

# FOLIA FORESTALIA 178

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1973

---

---

MATTI LEIKOLA JA JYRKI RAULO

---

TUTKIMUKSIA TAIMITYYPPILOUKITUKSEN  
LAATIMISTA VARTEN III  
TAIMIEN MORFOLOGISTEN TUNNUSTEN  
MUUTTUMINEN KASVUKAUDEN AIKANA

---

INVESTIGATIONS ON THE BASIS FOR  
GRADING NURSERY STOCK III  
CHANGES IN MORPHOLOGICAL CHARACTE-  
RISTICS OF NURSERY STOCK DURING  
THE VEGETATION PERIOD

---

- No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.  
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: Kuoriprosentin määräytymisen 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 Kivisuon experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen & 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 & Juho Yli-Huukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.  
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.  
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.  
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.  
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.  
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähakkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.  
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.  
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyt ja pluskuuset.  
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Välonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja värinäaltistus pelkässä kaadossa.  
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa Ruotsissa ja Suomessa.  
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetoissa 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 kuusiviljelyistä.  
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutalteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.  
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien 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 success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.  
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—

FOLIA FORESTALIA 178

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1973

Matti Leikola ja Jyrki Raulo

TUTKIMUKSIA TAIMITYYPPILOUKITUKSEN LAATIMISTA VARTEN III.  
TAIMIEN MORFOLOGISTEN TUNNUSTEN MUUTTUMINEN  
KASVUKAUDEN AIKANA

Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in  
morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osastossa on vuodesta 1967 alkaen ollut käynnissä useita tutkimuksia, joiden avulla on haluttu valaista taimiluokituksen laatimisen perusteita. Tärkein osa koostuu maastokokeista (ns. Etelä-Suomen runkotutkimus), mutta myös metsänviljelyyn tarjottavien taimien morfologista rakennetta ja kehitystä on tarkasteltu eri taimitarhoilta kerättyjen näytteiden valossa. Nyt käsillä oleva julkaisu kuuluu jälkimmäiseen ryhmään, josta ensimmäinen julkaisu ilmestyi työryhmän HUURI ym. toimesta vuonna 1970, ja toinen LEIKOLAN ja RAULON toimesta vuonna 1972.

Tekijäin kesken työ on jakaantunut niin, että LEIKOLA on johtanut aineiston laskennan ja laatinut käsikirjoituksen ja RAULO on johtanut kenttätöitä sekä aineiston mittauksen.

Tutkimuksen suunnittelu ja julkaisukuntoon saattaminen ovat yhteistyötä.

Työn suorittamiseen ovat tekijöiden lisäksi osallistuneet mm. seuraavat henkilöt: Taimien kasvatusta taimitarhassa valvoi metsäteknikko ANTTI NIEMELÄ. Taimien noston ja niistä tehtävät mittaukset suoritti metsäteknikko LEO TERVO. Aineiston ATK-käsittelyn suoritti metsätieteiden ylioppilas ESKO KÄRKI Helsingin yliopiston käytössä olevalla UNIVAC-tietokoneella. Kuvat on piirtänyt metsäteknikko PEKKA SUOLAHTI ja työn on kirjoittanut puhtaaksi rva LIISA SALMI. Englanninkielisen tiivistelmän on kääntänyt tri KIM v. WEISSENBURG. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit MAX. HAGMAN ja RISTO SARVAS sekä metsänhoitaja, MMK PENTTI RÄSÄNEN.

Tekijät esittävät parhaat kiitoksensa työssä avustaneille.

Helsingissä, maaliskuussa 1973

Matti Leikola

Jyrki Raulo

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY .....	3
TIIVISTELMÄ .....	4
1. JOHDANTO .....	5
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ .....	5
21. Aineiston hankinta .....	5
22. Aineiston mittaus .....	7
23. Aineiston laskennallinen käsittely .....	8
3. TULOKSET .....	9
31. Taimien morfologiset tunnuksset .....	9
32. Taimien morfologiset suhteet .....	9
33. Morfologisten tunnusten yleistettävyys .....	14
4. TULOSTEN TARKASTELUA .....	15
5. KIRJALLISUUSLUETTELO .....	18

## SUMMARY

In 1974 Finland will change over to a seedling grading system based on the length of the stem and the diameter of the root collar. By means of random sampling the changing of both form and dry weight of bare-rooted transplants of Scots pine, Norway spruce, and seedlings of Silver birch has been observed during the growing season of 1971 in the nursery of the Experiment Station for Forest Regeneration at Suonenjoki (N 62°40', E 27°03', 140 m above sea level).

Beginning at the start of the growing season, a sample of 40 dominant transplants were lifted at intervals of 100 d.d. from selected beds of transplants (for calculation of d.d.'s see SARVAS 1965). The sample was measured and weighed in the laboratory as explained by HUURI *et al.* (1970). The main results are presented in Figures 2–6. The length of the shoot (Figure 2a) increased most in the beginning of the summer, the diameter of the root collar (Figure 2d) in the beginning and at the middle of the summer, and the total dry weight (Figure 2c) increased uniformly during the whole summer. The dry weight of the foliage (Figure 3b) and the stem (Figure 3c) increased during most of the growing season. The largest increase in the dry weight of the leaves of *Betula verrucosa* occurred in the spring (Figure 3b). The largest increase in the dry weight of the root system occurred in the middle of the summer and in the fall (Figure 3d).

Of the morphological proportions, the sturdiness (diameter of root collar/length of the stem)  $\times 1000$ ; Figure 4a) of the seedlings changed considerably during the growing season, as did the root/shoot ratio and root/foliage (leaves of needles) of all tree species (Figures 4b and 4c, respectively). These proportions were at a maximum in the first part of the summer. They decreased by the middle of the

summer, but increased again by the end of the summer. The dry weight/length ratio (Figure 4d) increased nearly linearly during the whole growing season. Figure 5 describes changes in the dry weight percentage of the root system, stem, and the needles (leaves) of the various tree species during the growing season.

Figure 6 describes the general validity of the three most important characteristics during the various parts of the growing season: length of the shoot, diameter of the root collar and total dry weight, tested by Student's *t*-test. The general validity of the length of the shoot (Figure 6a) was limited in the beginning of the summer but very good at the end of the summer: that of the diameter of the root collar (Figure 6b) was relatively good, and that of the dry weight (Figure 6c) was fairly limited.

The results have been discussed from two points of view: 1) The growth of the seedlings and 2) the grading of nursery stock in practice. The morphological characteristics of the transplants, which are the basis for the classification in several countries, change in different ways during the growing season. The growth of the roots during the late summer requires special consideration. The increase in total dry weight of the seedlings was strikingly linear during the growing season compared to the other characteristics.

In Finland the production of nursery stock suitable for planting during the entire growing season most likely will be handled by means of balled seedlings raised in plastic greenhouses. Therefore, the changes in the morphological characteristics is mainly a problem for the grading of balled seedlings. The balled seedlings have to be classified according to more essential characteristics than only the qualities of the ball and the growing history of the seedling.

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on seurattu satunnaisnäytteiden avulla paljasjuuristen, koulittujen männyn ja kuusen sekä koulimattomien rauduksen taimien morfologisten ominaisuuksien ynnä muoto- ja kuivapainosuhteiden muuttumista kasvukauden aikana Metsäntutkimuslaitoksen metsänviljelyn koaseman taimitarhalla Suonenjoella vuonna 1971.

Valituista taimipenkeistä nostettiin 40 valtaimen näyte joka 100 d.d.m välein. Taiminäytteet mitattiin ja kuivattiin laboratoriossa. Morfologisista tunnuksista verson pituus lisääntyi selvimmin alkukesällä, tyviläpimitta alku- ja keskikesällä ja kokonaiskuivapaino tasaisesti koko kasvukauden ajan. Neulasten ja rangan kuivapaino lisääntyi suurimman osan kasvukautta. Rauduksen lehtien kuivapainon suurin lisäys oli keväällä, ja taimien juuriston kuivapainon suurin lisäys keskikesällä ja syksyllä.

Taimien morfologisista suhteista männyn tanakkuus muuttui huomattavasti kasvukauden aikana, samoin kaikkien puulajien juuristo/verso-suhde ja juuristo/neulasto (lehti)-suhde. Em. muotosuhde oli suuri alkukesällä. Se pieneni keskikesään mennessä, mutta lisääntyi jälleen loppukesällä. Rangan kuivapaino/pituussuhde lisääntyi jokseenkin tasaisesti koko kasvukauden ajan. Verson pituuden yleistettävyyttä todettiin alkukesällä heikoksi, mutta loppukesällä hyväksi, tyviläpimitan yleistettävyyttä kohtalaiseksi ja kuivapainon yleistettävyyttä jokseenkin vähäiseksi.

Taimien morfologisten tunnusten selvä muuttuminen kasvukauden aikana on tulevaisuudessa ennen kaikkea paakkutaimien luokituksen ongelma. Sen merkitys on suuri myös istutusajan kohtakokeissa, milloin tuloksia halutaan sitoa morfologisiin taimiluokituksiin.

## 1. JOHDANTO

Jo usean vuoden ajan on Suomessa valmisteltu siirtymistä taimien kasvatustapaan ja minimipituuksiin perustuvasta luokituksella sellaiseen, joka paremmin kuvaisi taimien viljelykelpoisuutta eri metsänviljelytilanteissa (esim. RÄSÄNEN ym. 1967). Metsätalouden siemen- ja taimineuvosto onkin vuonna 1972 tehnyt päätöksen, jonka mukaan uusi, taimien verson pituuteen ja tyviläpimitaan perustuva luokitus pyritään ottamaan käyttöön havupuiden luokituksessa vuoden 1974 alusta. Koivun taimille em. perusteita noudattava luokitus on ollut voimassa jo vuodesta 1969 alkaen. Taimien kasvatustapaa koskevat tiedot jäisivät edelleenkin täydentämään uuden luokituksen antamaa informaatiota (taimiluokituksen perusteista esim. EHDOTUS UUDEKSI... 1968, KAILA 1971, POHTILA 1971).

