

# FOLIA FORESTALIA<sup>327</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1977

---

---

EERO PAAVILAINEN

---

JATKOLANNOITUS VÄHÄRAVIN-  
TEISILLA RÄMEILLÄ  
ENNAKKOTULOKSIA

---

REFERTILIZATION ON OLIGO-  
TROPIC PINE SWAMPS  
PRELIMINARY RESULTS

---

- No 255 Metsätalostollinen vuosikirja 1974.  
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa.  
Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine.
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiprovenienssien puuaineen tiheyden vaihtelusta.  
The wood basic density variation of pine and spruce provenances.
- No 258 Pentti Nisula: Muovihuoneen sadetuskone.  
A sprinkler for a plastic greenhouse.
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973.  
Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973.
- No 260 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten.  
Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading.
- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla.  
Felling of small-size trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw.
- No 262 Olli Saikku ja Pentti Rikkonen: Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.  
Bark amount of pulpwood and factors affecting it.
- No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.  
The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa f. carelica* Sok.) stands in southern Finland.
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.  
Yield from the first thinning.
- No 265 Olavi Huuri: Kallistusilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia.  
Tilting of planted pines; survey results.
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.  
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature.
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.  
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine.
- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.  
Regional importance of the forest sector in Finland.
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.  
The role of the forest owners in logging roads construction.
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.  
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985.
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä.  
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps.
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.  
Leaf-seasoning method in whole-tree logging.
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975.
- No 275 L. Runeberg: Driftresultat från Skogsforskningsinstitutets företagekonomiska forskningsskogar åren 1945—74.  
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menettelmä.  
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.  
The need for future education in forestry.
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.  
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.  
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.  
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.  
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.  
Forest worker's equipment costs 1975—1976.

FOLIA FORESTALIA 327

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1977

Eero Paavilainen

JATKOLANNOITUS VÄHÄRAVINTEISILLA RÄMEILLÄ.  
ENNAKKOTULOKSIA.

Refertilization on oligotrophic pine swamps.

Preliminary results.

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0299-7  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 327: 1–32.

Tutkimuksessa esitetään ennakkotuloksia Suomensjärvellä, Lopella ja Sonkajärvellä sijaitsevista vähäravinteisten tupasvillarämeiden jatkolannoituskokeista.

Tutkimusalueilla oli ensimmäisen lannoituksen vaikutuksen kesto aika vajaat kymmenen vuotta. Jatkolannoituksessa saatiin NPK:lla paras tulos. Puuston kasvu parani myös pelkän typpilannoituksen vaikutuksesta. PK-lannoitus lisäsi eräissä kokeissa puuston kasvua, mutta vaikutti toisissa haitallisesti kärjistämällä ennestäänkin voimakasta typen puutetta ko. kasvupaikalla. Pieniä lannoitemääriä (25–50 kg/ha N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) käytettäessä lannoituksen aiheuttama kasvureaktio jäi heikoksi.

---

The preliminary results from refertilization experiments carried out on oligotrophic cotton grass pine swamps at Suomensjärvi, Loppi and Sonkajärvi are presented in this paper.

The effect of the first fertilization on the study areas lasted for less than ten years. When refertilization was carried out, NPK gave the best result. Nitrogen fertilization alone also improved stand growth. Although PK fertilization increased stand growth in a number of the experiments, it had a harmful effect in others as it greatly accentuated the prevailing severe nitrogen deficiency of the sites in question. Only very slight growth increases were obtained when small amounts of fertilizer (25–50 kg/ha N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) were applied.

## ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastossa on laadittu vuonna 1972 ohjelma turve- maiden jatkolannoitustutkimusten tehostamiseksi. Tämän ohjelman mukaisesti on perustettu useita uusia kenttäkokeita sekä inventoitu vanhoja. Tässä tutkimuksessa esitetään tulokset eräistä Suomenselälle, Lopelle ja Sonkajärvelle perustetuista kokeista, jotka on perustannoitettu aikanaan professori Olavi Huikarin aloitteesta ja hänen laatimansa tutkimussuunnitelman mukaisesti yhteistyössä maanomistajien kanssa. Suomenselän koekentät sijaitsevat Maataloustuottajain Keskusliiton Säätiön Ketulan tilalla, Lopen koekentät Riihimäen Saha Oy:n maalla ja Sonkajärven koekenttä A. Ahlström Oy:n maalla.

Jatkolannoituskokeita perustettaessa on saatu arvokasta apua MMT Mikko Ilvessalolta (MTK), Riihimäen Saha Oy:n edesmenneeltä metsäpäälliköltä Hannu Tengmanilta ja nykyiseltä metsäpäälliköltä Hannu Ventolalta sekä MHERKKI Mannerialta (A. Ahlström Oy). Typpi Oy:ssä (nyk. Kemira

Oy), joka on teettänyt Oulun laboratoriossaan tähän tutkimukseen liittyvät neulas- ja maanalyytit, on asiantuntijana ollut MMM Veli Tuomikoski.

Vanhimpien kokeiden suunnittelussa ovat olleet keskeisesti mukana MML Kimmo Paarlahti ja MML Kalevi Karsisto. Tämän tutkimuksen kenttämittauksia ovat eri aikoina valvoneet tutkimusteknikot Jorma Issakainen, Kalle Nevanranta ja Heikki Takamaa. Tulosten laskentakäsittelyä on ohjannut FK Riitta Heinonen. Kuvat on piirtänyt yo Päivi Lempinen, laskennassa on avustanut yo Inkeri Suopanki ja konekirjoitustyön tehnyt yo Liisa Poutanen. Käsikirjoitukseen ovat tutustuneet professorit Olavi Huikari ja Yrjö Vuokila sekä MML Kimmo Paarlahti.

Esitän parhaat kiitokseni edellä mainituille ja muille tutkimustyössä avustaneille.

Helsingissä lokakuussa 1977

*Eero Paavilainen*

## SISÄLLYS

	Sivu
JOHDANTO .....	5
AINEISTO JA MENETELMÄT .....	6
Kokeet .....	6
Mittaukset ja aineiston käsittely .....	7
TULOKSET .....	7
Suomusjärvi .....	7
Loppi .....	9
Sonkajärvi .....	10
TULOSTEN TARKASTELUA .....	11
KIRJALLISUUS .....	13
KUVAT .....	14
LIITETAULUKOT .....	27

## JOHDANTO

Metsänlannoituksen vaikutuksen kestoaika on turvemaiden riippuvainen useista eri tekijöistä. Niistä ovat tähän asti saatujen tutkimustulosten mukaan tärkeimpiä (ks. mm. Huikari ja Paavilainen 1972, Paavilainen 1972, 1974, Karsisto 1972, 1974, 1976, Huikari 1973, Paavilainen ja Simpanen 1975, Ipatiev ja Paavilainen 1975):

- kasvupaikan luontainen ravinteisuus
- ojituksen tehokkuus
- puuston ikä, rakenne ja elinvoimaisuus sekä
- lannoituskäsittely

Karuilla soilla, joiden lannoituksessa on käytettävä fosforin ja kaliumin lisäksi myös typpeä, lannoitusvaikutuksen kestoaika on yleensä verraten lyhyt. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että lannoituksesta huolimatta typen puute muodostuu jo vajaan 10 vuoden kuluessa puiden kasvua rajoittavaksi tekijäksi. Sen sijaan luontaisesti typpirikkailla soilla on PK-lannoituksen puuston kasvua lisäävä vaikutus tavallisesti pitkäaikainen, mikäli ojitus on riittävän tehokas. Puuston laadun merkitystä osoittaa mm., että metsänviljelyn yhteydessä annetun lannoituksen – varsinkin typen – vaikutusaika jää usein lyhyeksi varttuneiden metsiköiden lannoituksessa saavutettavaan kesto aikaan verrattuna. Myös lannoituksessa annettujen ravinteiden määrät ja niiden väliset suhteet sekä lannoitelaji vaikuttavat siihen, kuinka pian lannoitus on uusittava.

Ellei ensimmäistä lannoitusta seuraa puuston päätehakkuu, on jo ennen lannoitusvaikutuksen loppumista harkittava, milloin ja miten jatkolannoitus suoritetaan. Käytännön metsänparan-

nustoiminnassa tämä kysymys tulee ratkaistavaksi etenkin huonokasvuisilla rämeillä, joille on annettu peruslannoitus ja jotka joudutaan lannoittamaan uudelleen ainakin kerran.

Lannoitusvaikutuksen kesto ja siihen vaikuttavia tekijöitä koskevien tietojen perusteella voidaan päätellä, että vähäravinteisille ojitetuille rämeille olisi annettava jatkolannoitus viimeistään 10 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta. Vaikka typen puute on tässä vaiheessa puiden kasvua rajoittava tekijä, vaikuttaa yksipuolinen typpilannoitus kaikkein karuimmilla soilla haitallisesti puiden kasvuun (Paavilainen 1976a, Kaunisto 1977, Kaunisto ja Paavilainen 1977). Tupasvilla- ja piensararämeillä (vrt. Huikari 1952) sen sijaan pelkkä typpijatkolannoituskin lisää puuston kasvua (esim. Huikari ja Paavilainen 1972, Ipatiev ja Paavilainen 1975, Paavilainen 1976b). Vielä ei kuitenkaan tiedetä, antaisiko myös muut pääravinteet käsittävä jatkolannoitus viimeksi mainituilla suotyypeillä paremman tuloksen kuin pelkkä typen käyttö. Eri ravinteiden sopivinta käyttömäärää koskevia tietoja on myös niukasti.

Tässä julkaisussa esitetään ennakkotuloksia eräistä vähäravinteisille tupasvillarämeille perustetuista jatkolannoituskokeista. Tutkimuksen avulla pyritään erityisesti selvittämään, onko jatkolannoituksessa tarpeen käyttää typen lisäksi fosforia ja kaliumia. Myös muita jatkolannoituksen toteuttamiseen liittyviä kysymyksiä käsitellään kenttäkokeista saatujen tulosten perusteella.

## AINEISTO JA MENETELMÄT

### Kokeet

Aineisto kerättiin Suomusjärvellä, Lopella ja Sonkajärvellä sijaitsevilta koekentiltä. Kokeet perustettiin kaikilla tutkimusalueilla tupasvillarämeelle, joka oli lisäksi usein rahkamättäistä. Vain yhden Lopella sijaitsevan kokeen (Loppi III) vähäiset reuna-alueet olivat pien- tai suursararämettä.

Suomusjärven Kettulan tutkimusalueelle perustettiin toukokuussa 1961 kaksi koetta. Toinen niistä (Suomusjärvi I) on  $2 \times 2^3$ -faktorikoe, jonka peruslannoituksessa käytettiin tyyppiä, fosforia ja kaliumia. Suomusjärven toisessa kokeessa (Suomusjärvi II) verrataan keskenään eri fosforilannoitelajien; hienofosfaatin, kotkafosfaatin, superfosfaatin ja monoammoniumfosfaatin vaikutusta. Fosfori annettiin yhdessä typen ja kaliumin kanssa, minkä lisäksi kokeeseen arvottiin myös lannoittamaton sekä pelkän NK-lannoituksen saanut koejäsen. Toistoja on kolme.

Jatkolannoitusta varten Suomusjärven koealat jaettiin edelleen neljään osaan, joille alkuperäisiä nollaruutuja lukuunottamatta arvottiin seuraavat käsittelyt: O-, N-, PK- ja NPK-lannoitus. Jatkolannoitus suoritettiin toukokuussa 1972.

Lopen tutkimusalueella on kolme koetta. Niistä vanhin (Loppi I) perustettiin toukokuussa 1956 käytännöllä vaihtelevia määriä ja erilaisissa suhteissa tyyppiä, fosforia ja kaliumia sekä osassa koetta myös kalsiumia. Eräillä koealoilla, jotka eivät saaneet ensimmäisessä lannoituksessa fosforia, annettiin myöhemmin (vuonna 1959 tai 1960) myös tätä ravinnettä. Koealat jaettiin ojilla kahtia ja niiden toinen puoli lannoitettiin PK:lla keväällä 1968.

Toinen Lopella sijaitseva koe (Loppi II) on saanut joko P-, NP- tai NPK-peruslannoituksen. Fosfori annettiin keväällä 1956, typi keväällä 1959 sekä kalium

toukokuussa 1960. Eri tavoin peruslannoitetuille saroille arvottiin seuraavat jatkolannoituskäsittelyt: O, P, PK ja NPK. Koska kokeen erityisenä tarkoituksena on selvittää pienten lannoitemäärien merkitystä jatkolannoitusvaiheessa, lannoitustasot ovat: 25, 50 ja 75 kg/ha N,  $P_{205}$  tai  $K_{20}$ . Jokaisesta käsittelystä on neljä toistoa. Jatkolannoitus suoritettiin toukokuussa 1968.

Kolmas Lopen kokeista (Loppi III) on typpilannoitelajikoe, jonka ensimmäisen lannoituksen tulokset on jo julkaistu (P a a v i l a i n e n 1972). Tutkittavat typpilannoitteet ovat kokeessa ammoniumsulfaatti, kalkkiammonsalpietari, montansalpietari, kalkkisalpietari, ammoniakkiakaasu, typpiliuos ja urea, jonka osalta tutkittiin sekä maanpintaan että puiden neulasille annetun lannoituksen vaikutusta. Koe perustettiin faktori kokeena (N, P, K) vuonna 1960 ja se muodostaa yhden toiston laajemmassa koealasarjassa.

Loppi III-kokeen jatkolannoitus tehtiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä jatkolannoituksessa toukokuussa 1968 annettiin kaikille lannoitetuille koealoille sekä lannoittamattomien koealojen toiseen puolikkaaseen PK-lannoitus. Toista käsittelyä varten koealat jaettiin osilla kahteen osaan. Kunkin koealan toiseen puolikkaaseen annettiin alunperin lannoittamattomia koealoja lukuunottamatta typpilannoitus toukokuussa 1972, ja toinen puoli jätettiin käsittelemättä,

Sonkajärven tutkimusalueella sijaitseva koe (Sonkajärvi I) kuuluu samaan typpilannoitelajien vaikutusta selvittävään v. 1960 perustettuun koesarjaan kuin Loppi III-koe. Sonkajärven kokeessa on mukana myös eri lannoitetasoja, 0, 25, 50, 75, 100 ja 125 kg N/ha, typpilannoitteen ollessa tässä tapauksessa kalkkiammonsalpietari (Sonkajärvi II). Jatkolannoitusta varten koealat jaettiin alunperin lannoittamattomia nollaruutuja lukuunottamatta kahtia ja niiden toinen puoli sai N- ja toinen puoli NPK-lannoituksen kesäkuun alussa 1972.

Taulukko 1. Tutkimusaineisto.  
Table 1. Material of the study.

Koe <i>Experiment</i>	Koealoja <i>Sample plots</i>	Koepuita <i>Sample trees</i>	Peruslannoitus vuonna <i>Primary fertilization in the year</i>	Jatkolannoitus vuonna <i>Refertilization in the year</i>
Suomusjärvi I	58	580	1961	1972
Suomusjärvi II	63	630	1961	1972
Loppi I	124	1892	1956 (1959, 1960)	1968
Loppi II	240	3561	1956 ( — — )	1968
Loppi III	108	1878	1960	1968, 1972
Sonkajärvi I	96	1581	1960	1972
Sonkajärvi II	43	782	1960	1972

## Mittaukset ja aineiston käsittely

Koealojen puusto mitattiin vuoden 1975 syksyllä. Suomusjärven Kettulan tutkimusalueella valittiin koe-puita systemaattisesti 10 kpl koelaa kohden siten, että ne edustivat sen eri osia. Koepuista mitattiin vuotuinen pituuskasvu vuosina 1959–1975. Myös sädekasvu mitattiin kaikista koepuista, joista saatiin koko tutkimusjakson aikaisen kasvun käsittänyt kairanlastu rinnankorkeudelta. Muilla tutkimusalueilla puuston kasvun mittauksessa noudatettiin *P a r l a h d e n* ja *R a v e l a n* (1973) laatimia ohjeita, jotka perustuvat *K u u s e l a n* (1969) pohjapinta-alakeskipuumenelmään. Tässä yhteydessä tarkastellaan (yhtä poikkeusta lukuunottamatta) ainoastaan sädekasvun mittauksesta saatuja tuloksia. Kasvua mitattaessa otettiin mukaan kaksi peruslannoitusta edeltänyttä ja niitä seuraavat vuodet v. 1975 mukaanlukien. Koealojen ja koeuiden lukumäärä eri tutkimusalueilla nähdään taulukosta 1.

Sonkajärven tutkimusalueella selvitettiin koepuista myös kasvuhäiriöiden mahdollinen esiintyminen ja sen aste käyttäen *LuK Heikki Veijalaisen* esittämää luokitusta:

- 0 = Täysin terve puu
- 1 = Terve puu, jossa selvästi normaalia pitemmät oksat
- 2 = Latvakasvaimen pituuskasvu hidastunut, neulaset lähekkäin, latva tupsumainen kuin lamppuharja

- 3 = Uusien vuosikasvaimien neulaset selvästi lyhyempiä kuin vanhojen
- 4 = Puussa 2 tai 3 elävää latvaa
- 5 = Puussa 1–2 kuollutta latvaa
- 6 = Puussa useita kuolleita latvoja
- 7 = Puussa kuolleita latvoja ja vähän kuolleita yläoksia
- 8 = Puussa kuolleita latvoja ja runsaasti kuolleita yläoksia
- 9 = Puu on pensasmainen

Lopen tutkimusalueen koealoilla tehtiin edellisen lisäksi syksyllä 1970 välimittaus, jonka tarkoituksena oli selvittää, missä määrin lannoituksen aiheuttamien ensimmäisten kasvureaktioiden sekä neulasten ja maan ravinnepitoisuudessa mahdollisesti tapahtuvien muutosten avulla voidaan arvioida lannoituksen kokonaisvaikutus puuston kasvuun. Mittaukseen otettiin mukaan 10 systemaattisesti valittua koepuuta koelaa kohden. Koepuista mitattiin vuotuinen pituus- ja sädekasvu vv. 1965–1970, ja niistä otettiin lisäksi neulasnäytteet ravinneanalyyseja varten. Loppi II-kokeen ruuduilta otettiin myös maanäytteet (0–20 cm). Neulas- ja maanäytteistä määritettiin typen, fosforin ja kaliumin pitoisuus. Analyysit tehtiin silloisen Typpi Oy:n laboratoriossa.

Aineiston laskentäkäsittelyssä käytettiin tavanomaisia menetelmiä: varianssi- ja kovarianssianalyysejä sekä valikoivaa regressioanalyysejä, minkä lisäksi laskettiin eräiden tunnusten välisiä korrelaatioita. Käytettyjen mallien muuttujat ja selitykset on esitetty liite-*taulukoissa 1–9* ja regressioanalyyseistä sivulla 10.

## TULOKSET

### Suomusjärvi

Vuonna 1961 annetun peruslannoituksen vaikutus oli Suomusjärven Kettulan faktori-kokeessa (Suomusjärvi I) samanlainen kuin vähäravinteisilla soilla yleensäkin. Paras tulos saatiin NPK-, NP-, PK- ja P-lannoituksella. Lannoituksen vaikutus oli vähäinen, ellei fosforia käytetty (kuva 1). Typpi vaikutti nopeammin, mutta lyhyemmän aikaa puiden pituus- ja sädekasvuun kuin fosfori (taulukko 2). Typen ja fosforin välinen positiivinen yhdysvaikutus oli pituuskasvun osalta kolmena vuotena (1964–1966) merkitsevä.

Jatkolannoitus vaikutti vuonna 1972 vain vähän koeuiden kasvuun (kuva 2). Vuosina 1973–1975 kaikki lannoituskäsittelyt lisäsivät selvästi puiden pituus- ja sädekasvua. Paras tulos saatiin NPK-jatkolannoituksella. Muista käsit-

telyistä typpilannoitus oli vaikutukseltaan PK-lannoitusta tehokkaampi.

Suomusjärven toisessa kokeessa (Suomusjärvi II) vertaillaan keskenään eri fosforilannoitelajeja. Seuraavasta asetelmasta havaitaan, että superfosfaatti lisäsi vuosina 1961–1971 vähemmän puiden kasvua kuin muut tutkitut fosforilannoitteet.

Lannoitus	Pituus- kasvu vv. 1961 –71 cm/v	Säde- kasvu vv. 1961 –71 mm/v
O	10,2	0,94
NK	12,1	0,80
Hieno fosfaatti + NK	17,8	1,62
Superfosfaatti + NK	15,4	1,13
Kotka fosfaatti + NK	18,2	1,53
Monoammoniumfosfaatti + NK	17,7	1,50

Taulukko 2. Lannoituksessa annettujen ravinteiden vaikutusta puuston kasvuun koskevien kovarianssianalyysien F-arvot Kettula I-kokeessa. Regr.  $z_1$  = kasvu ennen lannoitusta.

Table 2. F values of covariance analyses pertaining to the effect of different nutrients given in fertilization on tree growth. Experiment Kettula I. Regr.  $x_1$  = growth before fertilization.

Käsitteily Treat- ment	Pituuskasvu — Height growth														
	1961	-62	-63	-64	-65	-66	-67	-68	-69	-70	-71	-72	-73	-74	-75
N	2,89	12,71**	29,57***	35,15***	44,02***	25,87***	10,86*	5,07	1,76	0,06	0,02	0,56	0,16	0,22	0,11
P	0,29	3,61	21,71**	33,04***	53,01***	60,28***	37,50***	12,31**	5,34*	3,40	1,98	0,46	0,65	0,28	0,19
K	0,25	0,01	0,43	0,05	0,04	0,72	0,77	0,04	0,00	0,42	2,22	3,28	3,93	2,99	1,72
NxP	0,71	0,23	2,37	8,65*	9,86*	8,66*	1,47	0,74	0,43	0,29	0,19	0,05	0,01	0,09	0,26
NxK	1,12	1,34	3,63	0,20	1,04	1,68	1,10	1,09	1,53	0,07	0,17	0,17	0,06	0,07	0,53
PxK	0,02	1,09	1,77	0,85	0,17	0,03	0,04	0,00	0,35	0,88	1,23	0,98	0,92	1,14	1,02
Regr. $z_1$	0,45	1,07	1,33	0,68	0,44	0,01	0,01	0,15	0,01	0,02	0,01	0,05	0,31	0,51	0,32
100 • R <sup>2</sup>	43,9	72,5	88,9	91,3	93,5	92,8	87,0	71,7	55,3	40,2	43,3	42,1	42,1	39,7	34,6
Sädekasvu — Radial growth															
N	4,23	9,42*	29,05**	23,45**	24,45**	0,83	4,07	4,77	2,36	1,35	0,72	0,06	0,76	0,23	0,02
P	4,57	3,03	0,66	19,93**	48,27***	12,74**	36,24***	13,66**	2,29	4,38	3,58	2,11	0,27	1,14	4,89
K	1,79	1,19	0,04	3,40	7,80*	4,96	8,19*	3,47	0,42	1,34	1,33	0,03	0,27	0,29	0,34
NxP	0,03	0,03	0,13	0,07	1,94	0,29	0,00	0,05	0,07	0,13	0,63	2,57	2,20	2,17	5,17
NxK	2,80	0,63	0,11	0,46	1,48	1,20	0,05	0,12	0,02	0,32	0,34	0,20	1,46	0,24	1,92
PxK	0,09	0,18	0,03	0,21	2,88**	0,21	0,69	1,69	0,10	0,14	0,60	0,32	3,22	0,28	1,92
Regr. $z_1$	10,13*	3,23	0,16	7,41*	14,46**	3,26	4,33	3,29	0,00	0,88	0,89	1,59	0,07	0,36	0,03
Regr. $z_{1,2}$	10,21*	2,77	0,28	7,42*	12,58**	2,95	3,74	2,90	0,01	0,84	0,86	1,83	0,12	0,43	0,10
100 • R <sup>2</sup>	78,3	73,6	83,0	86,7	91,4	74,5	86,7	73,7	45,5	50,6	47,6	55,7	58,7	41,7	64,0

Myös tässä kokeessa lisäsi NPK-jatkolannoitus eniten puiden pituus- ja sädekasvua vuosina 1972–1975 (kuva 3), ja typpilannoituksen vaikutus oli parempi kuin PK-lannoituksen.

### Loppi

Lopen tutkimusalueen vanhimmissa vuonna 1956 perustetussa kokeessa (Loppi I) puiden kasvu lisääntyi ennen jatkolannoitusta eniten NP-, NPK-, NPCa-, PK- ja P-käsittelyjen vaikutuksesta (kuva 4). Lannoitus ilman fosforia lisäsi varsin vähän puiden sädekasvua. Vuosina 1968–1971 peruslannoituksen vaikutus oli NPK- ja NPCa-käsittelyjä lukuunottamatta jo lähes kokonaan loppunut. Vuosina 1972–1975 puusto kasvoi useilla koealoilla, joilla lannoituksen vaikutus oli aluksi varsin hyvä, heikommin kuin nolларуuduilla.

PK-lannoitus vuonna 1968 lisäsi eniten puuston kasvua koealoilla, jotka eivät saaneet lainkaan fosforia ensimmäisessä lannoituksessa (kuva 4). Tämä ilmenee puiden sädekasvussa jo vuosina 1968–1971 mutta vielä selvemmin vuosina 1972–1975.

Neulasten typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksissa sekä N/P-suhteessa oli vuonna 1970 selviä sekä perus- että jatkolannoituksesta johtuvia eroja (kuva 5). Peruslannoituksen vaikutus kaikkien näiden ravinteiden pitoisuuteen sekä N/P-

suhteeseen oli merkitsevä (liitetaulukko 4). Vuonna 1968 suoritettu PK-jatkolannoitus lisäsi paria poikkeusta lukuunottamatta neulasten fosfori- ja kaliumpitoisuutta ja pienensi N/P-suhdetta, kun taas neulasten typpipitoisuus ei sanottavasti muuttunut (kuva 5). Perus- ja jatkolannoituksen vaikutus neulasten N/K- ja K/P-suhteeseen ei ollut merkitsevä.

Loppi I kokeesta laskettiin myös neulasten ravinnepitoisuuksien ja -suhteiden sekä jatkolannoituksen jälkeisen kasvun (vv. 1968–1975) välistä suhdetta osoittavat korrelaatiokertoimet ja regressiosuorien yhtälöt. Tulokseksi saatiin taulukossa 3 esitetyt arvot.

Havaitaan, että vuonna 1970, jolloin 14 vuotta aikaisemmin annetun peruslannoituksen vaikutus oli jo lähes kokonaan loppunut, neulasten N- ja K-pitoisuudella sekä N/K-suhteella oli voimakkain positiivinen korrelaatio puuston kasvun kanssa. Vuonna 1968 PK:lla jatkolannoitettuilla koealoilla oli taas neulasten N-pitoisuus sekä N/P-suhte parhaiten korrelaatioissa kasvun kanssa. Tuloksista voidaan päätellä, että aikaisemminkin selvä typen puute kärjisti PK-jatkolannoituksen jälkeen.

Puuston keskimääräinen sädekasvu (vv. 1968–1975) oli esillä olevassa tapauksessa ilman jatkolannoitusta 1,68 mm/v ja jatkolannoitettuilla koealoilla 1,93 mm/v. Näitä kasvuja vastaavat neulasten ravinnepitoisuudet ovat taulukossa 3 esitettyjen yhtälöjen mukaan seuraavat:

Taulukko 3. Lannoituksen jälkeisen puuston kasvun (vv. 1968–1975 = y) sekä neulasten ravinnepitoisuuksien ja -suhteiden (= x) välistä riippuvuutta osoittavat korrelaatiokertoimet ja yhtälöt Loppi I-kokeessa.  
Table 3. The correlation coefficients and functions on the relationships between tree growth after fertilization (in 1968–1975 = y) and the nutrient contents and ratios of needles (= x) in experiment Loppi I.

Tunnus Characteristic	PK-jatkolannoitus PK refertilization	r	Yhtälö Function
N	—	0,527*	$y = -0,019 + 1,408 x$
N	1968	0,586*	$0,496 + 1,206 x$
P	—	0,279	$0,949 + 4,998 x$
P	1968	0,201	$0,895 + 6,499 x$
K	—	0,598*	$-0,110 + 3,373 x$
K	1968	0,023	$1,847 + 0,150 x$
N/P	—	0,200	$1,153 + 0,628 x$
N/P	1968	0,465	$0,865 + 1,434 x$
N/K	—	0,312	$1,518 + 0,038 x$
N/K	1968	-0,107	$2,011 - 0,017 x$
N/P	—	-0,318	$1,877 - 0,046 x$
K/P	1968	-0,069	$1,991 - 0,011 x$

Tunnus	Ilman PK-jatkolannoitusta	PK-jatkolannoituksen jälkeen
N (%)	1,21	1,19
P (%)	0,146	0,159

N/P-suhde oli ilman jatkolannoitusta 8,3 ja jatkolannoituksen jälkeen 7,5. Tämäkin vertailu osoittaa, että PK-jatkolannoitus lisäsi typen tarvetta fosforiin verrattuna.

Loppi II-koe perustettiin alueelle, joka oli saanut P-, NP- tai NPK-peruslannoituksen vuosina 1956–1960. Näiden peruslannoitusten vaikutus koepuiden sädekasvuun oli vuosina 1960–1967 keskimäärin seuraava:

Lannoitus	Sädekasvu vv. 1960–1967 mm/v
P	2,37
NP	2,63
NPK	2,23

Peruslannoituksen ja vuonna 1968 annetun jatkolannoituksen välinen yhdysvaikutus ei ollut merkitsevä. Eri jatkolannoituskäsittelyistä korkein NPK:n taso (75 kg/ha N, P<sub>205</sub> ja K<sub>20</sub>) antoi parhaan tuloksen lannoitusvaikutuksen kestäessä viisi vuotta (kuva 6). NPK:n keskimäinen taso (50 kg/ha) antoi lähinnä parhaan tuloksen. Muiden käsittelyjen vaikutus jäi näitä heikommaksi, joskin mm. fosforin ja PK:n suurimmat käyttömäärät lisäsivät lyhytaikaisesti puuston kasvua. Alimpien lannoitustasojen vaikutus puiden sädekasvuun oli varsin vähäinen.

Vuonna 1968 suoritettujen jatkolannoituksen vaikutus ilmeni selvästi kaksi vuotta myöhemmin myös neulasten ravinnepitoisuudessa ja eri ravinteiden välisissä suhteissa (kuva 7). Korkeimmat lannoitustasot vaikuttivat voimakkaimmin neulasten ravinnepitoisuuteen.

Jatkolannoituksen vaikutus havaitaan myös turpeen ravinnepitoisuutta koskevista analyysituloksista, mutta niiden hajonta oli suurempaa kuin vastaavien neulasanalyysien tulosten (kuva 8). Neulasten ja turpeen ravinnepitoisuuksien välisten suhteiden ja jatkolannoituskäsittelyjen välillä ei ollut selvää riippuvuutta.

Loppi III-kokeessa puuston kasvu parani vuosina 1960–1967 eniten sellaisen NP- ja NPK-lannoituksen vaikutuksesta, jossa typpilannoite sisälsi sekä ammonium- että nitraattityppeä (kuva 9, vrt. myös P a a v i l a i n e n 1972).

PK-jatkolannoitus vuonna 1968 lisäsi puuston kasvua vain niillä koaloilla, joille ei annettu lainkaan fosforia peruslannoituksessa. P-, PK-,

NP- tai NPK-peruslannoituksen saaneilla koaloilla puusto kasvoi PK-jatkolannoituksen jälkeen heikommin kuin nolларуuduilla.

Kolmas lannoituskäsittely, joka oli typpi-lannoitus vuonna 1972, lisäsi puiden kasvua jatkolannoittamattomiin koaloihin verrattuna (kuva 10). Jatkolannoituksen ja aikaisempien lannoituskäsittelyjen välinen yhdysvaikutus ei ollut merkitsevä.

Vuonna 1970 tehtyjen ravinneanalyysien mukaan kahta vuotta aikaisemmin suoritettu PK-jatkolannoitus lisäsi neulasten fosfori- ja kaliumpitoisuutta sekä pienensi N/P- ja N/K-suhdetta (kuva 11).

Loppi III-kokeen aineiston avulla selvitettiin myös mahdollisuutta ennustaa jatkolannoituksen aiheuttama kasvunlisäys neulasten ravinnepitoisuuden sekä puiden pituus- ja sädekasvun avulla. Askeltavassa regressioanalyysissä oli selittävänä muuttujana typpijatkolannoituksen aiheuttama puuston pohjapinta-alan kasvun lisäys (kasvun erotus tyypellä jatkolannoitetun ja jatkolannoittamattoman ruudun osan välillä). Selittäviä muuttujia olivat neulasten ravinnepitoisuudet ja -suhteet (N, P, K sekä N/P, N/P, K/P) kaksi vuotta ennen jatkolannoitusta, sekä kasvu ja sen suunta ennen vuoden 1968 jatkolannoitusta. Kasvun suunta oli nouseva, jos puut kasvoivat esim. viitenä lannoitusta edeltäneenä vuotena paremmin kuin viitenä aikaisempaan vuotena. Päinvastaisessa tapauksessa suunta oli laskeva. Kasvun suuntaa osoittamaan käytettiin eri pituisia jaksoja (2–2 vuotta, 3–3 vuotta jne.).

Tutkittujen tekijöiden avulla voitiin ennustaa verraten heikosti typpijatkolannoituksen aiheuttama kasvureaktio. Mallin selitysaste oli 30,6%. Ainoa kasvunlisäystä merkitsevästi selittävä tekijä oli kasvun suunta ennen ensimmäistä jatkolannoitusta. Lannoitus vaikutti sitä tehokkaammin, mitä heikommin puut kasvoivat viitenä lannoitusta edeltäneenä vuotena viiteen niitä aikaisempaan vuoteen verrattuna. Tämän kokeen osalta on kuitenkin otettava huomioon, että monet erilaiset ja eri suuntiin vaikuttaneet lannoituskäsittelyt ovat sotkeneet mm. neulasten ravinnepitoisuuden ja kasvun välistä riippuvuussuhdetta.

#### Sonkajärvi

Sonkajärven typpilannoitelajikokeessa (Sonkajärvi I) peruslannoituksen vaikutus puuston

kasvuun oli samansuuntainen kuin Lopen tutkimusalueen vastaavassa kokeessa. NPK- ja NP-lannoitus lisäsivät aluksi, erityisesti käytettäessä sekä ammonium- että nitraattityyppiä sisältävää typpilannoitetta, voimakkaasti puiden kasvua. Vuoteen 1971 mennessä olivat eri käsittelyjen väliset erot kuitenkin jo lähes kokonaan tasoittuneet (kuva 12).

Eri lannoitemäärien vertailu osoittaa, että NPK-lannoituksella saatiin paras tulos käytettäessä tyyppiä 75 kg/ha tai vielä enemmän (kuva 13, vrt. myös P a a v i l a i n e n 1972).

Myös pienemmät typpimäärät samoin kuin P- ja PK-käsittelyt lisäsivät jonkin verran puuston kasvua. Lannoituksen vaikutuksen kestoajaksi oli tässä kokeessa 5–7 vuotta.

Sonkajärvellä lisäsi NPK-jatkolannoitus enemmän puuston kasvua kuin typpilannoitus (kuva 14). Jatkolannoituksen ja peruslannoituksen välinen yhdysvaikutus ei ollut tälläkään alueella merkitsevä.

Sonkajärven tutkimusalueen koepuissa oli kasvuhäiriöitä varsin vähän, kuten seuraavasta asetelmasta havaitaan.

Koekalat	Kasvuhäiriöluokka									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	% koepuista									
1–52	95,2	0,2	1,1	0,3	1,8	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0
53–79	97,6	0,1	0,1	0,1	0,8	1,2	0,0	0,0	0,1	0,0

## TULOSTEN TARKASTELUA

Tässä tutkimuksessa saatiin useiden aikaisempien tutkimuksien kanssa yhtäpitävä tulos, jonka mukaan peruslannoituksessa NPK-lannoitus vaikuttaa tehokkaimmin männyn kasvuun vähäravinteisilla rämeillä. Voitiin myös todeta NP-, PK- ja P-lannoitusten lisäävän puuston kasvua, mutta vähemmän kuin NPK:n. Lannoituksen vaikutuksen kestoajaksi oli parhaassakin tapauksessa alle 10 vuotta.

Jatkolannoituksessa antoi NPK-käsittely samoin parhaan tuloksen. Kuitenkin myös pelkkä typpilannoitus paransi puuston kasvua, mikä osoittaa, että tupasvillärämeillä on jatkolannoitusvaiheessa puutetta tuestä. Toisaalta muita ravinteita on vielä niin runsaasti, ettei yksipuolisen typpijatkolannoituksen vaikutus muodostu negatiiviseksi, kuten on asian laita karuimilla rahkaisilla soilla (vrt. P a a v i l a i n e n 1976a, K a u n i s t o 1977, K a u n i s t o ja P a a v i l a i n e n 1977).

PK-jatkolannoitus lisäsi Suomusjärven koikeissa puiden kasvua, mutta Lopen tutkimusalueella PK-käsittely joko ei vaikuttanut lainkaan kasvuun tai sen vaikutus oli haitallinen.

Tulos osoittaa, että PK-jatkolannoitus voi kärjistää entisestäänkin voimakasta typen puutetta vähäravinteisilla rämeillä.

Eräillä metsäojitus- ja lannoitusalueilla havaittuja puiden kasvuhäiriöitä (vrt. esim. H u i k a r i 1974, V e i j a l a i n e n 1975, R a i t i o ja R a n t a l a 1977) todettiin varsin vähän Sonkajärven tutkimusalueella tehdyssä inventoinnissa. Muissakaan lannoituskokeissa ei häiriöitä silmävaraisen tarkastelun mukaan sanottavasti esiintynyt.

Jatkolannoituksessa tulisi antaa riittävästi ravinteita, sillä pienet lannoitemäärät (25–50 kg/ha N, P<sub>20</sub>5, K<sub>20</sub>) vaikuttavat nähtävästi melko vähän puuston kasvuun. Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaankin vähäravinteisten rämeiden jatkolannoituksessa suositella käytettäväksi esim. 400 kg/ha rakeista suometsien PK-lannosta (0–20–20) sekä 150 kg/ha ureaa.

Jatkolannoituksesta odotettavissa olevan puuston kasvunlisäyksen ennustaminen neulasten ravinnepitoisuuksien ja suhteiden sekä puuston kasvun avulla ei antanut kovinkaan

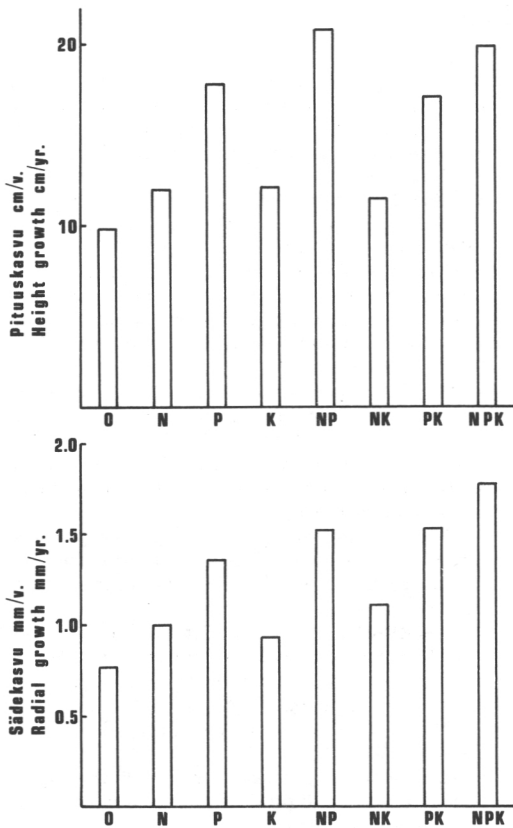
hyvää tulosta. Lisätutkimukset ovat kuitenkin tarpeellisia, sillä jatkolannoitusvaiheen lannoitustarvetta ja lannoituksen vaikutusta arvioitaessa ei voida enää nojautua pelkästään suotyyppeihin, vaan sopivia apumenetelmiä on kehitettävä. Muun muassa neulasanalyysin käyttömahdollisuudet näyttävät eräiden aikaisempien tutkimusten perusteella lupaavilta (vrt. P a a r l a h t i ym. 1971, Peatland. . .1974 s. 14–17, V e i j a l a i n e n 1977). Puuston kasvun osalta saatiin tässä tutkimuksessa viitteitä, että olisi kiinnitettävä huomiota paitsi kasvun suuruuteen myös sen suuntaan, ts. onko kasvu taantumassa vai elpymässä ennen lannoitusta.

Kun lannoitusvaikutuksen kestoaika on vähärvinteisillä rämeillä ainakin peruslannoituksen

ja kaikesta päätellen myös jatkolannoituksen jälkeen lyhyt (vrt. myös H u i k a r i ja P a a v i l a i n e n 1972), on syytä harkita, kannattaako heikkopuustoisten rämemänniköiden kasvattaminen usein toistuvien lannoitusten varassa. Kustannuksethan ovat verraten suuret, kun lannoituksessa on käytettävä fosforin ja kaliumin lisäksi typpeä. Koska puustoa on vähän, saadaan lannoituskustannukset hakkuutuloina takaisin vasta pitkän ajan kuluessa. Vaikuttaakin siltä, että usein olisi syytä odottaa, kunnes puusto on hyvin elpynyt ja sen kuutiomäärä lisääntynyt ojituksen johdosta, ja suorittaa vain yksi lannoitus n. 10 vuotta ennen päätehakkuuta.

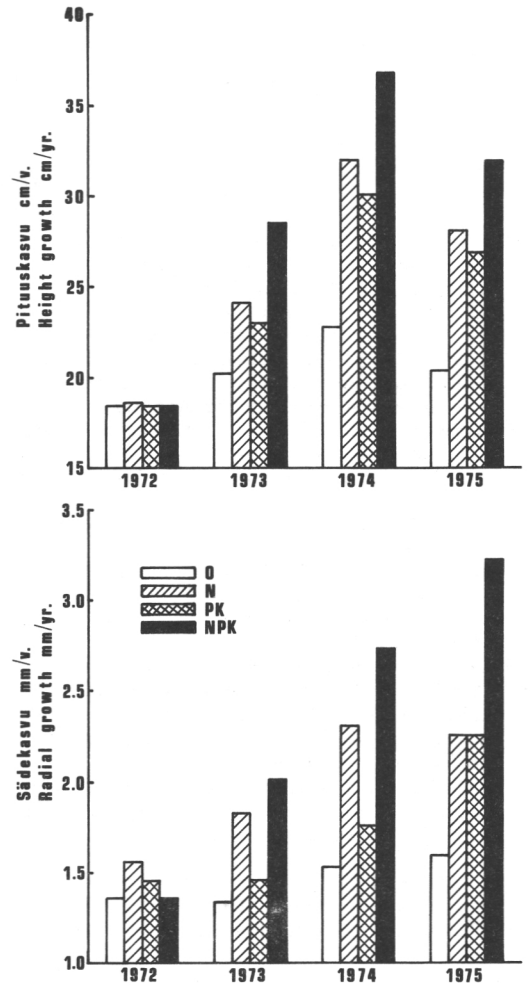
## KIRJALLISUUS

- HUIKARI, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maan- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types especially considering their drainage value for agriculture and forestry. *Silva Fenn.* 75: 1–22.
- 1973. Koetuloksia metsäoijittettujen soiden lannoituksesta. Summary: Results of fertilization experiments on peatlands drained for forestry. *Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja* 1: 1–154. Moniste
- 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. *Metsä ja Puu* 11: 24–25.
- & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. 68 s. Helsinki.
- IPATIEV, V. & PAAVILAINEN, E. 1975. Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillärämeen männikössä. Summary: Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cotton grass pine swamp. *Folia For.* 241: 1–13.
- KARSISTO, K. 1972. Lannoituksen vaikutuksen kesto ajasta suometsissä. Summary: On the duration of the effect of fertilizer application to peatland forests. *Suo* 3–4: 49–56.
- 1974. On the duration of fertilization influence in peatland forests. *Proc. Intern. Symp. Forest Drainage.* Jyväskylä-Oulu, Finland. 1974: 309–321.
- 1976. Fosforilannoittelajit suometsien lannoituksessa. Lisensiaattityö. *Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja* 6: 1–252. Moniste.
- 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 swamps. *Folia For.* 317. Painossa.
- & PAAVILAINEN, E. 1977. Response of Scots pine plants to nitrogen refertilization on oligotrophic peat. Seloste: Typpi-jatkolannoituksen vaikutus männyn taimien kehitykseen karulla turvealustalla. *Commun. Inst. For. Fenn.* 92.1. Painossa.
- KUUSELA, K. 1966. A basal area — mean tree method in forest inventory. Seloste: Pohjapinta-ala-keskipuumenetelmä metsäinventoinnissa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 61 (2): 1–32.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maan- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 74 (5): 1–58.
- PAARLAHTI, K. & RAVELA, H. 1973. Kuutiomäärän, kasvun ja puutavaralajijakautuman laskennan ATK-ohjelma. Moniste.
- PAAVILAINEN, E. 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. Seloste: Typpilannoittelajien vaikutus männyn kasvuun metsäoijitetuilla soilla. *Commun. Inst. For. Fenn.* 77 (3): 1–46.
- 1974. The use of nitrogen in fertilizing peatland forests. *Proc. Intern. Symp. Forest Drainage.* Jyväskylä-Oulu, Finland. 1974: 337–345.
- 1976a. Taimistojen lannoitus niukkaravinteisilla soilla. *Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 3: 1–16.
- 1976b. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensaräreimillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. *Folia For.* 272: 1–16.
- & 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): 1–70.
- Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental area. *Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja* 12: 1–49.
- RAITIO, H. & RANTALA, E.-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikrokooppisia oireita. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine. Description and interpretation. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91 (1). Painossa.
- VEIJALAINEN, H. 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäoijitusalueilla. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. *Suo* 26.5: 87–92.
- 1977. Micronutritional diagnosis of Scots pine stands on drained peatlands by needle analysis. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravinnetarpeen määrittämisessä turveilla. Käsi kirjoitus *Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla.*



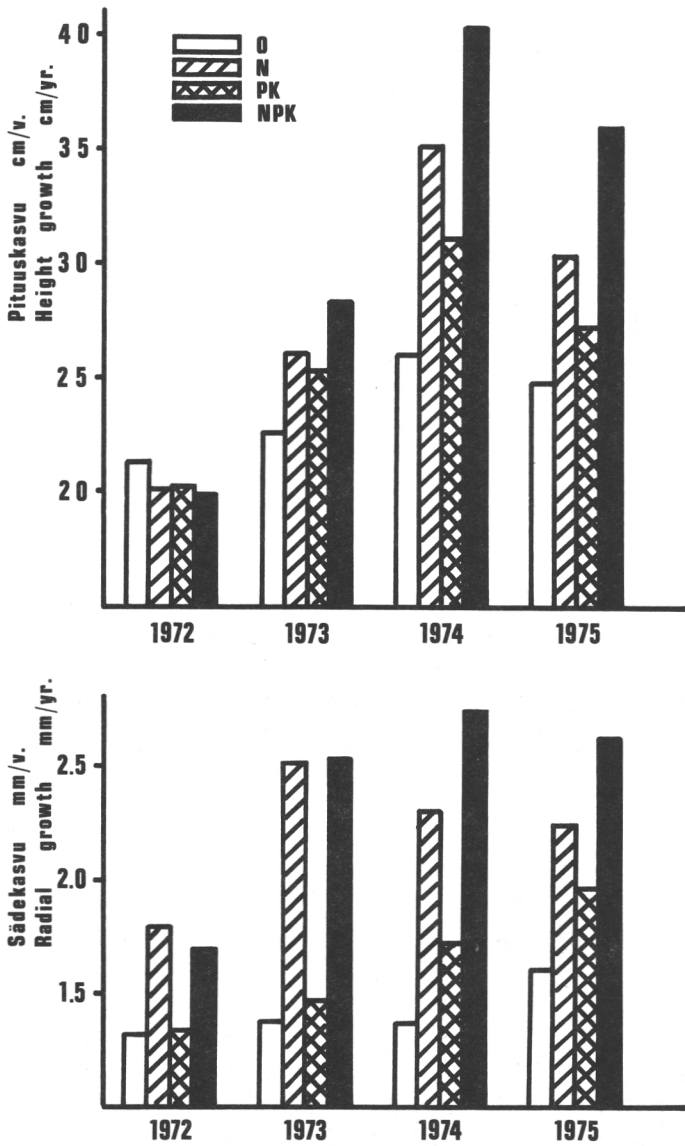
Kuva 1. Puuston kasvu peruslannoituksen jälkeen (1961–1971) Suomensjärvi I-kokeessa. N = kalkiammonsalpietaria (25 % N) 400 kg/ha tai montansalpietaria (26 % N) 385 kg/ha, P = hienofosfaattia (33 %  $P_{205}$ ) 400 kg/ha, K = kalisuolaa (50 %  $K_{20}$ ) 200 kg/ha.

Fig. 1. The growth of trees after primary fertilization (1961–1971) in experiment Suomensjärvi I. N = calcium-ammonium nitrate (25 % N) 400 kg/ha or Montan saltpetre (26 % N) 385 kg/ha, P = fine-ground rock phosphate (33 %  $P_{205}$ ) 400 kg/ha, K = potassium chloride (50 %  $K_{20}$ ) 200 kg.

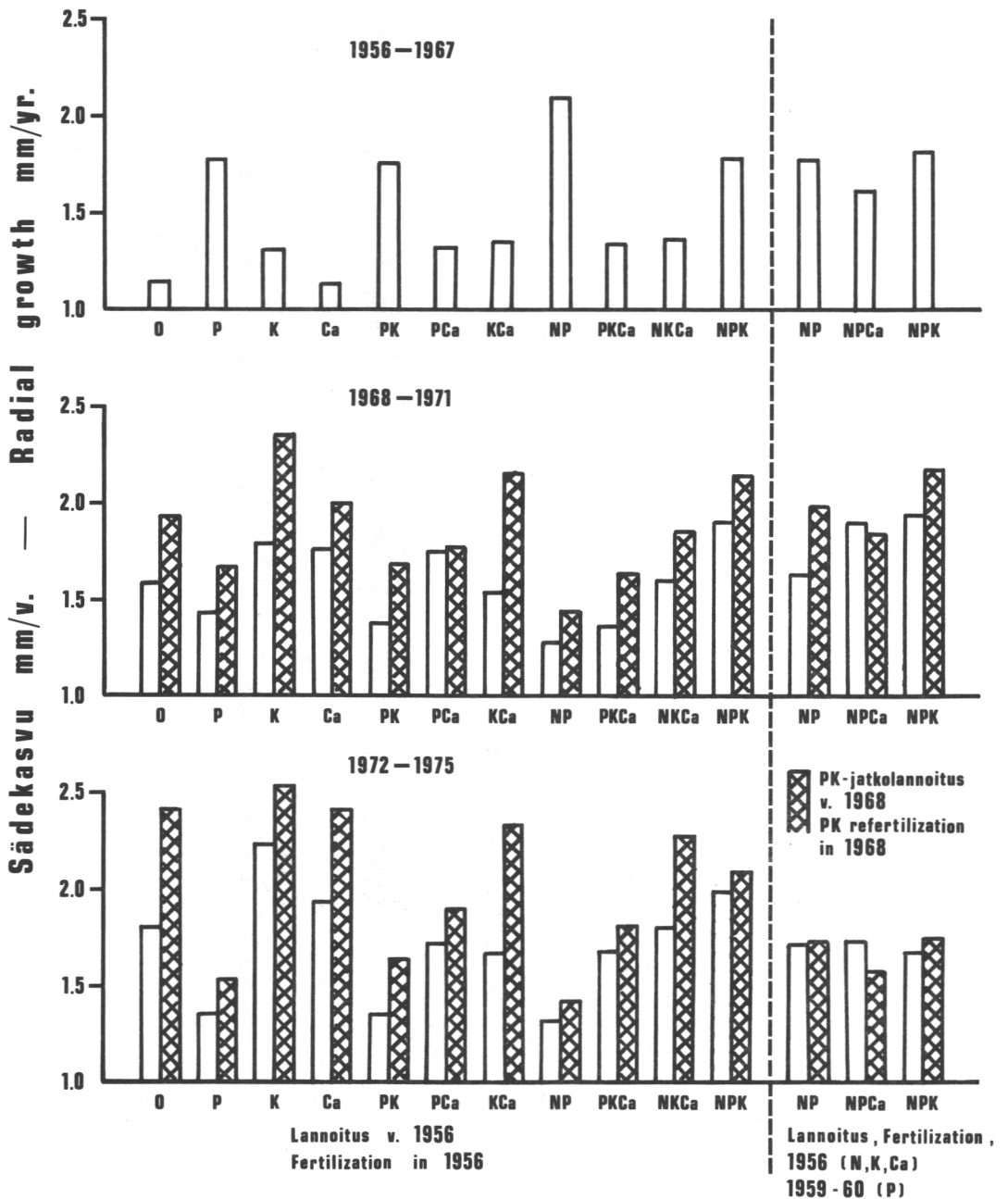


Kuva 2. Puuston kasvu jatkolannoituksen jälkeen Suomensjärvi I-kokeessa. N = oulunsalpietaria 100 kg N/ha, P = hienofosfaattia 100 kg  $P_{205}$ /ha, K = kalisuolaa 100 kg  $K_{20}$ /ha.

Fig. 2. The growth of trees after refertilization in experiment Suomensjärvi I. N = calcium-ammonium nitrate 100 kg N/ha, P = fine-ground rock phosphate 100 kg  $P_{205}$ /ha, K = potassium chloride 100 kg  $K_{20}$ /ha.

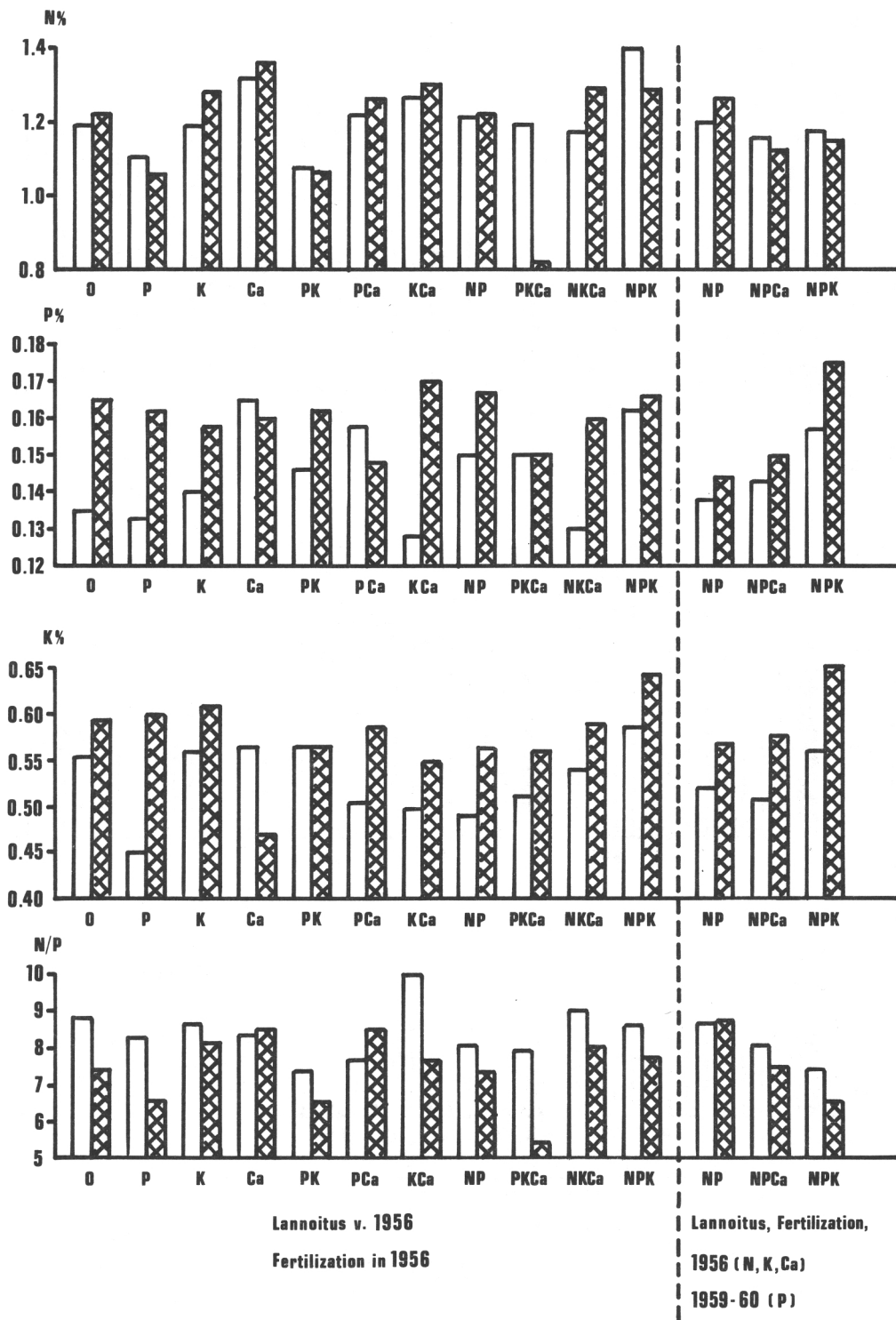


Kuva 3. Puuston kasvu jatkolannoituksen jälkeen Suomusjärvi II-kokeessa. Lannoitus: ks. kuva 2.  
 Fig. 3. The growth of trees after refertilization in experiment Suomusjärvi II. Fertilization: see fig. 2.

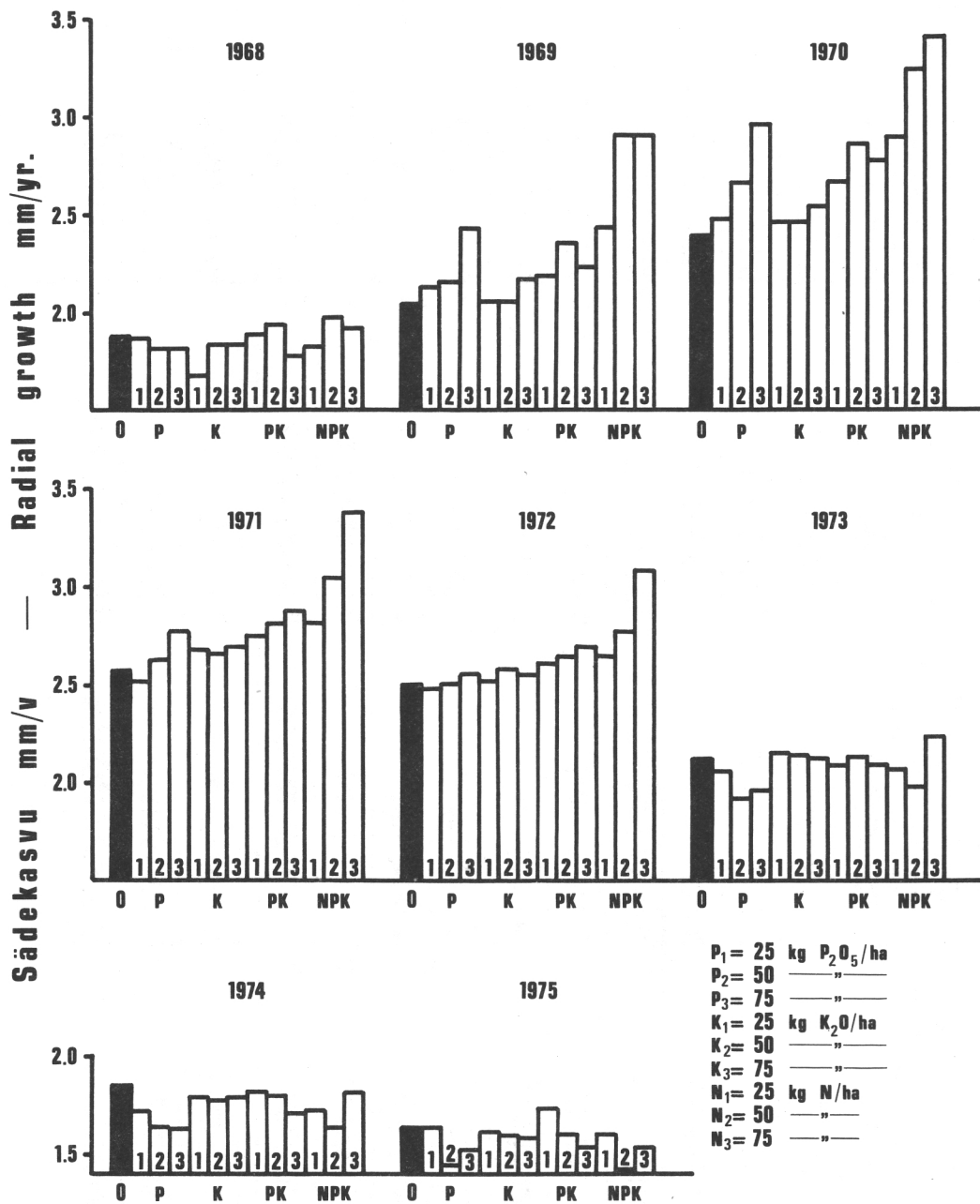


Kuva 4. Puuston kasvu Loppin I-kokeessa. Lannoitus (keskimäärin): N = montansalpietaria 200 kg/ha (NKCa), 420–500 kg/ha (muut käsitteetyt), P = hienofosfaattia 600 kg/ha, K = kalisuolaa 325–400 kg/ha, Ca = kalkkikivijauhoa 5000 kg/ha, PK-jatkolannoitus = suometsien PK-lannosta (24 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 15 % K<sub>2</sub>O) 400 kg/ha.

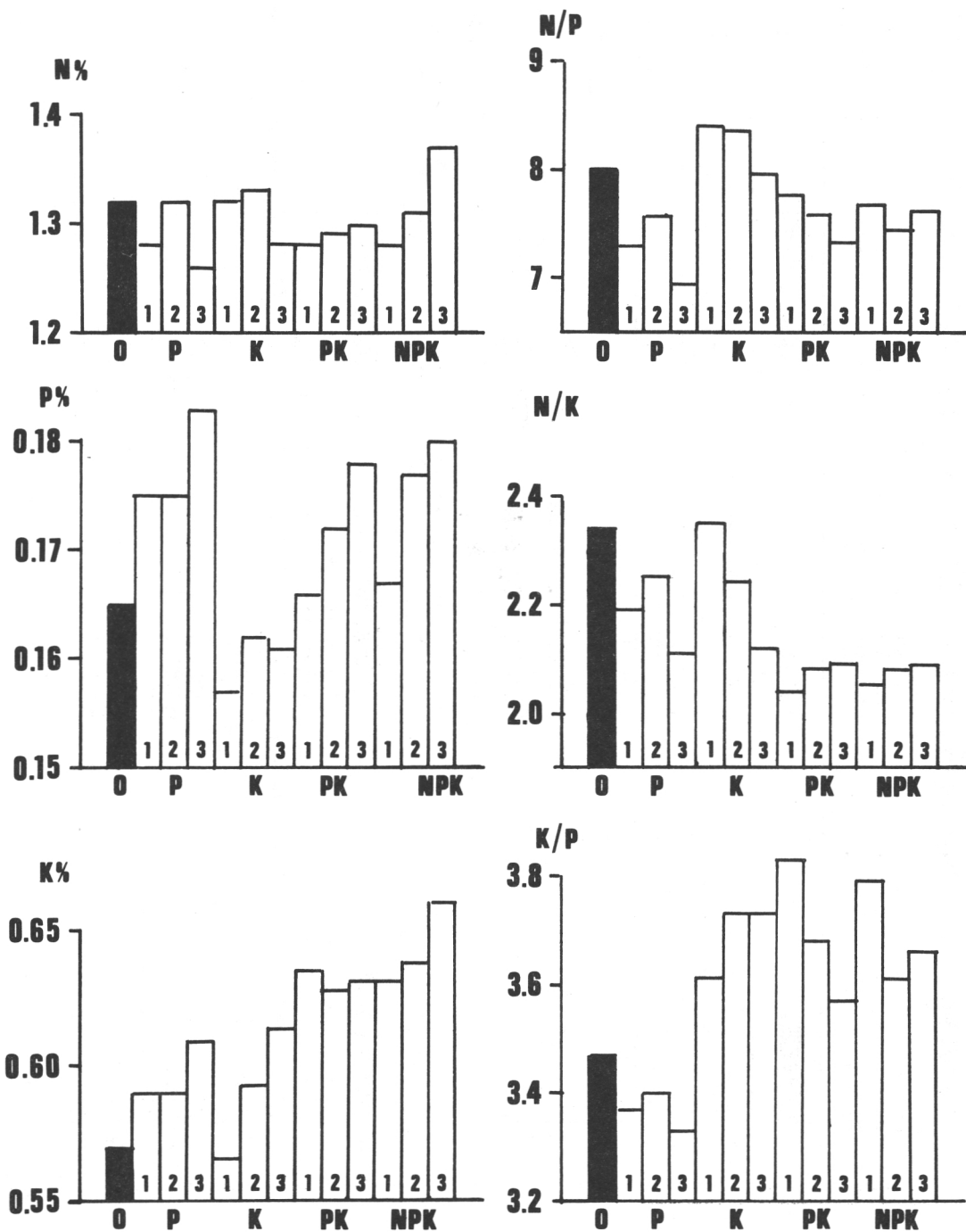
Fig. 4. The growth of trees in experiment Loppin I. Fertilization (on average): N = Montan saltpetre 200 kg/ha (NKCa), 420–500 kg/ha (other treatments), P = fine-ground rock phosphate 600 kg/ha, K = potassium chloride 325–400 kg/ha, Ca = ground limestone 5000 kg/ha, PK-refertilization = PK-fertilizer for peatlands (24 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 15 % K<sub>2</sub>O) 400 kg/ha.



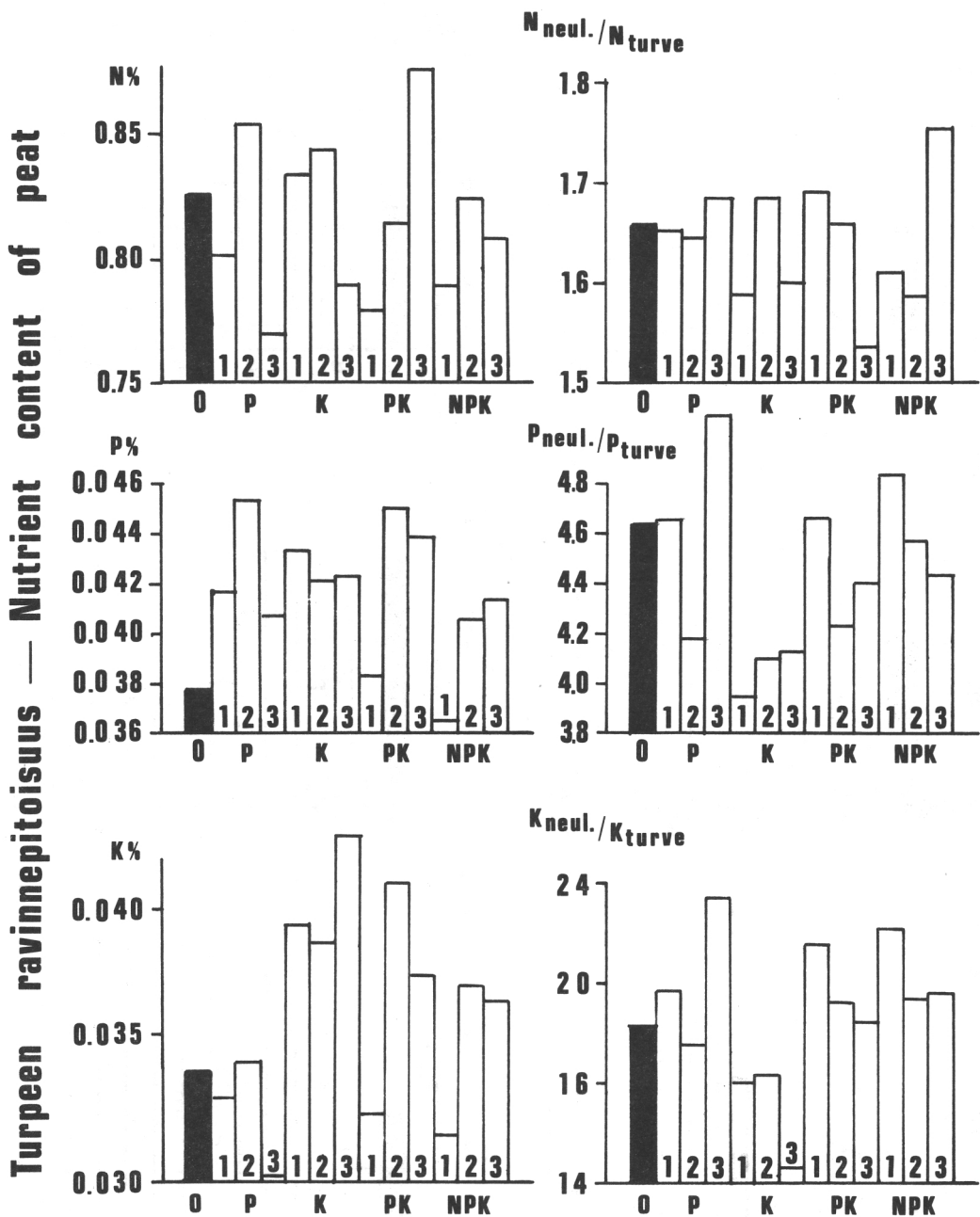
Kuva 5. Neulasten ravinnepitoisuus ja N/P-suhte Loppi I-kokeessa v. 1970. Lannoitus: ks. kuva 4.  
 Fig. 5. The nutrient contents and N/P ratio of needles in experiment Loppi I in 1970. Fertilization: see fig. 4.



Kuva 6. Puuston kasvu jatkolannoituksen jälkeen Loppi II-kokeessa.  
 Fig. 6. The growth of trees after refertilization in experiment Loppi II.

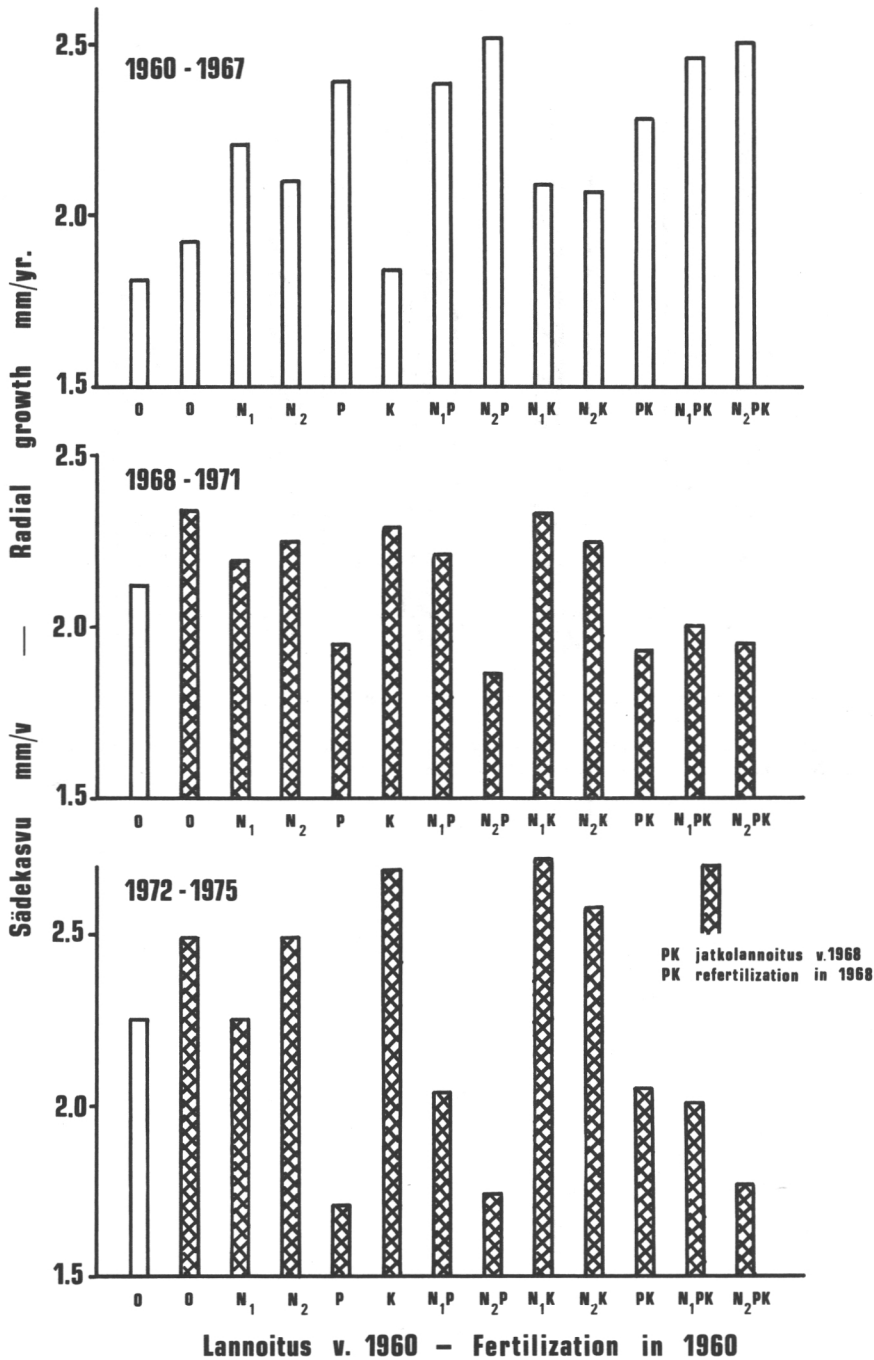


Kuva 7. Neulasten ravinnepitoisuudet ja -suhteet Loppi II-kokeessa v. 1970. Lannoitus: ks. kuva 6.  
 Fig. 7. The nutrient contents and ratios of needles in experiment Loppi II in 1970. Fertilization: see fig. 6.



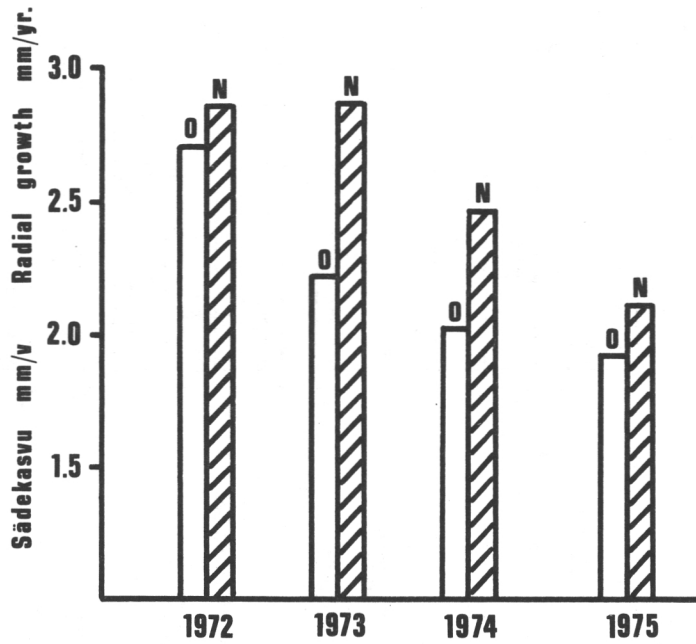
Kuva 8. Turpeen ravinnepitoisuus sekä neulasten ja maan ravinnepitoisuuksien välinen suhde ( $N_{neul.}/N_{turve}$ ,  $P_{neul.}/P_{turve}$ ,  $K_{neul.}/K_{turve}$ ) Loppi II-kokeessa v. 1970.

Fig. 8. The nutrient contents of peat and the ratios between the needle and peat contents ( $N_{neul.}/N_{turve}$ ,  $P_{neul.}/P_{turve}$ ,  $K_{neul.}/K_{turve}$ ). Experiment Loppi II in 1970.



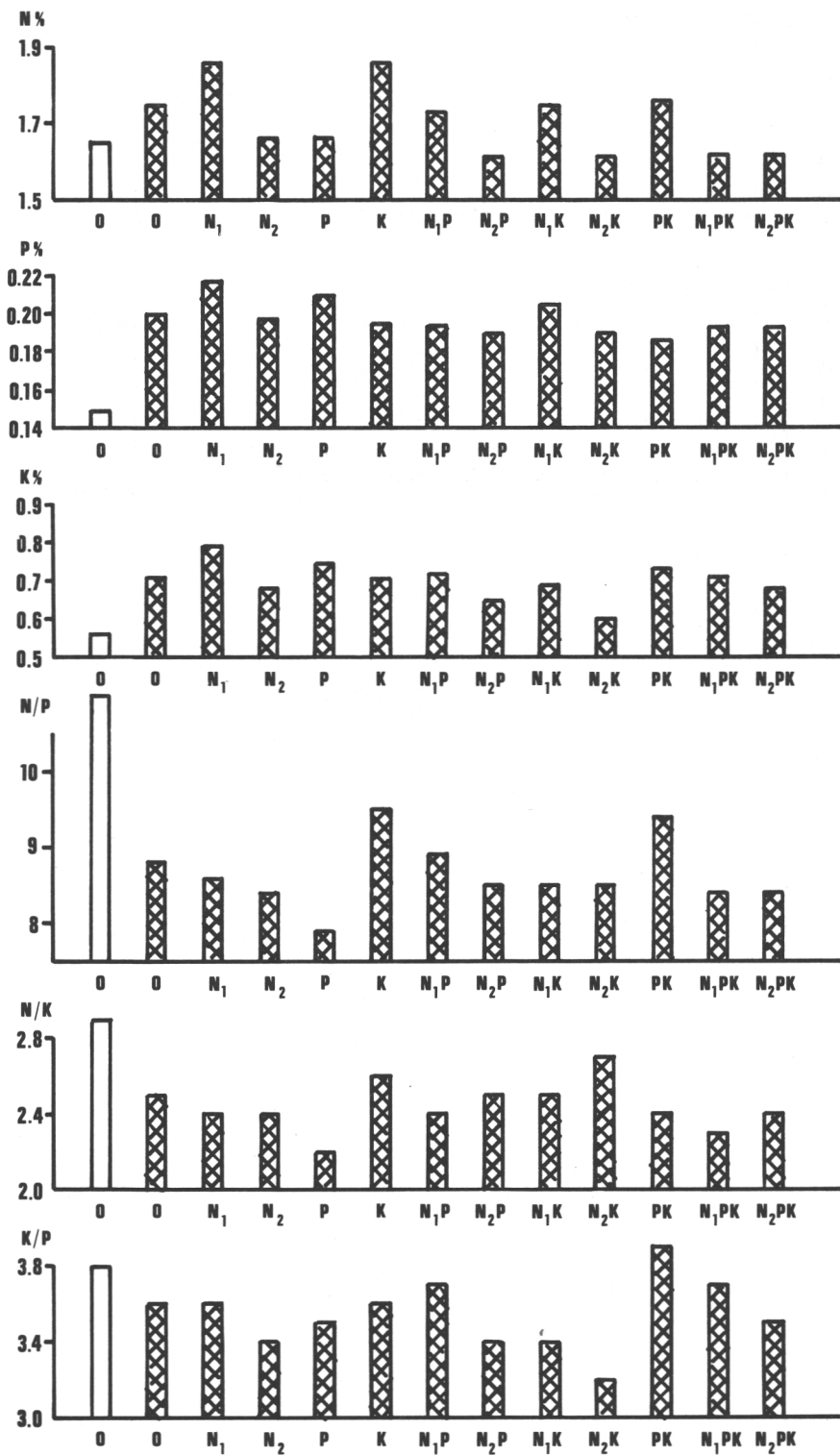
Kuva 9. Puuston kasvu Loppin III-kokeessa ilman typpi-jatkolannoitusta. Lannoitus: N<sub>1</sub> = ammoniumsalmiäkiä, ammoniakkiä, ureaa tai kalkkisalmiäkiä 100 kg N/ha, N<sub>2</sub> = oulunsalmiäkiä, montansalmiäkiä tai typpiliuosta 100 kg/ha, P = hienofosfaattia 132 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, K = kalisuola 50 kg K<sub>2</sub>O/ha, PK-jatkolannoitus = PK-lannoitus (17 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 15 % K<sub>2</sub>O) 700 kg/ha.

Fig. 9. The growth of trees in experiment Loppin III without nitrogen refertilization. Fertilization: N<sub>1</sub> = ammonium sulphate, ammonia gas, urea or calcium nitrate 100 kg N/ha, N<sub>2</sub> = calcium-ammonium nitrate, Montan salt petre or nitrogen solution 100 kg N/ha, P = fine-ground rock phosphate 132 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, K = potassium chloride 50 kg K<sub>2</sub>O/ha, PK-refertilization = PK-fertilizer (17 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 15 % K<sub>2</sub>O) 700 kg/ha.

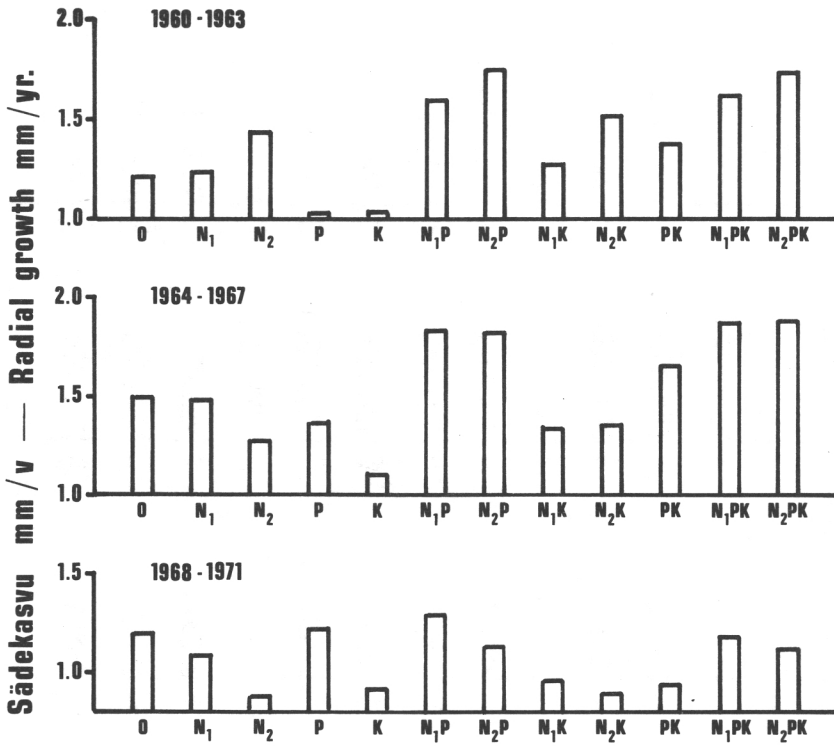


Kuva 10. Puuston kasvu typpijatkolannoituksen jälkeen Loppi III-kokeessa. Lannoitus: O = ei jatkolannoitusta, N = Oulunsalpietaria 100 kg N/ha.

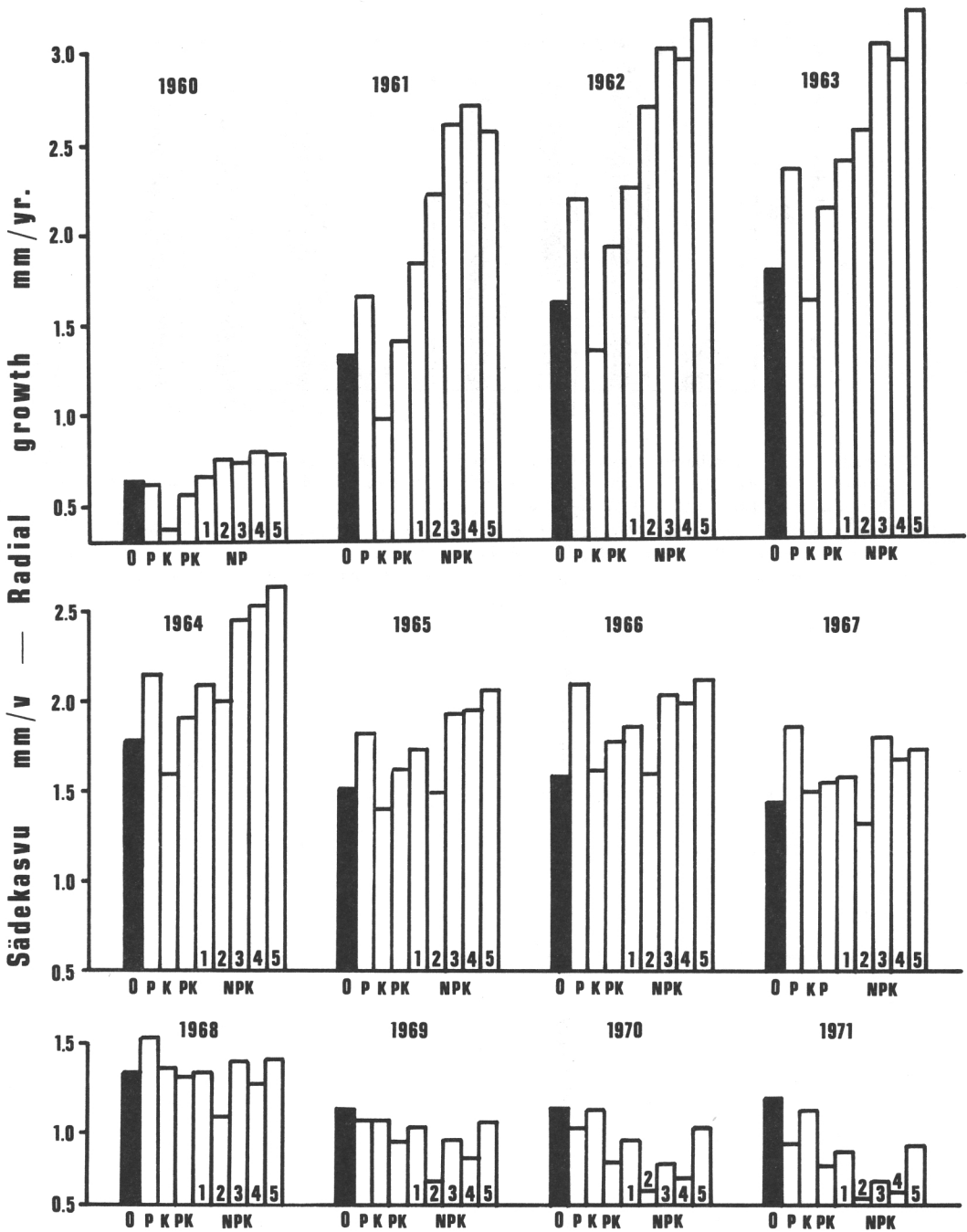
Fig. 10. The growth of trees after nitrogen refertilization in experiment Loppi III. Fertilization: O = no refertilization, N = calcium-ammonium nitrate 100 kg N/ha.



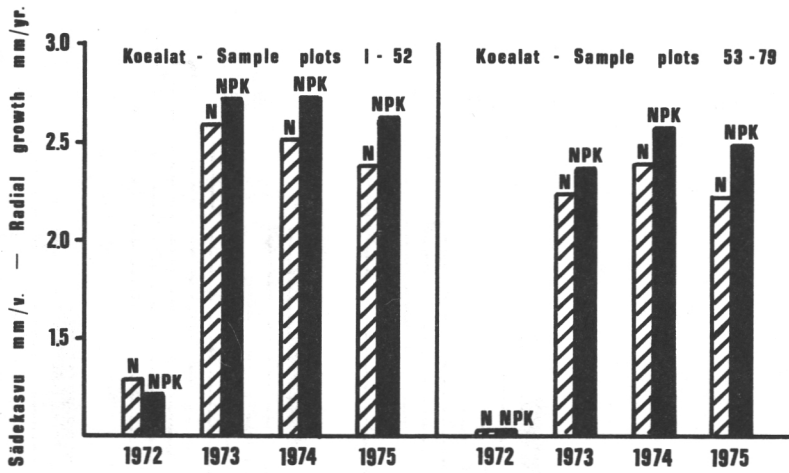
Kuva 11. Neulasten ravinnepitoisuudet ja -suhteet Loppi III-kokeessa v. 1970. Lannoitus: ks. kuva 9.  
 Fig. 11. Nutrient contents and ratios of needles in experiment Loppi III in 1970. Fertilization: see fig. 9.



Kuva 12. Puuston kasvu ennen jatkolannoitusta Sonkajärvi I-kokeessa. Lannoitus: ks. kuva 9.  
 Fig. 12. The growth of trees before refertilization in experiment Sonkajärvi I. Fertilization: see fig. 9.



Kuva 13. Puuston kasvu ennen jatkolannoitusta Sonkajärvi II-kokeessa. Lannoitus: N = oulunsalpietaria (1 = 25 kg, 2 = 50 kg, 3 = 75 kg, 4 = 100 kg, 5 = 125 kg N/ha), P = hienofosfaattia 132 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, K = kalisuola 50 kg K<sub>2</sub>O/ha.  
 Fig. 13. The growth of trees before refertilization in experiment Sonkajärvi II. Fertilization: N = calcium-ammonium nitrate (1 = 25 kg, 2 = 50 kg, 3 = 75 kg, 4 = 100 kg, 5 = 125 kg N/ha), P = fine-ground rock phosphate 132 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, K = potassium chloride 50 kg K<sub>2</sub>O/ha.



Kuva 14. Puuston kasvu jatkolannoituksen jälkeen Sonkajärven kokeissa. Sonkajärvi I = koealat 1-52, Sonkajärvi II = koealat 52-79. Lannoitus: N = oulunsalpietaria 100 kg N/ha, P = hienofosfaattia 100 kg  $P_2O_5$ /ha, K = kalisuolaa 100 kg  $K_2O$ /ha.

Fig. 14. The growth of trees after refertilization in the experiments at Sonkajärvi. Sonkajärvi I = sample plots 1-52, Sonkajärvi II = sample plots 53-79. Fertilization: N = calcium-ammonium nitrate 100 kg N/ha, P = fine-ground rock phosphate 100 kg  $P_2O_5$ /ha, K = potassium chloride 100 kg  $K_2O$ /ha.

LIITETAULUKOT. Lannoituksen vaikutusta koskevien varianssi- ja kovarianssianalyysien F-arvot ja mallien selityasteet.

APPENDICES. *F values of variance and covariance analyses pertaining to the effect of fertilization, and the percentage of variation explained.*

$x_1$  = peruslannoitus – primary fertilization

$x_2$  = jatkolannoitus – refertilization

$z_1$  = kasvu ennen peruslannoitusta – growth before primary fertilization

$z_2$  =  $d_{1,3}$  peruslannoitettaessa –  $d_{1,3}$  at the time of primary fertilization.

Liitetaulukko 1. Suomusjärvi. Pituuskasvu. Kovarianssianalyysi.  
Appendix 1. Suomusjärvi. Height growth. Covariance analysis.

Koealat Sample plots	Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$x_1 \cdot x_2$	$z_1$	$z_1^2$	100 · R <sup>2</sup>
1 = 1–16 2 = 17–34	1975	2,91*	8,71***	–	0,06	0,04	52,3
		3,55*	17,25***	2,52*	1,08	1,02	73,7
1 2	1974	2,62*	9,69***	–	0,00	0,00	52,8
		4,97**	22,58***	2,10*	1,20	0,83	76,9
1 2	1973	2,38*	7,19***	–	0,22	0,21	47,1
		2,31	4,13*	1,01	2,77	1,59	52,4
1 2	1972	3,93**	0,01	–	0,17	0,38	39,3
		1,13	0,30	0,43	7,06*	5,57*	37,1
1 2	1971	4,68***	–	–	0,40	0,93	43,0
		2,10	–	–	2,58	2,09	17,8
1 2	1970	4,22**	–	–	0,29	0,03	42,2
		2,22	–	–	31,76***	23,08***	47,1
1 2	1969	7,48***	–	–	0,02	0,03	54,5
		5,58***	–	–	0,56	0,02	36,9
1 2	1968	11,05***	–	–	0,01	0,05	62,9
		4,51**	–	–	17,49***	11,37**	46,5
1 2	1967	18,21***	–	–	0,21	0,03	73,1
		10,01***	–	–	0,33	1,25	47,9
1 2	1966	27,07***	–	–	0,37	0,06	80,2
		12,18***	–	–	8,33*	9,07*	54,0
1 2	1965	24,30***	–	–	0,30	0,00	78,6
		12,32***	–	–	14,18***	12,84***	55,8
1 2	1964	26,14***	–	–	1,47	0,63	79,6
		5,43***	–	–	7,52**	5,91*	42,1
1 2	1963	21,39***	–	–	0,92	0,18	76,5
		11,76***	–	–	34,19***	21,22***	66,1
1 2	1962	6,38***	–	–	1,64	0,40	53,9
		11,53***	–	–	36,50***	13,49***	73,0
1 2	1961	1,02	–	–	4,37*	0,76	52,5
		3,95**	–	–	86,93***	6,71*	93,9

Liitetaulukko 2. Suomensjärvi. Sädekasvu. Kovarianssianalyysi.  
*Appendix 2. Suomensjärvi. Radial growth. Covariance analysis.*

Koalat Sample plots	Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$z_1$	$z_1^2$	$100 \cdot R^2$
1 = 1-16 2 = 17-34	1975	0,74	19,12 <sup>***</sup>	5,42 <sup>*</sup>	6,56 <sup>*</sup>	6,21
		2,98 <sup>*</sup>	4,81 <sup>*</sup>	2,06	2,11	61,1
1	1974	1,33	16,93 <sup>***</sup>	2,77	1,96	60,7
2		2,79 <sup>*</sup>	8,51 <sup>***</sup>	1,43	1,47	68,4
1	1973	2,64 <sup>*</sup>	5,30 <sup>**</sup>	0,43	0,29	46,2
2		1,60	8,53 <sup>***</sup>	1,48	1,17	65,0
1	1972	3,03 <sup>*</sup>	1,22	0,02	0,04	37,6
2		3,58 <sup>*</sup>	3,51 <sup>*</sup>	3,46	2,53	63,1
1	1973	3,77 <sup>**</sup>	—	0,70	1,07	37,5
2		3,33 <sup>*</sup>	—	2,60	1,67	44,0
1	1970	5,21 <sup>***</sup>	—	0,00	0,05	44,0
2		6,75 <sup>***</sup>	—	6,07 <sup>*</sup>	5,89 <sup>*</sup>	59,8
1	1969	4,68 <sup>***</sup>	—	0,64	0,23	42,7
2		4,83 <sup>**</sup>	—	7,49 <sup>*</sup>	7,32 <sup>*</sup>	53,1
1	1968	4,72 <sup>***</sup>	—	0,21	0,05	47,0
2		5,79 <sup>**</sup>	—	2,85	3,54	54,6
1	1067	13,90 <sup>***</sup>	—	0,36	0,05	70,0
2		5,27 <sup>**</sup>	—	0,20	0,03	53,4
1	1966	9,62 <sup>***</sup>	—	0,02	0,80	65,2
2		5,86 <sup>**</sup>	—	0,15	0,08	56,8
1	1965	17,58 <sup>***</sup>	—	9,98 <sup>**</sup>	12,47 <sup>***</sup>	73,0
2		3,22 <sup>*</sup>	—	0,45	0,94	51,1
1	1964	9,57 <sup>***</sup>	—	2,59	2,90	59,0
2		5,26 <sup>**</sup>	—	0,31	0,00	60,7
1	1963	6,58 <sup>***</sup>	—	0,01	0,04	50,2
2		3,63 <sup>*</sup>	—	2,75	4,21	51,6
1	1962	3,03 <sup>*</sup>	—	1,00	2,15	37,1
2		6,24 <sup>***</sup>	—	2,90	0,92	63,7
1	1961	2,13	—	0,22	0,07	25,0
2		1,15	—	2,31	0,21	50,3

Liitetaulukko 3. Loppi I. Puuston kasvu. Kovarianssianalyysi.  
Appendix 3. Loppi I. Growth of trees. Covariance analysis.

Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$x_1 \cdot x_2$	$z_1$	$z_2$	$100 \cdot R^2$
1975	3,64	8,41 <sup>***</sup>	0,98	1,30	0,71	59,8
1974	11,94 <sup>***</sup>	14,02 <sup>***</sup>	2,62 <sup>**</sup>	3,39	1,63	73,0
1973	23,20 <sup>***</sup>	10,86 <sup>***</sup>	2,10 <sup>*</sup>	0,40	15,23 <sup>***</sup>	70,6
1972	42,39 <sup>***</sup>	11,52 <sup>***</sup>	2,25 <sup>**</sup>	0,21	10,65 <sup>**</sup>	74,2
1971	44,43 <sup>***</sup>	6,31 <sup>***</sup>	1,34	0,93	19,15 <sup>***</sup>	70,9
1970	43,49 <sup>***</sup>	4,53 <sup>***</sup>	1,60	0,38	31,01 <sup>***</sup>	70,9
1969	6,26 <sup>**</sup>	5,66 <sup>***</sup>	1,09	0,48	45,91 <sup>***</sup>	70,3
1968	0,15	7,42 <sup>***</sup>	0,56	0,28	13,64 <sup>***</sup>	64,4
1967	8,01 <sup>***</sup>	—	—	0,77	12,61 <sup>***</sup>	61,0
1966	7,59 <sup>***</sup>	—	—	1,82	39,22 <sup>***</sup>	66,1
1965	—	—	—	—	—	—
1964	7,85 <sup>***</sup>	—	—	6,93 <sup>**</sup>	17,45 <sup>***</sup>	62,2
1963	—	—	—	—	—	—
1962	8,54 <sup>***</sup>	—	—	4,66 <sup>*</sup>	8,89 <sup>**</sup>	61,9
1961	—	—	—	—	—	—
1960	12,45 <sup>***</sup>	—	—	7,72 <sup>**</sup>	6,64 <sup>*</sup>	67,9
1959	—	—	—	—	—	—
1958	20,65 <sup>***</sup>	—	—	20,63 <sup>***</sup>	0,32	76,7
1957	—	—	—	—	—	—
1956	2,19 <sup>*</sup>	—	—	179,41 <sup>***</sup>	0,78	72,2

Liitetaulukko 4. Loppi I. Neulasten ravinnepitoisuudet ja -suhteet. Varianssianalyysi.  
Appendix 4. Loppi I. Nutrient contents and ratios of needles. Variance analysis.

Tunnus Characteristic	$x_1$	$x_2$	$x_1 \cdot x_2$	$100 \cdot R^2$
N	3,42 <sup>***</sup>	0,14	0,66	35,6
P	2,42 <sup>**</sup>	22,19 <sup>***</sup>	2,43 <sup>**</sup>	52,1
K	3,23 <sup>***</sup>	20,84 <sup>***</sup>	1,94 <sup>*</sup>	52,9
N/P	2,84 <sup>**</sup>	14,47 <sup>***</sup>	1,40	44,1
N/K	1,63	0,80	1,48	29,7
K/P	0,81	1,85	1,43	24,1

Liitetaulukko 5. Loppi II. Puuston kasvu. Kovarianssianalyysi.  
Appendix 5. Loppi II. Growth of trees. Covariance analysis.

Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$z_1$	$z_1^2$	$z_2$	$z_2^2$	$100 \cdot R^2$
1975	1,58	6,92**	0,00	—	71,74***	17,20***	33,8
1974	1,40	26,70***	4,41*	—	33,76***	3,60	31,6
1973	1,08	24,16***	1,26	—	106,07***	19,91***	44,1
1972	3,57***	20,16***	3,65	—	27,64***	0,03	36,1
1971	7,56***	—	2,58	1,71	29,22***	0,01	31,6
1970	2,99	—	2,27	1,42	45,29***	1,08	39,2
1969	0,40	—	0,92	0,30	81,67***	7,33**	45,9
1968	1,93	—	0,71	0,39	82,62***	13,66***	39,0

Liitetaulukko 6. Loppi II. Neulasten ja turpeen ravinnepitoisuudet ja -suhteet. Varianssianalyysi.  
Appendix 6. Loppi II. Nutrient contents and ratios of needles and peat. Variance analysis.

Tunnus Characteristic	$x_1$			$x_2$			$100 \cdot R^2$		
	Neul. Needles	Turve Peat	Neul./ Turve Needles/ Peat	Neul. Needles	Turve Peat	Neul./ Turve Needles/ Peat	Neul. Needles	Turve Peat	Neul./ Turve Needles/ Peat
N	1,15	0,64	0,35	12,13***	10,91***	3,25*	14,5	11,6	4,6
P	5,11***	1,05	1,16	1,09	13,67***	12,85***	22,0	15,3	15,2
K	3,14***	2,69**	2,66**	4,71**	16,27***	18,27***	17,3	22,6	23,5
N/P	4,44***	0,59	—	2,97	1,73	—	20,9	4,5	—
N/K	3,51***	1,32	—	20,20***	5,13**	—	26,9	10,4	—
K/P	2,45**	1,25	—	8,45***	2,15	—	17,0	7,9	—

Liitetaulukko 7. Loppi III. Puuston kasvu. Kovarianssianalyysi.  
*Appendix 7. Loppi III. Growth of trees. Covariance analysis.*

Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$z_1$	$z_1^2$	$z_2$	$z_2^2$	$100 \cdot R^2$
1975	3,52 <sup>***</sup>	8,72 <sup>**</sup>	13,47 <sup>***</sup>	—	12,29 <sup>***</sup>	8,97 <sup>**</sup>	45,4
1974	5,77 <sup>***</sup>	42,13 <sup>***</sup>	21,84 <sup>***</sup>	—	16,29 <sup>***</sup>	—	61,7
1973	7,73 <sup>***</sup>	58,89 <sup>***</sup>	21,58 <sup>***</sup>	—	46,42 <sup>***</sup>	—	70,1
1972	9,25 <sup>***</sup>	2,56	24,79 <sup>***</sup>	—	50,30 <sup>***</sup>	—	63,5
1971	8,50 <sup>***</sup>	—	24,45 <sup>***</sup>	—	63,45 <sup>***</sup>	—	62,4
1970	3,40 <sup>***</sup>	—	29,10 <sup>***</sup>	—	67,12 <sup>***</sup>	—	52,7
1969	0,57	—	33,29 <sup>***</sup>	—	55,35 <sup>***</sup>	—	43,4
1968	1,15	—	24,11 <sup>***</sup>	—	18,86 <sup>***</sup>	—	37,5
1967	2,62 <sup>**</sup>	—	9,01 <sup>**</sup>	—	7,89 <sup>**</sup>	—	37,5
1966	4,01 <sup>***</sup>	—	6,67 <sup>*</sup>	—	12,30 <sup>***</sup>	—	45,9
1965	5,82 <sup>***</sup>	—	12,39 <sup>***</sup>	9,10 <sup>**</sup>	4,94 <sup>*</sup>	—	51,0
1964	5,26 <sup>***</sup>	—	14,95 <sup>***</sup>	13,90 <sup>***</sup>	13,33 <sup>***</sup>	—	51,1
1963	2,99 <sup>**</sup>	—	8,89 <sup>**</sup>	9,28 <sup>**</sup>	20,84 <sup>***</sup>	—	45,0
1962	3,12 <sup>**</sup>	—	4,50 <sup>*</sup>	3,26	9,83 <sup>**</sup>	—	39,1
1961	1,46	—	187,45 <sup>***</sup>	—	26,96 <sup>***</sup>	—	72,3
1960	1,46	—	187,45 <sup>***</sup>	—	26,96 <sup>***</sup>	—	72,3

Liitetaulukko 8. Sonkajärvi I. Puuston kasvu. Kovarianssianalyysi.  
*Appendix 8. Sonkajärvi I. Growth of trees. Covariance analysis.*

Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$z_1$	$z_1^2$	$z_2$	$z_2^2$	$100 \cdot R^2$
1975	2,28	12,32 <sup>***</sup>	—	—	5,06 <sup>*</sup>	2,66	38,4
1974	1,91	8,10 <sup>**</sup>	—	—	7,43 <sup>**</sup>	4,20 <sup>*</sup>	37,0
1973	1,72	1,61	—	—	3,48	1,72	28,7
1972	1,37	1,24	—	—	0,29	0,04	21,7
1971	2,44 <sup>*</sup>	—	0,38	0,88	0,21	0,33	26,2
1970	2,39 <sup>*</sup>	—	1,51	2,15	0,00	0,01	26,3
1969	3,65 <sup>***</sup>	—	0,64	1,13	0,01	0,00	34,9
1968	3,23 <sup>***</sup>	—	0,49	1,07	0,02	0,00	32,0
1967	3,74 <sup>***</sup>	—	1,00	1,60	0,14	0,11	35,0
1966	3,98 <sup>***</sup>	—	0,36	1,19	1,34	1,10	37,4
1965	3,08 <sup>**</sup>	—	0,10	0,13	1,65	1,36	33,8
1964	3,82 <sup>***</sup>	—	3,23	0,83	0,67	1,11	40,9
1963	5,12 <sup>***</sup>	—	5,61 <sup>*</sup>	1,26	0,09	0,20	50,8
1962	4,48 <sup>***</sup>	—	8,89 <sup>**</sup>	2,35	0,23	0,15	53,8
1961	2,59 <sup>**</sup>	—	13,64 <sup>***</sup>	3,02	0,36	0,05	61,5
1960	1,92 <sup>*</sup>	—	27,82 <sup>***</sup>	0,59	0,66	0,11	86,6

Liitetaulukko 9. Sonkajärvi II. Puuston kasvu. Kovarianssianalyysi.  
 Appendix 9. Sonkajärvi II. Growth of trees. Covariance analysis.

Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$z_1$	$z_1^2$	$z_2$	$z_2^2$	$100 \cdot R^2$
1975	0,88	5,15*	—	—	5,08*	4,26*	34,6
1974	1,49	2,26	—	—	6,05*	4,23*	44,2
1973	2,06	0,88	—	—	10,62**	7,31*	54,5
1972	4,05**	0,00	—	—	8,84**	6,00*	58,3
1971	5,51***	—	0,47	0,22	11,91**	6,80*	71,1
1970	5,17***	—	0,81	0,48	14,22**	8,48**	71,4
1969	3,11**	—	3,66	2,59	5,41**	2,56	61,1
1968	2,09	—	2,08	0,95	3,38	2,11	46,2
1967	2,08	—	1,09	0,22	1,37	0,67	46,6
1966	2,62*	—	1,02	0,13	1,59	0,98	47,9
1965	3,80**	—	0,29	0,02	0,06	0,12	53,4
1964	6,37***	—	1,72	0,32	1,47	1,12	66,2
1963	13,19***	—	7,39**	3,15	0,99	0,78	80,2
1962	24,72***	—	13,51***	4,66*	0,00	0,01	89,0
1961	13,96***	—	15,12***	5,67*	1,52	0,88	85,2
1960	5,90***	—	13,20***	1,13	3,74	2,81	87,3

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0299-7  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 327: 1–32.

The preliminary results from refertilization experiments on oligotrophic cotton grass pine swamps are presented in this paper. The effect of the first fertilization on the study areas lasted for less than ten years. NPK refertilization was found to give the best results at this stage.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0299-7  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 327: 1–32.

The preliminary results from refertilization experiments on oligotrophic cotton grass pine swamps are presented in this paper. The effect of the first fertilization on the study areas lasted for less than ten years. NPK refertilization was found to give the best results at this stage.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0299-7  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 327: 1–32.

The preliminary results from refertilization experiments on oligotrophic cotton grass pine swamps are presented in this paper. The effect of the first fertilization on the study areas lasted for less than ten years. NPK refertilization was found to give the best results at this stage.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0299-7  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 327: 1–32.

The preliminary results from refertilization experiments on oligotrophic cotton grass pine swamps are presented in this paper. The effect of the first fertilization on the study areas lasted for less than ten years. NPK refertilization was found to give the best results at this stage.

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



- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun voittajana sekä vioitusten sienisaastunta.  
*Cicadella viridis* (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.  
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.  
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.  
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.  
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehkoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.  
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.  
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.  
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakmila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.  
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.  
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätalastollinen vuosikirja 1975.  
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuerot.  
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.  
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.  
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvyistä.  
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helttopoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levityssajan kohdasta turvemaalla.  
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.  
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.  
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.  
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.  
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.  
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.  
Step 1.  
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.  
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.  
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälleen teko ja LEKA-menetelmä).  
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta.  
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.

- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.  
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.  
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.  
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä.  
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.  
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.  
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.  
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoituminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa.  
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.  
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.  
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiuhonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalstalla.  
Massenermittlung am stehenden Holz und Stammzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.  
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.  
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.  
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia.  
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10,  
p. 611 022  
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää