

ODC 237.4:

562:174.7

Picea abies

FOLIA FORESTALIA³⁶²

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1978

MIKKO KUKKOLA

LANNOITUKSEN VAIKUTUS ERI
LATVUSKERROSTEN PUIDEN KAS-
VUUN MUSTIKKATYYPIN
KUUSIKOSSA

EFFECT OF FERTILIZATION ON
THE GROWTH OF DIFFERENT
TREE CLASSES IN A SPRUCE
STAND ON MYRTILLUS-SITE

- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätilastollinen vuosikirja 1975.
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuerot.
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvyistä.
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helpoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjaksokohdasta turvemaalla.
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.
Step 1.
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta.
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä.
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Isäntäpuun onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.

FOLIA FORESTALIA 362

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1978

Mikko Kukkola

LANNOITUKSEN VAIKUTUS ERI LATVUSKERROSTEN PUIDEN
KASVUUN MUSTIKKATYYPIN KUUSIKOSSA

Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand
on *Myrtillus*-site

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.

Tutkimusaineistona oli alkukesällä vuonna 1964 talousiältään 80-vuotiaaseen kuusikkoon perustettu lannoituskoe Kuoreveden pitäjässä. Metsikössä tutkittiin 216 koepuuta, jotka olivat saaneet vaihtelevan suuruisia annoksia tyypeä, fosforia ja kaliumia.

Tutkimuksessa tarkasteltiin lannoituksen jälkeistä 11-vuotiskautta. Ainoa kasvua lisäävä ravinne oli typpi. Fosforin ja varsinkin kaliumin suurimmat annokset sitä vastoin heikensivät kasvua. Osalle tyypeä saaneista puista koko määrä, 243 kg N/ha, oli annettu kerralla vuonna 1964, osalle kahtena annoksena vuosina 1964 ja -68 sekä osalle kolmena annoksena kahden vuoden välein. Kaksi- ja kolmiosainen annostus aiheuttivat suuremman kasvu- ja kasvunlisäyksen kuin kertalannoitus.

Kuutiokasvun reaktio oli pää- ja lisävaltapuilla suurempi kuin väli- ja aluspuilla. Lannoitusta edeltäneeseen kasvuun nähden eniten hyötivät kuitenkin aluspuut ja vähiten päävaltapuut. Vastaavasti lannoituksen vaikutusaika oli pisin aluspuilla ja lyhin päävaltapuilla. Varttuneissa hoidetuissa metsiköissä suurin osa runkoluvusta, kuutiomäärästä ja myös lannoituksella saatavasta kasvu- ja kasvunlisäyksestä keskittyy vallitsevaan latvuserrokseen. Tässä tapauksessa 2/3 kuutiokasvun lisäyksestä kohdistui pää- ja lisävaltapuihin ja aluspuiden osuus oli 13 %.

A fertilization experiment established in a spruce stand with an economic age of 80 years at Kuorevesi in early summer 1964 was used as the study material. There were a total of 216 sample trees in the stand and each received different-sized doses of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer.

The growth response to fertilization during the 11 year period following fertilization was examined in the study. Nitrogen was the only nutrient which gave a positive growth response. The largest doses of phosphorus and especially potassium, weakened the growth. Of the sample trees given nitrogen (corresponding to a total of 243 kg N/ha), some received it as a single dose in 1964, some in two stages in 1964 and 1968 and the rest in three stages with two-year intervals. Two and three staged fertilization gave larger growth increases than when the fertilizer was given as a single dose.

The increase in volume growth was greater in the predominant and co-dominant trees than in the intermediate and suppressed trees. However, judging by the growth level before fertilization, the suppressed trees gained the most benefit from fertilization and the predominant trees the least. Correspondingly, the fertilization response lasted for the longest time in the case of the suppressed trees and shortest in the predominant trees.

The greater part of trees, volume and the growth increase given by fertilization in managed mature stands are concentrated in the trees belonging to the dominant tree classes. In this case, 2/3 of the volume growth increase in the stand was found in the predominant and co-dominant trees and 13 % in the suppressed trees. *

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosastolla ja esitetty aiemmin metsätutkimuksen opinnäytetyönä. Aineiston mittaustulokset olen saanut käyttööni MMK Jussi Saramäeltä ja lisäksi MMT Olavi Laiho on antanut tietoja koepuiden lahoisuudesta.

Työtä ovat ohjanneet MMT Eino Mälkönen ja MMK Jussi Saramäki. He, sekä professori Yrjö Vuokila ovat

lukeneet käsikirjoituksen ja esittäneet aiheellisia korjausehdotuksia. Tiivistelmän sekä kuva- ja taulukkotekstit on kääntänyt John D e r o m e B. Sc. Puhtaaksikirjoituksesta on huolehtinut toimistos sihteeri Taisto K u r o n e n ja kuvat on piirtänyt tutkimussihteeri Hillevi S i n k k o .

Esitän parhaat kiitokseni saamastani avusta ja ohjauksesta.

Helsingissä, huhtikuussa 1978

Mikko Kukkola

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	5
21. Koejärjestely ja mittaukset	5
22. Lannoitusajan sääolot	6
23. Laskentamenetelmät	6
3. TULOKSET	7
31. Lannoituksen vaikutus koepuiden kasvuun	7
32. Eri latvuserrosten puiden reagointi lannoitukseen	8
Pohjapinta-alan kasvu ja kuutiokasvu	8
Pituuskasvu	11
33. Eri latvuserrosten osuus lannoituksella saadusta kasvunlisäyksestä	11
34. Latvussuhteen vaikutus puiden kasvuun	12
4. TULOSTEN TARKASTELU	13
KIRJALLISUUS	15

1. JOHDANTO

Metsänlannoitusta koskeissa tutkimuksissa tulokset on esitetty useimmiten koko puustoon kohdistuvina. Sen sijaan on tarkasteltu vähän lannoitusvaikutuksen jakaantumista puuston eri osiin, kuten latvuserroksiin, läpimittaluokkiin ja puutavara-lajeihin tai erilaisessa kilpailuasemassa oleviin puuyksilöihin. Tätä kiintoisaa ja arvokasvun lisäyksen laskennassa merkityksellistä aihetta ovat käsitelleet tai ainakin sivunneet tutkimuksissaan mm. Tam m (1966), V i r o (1967), F a h l r o t h (1969a), G u s t a v s e n (1976), S h i m a n s k y ja P o b e d o v (1976) sekä J o n s s o n ja M ö l l e r (1977).

Puun lannoitusreaktioon vaikuttavat F a h l r o t h i n (1969a) mukaan mm. seuraavat tekijät:

1. puun kunto,
2. puun asema muihin puihin nähden,

3. puun geneettiset ominaisuudet,
4. puun ikä ja
4. puun saama lannoitemäärä.

