

# FOLIA FORESTALIA 507

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

---

---

TIINA PURO

LANNOITUSAJANKOHDAN MERKITYS ERI  
PUULAJIEN KASVUREAKTIOSSA

EFFECT OF FERTILIZATION TIME  
ON GROWTH REACTION OF DIFFERENT  
TREE SPECIES

---



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-Ahvonen
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 viisi 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 five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*

FOLIA FORESTALIA 507

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Tiina Puro

LANNOITUSAJANKOHDAN MERKITYS  
ERI PUULAJIEN KASVUREAKTIOSSA

Effect of fertilization time on growth reaction  
of different tree species

PURO, T. 1982. Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa. Summary: Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species. *Folia For.* 507:1—14.

Tutkimuksessa tarkastellaan lannoitusajankohdan merkitystä männyn, kuusen, koivun ja haavan kasvureaktiossa. Lannoitteena käytettiin oulunsalpietaria (26 % N), jota annettiin 150 kg N/ha kasvukauden eri vaiheissa. Tavoitteena oli selvittää, onko eri lannoitusajankohtien aiheuttamassa kasvunlisäyksessä eroja ja poikkeavutko eri puulajit tässä suhteessa toisistaan.

Tulosten mukaan varmin lannoitusajankohta kaikilla puulajeilla on alkukesä, jolloin niiden kasvu on voimakkainta ja lannoitteen huuhtoutumisvaara pienin. Lannoitettaessa myöhemmin kasvukauden aikana on lannoitustulos epävarmempi.

The effect of fertilization at different times of the growing season on the growth response of Scots pine, Norway spruce, birch and aspen was examined in this study. Ammonium nitrate with lime (26 % N) was applied. Fertilization was carried out at different times during the growing season and the subsequent growth increments examined to determine whether there were any differences between month of application and between different tree species.

The results indicated that the most certain fertilization time for all tree species is early summer, when their growth is at its greatest and the risk of leaching losses the smallest.

ODC 237.4 + 181.65  
ISBN 951-40-0559-7  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus.

## SISÄLTÖ

1. JOHDANTO .....	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	5
21. Koejärjestely .....	5
22. Koeputien mittaus ja näytteenotto .....	6
23. Aineiston kuvaus .....	6
24. Tulosten laskenta .....	6
3. TULOKSET .....	10
31. Tuoreet ja lehtomaiset kankaat .....	10
32. Lehdot .....	12
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	12
KIRJALLISUUS .....	13
SUMMARY .....	14

## 1. JOHDANTO

Metsänlannoituksen yleistyessä 1970-luvun alussa tuli lannoitusajankohdan selvittäminen ajankohtaiseksi. Maataloudesta saadun mallin mukaisesti lannoitettiin metsiäkin pääsääntöisesti kasvukauden alussa. Tätä käytäntöä tuki käsitys, jonka mukaan optimaalinen lannoitusajankohta riippuu puiden kasvurytmistä (Viro 1970). Samanlaisen ajatuksen esittivät Fiedler ja Leube (1972) todetessaan, että lannoitus tulisi tehdä ajankohtana, jolloin puuston ravinnetarve on suurimmillaan. Tällöin lannoituksesta saataisiin paras mahdollinen hyöty.

Puiden pituuskasvulla ja läpimitan kasvulla on oma geneettisesti määräytyvä rytmensä. Kasvun alkamista ja ainakin pituuskasvun osalta sen nopeutta säätelee ensisijaisesti lämpötila. Pituuskasvu on tarkemmin ennaltamäärätty kun läpimitan kasvu, johon saman kasvukauden aikaiset ympäristöolosuhteet vaikuttavat herkemmin kuin pituuskasvuun. Pituuskasvu alkaa aikaisemmin kuin läpimitan kasvu ja päättyy Suomen oloissa tavallisesti jo heinäkuun alussa. Läpimitan kasvu päättyy viimeistään elokuun loppupuoliskolla. Juurten kasvu jatkuu sen sijaan vielä myöhempään.

Pääpuulajimme voidaan jakaa pituuskasvun ajoittumisen mukaan kolmeen ryhmään (Raulo ja Leikola 1974): 1) männyn pituuskasvu alkaa ja päättyy ensimmäisenä eli kasvujakso on lyhyt ja kasvu nopeaa, 2) hies- ja rauduskoivun pituuskasvu alkaa seuraavana ja päättyy viimeisenä, joten koivujen kasvujakso on pisin, 3) kuusen ja haavan pituuskasvu alkaa viimeisenä ja päättyy aikaisemmin kuin koivujen pituuskasvu. Läpimitan kasvun alkamisajankohdan ja keston suhteen ei männyn ja kuusen välillä ole eroa. Sen sijaan koivun läpimitan kasvu alkaa noin pari viikkoa myöhemmin ja kestää selvästi lyhyemmän aikaa kuin havupuiden kasvu (Ilvessalo 1932, Leikola 1969). Haavan läpimitan kasvun ajoittumisesta ei ole tietoja saatavilla. Juurten

kasvun ajoittumista on verrattu vain männyn ja kuusen osalta ja todettu kuusen juurien kasvavan syksyllä myöhempään kuin männyn juurien (Lyr ja Hoffmann 1967).

Puulajien erilainen ravinnetarve suhteessa kasvupaikan ravinteisuuteen vaikuttaa paitsi lannoituksen aiheuttamaan kasvulisäykseen, mahdollisesti myös lannoitusajankohdan valintaan. Kasvun päättymisessä on saman puulajin eri yksiköiden välillä suuria eroja, huomattavasti suurempia kuin kasvun alkamisessa. Lagefoged (1952) esitti näiden erojen johtuvan erilaisesta ravinnetarjonnasta kasvukauden lopulla.

Lannoitusajankohdan sääoloilla on tärkeä merkitys eri tyyppilajien käyttökelpoisuuteen metsänlannoituksessa. Nykyisin käytössä olevista tyyppilannoitteista urea antaa parhaan tuloksen syyslannoituksessa, koska syksyllä urean hydrolyysille tarpeellinen kosteus on parhaiten turvattu (Derome 1975, 1979). Nitraattityppeä sisältävää ousunsalpietaria suositellaan käytettäväksi kasvukauden alkupuoliskolla, koska nitraattityppi on helposti huuhtoutuvaa (Mälkönen 1979).

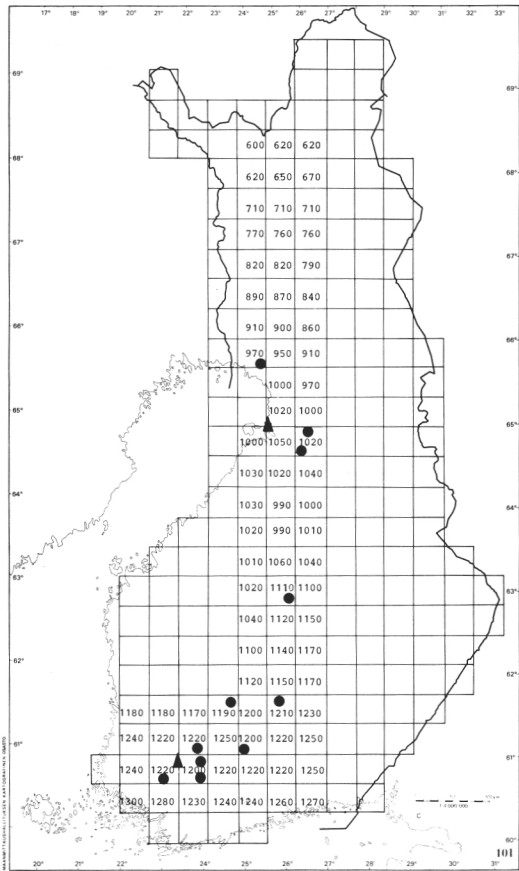
Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää pääpuulajiemme kasvureaktiota, kun lannoitus annetaan kasvukauden eri vaiheissa ja tarkastella lannoitusajankohdan merkitystä eri puulajeilla.