Kysymys onnistuneen taimiluokituksen tavoitteista on vaikeampi ja laajempi kuin asiaan perehtymättä näyttää. Luokituksen tavoitteena ei viime kädessä koskaan voi olla taimien kuvaaminen ja järjestäminen yksilinjaisen "metsänviljelyarvon" mukaan, sillä tämä käsite on aina ao. viljelykohteen ja taimiluokan yhteisparametri. Onkin syytä korostaa, että taimiluokitus ei voi olla mikään hyvyysluokitus, ja että sen päätehtävä on vain helpottaa metsänviljelijää hänen pyrkiessään hankkimaan tai kasvattamaan kuhunkin istutuskohteeseen parhaiten sopivia taimia. Ajatus, että metsäpuiden taimia kasvatetaan metsänviljelytilanteita varten, on itsestään selvä, mutta sitä ei voi liikaa korostaa taimiluokituksista puhuttaessa.

Morfologisen taimiluokituksen päätavoitteeksi onkin asetettava sellaisen järjestelmän

aikaansaaminen, joka tehokkaasti erottaa *käyttöalueeltaan* erilaiset taimet toisistaan. Luokituksen, so. taimiluokituksen ja sitä vastaavan metsänviljelyalojen luokituksen kelpoisuutta tarkkaillaan siten tarkoitusta varten perustettujen kenttäkokeiden avulla ja kontrolloidulla materiaalilla suoritettuja käytännön metsänviljelyitä inventoimalla.

Luokitus taimien fysiologisen kunnan mukaan on myös ensiarvoisen tärkeää. Fysiologinen luokitus eroaa kuitenkin niin tavoitteiltaan kuin käytöltään morfologisesta luokituksista. Ensiksikin on kaikille metsänviljelyyn käytettävillä taimille asetettava yhteinen perusvaatimus, että niiden fysiologinen kunto on mahdollisimman hyvä, ja toiseksi fysiologisen kunnan mittaaminen luokituksista puhumattakaan, ei ole yksinkertainen tehtävä. Niinpä usein on tyydyttävä vain yleisten fysiologisten minimirajojen osoittamiseen (vrt. HUURI ym. 1970).

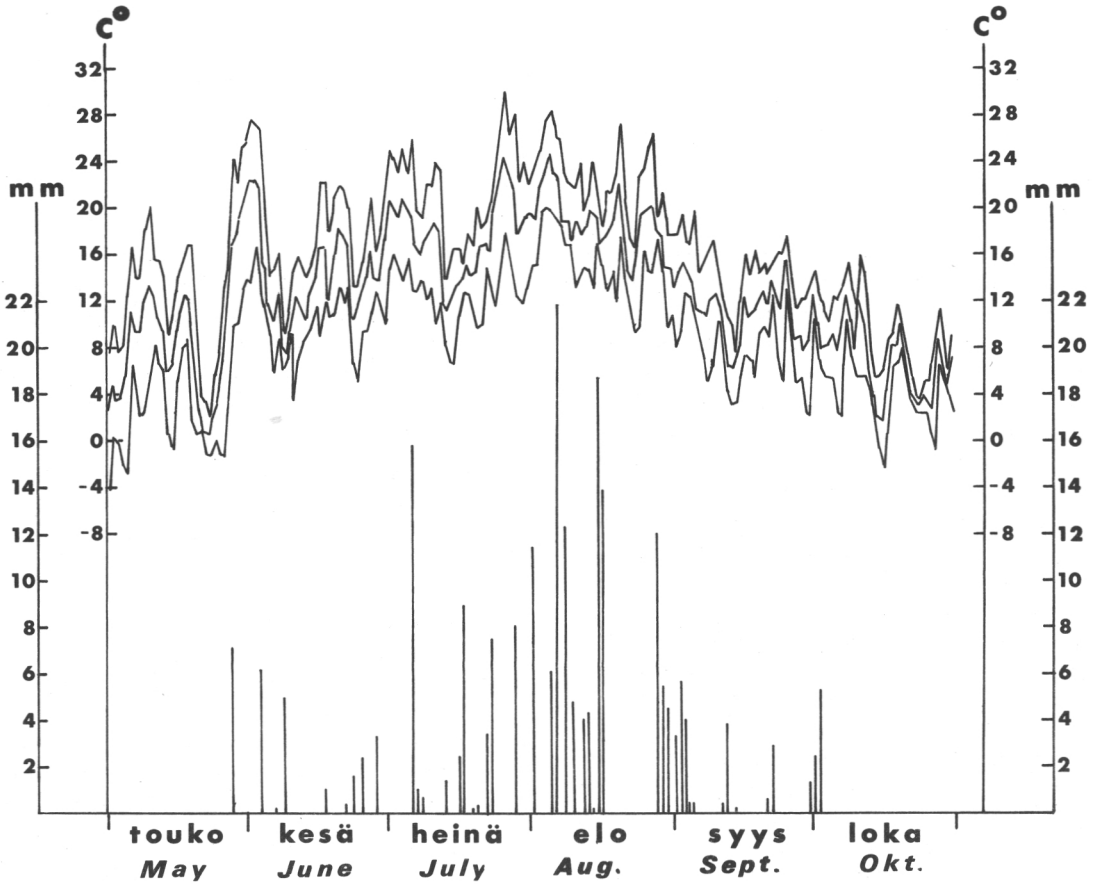
Metsänviljelyn siirtyessä yhä selvemmin läpi koko kasvukauden tapahtuvaksi toiminnaksi on kiinnitettävä yhä suurempaa huomiota myös käytettävän viljelymateriaalin kehittymiseen taimitarhalla kasvukauden aikana ja tämä kehityksen mahdolliseen vaikutukseen taimien luokitusmahdollisuuksiin. Nyt käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on eri ajankohtina kerättyjen satunnaisnäytteiden avulla seurata Suomessa yleisimmin käytettyjen paljasjuuristen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien morfologisten ominaisuuksien sekä metsänviljelymateriaalin kuvaamiselle ja luokitukselle tärkeiden muoto- ja kuivapainosuhteiden muuttumista kasvukauden aikana taimitarhassa.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ

### 21. Aineiston hankinta

Tutkimusaineisto kerättiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalta (62°40' p, 27°03' i, 140 m m.p.y., 1065 d.d.) vuoden

1971 aikana. Tarkastelun kohteeksi valittiin yhtenäiset alueet seuraavia taimilajeja (taimilajien lyhennysmerkinnöistä katso esim. RAULO ja HINTTALA 1972):



Kuva 1. Päivittäiset maksimi-, minimi- ja keskilämpötilat (yhtenäinen kuvaaja) ja sademäärä (pylväikkö) Metsänviljelyn koeaseman taimitarhalla touko-lokakuussa 1971.

Fig. 1. The daily maximum, minimum, and mean temperatures and the precipitation at the Suonenjoki experimental nursery in May – October 1971.

Puulaji ja taimilaji	Siemenen alkuperä		
	Paikkakunta	Sijainti	d.d.
Mänty, 1A+1A,	Rautjärvi	61°18'p 29°08'i	1200
Kuusi, 2A+2A,	Simpele	61°26'p 29°24'i	1225
Raudus, 1A,	Sulkava	61°46'p 28°23'i	1225

Kuusen taimet oli kasvatettu 2A:ksi KML Tapion Puupellon taimitarhalla ja sen jälkeen kouluttu Suonenjoella. Taimien kasvualustana oli kasvuturve, johon oli sekoitettu tasaisesti turpeen Super Y-lannosta 1.5 kg/m<sup>3</sup> ja dolomiittikalkkia 3.5 kg/m<sup>3</sup> turvetta. Vuoden 1971 lannoitus- ja torjuntaruiskutusohjelma käy ilmi seuraavasta asetelmasta:

Puulaji	Pvm.	Lannoitus, kg/ha	Torjunta, kg/ha
Mänty	10.6.	kalkkisalp. 200	
	15.6.	klooriv. Y. 250	
	28.6.	kalkkisalp. 200	
	13.7.	kalkkisalp. 200	
	5.8.	kalkkisalp. 200	Maneb 3 kg/ha
Kuusi	8.7.	kalkkisalp. 200	
	9.7.		Ob-21 5 kg/ha
	13.7.	kalkkisalp. 200	
Raudus	30.6.	kalkkisalp. 200	
	1.7.		Ob-21 5 kg/ha
	21.7.		Ob-21 5 kg/ha
	23.7.	klooriv. Y. 250	
	13.7.	kalkkisalp. 200	
	5.8.		Maneb 3 kg/ha



Puulaji	Pvm.	Lannoitus, kg/ha	Torjunta, kg/ha
	11.8.		Ob—21 5 kg/ha
	12.9.		Ob—21 5 kg/ha

Sääsuhteiltaan kasvukausi 1971 oli Suomenjoella seuraavanlainen. Huhtikuun keskilämpötila oli normaalia alempi ja sademäärä vain noin 40 % normaalista. Toukokuu oli lämpötiloiltaan jokseenkin normaali, mutta sademäärä oli edelleen vähäinen. Lumipeite sulii kuun alussa. Kesäkuu oli hivenen normaalia viileämpi ja sademäärä säilyi edelleen normaalia vähäisempänä. Heinäkuu oli noin 1°C normaalia viileämpi, ja sademäärä oli lähes normaali. Elokuun keskilämpötila oli jokseenkin normaalitasolla, ja sademäärä oli runsaasti (n. 50 %) yli normaalin. Syyskuu oli taas normaalia viileämpi. Sademäärä oli hieman normaalia alhaisempi (KUU-KAUSIKATSAUS . . . 1971).

Kuvassa 1 on esitetty tarkastelukauden päivittäiset lämpötilat ja sademäärät Suomenjoella Metsänviljelyn koasemalla tehtyjen mittausten mukaan.

