

FOLIA FORESTALIA 479

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

JUSSI SARAMÄKI JA EILA VALTANEN

TOISTUVAN TYPPILANNOITUKSEN VAIKUTUS
NUOREN METSIKÖN RAKENTEeseen
JA KEHITYKSEEN

THE EFFECT OF REPEATED NITROGEN
FERTILIZATION ON THE STRUCTURE AND
DEVELOPMENT OF THE YOUNG PINE
AND SPRUCE STANDS



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

| | | |
|---|---|------------------------|
| Ylijohtaja: <i>Director:</i> | Professori <i>Professor</i> | Olavi Huikari |
| Yleisinformaatio: <i>General information:</i> | Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i> | Tuomas Heiramo |
| Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i> | Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i> | Liisa Ikävalko-Ahvonon |
| Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i> | Toimittaja <i>Editor</i> | Seppo Oja |

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja neljä luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and four strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 479

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Jussi Saramäki ja Eila Valtanen

TOISTUVAN TYPPILANNOITUKSEN VAIKUTUS NUOREN
METSIKÖN RAKENTEeseen JA KEHITYKSEEN

The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure
and development of the young pine and spruce stands

ODC 237.4:56
ISBN 951-40-0527-9
ISSN 0015-5543

SARAMÄKI, J. & VALTANEN, E. 1981. Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands. *Folia For.* 479:1—16.

Tutkitut kokeet lannoitettiin perustamisen yhteydessä vuosina 1958—1959 ja typpilannoitus uusittiin yhdestä kolmeen kertaa. Kokonaistypin määrää vaihteli 176—418 kg N/ha. Tulokset esittävät tilannetta 20 kasvukauden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta.

Keskimääräinen kasvunlisäys oli männiköissä 1,27 m³/ha/v ja kuusikoissa 1,40 m³/ha/v. Männiköissä saavutettiin lannoitekilolla paras tulos suurimmalla lannoitemäärällä ja kuusikoissa vastaavasti karuimmalla kasvupaikalla.

Poistuvan puuston osuus kokonaispuustosta oli lannoitetuilla männikkökoealoilla keskimäärin 32,9 % ja kuusikoissa 37,1 %. Lannoittamattomissa metsiköissä prosentit olivat vastaavasti 25,6 % ja 29,4 %. Lannoitus oli lisännyt männiköiden ensiharvennuskertymää keskimäärin 15,8 m³/ha ja kuusikoiden 19,7 m³/ha.

Voimakkaimmin (418 kg N/ha) lannoitettu puolukkatyyppin männikkö oli kehityksessä noin kuusi ja lievimmän (176 kg N/ha) lannoitettu noin kaksi vuotta edellä lannoittamatonta. Voimakkaimmin (418 kg N/ha) lannoitetun puolukkatyyppin kuusikon kehitys oli seitsemän vuotta, lievästi lannoitettujen (176 kg N/ha) mustikkatyyppin ja käenkaali-mustikkatyyppin kuusikoiden vastaavasti kolme ja kaksi vuotta lannoittamattomia edellä.

The investigated experiments were fertilized as they were founded in 1958—1959 and the nitrogen fertilization was renewed from one to three times. The total nitrogen dosages fluctuated from 176 to 418 kg N/ha. The investigation describes the situation 20 years after the first fertilization.

The average growth increase due to fertilization of the pine stands was 1,27 m³/ha/yr and in the spruce stands 1,40 m³/ha/yr. In the pine stands the best results per fertilizer kilogram were achieved with the largest dosage and in the spruce stands, respectively, on the poorest site type.

The yield in the first thinning was 32,9 % of the total standing crop in the fertilized pine stands and 37,1 % in the fertilized spruce stands. In the unfertilized stands the percents were 25,6 % and 29,4 %, respectively. The fertilization had increased the yield of the first thinning from the pine stands with an average of 15,8 m³/ha and from the spruce stands 19,7 m³/ha.

The development of the strongest fertilized *Vaccinium* site type pine stand and the least fertilized were respectively six and two years ahead of the unfertilized stand. The development of the *Vaccinium* site type spruce stand which had received the strongest fertilization was seven years and the least fertilized *Myrtillus* and *Oxalis-Myrtillus* site type spruce stands were respectively three and two years ahead of the unfertilized stand.

SISÄLLYS

| | |
|------------------------------------|----|
| 1. JOHDANTO | 4 |
| 2. AINEISTO JA MENETELMÄT | 5 |
| 3. TULOKSET | 6 |
| 31. Kokonaispuusto | 6 |
| 32. Jäävä ja poistuva puusto | 10 |
| 4. TULOSTEN TARKASTELUA | 13 |
| KIRJALLISUUS | 15 |
| SUMMARY | 16 |

1. JOHDANTO

Puiden ravinnetarve on suurimmillaan niiden vuotuisen kasvun ollessa korkeimmillaan. Kun lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen on todettu riippuvan metsikön lannoitusta edeltäneestä kasvusta (esim. V i r o 1965, G u s t a v s e n ja L i p a s 1975, P u r o 1977), saadaan tilavuusyksikköinä mitattuna paras kasvunlisäys lannoitettaessa nuoria ja keski-ikäisiä metsiä. Taimikoiden lannoitus ei ole antanut kovin hyviä tuloksia (V i r o 1966).

Taimikoiden ja nuorten kasvatusmetsien lannoituksista ei ole paljon tutkimuksiin pohjautuvaa tietoa. Useimmissa lannoitustutkimuksissa on tutkittu varttuneita ja päätehakkuikäisiä metsiköitä ja niissäkin lannoitusreaktioita on mitattu tilavuuskasvun lisäyksenä (Metsänlannoitus... 1979). Lannoituksen kannattavuuteen vaikuttaa oleellisesti kasvunlisäyksen jakautuminen puuston eri osien kesken. Eräässä päätehakkuikäisessä kuusikossa tehdyn tutkimuksen mukaan vallitut latvuserrokset hyötyivät suhteellisesti eniten lannoituksesta (K u k k o l a 1978). Tilavuusyksikköinä kuitenkin vallitsevat latvuserrokset saivat suurimman osan kasvunlisäyksestä. Metsikön keskiläpimittaa lähellä olevat puut näyttävät hyötyvän eniten lannoituksesta (F a h l r o t h 1969). Lannoituksen vaikutuksesta nuoren metsän rakenteeseen ei ole tietoja.

Lannoituksen taloudellisen merkityksen arvioimiseksi on tunnettava puuston rakenne ja rakenteen kehitys. Nuoressa metsässä on selvítettävä sekä jäävän että poistuvan puuston rakenne ensiharvennussivaiheessa. Puuston tulevan kehityksen ennustaminen edellyttää nykypuuston rakenteen tuntemista. Ensiharvennusta pidetään nykyisin lähinnä metsänhoitotoimenpiteenä (esim.

V u o k i l a 1980). Pyrkimyksenä on kuitenkin se, että toimenpide olisi myös taloudellisesti kannattava. Lannoituksella voidaan nopeuttaa puuston kehitystä ja siten ensiharvennus voidaan tehdä aikaisemmin. Lannoituksen puustoa järeyttävä vaikutus suurentaa ensiharvennuskertymää parantaen samalla tämän toimenpiteen kannattavuutta. Arviot lannoituksen kehitystä nopeuttavasta vaikutuksesta perustuvat kerralannoituksesta saatuihin tuloksiin ja käsittävät pääasiassa varttuneita metsiköitä. Samoin puuston järeytymisestä lannoituksen seurauksena on vain vähän tietoa (esim. G u s t a v s e n 1976).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka toistuva typpilannoitus vaikuttaa nuorten metsiköiden kokonaisu puuston, ensiharvennuksessa jäävän puuston ja poistuvan puuston rakenteeseen. Tarkastelu rajataan vain ensiharvennushetken tilanteeseen. Tulevaa kehitystä pyritään hahmottamaan vertaamalla lannoitetun metsikön tunnuksia normaalin metsikön kehityssarjoihin. Vertailun avulla voidaan päätellä, missä määrin lannoitus lyhentää kiertoaikaa edellyttäen, että puuston järeys määrää kiertoajan pituuden.

Tutkimus liittyy osana toistuvien lannoitusten vaikutuksia selvittäviin tutkimuksiin ja perustuu professori P.J. V i r o n toimesta 1950-luvun lopulla aloitettuihin kokeisiin. S a r a m ä k i on suunnitellut kokeiden mittaukset ja tulosten laskennan. V a l t a n e n on suorittanut aineiston laskennallisen käsittelyn ja tehnyt aiheesta metsätutkimuksen opinnäytetyön, jonka S a r a m ä k i on muokannut julkaistavaan muotoon. Työn ovat lukeneet ja hyödyllisiä neuvoja antaneet prof. Yrjö V u o k i l a, prof. Eino M ä l k ö n e n ja M H M i k k o K u k k o l a. Englanninkielisen osan käänsi FM, B.Sc. Pekka P i e t i l ä i n e n. Kiitämme avusta.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineisto koostuu kymmenestä Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston v. 1958—59 perustamasta kangasmetsän lannoituskokeesta. Ne sijaitsevat Etelä-Suomen keskiosissa (kuva 1). Kokeista on neljä puolukkatyyppin männikoissä, yksi puolukkatyyppin, kaksi mustikkatyyppin ja kolme käenkaali-mustikkatyyppin kuusikoissa. Koemetsiköt ovat viljellen perustettuja. Puustotiedot kokeita perustettaessa käyvät ilmi taulukosta 1.

Kaikki kokeet lannoitettiin perustamisen yhteydessä typellä, fosforilla ja kalkilla. Koejärjestelynä oli 3² faktorikoe, joten mukana olivat käytettyjen ravinteiden kaikki yhdistelmät (kuva 2). Lannoitukset käyvät ilmi taulukosta 2. Lannoitusvälit vaihtelivat kokeittain 5—10 vuoteen ja lannoituskerrat kahdesta neljään. Kokonaistyyppimäärän mukaan kokeet voidaan jakaa kolmeen ryhmään 176, 336 ja 418 kg N/ha saaneet kokeet. Koealojen pinta-ala vaihteli kokeittain 900—1 200 m².

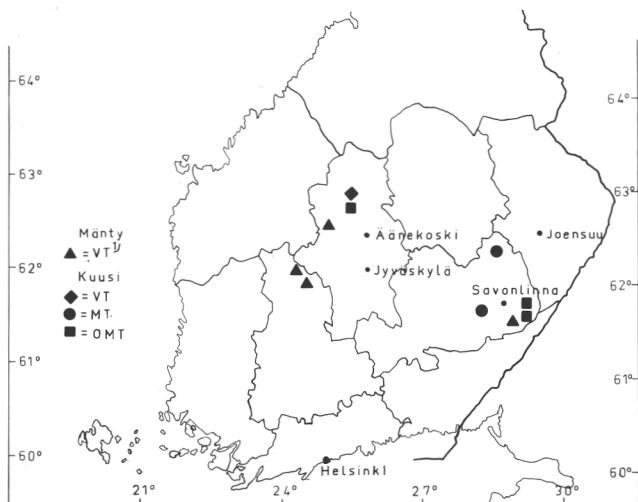
Tarkasteltavat kokeet valittiin niin, että ne olivat ainakin tyyppikoealojen osalta selvässä harvennustarpeessa ts. ne ylittivät Kml. Tapion harvennusmallien leimausrajan (esim. Tapion taskukirja 1978). Koemetsiköt leimattiin ja harvennettiin 20 kasvukauden kullutta ensimmäisestä lannoituksesta. Leimauksessa sovellettiin Kml. Tapion harvennusmalleja. Poikkeuksena olivat kokeet 53 ja 57, joilta ei harvennettu kaikkia koealoja, koska niiden puusto ei yltänyt leimausrajalle. Näiltä kokeilta voitiin tarkastella vain kokonaispuuston kehitystä. Kokeiden 52 ja 53 puusto oli perustamisen yhteydessä harvennettu tasatiheyteen. Kokeelta 53 oli v. 1968 poistettu 18,5 % runkoluvusta. Muutoin koemetsiköitä ei ollut harvennettu ennen ensi-

harvennusta.

Koealojen puusto numeroitiin pysyvästi. Rinnankorkeusläpimitta mitattiin millimetrin tarkkuudella kahdesta suunnasta. Kultakin koealalta valittiin KUPO-summaimen (L a s a s e n a h o 1974) avulla vähintään 20 koeputa siten, että koealan viisi paksuinta puuta olivat näiden joukossa. Koeputa mitattiin rinnankorkeusläpimittan lisäksi pituus ja yli 7,5 metrin pituisista puista läpimitta kuuden metrin korkeudella millimetrin tarkkuudella kahdesta suunnasta.

Koealoittaiset tulokset laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen KPL-laskentaohjelmistolla (ks. H e i n o n e n 1979) erikseen kokonaispuustolle, jäävälle puustolle ja poistuvalla puustolle.

Aiempien tutkimusten (V i r o 1972) perusteella oletettiin, että kalkilla ja fosforilla ei ole merkittäviä yhdysvaikutuksia typen kanssa, minkä takia typen vaikutus laskettiin typellä lannoitettujen ja lannoittamattomien koealojen tunnusten eroina. Näin menetellen kullakin kokeella on neljä tyyppilannoitettua ja neljä lannoittamatonta koealaa. Kummallekin näin muodostetulle ryhmälle laskettiin koealoittaiset keskiarvot, joiden eroja testattiin varianssianalyysillä. Koealojen lähtötilanteen samankaltaisuutta testattiin varianssianalyysillä. Testattavana tunnuksena oli joko keskipituus tai keskiläpimitta. Suoritetun testin perusteella voitiin todeta, etteivät koealojen puustotunnukset poikenneet toisistaan tilastollisesti merkittävästi kokeita perustettaessa. Ryhmien välille 20 vuoden aikana syntyneitä eroja voidaan siis pitää tyyppilannoituksen aiheuttamina.



Kuva 1. Kokeiden sijainti.

Figure 1. Location of the experiments.
¹⁾Site types according to C a j a n d e r (1949).

Taulukko 1. Kokeiden perustamishetken puustotiedot. \overline{hm} = puuston aritmeettinen keskipituus, \overline{dm} = puuston aritmeettinen keskiläpimitta.

Table 1. The stand characteristics at the beginning of the experiment. \overline{hm} = arithmetical mean height of the experiment, \overline{dm} = arithmetical mean diameter of the experiment. ¹⁾Site types according to C a j a n d e r (1949).

| Koe Exp. No. | Paikkakunta Location | Metsä- tyyppi Site ¹⁾ type | Ikä, vuotta Age, years | Runkoluku, kpl/ha Stem number, st/ha | | | Keskitunnus, \overline{hm} = m, \overline{dm} = cm Mean character Mitattu tunnus Measured character | | | |
|-----------------------------|-------------------------|--|---------------------------------|---|------|------|--|------|------|------|
| | | | | \bar{x} | min | max | \bar{x} | min | max | |
| Mäntykokeet — Pine stands | | | | | | | | | | |
| 52 | Vilppula | VT | 8 | 2857 | 2857 | 2857 | \overline{hm} | 0,93 | 0,73 | 1,13 |
| 53 | Vilppula | VT | 10 | 2833 | 2833 | 2833 | \overline{hm} | 1,47 | 1,16 | 1,76 |
| 73 | Pylkönmäki | VT | 6 | 2764 | 2144 | 3168 | \overline{hm} | 0,43 | 0,35 | 0,50 |
| 67 | Punkaharju | VT | 25 | 2281 | 1989 | 2333 | \overline{dm} | 3,44 | 2,85 | 4,74 |
| Kuusikokeet — Spruce stands | | | | | | | | | | |
| 34 | Sulkava | MT | 22 | 1737 | 1178 | 1956 | \overline{dm} | 2,52 | 2,16 | 3,20 |
| 35 | Heinävesi | MT | 27 | 1915 | 1389 | 2556 | \overline{dm} | 2,71 | 2,21 | 3,46 |
| 49 | Punkaharju | OMT | 25 | 1691 | 1525 | 1892 | \overline{dm} | 3,61 | 2,47 | 4,41 |
| 57 | Kannonkoski | VT | 25 | 1623 | 1411 | 1956 | \overline{dm} | 2,49 | 2,10 | 2,81 |
| 60 | Kannonkoski | OMT | 25 | 1856 | 1689 | 1944 | \overline{dm} | 4,95 | 3,28 | 6,77 |
| 66 | Punkaharju | OMT | 20 | 1329 | 1056 | 1578 | \overline{dm} | 3,21 | 2,58 | 3,94 |

3. TULOKSET

31. Kokonaispuusto

Pituus- ja läpimittatunnukset

Typpilannoituksen saaneiden ja lannoittamattomien koealojen keskipituus- ja keskiläpimittaeroja esittää kuva 3. Lannoitemäärä ei näytä vaikuttaneen männikön pituuskehitykseen, sillä tietyn suhteellisen pienen typpimäärän lisäyksen jälkeen pituuskasvu ei enää lisääntynyt. Pituusero oli männiköissä kuitenkin tilastollisesti merkitsevä. Valtapituuden erot olivat samansuuntaisia kuin keskipituuden, mutta ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Aiemminkin on todettu pituuskasvun riippuvan lähinnä metsikön tiheydestä (S a r a m ä k i 1980).

LANNOITUSKOEALA

Mänty VT

| | | | |
|----------|-----------|----------|---------|
| 1 CaN | 3 0 | 5 CaP | 7 NP |
| 2 P | 4 CaNP | 6 N | 8 Ca |

Kuva 2. Esimerkki koejärjestelystä.

Figure 2. An example of the experimental design.

Kuusikoiden pituuskasvun lisäys näyttää riippuvan kasvupaikan viljavuudesta, niin että karuimmalla, tosin suurimman typpimäärän saaneella, kokeella pituuskasvun paraneminen oli selvintä. Vastaavasti viljavimmalla kasvupaikalla, käenkaali-mustikatyyppillä, lannoitettujen ja lannoittamattomien puiden pituuksissa oli vain vähäinen ero. Parhailla kasvupaikoilla lannoitettujen kuusikoealojen valtapituus on jäänyt lannoittamattomista hieman jälkeen. Tulos osoittanee lähinnä pienten puiden hyvää elpymistä lannoituksen ansiosta (ks. K u k o l a 1978).

Keskiläpimittojen erot noudattelivat mäntykokeilla typpimäärän mukaista järjestystä. Ero oli keskimäärin 0,93 cm ja se oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Pienimmän typpimäärän saaneen kokeen heikko reaktio johtunee toisen lannoitusajan epäsuotuisasta säästä. Ureana annettua toista lannoitusta seurasi nimittäin erittäin kuiva kausi, joka lienee aiheuttanut typen huomattavaa haihtumista (ks. L i p a s ja L e v u l a 1980). Kuusikoissa näytti metsätyyppi vaikuttavan enemmän lannoitusreaktion suuruuteen kuin lannoitemäärä (kuva 3). Kuusikoissa typpilannoitetut puut olivat keskimäärin 0,84 cm järeämpiä kuin lannoittamattomat. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Karun kuusikon reaktio oli erityisen voima-

Taulukko 2. Lannoitukset. AS = ammoniumsulfaatti, U = urea, Os = oulunsalpietari, HF = hienofosfaatti ja SF = superfosfaatti.

Table 2. Fertilizations. AS = ammonium sulphate, U = urea, Os = ammonium nitrate with lime, HF = finely-ground rock phosphate and SF = super phosphate.

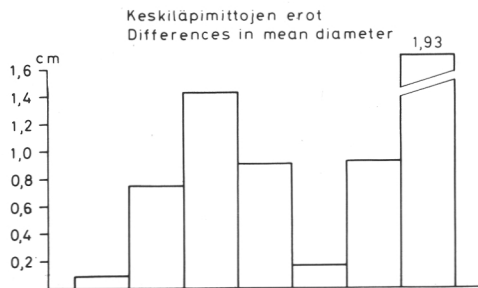
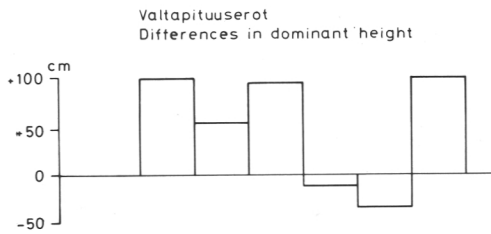
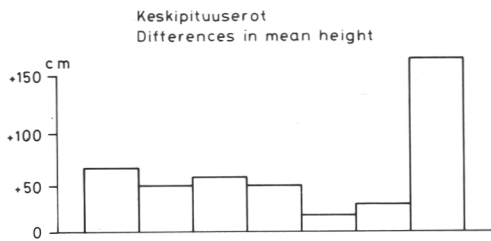
| Koe Experiment No. | Lannoitus aika Time of application | | N, kg/ha | Lannoite — Fertilizer | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------|-----------------------|------------------------------|-----------|-------|
| | kk month | a year | | P, kg/ha | Kalkkikivijauhetta, kg/ha | Limestone | |
| Mäntykokeet — Pine stands | | | | | | | |
| 52 | VII | 1959 | AS | 84 | HF | 28 | 2 000 |
| | V | 1964 | U | 92 | | | |
| | V | 1969 | U | 92 | | | |
| | IV | 1974 | Os | 150 | | | |
| 53 | VII | 1959 | AS | 84 | HF | 28 | 2 000 |
| | V | 1964 | U | 92 | | | |
| | V | 1969 | U | 92 | | | |
| | IV | 1974 | Os | 150 | | | |
| 67 | VIII | 1959 | AS | 84 | HF | 28 | 2 000 |
| | VI | 1969 | U | 92 | | | |
| 73 | VII | 1959 | | | HF | 28 | 2 000 |
| | VI | 1960 | AS | 84 | | | |
| | V | 1966 | U | 92 | | | |
| | VI | 1974 | U | 160 | | | |
| Kuusikokeet — Spruce stands | | | | | | | |
| 34 | IX | 1958 | | | HF | 28 | 2 000 |
| | VI | 1959 | AS | 84 | | | |
| | V | 1969 | U | 92 | SF | 35 | |
| 35 | IX | 1958 | | | HF | 28 | 2 000 |
| | VI | 1959 | AS | 84 | | | |
| | VI | 1969 | U | 92 | SF | 35 | |
| 49 | VI | 1959 | AS | 84 | HF | 28 | 2 000 |
| | V | 1969 | U | 92 | SF | 35 | |
| 57 | VII | 1959 | AS | 84 | HF | 28 | 2 000 |
| | V | 1964 | U | 92 | | | |
| | VI | 1969 | U | 92 | | | |
| | VI | 1974 | Os | 150 | | | |
| 60 | IIX | 1959 | AS | 84 | HF | 28 | 2 000 |
| | V | 1964 | U | 92 | | | |
| | VI | 1969 | U | 92 | | | |
| | VI | 1974 | Os | 150 | | | |
| 66 | VII | 1959 | AS | 84 | HF | 28 | 2 000 |
| | V | 1969 | U | 92 | SF | 35 | |

kas. Mittaushetkellä männiköiden keskiläpimitat vaihtelivat välillä 8,9—14,1 cm ja kuusikoiden vastaavasti 10,8—15,8 cm. Keskipituudet olivat männikoissä 7,1—10,9 m ja kuusikoissa 8,8—12,6 m.

Pohjapinta-ala ja tilavuus

Pohjapinta-alojen eroissa näkyi selvästi vaihtelevan typpilannoituksen vaikutus

(kuva 4). Tilavuuksien erot olivat samansuuntaisia kuin pohjapinta-alojen. Männikoissä runkotilavuus oli keskimäärin 24,1 m³/ha (22,7 %) suurempi typpilannoituilla kuin lannoittamattomilla koelohjoilla (taulukko 3). Tilavuuskasvun lisäys noudatteli käytetyn typpimäärän suuruutta (kuva 5, s. 11). Kokeella 53 saatu heikko tulos johtunee mainitusta harvennuksesta. Kyseisellä kokeella hajonta oli varsin suuri (28,3 m³) ja



| Puulaji | Mä | Mä | Mä | Ku | Ku | Ku | Ku |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tree art | Pi | Pi | Pi | Spr | Spr | Spr | Spr |
| Metsätyyppi | VT | VT | VT | MT | OMT | OMT | VT |
| Site ¹⁾ | | | | | | | |
| Typpimäärä | 176 | 336 | 418 | 176 | 176 | 418 | 418 |
| Dosage | | | | | | | |

Kuva 3. Typpilannoitettujen ja lannoittamattomien koealojen pituus- ja läpimittaerot.

Figure 3. Differences in the heights and diameters between nitrogen fertilized and control plots. ¹⁾Site types according to C a j a n d e r (1949).

tulos harvennuksen ja lannoituksen osuudesta epäselvä.

Kuusikokeilla tilavuuksien erotus oli suhteellisesti hieman pienempi (taulukko 3), absoluuttisesti kuitenkin suurempi (26,6 m³) kuin männiköissä. Kasvupaikan merkitys korostui tilavuuksia tarkasteltaessa, sillä käenkaali-mustikkatyypillä tyypellä oli saatu varsin heikko kasvunlisäys. Puolukkatyyppin kuusikossa kasvunlisäys oli yli kaksinkertainen vastaavan typpimäärän saaneen käenkaali-mustikkatyypin kuusikon reaktioon verrattuna. Viljavampien kasvupaikkojen kuusikoissa tilavuuksien hajonta oli

yleensä suuri, mikä kuvaa kasvunlisäysten vaihtelevuutta. Sen sijaan puolukkatyyppillä hajonta oli varsin pieni, ja siellä voitiin olettaa tyypellä olevan hyvin yksiselitteinen kasvua parantava vaikutus.

Rungon keskitilavuus oli männiköissä kasvanut suhteellisesti saman verran kuin kokonaistilavuuskin. Kasvu on siis jakautunut puiden kesken niiden tilavuuksien suhteessa. Kuusikoissa keskitilavuuden lisäys oli suhteellisesti selvästi pienempi kuin kokonaistilavuuden (taulukko 3). Tämä voi johtua kuusikoiden männiköitä suuremmasta sisäisestä vaihtelusta tai siitä, että kuusikoissa pienet puut ovat saaneet kasvunlisäyksestä suhteellisesti suuremman osan kuin niiden tilavuus edellyttää (K u k k o l a 1978).

Kokonaistuuston puutavaralajijakaumasta voidaan todeta tyypellä saadun kasvunlisäyksen keskittyneen puuston kehitysvaiheen mukaisesti kuitupuuhun. Kuusikoita nuoremmilla mäntykokeilla myös hukkapuun osuus oli hieman laskenut typpilannoituksen nopeutettua kehitystä.

Kasvunlisäys

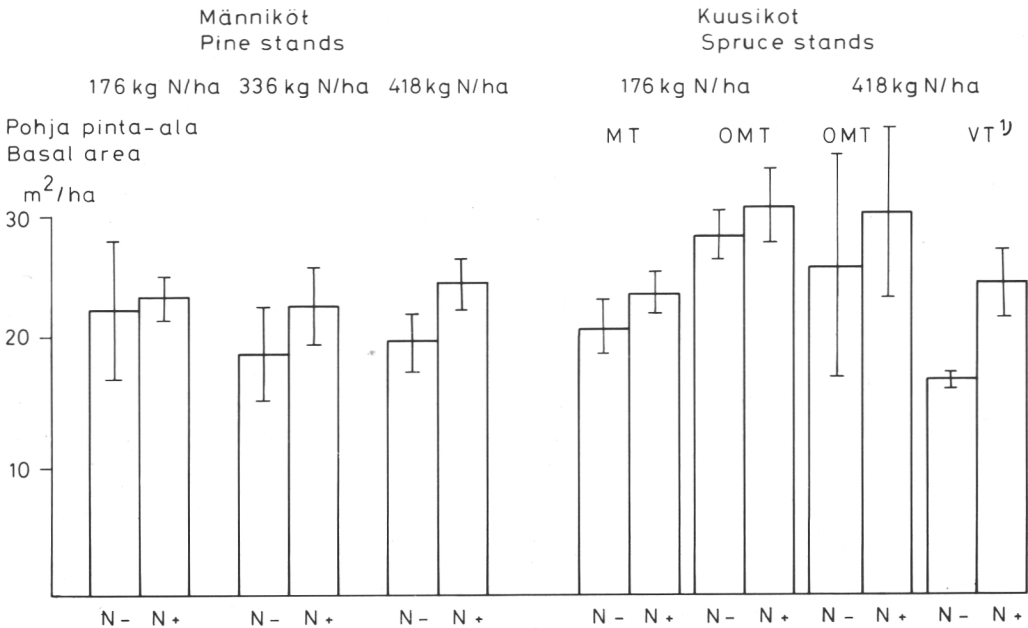
Tutkituissa männiköissä typpilannoitus lisäsi tilavuuskasvua keskimäärin 1,27 m³/ha/v ja kuusikoissa 1,40 m³/ha/v. Männiköissä paras tulos saavutettiin suurimmalla lannoitemäärällä, jolloin yhtä lisäkuutiometriä kohti oli käytetty 13,2 kg N (taulukko 4). Kuusikoissa typpilannoituksen teho oli keskimäärin selvästi parempi kuin männiköissä. Parhaassa kohteessa, puolukkatyyppin kuusikossa, lisäkuutiometrin tuottamiseen oli käytetty vain 7,9 kg N/ha (taulukko 4).

Kuusikoissa todetun hyvän tuloksen selittää osaltaan niiden männiköitä varttuneempi kehitysaste ja siten tehokkaampi ravinteiden käyttö. Vaikka käenkaali-mustikkatyypin kuusikon reaktio lannoitukseen ei ollut suhteellisesti mitaten suuri, siellä saatiin kuitenkin typpikilolla kohtuullinen kasvunlisäys. Jälleen on syytä korostaa karun kasvupaikan kuusikon hyvää reaktiota typpilannoitukseen, joka koko tutkimusjakson keskiarvona oli niinkin korkea kuin 2,77 m³/ha/v. Mustikkatyypin kuusikossa saatiin samalla typpimäärällä parempi tulos kuin käenkaali-mustikkatyypillä.

Taulukko 3. Kokonaispuuston tilavuus ja rungon keskitilavuus hajontoineen (suluissa). + = merkitsevä 5 %:n riskillä, ++ = merkitsevä 1 %:n riskillä ja +++ = merkitsevä 0,1 %:n riskillä. N+ = lannoitetut koealat, N- = lannoittamattomat koealat.

Table 3. Total stand volume and mean volume of the stem with dispersion (in parenthesis). + = significant at 5 % risk, ++ = significant at 1 % risk and +++ = significant at 0,1 % risk. N+ = fertilized, N- = unfertilized.

| Tilavuus, m ³ /ha Volume | | | | Rungon keskitilavuus, dm ³ Mean volume of the stem | | | | | |
|--|--------------|----------------------|------|--|--------------|----------------------|------|------|----|
| N+ | N- | Erotus Difference | % | N+ | N- | Erotus Difference | % | | |
| Mäntykokeet — Pine stands | | | | | | | | | |
| 52 | 137,8 (12,7) | 92,6 (17,7) | 45,2 | 48,8 | 62,4 (4,0) | 42,0 (6,0) | 20,4 | 48,6 | |
| 53 | 141,6 (28,3) | 123,4 (12,5) | 18,2 | 14,7 | 95,1 (16,7) | 78,1 (7,1) | 17,0 | 21,8 | |
| 67 | 139,6 (19,2) | 126,9 (21,2) | 12,7 | 10,0 | 68,7 (16,9) | 64,1 (9,2) | 4,7 | 7,3 | |
| 73 | 101,6 (8,8) | 81,3 (11,1) | 20,3 | 25,0 | 36,0 (1,6) | 29,2 (2,7) | 6,8 | 23,3 | |
| Keskimääräinen ero Mean difference | | 24,1 | 22,7 | ++ | | | 12,2 | 23,3 | ++ |
| Kuusikoheet — Spruce stands | | | | | | | | | |
| 34 | 148,9 (21,8) | 123,0 (26,1) | 25,9 | 21,1 | 85,8 (32,9) | 68,0 (19,4) | 17,8 | 26,2 | |
| 35 | 126,4 (13,3) | 110,7 (13,9) | 15,7 | 14,2 | 76,6 (9,8) | 66,5 (15,5) | 10,1 | 15,2 | |
| 49 | 202,0 (40,8) | 183,7 (27,3) | 18,3 | 10,0 | 111,2 (24,8) | 107,3 (18,3) | 3,9 | 3,6 | |
| 57 | 138,6 (8,9) | 85,9 (3,3) | 52,7 | 61,4 | 76,2 (6,2) | 50,0 (2,1) | 26,2 | 52,4 | |
| 60 | 198,8 (43,7) | 170,8 (55,7) | 28,0 | 16,4 | 130,1 (30,6) | 116,9 (43,6) | 13,2 | 11,3 | |
| 66 | 194,9 (17,6) | 176,0 (18,7) | 18,9 | 10,7 | 132,1 (14,1) | 127,9 (23,9) | 4,2 | 3,3 | |
| Keskimääräinen ero Mean difference | | 26,6 | 18,8 | ++ | | | 12,6 | 14,1 | |



Kuva 4. Kokonaispuuston pohjapinta-ala lannoitemäärän mukaan ryhmiteltynä. N+ = lannoitetut ja N- = lannoittamattomat. Janat pylväiden päissä ilmaisevat keskiarvon luotettavuusvälin 5 %:n riskitasolla.

Figure 4. The basal area of the total stand according to nitrogen dosage. N+ = fertilized and N- = unfertilized. The lines on the top of the columns are the confidence intervals at 5 % risk level. ¹⁾Site types according to C a - j a n d e r (1949).

Taulukko 4. Keskimääräiset vuotuiset kasvunlisäykset. ΔV = kokonaiskasvunlisäys, Δi_V = vuotuinen kasvunlisäys, A = yhden lisäkuutiometrin tuottamiseen tarvittu typpimäärä ja B = yhden typpikilon tuottama kasvunlisäys.
 Table 4. Mean annual growth increases. ΔV = total volume growth increase, Δi_V = annual volume growth increase, A = nitrogen amount needed to produce one extra cubic meter and B = volume growth increase produced with one kilogram of nitrogen.

| Puulaji Tree species | Metsätyyppi Site type ¹⁾ | Typpimäärä Dosage of nitrogen kg N/ha | ΔV m ³ /ha | Δi_V m ³ /ha/a | A kg N/ha | B m ³ /ha |
|-------------------------|--|--|----------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Mänty Pine | VT | 418 | 31,7 | 1,67 | 13,2 | 0,076 |
| | | 336 | 20,3 | 1,07 | 16,6 | 0,060 |
| | | 176 | 12,7 | 0,67 | 13,9 | 0,072 |
| | Keskiarvo Mean | | 24,1 | 1,27 | 14,6 | 0,071 |
| Kuusi Spruce | VT | 418 | 52,7 | 2,77 | 7,9 | 0,126 |
| | MT | 176 | 20,8 | 1,10 | 9,0 | 0,118 |
| | OMT | 418 | 28,0 | 1,47 | 14,9 | 0,067 |
| | OMT | 176 | 18,6 | 0,98 | 9,5 | 0,106 |
| | Keskiarvo Mean | | 26,6 | 1,40 | 10,0 | 0,107 |

32. Jäävä ja poistuva puusto

Jäävä puusto

Jäävän puuston ja kokonaispuuston vertailu antaa mahdollisuuden päätellä, kuinka paljon lannoituksella saadusta kasvunlisäyksestä on voitu poistaa ensiharvennuksessa, kun tavoitteena on ollut yhtä suuri jäävä pohjapinta-ala. Taulukosta 5 voidaan todeta jäävän puuston määrän olevan männiköissä lannoitetuilla koaloilla tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin lannoittamattomilla. Kuusikoissa lannoitettujen ja lannoittamattomien puustojen tilavuuden ero on merkityksetön.

Jäävän puuston rungon keskitilavuudet poikkesivat selvemmin lannoitettujen puiden hyväksi kuin puumäärät (taulukko 5). Männiköissä ero oli tilastollisesti merkitsevä, mutta kuusikoissa ei merkitsevää eroa syntynyt. Tilavuusyksiköissä ilmaistuna ero oli kuusikoissa suurempi kuin männiköissä.

Männiköissä keskiläpimitta oli typpikoealoilla keskimäärin 0,87 cm suurempi kuin lannoittamattomilla koaloilla. Kuusikoissa vastaava ero oli 0,99 cm. Kun kokonaispuuston vastaavat läpimittojen erot olivat männiköissä 0,93 cm ja kuusikoissa 0,84 cm, oli männiköissä poistettu keskimäärin paremmin reagoineita puita kuin kuusikoissa. Kuten taulukosta 5 nähdään, järey-

tyi jäävä puusto lannoituksen ansiosta. Männiköissä lisääntyi lähinnä kuitupuun määrä (taulukko 6). Kuusikokeissa järeytyminen oli lievempää ja kohdistui tukkipuuhun. Tuoreella kankaalla sijainneet kokeet 34 ja 35 olivat järeytyneet hieman selvemmin kuin lehtomaisella kankaalla olevat kokeet.

Poistuva puusto

Poistuvan puuston osuus kokonaispuustosta oli lannoitetuissa männiköissä keskimäärin 32,9 % (vaihteluväli 29,7—35,6) ja kuusikoissa 37,1 % (33,5—40,4). Lannoittamattomissa metsiköissä prosentit olivat vastaavasti 25,6 % (23,9—27,3) ja 29,4 % (25,1—32,8). Typpilannoitus lisäsi ensiharvennuskertymää männiköissä 15,9 m³/ha ja kuusikoissa 19,7 m³/ha (taulukko 7). Kertymän lisäys oli männiköissä sitä suurempi mitä suuremman typpimäärän koala oli saanut. Kuusikoissa riippuvuus annetusta typpimäärästä ei ollut yhtä selvä. Kuusikot olivat suhteellisesti tiheämpiä kuin männiköt, joten niiltä voitiin poistaa myös suurempi suhteellinen osuus.

Myös poistuvan puuston rungon keskitilavuus noudatteli mäntykokeilla typpimäärän lisäystä. Lannoitetuilla mäntykoaloilla poistuvan puuston runkojen keskitilavuus oli keskimäärin 11,1 dm³ suurempi kuin

Taulukko 5. Jäävän puuston tilavuus ja rungon keskitilavuus hajontoineen (suluissa). Selitykset ks. taulukko 3.

Table 5. The remaining stand volume and mean volume of the stem with dispersion (in parenthesis). For explanations see table 3.

| N+ | | Tilavuus, m ³ /ha Volume N- | | Erotus Difference | | % | N+ | | Rungon keskitilavuus, dm ³ Mean volume of the stem N- | | Erotus Difference | | % |
|---------------------------------------|--------------|--|------|----------------------|--------------|--------------|------|--------|--|--|----------------------|--|---|
| Mäntykoheet — Pine stands | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 90,7 (5,1) | 70,4 (9,1) | 20,3 | 28,8 | 85,8 (2,0) | 56,3 (10,2) | 29,5 | 52,4 | | | | | |
| 67 | 98,1 (9,0) | 90,7 (5,6) | 7,4 | 8,2 | 97,6 (28,7) | 93,1 (22,9) | 4,5 | 4,8 | | | | | |
| 73 | 65,4 (3,1) | 61,0 (2,3) | 4,4 | 7,2 | 42,2 (2,8) | 35,6 (3,5) | 6,6 | 18,5 | | | | | |
| Keskimääräinen ero Mean difference | | | | 10,7 | 14,5 + + | | 13,5 | 21,9 + | | | | | |
| Kuusikoheet — Spruce stands | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | 88,8 (7,1) | 87,4 (5,6) | 1,4 | 1,1 | 123,6 (58,5) | 94,0 (34,8) | 29,6 | 31,5 | | | | | |
| 35 | 84,1 (4,7) | 82,9 (4,7) | 1,2 | 1,3 | 96,1 (12,1) | 81,2 (20,4) | 14,9 | 18,3 | | | | | |
| 49 | 125,6 (10,9) | 123,5 (8,5) | 2,1 | 1,7 | 146,2 (35,1) | 138,3 (24,2) | 7,9 | 9,7 | | | | | |
| 60 | 127,5 (8,7) | 125,4 (19,0) | 2,1 | 1,7 | 162,7 (32,9) | 138,0 (54,0) | 24,7 | 17,9 | | | | | |
| 66 | 121,9 (4,4) | 120,2 (6,5) | 1,7 | 1,4 | 176,8 (17,4) | 166,4 (35,4) | 10,4 | 6,3 | | | | | |
| Keskimääräinen ero Mean difference | | | | 1,7 | 1,6 | | 17,4 | 14,2 | | | | | |

lannoittamattomilla. Kuusikoilla vastaava luku oli 12,0 dm³. Kuusirunkojen suhteellisesti pieni ero johtuu siitä, että samaan jäävän puuston pohjapinta-alaan pääsemiseksi piti lannoitetuilta koaloilta poistaa selvästi enemmän runkoja kuin lannoittamattomilta. Poistuvan puuston keskiläpimitta oli tyyppi-lannoitetuilla mäntykoaloilla 1,40 cm ja

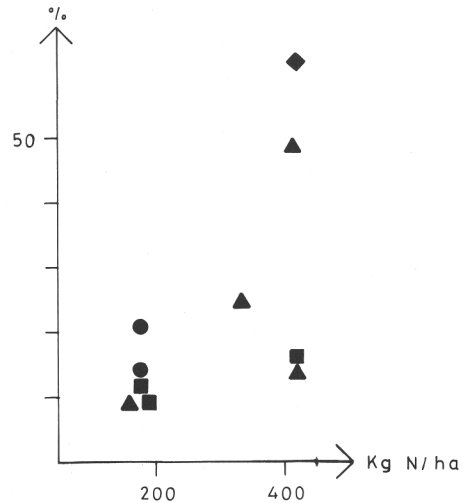
kuusikoaloilla 0,96 cm suurempi kuin lannoittamattomien koalojen vastaava luku.

Suurin osa poistuman lisäyksestä oli kuitupuuta (taulukko 8). Mäntykoilla poistuman kuitupuukertymän lisäys oli jopa suurempi kuin poistuman kokonaistilavuuden lisäys. Varttuneimmissa kuusikoissa lannoitus vaikutti hieman myös poistuman

Taulukko 6. Jäävän puuston puutavaralajijakauma. Selitykset ks. taulukko 3.

Table 6. The timber assortment distribution of the remaining stand. For explanations see table 3.

| | Tukkeja, m ³ /ha Saw logs | | Kuitupuuta, m ³ /ha Pulpwood | | Hukkapuuta, m ³ /ha Wastewood | |
|------------------------------------|--|------|---|------|--|-----|
| | N+ | N- | N+ | N- | N+ | N- |
| Mäntykoheet — Pine stands | | | | | | |
| 52 | 2,1 | — | 86,5 | 67,3 | 2,2 | 3,1 |
| 67 | 13,0 | 14,7 | 82,9 | 75,2 | 2,2 | 2,3 |
| 73 | — | — | 61,4 | 56,2 | 4,0 | 4,8 |
| Ero keskim. Mean difference | | 0,1 | 10,8 + + + | | -0,6 | |
| Kuusikoheet — Spruce stands | | | | | | |
| 34 | 16,8 | 4,5 | 70,0 | 80,5 | 2,0 | 2,4 |
| 35 | 4,3 | 1,1 | 79,2 | 77,8 | 2,0 | 2,6 |
| 49 | 26,9 | 25,4 | 96,7 | 95,9 | 2,0 | 2,3 |
| 60 | 45,8 | 35,1 | 80,1 | 87,9 | 1,7 | 2,3 |
| 66 | 46,6 | 45,2 | 73,8 | 73,5 | 1,5 | 1,6 |
| Ero keskim. Mean difference | | 5,8 | -3,1 | | -0,4 | |



Kuva 5. Tilavuuskasvun suhteellisen eron riippuvuus lannoitemäärästä. Männiköt ▲, kuusikot VT ◆, MT ● ja OMT ■.

Figure 5. The dependence of the relative difference of the volume growth according to the fertilizer dosage. Pine stands ▲, spruce stands VT ◆, MT ● and OMT ■. Site types according to Cajander (1949).

Taulukko 7. Poistuvan puuston tilavuus ja rungon keskitilavuus hajontoineen (suluissa). Selitykset ks. taulukko 3.

Table 7. The drain volume and mean volume of the stem with dispersion (in parenthesis). For explanations see table 3.

| N + | Tilavuus, m ³ /ha Volume | | | Erotus Difference | % | N + | Rungon keskitilavuus, dm ³ Mean volume of the stem | | | Erotus Difference | % | |
|------------------------------------|--|--------|------|----------------------|------|----------|--|--------|------|----------------------|------|----------|
| | N - | | | | | | N - | | | | | |
| Mäntykokeet — Pine stands | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 47,1 | (8,3) | 22,1 | (8,6) | 25,0 | 113,1 | 40,9 | (5,8) | 23,0 | (5,3) | 17,9 | 77,8 |
| 67 | 41,5 | (10,3) | 34,7 | (18,1) | 6,8 | 18,7 | 40,6 | (10,9) | 34,6 | (9,9) | 6,0 | 17,3 |
| 73 | 36,2 | (7,2) | 20,3 | (8,3) | 15,9 | 78,3 | 28,3 | (1,7) | 18,8 | (3,6) | 9,5 | 50,5 |
| Keskimääräinen ero | | | | | 15,9 | 61,8 + + | 11,1 | | | | | 43,7 + + |
| <i>Mean difference</i> | | | | | | | | | | | | |
| Kuusikokeet — Spruce stands | | | | | | | | | | | | |
| 34 | 60,1 | (19,6) | 35,5 | (20,6) | 24,4 | 68,7 | 59,1 | (21,5) | 40,6 | (16,6) | 18,5 | 45,6 |
| 35 | 42,4 | (9,0) | 27,8 | (10,7) | 14,6 | 52,5 | 54,3 | (8,7) | 43,0 | (12,4) | 11,3 | 26,3 |
| 49 | 76,4 | (30,4) | 60,2 | (19,1) | 16,2 | 26,9 | 79,4 | (23,9) | 73,2 | (17,3) | 6,2 | 8,5 |
| 60 | 71,3 | (35,2) | 45,4 | (37,2) | 25,9 | 57,0 | 94,8 | (37,8) | 78,2 | (47,5) | 16,6 | 21,2 |
| 66 | 73,0 | (14,5) | 55,8 | (14,2) | 17,2 | 30,8 | 92,4 | (10,1) | 85,1 | (19,1) | 7,3 | 3,9 |
| Keskimääräinen ero | | | | | 19,7 | 43,8 + | 12,0 | | | | | 18,7 + |
| <i>Mean difference</i> | | | | | | | | | | | | |

tukkipuukertymään. Yhteenlaskettu käyttöpuun tuotoslisäys oli mäntykokeilla keskimäärin 16,1 m³/ha ja kuusikokeilla 19,4 m³/ha. Vaikka käenkaali-mustikkatyypillä ei saatu suuria suhteellisia kasvulisäyksiä, poistuman tuotoslisäykset olivat männiköiden tuotoslisäyksiin verrattavia (kuva 6). Käytettyä typpimäärää kohden tuotos oli kuusikoissa keskimäärin selvästi parempi, mikä osaltaan johtunee lähtötilanteen erilaisuudesta. Kuusikot olivat lannoituksia aloitettaessa lähellä sulkeutumista. Näin ollen ne lähestyivät huippukasvun vaihetta, jolloin ravinteiden tarve on suurimmillaan. Toisaalta männiköt olivat vasta nuoria taimikkoja, jotka eivät vielä kyenneet käyttämään hyväkseen kaikkia ensimmäisessä lannoituksessa lisättyjä ravinteita. Yhden poistettavan käyttöpuukuutiometrin tuottamiseen oli männiköissä käytetty 21,5 kg N/ha, kun kuusikoissa vastaava luku oli 12,1 kg.

Ensiharvennuksen kannattavuuteen vaikuttava kuiturungon käyttöosa oli lannoitetuilla mäntykoealoilla keskimäärin 40 % ja kuusikoealoilla 14,4 % suurempi kuin lannoittamattomilla (ks. kuva 6).

Taulukko 8. Poistuman puutavaralajijakauma. Selitykset ks. taulukko 3.

Table 8. The timber assortment distribution of the drain. For explanations see table 3.

| | Tukkeja, m ³ /ha Saw logs | | Kuitupuuta, m ³ /ha Pulpwood | | Hukkapuuta, m ³ /ha Wastewood | |
|------------------------------------|--|-----|---|------|--|-----|
| | N + | N - | N + | N - | N + | N - |
| Mäntykokeet — Pine stands | | | | | | |
| 52 | — | — | 43,2 | 17,0 | 3,9 | 5,1 |
| 67 | 1,2 | 1,1 | 36,4 | 30,0 | 3,9 | 3,6 |
| 73 | — | — | 31,7 | 16,0 | 4,5 | 4,3 |
| Ero keskim. | 0,03 | | 16,1 + + | | -0,2 | |
| <i>Mean difference</i> | | | | | | |
| Kuusikokeet — Spruce stands | | | | | | |
| 34 | 1,6 | — | 55,4 | 32,8 | 3,1 | 2,2 |
| 35 | 0,4 | 0,4 | 40,0 | 25,5 | 2,0 | 1,9 |
| 49 | 6,5 | 2,7 | 67,0 | 54,8 | 2,9 | 2,6 |
| 60 | 12,8 | 7,3 | 56,5 | 36,6 | 2,0 | 1,5 |
| 66 | 8,7 | 4,9 | 62,0 | 49,0 | 2,3 | 1,9 |
| Ero keskim. | 2,9 | | 16,4 + + | | 0,4 | |
| <i>Mean difference</i> | | | | | | |

4. TULOSTEN TARKASTELUA

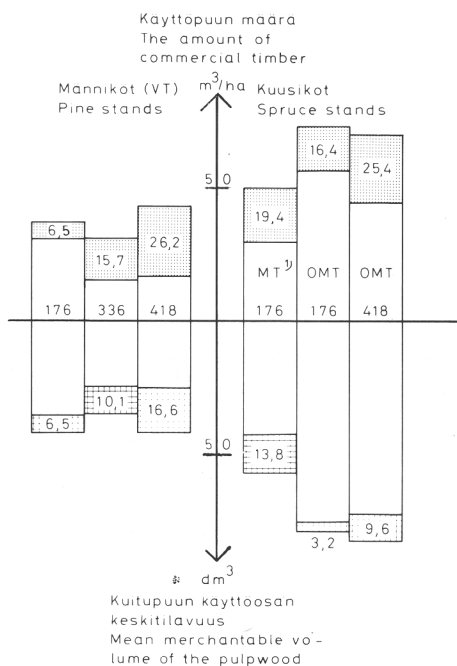
Kokeet oli perustettu faktorikokeina, joiden tulokset ovat yksittäisten lannoitteiden osalta luotettavia, mikäli eri ravinteiden välillä ei esiinny yhdysvaikutuksia. Tällaisia yhdysvaikutuksia on ilmennyt typen ja fosforin sekä typen ja kalkin välillä. Runkotilavuuksiin perustuvan testin perusteella eri lannoitteiden välillä ei todettu tilastollisesti merkitseviä yhdysvaikutuksia.

Kokeissa käytetyt lannoitemäärät ovat nykykäytännön mukaan pieniä, mutta kuitenkin esimerkiksi typpellä saatiin selvä kasvureaktio. Typen vaikutusta korostaa se,

ettei mäntykokeilla uusittu muita kuin typpi-lannoitus. Kuusikokeilla fosforilannoitus uusittiin kerran yhtä aikaa typpilannoituksen uusinnan kanssa niillä kokeilla, jotka saivat pienimmän typpimäärän. Männiköistä on varhemmin todettu, ettei fosfori yleensä paranna typpellä saatua tulosta (V i r o 1972, M ä l k ö n e n 1979). Kuusikoissa on joissakin tapauksissa saatu fosforilla yhdessä typen kanssa positiivinen reaktio (V i r o 1967).

Koemetsiköiden lannoitus oli aloitettu jo taimikkovaiheessa, jota pidetään käytäntöä ajatellen kannattamattomana (esim. V i r o 1966). Männiköt olivat kokeita aloitettaessa alle kymmenvuotiaita. Kuusikot olivat vanhempia kuin männiköt, mutta kuusen hitaan alkukehityksen johdosta ne eivät olleet paljon kookkaampia kuin männiköt. Kun koemetsiköt eivät lannoituksia aloitettaessa olleet vielä sulkeutuneet, puut eivät pystyneet käyttämään tehokkaasti hyväkseen ensi kerralla annettua typpeä. Sitä vastoin uusintalannoitukset tulivat ilmeisesti paremmin hyödynnetyiksi. Keskimäärin lannoitusten hyötysuhde — käytetty typpimäärä tuotetua tilavuusyksikköä kohti — oli tutkituissa kokeissa likimain sama kuin varttuneemmissakin metsiköissä (esim. S i l v e n n o i n e n 1976). Saatu tulos voi johtua siitä, että lannoitemäärät olivat pieniä, eikä merkittävää hukkaanmenoa tapahtunut. Toisaalta voidaan olettaa pintakasvillisuuden sitoneen huomattavan osan ensimmäisestä lannoituksesta (esim. M ä l k ö n e n 1979). Tämä pintakasvillisuuteen sidottu ravinnemäärä on puuston sulkeuduttua ja pintakasvillisuuden vähennyttyä vapautunut myöhemmin puiden käytettäväksi.

Metsän harvennustarpeen määrittäminen on aina jossakin määrin subjektiivinen tehtävä. Tässä tutkimuksessa kriteerinä käytetty Kml. Tapion ohje perustuu paljolta välittömiin taloudellisiin näkökohtiin. Tällöin on jouduttu tinkimään puhtaasti metsänhoidollisista periaatteista. Tässä tutkimuksessa sovellettu tapa johtaa metsän kasvattamiseen ennen harvennusta selvästi



Kuva 6. Käyttöpuiden määrä poistuvassa puustossa. Akselin yläpuolella käyttöpuiden määrä ja alapuolella kuiturungon käyttöosan keskitilavuus. Vaaleat pylväät = lannoittamattomat koealat, tummenneet osat = typpellä saatu lisäys. Eron lukuarvo pylväiden tummenneet osassa.

Figure 6. The amount of commercial timber in the drain. In the upper part, the amount of commercial timber and in the lower part the mean merchantable stem volume of the pulpwood. White columns = unfertilized, dark parts = the increment achieved by fertilization. In the dark part, the numerical difference. ¹⁾Site types according to C a j a n d e r (1949).

liian tiheänä ja muutaman vuoden harvennuksen jälkeen liian harvana. Käsittely oli puhdasta alaharvennusta, mikä ei välttämättä ole lannoitusmetsäkoissa parasta tulosta tuottava harvennustapa. Käytetty tapa vastaa kuitenkin yleisiä metsänkäsittelynormeja.

Typpilannoitus vaikutti tutkituissa kohteissa lähinnä puuston järeytymiseen sekä pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvuun. Pituuskehitystä lannoitus joudutti eniten männikoissa ja karuimman kasvupaikan kuusikossa. Nuorilla mäntykokeilla vallitsevat puut olivat ilmeisesti hyötynneet enemmän typpilannoituksesta. Kuusikokeilla vallitut latvuserrokset näyttivät lisänneen parhaiten pituuttaan lannoituksen johdosta, kun taas vallitsevat latvuserrokset eivät olleet hyötynneet lisäystä tyypeistä. Selityksenä saattavat olla maaperän ravinteisuudesta johtuvat erot, sillä kuusikokeet olivat varsin viljavilla kasvupaikoilla, joilla tyypeä on runsaasti valtapuiden käyttöön. Karummilla kasvupaikoilla olevilla mäntykokeilla tyypeistä oli ehkä niin kova puute, että sen lisäys kohdistui ensisijaisesti parhaassa kilpailuasemassa oleviin valtapuihin. Toisaalta mänty ja kuusi ovat valvoatimusten suhteen erilaisia. Valoa runsaasti vaativa mänty kykenee hyödyntämään ravinnelisäyksen vain vallitsevassa asemassa ollessaan, jolloin se saa riittävästi valoa (esim. K e l l o - m ä k i 1980).

Maan ravinteisuuden merkitystä korostaa se, että kuusikoissa typpilannoituksella saatiin sitä parempi tulos mitä karummasta kasvupaikasta oli kyse. Typpimäärän vaikutus tuli esille mäntykokeilla, joilla kasvunlisäys oli sitä suurempi mitä enemmän tyypeä oli annettu. Typpikiloa kohden laskettu kasvunlisäys ei kuitenkaan riippunut annetusta lannoitemäärästä.

Jos jätetään huomiotta erittäin hyvin typpilannoitukseen reagoivat puolukkatyyppin kuusikko, mäntykokeet olivat reagoineet hieman paremmin kuin kuusikokeet. Tämä tuntuu luonnolliselta, koska typen puute on suurempi kuivilla kuin tuoreilla tai lehtomaisilla kankailla (V i r o 1972). Huonoimmin reagoineella käenkaali-mustikkatyyppin kuusikokeella tarvittiin kuitenkin vähemmän tyypeä yhden lisäkuutiometrin tuottamiseen kuin huonoimmin reagoineella mäntykokeella. Kuusikokeilla tuotettiin typpikilolla sitä paitsi keskimäärin selvästi enem-

män puuta kuin mäntykokeilla. Tämä johtuu pääosin kuusikoiden männiköihin verrattuna varttuneemmasta kehitysvaiheesta ja sitä kautta paremmasta ravinteiden hyväksikäyttökyvystä.

Lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys jatkautui jäävän ja poistuvan puuston kesken männikoissa niin, että 60 % voitiin ottaa harvennuksessa pois ja 40 % jäi kasvamaan. Kuusikoissa kasvunlisäys voitiin realisoida käytännöllisesti katsoen kokonaan ensiharvennuksessa. Tässä kuvastuu ilmeisesti puulajien erilainen reagoititapa. Männikoissa valtapuut olivat hyötynneet eniten lisäystä tyypeistä, mistä syystä jäävä puusto oli hieman suurempi kuin lannoittamattomien koalojen. Kuusikoissa lannoituksen aiheuttamasta kasvunlisäyksestä olivat hyötynneet myös pienet puut, joten jäävä puusto ei oleellisesti poikennut määrältään lannoitetuilla ja lannoittamattomilla koaloilla.

Jäävä puusto oli keskimäärin järeämpää lannoitetuilla kuin lannoittamattomilla koaloilla. Männikoissa tämä johtui aiemmin mainitusta kasvunlisäyksen keskittymisestä valtapuihin ja kuusikoissa suhteellisesti suurentuneesta poistumasta lannoitetuilta koaloilta. Vaikka kuusikoiden jäävän puuston määrä ei ollut lannoitetuilla koaloilla suurempi kuin lannoittamattomilla, tukkipuiden tilavuus oli keskimäärin 5,8 m³/ha (26 %) suurempi lannoitetuilla koaloilla. Puuston kehitysvaiheen mukaisesti lannoitus oli nopeuttanut siirtymää kuusikoissa (ks. S a r a m ä k i 1978). Kun männikoissa puusto oli nuorempaa ja pienempää, ei siirtymää kuitupuusta tukkipuuhun lannoituksen ansiosta vielä tapahtunut.

Lannoituksella saavutettavaan taloudelliseen tulokseen vaikuttaa oleellisesti siirtymän suuruus. Mikäli kaikki lannoituksella tuotettu puu on kuitupuuta, lannoituksesta ei voida odottaa hyvää taloudellista tulosta. Tutkituissa kohteissa lannoituksella tuotetun puukuutiometrin hinnaksi tuli lannoitelajista riippuen 30—40 mk ilman levityskustannuksia ja korkoja. Kun kuitupuun kanto hinta on samaan aikaan ollut noin 50 mk/m³, ei levitykselle ja kustannusten korolle jää riittävästi katetta. Jos lannoituksella saavutettu kasvunlisäys on hakattavissa metsälön muista osista, voi nuoren metsän lannoitus olla tällöin kannattavaa. Typpilannoituksen voidaan todeta lisäävän ensiharvennuksen kannattavuutta, koska heh-

taarikohtainen kertymä ja poistuvan puuston keskijäreys kasvavat. Kuitenkaan kustannusten pieneneminen ei ole niin suurta, että se korvaisi lannoituskustannukset korkeineen.

Eräs keino lisätä lannoituksen kannattavuutta nuoressa metsässä on käyttää poistettava puusto entistä tarkemmin hyödyksi. Tällöin ehkä lannoituskustannukset saataisiin takaisin, mutta vaarana on ainakin karuimmilla kasvupaikoilla maaperän ravinvarojen väheneminen ja siten puuntuotokyvyn heikkeneminen (esim. Mä l k ö n e n ja S a r a m ä k i 1980). Taimistovaiheesta alkavaan lannoitukseen sijoitettujen varojen takaisin saanti ei onnistu kokonaan vielä ensiharvennuksessa vaan osa sijoituksesta saadaan mahdollisesti takaisin myöhemmissä harvennuksissa ja päätehakkuussa.

Lannoituksen aiheuttaman puuston kehityksen nopeutumisen selvittämiseksi, verrattiin lannoitettujen ja lannoittamattomien metsiköiden tilavuus- ja järeystunnuksia V u o k i l a n ja V ä l i a h o n (1980) kasvu- ja tuotostaulukoiden vastaaviin tunnuksiin. L i p a k s e n (1979) mukaan lannoitettu metsikkö jatkaa kehitystään lannoitusvaikutuksen loputtua kuten tilavuudeltaan vastaava lannoittamaton metsikkö. Tätä vertailuperustetta käyttäen voimakkaimmin lannoitettu (418 kg N/ha)

puolukkatyyppin männikkö oli noin kuusi, lievemmin lannoitettu (336 kg N/ha) noin kolme ja lievimmän lannoituksen (176 kg N/ha) saanut männikkö noin kaksi vuotta edellä lannoittamatonta.

Puuston kehitys oli nopeutunut eniten, seitsemän vuotta, puolukkatyyppin kuusikossa. Mustikkatyyppin kuusikko oli lievästä lannoituksesta (176 kg N/ha) huolimatta noin kolme vuotta edellä lannoittamatonta. Käenkaali-mustikkatyyppillä vastaavat arvot olivat lievemmällä lannoituksella kaksi vuotta ja voimakkaammalla lannoituksella kolme vuotta. Mikäli katsotaan lievimmän lannoituksen (176 kg N/ha) vastaavan nykyistä kertalannoitusta, voidaan sillä jouduttaa nuoren männikön kehitystä noin kaksi vuotta ja nuoren kuusikon kehitystä kahdesta kolmeen vuotta.

Jos oletetaan lannoituksella saatavan likimain sama kasvunlisäys myös varttuneissa kasvatusmetsissä, on siellä saavutettavissa huomattavasti suurempi kiertoajan lyheneminen kuin nuorissa. Esimerkiksi 65-vuotiaassa mustikkatyyppin kuusikossa 176 tyypikilolla saatava tilavuuskasvun lisäys jouduttaisi kehitystä viisi vuotta. Nuoren taimikon lannoittaminen ei näytä vaikuttavan metsikön tulevaan kehitykseen yhtä paljon kuin varttuneemman metsikön lannoittaminen, vaikka tilavuuden lisäys olisikin yhtä suuri molemmissa.

KIRJALLISUUS

- FAHLROTH, S. 1969. Diameterökningen i gödslade bestånd — dess storlek och fördelning på diameterklasser. Föreningen skogsträdsförädling, Inst. för skogsförbättring. Årsbok 1968:78—90.
- CAJANDER, A.K. 1949. Metsätyyppit ja niiden merkitys. Summary: Forest types and their significance. Acta For. Fenn. 56:1—69.
- GUSTAVSEN, H.G. 1976. Miten puut reagoivat lannoitukseen varttuneissa metsiköissä? Metsä ja Puu 4:15—18.
- & LIPAS, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. Folia For. 246:1—20.
- HEINONEN, J. 1979. Koealojen peruslaskentaohjelmisto. Metsäntutkimuslaitoksen mittauspäivät v. 1979. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitoksen matemaattinen osasto.
- KELLOMÄKI, S. 1980. Growth dynamics of young Scots pine crowns. Seloste: Nuorten mäntyjen latvusten kasvun dynamiikka. Commun. Inst. For. Fenn. 98(4):1—50.
- KUKKOLA, M. 1978. Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyyppin kuusikossa. Abstract: Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site. Folia For. 362:1—15.
- LAASASENAHO, J. 1974. KUPO-summaimen käyttöopas. Julk. Kansallis-Osake-Pankki. 19 s.
- LIPAS, E. 1979. Alternative methods for calculating growth response to fertilization. Seloste: Vaihtoehtoisia menetelmiä lannoitusreaktion laskemiseksi. Commun. Inst. For. Fenn. 97(7):1—56.
- & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. Folia For. 421:1—14.
- Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15.2.1979. Summary: Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the

- Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15.2.1979. *Folia For.* 400:1—69.
- MÄLKÖNEN, E. 1979. Kangasmaiden lannoitustutkimus. Summary: Research on forest fertilization on mineral soils. *Folia For.* 400:20—28.
- & SARAMÄKI, J. 1980. Vähentääkö kokopuukorjuu puuntuotantoa. *Metsä ja Puu* 10:18—19.
- PURO, T. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second fertilization with nitrogen. *Folia For.* 304:1—15.
- SARAMÄKI, J. 1978. Kainuun vajaanpuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus. Abstract: Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland. *Folia For.* 352:1—14.
- 1980. Typpilannoituksen vaikutus männyn runkokuutoon. Summary: The effect of nitrogen fertilization on the stem form of Scots pine. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(4):1—46.
- SILVENNOINEN, S. 1976. Tuloksia käytännön metsänlannoituksesta Tehdaspuu Oy:n osakkaiden kangasmailla. Tehdaspuu Oy, seloste 53/76. 38 s. Tapion taskukirja. 1978. Julk. Keskusmetsälautakunta Tapio. 509 s. Jyväskylä. K.J. Gummerus.
- VIRO, P.J. 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. Seloste: Metsän lannoituksen vaikutuksen arvioiminen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 59(3):1—42.
- 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Manuring of young plantations. *Commun. Inst. For. Fenn.* 61(4):1—30.
- 1967. Forest manuring on mineral soils. *Medd. Norske Skogforsøksv.* Nr. 85, Bind 23:113—136.
- 1972. Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. *Folia For.* 138:1—19.
- VUOKILA, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. 256 s. Porvoo. WSOY.
- & VÄLIAHO, H. 1980. Viljelytjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(2):1—271.

SUMMARY

The study deals with the effect of repeated nitrogen fertilizations on the structure and development of young Scots pine and Norway spruce stands on mineral soils. The shortening of the rotation resulting from fertilizations has been estimated from the stand structure. The examination is limited to the first thinning.

The material includes ten 3² factorial experiments, which are in the central parts of South Finland (fig. 1). Each experiment consists of four nitrogen fertilized and four plots that had not received nitrogen. The experiments were fertilized as they were founded in 1958 and 1959 when they were at a sapling stage (table 1). The nitrogen fertilization was renewed from one to three times and the nitrogen dosages fluctuated from 176 to 418 kg N/ha (table 2).

The experiments were measured and thinned 20 years after the first fertilization. The nitrogen fertilized plots showed a clear need for thinning. The differences between the plots were tested by the analysis of variance at the beginning of the experiment and 20 years later.

In the pine stands the height growth increment was the same, irrespective of the nitrogen dosages applied. In the spruce plots the effect followed the forest site types so that on the poorest sites the height growth increment was greatest and on more fertile sites it was almost negligible (fig. 3). In pine stands the mean diameter differences followed the given nitrogen dosages, but in the spruce stands the forest site type was the significant factor. In both spruce and pine stands the nitrogen fertilization had increased the mean diameter almost one centimetre in average.

The fertilization effected the total stand volume as it did the diameter (fig. 5, table 3). The mean growth increment for pine was 1,27 m³/ha/yr and for spruce 1,40 m³/ha/yr. For pine the best result per fertilizer kilogram was achieved with the largest fertilizer dosages (table 4). For spruce the poorest site produced the best result per fertilizer kilogram. In average in spruce

stands a better growth increment was achieved per nitrogen kilogram than in pine stands. After the pine stand thinning, the remaining stand volume of the fertilized plots was greater than that of the unfertilized ones, while the basal area of the remaining stand was equal on both plots. In the spruce experiments there were no differences in the remaining stand of the fertilized and unfertilized plots (table 5).

The drain was 32,9 % from the total stand in pine and 37,1 % in spruce plots. In the unfertilized plots the percents were respectively 25,6 % and 29,4 %. The fertilizations have therefore increased the first thinning output 15,9 m³/ha and 19,7 m³/ha for the pine and spruce stands respectively (table 6). The mean volume of the removed stems was 11 dm³ greater for pine and 12 dm³ greater for spruce stands than for the unfertilized ones. The increase in the drain was almost completely pulpwood (table 7).

When the volume- and size characters of the fertilized and unfertilized stands were compared to the corresponding characters of the growth and yield tables it was established that the strongest (418 kg N/ha) fertilized *Vaccinium* site pine stand was approximately six years ahead of the unfertilized stand. The least (176 kg N/ha) fertilized stand was two years ahead of the unfertilized one. The nitrogen dosage in the least fertilization is approximately comparable to that of the present day one-time fertilization recommendation. The heaviest (418 kg N/ha) fertilized *Vaccinium* site spruce stand was seven years ahead of the unfertilized one. After the smallest (176 kg N/ha) fertilization dosage the *Myrtillus* site spruce stand was three years ahead of the unfertilized and the *Oxalis-Myrtillus* site with the corresponding fertilization was two years ahead of the control. According to the calculations the growth increment achieved in the experiments would shorten the rotation considerably more in older forest stands.

ODC 237.4:56
ISBN 951-40-0527-9
ISSN 0015-5543

SARAMÄKI, J. & VALTANEN, E. 1981. Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands. Folia For. 479:1—16.

In the experiments the nitrogen fertilization was renewed from one to three times. The nitrogen dosage fluctuated from 176 to 418 kg N/ha. During the twenty years period after the first fertilization, the growth increase was 1,27 m³/ha/yr for pine and 1,40 m³/ha/yr for spruce. The fertilization increased the pine stand first thinning drain in average by 15,8 m³/ha and that of spruce stands by 19,7 m³/ha. The most fertilized (418 kg N/ha) stands were 6—7 years and the stands that received the least fertilization (176 kg N/ha) were 2—3 years ahead of the unfertilized stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.

ODC 237.4:56
ISBN 951-40-0527-9
ISSN 0015-5543

SARAMÄKI, J. & VALTANEN, E. 1981. Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands. Folia For. 479:1—16.

In the experiments the nitrogen fertilization was renewed from one to three times. The nitrogen dosage fluctuated from 176 to 418 kg N/ha. During the twenty years period after the first fertilization, the growth increase was 1,27 m³/ha/yr for pine and 1,40 m³/ha/yr for spruce. The fertilization increased the pine stand first thinning drain in average by 15,8 m³/ha and that of spruce stands by 19,7 m³/ha. The most fertilized (418 kg N/ha) stands were 6—7 years and the stands that received the least fertilization (176 kg N/ha) were 2—3 years ahead of the unfertilized stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.

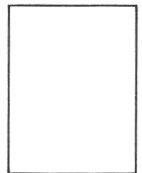
Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communicaciones Instituii Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia & tiedusteluja _____

Remarks & calls for information _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinneannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkarsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaitoksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätalastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittauksen tarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakki, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suomenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suomenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.
- No 471 Eeronheimo, Olli: Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980.
Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980.
- No 472 Nisula, Pentti: Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtouakeiden raivauksessa.
Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines.
- No 473 Saastamoinen, Olli & Sievänen, Tuija: Keravan ja Rovaniemen lähimetsien ulkoilukäytön ajallinen vaihtelu.
Time patterns of recreation in urban forests in two Finnish towns.
- No 474 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa.
Stand damage in thinning operations.
- No 475 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1980.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1980.
- No 476 Jalkanen, Risto: Harmaakariste männynllä. Kirjallisuuskatsaus.
Lophodermella sulcigena on pines. A literature review.
- No 477 Veijalainen, Heikki: Hivenannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemaalla.
Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil.
- No 478 Kellomäki, Seppo & Tuimala, Aili: Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä.
Effect of stand density on branchiness of young Scots pines.
- No 479 Saramäki, Jussi & Valtanen, Eila: Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen.
The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan a.o. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.