

FOLIA FORESTALIA⁴³

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1968

4.2

EERO PAAVILAINEN

VANHOJEN RÄMEMÄNTYJEN
KASVUN ELPYMINEN
LANNOITUKSEN VAIKUTUKSESTA

ON THE RESPONSE TO
FERTILIZATION OF OLD PINE
TREES GROWING ON PINE SWAMPS

- No 10 Veikko O. Mäkinen: Hakatun puuston ja kokonaispuuston keskiläpimittojen suhde metsikössä.
On the relationship between the mean diameters of the removed stock and the stock before cutting in a stand.
- No 11 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1963/64.
Stumpage prices in private forests during the cutting season 1963/64.
- No 12 Eero Paavilainen: Tuloksia männyn istutus- ja kylvökokeesta rahkanevalla.
Results of pine planting and sowing experiment on open Sphagnum fuscum swamp.
- No 13 Veli-Pekka Järveläinen ja Veli Snellman: Suomen metsätyömiesten asumistaso v. 1950 ja v. 1963.
Level of housing of forest workers in Finland in 1950 and 1963.
- No 14 Timo Kurkela: Männyn lumikaristetaudin ja lannoituksen suhteesta Kivisuon metsänlannoitusalueella.
On the relationship between the snow blight (*Phacidium infestans* Karst.) and fertilization in scotch pine seedlings.
- No 15 Pentti Hämäläinen: Suomen puunkäyttö vuosina 1963—64.
Wood utilization in Finland in 1963—64.
- No 16 Päiviö Riihinen ja Seppo Ervasti: Sahatavaran käyttöön vaikuttavat tekijät maaseudun rakennustoiminnassa.
Independent factors affecting the consumption of sawnwood in rural buildings.
- No 17 Heikki Ravela: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia Lounais-Suomen ja Satakunnan metsänhoitolautakuntien soista ja metsäojitusalueista.
Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas at Southwest-Finland and Satakunta.
- 1966 No 18 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1964/65.
Stumpage prices in private forests during the cutting season 1964/65.
- No 19 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi.
- No 20 Seppo Grönlund ja Juhani Kurikka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät vuosina 1962 ja 1964. Lopulliset tulokset.
Removals of commercial roundwood in Finland by districts in 1962 and 1964. Final results.
- No 21 Kullervo Kuusela: Ålands skogar 1963—64.
- No 22 Eero Paavilainen: Havaintoja kasvaturpeen käytöstä männyn istutuksessa.
Observations on the use of garden peat in Scots pine planting.
- No 23 Veikko O. Mäkinen: Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti.
Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area.
- No 24 Pentti Koivisto: Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvuorat.
Birch resources in the Forestry Board Districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme.
- No 25 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1964 ja vuoden 1965 ennakkotiedot.
Wood utilization in Finland in 1964 and preliminary data for the year 1965.
- No 26 Sampsa Sivonen ja Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1965/66.
Expenses of timber production in Finland in the cutting season 1965/66.
- No 27 Kullervo Kuusela: Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964—65.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pohjois-Häme and Itä-Häme in 1964—65.
- 1967 No 28 Eero Reinius: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista.
Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four Forestry Board Districts in southern Finland.

Metsäntutkimuslaitos . Institutum forestale Fenniae . Helsinki 1968.

Eero Paavilainen

VANHOJEN RÄMEMÄNTYJEN KASVUN ELPYMINEN

LANNOITUKSEN VAIKUTUKSESTA

On the response to fertilization of old
pine trees growing on pine swamps.

SUMMARY

The purpose of the present study was to establish the effect of fertilization on the growth of mature pine stands growing on pine swamps. Particular attention was given to the problem whether the capability of recovering of trees can be determined in advance by the help of various measurable characteristics.

The study was carried out at North Satakunta Forest Experimental Station of the Finnish Forest Research Institute. At the station two fields have been established for forest fertilization experiments in a mature pine stand in a pine swamp area. One of the fields has been drained without ordinary draining ditches, where as the other was drained employing 43-m. ditch spacing (Fig. 1). Fertilization was carried out on June 1962. 600 kg of "Y-fertilizer for peat-lands", which contains 16 % nitrogen (N), 20 % phosphorus (P_2O_5) and 8 %

potassium (K_2O) was applied.

On both of the fields two sample plots were established for the purpose of the investigation, one of which was fertilized and the other not (Fig. 1). Table 1 offers data on the growing stock on the sample plots.

Table 2 presents the total stand increment on the sample plots. On the basis of the change in the growth per cent it can be estimated that the probable addition in growth achieved through fertilization in the course of five years is 2.7 solid cu.m. in the area drained without ordinary draining ditches and 3.5 solid cu.m. in the area drained employing 43-m. ditch spacing.

