

ODC

232.323

132.44

FOLIA FORESTALIA 158

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1972

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

- 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 juuripuun 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 leikkuterää 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 puunmyyntialtius 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 kuutioimisluvut. 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 värinän 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,—

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1972

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

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty Metsäntutkimuslaitoksen metsänviljelyn tutkijaryhmän työohjelmaan kuuluvana. Tutkimuksen kustannuksiin on osallistunut Metsähallitus sen ja tutkimuslaitoksen yhteistyösopimuksen puitteissa. Työn suunnittelusta, aineiston käsittelystä ja sen julkaisukuntoon saattamisesta ovat tekijät vastanneet yhteisvoimin. Aineiston keräyksen on tehnyt KAARLO KINNUNEN. Kenttätyöt tehtiin Metsähallinnon Imarin taimitarhalla keuhällä 1971. Taimitarhan henkilökunta, erityisesti LuK TUULA ANTTILA, on ollut suureksi

avuksi käytännön ratkaisuja tehtäessä. Lisen-
siaatti PERTTI HARI on neuvonut työn tilas-
tollista käsittelyä koskevissa kysymyksissä. Pro-
fessori PAAVO YLI-VAKKURI on antanut
työn suunnitteluun ja toteutukseen liittyviä
yleisiä ohjeita ja lukenut käsikirjoituksen. Pro-
fessori RISTO SARVAS ja vt. professori VEIK-
KO HINTIKKA ovat myös lukeneet käsikir-
joituksen.

Kaikille edellä mainituille henkilöille ja mo-
nille muille, jotka ovat auttaneet työn onnistu-
misessa, lausumme parhaat kiitoksemme.

Rovaniemellä syyskuussa 1972

Kaarlo Kinnunen ja Erkki Lähde

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
SUMMARY	3
YHDISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	6
3. KASVUOLOSUHTEET	7
31. Kasvualusta ja sen lannoitus	8
32. Maan lämpötila ja kastelu	9
33. Ilman lämpötila ja kosteus	9
4. TAIMIEN KEHITTYMINEN	11
41. Verson pituus	11
42. Juuriston pituus	14
43. Verson kuivapaino	16
44. Juuriston kuivapaino	17
45. Verson ja juuriston kuivapainon suhde	19
5. TULOSTEN TARKASTELUA	19
KIRJALLISUUTTA	22

SUMMARY

Production of container-grown seedlings is rather large at the present time. At the Imari nursery, which produces the bulk of the seedlings planted within the Northern Conservancy, about 75 % of the seedlings grown in 1972 are grown in paper containers. Nevertheless, knowledge of their development and its dependence on growing conditions is small. In the present study an attempt has been made to elucidate the problem by investigating mainly the changes in the morphological characteristics of the seedlings, characters generally held to be most descriptive of the seedlings' value in reforestation.

Scots pine, Norway spruce and Siberian larch were investigated with the seedlings being grown in Fh-408 paper pots. Sowing was begun on May 14 and was continued at 2 week intervals through August 20. Development of the seedlings was measured 3 weeks after sowing, and measurements were continued at 2 week intervals through September 20. The sampling was done according to a systematic, evenly-spaced random sampling scheme. A sample consisted of the seedlings in 10 containers for each treatment. The lengths of both the shoot and root were measured for each seedling. The data were classified according to tree species, age and sowing time into internal groups so that sowing time was the innermost level. For each group the mean and variance were calculated, and the groups were

compared in pairs with Student's t-test. Dry weights were calculated as the mean of all seedlings grown in 10 containers. Therefore, in another critical examination the data consisted of a unit of 10 containers and the variable consisted of means of the shoot heights and root lengths, as well as dry weights of seedlings per 10 containers and the temperature sums for each treatment.

The temperature sum has a larger effect on the growth of the shoot than on root growth since the root grows fairly uniformly as a function of time. For this reason seedlings sown later have a smaller shoot-root ratio; this ratio decreases in all sowing lots during the autumn. The first minimum of the shoot-root ratio is at the age of 5-7 weeks.

When determining the planting time of the seedlings, attention is given mainly to four phases: 1) when the shoot-root ratio is approaching its minimum at the age of 4-5 weeks, 2) when at a minimum (5-7 weeks), 3) when approaching minimum again in the autumn, 4) when at a minimum in the autumn (or next spring). If this shoot-root ratio theory, according to which a small shoot-root ratio increases the regeneration fitness of the seedling, is correct, some of these four phases should provide the best times for regeneration. These appear to be the age from 5 to 7 weeks and from the 11th week on.

YHDISTELMÄ

Kennotaimien kasvatusmäärät ovat nykyisin varsin korkeat, esim. Imarin taimitarhalla, joka tuottaa pääosan metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnan alueella viljeltävistä taimista, oli kesällä 1972 kasvatettavista taimista n. 75 % kennotaimia. Kuitenkin tähänastiset tiedot niiden kehittymisestä ja sen riippuvuudesta kasvuoloista ovat vielä vähäiset. Tällä tutkimuksella on omalta osaltaan pyritty valaisemaan asiaa ottaen tarkasteltaviksi eräitten morfologisten tunnusten muutokset.

Tutkittavina puulajeina olivat mänty, kuusi ja lehtikuusi. Taimet kasvatettiin Fh-408 -kennoissa. Kylvöt aloitettiin 14.5. ja niitä jatkettiin 2 viikon välein 20.8. saakka. Taimien kehitystä alettiin mitata 3 viikkoa kylvön jälkeen ja sitä jatkettiin 2 viikon välein 20.9. saakka. Näytteenotossa käytettiin systemaattista tasavälistä satunnaisotantaa. Näytteeseen tuli 10 kennoa kutakin käsittelyä. Verson ja juuriston pituudet mitattiin taimikohtaisesti. Aineisto luokiteltiin puulajin, ikäryhmän ja kylvöajankohdan mukaan sisäkkäisiin ryhmiin siten, että kylvöajankohta muodosti sisimmäisen tason, jonka ryhmille laskettiin keskiarvot ja hajonnat ja verrattiin ryhmiä Studentin t-testillä parittain toisiinsa. Koska kuivapainot laskettiin 10 kennossa kasvaneiden taimien keskiarvona, käytet-

tiin toisessa tarkastelussa havaintona 10 kennon muodostamia näyteyksiköitä ja muuttujina 10 kennossa kasvaneiden taimien verson ja juuriston pituuksien ja kuivapainojen keskiarvoja sekä kunkin käsittelyn saamia lämpösummamääriä.

Lämpötilalla oli suurempi vaikutus verson kuin juuriston kasvuun, juuristo kasvoi melko tasaisesti ajan funktiona. Tästä johtui, että myöhemmin kylvetyillä taimilla oli pienempi versojuurisuhde ja se aleni kaikilla kylvöerillä syksyllä. Ensimmäinen minimikohta versojuurisuhteella oli 5–7 viikon iässä.

Taimen istutusajankohtaa määritettäessä kiinnittyy huomio lähinnä neljään vaiheeseen: 1) kun taimen versojuurisuhde on 4–5 viikon iässä tulossa pienimmilleen, 2) kun se on pienimmillään 5–7 viikon iässä, 3) kun se on syksyllä uudelleen tulossa pienimmilleen, 4) kun se on pienimmillään syksyllä (tai seuraavana keväänä). Mikäli teoria, jonka mukaan pieni versojuurisuhde parantaa taimen metsänviljelyarvoa, pitää paikkansa, näistä vaihtoehtoista pitäisi löytyä sopivimmat viljelyajankohdat, joiksi näytävät siis muodostuvan iät 5–7 viikkoon ja 11. viikosta eteenpäin. Sopiva viljelyajankohta riippuu tietenkin myös siitä, minkä kokoisia taimia viljelypaikka edellyttää.

1. JOHDANTO

Paljasjuuristen taimien vastakohtana puhutaan paakkutaimista, joista käytetään myös nimitystä juurrutetut taimet. Paakun tehtävänä on suojella juuristoa sekä mekaanisilta vaurioilta että fysiologisilta häiriöiltä kuljetus- ja istutusvaiheessa. Tämän lisäksi paakkujen käytöllä pyritään kustannussäästöihin parempien rationalisointimahdollisuuksien ansiosta. Näitä päämääriä palvelemaan on kehitetty erilaisia paakkutaimilajeja, joista tällä hetkellä yleisimpiä Suomessa ovat kennotaimet, Nisulan rullataimet ja turveruokkutaimet. Paakkutaimien käyttö Pohjois-Suomessa on huomattavasti yleisempää kuin Etelä-Suomessa. Syynä tähän on esim. se, että rehevä pintakasvillisuus Etelä- ja Keski-Suomessa vaatii suurten taimien käyttöä ja suuret paakkutaimet ovat kalliita, kun sitä vastoin Pohjois-Suomessa pintakasvillisuudesta on vähemmän haittaa. Lisäksi ruohottuvat uudistusalat aurataan, joten voidaan käyttää pieniä taimia. Pohjois-Suomessa pitkien kuljetusmatkojen vuoksi juurten suojaaminen on tärkeämpää kuin Etelä-Suomessa, jossa taimitarhoja on enemmän ja tieverkosto on tiheämpi. Paakkutaimien käyttö näyttää kuitenkin lisääntyvän myös Etelä-Suomessa. Tähän vaikuttaa lähinnä pyrkimys istutusajan pidentämiseen ja paremmat mahdollisuudet istutuksen koneellistamiseen.

Metsähallinnon Imarin taimitarhan tuotannosta kesällä 1971 oli n. 7 850 000 Nisulan rullataimia ja n. 9 900 000 kennotaimia. Paljasjuurisia taimia kasvatettiin n. 1 150 000 ja turveruokkutaimia vain 60 000. Kokonaistuotanto oli n. 19 miljoonaa tainta. Lyhyessä ajassa kennotaimista on siis tullut Pohjois-Suomessa Metsähallituksen mailla suosituin taimilaji ja niiden käyttö on yleistymässä myös Etelä-Suomessa. Tekniseltä ja taloudelliselta kannalta tarkasteltuna kennotaimimenetelmä näyttää lupaavalta, mutta biologisesta puolesta tiedot ovat vielä hyvin vähäiset (ASPLUND 1971).

Tutkimukset siitä, minkä ikäisinä kennotaimet olisi edullista istuttaa maastoon ovat vielä varsin vähäisiä. Asiaa ei tietenkään pystytä ratkaisemaan pelkästään, eikä edes olennaiselta

osalta, tutkimalla taimien kehittymistä taimitarhalla, mutta sen perusteella voidaan ainakin tehdä jonkinlainen työhypoteesi istutusaikakokien järjestämiseksi. Muovihuoneiden myötä on taimituotannon kiertoaika lyhentynyt tuntuvasti ja paakkutaimet ovat tehneet istutustyön mahdolliseksi melkein läpi kesän. Nämä seikat yhdessä ovat aiheuttaneet sen, että yhteistyön taimitarhan ja maaston välillä olisi tultava yhä kiinteämmäksi. Taimituotanto on entistä paremmin synkronisoitava istutustyön kanssa. Se ei kuitenkaan onnistu ellei olla tarkoin selvillä niistä mahdollisuuksista ja rajoituksista, jotka liittyvät taimien kasvattamiseen.

Verson kasvu jatkuu taimilla huomattavasti pitempään kuin kookkailla puilla (LAIHO 1963). Juuriston kehittymisessä ero ei ole niin suuri. Verson ja juuriston kuivapainon suhdetta pidetään yhtenä tärkeänä taimen metsänviljelyarvon kuvaajana (WILDE ym. 1964). INGESTADIN (1963) mukaan juuriston painon tulisi olla n. 1/3–1/4 koko taimen painosta. Pieni-versojuurisuhte ennustaa taimen hyvää kuivuuden ja kylmänkestävyyttä. Tosin juuriston paino ei ilmaise todellista adsorptiopinta-alaa, vaan ohutjuurien ja mykoritsaisuuden määrän vaihtelu aiheuttaa siinä merkittäviä eroja (RÄSÄNEN 1966).

VALTANEN (1971) on tutkinut kennotaimien kehittymistä ensimmäisen kasvukauden aikana. Taimista mitattiin verson pituus, kaikkien yli puolen cm:n pituisten juurten yhteispituus, juurten kärkien määrä ja juuriversosuhte (juurten pituus/verson pituus) viikon välein. Kokeessa oli mukana kolme lannoitus-tasoa ja kaksi kylvöaikaa. Aikaisemmalla kylvöllä (12.5.) saatiin paljon kookkaampia taimia (samanikäisenä) kuin myöhemmällä (30.6) ja juuriversosuhte oli sitä suurempi mitä vähemmän taimet saivat ravinteita. Myöhemmällä kylvöerällä oli lannoittamattomilla taimilla pienin juuriversosuhte.

Kennotaimimenetelmä on varsin intensiivinen taimien kasvatukseen. Sitä käyttäen voidaan päästä melko lähelle taimen kasvatuksen optimiolosuhteita. Niiden selvittäminen ei

kuitenkaan ole kovin helppoa. Ensimmäinen tehtävä on ratkaista, millaisia taimia halutaan. Tällöin tulee kyseeseen taimen fysiologinen tila ja morfologiset ominaisuudet. Fysiologisen tilan suhteen vaatimukset ovat yleensä samat. Jokainen metsänviljelijä haluaa kestäviä ja hyväkasvuisia taimia. Morfologiset vaatimukset riippuvat ennenkaikkea istutuspaikasta. Rehevä kasvupaikka vaatii kookkaan taimen, karulla riittää pienempi. Muovihuoneessa saadaan helposti kasvatettua pitkiä taimia käyttämällä runsaasti

tyyppä, mutta tällöin juuristo jää mitättömän pieneksi ja taimi on heikko tuhoja vastaan. Taimen fysiologisesta kunnosta ei voida tinkiä kasvun nopeuttamisen hyväksi.

Tässä työssä pyritään selvittämään kennon taimien erittäin tärkeiksi katsottujen morfologisten tunnusten, kuten verson ja juuriston pituuden ja kuivapainon sekä niiden suhteen muuttumista ja riippuvuutta kylvöajankohdasta ja yleensä kasvuoloista.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

Tutkittaviksi puulajeiksi valittiin mänty, kuusi ja lehtikuusi. Taimet kasvatettiin Fh 408-kennoissa, joka on eniten metsänviljelyssä käytetty kennolaatu maassamme. Sen korkeus on 7,5 cm ja läpimitta 3,8 cm. Kylvöt tehtiin kahden viikon välein toukokuun 14. päivästä alkaen ja niitä jatkettiin elokuun 20. päivään saakka. Mittaukset aloitettiin 3 viikkoa kylvön jälkeen ja ne jatkuivat 2 viikon välein kuten kylvötkin. Ensimmäiseksi kylvetyn taimiä kehitystä seurattiin siten yhteensä 19 viikon ajan. Jokainen kylvöerä käsitti yhden kennon eli 336 kennon kutakin puulajia. Käytetty siemen oli paikallista alkuperää, männyn siemenen itävyys oli 73, kuusen 85 ja lehtikuusen 51 %. Kuhunkin kennon kylvettiin neljä siementä,

Näytteenotossa käytettiin systemaattista tasavälistä otantaa, joka tapahtui käytännössä siten, että arvottiin ensimmäisen kennorivin ja ensimmäisen näytekennon järjestysluku ja muut kennot otettiin tasavälisesti sen mukaisesti. Näytteeseen otettiin 10 kennon kutakin käsittelyä. Verson ja juuriston pituus mitattiin jokaisesta taimesta erikseen. Verson pituus mitattiin juurenniskasta sisimpien neulasten kärkeen ja juuriston pituus juurenniskasta pisimmän juuren kärkeen. Verson ja juuriston kuivapainot mitattiin kaikkien kymmenessä kennossa olleiden taimien yhteispainona. Jakamalla tämä taimien lukumäärällä saatiin taimikohtaiset kuivapainot. Mittaus suoritettiin analyysiväällä milligramman tarkkuudella.

Kasvuolojen kartoittamiseksi mitattiin ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus termohygro-

grafilla ja maan lämpötila termografilla viiden ja kymmenen senttimetrin syvyyksistä. Termohygrografi kalibroitiin kuivan ja kostean tarkistuslämpömittarin avulla (Säähavainto-opas 1951). Piirturin tarkistus tehtiin 2 kertaa vuorokaudessa viitenä päivänä viikossa. Tarkistushavaintojen perusteella laskettiin piirturille viikottainen korjaus. Maan lämpötilapiirturin tarkistukset suoritettiin Honeywellin potentiometrillä. Korkean lämpötilan takia laitteen toiminnassa ilmeni runsaasti häiriöitä, joten tarkistuksia ei saatu säännöllisesti. Sen vuoksi maan lämpötilalle on käytetty saatujen tarkistushavaintojen perusteella laskettua samaa vakiokorjausta koko mittausjakson ajan. Kastelun mittaamisessa käytettiin viittä pulloon asetettua suppilaa. Pulloihin kertynyt vesi mitattiin päivittäin mittalasia apuna käyttäen ja muunnettiin millimetreiksi.

Jotta havaintoja kasvuoloista voitiin käyttää paremmin hyväksi, laskettiin lämpötiloihin perustuvat lämpösummat eri periaatteilla. Suhteellinen kosteus ja kastelu summattiin ilman kynnysarvoa. Ilman ja maan lämpösumma laskettiin $+5^{\circ}\text{C}$:n kynnysarvolla. Se ei kuitenkaan muuta arvojen suhteita, koska vuorokauden keskilämpötila ei mennyt alle $+5^{\circ}\text{C}$:n. Laskennassa käytettiin siis d.d.-periaatetta (vrt. SARVAS 1956). Ilman lämpötilan perusteella laskettiin myös SARVAKSEN (1972) esittämä aktiivisen periodin etenemisnopeus ja HARIN tekemän, DAHL ja MORKIN (1959) respiraatiokäyrään perustuvan tietokoneohjelman avulla respiraation määrä (HARI ym. 1970). Molemmat korreloivat erittäin voimakkaasti lämpösumman kanssa, joten

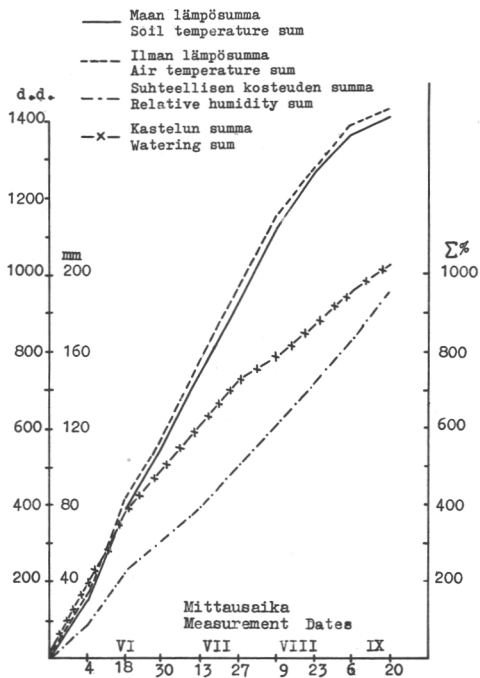
tässä tapauksessa on sama, mitä niistä käytetään lämmön vaikutuksen kuvaajana.

Laskentatyöt tehtiin pääasiassa tietokoneella. Ensiksi käsiteltiin verson ja juuriston pituuksia taimikohtaisesti. Tätä varten aineisto luokiteltiin puulajin, ikäryhmän ja kylvöajankohdan mukaan sisäkkäisiin ryhmiin siten, että kylvöajankohta muodosti sisimmäisen tason, jonka ryhmille laskettiin keskiarvot ja hajonnat. Yksisuuntaisella varianssianalyysillä tutkittiin, oliko ryhmien välillä merkitseviä eroja ja Studentin t-testillä verrattiin ryhmiä parittain toisiinsa. Kokeessa mitattiin kaikkiaan 3253 tainta. Näis-

tä oli 1077 männyn, 1325 kuusen ja 851 lehti-kuusen tainta.

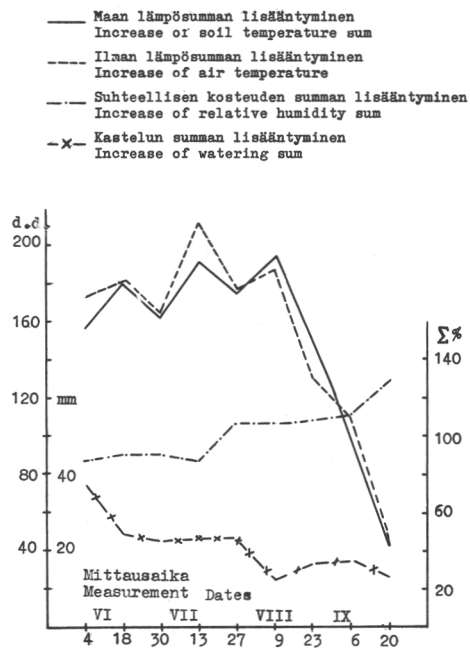
Toiseen käsittelyyn otettiin mukaan kaikki mitatut suureet muuttujiksi. Havaintona olivat kymmenen kennon muodostamat näytekysiköt, joita oli 44 kpl/puulaji eli yhteensä 132 kpl. Kaikille muuttujille laskettiin keskiarvot ja hajonnat sekä niiden väliset korrelaatiot kullekin puulajille erikseen. Verson ja juuriston kuivapainon ja piteuden riippuvuutta lämpösummasta ja iästä pyrittiin selvittämään laskemalla näiden keskikasvut lämpösumman ja iän suhteen kylvöajoittain ja ikäryhmittäin.

3. KASVUOLOSUHTEET



Kuva 1. Ilman (15 cm korkeudelta) ja maan lämpösumma (5 cm syvyydestä) sekä kastelun ja suhteellisen kosteuden summa 14.5.–20.9.–71 välisenä aikana.

Figure 1. Air (at 15 cm height) and soil temperature sums (at 5 cm depth) and watering and relative humidity sums during May 14 – Sept. 20 1971.



Kuva 2. Ilman (15 cm korkeudelta) ja maan lämpösumman (5 cm syvyydestä) sekä kastelun ja suhteellisen kosteuden summan lisääntyminen mittausjaksojen välillä, 14.5.–20.9.–71 välisenä aikana.

Figure 2. Increase of air and soil temperature sum and watering and relative humidity sum between measurement periods during May 14 – Sept. 20 1971.

Taimet kasvatettiin suuressa tutkimustoi-
mintaa varten pystytetyssä muovihuoneessa,
joka on tehty niin vankaksi, ettei sitä tarvitse
purkaa talveksi. Sen korkeus on 5,5 m, leveys
16 m ja pituus 50 m. Kasvuolosuhteet eivät
täysin vastaa normaalikasvatusta, koska on il-
meistä, että normaalimuovihuoneissa (2,5 m x
7,5 m x 50 m tai 3 m x 10 m x 50 m) lämpöolot
ovat äärevämmät kuin tutkimusmuovihuoneessa.

Kuvassa 1 esitetään tutkimusmuovihuoneen
ilman ja maan lämpösumman (d.d.) sekä kaste-
lun (mm) ja suhteellisen kosteuden summan
(Σ %) kehittyminen ja kuvassa 2 samojen tun-
nusten lisäys mittausjaksojen välillä. Nähdään,
että lämpösummien lisäykset kasvoivat välillä
tosin laskien, elokuun alkuun saakka, jonka jäl-
keen alkoi jyrkkä putoaminen. Suhteellisen kaste-
teuden kasvu pysyi suunnilleen samana heinä-
kuun puoliväliin, kohosi sitten melko jyrkästi
pysyen jonkin aikaa lievästi kohoavana ja jälleen
mittausjakson lopussa kohosi jyrkästi.

31. Kasvualusta ja sen lannoitus

Imarin taimitarhalla käytetään sekä Sato-
turve Oy:n tuottamaa että läheisestä suosta

nostettua turvetta, jonka käsittely tapahtuu
taimitarhalla. Tässä työssä käytettiin kasvu-
alustana taimitarhan omaa turvetta, joka on
vaaleaa rahkaturvetta. Sen pH on 4,5–5,5 ja
johtoluku 2,5–4. Yhtä mm:ä pienempiä frak-
tioita on alle 25 % ja yli 10 mm:n fraktioita ei
ole.

Turve peruslannoitettiin seoksella, joka sisälsi
pääravinteita:

4,0 kg/m³ = 3,00 paino-% dolomiittikalkkia (Ca, Mg)

0,6 kg/m³ = 0,45 paino-% nitroformia (38 % N)

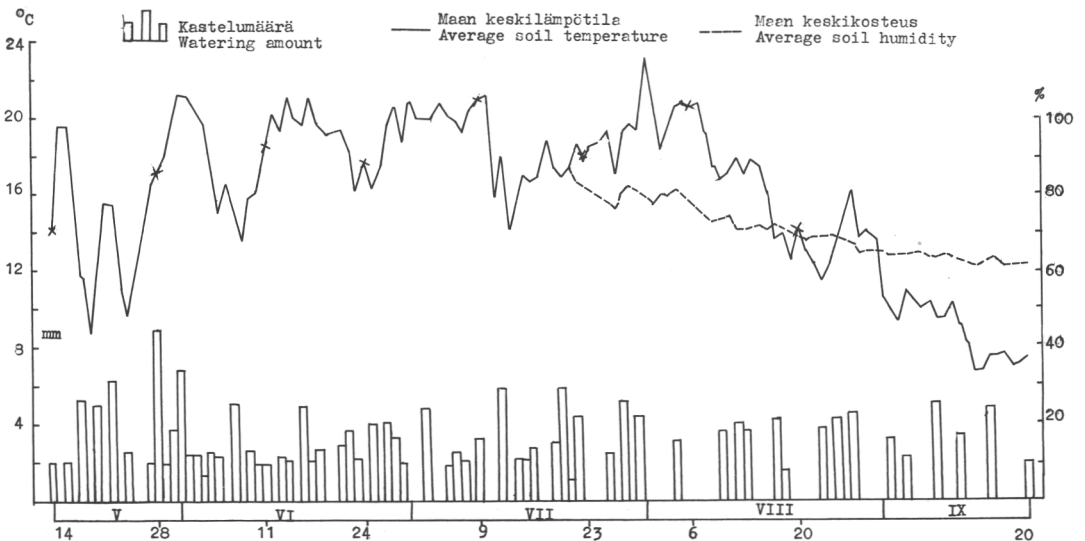
0,4 kg/m³ = 0,30 paino-% kaksoisuperfosfaattia
(46 % P₂O₅)

0,4 kg/m³ = 0,30 paino-% kaliumsulfaattia
(50 % K₂O)

ja lisäksi hivenaineita.

Ravinteiden ja hivenaineiden osuus turpeen
tilavuudesta oli:

0,17 % N	0,0084 % Fe
0,06 % P	0,008 % B
0,175 % K	0,0096 % Cu
0,030 % Mg	0,0072 % Mn
0,060 % S	0,0058 % Zn
0,064 % Na	0,0015 % Mo



Kuva 3. Vuorokautiset kastelumäärät, maan keskilämpötilat (5 cm syvyydestä) ja -kosteudet 14.5.–
20.9. –71 välisenä aikana. Kylvöajat on merkitty vaak akselille päivämäärinä ja keskilämpötilan
kuvaajalle rasteilla (x).

Figure 3. The daily watering amounts and average soil temperatures and humidities (at 5 cm depth)
during May 14 –Sept. 20 1971. Sowing times are marked on the horizontal axis with dates and on the
curve of the average temperature with crosses (x).

32. Maan lämpötila ja kastelu

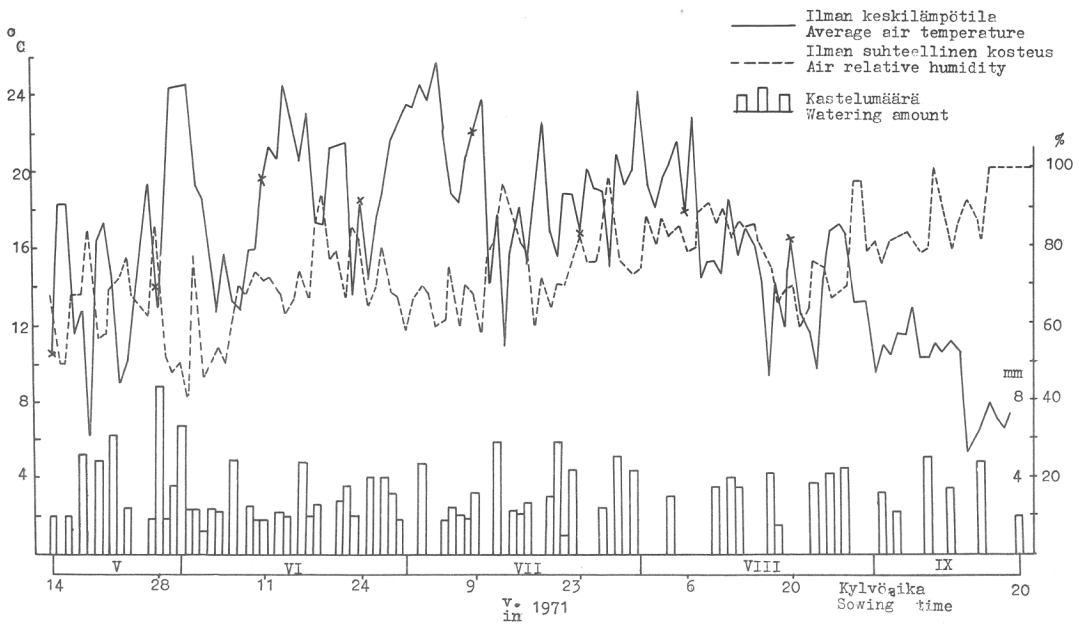
Turve pyrittiin kastelulla pitämään sopivan kosteana. Alkukesästä kosteus määritettiin silmävaraisesti. Kosteusmittari saatiin käyttöön vasta heinäkuun lopulla. Mittari oli BN-2B Bouyoucos'n maan kosteusmittari, jossa käytettiin maahan upotettavia, nylonkäsiteltyjä CEL-WX2D-antureita. Siitä lähtien turpeen kosteutta mitattiin yhdestä pisteestä kymmenen ja viiden senttimetrin syvyydeltä. Mittauskohta pyrittiin valitsemaan mahdollisimman edustavaksi. Kosteus mitattiin kaksi kertaa päivässä, aamulla n. klo. 8.00 ja illalla n. klo 15.30. Turve oli 10 cm:n syvyydellä kuivempaa kuin 5 cm:n syvyydellä. Tulosta ei voida yleistää, mutta sen voisi ajatella johtuvan siitä, että syvemmällä on enemmän juuren kärkiä, joten vedenotto siellä on tehokkaampaa. Kuvassa 3 nähdään maan kosteuden muuttuminen mitatun jakson kuluessa. Päivittäisenä havaintona käytettiin kaikkien saman päivän havaintojen keskiarvoja. Kuvassa 3 esitetään myös päivittäisen kastelun määrä ja maan keskilämpötila.

Lämpötilaan nähden melko runsaasta kastelusta huolimatta turpeen kosteus laski syksyä kohti (kuva 3) päivittäin kuin ilman suhteellinen kosteus (kuva 4). Kokonaiskastelu kasvukauden aikana oli 205 millimetriä.

Viiden ja kymmenen senttimetrin syvyydeltä mitattujen lämpösummien välillä ei ollut juuri eroa. Sen sijaan päivän maksimi- ja minimilämpötilat erosivat toisistaan siten, että lähempänä maanpintaa lämpöolot olivat äärevämmät kuin syvemmällä (vrt. FRANSSILA 1949).

33. Ilman lämpötila ja kosteus

Muovihuoneilmasto poikkeaa huomattavasti ulkopuolella olevasta ilmastosta lähinnä lämmön, suhteellisen kosteuden, valaistuksen ja tuulen osalta. Muovin alla on ilman vaihto vähäisempää, joka kohottaa etenkin päivälämpötilaa. Muovi estää ulossäteilyä, jolla puolestaan on merkitystä yölämpötilan kohottajana (FRANSSILA 1949). Sekä lämpötilan että suhteellisen kosteuden muutokset ovat hyvin jyrk-



Kuva 4. Ilman vuorokautiset keskilämpötilat ja -kosteudet sekä kastelumäärät 14.5.–20.9. –71 välisenä aikana. Kylvöajat on merkitty vaak akselille päivämäärinä ja keskilämpötilan kuvaajalle rasteilla (x).

Figure 4. The daily average air temperatures and humidities and watering amount during May 14 – Sept. 20 1971. Sowing times are marked on the horizontal axis with dates and on the curves of the average temperature with crosses (x).

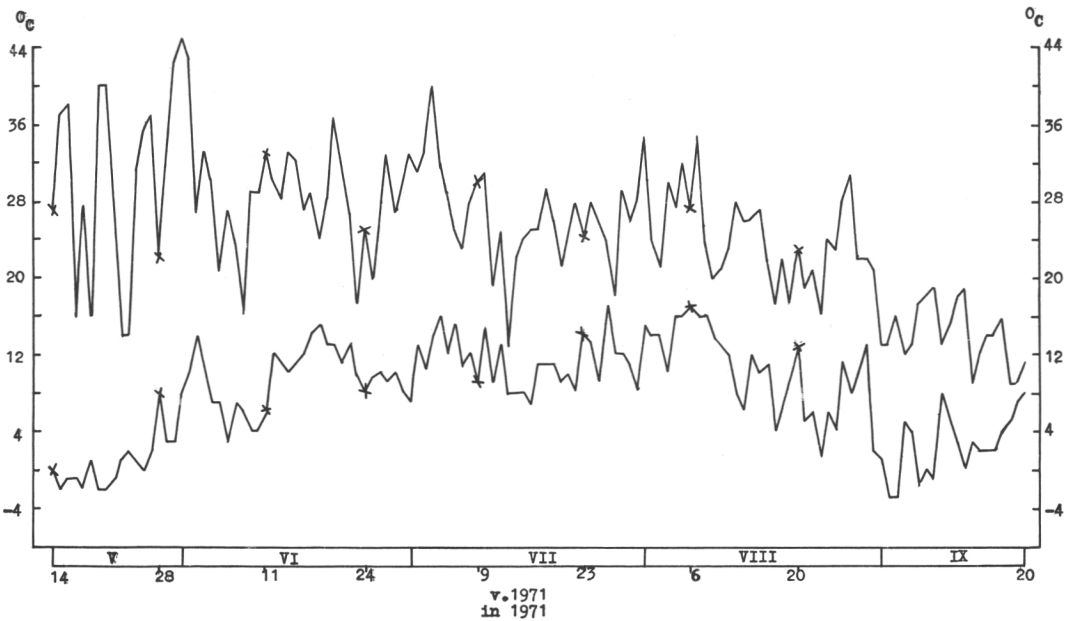
kiä koneellisesta tuuletuksesta ja muovihuoneen suuresta koosta huolimatta. Todennäköisesti muutokset normaalimuovihuoneessa ovat vielä jyrkempiä.

Suurimmat vuorokautiset lämpötilavaihtelut olivat toukokuussa, jolloin suurin ero minimi- ja maksimilämpötilan välillä oli 42°C . Lämpötila laski monena yönä pakkasen puolelle. Vuorokauden keskilämpötilat vaihtelivat $+5^{\circ}\text{C}$ – $+25^{\circ}\text{C}$:n välillä. Pitkiä tasalämpöisiä jaksoja ei ollut, vaan lämpötila muuttui nopeasti (kuva 4). Keskilämpötila oli toukokuun loppupuolella (14.–31. päivien välisenä aikana) 15.2°C . Kesäkuussa lämpötilaerot tasoittuivat jonkin verran ja kuukauden keskilämpötila kohosi 18.8°C :een. Heinäkuun lämpötilat olivat varsin samanlaiset kuin kesäkuussa. Niinpä keskilämpötilakin oli tällöin ainoastaan 0.5°C korkeampi (19.3°C). Elokuussa lämpötila alkoi vähitellen laskea, mutta yöpakkasia ei vielä esiintynyt. Keskilämpötila oli 15.4°C eli hiukan korkeampi kuin toukokuun loppuviikoilla. Heti syyskuun alussa minimilämpötila oli nollan alapuolella. Maksimilämpötilat pysyivät pieninä ja ero yö- ja päivälämpötilan välillä tasoittui. Kes-

kilämpötila oli tällöin kesäkuukausiin verrattuna selvästi alhaisin, 9.1°C .

Kuvassa 5 kiinnittyy huomio korkeisiin maksimilämpötiloihin. Tiedetään, että respiraation optimilämpötila on korkeampi kuin fotosynteesin (KRAMER ja KOZLOWSKI 1960). Sarkanen (suullinen tieto) mukaan yli $+28^{\circ}\text{C}$:n menevä lämpötila ei enää lisää aktiivin periodin etenemisnopeutta.

Lämpötilalla ja suhteellisella kosteudella oli erittäin voimakas negatiivinen korrelaatio. Lämpötilan kohotessa eräissä tapauksissa 40°C :n tienoille laski ilman suhteellinen kosteus n. 30 %:iin ja lämpötilan laskiessa lähelle nollaa ilman kosteus nousi 100 %:n tienoille. Pitemmän ajanjakson tarkastelussa oli havaittavissa 3 selvää lämpökautta, jolloin vuorokauden keskilämpötila oli huomattavan suuri keskikosteuteen verrattuna. Nämä kaudet sattuivat touko-kesäkuun vaihteeseen, kesäkuun puoliväliin ja heinäkuun alkuun. Elokuun lopussa alkoi suhteellinen kosteus nousta voimakkaasti kohoten maksimiinsa ja pysyen useita päiviä 100 %:n tienoilla.



Kuva 5. Vuorokautiset ilman maksimi- ja minimilämpötilat 14.5.–20.9. –71 välisenä aikana. Kylväjat on merkitty vaak akselille päivämäärinä ja kuvaajille rasteilla (x).
 Figure 5. The daily maximum and minimum air temperatures during May 14 – Sept. 20 1971. Sowing times are marked on the horizontal axis with dates and on the curves with crosses (x).

4. TAIMIEN KEHITTYMINEN

41. Verson pituus

Verson pituuden kehityksen mahdollisia kulminaatiokohtia ei tämän aineiston perusteella voitu tarkoin määrittää, koska mittausväli oli kahden viikon pituinen. Sen sijaan voitiin verrata kylvöeriä ikäryhmittäin toisiinsa (taulukko 1). Nähdään, että kahta viimeistä kylvöerää lukuunottamatta oli verson pituuskasvu nopeimmillaan kylvön jälkeen kolmen ensimmäisen viikon aikana. Sen jälkeen kasvu hidastui

muilla paitsi kahdella viimeisellä kylvöerällä, joilla se jatkui suunnilleen ennallaan. Viidenestä viikosta eteenpäin aikaisin kylvettyjen erien pituuskasvu kiihtyi. Männyllä ja kuusella kasvu lakkasi elokuun puolivälissä. Lehtikuusi sen sijaan jatkoi kasvuaan syyskuun alkuun saakka. Taulukossa 2 esitetään eri puulajien verson pituuden osalta kylvöerittäiset tilastolliset tarkastelut. Siinä on verrattu kylvöerien t-arvoja parittain toisiinsa. Erot ovat 1 %:n riskitasolla tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 1. Verson pituus (mm) kylvöerittäin ja ikäkausittain.

Table 1. The shoot height (mm) according to sowing lots and ages.

Kylvö- erä Sowing lot	Ikä, viikkoa – Age, weeks								
	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Pinus silvestris									
I	37	35	49	55	66	92	93	99	112
II	34	37	45	67	86	87	82	90	
III	32	38	46	61	70	70	74		
IV	33	36	43	50	46	57			
V	32	35	43	44	43				
VI	38	32	40	41					
VII	20	31	35						
VIII	12	24							
Picea abies									
I	29	28	32	43	51	62	60	59	55
II	33	31	36	45	54	64	73	69	
III	28	27	32	50	51	48	51		
IV	25	27	31	35	36	36			
V	28	28	24	31	31				
VI	28	31	26	28					
VII	15	24	26						
VIII	13	24							
Larix sibirica									
I	34	41	46	60	89	106	123	138	126
II	39	41	64	87	108	134	140	140	
III	38	40	63	110	126	128	111		
IV	31	37	59	90	102	98			
V	33	44	61	72	77				
VI	35	42	45	54					
VII	25	34	35						
VIII	19	30							

Taulukko 2. Verson pituuksien vertailu kylvöerille ikäryhmittäin laskettujen parittaisten t-arvojen avulla.

+ = pystyrivin kylvöerä suurempi 1 % riskillä

- = pystyrivin kylvöerä pienempi 1 % riskillä

0 = ei merkitsevää eroa

Table 2. Shoot height comparison in pairs with t-values, according to sowing lots and ages.

+ = sowing lot in vertical row bigger with 1 % risk

- = sowing lot in vertical row smaller with 1 % risk

0 = no significant difference

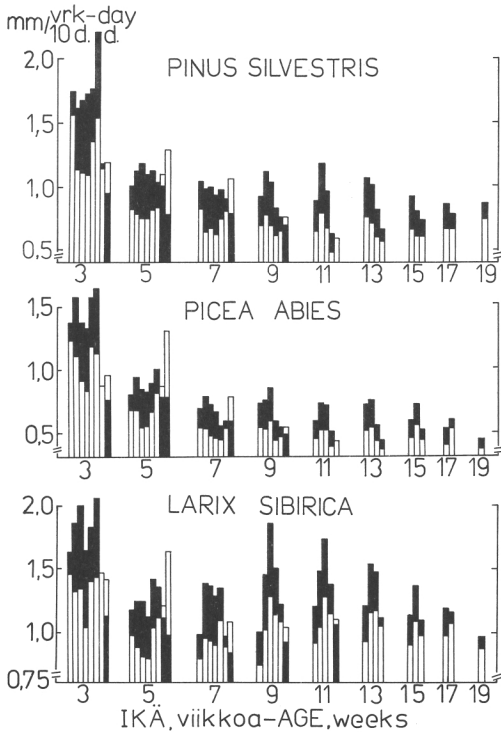
Ikä, viik- koa Age, weeks	Kylvö erä Sow- ing lot	Pinus silvestris								Picea abies								Larix sibirica							
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
3	I	0	0	0	+	0	+	+	0	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0	+	+			
	II		0	0	0	0	+	+		0	+	+	+	+	+		0	+	+	0	+	+			
	III			0	0	-	+	+			0	0	0	+	+			+	+	0	+	+			
	IV				0	0	+	+				0	-	+	+				0	-	+	+			
	V					-	+	+					0	+	+					0	+	+			
	VI						+	+						+	+						+	+			
	VII							+							0							+			
5	I	0	0	0	0	0	0	+	-	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	+	+			
	II		0	0	0	0	+	+		+	+	0	0	+	+		0	0	0	0	+	+			
	III			0	0	0	+	+			0	0	+	+	0			0	0	0	+	+			
	IV				0	0	+	+				0	-	+	+				-	-	0	+			
	V					0	0	+					0	+	+					0	+	+			
	VI						0	+						+	+						+	+			
	VII							+							0							0			
7	I	0	0	0	+	+	+	-	0	0	+	+	+	-	-	-	-	0	+						
	II		0	0	0	+	+		+	+	+	+	+		0	0	0	+	+						
	III			0	0	+	+			0	+	+	+			0	0	+	+						
	IV				0	0	+				+	+	+				0	+	+						
	V					0	+					0	0					+	+						
	VI						+						0						+						
9	I	-	0	0	+	+	0	0	+	+	+	-	-	-	-	0									
	II		0	+	+	+		0	+	+	+		-	0	+	+									
	III			+	+	+			+	+	+			+	+	+									
	IV				0	+				+	+				+	+									
	V					0					0					+									
11	I	-	0	+	+	0	0	+	+	0	-	0	0												
	II		+	+	+		0	+	+		0	0	+												
	III			+	+			+	+			+	+												
	IV				0				+				+												
13	I	0	+	+	0	+	+	-	0	0															
	II		+	+		+	+		0	+															
	III			+			+			+															
15	I	0	+	-	+	0	0																		
	II		0		+		+																		
17	I	0	-	0																					

Yleishavaintona voidaan todeta, että mitä myöhäisempi kylvä sitä lyhyemmäksi taimi samanikäisenä jäi, mutta poikkeuksiakin tästä ilmiöstä näytti olevan. Kolmen ja viiden viikon ikäisinä kuuden ensimmäisen kylvöerän taimet olivat hyvin tasapituisia. Ainoastaan kaksi viimeistä aikaisemmista eristä jälkeen. Alhaisen lämpötilan lisäksi lienee fotoperiodismilla vaikutusta myöhäisten kylvöerien verson pienempään pituuskasvuun. Todennäköistä kuitenkin on, että lämpötila on minimitekijä ja fotoperiodin osuus on vähäisempää.

Puulajien välillä oli varsin huomattavia eroja kasvuperiodissa. Toisten puulajien kasvun kulminaatio oli hyvin jyrkkä toisilla taas erittäin loiva. Männyn ja lehtikuusen pituuskasvu kul-

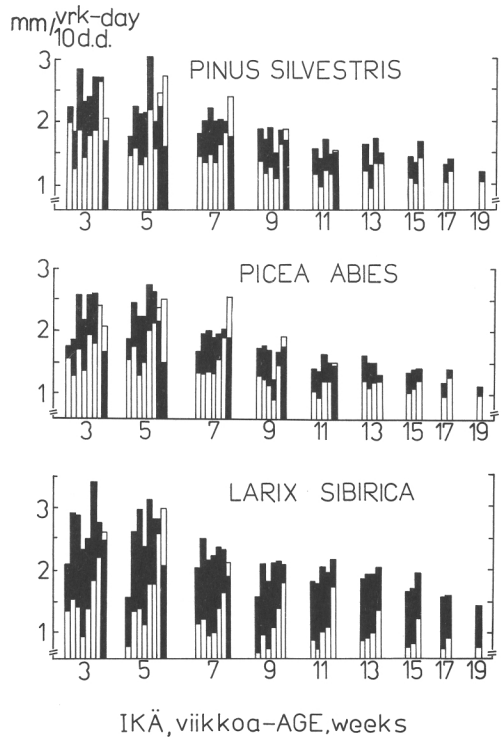
minoitui jyrkemmin kuin kuusen, jonka kasvu jäi muutenkin tuntuvasti pienemmäksi kuin männynllä ja lehtikuusella. Verson pituuden ja ilman lämpösumman välinen korrelaatiokerroin oli männynllä 0.95, kuusella 0.91 ja lehtikuusella 0.96. Korkea korrelaatio johtuu suurelta osin siitä, että edellinen havainto sisältyy jälkimmäiseen. Kertoimen käyttö rajoittuukin puulajien ja tunnusten keskinäiseen vertailuun.

Kasvatusajan ja lämpösumman vaikutuksen selvittämiseksi laskettiin kunkin kylvöajan keskikasvu jokaiselle ikävaiheelle sekä ajan että lämpösumman suhteen (kuva 6). Havaitaan, että myöhempien kylvöerien kasvu ajan suhteen oli yleensä huonompi, mutta lämpösumman suhteen parempi kuin aikaisempien.



Kuva 6. Verson pituuden keskikasvu ajan (■) ja lämpösumman (□) suhteen kylvöajoittain ja ikäryhmittäin. Pylväät (vasemmalta oikealle) kuvaavat kylvöaikoja aikaisimmasta myöhäimpään.

Figure 6. The average height growth of shoot with respect to time (■) and temperature sum (□) according to sowing times and ages. Columns (from left to right) mean sowing times from the earliest to the latest.



Kuva 7. Juuriston pituuden keskikasvu ajan (■) ja lämpösumman (□) suhteen kylvöajoittain (pylväät) ja ikäryhmittäin.

Figure 7. The average height growth of root system with respect to time (■) and temperature sum (□) according to sowing times (columns) and ages.

42. Juuriston pituus

Juuriston pituuskasvu oli suhteellisen tasaista (vrt. kuvat 6 ja 7) verson pituuskasvuun verrattuna. Kuusella ja lehtikuusella kehitys oli aluksi nopeaa 8–9 cm:n pituuteen eli 5–7 viikon iälle saakka, jolloin kasvu hidastui jonkin verran jatkuen sitten tasaisena mittausjakson loppupuolelle saakka (taulukko 3). Lopussa oli taas havaittavissa lievää laskua. Männyllä kasvu oli tasaista laskien hiukan iän suuretsa. Syynä kuusen ja lehtikuusen kasvun hidastumiseen 8–9 cm:n pituisina lienee se, että juuret saavuttivat kennon alla olevan hiekan. Männyllä hiekka ei näyttänyt hidastavan juuriston pituuskasvua.

Viimeisen kylvöerän juuristo jäi selvästi ly-

hyemmäksi 3 ja 5 viikon iällä muihin kylvöeriin verrattuna. Syynä oli kasvatusajan alhainen lämpötila. Muissa kylvöajoissa ei juuri esiintynyt merkittäviä eroja. Tosin II ja III kylvöerät myöhemmällä iällä näyttivät kasvavan nopeammin kuin I erä. Korrelaatiokertoimet juuriston pituuden ja lämpösunnan välillä olivat männyllä 0.94, kuusella 0.93 ja lehtikuusella 0.93. Männyllä ja lehtikuusella verson pituus korreloi siis paremmin lämpösunnan kanssa kuin juuriston pituus. Kuusella tilanne oli toisin päin (vrt. sivu 13). Samoin kuin verson pituuden osalta tehtiin vertailu juuriston pituuden ja ajan sekä lämpösunnan välillä (kuva 7). Lämpösuntaan verrattaessa myöhempien kylvöerien juuriston pituus oli selvästi suurempi kuin aikaisempien erien.

Taulukko 3. Juuriston pituus (mm) kylvöerittäin ja ikäkausittain.

Table 3. The root system length (mm) according to sowing lots and ages.

Kylvö- erä Sowing lot	Ikä, viikkoa – Age, weeks								
	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Pinus silvestris									
I	47	62	85	112	116	143	146	152	156
II	39	75	93	103	102	114	136	160	
III	54	68	102	112	126	152	170		
IV	44	71	92	89	109	130			
V	43	94	92	111	110				
VI	46	62	89	100					
VII	46	69	79						
VIII	28	50							
Picea abies									
I	37	65	79	104	103	142	136	138	147
II	39	81	90	107	99	131	141	164	
III	49	65	92	100	121	131	143		
IV	41	73	87	73	110	116			
V	46	85	87	98	106				
VI	44	81	92	103					
VII	41	67	84						
VIII	28	46							
Larix sibirica									
I	44	55	96	116	135	161	166	178	184
II	61	85	95	125	130	167	172	184	
III	55	95	99	107	151	168	200		
IV	44	78	103	127	145	179			
V	45	97	106	126	159				
VI	58	87	105	123					
VII	47	87	86						
VIII	42	64							

Taulukko 4. Juuriston pituuksien vertailu kylvöerille ikäryhmittäin laskettujen parittaisten t-arvojen avulla.

+ = pystyrivin kylvöerä suurempi 1 % riskillä

- = pystyrivin kylvöerä pienempi 1 % riskillä

0 = ei merkitsevää eroa

Table 4. Comparison of root system length with t-values according to sowing lots and ages.

+ = sowing lot in vertical row bigger with 1 % risk

- = sowing lot in vertical row smaller with 1 % risk

0 = no significant difference

Ikä, viik- koa Age, weeks	Kylvö- erä Sow- ing lot	Pinus silvestris							Picea abies							Larix sibirica								
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
3	I	0	0	0	0	0	0	+	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II		-	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	+	+	0	0	0	+
	III			0	0	0	0	+			0	0	0	+	+			+	0	0	0	0	+	
	IV				0	0	0	0				0	0	0	+				0	0	0	0	0	
	V					0	0	+					0	0	+					0	0	0	0	
	VI						0	+						0	+						0	0	0	
	VII							+							+							0	0	+
5	I	0	0	0	-	0	0	+	-	0	0	-	-	0	+	-	-	-	-	-	-	-	0	
	II		0	0	-	0	0	+		+	0	0	0	+	+		0	0	0	0	0	0	+	
	III			0	-	0	0	+			0	-	-	0	+			0	0	0	0	0	+	
	IV				-	0	0	+				0	0	0	+				-	0	0	0	+	
	V					+	+	+				0	+	+					0	0	0	+		
	VI						0	0					+	+						0	0	+		
	VII							0						+							0	+		
7	I	0	-	0	0	0	0	-	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	II		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	+			
	III			0	0	0	+			0	0	0	0			0	0	0	0	0	+			
	IV				0	0	0				0	0	0				0	0	0	0	0			
	V					0	0					0	0					0	0	0	+			
	VI						0						0							0	+			
9	I	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	+	+								
	II		0	0	0	0		0	+	0	0		+	0	0	0								
	III			+	0	+			+	0	0			0	-	-								
	IV				-	0				-	-				0	0								
	V					+					0					0								
11	I	+	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0											
	II		-	0	0		-	0	0		0	0	-											
	III			0	0			0	+			0	0											
	IV				0				0				0											
13	I	+	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0											
	II		-	0					0	+		0	0											
	III			0						+			0											
15	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-											
	II		-				0		0				0											
17	I	0						-						0										

43. Verson kuivapaino

Kolmen ensimmäisen kylvöerän taimilla verson kuivapaino oli yleensä jonkin verran suurempi kuin muilla (samanikäisenä). Männyllä ja kuusella tämä suuntaus oli selvemmin nähtävissä kuin lehtikuusella, jolla ero ei ollut yhtä selvä (taulukko 5). Kuusella kasvu oli hitainta ja lehtikuusella nopeinta. Esim. 19 viikon iällä lehtikuusi oli n. 3 kertaa painavampi kuin kuusi. Männyin kuivapaino oli kuusen ja lehtikuusen kuivapainon väliltä jonkin verran lähempänä lehtikuusta. Kaikilla puulajeilla oli II kylvöerän kuivapaino suurin 11–13 viikon iästä eteenpäin.

Kuvassa 8 nähdään, miten verson kuivapaino muuttui ajan ja lämpösumman suhteen. Kuiva-

painon kasvu aikayksikössä oli myöhemmillä kylvöillä yleensä pienempi kuin aikaisemmillä. Olettaessa lämpösumma vertailuperusteeksi ero kylvöerien välillä tasoittui. Verson kuivapainon kehitys noudatti siis melko tarkoin lämpösumman kasvua. Verson kuivapainon ja lämpösumman välinen korrelaatiokerroin oli männyllä 0.94, kuusella 0.85 ja lehtikuusella 0.93. Eräs syy kuusen huonompaan korrelaatioon saattaisi olla arkuus korkeille lämpötiloille (vrt. LESKINEN 1966). Syksyllä verson kuivapainon kasvu pieneni hitaammin kuin verson pituuden kasvu, joten taimet tulivat tanakammaksi.

Fotoperiodin vaikutus verson kuivapainon kehitykseen näytti vähäiseltä. Valoisan jakson lyheneminen syksyllä ei vähentänyt kasvua

Taulukko 5. Verson kuivapaino (mg) kylvöerittäin ja ikäkausittain.
Table 5. Shoot dry weight (mg) according to sowing lots and ages.

Kylvö- erä Sowing lot	Ikä, viikko – Age, weeks								
	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Pinus silvestris									
I	3	9	24	51	70	100	132	158	191
II	4	10	21	51	80	117	158	142	
III	3	10	22	38	57	104	112		
IV	4	8	14	28	40	65			
V	3	6	16	27	39				
VI	4	7	15	20					
VII	1	4	7						
VIII	2	4							
Picea abies									
I	3	6	11	23	37	51	74	77	77
II	4	6	16	27	40	73	104	100	
III	3	6	12	25	44	49	56		
IV	2	5	8	15	26	28			
V	2	5	9	16	20				
VI	1	5	10	11					
VII	1	4	5						
VIII	2	2							
Larix sibirica									
I	3	11	26	56	95	102	183	265	239
II	9	14	39	73	100	176	256	231	
III	8	14	40	79	130	164	148		
IV	2	10	26	60	95	140			
V	2	10	31	48	66				
VI	3	10	21	80					
VII	2	6	17						
VIII	2	4							

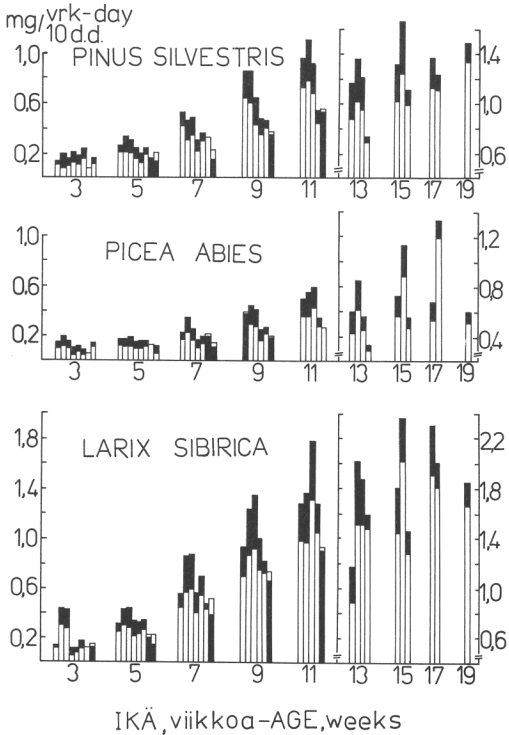
lämpösummyksikköä kohti laskettuna. Lämpö on ilmeisesti ollut minimitekijä elokuun puolivälin jälkeen. Tässä kokeessa ei tosin tutkittu valon vaikutusta erikseen, mutta päätellen siitä, että lämpösunnan teho ei laskenut syksyllä valon vähetessä, valo ei muodostunut minimitekijäksi. Muovihuoneita lämmittämällä on siis mahdollista jatkaa kasvukautta syksylläkin, mutta tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota taimien talventamiseen.

44. Juuriston kuivapaino

Juuriston kuivapainon kehitys poikkesi melkoisesti verson kuivapainon kehityksestä. Männy- ja kuusen välinen ero oli paljon pienempi juuriston kuin verson kuivapainon kohdalla (taulukko 6). Kuusen ja lehtikuusen suhde oli

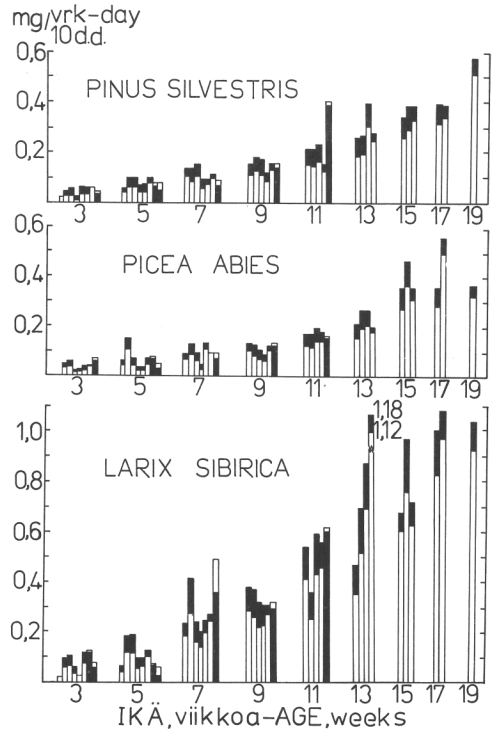
molemmissa kuivapainoissa suunnilleen sama. Varsinkin männyllä ja kuusella olivat samanikäisten taimien juuristot hyvin samanpainoisia kylvöajasta riippumatta. Lehtikuusella erot olivat suurempia 11. ikäviikosta eteenpäin. Mitä myöhäisempi kylvöaika oli tämän jälkeen sitä painavampi juuristo oli.

Lämpötilalla ei siis ollut juuriston kuivapainon kehittymiseen niin suurta vaikutusta kuin verson kehittymiseen, vaan kuivapaino kasvoi melko tasaisesti ajan funktiona. Varsinkin lehtikuusella havaitaan, että myöhempien kylvöerien taimet (viimeistä lukuunottamatta) olivat painavampia kuin aikaisempien (kuva 9). Juuriston kuivapainon ja lämpösunnan välinen korrelaatiokerroin oli männyllä 0,87, kuusella 0,85 ja lehtikuusella 0,87. Juuriston paino lämpösunnan suhteen on yleensä myöhemmillä kylvöerillä suurempi, mutta ero ei ole yhtä selvä kuin juuriston pituuden suhteen.



Kuva 8. Verson kuivapainon keskikasvu ajan (■) ja lämpösunnan (□) suhteen kylvöajoittain (pylväät) ja ikäryhmittäin.

Figure 8. The average dry weight growth of shoot with respect to time (■) and temperature sum (□) according to sowing times (columns) and ages.



Kuva 9. Juuriston kuivapainon keskikasvu ajan (■) ja lämpösunnan (□) suhteen kylvöajoittain (pylväät) ja ikäryhmittäin.

Figure 9. The average dry weight growth of root system with respect to time (■) and temperature sum (□) according to sowing times (columns) and ages.

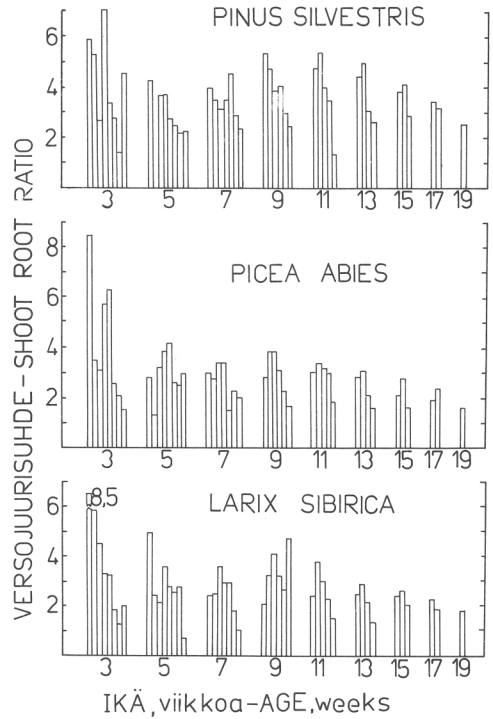
Taulukko 6. Juuriston kuivapaino (mg) kylvöerittäin ja ikäkausittain.
 Table 6. Root system dry weight (mg) according to sowing lots and ages.

Kylvö- erä Sowing lot	Ikä, viikkoa – Age, weeks								
	3	5	7	9	11	13	15	17	19
<i>Pinus silvestris</i>									
I	1	2	6	9	15	22	34	45	74
II	1	3	6	11	15	23	38	44	
III	1	3	7	10	17	34	38		
IV	1	2	4	7	11	24			
V	1	2	4	9	28				
VI	1	3	5	8					
VII	1	2	3						
VIII	1	1							
<i>Picea abies</i>									
I	0,3	2	4	8	12	18	35	40	47
II	1	5	6	7	12	23	40	40	
III	1	2	4	6	14	23	35		
IV	0,4	1	2	5	13	17			
V	0,4	1	6	7	11				
VI	1	2	4	7					
VII	1	2	3						
VIII	1	1							
<i>Larix sibirica</i>									
I	0,3	2	11	23	40	41	78	115	133
II	2	6	19	22	26	60	97	134	
III	2	6	11	19	43	76	72		
IV	1	3	9	18	41	105			
V	1	3	11	18	44				
VI	2	4	12	17					
VII	2	2	16						
VIII	1	1							

45. Verson ja juuriston kuivapainon suhde

Verson ja juuriston kuivapainon suhdetta ja sen kehitystä tarkasteltaessa voidaan todeta, että myöhemmillä kylvöerillä oli pienempi versojuurisuhde (kuva 10). Tämä johtui siitä, että juuristo kasvoi suunnilleen tasaisella nopeudella koko tarkastelujakson ajan, sen sijaan verson kasvu heikkeni syksymmällä. Kylvöajankohdasta riippumatta versojuurisuhde näytti saavuttavan ensimmäisen miniminsä 5–7 viikon ikäisenä, jonka tason se saavutti uudelleen vasta 13–15 viikon iällä. Kuusella versojuurisuhteen kehitys oli tasaisinta. Selvää minimiä ei ollut 5–7 viikon iässä, kuten muilla puulajeilla, sen sijaan versojuurisuhteen aleneminen 13–15 viikon iässä erottui paremmin. Männyllä oli keskimäärin korkein versojuurisuhde ja lehtikuuksella alin.

Kuva 10. Verson ja juuriston kuivapainon suhde kylvöajoittain (pylväät) ja ikäryhmittäin.
Figure 10. The dry weight ratio of shoot and root system according to sowing times (columns) and ages.



5. TULOSTEN TARKASTELUA

Tällä tutkimuksella pyritään selvittämään kennotaimien kasvattamiseen liittyviä kysymyksiä lähinnä kylvöajan vaikutuksen kannalta. Jotta tuloksia voitaisiin soveltaa myös sääsuhteiltaan erilaisiin kesiin, on kasvuolot selvitetty mahdollisimman tarkkaan ja pyritty tekemään johtopäätöksiä niiden vaikutuksesta taimien kehittymiseen. Lannoitus ja kastelu on helppo järjestää halutun suuruisiksi, mutta muovihuoneen lämpötila on sääsuhteista riippuvainen, vaikka sitä pystytäänkin muuttamaan haluttuun suuntaan (lämmitys, tuuletus, kastelu). Siksi tässä työssä on tärkeä sija lämpötilan ja siitä lasketun lämpösomman vaikutuksella eri aikoina kylvettyjen kennotaimien kehittymiseen. Taimien kehityskulun perusteella yritetään sitten tutkia, milloin ne olisi myöhemmän kehityksen kannalta paras istuttaa.

Taimien kasvatus Rovaniemen korkeudella voidaan yleensä aloittaa lämmittämättömässä

muovihuoneessa huhti-toukokuun vaihteessa. Tämä koe aloitettiin toukokuun puolivälissä.

HAACKIN (1912) mukaan männyn itämislämpötilan minimi on n. 5–6° C. Valossa itämisen optimilämpötila on siemenen laadusta riippuen 26–30° C, mutta pimeässä se on alempi (YLI-VAKKURI 1963). Kuusen siemenen itämisen minimilämpötilana pidetään +7° C (AALTONEN 1942). Nopea ja täydellinen itäminen tapahtuu kuitenkin vasta, kun lämpötila on 14–16° C (MORK 1933, 1938). Lämpötilan vaihtelu edistää valossa männyn, muttei kuusen siemenen itämistä (YLI-VAKKURI 1963).

DECKERIN (1944) kokeissa Amerikan punamännyn ja loblolly-männyn taimien nettofotosynteesi pysyi suunnilleen samana 20 ja 30°C:ssa, mutta aleni noin 45 prosenttia lämpötilan noustessa 30:sta 40°C:een. Cembramännyn taimilla TRANQUILLININ (1955) ko-

keissa oli nettofotosynteesin maksimiarvo jo 10–15°C:n välillä ja nettofotosynteesi putosi 0:aan jo hiukan yli +35°C:n lämpötilassa.

SIRÉNIN (1966) mukaan optimilämpötila muovihuoneessa on +25 – +30 ± 5°C. Optimilämpötila ei ole mitenkään kiinteä, vaan monet ekologiset tekijät vaikuttavat siihen, eniten kastelu ja tuuletus, joiden on optimialueen ylärajoilla oltava tehokkaita. Tuuletuksella poistetaan lehtien läheisyyteen muodostuva hiilidioksidiköyhä mikrokerros (JALKANEN 1965) ja tuodaan tilalle kylmempää tuoretta ilmaa. Kastelulla lisätään ilman suhteellista kosteutta ja estetään lämpötilan liiallinen nousu, Lämpötilan tilapäinen kohoaminen aina +40°C:een saakka ei ole Sirénin mukaan millään tavoin vaikuttanut haitallisesti taimien kuntoon.

Puiden pituuskasvu on suurempi yöllä kuin päivällä. Yleensä yö- ja päiväkasvun suhde on 4/3, mutta jos yö on kylmä, voi kasvu päivällä olla suurempikin kuin yöllä. Kirkkaalla säällä kasvun maksimi on klo 16–19 ja minimi klo 6–9. Saman vuorokauden lämpötilalla on ratkaiseva vaikutus pituuskasvuun. Pituuskasvu seuraa 6 tuntia jäljessä lämpötilan kulusta (MORK 1941). Taimien vuotuinen kasvurytmi poikkeaa puiden kasvurytmistä. LAIHON (1963) Etelä-Suomessa avomaalla suorittamissa kokeissa verson kasvu ensimmäisenä kasvukautena jatkui vielä syyskuussa, lämpimänä syksynä jopa lokakuussa. Toinen kasvukausi oli jo lyhyempi, ja kolmantena kasvukautena taimen kasvurytmi muistutti yhä enemmän puiden pituuskasvua, joka lakkaa hyvin aikaisin, esim. männyllä 350–550 d.d:ssä, kuusella 550–750 d.d:ssä. Verson pituuskehitys oli Laihon kokeessa ensimmäisenä kasvukautena heikko, kasvu pääsi vauhtiin vasta toisena kesänä. LÄHDE (1965) on saanut kehitysrytmin suhteen samantaisia tuloksia, mutta taimet olivat kooltaan ilmeisesti runsaammasta lannoituksesta johtuen suurempia kuin Laihon kokeissa.

Muovihuoneessa kehitysrytmi on samantapainen kuin avomaalla, mutta kehitys on nopeampaa. Aikaisemmilla kylvöerillä ennätti avomaakylvöjen toisen kesän nopea kehitysjakso tapahtua ensimmäisen kesän aikana. Suotuisissa kasvuoloissa pituuskasvu alkoi nopeutua 5–7 viikon iällä. Kesällä 1971 ei tämän tutkimuksen mukaan kesäkuun lopun kylvöerä ennättänyt enää kunnolla lisätä pituuttaan, koska keskilämpötila alkoi laskea elokuun alussa. Lehtikuuseen ei lämpötilan lasku näyttänyt vaikuttavan yhtä paljon kuin mäntyyn ja kuuseen.

Osaltaan tämä johtui myös lehtikuusen erilaisesta kehitysrytmistä. Verson pituuskasvu kesti sillä pitempään kuin männyllä ja kuusella (LYR ym. 1967).

Verson kuivapaino noudatteli niin ikään lämpösunnan kehittymistä. Aluksi absoluuttinen kasvu oli pientä (pieni pääoma), mutta jo 5. ikäviikosta lähtien alkoi painon kasvu absoluuttisina arvoinkin olla huomattava.

Verrattaessa puulajeja toisiinsa kiinnittyi huomio kuusen pienuuteen muihin puulajeihin verrattuna. HUURIN ym. (1970) tutkimuksessa oli 1 m + 0 männyn taimien keskipituus 8,9 cm ja kuusen taimien 11,4 cm. Tässä kokeessa 19 viikon ikäisten männyn taimien keskipituus oli 11,2 cm ja kuusen taimien 5,5 cm. Suurimpana syynä suureen eroon näyttäisi olevan se, että Huurin ym. tutkimuksen aineisto oli pääosaltaan Etelä-Suomesta, jossa valaistusolosuhteet ovat erilaiset kuin pohjoisessa, missä kuusen taimet näyttivät kärsivän liiasta valosta ja jäivät sen takia pieniksi.

Koska yksittäisten juurten pituuden mittaaminen on hankalaa, mitattiin vain juuriston suurin ulottuvuus syvyys suunnassa. Tällä tavoin mitatun juuriston pituuden ei voi odottaa antavan kovinkaan tarkkaa kuvaa juuristosta ja siksi mitattiin juuriston kuivapaino, jossa tulevat jo lyhytjuuretkin mukaan. Juurten paksuuserot taimilla ovat yleensä vähäiset, joten juuriston kuivapaino näyttäisi varsin hyvin kuvaavan myös juurten yhteispituutta (vrt. AITOLAHTI 1969).

Juuriston pituuskasvun kausi oli pitempi kuin verson, eikä ilman lämpötilalla ollut siihen niin suurta vaikutusta kuin verson kasvuun. Niinkin lähellä kuin Tanskassa kasvavat pyökin juuret, tosin epätaisesti, jo läpi talven (LADEFOGED 1939). Tämän tutkimuksen mukaan juuriston pituus lisääntyi varsin tasaisesti iän funktiona lukuunottamatta viimeistä kylvöerää, jonka juuristo jäi muita lyhyemmäksi. Lämpösunnayksikköä kohti laskettuna oli myöhempien kylvöerien juuriston pituuden ja kuivapainon kasvu suurempi kuin aikaisempien. Tämä johtuu siitä, että juuriston kasvu lakkaa liian korkeissa lämpötiloissa. Esim. Pinus taedan juurien kasvun on todettu heikkenevän 30° ja loppuvan 35°C:ssa (ORLOV ja KOSHELKOV 1971). Juurien kasvun optimilämpötilaa ei tunneta riittävästi. Ravinneliuoksessa kasvatetut katkaistut männyn juuret kasvavat parhaiten 17,5–19,0°C:ssa (SLANKIS 1949). Taimen metsänviljelyarvoa määritettäessä on verson ja juuriston kuivapainon suhde eräs tärkeä morfo-

loginen tunnus. Koska taimen tuleva menestyminen on olennaisesti riippuvainen juuristosta, sen tulisi olla istutushetkellä mahdollisimman hyvin kehittynyt. Vaikka selvät tutkimustulokset puuttuvat, useat tutkijat katsovat pienen versojuurisuhteen lisäävän taimen menestymismahdollisuuksia istutuksen jälkeen, koska hyvin kehittynyt tuuhea juuristo lupaa taimen hyvää kuivuuden ja kylmän kestävyyttä. Tosin juuriston paino ei ilmaise todellista adsorptiopinta-alaa, vaan ohutjuurien ja mykoritsaisuuden määrän vaihtelu aiheuttaa siinä merkittäviä eroja (RÄSÄNEN 1966, LÄHDE ja OKSANEN 1969).

Monilla tahoilla on ilmennyt mielenkiintoa ns. sirkkataimikasvatusta kohtaan (esim. VALTANEN 1970). Sen käyttöä on perusteltu lähinnä lyhyellä kiertoaajalla ja rationaalisilla työ-

menetelmillä sekä sillä, että juuristolla on tällöin mahdollisuus kasvaa luonnonmukaiseksi ja siten taimista tulisi kestävimpiä tuhoja vastaan. Versojuurisuhteen kannalta edullinen sirkkaimien istutusaika tämän tutkimuksen mukaan on 4–5 viikon iällä, kun versojuurisuhte on ensimmäistä kertaa tulossa pienimmilleen. Näin nuorten taimien varjopuolena saattaa olla, että ne eivät ennätä saada mykoritsainfektiota taimitarhalla (vrt. LAIHO 1963), joten niiden veden ja ravinteiden ottokyky ei ole paras mahdollinen istutuksen kriisivaiheessa. Tosin taimet voivat alussa käyttää hyväkseen turvepaakkuaan, mutta, jos käytetään runsaasti vettä ja ravinteita sisältävää turvepaakkuja, on olemassa vaara, että juuret sykkyröityvät paakun sisälle, eivätkä hakeudu ulkopuolelle.

KIRJALLISUUTTA

- AALTONEN, V.T. 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. *Acta For. Fenn.* 50.
- AITOLAHTI, M. 1969. Juuriston ja puuston tunnusten välisestä riippuvuussuhteista ojitettujen soidan kuusikoissa. *Mets. tutk. lait. julk.* 68.
- ASPLUND, K. 1971. Kennotaimituotanto työn tutkimuksen näkökulmasta katsottuna. *Metsätalouden siemen- ja taimineuvoston taimitoimikunnan tiedoituksia n:o 2.*
- BERGMAN, F. ja LESKINEN, U. 1963. Plantproduktion under plast. *Fs-information nr 24.* Förmingen Skogstüädsförädling.
- DAHL, E. ja MORK, E. 1959. Om sambandet mellom temperatur, åndning og vekst hos gran. *Meddelelser fra det Norske skogsforsöksvesen* 53:81–93.
- DECKER, J.P. 1944. Effect of temperature on photosynthesis and respiration in red and loblolly pines. *Plant Physiology* 19:679–688.
- HAACK 1912. Die Drüfung des Kiefern-samens. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 44.
- HARI, P., LEIKOLA, M. ja RÄSÄNEN, P. 1970. A dynamic model of the daily height increment of plants. *Ann. Bot. Fenn.* 7:375–378.
- HUURI, O., KYTÖKORPI, K., LEIKOLA, M., RAULO, J. ja RÄSÄNEN, P.K. 1970. Tutkimuksia taimityypipiluokituksen laatimista varten. *Fol. For.* 82.
- JALKANEN, E. 1965. Ajatuksia metsäpuiden taimien kasvatuksesta. *Metsätal. aikak. lehti* n:o 8.
- KOZLOWSKI, T. 1971. Growth and development of trees I ja II. New York.
- KRAMER, P. ja KOZLOWSKI, T. 1960. *Physiology of trees.* New York.
- LADEFOGED, K. 1939. Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume. Kopenhagen.
- LAIHO, O. 1963. Tutkimuksia mykoritsainfektion synnystä ja kehityksestä sekä kasvin-suojeluaineiden vaikutuksesta siihen metsätaimitarhoissa. Helsingin Yliopiston metsänhoitotieteen laitos.
- LESKINEN, U. 1966. Plastnus och torv i plantskolan. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift,* häfte 8.
- LYR, H., POLSTER, H. ja FIEDLER, H.-J. 1967. *Gehölzphysiologie.* Jena.
- LÄHDE, E. 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 For. Fenn.* 81, 8.
- LÄHDE, E. ja OKSANEN, A. 1969. Morfologiset, gravimetriset ja fotometriset tunnuksset männyn taimien juuristojen kuvaajina. *Silva Fennica,* Vol. 3, n:o 4.
- LÄHDE, E. 1970. Vihreitä ajatuksia metsänviljelystä. *Metsä ja Puu* n:o 11.
- MATTILA, S. 1969. *Tilastotiede II.* Helsinki.
- MATTILA, S. 1970. *Tilastotiede I.* Helsinki.
- MORK, E. 1933. Temperaturen som föryngelsefaktor i de nordtrønderske granskoger. *Meddelelser fra det Norske skogsforsöksvesen* 5.
- MORK, E. 1938. Gran- og furufrøets spiring reed forshjellig temperatur og fuktighet. *Meddelelser fra det Norske skogsforsöksvesen* 6.
- MORK, E. 1941. Om sambandet mellom temperatur og vekst. *Meddelelser fra det Norske Skogsforsöksvesen* 27–30, 1941–1944.
- ORLOV, A.J. ja KOSHELKOV, S.P. 1971. Potšvennaja ekologija sosny. Moskva. (Mh. Kullervo Etholénin suomenkielinen käännös.)
- ORLOV, F.B. ja SOVERŠAJEV, P.F. 1972. Sezonyje izmenija vlaznosti potšvy i viljanije ih na prizivajemost lesnyh Kultur na Severe. *Lesnoje Hozjaistvo* 5.
- RÄSÄNEN, P.K. 1966. Metsänviljelyä varten kasvatettujen havupuiden taimien arvosteluperusteista ja luokitusmenetelmistä. *Metsätal. aikak. lehti,* 83:188–191.
- RÄSÄNEN, P.K. 1970. Nostoaajankohdan, pakkaustavan, varastointiajan pituuden ja kastelun vaikutuksesta männyn taimien kehitykseen. *Acta For. Fenn.* 112.
- SARVAS, R. 1965. Metsäpuiden kehityksen vuotuinen periodi. *Suomalainen tiedeakatemia: Esitelmät ja pöytäkirjat.*

- SARVAS, R. 1972. Metsäpuiden kehityksen vuotuinen rytmi. Esitelmä Metsätieteellisen seuran kokouksessa 8.3.–72.
- SCHMIDT-VOGT, H. 1966. Wachstum und Qualität von Forstpflanzen. München.
- SIRÉN, G. 1966. Plantor växer i hus av plast. Skogen n:o 6.
- SLANKIS, V. 1949. Einfluß der Temperatur auf Wachstum der isolierten Wurzeln von *Pinus silvestris*. *Physiol. Plant.* 2, No 2.
- SÄÄHAVAINTO-OPAS. 1951. Ilmatieteellinen keskuslaitos. Helsinki.
- TRANQUILLINI, W. 1955. Die Betandung des Lichtes und der Temperature für die Kohlen-säureassimilation von *Pinus cembra* Jungwachs an einen hochalpinen Standort. *Planta* 46:154–178.
- VALTANEN, J. 1969. Uusia ajatuksia metsänviljelystä. Hyvä taimi ja sen tuottaminen Pohjois-Suomessa. *Metsätal. aikak. lehti* n:o 12.
- VALTANEN, J. 1971. Kennotaimien kehitys taimitarhassa ensimmäisen kesän aikana. Esitietoja tutkimuksesta Imarin taimitarhalla. 1970. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusasema.
- WILDE, S.A., VOIGT, G.K. ja IYER, J.G. 1964. Soil and plant analyses for tree culture. New Delhi.
- YLI-VAKKURI, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. *Comm. Inst. For. Fenn.* 49, 1.
- YLI-VAKKURI, P. 1963. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. *Acta For. Fenn.* 75.

- 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 Rikonen: Havusahatukkién 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 Metsätalostollinen 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 ilmakuva- 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: Metsätalonomistajat 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 Kivisuon 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 irrottaminen 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 sahatukkién mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuu kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasaseno ja Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapaun 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 kehitysilmioita 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 tärinäaltistus 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 kannattavuuslaskelmissa 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 kuusi-
viljelmistä.
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