

ODC

181,525
232,329

FOLIA FORESTALIA 197

IETSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1974

ERKKI LÄHDE JA KAARLO KINNUNEN

PAPERIKENNON JA TURVERUUKUN SEINÄN
LUJUUS JA TAIMIEN ALKUKEHITYS POHJOIS-
SUOMESSA

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE WALL
STRENGTH OF PAPER AND PEAT POTS AND
THE INITIAL DEVELOPMENT OF SEEDLINGS
IN NORTHERN FINLAND

- 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 määrittäminen sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen & 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-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmioitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: 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 tukki-putaaulukot.
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: Hakkuutähteiden talteenoton 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 kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—

Erkki Lähde ja Kaarlo Kinnunen

PAPERIKENNON JA TURVERUUKUN SEINÄN LUJUUS JA
TAIMIEN ALKUKEHITYS POHJOIS-SUOMESSA

The relationship between the wall strength of paper and peat pots and
the initial development of seedlings in northern Finland

ALKUSANAT

Käsillä olevan tutkimuksen ovat tekijät yhteisvoimin suunnitelleet. Kokeen perustamisesta ja mittausten valvonnasta on vastannut ensisijaisesti KAARLO KINNUNEN. ERKKI LÄHDE on viimeistellyt tutkimuksen yhteistyönä laaditun käsikirjoituksen julkaisukuntoon. Professorit PAAVO JUUTINEN ja RISTO SARVAS ovat ystävällisesti tarkastaneet käsikirjoituksen.

Tutkimus on Metsähallituksen ja Metsän-

tutkimuslaitoksen yhteistyösopimuksen mukaisesti tehty metsähallinnon Imarin taimitarhalla, jonka henkilökunta, erityisesti LuK TUULA ANTTILA, on avustanut monin tavoin tutkimuksen toteuttamisessa. Kaikille edellä mainituille henkilöille ja muille työn valmistukseen edistävästi vaikuttaneille haluamme lausua parhaat kiitoksemme.

Rovaniemellä elokuussa 1973

Erkki Lähde

Kaarlo Kinnunen

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	5
1. JOHDANTO	6
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	6
3. SÄÄSUHTEET	7
4. PAAKUN SEINÄN LUJUUS	8
4.1. Paakkujen rikkoutuminen	8
4.2. Paakun seinän lujuuteen vaikuttavia tekijöitä	9
5. TAIMIEN JUURISTON KEHITYS	11
5.1. Juurien kääntyminen paakun seinää vasten	11
5.2. Juurien kasvaminen paakun seinän läpi	11
5.3. Juurien kasvaminen paakun pohjasta	14
5.4. Juuriston kuivapaino	14
6. TAIMIEN VERSON KEHITYS	15
6.1. Verson pituus	15
6.2. Verson kuivapaino	17
7. VERSON JA JUURISTON KUIVAPAINON SUHDE	17
8. VILJELYN ONNISTUMINEN	17
9. KIRJALLISUUTTA	19

ABSTRACT

LÄHDE, ERKKI and KAARLO KINNUNEN. (For. Res. Inst., Rovaniemi, Finland). Paperikennon ja turveruukun 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.

Moisture has a crucial influence on the wall strength of paper and peat pots. The bursting strength of the wall decreases with increasing moisture. The bursting strength of the peat pot wall, even when dry, is considerably less than that of the strongest paper pot when soaking wet. In the soil the peat pots remain much

more moist than the paper pots. The wall strength of the paper pots, especially the Fh-pots, causes the roots of the seedlings to turn markedly along the inside of the wall, and all roots do not penetrate the wall even after two growing seasons. This occurs primarily in the cold boreal regions where the decomposition activity of the soil is generally low. The weakest quality of paper pots (Bh) and the peat pots do not cause this problem. Whether the turning of the roots will cause problems for the later development of the seedlings cannot be determined since the experiments are not yet completed.

SUMMARY

The present study is a preliminary investigation to determine how great a resistance the walls of various types of paper pots (Fh 408, Vh 508 and Bh 408) and one type of peat pot (FP 620) provide for the root development of pine, spruce and larch seedlings in the conditions of northern Finland and what other differences there may be in the initial development of seedlings grown in these pots. The seedlings for the experiment were raised in the nursery of Imari in Rovaniemi township and were planted on an experimental area located about 30 km southwest of the nursery (N 66° 25' and E 25° 00'). The seedlings when 7 weeks old, were planted in June-July on the tilts and shoulders of a plowed reforestation site. The experiment was repeated during two summers (1971 and 1972). The seedlings were sampled every second week in 1971 and only once in the fall of 1972.

According to the manufacturer, the Bh pots last 4–5 weeks, Vh pots last 6–8 weeks and Fh pots last 6–9 months in nursery conditions. According to the present study, moisture has a crucial influence on the strength of both the paper and the peat wall material. The bursting strength of the walls of both types of pots is decreased with increasing moisture. The strength of the peat-pot wall is, even when dry, considerably less than that of the strongest qualities of paper pots (Fh and Vh) when soaking wet. The peat wall is, when as dry as manufactured, equally as strong as the weakest paper-pot quality (Bh) containing 40 % moisture. In the soil the peat pot retained moisture far better than the paper pots.

The number of roots turning along the inside wall of the container was greatest in the Fh pots, and the difference between the Bh pot and the FP peat pot was significant

immediately after planting and increased with time. The results during both summers were similar. At the end of the second growing season the number of turned roots in the Fh pots was 4.3 roots/pot and was 5–7 times greater than in the other pots. After the first growing season, the number was 3–4 times greater.

With respect to the number of turned roots, the differences between tree species were not significant. Also, the number of turned roots was not significantly influenced by the effects of the planting spot, tilt or shoulder, and the soil, sediment or glacial till.

Three times as many roots penetrated the walls of Bh pots and FP peat pots during one growing season compared to those penetrating the strongest quality of peat pots. After the second growing season, the number of penetrating roots was the same for Fh and Bh pots but about twice as large in the FP peat pots.

Pine roots most frequently penetrated the wall, while larch roots penetrated least. More roots penetrated walls of pots planted on the shoulder, compared to those planted on the tilt. There were no clear differences between seedlings planted in sediment and glacial till. The number of roots growing out through the open bottom of the paper pots into the surrounding soil was large, especially for the Fh pots, and even greater than the number penetrating the wall. At least when planted on the shoulder, the roots which grew through the bottom of the pot probably reached too deep, considering the cold boreal conditions and normal seedling development.

With respect to other aspects of seedling development, it was found that the larch grew most rapidly and that the differences between

growth of pine and spruce were small. The shoot and roots were heaviest in seedlings raised in Fh pots and lightest in those grown in FP peat pots. The differences in seedling height were similar. The dry weights of shoots and roots were different for different tree species. They were considerably greater for pine than for spruce and larch; and after the second growing season, were greater than after the first. The survival percentage of the planted seedlings was largest for the Bh pots and smallest for the Fh pots. The differences were not, however, statistically significant. Survival appeared to be greatest for pine and least for larch.

Far-reaching conclusions cannot be made on the basis of the obtained results, due to the short duration of the experiment. Even if the initial development of the seedlings appeared to be most rapid in the Fh pots, it does not at all mean that the material would be the best for the later development of the seedlings. Indications of difficulties which might be expected for the seedlings in the Fh pots are provided by the roots turning along the inside of the container wall and growing through the bottom into the surrounding soil. Similar difficulties do not seem to occur for seedlings in the Bh pots and peat pots with their weaker wall material. It is most important, regardless of the container material, that the walls are constantly kept sufficiently moist and are thoroughly wetted before planting. In order to overcome the difficulties provided by the cold boreal conditions and the strong wall paper quality of the Fh pots, one method would be to modify the paper material or perforate it before use.

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä pyritään alustavasti selvittämään, kuinka suuren esteen erilaisten paperikennojen (Fh 408, Vh 508 ja Bh 408) ja turveruukun (FP 620) seinä muodostaa männyn, kuusen ja lehtikuusen taimien juuriston kehitykselle Pohjois-Suomen olosuhteissa ja minkälaisia eroja on ko. paakkutaimien muussa alkukehityksessä. Koetaimet kasvatettiin Imarin taimitarhalla Rovaniemen maalaiskunnassa ja ne istutettiin koekentälle, joka sijaitsee n. 30 km taimitarhalla lounaaseen (66° 25'N; 25° 00'E). Viljely tehtiin kesä-heinäkuun vaihteessa pienarauralla auratun uudistusalan palteeseen ja pientareeseen. Taimet olivat 7 viikon ikäisiä. Koe toistettiin kahtena kesänä (1971 ja 1972) ja näytteet koetaimista otettiin 2 viikon välein kesällä 1971 ja vain kerran syksyllä 1972.

Valmistajan mukaan Bh-kennot kestävät taimitarhakasvatuksessa 4–5 viikkoa, Vh-kennot 6–8 viikkoa ja Fh-kennot 6–9 kuukautta. Tämän tutkimuksen mukaan kosteudella on ratkaiseva vaikutus sekä paperin että turvemassan lujuteen. Kaikkien paakkumateriaalien seinän puhkaisulujuus pienenee kosteuden suuressa. Turveruukun seinän puhkaisulujuus on jo kuivana huomattavasti pienempi kuin vahvimpien paperilaatujen (Fh ja Vh) läpimärkinä. Turveseinä on valmistuskuivana yhtä lujaa kuin heikoin paperimateriaali (Bh) n. 40 %:n kosteana. Maastossa turveruukku pysyi huomattavasti kosteampana kuin paperikennot.

Paakun seinää vasten kääntyneiden juurien määrä oli suurin Fh-kennoissa ja ero Bh-kennoon ja FP-turveruukkuun oli merkitsevä heti viljelyajankohdasta lähtien ja voimistui ajan kuluessa. Tulokset kumpanakin kesänä olivat samansuuntaiset. Toisen kasvukauden lopulla Fh-kennossa kääntyneiden juurien lukumäärä oli 4.3 kpl/paakku ja se oli 5–7 kertaa suurempi kuin muilla paakuilla. Ensimmäisen kasvukauden jälkeen se oli 3–4 kertainen.

Puulajien välillä erot eivät olleet olennaisia. Myöskään viljelykohtien, palteen ja pientareen, välillä ei ollut sanottavaa eroa, kuten ei myöskään lajittuneen ja moreenimaan välillä.

Vahvimman paperilaadun läpi kasvoi yhden kesän aikana vain 1/3 siitä määrästä juuria, mitä

Bh-kennon ja FP-turveruukun seinän läpi kasvoi. Toisen kasvukauden jälkeen määrä oli samansuuruinen sekä Fh- että Bh-kennolla, mutta FP-turveruukussa se oli lähes kaksinkertainen kennolaatuihin verrattuna.

Männyllä paakun seinän läpi kasvoi eniten juuria ja lehtikuusella vähiten. Pientareessa paakun seinän läpi kasvoi enemmän juuria kuin palteessa. Erot lajittuneen ja moreenimaan välillä eivät olleet selviä. Varsinkin Fh-kennossa paakun pohjan kautta ympäröivään maahan kasvaneiden juurien määrä oli suuri ja jopa suurempi kuin paakun seinän läpi kasvaneiden määrä. Paakun pohjan kautta kasvaneet juuret joutuvat pohjoisissa, kylmissä olosuhteissa todennäköisesti ainakin pientareessa luontaiseen kehitykseensä nähden liian syväälle.

Taimien muusta alkukehityksestä voitiin todeta, että lehtikuusi kasvoi nopeimmin, mutta että kuusen ja männyn kasvun väliset erot olivat vähäisiä. Taimien verso ja juuristo olivat Fh-kennoissa painavimmat ja FP-turveruukussa kevyimmät. Erot taimien pituudessa olivat samansuuntaisia. Verson ja juuriston kuivapainojen suhteessa oli puulajien välillä eroa. Männyllä se oli huomattavasti suurempi kuin kuusella ja lehtikuusella, samoin toisen kasvukauden jälkeen se oli suurempi kuin ensimmäisen. Viljelyn onnistumissadannes oli suurin Bh-kennoilla ja pienin Fh-kennoilla. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastomatemattisesti merkitseviä. Männyn viljely näytti onnistuneen parhaiten ja lehtikuusen huonoimmin.

Tulosten perusteella ei kokeiden lyhytaikaisuudesta johtuen voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Vaikka taimien alkukehitys näytti olevan nopeinta Fh-kennoissa, ei sen suinkaan tarvitse merkitä, että kyseinen materiaali olisi taimien myöhemmän kehityksen kannalta edullisin. Viitteitä mahdollisista vaikeuksista tulevaisuudessa antavat tulokset Fh-kennoissa tapahtuneesta juurien kääntymisestä paakun seinää vasten ja niiden kasvusta paakun pohjan kautta ympäröivään maahan. Samanlaisia vaikeuksia ei näytä olevan heikommissäisissä Bh-kennoissa ja turveruukussa.

Tärkeätä on joka tapauksessa paakkumateriaalista riippumatta se, että paakut pidetään koko kasvatuksen ajan riittävän kosteina ja kastellaan perusteellisesti ennen viljelyä. Eräs keino

pohjoisen kylmistä olosuhteista ja Fh-kennon lujasta paperilaadusta aiheutuvien vaikeuksien voittamiseksi on paperin rakenteen muuttaminen tai sen rei'ittäminen ennen käyttöä.

1. JOHDANTO

Ilmastosta ja maan epäedullisista fysikaalisista ominaisuuksista johtuen orgaanisen aineksen hajaantuminen heikkenee voimakkaasti maassamme siirryttäessä etelästä pohjoiseen (MIKOLA 1960, LÄHDE 1972). Tämä ilmiö johtuu siitä, että maamme on pohjois-eteläsuunnassa suhteellisen pitkä ja pohjoisimmat alueet ulottuvat erittäin ankariin ilmasto-oloihin. Selluloosan hajoitusnopeuden mittausta on eräs yksinkertaisimmista menetelmistä, jonka avulla maan biologista hajoitusaktiiviteettiä voidaan mitata. LÄHTEEN (1972) mukaan siirryttäessä Pohjoismaissa toisaalta etelästä pohjoiseen ja toisaalta lehtipuumetsiköstä tai männiköstä kuusikkoon selluloosan hajaantumisenopeus maassa heikkenee huomattavasti. Utsjoen Kevolla männikössä selluloosan hajaantuminen maassa vuoden aikana on korkeintaan vain n. kymmenesosa ruoveteläiseen männikköön verrattuna. Ruovedellä se on kuusikossa n. 2/3 vastaavaan männikköön verrattuna. Koivu vaikuttaa jo sekapuuna hajaantumista nopeutavasti (LÄHDE 1966).

Hajotusaktiiviteetin voimakas heikentyminen etelästä pohjoiseen siirryttäessä vaikuttaa luonnollisesti myös erilaisten metsänviljelyssä käytettävien paakkujen seinän hajoamisnopeuteen

viljelykohteessa. Maastossa on joissakin tapauksissa todettu paakkutaimien juurien sykkyröitymistä. Ohutkin seinä saattaa estää esim. veden kapillaarista kulkeutumista. Tällöin kosteusero paakun ja ympäröivän maan välillä voi olla huomattava. Joissakin tapauksissa saattaa paakun seinä olla myös mekaanisena esteenä juurien kasvulle.

Paakkutaimien käyttö on viime vuosina lisääntynyt nopeasti erityisesti Pohjois-Suomessa. Käytössä olevat taimityypit ovat kennotaimet, turveruokkutaimet ja Nisulan rullataimet. Sekä kenno- että turveruokkutaimet istutetaan sellaisenaan, mutta Nisulan rullataimista poistetaan muovikelmu ennen istutusta. Vaikka esim. kennotaimien myöhemmästä kehityksestä ei kokeellisesti paljonkaan tiedetä, on taimitarhoilla Pohjois-Suomessa siirrytty lähes yksinomaan niiden käyttöön männyn taimien tuotannossa.

