

FOLIA FORESTALIA 414

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1979

EERO PAAVILAINEN

JATKOLANNOITUS RUNSASTYPPISILLÄ
RÄMEILLÄ
ENNAKKOTULOKSIA

REFERTILIZATION ON NITROGEN-RICH
PINE SWAMPS
PRELIMINARY RESULTS

- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakkila, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineksi.
Harvesting small-sized wood for fuel.
- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia.
PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.
Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.
- No 345 Metsätilastollinen vuosikirja 1976.
Yearbook of Forest Statistics 1976.
- No 346 Parviainen, Jari: Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus.
Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase.
- No 347 Vuorinen, Heikki: Metsätraktorin kuljettajan kuormittamisen mittaamahdollisuudet.
Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers.
- No 348 Löyttyniemi, Kari: Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimennävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae)
- No 349 Metsämuuronen, Markku, Kaila, Simo & Räsänen, Pentti K.: Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa.
First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973.
- No 350 Oikarinen, Matti: Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoealojen edustavuus.
Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa.
Protection of pine pulpwood stacks against the common pine-shoot beetle in northern Finland.
- No 352 Saramäki, Jussi: Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus.
Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland.
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle.
Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöötökseen perustuvan tietojärjestelmän kokeilu.
Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based on a sample of forest holdings.
- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista.
Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus.
On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75.
Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Keski- ja pohjois-Lapin poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi.
Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskuusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua.
Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability.
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa.
Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.
- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuskerrosten puiden kasvuun mustikkatyyppin kuusikossa.
Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.
Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittaustista metsäpuilla.
Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975.
The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.
- No 366 Ryytänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä.
Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.

FOLIA FORESTALIA 414

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1979

Eero Paavilainen

JATKOLANNOITUS RUNSASTYPPISILLÄ RÄMEILLÄ
ENNAKKOTULOKSIA

Refertilization on nitrogen-rich pine swamps
Preliminary results

ODC 237.4:2--114.444

ISBN 951-40-0422-1

ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1979. Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 414:1—23.

Tutkimuksessa esitetään ennakkotuloksia runsastyyppisten rämeiden jatkolannoituksesta. Aineisto kerättiin Piipsannevan (64°08'N, 25°37'E), Vaalan (64°33'N, 26°47'E) ja Vittasuon (65°34'N, 25°42'E) metsänlannoituskoekentiltä.

Piipsannevalla PK-peruslannoitus lisäsi voimakkaasti puuston kasvua. Osassa koealoja kasvunlisäys oli sitä suurempi, mitä enemmän fosforia käytettiin yhdessä kaliumin kanssa. Runsaat fosforimäärät (yli 100 kg P/ha) aiheuttivat toisaalta muutoksia neulasten ravinnesuhteissa sekä kasvuhäiriöitä. Häiriöiden esiintyminen oli korrelaatioissa neulasten booripitoisuuden alenemisen ja fosforipitoisuuden kasvun kanssa.

Jatkolannoitus 12 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta lisäsi puuston kasvua koealoilla, jotka saivat ensimmäisellä kerralla fosforia vain 29 tai 43 kg P/ha. Niilläkin jatkolannoitus olisi voitu siirtää muutamaa vuotta myöhemmäksi. Jatkolannoituksessa PK- ja NPK-käsittelyt vaikuttivat jokseenkin yhtä tehokkaasti puuston kasvuun. Pelkän typen käyttö antoi selvästi näitä käsittelyjä heikomman tuloksen, sillä ensimmäistä positiivista reaktiota seurasi kasvun taantuminen ja neulasten ravinnesuhteiden häiriintyminen.

Vaalan ja Vittasuon tutkimusalueilla oli tutkituista pääravinteista kaliumilla varsin tärkeä merkitys sekä perus- että jatkolannoituksessa. Tulosten mukaan pelkällä kalilannoituksellakin voidaan lisätä jonkin verran puuston kasvua tutkitun kaltaisilla runsastyyppisillä soilla, kun taas yksipuolisen fosforilannoituksen vaikutus saattaa olla suorastaan negatiivinen.

This investigation introduces preliminary results of the refertilization experiments on nitrogen-rich pine swamps. The material was collected in the experimental fields of Piipsanneva (64°08'N, 25°37'E), Vaala (64°33'N, 26°47'E) and Vittasuo (65°34'N, 25°42'E).

Primary fertilization with PK strongly increased the growth of Scots pine stands at Piipsanneva. Growth increment in some plots was the greater, the more phosphorus was applied with potassium. High phosphorus rates (over 100 kg P/ha), however, changed the nutrient ratios of needles and caused growth disturbances. Occurrence of growth disturbances correlated with a decreased boron content and an increased phosphorus content of needles.

Refertilization 12 years after the primary fertilization increased the growth of trees on those plots that had received only 29 or 43 kg P/ha at primary fertilization. Even on these plots it would have been possible to postpone refertilization a few years. PK and NPK treatments produced an equally effective growth response at refertilization. The use of mere nitrogen led to a clearly poorer result, as the first positive response was followed by a decline in growth and disturbances in the nutrient ratios of needles.

Potassium played a fairly important role in the Vaala and Vittasuo experimental areas at both primary fertilization and refertilization. The results indicate that potassium fertilization alone can, to some extent, improve the growth of trees on nitrogen-rich swamps, whereas a mere phosphorus fertilization may produce almost negative effects.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3. TULOKSET	5
31. Piipsanneva	5
311. Puuston kuutiomäärä ja kasvu	5
312. Neulasten kuivapaino ja ravinnepitoisuus	8
313. Kasvuhäiriöt	13
32. Vaala	13
321. Puuston kasvu	13
33. Vittasuo	15
331. Puuston kuutiomäärä ja kasvu	15
332. Neulasten ravinnepitoisuus	19
333. Kasvuhäiriöt	19
4. TULOSTEN TARKASTELUA	20
5. KIRJALLISUUTTA	21

1. JOHDANTO

Viljavien suotyyppien turpeen luontainen tyyppipitoisuus on niin suuri, ettei typen puute ole niillä yleensä puiden kasvua rajoittava minimitekijä. Muiden ravinteiden tarvetta ja käyttöä koskevat tiedot ovat vielä jossakin määrin vajavaisia. Tähänastisten tutkimustulosten mukaan runsastyyppiset turvemaat ovat kaikkein ravinteisimpia lehto- ja ruohokorpiä lukuunottamatta niin fosfori- ja kaliköyhiä, että näiden ravinteiden käyttö antaa ensimmäistä kertaa lannoitettaessa hyvän kasvunlisäyksen (mm. Huikari 1973, Paavilainen ja Simpanen 1975, Paavilainen 1976a, 1978a). Kuitenkin mm. lettoturpeella PK-lannoituksen vaikutus saattaa jäädä vähäiseksi (Paavilainen 1970, 1978b). Runsaastyyppisillä soilla on pääravinteiden lisäksi ilmeisesti myös hivenravinteilla tärkeä merkitys puiden kasvun kannalta (esim. Huikari 1974, Veijalainen 1975).

Runsaastyyppisten soiden jatkolannoitukseen on esitetty kokeiden nuoren iän vuoksi vasta alustavia ennakkotietoja. Haapaveden

Piipsannevan koekentällä lisäsi NPK-lannoitus ruohorämeellä ensimmäisten puuston kolmen vuoden aikana voimakkaimmin puuston kasvua. Näytti siltä, että tyPELLÄKIN on — etenkin fosforin ja kaliumin kanssa käytettynä — positiivinen vaikutus kasvun vauhdittajana jatkolannoitusvaiheessa (Paavilainen 1976a).

Tässä tutkimuksessa esitetään lisätietoja runsastyyppisten soiden jatkolannoituksesta. Edellä mainitun Piipsannevan lisäksi tutkimuksia on tehty kahdella muulla koekentällä. Nytkin on kysymys ennakkotuloksista, koska jatkolannoitusten suorittamisesta on kulunut aikaa vajaat 10 vuotta.

Tämä tutkimus kuuluu osana Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston jatkolannoitusprojektiin. Käytännön kenttätöitä johti erikoisteknikko Jorma Issakainen apunaan tj. Kauko Kylmänen. Aineiston laskentakäsittely valvoivat FK Riitta Heino ja FK Leena Louhikytö-Kuikka. Käsikirjoitukseen tutustuivat prof. Olavi Huikari, vs. prof. Eino Mälkönen sekä LuK Heikki Veijalainen.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusalueita oli kolme. Niistä Piipsanneva, joka on alkuperäiseltä suotyyppiltään rimpistä ruohonevaa, sijaitsee Haapaveden kunnassa (64°08'N, 25°37' E). Tämä suo valittiin 1930-luvulla koealueeksi pyrkimyksenä selvittää runsastyyppisten rimpinevojen metsittämisen mahdollisuuksia. Alue ojitettiin vuosina 1932—1933, jonka jälkeen aloitettiin metsityskokeet käyttämällä eri puulajeja. Männyn viljely onnistui aluksi varsin hyvin, mutta 10—20 vuoden kuluttua metsänviljelystä ravinteiden puute alkoi rajoittaa puiden kasvua. Tämän vuoksi Piipsannevalle perustettiin vuosina 1954—1962 uusia lannoituskokeita.

Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin niiltä Piipsannevan saroilta, jotka saivat peruslannoituksen v. 1961 ja myöhemmin jatkolannoituksen v. 1973. Peruslannoituksen käsittelyt vaihtelivat fosforin määrän suhteen (29, 43, 58, 86, 115 ja 145 kg P/ha), kaliumin määrän ollessa kaikissa tapauksissa sama (83 kg K/ha). Fosforilannoitteena käytettiin hienofosfaattia. Myös alunperin lannoittamaton sarka sisältyi aineistoon.

Jatkolannoitus tehtiin keväällä 1973 kaistalannoituskasvun kohtisuoraan sarkaojia vastaan. Lannoituskaistoja oli neljä. Niiden käsittelyt olivat: O, N, PK ja NPK

(N = 100 kg/ha, P = 44 kg P/ha, K = 83 kg K/ha).

Jatkolannoituskaistoilta mitattiin vuonna 1978 yhteensä 80 koealaa. Ne pyrittiin saamaan maan vesitalouden puolesta vertailukelpoisiksi siten, että yhtenä sivuna oli aina kuivatusoja. Koealan koko oli 20×20 m. Lannoittamattomia vertailukoealoja oli kahdeksan. Kustakin perus- ja jatkolannoituskäsittelystä oli 3 tois- toa. Koealoja oli siis $8 + 3 \times 24 = 80$ kpl.

Koealojen puuston kuutiomäärän ja kasvun mittauksessa syksyllä 1978 käytettiin hyväksi suontutkimusosastossa laadittuja ohjeita (Paarlahti ja Ravela 1973). Kaikki rinnankorkeudelta vähintään 3 cm:n paksuiset männyt luettiin. Kunkin koepuun ylimmästä oksakiehkurasta otettiin mittausten yhteydessä yksi oksa näytteeksi neulasanalyyysiä varten sekä määritettiin mahdollinen kasvuhäiriö ja sen aste Veijalaisen esittämän luokituksen (ks. esim. Paavilainen 1976b, s. 7.) mukaisesti. Viideltä lannoittamattomalta koealalta otettiin myös maanäyte, joka koostui yhteensä viidestä koealan keskeltä ja lävistäjiltä otetusta osanäytteestä. Koealoilla tehtiin lisäksi havaintoja eraista tyvivaurioista, joiden tutkimista esitettiin metsänsuojelun tutkimusosastolle.

Vaalan koekentällä (64°33'N, 26°47'E) suotyyppien vaihtelu on varsin suuri. Useimmat koeruuduista sijaitsevat letto-, ruoho- tai suursararämeellä. Alue ojitetiin v. 1933. Ojitus täydennettiin v. 1973. Peruslannoitus annettiin v. 1960 ja jatkolannoitus v. 1973.

