

ODC 232.329.6:
181.36:232.411.5

FOLIA FORESTALIA 419

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

KAARLO KINNUNEN JA
MARKKU LEMMETYINEN

PAAKKUKOON VAIKUTUS MÄNNYN
TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

INITIAL DEVELOPMENT OF CONTAINERIZED
PINE SEEDLINGS AS AFFECTED BY THE
SIZE OF EARTH BALL

- 1978
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle.
Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöötökseen perustuvan tietojärjestelmän kokeilu.
Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based on a sample of forest holdings.
- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista.
Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus.
On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75.
Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Keskisen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi.
Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua.
Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability.
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa.
Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.
- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuskerrosten puiden kasvuun mustikkatyyppin kuusikossa.
Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.
Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla.
Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975.
The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.
- No 366 Ryytänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä.
Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta.
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyysillä.
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen.
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Pblebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomensuomen ja Savitaipaleen kunnissa.
Pblebia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomensuomi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 1979
- No 375 Metsätalostollinen vuosikirja 1977—1978.
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.
Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa.
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976.
Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.

FOLIA FORESTALIA 419

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Kaarlo Kinnunen ja Markku Lemmetyinen

PAAKKUKOON VAIKUTUS MÄNNYN TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

Initial development of containerized pine seedlings
as affected by the size of earth ball

KINNUNEN, K. & LEMMETYINEN, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Abstract: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia For.* 419:1—19.

Tutkimuksessa selvitettiin taimitarhakasvatusajan, istutusajankohdan sekä paakkukoon ja seinämateriaalin vaikutusta paakkutaimien juuriston ja verson alkukehitykseen. Tarkasteltavana olivat neljässä erikokoisessa paperikennossa ja turveruukussa kasvatetut taimet sekä vertailuna Nisulan rulla- sekä koulitut ja koulimattomat paljasjuuriset taimet. Ruukkujen tilavuudet vaihtelivat 70—659 cm³:iin. Koetaimet istutettiin vuosina 1973—1975 Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueeseen. Koe käsitti kaikkiaan 4147 tainta, jotka inventoitiin syksyllä 1977. Juuristomittaukset tehtiin 352 näytetaimesta.

Kenno- ja turveruukkutaimien syysistutukset onnistuivat yhtä hyvin kuin niiden kevätistutukset. Rullataimien menestyminen vaihteli istutusajankohdittain, eikä johdonmukaista eroa kevät- ja syysistutusten välillä havaittu. Paljasjuuristen taimien kevätistutukset onnistuivat syysistutuksia paremmin.

Isoissa kennoissa (Fh 808 ja 1010) kasvaneilla taimilla oli laajempi juuristo ja nopeampi verson pituus- ja painokehitys kuin pienissä kennoissa (Fh 408 ja 608) kasvaneilla. Turveruukuilla koon suurentaminen ei vaikuttanut juuriston laajuuteen eikä verson kehitykseen.

Koulituilla paljasjuurisilla ja rullataimilla oli eniten (yli puolet) ja turveruukkutaimilla vähiten (vajaan kolmannes) epämuotoisiksi luokiteltuja juuristoja. Myös pienimmissä kennoissa kasvaneilla taimilla oli runsaasti epämuotoisia, lähinnä kierteisiä juuristoja. Muilla kenno- ja turveruukku- sekä rulla- ja paljasjuuritamilla yleisin epämuodostumisen laji oli juuriston taipuminen yhteen suuntaan.

The investigation dealt with the effects of the duration of nursery growing, planting time, the size of earth ball and wall material on the initial development of roots and shoots of containerized seedlings. Seedlings grown in paper and peat pots of four different sizes were included, while the control material comprised Nisula roll transplants and bare-rooted seedlings and transplants. Pot volumes ranged from 70 to 650 cm³. Seedlings were planted in 1973—1975 in the Parkano experimental area of the Forest Research Institute. The experiment involved 4174 seedlings in all, which were surveyed in the autumn of 1977. The roots of 352 seedlings were measured.

The autumn planting of both paper and peat pot seedlings succeeded as well as their spring planting. No logical distinction could be found between the spring and autumn plantings of roll transplants. The spring planting of bare-rooted seedlings succeeded better than autumn planting.

The seedlings grown in large paper pots (Fh 808 and 1010) developed larger root systems, and their shoots had faster length and weight growth than those grown in small paper pots (Fh 408 and 608). The enlargement of peat pots did not produce larger root systems or improve shoot development.

Bare-rooted transplants and roll transplants had the highest occurrence (over half) and peat pot seedlings the lowest occurrence (less than a third) of deformed roots. The seedlings grown in the smallest paper pots displayed a large number of deformed, mainly twisted roots. However, the most frequently found deformation, the bending of roots to one side, afflicted other paper pot seedlings as well as peat pot seedlings, roll and barerooted seedlings.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	5
21. Koealojen sijainti ja kuvaus	5
22. Taimimateriaali	5
23. Taimista tehdyt määritykset	5
24. Näytetaimien mittaussmenetelmä	6
25. Aineiston laskenta	7
26. Sääolot	8
3. TUTKIMUKSEN TULOKSET	8
31. Taimien kunto	8
32. Tuhonaiheuttajat	9
33. Taimien pituus ja pituuskasvu	10
34. Juureniskan läpimitta	11
35. Juuriston kehitys	12
Juuriston laajuus	12
Juuriston pituus ja tiheys	12
Juuriston muoto ja epämuotoisuudet	13
Juurien suuntautuminen	14
36. Verson ja juuriston kuivapaino sekä juuriversosuhde	14
37. Taimien lukumäärä paakussa ja paakun seinän lahoaminen	14
4. TULOSTEN TARKASTELU	15
KIRJALLISUUS	19

1. JOHDANTO

Aina 1960-luvulle saakka lähes koko taimituotantomme oli kouluttujen tai koulumattomien paljasjuuristen avomaataimien kasvattamista. Lämmitettävien muovihuoneiden ja kasvaturpeen käyttöönotto muutti metsäpuiden taimien kasvatustekniikan lähes täydellisesti. Samaan aikaan alkoi myös juuripaakullisten taimien kokeilu.

A. Ahlström Oy yhdessä Metsänjalostussäätiön kanssa kokeili turveruukkuja männyn istutukseen ensi kerran vuonna 1961. Nisulan rullataimimenetelmällä tuotettuja taimia koeviljeltiin ensi kerran kesällä 1965. Samana vuonna toi Lännen Sokeri Oy japanilaisen Paperpot-menetelmän sokerijuurikkaan taimien kasvatukseen. Kolme vuotta myöhemmin kokeiltiin kennotaimien käyttömahdollisuuksia metsäpuiden taimien tuottamiseen.

Suomessa istutetaan vuosittain noin 40 miljoonaa paakkutainta. Niistä suurin osa on ollut 3—10 cm:n mittaisia ja 5—15 viikon ikäisiä, koulimattomia männyn turveruukku- ja kennotaimia. Tällaisten taimien käyttöalue Etelä-Suomessa on rajoitettu pintakasvillisuuden rehevyyden takia. Siksi on pyritty kehittämään vankempia koulittuja paakkutaimia.

Siirtyminen uuteen metsänuudistamistekniikkaan on tuonut mukanaan uusia ongelmia, joihin tutkimuksin on koetettu löytää ratkaisuja. Tärkeimpinä on pidetty paakkutaimien pienikokoisuuteen ja varsinkin männyn juuriston kehitykseen liittyviä kysymyksiä. Pyhäkosken tutkimusasemalla on tutkittu kennotaimien kasvatusta kiinnittäen erityistä huomiota juuriston kehitykseen (V a l t a n e n 1972, 1977). Pohjois-Suo-

nessa metsänviljelyn tutkijat ovat selvittäneet erilaisten paakkumateriaalien lahoamisnopeutta ja sen merkitystä juurten kasvuille (L ä h d e 1972, K i n n u n e n 1973, L ä h d e ja K i n n u n e n 1974) sekä kylvö- ja istutusajankohtien vaikutusta kennotaimien alkukehitykseen (K i n n u n e n ja L ä h d e 1972, K i n n u n e n ym. 1974). Eri paakkutaimilajien juuristoja koskevaa selvitystyötä on jatkanut mm. P a r v i a i n e n (1976). Erilaisten paakkutaimilajien ominaisuuksia sekä kasvatus- ja luokitusmenetelmiä on tutkittu Helsingin Yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella (K a i l a ja R ä s ä n e n 1974, M e t s ä m u u r o n e n ym. 1978).

Tässä tutkimuksessa selvitettiin paakkutaimilajien menestymistä viiden kasvukauden jälkeen. Tarkasteltavana oli taimitarhakasvatusajan, istutusajankohdan sekä paakun koon ja seinämateriaalin vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Vertailun vuoksi mukana olivat kenno- ja turveruukutaimien lisäksi paljasjuuriset ja rullataimet.

Kenttäkokeet perustettiin ja inventoitiin Kaarlo K i n n u s e n tekemän tutkimussuunnitelman mukaan tj. Sulo L e h t i s e n vastatessa töiden käytännön toteutuksesta. Juuristomittaukset kirjoittajat suunnittelivat yhdessä ja Markku L e m m e t y i n e n suoritti ne. Aineiston käsittelyn kirjoittajat tekivät yhteistyönä. L e m m e t y i n e n kirjoitti tulokset laudaturtyön muotoon, josta K i n n u n e n viimeisteli ja tiivisti tämän julkaisun käsikirjoituksen. Professorit Matti L e i k o l a ja Erkki L ä h d e sekä tri Olavi L a i h o ovat tutustuneet työhömme ja tehneet varteenotettuja parannusehdotuksia.

Lausumme parhaat kiitoksemme yllämainituille ja monille muille työmme edistymiseen myönteisesti vaikuttaneille.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

21. Koalojen sijainti ja kuvaus

Aineisto kerättiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueen Alkkian (62°10'N, 22°52'E, 160 m m.p.y.) koalueilta. Koe A perustettiin vuosina 1973—1974 loivasti lounaaseen viettävälle rinteelle. Koe B perustettiin vuosina 1974—1975, melko tasaiselle maalle. Molempien alojen maalaji oli lähinnä hietamoreenia. Metsätyypiltään alueet luokiteltiin kiviseksi puolukkatyypiksi, lisäksi molemmilla aloilla oli piirteitä lievistä soistumisesta. Soistumisen merkitys lienee suurempi koelalla B, koska maa oli tasaista. Koelan A lounaiskulmassa oli vajaan aarin suurinen kumpare, jolla kasvavat taimet olivat silmin nähten muita kookkaampia. Koalat muokattiin istutusta edeltävänä vuonna TTS-metsä-äkeellä. Kaikki taimet istutettiin kourukuokalla kuopan laitaan.

