

SILVA FENNICA

Vol. 2 1968 N:o 2

Sisällys
Contents

JUHANI PÄIVÄNEN: Istutusajankohdan vaikutus männyn istutuksen onnistumiseen ojitetuilla avosoilla	57
Summary: The effect of the date of planting on the survival of pine on drained open peatlands	78
JOUKO EINOLA: Raakapuuvaraston suunnittelusta ja tarkkailusta	81
Summary: On the planning and control of raw-wood inventories	124
OLLI MAKKONEN: Roomalaisten taimitarhat	126
Summary: The nurseries of the ancient romans	130
Uutta kirjallisuutta	132

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

PUBLISHER:

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

EDITOR:

PENTTI HAKKILA. Address: Unioninkatu 40 A, Helsinki 17, Finland.

EDITORIAL BOARD:

KULLERVO KUUSELA (Chairman), KUSTAA KALLIO (Vice Chairman), LAURI HEIKINHEIMO, AARNE NYSSÖNEN, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI and VEIJO HEISKANEN (Secretary)

Silva Fennica is published quarterly. It is a sequel to the Series, vols. 1 (1926)—120(1966). Its annual subscription price is 20 Finnish marks. The Society of Forestry in Finland also publishes *Acta Forestalia Fennica*. This series appears at irregular intervals since the year 1913 (vol. 1).

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

Silva Fennica

NELJÄNNESVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN AIKA-
KAUSKIRJA

JULKAISIJA:

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

TOIMITTAJA:

PENTTI HAKKILA. Osoite: Unioninkatu 40 A, Helsinki 17.

TOIMITUSKUNTA:

KULLERVO KUUSELA (puheenjohtaja), KUSTAA KALLIO (varapuheenjohtaja), LAURI HEIKINHEIMO, AARNE NYSSÖNEN, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI ja VEIJO HEISKANEN (sihteeri).

Silva Fennica, joka vuosina 1926—66 ilmestyi sarjajulkaisuna (niteet 1—120), on vuoden 1967 alusta lähtien neljännesvuosittain ilmestyvä aikakauskirja. Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös *Acta Forestalia Fennica*-sarjaa vuodesta 1913 (nide 1) lähtien.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran kirjastolle, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17. *Silva Fennica*n tilaushinta on Seuran jäseniltä 10 mk, muilta 20 mk.

ISTUTUSAJANKOHDAN VAIKUTUS MÄNNYN ISTUTUKSEN ONNISTUMISEEN OJITETUIILLA AVOSOILLA

JUHANI PÄIVÄNEN

SUMMARY:
THE EFFECT OF THE DATE OF PLANTING ON THE SURVIVAL
OF PINE ON DRAINED OPEN PEATLANDS

Saapunut toimitukselle 16. 1. 1968

Tutkimuksessa tarkastellaan mahdollisuuksia männyn istutuskauden jatkamiseksi koko kasvukauden mittaiseksi ojitetulla avosuolla. Koesarjat on perustettu kesinä 1964—1966 ja ne käsittävät yhteensä yli 9 700 tainta, jotka nostettiin taimitarhasta ja istutettiin saman vuorokauden kuluessa kasvukauden eri ajankohtina.

Saatujen tulosten mukaan männyn istutukset näyttävät onnistuvan tyydyttävästi lähes koko kasvukauden. Herkimmillään ovat taimet kuitenkin elokuussa. Myös syys-lokakuun vaihteessa suoritettujen istutusten onnistuminen on epävarmaa. Mitä suurempi oli istutuskerran taimien kuolleisuus, sitä heikompaa oli myös eloon jääneiden taimien pituuskehitys. Aineisto ei tuonut esille säätekijöiden mahdollista vaikutusta eri ajankohtina suoritettujen istutusten onnistumiseen.

1. JOHDANTO

Metsäojitustoiminta on tähän mennessä kohdistunut yleensä metsää kasva-
viin soihin. Ojitustoiminnan luonne on kuitenkin aivan viime aikoina ratkaise-
vasti muuttunut. Koneellistumisaste on noussut lähelle 100 prosenttia ja kus-
tannukset laskeneet samalla kun kuivatusteho on kasvanut. Samanaikaisesti
turvemaiden lannoitus on ollut yleistymässä. Ojitusteknisistä syistä on jou-
duttu yhä enenevässä määrin sisällyttämään ojitushankkeisiin avosoita. Nämä
vaativat ojituksen yhteydessä metsityksen. Tämä uusi turvemaille kohdistuva
metsänviljelytarve on herättänyt vilkkaan tutkimus- ja koetoiminnan, josta
ensimmäisiä tuloksia on jo käytettävissä (HEIKURAINEN ym. 1966, LÄHDE 1965,
PAAVILAINEN 1965 ja 1966 a, SARASTO 1963, 1964 a ja b, SARASTO ja SEPPÄLÄ
1964). Kylvö- ja istutuskokeet ovat kaikki vielä siksi nuoria, että metsitys-

menetelmien vaikutuksesta metsiköiden koko kehitykseen on ennen aikaista mennä tekemään johtopäätöksiä. Jo nyt on havaittavissa, että sekä tietyillä kylvö- että istutustavoilla saadaan metsitys onnistumaan.

Kiihdytetyn MERA-ohjelman mukaisen vuotuisen metsänviljelytarpeen avosoiden perusmetsityksineen ja täydennysviljelyineen arvioidaan vuonna 1970 olevan 335 000 ha (MERA II, s. 21). Edelleen on todettu, että männyn siemenen puutteen vuoksi joudutaan istutusten suhteellista määrää metsänviljelyta-voitteesta lisäämään, joskin toisaalta eräissä teoreettis-taloudellisissa laskelmissa on osoitettu kylvön edullisuus nimenomaan ojitettujen soiden metsityksessä (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1966). Kuitenkin lienee niin, että sekä männyn kylvöllä että istutuksella on omat lähitulevaisuudessa selviävät soveltuvuusalsansa avosoiden metsityksessä, joiden kokonaismäärä tulee muodostamaan huomattavan osan koko metsänviljelytarpeestamme.

Jo 1930-luvulla havaittiin metsänviljelytöiden määräaikaisuuteen ratkaisun vaativan tutkimustoimenpiteitä saman kasvukauden eri vaiheiden vaikutuksesta metsänviljelyn onnistumiseen. Istutusajankohtaa koskevia koesarjoja perustettiin suorittamalla istutuksia eri kuukausina touko- ja lokakuun välisenä aikana (HEIKINHEIMO 1934 ja 1941). Ruotsissa on HUSS (1958, ss. 32—34) saanut hyviä eloonjäämisprosentteja männyn istutuksille heinä—lokakuussa eikä TIRÉN (1958, s. 32) ole havainnut eroja eri ajankohtina touko—heinäkuussa suoritettujen istutusten tuloksissa. Onnistumisen edellytyksenä on maaperän riittävä kosteus. Norjalaisen MORKIN (1950) mukaan normaalissa ilmasto- ja maaperäoloissa voidaan kuusta istuttaa hyvällä menestyksellä touko- ja syyskuun ensimmäisten päivien välisenä aikana. Viime aikoina on suomalaisista männyn turveruukkui-istutuksista kasvukauden aikana saatu lupaavia tuloksia (HUURI 1965). Kasvuturvetta täytemaana käytettäessä on tosin saatu myös koetuloksia, joissa heinäkuussa suoritettujen männyn istutukset ovat onnistuneet merkittävästi heikommin kuin kevätistutukset (PAAVILAINEN 1966 b, s. 6).

Kangasmailta perityn tavan mukaan on turvemaille sekä männyn että kuusen istutusajankohdaksi suositeltu kevättä ja alkukesää sen jälkeen kun routa on sulanut (LUKKALA 1938, s. 55 ja HEIKURAINEN 1966, s. 3). Norjassa on myös havaittu istutusajankohdakokeiden puuttuminen turvemailta. Sikäläisen ohjeen mukaan istutusta ei pidä suorittaa taimien kasvun ollessa parhaimmillaan, siis kesäkuun puolivälin ja heinäkuun lopun välisenä aikana. Edelleen mainitaan männyn myöhäisistutuksen (syysistutuksen) onnistumisen olevan turvemailta epävarman (JERVEN og WISTH 1967, ss. 61—62).

Turvemailta olettaisi kuitenkin kosteuden riittävän läpi koko kasvukauden tapahtuvaa männyn istutusta varten. Ainakin tuntuisi luontevalta jatkaa kevät-istutuskautta turvemailta pitempään kuin kangasmailta, joilla kosteus muodostuu yleensä istutusta rajoittavaksi tekijäksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella kasvukauden eri ajankohtina taimitarhasta nostettujen ja välittömästi ojitetuille avosoille istutettujen männyntaimien kuolleisuutta, eloon jääneiden taimien kuntoa sekä istutusta seuranneiden kasvukausien pituuskasvua.

Tutkimus kuuluu Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen yhteistyössä Metsähallituksen ja metsäteollisuusyhtiöiden kanssa perustamien turvemaiden metsänviljelykokeiden sarjaan. Käsillä oleva tutkimus on tarkoitettu istutusajankohdakokeiden istutuksen onnistumisen ja taimien alkukehityksen lopulliseksi inventoinniksi. Metsätiet. yo. O. O. JÄÄSKELÄINEN on tehnyt kahden ensimmäisen kesän istutusten pohjalta suometsätieteen laudaturtyön, mutta hänen suorittamiensa inventointien tuloksia on käytetty ainoastaan taulukossa 2 verrattaessa taimien kuolleisuuden kehitystä kokeiden ikääntyessä. Kokeiden suunnittelu on suometsätieteen laitoksen henkilökunnan, käytännön toteutus Metsähallituksen Korkeakosken hoitoalueen ja Finlayson-Forssa Oy:n sekä lopullinen inventointi ja aineiston käsittely kirjoittajan suorittama. Professorit LEO HEIKURAINEN ja PAAVO YLI-VAKKURI sekä metsänhoitajat OLAVI HUURI ja PENTTI RÄSÄNEN ovat tutustuneet käsikirjoitukseen. Aineistoa käsitellessäni olen toiminut *vallion tutkijastipendiäntina*. Taimien mittaukset ja luokitukset suoritettiin *Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön* kirjoittajalle myöntämän apurahan turvin turpeen vesitaloustutkimusten yhteydessä.