Peruslannoituksen suhteen Vaalan aineisto jaettiin kahteen osaan. Vaala I käsittää 4 kertaa toistetun NPK-faktorikokeen, joka jatkolannoitettiin v. 1973 ns. puuttuvan ravinteen systeemillä. Tällä tarkoitetaan, että alunperin tyypellä lannoitettu koela sai PK-lannoituksen, PK:lla lannoitettu N-lannoituksen jne. Ensimmäisellä kerralla NPK:lla lannoitettu koela sai typpi-jatkolannoituksen. Peruslannoituksessa käytettiin tyyppiä 75 kg N/ha, fosforia 56 kg P/ha ja kaliumia 42 kg K/ha. Jatkolannoituksen ravinmäärät olivat: N = 100 kg N/ha, P = 44 kg P/ha ja K = 83 kg K/ha.

Vaala II aineisto käsittää NPK-lannoitusten koesarjan, jossa tyypen määrä vaihteli seuraavasti: 0, 25, 50, 75, 100, 125 ja 150 kg N/ha. Myös P-, K- ja PK-käsitteilyt olivat mukana tässä sarjassa. Peruslannoituksen fosfori- ja kalimäärät sekä jatkolannoituksen ravinmäärät olivat samat kuin Vaala I aineistossa.

Vaalan jokaiselta koelalalta otettiin 12 männystä kairanlastu. Koepuut lähettiin systemaattisesti, ei kuitenkaan viittä metriä lähempää koelan rajaa. Lannoittamattomilta koelaloilta otettiin maanäytteet, kuten Piipsannevalla.

Myös Vittasuo koekentällä (65°34'N, 25°42'E) suotyyppien vaihtelu on huomattava. Enin osa alueesta on ruoho- tai suursararämettä. Alue ojitetiin vuosina 1932—1933, ja lannoitettiin eri yhdistelmin vuonna 1957. Jatkolannoitus suoritettiin vuonna 1973.

Vittasuon aineisto jaettiin kahteen osaan. Toinen niistä (Vittasuo I) käsittää v. 1957 erisuuruisilla kalimäärillä (0, 80, 120, 199 ja 398 kg K/ha kalisuolana) lannoitetun sarjan, jonka lannoitetut ruodut saivat NP-jatkolannoituksen v. 1973 (N = 100 kg N/ha, P = 44 kg P/ha). Vittasuo II-alueella osa koelaloista oli peruslannoitettu käyttämällä erisuuruisia fosforimääriä: 25, 51,

76 ja 126 kg P/ha. Muissa käsittelyissä käytettiin seuraavia keskimääräisiä lannoitemääriä: N = 50 kg N/ha, NP = 75 kg N/ha, 76 kg P/ha, NK = 75 N/ha, 120 kg K/ha, NPK = 42 kg N/ha, 56 kg P/ha, 97 kg K/ha. Koelat jatkolannoitettiin v. 1973 ns. puuttuvan ravinteen systeemillä sekä antamalla ensimmäisellä kerralla NPK-lannoituksen saaneille koelaloille typpi-jatkolannoitus. Määrät olivat 100 kg N, 44 kg P tai 83 kg K hehtaaria kohti.

Vittasuon koelaloita mitattiin puuston kuutiomäärä ja kasvu. Koepuista otettiin neulasnäytteet (maaliskuussa 1979) ja lannoittamattomilta koelaloilta myös maanäytteet. Puiden mittauksessa ja näytteiden otossa menetelmät olivat samat kuin Piipsannevalla.

Aineiston laskentakäsittelyssä käytettiin varianssi- ja kovarianssianalyysia. Mallien F-arvot ja selityksasteet on esitetty liitetaulukoissa 1—4. Ravinneanalyytit tehtiin Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa.

Kaikki tutkimusalueet sijaitsevat typpirikkailla soilla. Lannoittamattomien koelalojen pintaturpeen typpi-pitoisuus vaihteli 2,00—3,04 %:n välillä (taulukko 1). Turpeen fosforipitoisuus oli pienin Vaalan koekentällä ja kalium- sekä kalsiumpitoisuus Piipsannevalla.

Taulukko 1. Pintaturpeen (0—20 cm) ravinnepitoisuus lannoittamattomilla koelaloilla syyskuussa 1978. Sulkeissa tutkittujen koelalojen lukumäärä.

Table 1. Nutrient content of surface peat (0—20 cm) in unfertilized plots in September 1978. The number of plots in the brackets.

Tutkimusalue Experimental area	N, %	P, mg/g	K, mg/g	Ca, mg/g
Piipsanneva (5)	3,04	1,06	0,12	1,3
Vaala I (4)	2,00	0,89	0,20	2,4
Vaala II (4)	2,57	1,04	0,15	2,2
Vittasuo I (4)	2,87	1,57	0,21	5,4
Vittasuo II (6)	2,79	1,44	0,18	4,2

3. TULOKSET

31. Piipsanneva

311. Puuston kuutiomäärä ja kasvu

Ensimmäinen lannoitus, jossa käytettiin

fosforia ja kaliumia, lisäsi voimakkaasti puuston kasvua. Vuonna 1972 oli kuutiomäärissä eroja, jotka eivät kuitenkaan kaikilla lannoituskastoilla selvästi korreloineet käytetyn lannoitemäärän kanssa (taulukko 2).

Taulukko 2. Puuston kuutiomäärä v. 1972.

Table 2. Volume of the tree stand in 1972.

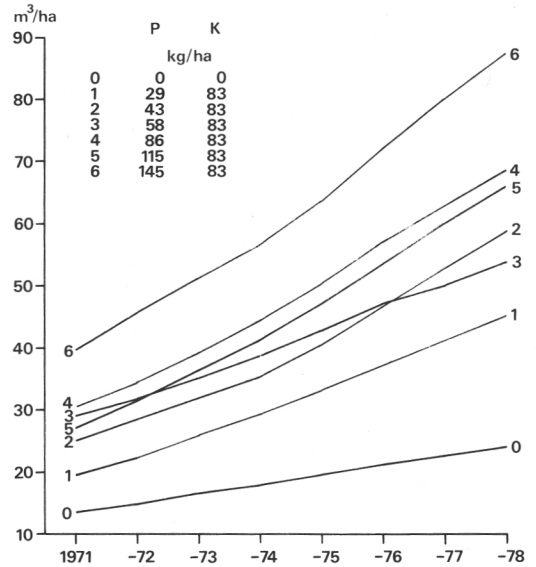
Peruslannoitus v. 1961 Primary fertilization in 1961 kg/ha		Kaista n:o ¹⁾ — Strip No. ¹⁾				\bar{x}
I	II	III	IV			
P	K	m ³ /ha				
0	0	14,8	16,1	14,8	14,6	15,1
29	83	22,4	36,6	32,1	36,5	31,9
43	83	28,5	58,9	52,4	32,0	43,0
58	83	31,8	44,1	35,2	31,3	35,6
86	83	34,5	29,1	42,6	30,6	34,2
115	83	31,5	29,4	26,9	25,7	28,4
145	83	45,5	39,6	38,9	29,7	38,4

¹⁾Kaista — Strip I = ei jatkolannoitusta no refertilization, II = N-jatkolannoitus v. 1973 — N refertilization in 1973, III = PK-jatkolannoitus v. 1973 — PK refertilization in 1973, IV = NPK-jatkolannoitus v. 1973 — NPK refertilization in 1973.

Vuodesta 1973 lähtien peruslannoituksen vaikutusta puuston kehitykseen voidaan tarkastella vain kaistalla I. Tämän kaistan lannoittamattomilla koaloilla puuston kuutiomäärä oli vuonna 1978 keskimäärin 24,0 m³, käytännöllä tavallisesti suositellun fosforiannoksen (43 kg P/ha) saaneilla koaloilla 58,6 m³ ja suurimman fosforiannoksen (145 kg P/ha) saaneilla 87 m³/ha (kuva 1). Lannoituksen vaikutus ei ollut loppunut 18 kasvukauden kuluessa edes niillä koaloilla, joille oli annettu vähiten fosforia. Kuvasta 1 havaitaan myös, että fosforia 58 kg P/ha saaneilla koaloilla puuston kasvu on viime vuosina heikentynyt muihin peruslannoitettuihin koaloihin verrattuna.

Vuonna 1973 eli 12 vuotta ensimmäisen lannoituksen jälkeen suoritetun jatkolannoituksen vaikutus puuston kasvuun ilmenee kuvasta 2. Kun jatkolannoitusta edeltäneessä kasvussa oli nähtävästi kuivatuksen tehokkuudesta, kasvualustan ravinteisuuden paikallisesta vaihtelusta yms. tekijöistä johtuvia eroja (taulukko 2), tehtiin mittaustuloksiin kovarianssikorjaus. Regressiotekijänä oli puuston kuutiomäärä vuonna 1972. Lähtötasokorjauksesta huolimatta tuloksiin jäi niiden yleisestä suunnasta poikkeavaa vaihtelua (kuva 2).

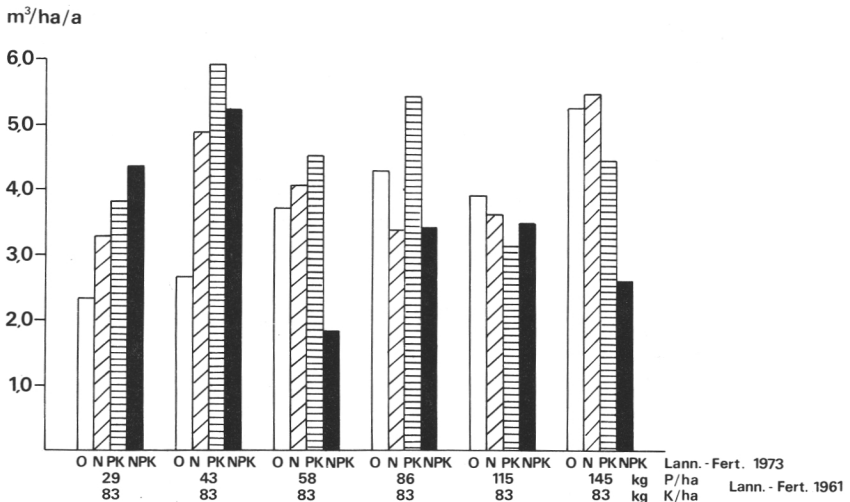
Puuston kasvu parani jatkolannoituksen vaikutuksesta selvästi vain niillä koaloilla,



Kuva 1. Puuston kuutiomäärän kehitys vuosina 1971–1978 pelkän peruslannoituksen saaneilla Piipsannevan koaloilla.

Fig. 1. Development of cubic volume of fertilized tree stands (only primary fertilization) in the Piipsanneva plots in 1971–1978.

jotka olivat saaneet peruslannoituksessa fosforia 29 tai 43 kg P/ha. Edellisessä tapauksessa NPK-jatkolannoitus antoi parhaan tuloksen ja jälkimmäisessä PK-jatkolannoitus. Parhaalla jatkolannoituskäsitelyllä (PK-lan-