Taimien valinta ja nosto tapahtui seuraavasti. Kunkin puulajin edustamaa kasvatuserää valittiin likimain 5 000 kpl käsittävät alueet. Näillä alueilla mitattiin joka kahdennenkymmenennen taimen pituus yhden cm tarkkuudella. Näin saadusta jakaantumasta määritettiin se verson pituus, jonka yläpuolelle yksi kolmannes valitun alueen taimista asettui. Kaikki tätä minimipituutta (mänty 8 cm, kuusi 42 cm ja raudus 27 cm) suuremmat taimet (valtataimet) numeroitiin juoksevasti ja merkittiin pienillä numerotunnuksilla. Merkitseminen tapahtui valikoiden niin, että aineistoon kelpuutettujen valtataimien etäisyys toisistaan oli aina vähintään 20 cm. Tällä tavoin pyrittiin varmistautumaan siitä, että näytetaimien nosto kesken kasvukauden ei vahingoittaisi jäljelle jäävien, myöhemmin nostettavien koetaimien kehitystä. Yhteensä merkittiin kutakin kolmea puulajia 500 valtainta.

Vuotuisen lämpösumman kehittymistä seurattiin koaseman sääasemalla. Ilman lämpötila mitattiin 2 metrin korkeudessa termografilla, joka oli sijoitettu Ilmatieteen laitoksen käyttämään sääkojuun, Lämpösumman laskenta tapahtui SARVAKSEN (1965) ym. esittämää menettelyä noudattaen käyttäen +5°C kynnyslämpötilana. Jokaisen 100 d.d.:n jakson kuluttua nostettiin kutakin puulajia 40 taimen näyte-

erä, kunnes vuotuinen lämpösumma ei syksyllä enää lisääntynyt. Kaikkiaan kertyi näin kasvukauden 1971 aikana 11 nostokertaa. Kunkin näyte-erän taimien valinta suoritettiin etukäteen laaditun satunnaiskaavion avulla.

Koska kunkin puulajin kasvatusalue oli kohdalaisen laaja, saattoivat maaperän, lannoituksen yms. erot aiheuttaa selvää vaihtelua eri näyteerien kesken. Satunnaisen näytteenoton avulla pyrittiin mahdollinen systemaattinen vaihtelu eliminoimaan mittaustuloksista.

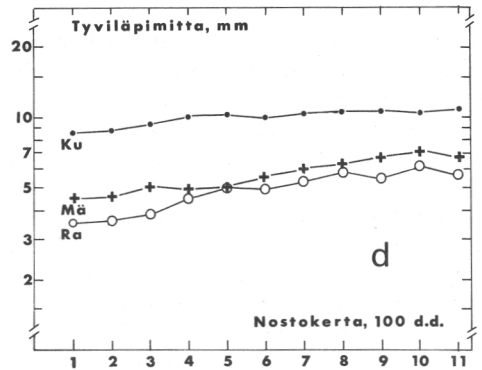
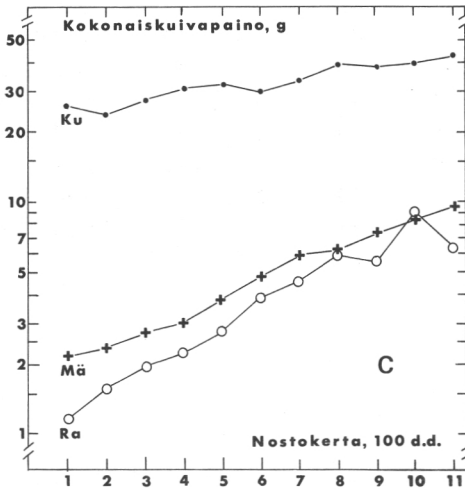
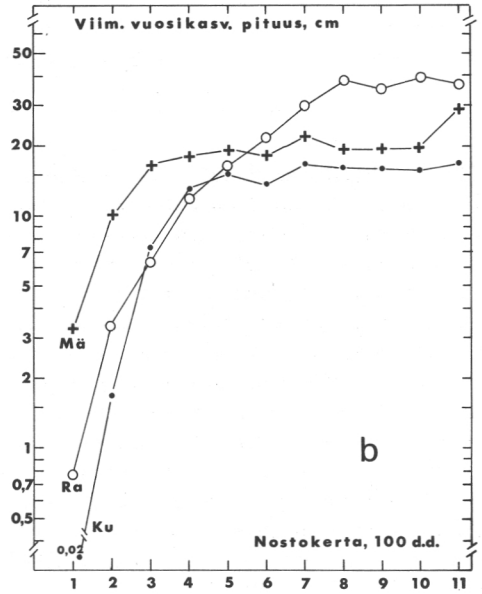
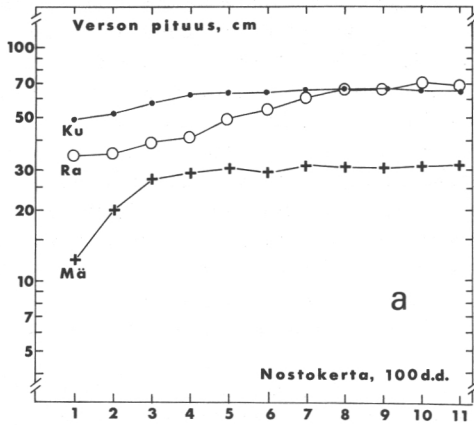
Näyteerien nostoaikataulu oli seuraava:

Näyte- erä, no	Mänty	Taimia, kpl		Lämpö- summa, d.d.	Nosto- pvm.
		Kuusi	Raudus		
1	33	41	40	103	30.5
2	41	41	41	195	7.6
3	41	40	41	302	21.6
4	40	39	39	404	2.7
5	41	41	40	492	9.7
6	41	41	41	595	22.7
7	41	41	41	697	30.7
8	40	40	39	797	6.8
9	41	41	42	892	18.8
10	40	41	41	996	2.9
11	39	39	39	1 080	7.10

## 22. Aineiston mittaus

Nostetut taimet pestiin laboratoriossa ja niistä mitattiin välittömästi verson pituus 1 cm:n tarkkuudella anatomisesta juurenniskasta latvasilmun huippuun, juurenniskan läpimitta 0.01 mm tarkkuudella 1 cm päästä juurenniskan yläpuolelta ja vuoden 1971 vuosikasvaimen pituus 1 cm tarkkuudella. Em. tunnusten mittaus tapahtui samaa tekniikkaa käyttäen kuin aikaisemmissakin selvityksissä (HUURI ym. 1970, LEIKOLA ja RAULO 1972).

Kukin taimi leikattiin kahteen osaan, versoon ja juuristoon, ja kumpikin osa kuivattiin ja punnittiin talvella 1971–1972. Esikuivatusaikana käytettiin 24 tuntia +60°C:ssa ja varsinaisena kuivatusaikana 24 tuntia +90–95°C:ssa. Kustakin taimen versosta erotettiin vielä erikseen neulasto (lehdet) ja ranka, jotka punnittiin 0.01 g tarkkuudella.



Kuva 2. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana. a. verson pituus, b. viimeisen vuosikasvaimen pituus, c. kokonaiskuivapaino, d. tyviläpimitta.

Fig. 2. Changes in the morphological characteristics of the seedlings during the vegetation period. a. Length of the shoot, b. Length of the last annual shoot, c. Total dry weight, d. Diameter of the root collar.

### 23. Aineiston laskennallinen käsittely

Aineisto käsiteltiin talvella 1971–72 Helsingin yliopiston käytössä olevalla UNIVAC 1108 -tietokoneella. Kullekin puulajille ja nostokerralle laskettiin aluksi kunkin tunnuksen keskiarvo ja keskihajonta. Koska kuitenkin oli otaksuttavissa, että taimipenkissä kasvavien taimien morfologisten tunnusten kuvaajat olisivat

muodoltaan vinoja (KAILA 1971, LEIKOLA ja RAULO 1972), suoritettiin koko aineistolle ennen jatkokäsittelyä neliöjuurimuunto, joka palautti jakaantumalle sen normaalimuodon. Näin muunnetusta aineistosta määritettiin tärkeimmistä tunnuksista eri nostokertojen (näyte-erien) väliset merkitsevät erot t-testiä käyttäen. Lisäksi suoritettiin eri nostokertojen välisen varianssianalyysi kunkin puulajin puitteissa.

### 3. TULOKSET

#### 31. Taimien morfologiset tunnuksat

Taimien verson pituuden muuttuminen kasvukauden aikana on esitetty kuvassa 2a. Kaikkien puulajien verson pituuden lisäys ajoittuu selvästi tarkastelukauden alkuosaan. Männyllä ja kuusella lopullinen verson pituus on saavutettu likimain 500 d.d.:n lämpösummaan ehdittäessä, mutta rauduskoivun pituuskasvu jatkuu selvänä aina 800 d.d.:iin saakka. Edellä luonnehdittu kehityskulku havainnollistuu selvänä kuvassa 2b, jossa on esitetty taimien viimeisen vuosikasvaimen pituus eri ajankohtina. Taiminäytteiden mukaan männyn pituuskasvu on alkanut ensiksi, sitten on seurannut raudus, ja kuusen pituuskasvu on päässyt alkuun vasta lämpösumman ylitettyä 100 d.d.:tä. Pituuskasvun loppumisessa kiinnittää jälleen huomiota rauduksen kasvun jatkuminen huomattavasti myöhempään kuin havupuiden.

Tyviläpimitan muuttuminen kasvukauden aikana on esitetty kuvassa 2d. Vaikka tyviläpimitan suhteellinen kasvunopeus on hitaampaa kuin esim. kuvassa 2b esitetyn verson pituuden, on edellisen taimitunnuksen kasvuun kuluva aika sen sijaan huomattavasti pitempi. Männyn ja rauduksen läpimitta lisääntyy jonkin verran vielä 900–1 000 d.d.:n vaiheilla, kun taas kuusen tyviläpimitan kasvu päättyy noin 800 d.d.:n kohdalla. Em. puulajien paksuuskasvun kesto-aika onkin tunnetusti pituuskasvua pitempi (esim. ROMELL 1925, HUIKARI ja PAARLAHTI 1968).

Taimien kuivapainon muuttuminen kasvukauden aikana käy ilmi kuvasta 2c. Voidaan panna merkille, että kuivapaino lisääntyy joksenkin tasaisesti koko tarkastelukauden ajan. Ainoa poikkeus on rauduksen painon selvä aleneminen syksyllä, mikä johtuu lehtien varisemisesta. Suhteellisesti ottaen on kuivapainon lisääntyminen melko huomattavaa; jos kunkin puulajin kuivapainoa merkitään tarkastelukauden alussa 100:lla, ovat taimien keskimääräiset kuivapainot tarkastelukauden päättyessä seuraavat: mänty 459, kuusi 166 ja raudus 558.

Likimain edellä kuvatun kaltainen kehitys näkyy selvänä myös verson kuivapainon muuttumisessa (kuva 3a) ja vielä korostuneemmin neulaston (lehtien) kuivapainon muuttumisessa (kuva 3b). Kun verrataan verson kuivapainon lisääntymistä pituuden ja tyviläpimitan kas-

vuun, kaikkien kolmen tunnuksen kasvu mallin perustavaa laatua oleva erilaisuus käy selvästi ilmi. Kautta koko tarkastelukauden tasaisena jatkuva verson kuivapainon lisäys johtuu alkukesällä ennen kaikkea verson pituuskasvusta ja varsinkin rauduksen osalta myös lehtien kasvusta. Kasvukauden keskiosassa (n. 400–800 d.d.) lisääntyy tyviläpimita ja neulasten (lehtien) paino, ja loppukesällä (n. 800–1 000 d.d.) verson kuivapaino lisääntyy paitsi tyviläpimitan kasvusta myös rangan solunsisäisestä kasvusta (kuva 3c), lähinnä puusolukon lignifioitumisesta, kesäpuun muodostumisesta ja vararavinnon kerääntymisestä johtuen (esim. ANDERSON 1953, MORK 1960, LEIKOLA 1969). Lehtien variseminen aiheuttaa syksyllä rauduksen kuivapainon selvän laskun.

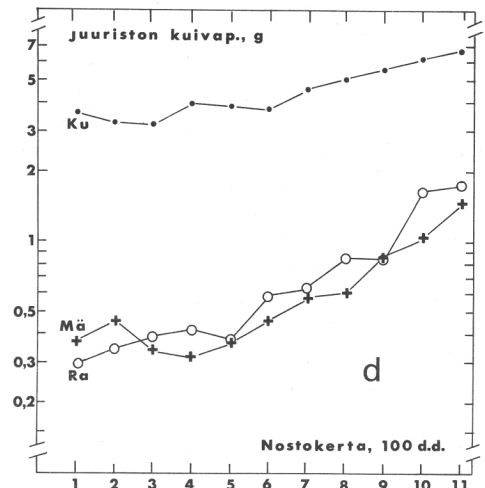
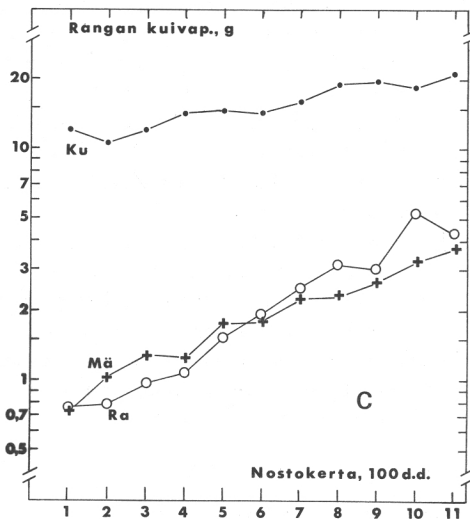
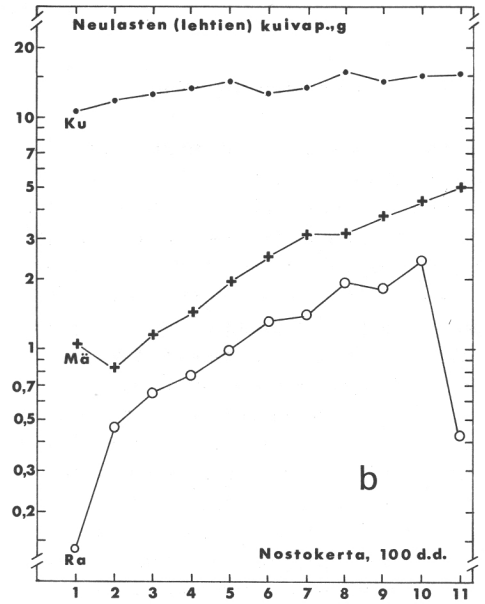
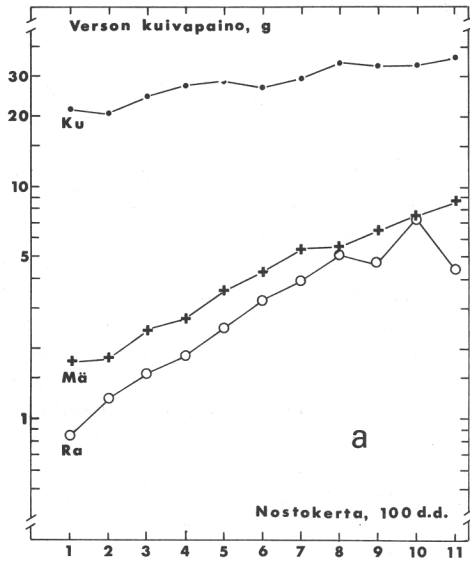
Juuriston kuivapaino muuttuu kasvukauden aikana tavalla, joka poikkeaa selvästi verson tai sen osien kuivapainon kasvusta. Tarkasteltaessa kuvaa 3d havaitaan taimien juuriston kuivapainon pysyvän samantasoisena koko alkukesän ajan. Yleisesti ottaen männyn taimien juuriston kuivapainon selvä lisääntyminen alkaa n. 400 d.d.:n kohdalla, kuusen 600 d.d.:n kohdalla ja rauduksen 500 d.d.:n kohdalla. Vähäistä painon lisääystä on kuitenkin havaittavissa kuusella ja rauduksella jo tätä ennenkin.

Juuriston kuivapainon katsotaan yleensä kuvaavan myös juuriston pituutta ja absorptio-kykyä, vaikka tässä suhteessa onkin painotettava varovaisuutta tulosten tulkinnassa (esim. LÄHDE ja OKSANEN 1969). Erilaiset morfologisten suhteiden osatekijänä juuriston painoa on kuitenkin käytetty runsaasti.

#### 32. Taimien morfologiset suhteet

Taimien morfologista rakennetta kuvaamaan on käytetty useita eri tavoin koostettuja parametri-yhdistelmiä, joista muutamia on ehdotettu taimiluokituksen pohjaksikin. On luonnollista, että tällaiset indeksit eivät yksin riitä ratkaisemaan, millainen on taimien kelpoisuusjärjestys kussakin viljelytilanteessa, mutta ne antavat kuitenkin tiettyä osviittaa pyrittäessä sitomaan taimien menestymistä niiden morfologisiin ominaisuuksiin (esim. SCHMIDT-VOGT 1966).

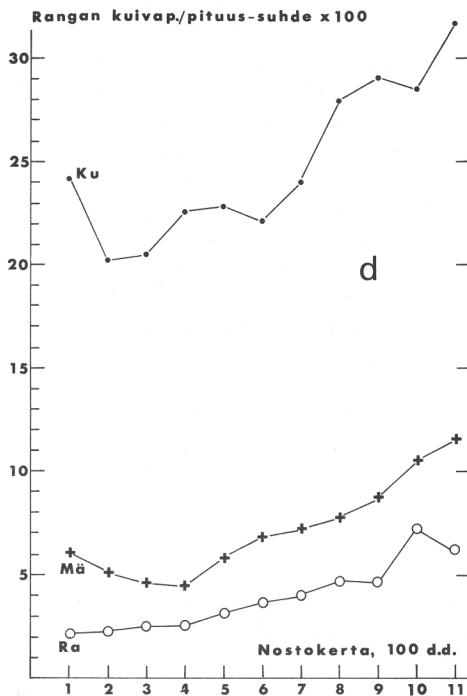
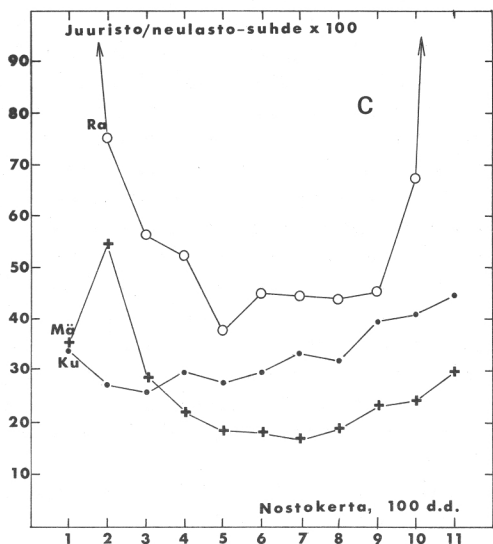
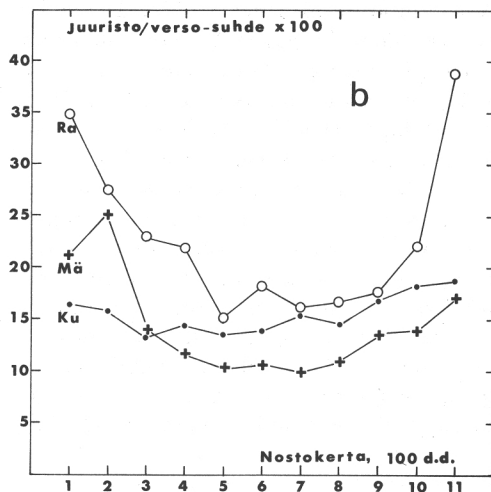
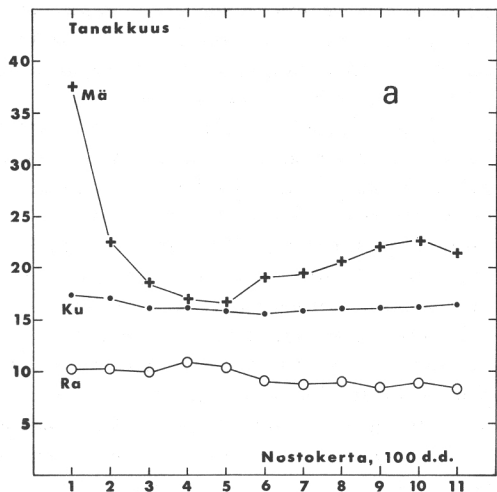
Taimien tanakkuudella ymmärretään tyvi-