2. KOEKENTÄT JA -JÄRJESTELYT

Käsillä olevan tutkimuksen koeistutukset on suoritettu kesinä 1964—1966. Koesarjoja on kaikkiaan 5. Kolme niistä sijaitsee Finlayson-Forssa Oy:n mailla Tammelan Haukivahon suolla ja ne on perustettu vuosina 1964—1966. Kaksi koesarjaa perustettiin Metsähallituksen Korkeakosken hoitoalueen Nuijanevalle ja istutukset näille suoritettiin kesinä 1965 ja 1966.

Haukivahon istutusajankohdakokeet sijaitsevat eri osissa suurta uudistusmenetelmä- ja lannoituskoe kenttää, josta on jo julkaistu tuloksia lannoituksen vaikutuksesta istutuksen onnistumiseen ja alustavia havaintoja istutusajankohdan vaikutuksesta taimien kuolleisuuteen vuonna 1964 perustetun koesarjan pohjalta (HEIKURAINEN ym. 1966). Haukivahon suo on paikoitellen hyvinkin rimpistä ja rahkamättäistä lyhytkortista nevaa. Suon laaja-alaisuudesta ja rimpisyydestä johtuen eivät nyt esiteltävänä olevat istutusajankohdan vaikutuksen tutkimista varten perustetut kokeet ole keskenään täysin rinnastuskelpoisia. Tämän vuoksi kuvataan seuraavassa lyhyesti kunkin koesarjan kasvualustan laatua ja kuivatusoloja.

B₁-koesarja sijaitsee suon homogeenisimmalla osalla, jossa rimmet ovat vain pienialaisia. Sarkaleveys on 45 m ja ojat on kaivettu traktorikaivurilla alunperin noin metrin syvyisiksi. Tämän lisäksi alue on salaojitettu muoviputkisalo-ajilla 40 m:n välein saran poikkisuuntaan. Kuivatus on onnistunut hyvin ja sitä on pidettävä tarpeeksi tehokkaana.

B₂-koesarja on suoalueen luoteislaidalla lähellä kivennäismaan rajaa. Kangasmaan puoleinen pää koesarjaa oli isovarpuista rämettä, jonka puusto poistettiin luonnontaimistoa myöten ennen kokeen perustamista. Tällä osalla ovat laaja-alaiset varpujen (*Empetrum nigrum* ja *Calluna vulgaris*) peittämät rahkamättäät vallitsevia. Avosuota oleva osa on hyvin rimpistä eikä käytetty 50 m:n sarkaleveyttä oleva ojitus ole pystynyt syyssateiden aikana pitämään rimpää kuivina. B₂-koesarjan alue on suon pienmorfologian ja paikka paikoin myös kuivatustehon puolesta taimien kasvua ajatellen erittäin heikkoa ja epähomogeenista kasvualustaa.

B₃-koesarja oli perustettu koko suoaluetta ajatellen tyyppillisimmälle rimpistä lyhytkortista nevaa olevalle alueelle. Yhden metrin syvyiset 50 m:n välein sijaitsevat sarkaojat olivat aikaansaaneet jonkin verran puutteellisen kuivatuksen.

Nuijanevan istutusajankohtakokeet ovat sekä suonpinnan pienmuotojen että ilmeisesti myös kasvualustan ravinnetalouden kannalta erittäin tasalaatuisella lyhytkortista nevaa olevalle suon osalla. Nuijanevan I-koesarjan alue on ojitettu 40 m:n ja II-koesarjan alue 30 m:n sarkaleveyttä käyttäen muoviputkisalaojituksella. Kuivatus näyttää kummankin kokeen kohdalla riittävältä, sillä valtaojien syvyyden ja sijainnin ja maanpinnan yleisen kaltevuuden ansiosta on ojiin saatu riittävä pudotus.

Kaikilla koesarjoilla on tutkimusyksikkönä pidetty istutusrivitä. Rivien taimimäärät vaihtelevat johtuen lähinnä käytetystä sarkaleveydestä, koska rivit sijoitettiin saran poikkisuuntaan. Kullakin kerralla istutettavat rivit arvottiin koetta suunniteltaessa ja merkittiin maastoon. Koesarjojen koejärjestelyt käyvät ilmi taulukosta 1.

Taulukko 1. Päätiedot koesarjojen koejärjestelystä.
Table 1. Data on the layout of the experimental series

Koesarja Experimental series	Istutuskausi Period of planting	Istutus- kertoja Number of planting times	Kerrallaan istutettiin Number planted at a time		Yhteensä Total	
			taimirivejä plant rows	taimia/rivi plants/row	taimirivejä plant rows	taimia plants
Haukivaho B ₁	19. V— 5. X 1964	16	5	22	80	1 760
» B ₂	24. V—11. X 1965	16	5	24	80	1 920
» B ₃	16. V—10. X 1966	17	6	24	102	2 448
Nuijaneva I	25. V— 5. X 1965	13	6	20	78	1 560
Nuijaneva II	16. V—10. X 1966	17	6	20	102	2 040
Yhteensä Total					442	9 728

Istutusajankohtien välit olivat alku- ja loppukesällä yhden ja keskikesällä kahden viikon pituiset. Sekä tulosten käsittelyn että luotettavuuden kannalta olisi ollut eduksi, jos istutuksia olisi suoritettu koko kasvukauden ajan yhden viikon välein. Koetta suunniteltaessa haluttiin kuitenkin työmäärä pitää kohtuullisena. Tutkimusta varten istutettiin lähes 10 000 tainta ja tutkimusyksikkönä pidettyjä taimirivejä kertyi 442.

Kullakin istutuskerralla taimet tuotiin istutuspaikalle lähellä sijaitsevalta taimitarhalla. Taimien nosto tapahtui välittömästi ennen kuljetusta ja istutus suoritettiin aina vielä saman päivän kuluessa. Haukivahon kokeiden taimet olivat Metsänjalostussäätiön Vanajan taimitarhalla ja koulittu 2-vuotiaina Finlayson-Forssa Oy:n omaan taimitarhaan, jossa ne kasvoivat yhden täyden kasvukauden ennen istutuskessää. Nuijanevalla käytetyt taimet olivat Metsähallituksen Korkeakosken hoitoalueen Hyytiälän taimitarhalla 2/1-vuotiaiksi kasvatettuja männynntaimia.

Istutus suoritettiin merkityille ja arvotuille riveille määrävällein puristus-istutusta käyttäen mitenkään maanpintaa rikkomatta. Istutuksen yhteydessä suoritettiin laikkulannoitus suomaiden Y-lannoksella, jota annettiin 30 g tainta kohden 20 cm:n säteiseksi renkaaksi taimen ympärille. Istutuksen suoritti Nuijanevalla molempina kesinä sama Metsähallituksen vakituinen työmies suometsätieteen laitoksen henkilökunnan valvonnassa. Myös Haukivahon kokeiden kohdalla pysyivät työnsuorittajat ja työnjohto samoina kaikkina kolmena istutuskesänä. Näin pyrittiin säilyttämään työnlaatu mahdollisimman muuttumattomana.

3. SUORITETUT MITTAUKSET JA HAVAINNOT

Taimien istutuksen jälkeistä kehitystä ja kuntoa luokiteltaessa on tavallisesti käytetty melko ylimalkaisia, subjektiiviseen arvosteluun perustuvia luokituksia. Esim. MULTAMÄKI (1939, ss. 34—35) on käyttänyt nelijakoa: (hyvät) tyydyttävät, välttävät, huonot ja kuolleet taimet. HUURI (1965, s. 3) on männyn turveruokkuistutusten inventoinneissaan käyttänyt viisijakoa, joskin tuloksia esiteltäessä hän on yhdistänyt kaksi parasta ryhmää (normaalikuntoiset ja keskinkertaista rehevämmät taimet). Erikoistarkoituksia varten on käytetty myös luokituksia, jotka taimen kunnan lisäksi sisältävät määritteitä taimelle aiheutuneen vaurion aiheuttajasta (esim. SCHALIN ja SEPPÄLÄ 1964, ss. 47—48). Yksinkertaisin istutuksen onnistumista kuvaava inventointi erottelee vain kuolleet taimet elävistä taimista. Lähitulevaisuudessa saadaan ilmeisesti lisätietoja niistä luokiteltavista ja mitattavista tekijöistä, jotka parhaiten kuvastavat istutustaimien elinvoimaa ja myöhempää kehitystä (RÄSÄNEN 1967).

Tätä tutkimusta varten katsottiin riittäväksi taimien jakaminen neljään kuntoluokkaan:

0. Kuolleet, maanpintaa myöten kuivuneet taimet ja taimet, joiden neulasto oli täysin ruskettunut.
1. Kituvat taimet, joiden neulastossa voimakkaita värinmuutoksia sekä taimet, joiden latvakasvain tuhoutunut eikä uutta latvaa muodostunut ainkaan kahden kasvukauden kuluessa.
2. Lievästi kituvat taimet, joiden neulastossa lieviä värinmuutoksia ja/tai selvää kasvun pysähtymistä.
3. Normaaliset ja rehevät taimet.

Eriyisesti korostettakoon, että pyrittiin siihen, ettei taimen koko olisi pääsyt vaikuttamaan kuntoluokitukseen, koska sen ei läheskään aina tarvitse osoittaa taimen myöhempää kehitystä (RÄSÄNEN 1966). Edelleen ranganvaihdoksen ei yksinään annettu merkityä taimen joutumista kituvien taimien luokkaan. Monessa tapauksessa tuhoutuneen latvakasvaimen havaittiin korvautuneen jo saman kasvukauden aikana ylimmän versokiehkuran voimakkaimmalla versolla, eikä näin ollen kasvun tyrehtymistä eikä pahoja muotovikoja tarvinnut ilmetä.

Kuntoluokituksen pitävyyden tarkistamiseksi suoritettiin Nuijanevan I-kokeen 20 arpomalla valitun istutusrivin taimien uusintaluokitus. Tämä osoitti, että ainoastaan keskimäärin yksi taimi (5 %) riviä kohden tuli vaihtaneeksi luokkaa. Koska sama henkilö suoritti kaikkien kokeiden inventoinnit on syytä olettaa, että arvosteluasteikon käyttö subjektiivisuudestaan huolimatta on pysynyt jokseenkin muuttumattomana ja tulokset ovat vertailukelpoisia sekä kokeiden sisäisesti että eri koesarjojen välisesti.

Kuntoluokituksen lisäksi merkittiin kustakin taimesta muistiin mahdolliset ranganvaihdokset ja niiden muodostumiskasvukausi sekä haaroittumiseen johtaneet päätesilmun tai latvakasvaimen tuhoutumiset. Haarojen pituudet mitattiin sekä merkittiin niiden muodostumiskasvukaudet.

Jo istutuskesinä saatettiin Nuijanevan koeistutuksilla havaita neulasten varisemista välittömästi tiettyjen istutusajankohtien jälkeen kyseessä olevan kasvukauden versoista. Inventointien yhteydessä voitiin tehdä muistiinpanoja tästä ilmiöstä vielä Nuijanevan koesarjojen ja Haukivahon B₃-koesarjan elossa olevista taimista. Muissa kokeissa tätä ei voitu enää erottaa neulasten luonnollisesta varisemisesta.

Taimista mitattiin 1 cm:n tarkkuudella istutuskesää seuranneiden kasvukausien latvakasvainten pituudet sekä taimen kokonaispituus maanpinnasta latvasilmun tyveen.

Edellä esitetty kokeiden lopullinen inventointi suoritettiin elo-syyskuussa 1967, jolloin vanhimman kokeen taimet olivat kasvaneet maastossa kolme täyttä kasvukautta ja nuorimpienkin yhden täyden kasvukauden. Tämän lisäksi on ollut käytettävissä muutamia aiemmin suoritettujen inventointien tuloksia, joiden avulla on pyritty selvittämään taimien kuolleisuuden kehitystä kokeiden ikääntyessä.

Taimien pituuksien, pituuskasvujen ja kuolleisuusprosenttien erojen merkitsevyys laskettiin varianssianalyysillä. Prosenttilukujen kohdalla suoritettiin arcsin-transformaatio ja pienin merkitsevä ero 5 %:n riskitasolla (LSD 5%) määritettiin Tukeyn menetelmällä.

4. ISTUTUSAJANKOHDAN VAIKUTUS

41. TAIMIEN KUOLLEISUUDEN KEHITYS

Aluksi on syytä tarkastella taimien kehitystä eri inventointikertojen kuolleisuusprosenttien avulla, jotta saataisiin selville, mikä on se vähimmäisaika kokeiden perustamisesta, jonka kuluttua voidaan istutuksesta aiheutuvan kuolleisuuden katsoa tulleen esille. Tässä yhteydessä mainittu tarkastelu on mahdollista Haukivahon B₁-koesarjan (taulukko 2) ja Nuijanevan I-koesarjan (taulukko 3) eri inventointikertojen tulosten avulla.

Varianssianalyysillä testattaessa ei eri inventointikertojen kuolleisuusprosenttien keskiarvoille saatu merkitseviä eroja, ei edes kahden ensimmäisen in-

Taulukko 2. Taimien kuolleisuuden kehitys eri inventointikertoina Haukivahon B₁-koesarjassa. Kahden ensimmäisen inventoinnin tulokset julkaistu jo aiemmin (HEIKURAINEN ym. 1966, s. 13).

Table 2. Mortality on the dates of inventory. Haukivaho, series B₁. Data on first two inventories already published (HEIKURAINEN et al. 1966, p. 13).

Istutusajankohta Planting date 1964	Kuolleita taimia, % Mortality %			
	25. V 1965	22. X 1965	21. X 1966	24. VIII 1967
19. I	68	85	85	86
25. V	21	25	26	34
1. VI	3	8	11	10
8. VI	9	13	12	13
22. VI	3	7	8	8
29. VI	5	7	7	7
6. VII	3	10	7	7
13. VII	6	7	10	11
20. VII	2	5	5	6
3. VIII	1	7	7	8
17. VIII	1	5	5	4
31. VIII	2	5	6	7
14. IX	1	9	9	12
21. IX	30	46	54	57
28. IX	2	7	9	12
5. X	1	10	16	19
Keskimäärin — Mean	10	16	17	19

ventoinnin välille (laskettu F-arvo 1.85-, $F_{5\%}$ 4.17 ja $LSD_{5\%} = 10.1$ %), johtuen siitä, että erot peittyvät eri istutusajankohtien kuolleisuusprosenttien suureen vaihteluun. Kuolleisuusprosenttien noususuunta ja tasaantuminen lähes vakiotasolle jo ensimmäisen täyden maastokasvukauden jälkeen on kuitenkin havaittavissa. Toisella inventointikerralla on ilmeisesti 6/7 istutetuista taimista luettu kuolleiksi myös muutama kituva taimi, jonka elonmerkit ovat peittyneet lakoutuneen tupasvillan alle.

Varianssianalyysi osoitti eri inventointikertojen kuolleisuusprosenttien eroavan Nuijanevan I-koesarjassa merkitsevästi toisistaan (F 11.65**, $F_{1\%}$ 7.82 ja $LSD_{5\%} = 5.5$ %). Merkille pantavaa on istutusajankohdan 17/8 kuolleisuusprosentin suureneminen ensimmäisen inventoinnin jälkeen. Mainitussa inventoinnissa oli kuitenkin ko. istutuskerran taimista arvioitu kituviksi 35 % istutettujen taimien määrästä. Valtaosa kituvista taimista on ilmeisesti sittemmin kuollut. Taimien kunnan muuttumista ei ole tarkemmin haluttu esitellä, koska inventoinnit ovat eri henkilöiden suorittamia ja arvosteluasteikotkin poikkesivat toisistaan.

Ennen kasvukauden alkua on vielä elossa olevien ja kuolleiden taimien raja vaikeasti määritettävissä. Tämä pätee erityisesti juuri edellisenä syksynä istutettujen ja jo seuraavana kasvukautena kuolevien taimien kohdalla (vrt. taulukot 2 ja 3, istutusajankohdat 28/9 ja 5/10).

Taulukko 3. Taimien kuolleisuudet Nuijanevan I-koesarjassa istutuskasvukautta seuraavana keväänä sekä lopullisen inventoinnin yhteydessä, joka suoritettiin kahden täyden maastokasvukauden jälkeen.

Table 3. Transplant mortality during the summer following the year of planting and in the final inventory after two complete growing seasons in the field. Nuijaneva, series I.

Istutusajankohta Planting date 1965	Kuolleita taimia, % Mortality, %	
	26. V 1966	20. VIII 1967
25. V	1	7
1. VI	5	5
8. VI	8	12
22. VI	2	5
6. VII	4	11
20. VII	1	7
3. VIII	2	9
17. VIII	15	46
31. VIII	2	14
14. IX	1	6
21. IX	2	6
28. IX	1	13
5. X	2	8
Keskimäärin — Mean	4	11

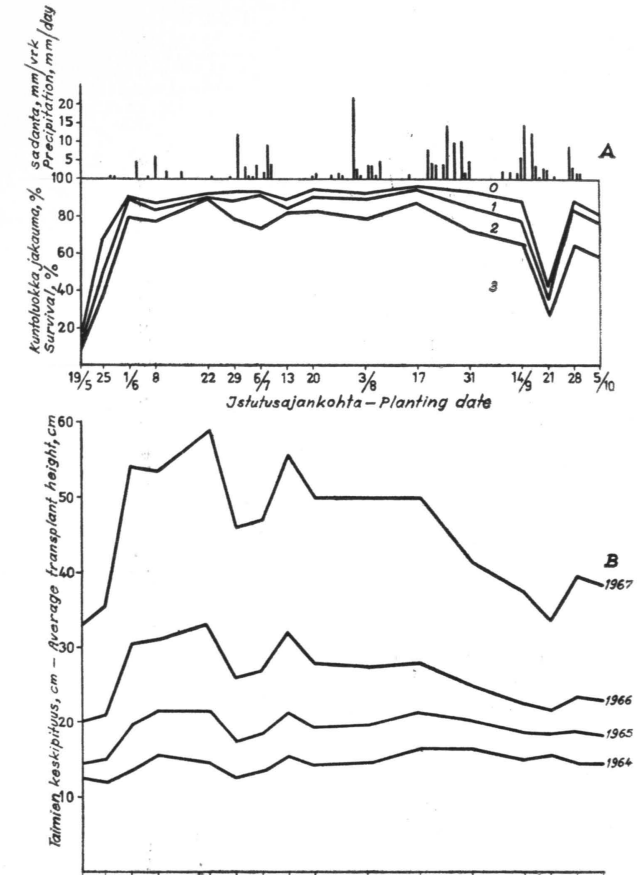
Yhteenvedon voidaan todeta, että istutuskasvukautta seuraavana keväänä ennen taimien kasvun alkamista suoritettulla inventoinnilla ei ole ajankohtansa vuoksi suurta arvoa. Myöhemmät inventoinnit poikkeavat vain vähän toisistaan, joten taimien kuolleisuus ei enää ilmeisesti paljoa lisääny yhden täyden maastokasvukauden jälkeen.

42. TAIMIEN JAKAANTUMINEN ERI KUNTOLUOKKIIN

Seuraavassa tarkastellaan taimien jakaantumista eri kuntoluokkiin syksyllä 1967 suoritettun inventoinnin perusteella. Kokeiden taimet ovat tällöin kasvaneet 1—3 täyttä kasvukautta istutuspaikoilla. Vanhempien kokeiden tulokset ovat luotettavampia kuin nuorempien, mutta kuten kuolleisuuden kehitystä tarkasteltaessa kävi ilmi, ei suuria muutoksia ensimmäisen kasvukauden jälkeen enää tapahtune.

Taimien jakaantuminen eri kuntoluokkiin istutusajankohdan funktiona koesarjoittain käy ilmi yhdistelmäkuviosta (kuvat 1—5). Taulukossa 4 esitetään taimien kunto koko kasvukauden istutusten keskiarvona.

Kuolleisuus on suhteellisen alhainen, ainoana poikkeuksena on Haukivahon B₂-koesarja, joka ilmeisesti kasvualustansa erittäin heikon laadun vuoksi on antanut varsin suuren taimikuolleisuuden. Erityisen tunnusomaista tälle alueelle olivat laaja-alaiset rahkamättäät. Käytännön metsänviljelytoissa avosoilla on todettu istutusten epäonnistuminen suurilla mätäspinoilla (NUMMIPURO 1967,



Kuva 1. Haukivaho B₁, istutusvuosi 1964.

A. Kasvukauden eri ajankohtina istutettujen taimien prosenttinen jakaantuminen kuntoluokkiin. Merkinnät: 0 = kuolleet, 1 = kituvat, 2 = lievästi kituvat ja 3 = normaalit ja rehevät taimet.

B. Kasvukauden eri ajankohtina istutettujen inventointihetkellä elossa olleiden taimien keskipituuksien kehitys.

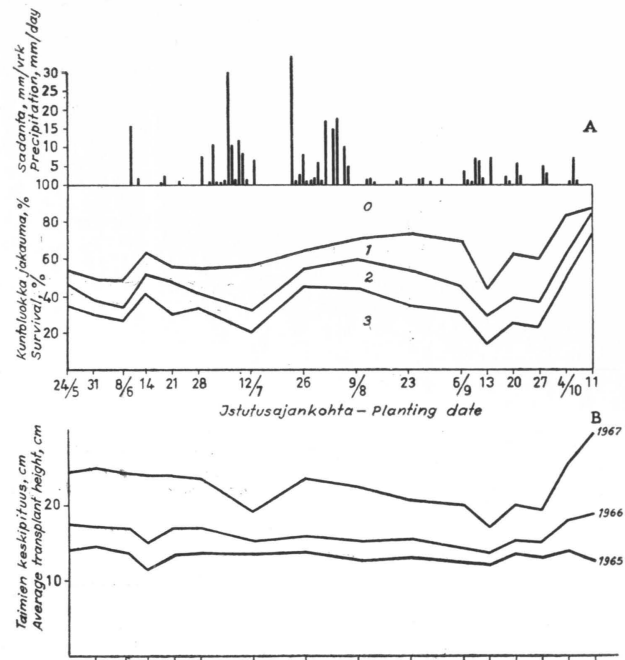
Figure 1. Haukivaho B₁, planted in 1964.

A. The relative health class distribution of the transplants, planted on different dates during the growing season. Code: 0 = dead, 1 = slow-growing, 2 = slower growing than normal, and 3 = normal and fastgrowing transplants.

B. Average height curves for transplants planted on different dates during the growing season and alive at the period of inventory.

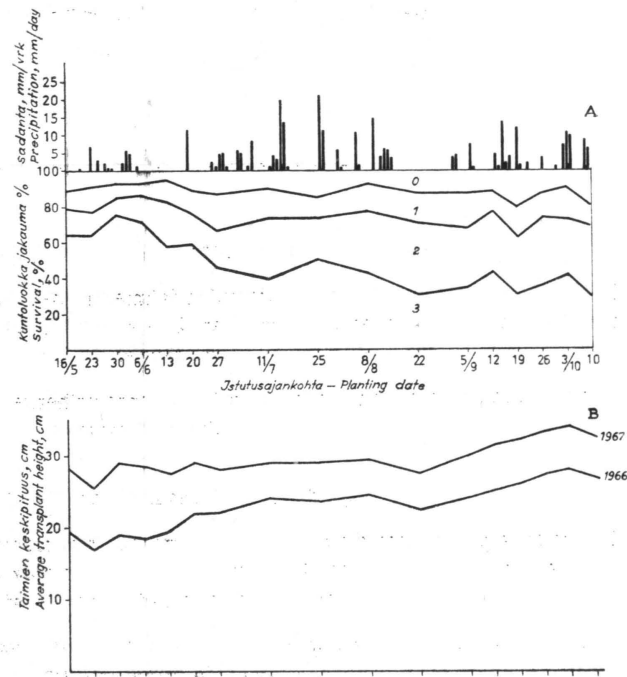
Kuva 2. Haukivaho B₂, istutusvuosi 1965. Samoin kuin kuvassa 1.

Figure 2. Haukivaho B₂, planted in 1965. As in figure 1.



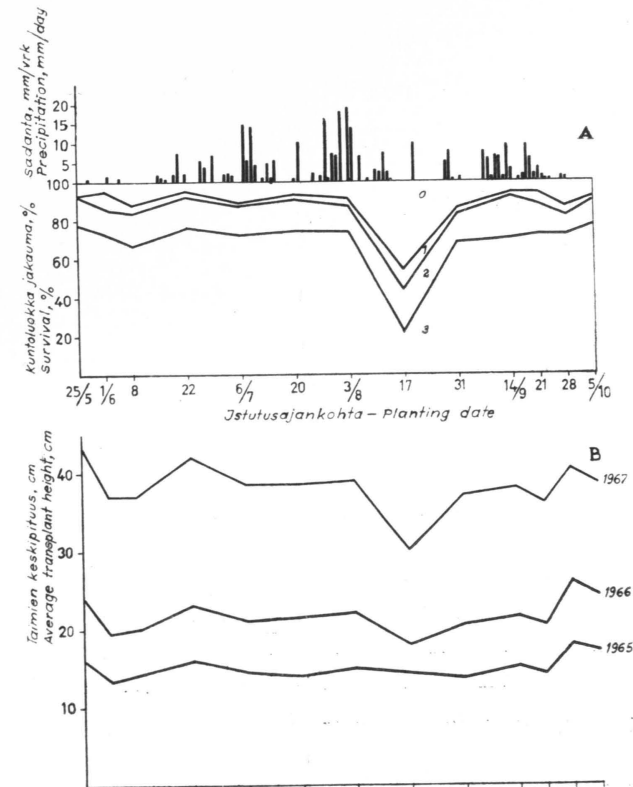
Kuva 3. Haukivaho B₃, istutusvuosi 1966. Samoin kuin kuvassa 1.

Figure 3. Haukivaho B₃, planted in 1966. As in figure 1.



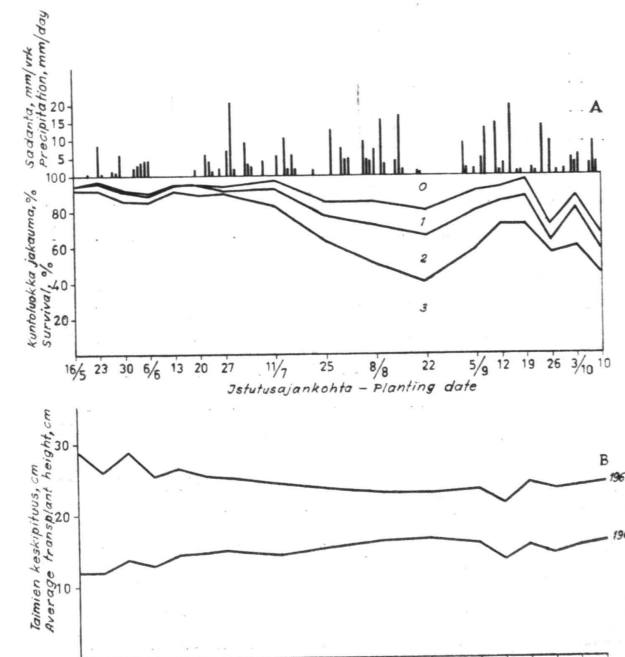
Kuva 4. Nuijaneva I, istutusvuosi 1965. Samoin kuin kuvassa 1.

Figure 4. Nuijaneva I, planted in 1965. As in figure 1.



Kuva 5. Nuijaneva II, istutusvuosi 1966. Samoin kuin kuvassa 1.

Figure 5. Nuijaneva II, planted in 1966. As in figure 1.



Taulukko 4. Taimien jakaantuminen eri kuntoluokkiin koko kasvukauden istutusten keskiarvoina.

Table 4. Health and survival of transplants, means for all plantings during the growing season.

