

## PAKKAUSTAPOJEN VAIKUTUKSESTA TALVIVARASTOITUJEN MÄNNYN TAIMIEN ISTUTUSKELPOISUUTEEN

BO LANGSTRÖM

### SUMMARY:

THE EFFECT OF PACKING METHODS ON THE FIELD SURVIVAL AND GROWTH OF WINTER-STORED PLANTS OF SCOTS PINE

Saapunut toimitukselle 22. 1. 1970

Tutkimuksessa on pyritty selvittämään yli talven kestävän kylmävarastoinnin sekä siinä käytettyjen pakkaustapojen vaikutusta kolmen männyn taimilajin istutuskelpoisuuteen. Käytetyt taimilajit olivat: yksivuotinen koulimaton muovihuonetaimi (1+0), kaksivuotinen koulimaton avomaataimi (2+0) ja kolmivuotinen koulittu avomaataimi (2+1). Taimia varastoiitiin avoimiin puulaatikoihin, suljettuihin muovipusseihin, turpeella pohjustettuihin puulaatikoihin sekä muovitetuihin paperisäkkeihin. Kontrollitaimina käytettiin taimitarhassa avomaalla talvehtineita taimia. Varastointi tapahtui manttelijäähdytteisessä kylmävarastossa lokakuusta 1966 toukokuuhun 1967 lämpötilan ollessa keskimäärin noin  $-2^{\circ}\text{C}$  ja varastoilman suhteellisen kosteuden pysyessä 90 % yläpuolella. Mitatuista taiminäytteistä ei voitu osoittaa talven aikana tapahtuneen merkittävää taimien vesipitoisuuden alenemista. Koe-taimista koulittiin osa taimitarhaan ja osa istutettiin maastoon. Istutustaimista osa käsiteltiin insektisidillä (1 % Intaktol). Taimien kehitystä tarkkailtiin taimitarhassa yhden ja istutuskokeissa kahden kasvukauden aikana.

Kokeet osoittivat, että koulitut 2+1 -taimet sekä taimitarhassa että istutuskokeissa olivat kehittyneet koulimattomia taimilajeja paremmin. Taimitarhassa 1+0 -taimet olivat kasvaneet 2+0 -taimia paremmin. Kuolleisuudessa ei koulimattomien taimilajien välillä ollut eroa. Varastointimenetelmien välillä esiintyi aluksi satunnaisia merkitseviä eroja, jotka toisen kasvukauden aikana olivat supistuneet merkityksettömiksi. Näin ollen kaikki käytetyt pakkaustavat osoittautuivat yhtä käyttökelpoisiksi. Istutuskokeissa ilmeni, että koulimattomat taimet kärsivät enemmän tukkimiehentäin (*Hylobius abietis* L.) tuhoista, vaikka tuhonteko määrällisesti hyvin selvästi keskittyi isompiin mutta kestävämpiin koulittuihin taimiin. Pakkaustapojen välillä ei tuhojen esiintymisessä ilmennyt eroja. Tukkimiehentäin vioittamia insektisidillä käsiteltyjä ja käsittelemättömiä taimia oli suhteellisesti suunnilleen yhtä paljon, mutta edellisissä taimissa tuho oli lievempää.

### 1. JOHDANTO

Viime vuosina on kiinnitetty runsaasti huomiota havupuiden taimien kylmävarastointiin. Varastointimenetelmien kehittyessä on käynyt yhä selvemmin ilmi, että havupuiden taimia voidaan oikein käsiteltyinä säilyttää kylmäkella-

reissa pitkiä aikoja istutuskelpoisuuden siitä kärsimättä. Tämä tarjoaa hyvän lähtökohdan taimien käsittelyn parantamiseksi ja rationalisoimiseksi. Taimet nostetaan syksyllä ja lajitellaan talven aikana, jolloin työruuhka tasaantuu ja tilapäisen työvoiman tarve pienenee. Istutuskausi pitenee, kun taimia keväällä kyetään pitämään lepotilassa kylmäkellareissa. Tämä on erityisen tärkeää, jos taimia siirretään etelästä pohjoiseen, siis edullisemmasta ilmastosta karumpaan, missä taimet helposti menehtyvät, jos ne jo ennen siirtoa ovat lähteneet kasvaamaan. Lisäksi välttytään syksyn, talven tai kevään mahdollisten epäedullisten ilmasto-olojen aiheuttamilta pakkas-, kuivumis- tai sienituhoilta, sillä kylmävarastossa voidaan ylläpitää vakio-olosuhteita.

Kylmävarastotekniikan kehityksestä ja perusteista on yksityiskohtaisia tietoja saatavissa mm. BJÖRKMANIN (1956) ja YLI-VAKKURIN ym. (1968) tutkimuksista. Niistä ilmenee, että varastoinnin perusteista on kertynyt jo varsin paljon tietoja. Pohjoismaissa (YLI-VAKKURI 1966, 1968; YLI-VAKKURI ym. 1968, STEFANSSON 1965, 1966, SANDVIK 1965 ja RUSTEN 1967) sekä Saksassa (OSTERMANN 1961, 1964) tehtyjen selvitysten perusteella suositellaan havupuiden taimien talvivaraston lämpötilaksi  $-2 \dots -3^{\circ}\text{C}$ , ääritapauksissa  $-5 \dots -6^{\circ}\text{C}$ . Englannissa (ALDHOUS 1967) ja Yhdysvalloissa (esim. DEFFENBACHER ja WRIGHT 1954, LANQUIST ja DOLL 1960, WYCOFF 1960 sekä WILLIAMS ja RAMBO 1967) suositellaan varastolämpötilaksi  $32 \dots 38^{\circ}\text{F}$  eli noin  $0 \dots 3^{\circ}\text{C}$ , mikä lähinnä johtuu siellä käytetyistä aremmista puulajeista.

Kaikissa yllämainituissa tutkimuksissa korostetaan taimien kuivumisen estämisen tärkeyttä. Taimia ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden pitää olla yli 90 %, mahdollisimman lähellä 100 %. Korkean suhteellisen kosteuden ylläpitäminen varastossa on teknisesti ratkaistu kahdella tavalla. Niin sanotussa manttelijäähdytteisessä varastotyypissä kylmä ilma kiertää katossa, seinissä ja lattiasissa olevissa putkistoissa ja onteloissa, jolloin ilman vaihtuminen varaston sisällä on olematonta ja täten saadaan ilman suhteellinen kosteus pysymään korkeana (esim. DE HAAS ja WENNEMUTH 1962, SANDVIK 1965). Toisessa suoralla jäähdytyksellä toimivassa varastotyypissä, missä kylmä ilma kiertää varaston sisällä, taimet on suojattava kuivumiselta paljon tarkemmin kuin edellisessä tapauksessa.

Kylmävarastojen rakentamisesta SANDVIK (1963, 1965) on antanut tarkkoja ohjeita ja hän suosittelee suoralla jäähdytyksellä toimivan esijäähdytyshuoneen liittämistä manttelivarastoon. Esijäähdytyshuoneessa taimet jäähdytetään nopeasti sekä kuivataan irtovedestä kuiviksi.

Pitkäaikaisessa varastoinnissa on kokeiltu erilaisia pakkaustapoja. Varmimmat tulokset on saatu erilaisilla muovipusseilla ja muovitetuilla paperisäkeillä (esim. LANQUIST ja DOLL 1960, ALDHOUS 1964, STEFANSSON 1966, PAMAY 1966, NOVOTNY 1967, RÄSÄNEN 1968, YLI-VAKKURI ym. 1968). Myös muita pakkaustapoja on käytetty. Taimia on säilytetty nipuissa, joissa niiden juuria on suojattu joko paperilla, muovilla tai kosteilla turpeilla (DEFFENBACHER ja WRIGHT 1954, SCHMIDT-VOGT 1964, MULLIN 1966 ja NOVOTNY 1967). WILLIAMS ja

RAMBO (1967) saivat hyviä tuloksia käyttämällä pakkauksina puulaatikoita ja Norjassa puulaatikoita on peitetty muovikalvoilla (esim. SANDVIK 1965).

Varastoinnin aikana taimia uhkaavaan talvituho- ja homesienivaaraan on kohdistettu paljon huomiota ja yksityiskohtaisia ohjeita uhkan välttämiseksi on esitetty useissa tutkimuksissa (esim. BJÖRKMAN 1956, SANDVIK 1965 ja YLI-VAKKURI ym. 1968).

Tässä tutkimuksessa on pyritty pitkäaikaista taimien säilytystä varten selvittämään neljän varastointimenetelmän vaikutusta erilaisten männynntaimien kehitykseen sekä taimitarhassa että metsässä. Taimia säilytettiin yli talven kylmäkellarissa tietyissä lämpö- ja kosteusolosuhteissa. Pakkaustapoja valittaessa pyrittiin ottamaan mukaan vain käytännössä käyttökelpoisiksi arvioituja. Niiden vaikutusta verrattiin koulutus- ja istutuskokein sekä toisiinsa että avomaalla olleisiin kontrollitaimiin. Talven aikana mahdollisesti tapahtuvan kuivumisen toteamiseksi mitattiin koe-eristä taimien vesipitoisuus syksyllä ja keväällä. Lisäksi tutkittiin tukkimiehentäin tuhojen esiintymistä istutuskokeissa sekä erään insektisidin tehokkuutta tuhojen ehkäisemisessä. Varastointityö suoritettiin Satakunnan piirimetsälautakunnan Kankaanrannan taimitarhan kylmävarastossa ja tutkimuksen alustavia tuloksia on aikaisemmin esitetty eri yhteyksissä (LÄNGSTRÖM 1968a, b, 1969a, b).

