

FOLIA FORESTALIA²³⁹

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1974

EERO PAAVILAINEN

KOETULOKSIA LANNOITUKSEN
VAIKUTUKSESTA KORPIKUUSIKOSSA

ON THE RESPONSE TO FERTILIZER
APPLICATION OF NORWAY SPRUCE
GROWING ON PEAT

- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom. Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus. Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus. Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkköjen osuuden arviointi pinomittauksessa. Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutiomistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa. The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland. Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen. Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen. The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityppiluoituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana. Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteraus kuusisaha-puun teossa. The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikkonen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa. Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä. The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla. The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50
- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana. On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta. Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—
- 1974 No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisestä ja geneettisestä vaihtelusta. Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa. Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa. On the supply of roundwood in Finland. 4,—
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72. Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72. 7,—

FOLIA FORESTALIA 239

Metsäntutkimuslaitos, Institutum forestale Fenniae, Helsinki 1975.

Eero Paavilainen

KOETULOKSIA LANNOITUKSEN VAIKUTUKSESTA KORPIKUUSIKOSSA

On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat

SUMMARY

The paper presents some preliminary results from fertilization experiments set up in two Norway spruce stands growing on peat. The aim of the study was to assess the response to fertilizer application of spruce stands of good growth prior to fertilization. The effects of both PK and of NPK application were studied. In both cases the original peatland site type was *Myrtillus* spruce swamp.

One of the study areas was covered by a dense tree stand at the pole stage (Kuhmalahti experiment, see Appendix 1), in which the need for and utilization of nutrients – especially nitrogen – is at a maximum. In this area the best growth response was produced with 400 kg/ha PK-fertilizer (24 % P_2O_5 – 15 % K_2O) in combination with 200 kg/ha of urea (Table 1). The annual increase in growth resulting from this fertilization averaged $2.1 \text{ m}^3/\text{ha}$ during the five-year period covered by the study.

In the other experimental area, most of the trees forming the stand had already reached maturity (Orivesi, see Appendix 2). The best growth responses were recorded on sample plots which received 400 kg/ha of PK-fertilizer. The difference in growth between these and the control plots averaged $1.3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{year}$. At such a stage of stand growth the need for nitrogen seems to be lower than in a stand at the pole stage. The results of needle analysis also show that the demand for nitrogen was greater in the Kuhmalahti experiment than at Orivesi (Table 2).

The results of the analyses indicate that when the nutrient content of the needles of spruce growing on peatland is below the following values, then fertilization is recommended: N 1.20 %, P 0.15 %, K 0.40 %.

JOHDANTO

Soiden metsälannoitusta koskeva koetoiminta on suuntautunut etupäässä niukkaravinteisille rämeille ja nevoille, joilla varsinkin fosforin ja kaliumin puute muodostuu usein puuston kasvua rajoittavaksi tekijäksi. Korvet eivät ole jääneet kokonaan koetoiminnan ulkopuolelle (ks. HUIKARI 1973), mutta niiden lannoitusta koskevien tutkimusten tarve on ollut vähäisempi kuin rämeillä ja nevoilla. Korpisoillahan jo pelkkä ojitus ilman lannoitusta lisää tuntuvasti puuston kasvua, aivan heikoimpia suotyyppisiä lukuunottamatta.

Pyrittäessä lisäämään metsänhoidon voimaeräisyyttä ja tehostamaan metsänparannusten vaikutusta on myös korprien lannoitusta koskevaan tutkimus- ja koetoimintaan kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. On mm. tarpeen tutkia, voidaanko lannoituksella parantaa ennes-

täänkin hyvin kasvavan puuston kasvua ojiteilla korpisoilla, joilla puiden käytettävissä on ravinteita verraten runsaasti.

