

# FOLIA FORESTALIA 304

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1977

---

---

TIINA PURO

---

OPERAATIO METSÄNLANNOITUS II  
TULOKSIA UUSINTALANNOITUKSESTA

---

RESULTS OF THE SECOND FERTILIZATION  
WITH NITROGEN

---

- 1975
- No 229 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Sahatukkien todellisen kiintomitan määrittämismenetelmät.  
Methods for the measurement of softwood sawlogs.
- No 230 Aulikki Kauppila ja Erkki Lähde: Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa.  
On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland.
- No 231 Olli Uusvaara ja Kari Löyttyniemi: Tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) aiheuttaman vioituksen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon.  
Effect of injury caused by the ambrosia beetle (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) on sawn timber quality and value.
- No 232 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1965—72 ja metsäteollisuuden raaka-ainenäköymät vuoteen 2000.  
Forest balance of Finland in 1965—72 and the prospects of industrial wood until 2000.
- No 233 Jouko Laasasenaho: Runkopuun saannon riippuvuus kannon korkeudesta ja latvan katkaisuläpimitasta.  
Dependence of the amount of harvestable timber upon the stump height and the top-logging diameter.
- No 234 Olli Uusvaara ja Veijo Heiskanen: Sahanhakkeen valmistus, käsittely, mittaus ja laadunmäärittäminen Suomessa.  
Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in Finland.
- No 235 Seppo Kaunisto: Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla.  
Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat. Greenhouse experiments.
- No 236 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittästä koskevia tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuu, järeä kuitupuu sekä likipituinen havukuitupuu.  
Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate length.
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus.  
Bunching and transportation of branch raw material.
- No 238 Mirja Ruokonen: Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvissa. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
The behaviour of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature.
- No 239 Eero Paavilainen: Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa.  
On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat.
- No 240 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Markku Mäkelä: Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna.  
Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees.
- No 241 Victor Ipatiev ja Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillarämeen männikössä.  
Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cuttongrass pine swamp.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä.  
The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood.
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä.  
The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods.
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuormauksen oppiminen.  
Learning of grapple loading.
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku.  
Stump Crusher.
- No 246 Hans G. Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä.  
Effect of nitrogen dosage on fertilizer response.
- No 247 Yrjö Vuokila: Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana.  
Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production.
- No 248 Timo Kurkela ja Yrjö Norokorpi: Kuusen lumikaristesien (*Lophobacidium hyperboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa.  
Occurrence of spruce snow blight fungus, *Lophobacidium hyperboreum* Lagerb. in Finland.
- No 249 Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri.  
Pallari Bushharvester.
- 1976
- No 250 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusahatukkien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.  
Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it.
- No 251 Veijo Heiskanen: Havusahatukkeja koskevia arvolaskelmia vuosina 1974—1975.  
Value calculations for softwood sawlogs in 1974—1975.

F O L I A F O R E S T A L I A 304

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1977

Tiina Puro

OPERAATIO METSÄNLANNOITUS II

Tuloksia uusintalannoituksesta

Results of the second fertilization with nitrogen

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0268-7  
ISSN 0015-5543

PURO, T. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304: 1–15.

Operaatio metsänlannoituksen koealoilla saatujen tulosten perusteella tarkasteltiin uusintalannoituksen aiheuttamaa kasvunlisäystä ja siihen vaikuttaneita tekijöitä. Aineisto muodostui 88 koealaparista (lannoitettu koeala ja lannoittamaton vertailukoeala), joista 45 oli mänty-, 43 kuusivaltaisia. Koealat lannoitettiin v. 1969 oulunsalpietarilla (26 % N), käytetty typpimäärä oli 156 kg N/ha. Koealat mitattiin v. 1975. Uusintalannoituksen aiheuttama keskimääräinen kuutiokasvun lisäys oli kuorineen 1,4 m<sup>3</sup>/ha/v. Puulajien ja eri ikäluokkien välillä ei ollut merkitseviä eroja. Uusintalannoituksen aiheuttama lannoitusreaktio riippui ensimmäisen lannoituksen aiheuttamasta reaktiosta ja oli sitä voimakkaampi mitä suurempi ensimmäisen lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys oli ollut.

Some results of the second fertilization carried out in Operation forest fertilization are examined in this paper. The fertilization was carried out in 1969 and the stands inventoried in 1975, after 6 years. The experiment comprised 88 experimental stands, of which 45 were dominated by pine, and 43 by spruce. Each experimental stand comprised two sample plots, one of them being fertilized, the other left unfertilized as a control. The fertilizer used was ammonium nitrate with lime (26 % N) at a dosage of 156 kg N/ha. The average volume growth increment with bark was 1,4 m<sup>3</sup>/ha/yr. There was no significant difference between the two tree species and the various age classes. The response to the second fertilization was correlated with that to the first fertilization and was the stronger, the greater the growth increment given by the first fertilization.

ISBN 951-40-0268-7  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1977. Valtion painatuskeskus

## ALKUSANAT

Operaatio metsänlannoitus käynnistyi syksyllä 1961 Osuuspankkien Keskusliitto ry:n, Kemira Oy:n ja Keskusmetsälautakunta Tapion yhteisprojektina. Kokeiden yleissuunnittelussa ja käytännön tehtävissä avustivat lisäksi Central-skogssällskapet Skogskultur ja Metsäntutkimuslaitos.

Operaation tarkoituksena oli kiinnittää erityisesti yksityismetsänomistajien huomiota lannoituksen tarjoamiin mahdollisuuksiin metsien tuoton kohottamisessa. Lannoituskoealat perustettiin alunperin pikemminkin näytekoealoiksi eri puolille maata kuin tieteelliseen tarkoitukseen.

Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston tutkimusohjelmaan Operaation uusintalannoitusta käsittelevä osa sisällytettiin jatkotoimenpiteitä suunnittelevan työryhmän kokouk-

sessä 1974. Maantutkimusosasto suoritti koealojen mittauksen ja aineiston käsittelyn. Kustannuksista vastasivat Kemira Oy ja Osuuspankkien Keskusliitto ry sekä Metsäntutkimuslaitos.

Työssäni olen saanut varteenotettavia neuvoja professori P. J. V i r o l t a. Maat.- ja metsät. tohtori E i n o M ä l k ö n e n on tutustunut käsikirjoitukseen sen alkuperäisessä muodossa ja maat.- ja metsät.lisensiaatti E r k k i L i p a s on antanut arvokasta apua työn eri vaiheissa. Englanninkielisen tiivistelmän kieliasun on tarkastanut J o h n D e r o m e, B.Sc. Aineiston tilastomatematisessa käsittelyssä on auttanut LuK M a r j a H u o t a r i. Tutkimussihteeri H i l l e v i S i n k k o ja toimistos sihteeri L a i l a R i n n e ovat avustaneet kuvien piirtämisessä sekä konekirjoituksessa. Esitän parhaat kiitokseni kaikille mainituille henkilöille.

Helsingissä maaliskuussa 1977

*Tiina Puro*

## SISÄLLYS

	Sivu
ALKUSANAT . . . . .	3
1. JOHDANTO . . . . .	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT . . . . .	5
21. Koealojen valinta ja mittaus . . . . .	5
22. Koealatiedot . . . . .	7
23. Aineiston käsittely . . . . .	7
3. TULOKSET . . . . .	8
31. Pohjapinta-alan kasvu . . . . .	8
32. Kuutiokasvun lisäys . . . . .	10
33. Uusintalannoitusreaktion riippuvuus ensimmäisen lannoituksen aiheuttamasta reaktiosta . . . . .	11
4. TULOSTEN TARKASTELUA . . . . .	12
5. YHDISTELMÄ . . . . .	13
KIRJALLISUUS . . . . .	14
SUMMARY . . . . .	15

## 1. JOHDANTO

Uusintalannoituksella tarkoitetaan metsikön toistuvaa lannoitusta samalla pääravinteella, tässä tutkimuksessa typpellä.

Kangasmetsän lannoituskokeet ovat osoittaneet, että suurimmat kasvunlisäykset saadaan typpilannoituksella. Moreenimaiden männiköissä ei yleensä ole akuuttia fosforinpuutetta. Koepuustossa on kuitenkin 5–10 v. ensimmäisen typpilannoituksen jälkeen usein havaittu puutetta fosforista, koska typen lisääminen on kiihdyttänyt kasvua ja kiinnittänyt suuren osan käyttökelpoisesta fosforista puustoon ja pintakasvillisuuteen. Alhaisempien boniteettien kuusikoissa typpilannoituksen on todettu yksin riittävän, viljavampien maiden kuusikoissa fosforilannoitus on todettu tarpeelliseksi (V i r o 1972).

Norjassa B r a n t s e g ja Ruotsissa M ö l l e r ovat tutkineet uusintalannoituksen aiheuttamaa kasvunlisäystä. B r a n t s e g in (1972) mukaan keskinkertaiset lannoitemäärät (n. 150 kg N/ha) antavat myös uusintalannoituksessa suhteellisesti parhaan kasvunlisäyksen. Uusintalannoituskaudella voidaan odottaa suurempaa keskimääräistä kasvunlisäystä kuin ensimmäisellä lannoituskaudella, jos lannoitus uusitaan oikeaan aikaan: männyllä 5–6 v., kuusella 7–8 v. ku-

luttua. Tällöin kasvureaktio tulee suoraan puuntuoton hyväksi neulasmassan lisääntyttä ensimmäisen lannoituksen johdosta. M ö l l e r in (1972) mukaan kuusen reaktio uusintalannoitukseen on huomattavasti suurempi, männyn hieman pienempi tai yhtä suuri kuin ensimmäiseen lannoitukseen.

Operaatio metsänlannoituksen ensimmäisessä lannoituksessa (1962–63) käytetty typpimäärä oli 96 kg N/ha ("Metsän Y-lannos kovalle maille"). Myöhempien tutkimustulosten mukaan typpimäärä oli alhainen. Sen vuoksi käytettiin v. 1969 156 kg N/ha (oulunsalpietari).

Useiden tutkimusten mukaan lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys suurenee lähes suoraan typpimäärän lisääntyessä ainakin 180–200 kg N/ha saakka (M ö l l e r 1971, 1974, V i r o 1972, G u s t a v s e n ja L i p a s 1975). Suomalaisissa ja ruotsalaisissa tutkimuksissa on 150 kg N/ha typpimäärällä saatu keskimäärin 2 m<sup>3</sup>/ha/v. kasvunlisäys, kun tarkasteltu lannoitusjakso on ollut 5 v., vaikkakin vaihtelua on ollut runsaasti (K e i p i 1972).

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan uusintalannoituksen aiheuttamaa kasvunlisäystä lannoitusta seuranneen 6-vuotiskauden aikana, ja siihen vaikuttaneita tekijöitä.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

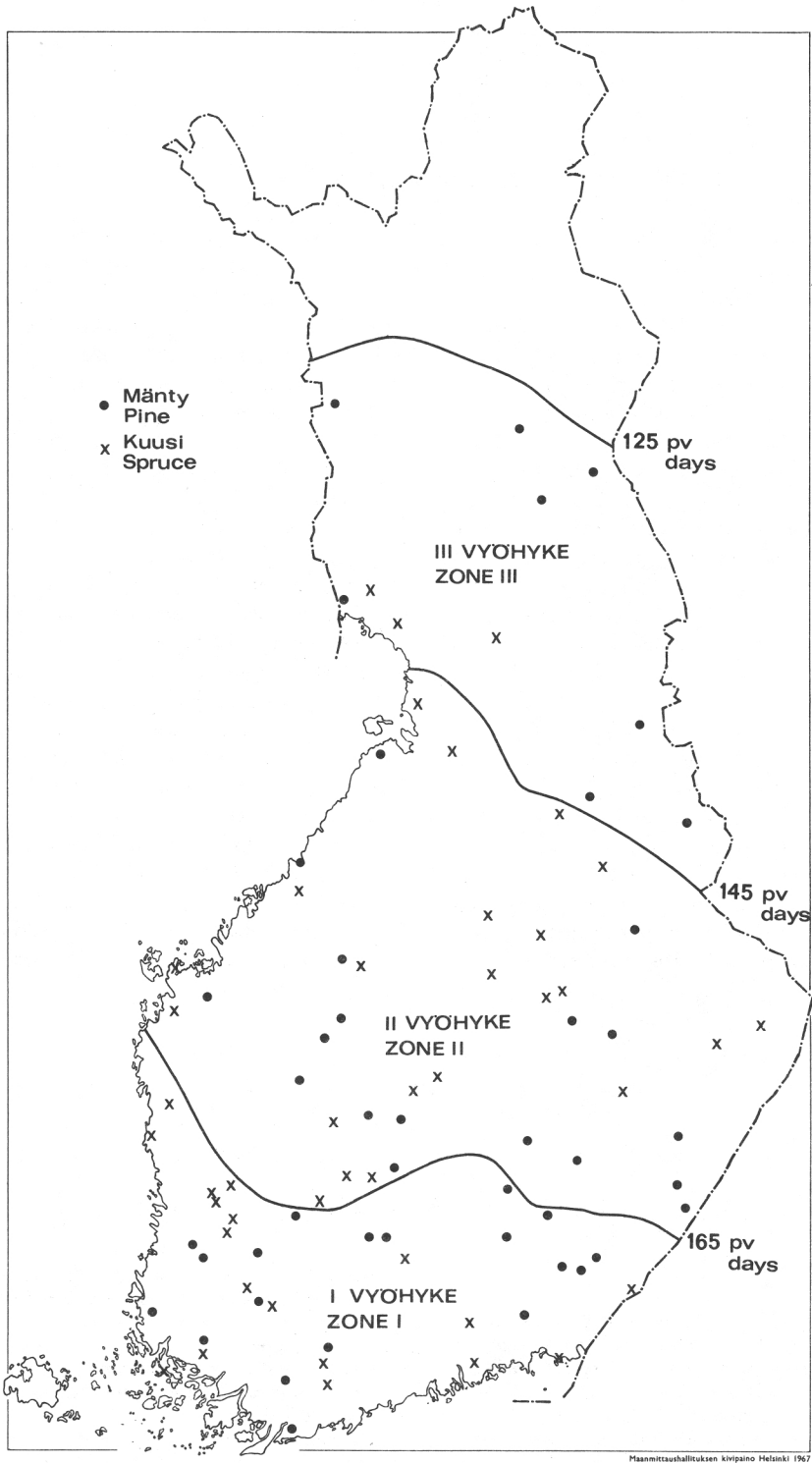
### 21. Koealojen valinta ja mittaus

Uusintalannoitukseen valittiin 100 koealapiaa sellaisten koealojen joukosta, joiden puusto oli reagoinut hyvin ensimmäiseen lannoitukseen. Koealat lannoitettiin v. 1969. Lannoitus suoritettiin useimmilla koealoilla touko- tai kesäkuussa, 17 koealaa lannoitettiin kuitenkin vasta heinäkuussa tai sen jälkeen syyskesällä.

Koealojen puusto mitattiin keväällä 1975. Mittauksessa 12 koealapiaa oli jätettävä pois niiden puuston osittain tuhouduttua joko myrskyn, hakkuiden tai tietöiden takia. Siten jäi lopullisen tarkastelun piiriin ainoastaan 88 koealapiaa. Jokainen koealapi-

muodostui lannoitetusta koealasta ja lannoittamattomasta vertailukoealasta. Alkuperäinen koealan koko oli 1/4 ha, johon mitattaessa jätettiin reunoille 10 m levyinen vaippa. Muutamien koealojen mitattavaa pinta-alaa jouduttiin pienentämään, koska joko tie tai hiekkakuoppa oli uusintalannoituksen jälkeen tehty liian lähelle koealaa.

Koemetsiköt mitattiin ja tulokset laskettiin pohja-pinta-alakeskipuumenetelmän mukaan (K u u s e l a 1966). Koealojen kaikki puut mitattiin rinnankorkeudelta ( $d_{1,3}$ ) 1 cm:n tarkkuudella. Jokaisen koealan keskeltä otettiin relaskoopilla 17–23 koepuuta, joista rinnankorkeusläpimitan lisäksi mitattiin kape-



Kuva 1. Koealparien sijainti ja vyöhykejako termisen kasvukauden pituuden mukaan (K o l k k i 1966).  
 Figure 1. Location of experimental stands and their stratification into climatic zones on the basis of the duration of the growing season.

neminen (d 6/3,5), pituus, viimeisen lannoitusjakson pituuskasvu ja kuoren paksuus, sekä otettiin kasvukairan lastu. Samalla määritettiin puuston senhetkinen ikä.

## 22. Koelatioidot

Tutkimusta varten Suomi jaettiin neljään ilmasto-vyöhykkeeseen (kuva 1), joista pohjoisin, Tunturi-Lappi, jää aineiston ulkopuolelle. Jaon perusteena käytettiin termisen kasvukauden pituutta (K o l k k i 1966).

Koelaparien jakautuminen eri metsätyyppeihin ja puuston keski-ikä koealoilla on esitetty taulukossa 1. Koelaparit jakautuivat lähes tasan mäntyvaltaisiin (45 kpl) ja kuusivaltaisiin (43 kpl) metsiköihin.

Mäntyvaltaisista koealoista oli 80 % kuivalla kankaalla (yksi kanervatyypin koeala on käsitelty yhdessä puolukkatyyppin koealojen kanssa) ja 20 % tuoreella kankaalla. Kuusivaltaisista koealoista sijaitsi 79 % tuoreella kankaalla ja 21 % lehtomaisella kankaalla. Eri metsätyyppien osuus molemmilla puolajella on siten hyvin tasapuolinen, sillä V i r o n (1967) mukaan on VT suhteellisesti yhtä viljava kasvupaikka männylle kuin MT kuuselle, samoin MT männyn kasvupaikkana vastaa OMT:tä kuusen kasvupaikkana.

Puuston keski-ikä oli uusintalannoitushetkellä koko aineistossa 75 vuotta. Mäntyvaltaiset koemetsiköt olivat keskimäärin viisi vuotta nuorempia kuin kuusivaltaiset. Ikäero oli suurin II vyöhykkeessä, jossa se oli 10 vuotta. I vyöhykkeessä ei eroa ollut juuri lainkaan.

Koelaparit jaettiin puuston uusintalannoitushetken iän mukaan neljään ikäluokkaan: korkeintaan 45 v., 46–65 v., 66–85 v. ja yli 85 v. (taulukko 2). Koska ensimmäisessä ikäluokassa oli kaikkiaan vain 7 koelaparia ja niistä kuusivaltaisia 2 paria, yhdistettiin 2 nuorinta ikäluokkaa useimmissa tarkasteluissa. Tällöin ensimmäiseen ja toiseen ikäluokkaan yhdessä kuului 33 % kaikista koealoista. Kolmannessa ikäluokassa koealoja oli määrällisesti eniten eli 36 %. Neljänteen ikäluokkaan jäi 31 % koealoista, ja näistä oli noin puolet yli 100-vuotiaita.

## 23. Aineiston käsittely

Uusintalannoituskauden kuutiokasvu korjattiin ikäluokittain kovarianssianalyysillä (S n e d e c o r 1962 ss. 394–412). Korjaustekijänä käytettiin ensimmäistä lannoitusta edeltäneen 5-vuotiskauden pohjapinta-alan

Taulukko 1. Koelaparien lukumäärä vyöhykkeittäin pääpuulajin ja metsätyyppin mukaan jaoteltuna (vastaavat Pohjanmaan ja Pohjois-Suomen metsätyyppit mukaanluettuna).

Table 1. Number of experimental stands stratified by climatic zones and by main tree species and site type (including the corresponding site types in Ostrobothnia and North Finland).

Metsätyyppit Site type	I-vyöhyke Zone I		II-vyöhyke Zone II		III-vyöhyke Zone III		Koko maa Total	
	kpl No.	Keski-ikä <sup>1)</sup> Mean age	kpl No.	Keski-ikä Mean age	kpl No.	Keski-ikä Mean age	kpl No.	Keski-ikä Mean age
Mä-valtaiset <i>Pine</i>								
CT + VT <i>Calluna+</i> <i>vaccinium type</i>	17	70	13	65	6	110	36	70
MT <i>Myrtillus type</i>	3	60	4	60	2	60	9	
Ku-valtaiset <i>Spruce</i>								
MT <i>Myrtillus type</i>	11	70	21	75	2	100	34	
OMT <i>Oxalis-</i> <i>myrtillus type</i>	6	70	2	80	1	110	9	75
Yhteensä Total	37	70	40	70	11	100	88	75

1) keski-ikä on laskettu uusintalannoitushetken ikän mukaan  
the mean age is calculated from the age at the time of the second fertilization.

Taulukko 2. Koealarien lukumäärä eri ikäluokissa puuston uusintalannoitushetken kuutiomäärän mukaan jaoteltuna.

Table 2. The number of experimental stands in different age classes stratified on the basis of the stand volume at the time of the second fertilization.

Kokonaispuusto Stand volume m <sup>3</sup> /ha	Ikäluokat — Age classes								Yht. kpl kuut. m. luokassa No. of exper. stands in a stand volume class
	-45		46-65		66-85		86+		
	Mä Pine	Ku Spruce	Mä Pine	Ku Spruce	Mä Pine	Ku Spruce	Mä Pine	Ku Spruce	
100	2	1	1	—	3	1	1	3	12
100-149	1	—	6	4	3	6	5	6	31
150-199	2	1	5	5	9	6	6	4	38
199-	—	—	—	1	—	4	1	1	7
Yht. kpl ikäluokassa No. in an age class	5	2	12	10	15	17	13	14	88

kasvua. Sen selityskyky uusintalannoituskauden kasvulle osoittautui yhtä poikkeusta lukuunottamatta merkittäväksi 95-99,9 % luotettavuustasolla. Lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys laskettiin lannoitetun ja lannoittamattoman koealan puuston korjatun kasvun erotuksena ja näin saatujen kasvunlisäyksiä erojen testauksessa käytettiin varianssianalyysiä.

Uusintalannoitusreaktion ja ensimmäisen lannoituksen aiheuttaman reaktion välistä riippuvuutta tar-

kasteltiin regressioanalyysillä. Regressioyhtälöt laskettiin erikseen molemmille puulajeille. Selitettävänä muuttujana oli pohjapinta-alan kasvunlisäys uusintalannoitusjakson aikana (y) ja selittäjänä vastaava metsikkötunnus ensimmäisen lannoitusjakson aikana (x). Riippuvuus laskettiin yksittäisten koealojen arvoista, mutta tuloksissa on esitetty vain ikäluokittaiset keskiarvot (kuva 4). Riippuvuudet laskettiin suoraviivaisina.

### 3. TULOKSET

#### 31. Pohjapinta-alan kasvu

Kuvassa 2 on esitetty graafisesti puuston pohjapinta-alan kasvu lannoitetuilla ja lannoittamattomilla koealoilla ikäluokittain. Mäntyvaltaisilla koealoilla on metsikön luontainen kasvun vaihtelu ennen lannoitusta (v. 1957-62) poistunut lähes täysin käytettäessä ikäluokittaisia keskiarvoja. Kuusivaltaisilla koealoilla laskettiin ensimmäinen ja toinen ikäluokka yhteen ensimmäisen ikäluokan pienen koealamäärän ja niiden puuston suuren kasvun vaihtelun vuoksi. Näin tuli vaihtelu vähäiseksi myös kuusivaltaisilla koealoilla. Kuvassa 3 on esitetty pohjapinta-alan suhteellinen kasvu, jossa lannoituksia edeltäneen 5-vuotiskauden kasvu on otettu huomioon (Carbonnier 1962, Fahroth 1969).

Reaktio uusintalannoitukseen oli molem-

millä puulajeilla hieman pienempi kuin se oli ollut ensimmäiseen lannoitukseen. Mäntyvaltaisissa koemetsiköissä keskimääräinen kasvu oli lannoitetuilla koealoilla ensimmäisenä lannoitusjaksona 32 % ja uusintalannoitusjaksona 30 % suurempi kuin lannoittamattomilla koealoilla. Vastaavat luvut kuusivaltaisissa koemetsiköissä olivat 26 % ja 21 %.

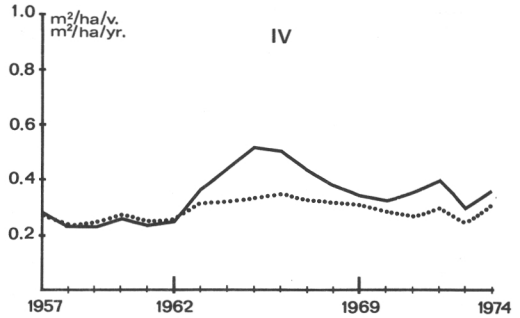
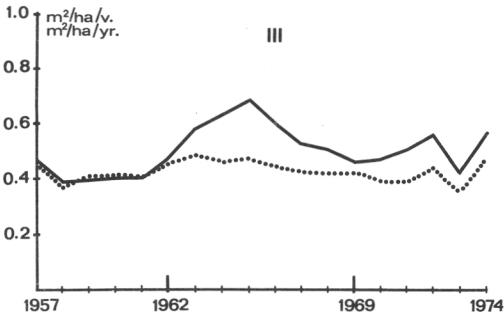
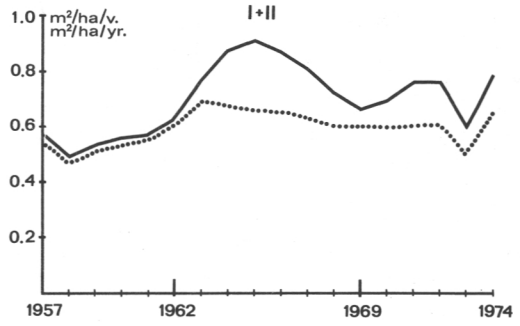
Reaktiotavassa ja lannoituksen kestoajassa oli puulajien välillä selviä eroja. Männyn reaktio lannoitukseen oli nopeampi kuin kuusen. Ensimmäisen lannoituksen vaikutus uusintalannoitushetkellä oli absoluuttisen pohjapinta-alan kasvun mukaan (kuva 2) hyvin pieni useimmilla mäntykoealoilla, kun se taas kuusikoealoilla oli vielä selvästi nähtävissä. Toisen lannoituksen vaikutus ei ollut vuoteen 1974 mennessä lopunut kummallakaan puulajilla.

KUUSI - SPRUCE

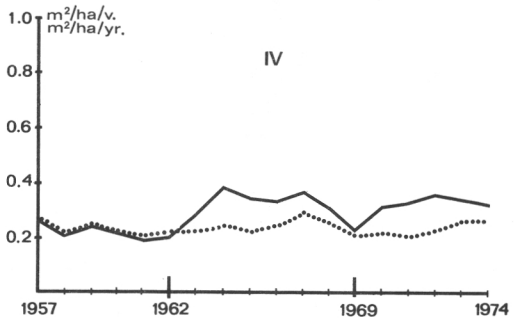
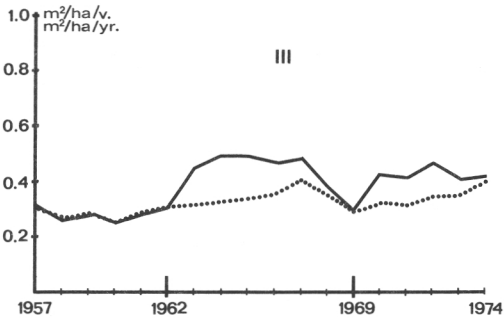
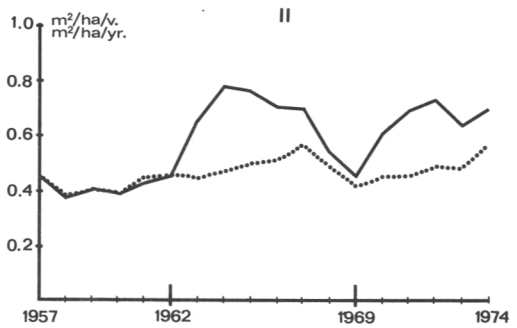
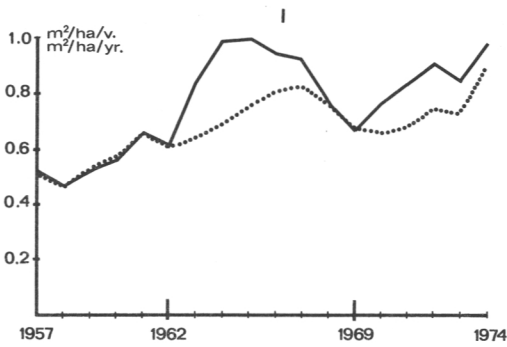
— Lannoitetut koealat  
Fertilized sample plots  
..... Lannoittamattomat koealat  
Unfertilized sample plots

Ikäluokat, v. - Age classes, yr.

- I — 45
- II 46 — 65
- III 66 — 85
- IV 86 —



MÄNTY-PINE



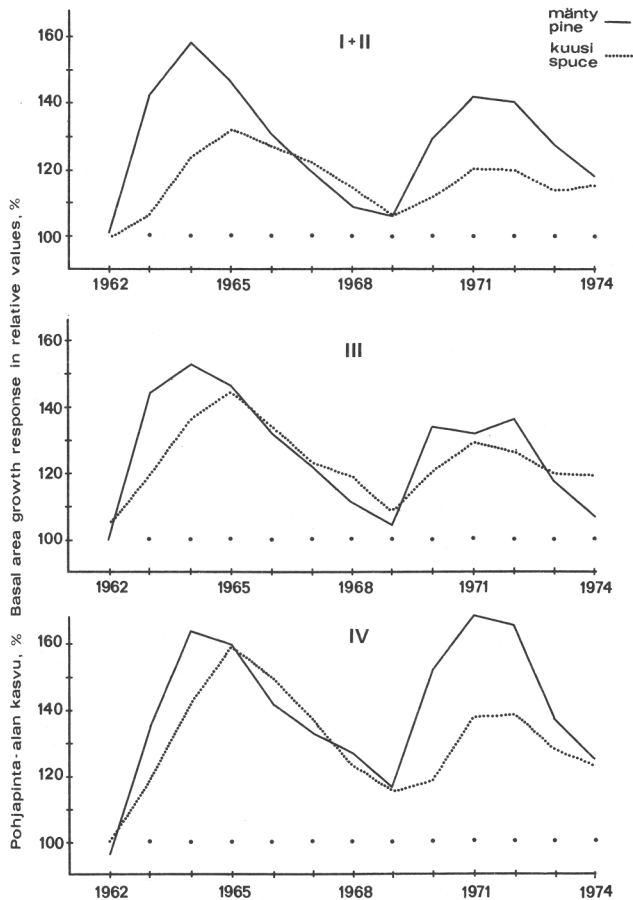
Kuva 2. Lannoituksen vaikutus pohjapinta-alan kehitykseen puulajeittain ja ikäluokittain.  
Figure 2. Effect of fertilization on the development of the basal area growth response by both tree species and in every age class.

### 32. Kuutiokasvun lisäys

Uusintalannoitusjakson vuotuinen korjattu kasvunlisäys oli keskimäärin 1,4 m<sup>3</sup>/ha kuori-  
neen. Mäntyvaltaisten koealojen puuston kas-  
vunlisäys oli kaikissa ikäluokissa ja vyöhykkeissä  
hieman suurempi tai yhtä suuri kuin kuusival-  
taisten koealojen puuston kasvunlisäys, keski-  
määräinen ero oli vuodessa 0,4 m<sup>3</sup>/ha. Puulajien  
kasvunlisäykset eivät kuitenkaan poikenneet  
toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

Keskimääräiset kuutiokasvat ja lannoituksen  
aiheuttamat kasvunlisäykset on esitetty taulu-  
kossa 3. Mäntyvaltaisilla koealoilla kasvunlisäys  
oli suurin I + II ikäluokassa, jossa se oli 1,9

m<sup>3</sup>/v. Kuusivaltaisilla koealoilla saatu kasvun-  
lisäys oli suurin III ikäluokassa, mutta erot  
ikäluokkien välillä olivat pienet. Ikäluokkien  
väliset erot eivät olleet merkitseviä. Kasvun-  
lisäyksen ikäluokittaiset keskirivheet olivat män-  
tyvaltaisilla koealoilla huomattavasti pienemmät  
kuin kuusivaltaisilla koealoilla. Tämä osoittaa,  
että lannoitusreaktio oli mäntyvaltaisilla koe-  
aloilla yhtenäisempi. Ilmastovyöhykkeittäin tar-  
kasteltuna olivat keskimääräiset lannoitusreak-  
tiot seuraavat: I vyöhyke 1,5, II vyöhyke 1,2  
ja III vyöhyke 1,5 m<sup>3</sup>/ha/v., eli lähes yhtä suu-  
ret kaikissa vyöhykkeissä. Siten eivät puulaji,  
ikä ja ilmastovyöhyke vaikuttaneet uusintalan-  
noitusreaktion suuruuteen.



Kuva 3. Lannoituksen aiheuttama pohjapinta-alan suhteellinen kasvu ikäluokittain, kun lannoituksia edeltä-  
neen 5-vuotiskauden (1957–61) kasvu on otettu huomioon. Lannoitusvuodet 1962 ja 1969.  
Figure 3. The basal area growth response after fertilization in relative values in different age classes, when  
the growth during the 5 year period before fertilization (1957–61) is taken into account. Fertilized  
1962 and 1969.

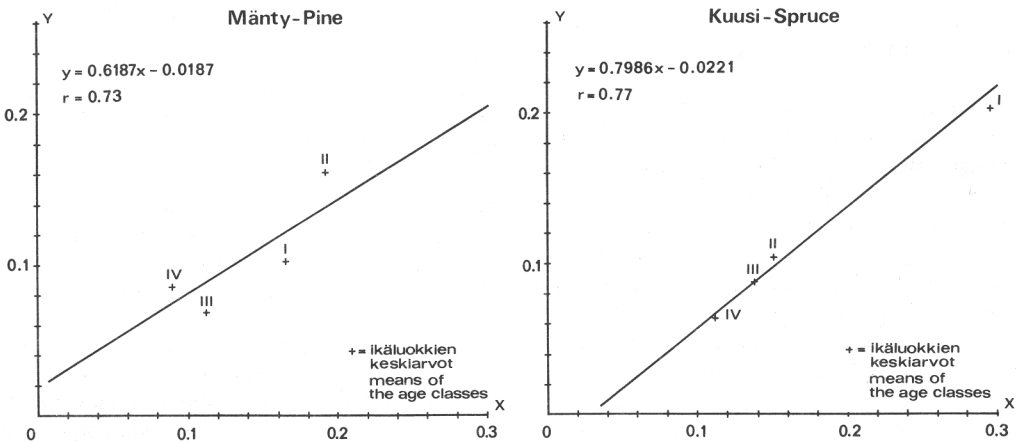
Taulukko 3. Korjatut kuorelliset kuutiokasvutulokset uusintalannoituskaudella  $m^3/ha/v$ .  
 Table 3. Adjusted volume growth and growth increment with bark during the second fertilization period  $m^3/ha/yr$ .

Ikäluokat Age class	Korjaustekijän mer- kitsevyys, F-arvo Effect of concomi- tant variable, F-value	Korjattu kasvun- lisäys, $m^3/ha/v$ . Adjusted volume growth increment $m^3/ha/yr$ .	Korjattu kasvu lannoittamattomilla vertailukoaloilla $m^3/ha/v$ Adjusted volume growth on the control plots $m^3/ha/yr$ .	Korjattu keskimääräinen kasvunlisäys puulajeittain $m^3/ha/v$ . Adjusted average volume growth increment $m^3/ha/yr$ .
M P ä i n n t e y	I+II	6,80 *	1,90 $\pm 0,19$	1,57
	III	6,65 *	1,25 $\pm 0,34$	
	IV	20,70 ***	1,53 $\pm 0,16$	
K S u p u r s u i c e	I+II	1,70	1,14 $\pm 0,52$	1,15
	III	7,24 *	1,25 $\pm 0,41$	
	IV	8,48 **	1,05 $\pm 0,25$	

33. Uusintalannoitusreaktion riippuvuus ensimmäisen lannoituksen aiheuttamasta reaktiosta

Paras selittäjä uusintalannoitusreaktion vaihtelulle oli ensimmäisen lannoituksen aiheuttama reaktio (kuva 4). Riippuvuusuhde oli varsin selvä. Uusintalannoituksen aiheuttamasta kasvunlisäyksestä voitiin siten 53 % ( $100 r^2$ ) män-

tyvaltaisilla ja 59 % kuusivaltaisilla koaloilla selittää ensimmäisen lannoituksen aiheuttaman lannoitusreaktion avulla. Uusintalannoituksen aiheuttama kasvunlisäys oli sitä suurempi, mitä voimakkaampi ensimmäisen lannoituksen aiheuttama lannoitusreaktio oli ollut. Ero puulajien välillä oli merkitsevä 95 % luotettavuustasolla.



Kuva 4. Uusintalannoitusjakson pohjapinta-alan kasvunlisäyksen (y) riippuvuus ensimmäisen lannoitusjakson pohjapinta-alan kasvunlisäyksestä (x),  $m^2/ha/v$ . Riippuvuus on laskettu yksittäisten koalojen arvioista.  
 Figure 4. The dependence of the basal area growth increment during the second fertilization period (y) on the basal area growth increment during the first fertilization period (x),  $m^2/ha/yr$ . The regression lines are calculated on the basis of values for individual sample plots.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Uusintalannoitusjakson keskimääräinen korjattu kuutiokasvun lisäys oli 1,4 m<sup>3</sup>/ha/v. Lisäystä on pidettävä suhteellisen pienenä, kun otetaan huomioon annettu lannoitemäärä 156 kg N/ha. On kuitenkin muistettava, että tarkasteltavan lannoitusjakson pituus tässä tutkimuksessa oli 6 vuotta, kun se normaalisti on 5 v. Koska lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys kulminoituu 2–3 v. jälkeen, pienentää pitempi tarkastelujakso keskiarvoa.

Uusintalannoitusreaktio oli pohjapinta-alan kasvun mukaan suhteellisesti pienempi kuin ensimmäisen lannoituksen aiheuttama reaktio, vaikka käytetty typpimäärä hehtaaria kohti oli noin puolitoistakertainen. Ero oli tosin vain muutaman prosentin luokkaa. *Fribergin* (1974) mukaan suhteelliset muutokset pohjapinta-alan kasvussa voidaan suoraan tulkita koskemaan kuutiokasvua, jollei ole kyse hyvin pitkistä aikaväleistä.

Yhtenä syynä lannoitusreaktion pienuuteen oli ilmeisesti koealojen ikärakenne. Vain 1/3 koealoista kuului uusintalannoitushetkellä alle 65-vuotiaisiin metsiköihin, joissa puuston kasvu ja ravinteiden tarve on suurimmillaan (*Mälkönen* 1974), ja tästä johtuen myös lannoituksen vaikutus on tuntuvin. Vastaavien ikäluokkien osuus ensimmäisessä lannoituksessa oli yli puolet, eli 57 % tässä tutkimuksessa tarkasteltavasta 88 koealaparista.

Osalla nuorempien ikäluokkien koealoista oli puusto lisäksi kasvanut ylitiheäksi, sillä suurinta osaa koemetsiköistä ei ollut harvennettu kokeen perustamisen jälkeen, eli 13 vuoteen. Tämä luultavasti aiheutti kuusivaltaisilla koealoilla sen, että kuutiokasvun lisäys I+ II ikäluokassa oli pieni ja sen keskivirhe suuri. Vastavaa kasvunlisäyksen pienentymistä ylitiheyden johdosta ei voitu havaita mäntyvaltaisilla koealoilla.

Uusintalannoitusvuoden 1969 sää oli keväällä ja alkukesällä poikkeuksellisen lämmin ja kuiva koko maassa. Jollei lannoitteen liuottamiseksi tarvittavaa vettä ole riittävästi saatavilla kasvun ollessa voimakkaimmillaan, voi lannoitusreaktio jäädä heikoksi. Lannoitetun metsikön on myös

todettu kärsivän enemmän kuivuudesta kuin lannoittamattoman. *Möller* (1971) havaitsi, että suhteellinen lannoitusreaktio pieneni voimakkaasti kuivana vuonna ja palasi ”normaalille” tasolle kosteusolojen parannuttua. Myös *Brantseg* (1972) totesi lannoitusvuoden kevätkesän sääsuhteilla olevan suuren vaikutuksen lannoituksen aiheuttamaan kasvunlisäykseen.

Puulajien erilainen reaktiotapa on havaittu useammissa tutkimuksissa jo aikaisemmin. *Möllerin* (1972) tutkimuksessa mänty reagoi lannoitukseen ensimmäisinä lannoituksen jälkeisinä vuosina kuusta voimakkaammin. *Braastad* (1973) ym. totesivat kuusen tavallisesti reagoivan lannoitukseen hitaammin, mutta kauemmin kuin männyn. Lisäksi on ravinteisuuden todettu yleensäkin kuvastuvan selvemmin männyn kasvussa kuin kuusen.

Syy puulajien erilaiseen reaktiotapaan lienee kasvupaikkojen viljavuusero. Männyn kasvupaikat olivat keskimäärin karumpia kuin kuusen. Nimenomaan karuilla kasvupaikoilla on käyttökelpoisen tynen puute kasvua rajoittava tekijä, ja sen lisääminen voi aiheuttaa nopean reaktion, vaikka mänty tuleekin toimeen vähäisin ravinneveroin sisäisen ravinnekierron tehokkuuden johdosta (*Mälkönen* 1974). Lannoituksen vaikutusaika on yhteydessä neulaskierron pituuteen, joka on männyllä 3–5 v. ja kuusella 6–7 v. Vaikutusajan pituus riippuu myös niistä ravinteista, jotka neulasten kellastuessa siirtyvät puun nuorempiin osiin (*Viro* 1965). Neulasten sisältämästä typestä siirtyy männyllä takaisin n. 70–80 %, kuusella n. 60 % (*Viro* 1955, *Mälkönen* 1974).

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan uusintalannoitusreaktion voimakkuus riippuu ensimmäisen lannoituksen aiheuttamasta reaktiosta, ja on sitä voimakkaampi, mitä suurempi ensimmäisen lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys oli. Ensimmäisen lannoitusreaktion voimakkuus taas riippui pääpuulajista, puuston iästä ja kuutiomäärästä (Operaatio metsänlannoitus, 1969).

Tutkimuksessa ilmenneet epäkohdat: koemetsiköiden osittainen ylitiheys sekä vähäinen osuus nuoremmissa ikäluokissa ovat saattaneet

vaikuttaa tulokseen. Toistuvien lannoitusten aiheuttaman kasvunlisäyksen arvioimiseksi on parhaillaan laajempia kokeita käynnissä.

## 5. YHDISTELMÄ

Uusintalannoituksen aiheuttamaa kasvunlisäystä ja siihen vaikuttaneita tekijöitä tarkasteltiin Operaatio metsänlannoituksen koealoilla saatujen tulosten perusteella. Lannoituksen vaikutus esitettiin pohjapinta-alan kasvunlisäyksenä ja levitysjankohdan jälkeisen 6-vuotiskauden (1969–1974) keskimääräisenä vuotuisena kuutiokasvun lisäyksenä. Lisäksi tarkasteltiin uusintalannoitusreaktion ja ensimmäisen lannoituksen (1962) aiheuttaman reaktion välistä riippuvuutta.

Ensimmäisessä lannoituksessa oli mukana kaikkiaan 1736 koealaparua, niistä 1354 vartuneissa ja nuorissa metsissä, ja loput taimistoissa. Koealat lannoitettiin ”Metsän Y-lannoksella kovalle maille” (12 % N, 8 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4 % K<sub>2</sub>O), jota levitettiin 96 kg N/ha, taimistokoealoilla korkeintaan 6 g N tainta kohti. Saatua kasvunlisäykseen olivat vaikuttaneet pääpuulaji, puuston ikä sekä kuutiomäärä (Operaatio metsänlannoitus, 1969). Uusintalannoitusjakson aineisto muodostui 88 koealaparista, joista 45 oli mäntyvaltaisia, 43 kuusivaltaisia. Jokainen koealapari muodostui lannoitetusta koealasta ja lannoittamattomasta vertailukoealasta. Koealan koko oli 1/4 ha. Koealat lannoitettiin oulunsalpietarilla (26 % N) 156 kg N/ha. Aineisto ryhmiteltiin pääasiassa vallitsevan puulajin ja iän mukaan, mutta myös kasvukauden pituuden vaikutus maan eri osissa pyrittiin ottamaan huomioon. Yksittäisten koemetsiköiden luontainen kasvun vaihtelu ennen lannoitusta eliminoitiin kovarianssianalyysia käytäen.

Uusintalannoituksen aiheuttama keskimääräinen vuotuinen korjattu kuutiokasvun lisäys oli 1,4 m<sup>3</sup>/ha kuorineen. Kuutiokasvun lisäykset eri puulajeilla ja eri ikäluokissa eivät poi-

kenneet toisistaan merkitsevästi. Lannoitusreaktio oli kasvunlisäyksen keskivirheen mukaan mäntyvaltaisilla koealoilla yhtenäisempi kuin kuusivaltaisilla koealoilla.

Mäntyvaltaisilla koealoilla keskimääräinen kuutiokasvun lisäys oli suurempi uusintalannoitushetkellä alle 65-vuotiaissa koemetsiköissä kuin sitä vanhemmissa ikäluokissa, vaikkakaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Kuusivaltaisilla koealoilla oli kasvunlisäys kaikissa ikäluokissa lähes yhtä suuri. Osa nuoremista koemetsiköistä oli kasvanut ylitiheiksi, koska puustoa ei ollut harvennettu kokeen perustamisen jälkeen, eli 13 vuoteen. Tämä luultavasti johti siihen, että kuutiokasvun lisäys kuusivaltaisten koealojen nuoremmissa ikäluokissa oli pieni ja sen keskivirhe suuri.

Reaktio uusintalannoitukseen oli molemmilla puulajeilla hieman pienempi kuin se oli ollut ensimmäiseen lannoitukseen, vaikka käytetty typpimäärä oli noin puolitoistakertainen. Yhtenä syynä lannoitusreaktion pienuuteen oli ilmeisesti koemetsiköiden ikä, sillä vain 1/3 koealoista kuului uusintalannoitushetkellä ikäluokkiin, joissa juokseva vuotuinen kasvu oli vielä lisääntyvä tai juuri kulmineitunut, ja 16 % kaikista koemetsiköistä oli yli 100-vuotiaita. Toisena mahdollisena syynä oli uusintalannoitusvuoden 1969 kevään ja alkukesän poikkeuksellisen lämmän ja kuiva sää koko maassa. Ellei vettä lannoitteen liuottamiseksi ole riittävästi kasvun ollessa voimakkaimmillaan, voi lannoitusreaktio jäädä heikoksi.

Uusintalannoitusreaktio oli sitä voimakkaampi, mitä suurempi ensimmäisen lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys oli ollut. Selitysaste (100 r<sup>2</sup>) oli mäntyvaltaisilla koealoilla 53 % ja kuusivaltaisilla koealoilla 59 %.

## KIRJALLISUUS

- BRAASTAD, H. & GUSTAVSEN, H.G. & FRIBERG, R. 1973. The Volume Growth Increase After Fertilization. Särtryck ur Årsb. För. Skogsträdsförädl., Inst. Skogsförbättr.
- BRANTSEG, A. 1972. Skogsgjødsling på fastmark, Produksjonsresultater og erfaringar fra gjødsling av eldre barskog. Tidskr. Skogbr. 2: 153–159.
- CARBONNIER, O. 1962. Synpunkter på anläggning och uppskattning av gödslingsförsök i skogsbestånd. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. Årsb.: 367–370.
- FAHLROTH, S. 1969. Gödslingseffektens beräkande och redovisning. För. Skogsträdsförädl., Inst. Skogsförbättr. Information, Gödsling 5 1968/69.
- FRIBERG, R. 1973. Jämförelser mellan trädets volym-, grundyte- och höjdtillväxt efter gödsling. Summary: Comparison between volume, basal area and height growth of fertilized trees. För. Skogsträdsförädl., Inst. Skogsförbättr. Årsb.: 76–123.
- GUSTAVSEN, H.G. & LIPAS, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. Folia For. 246: 1–20.
- KEIPI, K. 1972. Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsänlannoituksen kannattavuuslaskelmassa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa. Summary: The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. Folia For. 152: 1–38.
- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931–1960. Summary: Tables and maps of temperature in Finland during 1931–1960. Liite Suomal. Meteorol. Vuosik. 65.1 a.
- ”— 1969. Katsaus Suomen ilmastoon. Ilmat. lait. tied. 18.
- KUUSELA, K. 1968. A basal area — mean tree method in forest inventory. Seloste: Pohjapinta-alakeskipuumenetelmä metsän inventoinnissa. Commun. Inst. For. Fenn. 61 (2): 1–32.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some scots pine stands. Selostus: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Commun. Inst. For. Fenn. 84 (5): 1–87.
- MÖLLER, G. 1971. Tillväxtökning genom gödsling, Analys av äldre gödslingsförsök. För. Skogsträdsförädl. Inst. Skogsförbättr. Årsb.: 50–86.
- ”— 1972. Översikt över biologiska försöksresultat och erfarenheter från gödsling av yngre produktionskog på fastmark, Inkluderande omgödslingar. Tidskr. skogbr. 2: 193–202.
- ”— 1974. Val av gödselmedel och gödslingstidpunkt. Skogen 3: 80–89.
- Operaatio metsänlannoitus. 1969. Vuosina 1967–68 suoritettujen mittausten tuloksia. Helsinki.
- SNEDECOR, G.W. 1962. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. 5th ed. 534 p. Ames, Iowa. Iowa State University Press.
- VIRO, P. 1955. Investigations on forest litter. Selostus: Metsäkariketutkimuksia. Commun. Inst. For. Fenn. 45 (6): 1–65.
- ”— 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. Selostus: Metsänlannoituksen vaikutuksen arvioiminen. Commun. Inst. For. Fenn. 59 (3): 1–42.
- ”— 1967. Forest manuring on mineral soils. Särtryck av Medd. Norske Skogsförsöksv. Nr. 85, XXIII.
- ”— 1972. Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. Folia For. 138: 1–19.

## SUMMARY

Operation forest fertilization was started in 1961 as a common undertaking by several parties (Kemira Oy, Osuuspankkien Keskusliitto ry, Keskusmetsäläytakunta Tapio, Centralskogssällskapet Skogskultur and Metsäntutkimuslaitos). Its purpose was to draw the attention of private forest owners to the benefits presented by fertilization.

Some results of the second fertilization carried out in Operation forest fertilization are examined and presented in this paper. The experiments were set up in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus silvestris* L.) stands situated in various parts of Finland (Fig. 1). The effect of fertilization is expressed as the basal area growth increment and the average volume growth increment for the six year period (1969–1974) following the second fertilization. The correlation between the response to the first fertilization and that to the second fertilization is examined.

The first fertilization experiment comprised 1736 experimental stands, 1354 of them mature stands and the rest seedling stands. NPK fertilizer (12 % N, 8 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4 % K<sub>2</sub>O) at a dosage of 96 kg N/ha was used in the mature stands and of no more than 6 g N per seedling in the seedling stands. The main tree species and the age and volume of the stand had had an effect on the subsequent growth increase (Operaatio metsänlannoitus, 1969). The second fertilization was carried out in 88 experimental stands, of which 45 were dominated by pine and 43 by spruce. Each experimental stand comprised two sample plots, one of them being fertilized, the other left unfertilized as a control. The size of each sample plot was 0,25 ha. The fertilizer used was ammonium nitrate with lime (26 % N) at a dosage of 156 kg N/ha. The experimental stands were stratified into groups mainly on the basis of the main tree species, and the age of the stand (Table 2), but the duration of the growing season in various parts of Finland was also taken into account. As the subsequent covariance calculations showed that the basal area growth in the five year period before the first fertilization is a

strong co-variable for the volume growth during the second fertilization period (Table 3), the volume growth values were corrected for this variation. The average volume growth increment produced by the second fertilization was with bark 1,4 m<sup>3</sup>/ha/yr. The volume growth increments in pine and spruce, and in various age classes did not differ significantly from each other. The climatic zones did not have any effect on the fertilization response. The fertilization response in the pine stands was more homogeneous than in the spruce stands.

The average volume growth increment of pine was greater in the sample plots, which at the time of the second fertilization were less than 65 years old, than in the other age classes, even when the difference was not statistical significant. The average volume growth increment of spruce was nearly the same in each age class. A number of the younger experimental stands had become too dense, for the stands had not been thinned since the beginning of the experiment. This, probably, was the cause of the small volume growth increment and the large standard error of the spruce stands in these age classes.

The response to the second fertilization was, in the case of both tree species, somewhat smaller than that to the first fertilization, even though the amount of nitrogen applied was greater. One reason for this was perhaps the age of the experimental stands, only one third of them belonged at the time of the second fertilization to age classes in which the current growth was still increasing or just starting to decrease, and 16 % of all the experimental stands were over 100 years old. Another possible reason was the exceptional warm and dry weather throughout Finland in the spring of the second fertilization year. If there was not enough water present to dissolve the fertilizer at the time of vigorous growth, the fertilization response could only be slight. The response to the second fertilization was the stronger, the greater the growth increment given by the first fertilization. The degree of explaining power (100 r<sup>2</sup>) for the pine stands was 53 % and for the spruce stands 59 %.



ODC 237.4  
ISBN 951-40-0268-7  
ISSN 0015-5543

PURO, TIINA. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304: 1–15.

Operation forest fertilization was started in 1961 with the purpose of drawing the attention of private forest owners to the great benefits presented by fertilization.

In the second fertilization experiment (1969), comprising 88 experimental stands, about an half in pine and the other half in spruce stands, ammonium nitrate with lime (26 % N) was used. The effect of fertilization is expressed as the basal area and the volume growth increment for the six year period following the second fertilization. The correlation between the response to the first fertilization and that to the second fertilization is examined.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0268-7  
ISSN 0015-5543

PURO, TIINA. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304: 1–15.

Operation forest fertilization was started in 1961 with the purpose of drawing the attention of private forest owners to the great benefits presented by fertilization.

In the second fertilization experiment (1969), comprising 88 experimental stands, about an half in pine and the other half in spruce stands, ammonium nitrate with lime (26 % N) was used. The effect of fertilization is expressed as the basal area and the volume growth increment for the six year period following the second fertilization. The correlation between the response to the first fertilization and that to the second fertilization is examined.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0268-7  
ISSN 0015-5543

PURO, TIINA. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304: 1–15.

Operation forest fertilization was started in 1961 with the purpose of drawing the attention of private forest owners to the great benefits presented by fertilization.

In the second fertilization experiment (1969), comprising 88 experimental stands, about an half in pine and the other half in spruce stands, ammonium nitrate with lime (26 % N) was used. The effect of fertilization is expressed as the basal area and the volume growth increment for the six year period following the second fertilization. The correlation between the response to the first fertilization and that to the second fertilization is examined.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0268-7  
ISSN 0015-5543

PURO, TIINA. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304: 1–15.

Operation forest fertilization was started in 1961 with the purpose of drawing the attention of private forest owners to the great benefits presented by fertilization.

In the second fertilization experiment (1969), comprising 88 experimental stands, about an half in pine and the other half in spruce stands, ammonium nitrate with lime (26 % N) was used. The effect of fertilization is expressed as the basal area and the volume growth increment for the six year period following the second fertilization. The correlation between the response to the first fertilization and that to the second fertilization is examined.

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



- No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mälikönen: Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla.  
Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil.
- No 253 S.-E. Appelroth: Työntutkimus Lamu-kylvökoneesta.  
Work Study of the Lamu Seeding Machine.
- No 254 Matti Kärkkäinen: Havutukkien kiintomittausmenetelmän seurantajärjestelmä.  
A control method for the measurement of pine and spruce logs.
- No 255 Metsätilastollinen vuosikirja 1974.  
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakki, 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: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagsekonomiska 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.

- 1976 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.
- 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 Lehikoinen, 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.
- 1977 No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74. Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, 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 Metsätilastollinen vuosikirja 1975. Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuero. 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 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 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvyistä. On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helpoliukoisten 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: Talvikkityypin 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.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10,  
p. 611 022

Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää