

# ACTA FORESTALIA FENNICA

Vol. 112, 1970

Nostoajankohdan, pakkaustavan, varastointiajan  
pituuden ja kastelun vaikutuksesta männyn taimien  
kehitykseen

The Effect of Lifting Date, Packing, Storing and  
Watering on the Field Survival and Growth of Scots  
Pine Seedlings

Pentti K. Räsänen

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA



## **Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.

**SILVA FENNICA.** Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä kirjoitelmia ja lyhyehköjä tutkimuksia. Ilmestyy neljästi vuodessa.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17.

## **Publications of the Society of Forestry in Finland**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

**SILVA FENNICA.** Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

**NOSTOAJANKOHDAN, PAKKAUSTAVAN,  
VARASTOINTIAJAN PITUUDEN JA KASTELUN  
VAIKUTUKSESTA MÄNNYN TAIMIEN  
KEHITYKSEEN**

*THE EFFECT OF LIFTING DATE, PACKING, STORING  
AND WATERING ON THE FIELD SURVIVAL AND  
GROWTH OF SCOTS PINE SEEDLINGS*

PENTTI K. RÄSÄNEN

Lumen sulamiset jälkeen talud yleistä aloitaa kasvunsa heti, kun säätehtit sul-  
est. Näin ollen taimien varastointivai-  
vaihe keväällä menitään hyvin nopeasti. Tämän sel-  
kän merkitystä ei ehkä ole tarpeeksi tähden-  
nely varastointitutkimuksissa. Suomessa on  
hyvin vähän käsitelty huonolaista taimien  
vaihe vaiheisiin kehityksineen keväällä. Kuit-  
tenkin lumen sulattua ja maan vielä ollessa  
kylmää mahdollisuudet taimien kuivumiselle  
ja taimipenkkiä ovat olemassa. Siirron eri  
vaiheissa uhkaruus kuivumisesta on tutkittu  
ja tiedetty varoa. Jo 10-20% painonmenet-  
tys varastointia aikana voi merkitä taimelle  
vaurioita ja sen seurauksena vähentyvää  
kasvua (Sandvik 1965).

Jotakin vaurioita paljastuneiden taimien  
siirrossa on vaikea välttää. Irroittaminen tai-  
mia maasta niistä kokeilee ohuilla juurilla,  
jolloin istutuksen jälkeen parhaiten ke-  
vään usien huoroja. Juurien vaurioitumisen lisää-  
minen taimen hengittävyyttä. Tätä ei kuitenkaan  
ole pidetty kovin merkittävänä huhtana, sillä  
maahan juoksevat pitkäjuuriset kaskaisemien  
sitten istutusta kukaan normaalisti käytän-  
tään. Alentamalla lämpötilaa voi taimien kehityksen ja varastoin-

ta taimien normaali kehityksensä joutu-  
maan häiritsemään. Lisäksi taimet saattavat  
huhtailijasti kuivua. Myös makuu-  
vaurioita aiheuttava juuristoille on-  
nollon yhteydessä ja silloin kiertäjien eri  
vaiheissa. Käytännön toiminnassa ajateltiin  
on pyrittyä järkeistämään siirtoa, että taimet  
vaurioituvat vähemmän ja toisaalta eri vai-  
vaiheiden ja tarkkaiden tutkimukset ma-  
niksi. Tämä puolestaan edellyttää yksittäis-  
kohtaisia tietoja siitä, on menettämisen vaiht-  
tuksesta taimien kehitykseen.

Tämä tutkimuksesta tarkasteltiin kahden  
nostoajan, kahden pakkaustavan, kolmen var-  
astointiajan ja istutuksen yhteydessä tapahtu-  
neen juurien kastojen (istutuksen) vaikut-  
tyksi taimien kehityksessä istutusta seurauk-  
sena keuhko- ja juurivaurioita. Nosta-  
ajat on valittu siten, että vaurioitumisen eri  
vaiheissa vaurioitumisen vaurioitumisen  
suhde on järkevä, jolloin taimet alkavat  
merkittävästi vaurioitua. Vaurioitumisen  
Tämän eri vaurioitumisen vaurioitumisen  
kasvunsa. Oletetaan, että ensimmäinen uo-

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. Johdanto .....	3
2. Tutkimusmenetelmä ja aineisto .....	4
21. Koetaimet ja niiden käsittely .....	4
22. Koejärjestely, koepaikka ja sääolot .....	6
23. Taimien kehitystä koskevat mittaukset ja havainnot .....	7
24. Aineiston käsittely .....	8
3. Eri käsittelytapojen ja -vaiheiden vaikutus taimien kehitykseen .....	8
31. Nostoaajankohta .....	8
32. Varastoimisajan pituus .....	13
33. Pakkaustapa .....	16
34. Kastelu .....	17
4. Tulosten tarkastelu .....	20
41. Menetelmän pohdinta .....	20
42. Tulosten pohdinta .....	21
5. Yhdistelmä .....	23
Kirjallisuusluettelo — <i>References</i> .....	24
<i>Summary</i> .....	26

Tilaukset ja julkaisujen koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17.

PENTTI K. RÄSÄNEN

### Publications of the Society of Forestry in Finland

*ACTA FORESTALIA FENNICA*. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

*SILVA FENNICA*. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

## 1. JOHDANTO

Istutusten määrä on Suomessa kohonnut vuodesta 1960 vuoteen 1970 mennessä 75 miljoonasta taimesta 200 miljoonaan taimen. Ainakin vuosikymmenen alkupuolen viljelyt ovat antaneet verraten heikkoja tuloksia, Etelä-Suomessa istutetuista taimista on kuollut 30—40 % ja Pohjois-Suomessa 60—70 % (YLI-VAKKURI, RÄSÄNEN & SOLIN 1969, SOLIN 1970). On aiheellista olettaa, että taimien käsittelyllä on ollut osuutensa huonoon tulokseen, joskin tiedetään, että myös muita häiritseviä tekijöitä on ollut runsaasti. Taimet saadaan nykyisin entistä keskitemmin suurilta taimitarhoilta. Pakkaus-, varastointi- ja kuljetusvaiheiden määrä on taimierää kohden samalla ilmeisesti kasvanut. Toisaalta voidaan katsoa käsittelytaidoista ja -edellytysten keskustaimitarhoilla olevan paremmat kuin aikaisemmin yleisillä pienhköillä taimitarhoilla. Myös taimien siirto taimipenkistä istutuskuoppaan on luultavasti viime aikoina nopeutunut.

Lumen sulamisen jälkeen taimi yleensä aloittaa kasvunsa heti, kun säätekijät sallivat. Näin ollen taimien varastoitavuus voi keväällä muuttua hyvin nopeasti. Tämän seikan merkitystä ei ehkä ole tarpeeksi tähdennetty varastointitutkimuksissa. Samoin on hyvin vähän kiinnitetty huomiota taimien vesibalanssin kehittymiseen keväällä. Kuitenkin lumen sulattua ja maan vielä ollessa kylmää mahdollisuudet taimen kuivumiselle jo taimipenkissä ovat olemassa. Siirron eri vaiheissa uhkaavaa kuivumista on tutkittu ja tiedetty varoa. Jo 10—20 % painonmenetyks varastoinnin aikana voi merkitä taimelle vauriota ja sen seurauksena vähentynyttä kasvua (SANDVIK 1965).

Joitakin vaurioita paljasjuuristen taimien siirrossa on vaikea välttää. Irroitettaessa taimia maasta niistä katkeilee ohuita juuria, joihin istutuksen jälkeen parhaiten kasvavai uusia haaroja. Juurten vaurioituminen lisää myös taimen hengitystä. Tätä ei kuitenkaan ole pidetty kovin merkittävänä häirtana, sillä monin paikoin pitkäjuurten katkaiseminen ennen istutusta kuuluu normaaliin käytäntöön. Alentamalla lämpötilaa voidaan hen-

gitystä samoin kuin haihtumistakin vähentää. Siirryttäessä +20° C:sta +2° C:een laskee kasvien hengitystensiiteetti noin yhteen viidesosaan (KRAMER & KOZLOWSKI 1960, KRAMER 1969). Korkeat lämpötilat aiheuttavat varastoitaville taimille muitakin häirttoja. Niinpä sienipopulaatiot voivat lisääntyä nopeasti: ensiksi juurissa, sitten varren tyviöissä ja neulastossa. Tavallisimpia lienevät lajit, jotka aina esiintyvät maassa ja kasvin pinnalla kuten esim. *Cylindrocarpon*-, *Penicillium*- ja *Fusarium*-lajit (WILNER & VAARATAJA 1958, ALDHOUS 1959). Tällaisten sienten osuudesta varastointitappioihin on kuitenkin erittäin niukasti tutkimuksia. Suoralle aurinon säteilylle alttiiksi jätetyt juuristot vaurioituvat nopeasti (esim. WIKSTEN 1950, YLI-VAKKURI 1957, HERMANN 1964), joskin on tutkimustuloksia, joissa 15 minuutin säteilytys ei ole lainkaan heikentänyt taimien kasvua (ARNBORG 1959).

Voidaan siis todeta, että siirtoketjun aikana taimien normaalia kehitysrytmiä joudutaan häiritsemään. Lisäksi taimet saattavat häirtallisesti kuivua. Myös mekaanisia vaurioita aiheuttaa: juuristolle ennen kaikkea noston yhteydessä ja silmulle käsittelyjen eri vaiheissa. Käytännön toiminnassa siirtoketju on pyrittävä järjestämään siten, että taimivauriot jäävät vähäisiksi ja toisaalta eri työvaiheiden ja tarvikkeiden kustannukset pieniksi. Tämä puolestaan edellyttää yksityiskohtaisia tietoja mm. eri menetelmien vaikutuksesta taimien kehitykseen.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kahden nostoajan, kahden pakkaustavan, kolmen varastointiajan ja istutuksen yhteydessä tapahtuneen juurten kastelun (liotuksen) merkitystä taimien kehitykselle istutusta seuraneena kolmen-neljän vuoden aikana. Nostajat on valittu siten, että ensimmäinen erä nostettiin mahdollisimman nopeasti lumen sulamisen jälkeen, jolloin taimet ulkoisista merkeistä päätellen olivat selvästi kasvulevossa. Toinen erä nostettiin viikkoa myöhemmin, jolloin taimet olivat jo aloittaneet kasvunsa. Oletettiin, että ensimmäinen nosto-erä olisi taimien käsittelyn ja varastoita-

vuoden kannalta mahdollisimman edullinen. Erityisesti haluttiin selvittää, kuinka kasvun alkuun päässeille taimille kävisi, kun niiden kehitys jouduttaisiin keskeyttämään panemalla ne suljetuissa muovisäkeissä pimeään kellariin, jossa lämpötila olisi hiukan jäätympisteen yläpuolella.

Varastointiajoista oli edellisenä vuonna järjestetystä esikokeesta yhden vuoden seuraamisen perusteella saatu tulos, jonka mukaan yhden, kahden tai kolmen viikon varastointi ei vielä haitannut taimien kehitystä ainakaan niin, että se olisi ilmennyt taimien kasvussa tai kuolleisuudessa. Varastointiaikoja nyt valittaessa haluttiin ensinnäkin tarkistaa, heikkenisikö taimien elinvoima kuitenkin jo kolmen viikon varastoinnin seurauksena. Tämän ajan sisällä istutettaneen yleensä pääosa taimista (vrt. YLI-VAKKURI 1957). Kuuden viikon aika, jota pidempään taimia harvoin keväällä varastoitaneen, on otettu mukaan lähinnä voittumisrajan löytämiseksi. Kontrollikäsittelyksi on valittu yhden viikon ajan varastoitu taimierä, eikä suoraan taimitarhasta nostettu, jolla ei varastoinnin haittavaikutuksia olisi edes teoreettisessa mielessä (vrt. esim. RÄSÄNEN, KOUKKULA & YLI-VAKKURI 1970). Näin on menetelty, koska on haluttu supistaa käsittelyjen määrää, mutta toisaalta pysyttää käytännössä lyhin mahdollinen, yhdeksi viikoksi arvioitu varastointiaika mukana kokeessa.

Koska käsittelykelpoisen taimierän hinta on niin pieni, että kohtuullisten pakkaus- kustannusten liikkuma-ala on kovin suppea, on luonnollista, että tutkijat ja myös käytäntö ovat eri maissa päätyneet hyvin samankaltaisiin pakkausratkaisuihin. Näille on tunnusomaista, että juuret suojataan kosteutta säilyttävällä turpeella tms. ja taimet pakataan laatikoihin, paaleihin tai nyytteihin kosteutta jossain määrin kestäviä paperi-, pahvi- tai kangaslaatuja käyttäen. Näitä materiaa-

leja on vähitellen korvattu 1950-luvun alku- puolella käyttöön tulleilla muoveilla. Myös muovisäkit, joihin taimet suljetaan, ovat tulleet yleiseen käyttöön, koska ne ovat hinnaltaan kohdullisia ja koska taimet niissä säilyvät hyvin (vrt. esim. ALDHOUS 1958, 1964, YLI-VAKKURI, RÄSÄNEN & HILLI 1968). Oli aiheellista ottaa tämä meillä vielä verraten uusi menetelmä mukaan kokeisiin. Vertailu- pakkaukseksi valittiin nyyttipakkaus, jota Suomessa on paljon käytetty ja josta myös on saatu hyviä kokemuksia (YLI-VAKKURI 1957).

Jos varastoinnin yhteydessä on tapahtunut taimien kuivumista, voidaan syntyneitä veden vajausta korvata liottamalla taimien juuria vedessä ennen istutusta ja parantaa näin kasvutulosta (vrt. YLI-VAKKURI 1957, IVKOV 1964). Tällaisen käsittelyn jälkeen istutettiin puolet pisimmän varastointiajan taimista.

Kokeita seurattaessa pyrittiin keskeisten kuolleisuus- ja kasvulukujen lisäksi rekisteröimään sellaisia häiriöitä taimien kehityksessä, jotka olisivat voineet olla merkkejä eri menetelmien aiheuttamista vähäisistä vaurioista.

Tutkimus on suoritettu Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa niiden apurahojen turvin, joita Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö on vuosina 1965–1969 myöntänyt PAAVO YLI-VAKKURIN ja PENTTI K. RÄSÄNEN muodostamalle työryhmälle metsänviljelyä koskeviin tutkimuksiin.

Professori PAAVO YLI-VAKKURI on tehnyt aloitteen työn alkuunpanemisesta, seurannut kiinteästi sen edistymistä ja antanut työn kaikissa vaiheissa arvokkaita ohjeita. Maat.- ja metsät.kand. PENTTI KANERVA on avustanut tutkimuksen ensimmäisen vaiheen suunnittelussa. Kenttätyössä ovat avustaneet opiskeluaikanaan metsänhoitajat AARNO KOUKKULA ja ASKO HILLI. Tulosten laskenta on suoritettu Yliopiston laskentakeskuksessa osaksi kirjasto-ohjelmia, osaksi tekijän laatimia ja osaksi fil.lis. PERTTI HARIN muokkaamia ohjelmia käytäen.

Kaikille minua tässä työssä auttaneille pyydän lausua parhaat kiitokseni.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

### 21. Koetaimet ja niiden käsittely

Kokeet perustettiin Pohjois-Hämeessä olevan Korkeakosken hoitoalueen Hyytiälän taimitarhaan. Keväällä 1965 järjestettiin

alustavat kokeet, joita seurattiin vain yksi vuosi. Keväällä 1966 perustettiin laajemmat kokeet, joita seurattiin kolmen, osittain vielä neljännenkin vuoden ajan eli syksyyn 1969 saakka.

Taulukko 1. Kokeissa käytettyjen taimien morfologisia ominaisuuksia. Näytteeseen on otettu 25 tainta molemmilla nostokerroilla.

Table 1. Some morphological features of the seedlings. Both samples comprised of 25 seedlings.

Mitattu ominaisuus	Nosto 1, 13. 5. 1966 Lifting 1, 13 May 1966		Nosto 2, 20. 5. 1966 Lifting 2, 20 May 1966		Characteristic measured
	Keski-arvo Mean	Vaihteluväli Range	Keski-arvo Mean	Vaihteluväli Range	
Varren pituus, cm . . . . .	9.3	4.9 . . . 14.3	11.4	7.4 . . . 17.0	Height, cm
Kasvaimen pituus, cm . . . . .	0.8	0.4 . . . 1.3	1.7	0.4 . . . 2.9	Length of leader, cm
Pisimmän juuren pituus, cm	23	12 . . . 32	31	15 . . . 56	Longest root, cm
Neulasten pituus, cm . . . . .	7.5	3.2 . . . 11.4	7.4	4.9 . . . 11.3	Length of needles, cm
Läpimitta juuren niskasta, mm	3.2	1.8 . . . 5.9	3.7	2.3 . . . 5.0	Diameter at root collar, mm

Keväällä 1965 käytettiin Hyytiälän taimitarhasta saatuja aluksi muovihuoneessa kasvatettuja ja sitten avomaalle kouluttuja 1 + 1-vuotiaita männyn taimia ja keväällä 1966 Pohjois-Hämeen metsänhoitolautakunnan taimitarhasta Pinsiöstä ostettuja, avomaalla kasvatettuja 2 + 1-vuotiaita männyn taimia.

Vuonna 1965 taimet nostettiin 21. 5. yhdessä niiden kokeiden taimien kanssa, jotka erilaisten varastointikäsitteilyjen jälkeen istutettiin maastoon (RÄSÄNEN ym. 1970). Satunnaistaminen eri käsitteilyihin suoritettiin viiden taimen erissä. Vuonna 1966 satunnaistaminen kunkin noston taimilla tehtiin jakamalla 50 taimen niput pienemmiksi 10 taimen nipuiksi, jotka arpoen jaettiin jatkokäsitteilyihin. Taimet nostettiin 13. 5. ja 20. 5. samalta suppealta alalta, useammasta rinnakkaisesta taimipenkistä — kaksi riviä ensimmäisessä, ja jäljelle jääneet kolme riviä toisessa nostossa. Silmin havaittavaa eroa ei taimissa ollut taimipenkien välillä tai niiden eri osissa. Näytteiden mittaustulokset osoittavat kuitenkin, että myöhemmän noston taimet ovat olleet hieman kookkaampia (taulukko 1).

Vuoden 1966 kokeissa käytetyille taimille oli ominaista hieman kellertävä väri, epätasainen koko ja versoon nähden laaja, mutta ei kovin tiheä juuristo. Vuoden 1965 kokeissa käytetyt taimet olivat vähäoksaisia, hennon-tyyppisiä taimia, joissa neulasto oli keskittynyt viimeiseen vuosikasvaimeen. Työntekijöillä oli ohjeena noudattaa normaalia taimi-

tarhan luovutuslajittelua. Silti jo näytetäimissäkin oli muutamia 6 cm vähimmäispituuden alittavia taimia.

Taimien nosto, pakkaus ja kuljetus tapahtuivat valvonnan alaisina, niin että käsittely säilyi yhtenäisenä. Nytipakkaukset tehtiin YLI-VAKKURI (1957) kuvaaman menetelmän mukaan käyttäen pakkausmateriaalina bitumivahvisteista paperia, märkää rahkaturvetta ja narua. Muovisäkkipakkauksiin käytettiin valkoisesta 0.2 mm polyteenimuovista valmistettuja säkkeitä, jotka korkeudeltaan olivat 70 cm ja leveydeltään 40 cm. Taimet pakattiin niihin nipuissa juuret pohjaa vasten. Juurten ympärille laitettiin vuoden 1965 kokeessa hiukan märkää turvetta, vuonna 1966 taimet pakattiin säkkeihin ilman turvetta. Säkit sidottiin muovista käärityllä narulla. Pakkauksiin merkittiin arvottu istutuskeran tunnus ja niitä säilytettiin kellarissa, pystyasennossa puuritilän päällä.

Varastointipaikka oli vuonna 1965 talouskellari, johon taimien keväistä varastointia varten oli nostettu jäitä. Sitä käytettiin koko varastointiajan taimitarhan kylmävarastona. Havaintoja varaston lämpötilan ja kosteuden vaihteluista ei tehty. Myös vuonna 1966 kokeessa käytetty varasto oli talouskellari. Sitä ei varastointikokeen ohella käytetty muihin tarkoituksiin. Lämpötilan ja kosteuden vaihtelua kellarissa tarkkailtiin termohygrografin avulla. Suhteellinen kosteus pysyi koko varastoinnin ajan 91—96 % välillä. Lämpötila kellarissa kohosi tasaisesti, mutta hitaasti, kuten käy ilmi seuraavasta asetelmasta:

Aika	Lämpötila, °C	Aika	Lämpötila, °C	Aika	Lämpötila, °C
15.—19. 5.	1.1	4.—8. 6.	2.4	24.—28. 6.	6.4
20.—24. 5.	1.4	9.—13. 6.	3.3	29. 6.—3. 7.	6.5
25.—29. 5.	1.8	14.—18. 6.	4.4	4.—8. 7.	7.0
30. 5.—3. 6.	2.0	19.—23. 6.	5.3		

Pakkauksien lämpötilat mitattiin Weston-lämpömittareilla otettaessa taimia esille kellarista kutakin istutuskertaa varten. Mitään selvää lämpenemistä ei havaittu.

Silmävaraisesti tarkastellen taimet olivat varastointien jäljiltä hyvässä kunnossa. Vain 27. 6. istutetun, nyyttipakkauksessa varastoidun erän yhdessä 10 taimen nipussa havaittiin versojen tyvellä hometta. Kuusi viikkoa varastoiduista taimista kasteltiin puolet pitämällä niiden juuria 15—20 tuntia 20... 15-asteisessa vedessä. Kulloinkin noin kolme tuntia kestäneen istutustyön aikana taimet suojattiin varjoisassa paikassa ja istuttajalle annettiin kerrallaan vain 10 tainta. Ruudun 60 tainta istutettiin yhden neliömetrin alalle 10 cm taimiväliä ja 20 cm riviväliä käyttäen. Työn suoritti tutkijan välittömän valvonnan alaisena sama tottunut kolmen ihmisen ryhmä. Sen johtajan vastuulla oli myöskin kokeiden myöhempi hoito.

## 22. Koejärjestely, koepaikka ja sääolot

Koe järjestettiin pakkaustapa-muuttujan osalta ns. ositetun ruudun kokeena (split plot design). Jokaisen 60 taimen ruutuun istutettiin puolet kumpaisestakin pakkauksesta, joka toinen 10 taimen rivi toisesta ja joka toinen toisesta. Ensimmäisen parin järjestys arvottiin ja samaa järjestystä noudatettiin kahden muunkin parin kohdalla. Ositetun ruudun järjestelyllä voitetaan tämän tyyppisessä kokeessa se etu, että jos alamuuttujan välistä vertailua halutaan tarkentaa sen kustannuksella, että mahdollisesti menetetään jotakin päämuuttujien tarkastelun tehokkuudesta, käy se päinsä laajentamatta koetta kovin suureksi (COX 1958). Muilta osin koejärjestely noudatti tavantomaista arvottujen lohkojen periaatetta (randomized block design). Eri käsittelyerät kevään 1966 kokeissa ilmenevät seuraavasta asetelmasta:

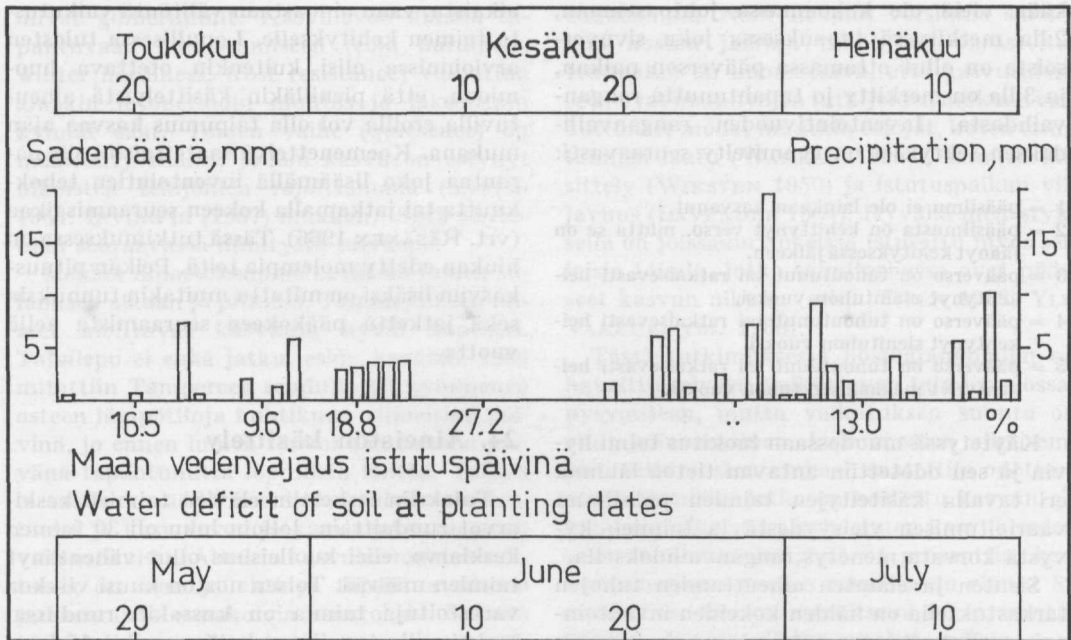
Nostettu	Varastoitu, viikkoa	Kasteltu ennen koulitusta	Koulittu	Taimimäärä, kpl
13. 5. 66	1	ei	20. 5. 66	420
20. 5. 66	1	»	28. 5. 66	420
13. 5. 66	3	»	3. 6. 66	420
20. 5. 66	3	»	11. 6. 66	420
13. 5. 66	6 a	»	27. 6. 66	420
— » —	6 b	on	27. 6. 66	420
20. 5. 66	6 a	ei	5. 7. 66	210
— » —	6 b	on	5. 7. 66	210

Toisella nostokerralla tapahtuneen väärinkäsityksen vuoksi ei taimia saatu taimitarhalla tarpeeksi, vaan määrä jäi 420 tainta vajaan. Tästä syystä sen nostokerran kuusi viikkoa varastoitu erä jaettiin kahtia kastelun ja kastelemattoman kesken. Nämä molemmat taimierät istutettiin samaan ruutuun siten, että kuhunkin riviin tuli 5 tainta kastelluista ja 5 tainta kastelemattomista. Keväällä 1966 perustettiin kaikkiaan 7 toistoa, joten kokeisiin tuli koulitukseksi 2 860 tainta. Vuonna 1965 käytettiin samaa koejärjestelyä, mutta kokeet olivat suppeammat, sillä nostoaikoja oli vain yksi, eikä kasteltua varianttia ollut lainkaan mukana. Kaikkiaan oli silloin kokeissa 1 260 tainta.

Hyttiälän taimitarha, jonne taimet istutettiin, on perustettu vanhalle pellolle vuonna 1959—60. Maa taimitarhassa on hiekkamultaa, jossa humuksen määrä oli  $7.52 \pm 0.06$  %, joten se vastasi MT:n — OMT:n humuspitoisuutta (AALTONEN 1940). Maan pH oli  $5.09 \pm 0.04$  ja yli 2 mm lajitteiden osuus 13.9 % sekä kosteusekvivalentti 26.1 %. Vuoden 1966 koealuetta ei lannoitettu, mutta maassa todennäköisesti oli varhaisemman taimitarhakäytön jäljiltä ravinteita karunlaista peltomaata vastaavasti. Maan kuivuminen kävi mahdolliseksi sen vuoksi, että se jouduttiin perusteellisesti muokkaamaan istutettaessa taimet tiheään asentoon. Tästä syystä maasta otettiin jokaisen istutuskerran jälkeen näytteet kosteuden määrittystä varten. Tulokset on esitetty kuvassa 1, johon myös on piirretty päivittäiset sademäärät istutuksen kannalta tärkeänä ajanjaksona.

Sääoloiltaan kovin poikkeuksellisia kasvukausia ei tutkimusaikaan sisältynyt ellei sellaisena pidetä vuotta 1968, jolloin heinä-elokuu oli erityisen kylmä, ja lyhyt lämmin kausi esiintyi vasta aivan elo-syyskuun taitteessa. Kesäkuu vuonna 1966, jolloin pääosa taimista istutettiin, oli keskimääräistä  $1.8$  °C lämpimämpi ja sadetta saatiin 23 mm normaalia





Kuva 1. Päivittäiset sademäärät kokeiden perustamisaikana ja maan vedenvajaus laskettuna kenttäkapasiteetista välittömästi jokaisen istutuksen jälkeen.

Fig. 1. Daily precipitation during the planting season and the water deficit of soil calculated from the field capacity at planting dates.

vähemmän. Yleensä kuukausien keskilämpötilat ovat koeaikana pysytelleet hieman pitkän ajan arvojen alapuolella.

### 23. Taimien kehitystä koskevat mitaukset ja havainnot

Taimien kehityksestä tehtiin havaintoja muutamien viikkojen kuluttua viimeisistä istutuksista sekä syksyisän kasvukausien päätyttyä. Taimen pituus mitattiin maasta, taimen tyveltä johtavan latvaverson kärkeen.

Elävistä taimista on merkitty kuntoluokka yhdellä luvulla eri inventoinneissa hiukan erilaisia asteikkoja käyttäen. Arvioinnin on kunakin vuonna tehnyt yksi inventoija. Arvioinnin pysyvyydestä, taimien kuntoluokituksessa, samoin kuin arvioinnin ennustavuudesta on olemassa vastaavanlaisen kokeen yhteydessä saatuja tuloksia (YLI-VAKKURI ym. 1968). Niiden mukaan luokitusta voidaan pitää suhteellisen hyvin pysyvänä ja taimien myöhempää kehitystä ennustavana.

Eri kuntoluokituksissa on käytetty seuraavia asteikkoja:

0...4-luokituksessa vuonna 1966:      0...3-luokituksessa vuonna 1968:

0 = kuollut taimi,      0 = kuollut taimi,  
 1 = erittäin selvästi kituva taimi,      1 = selvästi kituva taimi,  
 2 = selvästi kituva taimi,      2 = lievästi kituva taimi,  
 3 = lievästi kituva taimi,      3 = normaali taimi  
 4 = normaali taimi

Neulasten pituudeksi on merkitty niiden kahden neulasten pituuden keskiarvo, jotka on mitattu pääversion vastakkaisilta puolilta, 1 cm silmuryhmän tyvestä. Mitattavaksi on valittu kummastakin paikasta pisin neula. »Neulasten pituus» on tässä siis käsiteltävä tunnusluvuksi samaan tapaan kuin esim. »läpimitta juurenniskasta» eikä todellista neulasten keskipituutta ilmoitettavaksi mittaluvuksi.

Inventointivuoden ranganvaihdoksen kuvaamiseen on laadittu 3-asteinen luokitus. 1:llä on merkitty tapausta, jossa pääverso on menettänyt asemansa ja sivuversoista ei mi-

kään vielä ole kohoamassa johtoasemaan, 2:lla merkityssä tapauksessa joku sivuversoista on ollut ottamassa pääverson paikan, ja 3:lla on merkitty jo tapahtunutta ranganvaihdosta. Inventointivuoden ranganvaihdoksen selitykset on ryhmitelty seuraavasti:

- 1 = pääsilmu ei ole lainkaan kasvanut,
- 2 = pääsilmusta on kehittynyt verso, mutta se on jäänyt kehityksessä jälkeen,
- 3 = pääverso on tuhoutunut tai ratkaisevasti heikentynyt eläintuhon vuoksi,
- 4 = pääverso on tuhoutunut tai ratkaisevasti heikentynyt sienituhon vuoksi,
- 5 = pääverso on tuhoutunut tai ratkaisevasti heikentynyt mekaanisen tuhon vuoksi.

Käytetyssä muodossaan luokitus toimi hyvin ja sen odotettiin antavan tietoa lähinnä eri tavalla käsiteltyjen taimien pääsilmun vaurioitumisen yleisyydestä ja taimien kyvystä korvata menetys ranganvaihdoksella.

Sienten ja eläinten aiheuttamien tuhojen tarkastuksella on näiden kokeiden inventoinneissa ollut verraten vähäinen osuus ja myös vähäinen merkitys, sillä lukuunottamatta *Melampsoran* esiintymistä vuonna 1967 tuhoja on ollut vähän. Niistä on tehty merkintä ja lisäksi on arvioitu 0 . . . 3-luokitusta käytäten tuhon taimelle aiheuttama haitta.

Eri tavoin käsiteltyjen taimien silmujen havainnoinnilla ja vertailulla on pyritty samaan päämäärään kuin kasvaimen ja neulasten pituuden tarkastelulla; on pidetty mahdollisena, että ainakin pisimmät varastointiajat ja niihin liittyvä myöhäinen istutusaika voisivat aiheuttaa epänormaalisuuksia myös silmuston kehitymisessä.