Tässä julkaisussa esitetään esituloksia kahdesta ojitettuun korpeen perustetusta lannoituskoesarjasta. Näiden kokeiden avulla pyritään selvittämään kysymystä, miten turpeen luontaisten ravinnevarojen turvin hyvin kasvava korpikuusikko reagoi lannoitukseen. Tutkittavana on sekä PK- että NPK-lannoituksen vaikutus.

Kokeet on perustettu Parkanon metsäntutkimusaseman toimesta yhteistoiminnassa metsähallituksen kanssa. Niiden suunnittelussa sekä kenttämittauksissa ovat olleet eri aikoina mukana etenkin maisteri KALEVI KARSISTO, työnjohtaja ESKO MANSIKKAVIITA ja metsätekniikko KALLE NEVANRANTA.

AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Toinen tutkituista lannoituskoesarjoista sijaitsee Kuhmalahden kunnan Lakeisuolla metsähallituksen Hämeenlinnan hoitoalueessa ja toinen Oriveden kunnan Vuorentaustan korvessa metsähallituksen Keski-Hämeen hoitoalueessa. Kummallakin alueella on seuraavat kahdeksan lannoituskäsittelyä:

Lannoitetta, kg/ha		Ravinteita, kg/ha		
Urea	Suometsien PK-lannos	N	P	K
0	0	—	—	—
0	200	—	21	25
100	200	46	21	25
200	200	92	21	25
0	400	—	42	50
100	400	46	42	50
200	400	92	42	50
0	600	—	63	75

Jokaisesta käsittelystä on kolme toistoa, jotka arvottiin lohkoittain. Lannoitteiden levi-

tysaika oli Kuhmalahden koesarjassa 13. 5. 1969 ja Oriveden koesarjassa 12. 5. 1969.

Kuhmalahden Lakeissuo on ojitettu vuosina 1958–1959. Alkuperäinen suotyyppi on kahdessa toistossa (koealat 9–16 ja 17–24) mustikkakorpi, jossa on jonkin verran ruoho- ja heinäkorven vivahdetta. Koealat 1–8 käsittävässä toistossa suotyyppi on lähinnä rämeinen pallosarakorpi. Ensiksi mainittujen lohkojen kohdalla turpeen paksuus on 20–50 cm ja viimeksi mainitussa lohossa suurimmaksi osaksi yli yhden metrin.

Puusto on Kuhmalahden koesarjassa harvenusikäistä kuusikkoa. Koepuiden keski-ikä oli lannoitusvuonna n. 40 vuotta. Puuston kuutiomäärä ja runkoluku puulajeittain sekä koko puuston keskipituus ja keskiläpimitta lannoitusvuoden syksyllä nähdään liitetaulukosta 1.

Oriveden Vuorentaustan korpi on ojitettu noin v. 1935 ja täydennysojitettu v. 1967. Alkuperäinen suotyyppi on alueella pääasiassa

mustikkakorpi, joskin koealojen 17–20 kohdalla kulkevan ravinteisen juotin suotyypin on ruoho- ja heinäkorpi sekä koealojen pohjoisreunassa on kapealti puolukkakorpea. Turpeen paksuus on suurimmassa osassa aluetta yli 2 metriä ja vain eräiden koealojen kangasta lähellä olevissa reunoissa 50–100 cm.

Oriveden koesarjan puusto on pääosin jo uudistuskypsyden saavuttanutta. Osalla aluetta onkin kuusien ja koivujen muodostaman ylispuuston alle noussut hyväkasvuinen kuusen taimisto. Mitattujen koepuiden keski-ikä oli lannoitusvuonna n. 70 vuotta. Eri koealoja koskevat muut puustotiedot nähdään liitetäulukosta 2.

Puusto mitattiin 15. 10. – 31. 10. 1974 välisenä aikana. Puuston kuutiomäärä, kasvu ja muut tunnuksat laskettiin käyttämällä PAARLAHDEN ja RAVELAN (1973) kehittämää ATK-ohjelmaa, joka perustuu KUUSELAN (1966) esittämään pohjapinta-alakeskipuumenetelmään. Kasvureaktioita tarkastellaan seuraavassa vain kuusen osalta, koska koivujen kasvun selvittäminen olisi ollut etenkin pituuskasvun osalta epävarmaa.

Eri tekijöiden vaikutusta kasvuun selvitettiin kovarianssianalyysillä, jossa selitettävänä muutujina oli kuusen vuotuinen kuutiokasvu vuosina 1970, 1971, 1972, 1973 ja 1974 sekä selittävinä regressiomuuttujina aluksi:

- 1 = x_1 = kuusen vuotuinen kuutiokasvu ennen lannoitusta, vuosien 1964–1968 keskiarvona, $k\text{-m}^3/\text{ha}/v$
 2 = x_2 = kuusen kuutiomäärän osuus koko puuston kuutiomäärästä lannoitettaessa, %

$$3 = x_3 = \text{kuusen kuutiomäärä lannoitettaessa, } k\text{-m}^3/\text{ha}$$

$$4 = x_1^2$$

$$5 = x_2^2$$

$$6 = x_3^2$$

Luokkamuuttujana oli lannoituskäsittely.

Puuston kasvu ennen lannoitusta selvitettiin jo vuoden 1969 keväällä. Kuutioidinnissa ja kasvun laskennassa käytettiin hyväksi ILVESSALON (1948) taulukoita.

Aluksi käytetyn kovarianssimallin selitysaste oli varsin korkea: 85–95 %. Kun kuitenkin lannoitushetken kuutiomäärän ja lannoitusta edeltävän kasvun välillä oli voimakas keskinäinen korrelaatio, jätettiin lopulliseen malliin vain seuraavat regressiotekijät ilman muunnoksia.

$$\text{Regressio } 1 = x_2$$

$$\text{” } 2 = x_3$$

Luokkamuuttujana oli edelleen lannoituskäsittely.

Lopullisen mallin selitysaste oli Kuhmalahden kokeessa 87.2–95.0 % ja Oriveden kokeessa 60.9–68.1 % (ks. taulukko 1).

Jokaiselta koealalta otettiin 3–5 vallitsevaan latvuserrokseen kuuluvasta koepuusta neulanäytteet 1. – 3. 4. 1974. Neulasten typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuus määritettiin Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa. Lannoituksen vaikutus neulasten ravinnepitoisuuteen selvitettiin varianssianalyysillä.

TULOKSET

Kuhmalahden koesarjassa lannoitus on lisännyt puuston kasvua (taulukko 1). Paras tulos on saatu annettaessa suometsien PK-lannosta 400 kg/ha ja sen lisäksi ureaa 200 kg/ha. Kasvun lisäys lannoittamattomiin vertailukoealoihin nähden on tässä tapauksessa keskimäärin 2.1 $k\text{-m}^3/\text{ha}/v$ tutkittuna viiden vuoden jaksolla. Pelkän PK-lannoituksen aiheuttama puuston kasvunlisäys on jäänyt pienemmäksi kuin NPK-lannoituksen. Eri lannoitemääristä on PK:n osalta 400 kg/ha antanut paremman tuloksen

kuin 200 tai 600 kg/ha. Urean käyttömääristä taas 200 kg/ha on ollut vaikutukseltaan tehokkaampi kuin 100 kg/ha.

Oriveden koesarjassa puusto on kasvanut parhaiten koealoilla, joilla on käytetty suometsien PK-lannosta 400 kg/ha. Kasvun ero lannoittamattomiin vertailukoealoihin nähden on keskimäärin 1.3 $k\text{-m}^3/\text{ha}/v$. Osalla typpilannoituksen saaneista koealoista puuston kasvu on ollut hieman parempi kuin pelkän PK-lannoituksen saaneilla (annettaessa PK:ta 200 kg/ha), osalla

Taulukko 2. Neulasten ravinnepitoisuus sekä sen riippuvuus eri tekijöistä varianssianalyysin mukaan.
 Table 2. Nutrient content of needles and its dependence on different factors as determined by variance analysis.