Molemmat koalat jaettiin neljään lohkoon, joihin käsitellyt arvottiin riveittäin kuhunkin erikseen. Riviin sijoitettiin 25 tainta 1,5 metrin välein ja riviväli oli yksi metri. Tarkoitus oli istuttaa 100 tainta kutakin käsitellyä, mutta kaikkia taimilajeja ei saatu suunniteltua määrää, vaan osalla taimimäärä jäi vajaaksi (taulukko 1).

22. Taimimateriaali

Taulukosta 2 ilmenevät kokeen taimilajit ja niiden ominaisuudet. Kaikki kenno- ja turveruukkutaimet kylvettiin keväällä 1973. Neljäsosa taimista istutettiin syksyllä 1973, seuraava neljäsosa keväällä 1974 jne. Syksyllä 1974 ja keväällä 1975 istutetuista kenno- ja turveruukkutaimista käytetään jatkossa nimitystä kaksivuotiset paakkutaimet. Lisäksi taimilajeista Fh 408

ja Fh 608 käytetään nimitystä ”pienet kennotaimet” ja taimilajeista Fh 808 ja Fh 1010 ”isot kennotaimet”. Vastaavasti kahta pienintä turveruukkukokoa nimitetään ”pieniksi turveruukuiksi” ja kahta suurinta ”isoiksi turveruukuiksi”. Kokeen taimilajivertailussa olivat mukana myös rulla- sekä paljasjuuriset IM- ja IM + IA-taimet, jotka otettiin Suomenjoen taimitarhalla normaalisti kasvatetuista taimista kunakin istutusajankohtana. Syksyn 1973 (I) ja kevään 1974 (II) istutuksessa rulla- ja IM + IA-taimet olivat kasvatushistoriastaan johtuen yhden kasvukauden kenno- ja turveruukkutaimia vanhempia ja syksyn 1974 (III) sekä kevään 1975 (IV) taimet olivat kenno- ja turveruukkutaimien kanssa samanikäisiä. IM-taimet puolestaan olivat I ja II istutusajankohtina samanikäisiä turveruukku- ja kennotaimien kanssa, III ja IV istutusajankohtina sen sijaan vuotta nuorempia.

23. Taimista tehdyt määritykset

Kokeet inventoitiin syksyllä 1977. Kaikista taimista määritettiin seuraavat tunnusukset:

A Taimien elossaolo ja kunto:

1. Kuollut
2. Kituva
3. Normaali
4. Rehevä

B Tuhonaiheuttajat

C Pituuskasvu mitattiin ylimmästä oksakiehkurasta latvasilmun kärkeen tasaavin cm-luokin.

D Juurenniskan paksuus mitattiin 1 mm:n tarkkuudella.

E Taimien lukumäärä paakkua kohti.

Taulukko 1. Kokeen rakenne ja istutusajankohdat sekä taimien määrä koetta perustettaessa.

Table 1. Structure of the experiment, planting time and the number of seedlings at the establishment of experiment.

Taimilaji Seedling type	Istutusajankohta — Planting time				Yht. Total
	Koe A — Experiment A		Koe B — Experiment B		
	1973 26.—29.9	1974 28.—30.5.	1974 3. — 4.9.	1975 20.—22.5.	
	Taimia, kpl — Number of seedlings				
Fh 408	100	100	100	100	400
Fh 608	”	”	”	”	”
Fh 808	”	”	”	”	”
Fh 1010	”	33	36	51	220
Fp 622	”	100	100	100	400
Fp 630	”	”	”	”	”
Fp 30	”	80	80	99	359
Fp 40	”	100	100	95	395
IA + IAr	”	”	”	100	400
IM	”	”	”	”	”
IM + IA	”	”	”	”	”
Yhteensä Total	1 100	1 013	1 016	1 045	4 174

24. Näytetaimien mittaamenetelmä

Tarkempia mittauksia varten molempien kokeiden kunkin käsittelyn jokaisesta toistosta valittiin arpomalla kaksi koetainta, yhteensä 352 kappaletta. Taimet nostettiin varovasti kourukuokalla. Kaikki yli millimetrin paksuiset pitkäjuuret pyrittiin saamaan mukaan. Mikäli nosto epäonnistui esim. kivisyyden vuoksi, nostettiin uusi taimi. Kaikesta huolimatta osa isoimpien taimien juurista jäi maahan. Mittauksen ulkopuolelle jääneiden juurten määrä ei liene kovin suuri, mutta se aiheuttanee pienen systemaattisen virheen kaikkein laajimman juuriston omaavilla taimilla. Nostettujen taimien paakun seinän lahoamisaste jaettiin silmävaraisesti kolmeen luokkaan:

1. Paakun seinä lähes lahoamaton. Seinät melkein ehjät.
2. Paakun seinä melko lahonnut. Seinät repeilleet, mutta paakun ääri viivat selvästi havaittavissa.
3. Lähes täysin lahonnut. Vain joitakin pieniä osia seinistä jäljellä. Paakun ääri viivat vaikeasti havaittavissa.

Luokitus on melko subjektiivinen ja karkea. Seinien havaittavuus vaihteli mm. maan kosteuden mukaan.

Seuraavaksi taimien juuristoista karisteltiin mekaanisesti enin maa-aines, loput irroitettiin pesemällä. Mikäli paakussa oli useampia taimia, koetaimeksi valittiin pituudeltaan kookkain taimi. Juuriston puhdistuksen ja toisistaan irroituksen aikana juurien asento muuttui väkisin jonkin verran.

Tämän jälkeen taimi asetettiin vedellä täytettyyn akvaarioon siten, että maanpinnan alapuolinen osa tuli veteen. Vedessä juuriston voidaan ajatella hakeutuvan takaisin samaan asentoon kuin mikä sillä oli ollut maassa kasvaessaan (vrt. Leikola ja Raulo 1972, Parvainen 1976). Akvaarion seinille tehdyn ruudukon avulla laskettiin niiden vaaka- ja pystyruutujen lukumäärä, joihin jokin vähintään yhden millimetrin paksuinen juuriston osa ulottui. Juuriston ulottuvuus mitattiin kustakin taimesta kahdelta suunnalta 90° kulmassa. Näiden mittausten keskiarvona määritettiin juuriston laajuus ja piirrettiin sen keskimääräinen muoto.

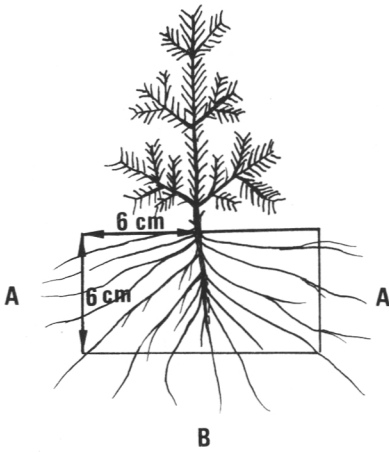
Taulukko 2. Kokeen taimilajit, juuripaakun ulottuvuudet sekä taimien kasvatus ja käsittely.

Table 2. Seedling types, dimensions of earth ball and the growing and treatment of seedlings.

Taimilaji Seedling type	Paakun — Earth ball				Paakkuja m ² :lla Containers/ m ²	Kasvatus ja käsittely — Growing and treatment
	Seinä- materiaali Wall material	Leveys, cm Width cm	Korkeus cm Height cm	Tilavuus, cm ³ Volume cm ³		
1 Fh 408	Paperi Paper	3,8	7,5	70	1066	Kylvö kennoon, kasvatus muovihuoneessa (I, II),**, toinen kasvukausi avomaalla (III—IV) — Sown in paper pot, grown in plastic greenhouse (I, II)**, the second growing season in open air (III, IV)
2 Fh 608	”	6,0	7,5	175	428	—” —
3 Fh 808	”	7,5	7,5	274	274	—” —
4 Fh 1010	”	10,0	10,0	649	154	Kylvö Fh 203 kennoon, joka koulittu isompaan, kasvatus muovihuoneessa (I, II), toinen kasvukausi avom. (III, IV) — Sown in Fh 203 paper pots, transplanted in bigger pots, grown in plastic greenhouse (I, II), the second growing season in open air (III, IV).
5 Fp 622	Turve Peat	5,5	6,0	85	306	Kylvö turveruokkuun, kasvatus muovihuoneessa (I, II), toinen kasvukausi avomaalla (III, IV) — Sown in peat pot, grown in plastic greenhouse (I, II), the second growing season in open air (III, IV)
6 Fp 630	”	7,5	7,5	180	168	—” —
7 Fp 30	”	8,0	8,0	250	150—200	—” —
8 Fp 40	”	10,0	9,0	500	100—120	—” —
9 IA + IAr	Muovi- kalvo* Plastic film	—	—	—	—	Yksivuotiaat paljasjuurisot avomaataimet koulittu turverullaan, toinen kasvukausi avomaalla — One-year-old bare-rooted seedling grown in open air, transplanted in rolls, the second growing season in open air
10 IM	Paljasj. Bare- rooted	—	—	—	—	Yksivuotinen muovihuoneessa kasvanut paljasjuuritaimi One-year-old bare-rooted seedling grown in plastic greenhouse
11 IM + IA	”	—	—	—	—	Yksivuotinen muovihuonetaimi koulittu avomaalle, jossa kasvanut toisen kasvukauden — One-year-old seedling grown in plastic greenhouse, transplanted for the second growing season in open air

* poistettu ennen istutusta — removed before planting

** istutusajankohdat — planting times:
I = syksy -73 — autumn -73
II = kevät -74 — spring -74
III = syksy -74 — autumn -74
IV = kevät -75 — spring -75



Kuva 1 Pitkäjuurien lukumäärän ja suuntautumisen mittaamenetelmä. A = Maanpinnan suuntaisia juuria, B = syvyysuuntaisia juuria.

Fig. 1. Measuring method of long root number and direction. A = Roots going along soil surface, B = roots going downward.

Juuriston suuntautumismittaus tehtiin määrittämällä juurenniskan molemmille puolille kuusi senttimetriä ulottuva ja kuusi senttimetriä korkea suorakaide (kuva 1), jonka ulkopuolelle ulottuvat pitkäjuuret laskettiin ja niiden suunta määritettiin. Suorakulmion pohjasta kasvaneet pitkäjuuret luokitettiin syvyysuuntaisiksi ja sivulta kasvaneet maanpinnan suuntaisiksi.