Taimien varastointikokeiden seuraamista on aikaisemmin yleensä jatkettu vain yhden tai kahden vuoden ajan. Niissä ei ole pyrittykään selvittämään käsiteltytapojen pitkä-

aikaista, vaan ainoastaan välitöntä vaikutusta taimen kehitykselle. Lopullisessa tulosten arvioinnissa olisi kuitenkin otettava huomioon, että pienilläkin käsittelyistä aiheutuvilla eroilla voi olla taipumus kasvaa ajan mukana. Koemenettelyä saatettaisiin siis parantaa joko lisäämällä inventointien tehokkuutta tai jatkamalla kokeen seuraamisaikaa (vrt. RÄSÄNEN 1966). Tässä tutkimuksessa on hiukan edetty molempia teitä. Pelkän pituuskasvun lisäksi on mitattu muitakin tunnuksia sekä jatkettu pääkokeen seuraamista neljä vuotta.

## 24. Aineiston käsittely

Tuloksiin laskettiin elävien taimien keskiarvot ruuduittain, jolloin luku oli 30 taimen keskiarvo, ellei kuolleisuus ollut vähentänyt taimien määrää. Toisen noston kuusi viikkoa varastoituja taimia on kussakin ruudussa, molemmilla tavoilla pakattuna ollut 15 kappaletta. Tuloksissa on kutakin 7 lohkon keskiarvoa siis edustanut mainitussa käsittelyssä 105 tainta, muutoin on pienin määrä, jonka perusteella tuloksia on laskettu, ollut 210 kappaletta.

Koetulosten analysoinnissa on pääasiallinen metodi ollut varianssianalyysi ja t-testi. Taimikuolleisuutta tutkittaessa on käytetty binomiaalista t-testiä. Milloin kuolleiden määrä on ollut vähäinen (<8), niin ettei t-testin edellyttämän jakaantumana normaalisuusvaatimus ole edes tyydyttävästi ollut täytettyinä, erojen merkitsevyys on testattu suoraan binomijakaantumana perusteella laskettujen todennäköisyyksien avulla (esim. MÄKINEN 1968). Kuolleisuuden tarkastelussa on yksikkönä ollut yksi taimi.

## 3. ERI KÄSITTELYTAPOJEN JA -VAIHEIDEN VAIKUTUS TAIMIEN KEHITYKSEEN

### 31. Nostoaikajänke

Taimien varastoitavuuden kannalta niiden lepovaiheessa erottuu useita alavaiheita. Ensimmäinen vaihe (dormancy) on syksyllä ja vastaavasti keväällä silloin kun ulkoiset te-

kijät ovat kasvulle suotuisat, mutta silmu pysyy lepotilassa (IRVING 1967). Siitä käytetään seuraavassa nimitystä kasvulepo. Säättely tapahtuu hormonaalisesti, vaikuttavana aineena on mm. abscinini ja dormini, vastaavasti lepotilan laukaisevana aineena toi-

mivat gibberilliinit. Kasvulevon aikana tapahtuvaan karaistumiseen (cold hardiness, winter hardiness, frost resistance) vaikuttaa ainakin fotoperiodin muutos ja jaksottain kylmät säät. Toinen vaihe (quiescence) on määritelty tilaksi, jolloin kasvu on estynyt ulkoisten tekijöiden rajoittamana (SAMISH 1954: IRVING'in (1967) mukaan). Siitä käytetään seuraavassa nimitystä talvilepo.

Meidän ilmastossamme kevät on lumen sulamisen aikaan jo pitkällä. Tämän jälkeen taimet aloittavat kasvunsa hyvin nopeasti. Talvilepo ei enää jatku, esim. keväällä 1966 mitattiin Tampereen seudulla yli kymmenen asteen lämpötiloja huhtikuun viimeisinä päivinä, jo ennen lumen toukokuun toisena päivänä tapahtunutta lopullista lähtöä. Taimia ei saada keväällä nostetuksi talvilevon kestäessä ja kasvulevon jatkuminenkin on usein vain osittaista. Ainakin kasvuhormonien suhteissa on aina jo ehtinyt tapahtua silmun puhkeamista ennakoivia muutoksia. Samoin juurten kasvu alkaa heti kun maan lämpötila kohoaa  $+5 \dots +6$  °C:een. Taimien varastoitavuus voi näin ollen muuttua hyvin nopeasti. Tätä näkökohtaa on tähdennetty useissa käytännölle annetuissa ohjeissa (esim. LEHTO ja SIMOLINNA 1966). Erityisesti on varoitettu varastoimasta kasvun alkuun päässeitä taimia (esim. ARNBORG 1959). Kuitenkin on todettava, että meidän ilmastoamme vastaavissa oloissa nostoajankohdan vaikutusta taimien varastoitavuuteen on tutkittu verraten vähän.

Laajoja tutkimuksia asiasta on tehty USA:ssa, jossa leudommilla ilmastoalueilla on taimien varastoitavuutta selvitetty koko kasvun pysähdyksissä olojalta (STONE & SCHUBERT 1959, SIMON 1961, WINJUM 1963, LAVENDER 1964). Englannissa on ALDHOUS (1963, 1964) tutkinut samaa asiaa. Pelkästään nostoajankohdan vaikutusta taimien myöhempään kehitykseen ovat meillä tutkineet HUURI (1966) ja PÄIVÄNEN (1968). Taimitarhakouluja koskevana kysymystä ovat selvittäneet mm. HEIKINHEIMO (1940), WIKSTEN (1950) ja WAKELEY (1954). Juurten uudistumiskykyä, jonka mm. YLI-VAKKURI (1957) on todennut hyväksi taimen kelpoisuuskriteeriksi, on koko lepokauden ajalta tutkinut STONE ja hänen työtoverinsa (STONE 1955, STONE ym. 1962, STONE ym. 1963) ja BILAN (1962). Mainituissa tutkimuksissa ovat kevätnostoista varhaisimmat olleet yleensä

edullisimpia. Näin on ollut varsinkin silloin, kun noston jälkeen taimia on varastoitu. Kuitenkin on huomattava, että kasvutulokseen ovat mainittujen tutkijoiden mukaan vaikuttaneet monet muutkin tekijät, kuten esim. taimien laatu (WAKELEY 1954), taimien käsittely (WIKSTEN 1950) ja istutuspaikan viljavuus (LAVENDER 1964). Hyvällä menestyksellä on joissakin kokeissa istutettu myös sellaisia taimia, jotka taimitarhassa ovat päässeet kasvun alkuun (esim. TIRÉN 1958, YLI-VAKKURI ym. 1968).

Tässä tutkimuksessa nostoajankohdan on havaittu selvästi vaikuttavan taimien elossapysymiseen, mutta vaikutuksen suunta on ollut päinvastainen, kuin monien aikaisempien tutkimusten mukaan saatettiin odottaa: niistä taimista, jotka on nostettu kasvun alkamisen jälkeen on kolmannen kasvukauden päätyttyä ollut hengissä 94 prosenttia, kun varhaisemman noston taimista on elänyt 83 prosenttia. Ero on merkitsevä 0,1 prosentin riskillä. Koejärjestelyn vuoksi eroihin ovat voineet kuitenkin vaikuttaa muutkin tekijät kuin nostoajankohta, mm. eri koulutusajankohtien sää. Näihin käsittelyiden yhteisvaikutuksiin palataan tulosten tarkastelun yhteydessä.

Ensimmäisen kasvukauden aikana ei taimia ole vielä kuollut juuri lainkaan. Toisen kasvukauden jälkeen on varhaisemmin nostetuista taimista todettu kuolleiksi 5,2 % ja myöhäisemmän noston taimista 1,5 %. Näiden lukujen ero on merkitsevä 0,1 prosentin riskillä. Eriteltäessä kolmannen vuoden kuolleisuutta tarkemmin (taulukko 2), havaitaan, että yhden viikon varastointi ei vielä ole aiheuttanut eroja, vaan erot eri ajankohdina nostettujen taimien elossa pysymisessä ovat muodostuneet kolme, ja erittäin selvästi kuusi viikkoa varastoiduilla taimilla. Varhaisemman, 13.5. nostetun, kuusi viikkoa varastoidun erän taimista on ollut eläviä 69 % ja 20.5. nostetun erän, saman pituisen ajan varastoiduista taimista on eläviä ollut 95 %. Pakkaustapa on aiheuttanut vähäisen eron kummankin nostoajan taimien elossapysymiseen. Nyttipakkaustaimista on ensimmäisestä nostosta kuollut 1.5, ja toisesta nostosta 0.8 prosenttiyksikköä vähemmän kuin muovisäkitaimista. Juurien liotus vedessä ennen istutusta on parantanut hyvin selvästi varhaisemman, mutta päinvastoin, lievästi heikentänyt myöhäisemmän noston taimien

Taulukko 2. Ennen silmun puhkeamista, 13.5. (nosto 1) ja sen jälkeen, 20.5. (nosto 2) nostettujen taimien elossapysyminen kolmen istutusta seuranneen vuoden aikana. Kokeet on perustettu keväällä 1966 Korkeakosken hoitoalueen Hyytiälän taimitarhaan. Kokeissa on käytetty avomaalla kasvatettuja 2 + 1-vuotiaita männyn taimia. Tarkastelu perustuu vähintään 210 taimen antamaan tulokseen, kuitenkin toisen nostokerran kuusi viikkoa varastoidun erän pienin tarkasteluysikkö on 105 tainta. Testaus on suoritettu saman pituisen ajan varastoitujen, mutta eri aikoina nostettujen taimierien välillä.

Table 2. Survival of seedlings lifted before (May 13, lifting 1) and after (May 20, lifting 2) bud bursting in the spring of 1966 and planted into a nursery in Central Finland. Open grown Scots pine seedlings, 2 + 1, were used. Each treatment was represented by 210 seedlings in seven blocks, except in the case of those lifted on May 13 and stored for six weeks. Here the corresponding number was 105. The t-test was used when comparing the differences between liftings.

Varastoitu, viikkoa Stored, weeks	Tarkastettu syksyllä Checked in the end of the growing season of					
	1966		1967		1968	
	Eläviä taimia istutetuista, % - Survival, %					
	Nosto 1 Lifting 1	Nosto 2 Lifting 2	Nosto 1 Lifting 1	Nosto 2 Lifting 2	Nosto 1 Lifting 1	Nosto 2 Lifting 2
1	99.3	99.5	98.3	97.6	90.5	89.8
3	99.8	99.5	97.6	99.5	88.3***	98.6
6	98.6	100.0	87.6***	97.1	68.8***	94.8
Keskimäärin, Mean	99.2	99.6	94.5***	98.6	82.5***	94.3

hengissäpysymistä, kuten voidaan nähdä seuraavasta asetelmasta.

	Nosto 1, 13.5.	Nosto 2, 20.5.
	Elossa kolmantena syksynä, %	
Kasteltu	84.5	94.8
Kastelematon	68.8	95.7
Keskimäärin	76.7	95.2

Kolmanteen syksyyn mennessä kuolleista taimista on selvitetty, mihin kuntoluokkaan ne ovat kuuluneet ensimmäisenä syksynä ja toisaalta kuinka suuri osuus alunperin eri kuntoluokkiin kuuluneilla taimilla on kuolleisuuden koko määrästä.

Nosto 1, 13. 5.					Nosto 2, 20,5.				
Kuntoluokka					Kuntoluokka				
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Luokasta kuollut 3. syksyyn mennessä, %									
100	50	39	20	14	100	25	27	4	5
3. syksyyn mennessä kuolleiden taimien jakautuminen eri luokkiin 1. syksynä, %									
5	1	5	34	55	6	2	7	25	60

Heikoimpien, 1. ja 2. kuntoluokkaan määriteltujen taimien kuolleisuus on ollut prosentuaalisesti suurempi kuin paremmiksi arvosteltujen taimien. Kuitenkin ensimmäisen noston taimista on jokaisesta kuntoluokasta kuollut 2—3 kertainen määrä verrattuna myöhemmän noston taimiin. Silmävaraisella luokituksella on siis pystytty jossain määrin ennustamaan taimien kehitystä kummankin nostokerran sisäisessä, mutta ei niiden välisessä tarkastelussa (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968). Heikoimpien kuntoluokkien taimia on kuitenkin ollut kovin vähän, vain n. 2.5 %, joten suurin osa, 85—90 % kuolleista taimista on alkuaan ollut »terveitä tai likimain terveitä» eli kuntoluokkia 3 ja 4. Elävien taimien kuntoluokkajakautumat ovat kolmantena syksynä hyvin toistensa kaltaiset. Erot ensimmäi-

kasta kuollut 2—3 kertainen määrä verrattuna myöhemmän noston taimiin. Silmävaraisella luokituksella on siis pystytty jossain määrin ennustamaan taimien kehitystä kummankin nostokerran sisäisessä, mutta ei niiden välisessä tarkastelussa (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968). Heikoimpien kuntoluokkien taimia on kuitenkin ollut kovin vähän, vain n. 2.5 %, joten suurin osa, 85—90 % kuolleista taimista on alkuaan ollut »terveitä tai likimain terveitä» eli kuntoluokkia 3 ja 4. Elävien taimien kuntoluokkajakautumat ovat kolmantena syksynä hyvin toistensa kaltaiset. Erot ensimmäi-

Kuntoluokka	1 2 3			1 2 3			
	Jakautuma ensimmäisenä syksynä, %			Jakautuma kolmantena syksynä, %			
Nosto 1, 13. 5.	1	2	27	70	8	22	70
Nosto 2, 20. 5.	1	2	32	65	7	23	70

senä syksynäkin ovat olleet vähäisiä, myöhäisemmän noston taimista on lievästi vikaista, kolmannen kuntoluokan taimia ollut 5 prosenttiyksikköä enemmän ja täysin terveitä vastaavasti vähemmän kuin aikaisemman noston taimista. Tämä lienee johtunut siitä, että kasvun alussa olleet taimet ovat noston, varastoinnin ja pakkauksen kestäessä vaurioituneet enemmän. Tällaiset taimet

luokiteltiin, ellei muita vaurioita ollut tai ellei taimi ollut tervehtynyt erityisen nopeasti, kolmanteen kuntoluokkaan. Jälkimmäisen noston taimissa on ranganvaihdostaimia ollut ensimmäisenä syksynä 31 % ja varhaisemman noston taimissa 25 % eli ero on lähes sama kuin eri nostojen kolmannen ja neljännen luokan taimien määrissä.

Seuraavassa asetelmassa on jatkettu ranganvaihdostaimien kehityksen selvittämistä tarkastaen, mihin kuntoluokkiin nämä on määritetty kolmantena syksynä.

Kuntoluokka	Nosto 1, 13. 5.				Nosto 2, 20. 5.			
	0	1	2	3	0	1	2	3
	Jakautuma, %							
Normaalit taimet	16	4	19	61	6	4	19	70
Ranganvaihdostaimet	22	12	18	48	5	11	29	55

Havaitaan, että ensimmäisen noston taimilla kasvaimen tai pääsilmun menetys on ollut vakavampi vaurio tai se on osunut fysiologisesti heikompien taimien kohdalle kuin myöhemmän noston taimilla, sillä niillä on ranganvaihdostaimista kuollut runsaammin kuin latvakasvaimensa säilyttäneistä taimista, ja niistä on kohonnut neljänteen kuntoluokkaan vähemmän kuin myöhemmän noston ranganvaihdostaimista. Myöskin myöhemmän noston taimilla näkyy ranganvaihdos kolmantena syksynä kuntoluokkakajakautuman heikenty-

misenä, mutta terveiden ja lievästi vikaisten yhteinen osuus ei huomattavasti poikkea latvakasvaimensa säilyttäneiden vastaavasta osuudesta kuten on laita varhaisemman noston taimilla.

Tutkittaessa taimien menestymistä kokeessa, johon sisältyvät käsittelyt ovat mahdollisesti aiheuttaneet eroja taimien fysiologisessa tilassa, on pääsilmu ja kasvain sen taimen osa, josta käsittelyerojen vaikutus on päältä päin helpoimmin nähtävissä. Jos vaurio on niin suuri, että pääsilmu tai siitä kasvanut verso menettää johtoasemansa, on tiedon käyttäminen käsittelyerojen mittarina hyvinkin perusteltavissa. JØRGENSEN ja STANEK (1962) ja ALDHOUS (1964) ovat tutkimuksissaan rekisteröineet pääversion puuttumisen istutusvuonna, mutta eivät ole tarkemmin eritelleet puuttumisen syitä tai seurauksia. Maastokokeissa, erityisesti heikoilla kasvupaikoilla voisi tällainen vaurio olla hyvinkin pitkävaikutuksinen, taimitarhakokeessa on menetetyn pääversion korvautuminen todennäköisesti nopeampaa.

Taimien kasvuun on nostoajankohdalla ollut vaikutusta siten, että jo kolmen viikon varastointi on selvästi vähentänyt ennen nostoa kasvunsa alkaneiden myöhempää kasvua, kun varhaisemman noston taimilla vasta kuuden viikon varastointi on aiheuttanut kasvun vähentymistä (taulukko 3). Ero on ensimmäisen ja toisen vuoden kasvainten pituuksien

Taulukko 3. Ennen silmun puhkeamista ja sen jälkeen nostettujen taimien alkupituus ja kasvut varastointiajoittain neljän istutusta seuranneen kasvukauden aikana. Eri nostojen saman pituisen ajan varastoituna olleita taimia on verrattu t-testillä. Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 10.

Table 3. Initial height and growth during four growing seasons of seedlings lifted before and after bud bursting and stored for one, three and six weeks in a cellar. The t-test was used when comparing the differences between liftings. Further information in Table 2, p. 10.

Mittaluku, cm Characteristic measured, cm	Nosto 1 — Lifting 1			Nosto 2 — Lifting 2		
	Varastois aika, viikkoa Stored, weeks			Varastois aika, viikkoa Stored, weeks		
	1	3	6	1	3	6
Alkupituus — Initial height	7.8	8.9	7.8	8.9**	8.7	7.1*
Kasvu — Growth, 1966	7.8	7.2	6.7	7.4	5.5***	7.0
Kasvu — Growth, 1967	24.4	23.4	12.7	25.4	20.3***	13.2
Kasvu — Growth, 1968	25.9	25.5	21.4	26.5	24.9	22.8
Yhteensä, 1966—1968						
Total 1966—68	59.2	57.7	51.0	61.0	52.0*	51.0
Kasvu — Growth, 1969 (jolloin taimista harvennettu 1/3 — after removal of 1/3 of the seedlings)	26.4	26.3	24.7	27.0	25.1	24.3

välillä merkitsevä 0.1 prosentin, ja kolmen vuoden kokonaiskasvussa 5 prosentin riskillä.

Istutusvuoden syksynä on tutkittu onko taimille kehittynyt normaali pääsilmu vai ei. Varhaisemman noston taimista 85 prosentilla on ollut normaali pääsilmu ja myöhäisemmän noston taimista 80 prosentilla. Ero on saman suuruinen ja suuntainen kuin näiden ryhmien välinen ero rangantavaihdostausten määrissäkin. Kuitenkaan ei ole tarkistettu, kuinka suuri osa pääsilmuttomista on kuulunut niminomaan jo aikaisemmin pääversonsa tai silmunsä menettäneisiin rangantavaihdostaimiin. Seuraavassa asetelmassa on tarkasteltu, kuinka pääsilmiä vailla olevat ja tässä suhteessa normaalit taimet ovat jakautuneet kolmantena syksynä eri kuntoluokkiin.

Kuntoluokka	Nosto 1, 13. 5.				Nosto 2, 20. 5.			
	0	1	2	3	0	1	2	3
	Jakautuma, %							
Normaalit taimet	16	6	18	60	5	6	20	69
Pääsilmu puuttunut	27	8	22	43	8	8	30	54

Havaitaan, että pääsilmuttomien taimien kuntoluokkajakaumat ovat selvästi heikommat. Sellaisista taimista, joilla ei istutusvuoden syksyllä ole ollut pääsilmiä on kolmantena syksynä ollut terveitä n. 15 prosenttiyksikköä vähemmän ja heikompiuntoisia ja kuolleita vastaavasti enemmän kuin niillä, joilla pääsilmu on ollut normaali. Näyttää siltä, että osassa pääsilmun puuttuminen on todella merkinnyt sellaista elinvoiman vähe-

nemistä, että tiedon käyttäminen vertailukriteerinä on perusteltua.

Nostojen vaikutusta taimien kehitykseen tutkittiin myöskin mittaamalla pääversoista neulasten pituudet. Tulokset vastaavan ajan varastoitujen taimien välisine testauksineen on esitetty taulukossa 4.

Erot neulasten pituuksissa ovat syntyneet kolme viikkoa varastoiduilla taimilla. Erot ovat saman kaltaiset kuin kasvainten pituuksien tarkastelussakin. Taulukkoja 3 ja 4 vertaamalla havaitaan, että toisen vuoden kasvua ovat paremmin ennustaneet neulasten kuin kasvaimien pituudet (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968). Neulasten pituus näyttää tämän perusteella käyttökelpoiselta tunnukselta silloin, kun yhden seuraamisvuoden perusteella halutaan ennustaa taimien seuraavan vuoden kehitystä.

Ennen kasvun alkua, 13. 5. ja sen jälkeen 20. 5. nostettujen taimien kehitys taimitarhaan perustetussa kokeessa ei ole vastannut ennakkokäsityksiä. Myöhemmin nostetut taimet ovat säilyneet paremmin hengissä, silloin kun taimia on varastoitu vähintään kolme viikkoa. Kasvussa ei erien välillä ole ollut eroa paitsi kolme viikkoa varastoitujen taimien kohdalla, joista myöhemmän noston taimet ovat olleet heikompia.

Poikkeavuutensa vuoksi saatua päätulosta on syytä tarkastella erityisen kriittisesti. Mahdollista on, että varhaisemman noston taimet ovat nostohetkellä kärsineet vedenvajauksesta sen vuoksi, että ne eivät olisi pystyneet säilyttämään vesitasapainoaan

Taulukko 4. Ennen silmun puhkeamista ja sen jälkeen nostettujen taimien neulasten pituudet kolmen istutusta seuranneen kasvukauden pääversoissa. Eri nostojen saman pituisen ajan varastoituna olleista taimia on verrattu t-testillä. Yleistiedot kokeista taulukossa 2, s. 10.

Table 4. Needle length of seedlings lifted before and after bud bursting and stored for one, three and six weeks in a cellar. The t-test was used when comparing the differences between liftings. Further information in Table 2, p. 10.

Kasvukausi Growing season	Nosto 1 - Lifting 1			Nosto 2 - Lifting 2		
	Varastoimisaika, viikkoa Stored, weeks			Varastoimisaika, viikkoa Stored, weeks		
	1	3	6	1	3	6
	Neulasten pituus, mm - Needle length, mm					
1966	50	47	26	52	42*	24
1967	62	60	42	64	51***	39
1968	44	44	48	43	46	50

maan ollessa kylmää ja ilman lämmintä ja kuivaa. Tähän viittaa se, että varhaisemman noston taimien suurehkoa kuolleisuutta vähensi huomattavasti koulutusta edeltänyt juurien liotus vedessä.

### 32. Varastoimisajan pituus

Kuolleisuuseroja ei havaittu ensimmäisen vuoden jälkeen, vaikka pisin varastoimisaika oli kuusi viikkoa. Toisena vuotena eroja alkoi ilmetä, ja kolmantena vuotena erot kuuden viikon ja muiden varastoimisaikojen välillä olivat ensimmäisen noston taimilla käyneet hyvinkin selviksi (taulukko 2, sivu 10). Nämä erot ovat sekä vuosien 1967 että -68 inventointituloksista laskien tilastollisesti merkitseviä 0.1 prosentin riskillä. Kuusi viikkoa varastoiduista taimista oli eläviä alle 70 %, kun yksi ja kolme viikkoa varastoiduista taimista eli n. 90 %. Myöhäisemmän noston taimista ovat parhaiten pysyneet hengissä kolme viikkoa, ja heikoimmin viikon ajan varastoidut taimet. Edellisistä oli elossa kolmannen vuoden syksyllä 98.6 %, kun yhden viikon varastoinnin jälkeen istutetuista eli vain 89.8 % ja kuusi viikkoa varastoiduista 94.8 %. Kaikki erot ovat tilastollisesti merkitseviä, ero yhden ja kolmen viikon varastoinnin välillä on merkitsevä 0.1 prosentin, yhden ja kuuden viikon välillä 5 prosentin sekä kolmen

ja kuuden viikon varastointien välillä 1 prosentin riskillä. Syy siihen, miksi lyhyemmän aikaa varastoidusta erästä on myöhemmästä nostosta kuollut eniten taimia, on jäänyt selvittämättä.

Varastoinnin jatkaminen on jonkin verran heikentänyt myös eloonjääneiden taimien kuntoluokkakajaantumia. Seuraavasta asetelmasta käy ilmi, että selvästi heikentyneiden taimien määrä on kolmannen vuoden syksyllä ollut yhden viikon varastoiduilla taimilla 5—6 % ja kuusi viikkoa varastoiduilla taimilla 10—14 %. Vastaavasti on täysin terveiden taimien määrä vähentynyt 73—74 prosentista 62—65 %:iin. Kolmen viikon varastointi on vain hieman heikentänyt kuntoluokkakajaantumia.

Kuntoluokka	Nosto 1, 13. 5.		Nosto 2, 20. 5.			
	1	2	3	1	2	3
	Jakautuma, %					
Varastoitu 1 viikko	6	20	74	5	22	73
Varastoitu 3 viikkoa	8	23	69	5	25	70
Varastoitu 6 viikkoa	10	24	65	14	24	62

Ne taimet, joilla ensimmäisenä vuonna on ollut rangenvaihdos, ovat olleet heikompi-kuntoisia kolmantena vuonna (taulukko 5). Eri pituisia aikoja varastoiduista ensimmäisen noston taimista on ollut terveitä, 3. kuntoluokan taimia ensimmäisen vuoden rangenvaihdostaimista 5, 22 ja 11 prosenttiyksikköä vähemmän kuin alunperin terveistä taimista.

Taulukko 5. Istutusvuonna pääversonsa menettäneiden ja normaalien taimien kuntoluokkakajautuma kolmantena syksynä. Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 10.

Table 5. Vigor grade distribution after third growing season of seedlings that had lost their terminal shoot and those developed normally during the first growing season. Further information in Table 2, p. 10.

Pääverso istutus- vuoden syksyllä Terminal shoot in the fall of planting year	Varastoimisaika, viikkoa — Stored, weeks											
	1				3				6			
	Kuntoluokka — Vigor grade											
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	Jakautuma, % — Distribution, %											
	Nosto 1, 13.5. — Lifting 1, May 13											
Normaali — Normal .....	9	4	19	69	10	3	20	67	29	6	17	48
Rangenvaihdos — Bayonet leader ..	11	10	17	57	17	16	21	45	39	10	14	37
	Nosto 2, 20.5. — Lifting 2, May 20											
Normaali — Normal .....	11	2	17	69	1	4	21	74	4	9	19	67
Rangenvaihdos — Bayonet leader ..	8	10	25	57	1	7	31	61	7	26	31	36

Vastaavasti on ranganvaihdostaimista kuollut tai pahasti heikentynyt 8, 20 ja 14 prosenttisyksikköä enemmän kuin sellaisista, joilla on ollut normaali latvakasvain. Myöhemmän noston taimilla tulokset ovat saman suuntaiset, yksi ja kolme viikkoa varastoiduista eristä on ranganvaihdostaimia siirtynyt kolmannelle toiseen kuntoluokkaan, mutta kuusi viikkoa varastoiduista myös ensimmäiseen eli pahasti kärsineiden ryhmään, jossa erässä kolmatta kuntoluokkaa on ranganvaihdostaimissa ollut peräti 31 prosenttisyksikköä vähemmän kuin ensimmäisenä vuonna latvakasvaimensa säilyttäneillä taimilla.

Taimia kuoli eniten toisen ja kolmannen syksyn välisenä aikana. Näistä on haluttu selvittää, minkä kokoisia ne ovat olleet, onko yhden ja kolmen viikon varastoinneista kuollut keskimäärin suurempia, todennäköisesti voimakkaampia taimia kuin keskimäärin vähemmän kasvaneista kuuden viikon varastoinneista. Seuraavasta asetelmasta havaitaan, että näin on todella ollut asian laita.

	Nosto 1, 13. 5. Nosto 2, 20. 5.					
	Varastoitu, viikkoa					
	1	3	6	1	3	6
Pituus, keskim. cm	41	41	29	43	36	29
Kuolleiden pituus, cm	35	30	20	37	23	27
Kasvain keskim., cm	24	23	13	25	20	13
Kuolleiden kasvain, cm	21	17	8	23	11	11

Ensimmäisen nostokerran tuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että kuuden viikon va-

rastoinnista on kuollut taimia, joiden pituus edellisenä syksynä keskimäärin on ollut 20 cm ja kasvu 8 cm, kun taas lyhyemmän aikaa varastoiduista taimista on kuollut taimia, joiden pituus on ollut 30—35 cm ja kasvu 17—21 cm. Tulos osoittaa, että yksi tai kolme viikkoa varastoiduista taimista on kuollut siihen astisen kasvunsa perusteella hyväkuntoisina pidettäviä taimia. Syynä tähän on ilmeisesti ollut se, että keskinäinen kilpailu tiheässä istutuksessa on näillä keskimäärin 41 cm pitkillä taimilla käynyt suureksi. Kuusi viikkoa varastoiduilla taimilla kilpailu on ilmeisesti ollut vähäisempää, sillä niiden keskipituus oli vain 29 cm. Kuolleisuuslukujen vertailussa on näin ollen annettava pisimmän varastointiajan suurelle kuolleisuudelle vieläkin suurempi paino kuin mitä absoluuttiset luvut osoittavat.

Toisen noston taimissa kuolleisuus on ollut hyvin vähäistä. Mahdollisesti ne ovat olleet koulitushetkellä paremmassa kunnossa. Silti tulokset niidenkin osalta ovat saman suuntaiset, yhden viikon varastoinnista on kuollut keskimäärin 10 cm pidempiä taimia kuin kuuden viikon varastoinnista. Kolmen viikon varastoinnin kohdalla tulos poikkeaa yleisestä suunnasta, mutta tästä käsittelystä on kuollut vain neljä tainta ja keskiarvo on siten muita epävarmempi.

Taimien kasvua on kuuden viikon varastointi vähentänyt tuntuvasti (taulukko 6). Kasvuerot ovat varianssianalyysillä testaten tilastollisesti merkitseviä ensimmäisenä vuonna 1 prosentin, kahtena seuraavana vuonna

Taulukko 6. Yksi, kolme ja kuusi viikkoa varastoitujen taimien pituuskasvu neljän istutusta seuranneen kasvukauden aikana. HSD = Tukeyn »honestly significant difference» suurimman ja pienimmän arvon vertailulle (MÄKINEN 1968). Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 10.

Table 6. Height growth during the four growing seasons following planting of seedlings stored for one, three and six weeks. HSD = Tukey's »honestly significant difference» (MÄKINEN 1968). Further information in Table 2, p. 10.

Inventoimisvuosi Year of measurement	Varastoimisaika, viikkoa — Stored, weeks			F-arvo (v = 1/78) F-value	HSD, cm Riski 5 % Risk. 5 %
	1	3	6		
	Kasvu, cm — Growth, cm				
1966	7.6	6.3	6.9	10.46**	1.4
1967	24.9	21.9	13.0	296.89***	7.7
1968	26.2	25.2	22.1	18.04***	3.4
1969	26.7	25.7	24.5	3.33 <sup>1</sup>	3.1
				<sup>1</sup> (v = 2/18)	
Yhteensä — Total	85.4	79.1	66.5		



Taulukko 7. Yksi, kolme ja kuusi viikkoa varastoitujen taimien neulasten pituus kolmena istutusta seuranneena kasvukautena. HSD = Tukeyn »honestly significant difference» vierekkäisten keskiarvojen vertailulle (MÄKINEN 1968). Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 10.

Table 7. Needle length during the three growing seasons following planting of seedlings stored for one, three and six weeks. HSD = Tukey's »honestly significant difference». Further information in Table 2, p. 10.

Inventointivuosi Year of measurement	Varaostomisaika, viikkoa — Stored, weeks			F-arvo ( $v = 1/78$ ) F-value	HSD, mm Riski 5 % Risk 5 %
	1	3	6		
	Neulasten pituus, mm — Needle length, mm				
1966	51	45	25	249.93***	4.8
1967	63	56	41	169.21***	5.0
1968	43	45	49	12.05***	4.6

0.1 prosentin ja vielä neljäntenä vuonna 10 prosentin riskillä. Kasvuerot ovat ensimmäistä vuotta lukuunottamatta samassa järjestyksessä kuin varastointiajatkin, neljän vuoden ajan erot ovat säilyneet ja kokonaisuksi on yhden ja kuuden viikon varastointien välille kertynyt lähes 20 cm.

Neulasten pituuteen on varastoinnin jatkaminen vaikuttanut voimakkaasti (taulukko 7). Kahtena ensimmäisenä vuonna neulasten pituus on vähentynyt varastointiajan jatkuessa, kolmantena vuonna tilanne on kääntynyt päinvastaiseksi. Erot ovat joka kerta tilastollisesti merkitseviä 0.1 prosentin riskillä. Tulos voitaisiin tulkita siten, että mikäli taimet menettävät varastoitaessa kasvukykyään, se havaitaan istutusvuonna neulasten lyhentymisenä pikemminkin kuin latvakasvaimen pituuskasvun vähentymisenä (vrt. YLI-VAKKURI ym. 1968). Sama järjestys on säilynyt toisenakin kasvukautena. Kolmantena vuonna tilanne on kääntynyt päinvastaiseksi. Tämä puolestaan saattaisi johtua siitä, että suurimpien taimien kohdalla tiheä koulitusasento jo on haitannut kehitystä ja että keskinäinen kilpailu ei pienemmällä, itsestään harventuneilla kuuden viikon taimilla ole yhtä voimakas ja että nämä taimet ehkä ovat jo lopullisesti toipumassa varastoinnin aiheuttamista vaurioista.

Pääsilmun kehittymiseen tai puuttumiseen ei varastointiaika ole vaikuttanut. Yhden ja kolmen viikon taimilla on istutusvuonna kehittynyt normaali pääsilmu 82 prosentille ja kuuden viikon taimilla 84 prosentille. Osa kehittymättä jäämisistä johtuu tietenkin muista kuin taimien varastointikäsitelyihin kuuluvista syistä, kuten talvikauden sieni-

tuhoista tai perinnöllisyydestä (vrt. EKLUNDH—EHRENBERG 1963), mutta taimien kunnan alenemiseen näyttää pääsilmun puuttuminen tässä kokeessa myös viittaavan. Ensimmäisenä vuonna pääsilmuttomista taimista on nimittäin kuollut kolmanteen syksyyn mennessä enemmän ja niillä on heikompi kuntoluokkakautuma kuin sellaisilla taimilla, joilla on ollut pääsilmu (taulukko 8).

Terveitä taimia on kolmantena syksynä ollut pääsilmuttomissa 10—30 prosenttiyksikköä vähemmän kuin alkuaan tässä suhteessa terveissä taimissa. Ensimmäisen noston taimien pääsilmuttomista on kuollut 7—21 prosenttiyksikköä enemmän. Kaikkein heikoimmien ovat pääsilmuttomista menestyneet kuusi viikkoa varastoidut ensimmäisen noston taimet. Niistä on ollut terveitä vain 19 prosenttia ja kuolleita peräti 49 prosenttia. Pääsilmun omanneista taimista on kuollut 28 ja ollut terveitä 49 prosenttia. Näiden joka suhteessa heikoimmien menestyneiden taimien kohdalla pääsilmun puuttumisen tarkistaminen on ollut käyttökelpoinen lisäkriteri, mutta varastointiaikojen aiheuttamien erojen testauksessa se ei ole osoittautunut toimivaksi.

Vuonna 1967, jolloin männyn taimissa yleisesti todettiin paljon versuoruostetta, *Me-lampsora pinitorqua* (A.BR.) ROSTR., sitä esiintyi huomattavasti myös näiden kokeiden taimissa. Pienestä koealueesta huolimatta ruostetta oli runsaimmin ensimmäisessä ja toisessa koelohkossa, jotka sijaitsivat lähimpänä metsänreunaa. Seuraavassa asetelmassa on esitetty versuoruosteen saastuttamien taimien määrä eri tavoin käsitellyissä taimissa.

Taulukko 8. Taimien kuntoluokkajakaantuma kolmantena syksynä sen mukaan onko ensimmäisenä syksynä ollut terve pääsilmu vai onko se puuttunut. Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 10.

Table 8. Vigor grade distribution of seedlings after the third growing season following planting with normal bud and of those with defected bud or with no terminal bud at all after the first growing season. Further information in Table 2, p. 10.

Kunto- luokka Vigor- grade	Nosto 1 — Lifting 1 Varastoitu, viikkoa — Stored, weeks						Nosto 2 — Lifting 2 Varastoitu, viikkoa — Stored, weeks					
	1		3		6		1		3		6	
	Pääsilmu — Terminal bud											
	on bud	ei no	on bud	ei no	on bud	ei no	on bud	ei no	on bud	ei no	on bud	ei no
Jakaantuma, % — Distribution, %						Jakaantuma, % — Distribution, %						
0	8	18	11	17	28	49	10	11	1	5	5	7
1	5	6	7	6	6	14	4	7	4	6	12	17
2	18	21	19	27	16	19	18	28	22	35	22	24
3	69	56	63	50	49	19	68	54	73	53	61	51

Varastoitu	Versoruosteiden saastuttamia, %		
	1 viikko	3 viikkoa	6 viikkoa
	Nyyttipakkaus		
Nosto 1, 13. 5.	22.9	22.9	10.0
Nosto 2, 20. 5.	19.5	15.7	14.3
	Muovisäkkipakkaus		
Nosto 1, 13. 5.	18.6	21.9	8.6
Nosto 2, 20. 5.	19.5	19.0	9.5

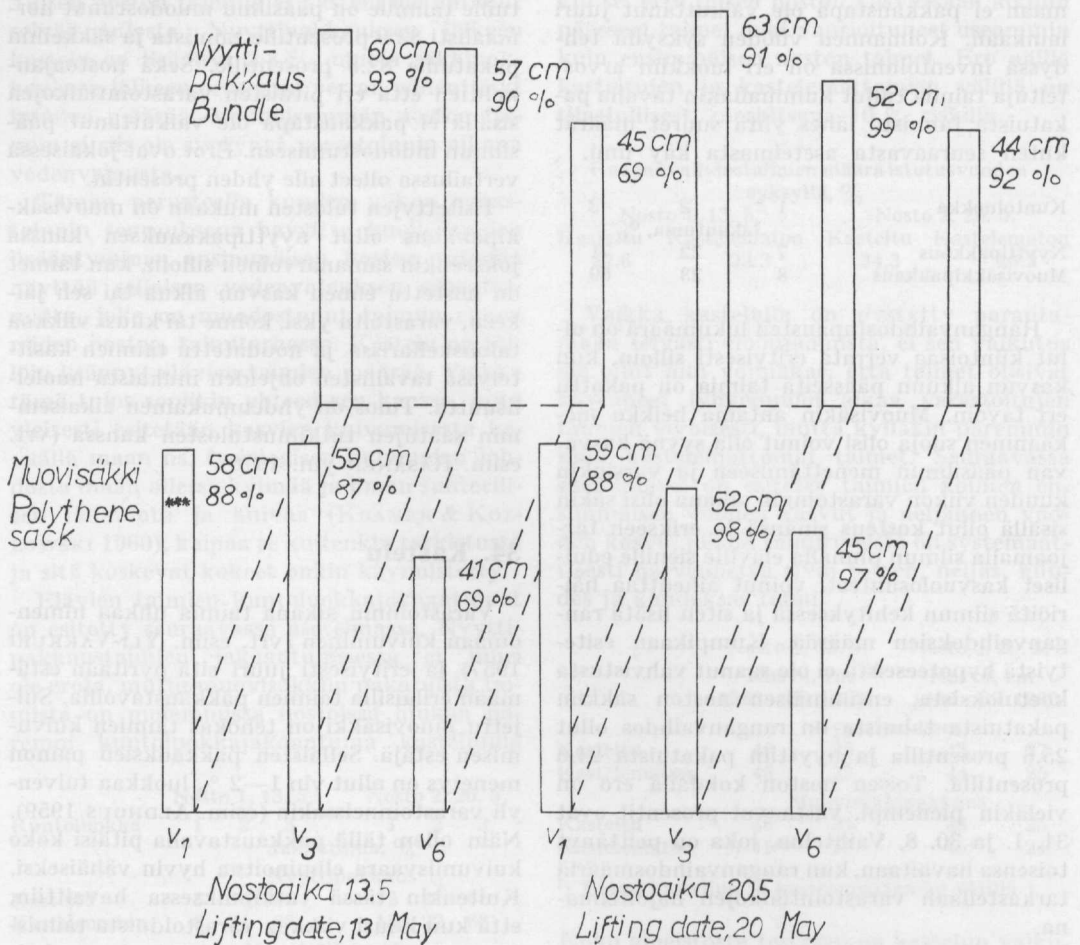
Versoruosteisten taimien osuus on kuusi viikkoa varastoiduilla taimilla ollut keskimäärin vain n. 10 % taimista, kun se lyhyemmän aikaa varastoiduilla taimilla on ollut 20 %. Ero johtunee joko siitä, että kuusi viikkoa varastoidut taimet ovat vielä toisenakin vuonna aloittaneet kasvunsa myöhemmin, eivätkä ole olleet sopivassa kehitysvaiheessa *Melampsora*-itiöiden lentäessä, tai ehkä pikemminkin siitä, että kun kuusi viikkoa varastoitujen taimien kasvain on ollut vain hiukan yli puolet muiden taimien kasvaimen pituudesta, se on tarjonnut vähemmän pinta-alaa sienen iskeytymiselle. *Melampsora*-violetus ehkä lisäsi kuolleisuutta toisen ja kolmannen syksyn välisenä aikana, mutta ei ollut kuitenkaan merkittävä kuolleisuuden aiheuttaja.

Eri pituisten varastoimisaikojen, yhden, kolmen ja kuuden viikon aiheuttamat reaktiot taimien myöhemmässä kehityksessä ovat olleet likimain odotetunlaiset. Kuuden viikon varastointi on vähentänyt aina taimien kasvua, kolmen viikon varastointi vain siinä tapauksessa, että taimet on nostettu kasvun alkamisen jälkeen. Yllättävä on jo nostoai-

kojen tarkastelussa todettu tulos, että kuuden viikon varastointi on suuresti lisännyt varhaisemman noston taimien kuolleisuutta, mutta ei lainkaan myöhemmän eli kasvun alkamisen jälkeen nostettujen taimien kuolleisuutta. Neulasten pituuden mittaamisella ja havainnoimalla ranganvaihdoistapauksien määrät on eri varastoimisaikojen vaikutusten kuva huomattavasti tarkentunut jo istutusvuoden syksyyn mennessä, mutta vasta kokeen kolmen vuoden seuraaminen on tuonut kuolleisuuserot selvinä esille.

### 33. Pakkaustapa

Tutkimuksessa käytettyä muovisäkkipakkausta on kokeiltu hyvin paljon useissa metsätalousmaissa. Tätä selvitystyötä on meillä äskettäin selostettu varsin perusteellisesti (vrt. esim. RÄSÄNEN 1968, YLI-VAKKURI ym. 1968, LÄNGSTRÖM 1970), joten siihen ei tässä yhteydessä yksityiskohtaisesti puututa. Toisesta tutkitusta pakkausmenetelmästä, nyyttipakkauksesta, jonka käyttö pääasiassa rajoittuu Suomeen, on paljon niukemmin tutkimuksiin perustuvaa tietoa (vrt. YLI-VAKKURI 1957, RÄSÄNEN ym. 1970). Kokeissa nämä menetelmät osoittautuivat monessa suhteessa samanveroisiksi. Niinpä säkkeihin pakatuista taimista eli kolmen vuoden jälkeen 87 prosenttia ja nyytteihin pakatuista 88.7 prosenttia.



Kuva 2. Pituuskasvu yhteensä kolmen vuoden aikana ja elävien taimien määrä prosentteina syksyllä 1968. Kuolleisuuserojen merkitsevyyttä on tarkasteltu t-testillä muuten samalla tavalla käsiteltyjen, mutta eri tavoin pakattujen taimierien välillä. Varastoitu: v<sub>1</sub> = yksi viikko, v<sub>3</sub> = kolme viikkoa, v<sub>6</sub> = kuusi viikkoa. Yleistiedot kokeista taulukossa 2, s. 10.

Fig. 2. Height growth (cm) and survival (%) during the three years following planting. The t-test was used when comparing the two packing methods at each lifting and storage. Storage: v<sub>1</sub> = for one week, v<sub>3</sub> = for three weeks, v<sub>6</sub> = for six weeks. Further information in Table 2, p. 10.

Eri pituisten varastoimisajkojen kohdalla ovat pakkaukset olleet jossain määrin eri arvoisia. Kuvasta 2 on nähtävissä, että yhden viikon varastoinnista on nyytteihin pakatuista ensimmäisen noston taimista elänyt 93 %, kun säkkeihin pakatuista on elänyt 88 %. Tämä ero on tilastollisesti merkitsevä 0.1 prosentin riskillä. Huomattakoon, että muovisäkkipakkaus on lyhyempien varastointiaikojen kohdalla, kun kuolleisuutta käytetään kriteerinä, ollut hiukan heikompi kuin nyyttipakkaus, mutta kuuden viikon

varastoinnissa joko yhtä hyvä tai hiukan parempi. Jälkimmäiset erot eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä.

Kuvassa 2 on esitetty myös kokonaiskasvut kolmen istutusta seuranneen vuoden aikana. Mitään johdonmukaista eroa pakkautapojen välillä ei havaita, mikään eroista ei myöskään ole ollut tilastollisesti merkitsevä. Kun sama tarkastelu on tehty kunkin vuoden pituuskasvun osalta erikseen, ei tilastollisesti merkitseviä kasvueroja ole todettu.

Myöskään taimien kuntoluokkajakaantu-

maan ei pakkaustapa ole vaikuttanut juuri lainkaan. Kolmannen vuoden syksyllä tehdyssä inventoinnissa on eri luokkiin arvosteltuja taimia tullut kummallakin tavalla pakatuista taimista lähes yhtä suuret määrät kuten seuraavasta asetelmasta käy ilmi.

Kuntoluokka	1	2	3
	Jakautuma, %		
Nyhttipakkaus	7	22	71
Muovisäkipakkaus	8	23	69

Ranganvaihdestapauksen lukumäärä on ollut kiintoisaa verrata erityisesti silloin, kun kasvun alkuun päässeitä taimia on pakattu eri tavoin. Muovisäkin antama heikko mekaaninen suoja olisi voinut olla syynä kasvavan pääsilmun menettämiseen ja varsinkin kuuden viikon varastoinnin aikana olisi säkin sisällä ollut kosteus sinänsä ja erikseen tarjoamalla silmun pinnalla eläville sienille edulliset kasvuolosuhteet, voinut aiheuttaa häiriötä silmun kehityksessä ja siten lisätä ranganvaihdoksien määrää. Kumpikaan esitetystä hypoteesista ei ole saanut vahvistusta koetuloksista, ensimmäisen noston säkkiin pakatuista taimista on ranganvaihdos ollut 25.6 prosentilla ja nyhttiin pakatuista 24.6 prosentilla. Toisen noston kohdalla ero on vieläkin pienempi, vastaavat prosentit ovat 31. 1. ja 30. 8. Vaihtelua, joka on peittänyt toisensa havaitaan, kun ranganvaihdosmääriä tarkastellaan varastointiaikojen hajoitelmana.

Varastoitu, viikkoa	1	3	6
	Ranganvaihdosten määrä, %		
Nyhttipakkaus	24.8	26.0	30.0
Muovisäkipakkaus	27.1	34.3	24.3

Kuuden viikon varastoinnissa on vastoin olettamusta ranganvaihdostapauksia enemmän nyhttipakkaustaimissa. Näyttää siltä, että silmun säilymiselle on ollut eduksi se korkea suhteellinen kosteus, joka muovisäkipakkausissa on ollut. Mitään varastoimiskäsittelystä johtuvaa selitystä sen sijaan ei ole tiedossa kolmen viikon varastoinnin tuloksen selittämiseksi. Siinä muovisäkkiin pakatut ovat saaneet ranganvaihdoksen useammin kuin joka kolmannen taimen kohdalla, kun taas nyhtteihin pakatuista ranganvaihdos on noin joka neljännellä taimella.

Istutusvuonna on taimille kehittynyt pääsilmu samalla tavalla riippumatta siitä miten ne ovat olleet pakattuja. Nyhtteihin paka-

tuille taimille on pääsilmu muodostunut normaalisti 82.9 prosentille taimista ja säkkeihin pakatuille 82.8 prosentille. Sekä nostoajan kohtien että eri pituisten varastointiaikojen sisällä ei pakkaustapa ole vaikuttanut pääsilmun muodostumiseen. Erot ovat jokaisessa vertailussa olleet alle yhden prosentin.

Esitettyjen tulosten mukaan on muovisäkipakkaus ollut nyhttipakkauksen kanssa jokseenkin samanarvoinen silloin, kun taimet on nostettu ennen kasvun alkua tai sen jälkeen, varastoitu yksi, kolme tai kuusi viikkoa talouskellarissa ja noudatettu taimien käsittelyssä tavallisten ohjeiden mukaista huolellisuutta. Tulos on yhdenmukainen aikaisemmin saatujen tutkimustulosten kanssa (vrt. esim. RÄSÄNEN ym. 1970).

### 34. Kastelu

Varastoinnin aikana taimia uhkaa nimenomaan kuivuminen (vrt. esim. YLI-VAKKURI 1957) ja erityisesti juuri sitä pyritään estämään erilaisilla taimien pakkaustavoilla. Suljettu muovisäkki on tehokas taimien kuivumisen estäjä. Sellaisten pakkauksien painon menetys on ollut vin 1—2 % luokkaa talven yli varastoinneissakin (esim. ALDHOUS 1959). Näin ollen tällä pakkaustavalla pitäisi koko kuivumisvaara eliminoidua hyvin vähäiseksi. Kuitenkin tässä tutkimuksessa havaittiin, että kun kuusi viikkoa varastoiduista taimista puolet kasteltiin ennen istutusta, varhaisemman noston taimien elossapysyminen parani erittäin selvästi riippumatta pakkaustavasta. Tarkemmin käyvät tulokset ilmi seuraavasta asetelmasta. Ensimmäisen noston taimia oli kastelemattomista elossa nyhttipakkauksessa varastoinnin jälkeen 68.6 % ja kastelluista 82.9 %. Muovisäkipakkauksesta on kastelemattomista ollut elossa 69.0 % ja

Elävien taimien määrä kolmantena syksynä, %  
Nosto 1, 13. 5.                      Nosto 2, 20. 5.

Nyhtti- pakkaus	Muovisäkki	Nyhtti- pakkaus	Muovisäkki
Kasteltu Ei	Kasteltu Ei	Kasteltu Ei	Kasteltu Ei
82.9***	68.6	86.2***	69.0
95.2	92.4	96.2	97.1

kastelluista 86.2 %. Elävien taimien määrä on kummassakin pakkaustavassa ollut kastelluilla 0.1 prosentin riskillä suurempi kuin kastelemattomilla. Sen sijaan pakkausten väliset erot eivät ole tilastollisesti merkittäviä.

Toisen noston taimilla ei kastelu ole antanut selvää tulosta. Nyyttipakkauksen jälkeen kastelu on lisännyt 2.8 %, mutta säkkipakkauksen jälkeen prosentin verran vähentänyt taimien määrää. Myöhäisemmän noston taimiin ei siis ole syntynyt varastoinnin aikana vedenvajausta.

Tämän perusteella kuuden viikon varastoinnin seurauksena havaittu kuolleisuuden lisääntyminen ensimmäisen noston taimilla näyttää sellaisen vedenvajauksen aiheuttamalta, joka on muodostunut taimiin ennen niiden nostoa, taimitarhassa. Kastelu on tällöin lisännyt elävien taimien määrää. Vaikka tämä tulos sopiikin yhteen sen kanssa, mitä yleisesti esitetään kasvien kuivumisesta keväällä maan ns. fysiologisen kuivuuden johdosta maan ollessa kylmää ja ilman suhteellisen lämmintä ja kuivaa (KRAMER & KOZLOWSKI 1960), kaipa se kuitenkin tarkistusta ja sitä koskevat kokeet onkin käynnistetty.

Elävien taimien kuntoluokkajakaantumaa on esitetty seuraavassa asetelmassa. Nyyttipakkaustaimien jakaantumisessa ei juuri ole eroja, mutta muovisäkkiin pakatuista taimista on molemmissa nostoissa hiukan parempi kuntoluokkajakaantuma kastelluilla

Kuntoluokka	Nosto 1, 13. 5.			Nosto 2, 20. 5.		
	1	2	3	1	2	3
	Jakautuma, %					
	Nyyttipakkaus					
Kasteltu	8	26	66	12	27	61
Kastelematon	8	24	68	15	22	63
	Muovisäkkipakkaus					
Kasteltu	10	20	70	8	22	70
Kastelematon	12	24	64	13	25	62

taimilla, joista täysin terveiksi on kolmantena syksynä arvosteltu 6—8 prosenttiyksikköä enemmän kuin kastelemattomista taimista. Tämä tulos, yhdessä sen kanssa, että kastelu oli parantanut hieman enemmän muovisäkkiin pakattujen taimien eloonjäämistä, viittaa siihen, että muovisäkkissä taimet saattavat pitkästä varastoinnista selvitä paremmin kuin nyytteihin pakattuna. Lyhyestä varastoinnista sen sijaan nyytteihin pakatut taimet olivat selviytyneet paremmin.

Ranganvaihdoksia on kastelluilla taimilla ollut enemmän kuin kastelemattomilla, kuten käy ilmi seuraavasta asetelmasta. Tämä johtuu siitä, että kastelukäsittelyn yhteydessä on taimia vaurioitunut kaikesta tarkkaavaisuudesta huolimatta. Selitystä tukee myös-

kin se, että toisen noston kasvussa alkuun päässeet taimet ovat vaurioituneet useammin kuin ensimmäisen noston taimet. Ero näillä kasteltujen ja kastelemattomien välillä on tilastollisesti merkitsevä 10 % riskillä.

Ranganvaihdostaimien määrä istutusvuoden syksyllä, %			
Nosto 1, 13. 5.		Nosto 2, 20. 5.	
Kasteltu	Kastelematon	Kasteltu	Kastelematon
27.6	23.3	34.3	26.2

Vaikka kastelulla on pystytty parantamaan selvästi eloonjäämistä, ei sen vaikutus ole ollut niin voimakas, että taimet olisivat kasvaneet lyhyemmän aikaa varastoitujen taimien veroisesti, mutta kylläkin paremmin kuin kastelemattomat taimet. Seuraavassa asetelmassa on esitetty taimien kolmen ensimmäisen vuoden kasvut ja neljännen vuoden kasvu, jolloin taimiriveistä oli systemaattisesti harvennettu rivin toinen, neljäs, kuudes ja kahdeksas taimi.

	Nosto 1, 13. 5.		Nosto 2, 20. 5.	
	Kasvu, cm		Kasvu, cm	
	1966—68	1969	1966—69	1969
	Nyyttipakkaus			
Kasteltu	46	25	45	27
Kastelematon	45	25	44	25
	Muovisäkkipakkaus			
Kasteltu	48	25	48	25
Kastelematon	1) 41***	25	45*	24

1) t-testi kastellun ja kastelemattoman välillä

Koko aineistosta testaten on kastelun vaikutus kasvuun ollut tilastollisesti merkitsevä 0.1 % riskillä. Saman pakkaustavan sisällä pareittain verrattaessa on ensimmäisen noston muovisäkkitaimita kastellut kasvaneet paremmin 0.1 % ja toisen noston taimista 2.5 % riskillä. Tulos osoittaa, että taimiin on ehkä muovisäkeissä syntynyt enemmän vedenvajausta, mutta toisaalta nämä taimet ovat pystyneet käyttämään kastelun hyväkseen hieman paremmin kuin nyytteihin pakatut taimet. Ero kasteltujen nyytti- ja säkkitaimien välillä on kuitenkin tilastollisesti merkitsevä vain jälkimmäisen noston kohdalla 5 % riskillä.

Kastelun merkitys on saatujen tulosten perusteella selvästi positiivinen. Ensimmäisen noston taimien kuolleisuus väheni 15—17 % ja kasvu lisääntyi niin paljon, että ero kastelemattomiin oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Kuitenkaan ei ensimmäisen nos-

ton taimia jäänyt kastelunkaan jälkeen henkiin yhtä paljon kuin lyhyemmän aikaa varastoiduista taimista. Kasteluinakin kuusi viikkoa varastoidut taimet kasvoivat vähemmän kuin lyhyemmän aikaa varastoidut taimet. Kastelukäsittely lisäsi ranganvaihdosten määrää, joka osaltaan saattoi alentaa kasvu-  
tulosta. Näin ollen on pääteltävä, että vaikka

kastelulla voidaankin ehkä korvata veden-  
vajausta, joka taimissa istutusta edeltävänä  
hetkenä on, ei tällä kuitenkaan pystytä täysin  
korjaamaan niitä vaurioita, joita taimiin jo  
aikaisemmin vedenvajauksen johdosta on  
voinut syntyä, ja jotka vauriot näkyvät tai-  
mien kehityksessä useamman vuoden ajan.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

##### 41. Menetelmän pohdinta

Kokeet perustettiin taimitarhaan, koska käsittelyiden väliset erot haluttiin saada selvinä esille välttämällä maaston pienmuotojen ja maastossa satunnaisina esiintyvien tuhojen aiheuttamaa vaihtelua.

Kuitenkin taimitarhan viljavammuus tavalliseen metsämaahan verrattuna ja tiheän koulutusasennon aiheuttama yksityisten taimien välinen kilpailutilanne muodostivat kaksi vastakkaisiin suuntiin vaikuttavaa hallitsematonta vaihtelulähdettä. Vaihtelun aiheuttajista kilpailu on ilmeisesti ollut voimakkaampi tekijä, sillä kun ensimmäisen noston parhaiten menestyneiden, yhden viikon ajan varastoitujen taimien kuolleisuutta verrataan samoilla taimilla kahden viikon varastoinnin jälkeen perustettuun maastokokeeseen (RÄSÄNEN ym. 1970), havaitaan, että taimet ovat maastossa jääneet henkiin 6 prosenttiyksikköä paremmin kuin taimitarhassa. Yhden ja kolmen viikon ajan varastoidut, muovisäkkeihin pakatut taimet ovat taimitarhassa menestyneet hieman heikommin kuin nyytteihin pakatut, kun taas maastossa ei näiden välillä ole ollut pienintäkään eroa. Näyttää siis siltä, että tiheän istutus-  
asennon aiheuttamalla kilpailulla on voimistettu näkyviksi eroja, joilla maastossa ei ole ollut merkitystä. Käytännön metsänviljelijän kannalta saadut, kolmannen vuoden inventointien perusteella lasketut tulokset ovat liian pessimistisiä. Erot maastossakin olisivat mahdollisesti saatujen tulosten suuntaiset, mutta eivät siinä määrin merkitykselliset kuin tilastolliset testit ovat osoittaneet. Metsänviljelykokeiden perustajan kannalta ei taimitarha näytä yksinään riittävältä koe-  
paikalta.

Luultavasti paras teho pienestä koeaineis-  
tosta saataisiin sijoittamalla kokeet maastoon  
tihennettyä istutusväliä käyttäen (vrt. RÄ-  
SÄNEN ym. 1970) ja valiten sen kokoisille loh-  
koryhmille, joita voitaisiin käyttää itsenäisi-  
nä laskentayksikköinä, mahdollisimman ho-  
mogeneiset pinalueet. Taimitarha koepaik-  
kana soveltunee parhaiten täydentämään  
maastokokeita silloin, kun samassa koejär-  
jestelyssä halutaan tarkastella monia muut-  
tuvia yhtäaikaan, joka taas harvoin on lasken-  
nallisista syistä suositeltavaa (vrt. Cox 1958)  
tai silloin, kun käsittelyistä johtuva taimien  
erityisen heikko menestyminen on todennä-  
köistä.

Kokeen toistojen määrän riittävydestä ei  
tehty erityistarkasteluja. Jos kuitenkin ote-  
taan huomioon, että suhteellisen pienet kuol-  
leisuus- ja kasvuerot ovat riittäneet tilastolli-  
sen merkitsevyyden ilmenemiseen, voidaan  
katsoa, että esiintyneeseen varianssiin näh-  
den toistojen määrä on ollut riittävä. Ehkä  
jo 5—6 toistolla olisi päästy täysin tyydyttä-  
vään tulokseen, edellyttäen, että kussakin  
ruudussa taimien määrä olisi pidetty samana,  
30 (15) kappaleena.

Pakkaustapojen valinnalle on ollut run-  
saasti pohjaa mainituista varhaisemmista tut-  
kimuksista ja edellisenä vuonna tehdystä esi-  
kokeesta. Pakkaustapa on ollut tässä tutki-  
muksessa päämuuttuja, nostoajankohdat ja  
varastointiajat on valittu sitä silmällä pi-  
täen, että muovisäkin käyttökelpoisuudesta  
verrattuna tunnettuun nyyttipakkausmene-  
telmään saataisiin laajasti selkoa. Tähän on  
tydyttävästi päästykin. Verraten monelta  
suunnalta on voitu tarkastella muovisäkkei-  
hin ja nyytteihin pakattujen taimien kehitys-  
eroavuuksia ja tehdä päätelmiä uuden mene-  
telmän käyttöarvosta. Kuitenkin menetel-

mien tutkiminen on jätetty vajaaksi, kun pakkauksia ei ole alistettu niiden kannalta epäedullisiin oloihin. Muovisäkistä olisi tutkittava ainakin, miten nopeasti taimet vaurioituvat, kun säkki jätetään auringon paisteeseen ja kuinka kovakouraista käsittelyä taimet säkeissä kestävä, esim. kuinka monta säkkikerrosta voidaan pinota päällekkäin vahingoittamatta taimia.

Kastelu otettiin mukaan koejäseneksi sen perusteella, että tiedettiin tällainen menettely mahdolliseksi kun halutaan korvata taimiin varastoinnin kestäessä syntynyt vedenvajaus. Kastelu oli mukana tietyllä tavalla ylimääräisenä koejäsenenä, vain kuusi viikkoa varastoiduista taimista puolet kasteltiin. Menettely antoi positiivisen tuloksen taimien kehitykseen ja oli mielenkiintoinen siksikin, että se osoitti taimien voivan kuivua keväällä taimipenkissä. Huomautettakoon kuitenkin vielä, että tulos syntyi kuuden viikon varastoinnin jälkeen ja havaittiin toisena, selvästi vasta kolmantena koevuonna, jolloin taimien välinen kilpailu oli suuri tiheästä koulutus- asennosta johtuen.

Käytetty koejärjestely, jossa tärkeimmät taimien noston, pakkauksen ja varastoinnin aikaiset muuttujat on yhtäaikaan otettu tutkittaviksi antaa parhaiten suoraan käytäntöön soveltuvia tuloksia. Aineiston käsittelyyn kannalta tämän tyyppinen järjestely on kuitenkin tavattoman hankala. Muuttujien väliset yhteisvaikutukset ovat vaikeasti tulkittavia, eikä esim. vakio-ohjelmoidun kaksisuuntaisen varianssianalyysin käyttö ole perusteltua, jos muuttujilla on tilastollisesti merkitsevä yhteisvaikutus (HALD 1952, s. 464). Jopa tulosten sanallisessa esityksessä joudutaan pitkiin ja mutkikkaisiin ilmaisiin, ellei eri käsittelyistä käytetä lyhenteitä, jotka taas tekevät vaikeaksi nopean kirjoitukseen tutustumisen. Esitetyistä syistä olisi kokeisiin otettavat muuttujat jaettava pienempiin ryhmiin, vaikka koeolosuhteet pystyttäisiinkin tyydyttävästi homogenisoimaan.

## 42. Tulosten pohdinta

On vaikeaa muodostaa yhtenäistä kuvaa tutkimustuloksista, kun ne on saatu eri puulajeilla ja proveniensseilla, eri tavoin kasvatetuilla taimilla, jotka on nostettu kevään

tuloon nähden eri aikoihin ja varastoitu erilaisissa oloissa sekä istutettu hyvin erilaisille alustoille. Tulosten tulkintaa varten olisi ilmeisen tarpeellista tuntea puiden vuotuinen rytmi erityisesti kasvulevon ja aktiiviperiodin taitekohdassa (vrt. SARVAS 1970). Samoin pitäisi nosto-, pakkaus- ja varastointikäsittelyjen vaikutus yksityisen taimen fysiologiaan pystyä mittaamaan välittömästi. Niin ikään tulisi kasvupaikan ekologiset olot kartoittaa yksityiskohtaisesti. Tällaisen tiedon puuttuessa tai ollessa kovin vajavaista jää tulosten vertailu epätäydelliseksi.

Näissä kokeissa saatu tulos, jonka mukaan varhain keväällä nostetut taimet selviytyivät huomommin kolme tai kuusi viikkoa kestäneestä varastoinnista, ei sovi yhteen varhaisempien tutkimustulosten kanssa. Yleensä taimet ovat kestäneet varastointia sitä paremmin, mitä pikemmin lumen sulamisen jälkeen taimet on nostettu (vrt. esim. ALDHOUS 1964). Useat, monilla puulajeilla suoritettut tutkimukset (esim. STONE ym. 1963, WINJUM 1963, LAVENDER 1964) ovat osoittaneet, että taimien istutuskelpoisuus, lähinnä juuren kasvupotentiaalin vähenemisen vuoksi, alenee kasvun alkamisen jälkeen, vaikkei mitään varastointia suoritettaisikaan. Kuitenkin on olemassa koetuloksia, joiden mukaan varhaisimmat kevätistutukset ovat menestyneet heikommin kuin myöhäisemmät (vrt. esim. HEIKURAINEN, PÄIVÄNEN & SEPPÄLÄ 1966). Syyksi on esitetty maan kylmyys istutushetkellä, mutta osasyynä olisi voinut olla taimien jo taimitarhassa tapahtunut kuivuminen. Taimien vesipitoisuuden selvittäminen lumen lähdön ja kasvun alkamisen välisenä aikana näyttää tärkeältä siksikin, että nykyisin käytetään kasvatusalustana usein turvetta, joka lämpenee keväällä hitaasti.

Taimien nostoaika keväällä jäisi entistä lyhyemmäksi, jos toisaalta pitäisi varoa sitä, etteivät taimet ehtisi kovin pitkälle kasvusaan, mutta myös toisaalta sitä, ettei nostettaisi tilapäisesti vedenvajauksesta kärsiviä taimia. Viimeksimainittu haitta tietenkin voitaisiin torjua liittamalla taimet heti noston jälkeen tai kastelemalla ne jo taimipenkissä.

Taimien pakkaamista suljettuun muovisäkkiin kokeili tiettävästi ensimmäisenä amerikkalainen professori J. P. MAHLSTEDE jo 1950-luvun alkupuolella (MAHLSTEDE & FLETCHER 1960). Ruotsissa BJÖRKMAN (1956)

vuonna 1956 kokeili muovisäkkipakkausta todeten sen hyväksi menetelmäksi, joka sittemmin on sovellettu yleisesti käytäntöön (ANDREASON & THOFFE 1963). Laajinta muovisäkkipakkauksen käyttö on ehkä ollut Englannissa. Siellä on vuosittain pakattu kymmeniä miljoonia metsäpuiden taimia muovisäkkeihin (ALDHOUS 1959, 1960, 1964). Taimien säilymisestä muovisäkkeihin pakatuna, sekä lyhytaikaisessa että talven yli tapahtuvassa varastoinnissa, on tehty lukuisia tutkimuksia eri maissa. Näiden tuloksia on esitetty meillä äskettäin julkaistujen tutkimusten yhteydessä (YLI-VAKKURI 1968, LÄNGSTRÖM 1970, RÄSÄNEN ym. 1970). Yleensä muovisäkkipakkaus on todettu käyttökelpoiseksi menetelmäksi. Esimerkiksi tähän tutkimukseen läheisesti liittyvä tutkimus, jossa maastokokeissa verrattiin erilaisen valeistutus- ja pakkaustapojen vaikutusta kaksi viikkoa varastoitujen männyn taimien kehitykseen antoi tuloksen, jonka mukaan muovisäkkiin pakatuista taimista eli kolmen seuraamisvuoden jälkeen, kuten nyytipakkaustaimistakin 96 prosenttia ja molemmat taimierät olivat kasvaneet yhtä paljon (RÄSÄNEN ym. 1970).

Molemmat pakkaustavat ovat osoittautuneet hyvin käyttökelpoisiksi näissäkin kokeissa. Ensimmäisen vuoden jälkeen kuolleisuus on ollut alle 1.5 %, kolmen vuoden jälkeen, ellei ensimmäisen noston kuusi viikkoa varastoitua erää oteta huomioon korkeintaan 13 %. Eri tavoin käsiteltyjen taimien eloonjäämislukuja tarkasteltaessa (kuva 2, sivu 10), havaitaan, että kuusi viikkoa varastoiduista ensimmäisen noston taimista oli hengissä yhtä paljon pakkaustavasta riippumatta. Toisen noston kuusi viikkoa varastoiduista taimista muovisäkkeihin pakatut taimet menestyivät paremmin kuin nyytteihin pakatut taimet. Kaikissa muissa käsittelyerissä nyytipakkaustaimista eli enemmän kuin muovisäkkeihin pakatuista. Ero oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä vain niillä yhden viikon ajan varastoiduilla taimilla, jotka oli nostettu ennen kasvun alkua. Edellä esitetyn perusteella näyttää taimien muovisäkkiin pakkaaminen biologisesti täysin käyttökelpoiselta menetelmältä. Pakkausten edullisuusjärjestys riippunee suuresti siitä kuinka suuria sarjoja säkkejä pystytään valmistamaan ja kuinka taimien siirron eri työvaiheet pystytään liittämään toisiinsa taimitarhalla,

kuljetuksissa ja metsänviljelypaikoilla (vrt. RÄSÄNEN 1968).

Keväällä ennen kasvun alkua nostettuja männyn taimia on monissa kokeissa varastoitu 3—4, jopa 6—8 viikkoa ilman kuolleisuuden lisääntymistä (esim. van GOOR & HOL 1963, ALDHOUS 1964, SANDVIK 1965, OLDENKAMP ym. 1969). Sen sijaan kasvun alkuun päässeiden taimien varastoinnista on saatu huonompia tuloksia, esim. ALDHOUS (1964) suosittelee niiden varastoinnista korkeintaan kahden viikon ajan. SANDVIK (1965) huomauttaa, että varastoinnilla voidaan säästää jopa etujakin, esim. maa lämpenee kasvukauden edistessä. Koetulokset sopivat hyvin yhteen aikaisempien tutkimustulosten kanssa. Kolmen viikon varastointi ei ole lisännyt kuolleisuutta, vaan myöhemmän noston taimet päinvastoin ovat säilyneet hengissä paremmin kuin yhden viikon ajan varastoidut taimet. Kasvun alkuun päässeiden taimien kasvu sen sijaan on heikentynyt jo kolmen viikon varastoinnin seurauksena, kun varhaisemman noston taimilla ei vastaavaa vähentymistä esiintynyt. Kuuden viikon varastointi on vähentänyt selvästi molempien nostokertojen taimien kasvua ja lisännyt ensimmäisen noston taimien kuolleisuutta.

Niistä tekijöistä, jotka varastoinnisen pitkittyessä uhkaavat alentaa taimien elinvoimaa on kuivuminen kaikkein yleisin. Tiedetään, että taimi menettää vettä vaikka ympäröivän ilman suhteellinen kosteus olisi 100 % (esim. MAHLSTEDE & FLETCHER 1960, ROHMEDE 1961), mutta toisaalta on havaintoja, joiden mukaan taimien vesipitoisuus voi varastoinnin kestäessä huomattavastikin kohota, mikäli lämpötila on sopiva ja juuret ympäröity kostealla materiaalilla (ROHMEDE 1961, SCHMIDT-VOGT 1964). Ilmeistä vedenvajaus ei näissä kokeissa taimiin syntynyt varastoinnin kestäessä, vaan vajaus, jonka seurauksena kuusi viikkoa varastoituja taimia kuoli runsaasti, oli kehittynyt jo taimitarhassa. Vedenvajaus olisi siis tämän oletuksen mukaan ollut likimain saman suuruisen ensimmäisen noston varhaisempienkin istutusten taimissa, mutta se olisi vaikuttanut haitallisesti taimien myöhempään kehitykseen vasta kolmen, erityisen selvästi kuuden viikon ajan jatkuneena. Tiedetään, että jo suhteellisen vähäinen vedenvajaus aiheuttaa jatkuessaan kasvissa hitaasti korjautuvia muutoksia kasvuaineiden synteesien häiriö-



tyessä (KRAMER 1969, s. 370—371) tai kasvuaineiden dehydratoituessa (RUTTERIN haastattelulause: Nature. 1969. Vol. 221, s. 411). Vedenvajaus voi tietysti kehittyä taimiin istutuksen jälkeenkin. On nimittäin osoitettu, että istutettujen taimien transpiraatio on suurempi kuin absorptio, vaikka maan vesipitoisuus olisi lähellä kenttäkapasiteettia (KOZLOWSKI 1967: KOZLOWSKIN (1968) mukaan). Kuluu ainakin muutamia viikkoja ennen kuin vesitasapaino on saavutettu, vedenottokyvyn parantuminen riippuu suuresti uusien juurenkärkien kasvunopeudesta (BJÖRKMAN 1953, STONE 1955, KOZLOWSKI 1968). Vedenvajausta voitiin näissä kokeissa korvata liottamalla taimien juuria vedessä ennen istutusta. Saman tapaisia tuloksia on saatu aikaisemminkin (esim. YLI-VAKKURI 1957, IVKOV 1964). Kastelun ei ole todettu vahingoittaneen taimia, vaikka vedenvajausta ei taimissa olisi ollutkaan (esim. YLI-VAKKURI ym. 1968, RÄSÄNEN ym. 1970).

Kuumeneminen on mainittu olevan seurauksena, jos taimet pakataan liian tiukkaan (esim. ALDHOUS 1960). Kuitenkin varsinaisissa varastotiloissa kuumenemistä esiintyneen hyvin harvoin (vrt. YLI-VAKKURI 1957, RÄSÄNEN ym. 1970). Kun varaston lämpötila on vain vähän nollan yläpuolella, niinkuin näidenkin kokeiden kellarissa, vähenee itse taimien ja niiden pinnalla elävien mikrobin elintoiminta eikä haitallista lämpöä kehity. Samalla taimien vararavinteiden käyttö saadaan hyvin pieneksi (esim. HELLMERS 1962). Kuinka lähelle elintoimintojen täydellistä pysäyttämistä päästään lämpötilaa laskeamalla ja kuinka kauan varastoiminen voisi tässä suhteessa haitatta jatkua, on toistaiseksi jossain määrin avoin kysymys.

Joskin varaston lämpötila, jos se pysy-

tään  $+2 \dots +3$  °C vaiheilla niin kuin esim. BJÖRKMAN (1956), ALDHOUS (1964) ja SANDVIK (1965) ovat suositelleet, ei ole tarpeeksi korkea sienitautien kovin runsaalle leviämiseen, on niiden esiintyminen varastoimisen jatkuessa hyvinkin mahdollista. Ne lajit, jotka sienistä tulevat kysymykseen elävät näet maassa ja taimien rungolla ja sopivien ympäristötekijöiden vallitessa kehittyvät patogeenisiksi (ALDHOUS 1959, POHJAKALLIO 1963). Kuitenkin sienten kehittyminen niin pitkälle, että niiden eritteiden myrkyvaikutus olisi taimien myöhemmälle kehitykselle haitallinen, lienee harvinaista. Ainakin WILNER ja VAARTAJA (1958) ovat todenneet sienituhojen merkityksen olevan vähäisen verrattuna kuivumistuhoihin pitkäaikaisen kellarissa varastoinnin aikana. Myöskin tämän tutkimuksen taimissa havaittiin vain vähäisiä merkkejä homesienistä. Ne tuskin lainkaan vaikuttivat kokeiden tuloksiin.

Saatujen koetulosten pohjalta näyttää siltä, että käytännön toiminnassa kysymykseen tuleva taimien nosto keväällä voidaan melko vähin riskein tehdä vielä silloinkin, kun taimet ovat jo vähäisessä kasvussa. Kehityksen lisäksi tulee sopivinta nostoajankohdasta valitessa tarkkailla taimien vesipitoisuutta. Kasvunsa aloittaneita taimia ei tulisi varastoida 1—2 viikkoa kauempaa. Kasvuvossa olevia taimia, jotka eivät kärsi vedenvajauksesta, voitaneen hyvissä varastotiloissa säilyttää kolmekin viikkoa. Taimien juuria liottamalla voidaan vedenvajauksen aiheuttamia vaurioita vähentää, eikä kastelu näytä missään tapauksessa ainakaan haitalliselta. Sekä nykyti- että muovisäkkipakkaus ovat hyvin käyttökelpoisia ja suojelevat taimia kuivuudelta, joka on niitä varastoinnin aikana pahimmin uhkaava haitta.

## 5. YHDISTELMÄ

Kokeet perustettiin Korkeakosken hoitoalueen taimitarhaan Hyytiälään, joka sijaitsee noin 70 km Tampereelta pohjoiseen. Kokeissa tutkittiin kahden nostoajankohdan, kahden pakkaustavan, kolmen eri pituisen varastointiajan ja pisimmän varastointiajan osalta myös vedenvajauksen korvaamisen vaikutusta taimitarhamaahan istutettujen

2 + 1-vuotisten männyn taimien kehitykseen neljän vuoden aikana.

Ensimmäinen erä koetaimia nostettiin 11 päivää lumen sulamisen jälkeen, jolloin niiden silmut eivät vielä olleet aloittaneet kasvuaan. Toinen erä taimia nostettiin viikkoa myöhemmin, kun silmut olivat kasvaneet 2—3 cm mittaisiksi. Kummastakin erästä pakattiin

taimia nyytteihin ja muovisäkkeihin ja varastoitiin viileässä kellarissa yhden, kolmen ja kuuden viikon ajan. Eri tavoin käsitellyt taimet istutettiin samaan pienialaiseen koe-kenttään 10 × 20 cm välein. Pienin koe-yksikkö, ruutu, sisälsi 30 tainta, toisen noston kuuden viikon varastoinnissa kuitenkin vain 15 tainta. Kokeissa oli 7 toistoa, joten yhdessä käsittelyssä oli 210 (105) tainta ja kaikkiaan kokeissa 2 940 tainta.

Pelkästään nostoajankohdan vaikutusta on lähes mahdotonta selvittää tämän tapaisilla kokeilla, koska samanaikaisesti muuttuvat myös varastointiolot ja monet kasvutekijät koulutuspaikoilla. Näissä kokeissa myöhäisempi nosto, jolloin taimet jo olivat aloittaneet kasvunsa antoi jonkin verran paremman tuloksen kuin aikaisempi nosto. Eroa ei yhden viikon varastoinnin jälkeen tosin ollut lainkaan, mutta kun taimia on varastoitu kolme tai kuusi viikkoa, kuoli ensimmäisen noston taimista kolmen vuoden aikana 6—7 kertainen määrä verrattuna ensimmäisen noston taimiin. Todennäköisesti ainakin pääsyy oli se, että ensimmäisen noston taimissa oli jo nostettaessa ollut vedenvajausta. Kastelu nimittäin vähensi niiden kuolleisuutta hyvin selvästi, kun taas toisen nostokerran kuusi viikkoa varastoitujen taimien kuolleisuus oli vain n. 5 %, eikä kastelu vaikuttanut siihen juuri lainkaan.

Ensimmäisen noston taimien kasvu ei vähentynyt kolmen viikon varastoinnin seurauksena, mutta myöhemmän noston taimet

kasvoivat jo kolmen viikon varastoinnin jälkeen selvästi vähemmän kuin yhden viikon ajan varastoidut taimet. Molempien nostokertojen kuusi viikkoa varastoidut taimet kasvoivat koko ajan vähemmän kuin lyhyemmän aikaa varastoidut taimet. Kastelu lisäsi vähäisessä määrin kuusi viikkoa varastoitujen taimien kasvua.

Yhden ja kolmen viikon varastointiaikojen pituuksia käytettäessä taimet säilyivät hyvin sekä nyytteihin että muovisäkkeihin pakattuina. Kuolleisuus kolmen vuoden jälkeen oli keskimäärin n. 10 prosenttia. Kuitenkin yhden viikon varastoinnin jälkeen menestyivät säkkeihin pakatut taimet heikommin kuin nyyttipakkaustaimet ja kuuden viikon varastoinnin jälkeen yhtä hyvin tai paremmin kuin nyyttitaimet. Kastelu lisäsi muovisäkkeihin pakattujen taimien kasvua enemmän kuin nyytteihin pakattujen.

Kokeita inventoitaessa tehtiin tavanomaisen kuolleisuus- ja kasvuhavaintojen lisäksi arviointeja taimien elinvoimaisuudesta käyttäen subjektiivisia kuntoluokitusteikkoja. Samoin tarkastettiin koulutusvuoden syksyllä ranganvaihdosten ja pääsilmun puutosten määrä sekä mitattiin pääverson neulasten pituus. Lisätunnukset tarkensivat kuvaa eri tavoin käsiteltyjen taimien kehityksestä, mm. neulasten pituus koulutusvuonna näytti korreloivan hyvin seuraavan vuoden kasvuun. Kuolleisuuserojen ennustamiseen ei kaikkienkaan ensimmäisen syksyn havaintojen perusteella pystytty kovin tarkasti.

## KIRJALLISUUSLUETTELO — REFERENCES

- AALTONEN, V. T. 1940. Metsämaa. WSOY. Porvoo — Helsinki.
- ALDHOUS, J. R. 1959. Polythene bags for movements of forest nursery stock. *The Empire Forestry Review* 38,1.
- 1960. Nursery plants in polythene. *Quarterly Journal of Forestry* 54,1.
- 1963. Nursery investigations: storage of plants at low temperatures. Report on Forest Research for the Year ended March, 1962, Forestry Commission. London.
- 1964. Cold-storage of forest nursery plants an account of experiments and trials; 1958 — 1963. *Forestry* 37,1.
- ANDREASON, O. & THOFTE, V. 1963. Förvaring av plantor i platspåsar. *Skogen* nr 50.
- ARNBORG, T. 1959. Plantkondition och tillväxt. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* nr 1.
- BILAN, M. V. 1962. Effect of planting date on regeneration and development of roots of Loblolly pine seedlings. IUFRO 13. KONGRESS, WIEN, SEPTEMBER 1961. 2. TEIL, BAND 1, PROC. 22 — 15.
- BJÖRKMAN, E. 1953. Om orsakerna till växtsvårigheter efter plantering i nordsvensk skogsmark. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* nr 2.
- 1956. Om lagring av tall- och granplantor.