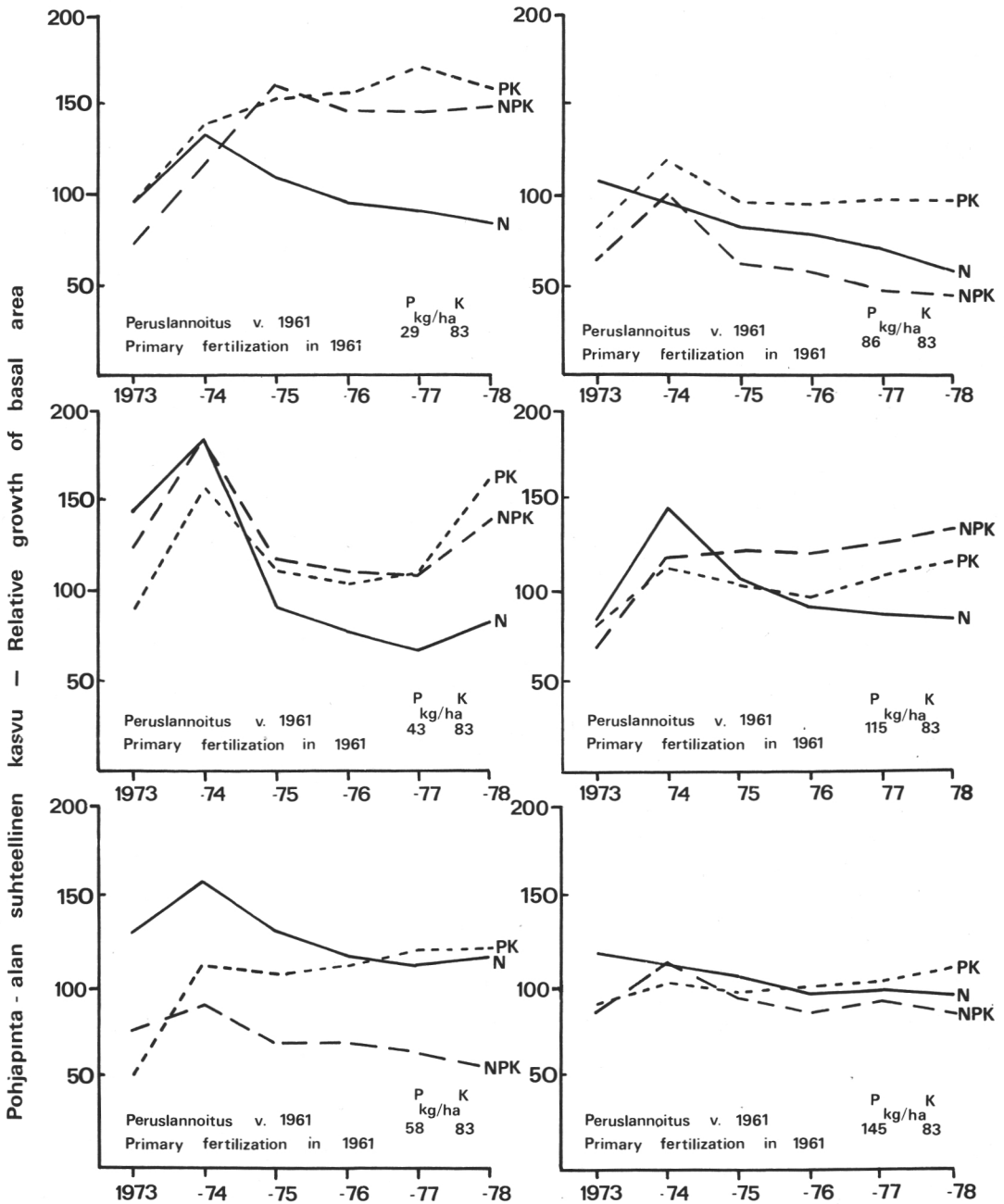
Kuva 2. Puuston keskimääräinen vuotuinen kovarianssilla korjattu kuorellinen kuutiokasvu jatkolannoituksen jälkeen (1973–78) Piipsannevan koaloilla. Lannoitemäärät jatkolannoituksessa: N = 100 kg N/ha, P = 44 kg P/ha, K = 83 kg K/ha.

Fig. 2. Covariance-corrected mean annual volume growth of tree stands including bark after refertilization (in 1973–78) in the Piipsanneva plots. Fertilizer rates at refertilization: N = 100 kg N/ha, P = 44 kg P/ha, K = 83 kg K/ha.

noitus koaloilla, joille annettiin 43 kg P/ha + 83 kg K/ha v. 1961) saavutettu kasvunlisäys oli pelkän peruslannoituksen saaneisiin koaloihin verrattuna kuuden vuoden

aikana kaikkiaan n. 20 m³/ha.

Kuvasta 3 näkyy puuston pohjapinta-alan kasvun vuotuinen kehitys jatkolannoituksen jälkeen. Tuloksia käsiteltäessä oli kovarianssi-



Kuva 3. Kovarianssilla korjattu puuston pohjapinta-alan suhteellinen kasvu jatkolannoituksen jälkeen Piipsannevan koaloilla.

Fig. 3. Covariance-corrected relative growth of the basal area of tree stands after refertilization in the Piipsanneva plots.

analyysin regressiotekijänä pohjapinta-alan kasvun keskiarvo vuosina 1971—1972.

Puuston pohjapinta-alan kasvussa havaitaan eri käsittelyjen välillä samansuuntaiset erot kuin kuutiokasvussakin. Jatkolannoitus ei vaikuttanut sanottavasti pohjapinta-alan kasvuun niillä koealoilla, joille annettiin peruslannoituksessa runsaimmin ravinteita. Muilla koealoilla typpijatkolannoitus paransi aluksi voimakkaasti puuston kasvua, mutta kasvu taantui jo 2—3 vuoden kuluessa ja jäi tutkimusjakson lopulla jopa heikommaksi kuin pelkän peruslannoituksen saaneilla koealoilla. PK- ja NPK-jatkolannoitusten vaikutuksessa ei ollut merkittävää eroa.

Kuvassa 3 kiinnittää huomiota NPK-jatkolannoituksen poikkeuksellisen heikko tulos etenkin PK-jatkolannoitukseen verrattuna koealalla, joka sai peruslannoituksessa fosforia 58 kg P/ha. Syytä tähän tulokseen ei ole toistaiseksi pystytty selvittämään.

312. Neulasten kuivapaino ja ravinnepitoisuus

Neulasanalyysien mukaan lannoittamattomilla koealoilla oli v. 1978 voimakas fosforin ja kaliumin puute (taulukko 3). Kaikilla v. 1961 peruslannoitetuilla koealoilla neulasten fosfori- ja kaliumpitoisuus oli sensijaan lannoitustarvetta osoittavia raja-arvoja ($P = 0,14 \%$, $K = 0,35 \%$, ks. Paarlaiti ym. 1971, s. 40) suurempi. Fosforia 58 kg P/ha saaneilla koealoilla neulasten fosforipitoisuus oli tosin vain 0,146 % ja kaliumpitoisuus 0,376 %. Tämä, samoin kuin kasvussa todettu taantuminen, viittaa siihen, että fosforin ja kaliumin puute alkaa rajoittaa puuston kasvua ko. koealoilla.

Neulasten fosforipitoisuus kasvoi ja boori-pitoisuus pieneni lannoituksessa annetun fosforimäärän noustessa. Muiden tutkittujen ravinteiden pitoisuuksissa ei ollut merkitseviä eroja (taulukko 3).

Taulukko 3. Neulasten kuivapaino sekä niiden ravinnepitoisuudet ja -määrät pelkän peruslannoituksen saaneilla Piipsannevan koealoilla v. 1978 sekä lasketun varianssianalyysin F-arvo.

Table 3. Dry weight and nutrient content of needles and amounts of nutrients in needles in the fertilized Piipsanneva plots (only primary fertilization) in 1978 and F-value of the analysis of variance.

Peruslannoitus v. 1961 Primary ferti- lization in 1961 kg/ha		1000 neulasen kuivapaino, g Dry weight of 1000 needles, g	N %	P %	K %	B ppm	Cu ppm	N	P	mg/1000 neulasta mg/1000 needles			
P	K												
0	0	8,01	1,82	0,113	0,325	13,8	4,8	123	8	22	0,094	0,033	
29	83	7,17	1,69	0,150	0,440	9,4	4,7	101	9	26	0,057	0,028	
43	83	8,94	1,65	0,180 ¹⁾	0,463	10,1	3,8	132	14	37	0,088	0,031	
58	83	10,44	1,58	0,146	0,376	8,9	4,9	148	14	35	0,082	0,045	
86	83	10,99	1,69	0,193 ¹⁾	0,423	5,5 ¹⁾	4,8	173	20 ¹⁾	43	0,057	0,049	
115	83	12,55 ¹⁾	1,72	0,203 ¹⁾	0,443	5,8 ¹⁾	4,5	200 ¹⁾	24 ¹⁾	52 ¹⁾	0,066	0,052 ¹⁾	
145	83	12,91 ¹⁾	1,82	0,220 ¹⁾	0,436	5,8 ¹⁾	3,9	220 ¹⁾	26 ¹⁾	53 ¹⁾	0,070	0,048	
F		8,43***	1,42	20,56***	2,26	13,56***	1,20	8,87***	21,87***	6,71***	1,45	6,79***	

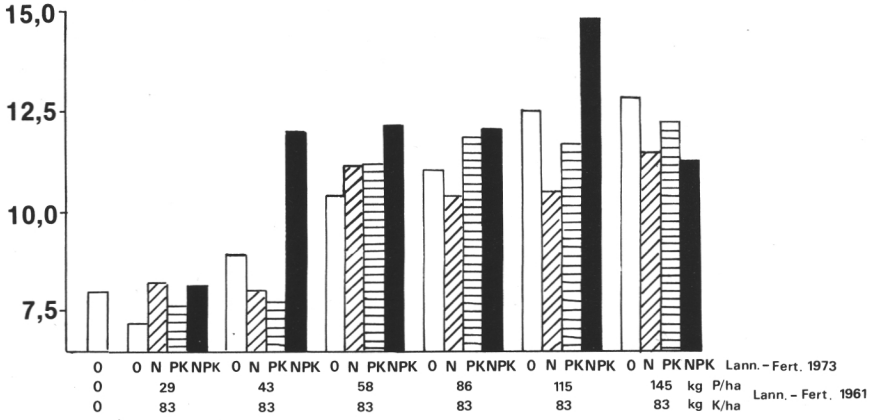
¹⁾Poikkeaa 95 % luottavuudella merkitsevästi lannoittamattoman koealan neulasten pitoisuudesta. — Significant difference at 95 % confidence level compared to the content of needles in the unfertilizer plot.

Taulukko 4. Neulasten ravinnesuhteet pelkän peruslannoituksen saaneilla Piipsannevan koealoilla v. 1978 sekä lasketun varianssianalyysin F-arvo. Eri ravinteiden määrät on laskettu mg:na 1000 neulasta kohti.

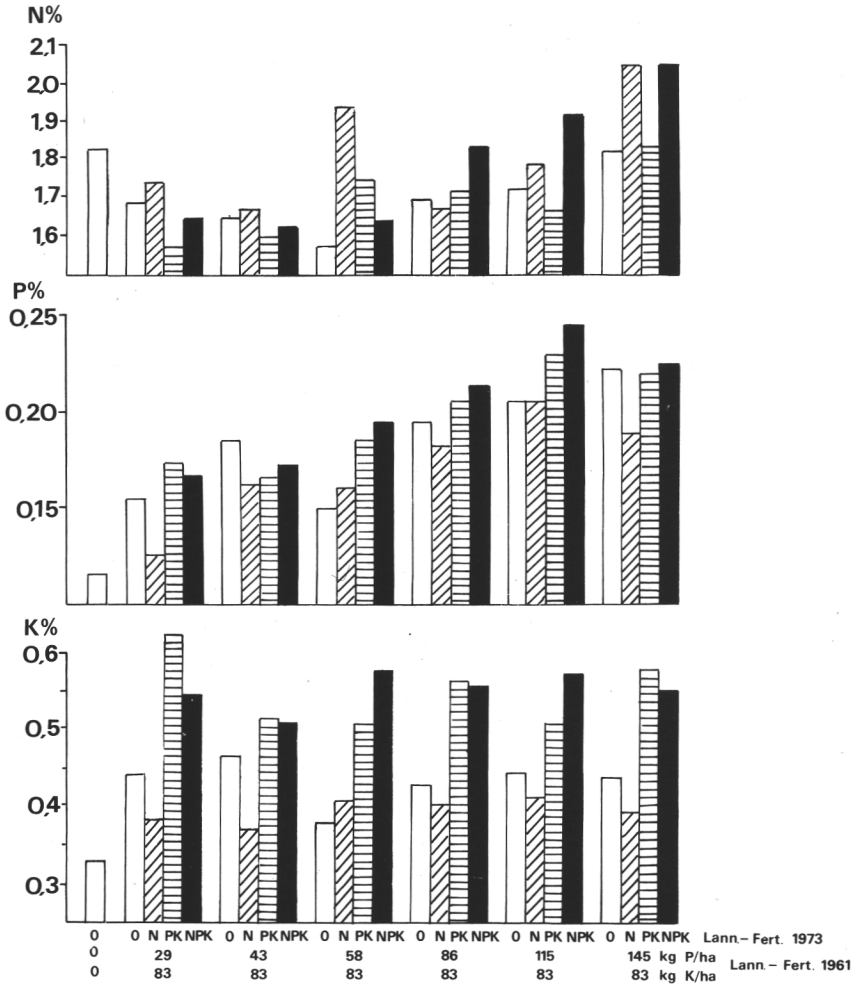
Table 4. Nutrient ratios of needles in the fertilized Piipsanneva plots (only primary fertilization) in 1978 and F-value of the analysis of variance. Amounts of the various nutrients expressed as mg per 1000 needles.

Peruslannoitus v. 1961 Primary fertilization in 1961 kg/ha		N/P	K/P	10 ⁴ B/N	10 ⁴ Cu/N	10 ⁴ B/P	10 ⁴ Cu/P	10 ⁴ B/K	10 ⁴ Cu/K
P	K								
0	0	16,2	2,9	7,6	2,7	122,9	42,6	42,9	15,2
29	83	11,8	2,9	5,5	2,8	68,0	33,0	24,4	11,8
43	83	9,2	2,6	6,2	2,3	56,4	21,6	22,2	8,4
58	83	10,8	2,6	5,7	3,2	61,0	33,8	23,6	13,0
86	83	8,8	2,2	3,2	2,8	29,0	25,0	13,8	11,8
115	83	8,5	2,2	3,3	2,6	28,8	22,4	13,3	10,3
145	83	8,4	2,0	3,2	2,2	26,2	18,4	15,0	9,7
F		10,33***	2,52	11,41***	1,35	23,00***	9,98***	13,98***	2,38

Kuivapaino g/1000 neulasta
Dry weight g/1000 needles



Kuva 4. 1000 neulasten kuivapaino Piipsannevan koelaloilla.
Fig. 4. Dry weight of 1000 needles in the Piipsanneva plots.



Kuva 5. Neulasten typpi-, fosfori- ja kalipitoisuus Piipsannevan koelaloilla.
Fig. 5. Nitrogen, phosphorus, and potassium content of needles in the Piipsanneva plots.

Tuhannen neulasen kuivapaino kasvoi lannoitemäärän noustessa. Samoin ravinteiden kokonaismäärä laskettuna 1000 neulasta kohti lisääntyi merkittävästi booria lukuunottamatta (taulukko 3). Viimeksi mainitun ravinteiden pitoisuuden aleneminen lannoitemäärän kasvaessa johtui näin ollen lähinnä ns. ohentumisilmiöstä (esim. Veijalainen 1977). Lannoitemäärän noustessa neulasten N/P, B/N, B/P, Cu/P ja B/K suhteet pienenevät (taulukko 4).

Kuvissa 4—10 on esitetty neulasanalyysien tuloksia jatkolannoitetuilta koelajoilta. Tuloksia koskevien varianssianalyysien F-arvot ja selityssasteet selviävät liitetaulukosta 2.

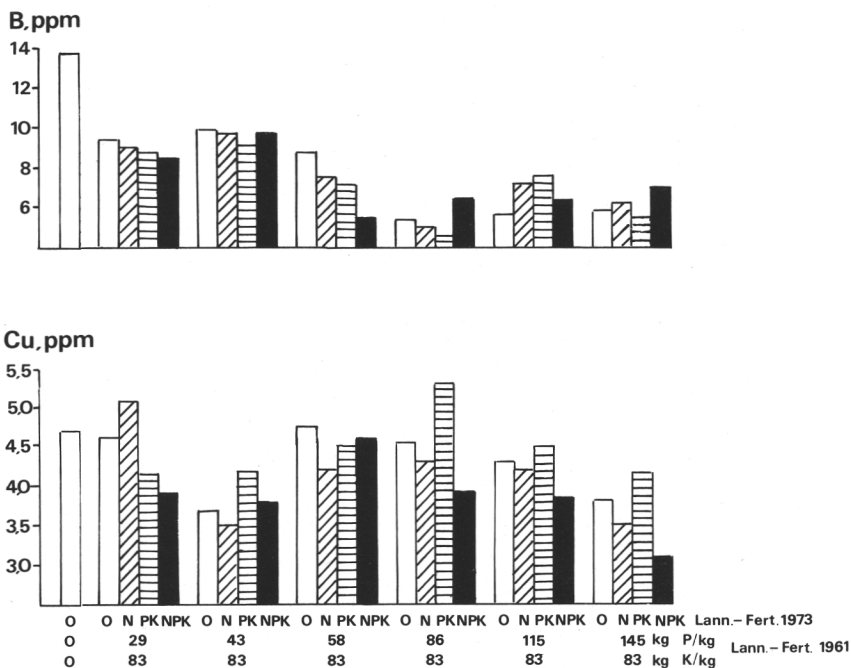
Tuhannen neulasen kuivapaino lisääntyi NPK-jatkolannoituksen vaikutuksesta, kun taas pelkkä typpijatkolannoitus vähensi kuivapainoa suurimmilla peruslannoitustasoilla (kuva 4).

Neulasten typpipitoisuus lisääntyi hieman sekä N- että NPK-jatkolannoituksen vaikutuksesta (kuva 5). Fosfori- ja kalipitoisuudet lisääntyivät sekä PK- että NPK-lannoituksen johdosta ja pienenevät N-jatkolannoituksen jälkeen. Neulasten booripitoisuudet eivät

muuttuneet merkittävästi minkään käsittelyn vaikutuksesta ja kuparipitoisuudenkin muutos oli pieni (kuva 6).

Tarkasteltaessa jatkolannoituksen vaikutusta 1000 neulasta kohden laskettuihin ravinnemääriin havaitaan, että typen määrä lisääntyi merkittävästi vain NPK-jatkolannoituksen jälkeen (kuva 7). NPK-jatkolannoitus lisäsi myös fosforin ja kaliumin määrää neulasissa, kun taas pelkän typpijatkolannoituksen vaikutus oli lievästi negatiivinen. PK-jatkolannoitus lisäsi selvästi neulasten kaliumipitoisuutta. Hivenravinteista kuparin pitoisuus aleni vähän N-jatkolannoituksen jälkeen, mutta muuten muutokset olivat vähäisiä (kuva 8).

Kuvissa 7—8 esitettyjen tulosten perusteella voidaan jo päätellä, että typpijatkolannoitus nosti neulasten N/P-suhdetta ja PK- sekä NPK-lannoitus puolestaan neulasten K/P-suhdetta. Neulasten N/P-suhde eri tavoin lannoitetuilla koelajoilla nähdään kuvasta 9. PK- ja NPK-lannoitukset pienensivät jonkin verran neulasten sisältämien hivenravinteiden määrän suhdetta pääravinteiden määrään, mutta eri käsittelyjen väliset erot jäivät pie-



Kuva 6. Neulasten boori- ja kuparipitoisuus Piipsannevan koelajoilla.
Fig. 6. Boron and copper content of needles in the Piipsanneva plots.

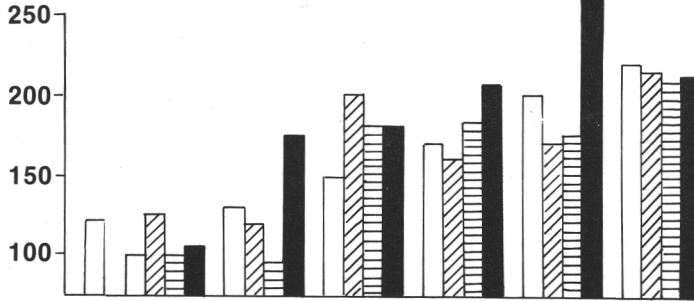
niksi. Kuvasta 10 nähdään neulasten boori-
pitoisuuden suhde fosforipitoisuuteen Piip-
sannevan koealoilla.

Puuston pohjapinta-alan kasvu v. 1978 oli
positiivisessa vuorosuhteessa neulasten P- ja

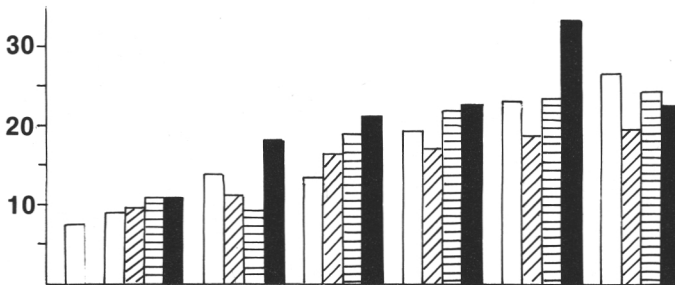
K-pitoisuuden kanssa, kuten seuraavasta ase-
telmasta havaitaan. Kasvun ja neulasten boori-
pitoisuuden välinen korrelaatio oli negatiivinen.

	N	Neulasten ravinnepitoisuus, % kuiva-aineesta			Cu
		P	K	B	
Pohjapinta- alan kasvu m ² /ha/a	0,172	0,344**	0,373***	-0,404***	0,199

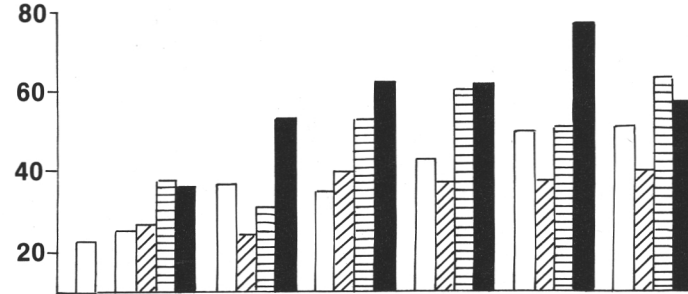
N, mg/1000 neulasta
N, mg/1000 needles



P, mg/1000 neulasta
P, mg/1000 needles



K, mg/1000 neulasta
K, mg/1000 needles

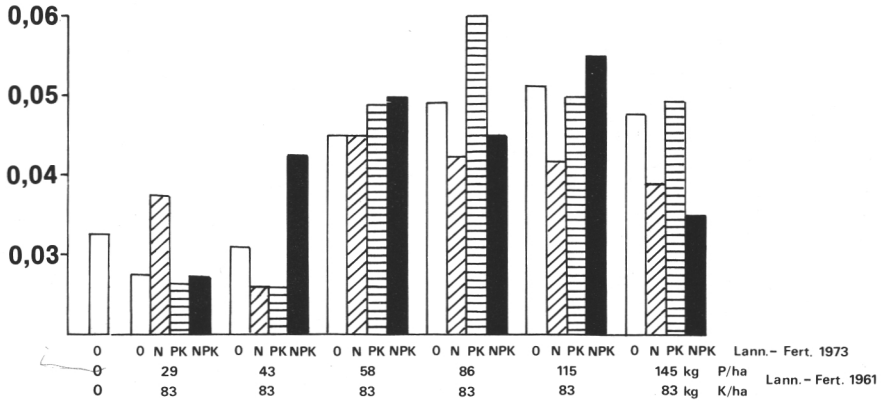


0 N PK NPK Lann. - Fert. 1973
0 29 43 58 86 115 145 kg P/ha
0 83 83 83 83 83 83 kg K/ha Lann. - Fert. 1961

Kuva 7. Typen, fosforin ja kaliumin määrä 1000 neulasta kohti Piipsannevan koealoilla.

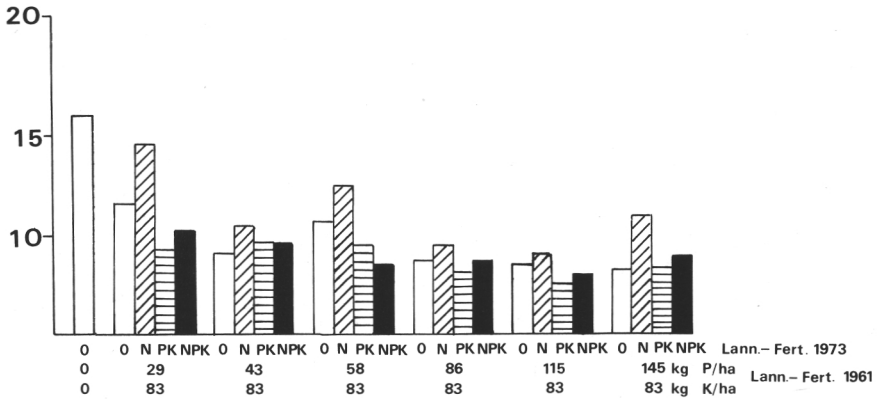
Fig. 7. Amount of nitrogen, phosphorus and potassium per 1000 needles in the Piipsanneva plots.

Cu, mg/1000 neulasta
Cu, mg/1000 needles



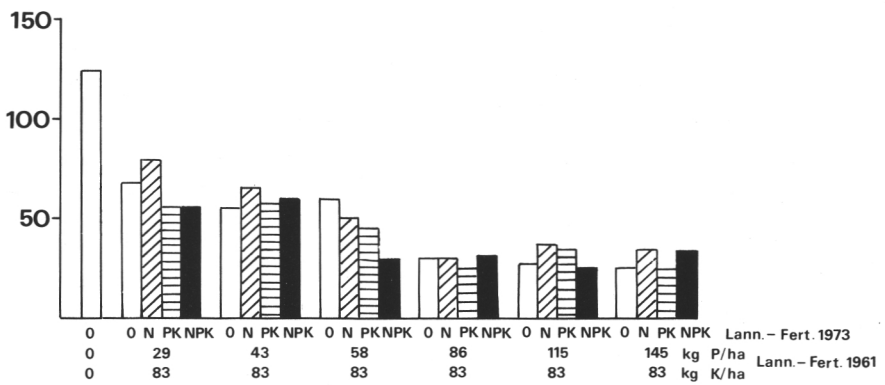
Kuva 8. Kuparin määrä 1000 neulasta kohti Piipsannevan koealoilla.
Fig. 8. Copper amount per 1000 needles in the Piipsanneva plots.

N/P



Kuva 9. Neulasten N/P-suhde (1000 neulasta kohti lasketut ravinnemäärät) Piipsannevan koealoilla.
Fig. 9. N/P ratio of needles (nutrient amounts per 1000 needles) in the Piipsanneva plots.

10⁴ B/P



Kuva 10. Neulasten B/P-suhde (1000 neulasta kohti lasketut ravinnemäärät) Piipsannevan koealoilla.
Fig. 10. B/P ratio of needles (nutrient amounts per 1000 needles) in the Piipsanneva plots.

313. Kasvuhäiriöt

Kasvuhäiriöiden esiintyminen v. 1978 oli riippuvainen lannoitelmäärästä (kuva 11). Sekä lievät kasvuhäiriöt (luokat 1—4) että ankarimmat latvan ja lisäksi usein myös yläoksien kuolemiseen johtaneet häiriöt (luokat 5—8) olivat lisääntyneet suurimpien lannoitelmäärien vaikutuksesta. Kasvuhäiriöitä todettiin eniten koaloilla, jotka olivat saaneet vuoden 1961 peruslannoituksessa 145 kg P/ha + 83 kg K/ha ja lisäksi vuonna 1973 typpi- tai NPK-jatkolannoituksen. Neulasten ravinnepitoisuus oli korrelaatioissa kasvuhäiriöiden esiintymisen kanssa siten, että häiriöiden lisääntyessä neulasten fosforipitoisuus kasvoi ja booripitoisuus aleni (taulukko 3).

32. Vaala

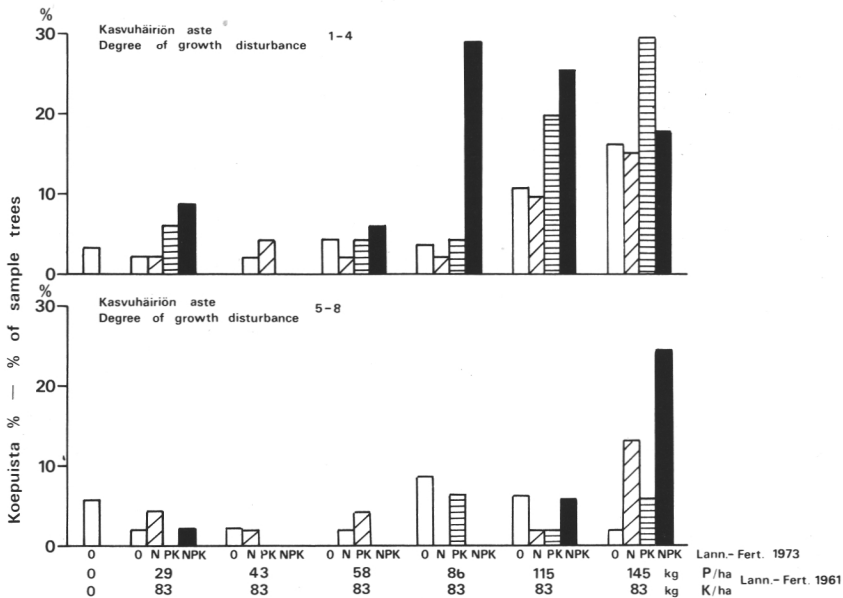
321. Puuston kasvu

Vaala I aineistosta laskettu koepuiden suhteellinen sädekasvu eri vuosina ilmenee kuvasta 12. Kovarianssianalysissä olivat

regressiotekijöinä keskimääräinen sädekasvu vuosina 1958—1959 sekä sen neliö.

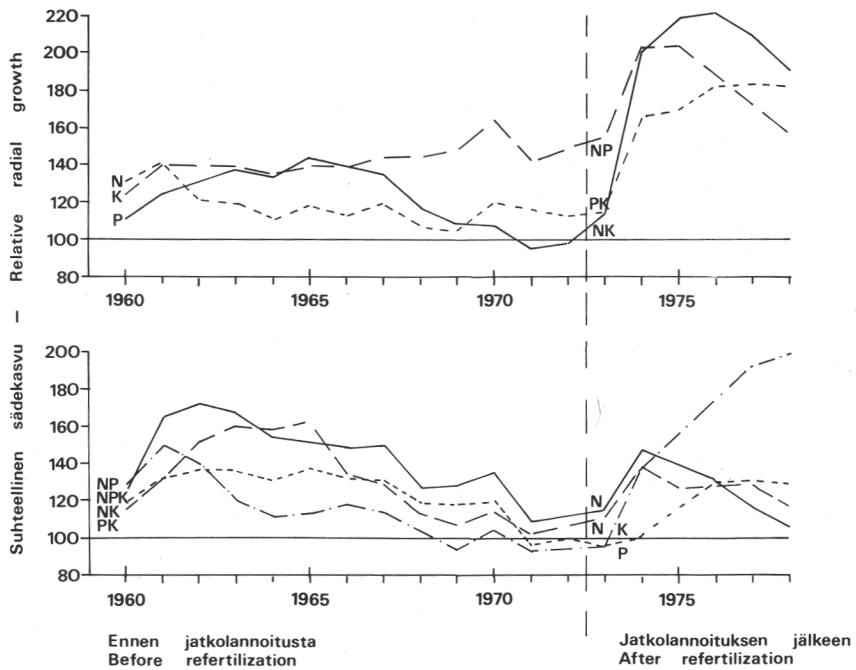
Havaitaan, että NPK-, K- ja PK-käsittely antoivat ensimmäistä kertaa lannoitettaessa parhaan tuloksen, kun taas N- ja NP-lannoitusten aiheuttama kasvunlisäys jäi vähäiseksi. Kaliumin vaikutus fosforin ja typen vaikutukseen verrattuna lisääntyi lannoituksesta kuluneen ajan kasvaessa.

Kaliumin tarve ilmenee myös tarkasteltaessa koepuiden kasvun kulkua vuoden 1973 jatkolannoituksen jälkeen. Pelkkä kalium lisäsi voimakkaasti puuston kasvua alunperin NP-lannoituksen saaneilla koaloilla ja PK-lannoitus koaloilla, jotka saivat ensimmäisellä kerralla pelkän typpilannoituksen. Typen käyttö NPK- tai PK-lannoituksen jälkeen lisäsi varsin vähän kasvua. NP-lannoituksella oli niillä koaloilla, jotka lannoitettiin kaliumilla v. 1960, verrattain hyvä, mutta kasvutulosten mukaan lyhytaikaiseksi jäävä vaikutus.

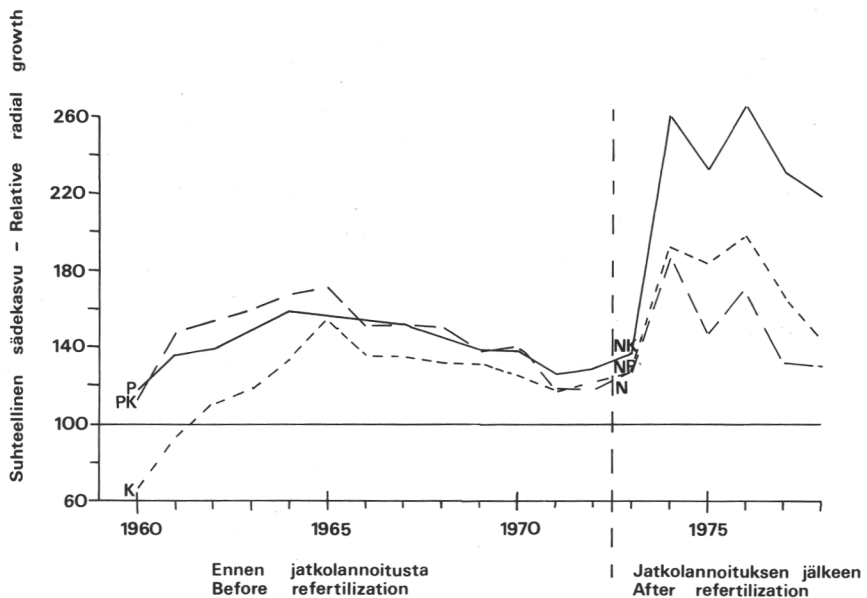


Kasvuhäiriön aste — Degree of growth disturbance: ks. — see Paavilainen 1976 b, s. 7.

Kuva 11. Kasvuhäiriöiden esiintyminen Piipsannevan koaloilla.
Fig. 11. Occurrence of growth disturbances in the Piipsanneva plots.



Kuva 12. Kovarianssilla korjattu koepuiden suhteellinen sädekasvu Vaala I-alueen koelohjoilla. Vaalan lannoitemäärät, ks. s.
 Fig. 12. Covariance-corrected relative radial growth of sample trees in the Vaala I plots. Fertilizer rates at Vaala, see p.



Kuva 13. Kovarianssilla korjattu koepuiden suhteellinen sädekasvu Vaala II-alueen koelohjoilla.
 Fig. 13. Covariance-corrected relative radial growth of sample trees in the Vaala II plots.

Vaala II aineiston perusteella on eri lannoituskäsittelyjen vertailu vaikeaa sen vuoksi, että kovarianssikorjauksesta huolimatta koepuiden kasvussa oli huomattavia lähtötaseroja (kuva 13). Ilmeistä kuitenkin on, että niin hyvin fosfori-, kalium- kuin PK-lannoituskin lisäsivät kasvua. Koepuiden kasvu parani myös NPK-lannoituksen vaikutuksesta, mutta keskenään vertailtujen typpimäärien vaikutuksessa ei ollut selviä eroja (kuva 14).

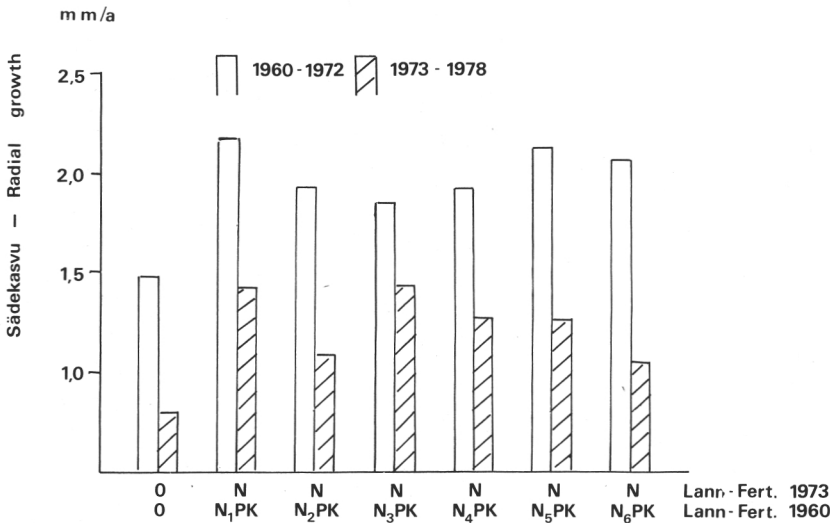
Jatkolannoituksessa saatiin paras tulos NK-käsittelyllä koelaloilla, joille oli annettu ensimmäisessä lannoituksessa pelkkää fosforia (kuva 13).

33. Vittasuo

331. Puuston kuutiomäärä ja kasvu

Puuston keskimääräinen kuutiomäärä Vittasuon lannoittamattomilla ja eri tavoin lannoitetuilla koelaloilla vuoden 1972 syksyllä nähdään kuvasta 15. Tuloksiin ei ole tehty lähtötasokorjausta.

Todetaan, että Vittasuon ensimmäisessä lannoituksessa lisäsivät ilmeisesti vain K- ja NPK-lannoitus puuston kasvua. Vittasuo I -aineistossa puuston kuutiomäärä oli lannoittamattomilla koelaloilla keskimäärin 35,6 m³/ha ja voimakkaimmin vaikuttaneen kalilannoituksen (120 kg K/ha) saaneella koelalalla 53,2 m³/ha. Vittasuo II -aineistossa kuutiomäärä oli pelkän fosforilannoituksen sekä NK-, NP- tai typpilannoituksen saaneilla koelaloilla selvästi pienempi kuin lannoittamattomilla, joilla keskimääräinen kuutiomäärä oli 49,2 m³/ha. NPK:lla lannoitetuilla koelaloilla Vittasuo II-alueella kuutiomäärä oli syksyllä 1972 keskimäärin 58,3 m³/ha.

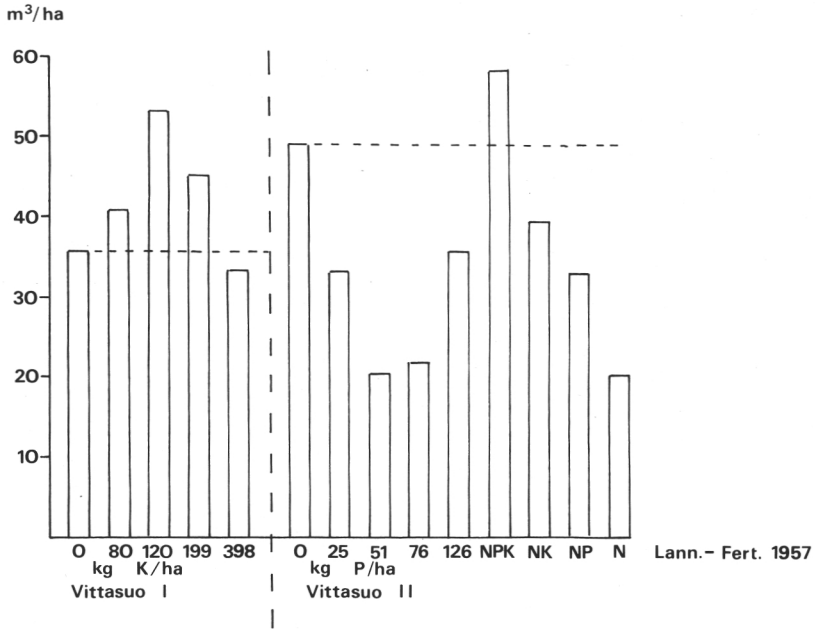


Kuva 14. Kovarianssilla korjattu koepuiden sädekasvu NPK-peruslannoituksen ja typpijatkolannoituksen jälkeen käytettäessä peruslannoituksessa vaihtelevia typpimääriä. Vaala II-alue.

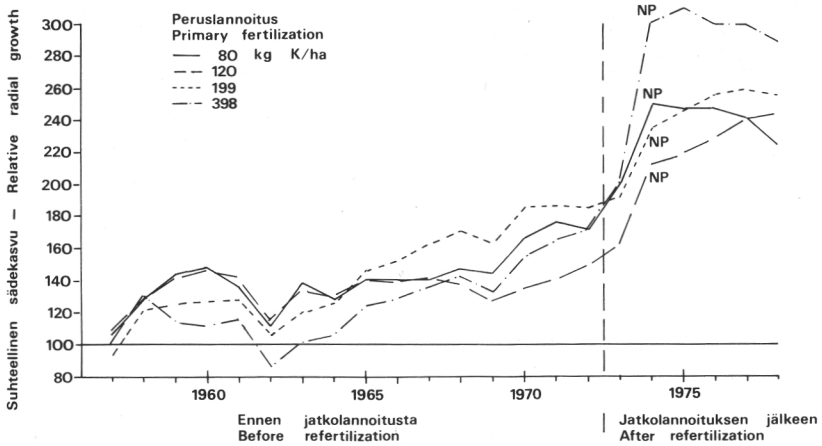
(N₁ = 25, N₂ = 50, N₃ = 75, N₄ = 100, N₅ = 125, N₆ = 150 kg N/ha).

Fig. 14. Covariance-corrected radial growth of sample trees after NPK primary fertilization with varying amounts of nitrogen and after nitrogen refertilization. Vaala II.

(N₁ = 25, N₂ = 50, N₃ = 75, N₄ = 100, N₅ = 125, N₆ = 150 kg N/ha).



Kuva 15. Puuston kuutiomäärä syksyllä 1972 Vittasuo koealoilla. Lannoitemäärät Vittasuoilla, ks. s.
 Fig. 15. Volume of tree stands in the autumn of 1972 in the Vittasuo plots. Fertilizer rates at Vittasuo, see p.

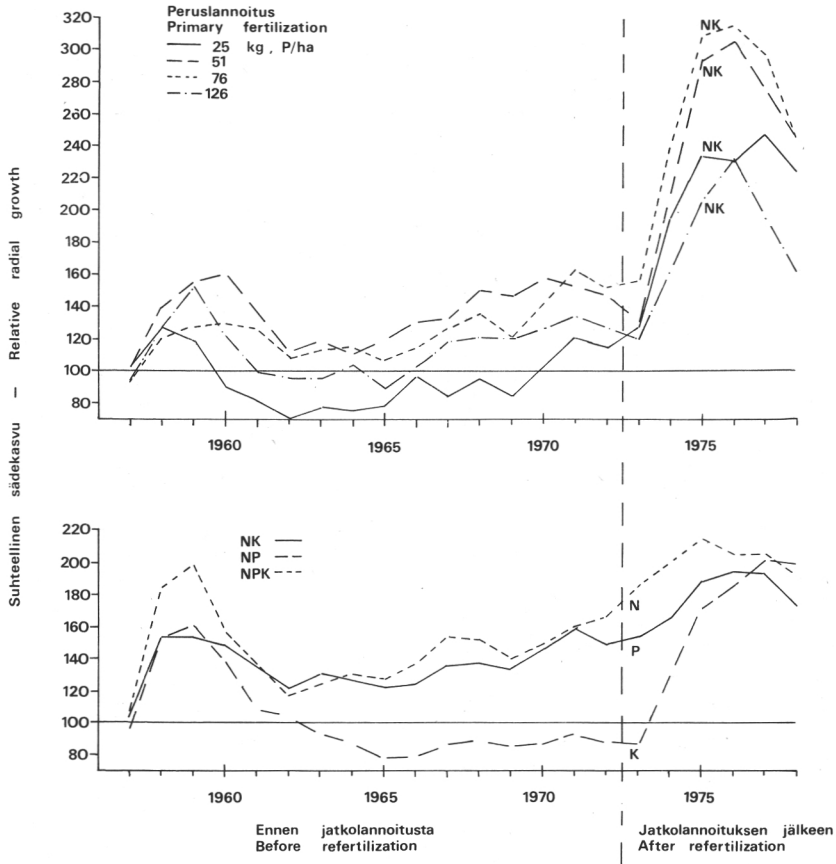


Kuva 16. Kovarianssilla korjattu koepuiden suhteellinen sädekasvu Vittasuo I-alueella.
 Fig. 16. Covariance-corrected relative radial growth of sample trees at Vittasuo I.

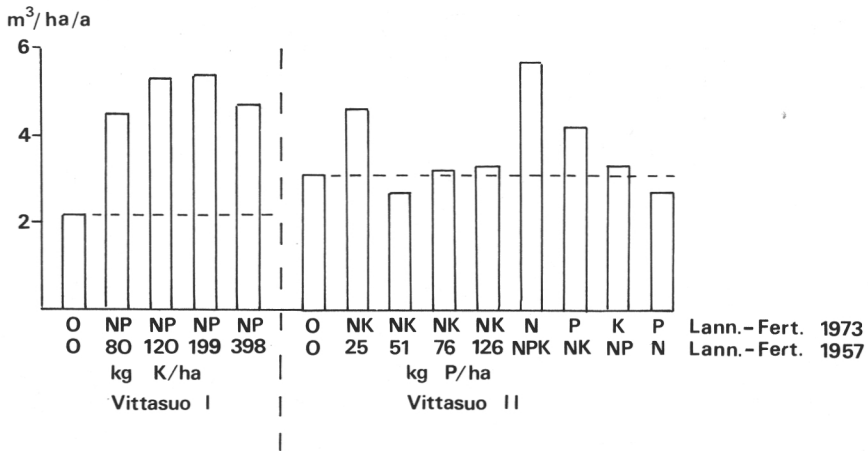
Tarkasteltaessa koepuiden sädekasvun kovarianssilla korjattuja (regressiotekijöinä keskimääräinen kasvu vuosina 1957—1958 ja sen neliö) suhteellisia arvoja Vittasuo koe-kentällä (kuvat 16—17) todetaan sama kuin edellä: lannoitus ilman kaliumia ei sanotta-vasti parantanut puiden kasvua. Kasvu li-

säntyi vain K- ja NPK- sekä niiden lisäksi myös NK-lannoituksen vaikutuksesta.

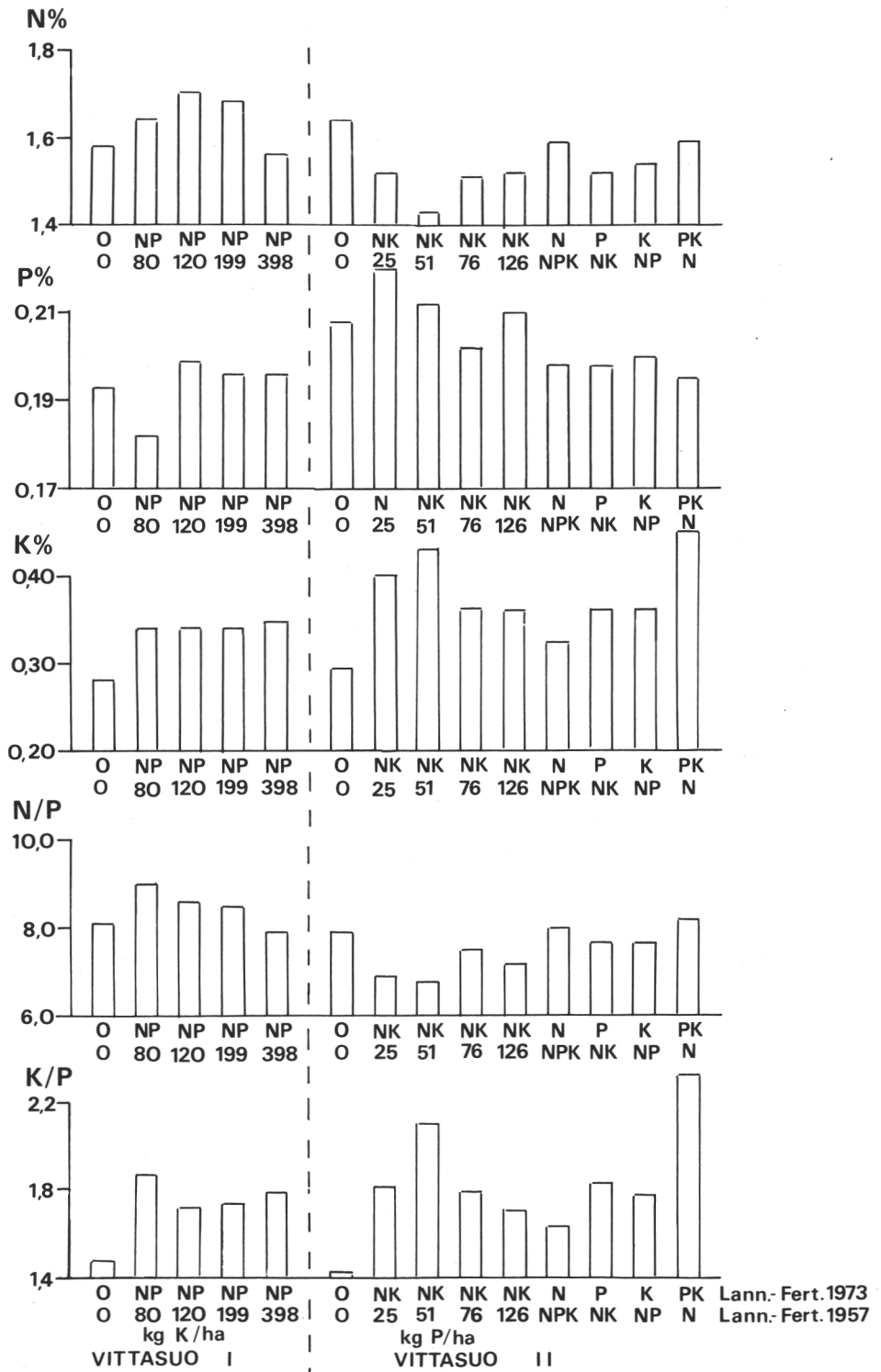
Jatkolannoituksen jälkeen puuston sädekasvu parani selvästi koealoilla, jotka saivat ensimmäisellä kerralla kaliumia ja jatkolannoituksessa v. 1973 sekä fosforia että typpeä (kuva 16). Myös NK-lannoitus lisäsi jonkin



Kuva 17. Kovarianssilla korjattu koepuiden suhteellinen sädekasvu Vittasuo II-alueella.
Fig. 17. Covariance-corrected relative radial growth of sample trees at Vittasuo II.



Kuva 18. Puuston keskimääräinen vuotuinen kuorellinen kuutiokasvu jatkolannoituksen jälkeen Vittasuo II-alueella.
Fig. 18. Mean annual volume growth of tree stands including bark after refertilization in the Vittasuo plots.



Kuva 19. Neulasten typpi-, fosfori- ja kalipitoisuudet sekä niiden väliset suhteet Vittasuo koaloilla.
Fig. 19. Nitrogen, phosphorus and potassium contents of needles and their ratios in the Vittasuo plots.

verran puuston kasvua v. 1957 pelkän fosforilannoituksen saaneilla koelaloilla, mutta vaikutus jäi lyhytaikaiseksi (kuva 17). Samoin kalium yksinään paransi kasvua mikäli ensimmäisellä kerralla ei annettu lainkaan tätä ravinnettä.

Kuvasta 18 ilmenee puuston keskimääräinen kuutiokasvu Vittasuoilla vuosina 1973—1978 ilman lähtötasokorjausta. Tulokset osoittavat etenkin K- + NP-lannoituksen selvästi parantaneen puuston kasvua nollaruutuihin verrattuna. Myös NPK- + N-lannoituksella saatiin hyvä tulos, mikä johtuu ennen muuta ensimmäisen lannoituksen voimakkaasta vaikutuksesta.

332. Neulasten ravinnepitoisuus

Vittasuon lannoittamattomilla koelaloilla oli neulasanalyysin tulosten mukaan puutetta kaliumista (kuva 19). Neulasten fosfori- ja typpipitoisuus oli sen sijaan normaali tai veraten korkea.

Vuonna 1957 pelkällä kaliumilla lannoiteilla ja v. 1973 NP:llä jatkolannoitetuilla koelaloilla (Vittasuo I) neulasten kaliumpitoisuus oli lähellä lannoitustarvetta osoittavaa

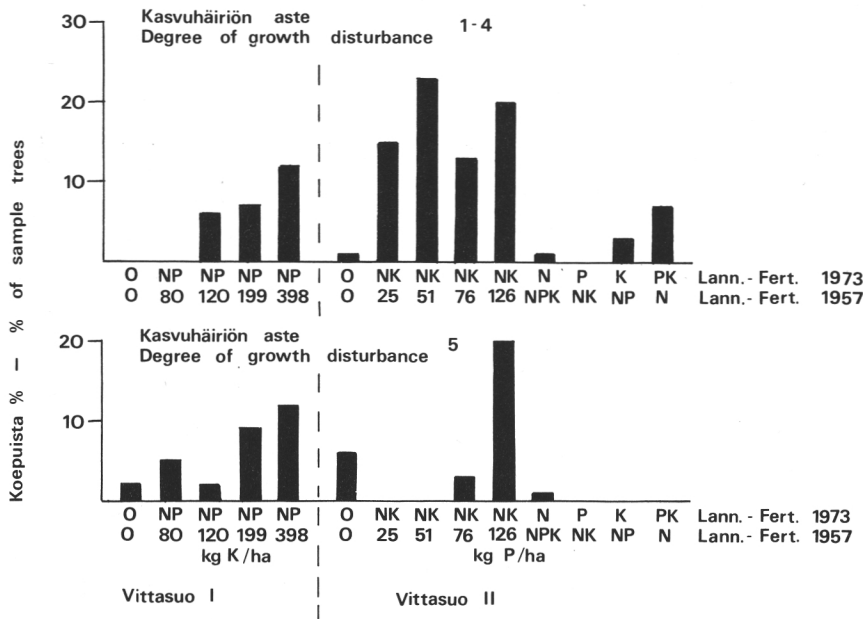
raja-arvoa 0,35 % (ks. Paarlahti ym. 1971). Neulasten kaliumpitoisuus oli selvästi lisääntynyt PK:lla jatkolannoitetuilla sekä myös NK:lla jatkolannoitetuilla koelaloilla siinä tapauksessa, että fosforia oli annettu peruslannoituksessa vain 25 tai 51 kg P/ha (Vittasuo II).

Ravinnesuhteita koskevien tulosten mukaan Vittasuoilla on runsaasti fosforia typen ja varsinkin kaliumin määrään verrattuna (kuva 19).

333. Kasvuhäiriöt

Vittasuo I-alueella kasvuhäiriöiden esiintymisen ja lannoituskäsittelyn välillä oli riippuvuussuhde siten, että häiriöitä oli eniten v. 1957 suurimmat kalimäärät (199 ja 398 kg K/ha) saaneilla koelaloilla (kuva 20).

Vittasuo II-alueella kasvuhäiriöitä todettiin merkittävästi vain niillä koelaloilla, joille annettiin v. 1957 pelkkä fosforilannoitus ja v. 1973 NK-jatkolannoitus. Pahimpia häiriöitä (luokka 5) oli eniten koelaloilla, jotka saivat ensimmäisessä lannoituksessa suurimman fosforiannoksen, (126 kg P/ha).



Kuva 20. Kasvuhäiriöiden esiintyminen Vittasuon koelaloilla.
Fig. 20. Occurrence of growth disturbances in the Vittasuo plots.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Viljavien rämeiden lannoitusta varten annetuissa käytännön ohjeissa edellytetään, että ko. kasvupaikoilla saadaan peruslannoituksessa pelkällä PK-lannoituksella hyvä tulos. Sopivimpana lannoitemääränä pidetään yleensä 40—50 kg P/ha ja 80—100 kg K/ha. Sama lannoituskäsittely esitetään tarpeen mukaan toistettavaksi 15—20 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta (esim. Huikari ja Paavilainen 1972, Paavilainen 1979).

Piipsannevan metsänlannoituskokeiden tulokset vahvistavat pääosiltaan käytännölle tähän mennessä annetuissa suosituksissa esitettyjä näkökohtia. PK-lannoitus lisäsi voimakkaasti puuston kasvua Piipsannevan runsastyyppisellä rämeellä. Lannoituksen vaikutus oli myös pitkäaikainen verraten pientäkin lannoitemäärää (29 kg P/ha + 83 kg K/ha) käytettäessä. Käytännön ohjeissa esitetty 15—20 vuoden vaikutusaika saavutettiin ja tultaneen ylittämääkin ko. tutkimusalueella.

Osassa koealoja lannoituksella aikaansaatu puuston kasvunlisäys oli sitä suurempi, mitä enemmän fosforia käytettiin yhdessä kaliumin kanssa. Fosforimäärän noustessa myös lannoitusvaikutuksen kesto aika ilmeisesti pitenee. Runsaiden lannoitemäärien käyttö aiheutti toisaalta muutoksia neulasten ravinnesuhteissa sekä kasvuhäiriöitä. Häiriöiden esiintyminen oli korrelaatiossa neulasten booripitoisuuden alenemisen ja fosforimäärän kasvun kanssa. Aikaisemmissa tutkimuksissa onkin esitetty, että hivenravinteiden — varsinkin boorin — puute saattaa olla syynä kasvuhäiriöiden syntymiseen (mm. Huikari 1974, 1977, Veijalainen 1975, Braekke 1977).

Tulosten perusteella näyttää siltä, että fosforin määrä voitaisiin nostaa Piipsannevan tutkimusalueelta vastaavien soiden lannoituksessa 60—70 kg:n P/ha ilman haittavaikutuksia. Edellytyksenä on, että myös kaliumia käytetään riittävästi, vähintään 80 kg K/ha.

Jatkolannoitus 12 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta lisäsi puuston kasvua koealoilla, jotka olivat saaneet ensimmäisellä

kerralla fosforia 29 tai 43 kg P/ha. Niilläkin jatkolannoitus olisi voitu siirtää muutamaa vuotta myöhemmäksi, sillä ensimmäisen lannoituksen vaikutus puuston kasvuun oli edelleen voimakas ko. koealoilla, eikä lannoitus ollut myöskään neulasanalyysin mukaan tarpeen.

Piipsannevan lannoituskaistoilla tehtyjen ensimmäisten havaintojen mukaan NPK-jatkolannoitus antoi PK- ja typpijatkolannoitusta paremman tuloksen (ks. Paavilainen 1976a). Tämän tutkimuksen mukaan näyttää kuitenkin siltä, että PK- ja NPK-jatkolannoitus vaikuttavat jokseenkin yhtä tehokkaasti puuston kasvuun. Pelkän typen käyttö antoi selvästi näitä käsittelyjä heikommän tuloksen, sillä ensimmäistä positiivista reaktiota seurasi kasvun taantuminen ja neulasten ravinnesuhteiden häiriintyminen. Yksipuolisen typpilannoituksen käyttöä ei siis tämän mukaan voida suositella viljavien rämeiden jatkolannoitukseen.

Vaalan ja Vittasuon tutkimusalueilta saadut tulokset vahvistavat Piipsannevan koe-kentän aineiston perusteella tehtyjä johtopäätöksiä. Tutkituista pääravinteista kaliumilla oli sekä perus- että jatkolannoituksessa varsin tärkeä merkitys. Nähtävästi pelkällä kalilannoituksellakin voidaan lisätä puuston kasvua tutkitun kaltaisilla runsastyyppisillä soilla, kun taas yksipuolisen fosforilannoituksen vaikutus saattaa olla suorastaan negatiivinen. Vittasuon tulosten mukaan suurten kalium- samoin kuin fosforimäärienkin käyttö saattaa kuitenkin johtaa kasvuhäiriöihin. Typpijatkolannoitus ei sanottavasti vauhdittanut puiden kasvua sen paremmin Vaalassa kuin Vittasuollakaan.

On tarpeen kiinnittää huomiota myös siihen, että neulasten ravinneanalyysi osoitti verraten hyvin puiden ravinnetilan ja lannoituksen vaikutuksen tutkimusalueilla. Tämän samoin kuin useiden aikaisempienkin tutkimusten tulosten perusteella on syytä esittää, että neulasanalyysia käytettäisiin nykyistä suuremmassa mitassa hyväksi määritettäessä käytännössä suometsien lannoitustarvetta.

5. KIRJALLISUUTTA

- BRAEKKE, F.H. 1977. Fertilization for balanced mineral nutrition of forests on nutrient-poor peatland. Seloste: Turvemaiden tasapainoinen lannoitus. Suo 28.3.
- HUIKARI, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Summary: Results of fertilization experiments on peatlands drained for forestry. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1 (1973).
- 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu 11(1974).
- 1977. Micro-nutrient deficiencies cause growth-disturbances in trees. Silva Fenn. 11.3.
- & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. Helsinki.
- PAARLAHTI, 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. Commun. Inst. For. Fenn. 74.5.
- & RAVELA, H. 1973. Kuutiomäärän, kasvun ja puutavaralajijakautuman laskennan ATK-ohjelma. Moniste.
- PAAVILAINEN, E. 1970. Astiakokeita pintalannoituksen vaikutuksesta koivun, kuusen ja männyn kylvön onnistumiseen muokkaamattomalla kasvu-alustalla. Summary: On the effect of top dress fertilization on successful seeding of birch, spruce, and pine. Vessel experiments in soil with an untreated surface. Commun. Inst. For. Fenn. 72.1.
- 1976a. Piipsannevan lannoituskokeiden tuloksia. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusosaston tiedonantoja 15(1976).
- 1976b. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. Folia For. 272.
- PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: PK fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results. Folia For. 343.
- 1978b. Rauduskoivun ja männyn ensi kehitys rimpisellä lettoturpeella. Summary: Initial development of *Betula verrucosa* and *Pinus silvestris* on peat from flarky fen. Suo 29.2.
- 1979. Metsänlannoitusopas. Helsinki.
- & SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 86.4.
- VEIJALAINEN, H. 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. Suo 26.5.
- 1977. Use of needle analysis for diagnosing micro-nutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravintilan määrittämisessä turveilla. Commun. Inst. For. Fenn. 92.4.

Liitetaulukko 1. Piipsanneva. Puuston vuotuisesta pohjapinta-alan kasvusta lasketun kovarianssianalyysin F-arvo ja selitysaste.

Appendix 1. Piipsanneva. F-value and variation explained (analysis of covariance) calculated from the annual basal area growth of tree stands.

Vuosi Year	Regressio Regression	Peruslannoitus Primary ferti- lization F-arvo — F-value	Jatkolannoitus Refertilization	Perusl. × Jatkol. Primary fert. × Refert.	Selitysaste Variation explained 100 · R ²
1973	59,67***	3,01*	1,20	2,19*	77,1
1974	37,37***	0,45	1,35	1,95*	74,7
1975	34,78***	2,23	1,01	2,36*	78,2
1976	24,70***	2,39*	2,93*	2,40*	76,1
1977	26,91***	1,98	6,89***	2,19*	77,8
1978	12,49***	2,33	5,46**	1,33	69,5

Liitetaulukko 2. Piipsanneva. Neulasten kuivapainosta sekä ravinnepitoisuuksista, -määristä ja -suhteista lasketun varianssianalyysin F-arvot ja selitysaste. Jatkolannoitetut koealat.

Appendix 2. Piipsanneva. F-values and variation explained (analysis of covariance) calculated from the dry weight, nutrient contents and ratios of needles and amounts of nutrients in needles. Refertilized plots.

Tekijä Factor	Peruslannoitus Primary ferti- lization	Jatkolannoitus Refertilization	Perusl. × Jatkol. Primary fert. × Refert.	Selitysaste Variation explained 100 · R ²
	F-arvo — F-value			
Kuivapaino Dry weight				
N %	18,80***	5,10**	1,72	73,8
P %	14,61***	7,62***	2,36*	63,7
K %	39,97***	15,29***	1,77	85,0
B ppm	0,46	28,21***	0,73	67,1
Cu ppm	13,71***	0,27	0,94	63,5
N/P	4,81**	3,25*	0,96	50,1
K/P	14,08***	15,40***	1,87	75,1
B/N	13,48***	9,18***	0,45	67,9
Cu/N	21,15***	0,67	1,15	72,2
B/P	6,20***	5,29**	1,07	56,7
Cu/P	21,46***	2,85*	1,12	73,4
B/K	15,07***	6,05**	2,21*	72,5
Cu/K	6,79***	6,02**	0,79	51,0
N mg/1000 neul. 1000 needl.	2,54*	16,69***	1,21	62,8
P	27,49***	5,67**	2,12*	79,5
K	40,85***	11,28***	2,10*	84,9
B	13,54***	22,24***	1,77	77,0
Cu	2,45*	1,17	1,02	39,4
	22,15***	1,75	2,95**	76,9

Liitetaulukko 3. Vaala. Koepuiden vuotuisesta sädekasvusta lasketun kovarianssianalyysin F-arvo ja selityssaste.
Appendix 3. Vaala. F-value and variation explained (analysis of covariance) calculated from the annual radial growth of sample trees.

Vuosi Year	Vaala I				Vaala II			
	Regressio Regression ¹	Regressio ₂ Regression ²	Lannoitus Fertili- zation	Selityssaste Variation explained 100 · R ²	Regressio Regression ¹	Regressio ₂ Regression ²	Lannoitus Fertili- zation	Selityssaste Variation explained 100 · R ²
	F-arvo — F-value				F-arvo — F-value			
1960	157,83***	7,16***	2,92**	73,6	22,45***	0,02	3,98***	54,4
-61	54,07***	5,48***	6,06***	47,5	18,28***	1,86	5,11***	35,1
-62	28,97***	3,12**	8,43***	37,4	5,83***	0,02	6,07***	30,2
-63	53,88***	14,10***	8,74***	38,6	2,27*	0,76	5,83***	27,8
-64	60,26***	13,73***	7,83***	41,1	1,99*	1,20	7,95***	32,3
-65	36,07***	4,08***	6,79***	36,7	2,34*	0,86	8,48***	32,4
-66	19,02***	1,76	4,58***	26,0	2,64**	0,62	5,35***	27,6
-67	13,23***	0,57	4,11***	23,3	0,02	4,49***	4,97***	25,8
-68	3,60***	0,13	3,37**	16,7	0,01	3,36***	4,16***	21,3
-69	7,84***	0,76	4,89***	23,1	0,51	6,12***	3,32***	19,8
1970	11,15***	1,54	5,54***	20,7	0,08	0,92	3,20***	14,9
-71	5,99***	1,11	4,29***	13,5	0,67	3,76***	1,69	10,7
-72	6,43***	0,86	5,03***	15,9	0,43	3,50***	1,82	11,7
-73	2,15*	0,74	5,47***	11,5	1,72	6,36***	1,92*	12,3
-74	0,85	0,67	11,72***	20,0	0,69	2,19*	8,63***	24,0
-75	0,07	0,36	14,02***	23,4	1,10	2,01*	6,54***	19,4
-76	0,82	1,23	14,01***	23,3	0,63	1,32	9,28***	25,2
-77	0,72	0,88	13,45***	22,3	1,86	2,34*	8,40***	23,6
-78	1,24	1,40	15,72***	25,2	3,49***	4,10***	6,59***	19,8

Liitetaulukko 4. Vittasuo. Koepuiden vuotuisesta sädekasvusta lasketun kovarianssianalyysin F-arvo ja selityssaste.
Appendix 4. Vittasuo. F-value and variation explained (analysis of covariance) calculated from the annual radial growth of sample trees.

Vuosi Year	Vittasuo I				Vittasuo II			
	Regressio Regression ¹	Regressio ₂ Regression ²	Lannoitus Fertili- zation	Selityssaste Variation explained 100 · R ²	Regressio Regression ¹	Regressio ₂ Regression ²	Lannoitus Fertili- zation	Selityssaste Variation explained 100 · R ²
	F-arvo — F-value				F-arvo — F-value			
1957	48,18***	0,37	1,38	73,4	72,42***	0,02	0,68	69,3
-58	18,58***	0,39	3,62**	47,7	61,86***	3,14***	11,24***	52,2
-59	5,21***	0,006	5,66***	28,4	21,83***	0,18	11,27***	37,9
1960	1,01	0,11	7,34***	20,0	0,05	3,10***	7,83***	21,6
-61	3,19*	1,09	6,97***	14,9	2,10*	3,92***	6,27***	17,3
-62	4,18**	0,84	2,95*	13,8	0,002	3,97***	2,42**	14,7
-63	5,19***	1,12	4,37**	15,5	1,57	8,45***	3,89***	16,3
-64	6,58***	1,79	2,89*	13,7	5,20***	10,55***	5,09***	17,3
-65	5,03***	1,91	6,29***	14,5	19,49***	16,00***	4,98***	19,3
-66	2,78*	0,65	7,78***	16,1	13,88***	11,05***	5,77***	19,8
-67	1,32	0,45	8,78***	16,1	16,28***	15,66***	6,15***	21,5
-68	1,28	0,33	9,86***	17,7	19,17***	15,38***	6,06***	23,1
-69	1,06	0,33	7,99***	14,7	25,84***	21,34***	5,03***	21,9
1970	0,06	0,06	12,23***	21,6	35,24***	25,73***	5,97***	27,2
-71	0,65	0,02	12,37***	21,5	28,22***	20,13***	8,57***	30,2
-72	1,02	0,08	12,61***	21,9	21,91***	13,18***	7,27***	27,8
-73	0,31	0,06	15,19***	25,7	26,65***	17,13***	6,77***	27,6
-74	1,40	0,05	26,40***	36,8	16,73***	11,77***	10,55***	33,3
-75	2,56*	0,30	27,09***	37,5	18,93***	14,76***	16,86***	42,8
-76	2,44*	0,12	27,41***	38,3	9,40***	5,80***	17,51***	42,6
-77	2,77*	0,23	27,18***	38,1	4,48***	2,90**	16,25***	39,2
-78	5,19***	1,81	22,78***	33,6	5,08***	2,94**	14,37***	36,7

ODC 237.4:2--114.444
ISBN 951-40-0422-1
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1979. Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 414:1—23.

The preliminary results from fertilization experiments on nitrogen-rich pine swamps are presented in the study. Primary fertilization with PK strongly increased the growth of trees. At refertilization PK and NPK treatments produced an equally effective growth response. The use of mere nitrogen led to a clearly poorer result. High phosphorus rates (over 100 kg P/ha) at primary fertilization caused growth disturbances. Occurrence of these disturbances correlated with a decreased boron content and an increased phosphorus content of needles.

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

ODC 237.4:2--114.444
ISBN 951-40-0422-1
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1979. Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 414:1—23.

The preliminary results from fertilization experiments on nitrogen-rich pine swamps are presented in the study. Primary fertilization with PK strongly increased the growth of trees. At refertilization PK and NPK treatments produced an equally effective growth response. The use of mere nitrogen led to a clearly poorer result. High phosphorus rates (over 100 kg P/ha) at primary fertilization caused growth disturbances. Occurrence of these disturbances correlated with a decreased boron content and an increased phosphorus content of needles.

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

ODC 237.4:2--114.444
ISBN 951-40-0422-1
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1979. Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 414:1—23.

The preliminary results from fertilization experiments on nitrogen-rich pine swamps are presented in the study. Primary fertilization with PK strongly increased the growth of trees. At refertilization PK and NPK treatments produced an equally effective growth response. The use of mere nitrogen led to a clearly poorer result. High phosphorus rates (over 100 kg P/ha) at primary fertilization caused growth disturbances. Occurrence of these disturbances correlated with a decreased boron content and an increased phosphorus content of needles.

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

ODC 237.4:2--114.444
ISBN 951-40-0422-1
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1979. Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 414:1—23.

The preliminary results from fertilization experiments on nitrogen-rich pine swamps are presented in the study. Primary fertilization with PK strongly increased the growth of trees. At refertilization PK and NPK treatments produced an equally effective growth response. The use of mere nitrogen led to a clearly poorer result. High phosphorus rates (over 100 kg P/ha) at primary fertilization caused growth disturbances. Occurrence of these disturbances correlated with a decreased boron content and an increased phosphorus content of needles.

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

- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuvuilun saannosta.
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyyseillä.
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasiemenen satoisuuteen.
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Phlebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.
Phlebia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 1979 No 375 Metsätilastollinen vuosikirja 1977—1978.
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.
Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kentäkokeissa.
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 Peräpohjan 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 metsänuudistusalloilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76.
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa.
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoit-tamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon.
The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.

- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter et al. -sienen esiintyminen männynkaristeen 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, Katrina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen 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 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 allappisyvyys 1969—1977.
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetillä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä.
Bark quantity of birch logs.