Kuva 3. Taimien morfologisten tunnistusten muuttuminen kasvukauden aikana. a. verson kuivapaino, b. neulasten (lehtien) kuivapaino, c. rangan kuivapaino, d. juuriston kuivapaino.  
 Fig. 3. Changes in the morphological characteristics of the seedlings during the vegetation period. a. Dry weight of the shoot, b. Dry weight of the foliage, c. Dry weight of the stem and branches, d. Dry weight of the root system.

läpimitan suhdetta verson pituuteen, mikä usein ilmaistaan tuhanneksina. Suomessa tämä tunnus vaihtelee koulitulla männyllä 20–30:een, kuusella 16–25:een ja rauduksella 8–12:sta (LEIKOLA ja RAULO 1972). Kuvassa 4a on esitetty

eri puolajien tanakkuuden vaihtelu tarkastelu-kauden aikana. Kuusi ja raudus ovat tanakkuudeltaan hyvinkin vakaita, mutta männyllä on havaittavissa huomattavaa vaihtelua. Kasvukauden alussa männyn tanakkuusarvo on hyvin



Kuva 4. Taimien morfologisten suhteiden muuttuminen kasvukauden aikana. a. verson tanakkuus, b. juuristo/verso-suhde, c. juuristo/neulasto (lehti)suhde, d. rangan kuivapaino/pituussuhde.

Fig. 4. Changes in the morphological proportions of the seedlings during the vegetation period. a. Sturdiness of the stem; (diameter of the root collar/length of the shoot) x 1 000, b. Root/shoot-ratio, d. Dry weight/length-ratio of the stem.

korkea, mutta se pienenee keskikesää kohden ja nousee jälleen loppukesällä. Sama yleissuuntaus näkyy hyvin heikkona myös kuusella, ja koivulla on selvä nousukohta alkukesällä n. 300–500 d.d:n vaiheilla. On ilmeistä, että em. vaihtelu on seurausta verson pituus- ja paksuuskasvun erilaisesta ajoittumisesta. Keväällä kun paksuuskasvu ei ole vielä alkanut, mutta pituuskasvu on voimakkaimmillaan, tanakkuusarvo pienenee. Loppukesällä kun läpimitan kasvu vuorostaan on intensiivistä, mutta verson pituuskasvu on täysin loppunut, tanakkuusarvo jälleen nousee. Mitä vanhempi taimi on, sitä pienempi sen tanakkuusarvo yleensä on. Siirryttäessä tarkastelukauden alusta (100 d.d.) sen loppuun (1 100 d.d.) männyn tanakkuusarvo pienenee 38:sta 21:een, kuusen tanakkuusarvo 17:sta 16:aan ja rauduksen tanakkuusarvo 10:stä 8:aan.

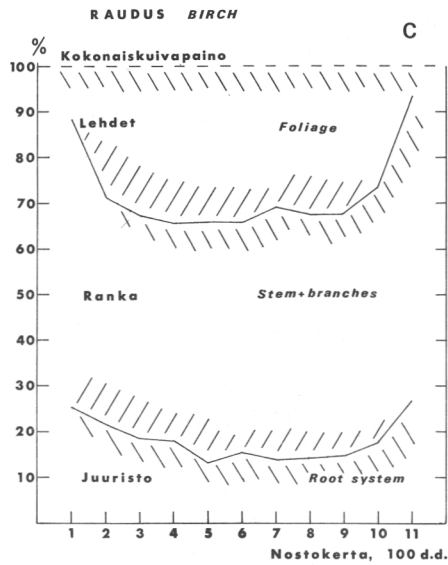
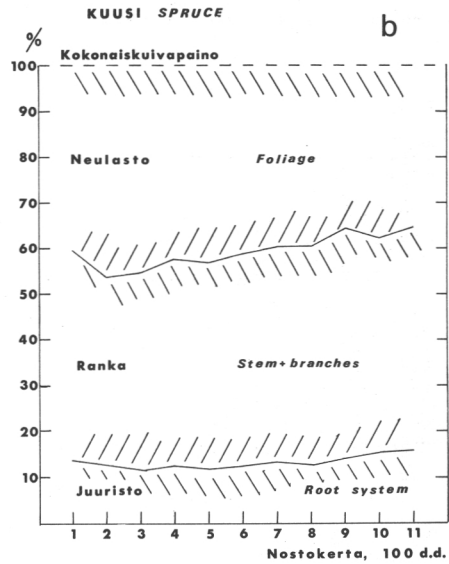
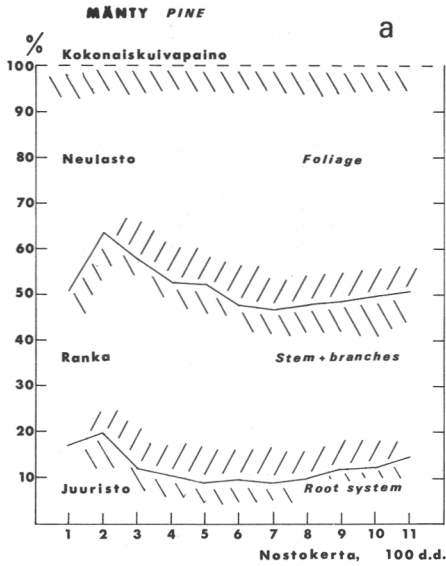
Taimen verson ja juuriston välisillä kuivapainosuhteilla on pyritty kuvaamaan mm. vettä ottavan ja sitä haihduttavan pinnan välistä suhdetta (esim. WILDE ym. 1964). Kuvassa 4b on esitetty juuriston ja verson kuivapainojen, ja kuvassa 4c juuriston ja neulaston (lehvistön) kuivapainojen välisen suhteen muuttuminen tarkastelukauden kuluessa. Rauduksen juuristo/verso- sekä juuristo/lehvistö-suhde on kaikkein suurin, sitten seuraavat mänty ja kuusi. Kasvukauden alussa tämä tunnus on kaikilla puulajeilla suurimmillaan, mutta se pienenee keskikesään ehdittäessä. Tämä johtuu ensi sijassa verson ja neulaston kasvusta juuriston kasvun ollessa vielä tähän aikaan varsin vähäistä. Loppukesällä juuriston kuivapainon kasvu jälleen nousee juuristo/verso- ja juuristo/neulasto-suhdetta (vrt. KINNUNEN ym. 1972 siv. 19).

Kun vertaa kasvukauden aikaisia juuri/verso-painosuhteita eri yhteyksissä esitettyihin arvostelmiin taimien fysiologisesta kestävydestä metsänviljelyssä (esim. SCHMIDT-VOGT 1966), on tulos sikäli yhdenmukainen, että männyn ja rauduksen istutuksen tiedetään olevan epävarmaa juuri silloin, kun niiden juuri/verso-suhdekin kuvan 4b mukaan on pienimmillään (esim. HEIKINHEIMO 1941, LEHTO 1969). Sen sijaan suurikokoisten kuusen taimien viljelystä läpi kesän on yleensä melko hyviä tuloksia; tämän puulajin juuri/verso-suhde säilyykin melko vakaana koko kasvukauden ajan.

Taimen verson rakennetta on toisinaan havainnollistettu verson pituuden ja sen kuivapainon välisellä suhteella. Näin voidaan tarkas-

tella taimen verson kuivapainon kehittymistä taimen pituuteen suhteutettuna. Kuvassa 4d on esitetty taimien rangan pituus/kuivapainosuhteen muuttuminen kasvukauden aikana. Eri puulajien välisessä vertailussa on silmiinpistäväntä kuusen rangan suhteellisesti suurin kuivapaino. Tämä johtuu sekä kuusen taimien suuremmasta paksuudesta että myös kuusen oksien suuresta lukumäärästä. Tarkastelukauden aikaisista muutoksista on kaikkien puulajien yleissuunta selvästi nouseva; versot tulevat sitä raskeammiksi pituusyksikköä kohden, mitä vanhemmiksi taimet tulevat. Männyn pituus/kuivapainosuhteen havaitaan ensin pienenevän ja sen jälkeen noin 400 d.d.:stä alkaen selvästi lisääntyvän. Voimakas pituuskasvu on aiheuttanut alkukesän laskun, joka vaihtuu nousuksi kun rungon paksuuskasvu, puutumisen ja vararavinnon kerääntyminen keskikesällä pääsee vauhtiin (MORK 1960, LEIKOLA 1969). Rauduksella tällaista kehitystä ei voi havaita. Tällä puulajilla verson pituuskasvu ja rangan paksuuskasvu ja puutumisen kompensoivat toisensa koko kasvukauden ajan. Pituus/kuivapainosuhteen lievä nousu ja sitä seuraava suhteen pieneminen loppukesällä saattaa johtua paitsi otantavirheestä, vararavinnon kulkeutumisesta esim. juuristoon tai lehtien putoamiseen liittyvistä muista syksyisistä kuivapainon muutoksista.