- Summary: On storage of pine and spruce plants. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidsskrift. Häfte 4.
- COX, G. M. 1958. Planning of experiments. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- EKLUNDH-EHRENBERG, C. 1963. Genetic variation in progeny tests of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). *Studia Forestalia Suecica* Nr 10.
- GOOR, C. P. van & HOL, H. 1963. Verpakking van plantsoen van douglas en Corsicaanse den in wikkels van polyethyleen. Summary: Transplants of Douglas-Fir and Corsican pine packed in sheets of polythene. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* No. 1.
- HALD, A. 1952. Statistical theory with engineering applications. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- HEIKINHEIMO, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatustaitotarhassa. Referat: Versuche in Baumschulen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 29.1.
- HEIKURAINEN, L., PÄIVÄNEN, J. & SEPPÄLÄ, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. *Silva Fennica* 119.2.
- HELLMERS, H. 1962. Physiological changes in stored pine seedlings. *Tree Planter's Notes* No. 53.
- HERMANN, R. K. 1964. Effects of prolonged exposure of roots on survival of 2-0 Douglas-Fir seedlings. *Journal of Forestry* 62, 6.
- HUURI, O. 1965. Huomaamaton kuivuminen — varastoitujen taimien salainen heikentäjä. *Metsälehti* N:o 20.
- — — 1966. Männyn ja kuusen istutusaika. *Metsänviljelyseminaari* 14. — 19. 3. 1966. Moniste. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.
- IVKOV, R. 1964. Drzanje sadnog materijala u vodi pre sadnje. Summary: The storing of planting stock in water before planting. *Šumartsvo* 17.
- JØRGENSEN, E. & STANEK, W. K. L. 1962. Overwinter storage of coniferous seedlings as a means of preventing late frost damage. *The Forestry Chronicle* 38, 2.
- KOZLOWSKI, T. T. 1967. Diurnal variations in stem diameters of small trees. *Botan. Gaz.* 128, 60.
- — — (ed.) 1968. Water deficits and plant growth. Academic Press, Inc. New York.
- KRAMER, J. P. 1969. Plant and soil water relationships: A modern synthesis. Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- KRAMER, J. P. & KOZLOWSKI, T. T. 1960. Physiology of trees. Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- LAVENDER, D. 1964. Date of lifting for survival of Douglas-Fir seedlings. Oregon State University. Forest Research Laboratory. Research Note 49.
- LEHTO, J. & SIMOLINNA, J. 1966. Metsäpuiden taimien kasvattaminen. Kirjayhtymä. Helsinki.
- LÄNGSTRÖM, B. 1970. Pakkaustapojen vaikutuksesta talvivarastoitujen männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Summary: The effect of packing methods on the field survival and growth of winter-stored plants of Scots pine. *Silva Fennica* 4, 1.
- MAC IRVING, R. 1967. Physiological relationships of dormancy and cold hardiness in woody plants. University Microfilms, Inc. Ann Arbor, Michigan.
- MAHLSTEDTE, J. P. & FLETCHER, W. E. 1960. Storage of nursery stock. Department of Horticulture. Iowa Agricultural and Home Economics Experiment Station. Iowa State University. Ames, Iowa.
- MÄKINEN, Y. 1968. Tilastotiedettä biogeille. Kursimoniste. Turun yliopiston kasvitieteen laitotos. Turku.
- OLDENKAMP, L., BOLK, H. & van ELK, B. C. M., 1969. Opslag periode en bewaarmethode van zaailingen van bosplantesaen. Summary: Cold storage of tree seedlings. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* No. 1.
- POHTAKALLIO, O. 1963. Kasvipatologia. Kasvipatologian perusteet. WSOY. Porvoo—Helsinki.
- PÄIVÄNEN, J. 1968. Istutusajankohdan vaikutus männyn istutuksen onnistumiseen ojitetuilla avosoilla. Summary: The effect of the date of planting on the survival of pine on drained open peatlands. *Silva Fennica* 2, 2.
- ROHMEDEER, E. 1961. Zur Frage der Kühlhauslagerung forstlicher Jungpflanzen. *Allgemeine Forstzeitschrift* Nr 32.
- RÄSÄNEN, P. K. 1966. Metsänviljelyä varten kasvatettujen havupuiden taimien arvosteluperusteista ja luokitusmenetelmistä. *Metsätaloudellinen Aikauslehti* N:o 4.
- — — 1968. Muovipussit taimien pakkauksessa. *Metsälehti* N:o 19.
- RÄSÄNEN, P. K., KOUKKULA, A. & YLI-VAKKURI, P. 1970. Pakkauksen, varastoimisen ja valeistutuksen vaikutus männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Summary: The effect of packing, storing and heeling-in on the field survival and growth of Scotch pine seedlings. *Silva Fennica* 4, 1.
- SAMISH, R. M. 1954. Dormancy in woody plants. *Annual Review Plant Physiology* 5.
- SANDVIK, M. 1965. Fra planteseng til plantegrop. *Saertrykk ur Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskrift* nr 3.
- SARVAS, R. 1970. The annual developmental cycle of forest trees. IUFRO Section 22. Working Group on SEXUAL REPRODUCTION OF FOREST TREES. Proc. of the Meeting at Varparanta, Finland 1, 26.
- SCHMIDT-VOGT, H. 1964. Erste Erfahrungen mit der Triebverzögerung bei Forstpflanzen durch Kühlhauslagerung. *Der Forst- und Holzwirt* Nr 5.
- SIMON, C. L. 1961. Effects of lifting date, cold storage and grading on survival of some coniferous nursery stock. *Journal of Forestry* 59, 6.
- SOLIN, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsälautakunnan eteläosissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja N:o 3.
- STONE, E. C. 1955. Poor survival and the physiological condition of planting stock. *Forest Science* 1, 2.
- STONE, E. C. & SCHUBERT, G. H. 1959. The physiological condition of ponderosa pine planting stock as it affects survival after cold storage. *Journal of Forestry* 57, 11.

- STONE, E. C., JENKINSON, J. L. & KRUGMAN, S. L. 1962. Root-regeneration potential of Douglas-Fir seedlings lifted at different times of the year. *Forest Science* 8, 3.
- STONE, E. C., SCHUBERT, G. H., BENSELER, R. W., BARON, F. J. & KRUGMAN, S. L. 1963. Variation in the root regenerating potentials of ponderosa pine from four California nurseries. *Forest Science* 9, 2.
- TIRÉN, L. 1958. Om försök med plantering av tall och gran i Norrland. Summary: Planting of pine and spruce in Norrland. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 47, 5.
- WAKELEY, P. C. 1954. Planting the southern pines. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Monograph No. 18.
- WIKSTEN, Å. 1950. Några försök med omskolning av tall och gran. Särtryck ur Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift nr 2.
- WILNER, J., & VAARTAJA, O. 1958. Prevention of injury to tree seedlings during cellar storage. *The Forestry Chronicle* 34, 1.
- WINJUM, J. K. 1963. Effects of lifting date and storage on 2 + 0 Douglas-Fir and Noble Fir. *Journal of Forestry* 61, 9.
- YLI-VAKKURI, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. Summary: Investigations into the packing and transportation of plants. *Commun. Inst. For. Fenn.* 49, 1.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P. & HILLI, A. 1968. Taimien talvivarastoinnista ja sen vaikutuksesta männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Summary: Over-winter cold-storage and its effect on the field survival and growth of planted Scots pine. *Acta Forestalia Fennica* 88.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P. K. & SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen, ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja N:o 2.

## THE EFFECT OF LIFTING DATE, PACKING, STORING AND WATERING ON THE FIELD SURVIVAL AND GROWTH OF SCOTS PINE SEEDLINGS

### Summary

This study was carried out in the nursery at Hyttiälä, Korkeakoski Forest District, 200 km north of Helsinki. It was started in the spring of 1966 with the aim to assess the influence of lifting date (two liftings), way of packing (two methods) and length of storage (one, three and six weeks) on the development of Scots pine, 2 + 1, during the four years following planting. On the seedlings stored for six weeks, the influence of compensating for the water deficit was also studied.

The first seedlings were lifted eleven days after the snow had melted, which meant that buds had not started growth yet. The second lifting was carried out one week later, and by that time the buds had reached a length of 2–3 cm. Both lifting lots were divided in two homogeneous parts, the one being bundled and the other being packed into polythene sacks and stored in a cool cellar. The seedlings that had been treated in these different ways were then planted into the same testing field with a spacing of 10 × 20 cm. All the treatments included 30 seedlings, except the second lifting, stored for six weeks; here the number was 15 seedlings. The treatments were replicated seven times, which means that they were represented by 210 (105) seedlings

and that the total material comprised 2 940 seedlings.

It is almost impossible to ascertain by means of experiments of this kind the pure influence of the lifting date, and this is because changes take also place in the conditions during storing and because of variation in the site factors ruling on the planting site. In the present experiments the lifting carried out later, i.e. when the seedlings had already started growth, gave results slightly superior to those obtained for seedlings of the earlier lifting. No difference could be observed for seedlings stored for one week, it is true, but for the seedlings stored for three or six weeks, mortality in the lot lifted earlier was 6- or even 7-fold that of the seedlings lifted later. The main reason for this is probably the fact the seedlings of the earlier lifting suffered from lack of water already at the time of lifting. It was namely observed that in this particular lot watering clearly decreased mortality. In the later lifting lot, stored for six weeks, the mortality was 5 % with no effect of watering.

The growth of the seedlings from the earlier lifting stored for three weeks showed no decrease in comparison with those stored for one week, but for

those of the later lifting a clear decrease could be observed. For the seedlings stored for six weeks, on the other hand, faster growth was recorded for both the seedlings of the earlier and the later lifting in comparison with those stored for shorter times. Watering increased to some extent the growth of the seedlings stored for six weeks.

During the normal, one- and three-week storing periods, seedlings were well preserved when packed both in bundles and in polythene sacks. After three years the average mortality was about 10 per cent. After one week storage, however, seedlings packed in sacks did not thrive as well as the bundled ones, but for those stored for six weeks equal results were obtained for both packing methods, or sometimes even in favor of those kept in sacks. As far as watering is concerned the effect was more clear for the

seedlings that had been kept in sacks than on those kept in bundles.

In addition to the usual observations on mortality and growth, the vitality of seedlings was also estimated in the present connection using certain subjective grading. Likewise, in the fall following planting, observations were made on the occurrence of bayonet formation and lack of leader buds. The length of the needles on the leader was also measured. This additional information gave a clearer picture of the development of this study material. So, for example, the needle length seemed to correlate with the growth of the following year. However, not even all these observations, if made only in the fall following planting, do accurately predict differences in mortality.

- Summary of the Proceedings of the 10th International Conference on Forest Ecology, Helsinki, Finland, 1968. Edited by Leo Heikkinen and Juhani Piipponen. Helsinki: Finnish Forest Research Institute, 1969. 400 pages. Price 15.00.
- Suomen metsäntutkimuslaitoksen vuosikirja 1969. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos, 1969. 200 pages. Price 10.00.
- Vol. 104, 1970. Leo Heikkinen and Juhani Piipponen. The Effect of Thinning, Clear Cutting, and Fertilization on the Ecology of Peatland Drained for Forestry. Seloste: Hävettymättömän hakituksen ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon ekologiaan.
- Vol. 105, 1970. Leo Anonim. Diskontinenssurva metsän hinoitusinformaationa. Pöytäkirja metsäntutkimuslaitoksen vuosikokouksesta 1970. Kontierungswert als Information für die Preisbestimmung des Holzes.
- Vol. 106, 1970. Olavi Laine. *Parifera isolatus* as a Mycorrhizal Symbiont of Forest Trees.
- Vol. 107, 1970. Tauno Kallio. Aerial Distribution of the Root-Rot Fungus *Puccinia cubensis* Cooke in Finland.
- Vol. 108, 1970. Yrjö Iivessalo. Metsiköiden luontainen kehitys ja puustonkehitys luonnonolosuhteissa. Summary: Natural Development and Yield Capacity of Forest Stands on Mineral Soils in Northern Lapland.
- Vol. 109, 1970. Paavo Hannan. The Forest Owner and his Attitudes toward Forestry Extension. A Study Based on Forest Owners in Ostrobothnia, Finland. Seloste: Metsäomistaja ja hänen asenteensa metsäntalouden kehittämiseen - Pohjanmaan metsäomistajien tutkimus.
- Vol. 110, 1970. Yrjö Vainio. Havinjärven metsäntalouden kehitys ja puustonkehitys in Intermediate Catching.
- Vol. 111, 1970. Leena Lehto and Leo Heikkinen. Über die vegetationsökologische Bedeutung von *Besperia holopsis* Fernald auf dem Wärdöskären (Hälsjö) im Ostrobothnen.



# ACTA FORESTALIA FENNICA

## EDELLISIÄ NITEITÄ — PREVIOUS VOLUMES

- VOL. 101, 1969. TIMO KURKELA.  
Antagonism of Healthy and Diseased Ericaceous Plants to Snow Blight on Scots Pine. Seloste: Terveen ja kuolleen Ericaceae — varvuston ja männyn lumikaristeen välisestä antagonismista.
- VOL. 102, 1969. PEKKA KILKKI and UNTO VÄISÄNEN.  
Determination of the Optimum Cutting Policy for the Forest Stand by means of Dynamic Programming. Seloste: Metsikön optimihakkuuohjelman määrittäminen dynaamisen ohjelmoinnin avulla.
- VOL. 103, 1970. YRJÖ ROITTO.  
Fuelwood Consumption in the City of Monrovia (Liberia) in 1965. Samenvatting: Verbruik van brandhout in de stad Monrovia (Liberia) in 1965. Seloste: Polttopuun kulutus Monroviassa (Liberia) vuonna 1965.
- VOL. 104, 1970. LEO HEIKURAINEN and JUHANI PÄIVÄNEN.  
The Effect of Thinning, Clear Cutting, and Fertilization on the Hydrology of Peatland Drained for Forestry. Seloste: Harvennuksen, avohakkuun ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin.
- VOL. 105, 1970. LEO AHONEN.  
Diskonttausarvo metsän hinnoitusinformaationa. Referat: Der Diskontierungswert als Information für die Preisschätzung des Waldes.
- VOL. 106, 1970. OLAVI LAIHO.  
*Paxillus involutus* as a Mycorrhizal Symbiont of Forest Trees.
- VOL. 107, 1970. TAUNO KALLIO.  
Aerial Distribution of the Root-Rot Fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland.
- VOL. 108, 1970. YRJÖ ILVESSALO.  
Metsiköiden luontainen kehitys- ja puuntuottokyky Pohjois-Lapin kivennäismailla. Summary: Natural Development and Yield Capacity of Forest Stands on Mineral Soils in Northern Lapland.
- VOL. 109, 1970. PÄIVIÖ RIIHINEN.  
The Forest Owner and his Attitudes toward Forestry Promotion — *A Study Based on Forest Owners in Ostrobothnia, Finland.*  
Seloste: Metsänomistaja ja hänen asenteensa metsätalouden edistämiseen — Pohjanmaan metsänomistajiin perustuva tutkimus.
- VOL. 110, 1970. YRJÖ VUOKILA.  
Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. Summary: Selection from Above in Intermediate Cuttings.
- VOL. 111, 1970. LALLI LAINE and MATTI NUORTEVA.  
Über die antagonistische Einwirkung der insektenpathogenen Pilze *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. und *B. tenella* (Delacr.) Siem. auf den Wurzelschwamm (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke).

**KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR**

**CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR**

**SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO**

**OSUUSKUNTA METSÄLIITTO**

**KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA**

**SUNILA OSAKEYHTIÖ**

**OY WILH. SCHAUMAN AB**

**OY KAUKAS AB**

**RIKKIHAPPO OY**

**G. A. SERLACHIUS OY**

**TYPPI OY**

**KYMIN OSAKEYHTIÖ**

**SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN KIRJAPAINO**

**UUDENMAAN KIRJAPAINO OSAKEYHTIÖ**

**KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO**

**KOIVUKESKUS**

**A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ**

**TEOLLISUUDEN PAPERIPUUYHDISTYS R.Y.**

**OY TAMPELLA AB**

**JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ**

**TUKKIKESKUS**

**KEMI OY**

**MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO**

**VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA**

**VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ**

**OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY**

**SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS**

**OY HACKMAN AB**

**YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ**