

# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

114

MAANTUTKIMUSOSASTO



ERKKI LIPAS, TEUVO LEVULA JA PEKKA VÄLIKANGAS

## ERÄITÄ METSÄNLANNOITUS- TULOKSIA LAPISTA

VANTAA 1983

METS

LAITOS  
Kirjasto

*Kansikuva: Lannoituskoe 293. Inari, Laanila.  
Valok. Pekka Välikangas.*

Maantutkimusosasto

Erkki Lipas, Teuvo Levula ja Pekka Välikangas

FRÄITÄ METSÄNLANNOITUSTULOKSIA LAPISTA

Abstract:

Some forest fertilization results from Finnish Lapland

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ - ABSTRACT.....	2
1. JOHDANTO.....	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	4
Kokeet.....	4
Mittaukset.....	6
Aineiston käsittely.....	6
3. TULOKSET.....	8
Typen määrän vaikutus kasvuun	8
Lannoitelajien väliset erot..	11
Puuston kasvuvauriot.....	11
4. TULOSTEN TARKASTELUA.....	12
KIRJALLISUUSLUETTELO.....	14

Vantaa 1983

LIPAS, E., LEVULA, T. & VÄLIKANGAS, P. 1983. Eräitä metsänlannoitustuloksia Lapista. Abstract: Some forest fertilization results from Finnish Lapland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 114:1-14.

Tarkasteltavana oli seitsemän männyn lannoituskoetta, joista kaksi sijaitsi Rovaniemen maalaiskunnassa, loput Inarin kunnassa. Rovaniemen korkeudella lannoitustulokset olivat samaa suuruusluokkaa kuin maan eteläisemmissä osissa, mutta Pohjois-Lapissa kasvunlisäys jäi hyvin vähäiseksi. Kuitenkin jopa lähellä metsänrajaa kasvu lisääntyi lannoituksen ansiosta. Y-lannos antoi paremman tuloksen kuin lannoitus urealla tai ammoniumsulfaatilla. Suurten typpiannosten (180 kg N/ha) todettiin lisänneen pakkasvaurioita nuoressa männikössä.

Seven fertilization experiments with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), two in Rovaniemi and five in Inari, were investigated in this study. In the Rovaniemi area (66°30'N), the responses were approximately as good as in southern Finland, but in North Lapland (68°20'N) the growth increase remained very small. Nevertheless, even near the timber line, at 70°15'N, a distinct growth response to fertilization was found. The combined NPK-fertilizer was more effective than urea or ammonium sulphate alone. Frost damages were found in a young pine stand associated with large nitrogen dosages (180 kg N/ha).

## 1. JOHDANTO

Vaikka kangasmetsien lannoituskokeista julkaistut tulokset käsittelevät pääosin Suomen eteläpuoliskoja, ovat useiden tutkimusten aineistot kattaneet myös osan Pohjois-Suomea. Yleisenä piirteenä tuloksista on havaittavissa, että lannoitusreaktiot ovat suurelta osin samaa suuruusluokkaa niin etelässä kuin pohjoisessakin (Operaatio metsänlannoitus 1969, PURO 1977, LIPAS ja LEVULA 1980). Eräät Viron julkaisemattomat tulokset kuitenkin viittaavat siihen, että lannoitusreaktio pienenee, kun kasvukauden tehoisa lämpösumma vähenee (PAAVILAINEN 1979). Ruotsalaisten tutkimusten mukaan reaktio alkaa pienetä, kun korkeus merenpinnasta nousee yli 400 metrin. Leveysasteella ei sen sijaan ole ollut vaikutusta kasvunlisäykseen ainakaan välillä 60 - 66° N (ROSVALL 1979). Puiden reagointi lannoitukseen muuttunee siis vähitellen heikommaksi pohjoiseen mentäessä, mutta muutos ei ole merkittävää vielä Lapin eteläisissä osissa.

Suurimmat kasvunlisäykset kangasmailla on saatu typpilannoituksella. Käyttökelpoisen typen puute puolestaan johtuu karikkeiden hajoitustoiminnan hitaudesta. Mitä pohjoisemmaksi mennään, sitä enemmän pieneliötoiminta hidastuu (LÄHDE 1974) ja typen puute vastaavasti korostuu. Kun toisaalta kasvukauden aikana ilmasto on Lapissa humidinen (KUJALA 1936), ovat edellytykset typpilannoituksen vaikutukselle hyvät. Kuitenkin on myös otettava huomioon, että toimitaan lähellä puustokasvillisuuden ekologisen sietokyvyn äärirajaa, jossa luonnontasapainon pienetkin muutokset voivat lisätä riskejä. Täten voidaan esimerkiksi puuston typenpuutetta pitää suotavana, koska se edistää neulasten talvenkestävyyttä (HAVAS 1977). Metsän lannoittamisessa tulisi näin ollen varoa liian voimakkaita toimenpiteitä.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan eräitä Lappiin perustettuja männikön lannoituskokeita Rovaniemen ja Inarin alueella. Tarkoituksena on selvittää, miten erilaiset typpimäärät ja eri lannoitteet vaikuttavat puiden kasvuun.

Koealat perustettiin professori P. J. Viron aloitteesta. Niitä

ovat mitanneet eri aikoina kenttätöryhmät, joiden johtajina ovat toimineet metsäteknikot Arto Ursin ja Teuvo Leyula sekä metsätöyönjohtaja Pekka Välikangas. Leyula ja Välikangas ovat koonneet ja käsitelleet aineiston ja Leyula kirjoittanut alustavan käsikirjoituksen paitsi kappaletta "Aineisto ja menetelmät", joka on Välikankaan kirjoittama. MMT Erkki Lipas on tarkistanut tulosten käsittelyn sekä kirjoittanut käsikirjoituksen lopulliseen muotoonsa.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

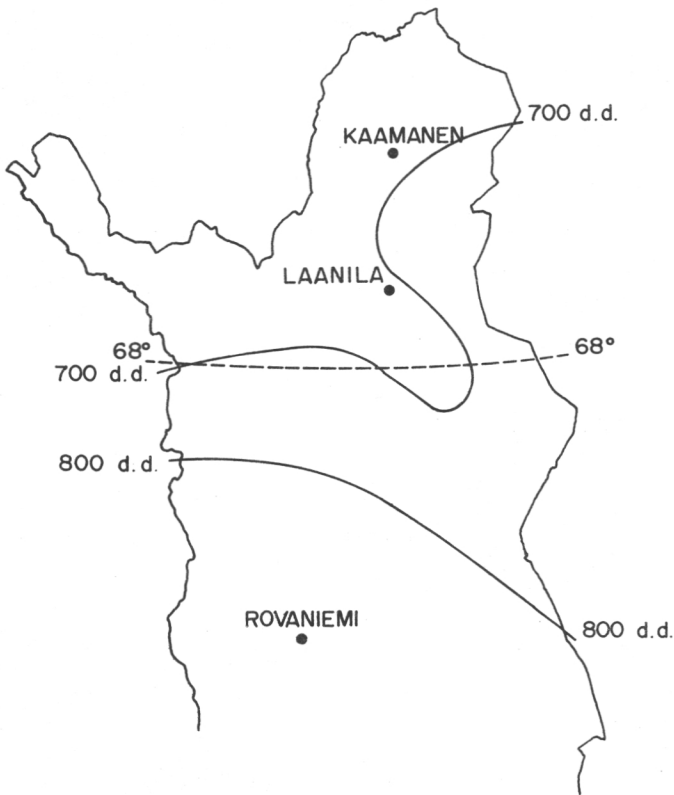
### Kokeet

Tutkimusaineisto muodostui Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston vuosina 1962 - 1973 perustamista kangasmetsien typpilannoittelaji- ja määräkokeista (taulukko 1). Kokeet sijaitsevat Rovaniemen maalaiskunnassa ja Inarin kunnassa (kuva 1). Koejärjestelyinä käytettiin arvottuja lohkoja, joiden muodostamisperusteena käytettiin puuston pohjapinta-alaa ja metsikön maaperällisiä tekijöitä. Koealueet Rovaniemen maalaiskunnassa ja Inarin Laanilassa rajattiin metsään pysyvin merkein ruutu- ja ympyräkoealoiksi. Inarin Kaamasen ja Inarin Syysjärven kokeissa käytettiin

Taulukko 1. Yleistietoja kokeista.

Table 1. Background data about the experiments.

Kokeen no. Expt. no.	Paikkakunta Location	Perustamis- vuosi Starting year	Metsä- tyyppi Site type	Ikä Age a	Pohjapin- ta-ala Basal area m <sup>2</sup> /ha	Tilavuus Volume m <sup>3</sup> /ha	Koealoja No. of plots	Lohkoja No. of Blocks
211	Inari Syysjärvi	1966	EMT	100			155	
212	Inari Kaamanen	1966	ErClT	230			165	
214	Rovaniemen mlk	1962	EMT	40	16	70	8	2
217	Rovaniemen mlk	1962	EMT	125	8	67	16	4
293	Inari Laanila	1971	EMT	130	11	77	12	4
324	Inari Laanila	1972	EMT	130	10	62	12	4
331	Inari Laanila	1973	EMT	130	11	75	12	4



Kuva 1. Kokeiden sijainti.

Figure 1. Location of the experiments.

yhden puun koealoja, jolloin saatiin suuri määrä toistoja pienelle alueelle. Metsään rajattiin kuuden metrin säteellä ympyräkoealoja käyttäen koeputa keskipisteenä.

Rovaniemen maalaiskunnassa sijaitsevilla kokeilla 214 ja 217 lannoitteina käytettiin metsän Y-lannosta (18 % N - 5,2 % P - 5 % K), ureaa (46 % N), oulunsalpietaria (26 % N) sekä kalkkikivijauhetta. Perustettaessa (1962) annettiin 0, 54 ja 108 kg N/ha kokeella 214 ja 0, 90 ja 180 kg N/ha kokeella 217, kaikki Y-lannoksena. Ylimääräisenä käsittelynä oli alemman typpitason ja kalkituksen (1500 kg/ha) yhdistelmä. Uusintalannoituksissa (1966, 1970 ja 1974) kummallakin kokeella typpitasoina käytettiin 0, 90 ja 180 kg N/ha, ja lannoitteina osalla koetta ureaa, osalla oulunsalpietaria. Koska lannoitelajeja vaihdettiin kokeen kestä-

essä, ei niiden vaikutusta voida yksiselitteisesti todeta. Sen vuoksi niitä ei ole tässä työssä otettu huomioon.

Inarin Laanilassa (kokeet 293, 324 ja 331) annetut typpimäärät olivat 0, 100 ja 200 kg N/ha. Lannoitteena käytettiin oulunsalpietaria. Lannoituskäsittelyä ei uusittu. Laanilan kokeet ovat peräkkäisinä vuosina (1971, 1972 ja 1973) tehtyjä toistensa toistoja.

Inarin Kaamasessa ja Syysjärvellä (kokeet 211 ja 212) lannoitus-  
tasot olivat 0, 60, 120 ja 180 kg N/ha. Lannoitteina käytettiin ammoniumsulfaattia (21 % N), ureaa ja Y-lannosta. Perustamislannoituksen jälkeen (1966) lannoitus uusittiin kaksi kertaa (1970 ja 1975).

Kaikkien kokeiden lannoitukset tapahtuivat kasvukauden alussa. Urean levitykseen syksy olisi ollut sopivampi aika, kuten myöhemmin on havaittu (LIPAS ja LEVULA 1980).

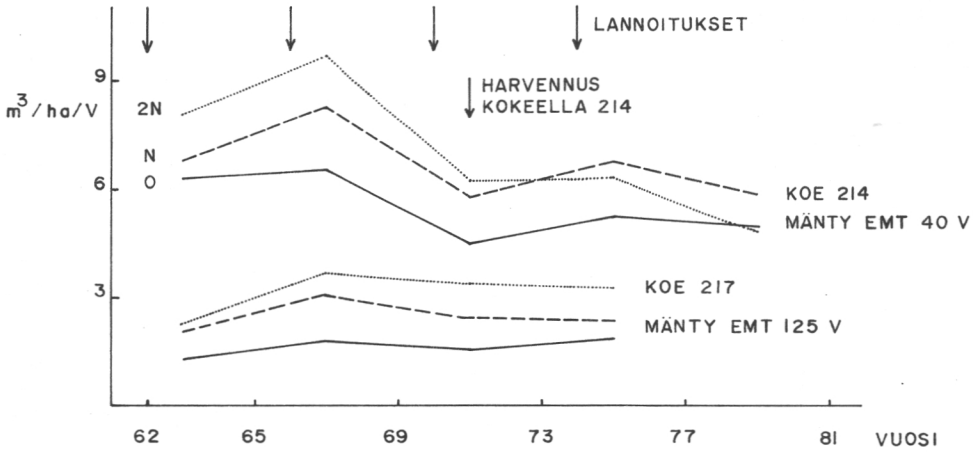
#### Mittaukset

Koealoilta mitattiin tärkeimmät puustotunnukset viiden vuoden välein. Koepuiden läpimitta 1,3 ja 6 (tai 3,5) metrin korkeudelta mitattiin 1 cm:n tasaavaa luokitusta käyttäen, pituus 0,1 m:n tarkkuudella. Lisäksi määritettiin säde- ja pituuskasvu lannoitusaikana sekä viisi vuotta ennen lannoitusta. Sädekasvu kairattiin 1,3 metrin korkeudelta ja vuosilustot mitattiin lustonmittauskoneella. Pituuskasvut mitattiin asteikolla varustetulla kiikarilla. Puuston kuutiointi ja kasvun laskenta tapahtui koealojen peruslaskentaohjelmalla (HEINONEN 1981).

#### Aineiston käsittely

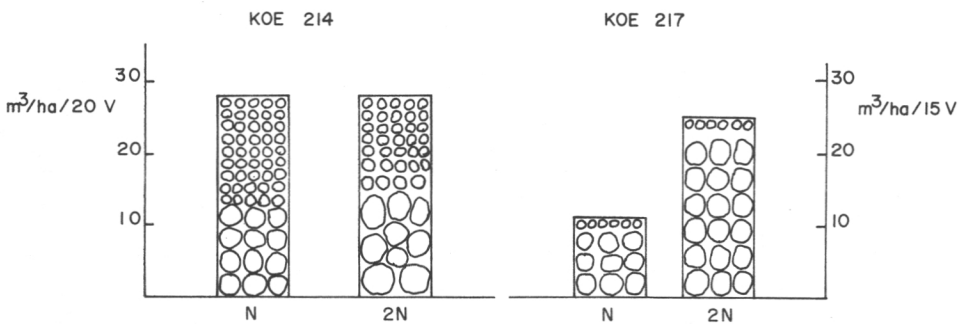
Puiden lannoitusreaktioita tarkasteltiin mitatun kasvun perusteella. Vertailukelpoisuuden parantamiseksi kasvulukuja korjattiin kovaranssianalyysiä käyttämällä vastaamaan lannoitusta edeltänyttä kasvun keskitasoa.





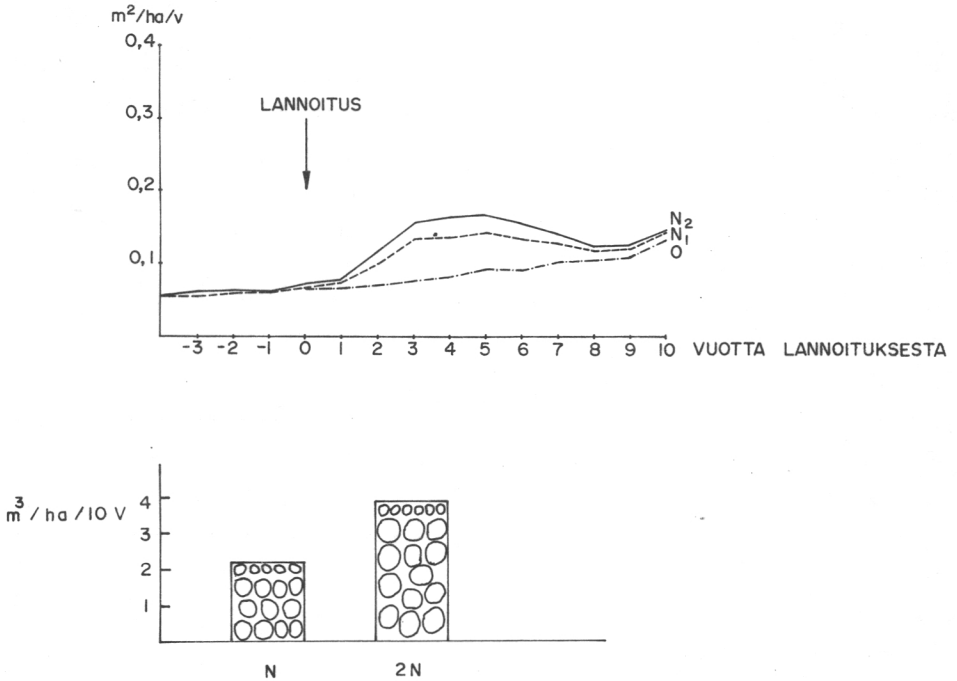
Kuva 2. Rovaniemen maalaiskunnan typpitasokokeiden keskimääräinen kuutiokasvu lannoitusten jälkeen.

Figure 2. The average volume increment after fertilization in the Rovaniemi experiments.



Kuva 3. Rovaniemen maalaiskunnan typpitasokokeiden lannoituksella saatu runkokuuun lisäys.

Figure 3. The increase in stemwood produced by fertilization in the Rovaniemi experiments.



Kuva 4. Pohjapinta-alan vuotuinen kasvu sekä lannoituksella saatu runkokuuun lisäys Laanilan kokeilla (kokeet 293, 324 ja 331).  
 Figure 4. The annual basal area increment and the increase in stemwood produced by fertilization in the Laanila experiments (293, 324, and 331).

### 3. TULOKSET

#### Typen määrän vaikutus kasvuun

Kaikilla kokeilla saatiin alkuvaiheessa sitä suurempi kasvunlisäys, mitä enemmän typpeä oli annettu (kuvat 2, 4 ja 5). Kokeella 217 Rovaniemen maalaiskunnassa (kuva 2) kasvunlisäys pysyi koko 15 vuoden ajan 180 kg:n typpiannoksella kaksi kertaa niin suurena kuin 90 kg:n annoksella. Puusto oli yli 100 vuotta vanhaa ja tiheydeltään lähellä siemenpuuasentoa. Niinpä kokonaiskasvunlisäys, 12 ja 25 m<sup>3</sup>/ha/15 v, olikin pääosin tukkipuuta (kuva 3).

Kokeella 214 (myös Rovaniemen maalaiskunnassa) kasvu lisääntyi aluksi typpimäärän suhteessa, mutta kolmannen ja erityisesti neljännän lannoituskerran jälkeen enemmän typpeä saaneiden puiden kasvu alkoi heiketä (kuva 2). Koealueen puusto oli 40-vuotiasta täystiheää viljelymännikköä. Kokonaiskasvunlisäys oli molemmilla typpitasoilla  $28 \text{ m}^3/\text{ha}/20 \text{ v}$ , joka oli puoleksi tukkia ja pinotavaraa (kuva 3). Kalkilla ei ollut vaikutusta typellä saatuun reaktioon kummallakaan kokeista 214 ja 217.

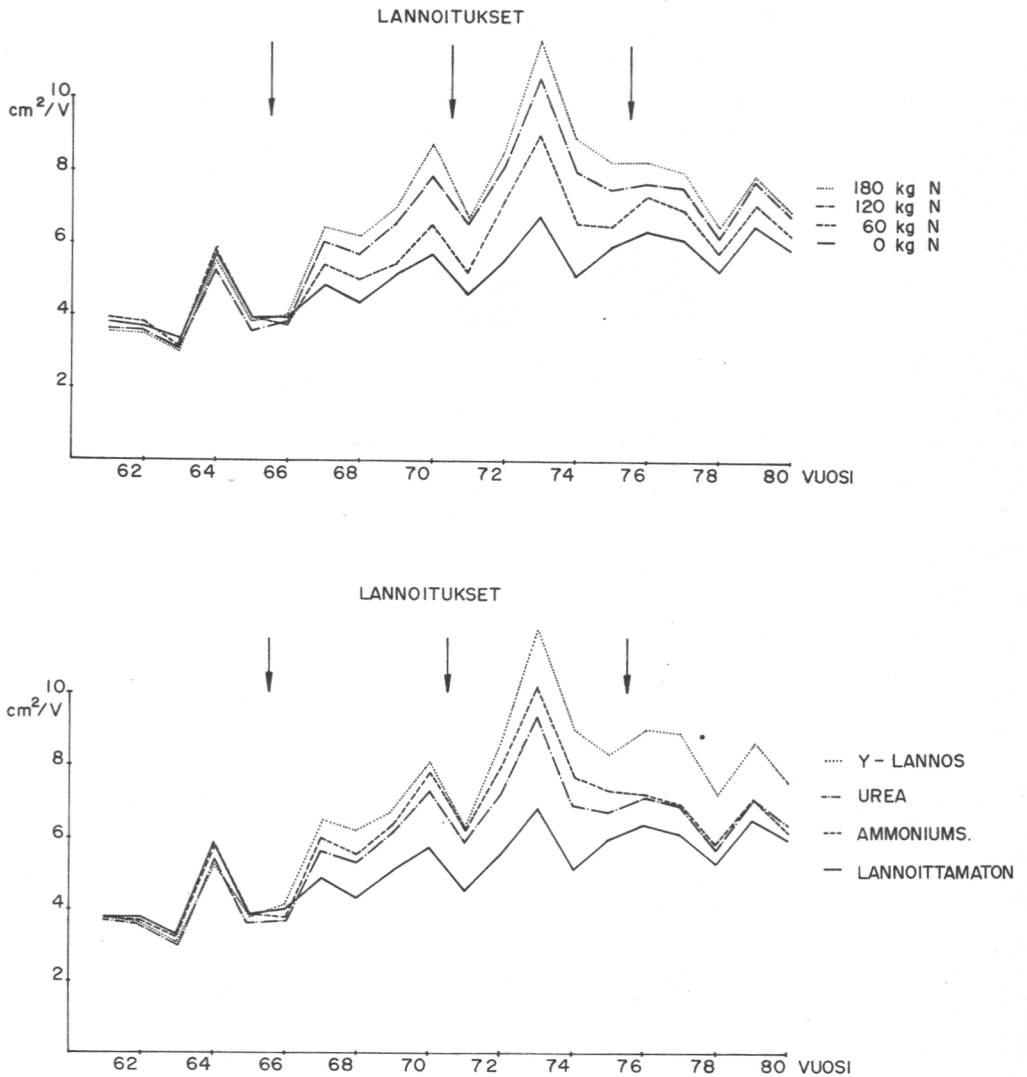
Kokeet 293, 324 ja 331 Inarin Laanilassa lannoitettiin vain kerran, 100 ja 200 kg N/ha oulunsalpietarina. Kertalannoitus lisäsi kasvua 10 vuodessa noin kaksi ja lähes neljä  $\text{m}^3/\text{ha}$  (kuva 4). Kymmenessä vuodessa lannoitusvaikutus loppui lähes kokonaan kummallakin typpitasolla.

Lannoituksen tehokkuutta eri kokeilla voidaan verrata seuraavien lukujen avulla:

Yhteensä kokeen aikana			
Koe n:o	Lannoitukset kg N/ha	Kasvunlisäys $\text{m}^3/\text{ha}$	Kasvunlisäys $\text{dm}^3$ runkopuuta typpikiloa kohti
214	324	28	86
	648	28	43
217	270	12	44
	540	25	46
293,324	100	2	20
ja 331	200	4	20

Rovaniemen alueella tulos on ollut varsin tyydyttävä, jos sitä verrataan Suomen eteläpuoliskon männiköiden keskimääräisiin koe-tuloksiin, joissa 15 vuoden aikana on saatu  $20 \text{ m}^3/\text{ha}$  lisää puuta 360 kg:llä typpeä (LIPAS 1981), eli  $56 \text{ dm}^3/\text{kg N}$ . Sen sijaan Laanilassa kasvunlisäys on jo jäänyt alle puoleen tästä.

Inarin Kaamasen ja Syysjärven kokeet (211 ja 212) ovat ns. yhden puun kokeita, joiden tuloksia ei voi muuttaa hehtaarikohtaisiksi.



Kuva 5. Vuotuinen pohjapinta-alan kasvu koepuuta kohti eri typpimäärillä ja lannoitelajeilla. Inari, Kaamanen (kokeet 211 ja 212).

Figure 5. The effect of nitrogen dosage and type of fertilizer on the annual basal area increment per sample tree. Inari, Kaamanen (expt. 211 and 212).

Puuta kohti lasketun pohjapinta-alan kasvun mukaan (kuva 5) näyttää siltä, että lannoiteannosta lisäämällä myös kasvu lisääntyi aina tasolle 180 kg N/ha saakka. Kolmannen lannoituskerran jälkeen reaktiot ovat kuitenkin olleet varsin pieniä.

#### Lannoitelajien väliset erot

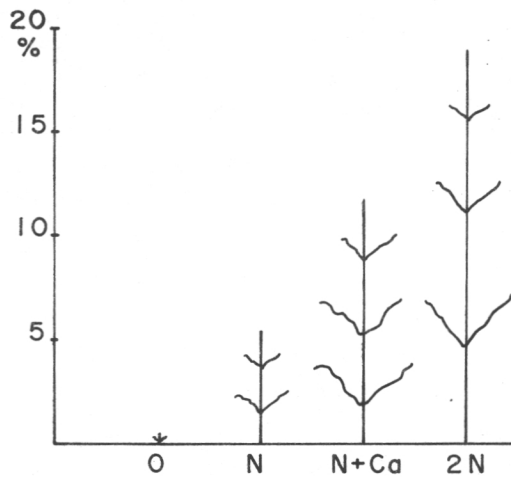
Koska uusintalannoituksissa lannoitelajeja oli Rovaniemen kokeilla vaihdettu ja Laanilassa taas oli käytetty vain oulunsalpietaria, lannoitelajien eroja voidaan tarkastella ainoastaan pohjoisimmilla kokeilla (211 ja 212). Ensimmäisen lannoituskerran jälkeen urealla, ammoniumsulfaatilla ja Y-lannoksella saatiin lähes saman suuruinen kasvunlisäys (kuva 5). Sen sijaan toisen ja erityisesti kolmannen lannoituksen jälkeen Y-lannos osoittautui muita tehokkaammaksi.

Urean ja ammoniumsulfaatin välinen ero oli hyvin pieni, mikä osoittanee, että Inarin leveysasteilla typen häviö haihtumalla ei ole niin runsasta kuin etelämpänä (vrt. LIPAS ja LEVULA 1980).

Y-lannoksen muita suurempi vaikutus on todettu myös Etelä-Suomessa (GUSTAVSEN ja LIPAS 1975). Se johtunee lannoitteen sisältämästä fosforista ja kalista. Kalilla voi olla pohjoisessa erityistä merkitystä siksi, että se edistää puiden talvenkestävyyttä (WILDE 1958).

#### Puuston kasvuvauriot

Kokeella 214 Rovaniemen maalaiskunnassa todettiin joidenkin mäntyjen latvojen kuolleen. Latvavauriot aiheutuivat päälletumisesta syksyllä 1968. Vaurion yleisyys ja riippuvuus lannoituksesta on esitetty kuvassa 6. Sekä typpilannoituksella että kalkituksella näyttää olleen vaurioita lisäävä vaikutus. Pantakoon merkille, että vaurioita sattui vain tässä nuoressa männikössä. Sen sijaan samalla alueella sijaitsevassa vanhassa puustossa (koe 217) latvojen kuolemista ei havaittu. MÖLLER (1982) on todennut vastaavanlaisten vaurioiden Pohjois-Ruotsissa liittyvän boorin puutteeseen, joka korostuu toistuvien typpilannoitusten seurauksena.



Kuva 6. Latvavaurioiden osuus koko runkoluvusta eri lannoitus-  
käsitteilyillä kokeella 214 (Rovaniemi).

Figure 6. The percentage of frost damaged trees in different  
fertilization treatments. Experiment 214 (Rovaniemi).

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Etelä-Lapissa olevien kahden männikön lannoitusreaktiot poikke-  
sivat toisistaan huomattavasti. Nuorempi puusto reagoi nopeasti  
isompaankin typpimäärään, mutta toistuvien lannoitusten jälkeen  
kasvunlisäys hidastui ja suuremmalla typpiannoksella loppui.  
Vanhemmassa männikössä ensimmäinen lannoitus lisäsi kasvua lähes  
yhtä paljon molemmilla typpitasoilla, mutta uusintalannoituksen  
jälkeen kaksinkertainen typpiannos kaksinkertaisti kasvunli-  
säyksen.

Ilmeisenä syynä tähän poikkeavuuteen ovat nuoremmassa männikössä  
ilmenneet latvakuolemat, joilla näytti olleen selvä syy-yhteys  
typpilannoitukseen. Tulos osoittaa, että erityisesti metsikön  
voimakkaan kasvun vaiheessa runsasta typpilannoitusta tulisi  
välttää Pohjois-Suomessa paleltumisvaaran takia. Optimiannos  
lienee 120 kg N/ha vaiheilla. Jos latvavaurio johtuu boorin  
puutteesta (vrt. MÖLLER 1982), 1 kg B/ha riittänee poistamaan  
vaurioriskin.

Laanilan koetulokset osoittivat, että Pohjois-Lapissa lannoituksella ei pystytä paljoakaan tuottamaan lisää puuta. Vaikka reaktio suhteellisesti olisi voimakas, jää lannoituksen teho kuitenkin alle puoleen Etelä-Lapin kasvunlisäyksistä. Merkillepantavaa on kuitenkin, että lähes metsänrajalle saakka lannoitus lisää puiden kasvua.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- GUSTAVSEN, H. G. & LIPAS, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. *Folia For.* 246:1-20.
- HAVAS, P. 1977. Lapin kuusikot - esimerkki metsän ekologisista ulottuvuuksista. Summary: The spruce forests of Lapland - an example of the dimensions of forest ecology. *Acad. Scient. Fenn. Vuosikirja - Year Book 1977*:143-153.
- HEINONEN, J. 1981. Koealojen peruslaskenta. 38 s. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, matemaattinen osasto.
- KUJALA, V. 1936. Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta. Referat: Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 22(4):1-95.
- LIPAS, E. 1981. Fosforin tarve kangasmetsissä. Leipä leveämäksi 1981(3):21.
- LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1-14.
- LÄHDE, E. 1974. Rate of decomposition of cellulose in forest soils in various parts of Nordic countries. *Rep. Kevo Subarctic Res. Stat.* 11:72-78.
- MÖLLER, G. 1982. Borbristskador efter upprepad kvävegödsling på fastmark. *Fören. Skogsträdsförädl. Inst. Skogsförbättr. Årsb.* 1982:47-70.
- Operaatio metsänlannoitus. Vuosina 1967 - 68 suoritettujen mitausten tuloksia. 1969. 16 s. Helsinki. Osuuskassat - Rikkihappo Oy - Metsänhoitolautakunnat.
- PAAVILAINEN, E. 1979. Metsänlannoitusopas. 112 s. Helsinki. Kirjayhtymä.
- PURO, T. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304:1-15.
- ROSVALL, O. 1979. Prognosfunktioner för beräkning av gödslingseffekter. *Fören. Skogsträdsförädl. Inst. Skogsförbättr. Årsb.* 1979:70-130.
- WILDE, S. A. 1958. *Forest Soils.* 537 p. New York. Ronald Press Company.









ISBN 951-40-0997-5  
ISSN 0358-4283