Koesarja Experimental series	Kuolleita Dead	Kituvia Slow-growing	Lievästi kituvia Slower growing than normal	Normaalisia Normal	Elossa yhteensä Total living
	% istutettujen taimien määrästä % of number planted				
Haukivaho B ₁	19	5	10	66	81
» B ₂	38	15	12	35	62
» B ₃	11	14	27	48	89
Nuijaneva I	11	4	16	69	89
» II	11	6	11	72	89
Keskimäärin — Mean	18	9	15	58	82

s. 15). Jos tämä poikkeuksellinen koesarja jätetään huomioon ottamatta, saadaan neljän muun koesarjan keskimääräiseksi kuolleisuudeksi vain 13 %. Normaalisia ja vain lievästi kituvia taimia olisi tällöin 79 % istutettujen taimien määrästä. Keskimääräisesti ottaen voidaan näin rajoitetun materiaalin pohjalta todeta pitkin kasvukautta suoritettujen istutusten onnistuneen jokseenkin hyvin.

Kasvukauden eri ajankohtina istutettujen taimien kuolleisuusprosenttien erojen merkitsevyyden testaus antoi seuraavat tulokset:

	Laskettu F-arvo Calculated F-value	Pienin merkitsevä ero, % LSD ₅ %
Haukivaho B ₁	13.16***	F _{0.1%} 3.17 19.5
» B ₂	3.12**	» 20.0
» B ₃	1.93*	F _{5%} 1.84 14.2
Nuijaneva I	3.83***	F _{0.1%} 3.34 19.5
» II	5.61***	F _{0.1%} 3.08 15.5

Eri kuntoluokkiin kuuluvien taimien prosenttien määrien erojen merkitsevyyttä ei testattu. Koesarjojen yhdistelmäkuoissa nämäkin osuudet nähdään kuitenkin havainnollisesti.

Haukivahon B₁-koesarjassa poikkeavat aikaisin keväällä ja syyskuun loppupuolella suoritettujen istutusten kuolleisuusprosentit merkitsevästi keskimääräisestä tasosta. Toukokuussa suoritettujen istutusten epäonnistuminen johtuu siitä, että maa oli vielä roudassa istutuksia suoritettaessa. NUMMIPURO (1967, s. 12) mainitsee myös, että vuonna 1964 routa sulii Lounais-Suomen avo-soilta vasta kesäkuun alussa, mikä viivästytti istutustöiden alkuun pääsyä. HUURIN (1965, s. 4) suorittamissa kangasmaiden istutusajankohdakokeissa on todettu niin ikään varhain keväällä 1964 suoritettujen istutusten heikko menestymisen, joskaan mainitun ilmiön syitä ei ole pyritty analysoimaan. 21/9 suoritettujen istutusten erittäin suurta kuolleisuutta ei ole pystytty selittämään. Todettakoon, että kaikkien syyskesän istutusten elossa olevien taimien pituuskas-

vuluvat tukevat havaittua epäonnistuneisuutta. Kituvien taimien sadannekset pysyvät kohtuullisina kaikkien istutuskertojen kohdalla.

Haukivahon B₂-koesarjan kuolleisuusprosenttien erot saatiin myös merkitseviksi. Erittäin huonosta onnistuneisuudesta poikkeavat edulliseen suuntaan vain kahden viimeisen, lokakuussa suoritettujen istutusten tulokset. Koesarjan huonon ja epähomogeenisen turvealustan tähden ei kasvukauden ajankohtien vaikutuksesta voitane tehdä johtopäätöksiä ensinkään.

Haukivahon B₃-koesarjan kuolleisuusprosenttien erot tulevat vain juuri ja juuri merkitseviksi. Eloonjäämisen suhteen koesarja on onnistunut varsin hyvin, mutta normaalisten ja sitä rehevämpien taimien osuus laskee lähes suoraviivaisesti, mitä myöhemmin kesällä suoritettua istutuksesta on kyse.

Nuijanevan I-koesarjassa poikkeavat ainoastaan 17/8 suoritettujen istutusten tulokset merkitsevästi muista. Selitys löytynee taimien kasvukaudenaikaisen kehityksen rytmistä, jota tarkastellaan lähemmin seuraavassa luvussa. Merkille pantakoon myös kituviksi luettujen taimien erittäin vähäinen osuus kaikkien istutuskertojen kohdalla.

Nuijanevan II-koesarjan kuolleisuudet poikkeavat merkitsevästi ainoastaan 26/9 ja 10/10 suoritetuissa istutuksissa. Edellisen kesän istutuksissa todetun elokuun suuren kuolleisuuden kanssa analoginen ilmiö havaitaan nytkin, joskin niin lievästi, ettei se yllä tilastolliseen merkitsevyyteen. Kituvien ja lievästi kituvien taimien yleisyys vastaavina ajankohtina tukee muodostuvaa käsitystä ko. ajankohdan mahdollisesta epäedullisuudesta taimien siirtoon taimitarhasta istutuspaikoille.

43. RANGANVAIHDOKSET, HAAROITTUMINEN JA NEULASTEN VARISEMINEN

Kuntoluokan lisäksi merkittiin jokaisesta taimesta inventoinnin yhteydessä muistiin mahdolliset ranganvaihdokset, niiden muodostumiskasvukausi, haaroit-

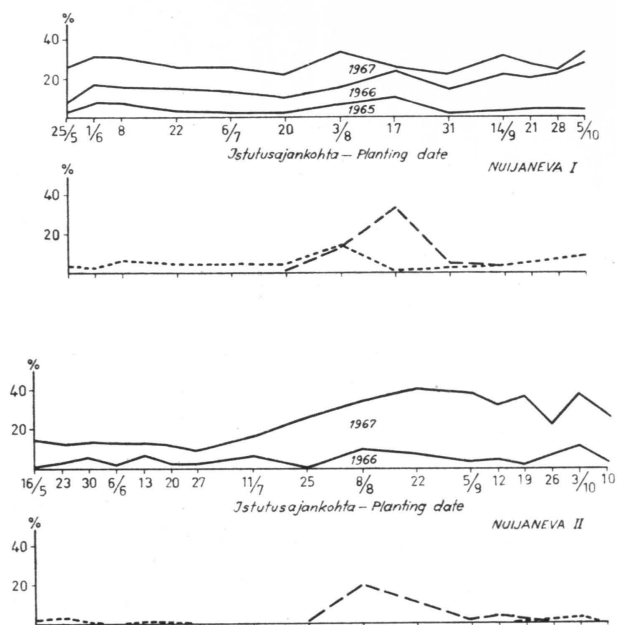
Taulukko 5. Ranganvaihdokset muodostumiskasvukauden mukaan ryhmiteltyinä sekä haaroittumiset prosentteina istutettujen taimien määrästä.

Table 5. Leaders lost during various years and forked transplants, in per cent of number planted.

Koesarja Experimental series	Ranganvaihdoksia muodostunut Leaders lost					Haaroit- tuneita taimia Forked transplants
	% istutettujen taimien määrästä % of number planted					
	—64	—65	—66	—67	yht. total	yhteensä total
Haukivaho B ₁	0.8	1.9	2.5	1.6	6.8	2.1
» B ₂	—	1.0	4.7	1.2	6.9	0
» B ₃	—	—	9.9	0.5	10.4	0.1
Nuijaneva I	—	4.3	13.0	10.2	27.5	5.5
» II	—	—	4.3	19.1	23.4	0.8

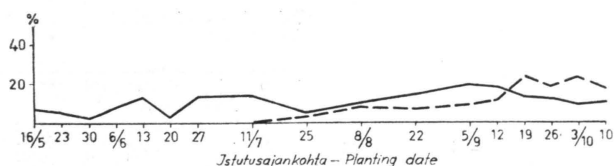
tumiset sekä havainnot neulasten varisemisesta istutuskesän kasvaimista. Mainittujen muotovikojen yleisyyttä eri koesarjoissa kuvaa taulukko 5.

Haukivahon koesarjojen taimissa on ranganvaihdoksia ja haaroittumisia sängen vähän. Kummankin Nuijanevan koesarjan mukaan näyttävät ensimmäisenä täytenä kasvukautena muodostuneiden ranganvaihdosten määrät lisääntyvän



Kuva 6. Nuijanevan I- ja II-koesarjan istutuskesän ja sitä seuranneina kasvukausina syntyneiden ranganvaihdosten määrä (kuvien ylemmät akselistot) sekä vastaavien istutusajankohtien taimissa ranganvaihdoksista johtuneet haaroittumiset (lyhyt katkoviiva) sekä taimet, joiden istutuskesän kasvaimista neulaset varissee (pitkä katkoviiva). Kaikki ilmaistu %:ssa istutettujen taimien määrästä.

Figure 6. Numbers of leaders lost during the planting year and the following growing seasons in the I- and II-series plots at Nuijaneva (top coordinates), forking due to leader loss in the transplants planted on corresponding dates (short broken line), and the number of plants that have lost the needles from the shoots grown in the year of planting (long broken line). Per cent of trees planted.



Kuva 7. Haukivahon B₃-koesarjan ranganvaihdosten määrä (yhtenäinen viiva) sekä taimet joiden istutuskesän kasvaimista neulaset varissee (katkoviiva). Ilmaistu %:ssa istutettujen taimien määrästä.

Figure 7. Number of leaders lost in the B₃-series plots in Haukivaho (unbroken line), and the number of transplants that have lost the needles from the shoots grown in the year of planting (broken line). Per cent of trees planted.

loppukesää kohden (kuva 6). Haaroittumiseen johtaneita ranganvaihdoksia on kautta koko kasvukauden vähän. Kuva 7 osoittaa ranganvaihdosten määrän jakaantuvan suhteellisen tasaisesti koko kasvukauden ajalle Haukivahon B₃-koesarjalla.

