

ERÄIDEN TALVIVARASTOINTIMENETELMIEN VAIKUTUKSESTA MÄNNYN TAIMIIN

PENTTI K. RÄSÄNEN ja TAPANI HÄNNINEN

SUMMARY:
THE EFFECT OF SOME OVER-WINTER STORAGE METHODS
ON DIFFERENT SCOTS PINE NURSERY STOCK

Saapunut toimitukselle 12. 7. 1971

Tutkimuksessa selvitettiin miten talvivarastointi vaikuttaa männyn taimien istutuksen jälkeiseen kehitykseen. Koneellisesti jäädytetyssä kylmävarastossa, puulaatikossa maakuopassa ja muovisäkissä järveen upotettuna säilytettiin talven yli 1+0-, 1+1- ja 2+0-taimia. Ne pakattiin lokakuun lopussa 1965 muovisäkkeihin ja kuljetettiin eri tavoin varastoitaviksi. Vertailuerien annettiin talvehtia taimipenkissä. Kokeet perustettiin arvottujen lohkojen koejärjestelyä käyttäen ja niitä seurattiin kolme vuotta.

Koneellisesti jäädytetyssä varastossa lämpötila ei pysynyt suunnitellussa $-2...-6\text{ C}^{\circ}$:ssa, vaan laski aina -15 C° :een saakka. Maakuopassa oli lämpötila ollut varastoiselle melko otollinen vaihdellen $+4.2\text{ C}^{\circ}$ ja -1.8 C° :een välillä. Silti tulokset osoittavat, että näissä molemmissa paikoissa säilytetyt taimet menestyivät likimain yhtä hyvin kuin keväällä nostetutkin lukuunottamatta 1+0-taimia, joiden eloonjäämässädannes ja kuntoluokkakajautuma heikkeni erittäin selvästi varastoinnin seurauksena. Järvessä säilytetyt taimet eivät kasvaneet lainkaan. Ne olivat ilmeisesti kuolleet kaikki jo varastoinnin aikana.

1. JOHDANTO

Lukuisten kokeiden avulla on voitu kartoittaa ne tekijät, jotka vaikuttavat taimien säilymiseen pitkäaikaisen varastoinnin aikana. Näiden kokeiden tuloksia on selostettu äskettäin julkaistujen tutkimusten yhteydessä (YLI-VAKKURI et al. 1968, LÅNGSTRÖM 1970, 1971). Tällä hetkellä pystytään taimien säilymisen kannalta tärkeät ympäristötekijät säätämään tyydyttävästi koneellisesti jäädytetyissä varastoissa ja säilyttämään myös havupuiden taimet käyttökelpoisina yli talven. Tällainen varastointi kuitenkin maksaa varsin paljon, joten on tarpeen kokeilla vaatimattomampiakin menetelmiä. Tähän on erityisesti aihetta sen vuoksi, että nykyisin muovisäkit tarjoavat entistä parempia mahdollisuuksia

sia suojata taimia kuivumiselta pitkäaikaisen varastoinnin aikana. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää erilaisten männyn taimien säilymistä muovisäkkeihin pakattuna puulaatikossa maakuopassa tai järveen upotettuna sekä normaalissa koneellisesti jäädytetyssä kylmävarastossa verrattuna niihin taimiin, joiden annetaan talvehtia taimipenkissä.

Tutkimus on suoritettu Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa niiden apurahojen turvin, joita Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö on vuosina 1965—69 myöntänyt professori PAAVO YLI-VAKKURIN ja metsänhoitaja PENTTI K. RÄSÄNEN muodostamalle työryhmälle metsänviljelyä koskeviin tutkimuksiin. Taimien varastointi on ollut yksi pääaiheista, ja siitä on julkaistu tähän mennessä neljä osatutkimusta.

Kenttäkokeet on suoritettu RÄSÄNEN johtamina. Hän on myöskin ohjannut laskennan, jonka on suorittanut ylioppilas, sittemmin metsänhoitaja TAPANI HÄNNINEN. Hän on laatinut alustavan käsikirjoituksen, jonka pohjalta RÄSÄNEN on kirjoittanut tutkimuksen tekstin.

Professori YLI-VAKKURI on lukenut käsikirjoituksen ja antanut kaikissa työvaiheissa arvokkaita ohjeita. Tekijät haluavat lämpimästi kiittää kaikesta tutkimuksen tekemisessä ja sen julkaisemisessa saamastaan avusta.

2. MENETELMÄ JA AINEISTO

21. KÄYTETYT TAIMILAJIT JA VARASTOINTIMENETELMÄT

Kokeissa käytettiin erilaisia paljasjuurisia männyn taimia, jotka oli kasvatettu Korkeakosken hoitoalueen Hyytiälän taimitarhassa (taulukko 1):

- 1+0 yksivuotinen koulimaton muovihuonetaimi,
- 1+1 kaksivuotinen koulittu taimi, joka oli kasvanut vuoden muovihuoneessa ja toisen koulittuna avomaalla,
- 2+0 kaksivuotinen koulimaton taimi, joka oli kasvanut vuoden muovihuoneessa ja toisen avomaalla.

Varastoitavat taimierät nostettiin 29. 10. 1965, vertailutaimet keväällä vähän ennen koeistutuksia. Taimet pakattiin taimilajeittain muovisäkkeihin, 150 tainta kuhunkin. Yksi säkillinen kutakin taimilajia pantiin kahteen suurempaan

Taulukko 1. Taimien pituus istutettaessa sekä rajat, joiden sisäpuolella on 68.3 % taimista ($\bar{x} \pm s$).

Table 1. Heights of seedlings at planting stage and limits wherein 68.3 % of seedlings fall ($\bar{x} \pm s$).

Taimilaji Nursery stock	Kylmävarasto Refrigerated storage		Maakuoppa Ground storage		Kontrollitaimet Control stock	
	Keskiarvot Means, cm	$\bar{x} \pm s$:n rajat $\bar{x} \pm s$ limits, cm	Keskiarvot Means, cm	$\bar{x} \pm s$:n rajat $\bar{x} \pm s$ limits, cm	Keskiarvot Means, cm	$\bar{x} \pm s$:n rajat $\bar{x} \pm s$ limits, cm
1+0	12.3	9.3...15.1	12.3	8.9...15.7	12.2	9.2...15.2
1+1	9.7	6.7...12.7	9.4	6.1...12.7	10.3	6.8...14.0
2+0	8.5	5.4...11.6	6.8	4.2... 9.5	8.0	5.2...10.8

muovisäkkiin järvivarastointia ja kahteen säkkiin maakuoppavarastointia varten. Koska kylmävarastoon aiotut taimet kuljetettiin Ouluun, Ala-Kärpän taimitarhalle, pakattiin 150 taimen muovisäkit kahteen sisäpuolelta muovitettuun voimapaperisäkkiin. Kuhunkin paikkaan varastoitiin siten 300 kappaletta kutakin taimilajia. Kylmävarastossa toinen säkki katosi talven aikana ja järvestä ei toista säkkiä saatu lainkaan ylös. Maakuopassa toiseen säkkiin oli pääsyt vähän vettä.

Järveen taimet varastoitiin 10. 11. Puulaatikkoon sijoitetut muovisäkit upotettiin kivipainojen avulla noin neljän metrin syvyyteen. Veden pintalämpö oli tällöin $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nostettaessa taimet vedestä 22. 5. 1966 ne näyttivät lakastuneilta; sinistä hometta oli varsien tyviosassa ja taimissa oli »uppotukin» haju.

Maakuoppaan taimet varastoitiin samoin 10. 11. Taimisäkit sisältänyt puulaatikko pantiin tällöin kuivalle hiekkakankaalle, puuston alle kaivettuun n. 120 cm syvyiseen kuoppaan ja päälle luotiin 70 cm maakerros. Laatikkoon sijoitettiin maksimi- ja minimilämpömittari. Kun taimet nostettiin maasta 20. 5. 1966 mittarit osoittivat lämpötilan pysyneen $+4.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$:een välillä, avaamishetkellä lämpötila oli laatikossa $+0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Taimet olivat hyväkuntoisen näköisiä.

Kylmävarastossa oli termohygrografi, jonka mukaan suhteellinen kosteus säilyi koko ajan 85—90 % välillä. Myöskin nämä taimet näyttivät varastoinnin jäljiltä terveiltä ja hyväkuntoisilta. Samassa varastossa olivat tuolloin myös YLI-VAKKURIN et al. (1968) tutkimuksessaan käyttämät taimet. Lämpötilan vaihtelut varastossa selviävät mainitusta julkaisusta (s. 7).

22. KOEISTUTUKSET

Kokeet perustettiin Keski-Suomeen, Juupajoelle. Koepaikaksi valittiin tainen, kivetön puolukkatyyppin hiekkakangas, jossa pintakasvillisuus oli vähäistä. Taimet istutettiin 23.—24. 5. 1966. Ensimmäisenä päivänä sää oli puolipilvinen ja lämpötila vaihteli $+14\dots+15\text{ }^{\circ}\text{C}$:een välillä. Toinen istutuspäivä oli lähes pilvinen ja hiukan viileämpi. Mitään tekijää, joka kokeiden perustamisvaiheessa olisi erityisesti vaikuttanut taimien kuntoon ei ilmennyt. Hyönteistuhojen torjumiseksi taimet käsiteltiin DDT-maidoksella.

Koejärjestelynä käytettiin arvottujen lohkojen menetelmää (*randomized block design*) taimilajien osalta, joten lohkoon kuului kolme ruutua. Varastointikäsittelyn mukaan kukin ruutu jaettiin neljään osaruutuun (*split-plot design*), joihin istutettiin kuhunkin 10 tainta. Kokeeseen perustettiin 15 lohkoa. Kaikkiaan käytettiin istutuksiin 1 800 tainta. Lohkoihin 13—15 ei järvestä varastoitua taimia riittänyt, koska osa niistä oli varmasti todettavissa kuolleiksi. Niiden tilalle istutettiin maakuopassa varastoitua taimia, joita näihin lohkoihin tuli siten kaksinkertainen määrä.

23. KOKEEN INVENTOINTI JA KOETULOSTEN LASKENTA

Kokeet inventoitiin syys—lokakuussa kolmena istutusta seuranneena syksynä. Ensimmäisellä kerralla mitattiin taimien pituus, pituuskasvu ja neulasten pituus sekä laskettiin pääverson uudet silmut ja merkittiin muistiin kuolleet taimet. Toisena syksynä selvitettiin em. tunnusten lisäksi tuhot ja ranganvaihdokset sekä arvioitiin elävien taimien kuntoluokka. Uusien silmujen määrää ei kuitenkaan laskettu. Kolmantena syksynä tarkastettiin taimien pituus, pituuskasvu, kuntoluokka, ranganvaihdokset ja tuhot. Mittausten ja arviointien yksityiskohdissa on noudatettu aikaisemmin selostettuja menettelytapoja (RÄSÄNEN 1970).

Mitattujen tunnusten erojen vertailussa käytettiin varianssianalyysiä. Tällöin yksikkönä oli osaruudun eli 10 taimen keskiarvo, ellei kuolleisuus ollut vähentänyt taimien määrää. Kuolleisuuserojen tarkastelussa käytettiin χ^2 -testiä. Yksikkönä oli tällöin yksi taimi. Eri tunnusten välille laskettiin korrelaatiokerrotoimet niiden keskinäistä vertailua varten. Tietokonelaskenta tehtiin SURVO 66 kirjasto-ohjelmaa hyväksi käyttäen (MUSTONEN 1968).

3. KOETAIMIEN KEHITYS

31. KUOLLEISUUS

Istutusta seuranneen syksyn inventoinnissa todettiin vähimmin, eli 0.8 prosenttia kuolleen kylmävarastossa säilytetystä 1+1-taimista. Eniten, eli 45.0 prosenttia oli kuollut samassa paikassa säilytetyistä 1+0-taimista. Samat taimierät säilyttivät asemansa myöhemminkin. Alin kuolleisuuslukema toisenkin vuoden syksyllä oli 0.8 prosenttia ja kolmannen vuoden syksyllä 1.7 prosenttia. Kylmävarastossa säilytetystä 1+0-taimista kuoli toisen vuoden syksyn mennessä yhteensä 51.7 prosenttia, mutta kuolleisuus ei enää lisääntynyt seuraavan vuoden aikana (taulukko 2).

Varastointitapojen välisiä eroja todettiin vain 1+0-taimilla. Sekä kylmävarastossa että maakuopassa varastoitujen tällaisten taimien kuolleisuus oli istutusta seuranneena syksynä erittäin merkitsevästi suurempi kuin keväällä nostettujen kontrollitaimien kuolleisuus. Nämäkään taimet eivät tosin menestyneet kovin hyvin, kolmen vuoden aikana niistä kuoli 25 prosenttia. Talven yli varastoitujen 1+0-taimien kuolleisuus oli niin suuri, että näitä taimia tuskin kannattaa käyttää metsänviljelyyn.

Ero kylmävarastossa ja maakuopassa olleiden taimien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä minkään taimilajin kohdalla. Molemmilla tavoilla varastoidut 2+0- ja 1+1-taimet jäivät henkiin yhtä hyvin kuin kontrollitaimetkin. Koulittujen taimien osalta tulos on saman kaltainen kuin monissa aikaisemmissakin tutkimuksissa (MULLIN 1966, WILLIAMS & RAMBO 1967, YLI-VAKKURI et al.

Taulukko 2. Koneellisesti jäädytetyssä kylmävarastossa ja puulaatikossa maakuopassa varastoitujen, sekä taimipenkissä talvehtineiden taimien kuolleisuus kolmen istutusta seuranneen vuoden aikana. Kokeet on perustettu keväällä 1966 käyttäen eri tavoin kasvatettuja männyn taimia yhteensä 1 800 kappaletta.

Table 2. Mortality percent of seedlings, stored over the winter in refrigerated storage room, in wooden crate in the ground and those left over the winter in a nursery bed. Stocks of 1+0, 2+0, and 1+1 were used. All the stock had been grown during the first year in a nursery bed with removable polythene greenhouse covering. Each treatment was represented by 150 seedling spread over 15 blocks. Seedlings were planted in the spring 1966, and scrutinized during the three subsequent falls.

Taimilaji Nursery stock	Kylmävarasto Refr. storage	Maakuoppa Ground storage	Kontrollitaimet Control stock	χ^2 -arvo χ^2 -value
Kuolleita taimia istutetuista, % — Mortality, %				
Tarkastettu syksyllä 1966 — Checked in fall 1966				
1+0	45.0	38.3	12.5	22.3***
1+1	0.8	4.2	1.7	3.3
2+0	14.2	6.7	11.7	3.1
Tarkastettu syksyllä 1967 — Checked in fall 1967				
1+0	51.7	47.5	25.0	11.6**
1+1	0.8	5.0	2.5	4.0
2+0	20.8	13.3	14.2	2.6
Tarkastettu syksyllä 1968 — Checked in fall 1968				
1+0	51.7	49.2	25.0	12.4**
1+1	1.7	7.5	5.0	4.6
2+0	22.5	15.8	15.0	2.9

1968, LÄNGSTRÖM 1969). Hieman yllättävää on 2+0-taimien selviytyminen talvivarastoinnista ilman kuolleisuuden lisääntymistä. Yleensä koulimattomat taimet ovat edellä mainittujen tutkimusten mukaan kärsineet talvivarastoinnista.

32. KUNTOLUOKAT

Taimien kuntoluokituksella on tässä pyritty täsmentämään kuvaa varastointitapojen vaikutuksesta taimien istutuksen jälkeiseen kehitykseen. Luokituksen tarkoituksenmukaisuudesta on saatu verraten hyviä kokemuksia, vastaavanlaisten kokeiden yhteydessä (YLI-VAKKURI et al. 1968, RÄSÄNEN 1970). Tässä kokeessa käytettiin luokitusta: 1 vaikeasti vioittunut tai erittäin huonokuntoinen taimi, 2 selvästi vioittunut tai huonokuntoinen taimi, 3 normaali tai likimain normaali taimi. Kuollutta tainta merkittiin 0:lla.

Taimet luokitettiin toisen ja kolmannen kasvukauden jälkeen. Varastoitujen 1+0-taimien kuntoluokkakautuma oli toisen vuoden syksyllä heikompi kuin kontrollitaimien, mutta ero oli tasoittunut jo kokonaan kolmannen vuoden syksyyn mennessä, jolloin terveiden taimien osuus oli myös selvästi kasvanut. Kum-

panakin tarkastusvuonna olivat eri tavalla käsiteltyjen 2+0-taimien kuntoluokkakautumat hyvin toistensa kaltaisia. Tämä vahvistaa kuolleisuuden tarkastelun perusteella tehtyä havaintoa siitä, etteivät nämä taimet olleet kärsineet ainakaan kovin paljon varastoinnista. 1+1-taimet olivat sen sijaan kuntoluokkakautumien perusteella tarkastellen heikentyneet maakuoppavarastoinnin aikana. Ero oli toisen vuoden syksynä varsin selvä, kun verrattiin näin varastoituja taimia kylmävarastossa säilytettyihin tai keväällä nostettuihin taimiin. Vielä kolmannen vuoden syksylläkin ero oli havaittavissa, joskin huomattavasti tasoittuneena.

Kuntoluokkienkin perusteella arvioiden varastoinneista selvisivät parhaiten koulitut 1+1-taimet joskaan ero 2+0-taimiin ei ollut kovin suuri. Koulimattomat 1+0-taimet kestivät varastointia selvästi muita taimia heikommin.

33. PITUUSKASVU

Taimien pituuskasvu mitattiin kolmena istutusta seuranneena syksynä. Taulukosta 3 voidaan havaita, että keväällä nostetut taimet ovat yleensä kasvanut eniten. Tästä poikkeava tulos on saatu vain 1+1-taimilla ensimmäisenä vuotena; niistä on kylmävarastossa säilytetty erä kasvanut silloin eniten. Kolmanteen vuoteen mennessä ovat käsittelyerot tasoittuneet niin, että mitatut sen vuoden kasvuerot eivät enää ole tilastollisesti merkitseviä. Samoin ovat tasoittuneet myöskin ne erot kasvuissa, joita eri taimilajien välillä on kahtena ensimmäisenä vuotena ollut.

Taulukko 3. Eri tavalla varastoitujen taimien latvakasvaimen pituus. HSD = Tukeyn »honestly significant difference» suurimman ja pienimmän arvon vertailulle (MÄKINEN 1968). Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 238.

Table 3. Leader length as a result from different storage treatments. HSD = Tukey's »honestly significant difference» (MÄKINEN 1968). Further information in Table 2, p. 238.

Taimilaji Nursery stock	Kylmävarasto Refr. storage	Maakuoppa Ground storage	Kontrollitaimet Control stock	F-arvo ($v = 3/42$) F-value	HSD, cm
Keskiarvot, cm — Means, cm					
Mitattu syksyllä 1966 — Measured in fall 1966					
1+0	3.1	3.1	3.3	0.625	0.6
1+1	5.4	4.5	5.0	7.809***	0.5
2+0	3.3	3.4	4.2	12.942***	0.5
Mitattu syksyllä 1967 — Measured in fall 1967					
1+0	4.0	3.6	5.3	7.852***	1.1
1+1	7.5	5.9	8.4	13.318***	1.1
2+0	5.5	5.5	6.1	1.306	1.0
Mitattu syksyllä 1968 — Measured in fall 1968					
1+0	8.8	8.0	9.2	1.875	1.6
1+1	8.4	7.9	9.0	2.413	1.2
2+0	8.6	8.4	9.2	1.199	1.3

Koska edellisen perusteella on aihetta olettaa, että käsittelyjen vaikutus pituuskasvuun on jokseenkin kokonaan lakannut, on mielenkiintoista tarkastella, mikä vaikutus käsittelyillä on ollut taimien kokonaispituuseroihin (taulukko 4). Havaitaan, että tilastollisesti merkitseviä eroja on sekä 1+0- että 1+1-taimilla, mutta käytännössä erot lienevät jokseenkin merkityksettömiä. Samoin erot eri taimilajien välillä ovat kovin vähäiset. Koepaikalla, hyvin tasalaatuisella VT-kankaalla, ei ole ollut mitään tekijöitä, jotka olisivat olleet omiaan kasvattamaan eri käsittelyjen aiheuttamia verraten pieniä kasvueroja (vrt. RÄSÄNEN 1970).

Taulukko 4. Koetaimien keskipituus syksyn 1968 inventoinnissa. Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 238.

Table 4. Mean height of seedlings measured in fall 1968. Further information in Table 2, p. 238.

Taimilaji Nursery stock	Kylmävarasto Refr. storage	Maakuoppa Ground storage	Kontrollitaimet Control stock	F-arvo ($v = \frac{1}{42}$) F-value	HSD, cm
	Keskiarvot, cm — Means, cm				
1+0	27.8	27.2	30.0	3.179*	2.8
1+1	30.7	27.2	31.6	7.198***	2.7
2+0	25.5	24.1	26.7	2.954	2.6

Verrattaessa istutusvuoden syksyllä mitattuja tunnuksia seuraavan vuoden pituuskasvuun saatiin korkein korrelaatio ($r = 0.516$) tämän ja istutusvuoden pituuskasvun välille. Vuoden 1967 kasvun korrelaatio seuraavan vuoden kasvuun oli vielä hiukan suurempi ($r = 0.583$). Alkupituuden korrelaatio istutusvuoden kasvuun oli vain 0.172.

34. NEULASET JA UUDET SILMUT

Koetaimien kehitystä selvitettiin myös mittaamalla niiden latvaverson neulasten pituus ja lukemalla siinä olleiden silmujen määrä. Korrelaatiokerroin neulasten ja kasvaimien pituuden välillä oli vuonna 1966 -0.014 ja seuraavanakin vuonna vain 0.186, mutta neulasten ennustivat tyydyttävästi seuraavan vuoden pituuskasvujen erot eri käsittelyjen välillä. Syksyllä 1966 mitattujen neulasten pituuden korrelaatio seuraavan vuoden kasvuun oli 0.252 ja syksyllä 1967 mitattujen 0.536 (vrt. YLI-VAKKURI et al. 1968, RÄSÄNEN 1970).

Neulasten pituudet eri taimilajeilla ovat erilaiset ja kestää muutaman vuoden ennen kuin erot tasoittuvat (taulukko 5), mutta eri taimilajien välisistä neulasten pituuden eroista ei sinänsä ole tehtävissä mitään johtopäätöksiä taimien käyttökelpoisuudesta.

Taulukko 5. Eri tavalla varastoitujen taimien uusien neulasten pituus. Yleistiedot kokeista taulukossa 2, sivu 238.

Table 5. Length of new needles as a result from different storage treatments. Further information in Table 2, p. 238.

Taimilaji Nursery stock	Kylmävarasto Refr. storage	Maakuoppa Ground storage	Kontrollitaimet Control stock	F-arvo ($v = \frac{1}{42}$) F-value	HSD, mm
	Keskiarvot, mm — Means, mm				
Mitattu syksyllä 1966 — Measured in fall 1966					
1+0	27.8	25.8	30.3	4.246*	3.8
1+1	24.3	23.7	25.7	4.016*	1.6
2+0	21.4	22.7	20.4	2.607	2.4
Mitattu syksyllä 1967 — Measured in fall 1967					
1+0	48.9	47.8	46.9	0.278	6.0
1+1	30.7	31.9	28.6	2.686	3.4
2+0	39.0	41.4	38.0	1.687	4.5

Uusien silmujen määrä laskettiin vain ensimmäisenä syksynä. Havaittiin, että 2+0- ja 1+1-taimista keväällä nostetuille oli kehittynyt eniten uusia silmuja. Erot käsittelyiden välillä olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. 1+0-taimilla ei eroja käsittelyiden välillä ollut. Tämä saattoi johtua siitä, että näin nuorille taimille yleensä kehittyy vähemmän silmuja, eivätkä erilaiset varastointitavat ole voineet vaikuttaa tulokseen. Uusien silmujen lukumäärän ja seuraavan vuoden kasvun välillä oli verrattain selvä korrelaatio ($r = 0.384$).

35. RANGANVAIHDOT

Toisena ja kolmantena inventointisyksynä merkittiin taimista muistiin taimien ranganvaihdot, niiden kehitysaste ja — mikäli mahdollista — myös aiheuttajat. Näiden tietojen avulla pyrittiin saamaan lisäselvitystä taimien kunnosta ja kehityksestä. Inventoinnissa merkittiin ranganvaihdot seuraavasti: 0 taimella ei ole ranganvaihtoa, 1 taimi on menettänyt pääversonsa eikä sitä ole erottumassa sivuversoista, 2 uusi pääverso on erottumassa, 3 uusi pääverso on saanut selvän johtoaseman.

Eri tavoilla käsiteltyjen taimien ranganvaihdosmäärissä ei ollut mitään johdonmukaisia eroja kumpanakaan inventointivuotena. Ranganvaihdot olivat lähes yksinomaan ensimmäistä astetta, joka osoittaa, että menetetyt pääranat korvautuminen oli hidasta. Eniten ranganvaihdoksia tavattiin 1+0-taimilla, niitä oli joka neljännellä. Molemmilla muilla taimilajeilla ranganvaihdoksia oli vähemmän, alle 10 prosentilla taimista. Suurin osa ranganvaihdoksen saaneista 1+1-vuotiaina istutetuista taimista oli varastoitu maakuopassa. Niillä oli vaihdoksia 13 prosentilla.

Vuoden 1968 kasvaimissa havaitut ranganvaihdokset eivät keskittyneet mihinkään tiettyyn taimilajiin, määrät vaihtelivat 10 ja 25 prosentin välillä. Näistä ranganvaihdoksista suuri osa oli toista tai kolmatta astetta osoittaen, että tässä vaiheessa sattuvasta silmun tai pääverson tuhosta pystyvät taimet selviytymään nopeammin kuin istutusvuonna sattuneesta vauriosta (vrt. RUMMUKAINEN & SELANDER 1970). Valtaosa ranganvaihdosta johtui siitä, ettei pääsilmaa ollut kehittynyt tai ettei se ollut lähtenyt kasvamaan. Vain hyvin harvoissa tapauksissa oli ranganvaihdoksen aiheuttajana hyönteinen tai sienä, joka oli tuhonnut pääsilmun.

36. TUHOJEN ESIINTYMINEN

Toisena ja kolmantena inventointivuotena merkittiin muistiin taimia kohdanneet tuhot, niiden aiheuttaja sekä arvioitu tuhon haitta-aste. Esiintyneet tuhot jaettiin kolmeen ryhmään: 1 männyn versoruosteen (*Melampsora pini-torqua*) aiheuttamat tuhot, 2 neulasiin kohdistuneet, lähinnä lumikaristeen (*Phacidium infestans*) aiheuttamat tuhot, 3 hyönteisten aiheuttamat tuhot. Tuhon haitta-astetta arvioitaessa käytettiin seuraavaa luokitusta: 1 lievä haitta, 2 selvä haitta, 3 voimakas haitta, 4 tuhoava haitta.

Tuhoja esiintyi kumpanakin tarkastusvuonna vähän; vain noin 5 prosentilla taimista havaittiin jonkin asteinen tuho. Puolet tuhotapauksista vuonna 1967, ja 16 prosenttia vuonna 1968 arvioitiin vakaviksi, eli kolmatta tai neljättä astetta oleviksi. Selvästi haitallisina eri tuholajeista oli vuonna 1967 esiintynyt *Melampsora*-tuho. Kuitenkin tuhojen kokonaismäärä oli siksi vähäinen, ettei se juuri lainkaan aiheuttanut varastointikäsitteilyjen tarkastelua vaikeuttavaa, ylimääräistä vaihtelua.

Mitään eroja eri tavoin käsiteltyjen taimien alttiudessa tuhoille ei havaittu; talven yli varastoidut taimet olivat yhtä kestäviä kuin keväällä nostetutkin. Tulokset laskettiin myöskin taimilajeittain, mutta mikään laji ei osoittautunut muita alttiimmaksi tuhoille.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Nostettaessa taimia talvivarastointia varten niiden on oltava karaistuneita ja talvituhosienien varalta käsiteltyjä. Pakattaessa tulee taimien versojen olla pinnaltaan kuivia. Varaston tulee olla kostea ja viileä, etteivät taimet kuivuisi ja että niiden elintoiminnot pysyisivät mahdollisimman vähäisinä. Kuivuminen estetään pitämällä suhteellinen kosteus 95—100 prosentissa, elintoimintojen on todettu vähenevän riittävästi, kun lämpötila pidetään —2...—3 C°:een paikkeilla. Tällaisissa oloissa vahingollisten homeiden kehittyminen jää myös vähäiseksi. Lämpötilan pitämisestä hiukan 0 C°:een yläpuolella on tosin myöskin esitetty suosituksia (BJÖRKMAN 1956, ALDHOUS 1964, SANDVIK 1965), mutta toi-

saalta ei taimien ole todettu vaurioituvan, vaikka lämpötila hitaasti laskisi paljonkin 0 C°:een alapuolelle, kunhan taimien sulattaminen vastaavasti tapahtuu hitaasti (TUMANOV & KRASAVCEV 1962: ref. HAGNER 1969, YLI-VAKKURI et al. 1968).

Kun lämpötilaan nähden voidaan edellä esitetyn perusteella hyväksyä jonkin verran vaihtelua ja toisaalta tiedetään, että taimien vesipitoisuus voidaan säilyttää korkeana pakkaamalla taimet muovisäkkeihin (RÄSÄNEN 1970, LÅNGSTRÖM 1971) tuntui tarpeelliselta kokeilla varastointimenetelmiä, jossa jäädytykseen käytetään talvikauden luonnollista kylmyyttä. Monissa ulkomaisissa tutkimuksissa esitellään myönteisiä kokemuksia pitkäaikaisesta varastoinnista tavallisessa kellarissa (JØRGENSEN & STANEK 1962, PAMAY 1966, NOVOTNY 1967) tai vain maakuopissa (URSIC 1961) tai katoksissa (ANDREASSON & THOFTE 1963) ja meilläkin on alettu jälleen kokeilla halvempien ratkaisujen käyttökelpoisuutta (TURUNEN & HALLIKAINEN 1970).

Maakuopassa varastoidut taimet olivat — 1+0-taimia lukuunottamatta — selvinneet varastoinnista sangen hyvin. Kuolleisuudessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja kylmävarastossa säilytettyihin ja keväällä nostettuihin taimiin verrattuna. Kuitenkin maakuopassa varastoitujen taimien kasvu oli jonkin verran vähäisempää kuin muiden taimien. Samoin maakuopassa varastoitujen 1+1-taimien kuntoluokkakautuma oli heikompi kuin muilla tavoin käsitellyillä taimilla. Lievä elinvoimaisuuden heikkeneminen maakuopassa varastoiduilla taimilla on todennäköisesti johtunut siitä, että lämpötila suhteellisen suuren osan aikaa on pysytellyt niin korkealla, että taimet ovat hengitykseen menettäneet osan vararavinnostaan.

Peittämällä laatikko ohuemmalla maakerroksella olisi haitta ehkä voitu torjua. Kuitenkaan lämpötilaa ei näin alkeellisessa varastossa voida lainkaan säädellä, ja koska varastointi on varsin työlästä ja altista muillekin riskeille kuin lämpötilan kohoamiselle, ei menetelmää kannattane tällaisenaan enempää tutkia. Sen sijaan saadut tulokset osoittavat, että jos taimet nostetaan talvivarastointia varten niin myöhään, ettei 0 C°:een yläpuolella olevia lämpötiloja enää juuri esiinny, voidaan talvivarastoinnissa ilmeisesti mennä varsin yksinkertaisiin ja samalla halpoihin ratkaisuihin. Kysymykseen voisi tulla kellarin, jonka ovia pidettäisiin auki pakkasten tuloon saakka. Kellarin liikaa jäähtyminen tulisi voida estää lämmityslaitteen, ja lämpeneminen riittävän suurien tuuletusluukkujen avulla. Molempien käyttö voitaisiin hoitaa termostaattilla. Luonnollista tietysti on, että menetelmää olisi vielä tutkittava ja kehitettävä.

Järvessä varastoidut taimet kuolivat kaikki varastoinnin kestäessä. Näin yksinkertaisella menettelyllä ei siis voida käyttää hyväksi niitä tasaisia lämpöoloja, jotka järven pohjalla tiedetään talven aikana vallitsevan. Lämpötila ei myöskään ole suotuisin mahdollinen, onhan se koko ajan +1...+3 C°:een paikkeilla. Lyhytaikaiseen varastointiin menetelmä kuitenkin välttävästi soveltuu, mutta siihen on käytettävissä monia muita, käytännöllisempiä menetelmiä (esim. RÄSÄNEN et al. 1970).

Koneellisesti jäädytetyssä kylmävarastossa säilytetyt 1+1- ja 2+0-taimet menestyivät maastossa yhtä hyvin kuin kontrollitaimetkin. Sen sijaan 1+0-taimet kärsivät selvästi varastoinnista, niiden kuolleisuus oli huomattavasti suurempi kuin kontrollitaimien. Saatu tulos sopii hyvin yhteen aikaisempien tulosten kanssa (esim. LÅNGSTRÖM 1970). Varastoidut 2+0-taimet menestyivät kontrollitaimiin verrattuna hyvin, niiden kuolleisuudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ja kasvussakin eroja ilmeni vain ensimmäisenä vuotena. Tämä antaa viitteen taimilajin edelleen kehittämiseen esimerkiksi juurten leikkaamisen avulla.

Kokeista saadut tulokset osoittavat yhdessä aikaisempien tutkimustulosten kanssa, että erilaisia, lepotilassa syksyllä nostettuja männyn taimia voidaan muovisäkkeihin pakattuna varastoida talven yli käyttäen hyväksi luonnon jäädytystä kunhan huolehditaan siitä, etteivät lämpötilan muutokset ole äkillisiä tai kohoa juuri 0 C°:een yläpuolelle. Tutkimusta tulisi jatkaa selvittämällä yksityiskohtaisesti varaston lämpötilan vaihtelun vaikutus taimien fysiologiaan. Samoin tulisi jatkaa käytännöllisluonteista kokeilua teknillisesti yksinkertaisten, mutta toimivien ja halpojen varastointimenetelmien kehittämiseksi.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- ALDHOUS, J. R. 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 plastpåsar. *Skogen* nr. 50.
- BJÖRKMAN, E. 1956. Om lagring av tall- och granplantor. Summary: On storage of pine and spruce plants. *Norrl. Skogsv.Förb. Tidskr. Häfte IV*.
- HAGNER, M. 1969. Skogsodlings resultat beroende av plantmaterialets hårdighet. Föryngringsfrågor i det mekaniserade skogsbruket. s. 130—136. Sveriges Jägmästares och Forstmästares Riksförbund. Stockholm.
- JØRGENSEN, E. & STANEK, W. K. L. 1962. Overwinter storage of coniferous seedlings as a means of preventing late frost damage. *For. Chron.* 38,2.
- LÅNGSTRÖM, B. 1969. Kyllagring av plantor. *Skogsbruket* 39,11.
- 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 Fenn.* 4,1.
- 1971. Vikförlust, vattenhalt och plantavgång hos kyllagrade tallplantor. Summary: Weight loss, water content and mortality of cold stored seedlings of Scots pine. *Silva Fenn.* 5,1.
- MULLIN, R. E. 1966. Overwinter storage of baled nursery stock in northern Ontario. *The Commonwealth Forestry Review* 45 (3), 125.
- MUSTONEN, S. 1968. Tilastollinen tietojenkäsittelyjärjestelmä SURVO 66. Tampereen yliopiston tietokonekeskus. Moniste N:o 3.
- NOVOTNY, V. 1967. Skaldování a Expedice Dougalsky v Polyetylénových sáccích. Summary: Storage and forwarding of Douglas-Fir plants in the polyethylene bags. *Lesnický Casopis* 13 (XL).

- PAMAY, B. 1966. Repikajlik sariçam ve kavaçam fidanlarinin plastik (politen) torbalarda saklanması imkânları üzerinde denemeler. Zusammenfassung: Aufbewahrungsversuche mit Kiefern- und Schwarzkiefern sämlinge in den Tüten aus Polyethilen. *Istanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A 16,1.
- RUMMUKAINEN, U. & SELANDER, J. 1970. Männyn taimien silmuihin kohdistuneen kertatuhon merkityksestä. Metsätalouden Siemen- ja taimineuvoston taimitoimikunnan tiedotuksia N:o 1. Moniste.
- RÄSÄNEN, P. K. 1970. Nostoajankohdan, pakkaustavan, varastointiajan pituuden ja kastelun vaikutuksesta männyn taimien kehitykseen. Summary: The effect of lifting date, packing, storing and watering on the field survival and growth of Scots pine seedlings. *Acta For. Fenn.* 112.
- 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 Scots pine seedlings. *Silva Fenn.* 4,1.
- SANDVIK, M. 1965. Fra planteseng til plantegrop. Saertrykk ur Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift nr. 3.
- TUMANOV, I. I. & KRASAVCEV, O. A. 1962. The mechanism of dying in plants thawed out rapidly. *Fiziol. Rast.*, 9:718—729. (Ref. Hagner, M. 1969).
- TURUNEN, T. & HALLIKAINEN, T. 1970. Koulittavien kuusen taimien säilytystä koskevista kokeiluista maanalaisessa talvivarastossa. Metsätalouden siemen- ja taimineuvoston taimitoimikunnan tiedotuksia N:o 1. Moniste.
- URSIC, S. I. 1961. Pit storage of baled Loblolly seedlings. *Tree Plant. Notes* 45.
- WILLIAMS, R. D. & RAMBO, R. 1967. Overwinter cold storage of red and white pine transplants successful in northern Indiana. *Tree Plant. Notes* 18,1.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P. & HILLI, A. 1968. Taimien talvivarastoinnista ja sen vaikutuksesta männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Summary: Overwinter cold-storage and its effect on the field survival and growth of planted Scots pine. *Acta For. Fenn.* 88.

SUMMARY: THE EFFECT OF SOME OVER-WINTER STORAGE METHODS ON DIFFERENT SCOTS PINE NURSERY STOCK

This study was carried out at Hyytiälä, Korkeakoski State Forest District, 200 km north of Helsinki.

This study examines to what extent the different storage methods of different Scots pine nursery stocks over the winter, influences their further development. Seedlings of 1+0, 1+1, and 2+0 nursery stocks were kept over the winter:

- 1) in a refrigerated storage room,*
- 2) in a wooden crate in the ground,*
- 3) submerged in a lake.*

They all had been packed in polythene bags at the end of October 1965 and were forwarded to be stored in different ways.

The items to which they were to be compared with, were left over the winter in a nursery bed.

In the spring of 1966, the seedlings of the experiment were planted out, in 15 randomized blocks, totalling 1800 seedlings.

The development of the seedlings was scrutinized over three years; their mortality tallied, and of the surviving seedlings, the condition, length growth, length of the needles as well as the overtaking of the terminal shoot rôle by a branch, were observed.

In the refrigerated storage room, the temperature, however, did not stay at the planned $-2\dots-6^{\circ}\text{C}$ but went down to as far as -15°C in some cases. The temperature in the earth-pit was fairly favourable to the stored items and ranged between $+4.2^{\circ}\text{C}$ and -1.8°C .

The results, nevertheless, proved that the seedlings which had been stored in those two places managed almost as well as the ones which in spring were lifted from the nursery bed, except for those of the 1+0 nursery stock, of which the survival percent and the spread over the various vigor grades much weakened, this clearly being a result of the storage method.

The seedlings which had been stored in the lake did not grow at all; obviously they died during the storage.

On the basis of the results of this study, it can be concluded that Scots pine seedlings, in finnish conditions, can be stored over the winter, when packed in polythene bags, in fairly simple storage places and in this way this operation can be carried out more cheaply, compared to the use of a refrigerated storage room.

Additional studies, in order to explain all the details, however, should be carried out.