Tässä tutkimuksessa pyritään alustavasti selvittämään, miten suuren esteen erilaisten paakkujen seinä muodostaa juuriston kehitykselle erilaisissa kasvuolosuhteissa ja vaikuttaako erilaisten paakkujen seinän laatu taimien muuhun alkukehitykseen.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

Koetaimet kasvatettiin ja laboratoriotutkimukset tehtiin metsähallinnon Imarin taimitarhalla. Maastokoealue sijaitsi v. 1970 piennarauralla auratulla alueella Muurolassa Rovaniemen hoitoalueen maalla. Samalla avohakkuu-alueella oli sekä viljavaa moreeni- että viljavaa

lajittunutta maata. Vuoden 1971 viljely tehtiin kummallakin kasvupaikalla sekä palteeseen että pientareeseen.

Tutkittavina paakkulajeina olivat kesällä 1971 Fh 408- ja Bh 408-kenno sekä FP 620-turveruokku. Kesällä 1972 tutkittiin edellä mainit-

tujen lisäksi Fh 408-läppäkennoa ja Vh 508-kennoa. Fh- ja Bh-kenno poikkeavat toisistaan ainoastaan paperin laadun puolesta, Fh on lujempaa. Mitat sen sijaan ovat samat: korkeus 7.5 cm ja läpimitta 3.8 cm. Fh 408-läppäkennossa on 18 halkaisijaltaan 1 cm:n kokoista puolipyörän muotoista läppää. Vh 508-kennon korkeus on 7.5 cm ja läpimitta 5 cm, FP 620-turveruukun korkeus on 8 cm ja neliön sivun pituus ruukun suulta mitattuna 5 cm. Fh- ja Bh-kennojen tilavuus on 70 ml, Vh-kennon 122 ml ja turveruukun 95 ml.

Kokeessa oli mukana kolme puulajia: mänty, kuusi ja lehtikuusi. Käytetty siemen oli paikallista alkuperää. Kylvö tehtiin taimitarhalla 18.5. ja istutus maastoon 5.–7.7. Taimet olivat siten istutettaessa 7 viikon ikäisiä. Paakut kasteltiin perusteellisesti ennen istutusta. Näytteenotto taimitarhalla aloitettiin 3 viikon kuluttua kylvöstä (8.6.). Sitä jatkettiin viikon välein istutus hetkeen saakka, minkä jälkeen näytteet otettiin samoina päivinä kuin maastosta. Ensimmäinen näyte-erä maastosta otettiin 19.7.–71, ja näytteenotto jatkui 2 viikon välein syyskuun 13. päivään saakka. Näytteen suuruus oli 10 paakua/käsittely.

Paakuista laskettiin seinän läpi kasvaneiden juurien kärkien lukumäärä ja seinää vasten käänntyneiden juurien lukumäärä. Männyn osalta mitattiin lisäksi paakun seinän kosteus ja sen puh-

kaisulujuus sekä paakun ja sitä ympäröivän maan kosteus.

Kesän 1972 kokeessa viljeltiin ainoastaan mäntyä moreenimaalle pientareeseen. Paakkulajeja sen sijaan lisättiin kahdella, kuten jo edellä todettiin. Mukaan otettiin myös Fh 408-läppäkenno ja Vh 508-kenno. Taimien kasvatus kesällä 1972 aloitettiin 10.5. ja ensimmäinen näyte taimitarhalla otettiin 30.6. taimien ollessa n. 7 viikon ikäisiä. Samaan aikaan osa taimista vietiin maastoon. Ennen istutusta paakut kasteltiin perusteellisesti. Tästä lähtien näytteet otettiin 2 viikon välein sekä taimitarhalla että maastosta. Näytteenotto jatkui 6.9. saakka. Syksyllä 1972 otettiin näyte myös edellisenä kesänä istutetuista taimista. Taimista tutkittiin sekä juuriston että verson kehitystä. Verson pituus mitattiin juurenniskasta päätesilmun kärkeen mm:n tarkkuudella. Verson ja juuriston kuivapaino mitattiin analyysiväällä mg:n tarkkuudella. Varianssianalyysillä tutkittiin, oliko verson pituudessa ja kuivapainossa sekä juuriston kuivapainossa merkitseviä eroja paakkulajien välillä, ja eroja verrattiin t-testillä parittain toisiinsa. Samoin varianssianalyysiä käytettiin selvitetessä paakkulajin, puulajin, viljelykohdan ja kasvupaikan maalajin vaikutusta juurien kasvamiseen paakun seinän läpi ja käänntymiseen sitä vasten. Eri tekijöiden vaikutusta analysoitiin sekä erikseen että yhdessä.

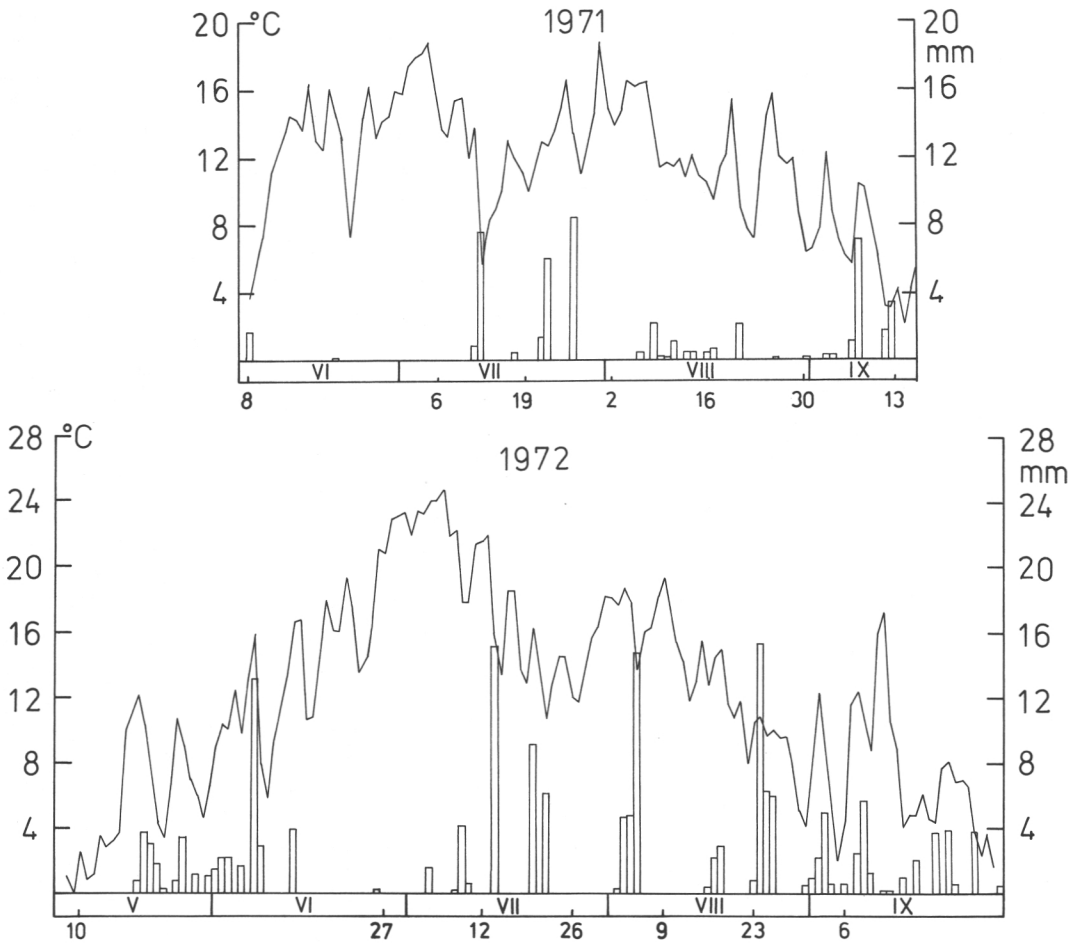
3. SÄÄSUHTEET

Ilman lämpötila ja sadanta mitattiin Imarin taimitarhalla, joka sijaitsee n. 30 km viljelykoekentästä koilliseen. Ilman lämpötila mitattiin termografilla 2 m:n korkeudelta maanpinnasta. Taimitarhan korkeus merenpinnasta on 95 m. Koekenttä on 65 m korkeammalla eli 160 m merenpinnan yläpuolella. Imarissa lämpösumma kohosi v. 1971 825 d.d.:hen (kuva 1). Jos lasketaan, että lämpösumma pienenee 1.1 d.d./m vertikaalisuunnassa (SARVAS 1970), saadaan koekentälle lämpösummaksi 754 d.d.. Käytettäessä Ilmatieteen laitoksen suosittelemaa arvoa 0.7 d.d./m, koekentän lämpösumma olisi

780 d.d.:tä. Kesä 1971 oli hiukan keskimääräistä kylmempi.

Kesä 1972 puolestaan oli tuntuvasti keskimääräistä lämpimämpi. Lämpösumma Imarissa oli 1074 d.d. yksikköä eli n. 250 d.d. korkeampi kuin v. 1971. Korkeuskorjauksen arvolla 1.1 d.d./m koekentän lämpösummaksi saadaan 1003 d.d. ja arvolla 0.7 d.d./m 1029 d.d. yksikköä. Näin korkea lämpösumma on poikkeuksellista Rovaniemen tienoilla.

Sademäärä oli v. 1971 kesäkuun alusta syyskuun loppuun 95 mm ja vastaavasti kesällä 1972 158 mm (kuva 1).



Kuva 1. Sadanta (pylväät) ja ilman vuorokautinen keskilämpötila(—) Imarissa kesällä 1971 ja 1972.
 Fig. 1. Precipitation (bars) and daily mean air temperature (—) in Imari during 1971 and 1972.

4. PAAKUN SEINÄN LUJUUS

4.1. Paakkujen rikkoutuminen

Fh-kennon paperi on lujin metsäpuiden taimien kasvatuksessa käytettyjen kennon pape-reista ja Bh-kennon heikoin. Valmistajan mukaan Bh-kennot kestävät taimitarhakasvatuksessa 4–5 viikkoa, Vh-kennot 6–8 viikkoa ja Fh-kennot 6–9 kuukautta.

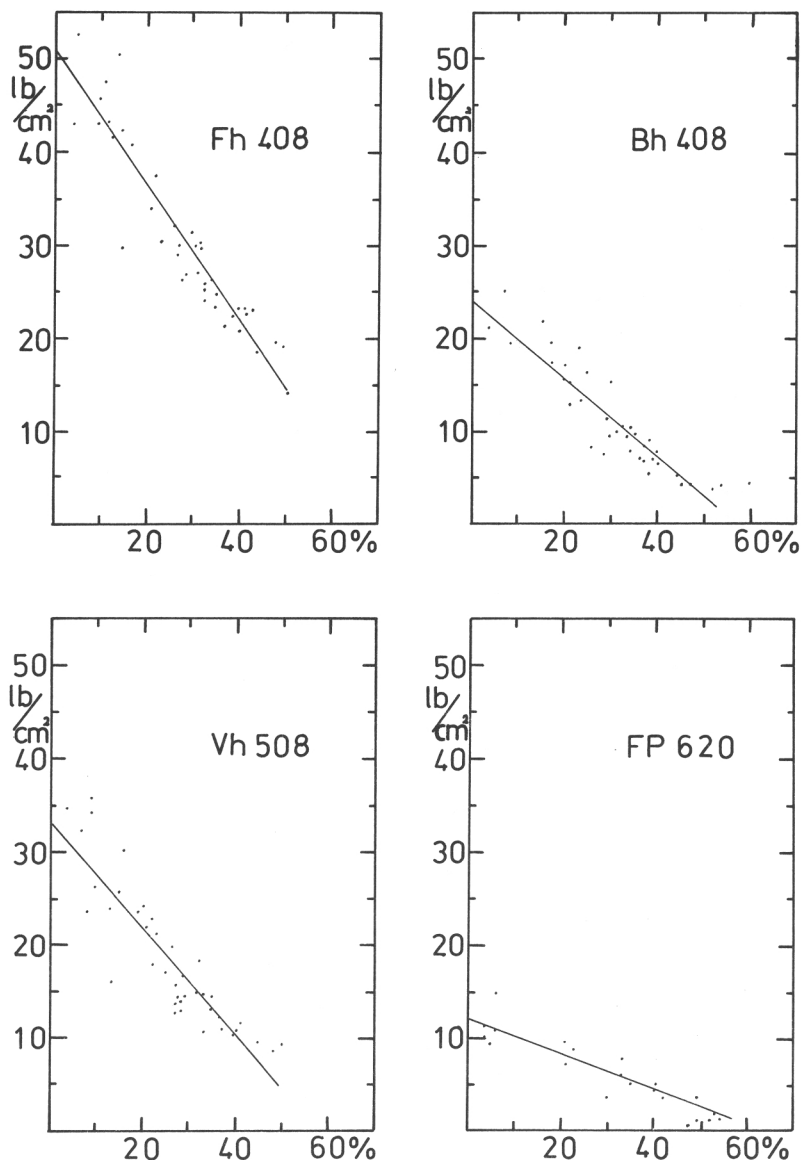
Tässä tutkimuksessa kaikki paakut istutet-

tiin, kun kylvästä oli kulunut 7 viikkoa. Kasvatusaika taimitarhalla oli nähtävästi siten liian pitkä Bh-kennoille. Niinpä Bh-kennoista rikkoutui istutusvaiheessa keskimäärin 75 %. Turveruukuista rikkoutui istutusvaiheessa n. 60 %, mutta Fh-kennoista vain n. 5 %. Runsaalla kastelulla ennen istutusta oli myös ratkaiseva vaikutus paakkujen rikkoutumiseen.

4.2. Paakun seinän lujuuteen vaikuttavia tekijöitä

Kosteudella oli ratkaiseva vaikutus sekä paperin että turvemassan lujuuteen. Kuvassa 2 nähdään eri paakkulajien seinän puhkaisulujuudet kosteuden funktiona. Tässä tapauksessa on kostutettu vielä käyttämätöntä materiaalia. Kuvassa 2 esitetään myös regressiosuorien yhtälöt ja korrelaatiokertoimet kullekin materiaalille.

Puhkaisulujuus pienenee kosteuden lisääntyessä sitä jyrkemmin mitä lujempi aine on kuivana. Paperin kyky imeä vettä loppuu kosteuspitoisuuden noustessa 50–60 %:iin märkäpainosta. Tällöin myös kuvaaja kääntyy vaakasuoraksi. Turpeen puhkaisulujuus on jo kuivana huomattavasti pienempi kuin vahvimpien (Fh ja Vh) paperilaatujen läpimärkinä. Turveseinä on kuivana yhtä lujaa kuin heikoin paperilaatu (Bh) n. 40 %:n kosteana.



Kuva 2. Erilaisten paakkumateriaalien seinän puhkaisulujuuden riippuvuus seinän kosteuspitoisuudesta.
Fig. 2. The relationship between moisture content of various container materials and their bursting strength.

Taulukko 1. Paakun seinän kosteus (a = % märkäpainosta) ja puhkaisulujuus (b = lb/cm²) maastossa eri aikoina ryhmiteltynä paakkulajin, maalajin ja viljelykohdan mukaan. Mänty, viljely 1971-07-06. . .07.
 Table 1. Moisture content (a = percentage of wet weight) of container material and bursting strength (b = lb/cm²) in the field at different times according to kind of container, soil type, and planting spot. Pine planted 1971-07-06. . .07.

Mittausaika Measurement time	Paakkulaji Kind of container				Maalaji Soil type				Viljelykohta Planting spot					
	Fh 408		Bh 408		FP 620		Hiekka Sand		Hiekkamoreeni Sandy till		Palle Till		Piennar Shoulder	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
71-07-19	33	8	25	1	63	Δ	49	3	45	3	40	3	59	3
71-08-02	35	4	33	Δ	50	Δ	40	1	35	2	40	2	45	1
71-08-16	32	4	35	Δ	60	Δ	43	1	47	2	43	2	48	1
71-08-30	18	6	21	1	50	Δ	23	2	37	2	25	3	40	1
71-09-13	30	4	26	Δ	55	Δ	37	2	43	1	30	2	48	1

Mikrobien maassa tapahtuvan hajotustoiminnan eli maatumisen seurauksena paakkumateriaalit heikkenevät (taulukko 1). FP 620-turveruukun puhkaisulujuus putosi ensimmäisenä tutkimuskesänä lähelle nolaa taimitarhamaassa jo 3 viikon kuluttua kylvöstä, kun sen kosteus oli n. 62 %. Fh-408-kennon puhkaisulujuus oli samaan aikaan 8.9 lb./cm² ja kosteuspitoisuus 40 %. Vastaavasti Bh-kennon puhkaisulujuus oli 3.2 lb./cm² ja kosteus-% 29. Paperilaatujen lujuudet olivat pudonneet siis n. 10 lb.:tä 3 viikon kuluessa maatumisen seurauksena (vrt. kuva 2). Noin kuukauden kuluttua istutuksesta putosi Fh-kennon puhkaisulujuus n. 4 lb./hen/cm², mutta sen jälkeen paperin puhkaisulujuus ei näyttänyt enää heikkenevän puolentoista kuukauden kuluessakaan. Sama ilmiö oli nähtä-

vissä Bh-kennon maatumisessa. Erityisesti on syytä panna merkille elokuun lopussa tehdyt mittaukset. Silloin pitkän kuivan kauden seurauksena paakkumateriaalit olivat kuivuneet huomattavasti ja sen seurauksena paperikennojen puhkaisulujuus oli myös noussut (taulukko 1).

Maastossa turveruukku pysyi huomattavasti kosteampana kuin paperikennot. Sen sijaan Fh- ja Bh-kennojen kosteuspitoisuudessa ei ollut oleellisia eroja.

Maalajilla ei näyttänyt olevan oleellisesti erilaista vaikutusta eri paakkumateriaalien puhkaisulujuuteen eikä kosteuspitoisuuteen. Sen sijaan pientareessa paakun seinä pysyi kosteampana ja siitä johtuen heikompana kuin palteessa.

5. TAIMIEN JUURISTON KEHITYS

5.1. Juurien kääntyminen paakun seinää vasten

Seinää vasten kääntyneiden juurien määrä oli suurin Fh 408-kennoissa, Bh 408-kennon ja FP 620-turveruukun välillä ei ollut merkitsevää eroa (taulukot 2 ja 3). Kääntyneiden juurien määrä pysyi likipitään samana elokuun alusta syyskuun puoliväliin saakka kaikilla paakkulajeilla. Ero Fh-kennolajien ja muiden paakkumateriaalien välillä oli merkitsevä kaikilla mittauskerroilla, ja merkitsevyys kasvoi myöhempään mittauseriin siirryttäessä. Puulajien väliset erot vaihtelivat jonkin verran eri mittauserien välillä. Kolmessa ensimmäisessä mittauksessa männyllä oli eniten seinää vasten kääntyneitä juuria, mutta sen jälkeen kuusen ja lehtikuusen kääntyneiden juurien määrä oli suurempi. Palteen ja pientareen välillä ei ollut juuri eroa, ei myöskään lajittuneen ja moreeni-maan välillä, paitsi pitkän kuivan kauden jälkeen elokuun lopulla (taulukot 2 ja 3).

Mittaustulokset toisen kesän lopulta osoittavat samojen merkitsevyyserojen säilyneen eri paakkulajien ja tekijöiden välillä. Kuitenkin paakun seinää vasten kääntyneiden juurien määrä oli vähentynyt huomattavasti. Niinpä Fh-kennossa kääntyneiden juurien määrä oli

pudonnut 4.3 kpl:een/paakku ollen edelleen muihin paakkulajeihin verrattuna 5–7 kertaa suurempi, kun se ensimmäisen kesän jälkeen oli 3–4 kertaa suurempi. Eron suureneminen johtui siitä, että sekä Bh-kennossa että FP-turveruukussa seinää vasten kääntyneiden juurien keskimäärä oli pudonnut alle yhden kappaleen paakku kohti.

5.2. Juurien kasvaminen paakun seinän läpi

Keväällä 1971 istutetuilla taimilla tulokset olivat hyvin samansuuntaisia sekä taimitarhassa että metsämaassa. Vahvimman paperikennolaadun Fh:n läpi kasvoi yhden kesän kuluessa n. 1/3 siitä määrästä juuria, mitä Bh-kennon ja FP-turveruukun läpi kasvoi. Erot juuren seinän läpäisyssä paakkulajien välillä näkyivät jo ensimmäisellä mittauskerralla taimien ollessa vasta 7 viikon ikäisiä ja erot olivat havaittavissa sen jälkeen kaikissa mittauserissä (taulukot 4 ja 5). Tilastomatemattinen ero kasvoi taimien iän lisääntyessä. Paakun seinän läpi kasvaneiden juurien lukumäärä kasvoi kaikilla paakkulajeilla elokuun loppuun asti, mutta syyskuun puolivälin mittaukset osoittivat läpi kasvaneiden

Taulukko 2. Paakun seinää vasten kääntyneiden juurien määrä eri aikoina ryhmiteltyinä paakkulajin, puulajin, viljelykohdan ja maalajin mukaan.
 Table 2. Number of roots growing along the container wall at various time according to kind of container, tree species, planting spot and soil type.

Mittaus- aika Measure- ment time	Paakkulaji Kind of container			Puulaji Tree species			Viljelykohta Planting spot			Maalaji Soil type		Turve Peat
	Fh 408	Bh 408	FP 620	Pinus silves- tris	Picea abies	Larix sibi- rica	Palle Tilt	Piennar Shoulder	Hiekka Sand	Hiekka- moreeni Sandy till		
71-07-19	6.0	1.7	3.1	4.9	3.2	2.7	3.2	3.6	3.8	3.4	7.5	
71-08-02	11.3	2.1	4.3	7.8	4.6	5.3	5.9	6.0	6.3	5.5	7.1	
71-08-16	10.2	2.9	3.7	7.6	5.5	3.8	4.8	6.1	6.3	4.6	7.2	
71-08-30	11.0	4.9	4.2	5.8	7.3	4.2	6.3	5.6	6.7	5.0	6.7	
71-09-13	11.3	1.6	2.4	4.4	5.1	5.8	5.0	5.2	5.1	5.1	16.6	
72-08-29	4.3	0.8	0.6	2.2	1.7	1.7	1.8	1.9	1.7	2.0	—	

Taulukko 3. Taulukossa 2 esitettyjen tulosten tilastomatemattiset testaukset, K = paakkulaji, P = puulaji, V = viljelykohta, M = maalaji. Luvut ovat F-arvoja. Merkitsevyudet: o = riskitaso 10 %, x = 5 %, xx = 1 %, xxx = 0.1 %, — = ei laskettu.

Table 3. Statistical tests of the results in table 2. K = Kind of container, P = Tree species, V = Planting spot, M = Soil type. The numbers are F-values. Levels of probability: o = 10 %, x = 5 %, xx = 1 %, xxx = 0.1 %, — = not tested.

Mittausaika Measurement time	Tunnus — Symbol													
	K	P	V	M	KP	KV	PV	KM	PM	VM	KPV	KPM	KVM	PVM
71-07-19	7.7 ^x													
71-08-02	13.5 ^x													
71-08-16	27.2 ^x	5.8 ^x												
71-08-30	326.0 ^{xxx}	41.7 ^{xx}	4.9 ^o	32.4 ^{xx}	17.1 ^{xx}	4.6 ^o	6.3 ^o	13.1 ^x	69.9 ^{xxx}	8.1 ^x		14.7 ^x		
71-09-13	374.0 ^{xxx}	9.2 ^x			11.8 ^{xx}		20.4 ^{xx}	4.4 ^o	17.7 ^x		10.5 ^x	16.8 ^{xx}	8.7 ^x	5.4 ^o
72-08-29	222.5 ^{xxx}	3.6 ^x	3.8 ^o	—	5.2 ^{xxx}	3.9 ^x	—	3.9 ^x	—	—	—	—	—	—

Taulukko 4. Paakun seinän läpi kasvaneiden juurien määrä eri aikoina ryhmiteltyinä paakkulajin, puulajin, viljelykohdan ja maalajin mukaan.
 Table 4. Number of roots penetrating the container wall at various times according to kind of container, tree species, planting spot and soil type.

Mittaus- aika Measure- ment time	Paakkulaji Kind of container			Puulaji Tree species			Viljelykohta Planting spot			Maalaji Soil Type		Turve Peat
	Fh 408	Bh 408	FP 620	Pinus silves- tris	Picea abies	Larix sibi- rica	Palle Tilt	Piennar Shoulder	Hiekka Sand	Hiekka- moreeni Sandy till		
71-07-19	1.0	6.0	5.8	5.0	4.1	4.8	3.8	4.8	4.0	4.5	7.1	
71-08-02	3.3	8.9	12.5	9.4	8.5	6.9	8.2	8.3	9.0	7.5	15.2	
71-08-16	5.5	15.0	18.4	15.0	14.6	10.5	12.6	14.2	15.0	11.8	12.0	
71-08-30	8.0	23.4	20.7	23.0	17.3	12.8	16.9	18.3	18.5	16.6	20.6	
71-09-13	5.9	12.3	19.0	16.5	15.4	11.9	12.0	16.1	15.5	14.0	23.1	
72-08-19	10.1	10.8	17.0	15.2	13.2	9.5	11.6	13.7	11.6	13.7	—	

Taulukko 5. Taulukossa 4 esitettyjen tulosten tilastomatemattiset testaukset. K = paakkulaji, P = puulaji, V = viljelykohta, M = maalaji. Luvut ovat F-arvoja. Merkitsevyydet: o = riskitaso 10 %, x = 5 %, xx = 1 %, xxx = 0.1 %.
 Table 5. Statistical tests of the results in table 4. K = Kind of container, P = Tree species, V = Planting spot, M = Soil type. The numbers are F-values. Levels of probability: o = 10 %, x = 5 %, xx = 1 %, xxx = 0.1 %.

Mittaus- aika Measurement time	Tunnus — Symbol									
	K	P	V	M	KP	KV	KM	PM	KPM	PVM
71-07-19	13.2 ^x									
71-08-02	38.5 ^{xxx}									
71-08-16	105.5 ^{xxxx}	14.0 ^x		17.1 ^x				7.4 ^x		
71-08-30	80.5 ^{xxxx}	22.0 ^{xxx}		5.3 ^o	6.3 ^o					
71-09-13	210.8 ^{xxxx}	22.5 ^{xxx}	9.8 ^x	7.9 ^x		14.0 ^x	5.4 ^o		9.4 ^x	4.4 ^o
71-08-29	39.9 ^{xxxx}	27.8 ^{xxxx}	20.7 ^{xxx}	21.2 ^{xxxx}	8.1 ^{xxx}		5.6 ^{xxxx}		ei laskettu not tested	

juurien määrän vähentyneen elokuun loppuun verrattuna taimitarhamaata lukuun ottamatta. Syy po. ilmiöihin on oletettavissa sääolojen muuttumisesta syksyllä (vrt. kuva 1). Ilmiö oli havaittavissa johdonmukaisesti kaikilla paakkulajeilla. Bh-kennossa ja FP-turveruukussa seinän läpäisseiden juurien lukumäärä oli samansuuruinen, kuitenkin se oli useimmissa tapauksissa turveruukussa hiukan suurempi (taulukot 4 ja 5).

Puulajien välillä ei ollut merkitsevää eroa kahdella ensimmäisellä mittauksella. Kolmannessa mittauksessa (16.8.) ero oli merkitsevä ja merkitsevyys kasvoi kahdessa myöhemmässä mittauksessa. Männyllä paakun seinän läpi kasvoi eniten juuria, lehtikuusella vähiten. Ero männyn ja kuusen välillä ei ollut suuri.

Pientareessa taimen juuret kasvoivat hiukan runsaammin paakun seinän läpi kuin palteessa. Ero oli merkitsevä myöhäisimmässä mittauksessa. Lajittuneessa hiekkamaassa paakun seinän läpi kasvaneiden juurien lukumäärä oli suurempi kuin hiekkamoreenissa. Ero oli merkitsevä kolmessa myöhäisimmässä mittauksessa.

Syksyllä 1972 oli seinän läpi kasvaneiden juurien määrä kasvanut Fh 408-kennoissa ja se oli melkein samansuuruinen kuin Bh 408-kennoissa, joissa taas seinän läpi kasvaneiden juurien määrä oli pienempi kuin edellisenä syksynä. Turveruukussa seinän läpäisseiden juurien määrä oli myös hiukan pienempi kuin ensimmäisenä syksynä. Vähentymisen johtunee juurien normaalista kuolemista ja siitä, että pääosa juurien edelleen haaroittumisesta tapahtui jo ympäröivässä maassa eikä enää paakun sisällä.

Männyllä oli edelleen paakun seinän läpi kasvaneita juuria eniten ja lehtikuusella vähiten ja erot puulajien välillä olivat merkitseviä. Myös pientareessa seinän läpi kasvaneiden juurien

määrä oli pysynyt suurempana kuin palteessa, sen sijaan maalajien välillä oli tapahtunut muutos siten, että moreenimaassa oli enemmän seinän läpäisseitä juuria kuin lajittuneessa maassa. Kaikki edellä esitetyt erot olivat myös tilastollisesti merkitseviä 0.1 %:n riskitasolla. Myös paakku- ja puulajien sekä paakku- ja maalajien yhteisvaikutuksissa oli merkitseviä eroja 0.1 %:n riskitasolla.

5.3. Juurien kasvaminen paakun pohjasta

Toisena syksynä (1972) taimista mitattiin myös paakun pohjan kautta maahan kasvaneiden juurien määrä. Kummassakaan tutkitussa kennolajissa ei ole paperia pohjassa, vaan juuret voivat paperin estämättä kasvaa syvyyssuuntaan. Turveruukussa sen sijaan pohja on samasta materiaalista kuin paakun seinätkin. Varsinkin Fh-kennoissa paakun pohjan kautta ympäröivään maahan kasvaneiden juurien määrä oli suuri ja jopa suurempi kuin paakun seinän läpi kasvaneiden juurien määrä (taulukko 6). Oleellista tässä juurien kasvutavassa on kuitenkin se, että juurien pääosa joutuu luontaiseen kasvutapaansa nähden poikkeuksellisen syvälle, mikä on ilmeisesti seurausta Fh-kennon seinän juurien läpikasvua estävästä vaikutuksesta.

Kesällä 1972 viljellyillä taimilla ei paakkulajien välillä ollut yhtä suurta eroa paakun pohjasta kasvaneiden juurien määrässä. Fh-kennoilla määrä oli kuitenkin suurin.

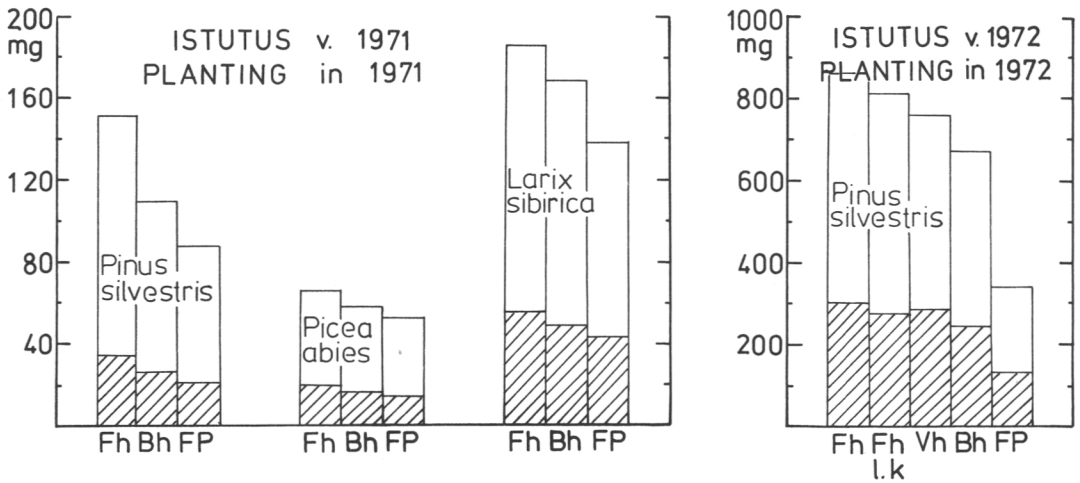
5.4. Juuriston kuivapaino

Juuriston kuivapainossa oli puulajien välillä merkitsevä ero (kuva 3). Lehtikuusen juuriston

Taulukko 6. Vuosina 1971 ja 1972 viljeltyjen männyn erilaisten paakkutaimien paakun pohjan läpi kasvaneiden juurien määrä syksyllä 1972. 1) lk = läppäkenno.

Table 6. Number of roots penetrating the bottom of various types of containers. Planted during 1971 and 1972. 1) lk = alder pot.

Istutus- vuosi Planted year	Paakkulaji Kind of container				
	Fh-408	1) Fh-408 lk	Vh-508	Bh-408	FP-620
1971	11.6			2.0	2.7
1972	6.7	5.5	5.0	4.5	3.2



Kuva 3. Eri puulajeilla viljeltyjen erilaisten paakkutaimien verson (valkoinen pylväs) ja juuriston (viivoitettu pylväs) kuivapaino. Mittaus syksyllä 1972.

Fig. 3. Dry weight of the root (hatched bar) and the stem (white bar) of various containerized seedlings of different tree species. Measured in the fall of 1972.

kuivapaino oli suurin ja kuusen pienin. Paakkulajien välillä erot olivat myös huomattavia. Kesällä 1971 viljellyssä erässä Fh-kennotaimien juuristo oli painavin ja FP-turveuukun kevyin.

Paakkulajeilla oli sama järjestys puulajista riippumatta. Kesällä 1972 viljeltyjen taimien juuriston kuivapainojen väliset erot olivat samansuuntaiset kuin edellisen kesän taimillakin (kuva 3).

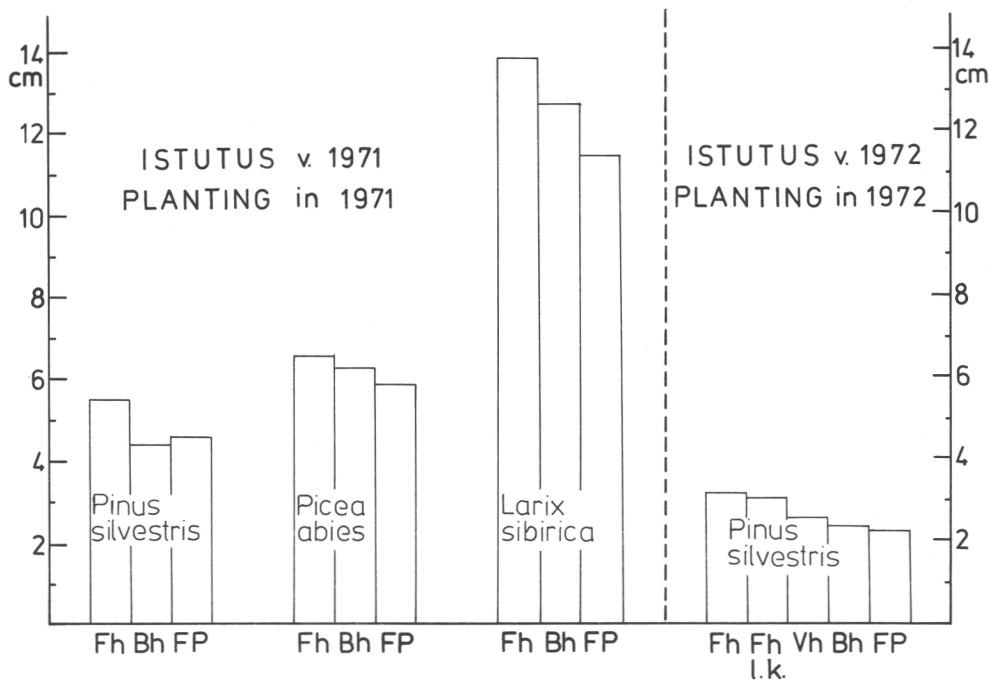
6. TAIMIEN VERSON KEHITYS

6.1. Verson pituus

Suurin ero verson pituudessa oli puulajien välillä syksyllä 1972 mitatuissa, mutta edellisenä kesänä istutetuissa taimissa. Lehtikuusi (12.3 cm) oli keskimäärin yli kaksi kertaa pitempi kuin mänty (4.6 cm) ja kuusi (5.8 cm). Ero oli merkitsevä 0.1 %:n riskitasolla. Paakkulajien välinen ero oli merkitsevä 1 %:n riskitasolla. Taimet kasvoivat pisimmiksi Fh 408-kennoissa (8.5 cm), seuraavaksi Bh 408-kennoissa (7.6 cm) ja lyhyimmiksi taimet jäivät FP 620-turveuukissa (6.8 cm). Männyllä erot paakkulajien

välillä olivat suurimmat. Toisin kuin muilla puulajeilla männyn taimet olivat pitempiä turveuukissa kuin Bh-kennoissa. Kuusella erot paakkulajien välillä olivat pienet (kuva 4). Paakkulajeja verrattiin parittain toisiinsa ja tilastotomemaattiset erot esitetään t-testin avulla taulukoissa 7 ja 8.

Pientareessa osoittautui taimien pituuskasvu (8.2 cm) merkittävästi suuremmaksi kuin palteessa (7.0 cm) 5 %:n riskitasolla. Lajittuneen (7.5 cm) ja moreenimaan (7.7 cm) välillä sen sijaan ei ollut merkitsevää eroa.



Kuva 4. Eri puulajeilla viljeltyjen erilaisten paakkutaimien verson pituus. Mittaus syksyllä 1972.
 Fig. 4. Length of the stem of various containerized seedlings of different tree species. Measured in the fall of 1972.

Taulukko 7. Kuvassa 4 esitettyjen eri puulajeilla viljeltyjen erilaisten paakkulajien taimien verson pituuden tilastomatemattiset merkitsevyyserot laskettuna varianssianalyysin ja t-testin avulla (v. 1971). Vrt. taulukko 3.

Table 7. Statistically-tested differences between seedling height of the various kinds of containerized seedlings shown in figure 4 (in 1971). Tested by means of analysis of variance and t-test. Cf. Table 3.

Paakkulaji Kind of container	Pinus silvestris		Picea abies		Larix sibirica	
	Fh-408	Bh-408	Fh-408	Bh-408	Fh-408	Bh-408
Bh-408	-4.76 ^{xxx}		0.82		-1.13	
FB-620	-3.40 ^{xxx}	1.11	-1.81 ^o	-1.14	-2.44 ^x	-1.20

Taulukko 8. Kuvassa 4 esitettyjen männyn erilaisten paakkutaimien verson pituuden tilastomatemattiset merkitsevyyserot laskettuna varianssianalyysin ja t-testin avulla (v. 1972). Vrt. taulukko 3.

1) lk = läppäkenno
 Table 8. Statistically-tested differences between seedling height of the various kinds of containerized seedlings shown in figure 4 (in 1972). Cf. Table 3. 1) lk = alder pot.

Paakkulaji Kind of container	Fh-408	Fh-408 lk 1)	Vh-508	Bh-408
Fh-408 lk	-0.31			
Vh-508	-2.93 ^{xx}	-2.98 ^{xx}		
Bh-408	-4.13 ^{xxx}	-4.38 ^{xxx}	-1.32	
FP-620	-4.72 ^{xxx}	-5.07 ^{xxx}	-1.99 ^x	0.69

Taulukko 9. Kuvassa 3 esitettyjen eri puulajeilla viljeltyjen erilaisten paakkulajien taimien verson kuivapainon tilastomatemattiset merkitsevyyserot laskettuna varianssianalyysin ja t-testin avulla. Vrt. taulukko 3.

Table 9. Statistically-tested differences between dry weights of stems of the different containerized seedlings of various tree species shown in figure 3. Tested by means of analysis of variance and t-test. Cf. Table 3.

Paakku- laji Kind of container	Pinus silvestris		Picea abies		Larix sibirica	
	Fh-408	Bh-408	Fh-408	Bh-408	Fh-408	Bh-408
Bh-408	-2.82 ^{xx}		-1.14		-0.62	
FP-620	-4.80 ^{xxx}	-1.98 ^x	-1.89 ^o	-0.89	-2.31 ^x	-1.52

6.2. Verson kuivapaino

Verson kuivapainon kehitys oli hyvin samanlainen kuin verson pituuden kehitys lukuunottamatta turveruokkutaimia (kuva 3). Kesällä 1972 viljellyillä turveruokkutaimilla verson kuivapaino jäi puoleen vastaavista kennotaimilajeista. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (0.1 %:n riskitasolla). Kennojen väliset erot olivat pieniä. Ainoastaan Bh-kennoissa verson kuiva-

paino jäi merkitsevästi pienemmäksi (5 %:n riskitasolla) kuin molemmissa Fh-kennoissa. Kahden kasvukauden ikäisillä taimilla ero kennoissa ja turveruokuissa kasvaneiden taimien välillä ei ollut yhtä suuri suhteellisesti, mutta absoluuttisesti se oli suurempi kuin yhden kasvukauden ikäisillä taimilla. T-testin tulokset olivat hyvin samanlaisia kuin verson pituuksien osalta (taulukko 9).

7. VERNON JA JUURISTON KUIVAPAINON SUHDE

Koska juuriston kuivapaino oli suoraan verrannollinen verson kuivapainoon (kuva 3), ei versojuurisuhteessa ollut merkitseviä eroja eri paakkulajien välillä. Puulajien välillä sen sijaan oli selvä ero. Männyn versojuurisuhde (3.31) oli ensimmäisenä syksynä tuntuvasti suurempi kuin

kuusen (2.52) ja lehtikuusen (2.33). Samoin eri-ikäisten männyn taimien välillä oli huomattava ero. Yhden kasvukauden ikäisillä taimilla versojuurisuhde oli keskimäärin 1.85, kahden kasvukauden ikäisillä 3.31.

8. VILJELYN ONNISTUMINEN

Viljelyn keskimääräinen onnistumissadannes oli syksyllä 1971 vain 59.4. Syy selittynee sillä, että istutus sattui hyvin kuivaan ja lämpimään aikaan. Moreenimaassa onnistuminen oli hieman

parempi kuin lajittuneessa maassa (taulukko 10). Ero johtunee juuri kuivuudesta. Lajittunut karkea maa läpäisee vettä paremmin kuin moreeni ja niin ollen myös kuivuu helpommin. Samoin

Taulukko 10. Eri puulajeilla kesällä 1971 viljeltyjen erilaisten paakutaimien elossaolosadannekset viljelypaikan, maalin ja viljelykohdan mukaan ryhmiteltyinä. Mittaus syksyllä 1972.

Table 10. Percentage of survival of different containerized seedlings of various tree species planted in 1971, according to planting location, soil type, and planting spot. Measured in the fall of 1972.

Maalaji Soil type	Puulaji Tree species	Paakulaji Kind of container												Keski- arvo Average		
		Fh-408						Bh-408							FP-620	
		Palle Tilt	Pienn. Shoul- der	\bar{x}	Palle Tilt	Pienn. Shoul- der	\bar{x}	Palle Tilt	Pienn. Shoul- der	\bar{x}	Palle Tilt	Pienn. Shoul- der	\bar{x}			
Hiekka Sand	P. silvestris	60.9	60.9	60.9	62.2	61.3	61.7	54.3	48.7	51.5	58.0					
	P. abies	60.0	58.7	59.3	37.8	43.9	40.8	61.7	57.0	59.3	53.1					
	L. sibirica	53.9	58.3	56.1	53.9	56.1	55.0	59.6	61.7	60.6	57.2					
	Keskiarvo Average	58.3	59.3	58.8	51.3	53.8	52.5	58.5	55.8	57.1	56.1					
Hiekka- moreeni Sandy till	P. silvestris	53.5	56.5	55.0	73.5	85.2	79.3	80.4	85.2	82.8	72.4					
	P. abies	53.5	61.3	57.4	70.9	79.1	75.0	53.0	54.3	53.6	62.0					
	L. sibirica	53.0	62.2	57.6	52.6	57.8	55.2	47.0	51.3	49.1	54.0					
	Keskiarvo Average	53.3	60.0	56.7	65.7	74.0	69.8	60.1	63.6	61.8	62.8					
		55.8	59.6	57.7	58.5	63.9	61.1	59.3	59.7	59.4	59.4					

piennar kosteampana osoittautui elossapysymisen kannalta palletta edullisemmaksi. Männyn taimet pysyivät taimien kehityksen alkuvaiheessa muita paremmin elossa. Lehtikuusen kohdalla taimikato oli suurin. Ero kuuseen verrattuna oli kuitenkin pieni.

Onnistumissadannes oli suurin Bh 408-kennoissa ja huonoin Fh 408-kennoissa, mutta erot paakkulajien välillä olivat pienet, eikä ero ollut tilastollisesti merkitsevä.

Toisen kasvukauden aikana taimien keskimääräinen elossaolosadannes laski 43.1:een prosenttiin. Puulajien, maalajien ja paakkulajien sekä viljelykohtien suhteet olivat pysyneet lähes ennallaan (taulukko 10).

Kesän 1972 taimilla kuolleisuus ensimmäisen kasvukauden aikana oli vähäistä, vain muutaman prosentin luokkaa (taulukko 10). Istutus sattui tällöinkin lämpimään aikaan, mutta maa oli selvästi kosteampaa kuin edellisenä kesänä.

9. KIRJALLISUUTTA

LÄHDE, E. 1966. Kokeita selluloosan hajoamisnopeudesta erilaisissa metsiköissä. Summary: Experiments on the decomposition rate of cellulose in different stands. *Silva Fenn.* 119.1.

LÄHDE, E. 1972. Paperikenojen ja turveruukkujen lahoamisnopeus ja sen merkitys juurten kehitykselle Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusase-
man tiedonantoja* 3: 6–15.

MIKOLA, P. 1960. Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in southern and northern Finland. *Oikos* 11:161–166.

SARVAS, R. 1970. Lämpösumman korkeusgradientti. *Metsänviljelytutkimuksen työryhmän retkeily Pohjois-Suomessa* 24.8–29.8. 1970. *Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 1.

- 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: Rinnankorkeuslöpimittaan 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 Metsätilastollinen 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: Rinnankorkeuslöpimittaan 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 kehysmitan mittaus 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. Skogsforskningsinsitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller 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 & Arne 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 ennustaminen.
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- 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 taimityyppiluokituksen 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 apteraus 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 löpimittaluokituksia 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.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50

- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—.
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—.
- No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisestä ja geneettisestä vaihtelusta.
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—.
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa.
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—.
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.
On the supply of roundwood in Finland.
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72.
Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72.
- No 192 Paavo Tiuhonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.
Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—.
- No 194 Ukko Rummukainen: Hebisidrakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista.
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—.
- No 195 Metsätalastollinen vuosikirja 1972.
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—.
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.
Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen.
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—.
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.
Timber cutting motives of forest industry enterprises.
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.
Dry-weight scaling based on chip samples.
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimusia Pallarin kantoharvesterista.
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—.
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla.
The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils.
- No 202 Paavo Tiuhonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.
Zur Kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung.
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.
Direct seeding on peatlands.
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—.