Yleensä on todettu, että varttuneissa metsiköissä valtapuut ovat lisänneet kasvuaan määrällisesti eniten (vrt. F i e d l e r ym. 1973). Em. tekijöiden perusteella niillä näyttäisikin olevan parhaat edellytykset lannoitena annettujen ravinteiden hyväksikäyttöön.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ensisijaisesti eri latvuserrosten puiden reagoitua lannoitukseen kuusikossa. Lisäksi tarkastellaan eri latvuserrosten osuutta lannoituksella saadusta metsikön kasvunlisäyksestä. Samoin kiinnitetään huomiota eri latvuserroksiin kuuluvien puiden latvus-suhteeseen sekä puun kasvun riippuvuuteen siitä.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Koejärjestely ja mittaukset

Tutkimusaineistona on Kuorevedellä (61° 51'P, 24° 40'I, 180 m m.p.y.) sijainnut lannoitusko. Koalue on n. 6 ha:n laajuinen, kokeen perustamishetkellä talousiältään 80-vuotias mustikkatyyppin luontaisesti syntynyt kuusikko. Koe perustettiin kesäkuun alussa vuonna 1964, jolloin tärkeimmät puustotunnukset metsikkökoelan (0,25 ha) perusteella olivat seuraavat:

runkoluku	1088 kpl/ha
keskipituus	15,6 m
keskiläpimitta kuorineen	18,6 cm
pohjapinta-ala —"—	24,0 m ²
kuutiomäärä —"—	191,2 m ³

Koeyksikköinä olivat yksittäiset puut (vrt. V i r o 1967). Ne poimittiin siten, että yhdensuuntaisilla linjoilla määritettiin tasavälein pisteet ja kutakin pistettä lähinnä ollut puu otettiin koepuiksi. Numerojärjestyksensä perusteella koepuut jaettiin kuuteen toistoon ja käsittelyt arvottiin kunkin toiston sisällä.

Lannoite annettiin koepuiden ympärille 6 m:n säteellä ja lannoitettujen alueiden väliin jätettiin vähintään 2 m:n levyinen lannoittamaton vyöhyke. Kokeessa käytettiin ravinteina typpeä, fosforia ja kaliumia erilaisina an-

noksina, jotka hehtaarikohtaisiksi muutettuina olivat seuraavat:

Taso	Ravinneannos, kg/ha		
	N	P	K
0	0	0	0
1	81	30	83
2	162	60	166
3	243	—	—

Lannoitelajeina olivat urea, kotkafosfaatti (hienoksi jauhetun raakafosfaatin ja superfosfaatin seos) ja kalisuola. Faktorikokeen mukaisesti ravinteita annettiin kaikkina mahdollisina yhdistelminä (4 x 3 x 3 = 36 kpl). Typpilannoitus uusittiin 18.—19. 5. 1966 ja 18. 5. 1968 seuraavan aselman mukaisesti:

Taso	1964	1966	1968	Yhteensä	
N ₀	0	—	—	0	
N ₁	81	81	81	243	kg N/ha
N ₂	162	—	81	243	
N ₃	243	—	—	243	

Loppumittaus tehtiin kaadetuista koepuista syksyllä vuonna 1974, joten käytettävissä oli tiedot 11:ltä lannoit-

tuksen jälkeiseltä kasvukaudelta. Alunperin valituista 216 koepuusta oli kokeen päätyttyä elossa 215 kpl. Lahoja niistä oli n. 5 %, joten ikä huomioon ottaen puusto oli varsin tervettä.

22. Lannoitusajan sääolot

Tiedot lannoitusajan sääoloista on saatu Ilmatieteen laitoksen Kuoreveden sääaseman mittauksista (Ilmasto-havainnot 1964—1968 ja Ilmatieteen laitos 1964—1968). Asema on n. 10 km:n etäisyydellä kokeesta.

Vuonna 1964 lannoitusta edelsi n. 3 viikon vähäsateinen, lämmin kausi. Myös lannoituksen jälkeisen kauden aikana satoi vähän mutta tasaisesti.

Toukokuu 1966 oli kuiva, mutta sen sateet sattuivat lannoituksen jälkeen. Vielä kesäkuun alussa oli muutama runsassateinen päivä, joita seurasi yli kahden viikon poutakausi.

Vuoden 1968 toukokuu oli normaalia sateisempi ja kylmempi. Lannoituksen jälkeisen vajaan kahden viikon aikana satoi n. 10 mm, jonka jälkeen alkoi kauden mittainen vähäsateinen kausi.

23. Laskentamenetelmät

Kokeen loppumittauksessa ei tehty puuluokitusta, joten koepuut oli luokitettava mittaustietojen perusteella. Lähtökohtana oli Lauri Iivessalon (1929) esittämä luokitus, jonka mukaan metsikön puut jaetaan pääasiassa keskinäisen pituutensa perusteella neljään latvuskerrokseen:

Latvuskerros	Pituus
1. Päävaltapuut	
2. Lisävaltapuut	0,8—0,9 x päävaltapuiden pituus
3. Välipuut	0,7—0,8 x — ” —
4. Aluspuut	0,6—0,7 x — ” —

Pää- ja lisävaltapuut muodostavat yhdessä metsikön ylemmän, vallitsevan latvuskerroksen sekä väli- ja aluspuut alemman, vallitun latvuskerroksen.

Luokitus tehtiin kokeen perustamisajankohtana val-

linneen tilanteen mukaisena. Aluksi laadittiin kullekin toistolle pituusikäkäyrä Näslundin (1937) esittämällä tasoisuusmenetelmällä. Pituuskäyrältä poimittiin siten kussakin toistossa läpimitaltaan neljän (n. 10 % toiston koepuista) suurimman koepuun läpimittaa vastaavat pituudet, joiden keskiarvona saatiin laskennallinen valtipituus:

Toisto n:o	1	2	3	4	5	6
Valtipituus vuonna 1964, m	19,0	21,8	18,3	18,5	18,1	19,2

Koepuun pituuden ja toiston valtipituuden suhteen perusteella määritettiin se, mihin luokkaan puu kuului kokeen perustamishetkellä. Jatkossa näistä luokista käytetään latvuskerrosten nimityksiä. Tehtyä latvuskerrosluokitusta voidaan pitää objektiivisena. Toisaalta se ei ota huomioon metsikön paikallista pituusvaihtelua. Esimerkiksi, vaikka puu olisi pituutensa ja metsikön valtipituuden perusteella päävaltapuu, saattaa se silti naapureihinsa nähden olla todellisuudessa esim. lisävaltapuu. Lisäksi käytetty valtipituuden laskentamenetelmä ei välttämättä anna todellista valtipituutta. Karkeita virheitä ei liene kuitenkaan syntynyt. Taulukossa 1 on esitetty koepuiden jakaantuminen latvuskerroksiin sekä tärkeimpiä tunnuksia latvuskerroksittain.

Koepuiden kuutiomäärät eri ajankohtina saatiin Laasasenahon ja Sevolan (1971) laatimalla kahteen läpimittaan ($d_{1,3}$ ja d_6) sekä puun pituuteen perustuvalla yhtälöllä. Suhteelliset kasvut laskettiin Carbonnierin (1962) kaavalla (ks. myös Fahloroth 1969b).

Lannoituksella saadut määrälliset kasvunlisäykset laskettiin soveltaen kovarianssianalyysiä, jossa regressiomuuttujana oli tutkittavan tunnuksen kasvu neljältä vuodelta ennen lannoitusta (vrt. Gustavsen ja Lipas 1975). Kasvunlisäykset saatiin vähentämällä kunkin lannoitetun koepuun lannoituksen jälkeisestä kasvusta samaan latvuskerrokseen kuuluvien lannoittamattomien puiden keskimääräinen kasvu, joka oli korjattu ko. koepuun lannoitusta edeltäneeseen kasvutaan. Kasvunlisäysten eroja testattiin varianssianalyysillä ja keskiarvojen vertailut tehtiin Tukeyn testillä.

Taulukko 1. Koepuiden jakautuminen latvuskerroksiin vuonna 1964.

Table 1. Number and mean values of sample trees in different tree classes in 1964.

Latvuskerros	Osuus koepuista		Keskiläpimittakuoretta, cm	Keskipituus, m	Keskikuutiomäärä kuoretta, dm ³ /puu	Keski-ikä	
	kpl	%				kannon korkeudella	rinnan korkeudella
Tree class	Proportion of sample trees no.	%	Mean diameter excluding bark, cm	Mean height, m	Mean volume excluding bark, dm ³ /tree	Mean age at stump height	Mean age at breast height
Päävaltapuut <i>Predominant trees</i>	68	31,6	20,1	18,8	320	125	109
Lisävaltapuut <i>Co-dominant trees</i>	51	23,7	17,1	16,4	207	125	107
Välipuut <i>Intermediate trees</i>	62	28,9	14,3	14,1	125	127	105
Aluspuut <i>Suppressed trees</i>	34	15,8	12,3	12,4	83	124	100
Kaikki puut, painotettu pohjapinta-alalla (kuutiomäärällä x) <i>All trees weighted with basal area (with volume x)</i>			18,1	16,9	250	125 ^x	107 ^x

3. TULOKSET

31. Lannoituksen vaikutus koepuiden kasvuun

Käytettyjen ravinteiden vaikutusta koepuiden kasvuun tutkittiin lannoituksen jälkeiseltä 11 kasvukauden ajanjaksolta. Typpilannoituksen todettiin lisänneen kasvua erittäin merkittävästi. Fosforin ja varsinkin kaliumin suurimmat annokset sitä vastoin heikensivät puiden kasvua. Laskennan yksinkertaistamiseksi tarkasteltiin jatkossa ainoastaan typpilannoitusta, minkä vuoksi suurimman kaliumannoksen saaneet koepuut jätettiin pois aineistosta.

Käytetyistä typpilannoitustavoista antoi suurimman kasvunlisäyksen lannoitus kahden annoksena, mutta ero kolmiosisaisen annostukseen oli pieni. Sen vuoksi latvuserosten reagoitua tarkasteltaessa nämä käsittelyt yhdistettiin, joskin suhteelliset kasvut laskettiin erikseen eri typpilannoitustavoille. Kerta-annos antoi selvästi heikoimman kasvunlisäyksen (taulukko 2).

Taulukko 2. Koepuiden korjattu kasvu lannoituksen jälkeisenä 11-vuotiskautena. N_0 = ei typpilannoitusta, N_1 = yhteensä 243 kg N/ha kolmena annoksena (1964, -66 ja -68), N_2 = yhteensä 243 kg N/ha kahtena annoksena (1964 ja -68), N_3 = 243 kg N/ha kertaannoksena (1964).

Table 2. Adjusted growth of sample trees during 11-year period following fertilization. N_0 = no nitrogen fertilization. N_1 = total of 243 kg N/ha as three stage fertilization (1964, -66 and -68), N_2 = total of 243 kg N/ha as two stage fertilization (1964 and -68), N_3 = 243 kg N/ha as a single dose (1964).

Typpilannoitus Nitrogen fertilization level	Pohjapinta-alan kasvu Basal area growth 1964—74, cm ² /puu	Kuutiokasvu 1964—74, dm ³ /puu Volume growth 1964—74, dm ³ /tree
N_0	43.7	58.9
N_1	55.2	75.5
N_2	57.9	76.6
N_3	51.4	69.6
HSD 5 % riskillä at 5 % risk level	6.0	7.4

Taulukko 3. Typpilannoituksen kuutiokasvua parantavan vaikutuksen tilastollinen merkittävyys koejakson viimeisinä vuosina.

Table 3. Statistical significance of volume growth increase given by nitrogen fertilization during final 5 years of experiment.

Latvuserkos Tree class	Kasvukausi ensimmäisen lannoituksen jälkeen Number of growing season following first fertilization				
	7.	8.	9.	10.	11.
		F — arvo F — value			
Päävaltapuut Predominant trees	10,97**	7,36**	4,67*	0,10	0,00
Lisävaltapuut Co-dominant trees	12,08**	5,62*	7,66*	4,99*	1,11
Välipuut Intermediate trees	11,64**	7,73**	7,10*	1,74	1,19
Aluspuut Suppressed trees	7,69*	9,17**	8,52**	7,32*	4,98*
Kaikki puut All trees	30,81***	21,97***	18,85***	4,29*	1,46

- * = merkitsevä 5 %:n riskillä
significant at 5 % risk level
- ** = merkitsevä 1 %:n riskillä
significant at 1 % risk level
- *** = merkitsevä 0,1 %:n riskillä
significant at 0,1 % risk level

32. Eri latvuskerrosten puiden reagointi lannoitukseen

Pohjapinta-alan kasvu ja kuutiokasvu

Taulukossa 3 on esitetty typpilannoituksen kuutiokasvua parantavan vaikutuksen tilastollinen merkitsevyys vertailupuihin nähden koejakson viimeisinä vuosina. Vaikka eri latvuskerrosten puiden kasvuille saadut F-arvot eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia erilaisten havaintomäärien takia, voidaan päätellä, että lannoitusreaktio loppui ensin päävaltapuilla. Aluspuilla se jatkui vielä yhdenentoista lannoituksen jälkeisenä kasvukautena.

Vastaavasti tarkasteltaessa koepuiden suhteellista kasvua havaitaan, että lannoitusta edeltäneeseen kasvuunsa nähden aluspuut hyötivät typen lisäyksestä selvästi eni-

ten ja päävaltapuut vähiten (kuva 1 ja taulukko 4). Diagrammeissa näkyvä kasvun heikkeneminen aluksi lannoituksen jälkeen aiheutuu urean myrkyvaikutuksesta, joka suurenee lannoitteen kerta-annoksen kasvaessa. Suurin vuotuinen kasvunlisäys saatiin kaikilla typpilannoitustavoilla neljäntenä kasvukautena ensimmäisestä lannoituksesta lukien.

Määrällisistä kasvunlisäyksistä voidaan todeta pääpiirtein, että läpimitan kasvun reaktio oli voimakkaampi vallitussa kuin valitsevassa latvuskerroksessa. Pohjapinta-alan kasvunlisäys oli suunnilleen yhtä suuri eri latvuskerroksissa ja kuutiokasvuun lisäivät eniten pää- ja lisävaltapuut (kuva 2 ja taulukko 5). Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä, mikä aiheutui kasvunlisäysten suuresta hajonnasta.

Taulukko 4. Lannoituksen jälkeisen 11-vuotiskauden suhteellinen pohjapinta-alan kasvu ja kuutiokasvu eri latvuskerroksissa. Lannoittamattomien puiden kasvu = 100. Lannoituskäsitellyjen selitykset taulukossa 2.

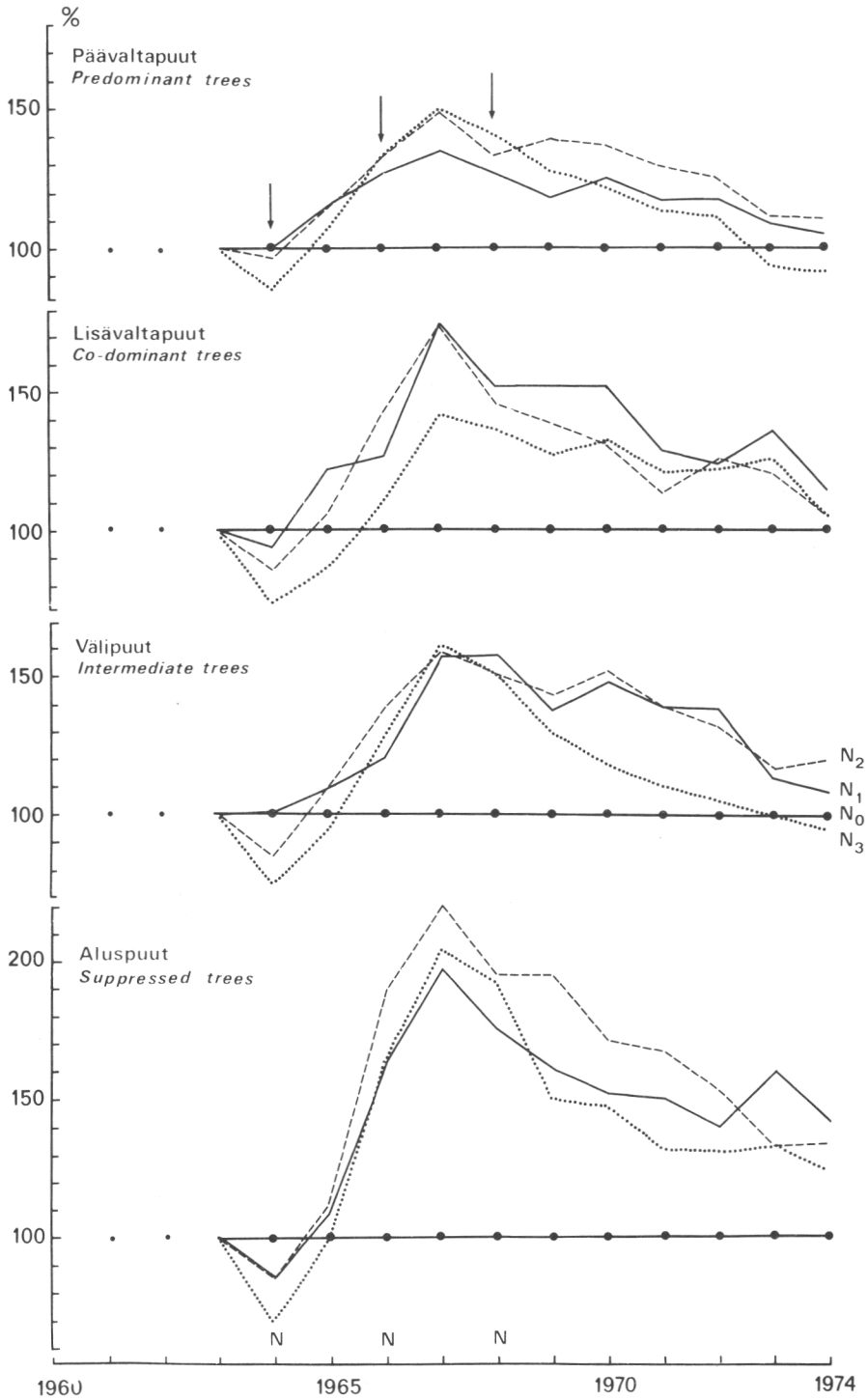
Table 4. Relative basal area and volume growth in different tree classes during the 11-year period following fertilization. Growth of unfertilized trees = 100. For explanation of treatments see Table 2.

Latvuskerros <i>Tree class</i>	Suhteellinen pohjapinta-alan kasvu 1964—74 <i>Relative basal area growth 1964—74</i>			Suhteellinen kuutiokasvu 1964—74 <i>Relative volume growth 1964—74</i>		
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃
	Päävaltapuut <i>Predominant trees</i>	116	129	112	118	126
Lisävaltapuut <i>Co-dominant trees</i>	130	122	120	134	126	117
Välipuut <i>Intermediate trees</i>	140	138	122	131	132	116
Aluspuut <i>Suppressed trees</i>	134	166	140	145	157	137
Kaikki puut <i>All trees</i>	127	132	117	129	129	118

Taulukko 5. Typpilannoituksella saadut korjatut kasvunlisäykset keskihajontoineen (s). N_{1,2} = yhteensä 243 kg N/ha kahtena tai kolmena annoksena, N₃ = 243 kg N/ha yhtenä annoksena.

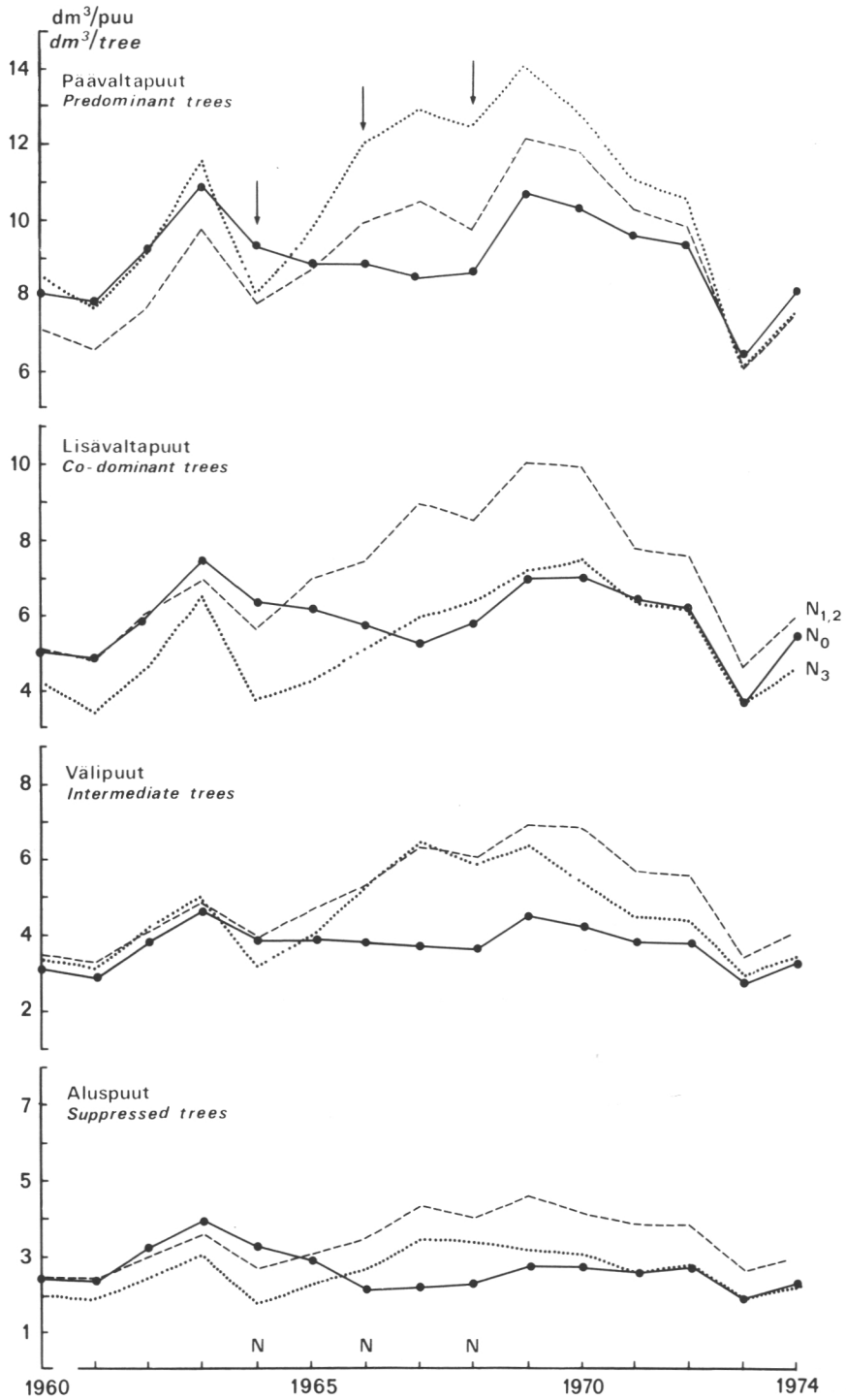
Table 5. Adjusted growth increases given by nitrogen fertilization and their standard deviation (s). N_{1,2} = total of 243 kg N/ha as two or three stage fertilization, N₃ = 243 kg N/ha as a single dose.

Latvuskerros <i>Tree class</i>	Pohjapinta-alan kasvunlisäys 1964—74, cm ² /puu <i>Basal area growth increase 1964—74, cm²/tree</i>		Kuutiokasvun lisäys 1964—74, dm ³ /puu <i>Volume growth increase 1964—74, dm³/tree</i>	
	N _{1,2}	N ₃	N _{1,2}	N ₃
	Päävaltapuut <i>Predominant trees</i>	13,4 (11,3)	8,5 (13,9)	18,8 (16,0)
Lisävaltapuut <i>Co-dominant trees</i>	12,7 (11,9)	9,7 (12,3)	20,1 (11,1)	12,7 (17,1)
Välipuut <i>Intermediate trees</i>	13,4 (9,0)	7,8 (3,8)	13,9 (9,5)	7,0 (6,2)
Aluspuut <i>Suppressed trees</i>	11,3 (7,1)	9,1 (9,7)	13,5 (5,7)	10,0 (9,1)



Kuva 1. Typpilannoituksen vaikutus koepuiden suhteelliseen kuutiokasvuun eri latvuskerroksissa. Vertailupuiden kasvu = 100. Lannoituskäsittelyjen selitykset taulukossa 2.

Figure 1. Effect of nitrogen fertilization on relative volume growth of sample trees in different tree classes. Volume growth of control trees = 100. For explanation of treatments see Table 2.



Kuva 2. Typpilannoituksen vaikutus koepuiden kuutiokasvuun eri latvuskerroksissa. Lannoituskäsittelyjen selitykset taulukossa 2. $N_{1,2}$ = yhteensä 243 kg N/ha kahtena tai kolmena annoksena.
 Figure 2. Effect of nitrogen fertilization on volume growth of sample trees in different tree classes. For explanation of treatments see Table 2. $N_{1,2}$ = total of 243 kg N/ha as two or three stage fertilization.

Pituuskasvu

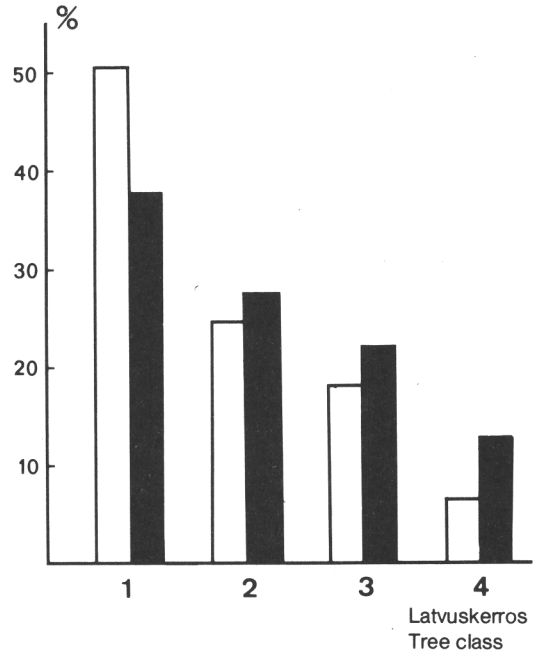
Pituuskasvun lannoitusreaktion todettiin olleen lyhytaikaisempi kuin muilla tarkastelluilla kasvutunnuksilla. Pituuskasvulla lannoituksen jälkeisen ja sitä edeltäneen kauden kasvu eivät olleet niin selvässä riippuvuussuhteessa keskenään kuin pohjapinta-alan kasvulla ja kuutiokasvulla, mikä heikensi kovarianssianalyysin käyttökelpoisuutta. Tarkastelu tehtiin kuitenkin samalla tavoin kuin muilla kasvutunnuksilla. Tilastollisesti merkitseviä eroja latvuserrosten välillä ei pituuskasvun lisäyksissäkään tullut esiin. Kunkin latvuserroksen puiden keskimääräinen pituuskasvu lannoituksen jälkeisenä 11-vuotiskautena oli seuraava:

Käsittely	Päävalta- puut	Lisävalta- puut	Väli- puut	Alus- puut
Keskimääräinen pituuskasvu 1964—74, dm				
Ilman typpilannoitusta	15,9	15,2	18,2	15,1
Typpilannoituksen saaneet	18,5	20,4	20,5	19,7

Pituuskasvun lisäys oli siis lisävalta- ja aluspuilla suurempi kuin päävalta- ja välipuilla.

33. Eri latvuserrosten osuus lannoituksella saadusta kasvunlisäyksestä

Puukohtaisten tietojen ja metsikkökoealalta mitatun pinta-alakohtaisen runkoluvun perusteella laskettiin myös metsikkötunnuksia (taulukko 6). Metsikön kuutiokasvu



Kuva 3. Eri latvuserrosten osuudet metsikön kuutiomäärästä (vaaleat pylväät) ja kuutiokasvun lisäyksestä (mustat pylväät). 1 = päävaltapuut, 2 = lisävaltapuut, 3 = välipuut, 4 = aluspuut.

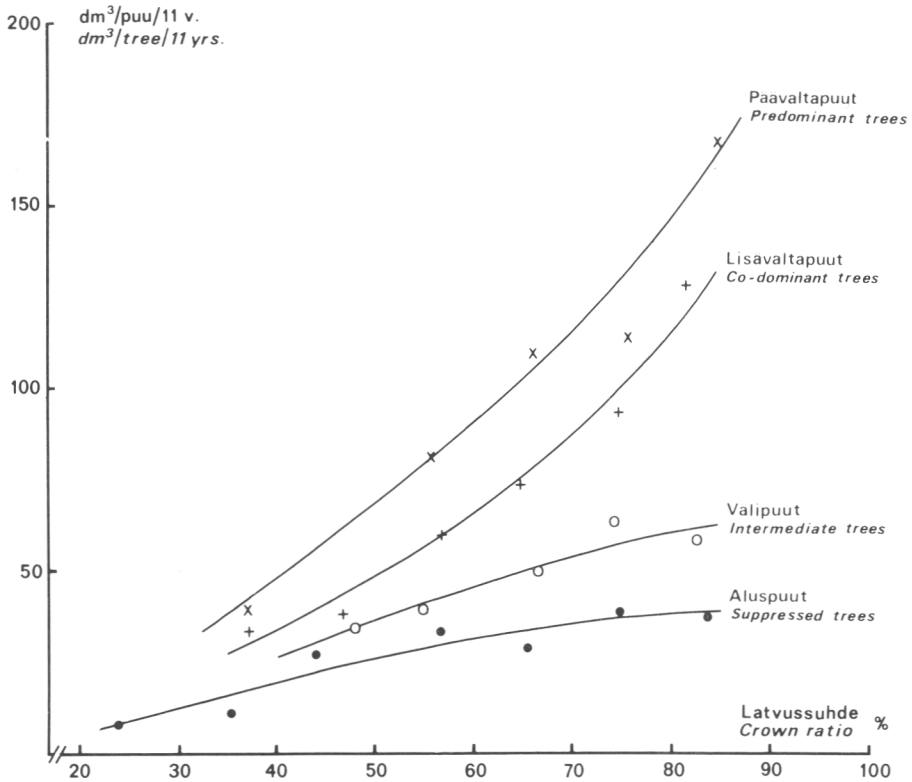
Figure 3. Distribution of volume (unhatched columns) and volume growth increase (hatched columns) in different tree classes. 1 = predominant trees, 2 = co-dominant trees, 3 = intermediate trees, 4 = suppressed trees.

oli 11:n lannoituksen jälkeisen vuoden aikana keskimäärin 6,1 m³/ha/v kuoretta ilman lannoitusta. Lannoituksella saatu kasvunlisäys kaikkien typpilannoitustapojen

Taulukko 6. Koeuiden ja metsikkökoealan perusteella laskettu metsikön kuutiomäärä sekä lannoituksen jälkeisen 11-vuotiskauden kuutiokasvun lisäys eri latvuserroksissa (kuoretta, typpilannoitustavat yhdistetty).

Table 6. Volume of sample stand and volume growth increase during the 11-year period following fertilization in different tree classes (calculated from sample trees and sample plot, without bark, nitrogen fertilization treatments combined).

Latvuserros	Runkoluku/ha	Kuutiomäärä 1964, m ³ /ha	Kasvunlisäys 1964—74, m ³ /ha
Tree class	Number of stems/ ha	Volume in 1964, m ³ /ha	Growth increase 1964—74, m ³ /ha
Päävaltapuut Predominant trees	343	109,8	6,21
Lisävaltapuut Co-dominant trees	257	53,2	4,52
Välipuut Intermediate trees	313	39,1	3,62
Aluspuut Suppressed trees	171	14,2	2,10
Kaikki puut All trees	1084	216,3	16,45



Kuva 4. Kuutiokasvun riippuvuus latvussuhteesta. Kukin piste edustaa keskimäärin 9 koepuuta.
 Figure 4. Dependence of volume growth on crown ratio. Each point represents on average 9 sample trees.

keskiarvona oli samana aikana 1,50 m³/ha/v (N₁:n ja N₂:n keskiarvona 1,66 m³/ha/v). Pää- ja lisävaltapuiden osuus pohjapinta-alan kasvunlisäyksestä oli 57% ja kuutiokasvun lisäyksestä 65%. Vaikka aluspuut reagoivat lannoitukseen selvimmin, jäi niiden osuus metsikön kuutiokasvun lisäyksestä 13%:iin pienen kuutio-osuuden vuoksi (kuva 3).

34. Latvussuhteen vaikutus puiden kasvuun

Eri latvuserosten puiden keskimääräi-

nen latvussuhde oli seuraavan asetelman mukainen:

	Päävalta- puut	Lisävalta- puut	Väli- puut	Alus- puut
Latvussuhde, %	63,7	63,7	64,4	64,1
Keskihajonta	12,1	10,8	9,7	14,3

Elävän latvuksen osuus puun pituudesta oli siis suunnilleen yhtä suuri kaikissa latvuserroksissa. Latvussuhde on kuitenkin vaikuttanut eri tavoin eri kerrosten puiden kasvuun, sillä pää- ja lisävaltapuiden kasvu oli voimakkaammin riippuvainen latvussuhteesta kuin väli- ja aluspuiden (kuva 4).

4. TULOSTEN TARKASTELU

Koemetsikössä lannoituksella saatu kasvulisäys oli käytettyyn typpimäärään nähden kohtalaisen pieni. Osasyynä siihen saattoi puuston korkean iän ohella olla se, että varsinkin uusintalannoitukset tehtiin urealla ilmeisen epäedullisina ajankohtina (vrt. Westman 1973, Möller 1974). Kerta-annoksenkin vaikutusaika oli kaikesta huolimatta pitkäkö, n. 10 vuotta.

Merkittävintä tuloksissa on kaikenkokoisten puiden selvä reagointi lannoitukseen ja se, että aluspuut hyötyivät lannoituksesta suhteellisesti eniten ja päävaltapuut vähiten. Kuusikon pienten puiden hyvä reaktio on havaittu aikaisemminkin (Tamm 1966, Fahlroth 1969a, Gustavsen 1976). Shimanskyn ja Pobedovin (1976) tutkimukset männikössä ja kahdessa viljavassa kuusikossa osoittavat, että ensimmäisinä typpilannoitukseen reagoivat suurimmat puut, mutta toisesta kasvukaudesta lähtien lannoitus vaikuttaa enemmän keskikokoisten kuin suurimpien puiden pohjapinta-alan kasvuun.

Myös toisenlaisia tuloksia on esitetty. Kärsivä tutkimusta vastaavassa koeaineistossa Viro (1967) on jakanut koepuut kolmeen läpimittaluokkaan ja havainnut, ettei lannoitus paranna pohjapinta-alan kasvua pienimmässä luokassa, mutta lisää sitä selvästi suurimmassa. Tosin tutkimuksessa on tarkasteltu vain toisen ja kolmannen vuoden kasvuja lannoituksen jälkeen.

Pienten puiden voimakkaan lannoitusreaktion syitä on etsitty erikokoisten puiden juuristojen erilaisuudesta (Gustavsen 1976) sekä metsikön sisäisistä ikäeroista (Fahlroth 1969a). Eräs ilmiöön vaikuttava tekijä saattaa olla nk. vähenevän kasvulisäyksen laki. Kun pienet puut eivät kykene tyydyttämään juuristikilpailussa ravintarvettaan niin hyvin kuin valtapuut, lannoituksen voidaan olettaa vaikuttavan suhteellisesti eniten metsikön pienimpien puiden kasvuun. Saman periaatteen pohjalta saisi selityksensä myös pienten puiden lannoitusreaktion pituus, sillä niillä kasvunli-

säykseen riittää pienempi jäljellä oleva lannoiteravinnemäärä kuin suurilla puilla. Lisävaikuttajana, ehkä ratkaisevimpanakin, on varttuneen metsikön erikokoisten puiden erilainen reaktioherkkyys. Se ilmenee kasvutekijöiden äkillisten muutosten, kuten harvennuksen ja ojituksen jälkeen (vrt. Vuokila 1975b, 1977, Heikurainen ja Kuusela 1962). On todettu, että kasvun lisääntymiseen vaikuttaa enemmän puun koko kuin sen ikä, ja että puun koon kasvaessa sen reaktiokyky vähenee.

Pienten puiden kasvun huomattava lisääntyminen edellyttää niiltä hyvää kasvukuntoa, ja sen tärkeänä osatekijänä on elävän latvuksen pituus (vrt. Vuokila 1975a). Tässäkin selvityksessä havaittiin latvussuhteen ja kasvun välillä selvä riippuvuus, joka oli voimakkain pää- ja lisävaltapuilla. Lisäksi saatiin viitteitä siitä, että myös lannoitusvaikutus lisääntyy latvussuhteen parantuessa. Koemetsikössä vallitun latvuserroksen puiden edellytykset kasvulisäykseen olivat hyvät, sillä puusto oli kohtalaisen tasaista. Pienimmät puut eivät olleet selvästi alistettuja, kuten niiden hyvä latvussuhdekin osoittaa. Ravinteiden niukkuus rajoitti siis eniten aluspuiden kasvua. Valoa oli ilmeisesti riittävästi niillekin.

Koepuiden kasvu vaihteli paljon samassakin latvuserroksessa. Huolimatta kovarianssikorjauksesta, jolla poistettiin luontaisen kasvunvaihtelun vaikutusta, jäi kasvulisäysten hajonta suureksi. Vaikka osa hajonnasta aiheutui laskentamenetelmistä sekä huomiotta jääneistä kaliumin ja fosforin vaikutuksista, voidaan todeta, että myös puiden lannoitusreaktio vaihtelee voimakkaasti metsikön ja latvuserroksenkin sisällä. Tarkastelluista kasvutunnuksista pituuskasvu reagoi heikoimmin lannoitukseen, mikä on todettu monissa yhteyksissä (mm. Fiedler ym. 1973, Friberg 1974). Tässä tapauksessa osasyynä oli ilmeisesti puuston ikä.

Eri latvuserrosten osuudet lannoituksella saatavasta kasvulisäyksestä riippuvat tie-

tenkin kerrosten kuutio-osuuksista. Hoide-
tuissa varttuneissa metsiköissä aluspuut ovat
pienimpänä ryhmänä ja siten niiden osuus
kuutiokasvun lisäyksestä jää vähäiseksi.

Pienten puiden läpimitan kasvun lisäänty-
minen on kuitenkin huomionarvoista puus-
ton arvokasvun kannalta.

KIRJALLISUUS

- CARBONNIER, C. 1962. Synpunkter på anläggning och uppskattning av gödslingsförsök i skogsbestånd. Svenska SkogsvFör. Tidskr. 60:367—370.
- FAHLROTH, S. 1969a. Diameterökningen i gödslade bestånd — dess storlek och fördelning på diameterklasser. För. Skogsträdsförädl., Inst. Skogsförbättr. Årsb. 1968:78—90.
- 1969b. Gödslingseffektens beräkning och redovisning. För. Skogsträdsförädl., Inst. Skogsförbättr. Information, Gödsling 5 1968/69.
- FIEDLER, H.J., NEBE, W. & HOFFMANN, F. 1973. Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. 481 p. Jena. Veb Gustav Fischer Verlag.
- FRIBERG, R. 1974. Jämförelser mellan träds volym-, grundtyte- och höjdtillväxt efter gödsling. Summary: Comparison between volume, basal area and height growth of fertilized trees. För. Skogsträdsförädl., Inst. Skogsförbättr. Årsb. 1973:76—123.
- GUSTAVSEN, H.G. 1976. Miten puut reagoivat lannoitukseen varttuneissa metsäkoissa? 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.
- HEIKURAINEN, L. & KUUSELA, K. 1962. Revival of the tree growth after drainage and its dependence on the tree size and age. Commun. Inst. For. Fenn. 55(8):1—15.
- Ilmastohavainnot 1964, 1966, 1968. Suomen meteorologinen vuosikirja 64(1a):1—79. 66(1a): 1—79. 68(1a):1—79.
- Ilmatieteen laitos. Kuoreveden lentosäätöaseman päivittäiset mittaukset, touko- ja kesäkuu 1964, 1966 ja 1968.
- ILVESSALO, L. 1929. Puuluokitus ja harvennusteikko. A tree-classification and thinning system. Acta For. Fenn. 34(38):1—15.
- JONSSON, S. & MÖLLER, G. 1977. Gödslings- och gallringseffekter i överslutna tallbestånd. (Summary). För. Skogsträdsförädl., Inst. Skogsförbättr. Årsb. 1976:62—116.
- LAASASENAHO, J. & SEVOLA, Y. 1971. Mänty- ja kuusirunkojen puutavarasuhteet ja kantoarvot. Summary: Timber assortment relationships and stumpage value of Scots pine and Norway spruce. Commun. Inst. For. Fenn. 74(3):1—87.
- MÖLLER, G. 1974. Val av gödselmedel och gödslings-tidpunkt. Skogen 3:80—89.
- NÄSLUND, M. 1937. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Zusammenfassung: Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 29(1):1—169.
- SHIMANSKY, P.S. & POBEDOV, V.S. 1976. Reakt-siya derev'ev paznykh klassov rosta na azotnye udobreniya. Summary: The response of trees of various growth classes on nitrogen fertilizers. Lesoved. 1:40—45.
- TAMM, C.O. 1966. Some experiences from forest fertilization trials in Sweden. Silva Fenn. 117(3):1—24.
- WESTMAN, C.J. 1973. Typpilannoitteiden reaktiot metsämaassa. Suo 24:31—36.
- VIRO, P.J. 1967. One-tree plots in manuring mature stands. XIV IUFRO-Kongress. Section 23:597—607. München.
- VUOKILA, Y. 1975a. Olemmeko unohtaneet latvuksen hoidon? Metsä ja Puu 8:29—30.
- 1975b. Pienet puut yllättävät. Metsä ja puu 9:8.
- 1977. Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä. Summary: Selective thinning from above as a factor of growth and yield. Folia For. 298:1—17.

ODC 237.4:562:174.7 *Picea abies*
ISBN 951-40-0353-5
ISSN 0015-5543

KUKKOLA, M. 1978. Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyypin kuusikossa. Abstract: Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site. *Folia For.* 362: 1—15.

The growth increase in different tree classes in a spruce stand with an economic age of 80 years during the 11-year period following fertilization is examined in the study.

Nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers were applied. Nitrogen fertilizer, corresponding to a total of 243 kg N/ha, was applied to the sample trees in one, two or three stages.

The relative growth increase in response to fertilization was greatest in the small trees, although the volume growth increase of the dominants was greatest.

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

ODC 237.4:562:174.7 *Picea abies*
ISBN 951-40-0353-5
ISSN 0015-5543

KUKKOLA, M. 1978. Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyypin kuusikossa. Abstract: Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site. *Folia For.* 362: 1—15.

The growth increase in different tree classes in a spruce stand with an economic age of 80 years during the 11-year period following fertilization is examined in the study.

Nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers were applied. Nitrogen fertilizer, corresponding to a total of 243 kg N/ha, was applied to the sample trees in one, two or three stages.

The relative growth increase in response to fertilization was greatest in the small trees, although the volume growth increase of the dominants was greatest.

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

ODC 237.4:562:174.7 *Picea abies*
ISBN 951-40-0353-5
ISSN 0015-5543

KUKKOLA, M. 1978. Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyypin kuusikossa. Abstract: Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site. *Folia For.* 362: 1—15.

The growth increase in different tree classes in a spruce stand with an economic age of 80 years during the 11-year period following fertilization is examined in the study.

Nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers were applied. Nitrogen fertilizer, corresponding to a total of 243 kg N/ha, was applied to the sample trees in one, two or three stages.

The relative growth increase in response to fertilization was greatest in the small trees, although the volume growth increase of the dominants was greatest.

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

ODC 237.4:562:174.7 *Picea abies*
ISBN 951-40-0353-5
ISSN 0015-5543

KUKKOLA, M. 1978. Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyypin kuusikossa. Abstract: Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site. *Folia For.* 362: 1—15.

The growth increase in different tree classes in a spruce stand with an economic age of 80 years during the 11-year period following fertilization is examined in the study.

Nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers were applied. Nitrogen fertilizer, corresponding to a total of 243 kg N/ha, was applied to the sample trees in one, two or three stages.

The relative growth increase in response to fertilization was greatest in the small trees, although the volume growth increase of the dominants was greatest.

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

- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa.
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiihonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja renkujen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspallastalla.
Massenermittlung am stehenden Holz und Stamzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavinttuurin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonossa.
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.
- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa.
Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.
- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt.
Finnish volume increment functions.
- No 332 Helander, Matti & Simula, Anna-Leena: Metsäalan toimihenkilöiden kysyntä ja tarjonta vuoteen 1985.
Demand and supply of professional forestry staff by 1985.
- No 333 Hakkila, Pentti, Kalaja, Hannu, Salakari, Martti & Valonen, Paavo: Whole-tree harvesting in the early thinning of pine.
Kokopuun korjuu männikön ensiharvennuksessa.
- No 334 Järveläinen, Veli-Pekka: Mielipiteet yksityismetsätaloudessa. Metsänomistajien ja metsäammattimiesten käsityksiä metsätaloudesta ja sen edistämisestä.
Opinions in Finnish private forestry. On the opinions of the private forest owners and the forestry experts concerning forestry and its promotion.
- 1978 No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Väliavarastoinnin vaikutus männyn paakku-taimien viljelyn onnistumiseen. Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan. Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakkila, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineksi.
Harvesting small-sized wood for fuel.

- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great willow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.
- No 345 Metsätilastollinen vuosikirja 1976. Yearbook of Forest Statistics 1976.
- No 346 Parviainen, Jari: Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase.
- No 347 Vuorinen, Heikki: Metsätraktorin kuljettajan kuormittamisen mittaushdodollisuudet. Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers.
- No 348 Löytyniemi, Kari: Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimennävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae). Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
- No 349 Metsämuuronen, Markku, Kaila, Simo & Räsänen, Pentti K.: Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa. First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973.
- No 350 Oikarinen, Matti: Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoalojen edustavuus. Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa. Protection of pine pulpwood stacks against the common pine-shoot beetle in northern Finland.
- No 352 Saramäki, Jussi: Kainuun vajaapuustoisten kuusiköiden lannoitus ja sen kannattavuus. Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland.
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle. Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöötökseen perustuvan tietöjärjestelmän kokeilu. Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based on a sample of forest holdings.
- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista. Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus. On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75. Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Kesken poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi. Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskuusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua. Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability.
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.
- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdodollisuudet puunkorjuussa. Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuskerrosten puiden kasvuun mustikka-typin kuusikossa. Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus. Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tiihqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975. The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.