

## ERI VUODENAIKOINA ANNETUN TYPPILANNOITUKSEN VAIKUTUKSESTA KANGASMETSISSÄ

### ON THE RESPONSE OF MINERAL-SOIL FORESTS TO NITROGEN APPLICATION DURING DIFFERENT SEASONS OF THE YEAR

Tähänastiset tietomme typpilannoituksen ajankohdan vaikutuksesta puiden kasvuun ovat verraten niukkoja. Paavilaisen (1969) mukaan typpilannoituksen vaikutus on turve- mailla lumelle levitettynä heikompi kuin sulalle maalle levitettynä. Vaikutus heikkenee hänen mukaansa lumikerroksen paksuuntuessa. Kangasmetsissä suorittamisessa varhaisemmissa lannoituskokeissa Viro (1965) sai 20.5. – 13.6. välisenä aikana suoritetuilla typpilannoituksilla huomattavasti paremmat tulokset kuin 7.7. – 7.8. välisenä aikana suoritetuilla. Myöhemmin (1970) Typpirikkaalla Y-lannoksella huhti-, touko-, kesä-, heinä- ja elokuussa suorittamisessa lannoituksissa hän sai kaikilla levitysaajoilla tilastollisesti merkitsevän kasvunlisäyksen. Paras levitysaika männyllä oli toukokuu ja kuusella elokuu. Ruotsalaiset Johansson ja Åhgren (1966) saivat urealannoituksella meikäläistä VT:tä vastaavassa männyin taimistossa parhaan tuloksen loka-marraskuun levityksellä. Lannoitukset suoritettiin joka kuukausi ympäri vuoden. Holmen ja Nörmik (1968) totesivat kaikkien kevään ja kesän aikana annettujen typpilannoitusten lisänneen neulasten typpipitoisuutta. Syyslannoituksissa nitraatti lisäsi neulasten typpipitoisuutta männyllä vähemmän kuin ammonium- tai urea-typpi eikä kuusella lainkaan. Talvilannoituksissa nitraatti ei lisännyt kummankaan puulajin neulasten typpipitoisuutta. Männyin neulasten typpipitoisuus sen sijaan lisääntyi muita typpimuotoja käytettäessä. Korzitski (1972) suoritti maaliskuu-, touko-, heinä-, elo-, syys-, loka- ja joulukuussa urealannoituksen 15-vuotiaassa VT-männyntaimistossa. Neulasten painon perusteella arvioituna osoittautui syyskuu parhaaksi levitysaajaksi. Huonoin tulos tuli maaliskuun levityksellä.

Baule (1973) mukaan suoritetaan USA:

ssa ja Kanadassa urealannoitus käytännön metsälannoituksessa syys- ja talvikauden aikana. Seuraavassa selostetaan erään metsähallituksen maille perustetun typen levitysaikakokeen tuloksia.

#### KOEJÄRJESTELYT

Syksyllä 1968 päätettiin metsähallinnon lisälmen itäiseen sekä Koitereen, Nurmeksen ja Valtimon hoitoalueisiin yhteensä 10 lannoituskoea. Kussakin kokeessa oli 7 koejäsentä kahtena toistona (14 ruutua). Yhteensä koe käsitti siis 140 ruutua. Koejäsenet olivat seuraavat:

- 1 Lannoittamaton
- 2 Urea toukokuussa 1969
- 3 Oulunsalpietari toukokuussa 1969
- 4 Urea marraskuussa 1968
- 5 Oulunsalpietari marraskuussa 1968
- 6 Urea helmikuussa 1969
- 7 Oulunsalpietari helmikuussa 1969

Puhdasta typpeä käytettiin lannoituksessa 100 kg/ha. Ruutukoko oli 40 x 40 m. Ruutujen väliin jätettiin 10 m levyinen lannoittamaton vaippa. Koealueita koskevat tiedot on esitetty taulukossa I. Taulukon mukaan ovat koealueet sijainneet keskimääräistä karummilla mailla.

Tammikuussa 1970 otettiin ruuduilta neulasnäytteet, joiden typpipitoisuus määritettiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä.

Syksyllä 1972 suoritettiin koeruutujen mitaus pohjapinta-ala keskipuomenetelmällä. Jokaisesta puusta mitattiin rinnankorkeusläpimita. Lisäksi otettiin ruudun keskeltä 30 x 30 m suuruinen koeala, jonka kulmista ja keskeltä otettiin relaskoopilla yhteensä 18–20 koepuuta. Näistä mitattiin rinnankorkeusläpimita, läpimita 6 m korkeudelta, pituus sekä 3 ja 4 vuoden latvakasvainten pituus. Koeapuista otettiin myös rinnankorkeudelta kairanlastu.

Taulukko 1. Tiedot koealueista lannoitushetkellä.

Table 1. General data concerning the experimental areas at time of application.

Kokeen no	Kunta	Metsätyyppi	Puulaji	Ikä v.	Kuutiomäärä kuorineen k-m <sup>3</sup>
Block no	Parish	Forest site type	Tree species	Age, yr	Volume o.b., m <sup>3</sup>
1	Sotkamo	VT	Mänty — <i>Pine</i>	70	150
2	Sotkamo	MT-VT	Kuusi — <i>Spruce</i>	130	230
3	Valtimo	MT-VT	Kuusi — <i>Spruce</i>	90	170
4	Rautavaara	MT-VT	Kuusi — <i>Spruce</i>	120	220
5	Nurmes	CT	Mänty — <i>Pine</i>	90	100
6	Nurmes	CT	Mänty — <i>Pine</i>	120	190
7	Ilomantsi	CT	Mänty — <i>Pine</i>	40	50
8	Ilomantsi	CT	Mänty — <i>Pine</i>	70	120
9	Pielisjärvi	VT	Kuusi — <i>Spruce</i>	90	230
10	Pielisjärvi	MT-VT	Kuusi — <i>Spruce</i>	50	60

## TULOKSET

## Neulasanalyysi

Neulasten typpipitoisuus yhden kasvukauden jälkeen levityksestä eri levityspaikkoja käytettäessä on esitetty taulukossa 2. Kukin luku on saatu 10 koeruudun keskiarvona. Tulosten mukaan saatiin sekä männyllä että kuusella

Taulukko 2. Neulasanalyysitulokset yhden kasvukauden jälkeen.

Table 2. Results from needle analyses after one growing season.

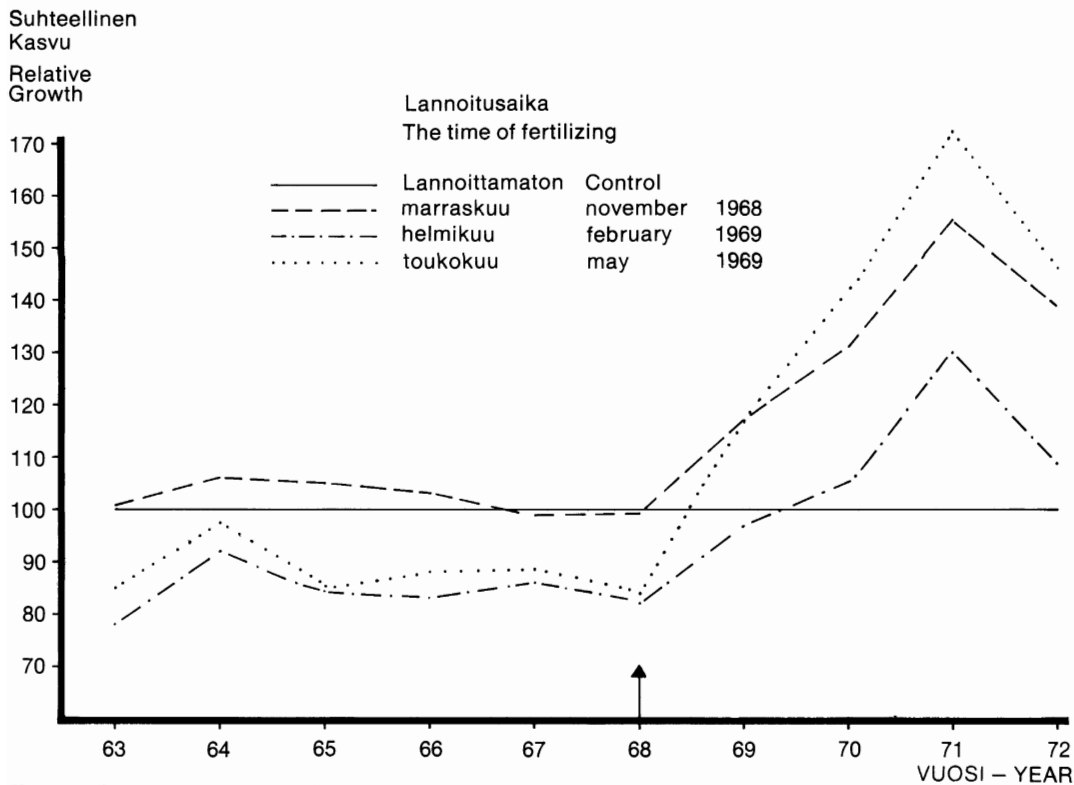
Lannoitus Application	Neulasten typpipitoisuus (N) % Nitrogen content in needles (N), %	
	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>
Lannoittamaton <i>Unfertilized</i>	1.06	0.86
Urea marraskuu 1968 <i>Urea, November</i>	1.21	1.10
Oulunsalpietari marraskuu 1968 <i>Calcium-ammonium saltpeter, November</i>	1.27	1.16
Urea helmikuu 1969 <i>Urea, February</i>	1.27	1.03
Oulunsalpietari helmikuu 1969 <i>Calcium-ammonium saltpeter, February</i>	1.17	1.08
Urea toukokuu 1969 <i>Urea, May</i>	1.16	1.00
Oulunsalpietari toukokuu 1969 <i>Calcium-ammonium saltpeter, May</i>	1.46	1.28

kaikilla levitysaajoilla tilastollisesti erittäin merkitsevä neulasten typpipitoisuuden lisääntyminen lannoittamattomiin ruutuihin verrattuna Oulunsalpietarin toukokuun levitys on lisännyt neulasten typpipitoisuutta sekä männyllä että kuusella erittäin merkitsevästi marras- ja helmikuun levitystä enemmän. Urealle toukokuun levitys sitävastoin on lisännyt neulasten typpipitoisuutta muita levitysaikoja vähemmän. Ero on männyllä tilastollisesti erittäin merkitsevä ja kuusellakin merkitsevä. Oulunsalpietaria käytettäessä lisäsi helmikuun levitys kuusella neulasten typpipitoisuutta vähemmän kuin touko- ja marraskuun levitys. Männyllä ei saatu tilastollisesti merkitseviä eroja eri levitysaikojen välillä.

## Pohjapinta-alan kasvu

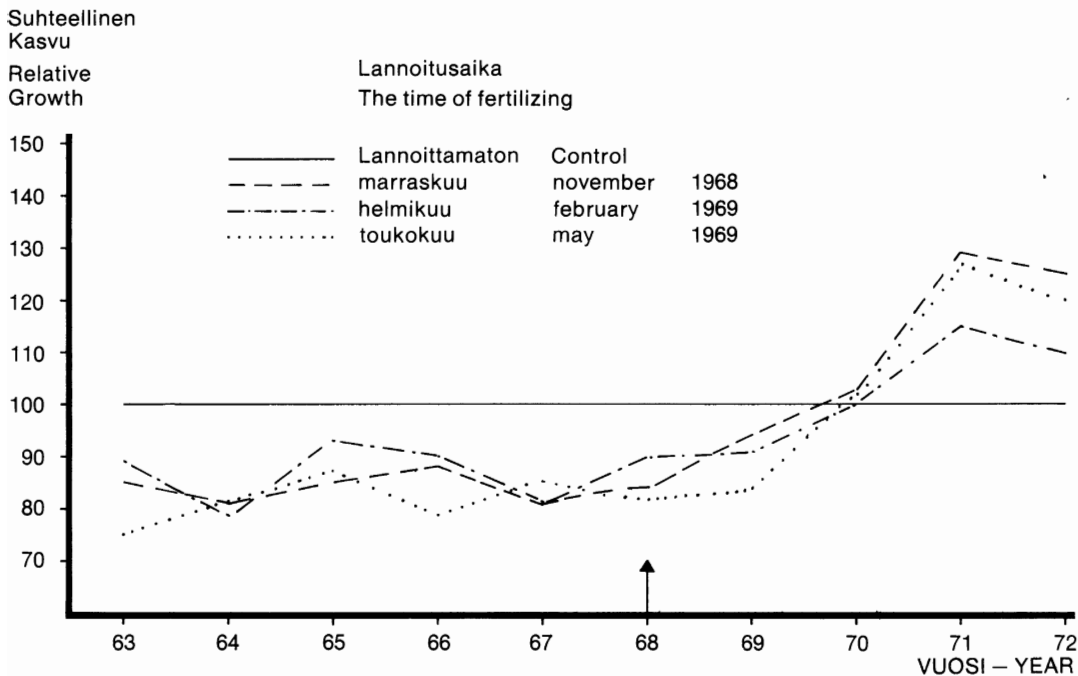
Kuvassa 1 on esitetty Oulunsalpietarilla saatu pohjapinta-alan suhteellinen kasvunlisäys männiköissä eri levitysaikoja käytettäessä. Sen mukaan on Oulunsalpietarilla keväällä suoritettu lannoitus antanut selvästi marras- ja helmikuun levityksiä suuremman pohjapinta-alan kasvunlisäyksen. Viimeksi mainitut levitysaikatkin ovat lisänneet kuitenkin pohjapinta-alan kasvua selvästi. Marras- ja helmikuun levitysten kesken ei silmävaraisen tarkastuksen perusteella ole männyllä eroja, kun otetaan huomioon koeruutujen erilainen kasvu ennen lannoitusta.

Kuvan 2 mukaan kaikki Oulunsalpietarin levitysaikat ovat lisänneet myös kuusen pohjapinta-alan kasvua, helmikuun levitys kuitenkin selvästi muita huonommin. Verrattaessa keskenään männyllä (kuva 1) ja kuusella (kuva 2) saatuja pohjapinta-alan kasvuja voidaan todeta, että kuusi on reagoinut kaikilla levityskerroilla selvästi mäntyä heikommin.



Kuva 1. Eri aikoina suoritetuilla Oulunsalpietarilannoituksilla aikaansaatu pohjapinta-alan suhteellinen kasvunlisäys männiköissä.

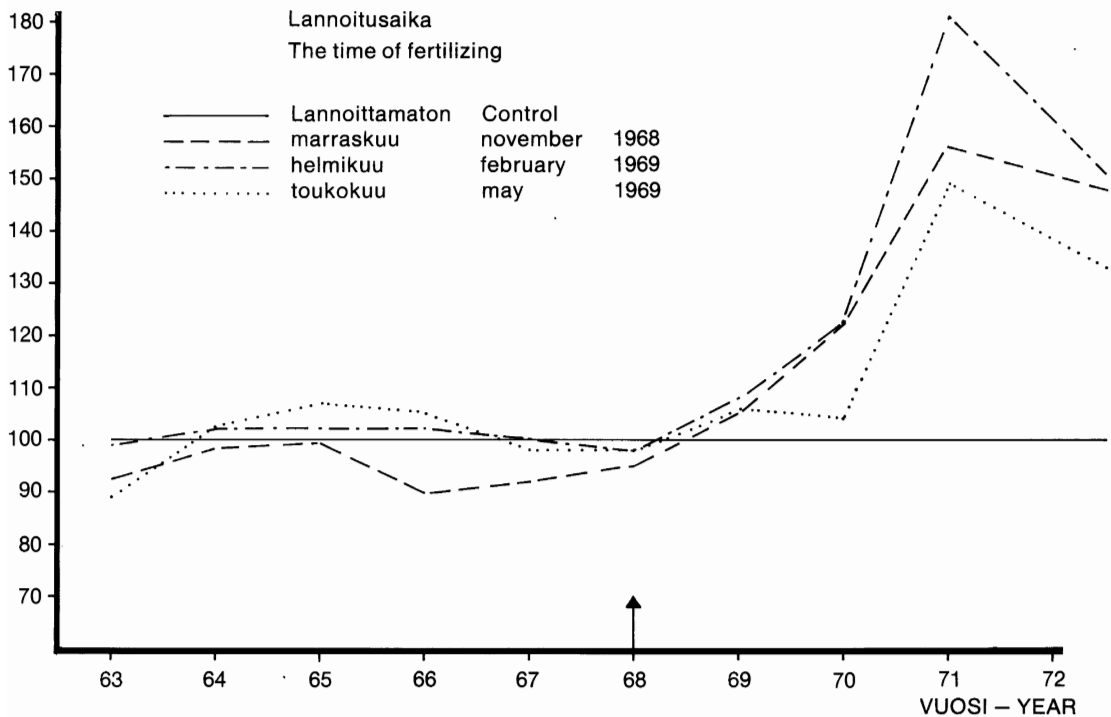
*Fig. 1. Relative increase in the basal area of pine stands after application of calcium-ammonium salt peter at various times.*



Kuva 2. Eri aikoina suoritetuilla Oulunsalpietarilannoituksilla aikaansaatu pohjapinta-alan suhteellinen kasvunlisäys kuusikoissa.

*Fig. 2. Relative increase in the basal area of spruce stands after application of calcium-ammonium salt peter at various times.*

Suhteellinen  
Kasvu  
Relative  
Growth



Kuva 3. Eri aikoina suoritetulla urealannoituksella aikaansaatu pohjapinta-alan suhteellinen kasvunlisäys männiköissä.

Fig. 3. Relative increase in the basal area of pine stands after application of urea at various times.

Kuvan 3 mukaan urea on lisännyt männiköissä pohjapinta-alan kasvua selvästi kaikilla levitysaajoilla. Toukokuun levitys näyttää jääneen marras- ja helmikuun levityksiä heikommaksi. Kun kuusikoissa (kuva 4) otetaan huomioon toukokuun levitysrutujen korkeampi lähtötaso, on todettava, että ureaa käytettäessä ei eri levitysaikojen kesken ole syntynyt selviä eroja. Myös ureaa käytettäessä ovat männiköt (kuva 3) reagoineet lannoitukseen paremmin kuin kuusikot (kuva 4).

#### Kuutiokasvu

Kuvassa 5 on esitetty lannoitusjakson (4 v.) aikana eri lannoitusajoilla saatu vuotuisen kuutiokasvun lisääntyminen. Tulosten mukaan männyllä on saatu selvästi paras tulos käytettäessä Oulunsalpietaria toukokuussa. Helmikuussa annettu Oulunsalpietari on sitä vastoin antanut männyllä verraten heikon tuloksen, kuten marraskuun levityskin.

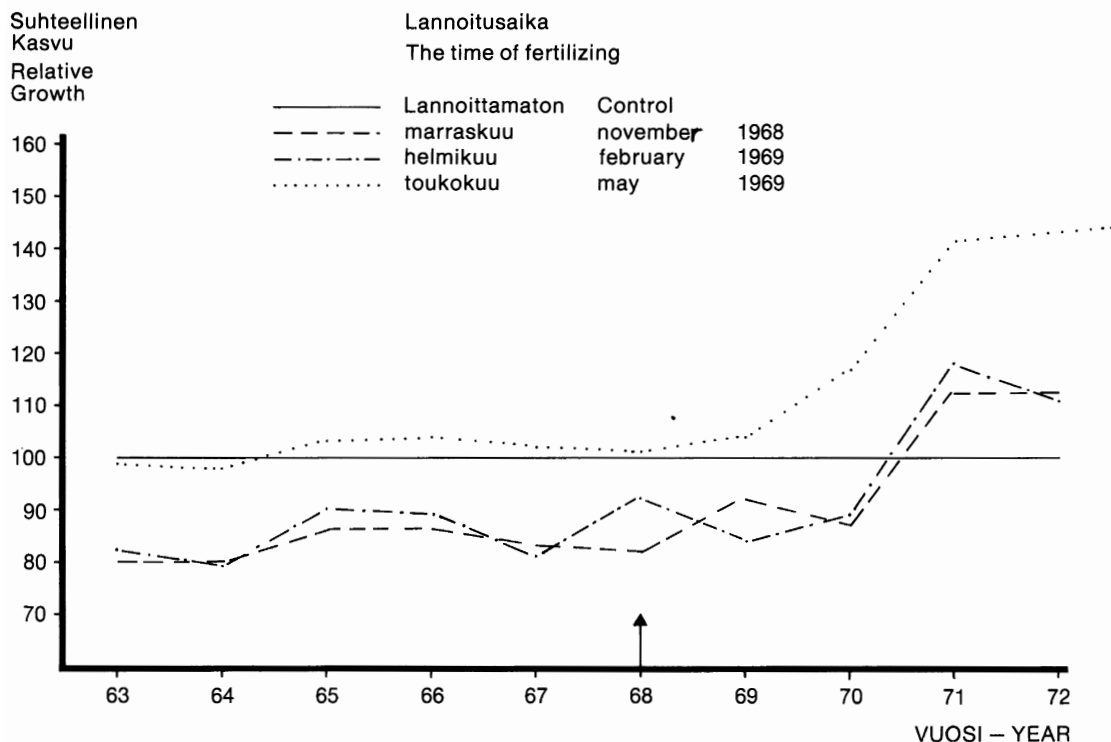
Kuusella ovat touko- ja marraskuun levitykset Oulunsalpietarilla antaneet suunnilleen saman ja selvästi helmikuun levitystä paremman tu-

loksen.

Ureaa käytettäessä on toukokuun levitys jäänyt männyllä hyvin selvästi marras- ja helmikuun levitystä heikommaksi. Kuusella tilanne sitä vastoin näyttää päinvastaiselta.

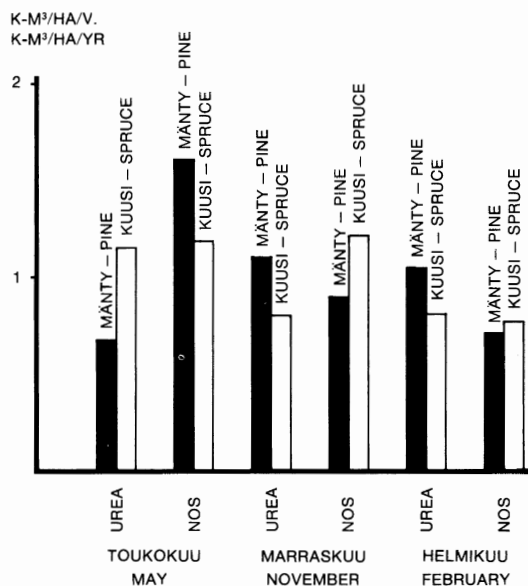
#### TARKASTELU

Nyt saatuja koetuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että ne on saatu keskimääräistä karummissa kangasmetsissä. Tuloksia ei sellaisenaan voi yleistää kaikkia metsämaita koskeviksi. Kuutiomäärälliset kasvunlisäykset olisivat ilmeisesti olleet vähän paremmilla metsätyypeillä nyt saatuja suuremmat (ks. esim. Viro 1967). Verraten alhaiseen keskimääräiseen vuotuisen lannoituksen antamaan kasvunlisäykseen vaikuttaa oleellisesti myös se, että käytetty typpimäärä oli vain 100 kg/ha. Monissa aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu kasvun lisääntyvän voimakkaasti typpimäärän noustessa (esim. Ericson *et al.* 1971, Viro, 1972). Esillä olevassa tutkimuksessa kuutiokasvut on laskettu vain neljän lannoituksen jälkeisen kasvukauden keskiarvona. Kun kuu-



Kuva 4. Eri aikoina suoritetulla urealannoituksella aikaansaatu pohjapinta-alan suhteellinen kasvunlisäys kuusi-koissa.

Fig. 4. Relative increase in the basal area of spruce stands after application of urea at various times.



Kuva 5. Eri aikoina annetun lannoituksen aikaansaama keskimääräinen vuotuinen kasvunlisäys. NOS = Oulunsalpietari.

Fig. 5. Average annual increase in growth due to nitrogen fertilization at various times of the year. NOS = calcium-ammonium salt peter.

tiokasvua ei havupuilla vielä lannoitusvuotena juuri lainkaan tapahdu, merkitsee tämä sitä, että neljän vuoden kuutiokasvussa on mukana vain kolme sellaista vuotta, joina kuutiokasvu on lannoituksen vaikutuksesta lisääntynyt.

Esillä oleva tutkimus käsittää vain yhden kasvukauden edellä suoritetuilla lannoituksilla aikaansaatuja kasvureaktioita. Aikaisempien tutkimusten mukaan lannoitusta seuraavan kasvukauden kevätkesän sääsuhteilla on todettu olevan suuri vaikutus lannoituksen antamaan lisäkasvuun (esim. Brantseg 1972). Tämän mukaan riippuvat nyt saadut tulokset lähinnä kesän 1969 sääsuhteista. Kyseinen kevätkesä oli hyvin kuiva. Esimerkiksi Joensuussa satoi touko-kesäkuussa vain 28.3 mm normaalin sademäärän ollessa 96 mm. Alhainen sademäärä selittää urealla erityisesti männiköissä toukokuun levityksessä sekä neulasanalyysin, pohjapinta-alan kasvun että kuutiokasvun perusteella saadun muita levitysaikoja selvästi huonomman tuloksen. Kuivissa olosuhteissa urean hydrolyysi ammoniumkarbonaatiksi ja hajoaminen edelleen ammonium- ja karbonaatti-ioniksi tapahtuu hitaasti (ks. Westman 1973). Ureaa ei ole suositeltu (kevätlevityksissä) käytettäväksi karujen ohuthumuksisten maiden

lannoitteena (Viro 1972, Baule 1973). Myös maan orgaanisen aineksen määrä, happamuus ja lämpötila vaikuttavat hydrolyysin nopeuteen. Soiden suuresta humusmäärästä, happamuudesta ja kosteudesta johtuen urea antaa niillä varmemman tuloksen kuin kangasmailla. Niinpä Karsisto (1973) pitää sitä soilla taloudellisesti vähintään Oulunsalpietarin veroisena. Tosin urea soillakin on Paavilaisen (1972) mukaan antanut hiukan heikommän kasvunlisäyksen kuin ammonium- ja nitraattityppeä sisältävät lannoitteet.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan neulasanalyysi on yhden kasvukauden jälkeen lannoituksesta antanut jokseenkin samanlaiset tulokset eri lannoitusaikojen suhteellisesta vaikutuksesta kuin myöhempi pohjapinta-alan kasvun kehitys tai kuutiokasvu. Poikkeuksen tekee urealla toukokuussa kuusikoissa suoritettu levitys. Neulasten typpipitoisuus lisääntyi toukokuun levityksessä tilastollisesti merkitsevästi vähemmän kuin marras- ja helmikuun levityksissä. Pohjapinta-alan kasvun perusteella arvioituna eri levitysaikojen kesken ei kuitenkaan ole sanottavia eroja. Kuutiokasvutulosten mukaan toukokuun levityksillä urealla on saatu kuusikoissa samanlainen tulos kuin marraskuunkin levityksillä. Molemmat ovat antaneet helmikuun levitystä selvästi paremman tuloksen. Tulos voi johtua siitä, että toukokuun levitys urealla ei ehdi vaikuttaa neulasten typpipitoisuuteen täyspainoisesti vielä lannoitusvuotena, kuten Korzitski (1972) on havainnut.

Oulunsalpietaria käytettäessä saatiin helmikuun levityksillä sekä männiköissä että kuusikoissa selvästi touko- ja marraskuun levityksiä heikompi tulos. Tämä johtuu ilmeisesti varsinkin talvella levitetyn nitraattitypen, mutta myös ammoniumtypen huuhtoutumisesta keväällisten lumen sulamisvesien mukana.

Toukokuussa suoritetuilla levityksillä saatiin urealla kuusikoissa selvästi paremmat tulokset kuin männiköissä. Syynä tähän on ilmeisesti kuusikon paksumpi humuskerros ja suurempi varjostus. Näistä syistä urean hydrolyysi on tapahtunut keväällä ilmeisesti kuusikoissa pa-

remmin kuin männiköissä.

Suhteellinen pohjapinta-alan kasvunlisäys lannoituksen jälkeen on ollut männiköissä selvästi suurempi kuin kuusikoissa. Tämä johtunee lähinnä siitä, että männiköt ovat olleet verraten nuoria ja hyväkasvuisia. Kuusikot sitä vastoin ovat olleet vanhoja ja niiden kasvu on ollut heikko. Aikaisempien tutkimusten mukaan puut reagoivat lannoitukseen sitä paremmin kunta paremmin ne ovat kasvaneet lannoitushetkellä (esim. Möller 1971). Osittain voi tulos johtua siitäkin, että männyn on todettu reagoivan lannoitukseen ensimmäisinä lannoituksen jälkeisinä vuosina kuusta voimakkaammin (Möller 1972). Nyt selostettavassa kokeessa mittaus oli suoritettu neljä kasvukautta lannoituksen jälkeen, joten edellä esitetty kuusen ja männyn ero reagoinnin nopeudessa voi myös osaltaan vaikuttaa tulokseen.

#### YHTEENVETO

Marraskuussa 1968 sekä helmi- ja toukokuussa 1969 suoritettiin Itä-Suomessa urea- ja Oulunsalpietarilannoitukset yhteensä 140 koeruudulla, joiden koko oli 40 x 40 m. Molemmille puulajeille tuli kullekin lannoituskäsittelylle 10 toistoa. Puhdasta tyypeä käytettiin 100 kg/ha.

Kun yhden kasvukauden jälkeen otettujen neulasanalyysien tuloksia verrattiin neljän kasvukauden jälkeen mitattuihin pohjapinta-alan kasvuun ja kuutiokasvuun ne todettiin samansuuntaisiksi.

Laskettujen kuutiokasvutulosten mukaan saatiin toukokuussa levitetyllä Oulunsalpietarilla männiköissä huomattavasti marras- ja helmikuun levityksiä parempi tulos. Kuusikoissa antoivat Oulunsalpietarin toukokuun ja marraskuun levitys yhtä suuret ja helmikuun levitystä selvästi paremmat tulokset.

Ureaa käytettäessä osoittautui toukokuun levitys männiköissä marras- ja helmikuun levitystä heikommaksi. Viimeksi mainitut antoivat suunnilleen samanlaisen tuloksen. Kuusikoissa toukokuun levitys urealla sen sijaan antoi selvästi marras- ja helmikuun levityksiä paremman tuloksen.

#### KIRJALLISUUTTA

- Baule, H. 1973. World-wide forest fertilization: its present state, and prospects for the near future. Potash Review, no. 6.
- Brantseg, A. 1972. Skogsgödsling på fastmark. Produktionsresultater og erfaringar fra gjödsling av eldre barskog. Tidskrift for Skogbruk 2/72.

- Ericson, B., Friberg, R. ja Nömmik, H. 1971. Ett doseringsförsök i tall. Föreningen Skogsträdsföreläring och Institutet för Skogsförbättring, årsbok 1971: 87-110.

- Holmen, H. ja Nömmik, H. 1968. Undersökning över spridningstidens betydelse för effekten

- av olika kvävegödselmedel och det tillförda kvävet omsättning och rörelse i skogsmark. Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning. Mimeographed.
- Johansson, B. ja Åhgren, A. 1966. Gödslingseffekt och spridningstidpunkt. Skogen no. 5.
- Karsisto, K. 1973. Haihtuuko urea lannoite-säikeistä? *Metsä ja Puu* no. 5, pp. 25–27.
- Korziński, V. D. 1972. Urealannoituksen optimaajankohta männynntaimistossa (venäjäksi). *Lesnoje Hozjaistvo* no 3.
- Möller, G. 1971. Tillväxtökning genom gödsling. Analys av äldre gödslingsförsök. Föreningen Skogs-trädsädling och Institutet för Skogsförbättring, årsbok 1971: 50–86.
- Möller, G. 1972. Översikt över biologiska försöksresultat och erfarenheter från gödsling av yngre produktionskog på fastmark. Inkluderande omgödslingar. *Tidskrift för Skogbruk* 2/72.
- Paavilainen, E. 1969. Tutkimuksia levitys-ajankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoiteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä. Summary: Influence of time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. *Comm. Inst. Forest. Fenn.*, 75.
- Westman, C. J. 1973. Typpilannoitteiden reaktiot metsämaassa. *Suo* 24, 2: 31–36.
- Viro, P. J. 1965. Estimation on the effect of forest fertilization. *Selostus: Metsänlannoituksen vaikutuksen arvioiminen. Comm. Inst. Forest. Fenn.* 59. 3.
- Viro, P. J. 1967. Forest manuring on mineral soils. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsöksvesen* nr. 85, bind XXIII.
- Viro, P. J. 1972. Die Walddüngung auf Finnischen Mineralböden. *Folia Forestalia* 138.

## SUMMARY:

### ON THE RESPONSE OF MINERAL-SOIL FORESTS TO NITROGEN APPLICATION DURING DIFFERENT SEASONS OF THE YEAR

The paper describes the results obtained from an experiment concerning the response of forest trees to nitrogen application at different times of the year. Urea and, on the other hand, calcium-ammonium salt-peter were applied to a total of 140 experimental plots in five pine and five spruce blocks in eastern Finland. The applications were carried out in November 1968 as well as in February and May 1969. The plot size employed was 40 x 40 m, and each plot was isolated by a mantle having a width of 10 m. 100 kg/ha of pure N was applied to each plot.

Table 1 gives some general data on the experimental areas. The sites concerned were below average quality. After the first post-application growing season, foliar samples were collected from the plots for determination of the nitrogen content. The results obtained are presented in Table 2. In the fall of 1972, after the fourth post-application growing season, the tree stand of each plot was measured. Figs. 1–4 show the development of the basal area, and Fig. 5, the average annual increase in growth after application in the case of each of the different times of application.

There was a response in stand growth irrespective of the date of application. On the other hand, there were clear differences between the results for different fertilizers

and application times. In the case of pine, the best results were obtained from calcium-ammonium application in May, whereas in the case of spruce, calcium-ammonium salt-peter produced an approximately similar response from application both in May and in November. The response to application in February of calcium-ammonium salt-peter was clearly inferior to application in May or November; this was due to the clear losses in nitrate nitrogen recorded.

In the case of pine, the best results were obtained from urea applications in November and February. In the case of spruce, the highest volume increment was obtained for urea from application in May, although the smallest increase in the nitrogen content of needles during the first post-application growing season was recorded for this very application time.

When examining the volume increment data, it ought to be kept in mind that the quantity of nitrogen used was only 100 kg/ha and that the results are based on measurements carried out as early as after four post-application growing seasons. Precipitation during the period May-June immediately following the applications (1969) was only 28.3 mm in eastern Finland, the normal being 96 mm.