Lannoitus v. 1969 Fertilization in 1969		Kuhmalahti			Orivesi		
		Neulasten ravinnepitoisuus v. 1974 – Nutrient content of needles in 1974					
		Urea kg/ha	PK kg/ha	N, %	P, mg/g	K, mg/g	N, %
0	0	1.20	1.8	6.5	1.44	1.5	3.9
0	200	1.29	1.9	5.9	1.32	2.0	5.1
100	200	1.22	1.8	5.0	1.42	1.7	4.4
200	200	1.25	1.8	5.3	1.35	2.1	4.2
0	400	1.26	2.1	6.8	1.45	2.0	5.0
100	400	1.29	1.8	5.8	1.46	2.0	5.2
200	400	1.24	2.0	5.9	1.36	2.2	5.5
0	600	1.20	2.1	6.4	1.42	2.2	4.9
Vaihtelun lähde— Source of variance		F-arvo—F-value			F-arvo—F-value		
Käsittelyt— Treatments		1.15	2.60	1.82	0.34	1.42	0.73
Toistot— Replicates		3.11	1.10	2.95	5.72*	0.57	0.59
100 · R ²		50.4	59.3	57.1	49.7	44.1	30.9

taas heikompi (annettaessa PK:ta 400 kg/ha). PK:n käyttömäärästä 200 kg/ha ei näytä lisänneen lainkaan puuston kasvua ja 600 kg/ha on ollut vaikutukseltaan heikompi kuin 400 kg/ha. Eri käsittelyjä vertailtaessa on kuitenkin huomattava, ettei lannoituksen vaikutus ollut Oriveden koesarjassa tilastollisesti merkitsevä.

Neulasten ravinnepitoisuutta koskevien analyysitulosten mukaan lannoittamattomien koepuiden neulasten typpipitoisuus on Kuhmalahdella selvästi alempi, mutta fosfori- ja kalium-

pitoisuus korkeampi kuin Orivedellä (taulukko 2). Vaikkakaan lannoituskäsittelyjen vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä, osoittaa tulosten yleinen suunta, että lannoitus on todennäköisesti lisännyt neulasten fosforipitoisuutta ainakin Oriveden koesarjassa. Taulukosta 2 todetaan myös, että Kuhmalahdella on lannoitettujen puiden neulasten typpipitoisuus ja Orivedellä niiden kaliumpitoisuus ollut hieman korkeampi kuin lannoittamattomien puiden.

TULOSTEN TARKASTELUA

Tulokset osoittavat, että lannoituksella voidaan lisätä puuston kasvua turpeen luontaisten ravinnevarojen turvin hyvin kasvavassa korpi-kuusikossa. Lannoituksen vaikutus on ilmei-

sesti riippuvainen puuston kehitysvaiheesta, sillä typpilannoitus on lisännyt kasvua vain harvennusikäisiä kuusikoita edustaneessa Kuhmalahden koesarjassa, jossa myös PK-lannoituksen

vaikutus on ollut voimakkaampi kuin uudistuskypsytyden saavuttaneessa korpikuusikossa Orivedellä.

Lannoituksen erilainen vaikutus harvennusikäisessä korpikuusikossa uudistuskypsytyden saavuttaneeseen verrattuna johtunee ennen muuta siitä, että edellisessä puiden ravinteiden, etenkin typen, käyttö on huomattavasti voimakkaampaa kuin jälkimmäisessä. Tutkimusalueiden välistä eroa tässä suhteessa osoittaa se, että puuston kasvu ilman lannoitusta on ollut tutkittuna viiden vuoden jaksona Kuhmalahden alueella keskimäärin $6.51 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ja Orivedellä vain $3.76 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$, vaikka puuston kuutiomäärä on jälkimmäisessä koesarjassa suurempi kuin edellisessä (lannoitushetken puuston kuorellinen kuutiomäärä oli Kuhmalahdella keskimäärin $50.1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja Orivedellä $66.9 \text{ m}^3/\text{ha}$). Kuhmalahden 40-vuotias kuusikko on juuri siinä kehitysvaiheessa, jolloin puiden ravinteiden käyttö ja tarve on suurimmillaan (ks. esim. REMEZOV ym. 1955, MÄLKÖNEN 1975).

Paitsi kasvureaktion erilaisuus myös neulasten ravinnepitoisuus osoittaa typen tarpeen olleen Kuhmalahdella suuremman kuin Orivedellä. Analyysien mukaan lannoittamattomien puiden neulasten typpipitoisuus oli Kuhmalahdella keskimäärin 1.20 % ja Orivedellä vastaavasti 1.44 %. Tämä ero ei johdu suotyypin vaihteluista, sillä neulasten alhaiset typpi-arvot todettiin kaikissa Kuhmalahden koesarjan lohkoissa.

Kuhmalahden tutkimusalue on myös verraten ohutturpeinen, mikä saattaa osaltaan lisätä typpilannoituksen tarvetta (esim. TAMM 1965, PAAVILAINEN 1973). Suurimmassa osassa Oriveden tutkimusalueella turvekerroksen paksuus on yli 2 metriä.

Tässä tutkimuksessa tehtyjen neulasanalyysien perusteella voidaan kuusikon lannoitustarvetta turvemaalla osoittaviksi neulasten ravinnepitoisuuden raja-arvoiksi esittää seuraavat luvut:

N	1.20 %
P	0.15 %
K	0.40 %

TAMM (1956) on esittänyt vastaaviksi kuusta koskeviksi luvuiksi kivennäismailla: N 0.8–1.3 %, P 0.07–0.08 % ja K 0.15–0.30 %. Turvemaan ojitusalueiden männiköissä ovat neulasten ravinnepitoisuuden raja-arvot PAARLAHDEN ym. (1971) mukaan: N 1.20–1.30 %, P 0.14–0.17 %, K 0.35–0.40 %.

Kuhmalahden koesarjassa on saatu paras tulos käytettäessä eri ravinteita seuraavasti: N 92, P 42, K 50 kg/ha. Tulos on hyvin lähellä nykyistä lannoitussuosituksista, sillä mustikkaturvekan-kailla ja muuttumilla on esitetty käytettäväksi: N 100, P 44, K 83 kg/ha (HUIKARI & PAAVILAINEN 1972). Typen tarvetta ei tämän tutkimuksen mukaan kuitenkaan ehkä ole kaikissa puuston kehitysvaiheissa, vaan ensi sijassa runsaasti ravinteita käyttävissä harvennusikäisissä ja täystiheissä metsiköissä.

Käytäntöä koskevien johtopäätösten teossa on oltava jo esitettyjen kokeiden nuoren iän johdosta varovainen. Ilmeistä kuitenkin on, että käytännön lannoitustoiminnassa tulisi ottaa entistä enemmän huomioon suotyypin ohella myös puusto ja sen kehitysvaihe. Tutkimus- ja koe-toimintaa olisi puolestaan tehostettava entistä yksityiskohtaisempien luotettavien suositusten aikaansaamiseksi.