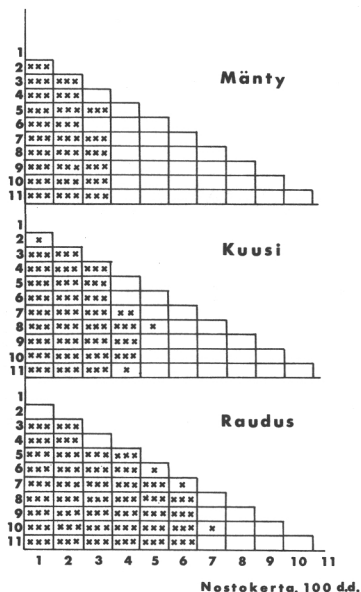
Kuvassa 5 on lopuksi esitetty taimen pääosien, juuriston, neulaston ja rangan suhteellisten kuivapainosuhteiden kehitys tarkastelukauden aikana. Jo aikaisemminkin selvänä näkynyt rangan voimakas pituuskasvu muovaa alkukesällä männyn eri osien kuivapainosuhteita. On merkille pantavaa, että juuriston kuivapainon osuus on pienin keskellä kesää, mutta että se kohoaa jälleen syksyä kohden siirryttäessä. Samoin on neulaston kuivapainon osuus suurimmillaan keskikesällä. Tällöin ovat istutuksesta saadut tulokset myös yleisesti olleet heikoimpia, kuten jo aikaisemmin on tähdennetty. Kuusella ovat kuivapainosuhteiden muutokset jälleen paljon pienemmät. Juuriston osuus kokonaiskuivapainosta on suurin syksyllä, neulaston taas alkukesällä. Koivun kuivapainosuhteisiin lyä selvän leimansa lehtien kehittyminen alkukesällä ja niiden variseminen jälleen tarkastelukauden lopussa. On huomattava, että kuivapainosuhteissa tämä näkyy myös juuriston suhteellisen määrän nousuna juuri kasvukauden alussa ja lopussa, vaikka juuriston todellinen paino säilyykin tuolloin jokseenkin vakaana (kuva 3d).



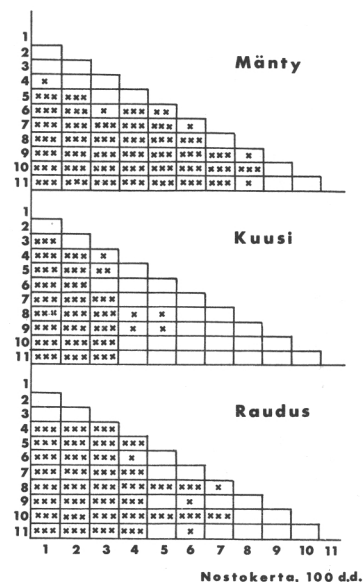
Kuva 5. Taimien neulasten (lehtien), rangan ja juuriston kuivapainon suhteellisten osuuksien muuttuminen kasvukauden aikana. Kokonaiskuivapaino = 100. a. mänty, b. kuusi, c. raudus.

Fig. 5. Changes in the percentages of the foliage, stem, and root system of the seedlings during the vegetation period. Total dry weight = 100. a. Scots pine, b. Norway spruce, c. Silver birch.

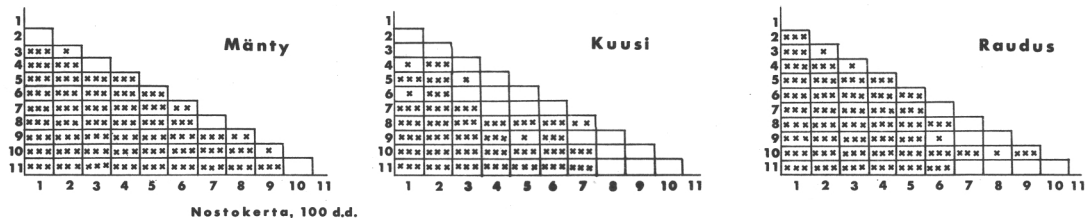
a Verson pituuden yleistettävyys



b Läpimitan yleistettävyys



c Kokonaiskuivapainon yleistettävyys



Kuva 6. Taimien morfologisten tunnusten yleistettävyys kasvukauden aikana. a. verson pituus, b. tyviläpimitta, c. kokonaiskuivapaino. Selitys tekstissä.

Fig. 6. General validity of the morphological characteristics of the seedlings during various parts of the growing season. a. Length of the shoot, b. Diameter of the root collar, c. Total dry weight.

33. Morfologisten tunnusten yleistettävyys

Suurimmassa osassa morfologisia taimiluo-  
kituksia peruslähtökohtana on käytetty kol-  
mea tunnusta: taimen verson pituutta, verson  
tyviläpimittaa (juurenniskan läpimittaa) ja tai-  
men kokonaiskuivapainoa. Useimmiten yhdiste-  
tään verson pituuteen jompikumpi jälkimmäi-

nen tunnus, läpimitta tai kuivapaino, mutta  
myös kolmen tekijän yhdistelmiä on ehdotettu  
luokitusten pohjaksi (DICKSON ym. 1960,  
AKSOY ja WEBER 1966, RÄSÄNEN 1966,  
SCHMIDT-VOGT 1966).

Koska on ilmeistä, että em. kolme morfo-  
logista tunnusta tulevat vastaisuudessaakin ole-  
maan päälähtökohtina niin käytännön taimi-



luokituksissa kuin metsänviljelytutkimuksia varten laadittavissa morfologisissa asteikoissa, päätettiin näiden tunnusten kasvukautista vaihtelua tarkastella erityisesti tulosten yleistettävyyden kannalta. Tässä yhteydessä ymmärretään yleistettävyydellä kasvukauden sisällä tapahtuvaa, aikaan sidottua vaihtelua, ts. vastausta kysymykseen, kuinka laajalle aikavälille tietynä ajankohtana näytetäimistä tehtyjä havaintoja voidaan vapaasti yleistää, ennen kuin taimien kehitys saattaa ne ko. tunnuksen osalta toiseen joukkoon kuuluviksi kuin mistä alkuperäinen näyte-erä otettiin.

Kuvassa 6 on esitetty kaavion muodossa tulokset verson pituuden yleistettävyyden tarkastelusta t-testin avulla. Sekä vaaka- että pysty- akselilla ovat eri nostokerrat, ja ruutujen sisällä on esitetty kunkin yksityisen testin tuloksen merkitsevyys vinoristein. Mikäli ruutu on jätetty avoimeksi, ei ao. pysty- ja vaaka- akselin osoittamien nostokertojen välillä ole merkitsevää eroa; jos ruudussa on yksi vinoristi, on populaatioiden ero melkein merkitsevä (riski 5 %), jne.

Tarkasteltaessa aluksi männyn verson pituuden yleistettävyyttä (kuva 6a) havaitaan, että kasvukauden alussa on muutos erittäin nopea, ja yleistettävyyttä ei ole käytettäessä eri näytteenottokertojen välillä 100 d.d.n asteikkoa. Sen sijaan noin 400 d.d.n kohdalla aina tarkastelukauden loppuun on tulosten yleistettävyyden mahdollista ilman merkitsevää riskiä. Vastaava raja kulkee kuusella noin 500 d.d.n kohdalla ja rauduksella n. 700 d.d.n kohdalla. Rauduksella, jonka pituuskasvu alkaa myöhemmin kuin männyn ja kuusen, voidaan lisäksi 100 ja 200 d.d. näyte-erät lukea samaan populaatioon kuuluviksi.

Kuvassa 6b nähdään taimien tyviläpimitan yleistettävyyden kuvan 6a kaltaisena matriisitaulukkona. Männyn tyviläpimitan mittaustulokset voidaan tämän mukaan yleistää alkukesällä

väleillä 100–300 d.d., 200–400 d.d. ja 300–500 d.d., mutta keskikesällä ei taimien läpimitan mittausta ole mahdollista yleistää. Loppukesällä on jälleen mahdollista yleistää tuloksia 900 d.d.:stä alkaen aina tarkastelukauden loppuun.

Kuusella on alkukesän läpimitan mittaustulosten yleistettävyyden pienempi, vain 200–300 d.d. ja 300–400 d.d., mutta loppukesällä yleistettävyyden vailla merkitsevää riskiä on mahdollista alkaen 400–500 d.d.:n ajankohdasta. Rauduksen läpimitan yleistettävyyden alkukesällä 100–300 d.d. ja loppukesällä epäsäännöllisesti vaihdellen noin 500–700 d.d.:stä tarkastelukauden loppuun.

Kokonaiskuivapainon yleistettävyyden (kuva 6c) on edellisiä pienempi. Alkukesällä se on männyllä mahdollista vain välillä 100–200 d.d., kuusella välillä 100–300 d.d. ja rauduksella ei kuivapainon mittaustuloksia voida yleistää lainkaan. Kuusella kasvukauden keskelle osuva lievä kuivapainon lasku, joka ilmeisesti johtuu otannan tuomasta hajonnasta (kuva 2c), aiheuttaa vähäistä yleistettävyyttä 600 d.d.n kohdalla. Tämä ilmiö ei kuitenkaan liene laajemmin yleistettävissä. Loppukesänkin mittaustulosten yleistettävyyden on kaikilla em. puulajeilla vain 100–300 d.d.n suuruusluokkaa: männyllä 1 000–1 100 d.d., kuusella 800–1 100 d.d. ja rauduksella 700–1 100 (poikkeuksena nostokerta 1 000 d.d., jonka tuloksia ei voi lainkaan yleistää). Edellisten lisäksi on vielä kuusella keskikesällä suhteellisen laajaa yleistettävyyttä.

Tiivistelmänä voidaan todeta, että käytetäessä luokitustunnuksena verson pituutta on yleistettävyyden alkukesällä huono mutta loppukesällä hyvä. Tyviläpimittaa käytettäessä on yleistettävyyden alkukesällä kohtalainen ja loppukesällä hyvänpuoleinen. Kuivapainoa käytettäessä on yleistettävyyden sen sijaan kasvukauden alkupuolen ajan vähäinen, mutta loppukesällä rauduksen ja kuusen osalta tyydyttävä.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Usein ymmärretään taimien kasvulla niiden ulkoisten morfologisten mittojen muuttumista. Yhden tai vain parin ulottuvuuden mittauksiin perustuvat kuvaukset ovat kieltämättä yksinkertaisimpia taimien kehityksen indikaattoreita, mutta toisaalta ne ovat ilmaisuvoimaltaan puutteellisimpia. Taimien morfologisten tun-

nusten muuttumisena ilmenevä kasvu rakentuu nimittäin todellisuudessa useasta eri vaiheesta, kuten yksityisten solujen jakaantumisesta, kasvusta, erilaistumisesta ja kehityksestä. Varsinaisen biologisen kasvun lisäksi on otettava huomioon erilaisten aineiden pysyvä tai tilapäinen kerääntyminen solukoihin vararavinnoksi tms.,

sekä erilaiset solukkojen tilavuuden sekundaariset muutokset; esim. rungon hydrostaattiset turgorivaihtelut ja solujen jäätyminen aiheuttama pakkaskutistuminen (mm. MAC DOUGAL 1938, LEIKOLA 1969, KERN 1966, KOZLOWSKI 1971 b). Yksityisen taimen kasvun kokonaisvaltaista luonnetta ei tule myöskään sivuuttaa, vaan taimiluokituksissakin tulee lähteä siitä, että taimi on ulkoasuun koordinoiden säätelevä, kolmiulotteinen elävä olento.

