



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1990

754

Mikko Moilanen & Jorma Issakainen

SUOMETSIIEN PK-LANNOS JA TYPPILANNOITELAJIT
KARUHKOJEN OJITETTUIJEN RÄMEIDEN LANNOITUKSESSA

PK fertilizer and different types of N fertilizer in the fertilization
of infertile drained pine bogs

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 857 051
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

| | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| Ylijohtaja: <i>Director:</i> | Professori <i>Professor</i> | Eljas Pohtila |
| Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i> | Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i> | Liisa Ikävalko-Ahvonen |
| Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i> | Toimittajat <i>Editors</i> | Seppo Oja Tommi Salonen |

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n.150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research and field stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 754

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1990

Mikko Moilanen & Jorma Issakainen

SUOMETSIIEN PK-LANNOS JA TYPPILANNOITELAJIT KARUHKOJEN OJITETTUIJEN RÄMEIDEN LANNOITUKSESSA

PK fertilizer and different types of N fertilizer in the fertilization of infertile
drained pine bogs

Approved on 11.6.1990

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1. JOHDANTO | 3 |
| 2. AINEISTO | 4 |
| 21. Tutkimusalueet ja koejärjestelyt | 4 |
| 22. Mittaukset ja aineiston käsittely | 4 |
| 3. TULOKSET | 7 |
| 31. Lannoitusreaktion riippuvuus PK-lannoksen määrästä | 7 |
| 311. Taimikot | 7 |
| 3111. Pituuskasvu | 7 |
| 3112. Neulasten ravinnetila | 9 |
| 312. Riukupuustot | 9 |
| 32. Typpilannoitelajien vaikutus puuston kasvuun | 10 |
| 321. Taimikot | 10 |
| 322. Riukupuustot | 14 |
| 323. Kasvureaktion riippuvuus lannoitetypen määrästä | 15 |
| 324. Lannoitusajankohdan sääolot | 16 |
| 4. TULOSTEN TARKASTELU | 18 |
| KIRJALLISUUS — REFERENCES | 19 |
| SUMMARY | 20 |

Moilanen, M. & Issakainen, J. 1990. Suometsien PK-lannos ja typpilannoitelajit karuhkojen ojitettujen rämeiden lannoituksessa. Summary: PK fertilizer and different types of N fertilizer in the fertilization of infertile drained pine bogs. *Folia Forestalia* 754. 20 p.

Työssä tutkittiin suomännikön kasvureaktion riippuvuutta PK-lannoksen käyttömäärästä ja verrattiin keskenään urealla ja oulunsalpietarilla saatavan puuston kasvunlisäyksen suuruutta. Aineisto kerättiin 25:lta pääosin Oulun läänin alueella sijaitsevalta ojitusalueen lannoituskokeelta. Kohteiden kasvupaikkatyyppi oli keskimäärin tupasvilla-piensaratasoa. Lannoitushetkellä puusto oli kohteesta riippuen taimikko- tai riukuvaiheessa. Suometsien jauheisen PK-lannoksen vaikutus puuston kasvuun jäi useimmiten pieneksi. PK-lannoksen eri käyttömäärien (200—1000 kg/ha) välillä ei myöskään todettu selviä eroja. Typpilannoituksen vaikutus näkyi puuston kasvussa 5—8 vuoden ajan. Oulunsalpietari tuotti lannoittamattomaan puustoon verrattuna keskimäärin hiukan suuremman (47 %) kasvunlisäyksen kuin urea (42 %). Ohutturpeiselle, niukkatyyppiselle rämeelle tehdyssä typpilannoitteiden tasokokeessa saatiin voimakkain puuston kasvureaktio nykyosuudesta suuremmilla (150—200 kg N/ha) typpimäärillä.

The effect of fertilization on the height or thickness growth of young Scots pine stands on drained pine bogs was investigated in the study. The material was collected from 25 fertilization field experiments located in Central Finland. The fertility status of the sites varied between cotton grass and sedge-rich peatland site types. The effect of powdered PK-fertilizer on stand growth was rather small and there were only slight differences between the response to different PK-doses (200—1000 kg/ha). The nitrogen fertilizers had a clear effect on stand growth over a period ranging from 5 to 8 years. Ammonium nitrate with lime gave, on the average, a slightly better growth increase than urea but, in practice, the difference was meaningless. The nitrogen-dose experiment carried out on a thin-peated, nitrogen deficient pine bog showed that the doses of 150—200 kg N/ha gave the highest growth increase.

Keywords: pine bog, Scots pine, growth response, PK-fertilizer, urea, ammonium nitrate.
ODC 114.444+237.4+232.322.4.

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

ISBN 951-40-1112-0
ISSN 0015-5543

Helsinki 1990. Valtion painatuskeskus

1. Johdanto

Ojitetun suometsikön tuotos riippuu oleellisesti kasvualustan käyttökelpoisten pääravinteiden määrästä. Orgaanisiin yhdisteisiin sitoutuneista typestä ja fosforista puille tulevan osuuden määrää paljolti turpeen maatumisnopeus, johon puolestaan vaikuttaa mikrobitoiminnan vilkkaus. Viljavilla kasvupaikoilla typpeä vapautuu riittävästi puiden käyttöön. Karuillakin soilla typpeä on runsaasti, mutta sitä ei mobilisoidu puille riittävästi. Käyttökelpoisen fosforin niukkuus on yleinen lähes kaikilla ojitetuilla soilla. Eutrofisilla soilla tilannetta hankaloittaa lisäksi fosforin sitoutumisalttius raudan, alumiinin ja kalsiumin kanssa (Kaila 1956, Puustjärvi 1956).

Kolmatta pääravinnetta, kaliumia, on turpeessa erittäin vähän verrattuna muihin pääravinteisiin tai puiden käyttämiin ravinmääriin (Kaunisto & Paavilainen 1988). Vesiliukoisena ja heikosti maahan sitoutuvana kalium lisäksi huuhtoutuu herkästi suoekosysteemin ulkopuolelle. Kaliumin puutostilat saattavat ilmaantua äkillisinäkin etenkin paksaturpeisten ja nevaisten soiden vanhoilla ojitusalueilla (Kaunisto & Tukeva 1984).

Käytännön metsätaloudelle laadituissa suometsien lannoitusohjeissa esitetään fosforin ja kaliumin käyttöä kaikilla lannoituskelpoisiksi katsotuilla suotyypeillä. Fosforin ja kaliumin ohella suositellaan typen lisäystä pien-sarisilla ja sitä karummilla kasvupaikoilla. Yleisimmin käytettyjä turvemaiden lannoitteita ovat suometsien PK-lannos (9 % P, 17 % K), urea (46,3 % N) ja oulunsalpietari (27,5 % N). Typen käyttömääräksi kertalannoituksessa suositellaan 80—100 kg/ha, fosforin 30—45 kg/ha ja kaliumin 60—85 kg/ha (Metsänlannoittajan opas 1989).

Suometsien PK-lannoksen fosfori on lähes kokonaan hidasliukoista raakafosfaattia, kalium puolestaan vesiliukoista kaliumkloridia eli kalisuolaa. Fosfori sitoutuu kasvualustaan kaliumia huomattavasti tehokkaammin. Kun fosforia lisäksi tulee lannoitteessa kaliumiin nähden enemmän kuin puut sitä käyttävät, näkyy fosforin lannoitusvaikutus puustossa pitempään kuin kaliumin. Ravinteiden erilainen käyttäytyminen maaperässä koetaankin

ongelmallisena mm. suunniteltaessa jatkolannoituksen ajoittamista.

Kaliumin suhteellinen osuus on Suometsien PK-lannoksessa vuosien kuluessa hiukan vaihdellut. Kaliumin käyttömäärän lisääminen onkin voimistanut puuston kasvureaktiota alkuaan nevaisten ja paksaturpeisten soiden jatkolannoituksen yhteydessä (Moilanen 1984). Yleinen käsitys kuitenkin on, että kaliumin herkän huuhtoutumisen vuoksi sen määrää lisäämällä ei katsota voitavan pidentää vaikutusaikaa (Kaunisto & Tukeva 1984).

Urean sisältämä typpi hydrolysoituu maassa ammoniumtypeksi, joka kiinnittyy kasvualustan kationinvaihtopaikkoihin. Oulunsalpietarin sisältämä typpi on puoliksi ammonium- ja puoliksi nitraattityppimuodossa. Maavedessä esiintyvä nitraattityppi on ammoniumtyppeä alttiimpi huuhtoutumaan. Puut voivat hyödyntää molempia typen muotoja.

Eri typpilannoitelajien aiheuttamien suo- puustojen kasvureaktioiden välisiä eroja pidetään vähäisinä (Paavilainen 1972, Moilanen & Issakainen 1985). Urean vaikutuksen on kuitenkin havaittu jäävän keskimäärin hieman oulunsalpietarilla saatua heikomaksi. Syynä pidetään urean herkkyyttä sääoloille: osa urean typestä voi haihtua ammoniakkikaasuna ilmaan, jos levityshetkellä vallitsee lämmin ja kuiva sää (Paavilainen 1973, Derome 1979). Edellytykset haihtumiselle ovat suurimmat kevätkesän poutajaksolla tehdyn levityksen jälkeen (Paavilainen 1975). Syys- ja talvilevityksissä urean on kangasmailla todettu antavan kevätlevitystä paremman tuloksen (mm. Lipas & Levula 1980, Päivinen & Salonen 1981). Urean kevätlevitystulokset ovat kuitenkin olleet hyvin vaihtelevia (Moilanen & Issakainen 1985, Lipas 1988).

Levitysajankohdalla on merkitystä myös oulunsalpietarilla saatavan kasvunlisäyksen suuruuteen. Sopivimpana levitysajankohtana pidetään alkukesää, jolloin nitraattitypen huuhtoutumisvaara on vähäisin. Oulunsalpietarin levitystä lumelle on syytä välttää (Paavilainen 1969, 1977, Päivinen & Salonen 1981, Lipas 1988).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko lannoitusohjeiden mukainen PK-lannoksen käyttömäärä sopiva lannoitettaessa ensimmäistä kertaa taimikko- tai riukuvaiheen männikköä ravinteisuudeltaan keskinkertaisilla tai karuhkoilla rämeillä. Toisena tavoitteena oli verrata urealla ja oulunsalpietarilla saatavan puuston kasvureaktion suuruutta keskenään käytettäessä suosituksen mukaista typpimäärää ja PK-pohjalannoitusta. Tavoitteena oli selvittää myös typen käyttömäärän vaikutusta lannoitusreaktion voimakkuuteen ja kestoon ohutturpeisella rämeellä.

2. Aineisto

21. Tutkimusalueet ja koejärjestelyt

Tutkimuksen aineisto kerättiin kaikkiaan 25:lta vuosina 1970—79 perustetulta ojitetun rämeen lannoituskokeelta, joista suurin osa sijaitsi Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusalueessa (taulukko 1). Valtaosalla kohteista ojitus oli tehty 1960- ja 1970-luvuilla. Tutkimusalueet olivat ravinteisuudeltaan yleensä verraten karuja — kasvupaikkatyyppi vaihteli tupasvillaisesta suursaraiseen. Turpeen paksuus vaihteli välillä 10—150 cm ja puuston pituus lannoitettaessa välillä 1—8 m. Puusto oli kaikilla kohteilla luontaisesti syntyynyt männikköä, sekapuuna oli hiukan hieskoivua.

PK-lannoksen tasokokeita oli yhteensä 17. Lannoitteen käyttömäärä vaihteli välillä 200—1000 kg/ha. Typpilannoitelajit urea ja oulunsalpietari ovat mukana samoin 17 kokeella (taulukot 2—3). Suurimmalla osalla kokeista käytettiin jauhemaista PK-lannosta. 1970-luvun loppupuolella perustetuilla kokeilla PK-lannos oli rakeistettua ja fosforikálium-suhteeltaan hiukan aiemmasta poikkeavaa. Rakeistuksen yhteydessä PK-lannokseen tuli mukaan myös boori. Lannoitteiden levitysjankohta oli kaikissa tapauksissa kevät tai alkukesä.

Typpilannoitelajeja vertailevissa kokeissa pohjalannoituksena oli suometsien PK-lannos. Muhoksen Häikiössä koejäsenenä oli lannoitteiden lisäksi levitysaika. Kokeella pyrittiin selvittämään ojituksen ja lannoituksen keskinäisen ajoittamisen vaikutusta lannoitustulokseen. Samat käsittelyt tehtiin vuosi ennen ojitusta, ojitusvuonna ja kolme vuotta ojituksen jälkeen.

Typen käyttömäärän vaikutusta selvitettiin Muhoksen Kantosuo ohutturpeisella piensararämeellä. Lannoitteet levitettiin touko—kesäkuun vaihteessa 1970. Lannoitushetkellä puuston keskipituus oli 5—7 metriä. Pohjalannoituksena käytettiin suometsien PK-lannosta (640 kg/ha). Typen käyttömäärä vaihteli välillä 80—333 kg/ha. Mukana olivat sekä oulunsalpietari että urea.

Koejärjestelynä käytettiin arvottuja lohkoja. Koealako vaihteli kohteesta riippuen välillä 0,10—0,25 ha ja toistojen määrä välillä 2—12 kpl.

Tutkimusaineisto on kerätty Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen ja Kannuksen tutkimusalueiden sekä Metsähallinnon Nurmeksen ja Keski-Pohjan hoitoalueiden mailta. Kokeiden suunnittelu ja perustaminen ovat MML Kalevi Karsiston ja mti Jorma Issakaisen yhteistyötä. Jorma Issakainen ohjasi ja valvoi puustonmittaustöitä ja näytteiden keruuta ja avusti käsikirjoituksen laadinnassa. MH Mikko Moilanen suoritti aineiston käsittelyn ja testauksen sekä kirjoitti käsikirjoituksen, jonka lukivat professorit Eero Paavilainen ja Juhani Päivänen, MML Leena Finer ja LuK Heikki Veijalainen. Julkaisun ulkoasun viimeistelivät Tuula Väärä ja Irene Murtovaara. Englanninkielisen käännöstyön teki MML John Derome. Kaikille mukanaolille esitämme parhaat kiitoksemme.

22. Mittaukset ja aineiston käsittely

Aineisto kerättiin vuosina 1981—85. Lannoitusvaikutuksen ilmentäjänä käytettiin puuston koosta riippuen joko koeuiden pituuskasvujen (puuston pituus alle 7 m) tai pohjapinta-alan kasvujen (puuston pituus yli 7 m) aritmeettista keskiarvoa. Pohjapinta-ala (g 1.3) tarkoittaa koeuista 1,3 metrin korkeudelta mitattujen sädekasvujen ja läpimitan avulla laskettua puun poikkileikkausalaa.

Tutkimuskohteiden koealojen muoto oli neliö tai suorakaide ja ne oli rajattu sarkaojan keskeltä seuraavan ojan keskelle. Koelalta valittiin 15—35 koeuuta. Koelalle rajattiin kohtisuoraan ojiin nähden kolme yhdensuuntaista linjaa, joista yksi tuli koealan keskelle ja muut keskilinjan ja koealan reunan puoliväliin. Linjoille asetettiin tasaisin välein mittauspisteitä, joita lähinnä sijaitseva puu tuli koeuiksi. Koeuut jakaantuvat siten tasaisesti koealan eri osiin. Koeuiden välinen etäisyys määräytyi toisaalta koealan koon ja toisaalta tavoitepuumäärän mukaan. Koeuiden määrän riittävyys arvioitiin kullakin kokeella erikseen silmävaraisesti puiden kokovaihtelun perusteella.

Koeuista mitattiin pituus (dm) ja vuotuiset pituuskasvut (cm) tai läpimita (d 1.3, mm) ja vuotuiset sädekasvut (0,01 mm) taannehtivasti lannoitusta edeltäneeseen (2—4 vuotta) kauteen. Sädekasvut määritettiin koeuista 1,3 metrin korkeudelta otetuista kairanlastuista lustomikroskoopilla. Lannoituksen jälkeisten kasvukausien määrä oli kokeesta riippuen 7—15.

Kohteiden ravinnetilan selvittämiseksi otettiin kunkin kokeen lannoittamattomilta koealoilta turve- ja neulasnäytteet. Eräillä kokeilla neulasnäyte otettiin kaikilta koealoilta. Koealaa edusti yksi turvenäyte, joka koostui koealan lävistäjien leikkauspisteestä ja lävistäjien puolikkaiden keskipisteistä kerätystä viidestä osanäytteestä. Näytteet otettiin suon tasapinnasta elävän sammalkerroksen alla olevasta turpeen pintakerroksesta 0—10 cm:n syvyydeltä. Yhteen neulasnäytteeseen tuli nuorimman vuosikerran neulasia koealan kuudesta val-

Taulukko 1. Kokeiden perustiedot.

Table 1. Basic information about the fertilization experiments.

| Kokeen — Experiment | | Alkuperäinen suotyppi ¹⁾ Original mire site type ¹⁾ | Turpeen paksuus Peat thickness cm | Ojitusvuosi Ditching year | Lannoitusvuosi Fertilization year | Puuston keskipeittuus lann.hetkellä Mean stand height at fertilization m | Puuston mittausvuosi Stand measuring year | Turvenäyte Peat sampling m./y. | Neulasnäyte Needle sampling m./y. | Koaloja/toistoja Plots/replications block |
|---------------------|--------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---|--|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Nro No. | Sijainti Location | | | | | | | | | |
| 1 | Muhos, Rakka 1/71 | OtPsR | 5-10 | 1960, -72 | 1971 | 1-2 | 1985 | 11/85 | 12/85 | 32/4 |
| 2 | Muhos, Rakka 2/71 | OtPsR | 5-15 | 1935, -71 | 1971 | 8-12 | 1985 | 10/86 | 4/86 | 10/3-4 |
| 3 | Muhos, Rakka 5/71 | OtTR | 20-40 | 1935, -71 | 1971 | 6-8 | 1985 | 10/86 | 4/86 | 27/9 |
| 4 | Muhos, Rakka 6/71 | OtPsR | 20-30 | 1963, -71 | 1971, -75 | 6-8 | 1983 | 11/85 | 12/85 | 40/8 |
| 5 | Muhos, Rakka 9/71 | OtPsR | 5-15 | 1936, -72 | 1971 | 7-9 | 1984 | 11/85 | 3/85 | 30/3-8 |
| 6 | Muhos, Rakka 11/71 | OtPsR | 20-30 | 1935, -71 | 1971, -81 | 1-3 | 1981 | 1/86 | 4/86 | 15/1-2 |
| 7 | Muhos, Ristikaarto 2/73 | OtPsR | 10-30 | 1966 | 1973 | 1-2 | 1981 | 7/82 | 4/86 | 12/4 |
| 8 | Muhos, Rakka 286 | OtPsR-SsR | 10-30 | 1935, -72 | 1971 | 8-11 | 1983 | 11/85 | 3/85 | 18/3 |
| 9 | Muhos, Rakka 999 | OtPsR-SsR | 10-30 | 1936, -72 | 1971 | 7-10 | 1984 | 11/85 | 3/85 | 12/4 |
| 10 | Muhos, Kantosuo 2 | TR | 150 | 1966, -70 | 1970 | 1 | 1984 | 11/85 | 3/85 | 24/4-5 |
| 11 | Muhos, Kantosuo 5 | OtTR-PsR | 20-45 | 1966, -70 | 1970 | 1 | 1983 | 11/85 | 3/85 | 19/4-5 |
| 12 | Muhos, Kantosuo 9 | PsR | 10-70 | 1966, -70 | 1970 | 5-9 | 1983 | 11/85 | 3/85 | 12/1-3 |
| 13 | Muhos, Kantosuo 10 | OtPsR | 20-30 | 1966 | 1970 | 8-10 | 1983 | 10/86 | 4/86 | 78/5-12 |
| 14 | Muhos, Kantosuo 11 | RamTR | 80-120 | 1966, -70 | 1970 | 1 | 1983 | 11/85 | 3/85 | 19/4-5 |
| 15 | Muhos, Häikiö I | TR | 70-150 | 1973 | 1974, -75, -77 | 91-2 | 1982 | 10/86 | 3/86 | 30/3 |
| 16 | Muhos, Häikiö II | TR | 100-150 | 1974 | 1974, -75, -77 | 1-2 | 1982 | 10/86 | 3/86 | 20/2 |
| 17 | Muhos, Häikiö III | TR | 100-150 | 1974 | 1974, -75, -77 | 1-2 | 1982 | 10/86 | 3/86 | 20/3 |
| 18 | Muhos, Oisava 142 | TR-PsR | 40-100 | 1967 | 1971 | <1 | 1982 | 11/85 | 3/85 | 36/12 |
| 19 | Muhos, Ansaräme 157 | TR-PsR | 100 | 1967 | 1974 | 1-2 | 1981 | 9/86 | 4/86 | 15/3 |
| 20 | Muhos, Viitasuo 160 | TR-PsR | 150 | 1967 | 1974, -83 | 1-2 | 1981 | 9/86 | 3/86 | 10/2 |
| 21 | Kälviä, Kaunisvesi 1/71 | TR-PsR | 100 | 1966, -71, -76 | 1971, -72, -76 | 2-3 | 1984 | 10/86 | 1/86 | 27/3-6 |
| 22 | Kälviä, Kaunisvesi 3/71 | TR | 100-150 | 1972 | 1971, -76 | 1-2 | 1982 | 10/86 | 10/86 | 10/2 |
| 23 | Kärsämäki, Onkilampi 4 | TR | +100 | 1969 | 1971, -75 | 1-2 | 1985 | 11/85 | 3/85 | 36/6 |
| 24 | Nurmes, Salmijärvi 11/78 | TR | +100 | 1977 | 1979 | 2-3 | 1985 | 10/86 | 4/86 | 9/3 |
| 25 | Nurmes, Salmijärvi 12/78 | TR | +100 | 1977 | 1979 | 1-2 | 1985 | 10/86 | 4/86 | 7/2-3 |

¹⁾ Ks. — See Huikari (1952)

Taulukko 2. Koalojen jakaantuminen lannoituskäsittelyittäin PK-tasokokeilla.

Table 2. Distribution of the sample plots according to fertilizer treatment in the PK dosage experiments.

| Kokeen — Experiment | | Koaloja, kpl — Number of sample plots | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Nro No. | Sijainti Location | 0 | PK200 | PK300 | PK400 | PK500 | PK600 | PK800 | PK1000 |
| 1 | Rakka 1/71 | 4 | 4 | | 4 | | 4 | | |
| 4 | Rakka 6/71 | 5 | | | 8 | | | 8 | |
| 5 | Rakka 9/71 | 4 | | | 4 | | 3 | 4 | |
| 6 | Rakka 11/71 | 2 | | | 2 | | 2 | 2 | |
| 8 | Rakka 286 | 3 | 3 | | 3 | | 3 | 3 | 3 |
| 9 | Rakka 999 | 4 | | | 4 | | | 4 | |
| 10 | Kantosuo 2 | 4 | 6 | | 5 | | 5 | 4 | |
| 11 | Kantosuo 5 | 5 | 4 | | 5 | | 5 | | |
| 12 | Kantosuo 9 | 3 | 3 | | 3 | | 2 | 3 | |
| 13 | Kantosuo 10 | 12 | | | | | 6 | | |
| 14 | Kantosuo 11 | 5 | 5 | | 5 | | 5 | | |
| 15 | Häikiö I | 6 | | 3 | | | 3 | | |
| 16 | Häikiö II | 4 | | 2 | | | 2 | | |
| 17 | Häikiö III | 4 | | 2 | | | 2 | | |
| 18 | Oisava 142 | 12 | | | | 12 | | | 12 |
| 21 | Kaunisvesi 1/71 | 6 | | | | 12 | | 3 | 6 |
| 23 | Onkilampi 4 | 4 | 6 | | 6 | | 6 | | |

PK = Suometsien jauheinen PK-lannos (10,5% P, 12,5% K) — Powdered PK fertilizer for peatlands

litsevaan latvuskerrokseen kuuluvasta puusta. Neulaset kerättiin oksaleikkurilla latvuksen yläosasta sen eteläpuolelta joulu—huhtikuun välisenä aikana. Suuremmista puista näytteet otettiin haulikolla ampumalla. Turveja neulasnäytteistä määritettiin Muhoksen tutkimus- aseman laboratoriossa pääravinnepitoisuudet ja neulas-

näytteistä lisäksi boori. Ravinneanalyysit tehtiin standardimenetelmin (Halonen & Tulkki 1982).

Lannoitusreaktion merkitsevyyden ja lannoituskäsittelyjen välisten erojen testaus tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen VAX-tietokokeen BMDP-ohjelmistolla (PIV, P7D). Laskentayksikkönä käytettiin koaloittaista koe-

puiden pituuskasvun tai pohjapinta-alan kasvun aritmeettista keskiarvoa. Lannoitusvaikutuksen testaus suoritettiin kokeittain yksisuuntaisella varianssi- tai kovarianssianalyysillä kullekin lannoitusta seuranneelle vuodelle erikseen. Kovariaattina käytettiin lannoitusta

edeltäneen kolmen vuoden pituus- tai pohjapinta-alan kasvua. Lannoituskäsittelyjen parittainen vertailu tapahtui Tukeyn testillä. Merkitsevyyden rajana käytettiin 5 %:n riskitasoa ($p = 0,05$).

Taulukko 3. Koealojen jakaantuminen lannoituskäsittelyittäin typpilannoitelajikoikeilla.

Table 3. Distribution of the sample plots according to fertilizer treatment in the nitrogen fertilizer type experiments.

| Kokeen — Experiment | | Koealoja, kpl — Number of sample plots | | | | | | | |
|---------------------|------------------|--|-------|--------|-----------|-----------|--------|---------|---------|
| Nro | Sijainti | 0 | Os600 | Os200+ | Os300+ | Os400+ | Os600+ | Os1000+ | Os1300+ |
| No. | Location | | | PK200 | PK300—400 | PK200—600 | PK600 | PK600 | PK600 |
| 1 | Rakka 1/71 | 4 | 4 | | 4 | | | | |
| 2 | Rakka 2/71 | 3 | | | | | 3 | | |
| 3 | Rakka 5/71 | 9 | | | | 9 | | | |
| 4 | Rakka 6/71 | 5 | | | | 8 | | | |
| 5 | Rakka 9/71 | 4 | | | | 7 | | | |
| 6 | Rakka 11/71 | 2 | | | | 4 | | | |
| 7 | Ristikaarto 2/73 | 4 | | | | 4 | | | |
| 13 | Kantosuo 10 | 12 | 6 | | 6 | | 6 | 6 | 6 |
| 15 | Häikiö I | 6 | | | 9 | | | | |
| 16 | Häikiö II | 4 | | | 6 | | | | |
| 17 | Häikiö III | 4 | | | 6 | | | | |
| 19 | Ansaräme 157 | 3 | | 3 | 3 | | | | |
| 20 | Viitasuo 160 | 2 | | 2 | | 2 | | | |
| 22 | Kaunisvesi 3/71 | 2 | | | | 4 | | | |
| 23 | Onkilampi 4 | 4 | | | | 6 | | | |
| 24 | Salmijärvi 11 | 3 | | | 3 | | | | |
| 25 | Salmijärvi 12 | 3 | | | 2 | | | | |

Os = Oulunsalpietari (26% N) — Ammonium nitrate with lime

PK = Suometsien jauheinen PK-lannos (10,5% P, 12,5% K), paitsi kokeet 24 ja 25 Suometsien rakeinen PK-lannos (8,7% P, 16,6% K) — Powdered PK fertilizer for peatlands, except experiments 24 and 25 granular PK fertilizer for peatlands

| Kokeen — Experiment | | Koealoja, kpl — Number of sample plots | | | | | | |
|---------------------|------------------|--|-------|-----------|-------|-----------|-------|-------|
| Nro | Sijainti | U300 | U100+ | U200+ | U300+ | U400+ | U500+ | U700+ |
| No. | Location | | PK200 | PK200—600 | PK600 | PK400—600 | PK600 | PK600 |
| 1 | Rakka 1/71 | | | 4 | | 4 | | |
| 2 | Rakka 2/71 | | | | | 4 | | |
| 3 | Rakka 5/71 | | | | 9 | | | |
| 4 | Rakka 6/71 | | | 8 | | | | |
| 5 | Rakka 9/71 | | | 8 | | | | |
| 6 | Rakka 11/71 | | | 4 | | | | |
| 7 | Ristikaarto 2/73 | | | 4 | | | | |
| 13 | Kantosuo 10 | 5 | | 7 | 6 | | 5 | 7 |
| 15 | Häikiö I | | | 12 | | | | |
| 16 | Häikiö II | | | 8 | | | | |
| 17 | Häikiö III | | | 8 | | | | |
| 19 | Ansaräme 157 | | 3 | 3 | | | | |
| 20 | Viitasuo 160 | | 2 | 2 | | | | |
| 22 | Kaunisvesi 3/71 | | | 4 | | | | |
| 23 | Onkilampi 4 | | | 6 | | | | |
| 24 | Salmijärvi 11 | | | 3 | | | | |
| 25 | Salmijärvi 12 | | | 3 | | | | |

U = Urea (46,3% N).

PK = Suometsien jauheinen PK-lannos (10,5% P, 12,5% K), paitsi kokeet 24 ja 25 Suometsien rakeinen PK-lannos (8,7% P, 16,6% K) — Powdered PK fertilizer for peatlands, except experiments 24 and 25 granular PK fertilizer for peatlands

3. Tulokset

31. Lannoitusreaktion riippuvuus PK-lannoksen määrästä

311. Taimikot

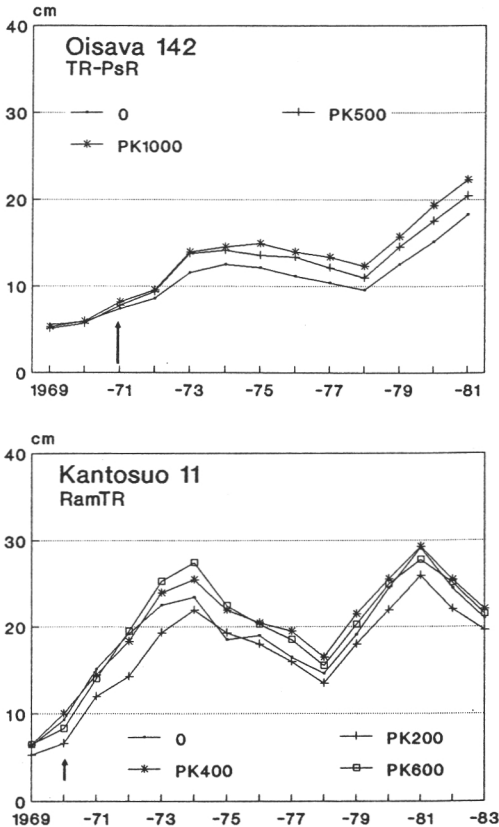
3111. Pituuskasvu

Vuosina 1970—74 perustetuista PK-lannoksen tasokokeista 11 kpl oli vähäpuustoisilla karuilla rämeillä (taulukko 1, kokeet 1, 6, 10, 11, 14—18, 21 ja 23). Puuston keskipituus lannoitushetkellä oli 1—3 m.

Suometsien jauheisen PK-lannoksen vaikutus männyn pituuskasvuun jäi yleensä ver-

raten pieneksi sekä paksu- että ohutturpeisilla kohteilla (kuvat 1 a—b ja 2). Merkitseviä kasvunlisäyksiä todettiin ainoastaan kolmella kokeella: Muhoksen Oisavalla ja Häikiössä PK-lannoksen suurempi käyttömäärä lisäsi Tukeyn testiin mukaan koko tarkastelujakson puuston kasvua, ja Kälviän Kaunisvedellä suurin käyttömäärä lisäsi merkittävästi puuston kasvua vuosina 1974—75. Lannoituksen aiheuttama pituuskasvun vuotuinen lisäys oli parhaimmillaan 5—7 cm.

Lannoitetasojen väliset erot niin vaikutuksen voimakkuuden kuin kestonkin suhteen jäivät pieniksi. Käyttömäärän nostaminen

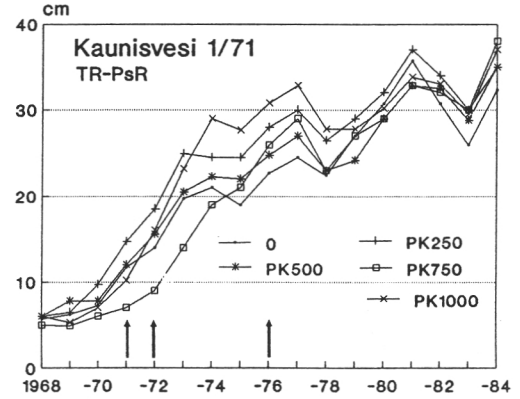
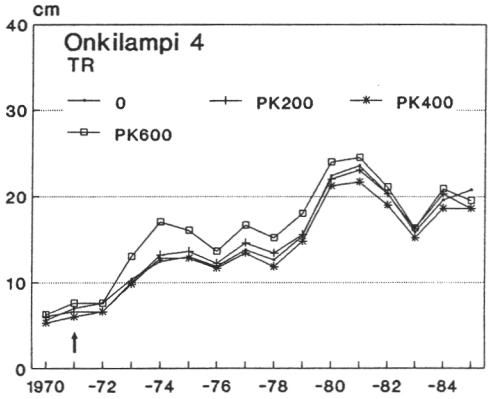


Kuva 1a. Taimikoiden pituuskasvun kehitys PK-lannoituksen jälkeen Muhoksen paksuturpeisilla (turvetta yli 40 cm) rämeillä. Nuoli osoittaa lannoitusvuoden. Käsitellyt: lannoittamaton, suometsien jauheinen PK-lannos 200—1000 kg/ha.

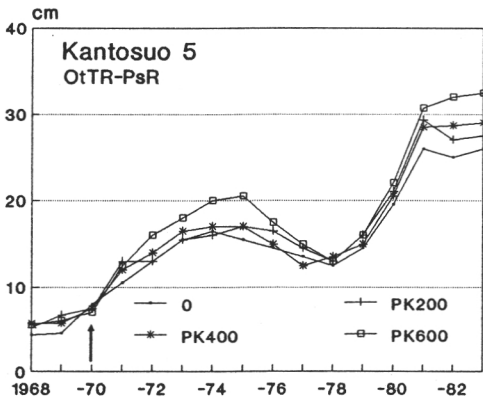
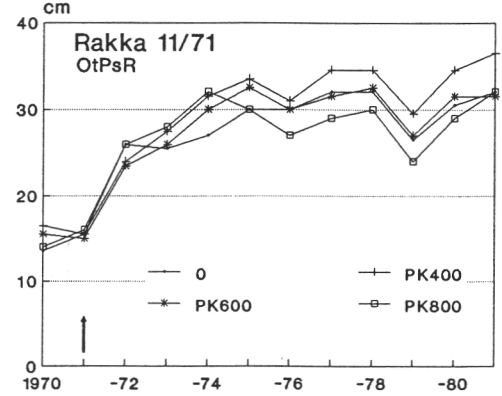
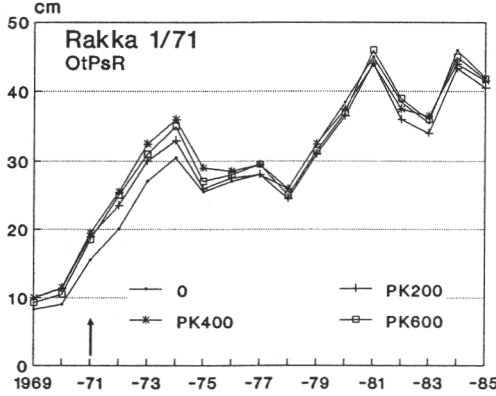
Fig. 1a. Height growth development of the seedling stands on thick-peated pine bogs at Muhos following PK fertilization. The arrow indicates the fertilization year. Treatments: control, powdered PK fertilizer 200–1000 kg/ha.

200 kg:sta/ha 400—600 kg:aan/ha näytti hie-
man parantavan pituuskasvua. Suurimpien
annoksien (800 ja 1 000 kg/ha) vaikutuksesta
ei saatu selvää kuvaa. Rakan kokeella 11/71

ja Kantosuon kokeella 2 käyttömäärä 800
kg/ha jopa vähensi kasvua, kun taas Oisaval-
la suurimmalla käyttötasolla saatiin voimak-
kain kasvureaktio.



Kuva 1b. Taimikoiden pituuskasvu PK-lannoituksen jälkeen Kärsämäen ja Kälviän paksuturpeilla kokeilla. Selitys kuten kuvassa 1a.
Fig. 1b. Height growth development of the seedling stands in the thick-peated experiments at Kärsämäki and Kälviä following PK-fertilization. Explanation as in Figure 1a.



Kuva 2. Taimikoiden pituuskasvun kehitys PK-lannoituksen jälkeen ohutturpeilla (turvetta alle 40 cm) rämeillä. Selitys kuten kuvassa 1a.
Fig. 2. Height growth development of the seedling stands on thin-peated pine bogs following PK-fertilization. Explanation as in Figure 1a.

3112. Neulasten ravinnetila

Paarlahden ym. (1971) mukaan pääravinteiden voimakasta puutetta männyllä osoittavat seuraavat raja-arvot neulasten ravinnepitoisuuksissa: typpi 1,2 %, fosfori 1,4 mg/g ja kalium 3,50 mg/g. Lannoittamattomien koelohjojen neulasanalyysi osoitti puiden kärsivän kaikilla paksuturpeisilla (turvetta yli 40 cm) kohteilla voimakasta fosforin puutetta (taulukko 4, kokeet 10, 14—18, 21 ja 23). Typpi-tila oli samoin heikko tai korkeintaan tyydyttävä. Selvä kaliumin puute havaittiin vain kahdella kokeella. Ohutturpeisilla rämeillä (kokeet 1, 6 ja 11) puuston ravinnetilaa voitiin neulasanalyysin perusteella pitää tyydyttävänä.

PK-lannoituksen vaikutusta neulasten ravinnepitoisuuksiin voitiin tarkastella kolmella kokeella: Onkilampi 4 ja Kantosuo 2 ja 9 (kuva 3). Lannoituksesta oli tällöin kulunut 14—15 vuotta. Lannoituskäsittelyjen väliset erot jäivät pieniksi. Ainoastaan Kantosuon

kokeella 2 suometsien PK-lannoksen käyttömäärä 400 kg/ha kohotti merkittävästi neulasten fosforipitoisuutta. Suuremmat annokset eivät enää lisänneet vaikutusta. Kantosuon kokeella 9 fosforipitoisuus näytti hiukan kohoavan lannoitetason kasvaessa. Käyttömäärän vaikutus näkyi mahdollisesti lievänä myös kaliumpitoisuudessa.

312. Riukupuustot

Muhoksen tutkimusalueeseen vuosina 1970—71 perustetut 5 koetta edustivat ravinteisuudeltaan lähinnä piensaratason, osaksi myös suursaratason muuttumavaiheen kasvupaikkoja (taulukko 1, kokeet 4, 5, 8, 9 ja 12). Puuston pituus lannoitushetkellä oli 4—7 m. Valtaosa kohteista todettiin verraten ohutturpeiseksi (turvetta 10—50 cm).

PK-lannoksen vaikutus jäi käyttömäärästä riippumatta pieneksi (kuva 4). Kovarianssi-analyysin perusteella lannoitus (800 kg/ha)

Taulukko 4. Turpeen ja neulasten ravinnepitoisuudet lannoittamattomilla koelohjoilla.

Table 4. The peat and needle nutrient concentrations on the unfertilized plots.

| Koe Experiment No. Sijainti Location | Turve — Peat (0—10 cm) | | | | Neulaset — Needles | | | |
|---|------------------------|---------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|----------|
| | N ¹ % | N ² % | P mg/g | K mg/g | N % | P mg/g | K mg/g | B ppm |
| 1 Rakka 1/71 | 0,35 | 2,13 | 0,54 | 0,61 | 1,31 | 1,88 | 5,21 | 9,73 |
| 2 Rakka 2/71 | 1,33 | 2,09 | 3,29 | 0,87 | 1,29 | 1,81 | 4,85 | 9,40 |
| 3 Rakka 5/71 | 1,20 | 2,01 | 0,94 | 0,41 | 1,34 | 1,55 | 3,79 | 6,86 |
| 4 Rakka 6/71 | 1,36 | 1,68 | 0,98 | 0,50 | 1,21 | 1,58 | 4,57 | 10,62 |
| 5 Rakka 9/71 | 0,94 | 2,08 | 1,15 | 0,63 | 1,16 | 1,67 | 5,47 | 13,05 |
| 6 Rakka 11/71 | 1,43 | 2,17 | 4,30 | 0,58 | 1,36 | 1,69 | 4,95 | 10,15 |
| 7 Ristikaarto 2/73 | 0,96 | 2,53 | 1,62 | 0,70 | 1,35 | 1,68 | 4,92 | 8,80 |
| 8 Rakka 286 | 1,29 | 2,19 | 1,32 | 0,79 | 1,35 | 1,81 | 4,63 | 14,27 |
| 9 Rakka 999 | 1,11 | 1,87 | 1,82 | 0,69 | 1,24 | 1,75 | 4,66 | 7,60 |
| 10 Kantosuo 2 | 1,16 | 1,19 | 0,65 | 0,59 | 1,19 | 1,20 | 3,69 | 14,43 |
| 11 Kantosuo 5 | 1,76 | 2,20 | 1,03 | 0,44 | 1,27 | 1,40 | 4,17 | 7,93 |
| 12 Kantosuo 9 | 1,09 | 1,32 | 1,43 | 0,52 | 1,21 | 1,29 | 3,83 | 22,10 |
| 13 Kantosuo 10 | 1,15 | 1,72 | 1,44 | 0,64 | 1,14 | 1,27 | 4,83 | 15,47 |
| 14 Kantosuo 11 | 1,53 | 1,60 | 0,96 | 0,69 | 1,25 | 1,32 | 3,51 | 12,88 |
| 15 Häikiö I | 0,94 | 0,98 | 0,59 | 0,44 | 1,24 | 1,23 | 4,06 | 17,20 |
| 16 Häikiö II | 0,83 | 0,85 | 0,52 | 0,45 | 1,36 | 1,35 | 4,48 | 13,70 |
| 17 Häikiö III | 0,92 | 0,94 | 0,52 | 0,61 | 1,24 | 1,27 | 4,65 | 14,45 |
| 18 Oisava 142 | 1,16 | 1,19 | 0,67 | 0,60 | 1,13 | 1,23 | 4,17 | 14,60 |
| 19 Ansaräme 157 | 1,44 | 1,48 | 0,76 | 0,38 | 1,28 | 1,43 | 4,55 | 9,83 |
| 20 Viitasuo 160 | 1,30 | 1,33 | 0,52 | 0,16 | 1,24 | 1,47 | 4,12 | 14,80 |
| 21 Kaunisvesi 1/71 | 1,39 | 1,43 | 0,67 | 0,32 | 1,35 | 1,50 | 4,38 | 7,60 |
| 22 Kaunisvesi 3/71 | 1,28 | 1,31 | 0,62 | 0,30 | 1,14 | 1,60 | 4,80 | 11,50 |
| 23 Onkilampi 4 | 0,75 | 0,76 | 0,61 | 0,69 | 1,16 | 1,43 | 4,22 | 11,40 |
| 24 Salmijärvi 11 | 0,94 | 0,97 | 0,42 | 0,47 | 1,26 | 1,19 | 4,86 | 19,13 |
| 25 Salmijärvi 12 | 0,65 | 0,67 | 0,32 | 0,55 | 1,28 | 1,09 | 4,24 | 19,35 |

N¹ = näytteen kuiva-aineen typpipitoisuus — Nitrogen content of peat, % from dry matter.

N² = näytteen orgaanisen osan typpipitoisuus — Nitrogen content of peat, % out of organic matter.

lisäsi kasvua vain Rakan kokeella 286 vuosi-
na 1974—80. Käyttömäärän ja lannoitusvai-
kutuksen keston välillä ei myöskään havaittu
yhteyttä. Heikkoon reaktioon lienee useim-
massa tapauksessa ollut syynä typen niuk-
kuus (taulukko 4). Fosforista ja kaliumista ei
neulasanalyysin perusteella ollut puutetta
kuin yhdellä kokeella (Kantosuo 9). Yleensä
puut näyttivät saaneen niitä riittävästi ohuen
turverkerroksen alaisesta kivennäismaasta.

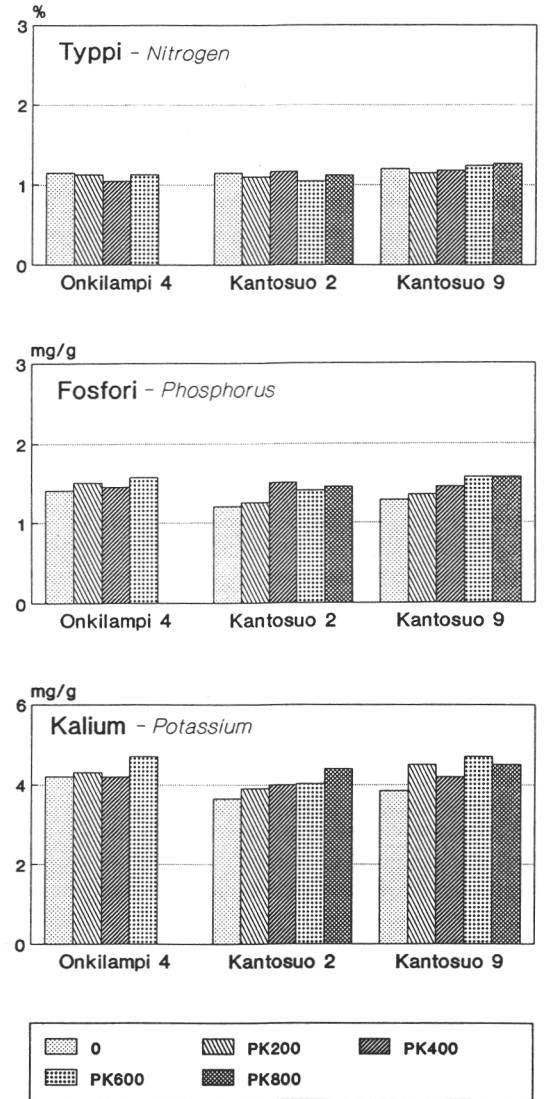
32. Typpilannoitelajien vaikutus puuston kasvuun

321. Taimikot

Urean ja oulunsalpietarin vaikutuseroja voi-
tiin selvittää 12 kokeella, joiden puusto lan-
noitusvuonna oli ollut taimikkovaihetta (tau-
lukko 1, kokeet 1, 6, 7, 15—17, 19, 20,
22—25). Neulasanalyysin perusteella tyy-
pestä oli puutetta lähes kaikilla kokeilla (tau-
lukko 4).

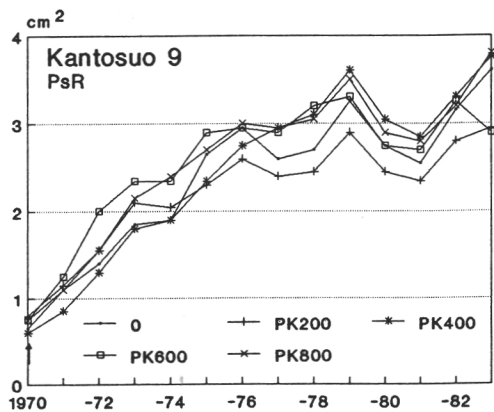
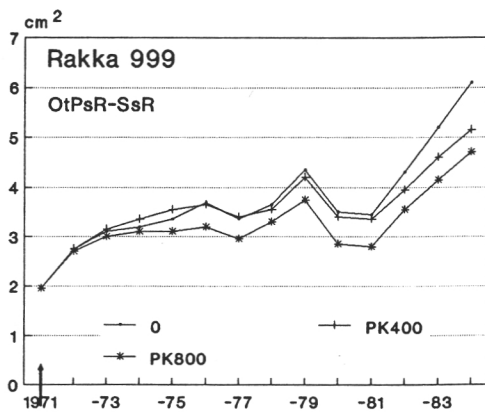
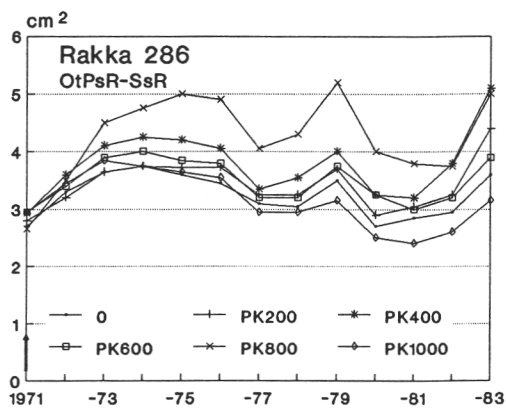
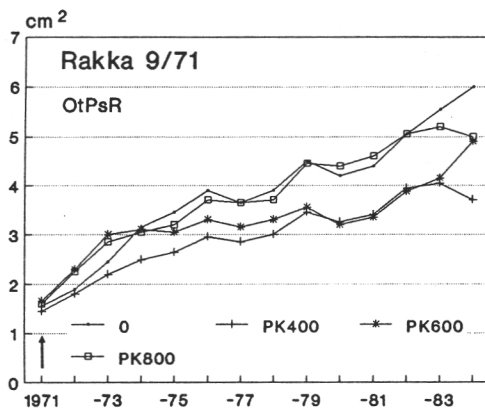
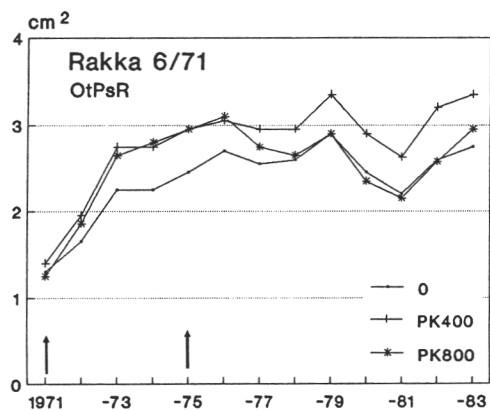
Typpilannoitus lisäsi puuston pituuskas-
vua 5—8 vuoden ajan (kuvat 5 a—b ja 6).
Rakan kokeella 1/71 molemmat typpilannoit-
telajit aiheuttivat vuosina 1973—74 merkit-
sevän kasvureaktion. Myös Häikiön, Ansa-
rämeen ja Salmijärven kokeilla typpilannoit-
teet lisäsivät kovarianssianalyysin mukaan
puuston pituuskasvua. Häikiön kokeella kol-
me vuotta ojituksen jälkeen tehty lannoitus
lisäsi puuston kasvua enemmän kuin ojitus-
vuonna tai vuosi ojituksesta tehty lannoitus.
Suurin suhteellinen kasvunlisäys saatiin kui-
tenkin ojitusvuonna toteutetulla levityksellä.

Oulunsalpietarin ja urean välinen ero to-
dettiin vähäiseksi. Häikiön kokeella ureaa
saanut puusto kasvoi kuuden vuoden aikana
lannoituksen jälkeen levitysvuodesta riippuen
50—76 % ja oulunsalpietaria saanut 56—73
% paremmin kuin lannoittamaton puusto.
Luvuissa on tosin mukana myös PK-lannoit-
uksen vaikutusta (vrt. kuva 1). Onkilammel-
la oulunsalpietari antoi hiukan paremman tu-
loksen kuin urea, mutta ero ei ollut merkit-
sevä. Ristikaarrossa puusto reagoi selvästi
vain urealannoitukseen (vaikutus merkitsevä
vuosina 1976—77). On mahdollista, että osa
oulunsalpietarin tyypestä huuhtoutui, sillä lan-
noitteet levitettiin sulavan lumisohjon päälle.



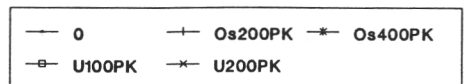
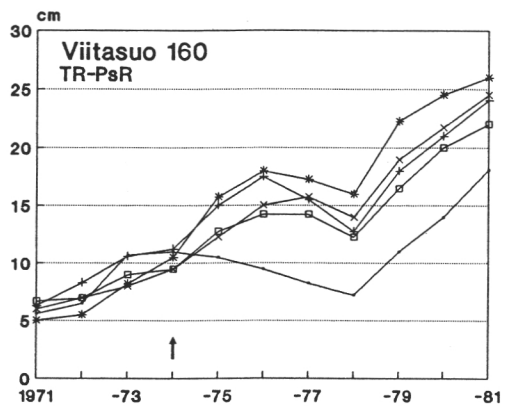
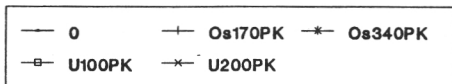
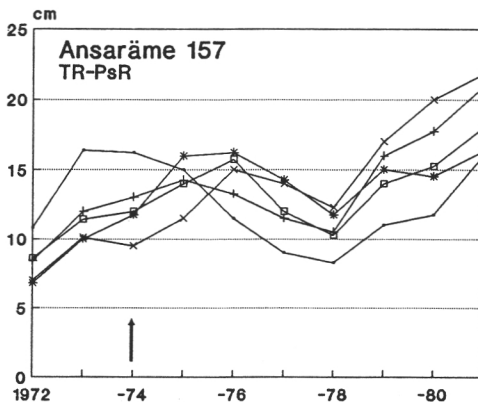
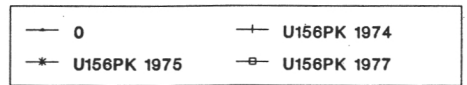
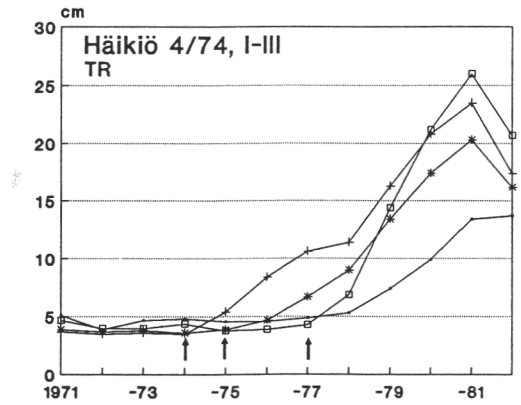
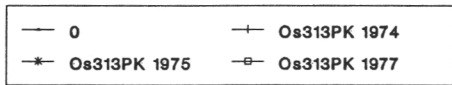
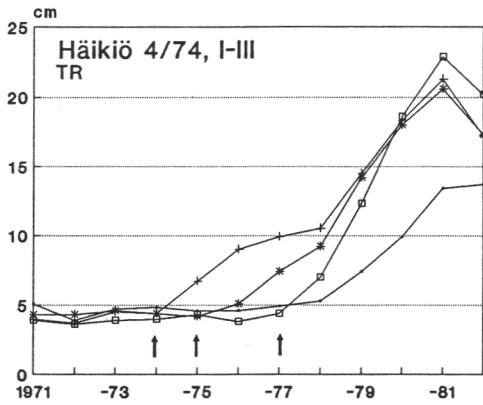
Kuva 3. Neulasten typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuus kolmella PK-lannoksen tasokokeella maaliskuussa 1985. Varianssi-analyysin p-arvot osoittavat käsitte-
lyjen välisten erojen merkitsevyyttä.

Fig. 3. Needle N, P and K concentrations in three dosage
experiments with powdered PK fertilizer in March
1985. The p-values indicate the statistical significance
between the treatments.



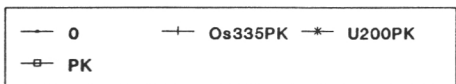
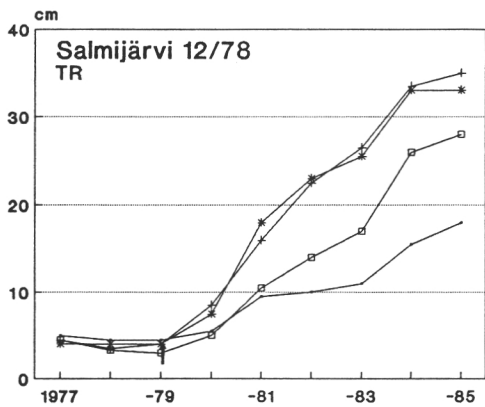
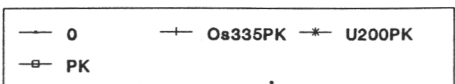
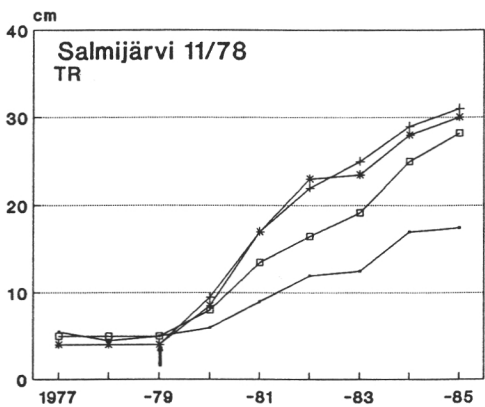
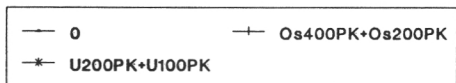
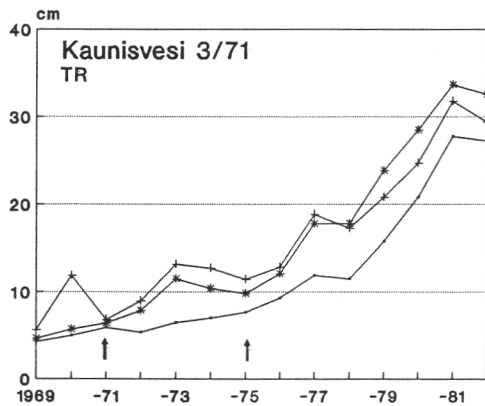
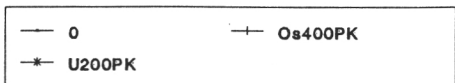
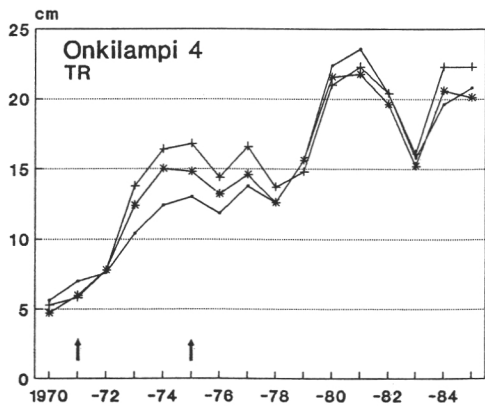
Kuva 4. PK-lannoituksen vaikutus koepuiden pohjapinta-alan (g l.3) kehitykseen Muhoksen riukuvaiheen männiköissä. Nuoli osoittaa lannoitusvuoden. Käsitelyt: lannoittamaton, suometsien jauheinen PK-lannos 200–1000 kg/ha .

Fig. 4. Effect of PK fertilization on the development of the basal area (g l.3) of sample trees in pole stage pine stands at Muhos. The arrow indicates the fertilization year. Doses: control, powdered PK fertilizer 200–1000 kg/ha .



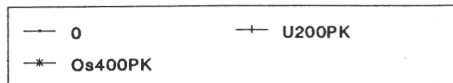
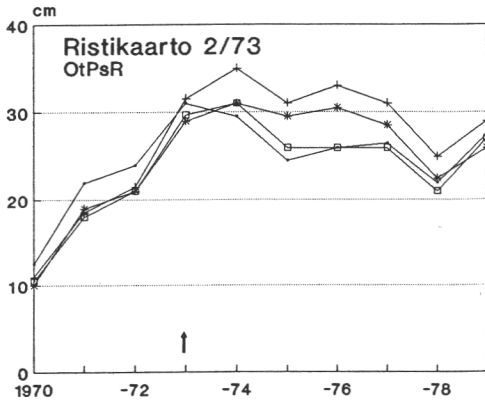
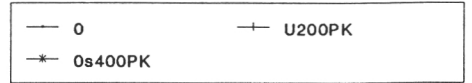
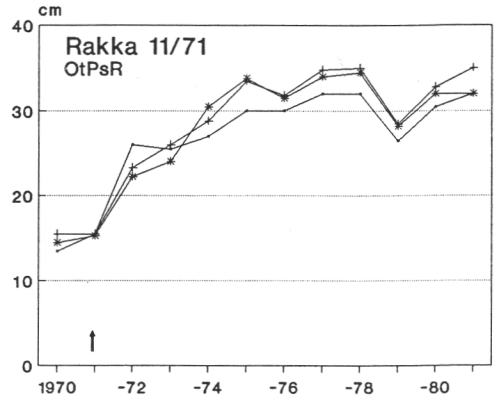
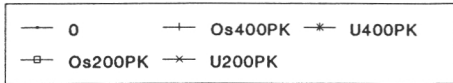
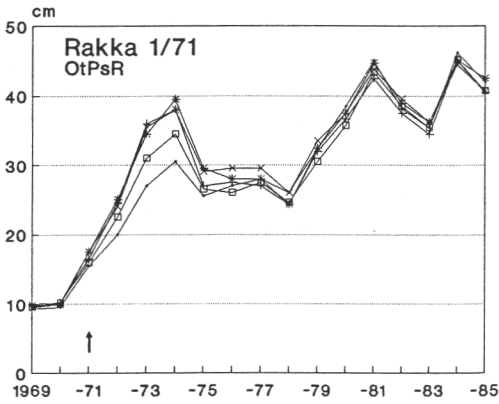
Kuva 5a. Typpilannoittelajien vaikutus männynntaimikoiden pituuskasvuun Muhoksen paksuturpeisilla kokeilla. Os = oulunsalpietari, U = urea, PK = Suometsien jauheinen PK-lannos. Numerot osoittavat lannoitemäärää (kg/ha) ja nuolet lannoitusvuotta.

Fig. 5a. Effect of two types of nitrogen fertilizer on the height growth of pine seedling stands in the thick-peated experiments at Muhos. Os = ammonium nitrate with lime, U = urea, PK = powdered PK fertilizer. The figures denote the amounts of fertilizer added (kg/ha) and the arrow indicates the fertilization year.



Kuva 5b. Typpilannoitelajien vaikutus männyntaimikoiden pituuskasvuun Kärämäen, Kälviän ja Nurmeksens pakaturpeisilla kokeilla. Selitys kuten kuvassa 5a.

Fig. 5b. Effect of two types of nitrogen fertilizer on the height growth of pine seedling stands in the thick-peated experiments at Kärämäki, Kälviä and Nurmes. Explanation as in Figure 5a.



Kuva 6. Typpilannoitelajien vaikutus männyntaimikon pituuskasvuun ohutturpeisilla rämeillä. Selitys kuten kuvassa 5a.

Fig. 6. Effect of two types of nitrogen fertilizer on the height growth of pine seedling stands on thin-peated pine bogs. Treatment exp. as in Figure 5a.

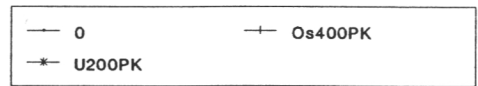
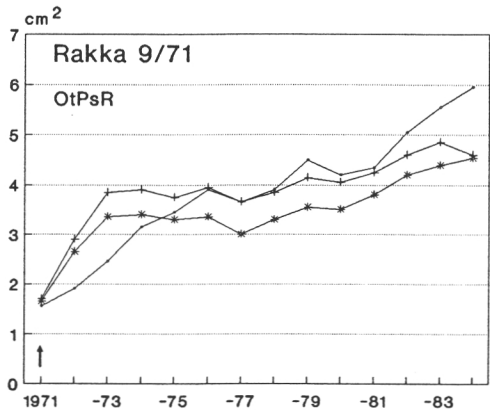
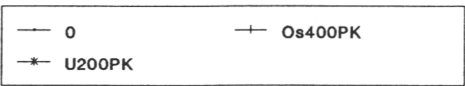
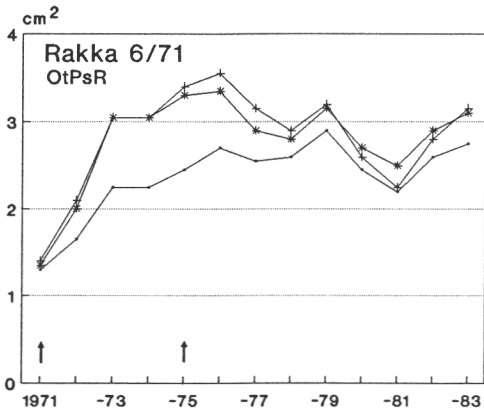
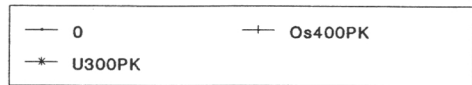
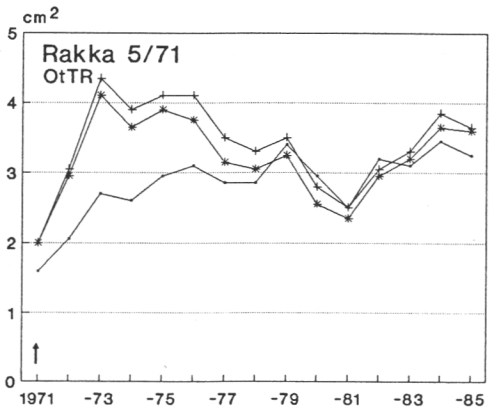
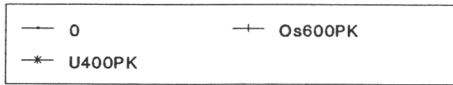
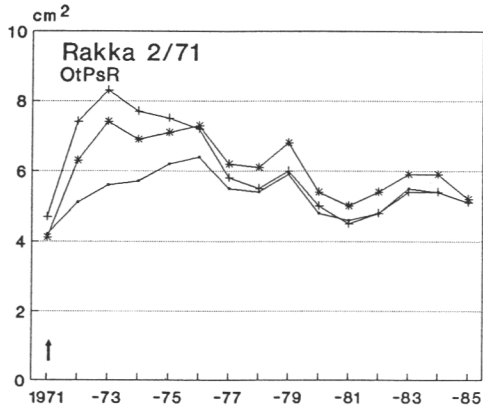
322. Riukupuustot

Typpilannoitelajien vaikutusta rämemännikön paksuuskasvuun tutkittiin neljällä ohutturpeisella (turvetta 10—40 cm), osittain turvekangasvaihetta olevalla kohteella (taulukko 1, kokeet 2—5). Puuston pituus lannoitushetkellä vaihteli 4—7 metrin välillä.

Typen käyttö lisäsi koepuiden pohjapintalan kasvua kokeesta riippuen 4—7 vuotta (kuva 7). Lannoitusta seuranneen viisivuotiskauden aikana lannoitusreaktio oli yleensä merkitsevä. Urean ja oulunsalpietarin vertailu osoitti jälkimmäisen aiheuttaneen lievästi

suuremman kasvureaktion. Ero ei ollut merkitsevä. Vertailua vaikeutti se, että osalla kokeista eri typpilannoitelajien sisältämä typin määrä ei ollut aivan yhtä suuri.

Urea lisäsi puuston kasvua lannoitusta seuranneen 7 vuoden aikana koko aineistossa keskimäärin 41,7 % ja oulunsalpietari 46,9 % lannoittamattoman puuston kasvuun verrattuna. Varianssianalyysin mukaan typpilannoitelajien välinen ero ei ollut merkitsevä (p-arvo 0,4504). Urean ja oulunsalpietarin aiheuttamat puuston kasvunlisäykset korreloivat voimakkaasti keskenään (kuva 8).



Kuva 7. Koepuiden pohjapinta-alan (g1.3) kehitys Muhoksen Rakan kokeilla. Käsittelyjen selitys kuten kuvassa 5a.

Fig. 7. Development of the basal area (g1.3) of the sample trees in the experiments at Muhos. Treatment exp. as in Figure 5a.

323. Kasvureaktion riippuvuus lannoitetypen määrästä

Typen käyttömäärän vaikutusta selvitetiin Muhoksen Kantosuon ohutturpeisella pien-sararämeellä (taulukko 1, koe 13). Typpilannoitus lisäsi voimakkaasti puuston kasvua (kuva 9). Pienin käytetty typpimäärä (80–83 kg N/ha) oli likimain suopuustojen lannoitussuosituksista vastaava. Huomattavasti voi-

makkaampi vaikutus saavutettiin kuitenkin tasolla 160–166 kg N/ha. Typpimäärää edelleen lisäämässä kasvureaktio ei oleellisesti voimistunut. Typpilannoituksen aiheuttama kasvunlisäys oli merkittävä vuosina 1971–77 lukuunottamatta pienintä käyttömäärää, joka kovarianssianalyysin mukaan lisäsi kasvua vain vuosina 1973–74. Pienin typpitaso poikkesi merkittävästi muista typpitasoista. Myös vaikutuksen kesto-aika jäi pienimmällä

Taulukko 5. Typpilannoitelajeilla 7 vuodessa saatu puuston kasvunlisäys sekä levitystä edeltäneen ja seuranneen viikon säätietoja. Pohjalannoituksena Suometsien PK-lannos.

Table 5. Growth response obtained in 7 years with the two types of nitrogen fertilizer, and the weather data for the week before and that after fertilization. Basic fertilization with PK. (Os = ammonium nitrate with lime.)

| Lannoitus- vuosi Ferti- lization year | Sijainti Location | Kasvunlisäys % lannoittamattomasta Growth response, % of control | | Lämpötilat/7 vrk, °C Temperature/7 days, °C | | | | | | Sadesumma/7 vrk ennen jälkeen Precipitation/7 days before after | |
|---|-----------------------|---|------|--|-----------------|------|------------------|------|-----|--|------|
| | | Urea | Os | \bar{x} | ennen before | | jälkeen after | | | mm | mm |
| | | | | | max | min | \bar{x} | max | min | | |
| 1970 | Kantosu | 25,4 | 35,3 | 11,5 | 15,8 | 6,0 | 14,9 | 20,1 | 7,3 | 3,9 | 3,6 |
| 1971 | Rakka | 16,4 | 21,6 | 4,7 | 8,1 | 0,8 | 14,9 | 21,3 | 7,1 | 1,9 | 0,0 |
| 1973 | Ristikaarto | 15,2 | 5,3 | 4,6 | 8,8 | 0,2 | 6,0 | 10,7 | 1,2 | 25,2 | 13,9 |
| 1974 | Ansaräme/ Viitasuo | 35,0 | 47,0 | 7,4 | 13,4 | -1,1 | 8,2 | 13,5 | 1,0 | 2,2 | 0,0 |
| 1974 | Häikiö | 75,5 | 73,4 | 16,9 | 22,7 | 10,7 | 14,2 | 17,8 | 9,4 | 11,5 | 13,9 |
| 1975 | Häikiö | 50,4 | 58,6 | 11,7 | 18,2 | 4,4 | 13,7 | 20,1 | 7,3 | 27,4 | 15,0 |
| 1977 | Häikiö | 71,2 | 56,0 | 5,2 | 11,0 | -0,9 | 5,7 | 9,6 | 0,8 | 8,3 | 16,4 |
| 1979 | Salmijärvi | 82,1 | 85,7 | 15,2 | 19,6 | 9,9 | 12,3 | 16,9 | 7,1 | 5,6 | 9,9 |

typpitasolla lyhyeksi. Urean ja oulunsalpieta-
rin keskinäinen ero oli hyvin pieni.

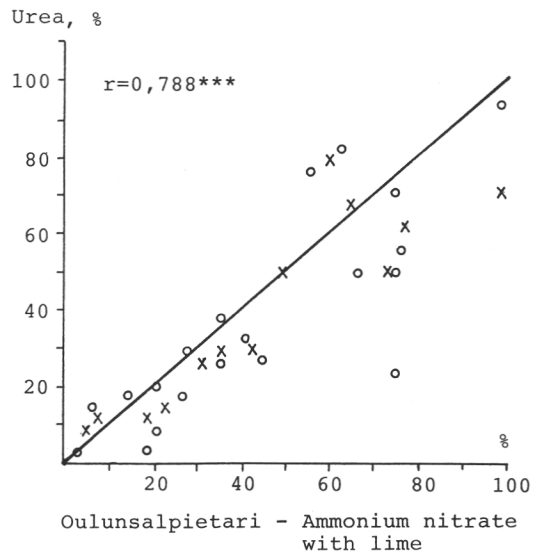
Kantosuon kokeella käsittelyinä olivat myös pelkkä suometsien PK-lannos ja pelkkä urea tai oulunsalpietari (typpimäärä 160—166 kg N/ha). PK-käsittelyn vaikutus oli lähes olematon. Typen käyttö yksinään aiheutti sen sijaan voimakkaan puuston kasvureaktion (kuva 9).

Kantosuon kokeen kasvualusta sisälsi typpeä hyvin niukalti, 1,15 % turpeen kuivapainosta 0—10 cm:n kerroksessa. Myös neulas-analyysin perusteella puiden kasvun minimiravinne oli typpi, jonka pitoisuus lannoittamattomien puiden neulasissa vaihteli 1,0—1,2 %:n välillä (taulukko 4). Neulasten fosforiarvot olivat myös alhaiset.

324. Lannoitusajankohdan sääolot

Kaikilla typpilajikokeilla lannoitteiden levitys tehtiin keväällä tai alkukesällä. Sääolojen merkityksen arvioimisessa käytettiin Muhoksen, Kajaanin ja Nivalan säähavaintoasemien rekisteröimiä säätietoja. Tarkasteluun otettiin mukaan levitystä edeltäneen ja seuranneen 7 vuorokauden keskilämpötila ja sademäärä.

Muhoksen Kantosuon typpitasokoe lannoitettiin touko—kesäkuun vaihteessa 1970. Levityksen aikaan vuorokautiset maksimilämpötilat olivat yli kymmenen astetta ja kohosivat levitystä seuranneen viikon aikana hellelukemiin, yli 20°C:een (taulukko 5). Kun sateita ei jakson aikana juuri esiintynyt, olosuhteita urean typen haihtumiselle voidaan



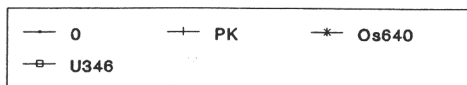
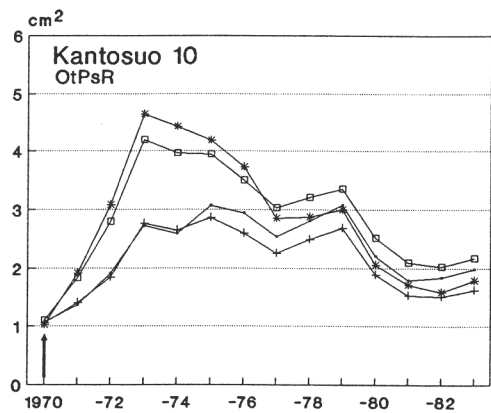
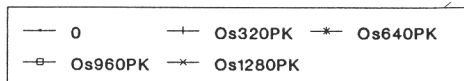
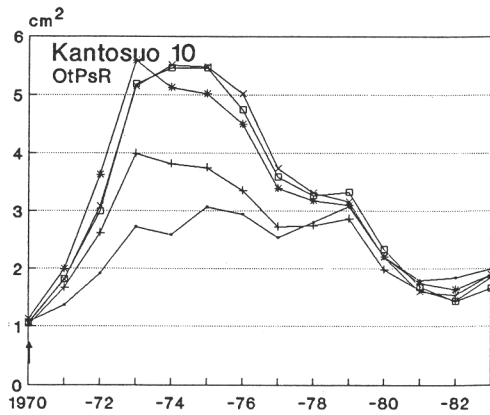
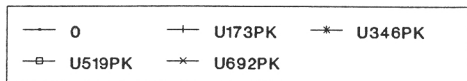
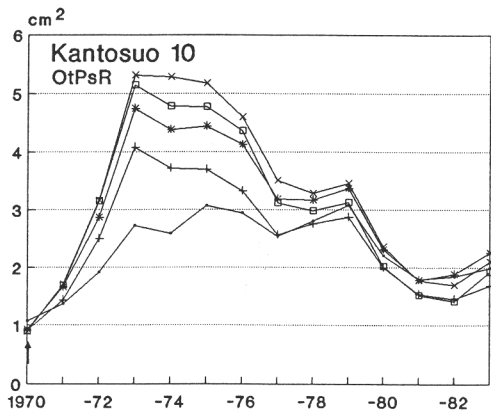
Kuva 8. Typpilannoitelajeilla 7 vuoden aikana eri kokeilla saatu puuston suhteellinen kasvunlisäys toisiinsa verrattuna. Typen käyttömäärä 96—100 kg/ha.

Fig. 8. Relative growth response in 7 years given by the two types of nitrogen fertilizer compared with each other. Dose: 96—100 kg N/ha.

pitää suotuisina. Urealla saatu puuston kasvunlisäys jäikin jonkun verran oulunsalpietariin todettua pienemmäksi.

Muhokselle vuonna 1971 perustetuilla kokeilla levitys osui keskelle pitkää, lämmintä ja vähäsateista jaksoa. Urea antoi kuitenkin lähes yhtä suuren kasvunlisäyksen kuin oulunsalpietari.

Muhoksen Häikiön kokeen kullakin loholla lannoitteita levitettiin vuosina 1974 (ke-



Kuva 9. Koepuiden pohjapinta-alan (g1.3) kehitys Muhoksen Kantosuo-ohutturpeisella typpitasokokeella. Käsitteilyjen selitys kuvassa 5a.

Fig. 9. Development of the basal area (g1.3) of the sample trees in thin-peated nitrogen-dosage experiment at Kantosuo, Muhos. Treatment exp. as in Figure 5a.

säkuu), 1975 (toukokuu) ja 1977 (toukokuu). Vuosien 1974 ja -75 levitykset osuivat lämpimään ajankohtaan, ja levitystä seuraavina päivinä satoi kohtalaisesti (taulukko 5). Vuoden 1977 lannoitus tapahtui toukokuun alussa, jolloin maa oli vielä jäässä eivätkä vuorokautiset maksimilämpötilat nousseet yli 10°C:een. Vuosina 1974 ja -75 levitystä seuranneet sateet ilmeisesti turvasivat urean riittävän hydrolyysin. Vuoden 1977 levityksessä kasvualustan kosteuteen yhdistyi sään viileys.

Mahdollisesti sen vuoksi urealla saatiin selvästi parempi kasvureaktio kuin oulunsalpietarilla. Sääolojen merkitys Häikiön kokeella jäi kuitenkin epävarmaksi, sillä kokeen eri lohkojen väliset erot todettiin usein yhtä suuriksi kuin levitysjaksojen väliset erot.

Muilla typpikokeilla lämpötilat olivat levityshetkellä verraten alhaisia ja sateet vähäisiä. Oulunsalpietarin ja urean väliseen reaktioeroon ei tarkastelluilla säätunnuksilla havaittu olevan yhteyttä.

4. Tulosten tarkastelu

Suometsien PK-lannoksen käyttömäärää selvittävien kohteiden kasvupaikkatyypit olivat keskimäärin verraten karuja. Kun puuston kasvun minimitekijäksi paljastui useassa tapauksessa typen puute, selvä lannoitusvaikutus todettiin vain osalla kokeista. Reaktio jäi pienemmäksi ja lyhytaikaisemmaksi kuin aiemmissa, viljavampia rämeitä koskeneissa lannoitustutkimuksissa (esim. Penttilä & Moilanen 1987). Lannoitusvaikutuksen vähäisyys selittynee monessa tapauksessa kohteen ohutturpeisuudella: puut saivat tarvitsemansa fosforin ja kaliumin turvekerroksen alaisesta kivennäismaasta.

PK-lannoksen eri käyttötasojen väliset erot jäivät myös vähäisiksi. Kuitenkin pienin määrä (200 kg/ha) aiheutti yleensä heikoimman ja keskisuuri määrä (600 kg/ha) voimakkaimman reaktion. Tulos suurten annosten (800 ja 1000 kg/ha) käytöstä oli hyvin vaihteleva.

On painotettava, että saatu tulos kuvaa tilannetta niukkatyypisellä rämeellä. Runsastyypisillä kasvupaikoilla olisi PK-lannoitteen käyttömäärän vaikutus saattanut näkyä vaikutusaikeroina. Käytännön lannoitustoimintaa ajatellen tutkimusalueet olivat liian karuja: pelkkää PK-lannosta käytettäessä kohteen on suositusten mukaan oltava vähintään suursaratasoa (esim. Paavilainen 1979b).

Suurimmalla osalla kokeista käytettiin jauhemaista suometsien PK-lannosta, joka poikesei ravinnesisällöltään nykyisestä rakeistetusta valmisteesta. Kaliumin osuus on nykyään suurempi, ja mukana on myös boori, jolla on todettu olevan merkitystä männyn ravinneperäisen kasvuhäiriön ennaltaehkäisyssä (mm. Veijalainen 1983). On vaikea arvioida, olisivatko tulokset muodostuneet erilaisiksi rakeistettua PK-lannosta käytettäessä. Kasvuhäiriöitä ei tämän selvityksen kohteilla kuitenkaan havaittu.

Urean ja oulunsalpietarin vertailussa saadut tulokset vahvistivat aiempaa käsitystä lannoitteiden hyvin samankaltaisesta vaikutuksesta turvemailla. Molempien lannoitteiden vaikutusaika oli 6—8 vuotta. Oulunsalpietari tuotti keskimäärin hiukan suuremman kasvunlisäyksen kuin urea, mutta ero ei ollut merkitsevä. Samanlaisia tuloksia ovat saa-

neet mm. Paavilainen (1972) sekä Malm & Möller (1975). Kokeittain tarkastellen urea ja oulunsalpietari käyttäytyivät kuitenkin toisiinsa nähden vaihtelevasti: 7 kokeella urean vaikutus jäi oulunsalpietarin vaikutusta heikommmaksi, 2 kokeella tilanne oli päinvastoin, ja 8 kokeella vaikutus oli yhtä suuri.

Syytä urean ja oulunsalpietarin keskinäisiin eroihin etsittiin levityshetken sääoloista. Typpilannoitteet levitettiin kaikilla kokeilla keväällä. Aiempien selvitysten mukaan urean lannoitusreaktio on kangasmailla jäänyt kevätlevityksen jälkeen selvästi pienemmäksi kuin oulunsalpietarin (Lipas & Levula 1980, Päivinen & Salonen 1981), minkä ajatellaan johtuvan ureatypen haihtumisesta. Tämän selvityksen mukaan erot kevätlannoituksessa olivat useimmiten hyvin vähäiset, vaikka joillakin kohteilla levitys osui keskelle pitkää lämmintä poutajaksoa. Moilasan & Issakaisen (1985) selvityksessä tulos oli samansuuntainen: useimmassa kevätlevitystapauksessa ureatypen mahdollisesta haihtumisesta johtuva typpimäärän väheneminen ei näkynyt puuston kasvureaktiossa.

Karuhkolle ohutturpeiselle rämeelle tehdyssä typpitasokokeessa saatiin voimakkain puuston kasvureaktio käyttämällä nykysuositusta selvästi suurempia (150—200 kg N/ha) typpiannoksia. Typen yliannostusoireita ei puustossa havaittu. Todennäköisesti puusto sai tarvitsemansa fosforin ja kaliumin pohjamaasta eikä tyyppiä näin ollen tullut liikaa muihin ravinteisiin nähden. Paksturpeisilla, etenkin nevaisilla soilla typen yksipuolisen käytön tiedetään johtavan ravinnesuhteiden häiriintymiseen, kasvun taantumiseen ja latvavaurioihin (Kaunisto 1977, Paavilainen 1979a).

Käytännössä suometsiä ei lannoiteta pelkästään typpellä, vaan mukana on melkein aina PK-käsittely kohteesta riippumatta. Typpitasokokeelta saatu tulos, jonka mukaan fosforin ja kaliumin käytöstä typen ohella ei ollut hyötyä, merkitsee sitä, että vastaaventyypisten ohutturpeisten kohteiden lannoituksessa voitaisiin nykyistä enemmän tyytyä pelkän typen käyttöön (vrt. Paavilainen 1976).

Kirjallisuus — References

- Derome, J. R. M. 1979. Urea hydrolysis and ammonia volatilization from urea pellets spread on top of the litter layer. Seloste: Urean hydrolysoituminen ja ammoniakkin haihtuminen karikerroksen päälle levitetystä urearakeista. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 97(2). 22 s.
- Halonen, O. & Tulkki, H. 1982. Ravinneanalyysien työohjeet. Maantutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36: 1—23.
- Huikari, O. 1952. Suotyypin määritys maa- ja metsätaloudellista käyttöä silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types especially considering their drainage value for agriculture and forestry. *Silva Fennica* 75(1). 22 s.
- Kaila, A. 1956. Phosphorus in virgin peat samples. *Maataloustieteellinen aikakauskirja* 28.
- Kaunisto, S. 1977. Ojituksen ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla. Summary: Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs. *Folia Forestalia* 317. 31 s.
- & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. Seloste: Turpeen ravinnevarat vanhoilla ojitusalueilla ja puuston kasvu. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 145. 39 s.
- & Tukeva, J. 1984. Kalilannoituksen tarve avosoille perustetuissa riukuasteen männikoissä. Summary: Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs. *Folia Forestalia* 585. 40 s.
- Lipas, E. 1988. Typpilannoituksen ajankohta kangasmetsissä. Summary: Timing of nitrogen fertilization on mineral soils. *Folia Forestalia* 709. 22 s.
- & Levula, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. *Folia Forestalia* 421. 14 s.
- Malm, D. & Möller, G. 1975. Skillnader i volymtillväxtökning efter gödsling med urea resp ammoniumnitrat. Föreningen Skogsträdsförädling, Institutet för Skogsförbättring. Årsbok 1974: 46—74.
- Metsänlannoittajan opas. 1989. Kemira Oy. 36 s.
- Moilanen, M. 1984. Tuloksia suursararämeen männikön jatkolannoituksesta Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Summary: Results on refertilization of large sedge swamp pine stands in the North Ostrobothnia and Kainuu area. *Suo* 35(4—5) 102—105.
- & Issakainen, J. 1985. Lannoitusvaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta nuorissa rämemännikoissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 204. 32 s.
- Paarilahti, K., Reinikainen, A. & Veijalainen, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 74(5). 58 s.
- Paavilainen, E. 1969. Tutkimuksia levitysjankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. Summary: Influence of the time of application of fastdissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. *Folia Forestalia* 75. 24 s.
- 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. Seloste: Typpilannoitelajien vaikutus männyn kasvuun metsäojitetuilla soilla. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 77(3). 46 s.
- 1973. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using ¹⁵N labelled urea influence of peat thickness and application time. Seloste: Tutkimuksia turpeen paksuuden ja levitysjankohdan vaikutuksesta männyn lannoitetypen ottoon. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 79(2). 47 s.
- 1975. Urea suometsien lannoitteena. *Metsä ja Puu* 1975(12): 26—27.
- 1976. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. *Folia Forestalia* 272. 16 s.
- 1977. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Summary: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands. *Folia Forestalia* 300. 16 s.
- 1979a. Jatkolannoitus runsastyypisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: Refertilization on nitrogenrich pine swamps. Preliminary results. *Folia Forestalia* 414. 23 s.
- 1979b. Metsänlannoitusopas. Kirjayhtymä, Helsinki. 112 s.
- Penttilä, T. & Moilanen, M. 1987. Fosforilannoitteet suometsien lannoituksessa Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 136—148.
- Puustjärvi, V. 1956. Teuravuoman epätasaiseen kasvuun johtavista tekijöistä. *Suo* 1956(1): 3—7.
- Päivinen, L. & Salonen, K. 1981. Urea- ja ammoniumnitraattityypin levitysjan vaikutuksesta puiden kasvuun kangasmailla. Metsäntutkimuksia 1/1981. Kemira Oy. 4 s.
- Veijalainen, H. 1983. Preliminary results of micronutrient fertilization experiments in disordered Scots pine stands. Teoksessa: Kimmo K. Kolari (toim.). Growth disturbances of forest trees. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 116: 153—159.

Total of 26 references

Summary

PK fertilizer and different types of N fertilizer in the fertilization of infertile drained pine bogs

The effect of fertilization on the height or thickness growth of young Scots pine stands on drained pine bogs was investigated in the study. The aim was to compare the magnitude and duration of the growth increase given by two nitrogen fertilizers (urea and ammonium nitrate with lime), and to determine the effect of different doses of PK fertilizer on the size of the growth reaction of the tree stand. An attempt was made to explain the magnitude of the growth response on the basis of site fertility, thickness of peat layer, and weather conditions during fertilization, in addition to the type of fertilizer and dose.

The material was collected in 1981–85 from 25 fertilization experiments located in Central Finland. The tree stand of all sites had already responded to ditching and some of them had reached the final stage of succession after drainage. The fertility status of the sites varied between cotton grass and sedge-rich peatland site types. At the time of fertilization the tree stand in some of the experiments was at the seedling stage and in the others at the pole stage. From 7 to 15 growing seasons elapsed between fertilization and the stand measuring time (Tables 1–3).

The effect of powdered PK fertilizer on stand growth was rather small. Needle analysis showed that nitrogen was the minimum growth factor in most cases (Table 4). However, PK fertilizer had a strong effect in those nitrogen-rich bogs where needle analysis indicated that the stand was suffering from a clear P deficiency. There were only slight differences between the response to dif-

ferent PK doses. The smallest dose (200 kg/ha) usually gave the poorest result. However, there was no further growth increase at doses above 600 kg/ha (Figs. 1, 2 and 4).

The nitrogen fertilizers had an effect on stand growth over a period ranging from 5 to 8 years. Ammonium nitrate with lime gave, on the average, a slightly better (46.9 % in 7 years) growth increase than urea (41.7 % in 7 years) but, in practice, the difference was meaningless (Figs. 5–7). The nitrogen fertilizers were spread in either the spring or early summer in all the experiments. The weather conditions during application — the mean temperature and precipitation for the 7-day period before and after fertilization — did not appear to have any clear connection with the difference in the growth reaction given by urea and ammonium nitrate with lime. However, there was considerable variation between the years as regards the temperature and moisture conditions (Table 5).

The nitrogen-dosage experiment carried out on a thin-peated, nitrogen deficient pine bog showed that the amounts of nitrogen nowadays recommended (ca. 100 kg N/ha) do not give the highest attainable growth increase. The doses of 150–200 kg N/ha clearly gave a stronger reaction without any growth disturbance symptoms. The use of PK fertilizer, in addition to N, was of no benefit on this site (Fig. 9). The result indicates that the use of nitrogen alone on infertile, thin-peated pine bogs could be justified, at least when fertilizing mature stands.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 82 912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 533 1404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 151 4000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoasema
Ruotsinkylä Field Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420



- No 745 Rikala, Risto & Huurinainen, Seppo: Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakkutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen.
Effect of fertilization on the nursery growth and outplanting success of two-year-old containerized Scots pine seedlings.
- No 746 Lämsä, Pertti, Kellomäki, Seppo & Väisänen, Hannu: Nuorten mäntyjen oksikkuuden riippuvuus puuston rakenteesta ja kasvupaikan viljavuudesta.
Branchiness of young Scots pines as related to stand structure and site fertility.
- No 747 Karppinen, Heimo & Hänninen, Harri: Yksityistilojen hakkuumahdollisuuksien käyttö Etelä-Suomessa.
Actual and allowable cut in nonindustrial private woodlots in southern Finland.
- No 748 Aarnio, Jukka: Voimaperäistämisen vaikutus metsälön puuntuotannon yksityistaloudelliseen kannattavuuteen.
Intensive timber growing and profitability in private forestry.
- No 749 Nieminen, Mika & Pätilä, Antti: Karujen rämeiden luokittelu pintakasvillisuuden ja ravinnetunnusten avulla.
Classification of oligotrophic pine mires on the basis of ground vegetation and fertility parameters.
- No 750 Ihalainen, Ritva: Rakennemuutokset yksityismetsänomistuksessa: Katsaus Suomessa vuosina 1960—89 tehtyihin tutkimuksiin.
Structural changes in Finnish nonindustrial private forest ownership: A survey of the literature 1960—89.
- No 751 Kilkki, Pekka & Kujala, Matti: Poistuman arviointi kahden peräkkäisen tilapäiskoealoihin perustuvan inventoinnin avulla.
Estimation of drain on the basis of two successive forest inventories with temporary sample plots.
- No 752 Salminen, Hannu & Varmola, Martti: Puolukkatyyppin kylvömänniköiden kehitys taimikon myöhäisestä harvennuksesta nuoren metsän ensiharvennukseen.
Development of seeded Scots pine stands from precommercial thinning to first commercial thinning.
- No 753 Saksa, Timo, Nerg, Jukka & Tuovinen, Jussi: Havupuutaimikoiden tila 3—8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa.
State of 3—8 years old Scots pine and Norway spruce plantations.
- No 754 Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Suometsien PK-lannos ja typpilannoitelajit karuhkojen ojitettujen rämeiden lannoituksessa.
PK fertilizer and different types of N fertilizer in the fertilization of infertile drained pine bogs.
- No 755 Salonen, Tommi & Oja, Seppo (toim.): Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1989.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1989.