

FOLIA FORESTALIA 421

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

ERKKI LIPAS & TEUVO LEVULA

UREALANNOITUS ERI VUODENAIKOINA

UREA FERTILIZATION AT DIFFERENT
TIMES OF THE YEAR

- 1978 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 kasvukoealojen 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 kuusikoiden 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 tietojärjestelmän 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 tarkastelu. 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 organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: 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.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.
Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, 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.
- No 366 Ryytänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärityksestä. Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviiulun saannosta.
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalysillä.
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen. Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Plebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.
Plebia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 1979 No 375 Metsätalostollinen vuosikirja 1977—1978.
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.

FOLIA FORESTALIA 421

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Erkki Lipas ja Teuvo Levula

UREALANNOITUS ERI VUODENAIKOINA

Urea fertilization at different times of the year

ODC 237.4
ISBN 951-40-0432-9
ISSN 0015-5543

LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1—14.

Tutkimuksessa on tarkasteltu urealannoituksen tehokkuutta syys-, talvi- ja kevätlevityksissä kangasmailla. Aineistona oli 25 männikkö- ja 19 kuusikkokoetta, jotka jakautuivat tasapuolisesti Suomen etelä- ja pohjoispuoliskoon. Tulokset perustuvat kokeiden 5-vuotismittauksiin.

Todettiin, että varmin levitysaika on syksy, jolloin suotuisten sääolojen todennäköisyys urealannoitukselle on suurin. Myös loppupalven lannoitus oli tuloksesta varsinkin Pohjois-Suomessa. Sen sijaan alkutalvella ja varsinkaan keväällä ei urean levitys ole suositeltavaa, koska kasvunlisäys jää usein pienemmäksi kuin muina vuodenaikoina.

The object of the study was to determine the effectiveness of urea fertilization when applied on mineral soil in autumn, winter, or spring. The material consisted of 25 experiments in pine stands (*Pinus sylvestris* L.) and 19 in spruce stands (*Picea abies* (L.) Karst.). The experiments were located in both North and South Finland. The results are based on the responses obtained during the first five years.

Autumn was found to be the surest season for urea application, because the probability of favourable weather conditions is then greatest. Late-winter application was also effective, especially in North Finland. In contrast to this, early winter and especially spring cannot be recommended for urea, because the growth increase often remains smaller than that obtained during other times of the year.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Kokeet	4
22. Mittaukset	6
23. Aineiston käsittely	6
3. TULOKSET	6
31. Lannoitusreaktiot koko aineistosta	6
32. Merkitsevät erot lannoitusaikojen välillä	7
33. Sääolojen merkitys	9
34. Suotuisan reaktion todennäköisyys	12
4. TULOSTEN TARKASTELUA	12
KIRJALLISUUSLUETTELO	14

1. JOHDANTO

Kangasmetsien lannoitukset on yleensä ollut tapana suorittaa keväällä tai alkukesästä, jolloin ravinnelisäys tulee puiden käyttöön kasvun ollessa voimakkaimmillaan. Ureaa käytettäessä on kuitenkin voitu todeta, että kasvunlisäys ei aina vastaa odotuksia, vaan jää joskus selvästi alle oulun-salpietarilla saadun reaktion (Gustavsen ja Lipas 1975). On havaittu, että urean vaikutus riippuu siitä, minkälaiset sääolot sattuvat vallitsemaan levitysaikana ja välittömästi sen jälkeen. Ureatyyppiä voi hävittää joko haihtumalla ilmaan (Ovrein 1968, Derome 1979) tai huuhtoutumalla (Cole ja Gessel 1965). Vain sellaisissa olosuhteissa, joissa kosteutta ja lämpöä on riittävästi urean hydrolysoitumiseksi NH_4^+ -ioneiksi juuristokerroksessa, voidaan urean koko lannoitusteho saada käyttöön.

Koska kevätsää ei urealannoituksen kannalta useinkaan ole suotuisa, on kokeiltu, olisiko jokin muu vuodenaika sopivampi levitykseen. Syys- ja talvilevityksellä onkin yleensä saatu parempia tuloksia kuin kevätlannoituksella (Salonen 1973, Möller 1974, Friberg 1974, Levula 1976). Toisaalta Paavilaisen (1973) tutkimusten mukaan lumelle levitys ei ollut yhtä tehokasta kuin lumettomalle maalle levitys. Sen sijaan touko- ja joulukuun levitys olivat yhtä tehokkaita maan ollessa lumeton. Lumelle levityksen huonoa tehoa

on selitetty sillä, että lannoiterakeet eivät uppoa maan pintaan saakka ja huuhtoutuvat keväällä sulamisvesien mukana (Karsisto 1975).

Huolimatta useista tutkimuksista kysymys urean sopivimmasta levitysaikasta on siis edelleen epäselvä etenkin talvilannoitusten osalta. Koska urealla on selviä etuja oulun-salpietariin nähden, kuten halvempi lannoite- ja levityskustannus sekä pienempi pohjaveden saastumisvaara (Wiklander 1975), tulisi urean käyttöä metsänlannoituksessa suosia. Tämä edellyttää kuitenkin selväpiirteisiä lannoitusohjeita, joita noudatetaan urean lannoitusteho voitaisiin käyttää mahdollisimman hyvin hyödyksi. Avainkysymyksiin kuuluu tällöin, mikä on sopivin levitysaika.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tuoda lisätietoa urean levitysaikojen merkityksestä puuston kasvureaktion suuruuteen sekä sen vakioisuuteen, jotta lannoitusohjeita voitaisiin tämentää.

Tutkimus on tehty Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosastolla ja Rovaniemen tutkimusasemalla. Se perustuu professori P.J. Viron toimesta vuosina 1969–72 aloitettujen kokeiden 5-vuotismittauksiin. Levula on tehnyt itsenäisesti koelatulosten korjauksissa käytetyt Fortran-ohjelmat sekä aineiston alustavan käsittelyn ja kokoamisen. Lipas on viimeistellyt aineiston käsittelyn sekä laatinut käsikirjoituksen. Vs. professori Eino Mälkönen sekä MMK John Derome ovat tutustuneet työhön sen eri vaiheissa ja antaneet neuvoja. Kiitämme avusta.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Kokeet

Koemetsiköt sijaitsevat Lapissa, Kainuussa, Pohjois- ja Etelä-Karjalassa sekä Keski-Suomessa (kuva 1). Mäntykokeet ovat kuivahkoilla ja kuusikokeet tuoreilla moreenikankailla. Metsiköiden ikä kokeita perustettaessa vaihteli 60–130 vuoteen, joten kysymyksessä ovat melko lähellä päätehakkuuta olevat puustot (taulukko 1). Koemetsiköiden metsänhoidollinen tila oli hyvä lukuunottamatta kahta pohjois-suomalaista kuusikkoa, jotka olivat ylitheitä. Samaan

metsikköön perustettiin kokeita useampana vuotena, mikäli metsikön pinta-ala oli riittävän suuri. Alueille rajoitettiin 18–50 kappaletta ympyräkoaloja, joiden säde oli kymmenen metriä. Koejärjestelynä käytettiin arvottuja lohkoja.