Yksityisten morfologisten tunnusten rinnalla tai näihin yhdistäen käytetään myös taimen tai sen osien kuivapainoa luokituksen pohjana. Tällä tavoin voidaan ottaa huomioon samanikäisesti usean morfologisen tunnuksen muutokset, sekä saada myös jonkinlainen kuva taimen solunsisäisestä kasvusta, vararavinnon kerääntymisestä jne. Mitä kokonaisvaltaisempi tällainen taimen kuvaamistapa on, sitä lähempänä se on erästä kaikkien taimiluokitusten yhteistä päämäärää, taimen tai taimierän mahdollisimman tarkkaa luonnehdintaa mahdollisimman harvaa tunnuslukua tai indeksiä käyttäen (mm. WILDE ym. 1964, SCHMIDT-VOGT 1966, POHTILA 1971).

On yleisesti tunnettua, että lauhkeassa ja kylmässä ilmastossa puiden kasvu ajoittuu siten, että eri osien intensiivisimmän kasvun vaihe osuu selvästi eri aikoihin (mm. KIENHOLZ 1934, HEAD 1968, HOFFMANN 1969, KOZLOWSKI 1971 a). Tästä yleisestä periaatteesta on poikkeuksia, kuten ns. multinodaalisten havupuiden pituuskasvu sekä juurten kasvu, mutta normaalisti on puiden vuotuisen rytmiiin (sykliin) kuuluvien elämänilmiöiden ajoittuminen ja keskinäinen järjestys tarkkaan määrätty (SARVAS 1972).

Tämän tutkielman näytetäimien verson pituuskasvu sekä neulasten (ja lehtien) kasvu noudatti yleistä perusmallia, joka on kuvattu lukuisissa tutkimuksissa (esim. HARI ym. 1970, KOZLOWSKI 1971 a, LÜTZKE 1971, ODIN 1972). Pituuskasvun loppumiseen johtaneita syitä hahmotellessa huomio kiintyy ensi sijassa syntyvän uuden verson omaan kehitykseen ja sen riippuvuuteen ajan ja lämpötilan mukaan karttuvasta lämpösummasta (esim. RAULO 1973). Päivän pituuden vähittäistä lyhenemistä (esim. DORMLING ym. 1968, LEIKOLA 1970) tai syyskesän alhaisia minimilämpötiloja (vrt. esim. RICHARDSON 1958, SARVAS 1972) on vaikeata ilman eri selvityksiä olettaa pituuskasvun loppumisen aiheuttajiksi, kun muistaa,

että männyn ja kuusen verson kasvu oli tarkasteluvuonna täysin loppunut jo heinäkuun 9. päivään mennessä (kuva 2b, nostokerta 5).

Runsaan typpilannoituksen tiedetään aiheuttavan verson kasvun epänormaalia jatkumista aina myöhään syksyyn (RUSTEN ym. 1968). Taimia kasvatettaessa käytetty lannoitusohjelma ei tässä tapauksessa ole ilmeisesti aiheuttanut normaalista poikkeavaa kehitystä. Vaikka heinäkuun 13. päivänä annettiin kaikkien puulajien taimille 15 % typpeä sisältävää kalkkisalpietaria 200 kg/ha, ei havupuilla esiintynyt lainkaan pituuskasvua tuon ajankohdan jälkeen.

Esitetystä tuloksista on syytä kiinnittää erityistä huomiota juuriston kuivapainon kasvukautisiin muutoksiin (kuva 3d). Juuriston kasvun ajoittumisesta on esitetty erilaisia käsityksiä, kuten malli, jossa voidaan erottaa kaksi selvää huippukautta, keväinen ja syksyinen (ENGLER 1903, KIENHOLZ 1934), vailla selvää periodisuutta oleva, kulloisistakin ympäristökijöistä riippuva kasvumalli (esim. LADEFOGED 1939), ja malli, jonka mukaan lehtipuiden juuriston kasvu osuu alkukesään havupuiden juuriston kasvun ajoittuessa tasaisemmin myös keski- ja loppukesään (juuriston kasvun periodisuudesta katso esim. L.YR ja HOFFMANN 1967, KOZLOWSKI 1971 b). RICHARDSON (1958) painottaa lehtipuiden juurten kasvun riippuvuutta talvisen lepokauden jälkeen aktiivissa tilassa olevista verson silmuista kiinnittäen samalla huomiota verson osuuteen myös juurten kasvua koordinoivana tekijänä. Toisaalta esim. kokeet, joissa on lämmitetty puiden ja taimien kasvualustaa, ovat osoittaneet, että käytännössä juurten ja verson kasvun periodisuus on toisistaan jokseenkin riippumaton (esim. L.YR ja HOFFMANN 1967).

Suomessa tehdyt havainnot juuriston pituuskasvusta taimitarhassa (HEIKINHEIMO 1940) ovat yhdenmukaiset nyt saatujen kuivapainotulosten kanssa: havupuiden juuriston kasvun painopiste osuu Suomessa heinäkuun puolivälistä loppukesään. Maastossa tehdyt kokonaisjuurimäärän mittaukset poikkeavat tästä hieman. Männyn ja kuusen juurimäärä lisääntyy luonnossa alkukesällä voimakkaasti, on suurimmillaan heinäkuun alussa (HEIKURAINEN 1955, PAAVILAINEN 1966, tai heinäkuun lopussa (KALELA 1955) vuodesta ja sääsuhteista riippuen, mutta vähenee loppukesällä selvästi. Nyt saatujen tulosten valossa rauduksen juuriston kasvu taimitarhassa on pääpiirtein

samanlaista kuin havupuidenkin. Kuten edellä huomautettiin, yleisen käsityksen mukaan lehtipuiden juurten katsotaan kasvavan aikaisemmin kuin havupuiden. Eri ympäristötekijöiden vaikutus aiheuttaa kuitenkin suurta epäsäännöllisyyttä juurten kasvuun.

Kun yhdistetään yksittäisten morfologisten tunnusten muuttuminen taimen kokonaiskuivapainon muutoksiksi (kuva 2c) osoittautuu näin esitetty taimen kokonaiskasvu lämpösunnan suhteen erittäin tasaiseksi. Painon lisääntymisnopeudessa on tietenkin puulajista ja taimen iästä, kunnosta tai koosta riippuvia eroja mutta esim. mitään erityistä kuivapainon kasvun maksimi- tai minimikohtaa ei kuvaajien perusteella voi osoittaa. Mm. SWEET ja WAREING (1968), jotka vertailivat kolmen kasvutavaltaan selvästi toisistaan poikkeavan havupuulajin taimien kasvua totesivat, että kaikkien puulajien kuivapainon lisääntyminen oli täysin samanlaista suurimman osan kasvukautta, vaikka ko. puulajit poikkesivat suuresti toisistaan mm. pituuskasvun, paksuuskasvun ja neulasten kasvun ajoittumisen puolesta. Kokonaiskuivapainon lisäyksen tasaisuutta useaan muuhun taimen tunnuksen verrattuna ovat muutkin tutkijat korostaneet (MULLIN 1963, HOFFMANN 1969).

Käytännön taimiluokitusta ajatellen on erittäin miellyttävää, että männyn taimien pituuden mukaiseen luokitykseen voidaan käydä taimitarhassa käsiksi jo 400 d.d.n jälkeen (heinäkuussa), heti kun kevään ja alkukesän kiireisin aika on ohi. On kuitenkin painotettava varovaisuutta kuusen ja rauduksen taimiluokituksessa kesken kasvukauden.

Metsänviljelyn muuttuva luonne asettaa myös taimiluokitusten käyttäjät uusien ongelmien eteen. On todennäköistä, että paljasjuuristen taimien käyttö keskitetään tulevaisuudessa varsinaisiin kevät- ja syysistutuksiin, mutta koko kasvukauden istutuskuntoisen viljelymateriaalin tuottamisen ongelma ratkaistaan kylmävarastojen avulla ja siirtymällä paakkutaimiin.

Suuri osa taimista kasvatetaan Suomessa ainakin alkuvaiheessa muovihuoneessa, ja on ilmeistä että erilaisiin paakkutaimiin siirryt-

täessä muovihuonekasvatusta tullaan jatkamaan. Tähän mennessä on muovihuoneessa kasva- neista taimista julkaistu vain harvoja tutkimuksia. SIRÉN (1969) on esittänyt tietoja muovihuoneessa kasvatettujen paljasjuuristen taimien morfologisesta kehityksestä ja RUM- MUKAINEN (1968) sekä ARONSON ym. (1970) taimien fysiologisesta kylmänkestävyydestä. KINNUNEN sekä LÄHDE (1972) ovat seuranneet muovihuoneessa kasvatettujen kennotaimien morfologista kehitystä, ja taimiluokitustutkimusten yhteydessä on analysoitu myös alkuvaiheessaan muovihuoneessa kasvatetun, avomaalle koulitun paljasjuurisen viljelymateriaalin morfologisia ominaisuuksia (HUURI ym. 1970, LEIKOLA ja RAULO 1972). Erityisesti muovihuoneen luomien, luonnonoloista selvästi poikkeavien kasvatusolosuhteiden vaikutusta taimien niin morfologiseen kuin fysiologiseen kehitykseen olisi syytä selvittää päämääränä taimitarhakasvatuksen parantaminen ja entistä paremman viljelymateriaalin tuottaminen. Myös lämpösunnan käyttö taimien kehityksen kuvaajana ansaitsee juuri muovihuoneiden osalta lisäselvitystä.

