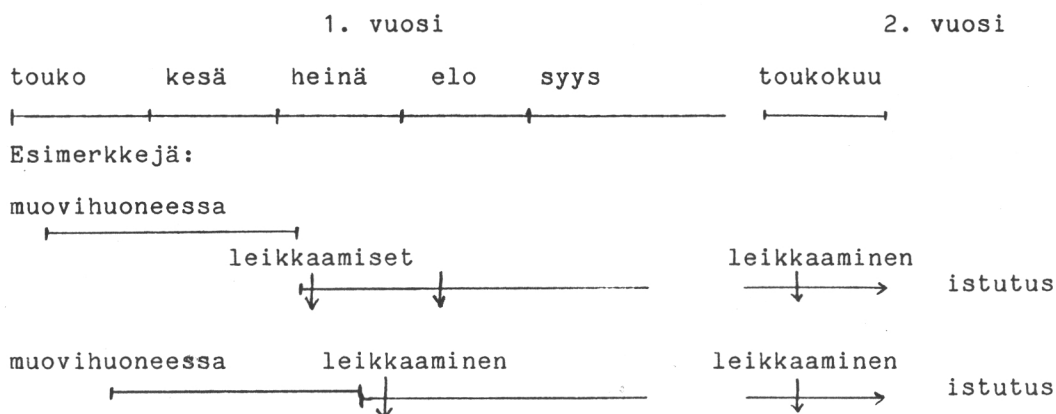
Juurten liiallisen pystysuuntaisen kasvun ehkäisemiseksi kasvatusyksiköiden pohjan tulisi olla mahdollisimman avonainen. Kasvatusyksiköt on tarkoituksenmukaista sijoittaa kohotetulle alustalle, jotta ilma pääsee vaikuttamaan alaspäin kasvavien juurten kasvuun. Toisaalta alla kasvavien juurten kehitystä voidaan ehkäistä kasvattamalla taimet asfalttialustan, kuitukankaan tms. päällä tai leikkaamalla juuria myös vaakatasossa. Kuparimaalikerros kasvatusalustan pohjalla ja reunoilla ehkäisee juurten pituuskasvua.

Yksivuotisten taimien kasvatukseen on päädytty esittämään tulosten pohjalta seuraavaa menetelmää:

Tarkoituksenmukaisin kasvatustiheys on 5 x 5 cm. Täl-
löin 8 cm:n paksuisessa turvelevyissä muodostuu 200 cm³
suuruinen paakku. Taimia on neliöllä 400 kpl. Tiheys
4 x 4 cm on leikkaamisen kannalta liian ahdas, ja toi-
saalta leikkaamisvoimakkuus muodostuu useammin leikat-
taessa liian suureksi. Tiheys 6 x 6 cm on yksivuoti-
sessa kasvatuksessa myös käyttökelpoinen. Leikkamis-
vaikutus saattaa jäädä kuitenkin vähäiseksi, jos
taimen juuristo ei ehdi riittävästi kasvaa muodostaak-

seen paakkua koossa pitävä tiheää juuristoa.

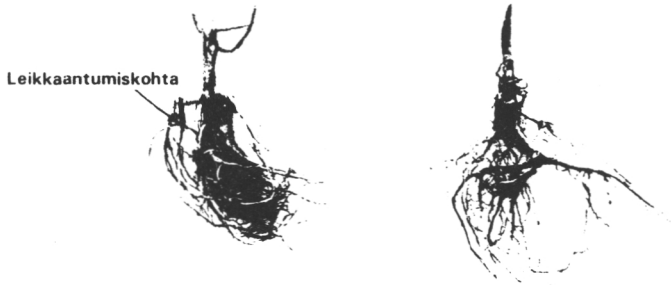
Yksivuotisten taimien kasvatus tulee aloittaa muovihuoneessa mahdollisimman aikaisin keväällä (lämmitetävissä muovihuoneessa tai viimeistään toukokuun loppussa). Tavoitteena on kasvattaa taimia muovin alla noin kaksi kuukautta, jolloin taimet ovat ensimmäistä leikkausta suoritettaessa 5 - 7 cm mittaisia. Kasvatuksen aloitusajankohdasta riippuen juurten ohjaamiseen tarvitaan 2 - 3 leikkaamista. Istutus tehdään keväällä.



Toistaiseksi paakkutaimen menestymisestä maasto-oloissa ei ole laajoja kokemuksia. Osa maastoistutuksista on tuhoutunut satunnaisten tuhoaiheuttajien vuoksi (mm. versosyöpäepidemia). Istutuksissa, joita taudit eivät ole vaivanneet, menetelmällä tuotetut taimet ovat kuitenkin menestyneet hyvin. Keskeistä taimien käytössä on edelleen juuristokehitys istutuspaikalla. Vaikka juuriston kehityksen pitkäaikainen seuranta toistaiseksi puuttuu, muualla leikkaamisesta saatujen kokemusten perusteella menetelmän voi päätellä olevan erityisen suotuisa ja turvallinen juurten kehitykselle (kuva 10). Yleisesti on tiedossa, että juurten leikkaaminen on edullinen ja suotuisa toimenpide juurten kasvun ja juuristoepämuodostumien välttämisen kannalta (ks. HUURI 1972, PARVIAINEN 1980, 1982). Mm. kovaseinäisissä paakunmuodostajissa kasvatetuilla paakkutaimilla on todettu, että kierteisesti kasvavien juurten ty pistäminen ennen istutusta

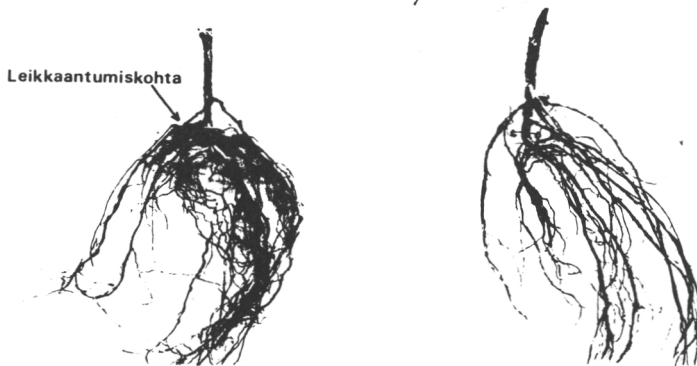
27
LEIKATTU
ENNEN ISTUTUSTA

5x5 L1
leikattu 15.7.