Tutkimus on tiivistelmä metsänhoitotieteen opinnäytetöistä. Se perustuu Satakunnan piirimetsälautakunnan ja Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen välillä tehtyyn tutkimussopimukseen ja liittyy läheisesti edellä mainitun laitoksen vireillä oleviin metsänviljelytutkimuksiin. Kenttätöitä on tehty Satakunnan piirimetsälautakunnan myöntämän määrärahan turvin. Metsäneuvos Erik Berg ja päämetsänhoitaja Pauli Siljamäki sekä metsätekniikko Kimmo Vähänummi ovat auliisti tarjonneet apua tutkimuksen käytännöllisissä järjestelyissä. Professori Paavo Yli-Vakkuri on tutkimuksen kaikissa vaiheissa antanut arvokasta opastusta sekä lukenut käsikirjoituksen. Myös professorit Esko Kangas ja Paavo Juutinen ovat tutustuneet käsikirjoitukseen. Kokeiden suunnittelua ja tietojen käsittelyä koskevaa apua olen saanut metsänhoitaja Pentti Räsäselältä. Satakunnan piirimetsälautakunnalle ja kaikille yllämainituille sekä niille lukuisille muille henkilöille, jotka työn eri vaiheissa ovat vaikuttaneet tutkimuksen toteuttamiseen, haluan esittää parhaat kiitokseni.

## 2. TUTKIMUKSEN SUORITUS

### 21. KOETAIMET JA NIIDEN KÄSITTELY

Tutkimuksessa käytettiin seuraavanlaisia paljasjuurisia männynntaimia:

1. Yksivuotinen koulumaton muovihuonetaimi (1+0)
2. Kaksivuotinen koulumaton avomaataimi (2+0)
3. Kolmivuotinen kouluttu avomaataimi (2+1)

Koetaimet säilytettiin Kankaanrannan taimitarhan kylmäkellarissa yli talven neljää pakkaustapaa käyttäen ja näitä eri tavoin varastoituja taimia verrattiin sekä keskenään että taimitarhassa talvehtineisiin kontrollitaimiin. Käytetyt pakkaustavat eli käsittelyt olivat seuraavat:

1. Varastoimaton kontrolli.
2. Taimet varastoitiin avoimiin puulaatikkoihin.
3. Taimet varastoitiin suljettuihin, läpinäkyviin muovipusseihin, jotka säilytettiin yllämainituissa puulaatikoissa.
4. Taimet varastoitiin edellämainittuihin puulaatikkoihin, joiden pohjalla oli noin viiden senttimetrin turvekerros.
5. Taimet varastoitiin muovitetuihin, suljettuihin paperisäkkeihin.

Tutkimus jaettiin neljään kokeeseen, joista kaksi sijoitettiin taimitarhaan (koulituskokeet) ja toiset kaksi erälle uudistusosalalle (istutuskokeet).

Koe 1 sijaitsi Kankaanrannan taimitarhassa ja siihen kuului 1+0 -taimien kaikki käsittelyt.

Koe 2 oli suunniteltu istutuskokeeksi, mutta se sijoitettiin sopivan puolukka-tyypin uudistusalan puuttuessa taimitarhaan edellisen kokeen viereen. Koe käsitti 2+0 - ja 2+1 -taimilajin kaikki käsittelyt.

Koe 3 oli identtinen 2. kokeen kanssa. Se sijaitsi kivisellä, samana talvena aukeaksi hakatulla mustikkatyypin kankaalla Luviolla noin 20 km Porin eteläpuolella.

Koe 4 perustettiin 3. kokeen viereen, mutta kokeiden väliin jätettiin noin 50 metrin istuttamaton vaippa. Tässä kokeessa pyrittiin selvittämään erään emulsiotyypisen insektisidin (Intaktol) suojavaikutusta tukkimiehentäin tuhoja vastaan. Kyseisessä aineessa on tehoaineina DDT:tä, lindaania ja dielriinia. Koe käsitti 2+0- ja 2+1 -taimien kontrolli- puulaatikko- ja muovipussikäsitte-lyt.

Taimitarhassa koalue oli noin 3 aarin ja metsässä noin 2 hehtaarin kokoinen. Istutuskoealueelta määritettiin kivisyysindeksi VIRON (1958) painamismenetelmän mukaan. Kolmannen kokeen keskimääräinen painuma oli 16.6 cm ja neljännen 14.8 cm. Nämä luvut vastaavat II kivisyysluokkaa, jonka kivisyysdannes on 30.1—60.0 %. Alueen soistuneilla osilla kivisyys oli kuitenkin pienempi mutta toisin paikoin se taas oli keskimääräistä suurempi haitaten selvästi istutustyön suorittamista. Eräissä koeyksiköissä maasto vaikutti voimakkaasti taimien kehitykseen.

Kokeissa käytettiin arvottujen lohkojen (randomised blocks) koejärjestelyä. Seuraavasta asetelmasta ilmenee tutkimuksen suunnittelu ja käytetyt taimimäärät:

Koe	Taimilajeja	Taimia kpl/rivi	Pakkaus- tapoja	Lohkoja	Yhteensä taimia
1 Koulituskoe	1	20	5	8	800
2 »	2	10	5	15	1 500
3 Istutuskoe	2	10	5	15	1 500
4 »	2	10	3	15	900



Kokonaismäärästä oli 1+0 -taimia 800 kpl, 2+0 -taimia 1 950 kpl ja 2+1 -taimia saman verran. Taimien vesipitoisuuden määrittämiseksi otettiin syksyllä 10 tainta taimilajia kohti ja keväällä samoin 10 tainta käsittelyä ja taimilajia kohti, joten kaikkiaan käytettiin tutkimuksessa noin 5 000 männyntainta.

Kaikki koetaimet olivat Kankaanrannan taimitarhasta. Muovihuonetaimet (1+0) olivat paikallista provenienssiä (Satakunta, Eura, Vaanii). Avomaataimista koulimattomat (2+0) olivat Etelä-Pohjanmaalta ja koulitut (2+1) Keski-Pohjanmaalta.

Taimet oli taimitarhalla käsitelty rikkaruohonhävittäjillä sekä suojattu sienituhoilta. Alkukesällä oli traktoriruiskulla levitetty Dithane Z-78:aa ja loppukesällä Fungimania kahden viikon välein. Koulitut kontrollitaimet saivat keväällä vahingossa ennen nostoa Intaktol-ruiskutuksen tukkimiehentäin tuhoja vastaan.

Koetaimierät otettiin taimitarhasta arpomalla. Nostopaikat merkittiin siten, että kontrollitaimet keväällä voitiin nostaa samoista paikoista. Kaikki taimet lajiteltiin jo noston yhteydessä. Nostotyön teki taimitarhan työvoima normaaliin tapaan. Taimet pidettiin kentällä muovipusseissa ja juuret suojattiin kostealla jyrshinturpeella. Välittömästi noston jälkeen taimet lajiteltiin kellarissa pakkaustapojen edellyttämällä tavalla. Jokaiseen käsittelyyn tuli kustakin nostopaikasta yhtä monta tainta. Varastoinnin yhteydessä taimet käsiteltiin Brassicol-pölytteellä talvituhosien vahinkojen ehkäisemiseksi.

Sää oli nostopäivänä 21. 10. 1966 kostea ja kolea. Esijäähdyttämöstä, minne taimet nostopäivänä oli siirretty, taimet vietiin lokakuun 31. päivänä säilytuskellariin, missä ne olivat toukokuun 8. päivään asti, jolloin koulinta- ja istutustyöt aloitettiin.

Ennen koulintaa ja istutusta taimien juuret peitettiin taimikellarissa puolen vuorokauden ajaksi märällä turpeella. Tämän on todettu parantavan taimien istutuskelpoisuutta, mikäli taimet kärsivät vesivajauksesta (YLI-VAKKURI 1957).

Taimitarhan henkilökunta suoritti koulitustyön yhdessä päivässä. Koulitusvako tehtiin traktorilla ja taimet koulittiin käsin. Ensimmäisessä kokeessa riviväli oli 10 cm ja taimiväli rivissä 6 cm. Toisessa kokeessa vastaavat luvut olivat 10 ja 12 cm.

Istutustyöt aloitettiin valeistuttamalla koetaimet korpinokoon. Tätä ennen oli kuitenkin käsitelty 4. kokeen taimet Intaktol-liuoksella. Taimien vihreät osat upotettiin juurenniskaa myöten 1 %-vesiseokseen. Taimet olivat peitettyinä valeistutuksessa kahdesta tunnista kolmeen vuorokauteen. Istutustyötä häiritsi alueen kivisyys ja soistuneisuus. Toukokuun 12. päivänä taimet oli istutettu. Istutuspäivinä vallitsi kova helle.

## 22. VARASTOINTIOLOSUHTEET

Kankaanrannan taimitarhan kylmävarasto, missä koetaimet säilytettiin, valmistui syksyllä 1966. Varastorakennus käsittää suuren manttelijäähdytteisen kylmähuoneen, pienehkön suoralla jäähdytyksellä toimivan esijäähdytyshuoneen, lajitteluhuoneen sekä siemenvaraston. Manttelihuoneen tilavuus on noin 220 m<sup>3</sup> ja esijäähdyttämön noin 107 m<sup>3</sup>. Edelliseen mahtuu noin 1 000 taimilaa-tikkaa ja jälkimmäiseen 450. Käytössä oleviin laatikkoihin mahtuu taimien koosta riippuen 800—2 000 tainta. Laatikot voidaan latoa päällekkäin ja nämä pinot siirretään varastossa pienillä trukeilla. Manttelihuone jäähdytetään siten, että kylmä ilma kiertää katon kautta seiniin ja palaa jäähdytyskoneistoon lattiasse olevien betoniputkien kautta. Huoneen sisällä ilma ei vaihdu, joten lämpötila ja suhteellinen kosteus voidaan pitää hyvin tasaisina. Lämpötila on termo-staattiohjattu mutta kosteuden säätäminen tapahtuu vain tuulettamalla tai

kastelemalla. Esijäähdytyshuoneen katossa on 7 kylmäpatteria, joista kylmä ilma painuu alas lattiaan. Lämmennyt ilma nousee seiniä pitkin kattoon, missä se uudelleen jäähtyy. Jäähdytys on tässä nopeaa mutta korkean suhteellisen kosteuden ylläpitäminen on vaikeaa, joten huonetta käytetään tavallisesti vain lyhytaikaiseen varastointiin. Esijäähdyttämössä taimet jäähdytetään ja kuvataan irtovedestä kuiviksi ennen niiden siirtämistä manttelihuoneeseen.

Koko varastoinnin aikana koetaimien mukana oli termohygrografi, joka rekisteröi varaston lämpötilan ja suhteellisen kosteuden ensin esijäähdyttämössä ja sitten manttelihuoneessa. Tämä laite tarkastettiin psykrometrillä, jota ei kuitenkaan voitu käyttää lämpötilan ollessa alle 0° C. Aika ajoin mitattiin lämpötila myös taimilaatikoissa varaston siirrettävien pistelämpömittarien avulla.

Kuvassa 1 on esitetty varastossa säilytyksen aikana vallinneet lämpötila- ja kosteusolosuhteet. Lukuarvot ovat viikoittaisten maksimi- ja minimiarvojen keskiarvoja. Viikottaiset vaihteluvälit on kuvattu pystysuorilla janoilla.

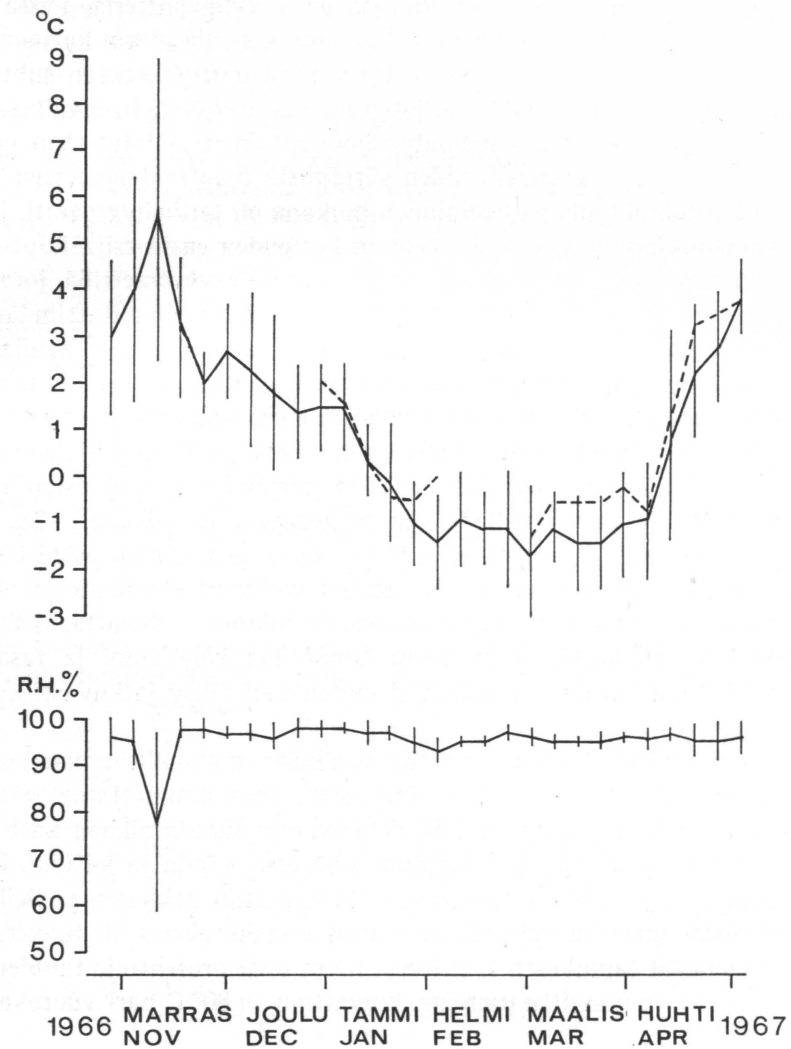
Lämpötilan säätelyssä pyrittiin etenkin norjalaisten suositusten mukaan pitämään lämpötila aluksi nollopisteen tuntumassa ja talvella —2... —5° C välillä (SANDVIK 1965, RUSTEN 1967). Kuten kuvasta 1 näkyy, pysyi lämpötila melko hyvin toivotuissa rajoissa. Viikottaiset vaihtelut olivat pienet alkuajan lyhytaikaisia termostaattien toimintahäiriöitä lukuun ottamatta. Taimilaatikoissa lämpötila oli keskimäärin ilman lämpötilaa korkeampi ja tasaisempi. Näitä viimeksi mainittuja mittauksia ei kuitenkaan tehty jatkuvasti koko varastointiaikaa.

Ilman suhteellinen kosteus pyrittiin pitämään mahdollisimman korkeana. Kuvasta 1 ilmenee, että se alkuajan toimintahäiriöitä lukuunottamatta on pysynyt tasaisesti 95 %:n tuntumassa. Korkea kosteus saatiin aikaan kastelemalla kellarialueen varastointia. Varastoinnin kestäessä seiniin ja kattoon kondensoitui vesihöyryä, joka jäättyi kun lämpötila laskettiin pakkasen puolelle.

Koetaimista mitattiin syksyllä ja keväällä vesipitoisuus 10 taimen eristä. Tulokset ilmenevät taulukosta 1. Esitetyt luvut ovat prosentteja taimien tuorepainosta. Taimet on punnittu tuoreina, kuivattu noin 80° C pari vuorokautta ja punnittu uudelleen.

Luvut osoittavat, että taimien vesipitoisuus ei varastoinnin aikana merkitsevästi ole muuttunut. Aineiston pienuuden takia luvut ovat vain suuntaa antavia. Suurimmat vesipitoisuudet tavattiin nopeasti kasvaneilla muovihuonetaimilla ja pienimmät vankoilla koulituilla taimilla. Ylimalkaisena ohjeena RUSTEN (1967) esittää, että yli 50 %:n vesipitoisuus on osoitus hyvästä vesitaloudellisesta tilasta. Tämän perusteella mikään käsittely ei selvästi kärsinyt vesivajauksesta.

Varastoiduissa koetaiminipuissa esiintyi suojauksesta huolimatta paikoin melko runsaasti homeita. Sienien esiintymiseen vaikutti todennäköisesti alkuajan korkea lämpötila. Sieniä ei onnistuttu tunnistamaan tehtyjen preparaattien ja mikroskooppivalokuvausten perusteella. On kuitenkin osoitettu, että *Fusarium*- ja *Botrytis*-sukujen lajit ovat yleisimpiä manttelijäähdytteisissä kylmäkellareissa (DE HAAS ja WENNEMUTH 1962).



Kuva 1. Lämpötila (°C) kylmävarastossa (yhtenäinen viiva) ja taimilaatikoissa (katkoviiva) sekä ilman suhteellinen kosteus (R.H. %) keskimäärin viikottain varastoinnin aikana. Pystyjanat kuvaavat viikottaista vaihteluväliä.

Figure 1. Temperature (°C) in the cold-storage cellar (solid line) and in the plant-boxes (dashed line) and the relative humidity (R.H. %) of the air on a week average during the cold-storage. The vertical lines show the week range.

Taulukko 1. Kylmävarastoinnin alussa ja lopussa otettujen taiminäytteiden vesipitoisuus (prosenttia tuorepainosta).

Table 1. Water content (per cent of fresh weight) of plant samples taken before and after cold storage.

Pakkaustapa Packing method	Taimilaji — Type of plant		
	1 + 0	2 + 0	2 + 1
	Vesipitoisuus syksyllä, % Water content in fall, %		
Ennen kylmävarastointia — Before cold-storage . .	68.1	63.3	53.4
	Vesipitoisuus keväällä, % Water content in spring, %		
1 Varastoimaton kontrolli — Unstored control	69.3	61.9	47.8
2 Avoin puulaatikko — Open wooden box . . . Puulaatikko + muovi — Wooden box + 3 plastic . . . . .	71.6	62.3	50.1
4 Puulaatikko + turve — Wooden box + peat Muovitettu paperisäkki — Plastic-laminated 5 paperbag . . . . .	74.6	58.3	53.7
	73.3	52.3	65.6
	74.6	63.2	49.4

- 1 + 0 Yksivuotinen koulimaton muovihuonetaimi  
One-year-old seedling grown in plastic greenhouse
- 2 + 0 Kaksivuotinen koulimaton avomaataimi  
Two-year-old open grown seedling
- 2 + 1 Kolmivuotinen koulittu avomaataimi  
Three-year-old open grown transplant

### 23. KOKEIDEN TARKASTUKSET JA TULOSTEN LASKENTA

Taimitarha-kokeet tarkastettiin ensimmäisen ja istutuskokeet ensimmäisen ja toisen kasvukauden lopussa. Vuonna 1967 inventoitiin kaikki kokeet 14. 8—18. 8. välisenä aikana ja seuraavana vuonna istutuskokeet 19. 8.—22. 8. välisenä aikana. Tarkastustyön suoritti viisihenkinen työryhmä.

Mahdollisimman selvän kuvan saamiseksi talvivarastoinnin vaikutuksesta koetaimien elinvoimaan ja kasvuun selvitettiin taimista useita tunnuksia. Kasvua kuvaavana parametrina mitattiin kustakin elävänä löydetystä taimesta vuosikasvaimen pituus millimetreissä sekä vuonna 1967 myös taimen koko pituus. Neulaston laadun kuvaamiseksi mitattiin vuosikasvaimen keskeltä yhden sattumanvaraisesti valitun neulasen pituus millimetreissä. Nämä parametrit valittiin helpon mitattavuutensa takia sekä koska niiden on todettu melko hyvin kuvaavan taimien kehitystä ja elinkelpoisuutta (Räsänen 1966, YLI-VAKKURI ym. 1968).



Taimikuolleisuutta ja taimien elinvoimaisuutta tutkittiin luokittelemalla koetaimet seuraaviin kuntoluokkiin:

0. Kuollut taimi; kuivunut ja väriltään ruskea.
1. Heikko taimi; yli puolet neulasista kuivunut ja taimi pahasti vaurioitunut, elossa pysyminen kyseenalaista.
2. Keskinkertainen taimi; neulaset vihreät, ranganvaihdos tai lievä vaurioituminen, kehityskelpoinen.
3. Hyvä ja rehevä taimi.

Tarkastuksissa ei kaikkia taimia maastosta löydetty. Koulimattomia taimia puuttui huomattavasti enemmän kuin koulittuja. Puuttuvien taimien vaikutuksen huomioon ottaminen tulosten laskennassa hankaloitti huomattavasti laskutoimituksia. Kuolleilla ja puuttuvilla taimilla suoritettujen rinnakaistestien perusteella osoittautui, että puuttuvat taimet eivät vaikuttaneet tuloksiin niiden tulkintaa vaikeuttavalla tavalla (LÅNGSTRÖM 1969a). Tässä työssä ne on sisällytetty kuolleisiin taimiin.

Inventoinneissa tutkittiin eri tuhojen esiintymistä koetaimissa. Tukkimiehentäin tuhojen ankaruutta mitattiin arvioimalla tuhotun kuoripinnan laa-

Taulukko 2. Koetaimien keskimääräiset kuntoluokat taimitarha- (koe 1 ja 2) ja istutuskokeissa (koe 3 ja 4). Lisäselityksiä taulukossa 1.

Table 2. Average vigor classes of the plants in the nursery (experiment 1 and 2) and at forest site (experiment 3 and 4). For further explanations, see table 1.

Vuosi Year	Pakkaus- tapa Packing method	Koe — Experiment						
		1	2		3		4	
		1 + 0	2 + 0	2 + 1	2 + 0	2 + 1	2 + 0	2 + 1
1967	1	2.74	2.69	2.71	1.89	2.63	2.07	2.51
	2	2.64	2.45	2.60	2.00	2.69	2.19	2.63
	3	2.48	2.41	2.74	1.83	2.52	2.03	2.59
	4	2.50	2.57	2.82	1.71	2.44		
	5	2.71	2.57	2.66	2.11	2.60		
	$\bar{x}$	2.61	2.54	2.71	1.91	2.58	2.10	2.58
$X^2$	3.04	2.86	1.52	7.41	2.22	0.91	0.37	
1968	1				2.05	2.53	1.91	2.39
	2				2.14	2.59	1.95	2.55
	3				1.92	2.51	1.99	2.48
	4				2.15	2.25		
	5				1.95	2.50		
	$\bar{x}$				2.04	2.48	1.95	2.47
$X^2$				3.26	4.27	0.23	0.76	

$\bar{x}$  = Keskiarvo — Mean

$X^2$  = Laskettu arvo  $\chi^2$ -testauksissa — Calculated value for  $\chi^2$ -tests

jimman, puuhun ulottuvan kohdan prosentuaalinen osuus taimen rungon vastavasta ympärysmittasta. Samantapaista menetelmää on HAUGE (1967) käyttänyt.

Koetulosten analysoinnissa on mitatut tunnuksat testattu varianssianalyysillä pakkaustapojen välisten erojen selvittämiseksi (JEFFERS 1960). Laskentayksikkönä on käytetty koeyksikön eli rivin elävien taimien keskiarvoa. Keskiarvoja verrattiin toisiinsa TUKEYN vertailumenetelmällä (MATTILA 1965). Tästä »honestly significant difference»-arvosta käytetään tässä työssä, kuten YLI-VAKKURIN ym. (1968) tutkimuksessa, merkintää HSD. Taimilajien ja kokeiden väliset erot testattiin t-testillä (MATTILA 1963, MÄKINEN 1968). Taimien kuntoluokkakautumaa, kuolleisuutta sekä tukkimiehentäin tuhojen esiintymistä testattiin  $\chi^2$ -testiä käyttäen (esim. JEFFERS 1960). Näissä testeissä oli koeyksikkönä yksittäinen taimi. Testitulosten merkitsevyyden osoittamiseksi käytettiin seuraavia yleisesti käytettyjä merkintöjä merkitseville eroille eri riskitasoilla.

- \* mahdollisesti merkitsevä ero (5 %:n riskillä)
- \*\* merkitsevä ero (1 %:n » )
- \*\*\* erittäin merkitsevä ero (0.1 %:n » )

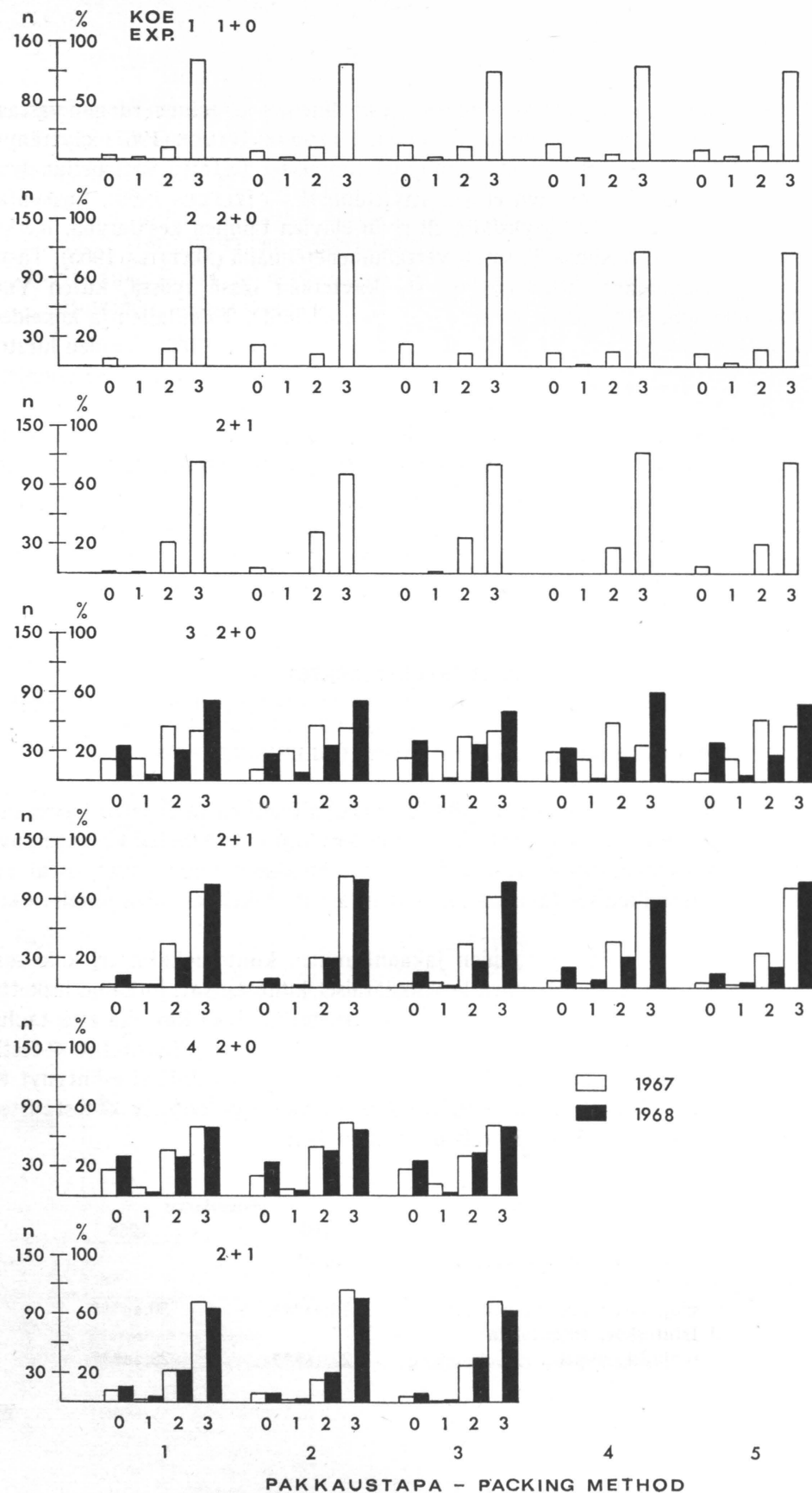
### 3. TUTKIMUSTULOKSET

#### 31. KUNTOLUOKKAJAKAUTUMA JA TAIMIKUOLLEISUUS

Kuntoluokituksen on sen subjektiivisuudesta huolimatta todettu hyvin kuvaavan taimien elinvoimaisuutta ja korreloivan kiinteästi eräiden kasvutunnusten kanssa (YLI-VAKKURI ym. 1968). Kuntoluokkaan vaikuttavat useat eri tekijät, joten se ilmaisee tavallaan kaikkien tarkastelukriteerioiden yhteisvaikutusta.