Mielenkiintoista on, että havaitut neulasten varisemiset istutuskesien kasvaimista keskittyvät Nuijanevan koesarjoilla elokuun loppupuolelle, jolloin myös taimien kunto- ja kuolleisuusjakautumat osoittavat istutuksen huonoa onnistumista (vrt. kuvat 4 ja 5). Ilmiö liittyy juurten pituuskasvurytmiin, jossa on havaittu selvä ja voimakas lasku heinä—elokuun vaihteesta alkaen (LADEFOGED 1939, KALELA 1955, HEIKURAINEN 1955, LYR und HOFFMANN 1965). Samanlainen jaksollisuus on mitattu myös juurten hiilidioksidin erityksessä (LÄHDE 1966, s. 17). PAAVILAINEN (1966 a, s. 7) on todennut keväällä suolle istutettujen männyn taimien juurten heikon kehityksen heinäkuun lopulta alkaen. Hän korostaa luonnollisen kasvurytmin lisäksi taimien siirrosta taimitarhasta huonompaan kasvuympäristöön aiheutuvia haittoja, joskaan vertailuja ei ole suoritettu siirrettyjen ja taimitarhaan jätettyjen taimien juurten kehitysten välillä. Kasvurytmin ja heikentyvän kasvualustan vaikutukset korostuvat vielä suoritettaessa istutukset juurten luonnollisen pituuskasvun tyrehtymisen tai suorastaan pienenemisen aikoina. KOZŁOWSKI (1966, s. 4) korostaa istutuksen onnistumisen riippuvan siitä, kuinka nopeasti taimien juurien pituuskasvu alkaa ja ne alkavat absorboida saatavissa olevaa vettä. Neulasten variseminen saattaa johtua myös siitä, että neulaset ovat saavuttaneet täyden pituutensa, mutta niiden ja koko kasvaimen puuttuminen on vielä kesken. Siirto saattaa tällöin aiheuttaa mekaanisia ja myös fysiologisia vaurioita taimille.

Haukivahon B₃-koesarjan kohdalla havaitaan neulasten varisemisilmiöitä heinä—elokuun vaihteesta saakka, mutta runsaammin vasta viimeisten istutuskertojen taimissa (kuva 7). Normaalikuntoisten taimien määrän todettiin myös vähenevän syksyä kohden (kuva 3). On vaikea mennä arvailemaan, mistä tämä ja muidenkin Haukivahon koesarjojen (kuvat 1 ja 2) heikot onnistumiset syyskuussa aiheutuvat. Eräs mahdollisuus on eri alkuperää olevien ja eri taimitarhassa tuotettujen taimien erilainen kasvukautinen kasvurytmi (vrt. KOZŁOWSKI 1966).

Hyönteistuhoja ei taimissa havaittu. Koesarjojen alueella ei esiintynyt myöskään metsälintujen aiheuttamia tuhoja, vaikka Nuijanevan uudistusmenetelmäkoekentillä niitä todettiin keväällä 1965 (vrt. NUMMIPURO 1967, s. 15). Kesän 1967 kasvaimissa tavattiin Nuijanevalla yksittäisiä männyn versoruosteen (*Melampsora pinitorqua*) aiheuttamia verson katkeamia sekä JÄÄSKELÄISEN (1967) havaintojen mukaan lumikaristetta (*Phacidium infestans* KARST.) Haukivahon B₂-koesarjalla. Hakkuutähteiden puuttuminen ja reunametsän etäisyys suojannevat avosoiden istutuksia hyönteis- ja kasvitautituhoilta.

44. TAIMIEN PITUUS JA PITUUSKASVU

Kasvukauden eri ajankohtina istutettujen taimirivien inventointia suoritettaessa elossa olleiden taimien keskimääräisten pituuksien ja pituuskasvujen erojen mahdollisia merkitsevyyksiä testattiin varianssianalyysillä (taulukko 6).

Taulukko 6. Eri ajankohtina istutettujen rivien inventointihetkellä elossa olleiden taimien keskimääräisten pituuksien ja pituuskasvujen erojen merkitsevyyksien testaustulokset.
Table 6. Significance tests on differences in mean transplant height and height growth of those living at the time of inventory, of the rows planted on different dates.

Koesarja Experimental series	Testattu tunnus Characteristic tested	Laskettu F-arvo Calculated F-value	Taulukko F-arvo Tabulated F-value	Plenin merk. ero, cm LSD 5 %, cm
Haukivaho B ₁	Pituus 1964 Height	2.02*	F _{5%} 1.88	4.2
	Pituuskasvu 1965 Height growth	13.14***	F _{0.1%} 3.17	1.6
	» 1966	12.04***		3.4
	» 1967	10.71***		5.9
	Pituus 1967 Height	5.38***		17.0
Haukivaho B ₂	Pituus 1965 Height	1.77	F _{5%} 1.88	2.7
	Pituuskasvu 1966 Height growth	11.71***	F _{0.1%} 3.17	1.8
	» 1967	4.01***		4.2
	Pituus 1967 Height	6.10***		5.7
Haukivaho B ₃	Pituus 1966 Height	22.89***	F _{0.1%} 3.08	3.0
	Pituuskasvu 1967 Height growth	18.18***		1.8
	Pituus 1967 Height	4.16***		3.6
Nuijaneva I	Pituus 1965 Height	7.12***	F _{0.1%} 3.34	2.2
	Pituuskasvu 1966 Height growth	5.74***		1.9
	» 1967	4.67***		4.2
	Pituus 1967 Height	4.80***		7.4
Nuijaneva II	Pituus 1966 Height	6.90***	F _{0.1%} 3.08	2.4
	Pituuskasvu 1967 Height growth	29.25***		2.4
	Pituus 1967 Height	5.96***		3.6

Todetaan, että kaikki muut istutusajankohtien väliset erot saatiin erittäin merkitseviksi paitsi Haukivahon B₁- ja B₂-koesarjojen ensimmäisen vajaan maastokauden lopun taimien pituserot.

Seuraava tarkastelu tapahtuu lähinnä kuvien 1—5 esittämien tulosten valossa. Lähes kaikkien koesarjojen kohdalla havaitaan, että mainitun ensimmäisen maastokasvukauden lopun taimipituudet suurenevat, mitä myöhemmin kesällä istutus on suoritettu. Tämä luonnollisesti johtuu siitä, että myöhemmin kesällä istutetut taimet ehtivät kasvaa täyteen mittaansa jo taimitarhalla. Ensimmäisenä syksynään maastossa ovat (vielä inventointihetkellä elossa olleiden taimien perusteella lasketut) taimien keskipituudet muilla koesarjoilla 13—15 cm, mutta Haukivahon B₂-koesarjalla peräti 23 cm. Tainten suuri koko saattaa osaltaan vaikuttaa kituvien taimien yleisyyteen mainitulla koesarjalla. Suurikokoiset taimet voivat helpommin vaurioitua istutukseen liittyvissä kuljetuksissa ja käsittelyissä.

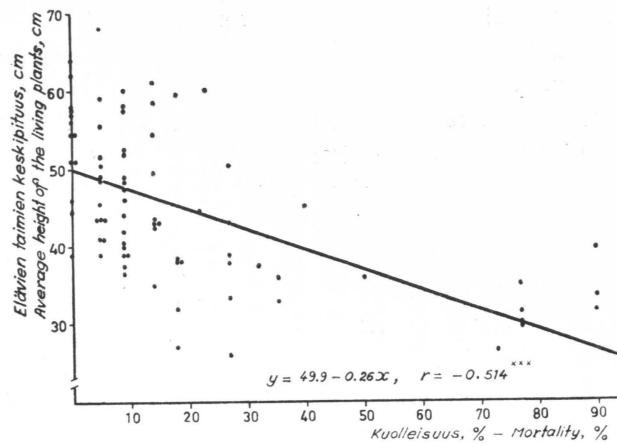
Yleisesti ottaen näyttävät istutusta seuranneiden kasvukausien pituuskasvut pienenevän mitä myöhemmin kesällä istutus on suoritettu. Edellisessä kapaleessa mainittu »alkupituuksien» päinvastainen suuntaus saattaa kompensoida tätä (kuvat 3 ja 5). Näillä koesarjoilla pysyttelee kuolleisuus suhteellisen alhaisena koko istutuskauden ja tämä ilmeisesti myös tasaa eri ajankohtina istutettujen edelleen elossa olevien taimien pituseroja.

45. ISTUTUKSEN ONNISTUMISEN JA TAIMIEN PITUUDEN VÄLINEN VUOROSUHDE

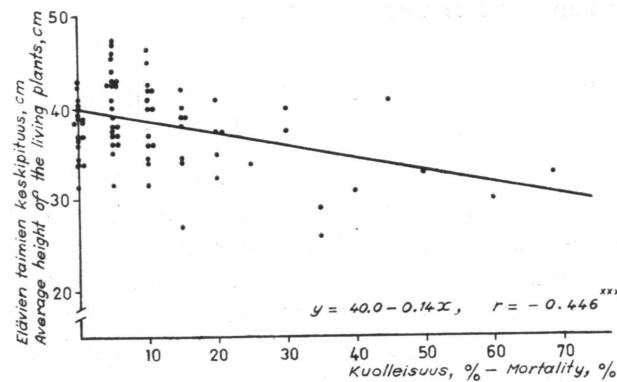
Kuten jo edellisen luvun lopussa arveltiin, saattavat taimien kuolleisuus ja eloon jääneiden taimien pituuskehitys olla riippuvuussuhteessa keskenään. Alustavasti asiaa voi tarkastella yhdistelmäkuvienv avulla. Haukivahon B₁- ja Nuijanevan I-koesarjalla, joissa on sekä erittäin suuria että varsin pieniä kuolleisuuksia, nähdään kuolleisuushuippuja vastaavat lovet taimien pituuskasvukäyrissä (kuvat 1 ja 4). Koska »alkupituudet» koesarjoilla olivat suhteellisen tasaiset tai kasvukauden mittaan lievästi kohenevat, päätettiin yksinkertaisuuden vuoksi tarkastella inventointihetkellä elossa olleiden taimien keskipituuksien suhtautumista vastaavien taimirivien kuolleisuussadanneksiin. Suoritettulla korrelaatiolaskennalla saatiin Haukivahon B₁-koesarjalle korrelaatiokertoimen arvoksi -0.514 ja Nuijanevan I-koesarjalle -0.446, jotka kummatkin ovat erittäin merkitseviä (kuvat 8 ja 9). Runsas kuolleisuus on merkinnyt siis sitä, että myös eloon jääneiden taimien pituuskehitys on ollut heikompa kuin niillä istutuseroilla, joilla kuolleisuus on ollut vähäistä (vrt. YLI-VAKKURI 1957, s. 33).

5. SÄÄTEKIJÖIDEN VAIKUTUS

Tämän tutkimuksen koeistutukset on suoritettu kolmena peräkkäisenä vuotena. Tämä tarjoaa mahdollisuuden tarkastella säätekijöiden vaikutusta istu-



Kuva 8. Haukivahon B₁-koesarjan istutusrivien kuolleisuusprosenttien ja samoissa riveissä elossa olleiden taimien keskipituuksien välinen vuorosuhde.
Figure 8. Ratio of transplant mortality per cent and the mean height of the living plants in the same row. Haukivaho, series B₁.



Kuva 9. Nuijanevan I-koesarjan istutusrivien kuolleisuusprosenttien ja samoissa riveissä elossa olleiden taimien keskipituuksien välinen vuorosuhde.
Figure 9. Ratio of transplant mortality per cent and the mean height of living plants in the same row. Nuijaneva, series I.

tusten onnistumiseen. Mainittakoon, että HEIKINHEIMON (1954, s. 22) mukaan istutusajankohtakokeita olisi jatkettava usean vuoden ajan, sillä erityisesti syyskesän sääsuhteet voivat olla hyvin ratkaisevia.

Kesien sadantasuhteiden selvittämiseksi on kerätty eri kuukausien summaarvot ja nk. normaaliarvot seuraavaan taulukkoon lähellä tutkimusalueita sijaitsevilta Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen sää- ja ilmastoasemilta.

Taulukko 7. Istutuskesien kuukausittaiset sademäärät (mm) Jokioisissa (Haukivaho) ja Hyytiälässä (Nuijaneva).
Table 7. Monthly precipitation (mm) for summers of planting at Jokioinen (Haukivaho) and Hyytiälä (Nuijaneva).

Kuukausi Month	Jokioinen				Hyytiälä		
	1964	1965	1966	Normaali Normal 1931-1960	1965	1966	Normaali Normal 1931-1960
Toukokuu	45	10	13	39	25	21	44
Kesäkuu	28	28	36	42	32	59	53
Heinäkuu	50	137	96	66	96	66	77
Elokuu	73	68	45	74	92	69	79
Syyskuu	63	46	67	61	70	97	65
Yhteensä — Total	259	289	257	282	315	312	318

Sadantasuhteiltaan tutkimuskesät vastannevat likimain normaalia. Touko—kesäkuu ovat yleensä olleet normaalia vähäateisempia. Heinäkuun 1965 sademäärä on Jokioisissa ollut yli kaksinkertainen normaaliarvoon nähden.

Kasvukaudenaikaisten sateiden suhtautumista istutusajankohtiin on havainnollistettu yhteenvetokuvissa (kuvat 1—5). Sateisuuden tai vähäateisuuden vaikutuksesta istutusten onnistumiseen ei voida tehdä päätelmiä. Alkukesä on ollut usein suhteellisen sateetonta aikaa, mutta istutukset ovat yleensä onnistuneet hyvin. Nuijanevan istutusten alueilta tehtiin myös pohjaveden korkeushavaintoja, mutta niidenkään ja onnistumisen välillä ei voitu havaita syy-yhteyksiä. Tätä tukee esim. HEIKURAISEN (1955, ss. 29—31) päätelmät, etteivät kasvukauden aikaiset sateet ja pohjavesipinnan muutokset ole voineet aiheuttaa havaittuja muutoksia ojitettujen soiden männiköiden juuristoissa. Graafisella tarkastelulla koetettiin etsiä vastaavuuksia tiettyjen ajanjaksojen keskilämpöjen, lämpösummien, potentiaalisen evapotranspiraation ym. säättekijöiden ja istutusten onnistumisen välille, mutta tuloksetta. Istutuskerrat olivat ehkä keskikesällä liian pitkien väliaikojen päässä toisistaan mainitunlaista tarkastelua varten.

6. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää mahdollisuuksia istutuskauden jatkamiseksi koko kasvukauden mittaiseksi erityisesti istutettaessa männyntaimia ojitetuille soille. Koeistutuksia on suoritettu kesinä 1964—1966 5 koesarjana kahdelle tutkimusalueelle, jotka edustanevat eteläsuomalaisista lyhytkortista nevaa, sen huonompaa (Haukivaho) ja parempaa (Nuijaneva) varianttia. Materiaali käsittää kaikkiaan yli 9700 tainta, joiden lopullinen inventointi suoritettiin syksyllä 1967. Tällöin olivat taimet kasvaneet 1—3 täyttä kasvukautta istutuspaikoilla.

Väli-inventointien tulosten perusteella todettiin, että yhden täyden maastokasvukauden jälkeen taimien kuolleisuus ja ilmeisesti myös alkukehitystä kuvastava kunto ovat jo vakiintuneet.

Haukivahon B₂-koesarja sijaitsi turvealustaltaan epäedullisella alueella, joten kuolleisuusluvut muodostuivat varsin korkeiksi. Muut koesarjat onnistuivat koko kasvukauden istutuskertojen keskiarvona vähintään tyydyttävästi. Keskimääräisestä tasosta poikkesivat näillä koesarjoilla merkitsevästi:

— B₁-koesarjalla kahden ensimmäisen istutuskerran lähes täydellinen epäonnistuminen maan ollessa vielä roudassa istutuksia suoritettaessa sekä istutuskerran 21/9 antama tulos, jota ei ole pystytty tyydyttävästi selittämään.

— Nuijanevan koesarjojen heikosti onnistuneet istutukset elokuussa sekä myöhään syksyllä suoritettut istutukset. Ensin mainitut huonosti onnistuneet istutukset lienevät selitettävissä lähinnä taimien juuriston ja neulasten kasvurytmistä johtuviksi. Syyskuun lopun ja lokakuun alun heikot tulokset ovat jääneet selittämättä, mutta talven tulo ennen juurtumista vaikuttanee asiaan.

Istutuskertojen kuolleisuuksien todettiin korreloivan negatiivisesti eloon jääneiden taimien pituuskehityksen kanssa. Aineisto ei tuonut esille säätekijöiden mahdollista vaikutusta eri ajankohtina suoritettujen istutusten onnistumiseen. Oletettavasti tehokkaastikin ojitetun suon turve sisältää taimien käytettäväksi riittävästi vettä.

7. TULOSTEN TARKASTELUA

Tulosten luotettavuutta heikentää istutuskertojen harvalukuisuus keskikesällä ja eri koesarjojen taimien eri-ikäisyys lopullista inventointia suoritettaessa. Saatujen tulosten valossa näyttäisi olevan mahdollista jatkaa männyn istutuksia ojitetuilla soilla lähes koko kasvukauden. Herkimmillään taimet ovat kuitenkin elokuussa, jolloin juurten pituuskasvu tunnetusti tyrehtyy. Neulasto ja versot ovat myös tällöin herkästi vahingoittuvia. Myös myöhään syksyllä, syys—lokakuun vaihteessa suoritettujen istutusten onnistuminen on epävarmaa (vrt. JERVEN og WISTH 1967, s. 62).

Koejärjestelyissä käytetyllä istutustavalla, jossa taimet nostettiin taimitarhasta ja istutettiin saman vuorokauden kuluessa, on omat suuret rajoituksensa. Taimitarhan tulee sijaita lähellä istutettavia alueita, koska kasvukauden aikana taimien kuljetus ja käsittely on suoritettava erittäin varovaisesti (HUURI 1966, s. 1). Rajoituksista huolimatta esitetyn kaltaisella istutustavalla saattaisi olla käyttömahdollisuutensa erityisesti pienten taimitarhojen taimien istutuksissa läheisille ojitusalueille. Kysymykseen tulevia taimitarhoja on lähes kaikilla metsänomistajaryhmillä. Istutuskauden jatkamisella voitaisiin lieventää istutustöiden suurta kausiluonteisuutta.

Tulevaisuudessa olisi kokeiltava erilaisia taimien varastointimuotoja vastaavanlaisissa istutusajankohtakokeiluissa. Taimet voitaisiin ennen kasvun alkamista helpommin kuljettaa ja mekaanisten vaurioiden vaara olisi vähäisempi.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- HEIKINHEIMO, O. 1934. Metsänviljelysmenetelmiä koskevista tutkimuksista. Referat: Über die Forschungsarbeit betreffend die Walddkulturmethoden. Acta forest. fenn. 40.23.
- 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Referat: Versuche mit waldbaulichen Pflanzmethoden. Commun. Inst. For. Fenn. 29.4.
- 1954. Taimitarhan maantieteellinen sijainti, siemenen alkuperä ja istutuskaudet. Referat: Geographische Lage der Baumschule, Herkunft des Samens und Zeit der Pflanzung. Acta forest. fenn. 61.9.
- HEIKURAINEN, L. 1955. Über Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände auf Moorböden im Laufe des Jahres. Acta forest. fenn. 65.2.
- 1966. Uudistaminen ja metsittäminen turvemaiden ojituksen yhteydessä. Keskusmetsäseura Tapion metsänviljelyseminaari 14.—19. 3. 1966.
- HEIKURAINEN, L., PÄIVÄNEN, J. ja SEPPÄLÄ, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. Silva fenn. 119.2.
- HUSS, E. 1958. Om höstplantering av tall och gran. Summary: Results of autumn planting pine and spruce. Medd. SkogsforsknInst., Stockh. 48.3.
- HUURI, O. 1965. Eräitä männyn turveruokkuistutusta koskevia suomalaisia havaintoja. Summary: Finnish observations on planting pine in peat pots. Suo N:o 5—6. Helsinki.
- 1966. Männyn ja kuusen istutusaika. Keskusmetsäseura Tapion metsänviljelyseminaari 14.—19. 3. 1966.
- ILMATIETEELLINEN KESKUSLAITOS. Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin 1964, 1965 ja 1966.
- JERVEN, O. og WISTH, O. M. 1967. Skogproduksjon på myr. Oslo.
- JÄÄSKELÄINEN, O. O. 1967. Istutusajankohta turvemaiden konekirjoite Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksella.
- KELTIKANGAS, M. ja SEPPÄLÄ, K. 1966. Kylvön ja istutuksen taloudellinen edullisuusjärjestys ojitetuilla soilla. Eräitä laskelmia. Summary: The relative profitability of seeding and planting on open swamps. Suo N:o 2. Helsinki.
- KOZLOWSKI, T. T. 1966. Physiological implications in afforestation. Sexto Congreso Forestal Mundial. Madrid Junio 1966. (19 p.)
- KALELA, E. K. 1955. Über Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände im Laufe der Vegetationsperiode. Acta forest. fenn. 65.1.
- LADEFOGED, K. 1939. Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längerwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume. Forstl. Forsøgsv. Danm. 16: 1—256.
- LUKKALA, O. J. 1938. Ojitettujen soiden metsittämisestä. Silva fenn. 46: 43—56.
- LYR, H. und HOFFMANN, G. 1965. Untersuchungen über das Wurzel- und Sprosswachstum einiger Gehölze. Silva fenn. 117.4.
- LÄHDE, E. 1965. Havaintoja männyn istutuksesta karhunsammalmuuttumalle. Summary: Observations on transplanting pine in a *Polytrichum*-covered drained swamp. Suo N:o 2. Helsinki.
- 1966. Studies on the respiration rate in the different parts of the root systems of pine and spruce seedlings and its variations during the growing season. Acta forest. fenn. 81.8.
- MERA metsätalouden rahoitusohjelma II. 1966. Metsätiedotustoimisto. (52 p.)
- MORK, E. 1950. Planteforsøk med gran (*Picea abies*) til forskjellige tider i vegetasjonsperioden. Summary: Planting experiments with Norway spruce (*Picea abies*) at different times during the growing season. Medd. Norske Skogforsøksv. 38: 31—77.
- MULTAMÄKI, S. E. 1939. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. Referat: Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu bewaldenden Mooren. Acta forest. fenn. 47.3.

- NUMMIPURO, L. 1967. Kokemuksia avosoiden metsittämisestä Lounais-Suomessa. Kansallis-Osake-Pankin Kuukausikatsaus N:o 10.
- PAAVILAINEN, E. 1965. Tuloksia männyn istutus- ja kylvökokeesta rahkanevalla. Summary: Results of pine planting and sowing experiment on open *Sphagnum fuscum* swamp. Folia for. Inst. For. Fenn. 12.
- 1966 a. Istutettujen männyn taimien juuriston ensi kehityksestä tupasvillärämeellä. Summary: Initial development of root systems of Scots pine transplants in an *Eriophorum vaginatum* swamp. Commun. Inst. For. Fenn. 61.6.
- 1966 b. Havaintoja kasvuturpeen käytöstä männyn istutuksessa. Summary: Observations on the use of garden peat in Scots pine planting. Folia for. Inst. For. Fenn. 22.
- RÄSÄNEN, P. 1966. Metsänviljelyä varten kasvatettujen havupuiden taimien arvosteluperusteista ja luokitusmenetelmistä. Summary: Coniferous seedling raised for forest cultures — the basis for judgment, and methods of grading. Metsät. Aikak. N:o 4.
- SARASTO, J. 1963. Tutkimuksia koivun kylvöstä ojitetuille soille. Summary: Sowing of birch on drained swamps. Suo N:o 4. Lahti.
- 1964 a. Koivun kylvöjen talvehtimisesta ojitetuilla soilla. Summary: The wintering of birch seedlings in drained swamps. Suo N:o 3. Lahti.
- 1964 b. Tutkimuksia ojitettujen soiden varvustosta ja sen vaikutuksesta männyn kylvöihin. Summary: Investigations on dwarf shrub vegetation on drained swamps and its influence on sowing of pine. Suo N:o 4. Lahti.
- SARASTO, J. ja SEPPÄLÄ, K. 1964. Männyn kylvöistä ojitettujen soiden sammal- ja jäkäläkasvustoihin. Summary: On sowing of pine in moss and lichen vegetation on drained swamps. Suo N:o 3. Lahti.
- SCHALIN, I. ja SEPPÄLÄ, K. 1964. Tervalepän istutuksen onnistumisesta. Summary: Survival of planted black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Suo N:o 3. Lahti.
- TIRÉN, L. 1958. Om försök med plantering av tall och gran i Norrland. Summary: Planting of pine and spruce in Norrland. Medd. SkogsforsknInst., Stockh. 47.5.
- YLI-VAKKURI, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. Summary: Investigations into the packing and transportation of plants. Commun. Inst. For. Fenn. 49.1.
- RÄSÄNEN, P. 1967. Suullinen tiedonanto taimien luokittelumenetelmistä käynnissä olevassa metsänviljelytutkimuksessa.

SUMMARY:
THE EFFECT OF THE DATE OF PLANTING ON THE SURVIVAL
OF PINE ON DRAINED OPEN PEATLANDS

Introduction

Up to date, the peatlands that have been drained for wood production have, for the most part, been forested. After draining has been mechanised, however, technical reasons have made it advisable to include open peatlands in draining projects, and afforestation is necessary in these. Afforestation research has received increased attention, and some results have already been published (e.g. HEIKURAINEN et al. 1966, PAAVILAINEN 1965 and 1966 a, SARASTO 1963). The experiments are still too new to allow conclusions on the effect of the afforestation methods on the entire development of the stands. The afforestation

of open peatlands, however, considerably increases work during the short seeding and planting season. The purpose of this paper is to discuss the possibility of extending the planting season of Scots pine (*Pinus silvestris*) over the entire growing season in drained peatlands, where the water regime of the site is probably not the factor limiting forest development.

The field work has been carried out in southern Finland, in open low-sedge swamps. The layout of the experiment is described in table 1. The intervals between the planting dates were a week in early and late summer and two weeks in midsummer. The plants were lifted from the nursery and planted in randomized rows in experimental series plot on the same day. 30 g mixed 14—18—10 fertilizer was spread at planting on the peat surface surrounding the plant. The final inventory of the transplants was carried out in fall 1967.

Health and mortality of the plants

Inventories were carried out several times. They showed that mortality could not yet be reliably assessed by inventory in the spring following planting, and that after the second field-growing season, no marked mortality was found (tables 2 and 3).

The health and survival of the transplants, averaged for all planting dates, is shown in table 4. Mortality was relatively small, with the only exception of series B₂ at Haukivaho, where the peat surface was covered by large *Sphagnum* hummocks supporting *Empetrum nigrum* and *Calluna vulgaris*. The statistical significance of the differences between the data for the various planting dates is tabulated on page 68.

Planting early in the spring, when the ground was still frozen, resulted in an almost complete failure (figure 1). In a couple of experimental series, planting at the end of August also resulted in poor survival (figures 4 and 5). This planting time was also associated with losing the needles of the summer of planting (figure 6), data for which are naturally available only for the living plants. The loss of needles and the great mortality are probably related to the elongation rhythm of the roots, the growth of which abruptly and considerably slows down around the turn of July and August (LADEFOGED 1939, KALELA 1955, HEIKURAINEN 1955, LYR and HOFFMANN 1965). The new needles have attained their full length by this time, but their lignification is incomplete. At the turn of September and October, planting success was uncertain (figures 1 and 5); the reason for failure was not fully discovered. It may be that soil freezing before the plants were rooted was responsible.

The number of leaders lost was generally greatest in the summer following the year of planting, and also the greater the later the planting date. A relatively small number of plants developed forks (figure 6). No insect damage was detected in the plants. Solitary shoot-breaks caused by *Melampsora pinitorqua* were found in the shoots of summer 1967 at Nuijaneva.

Height growth of the plants

Table 6 shows the statistical significance of the differences in the height growth and the heights of the plants, planted at various times. The transplant heights for the first growing season in the field (figures 1—5) were generally greater the later the planting. Those planted last had attained their full height in the nursery. On the contrary, the later the planting had been carried out, the smaller the height growth of the plants in the growing seasons following planting. Correlation calculations showed that the larger the mortality, the smaller also the height growth and the total height of the plants that survive (figures 8 and 9). The data did not reveal the possible effect of the weather factors on the survival of plantings on various dates. The peat of the drained peatland probably contains water in adequate amounts for transplant development.

Discussion

The reliability of the results is decreased by the small number of plantings in midsummer and the age differences of the plants in the final inventory. In the light of the results, planting pine would seem possible in drained peatlands throughout the growing season. However, plants may suffer considerably from lifting in August. The success of planting at the turn of September and October is also uncertain. The nursery must be situated close to the areas to be planted, since the transportation and handling of plants during the growing season must be carried out with extreme care. The seasonality of planting work could be decreased by extending the planting season. In the future, several transplant storing methods should be tried out in connection with similar planting-time experiments.