Tämä tutkimus tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosastolla. Koalat perustettiin prof. Viron johdolla. Tutkimuksen kenttätöistä vastasivat maantutkimusosaston kenttätöryhmät. Prof. Eino Mälkönen antoi arvokasta apua työn eri vaiheissa. Hän sekä prof. Eero Paavilainen lukivat käsikirjoituksen. Tiivistelmän sekä kuva- ja taulukkotekstit käänsi John Derome, B.Sc. Aineiston tilastomatemaattisessa käsittelyssä auttoivat LuK Marja Huotari ja VTK Jaakko Heinonen. Toimistos sihteeri Pirkko Rättö avusti kuvien piirtämisessä sekä käsikirjoituksen puhtaaksikirjoittamisessa. Esitän parhaat kiitokseni saamastani avusta.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 21. Koejärjestely

Tutkimusta varten perustettiin prof. Viron johdolla 11 koetta eri puolille Suomea v. 1970 ja 1971 (kuva 1). Kokeet perustettiin sekametsiin, joissa oli neljää puulajia: mäntyä, kuusta, koivua (hies- ja/tai rauduskoivu) ja haapaa, tai korkeintaan toinen havupuulajeista puuttui. Tällaisia sekametsiä löytyi vain tuoreilta ja lehtomaisilta kankailta tai sitä viljavammilta kasvu-paikoilta. Perustamalla kokeet sekametsiin haluttiin varmistaa se, että kasvuolosuhteet olivat kaikille puulajeille samat ja vertailtavuus hyvä. Siten käsitte-



Kuva 1. Koemetsiköidensijainti. Keskimääräinen tehoin-lämpötilan summa (d.d.)  $40 \times 40$  km:n neliö-ruutujen aluearvoina (Solantie 1976).

▲ Käytettyjen sääasemien sijainti.

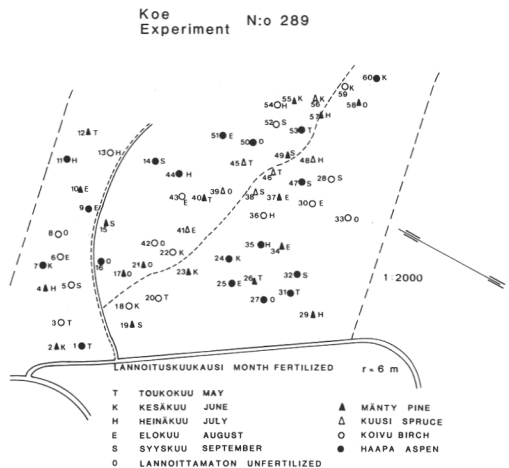
Fig. 1. Location of experimental stands. Mean effective temperature sum (d.d.) in a  $40 \times 40$  km-square area (Solantie 1976).

▲ Location of meteorological stations.

lyjen vaikutuksesta syntyvät erot voitaisiin tulkita puulajien eri tavoin ajoittuneesta ravinnetarpeesta ja ravinteidenottokyvystä johtuvaksi. Kuitenkaan eri puulajien kasvupaikkavaatimukset eivät ole saman-laiset. Esimerkiksi mänty ei ole viljavammilla kasvu-paikoilla biologisesti yhtä vahva kuin muut tarkas-teltavat puulajit.

Tutkimuksessa käytettiin ns. yhden puun koela-menettelmää (Viro 1967), jonka etuna on, että se mah-dollistaa suuren määrän toistoja pienellä pinta-alalla. Samaa menetelmää ovat Viron lisäksi käyttäneet lannoitustutkimuksissa ainakin Weihe (1968), Holst-ner-Jørgensen (1971), Krapfenbauer ym. (1977) ja Lea ym. (1979). Myös kritiikkiä menetelmää kohtaan on esitetty (Ehrlenspiel 1971). Suuresta puiden väli-stä kasvun vaihtelusta johtuen menetelmää käytet-täessä ei voida saada tarkkoja tuloksia eri lannoitus-käsittelyjen aiheuttamasta kasvulisäyksestä.

Koepuut valittiin vallitsevan latvuseroksen puista, joiden latvustila oli vapaa. Koepuuden väli oli vähin-tään 14 m. Puut numeroitiin juoksevasti puulajista riippumatta. Koalat lannoitettiin koepuu keskipiste-nä 6 m:n säteellä. Lannoitteena käytettiin oulun-salpietaria (26 % N) 150 kg N/ha, jolloin koelalle tuli lannoitetta 6,52 kg. Jokaisessa toistossa oli kullakin puulajilla viisi lannoitusajankohtaa: touko-, kesä-, heinä-, elo- ja syyskuu, yhden koelalan jäädessä lan-noittamatta. Lannoitteet levitettiin kunkin kuukau-den puolivälissä. Käsittelety arvottiin. Esimerkiksi koejärjestelystä esitetään kuvassa 2.



Kuva 2. Esimerkki koejärjestelystä. Koepuut nume-roitu juoksevasti puulajista riippumatta.

Fig. 2. Example of the experimental lay-out. Sample trees are numbered consecutively independent of trees species.

## 22. Koepuiden mittaus ja näytteenotto

Koepuista mitattiin ennen sen kasvukauden alkua, jona lannoituskäsitteletyt suoritettiin, pituus, rinnan-korkeusläpimitta, kuoren paksuus ja kapeneminen. Samalla koepuihin valmistettiin 1,3 m:n korkeudelle mittauskohhta vuosittaista nauhamittausta varten. Viiden vuoden kuluttua kokeen aloittamisesta mitattiin koepuista lisäksi pituus, kapeneminen ja kuoren paksuus. Vastaava uusintamittaus tehtiin kymmenen vuoden kuluttua, jonka jälkeen koe lopetettiin. Tällöin koepuista otettiin myös kairalastut 15 viimeisen vuoden kasvujaksosta.

Puun kasvu on riippuvainen sen geneettisten ominaisuuksien ja kasvupaikkatekijöiden ohella myös lähi-puiden vaikutuksesta. Sekametsässä tällä kilpailuteki-jällä oletettiin olevan suhteellisesti suurempi merkitys kuin yhden puulajin muodostamassa metsikössä. Lisä-si lannoituksen on todettu lisäävän puiden välistä kilpailua (Viro 1965). Sen vuoksi koepuille arvioitiin kasvutila ns. "kuuden-puun-pistokoe"-menetelmän mukaan (Ehrlenspiel 1971). Tämä menetelmä oli osoittautunut parhaaksi vertailtaessa kuutta kasvu-tilan mittaukseen kehitettyä menetelmää, kun kriteer-inä oli käytetty puiden läpimitan kasvun ja kasvu-tilan välistä korrelaatiota. Lisäksi mittaus oli helppo suorittaa.

Kokeilta määritettiin kivisyys ns. painamismene-telmällä (Viro 1952). Humus- ja kivennäismaanäyt-teet otettiin varsinaisten koealojen ulkopuolelta noin 20 kohdasta ja yhdistettiin yhdeksi humus- ja yhdeksi kivennäismaanäytteeksi koetta kohti. Maanäytteet otettiin syyskesällä, ja analysoitiin maantutkimus-osastolla käytössäolevilla vakio menetelmillä (Mälkö-nen 1974).