Kuvassa 2 on esitetty taimien jakaantuminen kuntoluokkiin eri kokeissa. Taulukosta 2 ilmenee koetaimien keskimääräiset kuntoluokat, jotka on laskettu kaikkien taimien kuntoluokkien summien perusteella. Sekä kuvasta että taulukosta ilmenee, että pakkaustapojen väliset erot ovat pienet. Suoritettavat  $\chi^2$ -testit varmistavat edellä esitetyt tulokset, koska käsittelyiden välillä ei esiintynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. Seuraavassa asetelmassa on esitetty  $\chi^2$ -testausten tulokset taimilajien välisistä eroista eri kokeissa:

Koe	$\chi^2$ -testiarvo	
	1967	1968
2 Taimitarhakoe .....	3.96*	
3 Istutuskoe, suojaamattomat taimet ..	74.94***	30.96***
4 Istutuskoe, Intaktolilla suojatut taimet .....	22.18***	28.20***



Taimilajeista 2+1 -taimet ovat kaikissa olosuhteissa osoittautuneet muita paremmiksi. Ero on istutuskokeissa erittäin selvä. Taimitarhan suotuisissa olosuhteissa ovat myös muut taimilajit kehittyneet hyvin. Muovihuone- ja avomaataimien välillä ei ollut merkitsevää eroa ( $X^2 = 0.35$ ). Istutuskokeiden välillä ei myöskään ollut merkitsevää eroa kumpanakaan inventointivuotena ( $X^2_{1967} = 1.10$ ;  $X^2_{1968} = 1.24$ ). Sen sijaan taimitarha- ja istutuskokeiden (2. ja 3. koe) välillä ero oli erittäin merkitsevää ( $X^2 = 44.98^{***}$ ). Kummassakaan istutuskokeessa ei inventointivuosien välillä tapahtunut merkittäviä muutoksia keskimääräiseen kuntoluokkaan nähden (koe 3:  $X^2 = 0.10$ ; koe 4:  $X^2 = 3.00$ ), vaikka 2 + 0 -taimilajin kohdalla varsinkin kolmannessa kokeessa (käsittelemättömät taimet) selvästi näkyy, miten huonot taimet joko ovat kuolleet tai rehevöityneet.

Kuntoluokituksen pysyvyyttä tutkittiin siten, että eri henkilöt luokittelivat toisistaan riippumattomina saman lohkon. Nämä luokitustulokset testattiin  $\chi^2$ -testillä, mikä osoitti, että luokittelijoiden välillä ei ollut eroja ( $X^2 = 0.05$ ).

Kuntoluokituksen yhteydessä erotettiin kuolleet taimet omaan luokkaansa (kuva 2). Tähän luokkaan liitettiin myös edellämainitut puuttuvat taimet. Taulukossa 3 on esitetty kuolleiden taimien lukumäärät, kuolleisuusprosentit sekä käsittelyitä koskevien  $\chi^2$ -testien tulokset. Taimitarhakokeissa kuolleisuus vaihteli 0–16 %:n välillä olleen keskimäärin 7.6 %. Istutuskokeissa vastaavat luvut ensimmäisenä inventointivuotena olivat 1.3–19.3 ja 9.2 % sekä toisena 6.7–26.7 ja 16.2 %.

Pakkaustapojen välillä esiintyi taimitarhan koulintakokeissa merkitseviä eroja kaikissa taimilajeissa. Myös istutuskokeiden suojaamattomissa 2 + 0 -taimissa ero oli merkitsevää. Koska nämä erot kuitenkin jakautuvat satunnaisesti eri pakkaustavoille, ei mitään varastointimenetelmää näiden perusteella voida pitää muita parempana tai huonompana. Vuonna 1968 ei käsittelyiden välillä ilmennyt merkitseviä eroja lainkaan, vaikka kuolleisuus selvästi oli lisääntynyt molemmissa istutuskokeissa. Lisäys oli kolmannessa kokeessa (ilman insektisidikäsitteilyä) erittäin merkitsevää ( $X^2 = 43.03^{***}$ ) ja neljännessä (suojatut taimet) merkitsevää ( $X^2 = 7.48^{**}$ ). 2 + 0 -taimien kuolleisuus oli lisääntynyt selvästi enemmän kuin koulittujen taimien, joiden kuolleisuussadannes varsinkin neljännessä kokeessa pysyi hyvin alhaisena.

Kuva 2. Koetaimien jakaantuminen kuntoluokkiin taimitarhakokeissa (koe 1 ja 2) sekä istutuskokeissa (koe 3 = ei käsitelty ja 4 = käsitelty Intaktolilla). Kuntoluokka 0 = kuollut, 1 = heikko, 2 = keskinkertainen ja 3 = rehevä taimi. Lisäselvityksiä taulukossa 1. Figure 2. Distribution of the experimental plants in vigor classes, in the nursery (experiment 1 and 2) and at the planting site (experiment 3 = no insecticide-treatment and 4 = Intaktol-treatment). Vigor class 0 = dead, 1 = weak, 2 = normal and 3 = fastgrowing plant. For further explanations, see table 1.

Taulukko 3. Taimikuolleisuus eri kokeissa. Lisäselityksiä taulukoissa 1 ja 2.  
Table 3. Plant mortality in the experiments. For further explanations, see table 1 and 2.

Vuosi Year	Pakkaus- tapa Packing method	Koe — Experiment											
		1		2		3		4					
		1 + 0	2 + 0	2 + 1	2 + 0	2 + 1	2 + 0	2 + 1					
1967	1	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
	2	6	3.8	9	6.0	3	2.0	22	14.7	2	1.3	26	17.3
	3	12	7.5	23	15.3	6	4.0	12	8.0	5	3.3	20	13.3
	4	20	12.5	24	16.0	0	0.0	23	15.3	5	3.3	27	18.0
	5	22	13.8	15	10.0	0	0.0	29	19.3	8	5.3	7	4.7
1968	1	14	8.8	13	8.7	7	4.7	8	5.3	5	3.3	73	46.2
	2	74	46.2	84	52.4	16	9.9	94	57.5	25	15.6	109	66.8
	3	11.11*	9.3	10.02*	11.2	13.37**	2.1	15.65**	12.5	3.60	1.17	1.30	6.4
	4												
	5												
	Σ	172	22.9	172	22.9	72	9.6	172	22.9	5.77	36	24.2	
	X̄	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77
	X <sup>2</sup>	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77	3.62	5.77

\* = Mahdollisesti merkitsevä ero (riskitaso 5%) — Significance level of 5%

\*\* = Merkitsevä ero (riskitaso 1%) — Significance level of 1%

\*\*\* = Erittäin merkitsevä ero (riskitaso 0.1%) — Significance level of 0.1%

Taimilajien väliset kuolleisuuserot eri kokeissa ilmenevät seuraavasta asetelmasta:

Koe	X <sup>2</sup> -testiarvo	
	1967	1968
2 Taimitarhakoe .....	46.24***	
3 Istutuskoe, käsittelmättömät taimet .....	40.00***	40.98***
4 Istutuskoe, Intaktol-käsittely .....	19.98***	36.74***

Koulittujen ja koulimattomien taimilajien välillä oli erittäin merkitseviä eroja kaikissa kokeissa. Ero säilyi yhtä selvänä vielä toisena kasvukautena. Koulimattomien taimilajien välillä ei ilmennyt eroja ( $X^2 = 1.43$ ).

Taimikuolleisuudessa esiintyi eroja istutuskokeiden välillä ( $X^2_{1967} = 6.36^*$ ;  $X^2_{1968} = 0.28$ ). Suojattuja taimia oli vuonna 1967 kuollut merkitsevästi enemmän kuin suojaamattomia. Toisen kesän jälkeen kuolleisuuserot olivat tasoittuneet. Istutuskokeiden taimikuolleisuus ei merkitsevästi poikennut taimitarhakokeiden kuolleisuudesta, vaikka poikkeama keskimääräisessä kuntoluokassa oli erittäin merkitsevä. Tämä johtuu 2 + 0 -taimista, joiden keskimääräinen kuntoluokka maastossa jäi huomattavasti alle taimitarhan arvon, kuolleisuuserojen ollessa pieniä.

Kuntoluokkakajakautuman ja taimikuolleisuuden perusteella voidaan päätellä, että kylmävarastoidut taimet ovat tasavertaisia avomaalla talvehtineiden kontrollitaimien kanssa. Pakkaustapojen välillä ei ilmennyt selviä eroja, vaan kaikki olivat antaneet yhtä hyviä tuloksia. Taimilajeista koulitut taimet olivat selvästi koulimattomia taimia parempia.

### 32. KASVU JA UUDET NEULASET

Koetaimien kasvun selvittämiseksi mitattiin inventointivuosina elävien taimien vuosikasvainten pituudet millimetreissä. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 4. Pakkaustapojen vaikutus taimien kasvuun testattiin varianssianalyysillä ja taimilajien sekä kokeiden väliset erot t-testillä. Käsittelyiden välisten erojen selvittämiseksi laskettiin myös HSD-arvo. Tämä sekä F-testiarvo ilmenee taulukosta 4.

Kasvutulosten tarkastelu osoittaa, että käsittelyiden välillä ei kasvun perusteella esiintynyt merkitseviä eroja. Taimitarhan koulituissa taimissa saattaa HSD-arvon mukaan puulaatikko + turve- ja paperisäkkikäsittelyn välillä olla merkitsevä ero. Suoritetut t-testit vahvistavat kuntoluokituksen ja taimikuolleisuuden tuloksia taimilajien välisten erojen osalta. Testiarvot ilmenevät seuraavasta asetelmasta:



Koe	t-testiarvo	
	1967	1968
2 Taimitarhakoe .....	16.83***	
3 Istutuskoe, ei käsitelty ..	18.86***	5.13***
4 Istutuskoe, Intaktol-käsittely .....	12.55***	3.05**

Koulitut taimet olivat kaikissa olosuhteissa kasvaneet muita paremmin. Muovihuonetaimet olivat kasvaneet koulimattomia avomaataimia paremmin ( $t = 5.43^{***}$ ). Vuonna 1968 olivat 2+0- ja 2+1 -taimien väliset erot pienentyneet, vaikka ne edelleen olivat merkitseviä. Istutuskokeiden koulittujen taimien välillä oli vuonna 1968 mahdollisesti merkitsevä ero ( $t = 2.46^*$ ). Suojatut taimet olivat kasvaneet muita heikommin. Taimitarha- ja metsäkokeiden välillä oli vuonna 1967 erittäin merkitseviä eroja sekä 2+0- että 2+1 -taimien kohdalla ( $t = 6.49^{***}$ ;  $t = 5.93^{***}$ ).

Taimien neulasten kehityksen kuvaamiseksi mitattiin koetaimista uuden kasvaimen keskeltä yhden sattumanvaraisesti valitun neulasten pituus milli-

Taulukko 4. Elävien taimien pituuskasvu (mm) eri kokeissa. Lisäselityksiä taulukoissa 1 ja 2.  
Table 4. Leader length (mm) of living experimental plants. For further explanations, see table 1 and 2.

Vuosi Year	Pakkaus- tapa Packing method	Koe — Experiment							
		1		2		3		4	
		1 + 0	2 + 0	2 + 1	2 + 0	2 + 1	2 + 0	2 + 1	
1967	1	45.1	35.9	62.2	28.7	56.1	28.2	51.2	
	2	44.4	38.4	66.0	31.6	58.7	27.9	52.8	
	3	42.8	36.1	68.8	27.4	53.1	24.6	49.4	
	4	45.9	36.1	72.6	25.2	49.6			
	5	42.5	33.4	59.4	24.7	55.8			
	$\bar{x}$	44.1	36.0	65.8	27.5	54.7	26.9	51.1	
F	0.84	0.66	2.52	2.08	1.76	0.81	0.44		
HSD	10.5	8.8	13.2	7.8	10.3	7.3	8.8		
1968	1				56.8	69.2	53.8	62.9	
	2				61.8	80.4	52.8	69.1	
	3				49.9	73.2	52.6	67.4	
	4				61.1	69.3			
	5				54.8	82.9			
	$\bar{x}$				56.9	75.0	53.1	66.5	
F				6.00	1.76	0.01	1.46		
HSD				25.1	19.1	20.9	16.4		

F = laskettu F-testiarvo — Calculated F-testvalue

HSD = TUKEYN testiarvo »honestly significant difference» (5 % riskitaso) — TUKEY'S testvalue »honestly significant difference» (5 % level of significance)

metreissä. Tulokset käsiteltiin samalla tavalla kuin kasvutulokset. Koska tulokset eivät olennaisesti poikenneet kasvutuloksista, ei ole aiheellista pohtia niitä tarkemmin. Todettakoon, että neulaset olivat taimitarhassa pitempiä kuin istutuskokeissa sekä, että koulituilla taimilla oli pisimmät ja 2 + 0 -taimilla lyhyimmät neulaset. Taimilajien väliset erot pienenevät toisena kasvukautena merkityktömmiksi. Taimien kehityksessä olivat ympäristötekijät vaikuttaneet sekä kasvuun että uusien neulasten pituuteen enemmän kuin käsittelyt, koska lohkovarianssit olivat yleensä käsittelyvariansseja suurempia.

### 33. TUKKIMIEHENTÄIN AIHEUTTAMAT TUHOT

Tukkimiehentäin (*Hylobius abietis* L.) tuhojen merkityksen selvittämiseksi tutkittiin istutuskokeissa kaikista taimista puremavioitusten runsautta. Eri *Hylobius*-lajeja ei ollut mahdollista erottaa toisistaan puremajälkien perusteella, joten kaikkia näitä tuhoja on katsottu tukkimiehentäin aiheuttamiksi.

Taulukossa 5 on esitetty tukkimiehentäin tuhot istutuskokeissa. Vioittuneiden taimien lukumäärien ja prosenttien lisäksi on laskettu keskimääräinen tuhoprocentti, joka on laskettu laajimman tuhokohdan prosentuaalisena osuutena rungon vastaavasta ympärysmittasta. Kuvassa 3 on esitetty voittuneiden taimien lukumäärät sekä kuolleettavasti voitettut taimet. Tuhot testattiin  $\chi^2$ -testillä ja tulokset on käsittelyiden osalta esitetty taulukossa 5.

Pakkaustapojen välillä esiintyi eroja vain 4. kokeessa (suojatut taimet), jossa 2 + 0 -taimien kontrollikäsittely jostakin syystä vuonna 1968 on joutunut tuhojen kohteeksi. Taimilajien väliset erot olivat - kuten oheisesta asetelmasta ilmenee - erittäin merkitseviä molemmissa kokeissa.

Koe	$\chi^2$ -testiarvo	
	1967	1968
3 Istutuskoe, ei käsitelty . . .	52.52***	51.42***
4 Istutuskoe, Intaktol-käsittely .....	25.76***	24.24***

Kookkaampia 2 + 1 -taimia oli voitettu paljon runsaammin, mutta voituis yksittäisessä taimessa oli lievempää kuin 2 + 0 -taimissa. Tukkimiehentäin tappamien taimien lukumäärä oli suunnilleen sama molemmissa taimilajeissa.

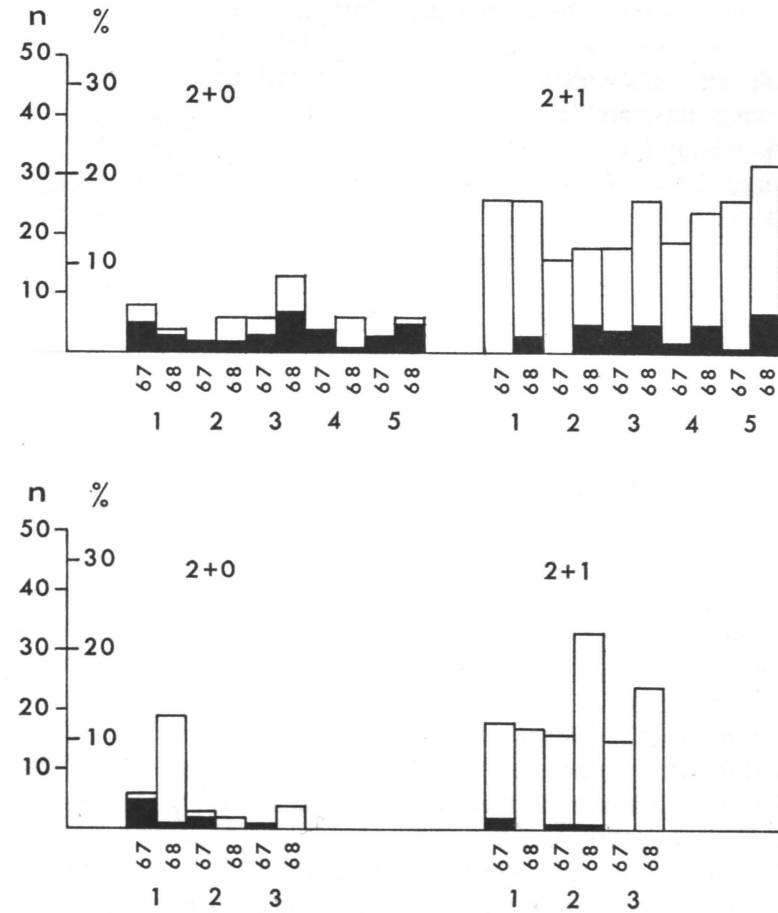
Kokeiden välillä ei esiintynyt merkitseviä eroja voitettujen taimien kokonaismäärissä ( $X^2_{1967} = 2.14$ ;  $X^2_{1968} = 0.18$ ), mutta tukkimiehentäin tappamien taimien määrä oli 4. kokeessa selvästi pienempi, mikä ainakin osittain johtui taimien suojaamisesta insektisidillä. Taimien suojaamisen vaikutus näkyi myös voitusten voimakkuudessa, koska tuhoprocentti oli suojatuilla taimilla aina pienempi.

Vuonna 1968 tuhot lisääntyivät molemmissa kokeissa. Ero oli merkitsevä

Taulukko 5. Tukkimiehentäin (*Hylobius abietis* L.) istutuskokeissa voittamien taimien määrä. Tuhon voimakkuus (t-%) on laskettu laajimman tuhokohdan prosentuaalisena osuutena rungon vastaavasta ympärysmittasta. Koe 3 = käsittelemättömät taimet; koe 4 = Intaktol-käsitteily ennen istutusta. Lisäselityksiä taulukossa 1.

Table 5. The number of plants attacked by the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.) in the planting experiments. The degree of damage (t-%) is calculated as, the injured area of the corresponding stem circumference, expressed in percent. Experiment 3 = untreated plants; experiment 4 = Intaktol-treatment before planting. For further explanations, see table 1.

Vuosi Year	Pakkaus- tapa Packing method	Koe 3 — Experiment 3						Koe 4 — Experiment 4					
		2 + 0			2 + 1			2 + 0			2 + 1		
		n	%	t-%	n	%	t-%	n	%	t-%	n	%	t-%
1967	1	8	5.3	84.0	26	17.3	56.0	6	4.0	58.3	18	12.0	49.2
	2	2	1.3	100.0	16	10.7	58.4	3	2.0	45.0	16	10.7	53.1
	3	6	4.0	78.3	18	12.0	55.6	1	0.7	50.0	15	10.4	52.7
	4	4	2.7	100.0	19	12.7	52.1						
	5	3	2.0	100.0	26	17.3	54.6						
	Σ	23	3.1	92.5	105	14.0	55.3	10	2.2	51.1	49	11.0	51.7
	X̄	5.01			4.18			3.78			0.27		
1968	1	4	2.7	56.2	26	17.3	45.0	19	12.7	22.6	17	11.3	15.3
	2	6	4.0	62.5	18	12.0	54.7	2	1.3	30.0	33	22.0	28.5
	3	13	8.7	68.1	26	17.3	47.1	4	2.7	13.8	24	16.0	23.8
	4	6	4.0	64.2	24	16.0	39.6						
	5	6	4.0	96.7	32	21.3	47.5						
	Σ	35	4.7	69.5	126	16.8	46.8	25	5.6	22.1	74	16.4	22.5
	X̄	6.84			3.97			20.70**			5.20		



Kuva 3. Tukkimiehentäin (*Hylobius abietis* L.) voittamat taimet (valkoiset pylväät) sekä kuolleita viotetut taimet (mustat pylväät) istutuskokeissa vuosina 1967 ja 1968. Ylemmässä kuvassa käsittelemättömät taimet ja alemmassa Intaktolilla käsitellyt taimet. Lisäselityksiä taulukossa 1.

Figure 3. Plants attacked (white columns) and dead injured (black columns) by the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.) in the planting experiments in 1967 and 1968. The upper figure shows the untreated plants and the lower the plants treated with Intaktol. For further explanations, see table 1.

suoja- tai suojatuissa taimissa ( $t = 10.12^{**}$ ), mikä ainakin osittain voisi johtua käytetyn insektisidin suojavaikutuksen heikkenemisestä.

Muista koetaimissa esiintyvistä tuhoista kiinnitti eniten huomiota kirjokudospistiäisen (*Acantholyda hieroglyphica* CHR.) paikoittainen esiintyminen koetaimissa. Sitä tavattiin vuonna 1967 yhteensä 9 (0.6 %) ja 1968 vastaavasti 23 (1.5 %) taimesta. Tuhot olivat enimmäkseen lieviä. Kahdesta taimesta tavattiin pikikärsäkäsäikäisiä (*Pissodes gyllenhalii* SCHÖNH.). Näitä oli toden-

näköisesti enemmänkin, mutta niiden syöntijälkiä ei systemaattisesti kartoitettu.

Sienituhojen esiintymistä tarkkailtiin vain toisena inventointivuotena ja silloinkin vain muutamilla lohkoilla. Jos luvut yleistetään kaikkia lohkoja koskeviksi, männyn versoruoste (*Melampsora pinitorqua* (A. BR.) ROSTR.) oli vioittanut 3 % (45 kpl) taimista. Tervasaros (Cronartium asclepiadeum (WILLD.) FR.) oli tappanut 4 tainta ja lumikariste (*Phacidium infestans* KARST.) vioittanut samoin 4 tainta. Taimilajilla ja pakkaustavalla ei näyttänyt olleen merkitystä sienituhojen ja muiden tuhohyönteisten kuin tukkimiehen-täin esiintymisessä.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Kylmävarastoinnin onnistumisen edellytyksenä on, että sekä varastointi-olosuhteet että varastoitavat taimet täyttävät tietyt vaatimukset. Havupuiden taimet ovat varastointiolosuhteisiinsa nähden kaikkein vaateliampia, koska haihduttavan neulaston takia näitä uhkaa lepotilassakin kuivumisvaara. Vaikka tapahtuva haihdunta on hyvin vähäistä, saattaa pitkän varastoinnin aikana tapahtua letaalista kuivumista, mikä harvoin näkyy ennen istutusta (SANDVIK 1964).

Haihduntahäviöitä voidaan varastoinnin aikana seurata mittaamalla taimien vesipitoisuutta. RUSTENIN (1967) mukaan tämän tulisi olla yli 50 %. On myös osoitettu, että kuusen taimet kestävät noin 10–12 %:n painohäviön siitä kärsimättä (SANDVIK 1964).

Varastointiolosuhteissa hengitys kuluttaa jatkuvasti vararavinteita. Taimien hengityshäviöt näkyvät tärkkelysvarastojen pienenemisenä sekä vararavinnon koostumuksen muuttumisena (esim. LANQUIST ja DOLL 1960). Norjassa on seurattu kuusen neulasten sokeripitoisuuksien muutoksia eri varastolämpötiloissa ja saatu pienimmät respiraatiohäviöt  $-5^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa (SANDVIK 1964).

Varastointiolosuhteet on järjestettävä sellaisiksi, että taimien haihdunta- ja hengityshäviöt pysyvät minimissä. Näitä optimaalisia olosuhteita on esitetty johdannossa. Tämän lisäksi tulee taimien fysiologisen tilan olla sopuinnassa kylmävarastossa vallitsevien ulkoisten olosuhteiden kanssa.

On toistuvasti osoitettu, että taimien tulee varastointihetkellä olla lepotilassa eli kasvunsa lopettaneita, hyvin puutuneita ja karaistuneita (esim. WYCOFF 1960, ALDHOUS 1964, SANDVIK 1965, YLI-VAKKURI ym. 1968). Näissä suhteissa esiintyy vaihtelua eri puulajeilla ja proveniensseillä. Myös ilmasto ja taimien käsitteily vaikuttavat lepotilan alkamishetkeen, mikä näistä syistä on suhteellinen käsite. Kasvun päättymisen voidaan SANDVIKIN (1964) mukaan todeta sokerien akkumuloitumisena solukkoihin sekä ROBAKIN (1966) mukaan päätesilmua ympäröivien neulasten oikenemisena.

Taimien kasvainten puutuminen alkaa esim. kuusella 3–4 viikkoa pituuskasvun alkamisen jälkeen, mutta päättyy suunnilleen samanaikaisesti sen kanssa (MORK 1960). Tämä tapahtuu tavallisesti elokuun aikana. Kuitenkin on saatu varsin huonoja tuloksia syyskuussa nostetuilla taimilla (SANDVIK 1964). Tämä osoittaa, että puutuneisuus yksin ei riitä varastointikelpoisuuden kriteerioksi, vaan taimien tulee nostohetkellä olla myös riittävän karaistuneita. Karaistumisprosessin aikana mm. hengitys vähenee, ja koko tämän tapahtumasarjan lopputuloksena on taimen siirtyminen fysiologiseen lepotilaan. Tähän vaikuttavat ROBAKIN (1966) mukaan kuusella taimen sisäinen kasvurytmi, joka on fotoperiodista ja provenienssista riippuvainen, sekä loppukesän ja syksyn ilmasto-olosuhteet. Karaistumisajankohta on siis suhteellinen käsite, ja sitä on mahdoton todeta morfologisten tunnusten perusteella.

Hedelmäpuiden ym. puuvartisten puutarhakasvien talvehtimisfysiologiaa on perusteellisesti tutkittu (esim. MAC IRVING 1967), mutta metsäpuiden taimien suhteen meillä ei ole mitään menetelmää, millä taimien lepotila voitaisiin määrittää. Ainoaksi keinoksi on jäänyt taimien mahdollisimman myöhäinen nosto. SANDVIKIN (1965) ja YLI-VAKKURIN (1968) mukaan taimet voidaan vaurasta nostaa lokakuussa.

Kankaanrannan talvivarastossa tutkimustalvena vallinneista optimaalisista olosuhteista sekä taimien huolellisesta käsittelystä johtuen kaikki tutkitut menetelmät antoivat hyvän tuloksen. Taimia voidaan näin ollen menestyksellisesti säilyttää manttelihuoneissa avoimesti puulaatikoissa, kun huolehditaan siitä, että ilman suhteellinen kosteus on riittävän korkea. Mahdollisesti sattuvien koneiston toimintahäiriöiden aiheuttamien vahinkojen välttämiseksi on kuitenkin mielekästä peittää taimilaatikat muovikalvolla. Tätä menetelmää norjalaiset käyttävät (SANDVIK 1965, RUSTEN 1967). Mitä enemmän varasto-olosuhteet poikkeavat optimaalisista, sitä parempia pakkaumismenetelmiä on käytettävä. Juurien suojaaminen kostealla turpeella tai muovilla on kuitenkin aina suositeltava toimenpide, koska juurten on todettu kuivuvan versoa nopeammin (TARRANT 1964).

Käytetyistä taimilajeista 2 + 1 -taimet olivat sekä taimitarhassa että istutuskokeissa koulimattomia parempia. Taimitarhassa muovihuonetaimet olivat kasvaneet 2 + 0 -taimia paremmin, vaikka kuntoluokkakautumassa ja kuolleisuudessa ei näiden taimilajien välillä ollut eroja. Taimilajien väliset erot johtunevat kuitenkin enemmän erilaisista kasvatusmenetelmistä kuin talvivarastoinnin vaikutuksesta. HOPKINS (BJÖRKMAN 1956) sekä WILLIAMS ja RAMBO (1967) ovat verranneet koulittuja taimia koulimattomiin ja todenneet edellisten kestäneen kylmävarastointia paremmin. Samaan tulokseen on MULLIN (1966) päätyneet. SANDVIK (1965) osoitti, että koulittujen männyntaimien nopeampi alkukehitys jatkui ainakin kymmenen vuotta istutuksen jälkeen, ja että ero koulimattomiin jatkuvasti kasvoi. HEDEMAN-GADE (1968) on seurannut 2 + 0 - ja 1 + 1 -männyntaimien kehitystä ja todennut edellisten taimien kasvaneen selvästi jälkimmäisiä heikommin vielä kuusi vuotta istutuksen jäl-



keen. Tässä tutkimuksessa on taimilajien välinen ero toisena kasvukautena piennentynyt, mutta taimien tulevaa kehitystä ei vielä tämän perusteella voida arvioida.

Tuhojen esiintymisessä ei ilmennyt kylmävarastoinnin kannalta merkittäviä seikkoja, koska käsittelyiden välillä ei esiintynyt eroja tukkimiehentäin eikä muiden tuhojen suhteen. Tukkimiehentäin tuhot olivat tutkimusalueella keskimäärin melko lievät (vrt. JUUTINEN 1962). Taimien suojaamisen vaikutus näkyi vioituksen voimakkuudessa tuhon kohteiksi joutuneiden taimien suhteellisen lukumäärän pysyessä molemmissa kokeissa samansuuruisena. On aikaisemmin todettu, että pienemmät taimet sortuvat helpommin tukkimiehentäin tuhoihin (NENONEN ja JUKOLA 1960). Myös EIDMANN (1969) on todennut, että isommat taimet ovat halutumpia mutta kestävämpiä kuin pienemmät.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat aikaisempia kokemuksia, joiden mukaan männyn taimia menestyksellisesti voidaan varastoida kylmäkellareissa yli talven. Kokeilluista varastointimenetelmistä kaikki osoittautuivat käyttökelpoisiksi. Varastointitekniikka on näin ollen hallittavissa, mutta puiden taimien talvehtimisfysiologiassa on kuitenkin paljon tuntematonta, johon tutkimustyö on kohdistettava, mikäli kylmävarastointimenetelmä aiotaan saattaa biologisesti kestäväälle pohjalle.

#### KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALDHOUS, J. R. 1964. Cold-storage of forest nursery plants. An account of experiments and trials; 1958—63. *Forestry* 37, 1.  
— 1967. Cold storage of seedlings. Nursery investigations. Forestry Commission. Report on forest research for the year ended March, 1966.  
BJÖRKMAN, E. 1956. Om lagring av tall- och granplantor. Summary: On storage of pine and spruce plants. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 4, 1956.  
DEFFENBACHER, F. W. ja WRIGHT, E. 1954. Refrigerated storage of conifer seedlings in the Pacific Northwest. *Journal of Forestry* 52, 12.  
DE HAAS, P. G. ja WENNEMUTH, G. 1962. Kühllagerung von Baumschulgehölzen. *Gartenbauwissenschaften (München)* 27, 2—3.  
EIDMANN, H. H. 1969. Rüsselkäferschäden an verschiedenen Nahrungspflanzen. *Anzeiger für Schädlingskunde* 42, 2.  
HAUGE, T. 1967. Sprøyting av skogplanter i planteskolen til beskyttelse mot gnag av gråsnutebillen. *Årsskrift for Norske skogsplanteskoler* 1966.  
HEDEMAN-GADE, E. 1968. Ett jämförande försök mellan 2/0- och 2/1-tallplantor. *Skogsbruket* 38, 4.  
JEFFERS, J. N. R. 1960. Experimental design and analysis in forest research. Stockholm.  
JUUTINEN, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. *Comm. Inst. For. Fenn.* 54.5  
LANQUIST, K. B. ja DOLL, H. J. 1960. Effect of polyethylene and regular packing methods on Ponderosa pine and Douglasfir seedlings stored over winter. *Tree Planters' Notes* 42.  
LÄNGSTRÖM, B. 1968 a. Vinterlagring av tallplantor i kylrum. Konekirjoite.  
— 1968 b. Koetuloksia männyntaimien kylmävarastoinnista. *Metsälehti* 40.

- LÄNGSTRÖM B, 1969 a. Männyntaimien talvivarastoinnista kylmävarastossa ja sen vaikutuksesta taimien elinkelpoisuuteen. Konekirjoite.  
— 1969 b. Kyllagring av plantor. *Skogsbruket* 39, 11.  
MAC IRVING, R. 1967. Physiological relationships of dormancy and cold hardiness in woody plants. *Ann., Arbor, Michigan USA.*  
MATTILA, S. 1963. *Tilastotiede I. Moniste.* Helsinki.  
— 1965. *Tilastotiede II. Moniste.* Helsinki.  
MORK, E. 1960. Om sambandet mellom temperatur, toppskuddtilvekst og årringens vekst og vorvedning hos gran (*Picea abies* (L) Karst.). *Medd. fra det norske skogforsøksvesen* 56.  
MULLIN, R. E. 1966. Overwinter storage of baled nursery stock in northern Ontario. *The Commonwealth Forestry Review* 45(3): 125  
MÄKINEN, Y. 1968. *Tilastotiedettä biologeille. Kurssimoniste.* Turun yliopiston kasvitieteen laitos.  
NENONEN, M., JUKOLA, J. 1960. Tukkimiehen täin (*Hylobius abietis* L.) tuhoista männyntaimistoissa ja niiden torjunnasta DDT:n avulla. Summary: Pine weevil (*Hylobius abietis* L.) injuries and their control by DDT in Scotch pine seedling stands. *Silva Fennica* 104.2.  
NOVOTNY, V. 1967. Skladování a Expedice Douglasky v Polyetylénových Sáčcích. Summary: Storage and forwarding of Douglas-fir plants in the polyethylene bags. *Lesnický Časopis* 13(XL),5.  
OSTERMANN, M. 1961. Verlängerung der Wachstumsruhe bei Baumschulpflanzen durch Unterkühlung. *Allgemeine Forstzeitschrift* 16,9.  
— 1964. Weitere Erfahrungen mit der Triebverzögerung bei Baumschulpflanzen durch Tiefkühlung. *Der Forst- und Holzwirt* 19,18.  
PAMAY, B. 1966. Repikajlik Sariçam ve Kavaçam Fidanlarinin Plastik (Politen) Torbalarda Saklanması imkânları Üzerine Denemeler. Zusammenfassung: Aufbewahrungsversuche mit Kiefern- und Schwarzkiefern sämlinge in den Tüten aus Polyethilen. *Istanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A* 16,1.  
ROBAK, H. 1966. Litt om klima, vekstavslutning og vintermodning hos gran m.m. *Norsk skogbruk* 12,6.  
RUSTEN, A. 1967. Kjølslagring og emballering. *Årsskrift for Norske Skogsplanteskoler* 1966.  
RÄSÄNEN, P. K. 1966. Metsänviljelyä varten kasvatettujen havupuiden taimien arvostelu- perusteista ja luokitusmenetelmistä. *Metsätal. aikakausi.* 83,4.  
— 1968. Muovipussit taimien pakkauksessa. *Metsälehti* 18.  
SANDVIK, M. 1959. Vinterlagring av tallplanter i skur og på kjølelager. *Norsk skogbruk* 5,8.  
— 1963. Bygging av kjølelager for skogsplanter. *Årsskrift for Norske Skogsplanteskoler* 1962.  
— 1964. Refrigerated storage of coniferous plants during winter. The first session of the joint working party on the techniques of forestry extension and restoration. *Moniste.*  
— 1965. Fra panteseng til plantegrop. *Svenska Skogsvårdsförningens Tidskrift* 3.  
SCHMIDT-VOGT, H. 1964. Erste Erfahrungen mit der Triebverzögerung durch Kühlhauslagerung. *Der Forst- und Holzwirt* 19,5.  
STEFANSSON, E. 1965. Nytt sätt att förvara plantor. *Skogsbruket* 35,3.  
— 1966. Lagring av plantor. Skogsodling och skogsodlingsmekanisering i Norrland.  
TARRANT, R.F. 1964. Top and root moisture content of stored Douglas-fir planting stock. U.S. Forest Service Research Paper PNW-13.  
WILLIAMS, R. D. ja RAMBO, R. 1967. Overwinter cold storage of red and white pine transplants successful in northern Indiana. *Tree Planters' Notes* 18,2.  
VIRO, P. J. 1958. Suomen metsämaiden kivisyydestä. Summary: Stoniness of forest soil in Finland. *Comm. Inst. For. Fenn.* 49.4.  
WYCOFF, H. 1960. Refrigerated storage of nursery stock. *Tree Planters' Notes* 42.

- YLI-VAKKURI, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. Summary: Investigations into the packing and transportation of plants. Comm. Inst. For. Fenn. 49,1.
- »— 1966. Tutkimustuloksia taimien varastoinnista. Metsälehti 19.
- »— 1968. Taimien varastoinnista kylmähuoneissa yli talven. Metsätal. aikakausl. 85,10.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P. ja HILLI, A. 1968. Taimien talvivarastointi ja sen vaikutus männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Summary: Overwinter cold-storage and its effect on the field survival and growth of planted Scots pine.

#### SUMMARY:

#### THE EFFECT OF PACKING METHODS ON THE FIELD SURVIVAL AND GROWTH OF WINTER-STORED PLANTS OF SCOTS PINE.

*The aim of this study was to investigate the effect of four packing methods on the field survival and growth of seedlings and transplants of scots pine stored over the winter in a cold-storage cellar. The following sorts of plants were used: one-year-old seedlings (1+0) grown in a plastic greenhouse, two-year-old (2+0) open grown seedlings and three-year-old open grown transplants. These plants were stored in open wooden boxes, in sealed plastic bags, in boxes with wet peat on the bottom and in plastic-laminated paperbags.*

*The control plants were of the same types and were kept in a nursery over the winter. The storage was carried out in a mantle-chilled cold-storage from October 1966 to May 1967. The temperature in the cold-storage was kept around  $-2^{\circ}\text{C}$  and the relative humidity of the air over 90 %. The water content of a randomly selected plant sample was measured before and after storing and no increase in waterdeficit could be shown. Part of the experimental plants were transplanted in the nursery and the rest were planted on a clear-cut area in the forest. A number of the latter plants were treated with an insecticide (1 % -Intaktol, which contains DDT, Lindane and dieldrin) before planting. All the experiments were examined after one growing season and the planting experiments were re-examined the next fall.*

*The experiments showed that the transplants (2+1) in the nursery, as well as, in the forest had survived and grown better than the seedlings. In the nursery the 1+0 -seedlings had grown better than the 2+0 -seedlings. There was no difference in mortality between those seedlings. After the first growing season occasional significant differences between the packing methods were observed but they disappeared during the second growing season. Thus all of the packing methods proved to be as successful as the unstored control method. The planting experiments showed that the transplants were more often attacked by the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.) than the smaller seedlings. The damage, however, was considerably greater on the seedlings because of their lower resistance. No significant differences in the *Hylobius*-attack between the packing methods could be observed. The Intaktol-treated plants were as often attacked as the untreated ones but the damage was slighter on the former plants.*