Vuoden 1969 alkupuolella perustetuissa kokeissa oli kolme koejäsentä: lannoittamaton, urealannoitus talven loppupuolella ja keväällä. Vuoden 1969 syyskuun ja 1972 kesäkuun välisenä aikana perustetuissa kokeissa oli viisi koejäsentä: lannoittamaton, urealannoitus syksyllä, talven alkupuolella, talven loppupuolella ja

Taulukko 1. Yleistietoja koemetsiköistä, lannoitusajoista sekä lannoitusta seuranneiden 10 vuorokauden säästä.
 Table 1. General data on the experimental stands, fertilization dates, and the weather conditions during 10 days period following fertilization.

Tunnus — Parameter	Etelä-Suomi — South Finland				Pohjois-Suomi — North Finland			
	Mänty — Pine		Kuusi — Spruce		Mänty — Pine		Kuusi — Spruce	
	K.a. Mean	Vaiht.väli Range	K.a. Mean	Vaiht.väli Range	K.a. Mean	Vaiht.väli Range	K.a. Mean	Vaiht.väli Range
PUUSTOTIETOJA — STAND DATA								
Ikä — Age, a	97	75—130	94	60—130	110	90—130	107	100—130
Kuutiomäärä — Volume, m ³ /ha/a	215	173—255	232	175—279	190	141—300	183	122—300
Keskipeittävyys — Mean height, m	19,4	16,7—21,9	17,3	14,5—19,9	16,8	13,9—20,2	13,6	12,2—16,3
SYSSLANNOITUS — AUTUMN FERTILIZATION								
Ajankohta, pv. ja kk. — Date, day and month	28.9.	8.9.—12.10.	23.9.	5.9.—7.10.	21.9.	12.9.—11.10.	23.9.	14.9.—12.10.
Keskilämpötila — Mean temperature, °C/10 d	6,0	3,9—9,1	6,8	4,9—10,5	4,4	1,1—8,8	5,0	1,1—7,7
Sadesumma — Precipitation sum, mm/10 d	18,2	1,2—46,0	17,1	0,7—30,3	28,1	9,3—66,8	31,3	2,5—57,0
Ensimmä. sade — First rainfall, mm	1,9	0,3—3,5	1,3	0,1—2,6	4,6	1,2—11,2	4,2	1,3—12,1
ALKUTALVEN LANNOITUS — EARLY WINTER FERTILIZATION								
Ajankohta, pv. ja kk. — Date, day and month	16.12.	10.12.—20.12.	18.12.	11.12.—30.12.	15.12.	10.12.—21.12.	16.12.	9.12.—20.12.
Lumen syvyys — Depth of snow cover, cm	24	10—36	16	9—25	36	30—40	30	15—40
Roudan syvyys — Depth of frozen soil, cm	0	0—0	0	0—0	21	0—30	16	0—30
LOPPUTALVEN LANNOITUS — LATE WINTER FERTILIZATION								
Ajankohta, pv. ja kk. — Date, day and month	23.3.	8.3.—24.4.	27.3.	17.3.—24.4.	26.3.	12.3.—9.5.	24.3.	10.3.—30.4.
Lumen syvyys — Depth of snow cover, cm	65	40—110	58	35—83	66	36—115	71	40—110
Roudan syvyys — Depth of frozen soil, cm	8	0—19	9	0—13	>20	0—>50	18	0—40
KEVÄTLANNOITUS — SPRING FERTILIZATION								
Ajankohta, pv. ja kk. — Date, day and month	3.6.	20.5.—19.6.	30.5.	19.5.—17.6.	9.6.	26.5.—23.6.	7.6.	30.5.—25.6.
Keskilämpötila — Mean temperature, °C/10 d	13,0	9,4—20,4	11,2	6,2—13,7	12,6	8,3—15,6	12,6	9,4—15,4
Sadesumma — Precipitation sum, mm/10 d	9,4	0,5—24,3	8,6	0,4—19,5	9,9	0,0—34,6	6,6	0,0—16,6
Ensimmä. sade — First rainfall, mm	3,6	0,3—24,3	1,7	0,3—3,9	1,9	0,0—8,7	1,2	0,0—2,8

keväällä. Lannoitusjankohdat selviävät tarkemmin taulukosta 1. Lannoitus tehtiin käsinlevityksenä. Urean määrä oli aina 8,2 kg koealaa kohti, joka vastaa 261 kg ureaa ja 120 kg typpeä (N) hehtaarille.

22. Mittaukset

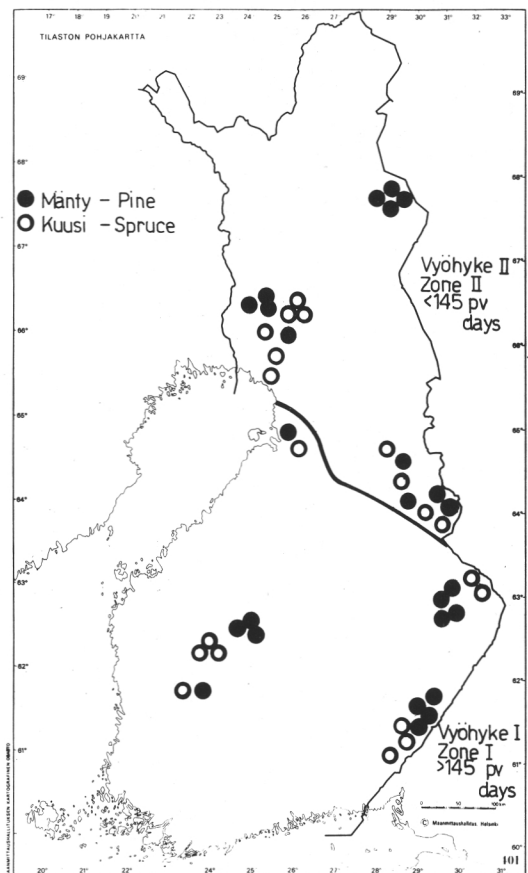
Puusto mitattiin viiden kasvukauden kuluttua lannoituksesta. Jokaisen koealan sisälle rajoitettiin ympyräkoela, jonka säde oli seitsemän metriä ja jonka ympärille jäi samalla tavalla käsitelty kolmen metrin levyinen vaippa-alue. Kaikista tämän koealan sisälle jääneistä puista mitattiin läpimitta 1,3 ja 6 tai 3,5 metrin korkeudelta 1 cm tasaavalla luokituksella, pituus 0,1 m tarkkuudella, säde ja pituuskasvu viideltä lannoitusta edeltäneeltä ja viideltä lannoitusta seuranneelta kasvukaudelta sekä kuoren paksuus. Sädekasvu kairattiin 1,3 metrin korkeudelta koealan säteen suunnassa, ja vuosilustot mitattiin lustonmittauskoneella. Pituuskasvu mitattiin asteikolla varustetulla kiikarilla pituuden mittauksen yhteydessä. Puuston kuutiointi ja kasvunlaskenta tapahtui pohjapinta-alakeskipuumenelmällä (K u u s e l a 1966).