KIRJALLISUUS

- HUIKARI, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Summary: Results of fertilization experiments on peatlands drained for forestry. Metsäntutkimusl. suontutk.os. tiedonant. 1/1973. Moniste.
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. Helsinki.
- ILVESSALO, Y. 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Helsinki.
- KUUSELA, K. 1966. A basal area – mean tree method in forest inventory. Seloste: Pohjapinta-alakeskipuumenetelmä metsäinventoinnissa. Metsäntutkimusl. julk. 61.2.
- MÄLKÖNEN, E. 1975. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots' pine stands. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Metsäntutkimusl. julk. 84.5.
- PAARLAHTI, K. & RAVELA, H. 1973. Kuutiomäärän, kasvun ja puutavaralajijakaantumien laskennan ATK-ohjelma. Moniste.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrityksessä. Metsäntutkimusl. julk. 74.5.
- PAAVILAINEN, E. 1973. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using ¹⁵N labelled ureal Influence of peat thickness and application time. Seloste: Tutkimuksia turpeen paksuuden ja levitysaikankohdan vaikutuksesta männyn lannoitetypen ottoon. Metsäntutkimusl. julk. 79.2.
- REMEZOV, N. P., BYKOVA, L. N. & SMIRNOVA, K. M. 1955. Biologicheskii krugovorot azota i zlonnykh elementov v lesnykh nasazhdeniyakh. Trudy inst. lesa 24.
- TAMM, C. O. 1956. Studier över skogens näringsförhållanden. III. Försök med tillförsel av växtnäringsämnen till ett skogsbestånd på mager sandjord. Summary: Studies on forest nutrition. III. The effects of supply of plant nutrients to a forest stand on a poor site. Medd. fr. Stat. Skogsförsöksinst. 46.3.
- TAMM, C. O. 1965. Some experiences from forest fertilization trials in Sweden. Silva Fennica 117.3.

Liitetaulukko 1. Kuhmalahden koesarjan puusto syksyllä 1969.
Appendix 1. Stand characteristics for Kuhmalahdi experiment, autumn 1969.

Koealan nro Sample plot No	Lannoitetta, kg/ha Fertilizer, kg/ha		Kuutiomäärä kuorineen, m ³ /ha Volume, incl. bark, m ³ /ha				Runkoluku, kpl/ha Stems/ha			Koko puusto Tree stand		
	Urea	PK	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch	Yht. Total	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch	Yht. Total	Keski- mitta Mean diameter cm	Keski- pituus Mean length m
1	—	200	23.8	0.1	6.9	30.9	1399	33	1099	2533	9.4	7.4
2	—	600	45.5	0.8	2.1	48.5	2349	116	866	3333	11.1	8.4
3	200	400	29.6	0.5	8.1	37.2	1699	216	749	2666	8.9	7.4
4	200	200	31.0	0.7	6.9	38.6	1566	133	933	2633	9.1	7.4
5	—	—	27.8	1.2	5.9	35.0	1433	133	783	2349	9.5	8.0
6	100	200	47.0	1.6	5.7	54.4	2033	133	916	3083	10.2	8.8
7	100	400	46.3	Δ	3.6	49.9	2449	16	1066	3533	8.4	7.0
8	—	400	55.2	—	9.9	65.1	2583	—	816	3399	9.0	8.0
9	100	200	84.5	—	6.0	90.6	2466	—	666	3133	11.9	10.1
10	—	200	47.8	4.4	10.0	62.3	1399	66	1083	2549	11.3	9.4
11	—	600	69.6	—	4.9	74.5	2283	—	683	2966	11.4	9.6
12	200	200	52.4	—	7.5	59.9	2516	—	799	3316	10.0	9.1
13	—	—	55.3	—	2.8	58.2	2099	—	516	2616	10.4	8.5
14	100	400	75.7	—	3.5	79.3	2199	—	199	2399	11.3	9.3
15	—	400	80.9	—	0.6	81.5	2299	—	166	2466	10.5	9.1
16	200	400	76.6	—	3.2	79.8	1883	—	449	2333	13.3	10.5
17	—	600	90.8	—	5.0	95.8	2216	—	333	2549	11.4	9.9
18	—	200	83.8	—	7.5	91.4	1899	—	399	2299	13.1	11.0
19	—	—	48.2	—	0.8	49.1	2283	—	199	2483	8.6	7.6
20	—	400	87.2	—	5.7	93.0	2083	—	316	2399	12.6	10.8
21	200	400	67.3	Δ	3.5	70.9	2466	16	316	2799	12.4	9.1
22	100	200	60.5	—	3.5	64.1	2033	—	549	2583	10.4	9.5
23	100	400	54.3	—	3.4	57.8	2149	—	383	2533	10.2	9.2
24	200	200	48.7	—	9.6	58.4	1883	—	516	2399	10.4	9.3

Litetaulukko 2. Oriveden koesarjan puusto syksyllä 1969.
Appendix 2. Stand characteristics for Orivesi experiment, autumn 1969.

Koealan n:o Sample plot No	Lannoitetta, kg/ha Fertilizer, kg/ha		Kuutiomäärä kuorineen, m ³ /ha Volume, incl. bark, m ³ /ha				Runkokoku, kp/ha Stems/ha			Koko puusto Tree stand		
	Urea	PK	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch	Yht. Total	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch	Yht. Total	Keski- mitta Mean diameter cm	Keski- pituus Mean length m
1	200	200	117.4	21.2	2.3	140.9	610	50	640	1300	18.9	15.1
2	—	200	85.5	3.8	35.0	124.4	720	30	520	1270	18.8	14.7
3	—	—	53.8	—	26.3	80.2	1090	—	610	1700	16.7	13.2
4	—	400	40.3	—	36.4	76.7	1720	—	1640	3360	14.3	10.7
5	200	400	102.1	—	17.4	119.5	1190	—	500	1690	22.0	16.5
6	100	200	53.3	0.5	20.7	74.7	1530	20	1250	2800	19.8	13.8
7	—	600	72.8	—	14.1	86.9	1070	10	530	1610	16.8	12.2
8	100	400	41.0	0.2	23.6	64.9	2130	10	1020	3160	14.9	10.9
9	100	200	54.4	8.0	7.0	69.4	940	30	650	1620	15.8	11.2
10	—	—	53.8	2.7	34.2	90.8	2730	10	310	3050	21.6	14.3
11	—	200	46.0	3.9	4.5	54.5	1030	110	500	1640	13.2	10.7
12	—	600	28.3	—	20.9	49.3	2050	10	830	2890	14.1	10.5
13	200	200	51.6	0.1	16.5	68.3	1880	80	770	2730	15.9	12.2
14	200	400	73.5	0.4	8.1	82.1	1440	70	390	1900	16.0	12.6
15	—	400	64.9	0.9	22.4	86.4	1250	60	320	1630	14.8	11.9
16	100	400	74.7	Δ	13.2	88.1	1300	80	260	1640	16.0	13.0
17	100	400	49.3	—	59.5	108.8	1849	—	466	2315	16.7	13.3
18	—	200	128.2	0.9	15.4	144.6	870	10	150	1030	19.4	15.6
19	100	200	40.7	—	53.8	94.6	1874	—	549	2424	15.6	12.8
20	—	400	88.0	—	14.8	102.8	1837	—	262	2099	15.9	12.7
21	—	—	88.3	—	10.6	89.9	1324	—	1187	2512	17.1	13.3
22	—	600	95.9	—	26.2	122.2	1345	—	374	1724	21.2	16.1
23	200	400	99.7	4.0	27.9	131.7	2462	12	1137	3612	17.2	13.6
24	200	200	95.9	—	21.2	117.1	1187	—	824	2012	20.5	15.8

- No 214 Veijo Heiskanen ja Jorma Riikonen: Tukkien lajittelu sahaukseen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.
Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—
- No 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta.
Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50
- No 216 Gunnar Wilhelmssen: Puutavaran käsittely. 7,—
- No 192 Paavo Tiuhonen: Puutavaramääräarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.
Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidiraakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista.
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätalastollinen vuosikirja 1972.
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.
Kylvösuojan ja kylmästratifioidin vaikutus männyn siemenen itämiseen. 2,—
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruokun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.
Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.
Dry-weight scaling based on chip samples. 3,—
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista.
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla.
The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—
- No 202 Paavo Tiuhonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.
Zur kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.
Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—
- No 206 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av institutets beslut av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingsstabeller för virkesmätning. 8,—
- No 207 Kullervo Kuusela ja Allj Salovaara: Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. 4,—
- No 208 Tapani Hänninen: Harvennuskasvien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa.
The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. 4,—
- No 209 Heikki Nikkilä: Ratapölkkytukkien kuutiointi.
Measurement of railwaytie-logs. 1,50
- No 210 Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset.
By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50.
- No 211 Paavo Tiuhonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä.
Eine Kubierungsmethode für Kiefernastholz 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kannotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. 3,—
- No 213 Kullervo Etholén: Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa.
The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. 2,—

- No 217 Pentti Rikkonen: Koivuvaneritukkien kuutiointi. 1,50.
Calculation of the volume of birch veneer logs.
- No 218 Pentti Nisula: Makroilmaston vaikutus varastoidun pinotavaran painoon.
Effect of macroclimate on the weight of stored cordwood. 2,50
- No 219 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1972—74.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1972—74. 6,—
- No 220 Pentti Nisula: Eräs herbisidien levityslaitte.
An apparatus for the application of herbisides. 2,50
- No 221 Simo Penttilä ja Jouko Hämäläinen: Päiväansio ja työn tuotos urakkapalkkaisessa istutustyössä 1972.
Daily earnings and work output in piece rate planting in Finland 1972. 4,—
- No 222 Veli-Pekka Järveläinen: Yksityismetsänomistajien metsätaloudellinen käyttäytyminen.
Forestry behaviour of private forest owners in Finland. 20,—
- No 223 Jan Heino: Finlands stadsägda skogar betraktade speciellt ur friluftssynvinkel. 5,—
- No 224 Pentti Hakkila: Kanto- ja juuripuu kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteitten määrä.
Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. 1,50
- No 225 Metsätalastollinen vuosikirja 1973.
Yearbook of forest statistics 1973.
- No 226 Bo Långström: Eräiden insektisidien testaus tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi.
Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). 1,50
- No 227 Veijo Heiskanen: Kuitupuun latvaläpimitaan perustuva työmittaamenetelmä ("pölkky-menetelmä").
A wage- payment measuring method based on pulpwood top diameter (Bolt method). 4,—
- No 228 Pentti Nisula: Liikkuva sadetuslaitteisto.
Revolving Sprinkler. 3,—
- No 229 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Sahatukkien todellisen kiintomitan määrittämismenetelmät.
Methods for the measurement of softwood sawlogs. 3,—
- No 230 Aulikki Kauppila ja Erkki Lähde: Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa.
On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. 3,—
- 1975 No 231 Olli Uusvaara ja Kari Löyttyniemi: Tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) aiheuttaman vioituksen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon.
Effect of injury caused by the ambrosia beetle (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) on sawn timber quality and value. 1,50
- No 232 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1965—72 ja metsäteollisuuden raaka-ainenäköymät vuoteen 2000.
Forest balance of Finland in 1965—72 and the prospects of industrial wood until 2000. 1,50
- No 233 Jouko Laasasenaho: Runkopuun saannon riippuvuus kannon korkeudesta ja latvan katkaisuläpimitasta.
Dependence of the amount of harvestable timber upon the stump height and the top-logging diameter. 2,—
- No 234 Olli Uusvaara ja Veijo Heiskanen: Sahanhakkeen valmistus, käsittely, mittaus ja laadunmääritys Suomessa.
Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in Finland. 3,—
- No 235 Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla.
Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat greenhouse experiments. 1,50
- No 236 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittäystä koskevia tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuun, järeä kuitupuun sekä likipituinen havukuitupuun.
Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate length. 3,—
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus.
Bunching and transportation of branch raw material. 2,—
- No 239 Eero Paavilainen: Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa.
On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. 1,—