## 23. Aineiston kuvaus

Yleistiedot perustetuista kokeista esitetään taulu-kossa 1. Koeaineisto oli iän suhteen jakautunut siten, että kolme koemetsikköä oli perustamishetkellä 85—90-

vuotiasta, loput 40—60-vuotiaita. Metsätyypiltään koemetsiköt oli määritetty tuoreiksi ja lehtomaisiksi kankaiksi, kahden koemetsikön, 289 ja 295, erottau-tuessa lannoitusta edeltäneen kasvunsa perusteella vielä muita viljavammaksi. Taulukossa 2 esitetään koepuutiedot kokeiden keskiarvoina erikseen sekä mus-tikka- ja käenkaali-mustikka-tyypin että käenkaali-oranvanmarjatyyppin kokeilla.

Suurin osa kokeista sijaitsi keskenään hyvin ver-tailukelpoisilla hienohiekka- ja karkeahietamoreeni-nilla. Ainoastaan koe 294 sijaitsi hiesumoreenilla, joka on ravinteisuudeltaan parempaa, mutta vesi-taloutensa puolesta huonompaa kuin karkeammat moreenimaat. Tämä poikkeus huomioon ottaen myös maaperän kemialliset tunnusarvot tukivat oletusta, että edellä mainitut kokeet 289 ja 295 edustavat muita viljavampia kasvupaikkoja (taulukko 3). Humuk-sen pH-luku oli näillä kokeilla hieman suurempi ja suhdeluku C/N pienempi kuin muilla kokeilla. Myös kivennäismaan suurempi tyyppitoisuus kuvasti maan hyvää biologista aktiiviteettia. Humuskerroksen ravinteiden totaaliäärästä kalsiumin ja kaliumin määrät olivat suuria, samoin kivennäismaan vaihtu-vista ravinteista. Kalsiumin, kaliumin ja typen mää-rien on yleensä todettu parhaiten kuvastavan kasvu-paikan viljavuutta (Viro 1969, Urvas ja Erviö 1974).

Kokeiden sijainnin perusteella valittiin kaksi edus-tavaa säähavaintoasemaa, Jokioinen Etelä-Suomesta ja Oulu Pohjois-Suomesta kuvaamaan kasvukauden-aikaisia sääoloja lannoitusvuosina 1970 ja 1971 (kuva 3).

## 24. Tulosten laskenta

Puiden lannoitusreaktiota tarkasteltiin vuotuisen pohjapinta-alan kasvun perusteella. Tämä laskettiin sekä nauhamittauksista saatujen arvojen että kairalastujen mittaustulosten avulla. Verrattaessa tuloksia keskenään kävi ilmi, että nauhamittauksiin perustu-vien kasvujen vuosittainen vaihtelu oli huomattavasti

Taulukko 1. Yleistiedot koeaineistosta. Puulajit 1 = mänty, 2 = kuusi, 3 = koivu, 4 = haapa

Table 1. General description of experimental material. Tree species 1 = pine, 2 = spruce, 3 = birch, 4 = aspen.

Koe Experi- ment	Perustamis- vuosi Year of establishment	Paikkakunta Locality	Humuskerroksen paksuus Humus thickness cm	Maalaji Soil type	Kivisyys Stoniness %	Ikä Age a	Toistoja/puulaji Replications/tree species			
							1	2	3	4
287	1970	Tammela	4,2	Karkea hietamoreeni <i>Fine-sand moraine</i>	81	40	4	4	4	4
288	"	Pöytyä	2,1	Hieno hiekkamoreeni <i>Coarse-sand moraine</i>	42	55	2	2	2	2
289	"	Hauho	2,3	Karkea hietamoreeni <i>Fine-sand moraine</i>	58	50	3	1	3	3
290	"	Kuhmoinen	3,0	—''—	70	90	2	2	2	1
291	"	Viitasaari	3,3	—''—	64	90	2	2	2	2
292	"	Muhos	2,8	—''—	81	50	3	3	3	3
294	1971	Forssa	2,5	Hiesumoreeni <i>Silt moraine</i>	34	60	—	2	2	2
295	"	Urjala	2,2	Karkea hietamoreeni <i>Fine-sand moraine</i>	38	50	2	2	2	2
296	"	Orivesi	2,5	—''—	41	40	2	2	2	2
299	"	Ylikiiminki	3,6	—''—	73	45	2	2	2	2
300	"	Kemi mlk	3,9	—''—	56	85	2	2	2	2



Taulukko 2. Puustotunnukset puulajeittain kokeen perustamishetkellä ryhmiteltyinä metsätyypin ja iän mukaan.

1 = mänty, 2 = kuusi, 3 = koivu, 4 = haapa.

Table 2. Tree stand data by tree species at start of experiment grouped according to site type and stand age. 1 = pine, 2 = spruce, 3 = birch, 4 = aspen.

Koe Experiment	Läpimitta ( $d_{1,3}$ ) kuorineen Diameter ( $d_{1,3}$ ) over bark cm				Pituus Height m				Pohjapinta-alan keskim. kuoreton kasvu ennen lannoitusta (5 vuoden jakso) Mean basal-area growth under bark before fertilization (5 year period) cm <sup>2</sup> /a			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Nuoret MT-OMT metsiköt — Young stands, Myrtillus and Oxalis-Myrtillus site types												
278	18,5	18,8	18,5	17,0	16,6	17,5	18,4	17,8	9,0	11,5	8,4	8,6
288	21,5	19,5	20,6	20,1	18,2	16,0	19,0	19,6	9,3	10,7	5,3	10,4
292	15,9	15,2	15,2	13,6	12,5	13,7	14,8	13,3	8,6	8,4	7,6	7,2
294	—	20,9	18,7	18,3	—	19,6	20,5	20,5	—	7,8	8,4	9,7
296	17,2	—	15,0	17,0	16,1	—	16,1	18,7	9,3	—	6,3	10,9
299	17,5	16,3	15,8	16,2	12,6	14,1	16,3	15,7	8,6	10,9	6,5	9,0
Vanhat MT-OMT metsiköt — Old stands, Myrtillus and Oxalis-Myrtillus site types												
290	27,8	28,3	26,0	25,7	23,5	22,6	24,8	21,8	9,8	13,7	9,6	14,0
291	22,8	20,7	19,1	20,2	21,2	20,4	21,4	21,2	5,5	8,8	3,9	7,6
300	22,5	17,7	19,3	18,1	16,9	14,1	16,3	15,7	6,5	4,3	4,6	6,1
OMaT metsiköt — Stands on Oxalis—Maianthemum site types												
289	23,5	23,5	22,8	19,7	18,2	17,5	19,9	17,3	13,1	25,7	12,3	19,1
295	26,7	26,7	18,2	19,9	19,2	17,6	17,8	19,3	17,1	23,7	11,7	17,5

Taulukko 3. Maan ravinteisuus ryhmiteltyinä metsätyypin ja iän mukaan.

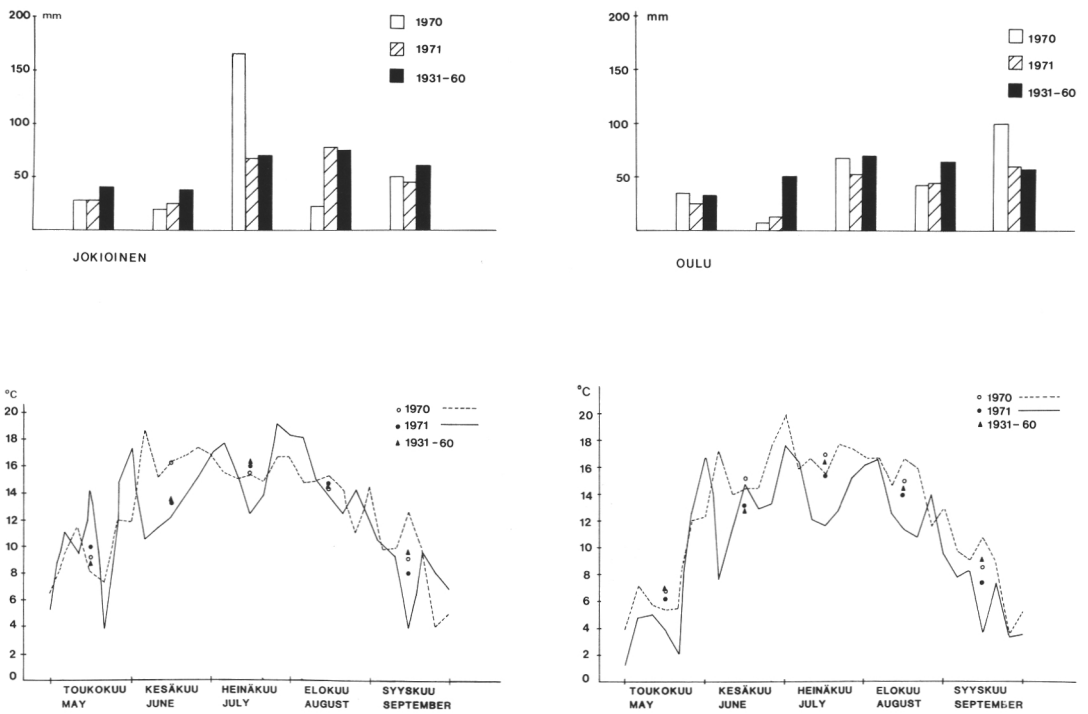
Table 3. Nutrient status of soil in sample stands grouped according to site type and stand age.

Koe Experiment	pH H <sub>2</sub> O	C/N	Humuskerros — Humus layer								Kivennäismaa — Mineral soil 0–30 cm							
			Ravinteiden kokonaismäärät				Vaihtuvat ravinteet				N tot		Vaihtuvat ravinteet					
			Total amounts of nutrients mg/100 g								Exchangeable nutrients mg/100 g				Exchangeable nutrients mg/100 g			
			%		N		P		Ca		K		P		Ca		K	
Nuoret MT-OMT metsiköt — Young stands, Myrtillus and Oxalis-Myrtillus site types																		
278	3,8	31	1,4	86,4	340,4	92,2	11	214	60	120	0,57	10,1	3,4					
288	4,6	33	0,6	58,0	376,2	84,7	11	271	42	46	0,13	7,8	2,3					
292	4,2	41	0,7	79,0	2775	103,8	16	196	71	47	0,31	7,6	2,9					
294	4,2	30	0,6	98,2	4720	429,2	3	333	43	141	0,03	88,0	16,8					
296	4,2	31	0,8	72,0	3147	107,1	6	194	37	76	0,18	7,8	2,0					
299	4,4	30	1,3	113,9	5990	119,5	21	389	85	82	0,39	18,3	2,8					
Vanhat MT-OMT metsiköt — Old stands, Myrtillus and Oxalis-Myrtillus site types																		
290	4,2	33	1,0	56,7	3848	154,4	13	264	67	101	0,26	18,6	7,6					
291	4,3	46	0,6	76,8	3819	126,2	18	234	74	56	0,74	10,2	2,8					
300	4,3	40	0,7	75,9	3583	106,3	13	241	62	23	0,52	7,4	1,5					
OMaT metsiköt — Stands on Oxalis—Maianthemum site types																		
289	4,6	29	0,9	69,4	4899	154,4	5	293	48	159	0,57	45,6	6,4					
295	4,6	22	0,7	79,9	4942	313,0	2	353	38	163	0,18	47,4	6,4					

suurempi kuin kairalastujen perusteella laskettujen kasvujen. Tämä ero johtuu ilmeisesti puunkuoren turpoamisen ohella ennen muuta mittaajien erilaisesta mittaustekniikasta. Lipas (1974) totesi yhden vuoden kasvun arvion olevan nauhamittauksen perusteella melko epävarman, pitemmän jakson keskimääräisestä kasvusta nauhamittaus sen sijaan antaa yhtä luotettavan arvion kuin yhdeltä puolelta otettu kairalastu. Koska myös kairalastuista laskettuihin kasvuihin sisältyy rungon epäpyöreystä johtuvaa virhearvointia, varmistettiin tulos laskemalla koko mittauskauten kumulatiivinen kasvu molempien mittaustulosten

perusteella, ja tarkistamalla, että eri käsittelyjen vaikutusten suhde toisiinsa oli sama.

Vuotuiset ja kumulatiiviset kasvat korjattiin ja kasvujen väliset erot testattiin kovarianssiohjelmalla BMDPV 1, joka kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen BMDP-ohjelmapakettiin. Ohjelmassa erojen merkitsevyys testataan t-testillä. Käytettäessä t-testiä kaikkien keskiarvoparien vertailuun saadaan kuitenkin liikaa merkitseviä eroja. Sen vuoksi testattiin eri lannoitus-käsittelyillä saatujen kasvunlisäysten merkitsevyys Bonferronin testillä (Miller 1966). Jokainen puulaji testattiin erikseen lukuun ottamatta hies- ja raudus-



Kuva 3. Lannoitusvuosien kasvukauden aikainen lämpötila viiden vuorokauden keskilämpötilojen mukaan sekä kuukausien keskilämpötila ja sademäärä lannoitusvuosina ja normaalikautena 1931–60 (Kolkki 1966).  
 Fig. 3. Temperature conditions (five-day mean) during growing season and monthly mean temperature and rainfall during fertilization periods and normal period 1931–69 (Kolkki 1966).

Taulukko 4. Käytetyt kovariantit sekä mallin selvitysasteen suurin ja pienin arvo 10 v kautena.  
 Table 4. Covariates used and largest and smallest values for degree of explanation model during 10 year period.

Käytetyt kovariantit Covariates used	MÄNTY PINE		KUUSI SPRUCE		KOIVU BIRCH		HAAPA ASPEN	
	MT-OMT	OMaT	MT-OMT	OMaT	MT-OMT	OMaT	MT-OMT	OMaT
Kasvu ennen lannoitusta Growth before fertilization	X	X	X	X	X	X	X	X
Pohjapinta-alan ennen lannoitusta Basal-area before fertilization	X		X		X	X		
Kasvutila Growing space	X						X	
Tehoisan lämpötilan summa Effective temperature sum	X		X		X		X	
Ikä Age	X		X		X		X	
Humuskerroksen C/N C/N ratio of humus			X				X	
Mallin selvitysaste $r^2$ Coefficient of determination of model	0,72— 0,32	0,77— 0,39	0,80— 0,59	0,78— 0,41	0,68— 0,43	0,51— 0,23	0,63— 0,43	0,56— 0,23
Havaintoja/Käsittely Sample trees/Treatment	19	5	19	3	20	5	19	3

koivuja, jotka käsiteltiin yhtenä ryhmänä. Useissa koemetsiköissä oli molempia koivulajeja sekaisin, eikä niitä käsitteilyvaiheessa oltu eroteltu.

Lannoitusta edeltänyt kasvu on yleensä todettu parhaaksi lannoituksen jälkeisen kasvun selittäjäksi. Lannoituksen aiheuttaman kasvunlisäyksen on kuitenkin todettu riippuvan lannoitusta edeltäneestä kasvusta (mm. Krapfenbauer ym. 1977). Tällaisessa tilanteessa kovarianssianalyysin tulosten tulkinta ja yleistettävyyden on ongelmallista. Aineistossa nimenomaan kuusen lannoitusta edeltäneen kasvun vaihtelu oli erittäin suuri. Tästä syystä aineisto jaettiin tämän kovariantin suhteen kahteen ryhmään: 1) tuoreet ja lehtomaiset kankaat sekä 2) lehdot.

Lehdoissa havaintojen lukumäärä käsitteilyä kohti oli pieni ja regressiokertoimen satunnaisvirhe puolestaan suuri. Niinpä tässä ryhmässä saattoi esiintyä erillisiä vuosia, jolloin kovarianttien kertoimet eri käsitteilyillä poikkesivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Jotta saataisiin käsitys tästä johtuvan virheen suuruudesta laskettiin näille vuosille korjatut kasvut

myös käyttäen jokaisen käsittelyn omia regressioker-toimia. Verrattaessa näin saatuja korjattuja kasvuja vastaaviin mallin antamiin kasvuihin, havaittiin niiden pysyvän samassa suuruusjärjestyksessä ja suuruudeltaakin eroavan toisistaan hyvin vähän.

Käytetyt kovariantit valittiin molemmissa ryhmissä erikseen (taulukko 4). Valinnan kriteerinä olivat kovariantin t-arvot eri vuosina ja sen vaikutus mallin selitysteeseen. Lannoitusta edeltänyt kasvu oli ylivoimaisesti paras lannoituksen jälkeisen kasvun selittäjä. Muita koepuukohtaisia kovariantteja olivat pohjapinta-ala ennen lannoitusta ja kasvutila. Kasvutilalla ei ollut odotettua vaikutusta mallin selitysteeseen ja se pysyi mallissa mukana vain männyllä ja haavalla. Koemetsikkökohtaisia kovariantteja olivat ikä tutkimuksen perustamishetkellä, tehoisan lämpötilan summa (kuva 1) ja humuskerroksen C/N-suhde. Mallin selitysteaste oli suurimmillaan lannoitusjakson ensimmäisenä tai toisena vuotena ja pieni sen jälkeen tasaisesti.

### 3. TULOKSET

#### 31. Tuoreet ja lehtomaiset kankaat

*Vuotuinen korjattu pohjapinta-alan kasvu ilman kuorta esitetään puulajeittain kuvassa 4 ja Bonferronin testin tulokset eri lannoituskäsittelyjen aiheuttamien kasvunlisäysten merkitsevyydestä taulukossa 5.*

Männyllä lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys oli suurimmillaan kolmantena vuotena ja lannoituksen vaikutus kesti kaikkiaan noin 6 vuotta. Lannoitukset alkukesällä aiheuttivat hieman suuremman kasvunlisäyksen kuin lannoitukset elo- ja syyskuussa. Kuusella lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys pysyi suurinpiirtein yhtä suurena aina kuudenteen vuoteen asti. Kaikkiaan lannoituksen vaikutus kesti 8—9 vuotta. Lannoitusajankohdalla ei ollut suurtaakaan merkitystä, joskin toukokuun lannoitus lisäsi kasvua hieman enemmän kuin lannoitukset muina ajankohtina. Koivulla kasvunlisäys oli suurimmillaan toisena tai kolmantena vuotena ja lannoituksen vaikutus kesti kaikkiaan noin 5 vuotta. Touko-, kesä- ja heinäkuun lannoitukset aiheuttivat hieman suuremman kasvunlisäyksen kuin lannoitukset syyskesällä. Ero oli kuitenkin hyvin pieni. Haavalla kasvun vaihtelu oli selvästi suurempaa kuin muilla puulajeilla. Lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys oli suurimmillaan toisena tai kolmantena vuo-

tena ja lannoituksen vaikutus kesti kaikkiaan noin 5 vuotta. Lannoitukset kesä- ja heinäkuussa näyttivät lisäävän kasvua eniten. Lannoitukset toukokuussa ja syyskesällä lisäsivät kasvua hyvin vähän.

*Pohjapinta-alan kumulatiivinen kasvu esitetään puulajeittain kuvassa 5. Kumulatiivinen kasvu laskettiin männylle kahdeksan, kuuselle kymmenen, koivulle ja haavalle seitsemän vuoden ajalle, eli 1—2 vuotta pitemmälle ajalle kuin lannoituksen vaikutus vuotuisen kasvujen perusteella näytti kestävä. Käytetyt kovariantit olivat samat kuin vuotuisen kasvun laskennassa.*

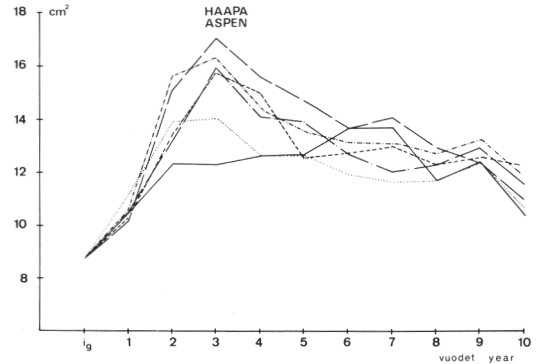
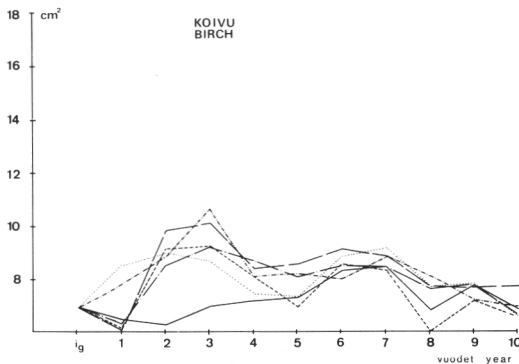
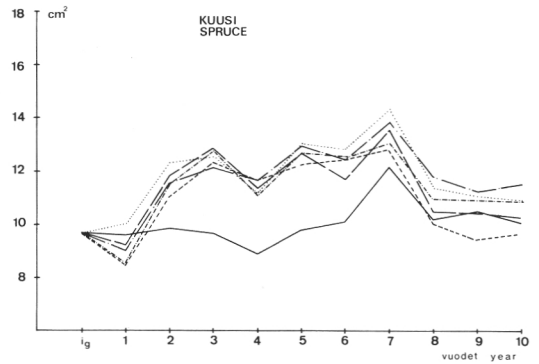
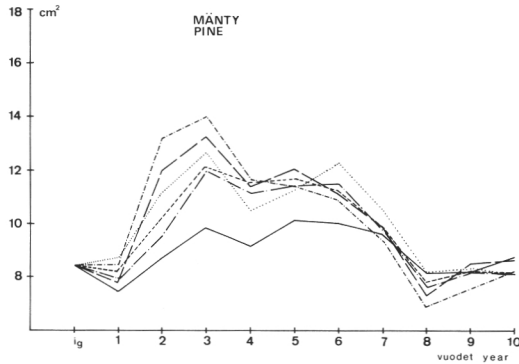
Kaikki lannoituskäsittelyt toukokuusta syyskuuhun näyttivät lisäävän kokonaiskasvua männyllä, kuusella ja koivulla. Tilastollisesti merkitsevän kokonaiskasvunlisäyksen aiheuttivat männyllä ja koivulla vain touko-, kesä- ja heinäkuun lannoitukset. Kuusella kaikki muut paitsi elokuun lannoitus lisäsivät kokonaiskasvua merkitsevästi, mutta syyskesän lannoitusten aiheuttamien kasvunlisäysten hajonta oli selvästi suurempi kuin alkukesän lannoitusten aiheuttamien kasvunlisäysten. Haavalla kesä- ja heinäkuun lannoitukset näyttivät tosin lisäävän kokonaiskasvua jonkin verran, mutta kasvunlisäys ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

### 32. Lehdot

Koepuiden lukumäärä oli tässä ryhmässä hyvin pieni, käsittelyä kohti oli mäntyjä ja koivuja 5 kpl, kuusia ja haapoja vain 3 kpl. Tämän vuoksi tuloksiin on suhtauduttava suurin varauksin.

Vuotuissa pohjapinta-alan kasvussa lan-

noitus ei aiheuttanut männyllä ja haavalla minkäänlaista kasvunlisäystä. Kuusella toukokuun lannoitus näytti lisäävän pohjapinta-alan kasvua parina vuotena, samoin koivulla touko- ja heinäkuun lannoitukset, mutta kasvunlisäykset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 4. Korjattu keskimääräinen vuotuinen pohjapinta-alan kasvu ( $\text{cm}^2$ ) ilman kuorta puulajeittain mustikka- ja käenkaalimustikkatyypin koe-aloilla.  $i_g$  = lannoitusta edeltäneen 5-vuotiskauden keskiarvo.

Fig. 4. Adjusted, mean annual basal-area growth ( $\text{cm}^2$ ) under bark by tree species on sample plots of the Myrtillus and Oxalis-Myrtillus site types.  $i_g$  = mean for five-year period preceding fertilization.

— lannoittamaton — unfertilized  
 ..... lannoitus toukokuussa — fertilized in May  
 - - - lannoitus kesäkuussa — fertilized in June  
 — lannoitus heinäkuussa — fertilized in July  
 - - - lannoitus elokuussa — fertilized in August  
 - - - lannoitus syyskuussa — fertilized in September

Taulukko 5. Lannoituksen aiheuttama pohjapinta-alan kasvunlisäys (cm<sup>2</sup>/a) ja sen merkisyys Bonferroinin testin mukaan. V—IX = lannoitukset toukokuusta syyskuuhun.

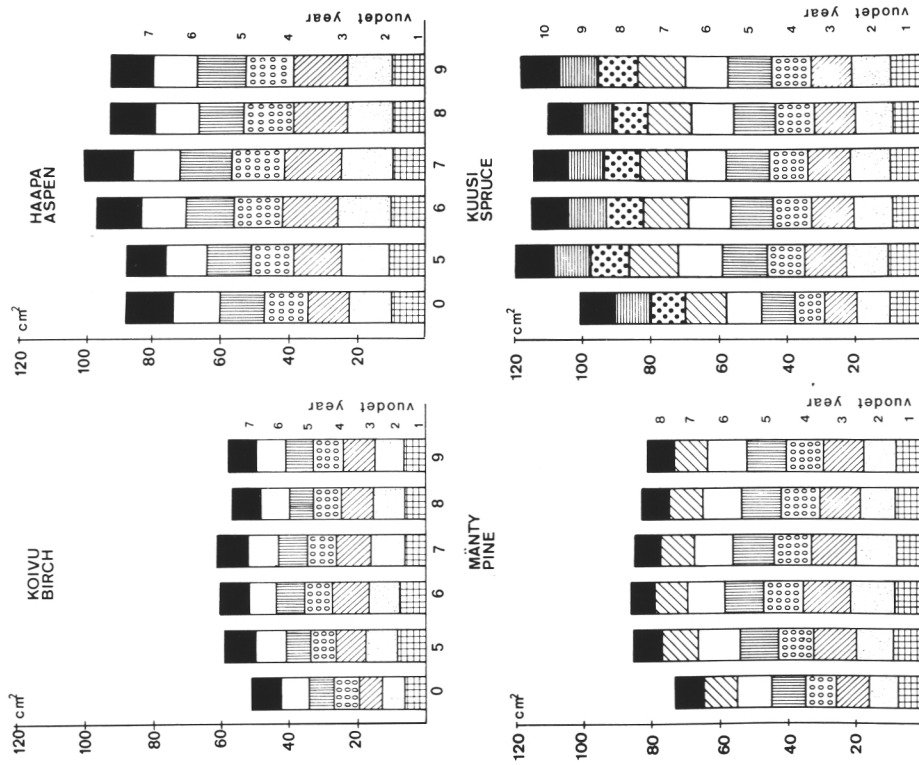
Table 5. Basal-area increment (cm<sup>2</sup>/a) given by fertilization according to the Bonferroin test. V—IX = month fertilized, May—September.

Lannoitus- kuukaudet Fertilization month	vuodet — year						
	1	2	3	4	5	6	7
mänty — pine							
V	1,3	2,5*	2,8°	1,4	1,2	2,3	0,9
VI	1,1	4,5**	4,2**	2,6*	1,3	0,9	-0,2
VII	0,3	3,3*	2,3°	2,3°	1,9	1,1	0,3
VIII	0,8	1,6	2,3	2,4°	1,6	1,2	0,3
IX	0,5	0,9	2,1	2,0	1,3	1,5	0,2
kuusi — spruce							
V	0,5	2,5°	2,9*	2,3	3,3*	2,7	2,2
VI	-1,0	1,6	3,1*	2,2	2,9*	2,5	0,9
VII	-0,4	2,0	3,2*	2,5	2,9*	1,6	1,4
VIII	-1,1	1,2	2,7*	2,8°	2,5	2,3	0,7
IX	-0,6	1,7	2,5°	2,8°	3,1*	2,3	1,7
koivu — birch							
V	2,1*	2,7*	1,7	0,3	0,0		
VI	1,3	2,6**	3,7**	0,9	0,9		
VII	-0,4	3,6**	3,2**	1,2	1,3		
VIII	-0,3	2,9*	2,3°	0,9	-0,3		
IX	-0,2	2,2°	2,2°	1,5	0,8		
haapa — aspen							
V	0,7	1,6	1,8	0,0	0,0		
VI	0,1	3,3	4,0	1,7	0,9		
VII	-0,4	2,7	4,7*	2,9	2,0		
VIII	-0,2	1,0	3,4	2,3	0,1		
IX	-0,1	0,8	3,7	1,4	1,2		

° 10% merkisyystaso — significance level

\* 5%

\*\* 1%



Kuva 5. Korjattu keskimääräinen kumulatiivinen pohjapinta-alan kasvu (cm<sup>2</sup>) under bark by tree species on sample plots on the Myrtillus and Oxalis-Myrtillus site types. Käsitellyt: 0 = lannoittamaton, 5—9 = lannoitukset toukokuusta syyskuuhun.

Fig. 5. Adjusted, mean cumulative basal-area growth (cm<sup>2</sup>) under bark by tree species on sample plots on the Myrtillus and Oxalis-Myrtillus site types. Fertilization dates: 0 = unfertilized, 5—9 = month fertilized, May—September.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Koeaineisto testattiin kahdessa ryhmässä: 1) tuoret ja lehtomaiset kankaat sekä 2) lehdot. Ottaen huomioon tutkimuksessa käytetyn yhden puun koealamenetelmän, oli koepuiden lukumäärä käsittelyä kohti lehdossa liian pieni, jotta tuloksista voisi vetää varmoja johtopäätöksiä. Sen vuoksi tarkastelussa keskitytään vain tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla saatuihin tuloksiin.

Möllerin (1974) mukaan ammoniumnitraattilannoituksen aiheuttama kasvunlisäys havupuilla oli hieman suurempi lannoitettaessa keskikesällä kuin lannoitettaessa toukokuussa tai elokuun jälkeen. Fribergin (1974) mukaan ammoniumnitraattilannoitus aiheutti havupuilla hyvän kasvureaktion lannoitettaessa milloin tahansa lumettomana aikana, mutta kasvunlisäys pieneni hieman kun lannoitus annettiin kasvukauden loppupuolella. Tuloksia voidaan pitää melko yhtenevinä tässä tutkimuksessa saatujen tulosten kanssa. Kevään ja alkukesän lannoitukset aiheuttivat kaikilla puulajeilla suurimman kasvunlisäyksen. Kuusella myös syyskuun lannoitus aiheutti suhteellisen hyvän lannoitusreaktion. Kuusen juuret kasvavat syksyllä myöhempään kuin männyn juuret (Lyr ja Hoffmann 1967) ja varastoivat ravinteita seuraavaa kasvukautta varten. Myös Viro (1970) totesi syksyn sopivan alkukesän ohella kuusen lannoitus-

ajankohdaksi. Haapa oli puulajeista ainoa, jolla toukokuun lannoitus ei lisännyt kokonaiskasvua lainkaan. Haapa aloittaa kasvunsa keväällä puulajeista viimeisenä. Vuoden 1971 toukokuussa sattunut jyrkkä keskilämpötilan lasku (kuva 3) on saattanut hidastaa kasvun alkamista ja vaikuttaa lannoitustulokseen.

Lannoituksen aiheuttaman kasvunlisäyksen suuruudesta voidaan aineiston perusteella sanoa vain, että se oli havupuilla hieman suurempi kuin lehtipuilla. Lannoitusreaktion on koivikossa todettu olevan pienemmän ja kestävämmän lyhyemmän aikaa kuin männikössä (Viro 1974, Jonsson ja Möller 1975). Haavan lannoitusreaktiosta on niukalti tuloksia. Langhammerin (1971) mukaan vuosiluston paksuus haavikossa lisääntyi lannoituksen vaikutuksesta keskimäärin 35 % seitsemän vuoden aikana.

Oulunsalpietaria käytettäessä on tärkeää, että se tulee mahdollisimman nopeasti puiden käyttöön, koska sen sisältämä nitraattityppi kulkeutuu täysin veden mukana. Varmen lannoitusajankohta kaikilla puulajeilla oli alkukesä. Silloin puiden kasvu on voimakkainta ja ravinnetarve on suurimmillaan. Lannoitettaessa myöhemmin kasvukauden aikana lannoitteen huuhtoutumisvaara on suurempi.

## KIRJALLISUUS

- CAJANDER, A.K. 1949. Forest types and their significance. Acta For. Fenn. 56.
- DEROME, J.R.M. 1975. Urease activity and distribution in a forest soil. Seloste: Ureaasin aktiivisuus ja jakautuminen metsämaassa. Commun. Inst. For. Fenn. 86.3.
- 1979. Urea hydrolysis and ammonia volatilization from urea pellets spread on top of the litter layer. Seloste: Urean hydrolysoituminen ja ammoniakkin haihtuminen karikerroksen päälle levitetystä urearakeista. Commun. Inst. For. Fenn. 97.2.
- EHRENSPIEL, G. 1971. Möglichkeiten der Ermittlung der Standfläche von Einzelbäumen und deren Bedeutung bei der Auswertung von Versuchsflächen. Diss. Freiburg.
- FIEDLER, H.J. & LEUBE, F. 1972. Zur Bedeutung des Ausbringungstermins von Düngemitteln. Beiträge f.d. Forstwirtschaft. Heft 1.
- FRIBERG, R. 1974. Resultat från årstidsgödslingsförsök. Inst. Skogsförbättr. Information, Gödsling Nr 5. 1973/74.
- HOLSTENER-JØRGENSEN, H. 1971. Et kvælstof-doseforsøg med enkeltræparceller i 68—75 årig bøg i Rude skov. D. Forstl. Forsøgsv. Danm. 32:367—378.
- ILVESSALO, Y. 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). Commun. Inst. For. Fenn. 17.2.
- JONSSON, S. & MÖLLER, G. 1975. Björkens reaktion på kvävegödsling. Summary: The response of birch (*Betula verrucosa*) to nitrogen fertilization. Fören. skogsträdsförädl. o. inst. för. skogsförbättr. Årsb.pp. 103—144.
- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpötiloista kaudelta 1931—1960. Summary: Tables and maps of temperature in Finland during 1931—1960. Liite Suomal. Meteorol. Vuosik. 65.1a.
- KRAPFENBAUER, A., STERBA, H., GLATZEL, G. & HAGER, H. 1977. Ein Einzelstammdüngungsversuch zu Fichte. Cbl. ges. Forstwesen 94, 2, 116—123.
- LADEFOGED, K. 1939. Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch and Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume. Det Forstl. Forsøgsv. i Danm. 16.
- LANGHAMMER, A. 1971. Et orienterende gjødslingsforsøk i ospeskog. Skogeieren nr. 11.
- LEA, R., TIERSON, W.C. & LEAF, A.L. 1979. Growth responses of northern hardwoods to fertilization. Forest Sci. Vol. 25, No. 4:597—604.
- LEIKOLA, M. 1969. The influence of environmental factors on the diameter growth of forest trees. Auxanometric study. Acta For. Fenn. 92.
- LIPAS, E. 1974. Determination of the radial growth of a tree from circumference measurements. Seloste: Puun sädekasvun määrittäminen ympärysmittauksella. Commun. Inst. For. Fenn. 81.3.
- LYR, H. & HOFFMAN, G. 1976. Growth rates and growth periodicity of tree roots. Int. Rev. of Forestry Research 2, pp. 181—236.
- MILLER, R.G. 1966. Simultaneous statistical inference. McGraw-Hill.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some scots pine stands. Commun. Inst. For. Fenn. 84.5.
- 1979. Kangasmaiden lannoitustutkimus. Julkaisu: Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15.2.1979. Folia For. 400:20—28.
- MÖLLER, G. 1974. Val av gödselmedel av gödslingstidpunkt. Skogen 3:80—89.
- RAULO, J. & LEIKOLA, M. 1974. Tutkimuksia puiden vuotuisen pituuskasvun ajoittumisesta. Summary: Studies on the annual height growth of trees. Commun. Inst. For. Fenn. 81.2.
- SOLANTIE, R. 1976. Järvien vaikutus lämpötilan mesoskaala-analyyysiin Suomessa. Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja 30.
- URVAS, L. & ERVIÖ, R. 1974. Metsätyypin määrittäminen maalin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Summary: Influence of soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type. Maatal.tiet. Aikauskirja 46:307—319.
- VIRO, P.J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. Commun. Inst. For. Fenn. 40.3.
- 1967. One-tree plots in manuring mature stands. XIV. IUFRO-Kongress IV, pp. 597—607.
- 1969. Prescribed burning in forestry. Commun. Inst. For. Fenn. 67.7.
- 1970. Time and effect of forest fertilization. Commun. Inst. For. Fenn. 70.5.
- 1974. Fertilization of birch. Seloste: Koivun lannoitus. Commun. Inst. For. Fenn. 81.4.
- WEIHE, J. 1968. Der Einzelbaumdüngungsversuch. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sektion Ertragskunde. Münster 1968.

## SUMMARY

The effect of fertilization at different times of the growing season on the growth response of the most important tree species in Finland — Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), birch (*Betula pendula* Roth and/or *B. pubescens* Ehrh.) and aspen (*Populus tremula* L.) was examined in this study.

Eleven experiments were established in mixed stands (Fig. 1 and Table 1), each containing the four tree species, situated in different parts of Finland. The sample tree data are presented in Table 2 and the parameters depicting soil properties in Table 3. The so-called single tree sample plot method (Viro 1967) was used in the study. The sample plots were fertilized with ammonium nitrate with lime (26 % N) at a level of 150 kg N/ha, each sample plot ( $r = 6$  m) receiving 6,52 kg of fertilizer. Each tree species was fertilized at five different times of the growing season: May, June, July, August and September, one sample plot being left unfertilized. The treatments were selected randomly (Fig. 3).

The growth reactions of the sample trees were examined on the basis of annual and cumulative basal area growth calculated from increment core measurements. Covariance analysis was used in carrying out growth adjustment and in testing the differences between the different fertilization months. The statistical significance of the growth response given by fertilization in different months was tested using the Bonferroni test. The covariates used in the growth

adjustments and the coefficient of determination of the model are presented in Table 4. The growth before fertilization was by far the best explainer of the growth after fertilization.

The results for the sample plots on sites of the Myrtillus and Oxalis-Myrtillus types (Cajander 1949) are presented in Figs. 4 and 5 and Table 5. The cumulative basal-area growth was calculated for a period that was 1—2 years longer than the duration of the fertilizer effect appeared to be according to the annual growth values. No conclusions could be drawn as regards the sample plots on sites of the Oxalis-Maianthemum type owing to the small number of sample plots.

The largest and most certain growth increase was obtained for all tree species when fertilization was carried out in spring and early summer. Fertilization later on in the growing season did, however, increase growth to some extent, although the deviation in the fertilization response was greater than that for fertilization in early summer.

Growth is most intensive in all tree species during June and July, and hence their nutrient requirements are also at their greatest at this time. As the nitrate nitrogen in ammonium nitrate with lime is easily leached away, it is important that it is utilized by the trees as quickly as possible. The danger of leaching losses are greater when fertilization is carried out later on during the growing season.







ODC 237.4 + 181.65  
ISBN 951-40-0559-7  
ISSN 0015-5543

PURO, T. 1982. Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa. Summary: Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species. *Folia For.* 507:1—14.

The effect of fertilization at different times of the growing season on the growth response of Scots pine, Norway spruce, birch and aspen was examined in this study. Ammonium nitrate with lime (26 % N) was applied. Fertilization was carried out at different times during the growing season and the subsequent growth increments examined to determine whether there were any differences between month of application and between different tree species.

The results indicated that the most certain fertilization time for all tree species is early summer, when their growth is at its greatest and the risk of leaching losses the smallest.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Station, Box 68. SF-80101, Joensuu 10, Finland.

ODC 237.4 + 181.65  
ISBN 951-40-0559-7  
ISSN 0015-5543

PURO, T. 1982. Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa. Summary: Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species. *Folia For.* 507:1—14.

The effect of fertilization at different times of the growing season on the growth response of Scots pine, Norway spruce, birch and aspen was examined in this study. Ammonium nitrate with lime (26 % N) was applied. Fertilization was carried out at different times during the growing season and the subsequent growth increments examined to determine whether there were any differences between month of application and between different tree species.

The results indicated that the most certain fertilization time for all tree species is early summer, when their growth is at its greatest and the risk of leaching losses the smallest.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Station, Box 68. SF-80101, Joensuu 10, Finland.

Tilaan kortin kääntäpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

*Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).*

Nimi  
Name

---

Osoite  
Address

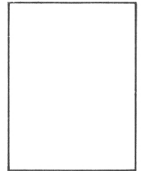
---

---

---

---

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



Folia Forestalia \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Communications Institui Forestalis Fenniae \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Huomautuksia

Remarks \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# 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:* PL 68  
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

Kannuksen energiametsätoimipiste  
*Kannus Energy Forest Station*  
Os. — *Address:* 69100 Kannus, Finland  
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

1981

- No 483 Salminen, Sakari: Vuosien 1971—75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa.  
A cartographic presentation of forest resources in Finland 1971—75.
- No 484 Aarne, Martti: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat 1979.  
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1979 by districts.
- No 485 Kurkela, Timo: Versosyöpä (*Gremmeniella abietina*) riukuasteen männiköissä.  
Canker and die-back of Scots pine at precommercial stage caused by *Gremmeniella abietina*.
- No 486 Oikarinen, Matti & Pyykkönen, Juhani: Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla.  
The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia.
- No 487 Löyttyniemi, Kari: Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivon valintaan.  
Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*).
- No 488 Juslin, Heikki, Leinonen, Matti & Lonkila, Markku: Omat myyntikonttorit mekaanisen metsäteollisuuden vientimarkkinointikanavien kehitysvaihtoehtona.  
Sales offices as an alternative of developing the export marketing channels of Finnish mechanical wood industry.
- No 489 Kellomäki, Seppo: Mäntysahatukien laadun ja sydänpuosuuden yhteys tukin ulkoisiin tunnuksiin.  
Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs.
- No 490 Hyppönen, Mikko: Kantohintojen alueittaiset muutokset Pohjois-Suomessa.  
Stumpage price changes in northern Finland by districts.
- No 491 Salo, Esko & Vuorivirta, Juha: Yksityismetsien raakapuun hakkuu-, luovutusmittaus- ja toimitustavat vuosina 1974—76.  
Cutting, delivery and measurement methods of roundwood in private forests in Finland in 1974—76.
- No 492 Teivainen, Terttu, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Vesimyrän aiheuttamat tuhot männyn siemenviljelmillä Keski-Suomessa vuonna 1979/80.  
Water vole (*Arvicola terrestris*) damage in Scots pine seed orchards in Central Finland during 1979/80.
- No 493 Ferm, Ari & Sepponen, Pentti: Auras jäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusalloilla Lapissa 10 vuoden aikana.  
Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years.
- No 494 Vanhanen, Heidi & Pajunen, Leevi: Metsurin työvälinekustannukset 1980.  
Forest workers' equipment costs in Finland in 1980.
- No 495 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1979—81.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1979—81.
- No 496 Heikka, Timo & Piirainen, Kimmo: Pienhakkureiden voimankäyttö.  
Power consumption of small chippers.
- No 497 Heikkilä, Risto: Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa.  
Damage in Scots pine plantations in northern Finland.
- No 498 Rantamaula, Jari: Hakkuutähteiden haketus keyvällä kalustolla.  
Chipping logging residues with light-weight equipment.
- No 499 Järveläinen, Veli-Pekka: Hakkuukäyttäytymisen yksityismetsälöillä.  
Cutting behaviour in Finnish private woodlots.

1982

- No 500 Puu energiaraaka-aineena. Kokousesitelmät.  
Wood as a raw material for energy production. Symposium papers.
- No 501 Kärkkäinen, Matti: Pölkyittäinen kuitupuun mittausta.  
Measurement of pulpwood by the bolt.
- No 502 Etholén, Kullervo & Huuri, Leena: Visakoivua käsittelevä kirjallisuus.  
Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin).
- No 503 Löyttyniemi, Kari: Männyntaimikkojen hirvivahingot 1950-luvun alussa.  
Moose (*Alces alces*) damage in young pine stands in Finland at the beginning of the 1950's.
- No 504 Valsta, Lauri: Istutuskusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu.  
Profitability comparison of growing densities in spruce plantations.
- No 505 Petäistö, Raija-Liisa: Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitautiriski havupuun taimilla taimitarhalla.  
Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries.
- No 506 Eeronheimo, Olli: Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa.  
Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head.
- No 507 Puro, Tiina: Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa.  
Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species.

---

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaleilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomoniesteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

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

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0559-7  
ISSN 0015-5543