Talvilannoitusten yhteydessä mitattiin koemetsiköistä lumen ja roudan syvyys. Kevät- ja syyslannoitusten jälkeiset sademäärät ja lämpötilat on saatu koemetsikköä lähinnä olevan Ilmatieteen laitoksen säähavaintoaseman mittauksista (taulukko 1).

23. Aineiston käsittely

Koealan pienen pinta-alan (154 m²) vuoksi osoittautuivat koealakohtaiset kasvutulokset sangen vaihteleviksi. Vertailukelpoisuuden parantamiseksi kasvuluvut korjattiin koealakohtaisesti kovarianssianalyysiä käyttämällä vastaamaan lannoitusta edeltänyttä kasvun keskitasoa (esim. J e f f e r s 1960 s. 138—148). Lannoitusta edeltäneen viiden vuoden kuutiokasvun selityskyky vastaavalle kasvulle lannoituksen jälkeen oli kaikilla kokeilla merkitsevä yli 99,9 %:n todennäköisyydellä. Eri lannoituskäsittelyjen kasvutulosten erojen merkitsevyys testattiin F-testillä ja korjattujen keskiarvojen erojen merkitsevyys pareittain t-testillä (S n e d e c o r ja C o c h r a n 1967 s. 430).

Lannoitusreaktioiden eroja Etelä- ja Pohjois-Suomen



Kuva 1. Kokeiden sijainti

Figure 2. Location of the experiments

välillä tarkasteltiin jakamalla koeaineisto kahteen osaan (kuva 1). Pohjoisosaan laskettiin kuuluvan osan Suomea, missä keskimääräinen kasvukausi on lyhyempi kuin 145 päivää vuodessa (vrt. K o l k k i 1966).

3. TULOKSET

31. Lannoitusreaktiot koko aineistosta

Yhdistelmä kaikkien kokeiden tuloksista on esitetty taulukossa 2, johon on laskettu keskiarvot kunkin kokeen korjatuista vaikutusarvoista alueittain ja puulajeittain. Kaikissa ryhmissä saatiin kutakin levitysaikaa käytettäessä merkitsevä kasvuunlisäys, suuruusluokkaa 0,6—1,1 m³/ha/a. Vaikutus oli männyllä hiukan suurempi kuin kuusella

sekä Pohjois- että Etelä-Suomessa. Kasvunlisäykset olivat jonkin verran pienempiä kuin mitä P ä i v i n e n ja S a l o n e n (1978) ovat saaneet Etelä-Suomessa 100 kg N/ha urealannoituksella, mikä johtunee metsiköiden korkeammasta iästä tässä aineistossa.

Lannoitusaikojen väliset erot reaktioissa eivät olleet merkitseviä Etelä-Suomen kokeissa. Pohjois-Suomen männiköissä syyslannoitus antoi merkitsevästi suuremman

Taulukko 2. Keskimääräiset vaikutukset eri lannoitusaikoja käytettäessä sekä näiden erot.

Table 2. Average responses with different fertilization times, and their differences.

Alue Region	Puulaji Tree species	Lannoitusaika ¹⁾ Fertilization time ¹⁾	Kokeiden lukum. No. of experiments	Vaikutus ²⁾ Response \bar{x}	Erot — Differences		
					$\bar{x} - (K)$	$\bar{x} - (LT)$	$\bar{x} - (AT)$
					m ³ ha/a (kuorineen — incl. bark)		
Etelä- Suomi South Finland	Mänty Pine	S	9	1,03***	0,16	-0,03	-0,09
		AT	9	1,12***	0,25	0,06	
		LT	13	1,06***	0,19		
		K	13	0,87***			
	Kuusi Spruce	S	5	0,83**	0,01	0,05	0,15
		AT	5	0,68**	-0,14	-0,10	
		LT	9	0,78***	-0,04		
		K	9	0,82***			
Pohjois- Suomi North Finland	Mänty Pine	S	9	1,12***	0,22*	0,02	0,19
		AT	9	0,93***	0,03	-0,17	
		LT	12	1,10***	0,20		
		K	12	0,90***			
	Kuusi Spruce	S	8	0,80***	0,25*	0,01	0,11
		AT	8	0,69***	0,14	-0,10	
		LT	10	0,79***	0,24*		
		K	10	0,55***			

¹⁾ Lannoitusajat — Fertilization times
S = Syksy — Autumn
AT = Alkupalvi — Early winter
LT = Loppupalvi — Late winter
K = Kevät — Spring

²⁾ Merkitsevyyden riskitaso — Risk level of significance
* 5 % ** 1 % *** 0,1 %

kasvunlisäyksen kuin kevätlevitys, kuusikoissa sekä syksy että loppupalvi olivat merkittävästi kevättä parempia.

Merkitsevien erojen vähäisyys koko aineistoa tarkasteltaessa on osoituksena olosuhteiden vaihtelevuudesta sekä eri paikkakuntien välillä että vuodesta toiseen — lannoituksiaan suoritettiin neljän vuoden aikana. Tulos ei näin ollen anna selvää ohjetta milloin tulisi lannoittaa. Kuitenkin on pantava merkille, että kevätlannoitus ei missään ryhmässä antanut suurinta kasvunlisäystä, kun taas syksyn, alkupalven ja loppupalven paremmuusjärjestys vaihteli eri tapauksissa.

32. Merkitsevät erot lannoitusaikojen välillä

Vaikka koko aineistosta ei voitu todeta selvää eroa lannoitusaikojen välillä, oli aineistossa joukko kokeita, joissa erot olivat merkittäviä. Nämä yksittäistapaukset on esitetty taulukossa 3. Lannoitusvuosien osalta kokeet jakaantuivat melko tasaisesti, joten ei voida puhua erityisesti sopivista tai sopimattomista vuosista jollekin tietylle levitysjalalle. Paikkakuntien suhteen oli sen sijaan

selvempää keskittymistä, joka oli lannoitusvuodesta riippumatonta. Koska säätiedoista ei voitu päätellä, että jollakin paikkakunnalla vallitsisi vuodesta toiseen levitysaikoina samankaltaiset sääolot, lienee paikkakuntakeskittymä kuitenkin vain osoituksena siitä, että koemetsiköt ovat tietyllä seudulla olleet poikkeuksellisen tasaisia, jolloin käsittelyjen väliset erot varmistuvat.

Lannoitusaikojen välisten erojen merkitsevyys ja suunta on esitetty taulukossa 4. Koska kokeita oli tässä aineiston osassa melko vähän, eivät tulokset anna mahdollisuutta selvittää puulajeittaisia eroja. Pohjois-Suomessa erot näyttäisivät olleen yleisempiä kuin Etelä-Suomessa. Yleispiirteenä on, että muut vuodenajat ovat olleet parempia tai yhtä hyviä kuin kevät. Tästä säännöstä on vain kolme poikkeusta, kokeet 248, 263 ja 311. Syyslannoitus on antanut yleensä vähintään yhtä hyvän tuloksen kuin alkupalven lannoitus, poikkeuksena vain koe 273. Loppupalveen verrattuna syksy on ollut kolmessa tapauksessa huonompi, kolmessa parempi. Talvilannoitusten välillä erot menevät tasan, kahdessa tapauksessa alku-

Taulukko 3. Kuutiokasvun lisäykset kokeilla, joilla lannoitusaikojen välillä oli merkitseviä eroja.

Table 3. The increase in volume growth in the experiments in which the differences between application times were significant.

Alue Region	Puulaji Tree species	Koe Exp. n:o	Sijainti Location	Lann. vuosi Fertil. year	Vaikutus — Response			
					S ¹⁾	AT	LT	K
					m ³ /ha/a (kuorineen — incl. bark)			
Etelä- Suomi South Finland	Mänty Pine	249	Punkaharju	1969			1,22	0,66
		255	Oulu	1969			1,01	0,73
	Kuusi Spruce	261	Pyлкönmäki	1969—70	0,91	1,17	1,25	0,50
		273	Pyлкönmäki	1970—71	1,11	1,56	1,58	1,18
		277	Liekksa	1970—71	1,72	1,04	0,91	0,98
		304	Pyлкönmäki	1971—72	1,30	1,64	1,04	0,87
Pohjois- Suomi North Finland	Mänty Pine	248	Ikaalinen	1969			1,05	1,60
		263	Punkaharju	1969—70	0,75	0,67	0,46	1,04
	Kuusi Spruce	253	Kuhmo	1969			1,46	0,85
		259	Savukoski	1969			1,07	0,77
		266	Kuhmo	1969—70	1,14	1,16	1,39	1,05
		271	Savukoski	1969—70	1,26	1,00	1,26	1,07
		283	Savukoski	1970—71	1,13	1,11	0,70	0,64
		307	Kuhmo	1971—72	1,41	0,93	1,15	0,96
	Kuusi Spruce	311	Savukoski	1971—72	1,19	0,59	0,70	1,07
		254	Kuhmo	1969			1,01	0,48
		267	Kuhmo	1969—70	0,81	0,57	0,86	0,57
		270	Rovaniemen kunta	1969—70	0,97	0,80	1,03	0,79
280		Simo	1970—71	0,98	0,69	0,75	0,77	
	309	Rovaniemen kunta	1971—72	0,56	0,71	0,93	0,57	

1) Lyhennykset taulukossa 2 — For symbols see Table 2

Taulukko 4. Eri vuodenaikoina lannoitettaessa saatujen vaikutusten merkitsevät erot. Aineisto sama kuin taulukossa 3.

Table 4. Significant differences between the responses to fertilization at different times of the year. The experiments are the same as in Table 3.

Alue Region	Puulaji Tree species	Koe Exp. n:o	Vaikutusten erot — Response differences					
			S—K ¹⁾	S—LT	S—AT	AT—K	AT—LT	LT—K
			Etumerkki ja merkitsevyys Sign and significance					
Etelä- Suomi South Finland	Mänty Pine	249						+
		255						+
	Kuusi Spruce	261	+	**	-	*		+
		273			-	*		+
		277	+	*	+	**		+
		304				+	+	
Kuusi Spruce	248						-	
	263						-	
Pohjois- Suomi North Finland	Mänty Pine	253						+
		259						+
	Kuusi Spruce	266						+
		271			+	*		-
		283	+	***	+	**	+	**
		307	+	*	+	*		
Kuusi Spruce	311			+	**	-	**	
	254						+	
	267	+	*	+	*	-	+	
	270			+	*		+	
	280			+	*		+	
	309			-	*		+	

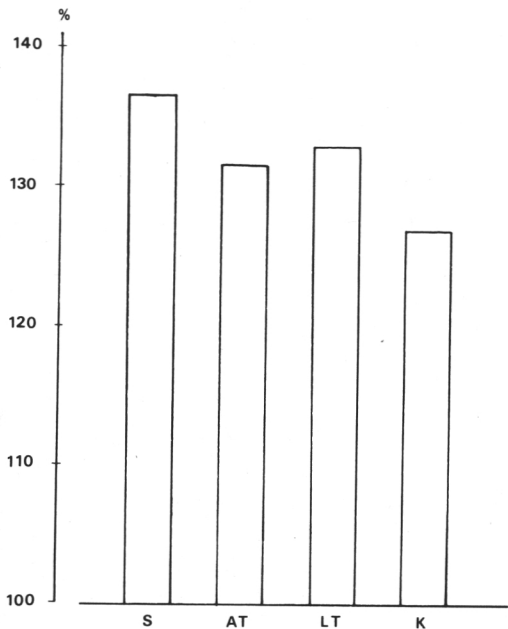
1) Lyhennykset taulukossa 2 — For symbols see Table 2

talven, kahdessa loppupalven hyväksi.

Lannoitusaikojen välisen paremmuusjärjestyksen selventämiseksi on kuvassa 2 esitetty suhteellinen kasvu eri käsittelyillä lannoittamattomien koealojen kasvuun verrattuna. Suhteellisia lukuja käytettiin absoluuttisten asemesta puuston iän ja koon vaikutuksen vähentämiseksi. Järjestys on kuvan mukaan

syksy > loppupalvi > alkupalvi > kevät

Kuten taulukon 4 mukaan todettiin, varmin ero oli syksyn ja kevään välillä. Myös ero syksyn hyväksi talvilannoitukseen verrattuna vaikuttaa melko selvältä, kun taas talvilannoitusten välillä oli vain pieni ero loppupalven hyväksi. Kuvassa 2 ei ole eroteltu Etelä- ja Pohjois-Suomea, mutta kuten edellä todettiin, erot olivat selvemmät Pohjois-Suomessa.



Kuva 2. Eri ajankohtina lannoitettujen koealojen suhteellinen kasvu, kun kasvu ilman lannoitusta = 100 %. Kaikki kokeet, joilla lannoitusajkojen välillä on merkitseviä eroja.

Figure 2. Relative growth on the sample plots fertilized at different times of the year (unfertilized = 100 %). All the experiments in which there were significant differences between the application times.

S = Syksy — Autumn
 AT = Alkupalvi — Early winter
 LT = Loppupalvi — Later winter
 K = Kevät — Spring

33. Sääolojen merkitys

Regressiotarkastelun avulla ei voitu osoittaa mitään selviä suuntaviivoja sääolojen ja lannoitusreaktion välisille riippuvuuksille. Kevät- ja syyslevityksessä tähän lienee ollut osittain syytä se, että lähimmän säähavaintoaseman tiedot eivät välttämättä ole yhtäpitävät koemetsikoissa vallinneiden paikallisten sääolojen kanssa. Osasyynä voi myös olla se, että lannoitusta edeltänyttä sademäärää ei otettu selittäjäksi. Deromén (1979) mukaan välittömästi lannoitusta edeltäneen sateen jäljiltä pintakasvillisuus ja karikkeet voivat olla niin märkiä, että urearakeet takertuvat tähän kerrokseen ja ammoniakkaa voi haihtua huomattavassa määrin. Talvilannoituksissa paikallinen lumen ja roudan paksuus mitattiin koemetsikoista. Tästä huolimatta näiden tunnusten ja kasvunlisäyksen välillä ei voitu todeta riippuvuutta.

Vaikka sääolojen yleinen merkitys reaktion suuruuteen jäi näin ollen epäselväksi, voidaan joidenkin yksittäisten kokeiden tuloksia tarkastella erikseen sääolojen kannalta. Pieni sademäärä ensimmäisessä saateissa lannoituksen jälkeen näyttäisi olevan melko yleinen syy huonoon tulokseen kevätlannoituksessa. Tällaisia tapauksia olivat:

Koe	Sijainti	Puulaji	1. sade mm	Sade mm/10 d	Kevätlann. vaikutus (kaikki ajat keskim. = 100)
249	Punkaharju	mänty	0,5	0,5	70
255	Oulu	”	1,0	1,2	84
261	Pylkönmäki	”	0,5	14,6	52
259	Savukoski	”	0,1	0,2	84
283	Savukoski	”	0,9	7,2	72
270	Rovan. kunta	kuusi	0,2	0,4	88
309	Rovan. kunta	”	0,7	7,8	82

Yleensä on näissä tapauksissa myös lannoituksen jälkeinen 10 vuorokauden sademäärä ollut varsin pieni, jolloin olosuhteet typen haihtumiselle ammoniakkinä ovat otolliset. Poikkeuksena on kuitenkin koe 261, jossa 10 vuorokauden sademäärä oli 14,6 mm, mutta siitä huolimatta kevätlannoitus antoi huonomman tuloksen kuin mikään muu lannoitusajko. Toisaalta aineistossa oli kokeita, joissa kevätlannoituksella saatu reaktio ei ollut muita pienempi alhai-

sesta sademäärästä huolimatta. Selvimpää tällaisia olivat:

Koe	Sijainti	Puulaji	1. sade mm	Sade mm/10 d	Kevätlann. vaikutus (kaikki ajat keskim. = 100)
251	Liekka	mänty	0,3	0,7	95
269	Ylitornio	”	0,1	1,6	102
305	Punkaharju	”	0,7	1,3	95
252	Liekka	kuusi	0,3	0,4	106

Levitysajan pieni sademäärä ei tämän mukaan ole ehdoton syy sille, että kevätvaikutus jäisi alhaiseksi. Kuten edellä viitattiin, selityksenä voi myös olla maan pinnan kosteus levityshetkellä. Lisäksi asiaan voi vaikuttaa yökaste, tuulisuus ja auriongonpaisteen määrä. Levitysajan lämpötilalla ei sen sijaan todettu olevan vaikutusta reaktioon.

Paitsi haihtumalla, ureatyyppiä voi kadota juuristokerroksesta huuhtoutumalla. Ainoa tähän viittaava koetulos saatiin kokeelta 273 (Pylkönmäki), jossa ensimmäinen sade kevätlannoituksen jälkeen oli 24,3 mm. Tällä kokeella tosin syyslannoitus antoi vielä alhaisemman reaktion kuin kevät (taulukko 3), mikä korreloi taas alhaisen sademäärän kanssa syksyllä (1,2 mm/10 d). Molemmat talvilannoitukset sen sijaan olivat tällä kokeella merkittävästi tehokkaampia kuin kevät ja syksy (taulukko 4).

Syyslannoitusreaktio oli talvilannoitusta merkittävästi huonompi ainoastaan kokeilla 261, 273 ja 309 (taulukko 4). Lannoitusajan sadeolojen havainnollistamiseksi on kuvassa 3 esitetty sademäärien päivittäiset arvot läheisten säähavaintoasemien mukaan. Pylkönmäen kokeille (261 ja 273) on käytetty Jyväskylän lentoaseman arvoja ja Rovaniemen kunnassa sijaitsevalle kokeelle 309 Rovaniemen maatalousaseman arvoja (Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon 1969—1971).

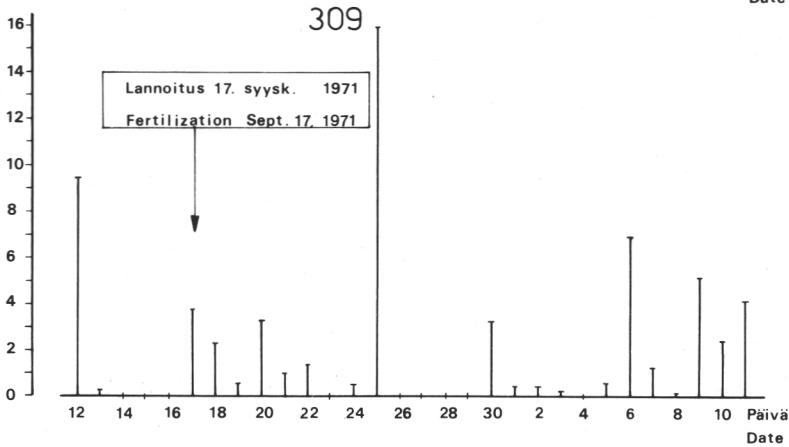
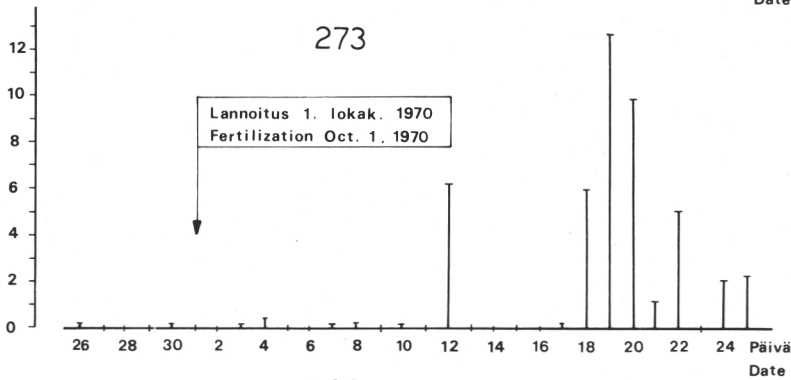
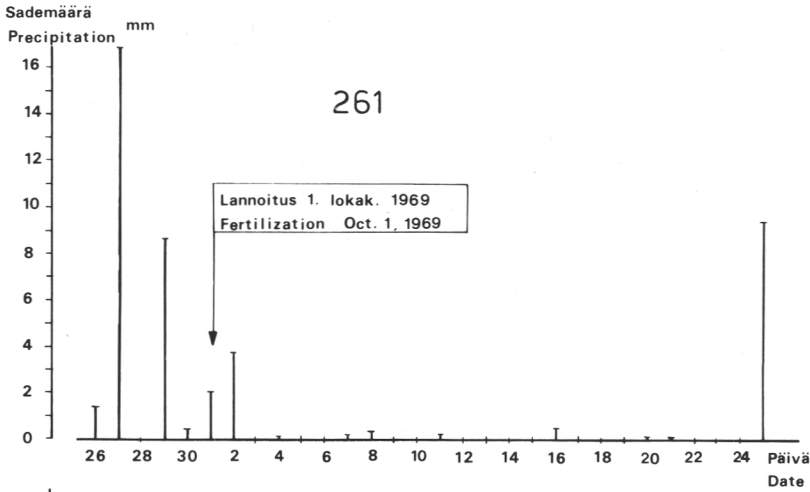
Kokeen 261 lannoitus tapahtui kuvan 3 mukaisesti sateen kostuttamaan maahan, mistä syystä lannoiterakeiden takertuminen pintakasvillisuuteen ja karikkeisiin on todennäköistä. Kun lannoitushetken pientä sadetta on seurannut pitkä pouta-aika, ovat olosuhteet ureatypen haihtumiselle ammoniakkinäköisiksi olleet suotuisat (vrt. D e r o m e 1979). Kokeella 273 on sen sijaan ennen lannoitusta ja vielä 10 päivää sen jälkeen vallinnut lähes sateeton kausi. Pientä alle

1 mm sadetta on kuitenkin tullut toisena ja kolmantena päivänä levityksestä. Kun lisäksi yölämpötilat ovat olleet vain pari astetta nollan yläpuolella, on maan pinta säilynyt kosteana vähäisistä sateista huolimatta. Olosuhteet urean hydrolysoitumiselle niukassa kosteudessa, ja ammoniakkinäköiselle veden vähyden vuoksi ovat siten tälläkin kokeella huonon reaktion todennäköinen syy.

Rovaniemen kokeella 309 säätyyppi on ollut edellisistä poikkeava, kuten kuvassa 3 voidaan havaita. Lannoitusta ennen ei ole satanut, ja lannoituspäivänä ja sen jälkeen on tullut vettä muutama millimetri päivässä. Kyseinen kohde on paksusammaltyyppiä, joten vedenpidätyskyvyn humuskerroksessa pitäisi olla riittävä estämään lannoitteen huuhtoutumista. Pienen kasvunlisäyksen selityksenä lienee siten tässäkin tapauksessa veden niukkuudesta johtuva ammoniakkinäköisyys. Pienet sateet välittömästi lannoituksen jälkeen voivat olla osittain pidättyneet puiden latvustoon, sillä puusto on ollut koemetsikössä melko runsasta (runkoluuku 1318 ja kuutiomäärä 216 m³/ha).

Talvilannoitustuloksen ja levitysajan lumi- ja routaolojen välillä ei havaittu riippuvuutta. Hyviä tuloksia saatiin jopa 70 cm paksulle hangelle levitettäessä (esim. kokeet 270 ja 273). Lannoituksen tehokkuus lieneekin enemmän riippuvainen lumen sulamis-tapahtumasta. Esimerkiksi kokeella 304 (Pylkönmäki), jolla alkutalven lannoituksella saatiin suurin kasvunlisäys (taulukko 3) oli levityshetkellä 25 cm lunta, mutta sen jälkeen tuli suojasäätä, jolloin urea on saattanut kulkeutua maahan jo ennen kevättä. Kokeella 311 (Savukoski) taas, jossa molemmat talvilannoitukset olivat tehottomampia kuin levitys lumettomaan maahan, lumi sulii nopeasti keväällä 1972, jolloin lannoite on voinut huuhtoutua sulamisvesien mukana. Tätä selitystä puoltaa lisäksi se, että koe sijaitsee melko jyrkässä rinteessä.

K a r s i s t o n (1975) mukaan hangelle levitetty urearakeet painuvat lumeen vain noin 15 cm. Koska talvilannoituksissa lunta on yleensä tätä runsaammin, saavuttaa lannoite maan pinnan vasta keväällä lumen sulaessa, ellei aikaisemmin ole sattunut voimakkaita suojasäitä. Kevättulvan voimakkuus, maan routaisuus keväällä sekä sulamisvesien liikkuvuus pinnan suunnassa



Kuva 3. Päivittäiset sademäärät ennen syyslevitystä ja sen jälkeen kokeilla 261, 273 ja 309, joilla syyslannoitusreaktio oli poikkeuksellisen pieni.
Figure 3. The daily amounts of precipitation before and after autumn application of fertilizer in experiments 261, 273, and 309, where the response to autumn fertilization was exceptionally small.

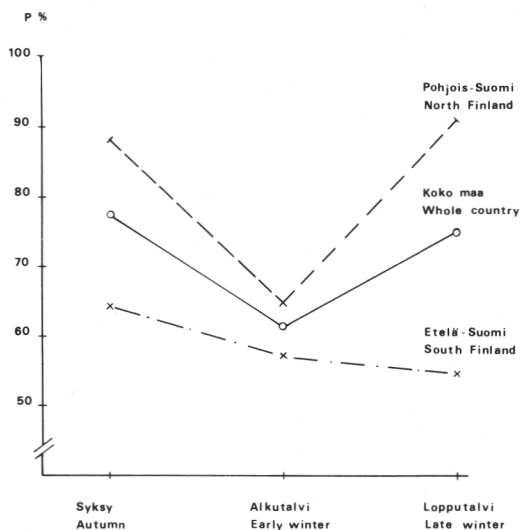
vaikuttavat siten talvilannoituksen tehoon enemmän kuin levitysjän lumen ja roudan paksuus. Koska talven suojasäitä ja kevään

tulota ei voida ennalta tietää, jää talvilannoituksen tulos jossakin määrin sattumanvaraiseksi.

34. Suotuisan reaktion todennäköisyys

Kuten edellä todettiin, urealannoituksen tehokkuus voi riippua monista ennalta arvaamattomista säätekijöistä joko levitysaikana tai jopa useita kuukausia tämän jälkeen. Tämän vuoksi lannoitusajan valinta voidaan perustaa ainoastaan siihen todennäköisyyteen, jolla suotuisa reaktio on mahdollista saada eri aikoina. Vaikka aineisto oli tällaiseen tarkasteluun melko suppea, kattoi se kuitenkin lannoituksia neljän vuoden ajalta, jolloin sääolojen vaihtelu jossakin määrin tasaantuu. Todennäköisyys sille, että muina vuodenaikoina lannoitettaessa saadaan yhtä hyvä tai parempi kasvunlisäys kuin keväällä, on tulosten perusteella laskeutuvaan kuvaan 4.

Koko maan arvot (kuva 4) osoittivat, että suurin mahdollisuus lannoituksen onnistumiselle oli syksyllä, jolloin 77 prosentissa tapauksista saatiin yhtä hyvä tai parempi tulos kuin keväällä. Loppupalvella mahdollisuudet olivat lähes syksyn veroiset (75 %), kun taas alkutalvi oli näitä selvästi huonompi (61 %). Pohjois-Suomessa loppupalven lannoitus oli jopa hiukan varmempi kuin syyslannoitus, kun taas Etelä-Suomessa se oli sekä syksyä että alkutalvea epävarmempi. Vaikka todennäköisyydet olivat Etelä-



Kuva 4. Todennäköisyys (P) sille, että muina vuodenaikoina lannoitettaessa saadaan yhtä hyvä tai parempi kasvunlisäys kuin kevätleivityksellä.

Figure 4. Probability (P) of equal or greater response than that given by spring fertilization when fertilized at other times of the year.

Suomessa pienemmät kuin Pohjois-Suomessa, olivat ne silti yli 50 %, mikä osoittaa, että kevätlannoitus oli kaikissa tapauksissa epävarmin vaihtoehto.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Urealannoituksen tehon riippuvuus sääoloista on todettu lukuisissa tutkimuksissa. Kuitenkin tämän seikan osoittaminen koekäytännössä on vaikeaa, koska säätilan mitaukset pitäisi tehdä koepaikalla ja mahdollisimman pitkältä ajalta levitysjankohdan molemmin puolin. Läheisten säähavaintoasemien tiedot eivät osoittautuneet riittäviksi, jotta lannoitusreaktion ja säätekijöiden välinen yhteys olisi voitu osoittaa regressioyhtälön muodossa. Sen vuoksi päätelmät oli perustettava toisaalta yksittäistapauksiin, toisaalta kokeiden keskimääräistuloksiin.

Typen häviäminen on ilmeisesti huomattavasti yleisempää haihtumalla kuin huuhtoutumalla. Haihtuminen näyttäisi mahdolliselta paitsi keväällä, myös syksyllä, joskin syksyllä on harvemmin haihtumiselle

otollinen sää. Huuhtoutuminen lienee mahdollista vain jos välittömästi levityksen jälkeen tulee erittäin runsas sade, kuten koekäytännössä 273 (24,3 mm). Yleensä huuhtoutumistappioilla ei kuitenkaan ole merkitystä urea-annoksen ollessa alle 250 kg N/ha (Overrein 1968).

Talvilannoituksen tehokkuus ei ollut riippuvainen lumen ja roudan paksuudesta levitysaikana. Alkutalven tulokset olivat vaihtelevampia kuin loppupalvella saadut, mikä viittaa siihen, että ureaa saattaa huuhtoutua talven mittaan suoja-aiden aikana. Kun sulamisveden lämpötila on nollassa, on urean hydrolysoituminen ammoniumioneiksi epätodennäköistä ja huuhtoutuminen tapahtuu ureamolekyyleinä.

Jos maa ei ole roudassa, mutta kuitenkin liian kylmä ureaasientsyymien toiminnalle,

huuhtoutuminen syvempiin maakerroksiin tehostuu. Jos sen sijaan lannoite on levitetty loppupalvella, on todennäköistä, että ureamolekyylit joutuvat maan pintaan vasta, kun lumi alkaa keväällä sulaa. Kun maan pinta lämpiää samalla, edellytykset urea-hydrolyysille ovat paremmat kuin talven suoja-ajien aikana. Myös ureaasin määrä on keväällä maksimissaan aivan humuskerroksen pinnassa (D e r o m e 1975). Loppupalven lannoituksella olisi näin teoriassa mahdollista saada maksimitulos, ellei sulamisvesien mukana tapahtuva osittainen huuhtoutuminen heikentäisi vaikutusta.

Syyslannoitus voi tapahtua joko jäätyneeseen tai sulaan maahan. P a a v i l a i s e n (1973) mukaan kummassakin tapauksessa lannoitus voi olla tehokasta. Sulaan maahan joutuessaan urea hydrolysoituu ammoniumtypeksi, joka pidättyy maahan odottamaan seuraavaa kasvukautta. Ureaasin syvyyssjakautuma syksyllä (D e r o m e

1975) osoittaa, että hydrolyysin painopiste on tällöin 2—3 cm humuskerroksen pinnan alapuolella, siis hiukan suoja-ajien kylmältä ulkoilmalta. Jos taas maa on roudassa, hydrolyysi estyy, mutta myös huuhtoutumista ureamolekyyleinä ei tapahdu. Jos maa säilyy jäässä kevääseen saakka, on odotettavissa hydrolyysi välittömästi lumen sulamisen jälkeen. Lannoitusvaikutuksen tulisi tällöin olla samaa suuruusluokkaa kuin loppupalven lannoituksella. Syyslannoituksen edullisuus voi myös osaltaan johtua siitä, että puiden ammonium-typen otto maasta jatkuu aina marraskuulle saakka (D e r o m e, suull. tied.). Näin pienentyy huuhtoutumisvaara sulaan maahan levitettäessä.

Urealannoituksen tehokkuuteen vaikuttaa siis sääolojen kehitys pitkän ajan kuluessa. Yleisesti näyttää syyslannoitus johtavan suotuisaan tulokseen, samoin loppupalven levitys ainakin Pohjois-Suomessa.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- COLE, D.W. & GESSEL, S.P. 1965. Movement of elements through a forest soil as influenced by tree removal and fertilizer additions. In: Y o u n g b e r g, C.T. (edit.). Forest-soil relationships in North America: 95—104. Corvallis, Oregon. Oregon State University Press.
- 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):1—28.
- 1979. Urea hydrolysis and ammonia volatilization from urea pellets spread on top of the litter layer. Seloste: Urean hydrolysoituminen ja ammoniakkin haihtuminen karikekerroksen päälle levitetystä urearakeista. Commun. Inst. For. Fenn. 97(2):1—22.
- FRIBERG, R. 1974. Resultat från årstidsgödslingsförsök. Inst. Skogsförbättr. Information, Gödsling 1973/74 (5):1—3.
- GUSTAVSEN, H.G. & LIPAS, E. 1975. Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Summary: Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. Folia For. 246:1—20.
- JEFFERS, J.N.R. 1960. Experimental design and analysis in forest research. 172 p. Stockholm. Almqvist & Wiksell.
- KARSISTO, K. 1975. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 7:1—20. Metsäntutkimuslaitos.
- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931—1960. Summary: Tables and maps of temperature in Finland during 1931—1960. Liite Suomen Meteorol. Vuosik. 65 (la):1—42.
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon 1969—71. Vuosikerrat 63—65. Ilmatieteen laitos, Helsinki.
- KUUSELA, K. 1966. A basal area-mean tree method in forest inventory. Seloste: Pohjapinta-alakeskipuu-menetelmä metsäinventoinnissa. Commun. Inst. For. Fenn. 61(2):1—32.
- LEVULA, T. 1976. Urean levitysjankohdasta Pohjois-Suomessa. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 13:1—10. Metsäntutkimuslaitos.
- MÖLLER, G. 1974. Val av gödselmedel och gödslingstidpunkt. Skogen 61(3):80—89.
- OVERREIN, L. 1968. Lysimeter studies on tracer nitrogen in forest soil. I. Nitrogen losses by leaching and volatilization after addition of urea-¹⁵N. Soil Sci. 106(4):280—290.
- PAAVILAINEN, E. 1973. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using ¹⁵N labelled urea. Influence of peat thickness and application time. Seloste: Tutkimuksia turpeen paksuuden ja levitysjankohdan vaikutuksesta männyn lannoitetyypin ottoon. Commun. Inst. For. Fenn. 79(2):1—47.
- PÄIVINEN, L. & SALONEN, K. 1978. Eri typpimäärien sekä fosforin ja kalin vaikutus kangasmetsien kasvuun Etelä-Suomessa. Summary: The effect of different amounts of nitrogen and that of phosphorus and potassium on pine and spruce stands. Metsäntutkimuksia 1:1—4. Kemira Oy.
- SALONEN, K. 1973. Eri vuodenaikoina annetun typpilannoituksen vaikutuksesta kangasmetsissä. Summary: On the response of mineral-soil forests to nitrogen application during different seasons of the year. Suo 24(6):99—105.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1967. Statistical methods. 6th ed. 593 p. Ames, Iowa. Iowa State University Press.
- WIKLANDER, G. 1975. Skogsgödslingens miljörisker. Skogen 62(3):128—130.

ODC 237.4
ISBN 951-40-0432-9
ISSN 0015-5543

LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1—14.

Response of Scots pine and Norway spruce to urea fertilization on mineral soil was found to be surest when applied in autumn. Late winter was also effective, especially in North Finland. In contrast to this, early winter and especially spring cannot be recommended.

Authors' addresses: Erkki L i p a s: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF — 00170 Helsinki 17, Finland. Teuvo L e v u l a: Parkano Research Station, Finnish Forest Research Institute, SF — 39700 Parkano, Finland.

ODC 237.4
ISBN 951-40-0432-9
ISSN 0015-5543

LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1—14.

Response of Scots pine and Norway spruce to urea fertilization on mineral soil was found to be surest when applied in autumn. Late winter was also effective, especially in North Finland. In contrast to this, early winter and especially spring cannot be recommended.

Authors' addresses: Erkki L i p a s: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF — 00170 Helsinki 17, Finland. Teuvo L e v u l a: Parkano Research Station, Finnish Forest Research Institute, SF — 39700 Parkano, Finland.

ODC 237.4
ISBN 951-40-0432-9
ISSN 0015-5543

LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1—14.

Response of Scots pine and Norway spruce to urea fertilization on mineral soil was found to be surest when applied in autumn. Late winter was also effective, especially in North Finland. In contrast to this, early winter and especially spring cannot be recommended.

Authors' addresses: Erkki L i p a s: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF — 00170 Helsinki 17, Finland. Teuvo L e v u l a: Parkano Research Station, Finnish Forest Research Institute, SF — 39700 Parkano, Finland.

ODC 237.4
ISBN 951-40-0432-9
ISSN 0015-5543

LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. *Folia For.* 421:1—14.

Response of Scots pine and Norway spruce to urea fertilization on mineral soil was found to be surest when applied in autumn. Late winter was also effective, especially in North Finland. In contrast to this, early winter and especially spring cannot be recommended.

Authors' addresses: Erkki L i p a s: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF — 00170 Helsinki 17, Finland. Teuvo L e v u l a: Parkano Research Station, Finnish Forest Research Institute, SF — 39700 Parkano, Finland.

- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.
Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa.
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976.
Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa.
The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla.
Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta.
Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löyttyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhoista.
On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaluilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesimyyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa.
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmä Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoit-tamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon.
The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männynkaristeen yhteydessä.
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla.
The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löyttyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976.
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan booripuutosalueella.
Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana.
Forest education evaluated by forestry organizations.

- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979.
Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon.
The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet.
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä.
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin.
On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allापस्यव्यु 1969—1977.
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä.
Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.
Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa.
Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978.
Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester.
Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen
Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja.
Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.
Urea fertilization at different times of the year.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341
Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.