

ODC  
181.525  
232.41

# FOLIA FORESTALIA 161

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1972

---

---

OLAVI HUURI

ERÄIDEN KLOORATTUJEN HIILIVETYJEN  
VAIKUTUKSESTA MÄNNYN TAIMIEN  
ALKUKEHITYKSEEN

THE EFFECT OF SOME CHLORINATED  
HYDROCARBONS ON THE INITIAL  
DEVELOPMENT OF PLANTED PINE SEEDLINGS

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41.  
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 19—55 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.  
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 56—98 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 56—133.  
 Nos. 56—98 are listed in publications 56—133 of the Folia Forestalia series.
- 1971 No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland. Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen — Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy. 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70. Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuriapuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen. Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste. Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa. The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970. Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätepuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista. On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakki: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä. On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö. Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. 9,—
- No 110 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70. Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70 5,50
- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä. On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä. Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö. Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970. Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutiomisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa. Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkipuusto v. 1969—70. Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan tärinän vaikutuksesta työntekijän käsiin. On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland. Muovit paperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo ja Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70. Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Forestry in national accounts. Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972. Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa. The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50
- No 124 Markku Simula: An econometric model of the sales of printing and writing paper. 3,—
- No 125 Risto Seppälä: Simulation of timber-harvesting systems. Puun korjuuketjujen simulointi. 4,—

Olavi Huuri

ERÄIDEN KLOORATTUJEN HIILIVETYJEN VAIKUTUKSESTA  
MÄNNYN TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

The Effect of Some Chlorinated Hydrocarbons on the Initial Development  
of Planted Pine Seedlings

ALKUSANAT

Metsänviljelytyön yhteydessä hyönteishävittenä yleisesti käytetyn DDT-LINDAANI-DIELDRIINI-emulsion vaikutuksesta männyn istutustaimiin ja erityisesti niiden juuriin suoritettiin kokeiluja Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osaston toimesta kahtena perättäisenä istutuskautena vuosina 1966 ja 1967 neljällä Hartolaan perustetulla koealalla. Kokeiltaviksi otettavista käsittelytavoista neuvoteltiin työn alkuvaiheessa maisteri UKKO RUMMUKAISEN kanssa ja koealojen rakenteesta sekä mitoituksesta tilastomatematiikko, maisteri VÄINÖ LINGNELLIN kanssa. Biologian ylioppilas OLLI VIRTA on ohjeiden mukaisesti johtanut koealojen paalutuksen, järjestänyt ja valvonut istutuksen sekä suorittanut taimien suojauskäsittelyn. Kaiken istutustyön molempina vuosina ovat suorittaneet samat henkilöt, metsätyömies ESA SARIKKA kuokkamiehenä ja rouva AILI HEIKKONEN istuttajana. Metsänviljelypäällikkö MAUNO UUSITALO on toi-

mittanut taimet kokeita varten Itä-Hämeen piirimetsälautakunnan Hartolan taimitarhalta. Metsänhoidon osaston esimies professori RISTO SARVAS on valvonut työtä antaen sille suopean tukensa. Tutkimusaineiston tilastollista käsittelyä on johtanut tohtori MATTI LEIKOLA. Hän on myös seurannut käsikirjoituksen valmistumista helpottaen ja jouduttaen työtä lukuisilla arvokkailla neuvoilla. Laskennan ovat suorittaneet metsäteknikko PEKKA SUOLAHTI ja ylioppilas OLLI VIRTA. Jälkimmäisen käsialaa ovat myös tutkimuksen kaikki piirrokset. Käsikirjoituksen on kirjoittanut puhtaaksi rouva LIISA SALMI ja sen ovat tohtori LEIKOLAN ja professori SARVAKSEN lisäksi lukeneet professorit OLAVI HUIKARI ja PAAVO JUUTINEN sekä maisteri UKKO RUMMUKAINEN.

Kirjoittaja tahtoo tässä yhteydessä esittää kaikille yllämainituille auttajilleen ja työtovereilleen parhaan kiitoksensa.

Helsingissä kesäkuussa 1972

Olavi Huuri

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. JOHDANTO .....	3
11. Tutkimuksen tausta .....	3
12. Kysymyksenasettelu ja työn rajoittaminen .....	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ .....	4
21. Koealat ja käytetyt taimet .....	4
22. Suojauksäsittelyt .....	7
23. Istutus ja koealojen jälkihoito .....	8
24. Suoritetut mittaukset .....	8
25. Tulosten laskenta .....	10
3. TUTKIMUKSEN TULOKSET .....	10
31. Taimien eloonjääminen ja kunto .....	10
311. Koulitut taimet .....	10
312. Koulimattomat taimet .....	13
313. Eloonjääminen kaikki koealat ja eri suojauksäsittelyt yhdistäen .....	13
32. Taimien kokonaispituus .....	14
321. Koulitut taimet .....	14
322. Koulimattomat taimet .....	14
33. Pääverson vuotuinen pituuskasvu .....	15
34. Neulasten pituus .....	15
4. TULOSTEN TARKASTELUA .....	16
5. TIIVISTELMÄ .....	19
6. LÄHDELUETTELO .....	21
7. SUMMARY .....	22

## 1. JOHDANTO

### 11. Tutkimuksen tausta

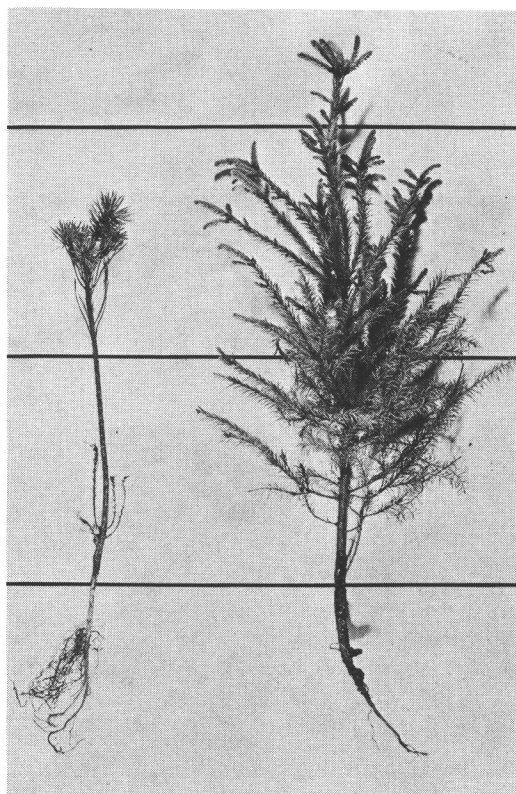
Metsäntutkimuslaitoksen toimesta 1960-luvun alkuvuosina eri puolille Suomea perustettuja männyn ja kuusen istutuskoealoja (HUURI 1972) inventoitaessa jouduttiin lukuisissa tapauksissa havaitsemaan taimissa kärsimisoireita ja kuolleisuutta, joihin ei voitu löytää selitystä tainten maanpäällisiä osia tarkastelemalla. Tällaisia tuhoja esiintyi jopa lehtipuustoihin perustetuilla kuusikoealoilla sellaisissa tapauksissa, että lähistöltä löytyi äskettäin kaadettujen havupuiden kantoja. Tavallisia olivat vauriot kuitenkin myös männyn istutustaimistoissa hakkuualoilla, joilla kantojen lisäksi maassa oli paljon hakkuutähteitä. Kärsimisoireet olivat hyvin samantapaiset kuin mitkä aiheutuivat tukkimiehentäin (*Hyllobius abietis* L.) pahanlaatuisista kalvamista. Niitä esiintyi kuitenkin myös sellaisissa istutustaimistoissa, jotka oli suojattu tukkimiehentäitä vastaan juurenniskaan saakka suoritettulla DDT-kastelulla ja joissa ei myöskään voitu havaita tukkimiehentäin purem jälkiä.

Kaivettaessa maata tällaisten taimien tyviltä tai nostettaessa niitä ylös huomattiin, että myös näissä tapauksissa taimien huonokuntoisuus tai kuolema johtui hyönteiskalvamista. Syömäkuviot sijaittivat nyt kuitenkin maanpinnan alapuolella ja jatkuivat vankimpia juurenharoja myöten syvälle maan sisään. Tuoreimmissa tapauksissa tällaisen taimen juuret saattoivat olla aivan valkeiksi kalvetut (kuva 1). Tuholaisiksi todettiin juurinilurien (*Hylastes* sp.) ryhmään kuuluvat kaarnakuoriaiset (kuva 2).

Juurinilureita ei aivan viime aikoihin saakka ole pidetty kovinkaan vaarallisina viljelytaimistojen tuholaisina (esim. SAALAS 1949). On kuitenkin mahdollista, että puutavaran nykyiset hakkuu- ja varastointimenetelmät ovat niitäkin suosineet siinä määrin, että niiden metsätaloudellinen merkitys on vaarallisessa määrin lisääntymässä samoin kuin esim. tukkimiehentäin (NENONEN ja JUKOLA 1960).

Myös on täysin mahdollista, että nilureiden elintavoista johtuen niiden aiheuttamat vahingot

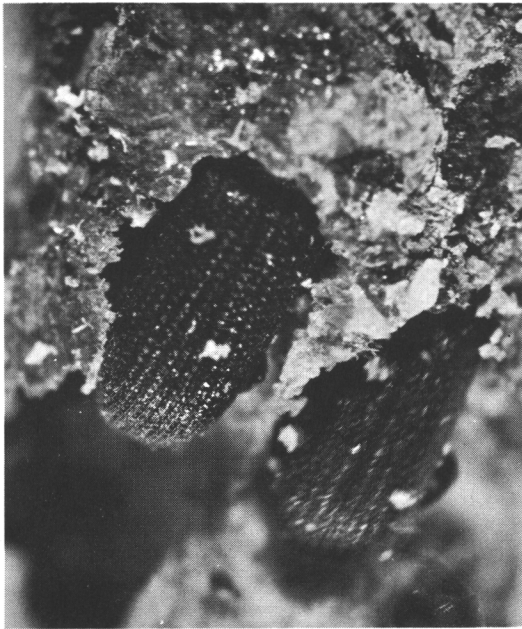
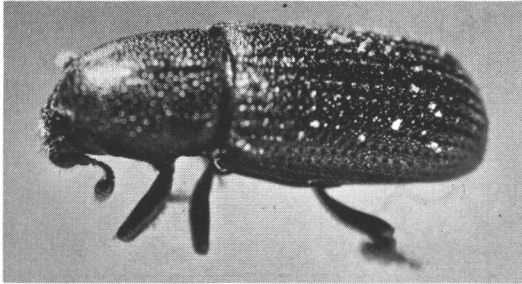
on monissa tapauksissa selitetty tukkimiehentäin aiheuttamiksi (esim. TRÄGÅRDH 1939 ja RUMMUKAINEN 1969). Kaikkialla Pohjoismaissa, Keski-Euroopassa ja Siperiassakin yleisinä esiintyvien juurinilureiden tuhot viljely-



Kuva 1. Juurinilurien (*Hylastes* sp.) kalvama männyntaimi (vasemmalla) ja kuusentaimi (oikealla) Metsäntutkimuslaitoksen istutuskoealoilta. Kymmenen senttimetrin välein pürretyistä vaakaviivoista alin kuvaa maanpinnan tasoa.

Figure 1. A pine seedling (left) and a spruce seedling (right) from the planted experimental plots of the Forest Research Institute. The seedlings are damaged by bark beetles belonging to *Hylastes* sp. The bottom line of the figure indicates the soil surface, the others are at 10 cm intervals.

taimistoissa voivatkin nykyoloissa olla tavallisempia kuin yleensä on otaksuttu. Tästä syystä on myös ehdotettu, että nilurituhojen torjumiseksi olisi ryhdyttävä kastamaan istutettavat taimet hyönteishäviteliukseen syvemmälle kuin tähän saakka on ollut tapana (esim. JUUTINEN



1965). Juurenniskaan saakka ulottuvan kastamisen asemesta myös juuriston yläosa olisi kastettava niin syväälle kuin olisi mahdollista aiheuttamatta vahinkoa hienoimmille juurenkärjille.

## 12. Kysymyksenasettelu ja työn rajoittaminen

Suurimittaisessa ja suuripiirteisessä käytännön työssä voi taimia käsiteltäessä tällöin käydä niin, että myös juuristojen hienoimmat osat joutuvat kosketukseen suojausliuoksen kanssa joko kastamisvaiheessa tai sitä seuraavassa tainten välivarastointivaiheessa. Tästä syystä katsottiin tarpeelliseksi selvittää ennakoivalla kokeella, mikä olisi suojauskäsittelyn vaikutus istutustaimien menestymiseen maastossa käytettäessä tavanmukaisten, vain taimien maanpäällisiin osiin rajoitettujen kastelujen ohella myös juuriston eri kerroksiin ulottuvia liuoskäsittelyjä. Koe rajoitettiin koskemaan vain männyntaimia, joiden kohdalla nilurivaara on suurin. Samoin päätettiin koe rajoittaa suoritettavaksi vain yhdellä paikkakunnalla kahden perättäisen vuoden aikana käyttäen materiaalina yleisimmin istutuksissa käytettyjä männyntaimilajeja.

Kuva 2. Halikosta, Metsäntutkimuslaitoksen männynistutuskoealalta, tavattuja nilureita (*Hylastes* sp.). Nilurit jatkoivat syöntiään vaikka taimi vedettiin maasta ylös ja sitä valokuvattiin hyvin pieneltä etäisyydeltä.

*Figure 2. Black pine beetles (*Hylastes* sp.) observed in Halikko on the pine experimental areas of the Forest Research Institute. The beetles continued feeding even when the seedling was pulled from the ground and photographed at a very short distance.*

## 2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

### 21. Koealat ja käytetyt taimet

Vuosina 1966 ja 1967 perustettiin tätä koetta varten kaksi koealapia eräälle Hartolassa

sijaitsevalle männynuudistusalueelle (maantiet. pit.  $26^{\circ}3'$  ja lev.  $61^{\circ}30'$ , sekä korkeus merenpinn. 110 m), jolla paljaaksihakkuu oli suoritettu jo enemmän kuin neljä vuotta aikaisemmin. Näin

pitkä väli aika takaa suurella luotettavuudella turvan voimakkaita nilurituhoja ja myös tukki-miehintäin aiheuttamia tuhoja vastaan, koska suurin osa täysimuotoisista hyönteisistä on tänä aikana jo ennättänyt kuoriutua sekä hävitä kanoista ja hakkuutähteistä (esim. SPESIVTSEFF 1934). Kaikki koealat sijaitsevat lähellä toisiaan samalla tasaisella männyn uudistusallalla. Koealueen maaperä on kivetöntä hietaa tai hiekkaa ja sen metsätyyppi on puolukkatyyppiä (VT). Vuotuinen keskimääräinen lämpösusma on alueella 1229 d.d. ja koealoja peittää heikohko VT-tyypin pintakasvillisuus. Muut lähemmät tiedot koealojen olosuhteista on koottu taulukkoon 1.

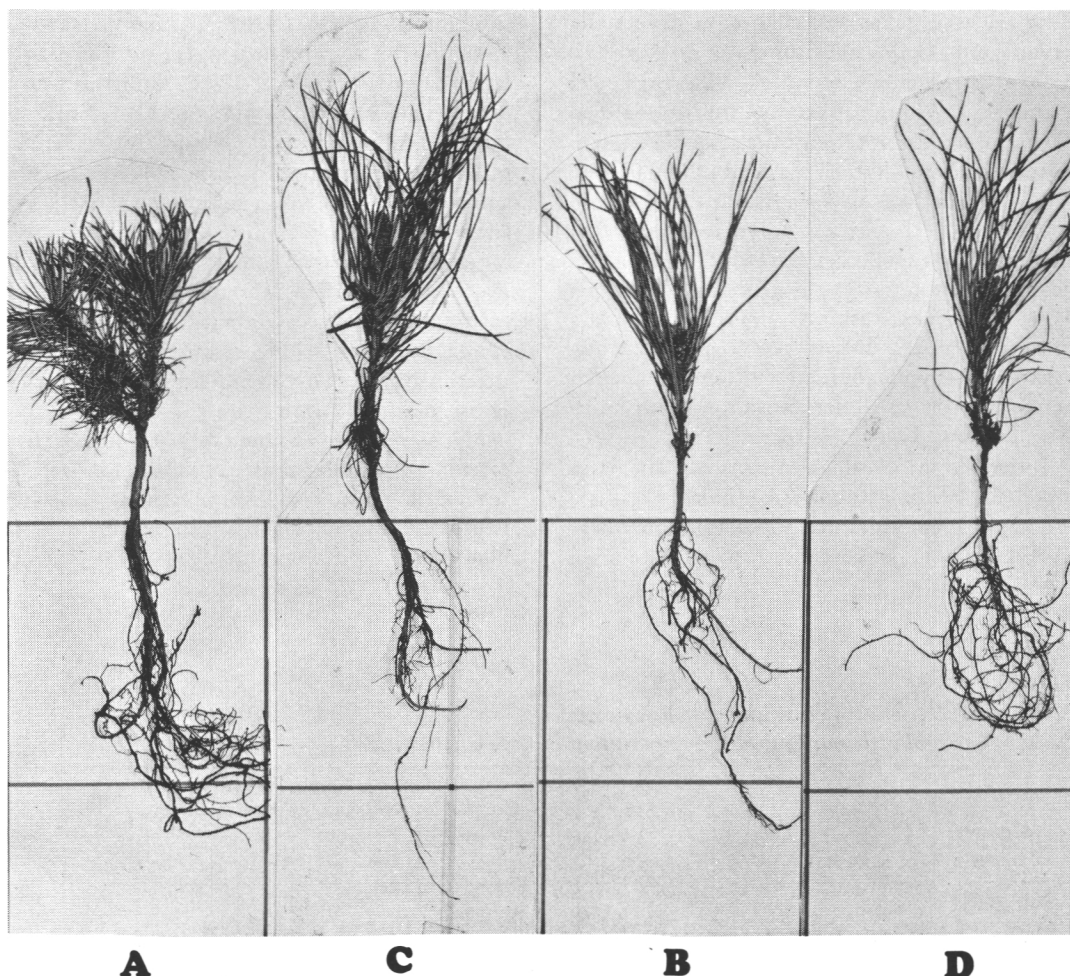
Kummankin koealaparin toisessa koealassa käytettiin koulimattomia 2A-taimia ja toisessa koulittuja männyntaimia, jotka v. 1966 olivat 2A + 1A-taimia ja keväällä 1967 em. taimien

tuotannon lakattua 1M + 1A-taimia (taimien kasvatusta ilmaisevista lyhenteistä katso RAULO ja HINTTALA 1972). Ennen istutusta taimet lajiteltiin siten, että niistä saatiin kooltaan ja laadultaan yhtenäinen taimierä. Tässä tarkoituksessa erotettiin ensin pois sairaat, lohjenneet tai muuten vaurioituneet taimet ja sen jälkeen vielä keskimääräistä selvästi heikommat, lyhyemmät tai hennommat taimet. Tämän lisäksi hyljättiin myös keskimääräistä huomattavasti pitemmät, paksummat tai muuten rehevämät taimet. Näin tasatuista istutuseristä otettiin näytteet myöhempiä mittauksia varten ja osa näytteistä kuivattiin kasvipärsissä (kuva 3). Noston jälkeen taimet varastoitettiin kellarissa märillä sammalilla suojatuin juurin. Myös kuljetuksen ja istutuksen aikana taimet suojattiin istutuskoreissa normaalitapaan märillä sammalilla.

Taulukko 1. Yleistietoja tutkimuksen koealoista.

Table 1. General information on the experimental plots of the study.

Tunnus Parameter	Koealat ja tunnusten mittaluvut Plots and values for the parameters			
	A	B	C	D
Taimilaji Type of seedlings	2A+1A 2/1 trans- plants	2A 2/0 seed- lings	1M+1A 1/1 trans- plants	2A 2/0 seed- lings
Perustamisvuosi Year of planting	1966	1966	1967	1967
Istutuspäivämäärä Date of planting	17.6.	16.6.	30.5.	30.5.
Varastointiaika (kellarivar.) Duration of storage (in cellar)	35 vrk days	34 vrk days	11 vrk days	11 vrk days
Humuksen paksuus, cm Thickness of humus, cm	3	2	4	5
Huuhoutumakerroksen paks., cm Thickness of eluviated horizon, cm	—	—	1	5
Maalaji Size fraction	KHk coarse sand	KHk coarse sand	Ht fine sand	Ht fine sand
Vedenpidätyskyky, g vettä/100 g maata Water retention capacity, g water/100 g soil	6.40	8.90	8.60	7.30



Kuva 3. Näytteitä koelaloilla A–D käytetyistä keskimääräisistä taimista. Kymmensenttisen ruudukon ylin vaakaviiva kuvaa maan pintaa.

*Figure 3. Samples of average seedlings used on experimental plots A–D. The upper horizontal line indicates the soil surface; the lines are at 10 cm intervals.*

Käsittelyt esiintyivät kullakin koelalla kymmenenä toistoruutuna, joiden sijainti kussakin kymmenestä lohkoista oli arpomalla määrätty. Yksityisten ruutujen taimimäärä oli yhden koelalan puitteissa vakio, mutta määrä vaihteli koelaloittain. Vuoden 1966 kokeissa oli 2A-taimien lukumäärä ruutua kohden 10 kpl ja 2A + 1A-taimien 4 kpl. Vuoden 1967 kokeissa taas istutettiin niin koulimattomia kuin koulittujakin taimia 5 kpl jokaiseen ruutuun.

Ruudut olivat yhden metrin levyisiä, mutta niiden pituus vaihteli koelaloittain kahdesta

kolmeen metriin maaston kantoisuudesta ja juurisuudesta riippuen. Kun lukuisia koelajien osia samoista syistä jouduttiin käytöstä hylkäämään, oli lohkot mitoitettu yhteensä 50 ruutua varten, vaikka kokeiltuja neljää käsittelytapaa varten olisi kymmentä toistoa käyttäen tarvittu vain 40 ruutua.

Kokeessa oli siten yhteensä vuosia 2 kpl, taimilajeja 2 kpl ja käsittelyjä 4 kpl á 10 toistoa. Ruutujen kokonaismäärä oli 160 kpl ja kokeeseen sisällytettyjen taimien määrä 960 kpl.



## 22. Suojauskäsittelyt

Torjunta-aineliuoksena kokeiltiin metsäpuiden taimien hyönteishävittöksi Suomessa v. 1966 yleisesti käytettyä "Intaktol-FK"-emulsiota, joka laimennettiin 1 %:seksi vesiliuokseksi. Intaktol-FK on lindaanin (n. 15 painoprosenttia), dieldriinin (3–5 %) ja DDT:n (n. 15 %) yhdistelmä, joka omaa pitkäaikaisen vaikutuksen. Siihen on kiinnitysaineiden ohella lisätty myös voimakkaan sinistä väriainetta, joka auttaa erottamaan suojatut taimet suojaamattomista. Tätä seosta, jossa vaikuttavimpana osana on DDT, suositeltiin kokeen perustamisaikana niin kuorellisen puutavaran suojaamiseen kuin myös istutustaimien hyönteistuhojen torjuntaan. Se tehoa suositusten mukaan sekä tukkimiehentäihin että nilureihin, mikäli taimien vaaralle alttiit osat joko ruiskutetaan emulsiolla tai kastetaan siihen 10–20 sekunnin ajaksi.

Tätä valmistetta käyttäen kohdistettiin taimiin neljä erilaista käsittelyä:

1. Taimia ei lainkaan kastettu liuokseen, vaan ne istutettiin hyönteistuhoja vastaan täysin suojaamattomina.

2. Taimet upotettiin löyhässä nipussa latva edellä liuosta sisältävään muovisammioon 20 sekunnin ajaksi niin syväälle, että koko neulasto ja verson maanpäällinen osa peittyi nesteeseen juurenniskaa myöten.

3. Taimet upotettiin latva edellä 20 sekunniksi liuokseen edellistä syvemmälle niin, että niiden maanpäällisten osien lisäksi myös juurten tyviosat kastuivat. Kastelu eteni latvasta juurenkärkiin päin vaikuttaen taimiin n. 3/4-osalla niiden koko pituudesta. Vain ohuet juurenhaarat jäivät nestepinnan yläpuolelle.

4. Taimet upotettiin liuokseen 20 sekunnin ajaksi niin, että taimi kokonaisuudessaan kastui hennoimpia juurenkärkiä myöten.

Ennen kuin käsittelyerät kastelun jälkeen peitettiin kukin omaan taimikoriinsa, annettiin niiden olla kuivumiselta suojattuina 3–5 minuuttia vaakasuorassa asennossa, jotta ylimäärä Intaktol-liuosta valuisi pois eikä painuisi latvuksesta juuristoon esim. istutuskorissa työn myöhempien vaiheiden aikana. Sekä taimien lajittelu että Intaktol-kastelut suoritettiin joko kellarissa tai yökosteuden vallitsessa ulkosalla, jotta vähäinkin juurten kuivumisen vaara olisi voitu välttää.



Kuva 4. Koeala A valokuvattuna viisi kasvukautta istutuksen jälkeen.

Figure 4. Experimental plot A as photographed five growing seasons after planting.

### 23. Istutus ja koealojen jälkihoito

Taimet istutettiin kaikilla koealoilla yhdenmukaisesti ja normaalia kuopan laitaan istutusta mukailen. Tässä istutustavassa taimi kiinnitetään maahan pystyasentoon ja alkuperäiseen taimitarhasvyyteensä laikun keskelle kuokitun avoimen kuopan pystysuoraa seinämää vasten ja sen juuret pyritään sijoittamaan luonnollisiin asentoihinsa. Juuret peitetään sitten puhtaalla kivennäismaalla sitä kerros kerrokselta kuopan seinämää vasten tiivistäen. Työtä jatketaan, kunnes kuoppa on täytetty laikun maanpinnan tasolle saakka (esim. HUURI 1972).

Tällä kertaa taimet kuitenkin istutettiin lapiolla tehtyyn, runsaan metrin pituiseen vakoon noin 30 cm:n etäisyyksille toisistaan muuten edellä kuvatulla tavalla menetellen. Vakoa varten kuorittiin ensin turve pois ruudun keskeltä siten, että syntyi n. 30 cm:n levyinen ja 1.5–2.5 metrin pituinen yhtenäinen laikku.

Istutukset suoritettiin A- ja B-koealojen osalta kesäkuun puolivälissä v. 1966 ja C- sekä D-koealojen osalta toukokuun lopussa v. 1967 (taulukko 1); siis jälkimmäisenä vuonna noin kahta viikkoa ensinmainittuja aikaisemmin. Sää oli istutuksen ajan aurinkoinen ja lämmin. Taimet olivat hyväkuntoisia ja niiden juurissa oli runsaasti valkeita kasvukärkiä. Myös latva-versot olivat aloittaneet kasvunsa ja venyneet noin 1–2 cm:n verran (kuva 3). Jokainen koeala istutettiin valmiiksi aina saman päivän aikana ja sama istutuspari suoritettiin työn molempina vuosina.

Kaikki koealat olivat alunperin paljaaksihakattuja ja pensaista puhtaiksi raivattuja (kuva 4). Istutuksen jälkeen nousutta haavanvesakkoa poistettiin mekaanisesti tarpeen tullen. Uudelleen nousseitten versojen vaikutuksesta on koealoille kuitenkin levinnyt versoruostetta (*Melampsora pinitorqua*), joka on alentanut taimien kuntoa. Myös hirvituhoja esiintyy koealoilla, jopa niin runsaasti, että niiden takia on puhdasmuotoisten koepuiden löytäminen mittauksia varten ollut vaikeata.

### 24. Suoritetut mittaukset

Istutuksen jälkeen on kaikki neljä koelaa inventoitu vuosittain myöhään syksyisin. Tällöin on päähuomio kiinnitetty taimien elossaolon ja kuntoon. Päärangan pituus, kasvu ja

neulasten pituus on mitattu vain kerran, syksyn 1970 inventoinnin yhteydessä. Mittaus suoritettiin siten, että eri vuosina perustetuista koealoista saatiin esiin ne mittasuhteet, jotka kunkin koealan taimet olivat saavuttaneet neljännen kenttäkasvukauden päätyttyä. Näin saavutettiin mahdollisimman läheinen vertailtavuus päitisi eri käsittelyryhmien välille, myös eri koealojen ja taimilajien antamien tulosten välille.

Kuntoluokat määriteltiin silmävaraisesti seuraavaa luokitusta käyttäen:

– Luokka I. Erytymisen vahvat ja rehevät, väriltään tummanvihreät taimet, jotka vetävät vertoja samanikäisille luonnontaimille.

– Luokka II. Normaalikuntoiset istutustaimet, jotka alkuvuosina eivät ole täysin luonnontaimien veroisia, mutta jotka hyvin todennäköisesti selviävät istutuksen niille aiheuttamasta rasituksesta.

– Luokka III. Lievästi kärsineet taimet, joissa heikentymisen merkkeinä esiintyy lievää neulasten vaalenemista, varren hentoutta, neulaston harvuutta tai muita ohimeneviltä tuntuvia kärsimisen merkkejä.

– Luokka IV. Pahoin kärsineet, kuolemaksi laan olevat taimet, joiden maanpäällisissä osissa on kuitenkin heikoimmassakin tapauksissa vielä tuoreutta jäljellä ja ainakin joissakin neulasissa vihreätä tai keltaista väriä. Parhaassakin tapauksessa tällaiset taimet ovat vain harvoin toipumiskykyisiä.

– Luokka V. Kuolleet taimet, joiden maanpäälliset osat ovat ruskettuneet ja täysin kuivuneet.

Kun miltei kaikki inventoinnit ovat samojen kahden henkilön tekemiä, voitaneen luokitusta pitää jokseenkin kiinteänä ja sopivana kuvaamaan omalta osaltaan erilaisten suojauskäsittelyjen vaikutusta taimien elinvoimaan ja fysiologiseen tilaan.

Päärangan pituus, kasvu ja neulasten pituus mitattiin erityisistä koetaimista, jotka eri tapauksissa valittiin seuraavasti: Koealoilla C ja D, joiden ruutuihin oli istutettu viisi tainta, mitattiin koepuina toinen ja neljäs pohjoisesta lukien, mikäli ne olivat elossa ja mikäli hirvet tai versoruoste eivät olleet turmelleet niiden mitauskelpoisuutta. Koealan A nelitaimisista ruuduista mitattiin lännestä lukien toinen ja neljäs taimi ja koealan B kymmentaimisista ruuduista parittomat taimet pohjoisesta lukien.

Koetaimista mitattiin viimeisen kasvukauden pääverson pituus päätesilmun tyvestä edellisen

Taulukko 2. Suojausiuoksella kastelemattomien ja liuokseen eri tavoin kasteltujen taimien kuolleisuudet 1–5 kasvukautta istutuksen jälkeen 95 %:n luotettavuusrajoineen.  
 Table 2. The mortality after 1–5 growing seasons and the confidence limits for the means at the 95 % level of probability for the not wetted and with insecticide wetted seedlings.

Koe- alan tunnus Experi- mental plot	Istu- tus vuosi Year of plant- ing	Männyn taimi- laji Type of pine seed- ling	Käsittely Treatment	Kuolleita kaikkiaan, % istutetuista taimista – Total mortality, % of all planted seedlings											
				1. kasvuk. päätyttyessä End of 1st growing season		2. kasvuk. päätyttyessä 2nd		3. kasvuk. päätyttyessä 3rd		4. kasvuk. päätyttyessä 4th		5. kasvuk. päätyttyessä 5th			
				Kuolleisuus % Mortality %	95 %:n luot. rajat, % 95 % confi- dence limit	Kuolleisuus % Mortality %	95 %:n luot. rajat, % 95 % confi- dence limit	Kuolleisuus % Mortality %	95 %:n luot. rajat, % 95 % confi- dence limit	Kuolleisuus % Mortality %	95 %:n luot. rajat, % 95 % confi- dence limit	Kuolleisuus % Mortality %	95 %:n luot. rajat, % 95 % confi- dence limit		
A	1966	2A+1A	1. Ei kast.	2.5	0.06–13.2	2.5	0.06–13.2	–	–	–	–	2.5	0.06–13.2		
			1. Not wetted												
			2. Verso kast.	7.5	1.6 –20.4	5.0	0.6 –16.9	15.0	5.7 –29.8	–	–	–	–	22.5	10.8–38.4
			2. Whole shoot wetted												
B	1966	2/1 trans- plants	3. 3/4 taim. kast.	2.5	0.06–13.2	7.5	1.6 –20.4	17.5	7.3 –32.8	–	–	25.0	12.7–41.2		
			3. 3/4 of seedling wetted												
			4. Koko taimi kast.	0.0	0.0 – 8.8	5.0	0.6 –16.9	10.0	2.8 –23.7	–	–	–	–	22.5	10.8–38.4
			4. Whole seedling wetted												
C	1967	1M+1A	1. Ei kast.	5.0	1.6 –11.3	10.0	4.9 –17.6	12.0	6.4 –20.0	–	–	15.0	8.6 –23.5		
			1. Not wetted												
			2. Verso kast.	9.0	4.2 –16.4	16.0	9.4 –24.7	20.0	12.7–29.2	–	–	–	–	25.0	16.9–34.7
			2. Whole shoot wetted												
D	1967	2/0 seed- lings	3. 3/4 taim. kast.	10.0	4.9 –17.6	30.5	21.2–40.0	37.5	27.6–47.2	–	–	42.0	32.2–52.3		
			3. 3/4 of seedling wetted												
			4. Koko taimi kast.	11.0	5.6 –18.8	9.0	4.2 –16.4	9.0	4.2 –16.4	–	–	–	–	9.0	4.2 –16.4
			4. Whole seedling wetted												
E	1967	1M+1A	1. Ei kast.	0.0	0.0 – 7.1	0.0	0.0 – 7.1	0.0	0.0 – 7.1	0.0	0.0 – 7.1	0.0	0.0 – 7.1	–	
			1. Not wetted												
			2. Verso kast.	0.0	0.0 – 7.1	0.0	0.0 – 7.1	0.0	0.0 – 7.1	2.0	0.05–10.6	–	–	–	–
			2. Whole shoot wetted												
F	1967	2/0 seed- lings	3. 3/4 taim. kast.	4.0	0.5 –13.7	6.0	1.2 –16.5	6.0	1.2 –16.5	6.0	1.2 –16.5	–	–		
			3. 3/4 of seedling wetted												
			4. Koko taimi kast.	2.0	0.05–10.6	2.0	0.05–10.6	4.0	0.5 –13.7	4.0	0.5 –13.7	–	–	–	–
			4. Whole seedling wetted												
G	1967	2A	1. Ei kast.	0.0	0.0 – 7.1	2.0	0.05–10.6	2.0	0.05–10.6	2.0	0.05–10.6	–	–		
			1. Not wetted												
			2. Verso kast.	0.0	0.0 – 7.1	4.0	0.5 –13.7	4.0	0.5 –13.7	8.0	2.2 –19.2	–	–	–	
			2. Whole shoot wetted												
H	1967	2/0 seed- lings	3. 3/4 taimi kast.	0.0	0.0 – 7.1	2.0	0.05–10.6	4.0	0.5 –13.7	6.0	1.2 –16.5	–	–		
			3. 3/4 of seedling wetted												
			4. Koko taimi kast.	0.0	0.0 – 7.1	0.0	0.0 – 7.1	4.0	0.5 –13.7	6.0	1.2 –16.5	–	–	–	
			4. Whole seedling wetted												

oksakiehkuran yläpintaan puolen cm tarkkuudella. Mikäli aikaisemmilta vuosilta puuttui jokin pituusmääritys, voitiin se saada jälkikäteenkin mitatuksi vanhoja oksakiehkuroita hyväksikäyttäen. Oksakiehkuroitten välit mitattiin oksan yläreunasta alemman kiehkuran oksien yläreunaan ja taimen pituus istutushetkellä saatiin päättämällä viimeinen mittausta taimen juuren niskaan.

Päärangan jokaisen vuosikasvaimen keski-osasta mitattiin myös yhden sattumanvaraisesti valitun neulasen pituus kuoren pinnasta neulasen kärkeen yhden millimetrin tarkkuudella.

## 25. Tulosten laskenta

Koska taimikohtaisia pituus- ja kasvuhavaintoja oli tehty vain muutamasta taimesta kussakin käsittelyryhmässä, päätettiin kunkin ruudun näytetaimien tunnuksia yhdistää ruutukohtaisiksi keskiarvoiksi. Näin tosin menetettiin se (ilmeisesti kuitenkin vähäinen) tieto, joka olisi voitu saada näiden tunnusten sisäisestä vaihte-

lusta eri ruutujen puitteissa. Eri käsittelyjen taimien kasvuun ja pituuteen aiheuttamia muutoksia tarkasteltiin varianssianalyysin avulla.

Eri vuodet (2 kpl) ja taimilajit (2 kpl) käsiteltiin laskennan alkuvaiheessa erillisinä. Silmävaraisen kuntoluokituksen tuloksien analysointiin ei käytetty tilastollisia luotettavuustestejä.

Tarkasteltaessa alustavasti eri käsittelyjen aiheuttamaa taimien kuolleisuutta havaittiin ruutukohtaisen kuolleisuuden pysyvästi melko pienenä, yleensä 15 %:n alapuolella. Koska taimerien kuolleisuuden jakaantuma on luonteeltaan binominen, se olisi tässä tapauksessa siis muodoltaan melko epäsymmetrinen (esim. MÄKINEN 1970 s. 122). Kun vielä taimien luku kussakin käsittelyluokassa oli kohtalaisen vähäinen (40–100 kpl), päätettiin kuolleisuustuloksia tarkastella säilyttäen jakaantumien alkuperäinen luonne. Keskimääräisille kuolleisuussadanneksille määriteltiin 95 %:n luotettavuusrajat ja näitä rajoja tarkastelemalla tehtiin edelleen päätelmät eri käsittelyjen vaikutuksista taimien kuolleisuuteen (taulukko 2).

## 3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

### 31. Taimien eloonjääminen ja kunto

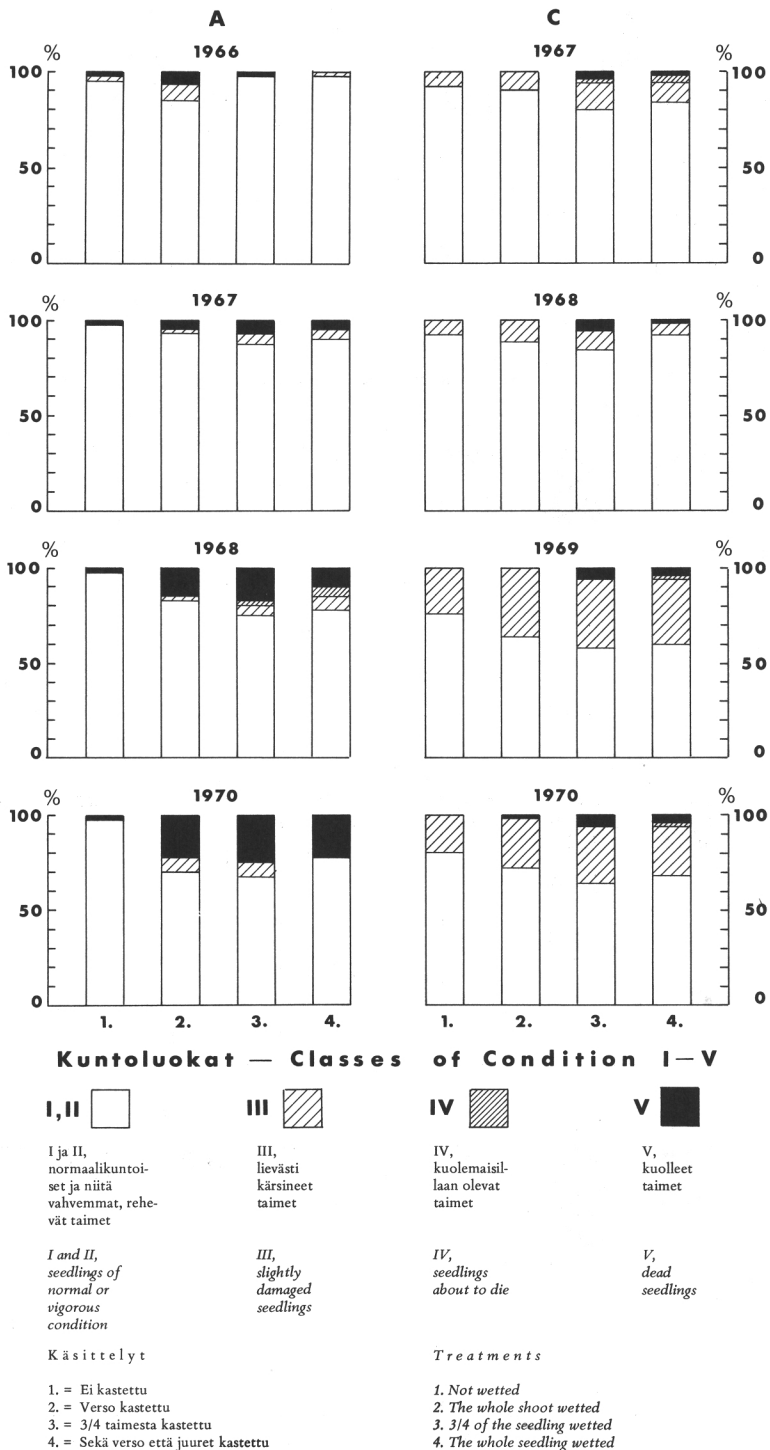
Taimien kuntoa koskevat inventointitulokset on koottu kuviin 5 ja 6. Ne esittävät kaikkien istutettujen taimien prosentista jakautumista eri kuntoluokkiin syksyisin inventointivuosina, jotka on pylväsrivien yläpuolelle merkitty. Kunkin pylvään koko korkeus merkitsee sataa prosenttia kullakin käsittelyllä 1.–4. istutetuista taimista. Eri tavoin viivoitetut pulväiden osat merkitsevät eri aikoina kuhunkin kuntoluokkaan luokiteltujen taimien sadannesosuutta kaikista alunperin istutetuista taimista. Taulukossa 2 taas esitetään testatut tulokset pelkästään kuolleisuuden osalta.

### 311. Koulitut taimet

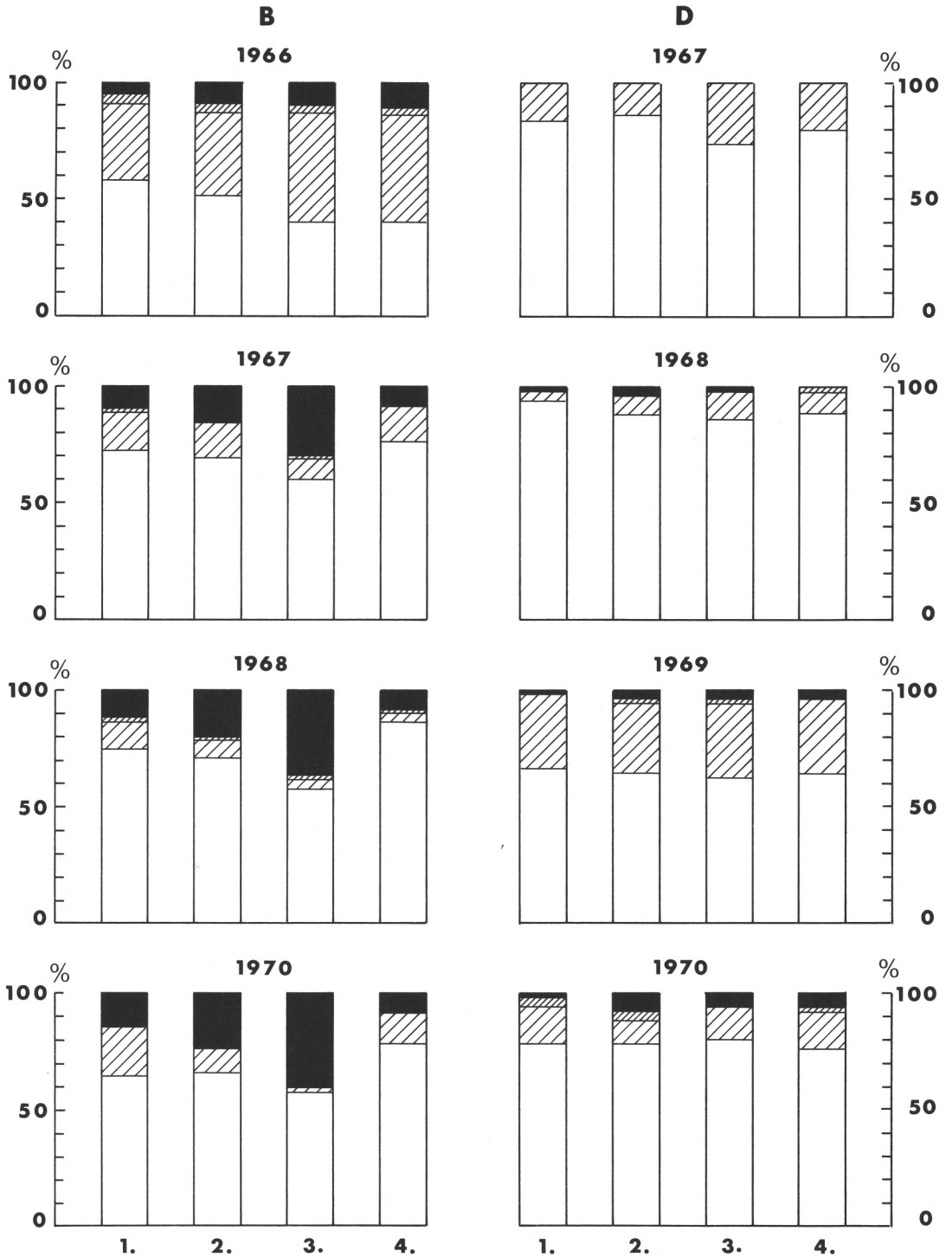
Kuvasta 5 nähdään, että koulittujen taimien silmävaraisesti arvioitavissa oleva kunto on ensimmäisen kenttäkasvukauden jälkeen kummal-

lakin koealalla kaikissa käsittelyissä suorastaan odottamattoman hyvä. Täysin suojaamattomien taimien joukossa esiintyy aivan vähäistä kuolleisuutta vain koealalla A eikä kuolleisuus suojauskäsittelyissäkään nouse ensimmäisenä syksynä yli 5 %:n. Valtaosa taimista on voitu luokitella normaalikuntoisiksi ja siis istutuksen rasituksista todennäköisesti toipuviksi. Pahoin kärsivien ja todennäköisesti myöhemmin kuolevien taimien osuus on ensimmäisen kasvukauden jälkeen myös hyvin vähäinen.

Kehitys koealoilla A ja C ei kuitenkaan pysähdy ensimmäisen kasvukauden tilanteeseen, vaan kuolleisuus lisääntyy käsitellyissä ruuduissa myös lievästi kärsineiden taimien joukossa jatkuvasti. Tämä ilmiö näkyy voimakkaana erityisesti A-koealalla, joka istutettiin kesäkuun puolivälissä, jolloin taimet olivat jo ennättäneet aloittaa kasvunsa pitkän kellarisäilytyksen aikana. Myös juurenkärjet olivat näillä taimilla ennättäneet kehityksessä huomattavan pitkälle ennen istutusta. Kaikissa kolmessa suojauskäsit-



Kuva 5. Koulittuina istutettujen taimien jakautuminen (%) kuntoluokkiin (I–V) koealoilla A ja C vuosina 1966–70 syksyisin suoritetuissa inventoinneissa.  
 Figure 5. The distribution (%) of planted transplants into condition classes (I–V) in the fall of 1966–70 on experimental plots A and C.



Kuva 6. Koulimattomina istutettujen taimien jakautuminen (%) kuntoluokkiin (I–V) koealoilla B ja D vuosina 1966–70 syksyisin suoritetuissa inventoinneissa. Muut selitykset kuten kuvassa 5.

Figure 6. The distribution (%) of planted seedlings into condition classes (I–V) in the fall of 1966–70 on experimental plots B and D. For legend see Figure 5.

telyssä kuolleisuus A-koealalla lisääntyy vuodesta toiseen (taulukko 2). Eräänlaisena merkkinä tilanteen odotettavissa olevasta vakiintumisesta lienee kuitenkin se, että lievästi kärsineiden taimien osuus on tällä koealalla viimeisissä inventoinneissa jäänyt vähäiseksi. Samalla koealalla on kuolleisuus käsittelemättömien taimien keskuudessa vakiintunut jotakuinkin ensimmäisen syksyn tilanteeseen. Toisella koulitujen taimien koealalla (C) on kuolleisuus käsitellyillä taimilla jäänyt pienemmäksi ja lisääntynyt hitaammin kuin A-koealalla, mutta samalla on lievästi kärsivien taimien osuus huomattavan suuri vielä neljännenkin kasvukauden päättyessä.

### 312. Koulimattomat taimet

Vastaavaa kehitystä koulimattomien taimien osalta tarkasteltaessa voidaan kuvan 6 pylväistä ensinnä havaita näiden taimien lievä heikommuus koulitujen taimien rinnalla. Ennen kaikkea B-koealalla, johon taimet jouduttiin istuttamaan jo pitkälti kasvunsa aloittaneina, esiintyy kuolleisuutta kaikissa neljässä käsittelyryhmässä huomattavasti enemmän kuin koulituilla taimilla istutetulla vastinkoealalla A (taulukko 2). Jo ensimmäisenä syksynä on suurimmassa osassa taimia myös ollut nähtävissä lieviä kärsimisen merkkejä. Kuolleisuuden jatkuvasti lisääntyessä neljänteen kasvukauteen saakka on käsittely ”3/4 taimesta kastettu” jälleen antanut heikoimman tuloksen samoin kuin koulituillakin taimilla suoritetuissa kokeissa.

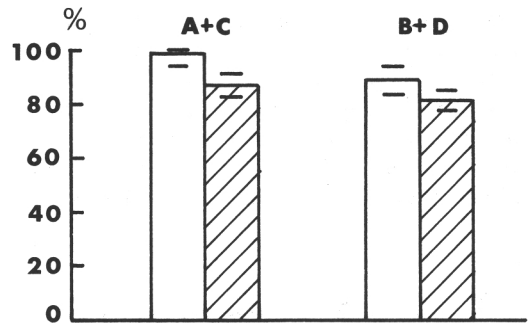
Koealalla D ovat 2A-taimetkin kuitenkin kestäneet alkuvuosina huomattavan hyvin. Ensimmäisenä kasvukautena ei kuolleisuutta ilmene lainkaan. Neljäntenä sitä esiintyy jälleen tasaisesti kaikissa käsittelyissä, mutta erittäin vähän. Sen sijaan lieviä heikkouden merkkejä on neljäntenäkin kenttäkasvukautena havaittavissa kaikissa käsittelyryhmissä lähes sama määrä kuin ensimmäisenäkin kasvukautena istutuksen jälkeen.

### 313. Eloonjääminen kaikki koealat ja eri suojauskäsittelyt yhdistäen

Koska eri käsittelyjen antamat tulokset yksityisten koealojen puitteissa erosivat toisistaan verrattain vähän, on mielenkiintoista lopuksi tarkastella taimilajeittain, millä tavoin suojaus-

käsittely kokonaisuutena ottaen on vaikuttanut taimien eloonjäämiseen kokeen aikana. Kuva 7 onkin piirretty siten, että sen valkeat pylväät esittävät toisaalta käsittelemättömien taimien keskimääräistä eloonjäämistä ja vinoviivatut pylväät toisaalta kaikkien suojauskäsittelyjen vastaavaa keskiarvoa.

Kuvasta nähdään, että niin koulituilla kuin koulimattomillakin taimilla suojauskäsittely on vaikuttanut alentavasti taimien eloonjäämiseen kokeen aikana. Johtopäätös on koulitujen tainten osalta tilastollisesti merkitsevä 5 %:n erehtymisriskillä ja koulimattomien tainten osalta erehtymisriski on vain hieman viittä sadanesta suurempi.



Kuva 7. Suojausliuoksella käsittelemättömien ja liuoksella eri tavoin käsiteltyjen taimien eloonjäämissadannekset vuoden 1970 kasvukauden päättyessä. Vinoviivatut pylväät kuvaavat käsittelyjen keskimääräistä yhteistulosta ja valkeat pylväät käsittelemättömillä taimilla saatujen tulosten keskiarvoa. Lyhyet vaakaviivat esittävät keskiarvojen luotettavuusrajoja 5 %:n erehtymisriskillä. A + C = koulitut taimet ja B + D = koulimattomat taimet.

Figure 7. The percentage of survival of the not wetted (treatment 1.) and wetted (treatments 2.-4.) seedlings at the end of the 1970 growing season. The shaded bars indicate the average overall result for the wetted seedlings; the clear bars show the average result for the not wetted seedlings. The short horizontal lines indicate the confidence limits for the means at the 95 % level of probability. A + C = transplants, B + D = seedlings.

## 32. Taimien kokonaispituus

### 321. Koulitut taimet

Koulituilla taimilla istutetuilla koealoilla A ja C on tilanne taimien pituuden osalta kuvan 8 mukaan miltei päinvastainen sille, mitä saattaisi odottaa näillä koealoilla alkuvuosina saatujen eloonjäätntulosten perusteella (kuva 5) tai tarkastelemalla kuvassa 3 esitettyjä näiden koealojen keskimääräisiä taiminäytteitä.

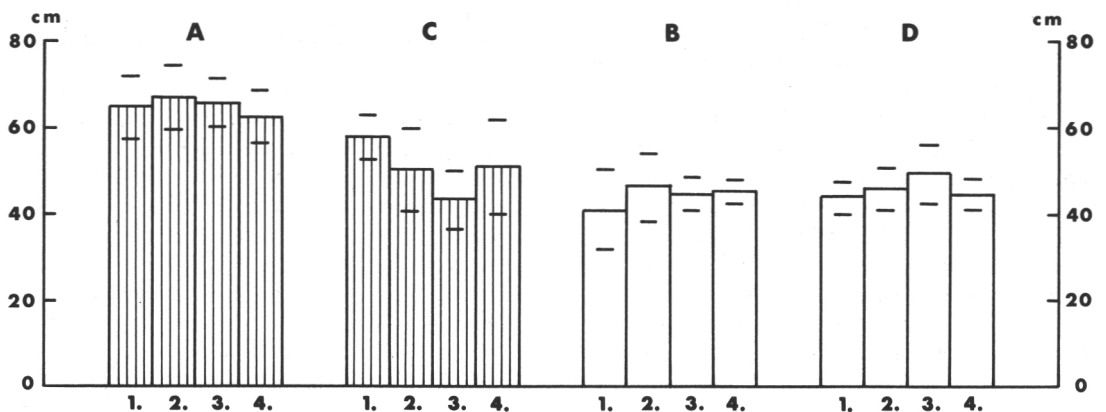
Hyvä pituuskehitys A-koealalla, joka näkyy kuvassa 8, ei siis ilmeisesti olekaan johtunut korkeasta elossaolosadanneksesta eikä verson edullisesta taimitarhapitoisuudesta, vaan kenties kahdesta seikasta, jotka ovat näille jopa vastakohtaisia. Runsas alkukuolleisuus on voinut poistaa jo varhain A-koealalta heikoimmat taimet, jotka C-koealalla ovat vielä inventoinneissa mukana painaen keskipituutta alaspäin. Koealalla A kuvastanee tulos siten keskimäärin vahvempien taimien kasvua kuin C-koealalla on asian laita. A- ja C-koealoilla käytettyjä taimia vertailtaessa voidaan myös viitata siihen, että lyhyeltä ja takkuiselta näyttävällä 2A + 1A lajin taimella lyhyeen tanakkaan versoon liittyy huomattavan vahva ja haaroittunut juuristo (kuva 3). Tämä onkin em. männyntaimille tyyppinen ominaisuus ja tällainen verso-juurisuuhde

tekee tästä taimilajista maastokelpoisen ja ”karhunvahvan” istutustaimen. C-koealalla käytetyillä 1M + 1A-taimilla sen sijaan pitkään ja tuuheaan maanpäälliseen osaan liittyy verrattain suppea juuristo (esim. HUURI ym. 1970).

Eri käsittelyjen välillä ilmenee A-koealalla vain hyvin vähäisiä ja tilastollisestikin vailla merkittävyyttä olevia eroja. Koko juuriston lyhytaikainen suojausliuokseen kastaminen ei siis taimien pituuskehityksen suhteen merkitse suurtakaan vaaraa. Näyttää myös siltä, että ne käsittelyt, 2 ja 3, joissa kuolleisuus A-koealalla oli suurin, olisivat antaneet hieman paremman pituuskasvutuloksen kuin ne käsittelyt (1 ja 4), joissa taimia jäi runsaammin eloon.

### 322. Koulimattomat taimet

Vuosina 1966 ja 1967 istutetut 2A-taimet olivat keskenään jotakuinkin samankokoisia ja -tyyppisiä (kuva 3). D-koealan taimilla oli kenties hieman parempi juuristo sekä myös se etu puolellaan, että ne istutettiin varhaisempana ajankohtana ja lyhyemmän kellarisäilytyksen jälkeen (taulukko 1). Nämä erot kuvastuivat eloonjäämisessä sangen selvästi, mutta pituudessa ei koealojen välillä ole havaittavissa juuri minkäänlaisia eroja (kuva 8). Vuonna 1967



Kuva 8. Suojausliuoksella käsittelemättömien (1.) ja liuoksella eri tavoin (2.–4.) käsiteltyjen taimien kokonaispituudet koealoilla A–D neljän kasvukauden kuluttua istutuksesta. Varjostetut pylväät kuvaavat koulituilla taimilla saatua ja valkeat pylväät koulimattomilla taimilla saatua tulosta. Lyhyet vaakaviivat esittävät keskiarvojen 95 %:n luotettavuusrajoja.

Figure 8. The total height of the not wetted (treatment 1.) and wetted (treatments 2.–4.) seedlings at the experimental plots A–D after four growing seasons. The shaded bars indicate the result for transplants, and the clear bars the result for seedlings. The short horizontal lines indicate the confidence limits for the means at the 95 % level of probability.



istutetulla D-koealalla taimien pituus on hieman suurempi, joskaan ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Myöskin eri käsittelyjen väliset erot ovat molemmilla koealoilla vähäiset. Todettavissa on jälleen, että suojausliuokseen kastamattomilla taimilla (käsittely 1.), joilla eloonjääminen oli hieman suurempi kuin toisissa käsittelyissä, on pituuskehitys ollut hiukan heikompaa kuin liuokseen kastetuilla taimilla.

### 33. Pääverson vuotuinen pituuskasvu

Kuva 9 näyttää koulittujen taimien vuotuisessa pituuskasvussa samansuuntaisen eron kuin mikä näiden välillä vallitsi kokonaispituudenkin suhteen. Myös on käsittelyjen välinen järjestys hyvin samantapainen kuin kokonaispituudessa oli. Luultavasti onkin niin, että nimenomaan neljännen kasvukauden kehitysvauhti on ratkaisevasti vaikuttanut tämän kasvukauden päättyessä saavutettuun kokonaispituuteen.

Koulittujen taimien koulimattomia suurempi kokonaispituus (kuva 8) ei siten liene johtunut pelkästään niiden taimitarhaviheesta saavuttamasta etumatkasta. Niillä näyttää olevan suurempi kasvuvauhti myös nyt tarkastellun neljännen kenttäkasvukauden aikana. Luotettava ver-

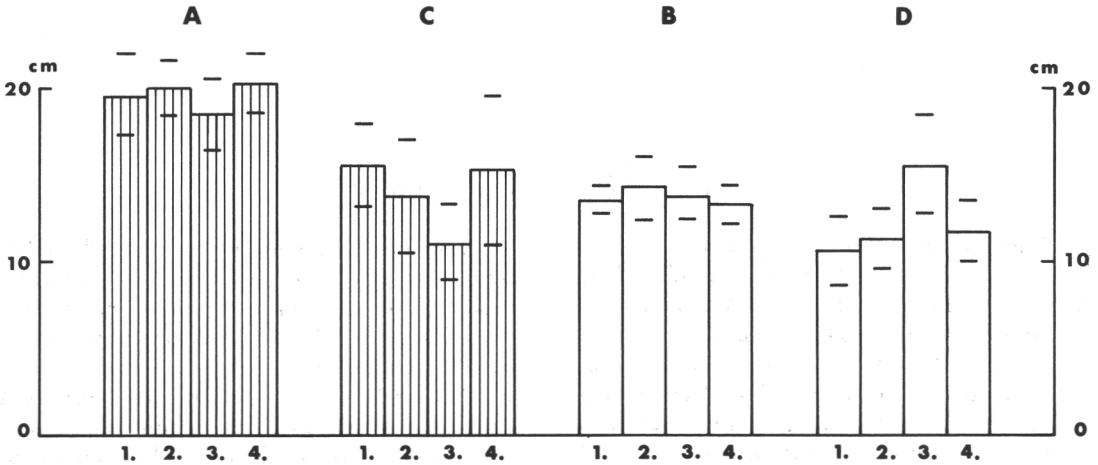
tailu ei kuitenkaan ole mahdollista tässä koeksessa, koska koealoja ei ole arvottu toistensa sekaan, vaan ne sijaitsevat vierekkäin, tosin hyvin yhdenmukaisella kasvualustalla lähellä toisiaan.

Näyttää myös siltä, että suojauskastelu ei ole vaikuttanut haitallisesti taimien pituuskasvuun siinäkin tapauksessa, että juuristo kokonaisuudessaan on joutunut kosketukseen suojaaineliuksen kanssa.

### 34. Neulasten pituus

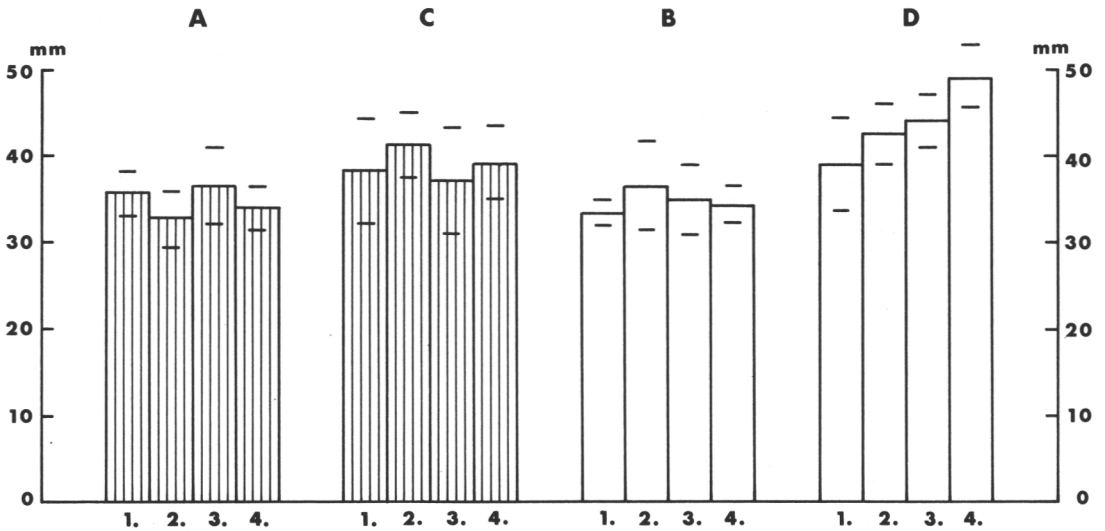
Kuvassa 10 nähdään neljäntenä istutuksen jälkeisenä kasvukautena kehittyneiden neulasten keskipituudet. Neulasen pituudessa ei koulituilla taimilla tämän mukaan ole enää sitä etumatkaa koulimattomiin nähden, mikä oli todettavissa kokonaispituuden ja pituuskasvun kohdalla.

Myöskään ei suojausliuokseen kastettujen taimien neljännen kenttäkasvukauden neulanen ole ainakaan lyhyempi kuin kokonaan liuokseen kastamattomien taimien neulanen. Vain D-koealalla näyttävät kastettujen taimien neulaspituuudet poikkeavan kastelemattomien taimien neulaspituuudesta siten, että suojausliuoksella käsi-



Kuva 9. Neljännen kenttäkasvukauden aikana kehittyneen latvakasvaimen keskipituus suojausliuoksella käsittelemättömillä (1.) ja liuoksella eri tavoin (2.–4.) käsitellyillä taimilla koealoilla A–D. Merkinnot samat kuin kuvassa 8.

Figure 9. The average length of the leader for the fourth growing season for the not wetted (treatment 1.) and wetted (treatments 2.–4.) seedlings at the experimental plots A–D. For legend see Figure 8.



Kuva 10. Neljännen kenttäkasvukauden aikana kehittyneen neulaston keskipituus suojausliuoksella käsittelemättömillä (1.) ja liuoksella eri tavoin (2.–4.) käsitellyillä taimilla. Merkinnot samat kuin kuvassa 8.

Figure 10. The average length of the needles for the fourth growing season for the not wetted (treatment 1.) and wetted (treatments 2.–4.) seedlings. For legend see Figure 8.

tellyillä taimilla neulaset ovat käsittelemättömiä taimien neulasia huomattavasti pitemmät.

Näyttää siis siltä, että männyn taimien ver-

soon, maanalaiseen varrenosaan tai juuriin ulotettu suojauskastelu ei vaikuta haitallisesti myöskään myöhemmin vakiintuvaan neulaspiteuteen.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Edellä esitetystä on ilmennyt, että eriasteinen suojausliuokseen kastaminen ei ole vaikuttanut haitallisesti taimien pituuskasvuun, kokonaispituuteen eikä niiden neulasen pituuteen.

On myös todettu, että kastamisen vaikutus taimien eloonjäämiseen on ollut selvemmin haitallinen ja sitä voimakkaampi, mitä pitemmälle herkkään kasvuvaiheeseensa taimet ovat ennätäneet kehittyä. Kuitenkin on suojauskastelua käytetty metsänviljelytyössä hyväksi nimenomaan siinä tarkoituksessa, että taimien eloonjääminen paranisi. Ensi näkemältä yllättävä tilanne johtunee tässä tapauksessa siitä, että kokeita varten onnistuttiin löytämään hakkuu-ala, jolla ei kokeen aikana vaarallisin määrin esiintynyt taimien kuorta kalvavia hyönteisiä.

Tämä tilanne on antanut hyvän mahdollisuuden tehdä havainnot suojauskastelun fysiologisista vaikutuksista sellaisinaan. Luonnollista on, että hyönteisvaaran ollessa suuren on suojausliuokseen kastaminen tuntuvaksi avuksi ja parantaa näin käsiteltyjen taimien eloonjäämistulosta suojaamattomiin taimiin verrattuna erittäin paljon. Etenkin tukkimiehentäin aiheuttamien tuhojen suhteen ovat kaikki asiaa käsitelleet pohjoismaiset tutkijat tässä yksimielisiä (NENONEN ja JUKOLA 1960, JUUTINEN 1965, KANGAS 1965, NUORTEVA 1966, RUMMUKAINEN 1969 ja 1970 ja EIDMANN 1970). Samoin myös juurinilurien aiheuttamien tuhojen torjunnassa on kastamisesta oletettu olevan hyötyä, mikäli se suoritetaan riittävän syvään

ja juurenniskan alapuolellekin ulottaen (esim. WELLENSTEIN 1954, PETERSEN 1955 ja JUUTINEN 1965).

Tarkasteltaessa lähemmin suojauskastelun erilaisten asteiden vaikutusta herättää huomiota vuoden 1966 koealoilla yhdenmukaisena ilmenevä 3/4-kastelun (käsittelytapa 3.) kaikkia muita käsittelyjä haitallisempi vaikutus taimien eloonjäätettiin (kuvat 5 ja 6). Jos tulos johtuisi yksinomaan nesteen myrkkyyvaikutuksesta juuriin, odottaisi käsittelytavan 4. kohdalla (sekä verso että juuret kastettu) haitallisuuden tulevan näkyviin voimakkaimpana. Näin ei kuitenkaan ole käynyt.

Kastamista suoritettaessa on ero näiden kahden käsittelytavan välillä ollut siinä, että käsittelytavassa 4. juuret kostuivat kärkiään myöten, mutta 3/4-kastelussa (käsittelytapa 3.) hienoimmat juurenkärjet pidettiin ilmassa nesteen yläpuolella kastamisen 20 sekunnin keston ajan. Tämän jälkeen taimet makasivat 2–3 minuuttia maassa valumassa peitetyn juurin. Näinä hetkinä on juurenkärkien asemassa ollut sellainen ero, että kokonaan kasteltujen taimien juuret ovat olleet liuoskäsittelyn jälkeen likomärkiä, mutta 3/4-kasteltujen taimien juurissa on ollut vain se kosteus, minkä ne taimikorin kosteista sammalista ovat saaneet. Täydellisen vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi myös näiden taimien juuret olisi pitänyt upottaa 20 sekunnin ajaksi puhtaaseen veteen.

Tämän mukaan siis juurten lievä kuivuminen voisi olla osaselityksenä nyt vertailtujen kahden käsittelytavan välillä tuloksissa ilmeneville eroille. Taimien lajittelun, suojauskäsittelyn ja istutuksen aikana huolehdittiin kuitenkin juurten kosteudesta mitä tarkimmin ja tehtyjen muistiinpanojen mukaan ne pysyivät jatkuvasti tuoreina ja lukuisine valkeine kasvukärkineen osoittivat hyvää elinvoimaa. Toisaalta pitäisi käsittelytavan 2. (vain verso kastettu), jossa koko juuristo oli kastelun ajan ylhäällä nesteestä, kuivumisen ollessa kyseessä, olla eloonjäämistuloksiltaan 3/4-käsittelyä vielä heikomman. Näin ei kuitenkaan ole käynyt yhdelläkään koealalla.

Eräs eroavaisuus on kuitenkin kastelun teknisessä suorituksessa 3/4-käsittelyn ja muiden kastamistapojen välillä ollut ja se voi olla syynä tuloseroihinkin. Niin verson kastamisessa (2.) kuin koko taimenkin kastamisessa (4.) upotettiin taimi vain juurenniskaansa myöten suojausliuokseen. Kasteltaessa sekä verso että juuret

suoritettiin upotus kahdessa vaiheessa, kastettiin ensin latva ja sitten juuret. Käsittelytavassa 3. taimien 3/4-kastamisessa taimet sen sijaan upotettiin nesteeseen syvemmälle, niin että verson lisäksi osa juurten tyvistä painui nestepinnan alapuolelle. Huoollisesta liuoksen hämmentämisestä huolimatta ei ole mahdotonta, että tällöin sammiossa syvemmällä ollut neste on ollut väkevöidymppää kuin normaalisyvyydellä ollut ja 3/4-käsittelyssä ovat taimien latvat siitä syystä kärsineet enemmän kuin muissa kastamistavoissa. Kun koealat A ja B vuonna 1966 perustettiin vasta kesäkuun puolivälissä (taulukko 1), saattoivat toukokuun puolella taimitarhasta nostetut taimet kallarivarastoinnista huolimatta olla sisäisesti jo niin pitkälle kasvuun mobilisoituneita, että niiden herkkyyserilaisille virhekäsittelyille ja ylisuurille liuosväkevyyksille oli suurempi kuin vuonna 1967 jo toukokuun lopulla istutettujen taimien. Jälkimmäisenä vuotena ovat tulokset kaikissakin käsittelyissä huomattavasti paremmat kuin vuoden 1966 kokeissa, eikä eloonjäämistuloksissa ole myöhemmillä koealoilla ilmennyt käytännössä merkitsevää suuruusluokkaa olevaa eroa eri käsittelyjen välillä.

Vuoden 1967 koe lieneekin suuremmassa määrin kuin vuoden 1966 koe todellisia olosuhteita valaiseva myös siitä syystä, että vuoden 1967 sateisuus ja lämpösummat eivät olleet niinkään suotuisat kuin edellisen vuoden. Vuoden 1967 koealat C ja D ovat siis antaneet tuloksensa lisäksi sääsuhteiltaan vieläpä hieman epäkiitollisemmissä olosuhteissa kuin vuoden 1966 koealat (ILMATIETEEN LAITOS 1967 ja 1968).

Myös lukuisat – tosin osittain ristiriitaisinkin tuloksiin päätyneet – eläin- ja kasvifysiologiset tutkimukset ovat paljastaneet haittoja, jotka ovat kohdistuneet suojuuttaviin kasveihin mm. niiden solujen toimintakykyyn. Täten on havaittu pelkällä DDT:lläkin olevan haitallisia vaikutuksia esim. viljelyskasvien juuriin, kasvaviin siemeniin ja siitepölyhiukkasiin sekä viljakasveista saatavan sadon makuun ja hajuun (GUSTAFSSON 1960). Saman tutkijan mukaan ovat kloorattujen hiilivetyjen vaikutukset myös maafaunaan selvät, mikäli näitä yhdisteitä käytetään suurin määrin ja toistuvasti. Bakteerit kärsivät eniten, mutta sienet saattavat hyötyäkin tästä kilpailun heikkeneemisestä.

Nimenomaan puuntaimiin kohdistuvia kloorattujen hiilivetyjen fytotoksisia vaikutuksia on tutkittu sangen vähän. Eräs mielenkiintoisimmista tällaisista tutkimuksista on suoritettu Neuvostoliitossa Timirjasevin akatemian metsäkoesemalla (ROGOVA 1958). Tutkimuksen yhteydessä oli mahdollista tarkastella Hekskloraanin, DDT:n ja eräiden muiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksia taimien vegetatiivisten osien ja juuristojen kehitykseen. Juuriin kohdistettiin käsittelyjä mm. pölyttämällä juuristot ja levittämällä myrkkyyainetta istutusmaahan. Taimien reagointi näihin käsittelyihin voitiin havaita mm. männyllä ja kuusella selvänä. Niillä taimilla, joiden juuret oli pölytetty, todettiin jyrkkiä värin muutoksia ja silmujen puhkeamisen myöhästymistä sekä heikentynyttä kehitystä. Mikäli vain maan pinta oli käsitelty, eivät taimet poikenneet kasvultaan tai värililtään normaaleista käsittelemättömistä taimista. Yleensäkin taimien kosketus torjunta-aineisiin aiheutti kaikissa koetapauksissa niin lehti- kuin havupuilla kasvun heikkenemistä ja kehityksen häiriytymistä. Kemiallisten aineiden fytotoksinen vaikutus lisääntyi kuivalla ja kuumalla ilmalla. Kosteina kausina oli haitallinen vaikutus taimiin heikompi. Valmistelleille arimmiksi todettiin eri puulajeilla yksivuotiset taimet. Rogova päätyikin siihen johtopäätökseen, että mikäli insektisidejä käytetään tuhohyönteisten torjuntaan taimitarhoilla, on niiden vaikutus myös itse taimiin aina otettava huomioon.

Myös NENONEN ja JUKOLA (1960) ilmoittivat samansuuntaisista havainnoistaan. He suorittivat männyntaimien suojauskokeita Hyllobiusta vastaan mm. siten, että yksi erä koetaimista kastettiin keväällä suoritettujen istutuksen yhteydessä latvat edellä juurenniskaa myöten 2 %:een Täystuho-maidokseen. Saman kesän elokuussa suoritetuissa inventoinneissa havaittiin kahdella koealalla kolmesta perustetusta, että käsittelyllä suojatuilla taimilla oli "tunte mattomista syistä" kuolleitten luku n. 15 % suurempi kuin käsittelemättömien kontrollitaimien vastaava kuolleisuussadannes. Koska tutkijat kuitenkin olivat kirjallisuudesta saamistaan tiedoista päätyneet siihen käsitykseen, että tällainen versojen suojauskäsittely ei vaikuta haitallisesti taimien kuntoon, olettivat he tämän merkillisen ilmiön johtuvan maaperällisistä seikoista eikä käsittelyn vaikutuksista.

Juuriin saakka ulotetun lyhytaikaisen suojauskastelun vaikutuksia taimien myöhempään

kehitykseen maastossa ei Suomen oloissa ole aikaisemmin järjestelmällisesti kokeiltu. Alan kirjallisuudessa selostetaan muutamaa Euroopan alueella havupuuntaimilla suoritettua kokeilua, joissa myös juuria on hyönteissuojauksen vuoksi käsitelty DDT:llä. WELLENSTEIN (1954) kokeili insektisidien käyttöä männyn ja kuusen istutustaimien hyönteissuojaukseen Saksassa jo niin varhain kuin v. 1952. Suojaus suoritettiin osittain upottamalla taimia suojausliuokseen erilaisiin syvyyskiin muun muassa myös juurineen, osittain sumuttamalla tai pölyttämällä taimia juurineen ja lisäksi käsittelemällä myös istutuskuoppia insektisideillä erittäin suuren hyönteisvaaran uhatessa. Näissä kokeissa käytettiin mm. liuosta, jossa oli 1 % aktiivista Gesarolia sekä 0.4 % Gamma-Nexitiä. Käsittely osoittautui fysiologisesti jotakuinkin vaarattomaksi taimille. Kohtalokkaita sen sijaan olivat kaikki esterivalmisteet, joita myös kokeiltiin. Tanskassa oli myös järjestetty miltei samanaikaisesti samantapaisia kokeita kuusentaimilla (PETERSEN 1955). Alkukesästä v. 1954 Hørsholmisiin, Kronborgiin ja Randbøl'iin perustetuissa kokeissa käytettiin useita insektisidejä, mm. DDT:tä, jota edusti Gesarolpreparaatti. Taimet kastettiin erilaisiin syvyyskiin ja eräänä koejäsenenä oli myös upottaminen juurenkärkiä myöten. Jo istutuskesän syksynä voitiin todeta, että käsittelemättöminä istutettujen kontrollitaimien joukossa ilmeni osittain tukkimiehen-täin ja osittain kuusennilurin (*Hylastes cunicularius*) aiheuttamaa kuolleisuutta n. 50 %, kun sen sijaan Gesarol-liuokseen upotetuista taimista oli tähän ajankohtaan mennessä kuollut vain 9 % mikäli sekä taimi että juuret oli kastettu, ja n. 8 % mikäli kastelu oli rajoitettu vain taimen maanpäälliseen osaan.

Näissä kokeissa käytettiin jonkin verran suurikokoisempia ja siis todennäköisesti myös vahvemman vastustuskyvyn omaavia taimilajeja kuin nyt tehdyssä kokeessa. Tanskalaisessa kokeessa olivat kuusentaimet jopa 2A + 3A-tyyppisiä ja siis iältään viisivuotiaita. Kastamisen vaikutukset niissä olivat ehkä siitähän syystä lievemmät kuin tässä tutkimuksessa. Kaiken edelläesitetyn huomioonottaen näyttää siltä, että tässä kokeessa suojausliuoksella käsiteltyjen taimien pieni, mutta tilastollisesti merkitsevä kuolleisuusero käsittelemättömiin taimiin nähden ei ole johtunut koevirheestä, vaan suoja-aineen vaikutuksesta taimien solukkoihin. Vaikuttavaksi tekijäksi tässä tapauksessa ei

osoittautunut ainoastaan juurien kostuminen, vaan taimien muidenkin solukoiden joutuminen kosketukseen insektisidin kanssa. Lisäksi oli käsittely käytännön työssä kyseeseen tuleviin pahimpiin tapauksiin verrattuna hyvinkin lievä. Kun Suomessa syyskuun alusta 1971 lukien saadaan taimia ennakkosuojata hyönteistuoja vastaan DDT:llä kastamalla tai ruiskuttamalla vain taimitarhassa (MAATALOUSMINISTERIÖ 1969), johtaa tämä siihen, että taimet on suo-  
jauksen jälkeen lähetystä varten pakattuina toimitettava välivarastoihin edelleen maastoon istutettaviksi. (Samalla Maatalousministeriön päätöksellä on nyttemmin myös dieldriiniä sisältävien torjunta-aineiden myynti ja käyttö kielletty 30.6.70 jälkeen). Tosin YLI-VAK-  
KURIn havaintojen mukaan (1957) DDT-suojatut taimet kärsivät silloisessa taimipakkauksessa olostaan vain hieman enemmän kuin käsittelemättömät taimet. On kuitenkin otettava huomioon, että Yli-Vakkurin tarkoittamat pakkaukset olivat taimikääröjä, joissa taimien latvat olivat vapaina ja joita kuljetettiin ja säilytettiin etupäässä vaakasuorassa asennossa.

Nykyisin on taimien muovisäkkisäilytys ja -kuljetus taimitarhoilla yleistymässä. Tästä voi olla seurauksena myös sellaisen menettelyn yleistyminen, että insektisidiliuokseen kasta-

misen jälkeen vielä merkitä taiminippuja sijoitetaan pystysuorassa asennossa vieriviereen muovisäkkeihin, joissa niitä kosteuden varmistamiseksi mahdollisesti lisäksi ylhäältäpäin kastellaan ennen säkkien sulkemista. Näin voi syntyä taimien juurten kannalta vaarallinen tilanne, sillä suoja-  
aineliuos valuu tai huuhtoutuu muovisäkin pohjalle lätäköksi, jossa taimien juuret joutuvat likoamaan monien tuntien ja vuorokausienkin ajan. Vahingollinen vaikutus taimien juuriin ja muihin solukoihin voi tällöin kasvaa monin verroin voimakkaammaksi kuin nyt suoritetussa kokeessa, jossa taimien latvat ja juuret olivat suojausliuokseen upotettuina vain 20 sekunnin ajan – näkyvin seurauksin.

Nyt suoritettua ennakkokokokeen antama vihje kannattaisi siitä syystä ottaa huomioon tarkkailemalla taimitarhalla suoritettavan insektisidikäsitteilyn ja sitä seuraavan muovisäkkivarastoinnin mahdollisia äkillisiä tai piileviä haittavaikutuksia. Mikäli niistä todettaisiin aiheutuvan metsänviljelyn tulosta vaarantavaa haittaa, taimien suojauskäsittely olisi pyrittävä siirtämään taimitarhoilta takaisin metsään suoritettavaksi välittömästi ennen istutusta. Tällöin eivät suojauskäsittelyn haitat taimille pääsisi kehittymään ainakaan suuremmiksi kuin miksi ne nyt selostetussa kokeessa osoittautuivat.

## 5. TIIVISTELMÄ

Metsänviljelytyön yhteydessä maassamme aikaisemmin yleisesti hyönteishävitteenä käytetyn 1-prosenttisen Intaktol-FK-vesiemulsion vaikutusta männyn taimien alkukehitykseen koekeltiin kahtena perättäisenä vuotena (1966 ja 1967) neljällä Hartolaan perustetulla koealalla. Kokeiltavina käsitteilyinä oli 3 erilaista kastamistapaa, joista yhdessä myös taimien juuret täydellisesti kastuivat torjunta-aineliuokseen. Vertailukäsittelynä oli kastamaton erä. Tutkimuksen päätulokset ovat seuraavat:

– Koelosuhteissa, joissa ei esiintynyt tukkimiehentäin eikä nilurin tuhoja, osoittautuivat käsittelemättömät taimet kaikilla neljällä koealalla eloonjäämistuloksiltaan parhaiksi.

– Kaikki suojauskäsittelyt yhtenä kokonaisuutena ottaen oli kuolleisuus käsiteltyjen taimien joukossa n. viiden prosentin erehtymis-

riskillä merkittävästi suurempi kuin käsittelemättömillä taimilla.

– Hyönteishävitteellä käsiteltyjen taimien eloonjäänti ei vaikuttanut vakiintuneelta vielä 4–5 kasvukaudenkaan kuluttua istutuksesta. Kuolleisuus lisääntyi jatkuvasti ja levisi myös sellaisten taimien keskuudessa, jotka aikaisemmissa inventoinneissa oli luokiteltu toipumiskykyisiksi.

– Torjunta-aineliuokseen kastaminen ei kuitenkaan vaikuttanut haitallisesti eloonjääneiden taimien neljäntenä kenttäkasvukautena mitattuun vuotuisen kasvuun, kokonaispituuteen tai neulasten pituuteen.

– Sen perusteella, että vain 20 sekunnin pituinen ja väkevyydeltään vain 1 %:seen torjunta-aineliuokseen upottaminen vaikutti taimien eloonjäämiseen ja kuntoon ilmeisen hei-

kentävästi, on mahdollista, että nykyisen lain-säädännön takia pääasiallisesti taimitarhoilla suoritettavat taimien suojauskäsittelyt voivat varastointien ja kuljetusten aikana heikentää metsänviljelyyn käytettävien taimien fysiologista kuntoa. Vaara kehityy erityisen suureksi, jos muovisäkkien pohjalle lammikoksi kerääntynyt

torjunta-aineliuos pääsee pitkäaikaisesti vaikuttamaan taiminippujen paljaisiin juuriin. Erilaisen hyönteishävitteiden vaikutusta taimien fysiologiseen kuntoon olisi siitä syystä jatkuvasti tarkkailtava ja näitä kysymyksiä selvittävää tutkimusta jatkettava entistä monipuolisempaan ja laajempaan.

## 6. LÄHDELUETTELO

- EIDMANN, P. 1970. Rüsselkäferbekämpfung – Neue Erfahrungen und Versuche. Der Forst- und Holzwirt. 24:509–511.
- GUSTAFSSON, M. 1960. Bekämpningsmedelster i gröda och jord: en litteraturöversikt. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift. Stockholm. Suppl. 4. 107 s.
- HUURI, O. 1972. Istutuksen suoritustavan vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. MTJ 75, 6.
- HUURI, O., KYTÖKORPI, K., LEIKOLA, M., RAULO, J., RÄSÄNEN, PENTTI K. 1970. Tutkimuksia taimityypipiloukituksen laitimista varten. FF 92.
- ILMATIETEEN LAITOS. 1967. Suomen meteorologinen vuosikirja 1966.
- ILMATIETEEN LAITOS. 1968. Suomen meteorologinen vuosikirja 1967.
- JUUTINEN, P. 1965. Viljelytaimistojen hyönteistuhosta ja niiden torjunnasta. Metsänsuojeluohjeita. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja 31: 35–40.
- KANGAS, E. 1965. Metsänhoidollisista toimenpiteistä metsätuhojen torjunnassa. Tapion taskukirja. 15. painos: 143–147. Helsinki.
- Maatalousministeriön päätös eräiden kloorattuja hiilivetyjä sisältävien torjunta-aineiden myynnin ja käytön kieltämisestä ja rajoittamisesta. Suomen Asetuskok. 1969. 655: 1322.
- MÄKINEN, Y. 1970. Tilastotiedettä biologeille. 2. painos. 184 s. Turku.
- NENONEN, M. ja JUKOLA, J. 1960. Tukkimiehentäin (Hylobius abietis.) tuhoista männyntaimistoissa ja niiden torjunnasta DDT:n avulla. SF. 104,2.
- NUORTEVA, M. 1966. Metsätuhojen ennakkotorjunnasta. Esitelmiä Suomen Säästöpankkipistossa 22.–25.8.1966, 2 s. (Moniste).
- PETERSEN, B.B. 1955. Hylobius-bekaempelse: forsøg med DDT, parathion og blyarsenat. Dansk Skovforen. Tidsskr. 5: 200–215.
- RAULO, J. ja HINTTALA, T. 1972. Taimilajien merkitsemisestä. Metsä ja Puu 89 (5): 31.
- ROGOVA, T.I. 1958. Hyönteismyrkkyjen vaikutus koulimattomien ja koulittujen taimien kehitykseen. Lesn. Hoz. 11, 4:32–36 (käännös venäjänkielestä).
- RUMMUKAINEN, U. 1969. Metsänviljelyssä esiintyvät tuhot ja niiden torjunta. J. Lehto (toim.) Metsänviljely: 81–101. Helsinki.
- RUMMUKAINEN, U. 1970. Tukkimiehentäin, Hylobius abietis L., ennakkotorjunnasta taimitarhassa. FF 76.
- SAALAS, U. 1949. Suomen metsähyönteiset. 717 s. Porvoo-Helsinki.
- SPESSIVTSEFF, P. 1934. Zur Lebensweise des Schwarzen Fichtenbastkäfers (Hylastes cunicularius Er.). Svenska skogsvårdsför. tidskr. 32: 207–220.
- TRÄGÅRDH, I. 1939. Sveriges skogsinsekter. 508 s. Stockholm.
- WELLENSTEIN, G. 1954. Insektenbekämpfung in Freikulturen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 125: 237–245.
- YLI-VAKKURI, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. MTJ, 40, 1.

## The Effect of Some Chlorinated Hydrocarbons on the Initial Development of Planted Pine Seedlings

### SUMMARY

The damage caused by bark beetles of the genus *Hylastes* was found to be more common than expected in the experimental plots of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* planted by the Forest Research Institute in the beginning of the 1960's. Therefore, it was thought that such damage could be controlled also on regeneration sites by treatment with a DDT solution. The treatment would include not only the above-ground parts of the seedling, but also the upper parts of the root system adjacent to the root collar. Since in this operation the finest root tips also may be in contact with the solution, it was desirable to experimentally investigate the effect that this in particular and the effect of the solution in general would have on the condition, mortality, and initial development of planted seedlings in such conditions where the danger posed by the bark beetle would be small.

For this purpose two experimental plots were established in June 1966 and two in May 1967 in Hartola parish (N 61°30', E 26°3') using seedlings and transplants of Scots pine. The experimental plots were placed close to each other on a clear-cut area of pine. Enough time had elapsed since the clear cutting that no significant danger was posed by beetles of the genera *Hyllobius* and *Hylastes*.

The experimental plots were laid out according to a randomized complete block design. Each treatment occurred in ten replications containing four, five, or ten seedlings. A total of 960 seedlings was used for the experiment. Using a 1 % water solution of "Intaktol-FK" (lindane 15 weight percent, dieldrin 3–5 % and DDT 15 %), four treatments were applied:

1. The seedling was not dipped into the solution.

2. The seedling was dipped to the root collar into the solution for 20 seconds. This is the

common treatment in Finland for protecting planting stock against insect damage.

3. The seedling was dipped into the solution up to 3/4 of its length so that the upper part of the root system also became wet.

4. The whole seedling, including the finest root tips, was dipped into the solution for 20 seconds.

The experimental plots were examined in the fall by classifying the seedlings into condition classes (Figures 5 and 6), by measuring the height of the main stem with an accuracy of 0.5 cm, by length of the leader at the end of the fourth growing season, and by measuring, with an accuracy of 1 mm, the length of a randomly selected needle from the leader formed during the fourth growing season. The results are presented in Table 2 and Figure 7 (mortality), Figure 8 (total height), Figure 9 (length of the leader), and Figure 10 (length of the needle).

The main results of this study are as follows:

- In the conditions of the study, where the insects of the genera *Hyllobius* and *Hylastes* did not pose any danger, those seedlings which were untreated proved to have a smaller mortality rate on all four experimental plots than the treated seedlings.

- At 4–5 growing seasons after planting, all the treated seedlings together had a significantly higher mortality at the 95 % level of probability than the untreated seedlings.

- The mortality rate of the treated seedlings had not leveled out within this time. The mortality continued to spread also to seedlings which in the first inventories had been classified as above to recover.

- Significant differences in mortality could not be observed among the various treatments with the insecticide. The wetting of the whole seedling did not cause a higher mortality than wetting only a smaller part.



– The damaging effect of the insecticide treatment appeared to be greater on the more sensitive seedlings than on the hardier transplants.

– There was no effect of the insecticide treatment on the fourth year's annual growth, total height or length of needles of the surviving treated seedlings as compared to the untreated ones.

– Since wetting with a 1 % insecticide solution for only 20 seconds had an obvious negative effect on the survival of the seedlings,

it is possible that the method of treatment now adopted in Finnish nurseries, in accordance with the present law, may significantly reduce the physiological condition of the planting stock. The danger may be especially great when the insecticide is accumulated in the bottom of a plastic bag and may affect the bare roots of the seedlings for a long time. Therefore, studies of the effects of various insecticides on the physiological condition of the planting stock should be continued on a larger and more diversified scale than has been the case so far.



- No 126 Matti Palo: Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi.  
Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. 4,—
- No 127 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71. 5,—
- No 128 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusahatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella.  
Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. 5,—
- No 129 Bo Långström: Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentäin (Hylobius abietis L.) tuhoilta.  
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (Hylobius abietis L.) 1,—
- No 130 Metsätalastollinen vuosikirja 1970.  
Yearbook of forest statistics 1970. 10,—
- No 131 Pertti Harstela: Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset.  
The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. 2,50
- No 132 Simo Poso ja Matti Kujala: Ryhmitetty ilmakeu- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa.  
Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—
- No 133 Matti Palo: Metsällisten projektien verkkosuunnittelu.  
Planning forestry projects by means of network analysis. 5,—
- 1972 No 134 Aarne Reunala — Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.  
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila ja Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittäminen sahanhakkeesta.  
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.  
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.  
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuo-koekentältä.  
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen ja Markku Mäkelä: Juurakoiden irroittaminen maasta pyöräkuormaajilla.  
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.  
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.  
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen ja Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.  
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.  
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.  
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.  
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho ja Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.  
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.  
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.  
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.  
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela ja Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja värinäältistys pelkässä kaadossa.  
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in felling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannatavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.  
Profitability calculations in forest fertilization in Norway, Sweden and Finland.

- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.  
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.  
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.  
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelmistä.  
Results of spruce cultivation from 1930—45 on State-owned in Perä-Pohjola.
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.  
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen ja Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.  
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.  
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.  
The succes of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.  
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50