

# FOLIA FORESTALIA 444

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

---

---

MARKKU TERVONEN JA  
JORMA ISSAKAINEN

SARKALEVEYDEN JA LANNOITUKSEN  
VAIKUTUS MÄNNYN SÄDEKASVUN  
ELPYMISEEN OHUTTURPEISELLA  
PIENSARARÄMEELLÄ

EFFECT OF DITCH SPACING AND  
FERTILIZATION ON THE REVIVAL OF  
RADIAL GROWTH OF SCOTS PINE ON  
SHALLOW-PEATED SMALL SEDGE BOG

---

- 1979
- 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.
- 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 Löytyniemi, 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 metsänuudistusaloilla ja metsityillä 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: Vesimyyrän, *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 sijoittamisen 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, Anrti: 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 Löytyniemi, 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.

FOLIA FORESTALIA 444

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Markku Tervonen ja Jorma Issakainen

SARKALEVEYDEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN  
SÄDEKASVUN ELPYMISEEN OHUTTURPEISELLA  
PIENSARARÄMEELLÄ

Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of  
radial growth of Scots pine on shallow-peated  
small sedge bog

ODC 237.4:237.2:561.2  
ISBN 951-40-0465-5  
ISSN 0015-5543

TERVONEN, M. & ISSAKAINEN, J. 1980. Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensararämeellä. Abstract: Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog. *Folia For.* 444:1—14.

Tutkimuksessa esitetään tuloksia vuonna 1972 Muhokselle (65°52'N, 26°07'E) perustetusta kokeesta, jossa oli 4 sarkaleveyttä (10, 20, 30 ja 40 m) ja 4 lannoituskäsittelyä (lannoittamaton, P<sub>96</sub> K<sub>60</sub>, N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> ja N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>).

Lannoituskäsittelyjen väliset sädekasvuerot olivat suurimmat 20 metrin saralla, jolla NPK-lannoitus (N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>) paransi kasvua eniten. Lannoituskäsittely N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> paransi neljänä lannoituksen jälkeisenä vuotena sädekasvua enemmän kuin PK-lannoitus, mutta tämän jälkeen sen teho heikkeni. Lannoittamattomiin ruutuihin verrattuna PK-lannoitus lisäsi kasvua merkitsevästi vain 20 metrin saralla. 10, 30 ja 40 metrin sarkaleveydellä NPK-lannoitukset lisäsivät kasvua enemmän kuin PK-lannoitus. Jatkolannoitus NPK:lla vuonna 1975 paransi selvästi sädekasvua.

Puiden sädekasvu oli sitä parempi, mitä kapeampi oli sarkaleveys. Kasvu oli paras 10 metrin saralla, jolla puut kasvoivat yhtä hyvin saran eri osissa. Leveämmillä saroilla kasvu oli saran reunaosissa parempi kuin saran keskiosissa. Ojan tehokas vaikutus ulottui n. 8 metrin etäisyydelle. Sädekasvuero saran reuna- ja keskiosan välillä suureni viimeiseen mittausvuoteen saakka.

---

The study deals with the results from a ditch spacing (10, 20, 30 and 40 m) and fertilization (unfertilized, P<sub>96</sub> K<sub>60</sub>, N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> and N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>) experiment founded at Muhos (65°52'N, 26°07'E) in 1972.

The radial growth difference between the fertilization treatments was greatest on 20 m ditch spacing, where NPK fertilization (N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>) improved the growth most. The fertilization treatment N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> improved the radial growth for four years after fertilization more than PK fertilization, but after this period the effect of NPK fertilization became weaker. Compared to unfertilized plots PK fertilization increased the growth significantly only on 20 m ditch spacing. On 10 m, 30 m and 40 m ditch spacing NPK fertilization increased the growth more than PK fertilization. Refertilization with NPK in 1975 improved the radial growth clearly.

The radial growth improved as ditch spacing decreased. The growth was best on 10 m ditch spacing, where the trees grew equally well on different parts of the strip. On wider strips the growth was better on the edge parts than on the center of the strip. The effective range of the ditch reached out approximately 8 meters from the ditch. Radial growth difference between edge- and center part of the strip increased up to the last measuring year.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT .....	4
21. Koejärjestely .....	4
22. Mittaukset ja aineiston käsittely .....	5
3. TUTKIMUSTULOKSET .....	5
31. Lannoituksen vaikutus sädekasvuun .....	5
32. Sarkaleveyden vaikutus sädekasvuun .....	7
33. Rinnankorkeusian vaikutus sädekasvuun ja sen elpymiseen .....	8
34. Ojaetaisyyden vaikutus sädekasvuun .....	8
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	9
KIRJALLISUUS .....	12

## 1. JOHDANTO

Turvemaiden puuntuotosta rajoittavista tekijöistä tärkeimmät ovat maan vesi- ja ravinneolot. Turvemaiden vesioloja säädellään ojituksella, jonka vaikutus perustuu siihen, että pohjavesipinnan alentuessa juuristo syvenee ja kokonaisjuurimäärä kasvaa (M u l t a m ä k i 1923, L a i t a k a r i 1927, H e i k u r a i n e n 1955, P a a v i l a i n e n 1966). Turpeen vesipitoisuuden alentuessa lisääntynyt mikrobisto vilkastuttaa pintaturpeessa olevien ravinteiden mobilisaatiota, jolloin laajentunut juuristo voi käyttää saatavilla olevat ravinnevarat paremmin hyväkseen (P a a v i l a i n e n 1966, M. K a r s i s t o 1979).

Turpeen vesi- ja ravinnetalous lienee paras käytettäessä tiheää ojitusta, sillä useissa tutkimuksissa on todettu, että avosoilla yksittäiset puut kasvavat parhaiten kapeilla 5 tai 10 m:n saroilla (H e i k u r a i n e n ja V e i j o l a 1971, P ä i v ä n e n 1974, K a u n i s t o 1977). Myöskin puustoisilla soilla tehdyt selvitykset osoittavat, että rehevimpiä suotyyppisiä lukuunottamatta puuston kasvu on sitä parempi mitä pienempää sarkaleveyttä käytetään (P a a v i l a i n e n 1969, S e p p ä l ä 1972, H e i k u r a i n e n ja L a i n e 1976).

Soiden lannoituksen yleistyttyä on tullut tarpeelliseksi selvittää, mikä on lannoitettujen suometsien ojituksessa käytettävä edullisin sarkaleveys (P a a v i l a i n e n 1969). Tässä tutkimuksessa pyritäänkin selvittämään, kuinka erilaiset lannoituskäsittelyt vaikuttavat vanhojen ohutturpeisella piensararämeellä kasvavien mäntyjen sädekasvun elpymiseen käytettäessä 10, 20, 30 ja 40 metrin sarkaleveyttä. Lisäksi tarkastellaan sädekasvun kehitystä eri sarkaleveyksillä lannoituskäsittelyittäin. Niin ikään käsillä olevassa työssä selvitetään ojaetäisyyden vaikutusta sädekasvuun ja tämän riippuvuuden kehitystä ojituksen ikääntyessä.

Mt Jorma I s s a k a i n e n on perustanut koekentän ja suunnitellut mittauksen yhdessä Mh Mikko M o i l a s e n kanssa. Mh Markku T e r v o n e n on ohjannut aineiston käsittelyn sekä kirjoittanut käsikirjoituksen.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori Yrjö V o k i l a, vt. professori Eero P a a v i l a i n e n ja MMK Jussi S a r a m ä k i. Aineiston tilastollisen käsittelyn on hoitanut FM Kari P a n k k o n e n. Käännöksen englannin kielelle on tehnyt FM Pekka P i e t i l ä i n e n. Piirroksia on laatinut koeapulainen Eeva-Liisa R a u h i o ja konekirjoitustyön on tehnyt Eija K u k i. Edellä mainituille ja muille työssä avustaneille esitäme parhaat kiitoksemme.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

### 21. Koejärjestely

Aineisto kerättiin Muhoksella sijaitsevalta sarkaleveys-lannoituskoekentältä (kuva 1). Tutkimusalue sijaitsee Muhoksen kunnan Oksansuolla (64°52'N, 26°07'E). Kohde on alueelle tyypillistä pinnanmuodostukseltaan tasaista ohutturpeista piensararämettä, jonka turpeen paksuus vaihtelee välillä 5–60 cm keskiarvon ollessa 25 cm.

Koekentän puusto oli luontaisesti syntynyttä 6–10 m:n pituista 50–250 vuoden ikäistä kituliasta rämemännikköä. Seassa oli vähän hieskoivua. Puuston kuutiomäärä oli 20–100 m<sup>3</sup>/ha. Kokeen tienpuoleisessa

päässä esiintyi ytimennävertäjävaurioita läheisen puutavaravaraston vuoksi. 1930-luvulla kaivetun ojan varressa olevat ruudut poikkesivat puustoltaan niin paljon muusta aineistosta, että ne hylättiin. Jäljelle jäi 1071 koepuuta ja 40 koeruutua.

Täydennysojitus toteutettiin kaivurityönä keväällä 1972 10, 20, 30 ja 40 metrin sarkaleveydellä. Käytetty ojasyvyys oli 70 cm ja ojat olivat lähes päälaskun suunnassa.

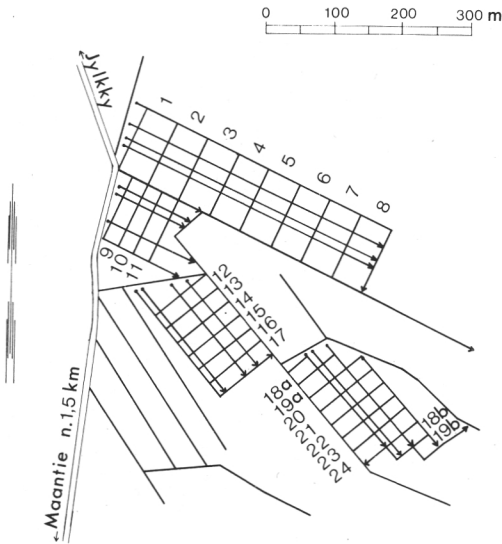
Lannoitteet levitettiin arvotuille lannoituskaistoille lumen sulamisen jälkeen 24.—28.4.1972. Lannoituskaistat kulkivat sarkojen poikki 50 m:n tai 20 m:n levyisinä (kuva 1).

Lannoituskäsittelyt olivat:

- lannoittamaton
- jauheinen suometsien PK-lannos (0-24-15) 400 kg/ha ( $P_{96}, K_{60}$ )
- PK 400 kg/ha + urea (46-0-0) 100 kg/ha ( $N_{46}, P_{96}, K_{60}$ )
- PK 200 kg/ha + urea 100 kg/ha ( $N_{46}, P_{48}, K_{30}$ )

Lannoituskäsittely d uusittiin 16.—17.6.1975.

Kasvukauden lämpösumma Oulussa, joka on koekentältä n. 30 km länteen, vaihteli huomattavasti tutkimusjakson aikana (kuva 2).



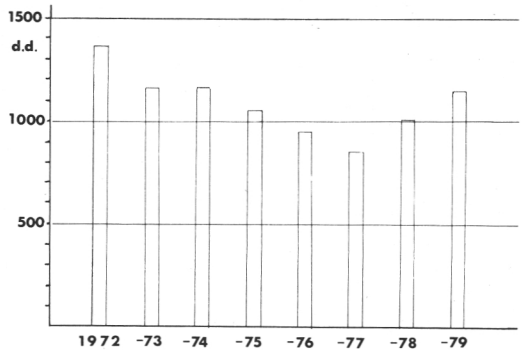
Kuva 1. Kartta tutkimusalueesta  
Fig. 1. Map of the research area

## 22. Mittaukset ja aineiston käsittely

Mittaukset tehtiin lokakuussa 1979. 50 metrin levyisille lannoituskaistoille vedettiin prisman avulla kolme linjaa, joilta otettiin koepuita 2 metrin välein. 10 metrin saralta koepuita otettiin kuitenkin metrin välein. 25 metrin levyisillä lannoituskaistoilla linjoja oli vain 2 kpl. Jos koepuuta ei löytynyt linjalta, sallittiin sen ottaminen linjalta sivusuunnassa, kunhan etäisyys ojaan pysyi muuttumattomana. Koepuiksi valittiin terveitä metsikön vallitsevan latvuskerroksen puita.

Kustakin koepuusta kairattiin rinnankorkeudelta kairanlastu, josta voitiin mitata 12 viimeisen vuoden sädekasvut. Lisäksi jokaiselta koeruudulta otettiin 3 kpl ikälastuja. Sädekasvut mitattiin sisätyönä sadasosamilimetrin tarkkuudella.

Aineistoa käsiteltiin yksisuuntaisella varianssi- ja kovarianssianalyyseillä, korrelaatioanalyyseillä sekä regressioanalyyseillä.



Kuva 2. Tehoisan lämpötilan summa Oulussa vuosina 1972—1979.

Fig. 2. Effective temperature sum in Oulu from 1972 to 1979.

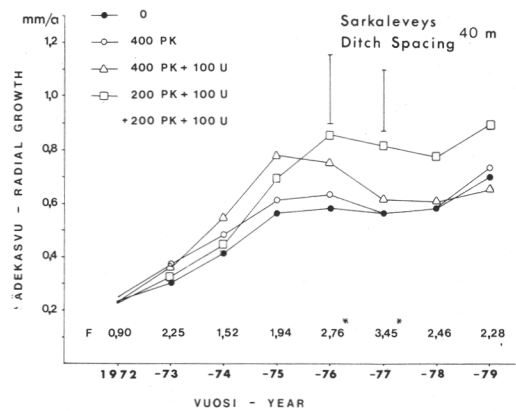
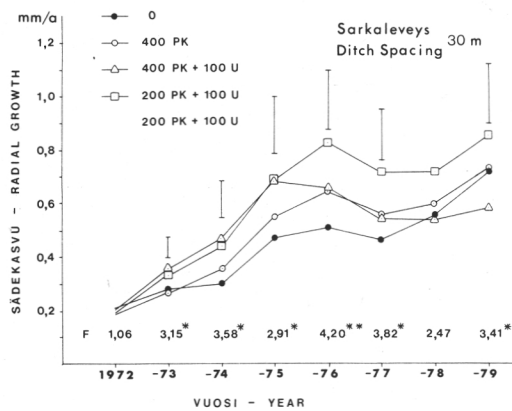
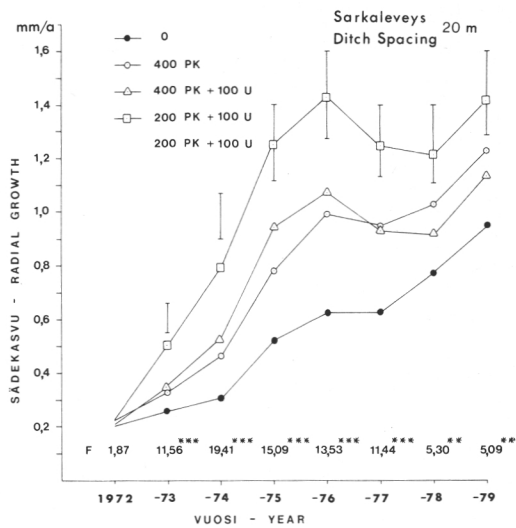
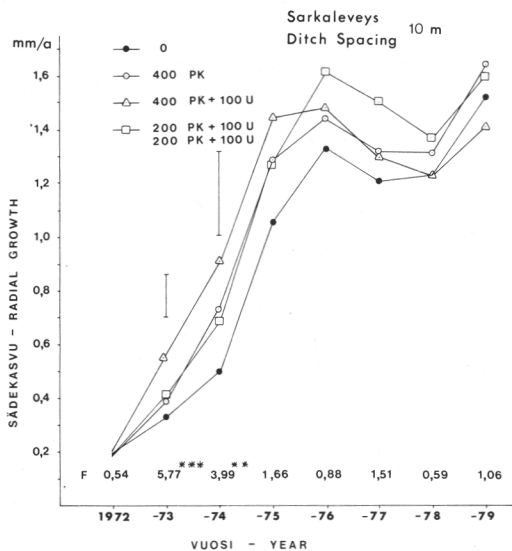
## 3. TUTKIMUSTULOKSET

### 31. Lannoituksen vaikutus sädekasvuun

Sarkalevydellä oli selvä vaikutus sädekasvuun (kuva 3). 10 metrin sarkalevydellä erot lannoituskäsittelyjen välillä olivat tilastollisesti merkitseviä vain vuosina 1973 ja 1974. Vuonna 1973 400 kg PK:ta ja 100 kg ureaa hehtaarille saaneilla ruuduilla puuston sädekasvu oli erittäin merkitsevästi suurempi kuin lannoittamattomilla ruuduilla. Merkilepantavaa on mainitun lannoituskäsittelyn

saaneiden puiden kasvun heikkeneminen ajan myötä muihin lannoituskäsittelyihin verrattuna. 10, 30 ja 40 metrin saralla tämän lannoituskäsittelyn saaneiden puiden kasvu on vuonna 1979 jopa kontrolliruutujen kasvun alapuolella. Sen sijaan 200 kg PK:ta ja 100 kg ureaa hehtaarille saaneiden ruutujen puuston sädekasvu on selvästi parantunut vuoden 1975 uusintalannoituksen seurauksena.

Lannoituskäsittelyjen väliset erot olivat



Kuva 3. Kovarianssikorjatut sädekasvun keskiarvot ja yksisuuntaisen kovarianssianalyysin F-arvot eri lannoituskäsittelyissä vuosina 1972—1979. Pystyjanat = Tukey'n testi-arvo HSD.05  
 Fig. 3. Covariance corrected radial growth averages and F values of one-way analysis of covariance for different fertilization treatments in 1972—1979. Vertical lines = Tukey's test value HSD.05

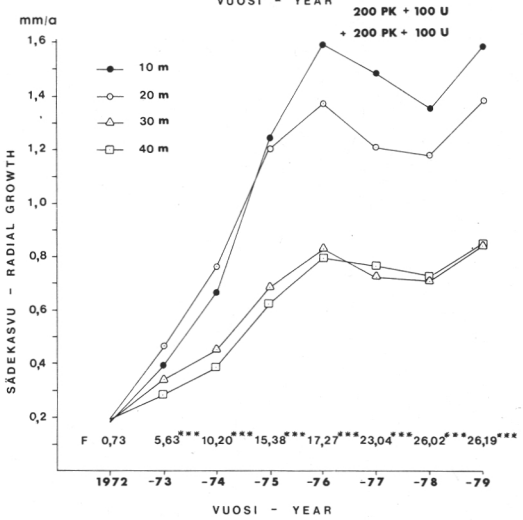
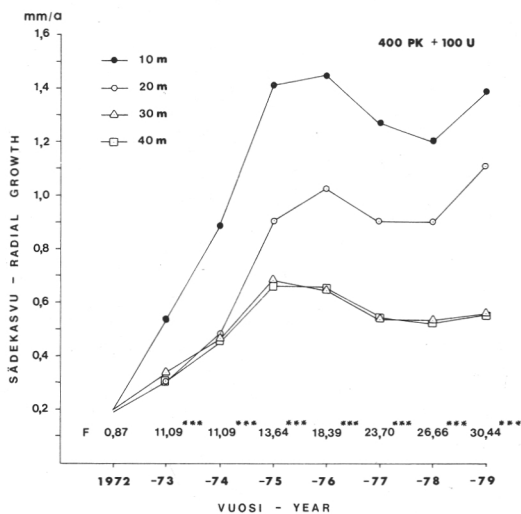
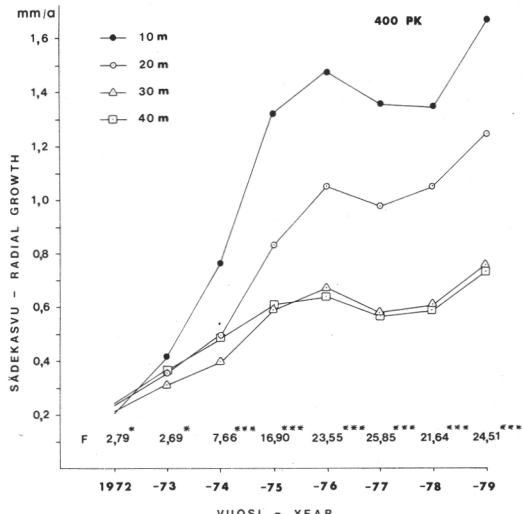
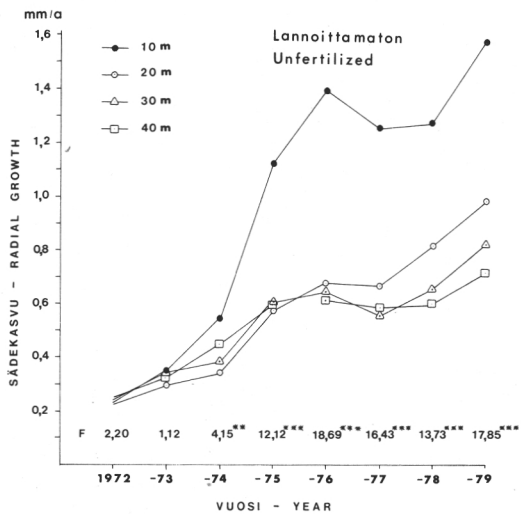
suurimmillaan 20 metrin sarkaleveydellä, jolla todettiin tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja vuosina 1973—1977 ja merkitseviä vuosina 1978 ja 1979 (kuva 3). 20 metrin sarkaleveydellä lannoitus yhdessä ojituksen kanssa oli parantanut puiden sädekasvua selvästi enemmän kuin pelkkä ojitus. Paras lannoituskäsittely 20 m:n saralla oli 200 PK + 100 U, joskin erot lähtöpuustossa voivat vaikuttaa kyseiseen tulokseen. Kovarianssikorjauksaan ei nimittäin korjaa puuston erilaisesta iästä johtuvia eroja elpymisessä.

30 metrin sarkaleveydellä puiden sädekasvu kehittyi aluksi parhaiten NPK-lannoituksen saaneilla ruuduilla (kuva 3). Vuonna

1975 200 kg PK:ta ja 100 kg ureaa saaneiden ruutujen puuston sädekasvu pysyi jatkolannoituksen ansiosta selvästi parempana kuin muiden käsittelyruutujen puuston sädekasvu. Sen sijaan 400 kg PK:ta ja 100 kg ureaa hehtaarille saaneilla ruuduilla sädekasvu alkoi taantua vuoden 1975 jälkeen.

Leveimmällä eli 40 metrin saralla lannoitus ei paljoa parantanut puiden sädekasvua kontrolliruutuihin verrattuna (kuva 3). Ainoastaan NPK-jatkolannoitettujen ruutujen puiden sädekasvu oli vuosina 1976 ja 1977 melkein merkitsevästi suurempi kuin kontrolliruutujen puiden sädekasvu. Syy lannoituksen heikkoon vaikutukseen lienee vesitaloudessa. 30 ja 40 metrin saran keskiosissa





Kuva 4. Kovarianssikorjatut sädekasvun keskiarvot ja yksisuuntaisen kovarianssianalyysin F-arvot eri sarkaleveysillä vuosina 1972—1979.

Fig. 4. Covariance corrected radial growth averages and F values of one-way analysis of covariance for different ditch spacings in 1972—1979.

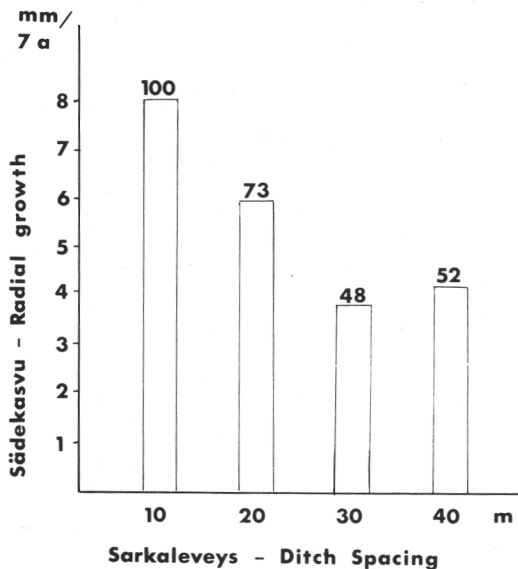
liallinen märkyys oli puuston kasvun minitekijä. Sen sijaan 10 metrin saralla lannoituksen heikkoon vaikutukseen oli ilmeisesti syynä ojamaista vapautuvien ravinteiden mobilisoituminen, joka paransi kasvua myös lannoittamattomilla ruuduilla.

### 32. Sarkaleveyden vaikutus sädekasvuun

Sädekasvu oli 10 metrin saralla kasvaneilla puilla selvästi parempi kuin muilla sarkaleveysillä kasvaneilla puilla (kuva 4). Lannoitus paransi sädekasvua eniten 20 met-

rin saralla. 30 ja 40 metrin saralla puiden sädekasvu oli samaa luokkaa ja selvästi pienempi kuin 10 ja 20 metrin saralla. Sädekasvun kehityksessä näkyy myös ilmaston vaikutus (ks. kuva 2), sillä kylmät kesät vuosina 1976 ja 1977 pienensivät sädekasvua vuosina 1977 ja 1978.

Sarkaleveyden vaikutus sädekasvuun nähdään havainnollisesti myös kuvasta 5, jossa on esitetty vuosien 1973—1979 yhteenlaskettu kovarianssikorjattu sädekasvu. 30 ja 40 metrin saralla puiden sädekasvu oli vain noin puolet 10 metrin saralla kasvaneiden puiden sädekasvusta.

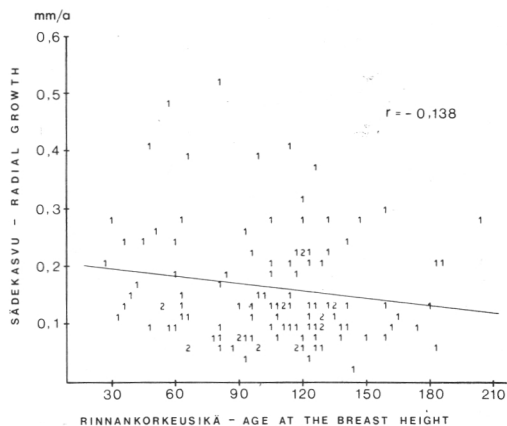


Kuva 5. Vuosien 1973—1979 yhteenlaskettu kovariansikorjattu sädekasvu eri sarkaleveyksillä.  
 Fig. 5. Summed covariance corrected radial growth on different ditch spacings for years 1973—1979.

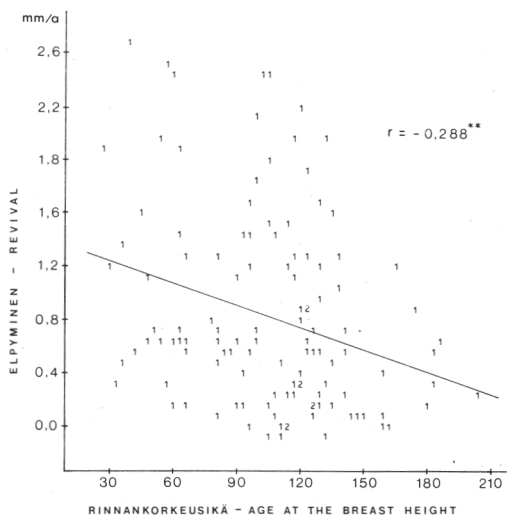
### 33. Rinnankorkeusiän vaikutus sädekasvuun ja sen elpymiseen

Koska koekentän puusto oli rakenteeltaan tyypillistä rämemännikköä, aineisto antoi mahdollisuuden tarkastella iän vaikutusta sädekasvuun. Tarkastelun kohteeksi valittiin vuoden 1970 sädekasvu, johon ojitus ja lannoitus eivät olleet vielä vaikuttaneet (kuva 6). Rinnankorkeusiän kasvaessa sädekasvu pieneni jonkin verran (korrelaatiokerroin  $-0.138$ ), mutta riippuvuus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Huomionarvoista on sädekasvun suuri hajonta.

Puun iällä oli sädekasvun elpymiseen suurempi vaikutus kuin ennen metsänparannustoimenpiteitä vallinneeseen sädekasvun tasoon (kuva 7). Elpyminen heikkeni rinnankorkeusiän kasvaessa, joten kysymyksessä oli lievä negatiivinen korrelaatio (korrelaatiokerroin  $-0.288$ ). Selitysaste jäi tässäkin tapauksessa alhaiseksi. Sädekasvun elpymisen hajonta oli erittäin suuri, mikä osaltaan johtunee puiden erilaisesta asemasta ojien suhteen. Lähellä oja kasvavat puut elpyvät nimittäin selvästi paremmin kuin keskellä sarkaa kasvavat puut.



Kuva 6. Rinnankorkeusiän ja vuoden 1970 sädekasvun välinen riippuvuus.  
 Fig. 6. Correlation between the age at the breast height and radial growth in 1970.



Kuva 7. Rinnankorkeusiän vaikutus ojituksen ja lannoituksen aiheuttamaan sädekasvun elpymiseen. Elpyminen = vuoden 1978 sädekasvu — vuoden 1970 sädekasvu.  
 Fig. 7. Correlation between the age at the breast height and the revival of radial growth in 1970—1978.

### 34. Ojaetäisyyden vaikutus sädekasvuun

Aineisto antoi myös mahdollisuuden tarkastella sädekasvun ja ojaetäisyyden välistä riippuvuutta. Ojaetäisyydellä tarkoitetaan tässä puun lähintä etäisyyttä ojaan. Riippuvuuden selvittämiseksi laskettiin regressioanalyysjä sarkaleveysittain ja lannoitus käsittelyittäin vuosille 1972—1979. Lannoitus-

tuksella ei kuitenkaan todettu olevan selvää vaikutusta ojaetäisyyden ja sädekasvun väliin suhteeseen (liitetaulukko 1). Jatkossa tarkastelu tehdäänkin vain sarkaleveyksittäin. Taulukossa 1 on esitetty sädekasvun ja ojaetäisyyden välisen riippuvuuden korrelaatiokertoimet vuosille 1972—1979.

Sarkaleveydet erosivat toisistaan siten, että 10 metrin saralla puuston sädekasvu oli paras keskisaralla, mutta 20, 30 ja 40 metrin saralla puut kasvoivat saran reunaosissa selvästi paremmin kuin keskellä sarkaa. Vuonna 1972 eli ojitus- ja lannoitusvuonna sädekasvun ja ojaetäisyyden välinen riippuvuus oli vielä hyvin heikko, mutta korrelaatiokertoimien arvot kasvoivat aina viimeiseen mittausvuoteen eli vuoteen 1979 asti. 30 ja

40 m:n saralla sädekasvun ja ojaetäisyyden välisten negatiivisten korrelaatiokertoimien arvot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä vuodesta 1974 alkaen ja 20 m:n saralla vuodesta 1975 alkaen. Selitysasteet jäivät kuitenkin vuonna 1979, jolloin korrelaatiokertoimet olivat suurimpia, alle 40 prosentin. 10 m:n saralla positiiviset korrelaatiokertoimet sitä vastoin eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Ojan tehokas vaikutusetäisyys oli n. 8 metriä (kuva 8). 10 metrin saralla puiden sädekasvu oli likipitäen samaa tasoa eri ojaetäisyyksillä, mutta 20, 30 ja 40 metrin saralla sädekasvu oli sitä parempi mitä lähempänä ojaa puu kasvoi.

Taulukko 1. Sädekasvun ja ojaetäisyyden välisten korrelaatiokertoimien kehitys v. 1972—1979. Lannoituskäsitelyt yhdistetty.

Table 1. Correlation coefficients between radial growth and distance between sample tree and ditch in 1972—1979. Fertilization treatments combined.

Vuosi Year	Korrelaatiokerroin ja sen merkitsevyys Correlation coefficient and its significance			
	Sarka 10 m Ditch spacing	Sarka 20 m Ditch spacing	Sarka 30 m Ditch spacing	Sarka 40 m Ditch spacing
1972	0,046	0,023	0,089	-0,006
1973	0,089	-0,024	-0,200**	-0,113*
1974	0,095	-0,199**	-0,287***	-0,288***
1975	0,146	-0,366***	-0,387***	-0,436***
1976	0,169	-0,445***	-0,458***	-0,506***
1977	0,186	-0,492***	-0,529***	-0,538***
1978	0,154	-0,461***	-0,563***	-0,574***
1979	0,168	-0,565***	-0,597***	-0,605***

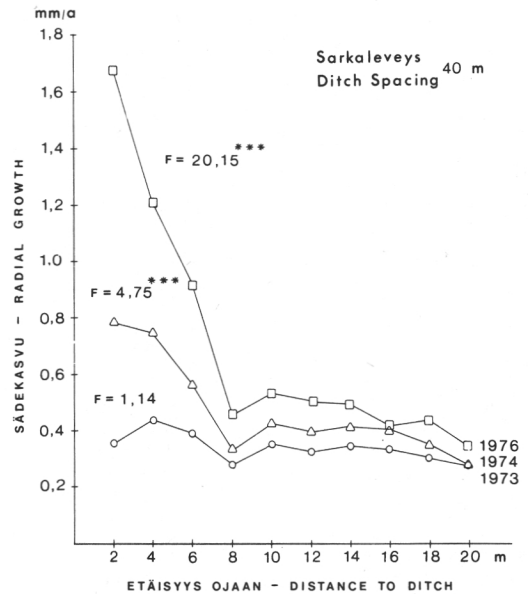
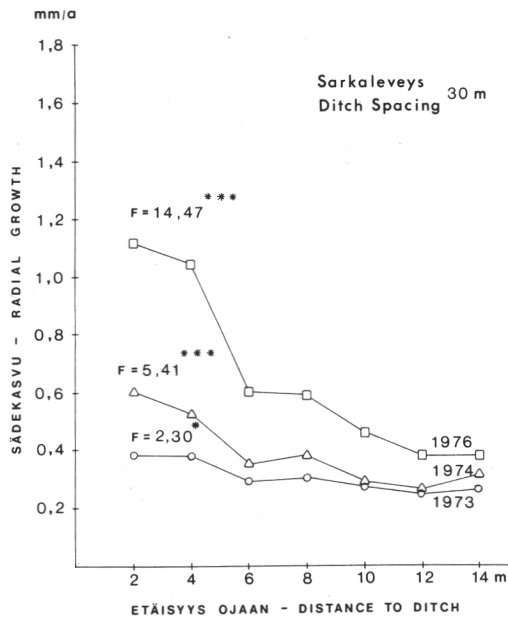
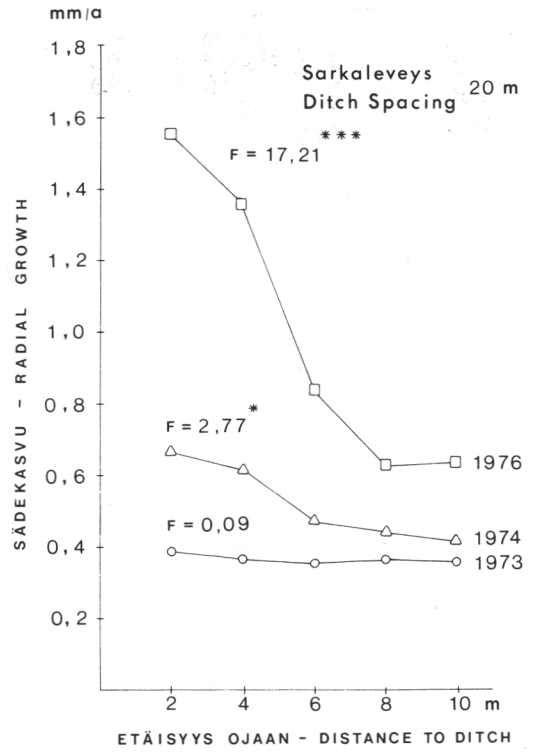
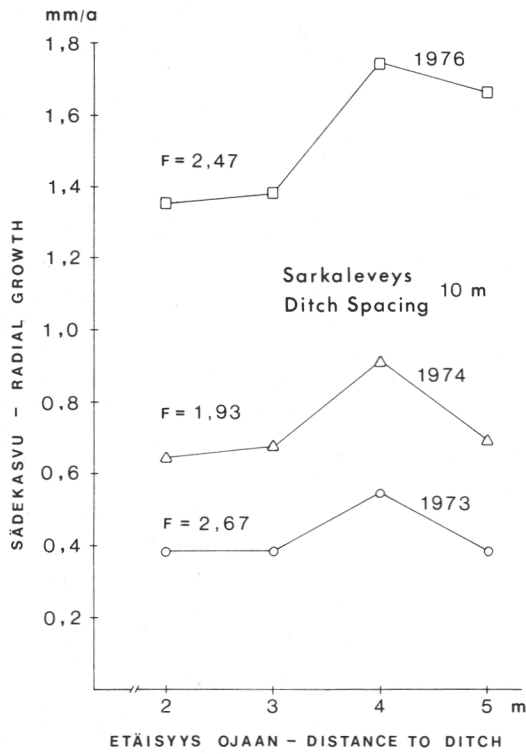
#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Ojitus ja lannoitus paransivat sädekasvua jyrkästi neljän ojituksen- ja lannoituksen jälkeisen kasvukauden aikana. Tämän jälkeen sädekasvu alkoi taantua etenkin lannoitetuilla ruuduilla lannoituksen vaikutuksen heikentyessä (ks. P a a v i l a i n e n 1976 s. 10). Taantumiseen olivat osasyynä myös viileät kesät 1976 ja 1977, joiden vaikutuksesta kasvu taantui myös lannoittamattomilla ruuduilla vuosina 1977 ja 1978.

Sädekasvu oli paras 20 metrin sarkaa lukuunottamatta suuremman NPK-lannoituksen (N<sub>46</sub>, P<sub>96</sub>, K<sub>60</sub>) saaneilla ruuduilla. Vuoden 1975 jälkeen tämän lannoituskäsitelyn saaneiden ruutujen puuston sädekasvu alkoi kuitenkin taantua, mikä johtunee puil-

le käyttökelpoisen typen määrän vähenemisestä. Typen määrä tämän kokeen lannoituskäsitelyissä oli alhainen suhteessa käytetyn fosforin ja kalin määrään. Aiemmat tutkimustulokset osoittavat kasvunlisäyksen ohutturpeisella piensararämeellä olevan suurimman annettaessa 100 kg N/ha, 52 P/ha ja 62 kg K/ha (P a a v i l a i n e n 1976).

Jatkolannoitus pienemmällä NPK-määrällä (N<sub>46</sub>, P<sub>48</sub>, K<sub>30</sub>) nosti vuoden 1975 jälkeen tämän lannoituskäsitelyn muiden lannoituskäsitelyjen yläpuolelle. 20 metrin saralla pienemmän NPK-annoksen saaneiden puiden sädekasvu oli jo ensimmäisen lannoituksen jälkeen selvästi paras. Tulos saattaa johtua puuston satunnaisista ikäeroista.



Kuva 8. Ojaetäisyyssuokittaiset sädekasvun keskiarvot ja yksisuuntaisen varianssianalyysin F-arvot sarkaleveysluokittain vuosina 1973, 1974 ja 1976.  
 Fig. 8. Radial growth averages for different classes of sample trees, which are at certain distance from the nearest ditch, and the F values of one-way analysis of variance in 1973, 1974 and 1976.

Saadut tulokset vahvistavat osittain aiempia käsityksiä, että NPK-lannoitus vaikuttaa tehokkaimmin vähäravinteisten rämeiden ensimmäisessä lannoituksessa (ks. P a a v i l a i n e n 1976, 1977). Erona aiempiin tutkimustuloksiin on kuitenkin NPK-lannoituksen saaneiden ruutujen puuston sädekasvun taantuminen muihin käsittelyihin verrattuna neljännessä lannoituksen jälkeisestä kasvukaudesta lukien, ellei jatkolannoitusta annettu. V i r o n (1965) mukaan kivennäismaidan männiköissä NPCa-lannoituksen vaikutus puun tuottoon on suurin 2.—4. lannoituksen jälkeisenä vuonna ja vaikutus kestää 6—7 vuotta.

Sädekasvu oli 10 metrin saralla parempi kuin leveämmillä saroilla. Lannoitus paransi puuston sädekasvua etenkin 20 metrin saralla, mutta vain vähän 30 ja 40 metrin saroilla, joiden tärkein kasvua rajoittava tekijä aivan ilmeisesti oli turpeen liiallinen vesipitoisuus.

Useissa selvityksissä on tarkasteltu sarkaleveyden vaikutusta pituuskasvuun. P a a v i l a i s e n (1966) mukaan tupasvillärämeen puuston pituus- ja paksuuskasvu on kapeilla, 5—10 metrin saroilla parempi kuin leveämmillä saroilla. Isovarpuisilla ja tupasvillärämeillä taimien pituuskasvun paraneminen siirryttäessä 20 metrin sarkaleveydestä 10 metriin on selvästi suurempi kuin 30 metrin sarasta 20 metrin sarkaan siirryttäessä (H e i k u r a i n e n ja V e i j o l a 1971, H e i k u r a i n e n ja L a i n e 1976). H u i k a r i n (1973) mukaan 40 metrin saralta alkaen pituuskasvu paranee voimakkaasti sarkaleveyden pienentyessä ja lannoituksella saadaan sitä suurempi kasvun paraneminen mitä kapeampaa sarkaa käytetään. Tämän tutkimuksen perusteella lannoitusvaikutus on kuitenkin tehokkaampi 20 metrin saralla kuin 10 metrin saralla, jolla kasvavat puut saavat ravinteita oja- maista.

Myös useat avosoilla tehdyt tutkimukset osoittavat pituus- ja paksuuskasvun olevan paras 5 ja 10 metrin saroilla (P ä i v ä n e n ja S e p p ä l ä 1971, P ä i v ä n e n 1974, K a u n i s t o 1977).

Kuutiokasvun osalta tutkimustuloksia on käytettävissä vähemmän. P a a v i l a i s e n (1969) mukaan kuutiokasvu on tupasvillärämeillä ollut paras 5 metrin saralla, jolla oli 13 vuoden kuluttua ohituksesta puustoa yli puolet enemmän kuin 60 metrin saralla.

Kuutiomäärä suureni erityisen selvästi siirryttäessä 20 metrin saralta kapeammille 10 ja 5 metrin saroille. S e p p ä l ä n (1968) mukaan tupasvillärämeellä saran kaventaminen 60 metristä 20 metriin lisäsi kokonaiskuutiomäärää ja kuutiokasvua vain noin 20 %.

Karuilla rämeillä luonnontilainen puusto on usein niin vanhaa ja elpymiskyvytöntä, että sen kasvattaminen kapeillakaan saroilla tuskin on taloudellista. Sen sijaan kaivattaisiin tietoa rämetaimistojen kehityksestä erilevyisillä saroilla.

Puuston ikä selitti jossain määrin ojituksenjälkeistä kasvun elpymistä. Nuoret puut elpyivät paremmin kuin vanhat, vaikka elpymistä havaittiin vanhoillakin puilla. H e i k u r a i s e n ja K u u s e l a n (1962) mukaan vanhat puut elpyvät Pohjois-Suomessa paremmin kuin Etelä-Suomessa. Mänty elpyy vanhempana kuin kuusi, vaikka senkin elpyminen hidastuu yli 130 v:n iässä. Koekentän puut eivät olleet vielä kunnolla ehtineet elpyä ojituksen vaikutuksesta, sillä isovarpuisella rämeellä maksimisädekasvun saavuttaminen kestää Etelä-Suomessa vanhimilla männyillä jopa 15—20 v (S e p p ä l ä 1969). Tehokas kuivatus on käsillä olevien tulosten perusteella selvästi parantanut koepuiden ojituksenjälkeistä elpymistä. Sen sijaan lannoituksesta puusto ei saanut täyttää hyötyä, koska koekenttä ojitettiin ja lannoitettiin samanaikaisesti.

Taimien säde- ja pituuskasvun tiedetään heikkenevän siirryttäessä kauemmaksi ojasta. Tämän osoitti jo L u k k a l a (1929) laajassa tutkimuksessaan soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta. Hänen tutkimiansa Jaakkoinsuon sarakemien ja -nevojen mäntyjen sädekasvu elpyi parhaiten lähellä ojaa. Ojan vaikutus ulottui selvänä vielä noin 30 metrin etäisyydellä ojasta, kun ojituksesta oli kulunut aikaa 10—14 vuotta. Tässä tutkimuksessa sädekasvu elpyi voimakkaasti ainoastaan 8 metrin etäisyydelle, joskin tarkastelujakso oli lyhyempi kuin L u k k a l a n selvityksessä. Ojituksen ikääntyessä kasvu parani myös keskemällä sarkaa. Leveillä saroilla sädekasvuerot olivat suurimpia. Kuivatustehon ero keski-saran ja saran reunaosan välillä onkin suurin leveillä saroilla (K a u n i s t o 1977). Ojaetäisyyden vaikutus sädekasvuun on riippuvainen myös suotyypistä ja puustosta. H u i k a r i n (1973) mukaan ojan tehokas

vaikutusetäisyys pienenee siirryttäessä reheviltä soilta karuille ja puustoisilta soilta avosoille. On todennäköistä, että myös suurilmastolla ja maantieteellisellä sijainnilla on oma vaikutuksensa elpymisreaktion suuruuteen.

Tässä tutkimuksessa lannoituksella ei näyttänyt olevan selvää vaikutusta sädekasvun ja ojaetäisyyden väliseen riippuvuuteen. Teoreettisesti tarkastellen olisi mahdollista, että lannoitus haihduttaa lisäävän vaikutuksensa ansiosta pienentäisi saran keski- ja reunaosien välisiä kasvueroja. Heikurainen ja Päivänen (1970) ovat osoittaneet, että pohjavesipinta alenee ja puustopidännän ansiosta sadanta pienenee lannoituksen vaikutuksesta. Näin ollen lannoituksella voitaisiin osittain korvata jopa vanhojen ojien perkaustarvetta. Lannoituksen kuivatusvaikutus lienee sitä tehokkaampi, mitä kookkaampaa ja elinvoimaisempaa lannoit-

tettavan alueen puusto on.

Yksittäisten puiden kasvureaktioita, tässä tapauksessa sädekasvua, tutkimalla ei saada yleistettävää tietoa erilaisten metsänparannustoimenpiteiden vaikutuksista. Taloudellisesti edullisin sarkaleveys löydetään vain tutkimalla puuston ojituksenjälkeistä kokonaistuotosta eri sarkaleveyksillä. Laskelmisaan on huomioitava ojalinjosten aiheuttama kasvutappio ja ojituskustannukset.

Saadut tutkimustulokset osoittavat, että kapein sarkaleveys on tutkitulla suotyypillä yksittäisten puiden sädekasvun kannalta edullisin. Tasaisilla alueilla, kuten Oulun seudulla, saran leventäminen pienentää puuston tuotosta eniten (ks. Seppälä 1972). Karuilla suotyypeillä ja tasaisilla alueilla on suositeltavaa käyttää kapeaa sarkaleveyttä tulevien vuosien uudis- ja täydensojituksissa.

## KIRJALLISUUS

- HEIKURAINEN, L. 1955. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. Referat: Der Wurzelaufbau der Kiefernbestände auf Reiser-moorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung. Acta For. Fenn. 65.3. 85 s.
- & KUUSELA, K. 1962. Revival of the tree growth after drainage and its dependence on the tree size and age. Commun. Inst. For. Fenn. 55.8. 15 s.
- & PÄIVÄNEN, J. 1970. The effect of thinning, clear cutting, and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Seloste: Harvennuk-sen, avohakkuun ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin. Acta For. Fenn. 104. 23 s.
- & VEIJOLA, P. 1971. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeeen uudistumiseen ja taimien kasvuun. Summary: Effect of fertilization and ditch spacing on regeneration and seedling growth in pine swamps. Acta For. Fenn. 114. 19 s.
- & LAINE, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeeillä. Summary: Effect of fertili-zation, drainage, and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta For. Fenn. 150. 38 s.
- HUIKARI, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soi-den lannoituksesta. Summary: Results of fertili-zation experiments on peatlands drained for forestry. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tie-donantoja 1/1973. 154 s.
- KARSISTO, M. 1979. Maanparannustoimenpiteiden vai-kutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikrobien aktiivisuuteen suomensissä. Osa I. Pohjaveden etäi-syyden ja NPK-lannoituksen vaikutus Vilppulan ja Kivalon rämeeillä ja korvessa. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing microorganisms in forested peatlands. Part I. Effect of drainage and NPK fertilization in the spruce and pine swamps at Kivalo and Vilppula. Suo 30 (3):49—58.
- KAUNISTO, S. 1977. Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehi-tykseen karuilla avosoilla. Summary: Effect of drai-nage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless *Sphagnum* bogs. Folia For. 317. 31 s.
- LAITAKARI, E. 1927. Männyn juuristo. Morfologi-nen tutkimus. Summary: The root system of pine (*Pinus silvestris*). A morphological investigation. Acta For. Fenn. 33.1. 380 s.
- LUKKALA, O. J. 1929. Tutkimuksia soiden metsä-taloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuiva-tuksen tehokkuutta silmälläpitäen. Referat: Unter-suchungen über die Waldwirtschaftliche Entwässer-ungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt. Commun. Inst. For. Fenn. 15.1. 301 s.
- MULTAMÄKI, S. E. 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Referat: Unter-suchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. Acta For. Fenn. 27.1. 121 s.
- PAAVILAINEN, E. 1966. Maan vesitalouden järjes-telyn vaikutuksesta rämemännikön juurisuhteisiin. Summary: On the effect of drainage on root systems of Scots pine on peat soils. Commun. Inst. For. Fenn. 61.1. 110 s.
- 1969. Sarkaleveyden vaikutus rämemännikön kas-

- vuun Liesnevan koeojitusalueella. Suo 20 (6):105—107.
- 1976. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. Folia For. 272. 16 s.
- 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. Folia For. 327. 32 s.
- PÄIVÄNEN, J. 1974. Sarkaleveyden ja naveroinnin vaikutus pohjavesipinnan syvyyteen ja männyntaimiston kehitykseen lyhytkortisella nevalle. Summary: The effect of ditch spacing and furrowing on the depth of the ground water table and on the development of a Scots pine plantation on small-sedge bog. Silva Fenn. 8 (4):215—223.
- & SEPPÄLÄ, K. 1971. Koe ojatiheyden vaikutuksesta istutetun männyntaimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalle. Summary: On the influence of ditch spacing on the initial development of a pine plantation on small sedge bog. Suo 22 (6):82—85.
- SEPPÄLÄ, K. 1968. Ennakkotuloksia suometsiköiden ojituksen jälkeisestä kehityksestä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Summary: Preliminary results of peatland stand post-drainage development. Silva Fenn. 2 (3):166—182.
- 1969. Kuusen ja männyn kasvun kehitys ojitetuilla turvemilla. Summary: Post-drainage growth rate of Norway spruce and Scots pine on peat. Acta For. Fenn. 93. 88 s.
- 1972. Ditch spacing as a regulator of post-drainage stand development in spruce and pine swamps. Acta For. Fenn. 125. 25 s.
- VIRO, P. J. 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. Selostus: Metsän lannoituksen vaikutuksen arvioiminen. Commun. Inst. For. Fenn. 59.3. 42 s.

Liitetaulukko 1. Sädekasvun ja ojaetäisyyden väliset korrelaatiokertoimet ja niiden merkisevyys lannoituskäsitelytittän vuosina 1972—1979.  
*Appendix table 1. Correlation coefficients between radial growth and distance between sample tree and ditch for each fertilization treatment in 1972—1979.*

Särkäläisyys Ditch spacing (m)	Lannoitus- käsitely Fertilization treatment	Vuosi — Year									
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979		
10	a	-0,076	0,062	0,103	0,275	0,179	0,191	0,242	0,187		
"	b	0,077	0,120	0,102	0,165	0,275	0,257	0,218	0,269		
"	c	0,281	0,301*	0,232	0,141	0,104	0,164	0,187	0,085		
"	d	-0,061	-0,181	-0,080	0,040	0,122	0,127	-0,036	0,118		
20	a	-0,034	-0,036	-0,226	-0,337**	-0,411***	-0,474***	-0,549***	-0,560***		
"	b	0,025	-0,095	-0,306*	-0,459***	-0,554***	-0,623***	-0,419***	-0,652***		
"	c	-0,056	-0,120	-0,341**	-0,471***	-0,573***	-0,641***	-0,665***	-0,705***		
"	d	0,132	0,049	-0,144	-0,327**	-0,378**	-0,340**	-0,295*	-0,374**		
30	a	-0,078	-0,170	-0,320**	-0,438***	-0,502***	-0,527***	-0,559***	-0,669***		
"	b	-0,127	-0,270*	-0,345**	-0,491***	-0,586***	-0,675***	-0,692***	-0,704***		
"	c	-0,002	-0,096	-0,104	-0,244**	-0,313**	-0,435***	-0,459***	-0,464***		
"	d	-0,245*	-0,362**	-0,404***	-0,481***	-0,466***	-0,515***	-0,573***	-0,581***		
40	a	-0,010	-0,224	-0,360**	-0,491***	-0,515***	-0,583***	-0,611***	-0,632***		
"	b	0,095	-0,052	-0,249*	-0,481***	-0,613***	-0,647***	-0,643***	-0,615***		
"	c	-0,081	-0,287**	-0,392***	-0,466***	-0,550***	-0,592***	-0,626***	-0,654***		
"	d	0,096	0,185	-0,069	-0,359**	-0,416***	-0,401***	-0,450***	-0,528***		







ODC 237.4:237.2:561.2  
ISBN 951-40-0465-5  
ISSN 0015-5543

TERVONEN, M. & ISSAKAINEN, J. 1980. Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensarameällä. Abstract: Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog. *Folia For.* 444:1—14.

The study deals with the effect of 4 ditch spacings (10, 20, 30 and 40 m) and 4 fertilization treatments (control, P<sub>96</sub> K<sub>60</sub>, N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> and N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>) on the radial growth of Scots pine. NPK fertilization, which was renewed in 1975, increased the growth most. Growth was best on 10 meter strips, where it was at the same level independent of the distance from the ditch. On wider strips the radial growth of the trees was greater on the edge of the strip than on the center of the strip. The effective range of the ditch was 8 meters.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.

ODC 237.4:237.2:561.2  
ISBN 951-40-0465-5  
ISSN 0015-5543

TERVONEN, M. & ISSAKAINEN, J. 1980. Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensarameällä. Abstract: Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog. *Folia For.* 444:1—14.

The study deals with the effect of 4 ditch spacings (10, 20, 30 and 40 m) and 4 fertilization treatments (control, P<sub>96</sub> K<sub>60</sub>, N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> and N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>) on the radial growth of Scots pine. NPK fertilization, which was renewed in 1975, increased the growth most. Growth was best on 10 meter strips, where it was at the same level independent of the distance from the ditch. On wider strips the radial growth of the trees was greater on the edge of the strip than on the center of the strip. The effective range of the ditch was 8 meters.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.

ODC 237.4:237.2:561.2  
ISBN 951-40-0465-5  
ISSN 0015-5543

TERVONEN, M. & ISSAKAINEN, J. 1980. Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensarameällä. Abstract: Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog. *Folia For.* 444:1—14.

The study deals with the effect of 4 ditch spacings (10, 20, 30 and 40 m) and 4 fertilization treatments (control, P<sub>96</sub> K<sub>60</sub>, N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> and N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>) on the radial growth of Scots pine. NPK fertilization, which was renewed in 1975, increased the growth most. Growth was best on 10 meter strips, where it was at the same level independent of the distance from the ditch. On wider strips the radial growth of the trees was greater on the edge of the strip than on the center of the strip. The effective range of the ditch was 8 meters.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.

ODC 237.4:237.2:561.2  
ISBN 951-40-0465-5  
ISSN 0015-5543

TERVONEN, M. & ISSAKAINEN, J. 1980. Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensarameällä. Abstract: Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog. *Folia For.* 444:1—14.

The study deals with the effect of 4 ditch spacings (10, 20, 30 and 40 m) and 4 fertilization treatments (control, P<sub>96</sub> K<sub>60</sub>, N<sub>46</sub> P<sub>96</sub> K<sub>60</sub> and N<sub>46</sub> P<sub>48</sub> K<sub>30</sub>) on the radial growth of Scots pine. NPK fertilization, which was renewed in 1975, increased the growth most. Growth was best on 10 meter strips, where it was at the same level independent of the distance from the ditch. On wider strips the radial growth of the trees was greater on the edge of the strip than on the center of the strip. The effective range of the ditch was 8 meters.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.



- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen 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 mittausta 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 Tiuhonen, 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 gigantean* 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 suopelolla. 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 leikkuuhakurilla.
- 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 & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.  
Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland.  
IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männynsä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysseminen käytännömahdollisuuksista.

- 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.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976.  
Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976.  
Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiuhonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978.  
Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Ryytänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen.  
Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen.  
The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätilastollinen vuosikirja 1979.  
Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kytälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu.  
Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet.  
Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland.  
Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa.  
Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa. Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehtoista.  
The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsäntutkimuslaitos.  
Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978.  
Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely.  
Ergonomics and work organizing of chipping work.
- No 438 Nisula, Pentti: Neulasten pitolujuuden mittari.  
Needle retention gauge.
- No 439 Nisula, Pentti: Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla.  
Studies on stump herbicide spraying using a brush saw.
- No 440 Nisula Pentti: Näkökohtia polttohakkeen kuivaamisesta.  
Aspects of the drying of fuel chips.
- No 441 Kujala, Matti: Runkopuun kuorellisen tilavuuskasvun laskentamenetelmä.  
A calculation method for measuring the volume growth over bark of stemwood.
- No 442 Päivinen, Risto: Puiden läpimittajakauman estimointi ja siihen perustuva puustotunnusten laskenta.  
On the estimation of the stem-diameter distribution and stand characteristics.
- No 443 Veijalainen, Heikki: Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Neulasanalyysiin perustuva tarkastelu.  
Usability of some micronutrient fertilizers in peatland forests. Report basing on needle analysis.
- No 444 Tervonen, Markku & Issakainen, Jorma: Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensararämeellä.  
Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog.
- No 445 Huuri, Olavi: Juurten hienfosfaattikäsittelyn vaikutus männyn ja kuusen istutustaimien alkukehitykseen kivennäismailla.  
Effect of milled rock phosphate root coating on the initial development of Scots pine and Norway spruce transplants on mineral soils.
- No 446 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän eteläisimmän piirimetsäalautakunnan alueen metsävarat 1977—1979.  
Forest resources in the Province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry Board Districts in Finland 1977—1979.

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