Juuristojen epämuotoisuuden selvittämiseksi ne luokiteltiin silmävaraisesti seuraavasti:

1. Juuristo likimain normaali
2. Pääjuuren taipuminen. Pääjuuri on taipunut vähintään 90° pystyasentoon verrattuna. Mutka sijaitsee ensimmäisellä kolmanneksella pääjuuren pituudesta laskettuna.
3. Juuriston litistyminen. Juuristo puristunut vastakaisilta sivuiltaan levyksi.
4. Juurten kiertyminen. Juuret ovat kiertyneet keskiakselin ympäri yli 1/2 kierrosta.

Taimien juuriston sijoittuminen tiettyyn luokkaan ei ollut käytännössä yksiselitteistä. Epämuotoisiksi luetuissa juuristoissa oli tavallisesti useiden luokkien piirteitä. Tällöin pyrittiin määrittämään voimakkaimin vaikuttava epämuotoisuus, johon ryhmään juuristo luokiteltiin.

Taimien akvaariomittauksen jälkeen ne asetettiin mitta-asteikolliselle leikkauspöydälle. Juuristo paloiteltiin leikkurilla 2 cm syvyyskerroksittain ja juuren pätkät mitattiin 1/2 cm tarkkuudella. Näin pyrittiin selvittämään jokaista juuriston syvyysluokkaa vastaava juuriston pituus. Myöhemmin samat näytetaimet kuivatettiin (20 tuntia 105°C lämmössä) ja niistä punnittiin juuriston ja verson kuivapaino 10 mg tarkkuudella.

25. Aineiston laskenta

Aineistosta laskettiin keskiarvot ja hajonnat. Tuloksia testattiin parittaisella t-testillä istutusajankohdittain ja taimilajeittain. Erojen merkitsevyydestä käytetään seuraavia luokituksia: Riskitaso 5 %, ero merkitsevä;

Taulukko 3. Touko-syyskuun keskiämpötilan, sademäärän ja humidisuuden (sadanta/keskiämpötila) poikkeama pitkäaikaisesta keskiarvosta vv. 1973–77 Karvian sääasemalla.

Table 3. Deviation (from a long-term mean) of the average temperature, precipitation and humidity (precipitation/mean temperature) of May–September in 1973–77 at the Karvia meteorological station.

Vuosi Year	Kuukausi — Month																	
	V	VI	VII	VIII	IX	V–IX												
	°C	mm	hum.	°C	mm	hum.	°C	mm	hum.	°C	mm	hum.						
1931–60	8.0	36	4.5	13.0	54	4.1	16.0	73	4.6	14.1	76	5.4	9.0	64	7.1	12.0	61	5.1
1973	0.8	-1	-0.6	1.8	13	0.4	2.6	-18	-1.7	-1.5	-16	-0.6	-3.6	32	10.7	0	2	1.6
1974	-1.4	-8	-0.3	0.7	-1	-0.3	-1.8	86	6.6	-1.2	9	1.2	1.3	47	3.7	-0.3	27	2.2
1975	1.6	45	3.9	-1.3	12	1.5	-0.8	-51	-3.1	-0.8	-28	-1.8	1.6	37	2.4	0	3	0.6
1976	2.3	-16	-2.6	-1.3	-2	0.3	-2.0	4	0.9	-0.7	-53	-3.7	-4.0	22	10.1	-1.1	-9	1.0
1977	-0.5	27	3.9	0.1	-15	-1.1	-2.3	51	4.5	-1.6	-58	-4.0	-1.9	10	3.3	-1.2	3	1.3
1973–77	0.6	9	0.9	0	1	0.2	-0.9	14	1.4	-1.2	-29	-1.8	-1.3	30	6.0	-0.5	5	1.3

riskitaso 1 %, ero on hyvin merkitsevä; riskitaso 0,1 %, ero on erittäin merkitsevä. Silloin kun istutusajankohdittain välillä ei esiintynyt merkitseviä eroja, yhdistettiin neljän istutusajankohdan tiedot taimilajeittain. Näin saatiin näytteen avulla lasketuille muuttujille enemmän havaintoja, jolloin satunnaisvaihtelun merkitys tuloksiin pieneni.

26. Sääolot

Vuorokautiset keskilämpötilat ja -sademäärät (taulukko 3) saatiin Ilmatieteen laitoksen Karvian havaintoasemalta, joka sijaitsee noin 8 km:n päässä koealueilta.

Vuoden 1973 kevät oli tavallista lämpimämpi ja kosteampi. Heinäkuu oli 2,6 astetta keskimääräistä lämpimämpi ja tavallista kuivempi. Syksy oli tavanomaista kylmempi ja sateisempi. Kasvukausi 1974 oli tavan-

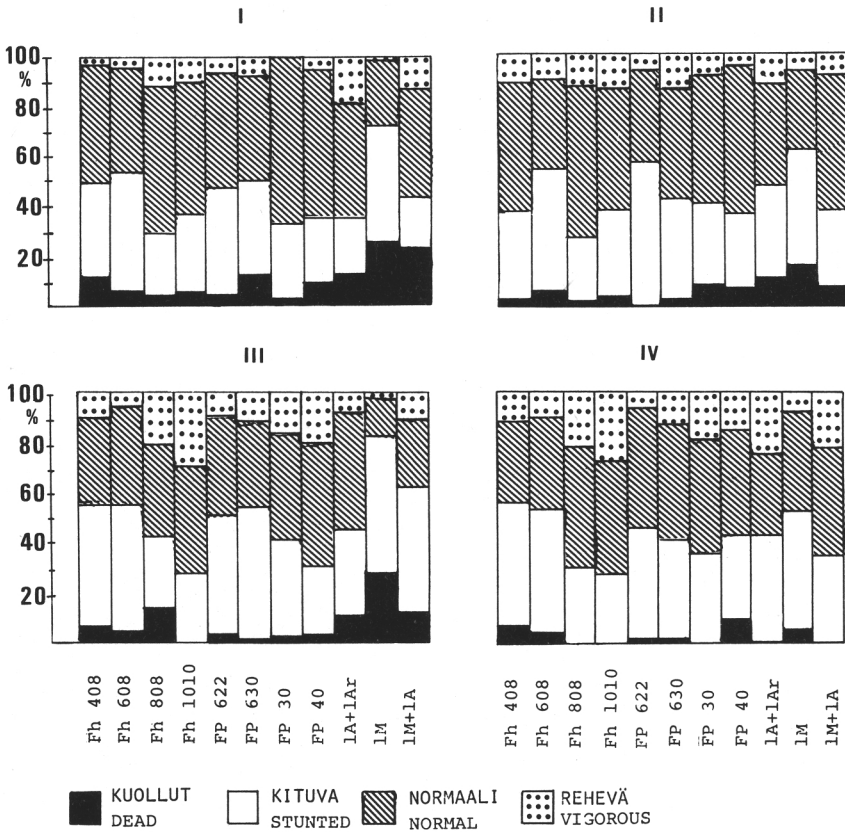
omaista kylmempi ja sateisempi. Heinäkuun keskilämpötila oli kaksi astetta alle normaalin ja sademäärä lähes kaksinkertainen. Vuoden 1975 kesä oli puolestaan vähäsateinen, kevät ja syksy olivat tavallista sateisempia ja lämpimämpiä. Kevät 1976 oli lämmin ja kuiva, kesä viileä ja kuiva, syksy sateinen ja huomattavan viileä. Kasvukausi 1977 oli tavallista viileämpi. Touko- ja heinäkuu olivat huomattavan sateisia ja elokuu vähäsateinen.

3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

31. Taimien kunto

Ruukkutaimien elossaolosadannes oli verrattain korkea (kuva 2). Eri ruukkutaimilajien ja istutusajankohtien välillä ei kuolleisuudessa ollut tilastollisesti merkitseviä eroja paria poikkeusta lukuunottamatta. Suuntaus kuitenkin oli, että kennotaimien kuolleisuus

väheni kennokoon suuretessa, turveruukkujen suhteen tilanne oli päinvastainen — FP 40-taimia kuoli eniten. Eri turveruukku- ja kennotaimilajien kuolleisuuserot olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niillä ole käytännön merkitystä.



Kuva 2. Eri taimilajien keskimääräinen kuntoluokkakajautuma istutusajankohdittain (I—IV).

Fig. 2. Mean distribution of various seedling types into condition classes arranged according to planting time (I—IV).

Rullataimia oli kuollut, viimeisen (IV) istutusajankohdan täydellistä elossaoloa lukuunottamatta, hieman enemmän kuin muita paakkutaimia. Paljasjuuristen taimienkin viimeinen istutus (IV) onnistui hyvin. Ensimmäisessä istutuksessa paljasjuuristen taimien kuolleisuus oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin paakkutaimien. Paljasjuuristen taimien kevätistutukset onnistuivat syysistutuksia paremmin.

Pienistä turveruokku- ja kennotaimista verrattain suuri osa kasvoi kituen (kuva 2). Koulumattomista paljasjuurisista taimista lähes puolet luokiteltiin kitukasvuiseksi. Isoista turveruokku- ja rullataimista hieman yli neljännes ja isoista kennotaimista hieman alle neljännes kasvoi kituen.

Reheviksi luokiteltujen taimien osuus kasvoi paakun koon suuretsa. Paakkutaimien kaksivuotinen taimitarhakasvatus lisäsi varsinkin isojen paakkutaimien rehevyyttä. Rullataimien rehevyys vaihteli eri istutusajankohtina. Pienistä paakkutaimista noin puolet luokiteltiin normaaleiksi tai reheviksi, isoista paakkutaimista vastaavasti noin 2/3. Rullataimilla ja koulituilla paljasjuuritaimilla mainittu osuus vaihteli näiden lukujen välillä istutusajankohdasta riippuen. Vähiten normaaleja ja reheviä taimia oli koulumattomilla paljasjuuritaimilla.

32. Tuhonaiheuttajat

Tuoja oli molemmilla koelaloilla lähes yhtä paljon. Kaksivuotisissa taimissa oli enemmän löysässä olevia taimia kuin yksivuotisissa. Heinittyminen puolestaan haittasi kaksivuotisia taimia vähemmän kuin yksivuotisia taimia. Nämä seikat katsottiin johtuvat enemmän kasvupaikasta kuin koetaimien ominaisuuksista, joten molempien koekiden tulokset yhdistettiin (taulukko 4).

Tuhot kohdistuivat voimakkaimmin koulumattomiin paljasjuurisiin taimiin, joita märkyys ja heinät haittasivat eniten. Samoista tuhoista olivat melkoisesti kärsineet myös pienet kenno- ja turveruokkutaimet. Pienimät kennotaimet olivat muita selvästi löysemässä. Tämä voi johtua istutusvirheestä tai luultavimmin roudasta, koska muidenkin syksyllä istutettujen taimilajien havaittiin olevan kevättaimia löysemässä. FP 30, FP 40, sekä rulla- ja IM + IA-taimet olivat kärsineet ennen kaikkea tukkimiehentäin tuhoista ja myöskin märkydestä. Isoja kennotaimia eivät heinittyminen eivätkä muutkaan tuhot juuri olleet haitanneet, tukkimiehentäitä lukuunottamatta. Edellämainitut ja tunnistamattomat tuhonaiheuttajat vähensivät paakkukoon suuretsa.

Taulukko 4. Tuholajien keskimääräinen yleisyys taimilajeittain, %
Table 4. Mean occurrence of damage per seedling type, %.

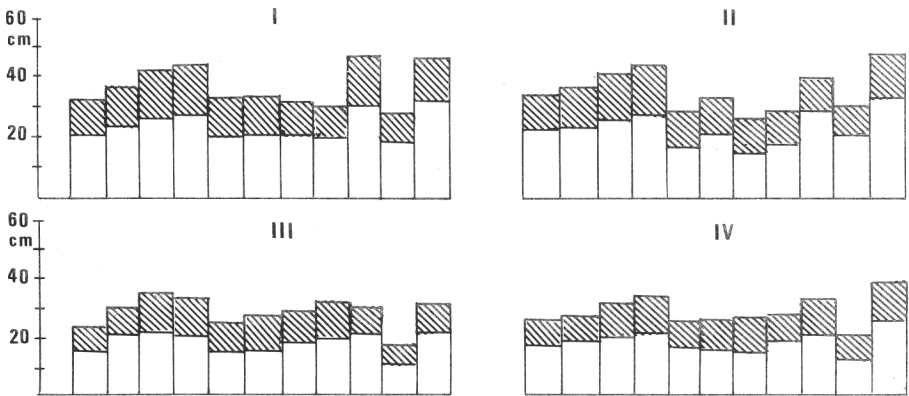
Taimilaji Seedling type	Ei tuhoa No damage	Tuntematon Unknown	Heinittyminen Overgrown with grass	Taimi löysässä Loose seedling	Märkyys Wetness	Hakkuutähteet Logging refuse	Tukkimiehenäi Pine weevil	Männyn versoruoste Pine branch twist	Muu sieni Other fungi	Vesat Sporous	Yhteensä Total
Fh 408	58	10	5	7	8	1	9	1	—	1	100
Fh 608	59	13	3	2	11	1	9	1	—	—	100
Fh 808	78	5	1	1	5	1	6	2	—	1	100
Fh 1010	74	4	2	1	4	—	9	3	△	1	100
Fp 622	56	7	7	2	14	1	9	1	1	2	100
Fp 630	59	6	5	3	8	△	16	1	1	1	100
Fp 30	71	7	3	1	9	△	6	1	△	2	100
Fp 40	70	9	4	2	7	△	4	—	2	2	100
IA + IAr	65	5	4	3	9	1	11	△	1	1	100
IM	51	13	8	3	12	1	7	3	△	2	100
IM + IA	62	9	3	2	7	△	16	△	△	1	100
Keskim. Average	64	8	4	2	9	1	9	1	1	1	100

33. Taimien pituus ja pituuskasvu

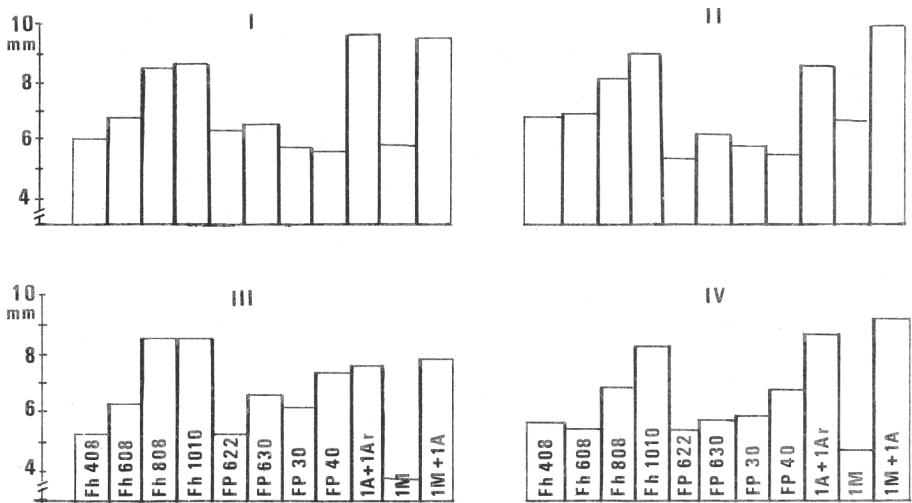
Viiden kasvukauden jälkeen suurimman pituuden saavuttivat isot kennotaimet (kuva 3). Ero pieniin kennotaimiin ja turveruukkuihin sekä IM-taimiin oli tilastollisesti merkitsevä. Isot kennotaimet olivat myös saman ikäisiä (III-IV) rullataimia ja paljasjuurisia taimia kookkaampia. Kuusi kasvukautta vanhat (I—II) rulla- ja IM + 1A-taimet olivat niukasti viisivuotisia Fh 1010 ja 808-kennotaimia suurempia. IM-taimet (I—II) ja pienet kennon- sekä turveruukkutaimet olivat lähes yhtä pitkiä viiden kasvukauden jälkeen.

Paakkutaimien syys- ja kevätistutusten välillä ei ollut eroa pituudessa. Kaksivuotisina istutetut kennotaimet olivat tilastollisesti merkitsevästi lyhyempiä kuin yksivuotisina istutetut. Pienillä turveruukkutaimilla ero oli samansuuntainen, mutta ei tilastollisesti merkitsevä. Isojen turveruukkutaimien taimitarhakasvatusajalla ei ollut vaikutusta pituuteen. Paljasjuuristen taimien kevätistutukset olivat hieman syysistutuksia kookkaampia.

Erilaisten paakkutaimien viimeisen vuoden pituuskasvussa (kuva 3) oli samankaltaisia, mutta lievempiä eroja kuin pituudesakin. Kaksi vuotta taimitarhalla kasvatet-



Kuva 3. Eri taimilajien keskimääräinen pituus ja viimeisen vuoden pituuskasvu istutusajankohdittain (I—IV).
Fig. 3. Mean height of various seedling types and height growth during the latest year arranged according to planting time (I—IV).



Kuva 4. Eri taimilajien keskimääräinen juureniskan läpimitta istutusajankohdittain (I—IV).
Fig. 4. Mean diameter of root collar of various seedling types arranged according to planting time (I—IV).

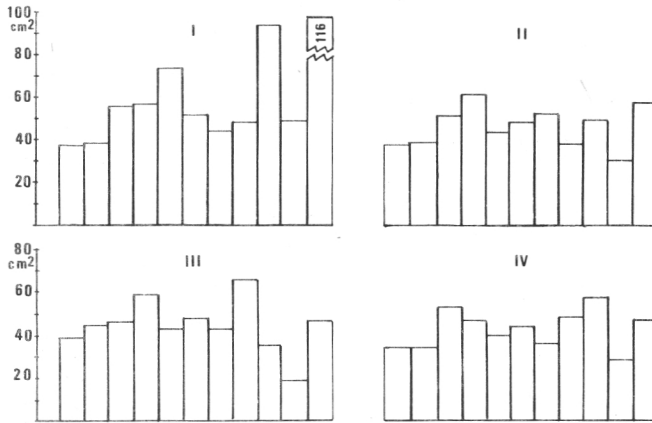
tujen isojen kennotaimien pituuskasvu oli vastaavia pieniä kennotaimia, useita turveruokkuja ja IM-taimia sekä rulla- ja IM + IA-taimien syysistutuksia merkitsevällä tai hyvin merkitsevällä erolla suurempi. Yksivuotisten paakutaimien väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, vaikka samanlainen suuntaus olikin havaittavissa. Isojen turveruokkutaimien pituuskasvu oli taimitarhakasvatusajasta ja istutusajankohdasta riippumaton. Yleensä paakutaimien istutusajankohdalla ei ollut merkitystä pituuskasvuun. Kennotaimien pituus ja pituuskasvu suurenevät paakun koon suurenemisessa. Turveruukuilla ei vastaavaa ollut havaittavissa.

34. Juurenniskan läpimitta

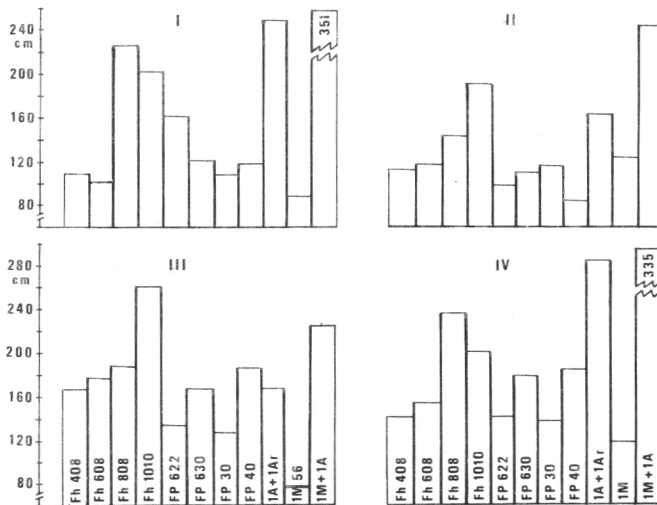
Taimilajien ja juurenniskan paksuusvertailussa (kuva 4) havaitaan samansuuntaisia eroja kuin pituuden ja pituuskasvun vertailussa. Viiden kasvukauden jälkeen isoilla kennotaimilla (Fh 808 ja 1010) sekä rulla- ja IM + IA-taimilla oli lähes yhtä paksu juurenniska.

Koulumattomilla pienillä kenno- ja turveruokku- sekä paljasjuurisella IM-taimella (I—II) oli keskenään lähes yhtä paksu juurenniska ja se oli tilastollisesti merkitsevästi ohuempi kuin em. kouluilla taimilla.

Kennotaimen juurenniska oli sitä paksu mitä suuremmassa kennossa taimi kasvoi.



Kuva 5. Eri taimilajien keskimääräinen juuriston laajuus istutusajankohdittain (I—IV).
Fig. 5. Mean root ramification of various seedling types arranged according to planting time (I—IV).



Kuva 6. Eri taimilajien juuristojen keskimääräinen pituus istutusajankohdittain (I—IV).
Fig. 6. Mean root length of various seedling types arranged according to planting time (I—IV).

Taulukko 5. Eri taimilajien juuriston pituus, laajuus ja tiheysluku.
 Table 5. Length, ramification and density of roots of various seedling types.

Taimilaji Seedling type	Pituus, cm Length, cm	Juuriston — Root system	
		Pinta-ala, cm ² Ramification, cm ²	Tiheys cm/cm ² Density cm/cm ²
Fh 408 (I—IV)	132	35	3,8
Fh 608 ”	135	37	3,7
Fh 808 ”	196	49	3,9
Fh 1010 ”	213	53	3,9
FP 622 ”	133	48	2,8
FP 630 ”	142	45	3,1
FP 30 ”	120	41	2,9
FP 40 ”	141	47	3,0
IA + IAr (I—II)	204	69	2,9
IA + IAr (III—IV)	222	43	5,1
IM (I—II)	106	37	2,8
IM (III—IV)	85	20	4,1
IM + IA (I—II)	298	85	3,5
IM + IA (III—IV)	279	44	6,3

Yksivuotiaina istutettujen kennotaimien juurenniska oli kaksivuotiaina istutettuja paksumpi. Kennotaimien istutusajankohta ei vaikuttanut juurenniskan paksuuteen.

Turveruokkutamilla paakun koko ja istutusajankohta eivät vaikuttaneet juurenniskan paksuuteen. Myöskään taimitarhakasvatusajan pituus ei, FP 40:tä lukuunottamatta, vaikuttanut juurenniskan paksuuteen.

35. Juuriston kehitys

Juuriston laajuus

Isojen kennotaimien juuristo ulottui pieniä kennotaimia laajemmalle (kuva 5); ero oli tilastollisesti merkitsevä. Turveruokkutamien juuristo sijoittui laajuudeltaan isojen ja pienien kennotaimien väliin ilman tilastollisesti merkitseviä eroja kumpaankaan ryhmään.

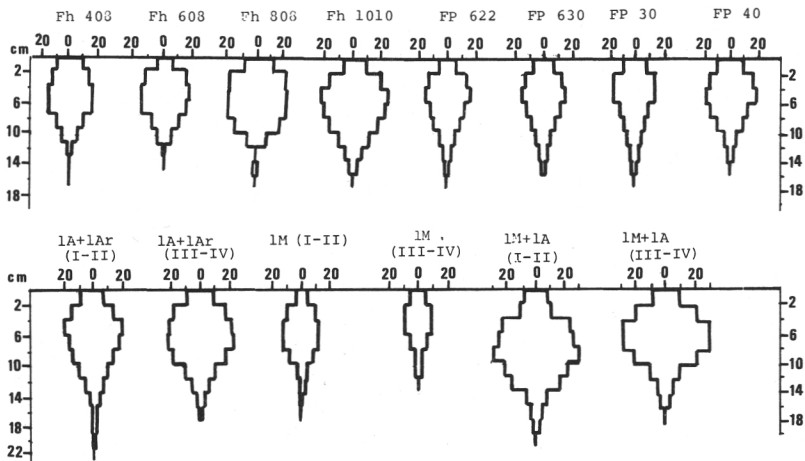
Istutusikä ja -ajankohta (kevät/syysy) eivät aiheuttaneet johdonmukaisia eroja juuriston laajuuteen. Samanikäisillä ruukku-, rulla- ja IM + IA-taimilla oli jokseenkin samanlaajuinen juuristo. Kasvukautta vanhempien rulla- ja IM + IA-taimien syysistutusten (I) juuristo oli muiden taimien juuristoa selvästi laajempi. Kaikilla ruokkutamilla oli hieman laajempi juuristo kuin samanikäisillä IM-taimilla (I—II).

Juuriston pituus ja tiheys

Juuriston pituudella tarkoitetaan tässä pitkäjuurten yhteispituutta. Ruokkutamista pisin juuristo oli isoilla kennotaimilla (kuva 6). Fh 1010:n juuristo oli tilastollisesti hyvin merkitsevästi ja Fh 808:n merkitsevästi pitempi kuin turveruokkutamien ja pienien kennotaimien juuristo. Turveruokku- ja pienien kennotaimien välillä ei ollut merkitseviä eroja juuriston pituudessa. Istutusajankohta ei vaikuttanut turveruokku- ja kennotaimien juuriston pituuteen. Kaksivuotisilla ruokkutamilla oli yksivuotisia taimia pitempi juuristo, vaikka em. taimiryhmien juuriston laajuudessa ei ollut eroa.

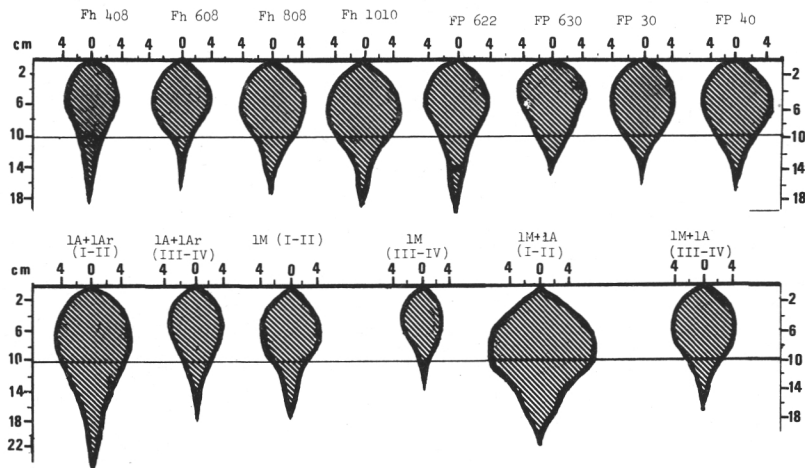
Erot juuriston pituudessa olivat huomattavasti suuremmat kuin laajuudessa. Isoilla kennotaimilla oli 60—70 % turveruokkujia pitempi juuristo, mutta vain 10—20 % laajempi. Rulla- ja IM + IA-taimien juuristo oli noin kaksi kertaa pitempi kuin turveruokkutamien, mutta laajuudeltaan lähes samankokoinen.

Juuriston tiheys laskettiin jakamalla juuriston pituus sen laajuudella (taulukko 5). Kennotaimien juuriston tiheys oli 3,7—3,9, turveruokkujen 2,8—3,1; ero oli tilastollisesti merkitsevä. Kenno- ja turveruokkutamien juuristoja tilastollisesti hyvin merkitsevällä erolla tiheämpiä olivat samanikäisten (III—IV) rulla- ja IM + IA-taimien juuristot.



Kuva 7. Eri taimilajien juuriston keskimääräinen pituus eri syvyyksissä. Ruukkutaimilla kaikki istutusajankohdat yhdistetty, muilla taimilajeilla I ja II sekä III ja IV istutusajankohta yhdistetty.

Fig. 7. Mean length of the root system of various seedling types at different depths. All planting times of containerized seedlings combined, in other seedlings I and II planting times combined as well as III and IV planting times.



Kuva 8. Eri taimilajien juuriston keskimääräinen muoto. Istutusajankohdat yhdistetty kuten kuvassa 7.

Fig. 8. Mean form of the root system of various seedling types. Planting times combined as in fig. 7.

Juuriston pituus oli suurin 4—8 cm:n syvyydessä (kuva 7). Tästä ylös- ja alaspäin juuriston pituus väheni.

Juuriston muoto ja epämuotoisuudet

Juuriston levein kohta kaikilla ruukkutaimilla oli 4—8 cm:n syvyydessä (kuva 8). Kapein juuristo oli pienimmällä kennonaimella, levein puolestaan isoimmassa kenoissa. Turveruukkutaimista levein juuristo oli suurimmalla, FP 40:llä, kapein pienimmällä FP 622:lla, jolla oli syvä juuristo samaan

tapaan kuin Fh 408:lla. Huomattavaa oli myös FP 630:n juuriston kartiomaisuus ja juuriston leveimmän kohdan sijainti 4—6 cm:n syvyydessä, eli hieman pinnemmassa kuin muilla paakkutaimilla. Isoilla ruukkutaimilla oli lähes saman muotoinen ja kokoinen juuristo kuin samanikäisillä (III—IV) rulla- ja IM + 1A-taimilla. IM-taimen juuriston koko oli pienien kennonaimien suuruusluokkaa. Kenno- ja turveruukkutaimia kasvautta vanhemmilla IM + 1A-taimilla oli huomattavan suuri juuristo, joka sijaitsi muiden taimilajien juuristoa syvemmällä, mikä johtunee osaltaan suuremmasta istutussyvyydestä.

Rulla- ja IM + IA-taimilla oli eniten epämuotoisia juuristoja (kuvat 9 ja 10). Useimmiten koko juuristo oli taipunut yhteen suuntaan tai litistynyt. Jokseenkin yhtä paljon epämuotoisia juuristoja oli pienimmillä kennotaimilla, joiden juuristoista lähes puolet luokiteltiin kiertyneiksi. Myös muilla keno- ja turveruokkutaimilla oli lievästi kierteisä juuristoja. Turveruokkutaimien juuristoista luokiteltiin eniten normaaleiksi (noin 70 %).

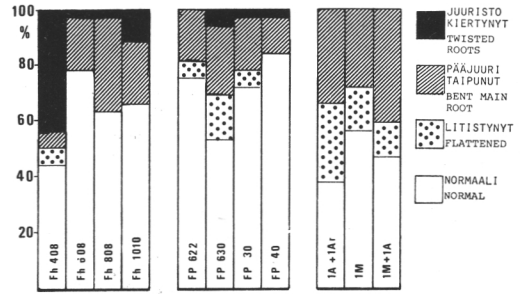
Juurien suuntautuminen

Erilaisten kennotaimien pitkäjuurista (ks. kuva 1) 45—56 % kasvoi maanpinnan suuntaisesti; turveruokkutaimilla vastaavasti 58—65 % (kuva 11). Pienimmän kennon juurista prosentuaalisesti suurin osa suuntautui syvyysuuntaan; ero oli merkitsevä kaikkiin turveruokkutaimiin. Maanpinnan suuntaisten juurien suhteellinen osuus lisääntyi turveruokkukoon suuretessa. Kennotaimilla samankaltainen suuntaus ilmeni vain siirryttäessä pienimmästä kennosta seuraavaan kokoon.

IM-taimilla (I—II) oli lukumäärältään hieman vähemmän pitkäjuuria kuin samanikäisillä paakkutaimilla. Viisi kasvukautta vanhoilla rulla- ja IM + IA-taimilla (III—IV) oli lukumäärältään hieman enemmän juuria kuin samanikäisillä paakkutaimilla. Rulla-taimien juuret suuntautuivat IM + IA-taimia enemmän syvyysuuntaan. Kuusi kasvukautta vanhoilla rulla- ja IM + IA-taimilla oli huomattavasti enemmän juuria kuin muilla taimilla. Maanpinnan suuntaisten juurien suhteellinen osuus oli kuusivuotisilla rulla- ja IM + IA-taimilla 5—10 % suurempi kuin viisivuotisilla taimilla.

36. Verson ja juuriston kuivapaino sekä juuriversosuhde

Kuivapainoissa oli paljon suuremmat erot taimilajien välillä kuin muissa tunnuksissa. Isojen kennotaimien juuriston ja verson kuivapaino oli yli kaksinkertainen muihin keno- ja turveruokkutaimiin verrattuna (kuva 12). Turveruokkujen ja pienien kennotaimien juuriston ja verson kuivapainojen välillä ei ollut suuria eroja, lukuunottamatta FP 30:tä, jonka juuristo ja verso olivat IM-taimien kanssa lähes samansuuruisia.



Kuva 9. Eri taimilajien juuriston keskimääräiset muoto- luokat. Istutusajankohdat yhdistetty, rulla- ja paljas- juurista taimista mukana vain ruokkutaimien kans- sa samanikäiset istutuserät.

Fig. 9. Mean form classes of root system in various seedlings types. Planting times combined, only those roll transplants and barerooted seedlings planted simultaneously with containerized seedlings were included.

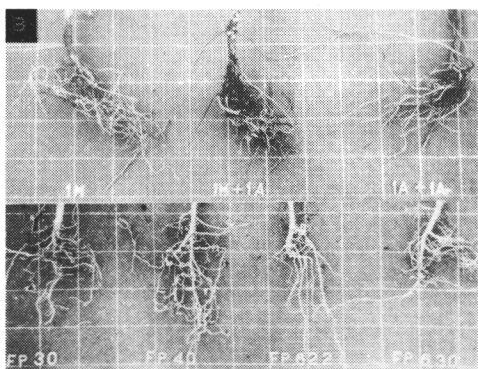
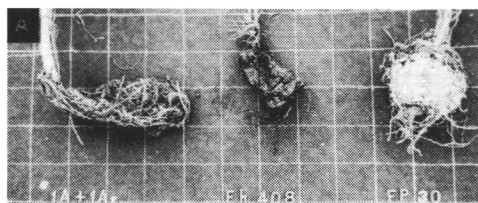
Isoilla kennotaimilla oli lähes yhtä painava verso kuin samanikäisillä rulla- ja IM + IA-taimilla (III—IV). Vuotta vanhempien (I—II) rulla- ja IM + IA-taimien juuristo oli lähes kaksi kertaa painavampi kuin kennotaimien juuristo.

Kaikkien keno- ja turveruokkutaimien juuriversosuhde (= juuriston kuivapaino/ verson kuivapaino) oli hyvin samansuurui- nen (n. 0,16). Näiden kanssa samanikäisten (III—IV) rulla- ja IM + IA-taimien juuri- versosuhde oli hieman suurempi (0,18) ja vuotta vanhempien (I—II) rulla- ja IM + IA-taimien selvästi suurempi (0,25).

37. Taimien lukumäärä paakussa ja paakun seinän lahoaminen

Kolmessa pienimmässä turveruukussa ja Fh 608-kennossa oli keskimäärin 2,5—2,6 tainta. Muissa kenoissa ja turveruukuissa oli edellisiä vähemmän taimia; keskimäärin 1,7—1,9.

Silmävaraisesti luokiteltiin 3/4 pienimmistä kenoista lähes lahoamattomiksi (kuva 13). Lähes täysin lahonneita pieniä kenoja ei löydetty. Suuremmat kennot olivat lahon- neet keskimäärin enemmän. Turveruukuilla suuntaus oli päinvastainen — pienet ruokut olivat lahonneet eniten.



Kuva 10A. LA + IA-rulla-, Fh 408- ja FP 30-taimen juuristot. Rullataimen juuristo on kuroutunut suppuun ja vääntynyt yhteen suuntaan. Pienin kenno on lähes lahoamaton. Myös turveruokkutaimen juuristo jäänyt suhteellisen suppeaksi, vaikka onkin muodoltaan hyvä.

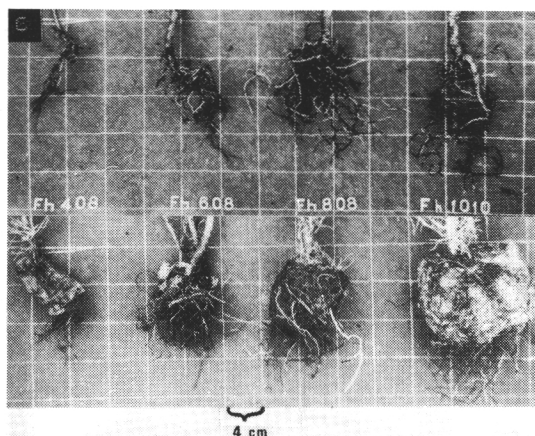


Fig. 10A. Root systems of LA + IA roll transplant and Fh 408 and FP 30 seedlings. Roots of roll transplant have been drawn together and bent to one side. The smallest paper pot is nearly undecomposed. Root ramification of peat pot seedlings has remained relatively narrow, although good in form.

Kuva 10B. Erilaisen paljasjuuristen, rulla- ja turveruokkutaimien juuristoja.

Fig. 10B. Root systems of different bare-rooted, roll and peat pot seedlings.

Kuva 10C. Kokeen kennotaimilajit juuripaakkuineen ja ilman.

Fig. 10C. Paper pot seedlings with and without earth.

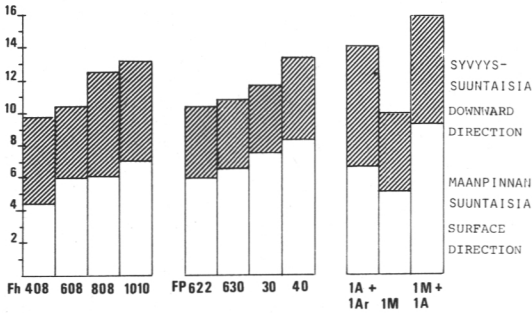
4. TULOSTEN TARKASTELU

Taimikato on yleensä sitä suurempi, mitä pienempiä tai nuorempia taimet ovat; pienet taimet ovat arkoja ilmastollisille ja ekologisille vaihteluille (K a i l a ja R ä s ä n e n 1974). Rehevillä kasvupaikoilla haitallisia tekijöitä on enemmän kuin karuilla. Lisäksi kuljetuksessa ja istutuksessa sattuneet verson vauriot heijastuvat voimakkaasti pienen taimen tulevaan kehitykseen.

Kookkailla paakutaimilla on myös eräitä varjopuolia, jotka käytännön viljelytoiminnassa saattavat olla ratkaisevia. M e t s ä m u u r o s e n ym. (1978) mukaan latvakasvaintuhot olivat kookkailla taimilla lähes kolme kertaa yleisempiä kuin pienillä taimilla. Pitkäaikaisen kasvatuksen aikana taimien juuret usein kasvavat paakusta toiseen. Istutusta varten kennot irroitetaan toisistaan. Tällöin juuristot vahingoittuvat eivätkä kykene tyydyttämään kookkaan verson veden ja ravinteiden tarvetta.

K a i l a n ja R ä s ä n e n (1974) mukaan kasvutilasta tainta kohti riippuu, kuinka kookkaaksi materiaali voidaan kasvattaa. Paakutaimien kasvutila määräytyy osittain paakun koon ja tyyppin mukaan. Kun avomaatimien tiheys on yli 800 tainta/m², niiden juuristo jää kovin surkastuneeksi (N i s u l a 1972a).

Tässä tutkimuksessa osa kenno- ja turveruokkutaimista kasvatettiin taimitarhalla kaksivuotiseksi ilman koulintaa, mutta siirtäen toiseksi kasvukaudeksi avomaalle. Havaitaan kaksivuotiseksi kasvatuksen parantaneen hieman taimien elossapysymistä istutuksen jälkeen, pienintä kennoa lukuunottamatta, ja lisänneen hieman rehevien taimien osuutta. Toisaalta havaittiin kaksivuotisten taimien olevan pienempiä ja kasvavan keskimäärin yksivuotisia hitaammin isointa turveruokkua lukuunottamatta. Syitä voidaan etsiä ensinnäkin kasvupaikasta.

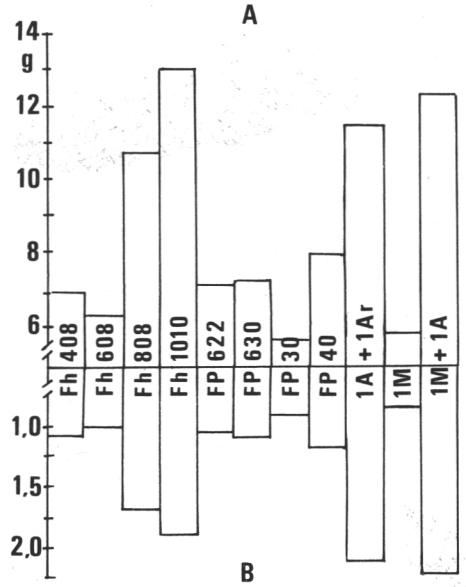


Kuva 11. Pitkäjuurien keskimääräinen lukumäärä ja suuntautuminen taimilajeittain viiden kasvukauden jälkeen. Luokitus kuvan 1 mukaan. Istutusajankohdat yhdistetty kuten kuvassa 9.

Fig. 11. Mean number and direction of long roots per seedling type after five growing seasons. Classification according to fig. 1. Planting times combined as in fig. 9.

Metsämuurosen ym. (1978) tutkimusten mukaan metsätyyppi ei vaikuttanut paakkutaimien kuntoon. Tämän tutkimuksen koelajeilla ei metsätyypeissä ollut eroa, vaan lähinnä soistuneisuus ja kivisyys aiheuttivat eroja maan fysikaalisissa ominaisuuksissa. Lyrin ja Hoffmanin (1967) mukaan juurien ja verson kasvu paranee ilmatilan suuretessa ja happimäärän kasvaessa. Tiiviissä vähähappisessa maassa mykorrhizasienien elinolosuhteet ovat heikot (Lähde ja Mutka 1974). Kaksivuotisten taimien istutusalueella oli enemmän rahkasammalta, joskin myös yksivuotisten taimien koelajeilla oli rahkasammallaikkuja ja alueen laidassa olevalla kuivemmalla kumpareella taimien kehitys oli selvästi voimakkaampaa. Pintakasvillisuuden ja maasta tehtyjen havaintojen perusteella voidaan päätellä kaksivuotisten taimien istutusalueen olleen huonompi kasvupaikka taimille.

Yhtenä syynä kaksivuotisten taimien huonompaan kehitykseen voidaan pitää myös suurta kasvatustiheyttä. Kertomalla yhdessä paakussa olevien taimien määrä neliometrillä olevien kasvatusastioiden määrällä saadaan pienimmän kennotaimen kasvatustiheydeksi yli 2000, Fh 608:lla yli 1000 ja pienimmällä turveruukulla vastaavasti 850 tainta/m². Nämä ovat ilmeisesti kaksivuotisille paakkutaimille liian suuria kasvatustiheyksiä. Isoimpien kenno- ja turveruukutaimien (Fh 1010 ja FP 40) noin 250 tainta/m² ja myöskin Fh 808:n, FP 630:n ja FP 30:n noin 500 taimen tiheyttä m²:llä voidaan pitää kohtuullisena.

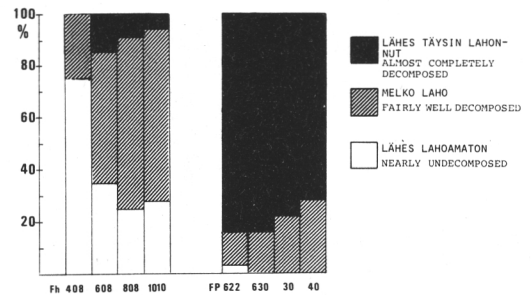


Kuva 12. Taimilajien keskimääräinen verson (A) ja juuriston (B) kuivapaino. Istutusajankohdientiedot yhdistetty kuten kuvassa 9.

Fig. 12. Mean dry weight of shoots (A) and roots (B). Planting times combined as in fig. 9.

Kaksivuotisten taimien juuret ovat ilmeisesti kasvaneet viereisiin paakkuihin ja istutuksen yhteydessä taimet ovat menettäneet osan tärkeistä elävistä juurenkärjistä. Pärvinen (1976) havaitsi, että paakusta ulos kasvaneiden juurien katkaisu vähensi taimien pituuskasvua välittömästi istutuksen jälkeen. Nisulan (1972b) mukaan rullataimien juurien leikkaus lisää juurten haaroittumista ja vähentää juuristodeformaatioita.

Taimien ja paakun koko vaikuttavat suuresti taimen kasvuun välittömästi istutuksen jälkeen (Kaila ja Räsänen 1974,



Kuva 13. Paperikenttien ja turveruukujen keskimääräinen lahoamisaste. Istutusajankohdat yhdistetty.

Fig. 13. Mean decomposition degree of paper and peat pots. Planting times combined.

Metsämuuronen ym. 1978), koska kasvu tapahtuu suurelta osin versoon ja paakkuun varastoituneiden ravinteiden turvin. Taimet, jotka säilyvät parhaiten elossa, kasvavat myös eniten. Tässä tutkimuksessa päädyttiin samankaltaisiin tuloksiin. Isot kennotaimet säilyivät hyvin elossa, olivat keskimäärin rehevempiä ja kookkaimpia ja kasvoivat parhaiten. Isoissa turveruukuissa taimet säilyivät elossa lähes yhtä hyvin, mutta eivät olleet yhtä kookkaita ja hyväkasvuisia.

Ilmeisesti isojen paakkutaimien alussa nopea kehitys johtuu paljon siitä, että isossa paakussa siirtyy taimitarhalta iso toimintakykyinen juuristo, joka lyhyen istutusshokin jälkeen pystyy tehokkaasti käyttämään myös paakun ulkopuolisia olosuhteita hyväkseen. Erot näkyvät viiden kasvukauden jälkeen, mutta tasoittunevat myöhemmällä iällä. Hurri (1968) on todennut isojen kouluttujen turveruukkujen kehityksen olleen aluksi paljasjuurisia nopeampaa, mutta alkuvuosien jälkeen vakiintuneen samansuuruisiksi. Pituuskasvun nopeus varhaisvaiheessa ei kuitenkaan välttämättä kuvaa taimen paremmuutta. Parviainen (1976) on todennut, että juuristoltaan epämuodostuneiksi luokitellut taimet kasvoivat pituutta keskimääräistä voimakkaammin ensimmäisinä viljelyn jälkeisinä vuosina.

Paakun seinämateriaalin vaikutusta taimen alkukehitykseen pyrittiin selvittämään tekemällä havaintoja nostettujen taimien juuristoista. Istutustaimen juuriston rakenteeseen vaikuttavat Parviainen (1976) mukaan taimien kasvatusta, istutusvirheet ja maaperän kasvuolosuhteet. Koulunnassa syntynyt juuristovaurio säilyy aina istutusalueelle saakka (vrt. Sutton 1969). Kouluttujen taimien juuriston epämuodostumat havaitaan useiden vuosien päästä istutuksesta (vrt. esim. Paavonen 1977). Ilmeisesti suuri osa tämän tutkimuksen rullaja IM + IA-taimien juuriston vikaisuuksista johtuu koulunnasta. Kasvatustavoiheessa rullataimien juuriston kasvua rajoittaa muovikalvo kahdesta vastakkaisesta suunnasta. Rullataimille muodostuu ns. levyjuuristo. Taimia istutettaessa juuriston suojaajana ja ohjaajana toiminut muovikalvo otetaan pois. Rullataimen juurien ei tarvitse tunkeutua astian seinän läpi päästäkseen kivennäismaahan. Muotonsa takia rullataimen juuripaakku koskettaa istutuskuopan

maata kolme kertaa suuremmalla vaippapinta-alalla kuin vastaavan tilavuuksinen ruokkutaimen vaippa, joten rullataimen juuristo joutuu heti istutuksen jälkeen läheiseen kosketukseen kivennäismaahan kanssa (Nisula 1972b).

Kenno- ja turveruukkumenetelmissä paakku pysyy koossa paperin ja turvemassan toimesta, joita ei poisteta istutettaessa, vaan ne lahoavat aikaa myöten itsestään. Ongelmana on säätää seinämässan lujuus sellaiseksi, että se pitäisi paakun koossa istutukseen saakka, muttei sen jälkeen haittaisi juuriston sopusuhtaista kehittymistä. Lähteen ja Kinnusen (1974) mukaan turveruukun seinän puhkaisulujuus oli kuivana huomattavasti pienempi kuin Fh-paperin ja kosteudella oli lisäksi ratkaiseva vaikutus seinämässan lujuteen. Kosteuden lisääntyessä puhkaisulujuus pieneni. Koska turvemassa säilyi maastossa kosteampana kuin Fh-paperi, sen puhkaisulujuus pieneni nopeasti heti ensimmäisen kasvukauden alussa. Myös Fh-paperin puhkaisulujuus väheni melko nopeasti 3.6 kPa:iin, jonka jälkeen se ei näyttänyt enää heikkenevän — kuivan kauden seurauksena puhkaisulujuus jopa nousi. Lähteen (1972) mukaan kasvukauden kuluessa Fh-kennon seinää vasten kääntyi 2—3 kertaa enemmän juuria kuin turveruukun seinää vasten. Turveruukun seinän läpäisi syksyyn mennessä keskimäärin 19 juurta, Fh-kennon vain 6 juurta.

Tässä tutkimuksessa havaittiin pienimpien kennojen säilyneen melko ehjinä. Pienimmät kennot olivat ilmeisesti roudan nostamina usein löysässä, jolloin ne pysyivät kuivempina ja olosuhteet paperin lahoamiselle olivat huonommat kuin isoissa kennoissa (vrt. esim. Räsänen 1966). Kennotaimien juuristo suuntautui turveruukkuja enemmän syvyyssuuntaan, mikä viittaisi siihen, että paperi olisi estänyt juurten läpäisyä (vrt. Parviainen 1976). Selvä juuriston kiertyminen havaittiin lähes puolella tutkituista pienimmän kennon juuristoista. Myös muilla paakkutaimilajeilla rullatainta lukuunottamatta tavattiin lievempää juuriston kiertymistä. Nähtäväksi jää, mitä tämä aiheuttaa taimien tulevalle kehitykselle. Leikolan (1976) mukaan puut ovat kasvaaneet jonkin aikaa hyvin, vaikka niiden juuristo on pelottavan näköisesti muovautunut. Toisaalta on usein voitu varmuudella todeta, että taimien tai nuorten puiden kuolema

on johtunut juuriston epämuotoisesta kehityksestä. Yleensä juuriston epämuodostumat ilmenevät kasvussa vasta 10—15 vuoden kulluttua (S p i t z e n b e r g 1908, W i b e c k 1923). Juuriston epämuotoisuus voi olla myös ainakin osasyynä taimien kallistumisilmiöön (H u u r i 1976).

Metsänistutusohjeissa korostetaan huolellisen ja luonnonmukaisen istutuksen merkitystä. Nykyisessä istutustyössä huolimaton väkivaltainen istutus on monesti johtanut taimiston vaurioihin. Tässäkin tutkimuksessa havaittiin rulla- ja paljasjuuristen taimien juuriston kääntyneen mutkalle ja kuroutuneen suppuun. N i s u l a (1972b) on huomannut koulittujen rulla- ja paljasjuuristen taimien juuristossa samanlaisia piirteitä ja päättelee epämuotoisuuden johtuvan koulintavaiheessa tehdyistä virheistä eikä niin paljon istutuksen yhteydessä tapahtuneista käsittelyvirheistä. Koska samanlaista epämuodostumista ilmeni myös koulimattomalla taimella, tosin vähemmän, voidaan päätellä sekä koulinnan että istutuksen olevan osasyynä ilmiöön.

Näyttää siltä, ettei ruukutaimien istutus ole niin väkivaltaista juuristolle kuin paljasjuuristen taimien istutus, vaan ruukuissa juuristot säilyttävät paremmin muotonsa. Paakutaimien istutuksessa on korostettava tunnettua ohjetta (esim. R ä s ä n e n 1966, L ä h d e 1972, M e t s ä m u u r o n e n ym. 1978), että paakut on syytä peittää riittävän huolellisesti.

Arvioitaessa seinämateriaalin vaikutusta juuristojen kehitykseen on huomioitava kasvulosuhteet. Kuivassa maassa juuristo kehittyy laajaksi, pystysuora juuristo muodostuu syväksi ja vaakasuora pinnalliseksi (A a l t o n e n 1939, S u t t o n 1969, K o z l o w s k i 1971). Hiekkamaassa on parhaat olosuhteet pitkän juuriston kehityk-

selle (L a i t a k a r i 1927). Viljavalla kasvupaikalla puiden juuristot ovat suppeita, runsaasti haaroittuneita, tiheitä ja syvälle ulottuvia (L e i k o l a 1976). Tiiviissä määssä maassa, jossa on pieni ilmatila, on L ä h t e e n ja M u t k a n (1974) tutkimuksissa todettu runsaasti kuolleita juuria ja juuristot olivat matalia ja harvoja. Pelkkä tiivis maa voi estää juurien kasvun varsinkin, jos maassa on huono tuuletus (S u t t o n 1969).

Nyt tutkitut koalueet näyttivät melko määrltä, mutta syväjuuristoinen IM + IA-taimi kasvoi erittäin hyvin. Saattaa olla, että osa kennotaimien juurista hakeutui poutajaksojen aikana pohjan kautta kosteampaan maahan, eikä syynä välttämättä ollut paperin juuriston kasvua rajoittava vaikutus. Turveruukkutaimien juuriston syvyys-suuntaista kasvua pohja saattaa hieman rajoittaa, mutta tehtyjen havaintojen ja kuvien perusteella näytti siltä, että seinän läpäiseitä juuria risteili myös paakun ulkopuolella tunkeutumatta syvemmälle kivennäismaahan. Onkin mahdollista, että juuret eivät pyrikkään ravinteikkaasta paakusta ulos ravinneköyhempään kivennäismaahan. Syynä saattaa olla myös turvepaakun ilma- vuudesta johtuvat suotuisimmat kasvuolosuhteet.

Kaikilla mukana olleilla taimilajeilla keskimäärin ainakin 10 juurta oli päässyt loitontumaan paakusta. L ä h t e e n ja S i l t a s e n (1973) sekä L ä h t e e n ja M u t k a n (1974) mukaan kuusen ja männyn istutus- ja luonnontaimien pitkäjuurien määrä lisääntyi tasaisesti aina 50 cm:n verson pituuteen saakka, jolloin niitä oli 12—14 kpl. Tämän jälkeen istutustaimien pitkäjuurien määrä ei lisääntynyt olennaisesti verson kasvaessa. Suuruusluokka oli siis sama kuin tässä tutkimuksessa.

KIRJALLISUUS

- AALTONEN, V.T. 1939. Puiden juuristot ja metsänhoito. Referate: Das Wurzelwerk der Bäume und die Waldpflege. Metsänhoitajien jatkokurssit IV, 1938. Silva Fenn. 52:38—52.
- HUURI, O. 1968. Turveruokkuistutusten välituloksia. Metsätaloudellinen aikakauslehti 1968 (4):129—132.
- 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä, tiedustelun tuloksia. Summary: Tilting of planted pines; survey results. Folia For. 265:1—22.
- KAILA, S. & RÄSÄNEN, P. K. 1974. Paakkutaimien ja niiden käyttöluokituksen perusteet. Tutkimusraportti Metsähallitukselle. Moniste. 53 s.
- KINNUNEN, K. 1973. Tuloksia taimitarhatutkimuksista. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusosaston tiedonantoja 5:8—17.
- & LÄHDE, E. 1972. Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana. Summary: The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. Folia For. 158:1—23.
- , LIND, J. & LÄHDE, E. 1974. Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. Folia For. 212:1—26.
- KOZLOWSKI, T. H. 1971. Growth and development of trees. Volume II. Cambial growth, root growth and reproductive growth XIV. New York & London. 514 s.
- LAITAKARI, E. 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. Summary: The root system of pine (*Pinus silvestris*). A morphological investigation. Acta For. Fenn. 33:1—380.
- LEIKOLA, M. 1976. Metsäpuiden juuristojen tutkimuksen ongelmia. Metsä ja Puu 1976 (8):17—18.
- & RAULO, J. 1972. Tutkimuksia taimityyppi-
luokituksen laatimista varten II. Metsäntutkimuslaitoksen Metsänviljelyn koeosaston tiedonantoja 1:1—33.
- LÄHDE, E. 1972. Paperikenttien ja turveruokkujen lahoamisnopeus ja sen merkitys juurten kehitykselle Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusosaston tiedonantoja 3:6—15.
- & SILTANEN, S. 1973. Männyn taimien kunto ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of the root system and the condition of the pine (*Pinus silvestris* L.) seedling in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 78.7:1—31.
- & KINNUNEN, K. 1974. Paperikenttien ja turveruokkujen seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Summary: The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. Folia For. 197:1—19.
- & MUTKA, K. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 83.3:1—43.
- LYR, H. & HOFFMANN, G. 1967. Growth rates and growth periodicity of tree roots. International Review of Forestry Research Vol. 2. s. 181—236.
- METSÄMUURONEN, M., KAILA, S. & RÄSÄNEN, P.K. 1978. Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. Summary: First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973. Folia For. 349:1—36.
- NISULA, P. 1972a. Erilaisien rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. Metsäntutkimuslaitoksen Metsänviljelyn koeosaston tiedonantoja 5:1—21.
- 1972b. Rullataimien juurista. Metsä ja Puu 1972 (11): 17—19.
- PAAVONEN, A. 1977. Männyn istutustaimien juuriston kehitys käytännön uudistusaloilla Pohjois-Savossa ja Keski-Suomessa. Metsänhoitotieteen pro gradu-työ. 67 s.
- PARVIAINEN, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys. Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine. Folia For. 268:1—21.
- RÄSÄNEN, P.K. 1966. Paakkutaimien käytöstä ja kasvatusten menetelmistä. Metsätalouden siemen- ja taimineuvoston taimitoimikunnan tiedotuksia 2:1—5. Moniste.
- SUTTON, R. 1969. Form and development of Conifer Root System. Can. Dep. Fish. For., Techn. Comm. 7:1—131.
- SPITZENBERG, G. 1908. Über Missgestaltung des Wurzelsystems der Kiefer und über Kulturmethoden. Neudamm. 32 s.
- VALTANEN, J. 1972. Paakkutaimien käyttökelpoisuudesta metsänviljelyssä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusosaston tiedonantoja 2:1—5.
- 1977. Paakkutaimien kasvatusta ja käyttömahdollisuudet metsänviljelyssä. 1. Laboratoriokokeet. Metsänhoitotieteen lisensiaattityö. 119 s.
- WIBECK, E. 1923. Om missbildning av tallens rot-system vid spettplantering. Medd. Stat. Skogs-forskn. anst. 20:261—303.

ODC 232.329.6:181.36:232.411.5
ISBN 951-40-0429-9
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & LEMMETYINEN, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Abstract: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia For.* 419:1—19.

The investigation deals with the initial development of the root system and shoot of pine seedlings (after five growing seasons) grown in peat and paper pots of varying sizes. Bare-rooted seedlings and roll transplants were used as control material. Big paper pots allowed the seedlings to develop widely ramified root systems and led to better length and weight of shoots than the smaller paper pots. The size of peat pots affected in no way ramification of roots or shoot development. Bare-rooted transplants and roll transplants had the highest occurrence and peat pot seedlings the lowest occurrence of deformed roots.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.329.6:181.36:232.411.5
ISBN 951-40-0429-9
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & LEMMETYINEN, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Abstract: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia For.* 419:1—19.

The investigation deals with the initial development of the root system and shoot of pine seedlings (after five growing seasons) grown in peat and paper pots of varying sizes. Bare-rooted seedlings and roll transplants were used as control material. Big paper pots allowed the seedlings to develop widely ramified root systems and led to better length and weight of shoots than the smaller paper pots. The size of peat pots affected in no way ramification of roots or shoot development. Bare-rooted transplants and roll transplants had the highest occurrence and peat pot seedlings the lowest occurrence of deformed roots.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.329.6:181.36:232.411.5
ISBN 951-40-0429-9
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & LEMMETYINEN, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Abstract: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia For.* 419:1—19.

The investigation deals with the initial development of the root system and shoot of pine seedlings (after five growing seasons) grown in peat and paper pots of varying sizes. Bare-rooted seedlings and roll transplants were used as control material. Big paper pots allowed the seedlings to develop widely ramified root systems and led to better length and weight of shoots than the smaller paper pots. The size of peat pots affected in no way ramification of roots or shoot development. Bare-rooted transplants and roll transplants had the highest occurrence and peat pot seedlings the lowest occurrence of deformed roots.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.329.6:181.36:232.411.5
ISBN 951-40-0429-9
ISSN 0015-5543

KINNUNEN, K. & LEMMETYINEN, M. 1980. Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Abstract: Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball. *Folia For.* 419:1—19.

The investigation deals with the initial development of the root system and shoot of pine seedlings (after five growing seasons) grown in peat and paper pots of varying sizes. Bare-rooted seedlings and roll transplants were used as control material. Big paper pots allowed the seedlings to develop widely ramified root systems and led to better length and weight of shoots than the smaller paper pots. The size of peat pots affected in no way ramification of roots or shoot development. Bare-rooted transplants and roll transplants had the highest occurrence and peat pot seedlings the lowest occurrence of deformed roots.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa.
The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla.
Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta.
Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löyttyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhosta.
On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusalloilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa.
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoit-tamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon.
The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn-karisteen yhteydessä.
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla.
The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löyttyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976.
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan booripuutosalueella.
Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana.
Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlan-noitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979.
Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon.
The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.

- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet.
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä.
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin.
On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allappysyvyys 1969—1977.
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä.
Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.
Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa.
Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978.
Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester.
Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen
Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja.
Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Lévula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.
Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting on the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland.
IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männnyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista.
Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation.
Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341
Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.