Paljasjuuristen taimien luokituksen rinnalle on viime vuosina kohonnut tarve luokitella erilaiset paakkutaimet muitakin perusteita käyttäen kuin ilmoittamalla paakun tai sen seinämän laatu ja koko sekä taimen kasvatushistoria. Koska taimen mahdollinen käyttöalue maastossa on helpoimmin sidottavissa edellä esitettyihin morfologisiin tunnuksiin, muodostuu kysymys taimien morfologisten tunnusten kasvukautisesta muuttumisesta tulevaisuudessa ennen kaikkea paakkutaimien luokituksen ongelmaksi.

Erityisesti edullisinta istutusajankohtaa selvittävässä tutkimuksessa joudutaan vertailemaan toisiinsa eri kehitysvaiheessa olevia taimia. Tästä syystä morfologisten tunnusten muuttuminen kesken istutuskauden on otettava tällaisissa selvityksissä huomioon, varsinkin jos yritetään sitoa tuloksia voimassa oleviin morfologisiin luokituksiin ja tehdä johtopäätöksiä erilaisten taimien käyttömahdollisuuksista.

## 5. KIRJALLISUUSLUETTELO

- AKSOY, H. ja E. WEBER. 1966. Untersuchungen zur Bewertung von Jungpflanzen verschiedener Nadelbaumarten. Forstw.Cbl. 85: 219–232.
- ANDERSSON, S.-O. 1953. Om tidpunkten för den årliga diameterväxtens avslutande hos tall och gran. Medd. Statens Skogsforskn. Inst. 43.5.
- ARONSSON, A. ja L. ELIANSOON. 1970. Forst hardness in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Conditions for test on hardy plant tissues and for evaluation of injuries by conductivity measurements. *Studia Forest. Suec.* 77.
- DICKSON, A., A.L. LEAF ja J.F. HOSNER. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronic.* 36: 10–13.
- DORMLING, I., Å. GUSTAFSSON ja D.von WETTSTEIN. 1968. The experimental control of the life cycle in *Picea abies* (L) Karst. I. Some basic experiments on the vegetative cycle. *Silv. Genet.* 17: 44–64.
- EHDOTUS uudeksi taimityypiluokitukseksi. 1968. Konekirjoite Metsäntutkimuslaitoksessa, 5 siv.
- ENGLER, A. 1903. Untersuchungen über das Wurzelwachstum der Holzarten. *Mitt. Schweiz. Centr.anst. Forstl. Versuchsw.* 7: 247–314.
- HARI, P., M. LEIKOLA ja P. RÄSÄNEN. 1970. A dynamic model of the daily height increment of plants. *Ann. Bot. Fenn.* 7: 375–378.
- HEAD, G.C. 1968. Seasonal changes in the diameter of secondarily thickened roots of fruit trees in relation of growth of other parts of the tree. *Journ. Hortic. Sci.* 43: 275–282.
- HEIKINHEIMO, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. *Comm. Inst. For. Fenn.* 29.1.
- HEIKINHEIMO, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. *Comm. Inst. For. Fenn.* 29.4.
- HEIKURAINEN, L. 1955. Über Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände auf Moorböden im Laufe des Jahres. *Acta For. Fenn.* 65.2.
- HOFFMANN, F. 1969. Wachstum und Nährstoffaufnahme zweijähriger Fichten. *Arch. Forstw.* 18: 1187–1210.
- HUIKARI, O. ja K. PAARLAHTI. 1969. Results of field experiments of the ecology of pine, spruce, and birch. *Comm. Inst. For. Fenn.* 64.1.
- HUURI, O., K. KYTÖKORPI, M. LEIKOLA, J. RAULO ja P.K. RÄSÄNEN. 1970. Tutkimuksia taimityypiluokituksen laatimista varten I. Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytettyjen taimien morfologiset ominaisuudet. *Folia Forest.* 82.
- KAILA, S. 1971. Taimityypiluokitus männyn ja kuusen paljasjuurisilla, koulittuja taimia varten. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa. 99 siv.
- KALELA, E.K. 1955. Über Veränderungen in der Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände im Laufe der Vegetationsperiode. *Acta Forest. Fenn.* 65.1.
- KERN, K.G. 1966. Wachstum und Umweltfaktoren im Schlag- und Plenterwald. *Schriftenr. Forstl. Abt. Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg i Br.* 5.
- KINNUNEN, K. ja E. LÄHDE. 1972. Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana. *Folia Forest.* 158.
- KOZŁOWSKI, T.T. 1971 a. Growth and Development of Trees I. Seed Germination, Ontogeny, and Shoot Growth. *Academic Press*, 422 siv.
- KOZŁOWSKI, T.T. 1971 b. Growth and Development of Trees II. Cambial Growth, Root Growth, and Reproductive Growth. *Academic Press*, 514 siv.
- KUUKAUSIKATSAUS Suomen sääoloihin. 1971. Julk. Ilmatieteen laitos, no 4–9.
- LADEFOGED, K. 1939. Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei Einiger unserer gewöhnlichsten Waldbäume. *Det Forstl. Forsøksv. Danmark* 16.

- LEHTO, J. (toim.) 1969. Metsänviljely. Kirjayhtymä, 375 siv.
- LEIKOLA, M. 1969. The influence of environmental factors on the diameter growth of forest trees. Auxanometric study. Acta Forest. Fenn. 92.
- LEIKOLA, M. 1970. The effect of artificially shortened photoperiod on the apical and radial growth of Norway spruce seedlings. Ann. Bot. Fenn. 7: 193–202.
- LEIKOLA, M. ja J. RAULO. 1972. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. Vuonna 1969 ja 1970 kasvatettujen taimien morfologiset ominaisuudet. Ennakkotuloksia. Metsäntutkimuslaitos, metsänvilj. koeas. tiedonant. 1.
- LYR, H. ja G. HOFFMANN. 1967. Growth rates and growth periodicity of tree roots. Int. Rev. Forest Res. 2: 181–206.
- LÜTZKE, R. 1972. Der innerjährliche Gang des Höhenwachses der Kiefer in Abhängigkeit von den Witterungselementen. Flora 161: 451–462.
- LÄHDE, E. ja A. OKSANEN. 1969. Morfologiset, gravimetriset ja fotometriset tunnuksat männyn taimien juuriston kuvaajina. Silva Fenn. 3: 234–249.
- MAC DOUGAL, D.T. 1938. Tree Growth. Chronica Botanica. Leiden.
- MORK, E. 1960. Om sambandet mellan temperatur, topskuddtillverkst og åringens vekst og förvedning hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Medd. Norske Skogsforsøksv. 56: 225–262.
- MULLIN, R.E. 1963. Growth of white spruce in the nursery. Forest Sci. 9: 68–72.
- ODIN, H. 1972. Studies of the increment rhythm of Scots pine and Norway spruce plants. Stud. For. Suec. 97.
- PAAVILAINEN, E. 1966. Istutettujen männyn taimien juuriston ensi kehityksestä tupasvillärämellä. Comm. Inst. For. Fenn. 61.6.
- POHTILA, E. 1971. Taimityyppiluokituksen perusteista. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniem. tutkimusas. tiedonant. 2: 50–57.
- RAULO, J. 1973. Havaintoja eri puulajien pituuskasvusta. Folia Forest. (painossa).
- RAULO, J. ja T. HINTTALA. 1972. Taimilajien merkitsemisestä. Metsä ja Puu 89(5):31.
- RICHARDSON, S.D. 1958. Bud dormancy and root development in *Acer saccharinum*. K.V. Thimann (toim.). The Physiology of Forest Trees: 409–425. Ronald Press Inc.
- ROMELL, L.-G. 1975. Växttidundersökningar å tall och gran. Medd. Statens Skogsforskn. Inst 22: 43–124.
- RUMMUKAINEN, U. 1968. Muovihuone- ja avomaatimien kylmänkestävyys. Metsätal. Aikakaust. 85: 138–131.
- RUSTEN, A. ja L. LANDMARK (toim.) 1968. Produksjon av skogplanter. Det Norske Skogselskap. 199 siv.
- RÄSÄNEN, P.K. 1966. Metsänviljelyä varten kasvatettujen havupuiden taimien arvosteluperusteista ja luokitusmenetelmistä. Metsätal. Aikakaust. 83: 188–199.
- RÄSÄNEN, P.K. ja P. YLI-VAKKURI. 1967. Taimien vähimmäisvaatimusten uusiminen. Alustava ehdotelma. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotiet. laitoksessa, 4 siv.
- SARVAS, R. 1965. Metsäpuiden kehityksen vuotuinen periodi. Suomalainen Tiedeakatemia; esitelmät ja pöytäkirjat 1965: 239–259.
- SARVAS, R. 1972. Investigations on the annual cycle of development of forest trees. Active period. Comm. Inst. For. Fenn. 76.3.
- SCHMIDT-VOGT, H. 1966. Wachstum und Qualität von Forstpflanzen. BLV, 210 siv.
- SIREN, G. 1969. Optimering av skogsträdsplantors tillväxtmiljö. Föryngringsfrågor i det mekaniserade skogsbruket: 115–123. Sveriges Jägmästares och Forstmästares Riksförbund Fortbildnings AB. Stockholm.
- SWEET, G.B. ja P.F. WAREING. 1968. A comparison of the seasonal rates of dry matter production of three coniferous species with contrasting patterns of growth. Ann. Bot. 32: 721–734.
- WILDE, S.A., G.K. VOIGT ja I.G. IYER. 1964. Soil and Plant Analysis for Tree Culture. 3 laitos. Oxford Publ. House, 209 siv.



- 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
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.  
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.  
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —
- No 165 Metsätalastollinen vuosikirja 1971.  
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.  
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom. Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.  
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.  
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.  
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoiluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingsstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.  
The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.  
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennakointi.  
Short-term forecasting of cut in Finland.
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.  
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.  
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun teossa.  
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikkinen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.  
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.  
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 645 121  
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää