

# FOLIA FORESTALIA 300

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1977

---

---

EERO PAAVILAINEN

HELPPOLIUKOISTEN LANNOITTEIDEN  
VAIKUTUKSEN RIIPPUVUUS LEVITYSAJAN-  
KOHDASTA TURVEMAALLA

EFFECT OF APPLICATION TIME ON  
GROWTH RESPONSE TO EASILY  
DISSOLVING FERTILIZERS ON PEATLANDS

- 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-ainenäkömät 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 lehtikuitupuun, järea kuitupuun sekä likipituinen havukuitupuun.  
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 kasaaminen ja kuljetus.  
Bunching and transportation of branch raw material.
- No 238 Mirja Ruokonen: Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvilla.  
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 tupasvillärämeen 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 vyöhykekasvasmenetelmää 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.

FOLIA FORESTALIA 300

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1977

Eero Paavilainen

HELPPOLIUKOISTEN LANNOITTEIDEN VAIKUTUKSEN RIIPPUUUS  
LEVITYSAJANKOHDASTA TURVEMAALLA

Effect of application time on growth response to easily  
dissolving fertilizers on peatlands

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0263-6  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Abstract: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands. *Folia For.* 300: 1-16.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuutta levitysjankohdasta turvemaalla. Aineisto kerättiin Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston Karviaan ja Kivaloon vuosina 1965-1967 perustamilta koekentiltä.

Tulosten mukaan helppoliukoisten PK- ja NPK-lannoitteiden aiheuttama kasvunlisäys jäi talvella lannoitettaessa pienemmäksi kuin suoritettaessa lannoitus lumettomalle maalle. Verrattaessa keskenään eri lannoitusajankohdtien vaikutusta lumettomana aikana todettiin lannoituksen loppukesällä ja syksyllä lisänneen enemmän puiden kasvua kuin touko-kesäkuussa annetun lannoituksen.

Lannoituksen vaikutus oli tutkimusalueilla vähäinen, jos puuston elpymiskyky oli heikko ja ojitus puutteellinen. Käytännön lannoituskohteita valittaessa tulisikin kiinnittää erityistä huomiota puuston laatuun sekä siihen, että ojituksen tehokkuus on riittävä.

The purpose of the study has been to determine the dependance of the effect of easily-soluble fertilizers on the fertilization time on peatland sites. The material was collected from the experimental fields established by the Department of Peatland Forestry, Finnish Forest Research Institute, at Karvia and Kivalo in 1965-1967.

According to the results, the growth increase given by easily-soluble PK and NPK fertilizers was smaller when fertilization was carried out during the winter than at other times of the year when there was no snow cover. When the effect of different fertilization times during the snow-free period were compared with each other, it was apparent that fertilization carried out at the end of the summer and during the autumn gave a larger growth increase than with fertilization carried out in May-June.

The fertilization effect on those experimental areas where the vitality of the stand was low and drainage insufficient, was very small. Particular attention should be paid when selecting fertilization sites in practice, to the quality of the stand and also that the drainage efficiency is sufficient.

ISBN 951-40-0263-6  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1977. Valtion painatuskeskus

## ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston työohjelmaan on kuulunut runsaan kymmenen vuoden ajan metsänlannoituksen vaikutuksen ja lannoitteiden levitysjankohdan välisen riippuvuussuhteen selvittäminen turvemaalla. Tutkimuksia varten on osasto mm. perustanut professori Olavi Huikarin laatiman suunnitelman mukaisesti kolmelle eri paikkakunnalle koekentät, joilla lannoitus on suoritettu vuoden jokaisena kuukautena 1–3 vuoden aikana. Näistä laajoista kokeista on jo julkaistu eräitä ennakkotuloksia. Tässä tutkimuksessa esitetään Karviaan ja Kivaloon perustettujen

kokeiden loppumittauksesta saadut tulokset.

Käsikirjoitukseen on tutustunut professori Huikarin lisäksi dosentti Eino Mälkönen. Fil. kand. Riitta Heinonen on ohjannut aineiston tietokonekäsittelyn. Kokeiden perustamis- ja mittaustöitä ovat Karviassa valvoneet tutkimusteknikko Kalle Nevanranta ja kenttäestari Esko Mansikkaviita sekä Kivalossa aputyönjohtaja Esko Eskola. Esitän heille ja kaikille muille tutkimustyössä avustaneille parhaat kiitokset.

Helsingissä, maaliskuun 1. päivänä 1977

*Eero Paavilainen*

## SISÄLLYS

sivu

ALKUSANAT .....	3
JOHDANTO .....	5
AINEISTO .....	6
Koekentät .....	6
Mittaukset ja aineiston käsittely .....	7
TULOKSET .....	7
Karvian koekenttä .....	7
Kivalon koekenttä .....	10
TULOSTEN TARKASTELUA .....	12
KIRJALLISUUS .....	13
LIITETAULUKOT .....	14

## JOHDANTO

Tutkimukset ovat osoittaneet, että lannoituksella voidaan lisätä Suomessa metsien kasvua, annettiinpa ravinteita mihin aikaan vuodesta tahansa. Eräiden lannoitteiden vaikutus on kuitenkin suuresti riippuvainen levitysjan sääsuhteista ja etenkin siitä, onko maa paljas vai lumikerroksen peittämä.

Vaikealiukoisten lannoitteiden, kuten hienotai raakafosfaatin, vaikutus on vähiten riippuvainen levitysjankohdasta. Näitä lannoitteita voidaan levittää jopa lumelle (Viro 1963, Paavilainen 1969, Huikari ja Paavilainen 1970), sillä hitaasti liukenevien fosforilajien huuhtoutuminen lumen sulamisvesien mukana on määrältään varsin pientä (vrt. Paavilainen 1969, Karsisto ja Ravela 1971, Karsisto 1974). Lannoitettaessa sulan maan aikana lannoitusajankohdalla on samoin vähäinen merkitys. Esimerkiksi hienofosfaattia voidaan levittää suolle mihin aikaan kasvukautta tahansa (Paarlahi 1967, Karsisto 1967, Huikari ja Paavilainen 1970). Siinä tapauksessa, että halutaan mahdollisimman voimakas kasvureaktio jo lannoitusvuotena, on lannoitettava ennen puiden kasvun alkamista.

Helppoliukoisessa muodossa annettuja ravinteita voi sen sijaan huuhtoutua lumen sulamisvesien mukana niin runsaasti, että puiden käyttöön tulevien ravinteiden määrä pienenee ja vesistöjen saastumisen vaara kasvaa. Ennakkotulosten mukaan helppoliukoiset NPK- ja PK-lannoitteet lisäävätkin suolla lumelle levitettäessä vähemmän puuston kasvua kuin suoritettaessa levitys paljaalle maalle (Paavilainen 1969). Helppoliukoista nitraattityyppiä huuhtoutuu lumikerroksen pinnalle levitettäessä kangasmetsästäkin todennäköisesti niin paljon, että puolet tätä tyypilajia sisältävän oulunsalpietarin talvilevitys antaa heikomman tuloksen kuin sulan maan aikaan tapahtuva levitys (Salonen 1973, Möller 1974, Friberg 1974).

Urean levitys lumelle on uusimpien tutkimustulosten mukaan edullista (Salonen 1973, Möller 1974, Friberg 1974, Levula 1976), mutta eräissä aikaisemmissa tutkimuk-

sissa esitetään, että tämän lannoitteen talvilevitystä olisi vältettävä (Johansson ja Åhgren 1966, Erkén ja Frick 1969). Todennäköisesti ureakin on vaarassa huuhtoutua, jos lumikerros on paksu levitysaikana. Lannoiterakeet eivät tällöin ehdi maahan ennen lumen sulamista (esim. Paavilainen 1969, Karsisto 1975). Urean huuhtoutumisen mahdollisuuteen lumelle levitettäessä viittaavat myös erät  $^{15}\text{N}$  isotoopilla tehdyt kokeet (Paavilainen 1973).

Tarkoin ei tiedetä, mikä on helppoliukoisten lannoitteiden edullisin levitysjankoha sulan maan aikana. Turvemailla on NPK-lannoitus antanut hyvän tuloksen sekä lumen sulamisen ja puuston kasvun alkamisen välisenä aikana että myöhemmin kesällä tai alkusyksystä suoritettuna (Paavilainen 1969). Kivennäismaalla on touko-kesäkuussa annettu typpilannoitus ollut Viron (1965) mukaan vaikutukseltaan parempi kuin heinä-elokuussa annettu. Myöhemmässä tutkimuksessa Viro (1970) sai tulokseksi, että typpirikkaan Y-lannoksen paras levitysaika on männyllä toukokuu ja kuusella elokuu. Salosen (1973) mukaan oulunsalpietari antaa männiköissä toukokuussa levitettynä suuremman kasvunlisäyksen kuin marras- tai helmikuussa levitettynä. Kuusikoissa on touko- ja marraskuun levityksen vaikutus ollut jokseenkin samanlainen. Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa on oulunsalpietari antanut hyvän tuloksen riippumatta siitä, mihin aikaan kasvukautta levitys on tapahtunut (Möller 1974, Friberg 1974).

Urean vaikutus on huomattavasti riippuvainen levityksen aikaan ja välittömästi sen jälkeestä vallitsevista sääoloista. Jos sää on kuuma ja kuiva, urean sisältämää tyyppiä voi haihtua ammoniakkikaasuna. Sääsuhteista johtuen urean levitys keväällä on antanut kivennäismaalla heikomman tuloksen kuin syys- tai talvilevitys (Salonen 1973, Möller 1974, Friberg 1974, Levula 1976). Turvemailla on urealannoituksen vaikutuksen todettu samoin olevan heikoin pitkän poutajakson lopulla alunperin kostean turpeen kuivuessa (Paavilainen 1975).

Tämä tutkimus pyrkii osaltaan selvittämään kysymystä, miten lannoituksen aiheuttama kasvureaktio on riippuvainen levitysjankohdasta. Tutkimus on jatkoa tekijän aikaisempaan julkaisuun (P a a v i l a i n e n 1969), jossa on esitetty

osatuloksia Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston vuosina 1965–1968 perustamista lannoitusajakokeista. Nyt julkaistavat tulokset on saatu kyseessä olevien kokeiden loppumittauksesta.

## AINEISTO

### Koekentät

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto on yhdessä Parkanon ja Kolarin tutkimusasemien kanssa perustanut vuosina 1965–1968 lannoitusajankohdan vaikutusta selvittävät koekentät Karviaan, Kivaloon ja Kolariin. Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin vain Karvian ja Kivalon koekentiltä, sillä koealojen puuston ensimmäinen mittausta vuonna 1969 osoitti lannoituksen vaikutuksen jääneen Kolarissa heikosta ojituksesta ym. tekijöistä johtuen hyvin vähäiseksi (ks. P a a v i l a i n e n 1969).

Karvian koekenttä sijaitsee Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueen Alkianvuorella (60° 10' N, 22° 45' E). Alueen korkeus on n. 175 m merenpinnasta. Turpeen paksuus on yli 2 metriä. Puusto on mäntyä, jonka kuutiomäärä oli lannoitettaessa 20–30 k-m<sup>3</sup>/ha, keskipituus 4–7 m ja runkoluku eri koealoilla 1500–2650 kpl/ha.

Koe perustettiin 15.2.1965 – 15.12.1967 välisenä aikana siten, että kunkin kuukauden 15. päivänä lannoitettiin kolme koealaa käyttämällä metsän Y-lannosta suomaille (14 % N – 18 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 10 % K<sub>2</sub>O) 500 kg/ha. Lannoitusajankohdat eri koealoilla määrättiin arpomalla. Koealojen koko on 20 x 20 m ja ne on ympäröity v. 1965 tehdyillä jyrksinojilla, joiden syvyys on n. 40 cm.

Kivalon koekenttä sijaitsee Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon kokeilualueessa Alajärven suolla (66° 27' N, 26° 50' E). Tutkimusalue on n. 160 m merenpinnan yläpuolella. Koe perustettiin sekä männikköön että kuusikkoon. Männikkö on nuorta taimistoa, jonka kuutiomäärä oli lannoitettaessa alle 10 k-m<sup>3</sup>/ha, keskipituus 1–4 m ja runkoluku vaihteleva, keskimäärin 1000–4000 kpl/ha. Kuusikossa puuston kuutiomäärä oli lannoitettaessa 20–40 k-m<sup>3</sup>/ha, keskipituus 6–8 m ja runkoluku 1000–2500 kpl. Männikkössä suotyyppi on suurimmaksi osaksi ohutturpeinen kangsaräme, mutta siinä on vivahteita piensaraisuuteen ja toisaalta myös korpiisuuteen päin. Kuusikossa suotyyppi on osaksi kangaskorpi ja osaksi mustikkakorpi, jossa on myös piensaraisuuden ja ruohoisuuden piirteitä.

Kivalon koealue perustettiin lohkoittain arvottuna, jotta edellä mainittu suotyyppivaihtelu vaikuttaisi mahdollisimman vähän tuloksiin. Männikköön sijoitettiin 10 lohkoa, joista jokaiseen kuului 52 koealaa. Kuusikossa on vastaavia lohkoja 5 kpl. Jokaisesta

lohkosta arvottiin vuoden 1966 kullekin viikolle yksi koeala. Näin tuli joka viikko lannoitettavaksi kaikkiaan 15 koealaa. Lannoitus suoritettiin hajalannoituksena siten, että 4 viikon pituisessa jaksossa joka ensimmäinen, toinen ja kolmas viikko käytettiin PK-lannosta (16.5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16.5 % K<sub>2</sub>O) 600 kg/ha ja joka neljäs viikko metsän Y-lannosta suomaille (14–18–10) 500 kg/ha.

Ojituksessa käytetty sarkaleveys on Kivalon tutkimusalueen kuusikossa keskimäärin n. 100 m ja männikkössä vaihdellen 50:stä 120 m:iin. Alue ojitettiin vuonna 1957.

Koejärjestelystä todettakoon, ettei sen paremmin Karvian kuin Kivalonkaan koekentällä ole lainkaan lannoittamattomia vertailukoealoja. Jotta lannoituksen aiheuttamasta kasvunlisäyksestä saataisiin tästä huolimatta arvio, suoritettiin vuonna 1969 sekä Kivalossa myös kolme vuotta myöhemmin vertailumittauksia muutamilla lannoitetun alueen lähistöltä erotetuilla lannoittamattomilla koealoilla. Kokeiden loppumittaus tehtiin kuitenkin vain niihin alunperin kuuluneilla koealoilla.

Lannoituskäsitteilyn osalta mainittakoon, että käytettyjen lannoitteiden fosfori on pääasiassa helppoliukoisessa muodossa. Y-lannoksessa vesiliukoisena fosforin (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) määrä oli 15,5 % ja PK-lannoksessa 7,3 %.

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

Tutkimusalue <i>Experimental area</i>	Koealoja <i>Sample plots</i>	Koeputia <i>Sample trees</i>	
		Sädekasvu mitattu <i>Radial growth measured</i>	Pituuskasvu mitattu <i>Height growth measured</i>
Karvia	104	2059	—
Kivalon männikkö <i>Pine stand at Kivalo</i>	284	369	5601
Kivalon kuusikko <i>Spruce stand at Kivalo</i>	101	1577	—

Y-lannoksessa tyyppi oli helppoliukoista nitraatti- ja ammoniumtyyppiä. Sen raaka-aineita olivat montansalpietari, typpiliuos ja diammonfosfaatti. Kalium oli käytetyissä lannoitteissa kalisuolana, joka on veteen liukenevaa.

## Mittaukset ja aineiston käsittely

Lannoitusajankohdan vaikutusta tutkittiin puuston pituus-, säde- ja pohjapinta-alan kasvua koskevien mitausten avulla. Karvian koekentällä sekä Kivalon kuusikossa aineisto kerättiin käyttämällä hyväksi *Paarlahden* ja *Ravelan* (1973) laatimia ohjeita, jotka perustuvat *Kuuselan* (1966) pohjapinta-alkeskipuumenetelmään. Koepuista otettiin kairanlastut rinnankorkeudelta ja vuotuinen sädekasvu (Karviolla vv. 1963–1975 ja Kivalossa vv. 1964–1975) mitattiin lustonmittauslaitteella. Puuston pituuskasvua ei mitattu. Koelamittaukset tehtiin vuoden 1975 lokakuussa sekä seuraavan vuoden toukokuussa. Kivalon kuusikon yksi lohko, jossa kasvoi lyhyttä kuusen taimistoa, jätettiin mittauksen ulkopuolelle.

Kivalon männikön neljässä lohossa tehtiin väliinventointi jo vuoden 1972 kesä-elokuussa, jolloin mitattiin koepuiden pituus sekä niiden vuotuinen pituuskasvu vv. 1964–1971. Koepuita otettiin systemaattisesti 20 kpl jokaiselta koeruudulta. Mittaus tehtiin paitsi lannoituksen saaneilla myös samoilla lannoittamattomilla koelaloilla, jotka sisältyivät jo vuonna 1969 suoritettuna ensimmäisen mittauksen aineistoon (ks. *Paavilainen* 1969). Lannoittamattomia koelaloja oli viisi kutakin lohkoa kohden.

Loppumittaus tehtiin Kivalon männikössä vuoden 1976 toukokuussa. Kaikkien koelajojen puustoa ei kuitenkaan voitu määrärahojen niukkuuden vuoksi mitata. Mittaukset tehtiin kaikilla NPK-lannoituksen saaneilla koelaloilla. PK-lannoituksista otettiin mukaan

joka kolmas, kutakin NPK-lannoitusta edeltänyt lannoitusajankohta. Koepuista, joita oli samoin kuin edellisessä mittauksessa 20 kpl kultakin koeruudulta, mitattiin kokonaispituus sekä vuotuinen pituuskasvu vv. 1964–1975. Kahdesta lohokosta, joissa puusto oli kookkainta, mitattiin myös puiden vuotuinen sädekasvu rinnankorkeudelta otetuista kairanlastuista. Koepuita oli 10 kpl koelaa kohden.

Aineiston laskentakäsittelyssä käytettiin VTKK:n PINE-kovarianssianalyysiohjelmaa. Jokaisen osa-aineiston käsittelyn yhteydessä kokeiltiin useita erilaisia kovarianssimalleja. Lopullinen laskenta tehtiin parhaan selitysasteen antaneella mallilla. Selitettävänä muutujana oli kaikissa tapauksissa lannoituksen jälkeinen puuston kasvu (koelaloittaiset keskiarvot). Selittävät luokka- ja regressiomuuttujat on esitetty liitetaulukoissa (s. 14–16).

Lannoituksessa kulunutta aikaa laskettaessa katsottiin tammi-kesäkuussa annetun lannoituksen vaikuttaneen puuston kasvuun jo lannoitusvuotena, mutta myöhemmin suoritettuna lannoituksen vasta seuraavana vuotena. Oletamus on sama, johon päädyttiin käsiteltäessä Karvian ja Kivalon koekentiltä saatuja ensimmäisiä mittaustuloksia (*Paavilainen* 1969, s. 7).

Lannoitusajankohtana vallinneista sääoloista on tarkat tiedot vain Karvian koekentältä vuoden 1966 toukokuun ja seuraavan vuoden lokakuun väliseltä ajalta, jolloin mittauksia tehtiin n. 6 km:n päässä koekentästä sijaitsevalla Alkkian säähavaintoasemalla. Näiden säätietojen perusteella tutkittiin erikseen koepuiden kasvun riippuvuutta

- lumikerroksen paksuudesta, jolloin aineiston muodostivat marras-huhtikuun aikana lannoitetut koelalat sekä
- sateen määrästä 14 vr:n aikana ennen ja jälkeen lannoituksen.

Viimeksi mainitussa tarkastelussa aineiston muodostivat touko-lokakuun aikana lannoitetut koelalat.

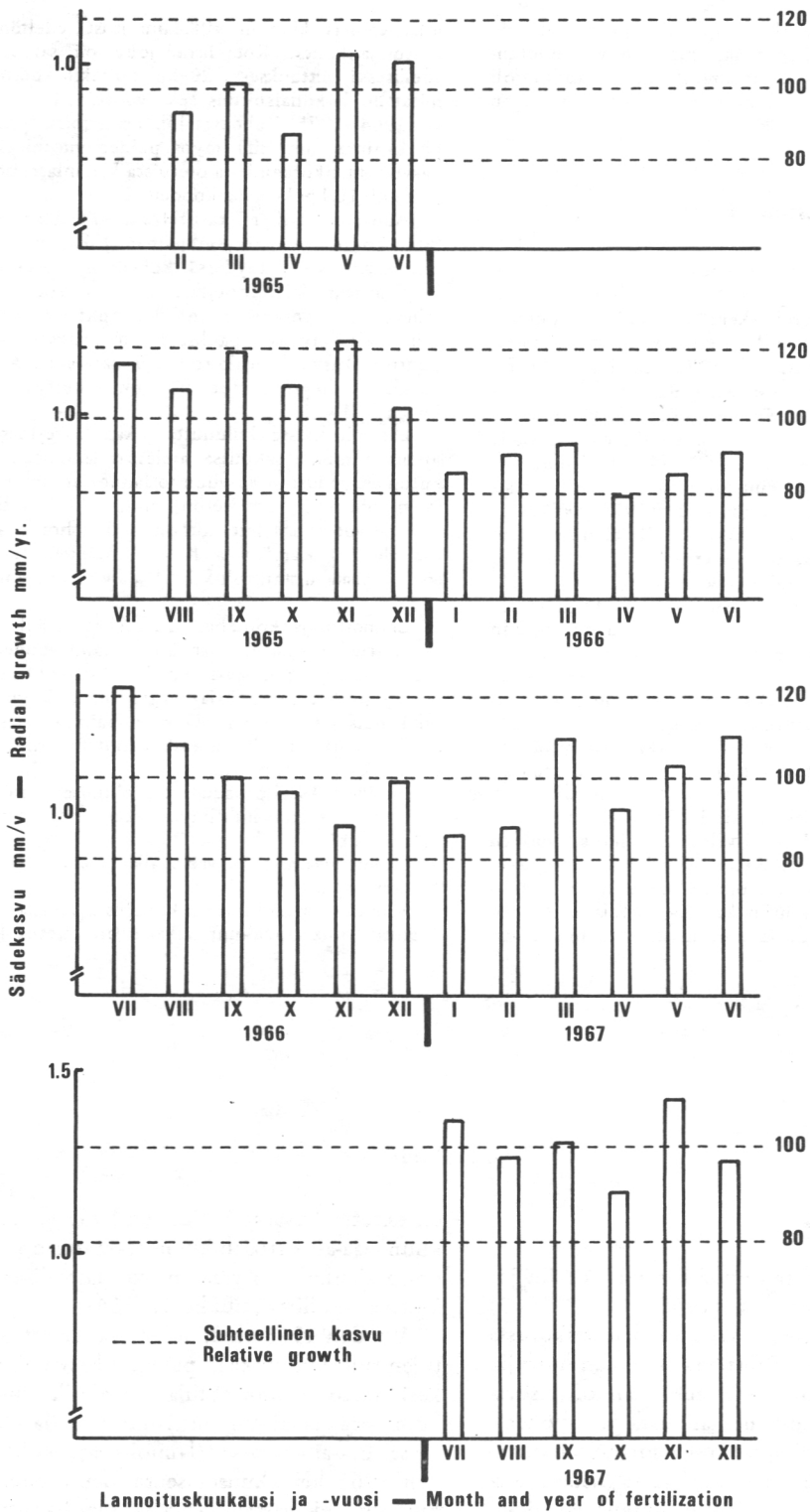
## TULOKSET

### Karvian koekenttä

Karvian koekentän aineistosta tutkittiin jokaisen lannoitusvuoden (1965, 1966, 1967) osalta erikseen lannoitusajankohdan vaikutusta puuston kasvuun. Selittäviä luokkamuuttujia olivat lannoituskuukausi sekä lannoituksesta kulunut aika, jolloin heinäkuussa ja myöhemmin tehtyjen lannoitusten katsottiin vaikuttaneen puuston sädekasvuun vasta seuraavana vuotena. Koepuiden lannoituksen jälkeinen kovarianssilla korjattu sädekasvu lannoitusajankohdan mukaan ryhmitellyissä osa-aineistoissa

on esitetty kuvassa 1. Vuoden 1967 heinä-joulukuun osa-aineistoa lukuunottamatta on eri lannoitusajankohtien välinen ero tilastollisesti merkitsevä (ks. liitetaulukko 1, s. 14).

Vuoden 1965 alkupuolen osa-aineistosta saatujen tulosten mukaan puuston kasvu oli touko-kesäkuussa lannoitetuilla koelaloilla suurempi kuin sitä aikaisemmin lannoitetuilla. Seuraavassa osa-aineistossa (lannoitusajankohta vuoden 1965 heinäkuusta seuraavan vuoden kesäkuuhun) ei vastaavaa eroa ole havaittavissa. Heinä-joulukuussa lannoitetuilla koelaloilla puuston kasvu oli parempi kuin seuraavan vuoden



Kuva 1. Eri ajankohtina lannoitetun puuston keskimääräinen sädekasvu Karvian koekentällä.  
Fig. 1. Mean radial growth of tree stand fertilized at different times of the year. Karvia experimental field.

tammi-kesäkuussa lannoitetuilla. Kolmannen osa-aineiston (lannoitusajankohta vuoden 1966 heinäkuusta seuraavan vuoden toukokuuhun) tuloksista ilmenee, että tammi-, helmi-, huhti- ja marraskuussa lannoitettujen koealojen puuston kasvu oli keskimääräistä heikompaa. Koe-puut kasvoivat parhaiten heinäkuussa lannoite-tuilla koealoilla. Neljännessä osa-aineistossa (lan-noitusajankohta vuoden 1967 heinä-joulukuu) eivät erot eri lannoitusajankohtien välillä olleet merkitseviä, kuten jo edellä todettiin.

Tulokset osoittavat, että lannoitusajankoh-dan vaikutus puuston kasvuun vaihtelee eri vuosina. Tämän vaihtelun syiden selvittämiseksi tutkittiin osasta Karvian aineistoa puuston kas-vun riippuvuutta lannoitusajankohdan sääoloista (vrt. s. 7). Tutkituista tekijöistä, joita olivat lumikerroksen paksuus talvikaudella sekä kesällä lannoitusta edeltävä ja sen jälkeinen sademäärä 14 vrk:n aikana, vain puuston kasvun ja lan-

noitusta edeltävän sademäärän välinen riippu-vuus oli tilastollisesti merkitsevä. Puuston kasvu oli sitä parempi mitä enemmän oli satanut lannoitusta edeltäneiden 14 vrk:n aikana.

Käsiteltäessä koko Karvian aineisto yhtenä kokonaisuutena ja laskettaessa puuston keski-määräinen sädekasvu kahdeksan lannoituksen jälkeisen vuoden ajalta saadaan tulokseksi taulu-kossa 2 esitetyt luvut.

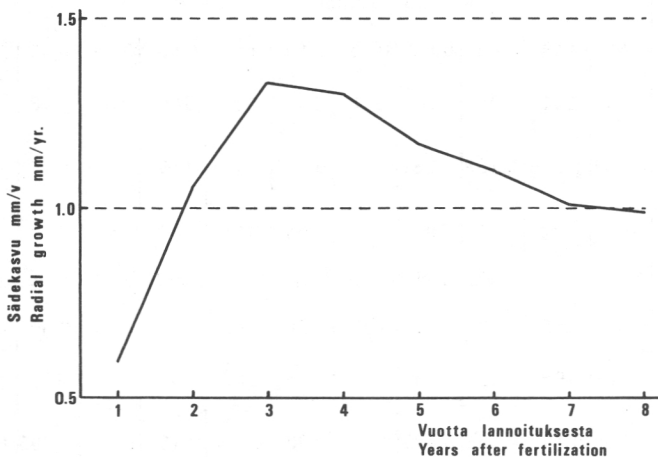
Havaitaan, että puut kasvoivat keskimäärin parhaiten keski- ja loppukesällä sekä syksyllä lannoitetuilla koealoilla. Puuston kasvu oli hei-kointa koealoilla, joille annettiin lannoitus tal-vella. Jos paljaan maan aikana touko-marras-kuussa lannoitetun puuston keskimääräistä kas-vua merkitään 100:lla, saa jouluhuhtikuun aikana lannoitetun puuston kasvu suhteellisen arvon 82,2.

Vaikka Karvian koekentällä ei voida vertailla keskenään lannoitetun ja lannoittamattoman

Taulukko 2. Eri ajankohtina lannoitetun puuston keskimääräinen sädekasvu Karvian koekentällä. Yhdistetty aineisto.

Table 2. Mean radial growth of tree stand fertilized at different times of the year. Karvia experimental field. Whole material.

Tunnus Characteristic	Lannoituskuukausi – Month of fertilization												Keskiarvo Mean
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sädekasvu, mm/v Radial growth, mm/yr.	0,90	0,88	1,00	0,86	1,07	1,00	1,27	1,17	1,20	1,14	1,22	1,10	1,07
Suhteellinen kasvu Relative growth	84	82	94	81	100	94	119	110	112	107	114	103	100



Kuva 2. Puuston keskimääräinen sädekasvu eri vuosina lannoituksen jälkeen Karvian koekentällä.

Fig. 2. Mean radial growth of tree stand in different years after fertilization. Karvia experimental field.

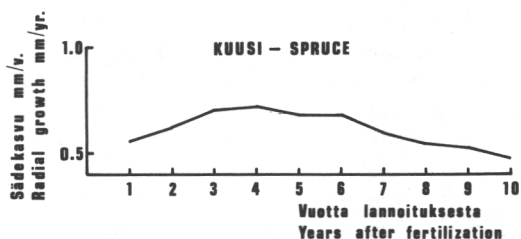
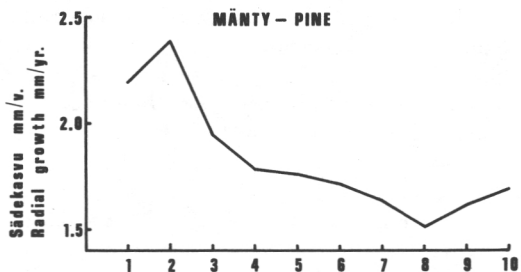
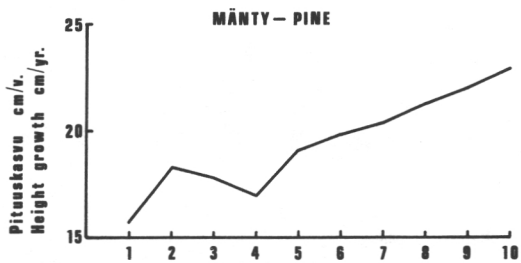
puuston kasvua, antaa kuva 2 käsityksen lannoituksen aiheuttaman puuston kasvunlisäyksen suuruudesta. Kuvasta havaitaan, että koepuiden sädekasvu lisääntyi aluksi jyrkästi lannoituksen jälkeen ja oli suurimmillaan 3. ja 4. lannoitusta seuraavana vuotena. Tämän jälkeen puiden sädekasvu pieneni, mutta jäi kuitenkin selvästi korkeammalle tasolle kuin ensimmäisenä lannoituksen jälkeisenä vuotena.

### Kivalon koekenttä

Lannoitusajankohdan vaikutus puuston kasvuun oli Kivalon koekentällä kuusen sädekasvu lukuunottamatta tilastollisesti merkitsevä (liitetaulukko 2). Tulokset eivät kuitenkaan anna mm. suuresta hajonnasta johtuen kovin selvää kuvaa eri ajankohtien välisistä eroista (taulukko 3). Levitettäessä lannoite marras-toukokuun ai-

Taulukko 3. Eri ajankohtina lannoitetun puuston keskimääräinen kasvu Kivalon koekentällä.  
Table 3. Mean growth of tree stand fertilized at different times of the year. Kivalo experimental field.

Tunnus Characteristic	Lannoituskuukausi – Month of fertilization												Keski- arvo Mean
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Mänty, PK-lannoitus – Pine, PK-fertilization													
Pituuskasvu, cm/v Height growth, cm/yr.	18,3	18,0	18,1	19,9	18,6	18,8	19,6	19,5	20,4	18,6	18,6	20,1	19,0
Suhteellinen kasvu Relative growth	96	95	95	105	98	99	103	102	107	98	98	106	100
Sädekasvu, mm/v Radial growth, mm/yr.	1,83	1,28	1,55	1,71	1,43	1,63	1,79	1,63	1,61	1,55	1,68	1,89	1,63
Suhteellinen kasvu Relative growth	112	78	95	105	88	100	110	100	99	95	103	116	100
Mänty, NPK-lannoitus – Pine, NPK-fertilization													
Pituuskasvu, cm/v Height growth, cm/yr.	18,8	18,2	18,7	19,2	19,3	19,4	20,5	19,5	19,7	20,6	21,2	18,8	19,5
Suhteellinen kasvu Relative growth	96	93	96	99	99	100	105	100	101	106	109	96	100
Sädekasvu, mm/v Radial growth, mm/yr.	2,00	1,87	1,76	1,71	1,38	1,62	1,75	2,60	1,54	1,94	1,67	1,92	1,81
Suhteellinen kasvu Relative growth	110	103	97	94	76	89	97	143	85	107	92	106	100
Kuusi, PK-lannoitus – Spruce, PK-fertilization													
Sädekasvu, mm/v Radial growth, mm/yr.	0,63	0,64	0,62	0,62	0,68	0,63	0,63	0,63	0,64	0,62	0,61	0,62	0,63
Suhteellinen kasvu Relative growth	100	101	98	98	108	100	100	100	101	98	97	98	100
Pohjapinta-alan kasvu, m <sup>2</sup> /ha/v – Growth of basal area, m <sup>2</sup> /ha/yr.	0,184	0,166	0,168	0,181	0,167	0,190	0,191	0,192	0,176	0,178	0,201	0,162	0,180
Suhteellinen kasvu Relative growth	102	92	93	101	93	106	106	107	98	99	112	90	100
Kuusi, NPK-lannoitus – Spruce, NPK-fertilization													
Sädekasvu, mm/v Radial growth, mm/yr.	0,60	0,65	0,62	0,62	0,59	0,58	0,62	0,57	0,60	0,60	0,58	0,61	0,60
Suhteellinen kasvu Relative growth	100	108	103	103	98	96	103	95	100	100	96	101	100
Pohjapinta-alan kasvu, m <sup>2</sup> /ha/v – Growth of basal area, m <sup>2</sup> /ha/yr.	0,205	0,197	0,165	0,179	0,204	0,203	0,190	0,192	0,186	0,205	0,192	0,189	0,192
Suhteellinen kasvu Relative growth	107	102	86	93	106	106	99	100	97	107	100	98	100



Kuva 3. Puuston keskimääräinen pituus- ja sädekasvu eri vuosina lannoituksen jälkeen Kivalon koekentällä.

Fig. 3. Mean height and radial growth of tree stand in different years after fertilization. Kivalo experimental field.

kana lumikerroksen pintaan jäi puuston kasvu keskimäärin jonkin verran heikommaksi kuin kesä-lokakuussa lannoitetuilla koealoilla. Jos puuston kasvun keskiarvoa kesä-lokakuussa lan-

noitetuilla koealoilla merkitään 100:lla, on mar-ras-toukokuussa lannoitetun puuston suhteellinen kasvu Kivalon koekentän eri osa-aineistoissa seuraavan asetelman mukainen:

	Pituus- kasvu	Säde- kasvu	Pohjajapin- ta- alan kasvu
Mänty, PK-lannoitus	96,8	98,9	—
Mänty, NPK-lannoitus	96,2	93,1	—
Kuusi, PK-lannoitus	—	100,2	94,7
Kuusi, NPK-lannoitus	—	102,7	97,4

Eri lannoitusajankohtien väliset erot ovat pieniä etenkin sen vuoksi, että puusto on elpynyt sängen heikosti lannoituksen vaikutuksesta Kivalon koekentällä. Puut eivät ole pystyneet sen paremmin männikössä kuin kuusikosakaan ottamaan täysitehoisesti lannoituksessa annettuja ravinteita. Edellisessä tutkimusmetsikössä puusto oli pääasiassa harvahkoa männyn-taimistoa, minkä lisäksi ojituksen tehokkuus oli vähäinen. Kuusikossa puuston elpymiskyky taas oli varsin heikko, mitä osoittaa mm. hidas kasvu lannoitushetkellä. Kuvasta 3 nähdään, että lannoituksen aiheuttama puuston pituus- ja sädekasvun muutos oli Kivalossa vähäinen ja huomattavasti heikompi kuin Karvian koekentällä (vrt. kuva 2).

Vuonna 1972 Kivalon männikössä suoritetun väli-inventoinnin tulokset osoittavat, että lannoituksen kokonaisvaikutus jäi todella vähäiseksi. NPK-lannoitus lisäsi puuston kasvua levitysajankohdan ollessa touko-, kesä-, heinä- tai syyskuu. Lannoittamattoman puuston keskimääräinen pituuskasvu oli vuosina 1966–1971 kaikkiaan 21,4 cm/v ja lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys 0,4–1,0 cm/v. Lannoitusvaikutuksen kesto-aika oli vain 4 vuotta (ks. liitetaulukko 3). PK-lannoitus antoi keskimäärin 0,3 cm/v pienemmän puuston pituuskasvun lisäyksen kuin NPK-lannoitus.

## TULOSTEN TARKASTELUA

Käsillä olevan tutkimuksen aineisto kerättiin samoilta koekentiltä, joilta saadut ennakkotulokset lannoitteiden levitysajankohdan vaikutuksesta lannoitusreaktioon on jo julkaistu. Aikaisemman tutkimuksen mukaan nopealiukoisten PK- ja NPK-lannoitteiden aiheuttama kasvunlisäys jää talvella lannoitettaessa pienemmäksi kuin suoritettaessa lannoitus lumettomalle maalle (Paavilainen 1969). Tämä ennakkotuloksiin perustuva käsitys vahvistui koekaiden loppumittauksessa. Karvian koekentällä, jossa puuston elpymiskyky oli verraten hyvä, koepuiden sädekasvu oli talvilevitystä käytettäessä 8 vuoden aikana lannoituksen jälkeen keskimäärin lähes 20 % pienempi kuin lumettomana aikana lannoitettujen koealojen puiden sädekasvu. Tulosten yleinen suunta oli sama myös Kivalon koekentällä, mutta talvella ja lumettomana aikana lannoitettujen puiden kasvun välinen ero oli vain muutaman prosentin suuruinen. Lannoitusajankohtien välille olisi ilmeisesti tullut kummallakin koekentällä vielä suurempi ero, jos olisi voitu vertailla lannoituksen aiheuttamia kasvunlisäyksiä, mutta tämä ei ollut mahdollista lannoittamattomien koealojen puuttuessa.

Tutkimus ei antanut mm. tulosten suuren hajonnan vuoksi varmaa käsitystä, mikä on nopealiukoisten PK- ja NPK-lannoitteiden edullisin levitysajankohta lumettomana aikana. Karvian koekentältä saatujen tulosten perusteella näyttää kuitenkin siltä, että lannoitus loppukesällä ja syksyllä lisää enemmän puiden kasvua kuin touko-kesäkuussa annettava lannoitus. Vastaavaan tulokseen ovat tulleet myös Karsisto (1967) turvemaalla sekä Johansson ja Ågren (1966) kangasmaalla suorittamissaan

tutkimuksissa. Syyslevityksen edullinen vaikutus on hyvin ymmärrettävissä, kun otetaan huomioon, että syksyllä mm. suuri osa pintakasvillisuudesta on jo lakastunut ja sen kilpailu ravinteista on näin ollen paljon heikompaa kuin kesällä. Pintakasvillisuuteenhan sitoutuu huomattava osa lannoituksessa annetuista ravinteista jo ensimmäisen kasvukauden aikana (mm. Björkman ym. 1967, Nömmik ja Popovic 1971, Paavilainen 1973).

Tulosten mukaan levitysajankohdan vaikutus vaihteli eri vuosina. Kun tämän vaihtelun voitiin olettaa johtuneen hajonnan lisäksi etenkin levitysjän sääoloista, pyrittiin selvittämään lannoituksen aiheuttaman kasvureaktion riippuvuutta lumikerroksen paksuudesta levitysaikana sekä kesällä sateen määrästä 14 vrk:n aikana ennen lannoitusta ja sen jälkeen. Lannoituksen jälkeisen puuston kasvun ja levitystä edeltäneiden 14 vrk:n sademäärän välillä todettiinkin olleen merkitsevä positiivinen korrelaatio. Kun laskenta koski kuitenkin vain pientä osa-ainestoa, on tulokseen syytä suhtautua varovaisesti. Nopealiukoisten lannoitteiden osalta olisikin tarpeen edelleen selvittää lannoitusreaktion ja sääolojen välistä vuorosuhdetta ja varsinkin nyt avoimeksi jäänyttä kysymystä, miten lannoituksen vaikutus on riippuvainen lumikerroksen paksuudesta levitysaikana.

Tässä yhteydessä on syytä korostaa, että lannoitusajankohdan vaikutus – ja lannoituksen vaikutus yleensäkin – jäi vähäiseksi, jos puuston elpymiskyky oli heikko ja ojitus puutteellinen. Käytännön lannoituskohteita valittaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota puuston laatuun sekä siihen, että ojituksen tehokkuus on riittävä.

## KIRJALLISUUS

- BJÖRKMAN, E., LUNDBERG, G. & NÖMMIK, H. 1967. Distribution and balance of  $^{15}\text{N}$  labelled fertilizer nitrogen applied to young pine trees (*Pinus silvestris* L.). Stud. For. Suec. 48: 1–23.
- ERKÉN, T. & FRICK, P.-E. 1969. Kvävegödsling på snö och barmark. Institutet för Skogsförbättring. Information 1/1969/70.
- FRIBERG, R. 1974. Resultat från årtidsgödslingsförsök. Institutet för Skogsförbättring. Information 5/1973/74.
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1970. Lannoitteen levitysaikojen vaikutus suometsissä. Leipä leveys- ja korkeusmittaus. Metsätal. 1: 22–24.
- JOHANSSON, B. & ÅHGREN, A. 1966. Gödslings-effekt och spridningstidpunkt. Skogen 5: 111–113, 126.
- KARSISTO, K. 1967. Eri ajankohtina annetun NPK-lannoituksen aiheuttamista reaktioista rämeen mätymisessä. (English summary). Suo 4: 7 s.
- 1974. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 13: 1–33.
- 1975. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumen. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 7: 1–20.
- & RAVELA, H. 1971. Washing away of phosphorus and potassium from areas drained for forestry and topdressed at different times of the year. Acta Agr. Fenn. 123: 54–69.
- KUUSELA, K. 1966. A basal area-mean tree method in forest inventory. Seloste: Pohjapinta-alakeski-puumenetelmä metsien inventoinnissa. Commun. Inst. For. Fenn. 61 (2): 1–30.
- LEVULA, T. 1976. Urean levitysaikojen vaikutus Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 13: 1–10.
- MÖLLER, G. 1974. Val av gödselmedel och gödslings-tidpunkt. Skogen 3: 80–89.
- NÖMMIK, H. & POPOVIC, B. 1971. Recovery and vertical distribution of  $^{15}\text{N}$  labelled fertilizer nitrogen in forest soil. Stud. For. Suec. 92: 1–20.
- PAARLAHTI, K. 1967. Lannoitusajan vaikutus rämemännikön kasvureaktioihin. Summary: Influence of the time of fertilization on the growth reactions in a pine stand on peat soil. Commun. Inst. For. Fenn. 63 (4): 1–20.
- & RAVELA, H. 1973. Kuutiomäärän, kasvun ja puutavaralajijakautuman laskennan ATK-ohjelma. Moniste. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto.
- PAAVILAINEN, E. 1969. Tutkimuksia levitysaikojen vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. Summary: Influence of the time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. Folia For. 75: 1–24.
- 1973. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using  $^{15}\text{N}$  labelled urea. Influence of peat thickness and application time. Seloste: Tutkimuksia turpeen paksuuden ja levitysaikojen vaikutuksesta männyn lannoitetyypin ottoon. Commun. Inst. For. Fenn. 79 (2): 1–47.
- 1975. Urea suometsien lannoitteena. Metsä ja Puu 12: 26–27.
- SALONEN, K. 1973. Eri vuodenaikoina annetun typpilannoituksen vaikutuksesta kangasmetsissä. Summary: On the response of mineral-soil forests to nitrogen application during different seasons of the year. Suo 6: 99–105.
- VIRO, P.J. 1963. Metsän lannoittaminen talvella. Summary: Forest fertilization in winter. Metsätal. Aikakausi. 1: 6–12.
- 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. Selostus: Metsän lannoituksen vaikutuksen arvioiminen. Commun. Inst. For. Fenn. 59 (3): 1–42.
- 1970. Time and effect of forest fertilization. Commun. Inst. For. Fenn. 70 (5): 1–17.

Liitetaulukko 1. Eri tekijöiden vaikutuksen merkitsevyys puuston sädekasvuun nähden Karvian koekentällä.  
 Appendix table 1. Statistical significance of effect of different factors on radial growth. Karvia experimental field.

$x_1$  = lannoituskuukausi – month of fertilization,  $x_2$  = aika lannoituksesta – years after fertilization,  $z_1$  = koepuiden keskimääräinen sädekasvu ennen lannoitusta – mean radial growth of sample trees before fertilization.

Lannoitus Fertilization		Muuttuja – Variable				
Kuukausi Month	Vuosi Year	$x_1$	$x_2$	$z_1$	$z_1^2$	$100 \cdot R^2$
		F-arvo – F-value				
2–6	1965	9,88 <sup>***</sup>	20,80 <sup>***</sup>	6,00 <sup>*</sup>	5,27 <sup>x</sup>	64,7
7–12	1965	11,60 <sup>***</sup>	37,26 <sup>***</sup>	4,54 <sup>*</sup>	6,52 <sup>*</sup>	58,9
1–6	1966					
7–12	1966	5,34 <sup>***</sup>	28,94 <sup>***</sup>	5,40 <sup>*</sup>	5,50 <sup>*</sup>	51,0
1–6	1967					
7–12	1967	1,45	14,13 <sup>***</sup>	5,36 <sup>*</sup>	5,59 <sup>*</sup>	48,0
Koko aineisto Whole material		20,47 <sup>***</sup>	84,95 <sup>***</sup>	11,13 <sup>***</sup>	–	51,2

Liitetaulukko 2. Eri tekijöiden vaikutuksen merkisevyys puuston kasvuun nähdyn vuosina 1967–1975 Kivalon koekentällä.  
*Statistical significance of effect of different factors on growth in 1967–1975. Kivalo experimental field.*  
 $x_1$  = lannoituskausi – month of fertilization,  $x_2$  = lannoitus (PK, NPK) – fertilization (PK, NPK),  $x_3$  = aika lannoituksesta – years after fertilization,  $z_1$  = kasvu ennen lannoitusta – growth before fertilization,  $z_2$  = koepuiden keskimääräinen pituus (läpimitta, pohjapinta-ala) lannoitettaessa – mean height (diameter, basal area) of sample trees at the time of fertilization.

Tunnus Characteristics	Muuttujia – Variable										$100 \cdot R^2$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_2 \cdot x_1$	$z_1$	$z_2$	$z_1^2$	$z_2^2$			
Männyn pituuskasvu Height growth of pine	6,69***	5,26*	110,83***	5,82***	730,83***	21,45***	149,68***	32,13***	74,2		
Männyn sädekasvu Radial growth of pine	11,26***	29,01***	34,90***	6,27***	66,73***	–	–	–	65,4		
Kuusen sädekasvu Radial growth of spruce	1,74	23,37***	80,59***	1,87*	5974,79***	10,65**	–	–	92,0		
Kuusen pohjapinta-alan kasvu Growth of basal area of spruce	5,60***	34,14***	38,84***	4,68***	3932,52***	7,24**	–	–	89,8		

Liitetaulukko 3. Eri tekijöiden vaikutuksen merkitsevyys puuston pituuskasvuun nähdän vuosina 1966–1971 Kivalon männikössä.

Appendix table 3. Statistical significance of effect of different factors on height growth during period 1966–1971. Kivalo pine stand.

$x_1$  = lannoitus (0, PK, NPK) – fertilization (0, PK, NPK),  $x_2$  = lannoituskuukausi – month of fertilization,  $z_1$  = koepuun pituus lannoitettaessa – height of sample tree at the time of fertilization,  $z_2$  = koepuun kasvu ennen lannoitusta – growth of sample tree before fertilization.

Vuosi Year	Muuttuja – Variable							
	$x_1$	$x_2$	$x_2 \cdot x_1$	$z_1$	$z_2$	$z_1^2$	$z_2^2$	$100 \cdot R^2$
	F-arvo – F-value							
1966	14,69 <sup>***</sup>	1,51	1,51	9,83 <sup>**</sup>	61,23 <sup>***</sup>	1,07	9,54 <sup>**</sup>	93.0
1967	6,23 <sup>***</sup>	2,85 <sup>**</sup>	2,85 <sup>**</sup>	0,75	71,69 <sup>***</sup>	12,37 <sup>***</sup>	1,27	88.9
1968	78,55 <sup>***</sup>	4,76 <sup>***</sup>	4,76 <sup>***</sup>	24,37 <sup>***</sup>	91,82 <sup>***</sup>	32,74 <sup>***</sup>	34,24 <sup>***</sup>	86.7
1969	17,04 <sup>***</sup>	3,71 <sup>***</sup>	3,71 <sup>***</sup>	2,74	21,32 <sup>***</sup>	1,70	4,78 <sup>*</sup>	79.5
1970	2,19	1,79	1,79	1,85	27,95 <sup>***</sup>	10,83 <sup>**</sup>	3,04	67.8
1971	0,16	2,86 <sup>**</sup>	2,86 <sup>**</sup>	0,05	32,69 <sup>***</sup>	4,15 <sup>*</sup>	0,61	79.6

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0263-6  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Abstract: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands. Folia For. 300: 1-16.

The growth increase given by easily-soluble PK and NPK fertilizers was on peatlands smaller when fertilization was carried out during the winter than at other times of the year.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0263-6  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Abstract: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands. Folia For. 300: 1-16.

The growth increase given by easily-soluble PK and NPK fertilizers was on peatlands smaller when fertilization was carried out during the winter than at other times of the year.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0263-6  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Abstract: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands. Folia For. 300: 1-16.

The growth increase given by easily-soluble PK and NPK fertilizers was on peatlands smaller when fertilization was carried out during the winter than at other times of the year.

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

ODC 237.4  
ISBN 951-40-0263-6  
ISSN 0015-5543

PAAVILAINEN, E. 1977. Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjankohdasta turvemaalla. Abstract: Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands. Folia For. 300: 1-16.

The growth increase given by easily-soluble PK and NPK fertilizers was on peatlands smaller when fertilization was carried out during the winter than at other times of the year.

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



- 1976 No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mälkönen: 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 Metsätalastollinen 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 Rikkinen: 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-menetelmä.  
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 vioittajana 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.
- 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 Metsätalostollinen 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 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 kasvukyvystä. On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Hoppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levityssajankohdasta 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: Talvikittyypin 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.