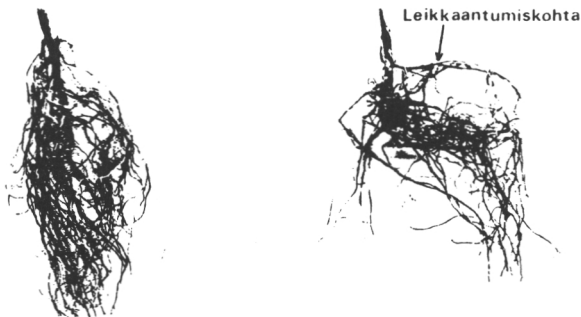
LEIKATTU
ENNEN ISTUTUSTA

5x5 L1
leikattu 15.7. ja 18.8.



ISTUTUS
ILMAN LEIKKAUSTA

5x5 L1
leikattu 15.7. ja 18.8.



Kuva 10. Näytetaimien juuristoja vuonna 1982 kasvatetuista kuutiopaakkutaimista kahden vuoden kuluttua maastoon istutuksesta syksyllä 1984. Vrt. kuvat 7 - 9.

on vähentänyt juuristoepämuodostumien syntyä (ks. ECCHER 1975, PARVIAINEN 1976, PERSSON 1978). Kuutio-paakkutaimien tuotannossa kasvatuksen aikana juuristo ei pääse epämuodostumaan ja toisaalta istutuksen jälkeen juuret kehittyvät ilman paakunkuorta mahdollisimman luonnonmukaisesti. Luonnollisesti myös kuutio-paakkutaimien istutuksessa väkivaltaisia menetelmiä tulee kuitenkin välttää.

Lähdeviitteet:

- BURDETT, A.N. 1981. Box-pruning the root of container grown tree seedlings. Teoksessa: Scarratt, J.B., Glerum, C. & Plexman, C.A. (toim). Proceedings of the Canadian Containerized Tree Seedling Symposium: 203 - 206. Ontario Ministry of Natural Resources/Can. For. Serv. COJFRC Symposium Proceedings 0 - P - 10. Sault Ste. Marie, Ontario.
- CHAVASSE, C.G.R. 1978. The root form and stability of planted trees, with special references to nursery and establishment practices. Teoksessa: Eerden, E. van & Kinghorn, J.M. (toim). Proceedings of the Root Form of Planted Trees Symposium: 54 - 64. B.C. Ministry of Forestry/Can. For. Serv. Joint Rep. No. 8.
- ECCHER, A. 1975. Inthrenza deh'eta del postime e del taglio delle radici malformata sul comportamento a dimora de Pinus Radiata D. - Don allevato in fitosucco. Cellulosa e Carta Bb. 26.
- GRENE, S. 1984. Rødforn Plantesystem. Skoven 6 - 7:172 - 174.
- HUURI, O. 1968. Paakkutaimien käyttö kautta aikojen. Metsälehti 38.
- HUURI, O. 1972. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn- ja kuusentaimien alkukehitykseen. Summary: The effect of deviating planting techniques on initial development of seedlings of Scots pine and Norway spruce. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 75(6):1 - 92.
- HUURI, O. 1978. Effect of various treatments at planting and of soft containers on the development of Scots pine (Pinus silvestris L). Teoksessa: Eerden, E. van & Kinghorn, J.M. (toim). Proceedings of the Root Form of Planted Trees Symposium: 101 - 108.

B.C. Ministry of Forestry/Can. For. Serv.
Joint. Rep. No.8:

Metsätilastollinen vuosikirja 1983. Suomen vi-
rallinen tilasto XVII A:15. Folia For.
590:1 - 224.

PARVIAINEN, J. 1976. Taimien juurten leikka-
minen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä.
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Sum-
mary: Root pruning in the nursery and at
planting. A study based on literature.
Folia For. 267:1 - 26.

PARVIAINEN, J. 1980. Juurten leikkaaminen
männyn paljasjuuristen taimien kasvatusmene-
telmänä. Zusammenfassung: Wurzelschnitt
als Anzuchtsmethode bei wurzelnackten Kie-
fernpflanzen. Metsäntutkimuslaitoksen jul-
kaisuja 98(2):1 - 131.

PARVIAINEN, J. 1982. Metsäpuiden taimien kas-
vatus ja istutus. Luentosarja menetelmien
biologisista perusteista ja vaikutuksista
taimiin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonan-
toja 43. Joensuun tutkimusasema. 114 s.

PERSSON, P. 1978. Some possible methods of inf-
luencing the root development of containe-
rized tree seedlings. Teoksessa: Eerden,
E. van & Kinghorn, J. (toim.). 1978.
Proceedings of the root form of planted
trees symposium: 295 - 300. B. C. Mi-
nistry of Forestry/Canadian For. Serv.,
Joint Rep. No. 8.

Proceedings of the Canadian Containerized Tree
Seedling Symposium. Toim. Scarratt, J.B.
Glerum, C. & Plexman, C.A. Ontario Mi-
nistry of Natural Resources/Can. For.
Serv. COJFRC Symposium Proceedings 0 - P -
10. Sault Ste. Marie, Ontario.

ROHMEDER, E. 1968. Durch künstliche Wurzelrau-
meinung bedingter Spiralwuchs von Kie-
fernwurzeln. Allgemeine Forstzeitschrift
1968(50):868-869.

Pertti Harstela ja Leo Tervo: TUOTANNON TEKNOLOGIA

1. Kustannuslaskelmien yleiset perusteet

Kuutiopaakkumenetelmä poikkeaa muista perinteisistä paakkutaimituotantomenetelmistä (esim. paperipottimenetelmä) mm. seuraavien seikkojen suhteen:

- kasvatusyksikön täyttö	(+)
- "- kylvö	(-)
- levyturpeen hinta	(-)
- "- käsiteltävyys + kuljetus	(+)
- saanto pinta-alayksikköä kohden	(-)
kustannussäästöä tai työn helpottumista	(+)
lisäkustannuksia tai työn vaikeutumista	(-)

Varsinainen ero on perinteisen paakun muodostamiseen tarvittavan muotin puuttuminen. Koska muissa tuotantoon liittyvissä työvaiheissa ei muodostune selviä kustannuseroja, on kustannusvertailut tehty paakkumateriaalin (muotin), kasvatuslaatikoiden ja leikkuun välillä. Lisäkustannuksia syntyy myös muovihuoneiden pääomakuluista, jos saannot pinta-alayksikköä kohti poikkeavat toisistaan. Kuutiopaakkutaimien tuotannossa saanto on 300-400 kpl/m² (paakun koko 5x5 cm ja 6x6 cm). Saanto on samansuuruinen kuin EPS-kasvatustaloilla (TA-410, TA-510) ja turveruukuilla (FP-620). Paperikennomenetelmässä FS-408:lla saanto on 800 kpl/m² ja FS-508:lla 542 kpl/m².

Taulukossa 1. on esitetty yleisimpien Suomessa käytössä olevien paakkumateriaalien hinnat. Näistä kertakäyttömateriaaleja ovat turveruukut ja paperikennot. Muiden osalta on käyttökertojen määrä saatu käytännön kokemuksista. Pelkät materiaalikustannukset ovat tyyppistä riippuen 5,9 - 11,0 p/taimi.

EPS = Exploded polystyreeni

Taulukko 1. Paakkumateriaalien, -muottien ja kasvatusyksiköiden hinnat

	Paakkutyypit				
	FS-408	FS-508	TA-410	TA-510	FP-620
Potit ja muotit	5,3	6,9	5,9	7,5	4,8
Kasvatuslaatikot	2,7	4,1	—	—	5,4
YHT.	8,0	11,0	5,9	7,5	10,2

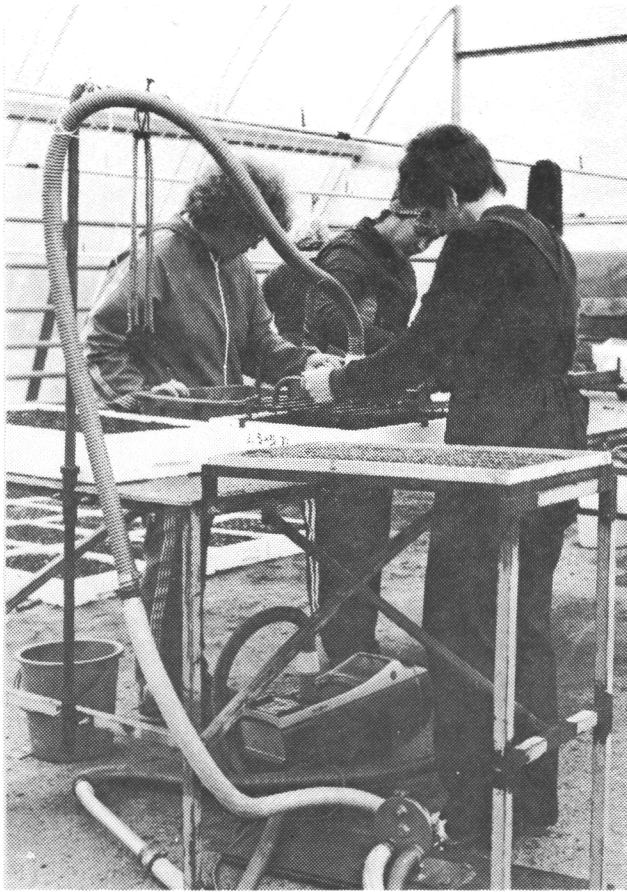
FS-408, FS-508, FP 620: tarjoushinta, saanto 90 %
 TA-410, TA-510: tarjoushinta, kuoletus kolmella
 käyttökerralla, pesu + varastointi
 1 mk/yksikkö, saanto 90 %
 Kasvatuslaatikot: tarjoushinta, kuoletus kolmella
 käyttökerralla, pesu + varastointi
 1 mk/yksikkö, saanto 90 %

Edellä esitetyistä paakkutyypeistä TA-410 ja TA-510 taimet joudutaan taimitarhalla pakkaamaan lähetysyksiköihin. Tästä muodostuva työ- ja materiaalikustannus on menetelmästä riippuen 5-14 p/taimi.

2. Kylvö

Kylvöä varten muutettiin Lännen Tehtaat Oy:n paperpot-kylvölaitetta kuutiopaakkujen kylvöön soveltuvaksi (kuva 1).

Kylvömenetelmä perustui imuilman käyttöön. Muutoksia tehtiin kylvökampaan haluttujen kylvötiheyksien saamiseksi. Kasvatusyksiköiden täytössä voidaan käyttää jo olemassa olevia täyttölinjoja. Myös kylvöyksiköt joko sellaisenaan tai vähäisin muutoksin soveltuvat tämän paakkutaimen tuotantoon.



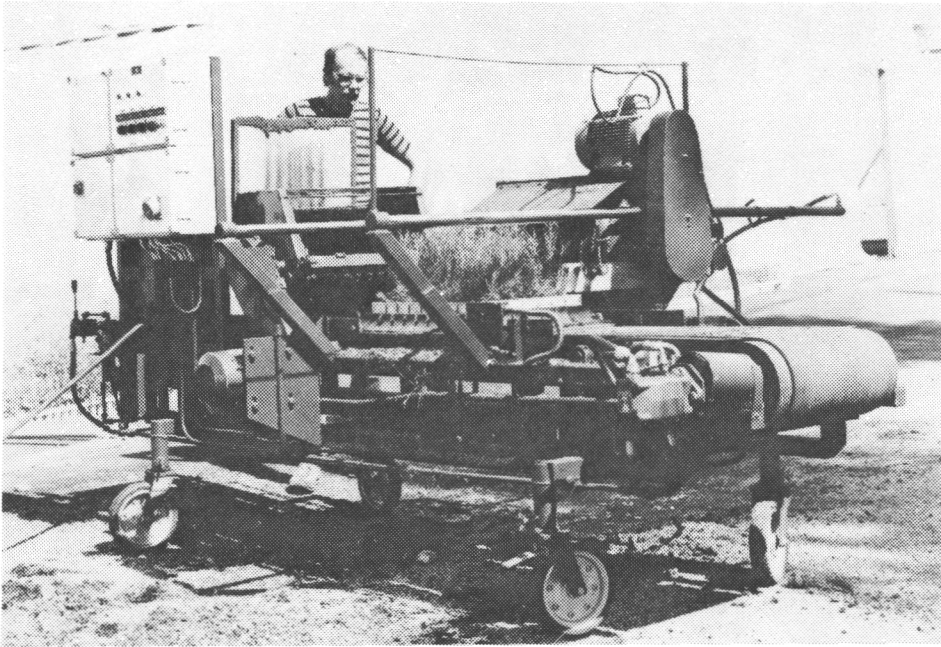
Kuva 1. Kokeissa käytetty kylvölaite.

Tässä kokeessa kasvatusyksiköiden täyttö tehtiin käsi-työnä. Täytön jälkeen turve kasteltiin ja tämän jäl-keen siementen paikat merkittiin painamalla kolot tätä varten rakennetulla yksinkertaisella laitteella. Sie-menet pudotettiin kylvölaitteella painettuihin ko-loihin. Kolojen avulla saavutettiin riittävä kylvö-tarkkuus. Kylvötarkkuus on välttämätön myöhemmin kas-vukauden aikana tehtävää leikkuuta varten. Kylvetty siemenmäärä oli 2-4 siementä/kolo. Työ tehtiin kolmen hengen työryhmänä. Käytetty menetelmä oli varsin al-keellinen. Kylvö voidaan koneellistaa pitemmälle joko

erillisenä työvaiheena tai liittämällä se täytön yhteyteen. Tällöin kustannukset vastaavat muiden paakkutaiminmenetelmien kustannuksia.

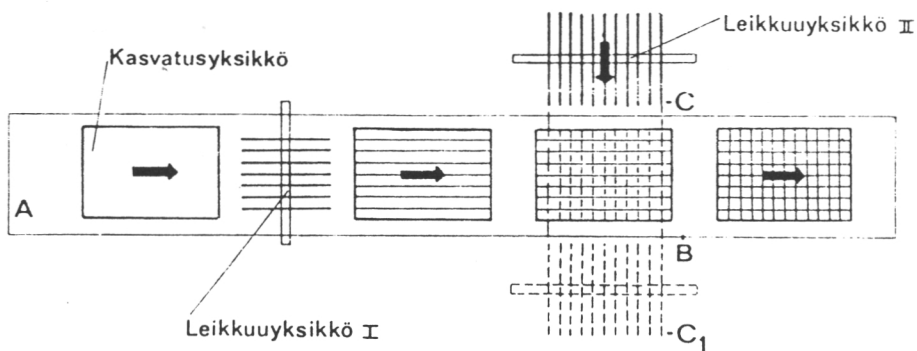
3. Juurten ja kasvualustan leikkuu

Kuutiopaakkutaimien leikkaamiseen rakennettiin VAPO Oy:n ja Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian ja metsänhoidon tutkimusosastojen yhteistyönä kone (kuva 2.).



Kuva 2. Leikkuukone.

Suonenjoen taimitarhalla kuutiopaakkutaimien kasvatuksessa käytettiin EPS-laatikoita, joiden mitat olivat 40x60 cm. Metsähallinnon Nuojuan taimitarhalla kasvatuksessa käytettiin muovisia paperpot-alustoja. Niiden koko on 40 x 60 cm. Kasvatusalustana Suonenjoella käytettiin puristettua levyturvetta ja irtoturvetta. Nuojuassa kokeissa oli pelkästään irtoturve.



Kuva 3. Leikkuukoneen toimintaperiaate

Seuraavassa asetelmassa on selitetty koneellisen leikkuun kulku ja eri työvaiheisiin kuluneen työajan jakauma:

	Aika %
- kasvatusyksikkö asetetaan kuljettimelle (A), hihna lähtee liikkeelle ja kasvatusyksikkö menee leikkuuyksikön (I) läpi (pitkittäisleikkau) ja pysähtyy pisteeseen (B).	29
- leikkuuyksikkö (II) liikkuu kohtaan C ₁ (poikittausleikkau)	35
- hihna A lähtee liikkeelle ja pysähtyy kasvatusyksikön ohitettua pisteen B.	16
- leikkuuyksikkö II palautuu kohtaan (C)	20

yht. 100

4. Ajanmenekki leikkuussa

Ajanmenekkiä leikkuussa tutkittiin Suonenjoen ja Nuojuan taimitarhoilla. Suonenjoella kolmen hengen työryhmänä leikkuun tehotyöaika (päätyöaika) kasvatusyksikköä kohden oli keskimäärin 21,4 sek (SD 0,59). Kasvatusyksiköissä taimimäärä oli 96 kpl (taimiväli 5 x 5 cm). Vastaavasti Nuojuan taimitarhalla neljän hengen työryhmällä leikkuaika vaihteli 26,5 - 35,5 sek/paperpotalusta. Alustassa oli 96 tainta. Suurempi ajanmenekki Nuojuassa johtui erilaisesta kasvatusyksiköstä. Paperpot-alusta jouduttiin avaamaan ennen leikkuuta. Leikkuun ajaksi laitettiin kasvualustan ympärille kehikko, jolla autettiin kasvualustan koossa pysymistä. Leikkuun jälkeen kehikko poistettiin ja paperpot-alusta suljettiin.

Nuojuassa leikkuu tehtiin neljän hengen työryhmällä. Varsinaisesti koneella työskenteli kolme henkilöä. Neljäs henkilö nosti alustat pöytätasolle ja avasi reunat. Työntekijä 1 asetti kehikon ja siirsi kasvatusyksikön kuljettimen päälle. Ensimmäisessä leikkuussa työntekijä 2 poisti taimien päälle tulleen turpeen ennen poikittaisleikkausta. Työntekijä 3 otti leikatun yksikön vastaan, poisti kehikon, sulki alustan reunat ja siirsi yksikön peräkärreyn. Työntekijä 2 palautti kehikon työntekijälle 1.

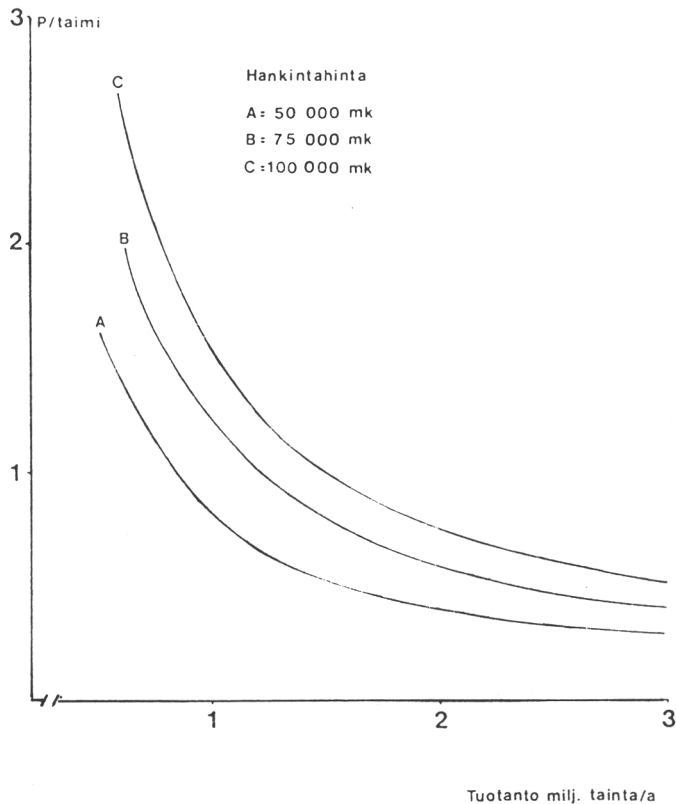
Taulukko 2. Tehoajan jakauma leikkuussa (Nuojuan taimitarha)

	Työntekijä		
	1	3	2
Asettaa kehikon	25		
Syöttää kasvatusyksikön koneeseen	56		
Odottaa	13	35	50
Ottaa kehikon	6	15	
"Sulkee" paperpotalustan		31	
Nostaa lavalle		19	
Poistaa sahausessa tulleen irtoturpeen			33
Siirtää kehikon			17
	100	100	100

Tehotyöajan jakauma osoittaa, että työn kulussa on kehittämistarvetta, mm. työntekijällä 2 odotusaika oli 50 % tehotyöajasta. Tekemällä koneeseen muutoksia, voidaan oleellisesti vaikuttaa leikkuussa tarvittavan työryhmän kokoon. Tätä käsitellään tarkemmin luvussa 6.

5. Leikkuun kustannukset

Kuutiopaakkutaimien tuotannossa tarvittavan juurten- ja kasvualustan leikkuukoneen kiinteät kustannukset on esitetty eri tuotantomäärille kuvassa 4. Kustannuksiin on lisätty vuotuisina käyttö- ja korjauskuluina 800 mk.



Kuva 4. Leikkuukoneen kustannukset.

Kiinteittein kustannusten laskennassa käytettiin seuraavia laskentaperusteita:

- koneen hankintahinta, mk	50.000	75.000	100.000
- "- jäänösarvo, %:a hankintahinnasta	20	20	20
- korkoprosentti	10	10	10
- poistoaika, v	10	10	10

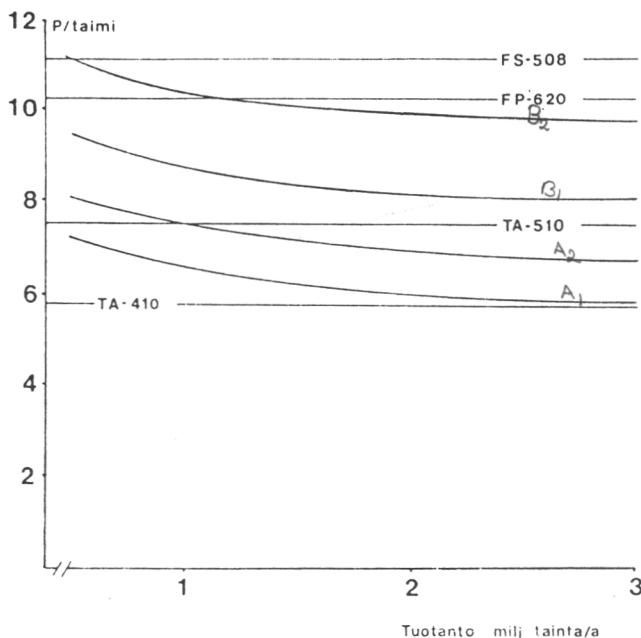
Käytössä olleen koneen toiminnot edellyttävät leikkuussa tarvittavan työryhmän määräksi 3-4 henkilöä. Tähän vaikuttaa lähinnä kasvatuslaatikon malli eli voidaanko laatikko sellaisenaan "syöttää" koneeseen vai joudutaanko tekemään joitakin valmistelevia toimenpiteitä kuten esim. laatikon aukaisu ja erillisen kehikon asettaminen. Henkilöiden määrä riippuu koneen teknisestä tasosta ja siitä, tehdäänkö leikkuu erillisenä työvaiheena vai voidaanko se liittää saumattomasti jonkin muun työvaiheen esim. taimien siirtämisen muovihuoneista avomaalle tai lähetyksen yhteyteen. Jos juurtenleikkaukset voidaan yhdistää muihin työvaiheisiin ovat työkustannukset (arvio) 0-0,8 p/taimi. Erillisenä työvaiheena kuvan 2 mukaisella laitteistolla työkustannus oli 0.9 - 1.7 p/taimi leikkuukerralta. Tätä voidaan oleellisesti alentaa leikkulaitteistoa ja kasvatusyksikköä kehittämällä.

Kuvassa 5 on esitetty leikkuun kokonaiskustannukset seuraavilla laskentaperusteilla:

- Versio A: - koneen hankintahinta 50.000 mk
(ks. kuva 2)
 - leikkuutuotos 100 000 kpl/pv
 - kolme työntekijää yht. 900 mk/pv
 - kasvatuslaatikon hinta 4.5 p/taimi
- Versio B: - koneen hankintahinta 50.000 mk
(ks. kuva 2.)
 - leikkuutuotos 70 000 kpl/pv
 - neljä työntekijää yht. 1 200 mk/pv
 - kasvatuslaatikon hinta 5.4 p/taimi

Kuvan 5 kustannukset perustuvat työajanmenekin osalta aikatuotkimuksiin. Työntuotkimuksen tehotyöaikoihin lisättiin apuaikoina ja keskeytyksinä 10 %. Leikkuukoneena Nuojuassa ja Suonenjoella käytettiin samaa ko-

netta. Kokeissa käytettiin erilaisia kasvatuslaatikoita. Version A kasvatuslaatikko oli EPS-muovia ja kustannus on laskettu yhden käyttökerran mukaan. Versiossa B kasvatuslaatikkona oli paperpot-alusta. Tämän kuoletus tehtiin kolmen käyttökerran mukaan. Lisäksi on huomioitu yksiköiden pesu- ja varastointikustannuksena 1 mk/käyttökerta.



Kuva 5. Leikkuun, kasvatusyksikön ja paakkumateriaalien kustannukset.

A_1 = Koneversio A, 1. leikkuu muovihuoneesta avomaalle siirron yhteydessä (kustannus 0,3 p/taimi), 2. leikkuu erillisenä työvaiheena (kustannus 0,8 p/taimi).

A_2 = A_1 + 3. leikkuu erillisenä työvaiheena (kustannus 0.8 p/taimi).

B_1 = Koneversio B, 1. leikkuu muovihuoneesta avomaalle siirron yhteydessä (kustannus 0.7 p/taimi). 2. leikkuu erillisenä työvaiheena (kustannus 1.4 p/taimi).

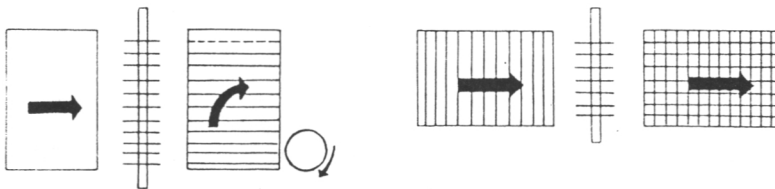
B_2 = B_1 + 3. leikkuu erillisenä työvaiheena (kustannus 1.4 p/taimi).

Kuvassa 5 kuutiopaakkutaimien leikkuun kokonais- ja kasvatusyksikkökustannuksia on verrattu eri paakku-tyyppien materiaali- ja kasvatusyksikkökustannuksiin. Näistä versio A on vertailukelpoinen tyyppien TA-410 ja TA-510 kanssa. Molempiin tulee lisäkustannuksena taimien lähetys- ja pakkausmateriaalikuluja menetelmästä riippuen 5-14 p/taimi verrattuna sellaisiin tuotantomenetelmiin, joissa kasvatusyksikkö on myös istutusyksikkö. Yksikön palautuksesta taimitarhalle aiheutuu luonnollisesti lisäkustannuksia.

Menetelmän biologiselta kannalta turvelevy on irtoturvetta edullisempi ratkaisu. Turvelevyn hinta nykyisessä tuotannossa on varsin korkea. Lisäkustannus tästä on n. 2 p/taimi säkitettyyn irtoturpeeseen verrattuna.

6. Menetelmän kehittäminen.

Prototyypikoneessa (kuva 2) työtä hidastava ja epätarkkuutta lisäävä tekijä oli poikittaisleikkuu. Jatkokehittelyllä voidaan oleellisesti parantaa koneen tuotosta ja leikkuutarkkuutta. Muutosten jälkeen koneen toimintaperiaate olisi kuvan 6 mukainen.



1. Leikkuu

Kääntö

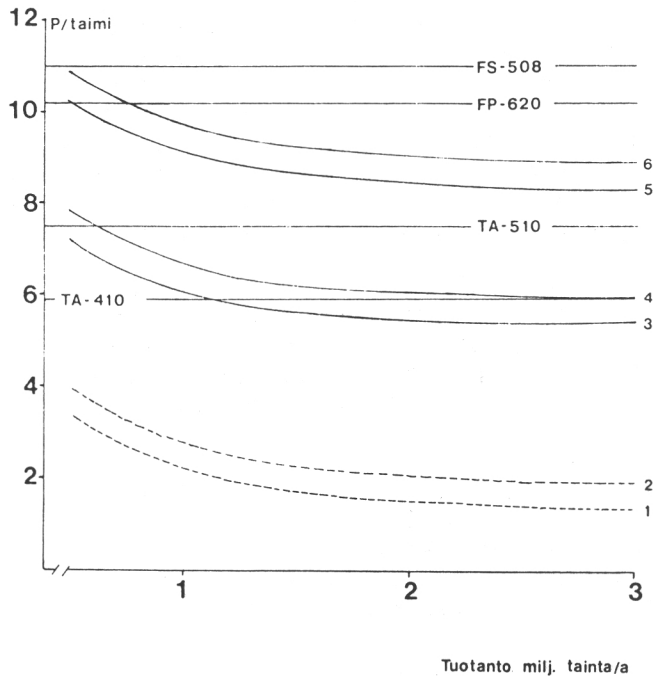
2. Leikkuu

Kuva 6. Koneen toimintaperiaate muutosten jälkeen.

Muutosten jälkeen koneen laskennallinen tuotos on 200.000 tainta/pv. Muun työvaiheen esim. muovihuoneesta avomaalle siirron yhteydessä lisäkustannus leikkuusta olisi 0-0.3 p/taimi siirtotyövaiheen koneellistamisesta ja kasvatusyksiköstä riippuen. Erillisenä työvaiheena työkustannus olisi 0.6 p/taimi/leikkuukerta. Kuvassa 7 on esitetty kuvan 6 mukaisella laitteistolla tehdyn leikkuun ja kasvatusyksikön kustannukset ja verrattu niitä joidenkin

paakkutaimimenetelmien materiaalikustannuksiin. Leikkuukoneen kiinteitten- ja käyttökustannusten laskennassa käytettiin seuraavia laskentaperusteita:

- hankintahinta, mk	75 000
- jäännösarvo %:a hankintahinnasta	20
- korko %	10
- poistoaika, v	10
- korjaus- ja käyttökulut mk/v	800



Kuva 7. Leikkuun, kasvatusyksikön ja paakkumateriaalin kustannukset.

1. Leikkuun kiinteät kustannukset + korjaus ja käyttökulut, 1. leikkuu muun työvaiheen yhteydessä (kustannus 0,3 p/taimi), 2. leikkuu erillisenä työvaiheena (kustannus 0,6 p/taimi)
2. 1 + 3. leikkuu erillisenä työvaiheena (kustannus 0,6 p/taimi)
3. 1 + kasvatusyksikkökustannus 4 p/taimi
4. 2 + kasvatusyksikkökustannus 4 p/taimi
5. 1 + kasvatusyksikkökustannus 7 p/taimi
6. 2 + kasvatusyksikkökustannus 7 p/taimi

Kuvan 6 koneversiolla voi kasvatusyksikkökustannus olla enintään 7 (8) p/taimi, jotta menetelmä olisi kustannusten suhteen kilpailukykyinen muiden paakku- taimimenetelmien kanssa. Tällöin kasvatusyksikön tulisi soveltua myös istutusyksiköksi eikä kuljetuksesta ja varastoinnista saisi aiheutua merkittäviä lisäkustannuksia. Leikkuun kokonaiskustannukset prototyyppi-koneella ja tästä muutetulla laitteistolla (kuvat 5 ja 7) eivät eroa merkittävästi toisistaan. Kuitenkin käytännön toiminnassa ja biologisten vaatimusten (leikkuuaika) vuoksi koneen tuotos tulee olla riittävän suuri. Koneen tuotoksen ollessa n. 200 000 tainta/pv voidaan leikkuu yhdistää muihin työvaiheisiin varsinaista työvaihetta (esim. siirto muovihuoneesta avomaalle) merkittävästi hidastamatta.

Kuutiopaakkumenetelmässä tarvittavan kasvatusyksikön malli ja hinta on merkittävä koko tuotantolinjaa ajatellen. Kasvatusyksikön osalta on kokemuksia vain EPS- ja muovisen paperpot-alustan käytöstä. Seuraavassa esitetään joitakin vaihtoehtoja kasvatusyksiköksi:

- EPS-kasvatusalusta
 - hinta 4 - 6 mk/kpl
 - käyttökertojen määrä 1-2
 - edellyttää erillisen taimien lähetyslaatikon käyttöä, lisäkustannus n. 3 p/taimi
- Paperpot-alusta
 - hinta 11-12 mk/kpl
 - käyttökertojen määrä 3
 - varastointi + pesukustannus 1 mk/käyttökerta

- edellyttää leikkuuvaiheessa erillisen kehikon käyttöä
 - lisää työvaiheita
 - leikkuutarkkuus huononee
 - arinakasvatus mahdollinen

- Muovilaatikko
 - hinta 20-25 mk
 - käyttökertojen määrä 5-10
 - varastointi + pesu 1 mk/käyttökerta
 - laatikon tilantarve tyhjänä suuri
 - arinakasvatus mahdollinen

- Muovitettu pahvilaatikko
 - hinta 3-5 mk/kpl
 - käyttökertojen määrä 1
 - käytetään myös istutusyksikkönä
 - ei kokemuksia materiaalien kestävydestä

7. Päätelmiä

Paakun muodostaminen kasvualustaa ja juuristoa leikkaamalla edellyttää tarkan kylvön ja huolehtimisen siitä, etteivät siemenet pääse liikkumaan siirtelyn tai kastelun vaikutuksesta. Tämä on käytännössä mahdollista toteuttaa nykyisin käytettäviä kylvölinjoja soveltamalla. Toisena oleellisena teknisenä työvaiheena on varsinainen leikkuu. Nyt käytetyllä koneella leikkuu voidaan toteuttaa varsin hyvin ainakin silloin kun taimien koko on pieni. Kun taimien pituus on yli 15 cm ilmenee ongelmia, mm. taimien oksia ja neulasia katkeilee ja paakkuja tarttuu teriin. Tähän osaltaan vaikuttaa käytetty (5 x 5) taimitiheys. Ongelma vähenee, jos käytetään 6 x 6 cm:n tiheyttä. Myös leikkuussa irtoavaa turvetta laskeutuu taimien päälle. Jos turvetta ei poisteta, saattaa taimia katketa poikittaisleikkuussa.

Kokemusten mukaan on tarkoituksenmukaista muuttaa koneen toimintoja siten, että kasvatusyksikkö käännetään 90° ensimmäisen leikkuun jälkeen. Tällöin leikkukseen käytettävä aika pienenee ja leikkueen kokonaistuotos nousee huomattavasti. Myös leikkuussa taimien päälle tuleva turve voidaan poistaa helpommin kuin prototyypikoneessa.

Muutosten jälkeen leikkuussa tarvittavan koneen osalta menetelmää voidaan pitää sarjatuotantoon soveltuvana. Pieniä taimimääriä voidaan tällä menetelmällä tuottaa yksinkertaisilla käsityövälineillä. Tällöin menetelmä soveltunee mm. kehitysmaissa käytettäväksi. Kasvatussyksikön osalta on olemassa useita vaihtoehtoja. Näistä edullisimman vaihtoehdon löytäminen vaatii vielä selvitystyötä mm. muovitetun pahvilaatikon kestävyyden selvittäminen.

Kuutiopaakkutaimien tuotantomenetelmä on kustannuksiltaan kilpailukykyinen muihin paakkutaimiin verrattuna. Paljasjuuristen taimien tuotannossa juurtenleikkuumenetelmällä tuotettua tainta on verrattu koulittuun taimeen. Myös paakkutaimien tuotannossa koulitun paakkutaimen kustannukset ovat korkeammat kuin koulittomana. Mikäli kuutiopaakun biologiset ominaisuudet ovat samansuuntaiset kuin leikatun paljasjuurisen, on kuutiopaakku kilpailukykyinen vaihtoehto.

Joensuun tutkimusasemalla aikaisemmin ilmestyneet
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisut:

- Nro 37 Kauko Salo (toim.). Metsämarja- ja sienisatotutkimuksen menetelmäongelmia. 37 s. 1982.
- Nro 43 Jari Parviainen. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutus. Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vaikutuksista taimiin. 114 s. 1982.
- Nro 56 Matti Karjula, Simo Kaila, Jari Parviainen, Juhani Päivänen ja Pentti K. Räsänen. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. 116 s. 1982.
- Nro 78 Jakko Virtanen. Helikopteri metsäpalontorjunnassa. 20 s. 1982.
- Nro 90 Kauko Salo ja Pentti Sepponen (toim.). Luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaari, osa I. 163 s. 1983.
- Nro 91 Kauko Salo ja Pentti Sepponen (toim.). Luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaari, osa II. 98 s. 1983.
- Nro 124 Metsäntutkimuspäivä Joensuussa 15. 11. 1983. Tavoitteen kehityskelpoinen taimikko — onko metsänuudistaminen kaavamaisista. 90 s. 1983.
- Nro 131 Mikko Toropainen. Valtion avustukset kuntien aluelämpöinvestoinneissa. 79 s. 1984.
- Nro 134 Jari Parviainen, Matti Ruotsalainen ja Seppo Sokkanen. Metsänviljelyn toimenpideketjuja vertaileva laskentaohjelma "VILJO". 66 s. 1984.
- Nro 138 Jouko Siira ja Jorma Tahvanainen (toim.). Lietelannoitus energiapuun kasvatuksessa. 42 s. 1984.
- Nro 150 Juha-Pekka Hotanen. Metsien tuoton alueellisista eroista sekä metsäveroperustemuutoksien vaikutuksista kunnittaisiin tuottoeroihin Pohjois-Karjalassa. 58 s. 1984.
- Nro 162 Mikko Toropainen. Aluelämpölaitosten polttoainevalintojen kannattavuus. 1984. 117 s. + liitteet.

Joensuun tutkimusaseman
osoite:

Metsäntutkimuslaitos
Joensuun tutkimusasema
Yliopistokatu 7
PL 68
80101 JOENSUU
Puh. (973) 28331