The trees growing on the sample plots were felled during the period October 16-31, 1967. The data obtained from measurements on these trees - 276 in all - were transferred onto punch cards, whereafter, by means of covariance analysis, the dependence of tree growth after fertilization on various factors was examined.

The dependent variables were as follows:

Y_1 = height growth during five years (1963-1967) immediately following fertilization, cm.

Y_2 = diameter growth at breast height after fertilization (cf. Y_1), mm.

Y_3 = diameter growth at 6-m. height after fertilization (cf. Y_1), mm.

Y_4 = volume growth after fertilization (cf. Y_1), cu.m.

The independent variables were as follows:

X_1 = breast height diameter with bark at the moment of fertilization (i.e., the present diameter - the increment of the last five years), mm.

X_2 = height at the moment of fertilization (i.e., the present height - the height growth of the last five years), dm.

X_3 = age (the number of annual rings at 0.1 m above the ground), years.

X_4 = diameter growth at breast height during the last five years prior to fertilization (1958-1962) including the year of fertilization, mm.

X_5 = diameter growth at 6-m. height before fertilization (cf. X_4), mm.

X_6 = height growth prior to fertilization (cf. X_4), cm.

X_7 = volume growth prior to fertilization (cf. X_4), cu.m.

There were two classes as follows:

Class 1 = drainage

- without ordinary draining ditches
- with ordinary draining ditches

Class 2 = fertilization

- unfertilized
- fertilized

The results from the study reveal that fertilization improved the growth of the mature pine trees to a great degree. The difference in the drainage conditions in the stands of study affected the response to fertilization to a small degree only; this circumstance points to the possibility that the drainage employed using 43-m. ditch spacing has been ineffective. The result agrees with those of previous investigations which have indicated that optimum ditch spacing is less than 20 m. in pine swamps poor in nutrients (Paavilainen, 1966, Huikari and Paarlahti, 1967).

Among the seven variables studied only the age of the trees did not explain post-fertilization growth. The best independent variable was the height growth prior to fertilization that exhibited a highly significant positive correlation with post-fertilization height growth, diameter growth at breast height and volume increment. The next best independent variable was the volume increment prior to fertilization even if it did not correlate with the post-fertilization height growth.

These results point to the possibility that the capability of revival of mature pine trees growing on pine swamps can be estimated on the basis of their height growth. Trees with a good height growth give the fastest and strongest response to fertilization (Fig. 2). According to the present study, the revival of the diameter growth in the upper part of the trunk, at a height of six meters, does not correlate with the height growth prior to fertilization.

JOHDANTO

Muun muassa M u l t a m ä e n (1916, 1923), L u k k a l a n (1929, 1937, 1951) ja H e i k u r a i n e n & K u u s e l a n (1962) tutkimukset osoittavat, että suotyypin ohella puiden ikä ja koko vaikuttavat ratkaisevasti niiden kasvun ojituksen jälkeiseen elpymiseen. Nuorten puiden kasvu elpyy nopeammin ja voimakkaammin kuin vanhojen puiden kasvu suotyypin ollessa sama. On myös todettu, että pienten puiden elpymiskyky on parempi kuin suurten. Niinpä H e i k u r a i n e n & K u u s e l a n (m.t.) mukaan ojitus ei yleensä vaikuta 12 m:ä pitempien puiden pituuskasvuun.

Lannoitus aiheuttaa suon tuottokyvyyssä samansuuntaisen parannuksen kuin ojitus. On tämän vuoksi mahdollista, että myös lannoituksesta johtuva puuston kasvun elpyminen on sitä heikompaa, mitä huonompi suotyyppi on sekä mitä vanhempia ja kookkaampia puut ovat. Uudistuskypsyiden saavuttaneissa vanhoissa rämemetsissä saattaa lannoituksen vaikutus puuston kasvuun olla niin vähäinen, ettei niiden lannoittaminen ole lainkaan kannattavaa. Tätä käytännön lannoituskohteiden valinnassa tärkeää kysymystä valaisevia tutkimustuloksia ei kuitenkaan ole Suomessa julkaistu.

Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, miten päätehakuuissa olevan vanhan rämemännikön kasvu elpyy lannoituksen vaikutuksesta. Erityisesti on tutkittu, voidaanko puiden elpymiskyky päätellä ennakoita niistä mitattavien erilaisten tunnusten avulla.

Tutkimuksen käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit O l a v i H u i k a r i ja K u l l e r v o K u u s e l a . Aineiston laskentakäsittelyssä ovat avustaneet metsänhoitajat S e p p o K a u n i s t o ja H e i k k i R a v e l a sekä kenttätöissä metsäteknikko M a t t i M ä k i t a l o ja kenttämestari E s k o M a n s i k k a v i i t a . Esitän heille parhaat kiitokseni.

TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

Tutkimus suoritettiin metsäntutkimuslaitoksen Pohjois-Satakunnan tutkimus-
aseman alueella Karvian Alkkiassa. Alueelle perustettiin vuonna 1962 kaksi metsän-
lannoituskoekenttää, jotka kumpikin sijoitettiin päätehakuuikässä olevaan vanhaan
rämemännikköön. Toinen tutkimusmetsiköistä on ojitettu v. 1937 käyttämällä 43 m:n
levyisiä sarkoja, jota paitsi se on myös aikaisemmin suoritettua valtaojituksen
vaikutuksen piirissä. Toisessa tutkimusmetsikössä ei ole sarkaojia, minkä vuoksi
ojitusteho on erittäin heikko ja perustuu yksinomaan 50-100 m:n päässä alueesta
sijaitsevien tienojien ja muiden vielä kauempana olevien valtaojien kuivatta-
vaan vaikutukseen. Edellisestä tutkimusmetsiköstä käytetään tässä tutkimuksessa
nimitystä sarkaojitettu tupasvillaräme ja jälkimmäisestä valtaojitettu tupasvil-
laräme (kuva 1). Suotyyppi on kummallakin alueella isovarpuinen tupasvillaräme.

Tutkimusta varten valittiin sekä sarkaojitettua että valtaojitetun rämeen
koekentältä kaksi koealaa, joista toinen oli lannoitettu ja toinen lannoittamaton.
Koealat pyrittiin valitsemaan puustonsa puolesta samanlaisiksi, mutta kuten tau-
lukosta 1 selviää, tämä ei ollut täysin mahdollista.

Lannoitus suoritettiin sarkaojitetulla alueella 12.-14.6.1962 ja valtaoji-
tetulla alueella 26.6.1962. Lannoitteena käytettiin 600 kg/ha metsään Y-lannosta
suomaille, joka sisältää 16 % typpeä (N), 20 % fosforia (P_2O_5) ja 8 % kaliumia
(K_2O).

Puuston kokonaiskasvu tutkituilla koealoilla selviää taulukosta 2. Oletta-
malla, että kasvuprosentin muutos valtaojitetulla alueella 2.7 %:sta 4.1 %:in ja
sarkaojitetulla alueella 4.1 %:sta 4.7 %:in johtuu lannoituksesta, voidaan laskea
lannoituksen aiheuttama todennäköinen kasvunlisäys tutkimusmetsiköissä. Tuloksek-
si saadaan valtaojitetulla rämeellä 2.7 k-m^3 ja sarkaojitetulla rämeellä 3.5 k-m^3
viiden vuoden aikana. Nämä kuutiomäärät voidaan vielä muuntaa puutavaralajeiksi
taulukossa 1 esitettyjen lukujen perusteella, jolloin lannoituksesta johtuva kas-
vun lisäys vastaisi seuraavia puutavaramääriä.

	Ainespinotavaraa, $\text{p-m}^3/\text{ha}$	Halkoa, $\text{p-m}^3/\text{ha}$
Valtaojitettu räme	3.1	0.2
Sarkaojitettu räme	4.9	0.3

Tutkittavien koealojen puut kaadettiin 16.10-31.10.1967 välisenä aikana. Jokaisesta puusta tehtiin runkoanalyysi (M e t s ä n a r v i o i m i s e n ... 1960), jonka avulla selvitettiin puiden nykyinen sekä 5 vuotta aikaisempi ja 10 vuotta aikaisempi kuoreton kuutiomäärä. Runkoanalyysiä varten sahattiin kiekot 0.1, 1.0, 1.3, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 jne. metrin korkeudelta maanpinnasta lukien. Myös puiden kuorellinen rinnankorkeusläpimitta sekä pituus ja viimeisten 5 ja 10 vuoden pituuskasvu mitattiin. Kiekoista selvitettiin viimeisten 5 ja 10 vuoden paksuuskasvu 1.3 metrin ja 6.0 metrin korkeudelta. Puiden ikä saatiin laskemalla vuosilustojen lukumäärä 0.1 m:n korkeudelta otetusta kiekosta. Tämän lisäksi mitattiin koealoilta hakkuussa kertynyt puutavaramäärä pino-kuutiometreinä.

Mittaustulokset, joita oli kaikkiaan 276 puusta, siirrettiin reikäkortteille, minkä jälkeen kovarianssianalyysiä hyväksi käyttäen selvitettiin lannoituksen jälkeisen puuston kasvun riippuvuus eri tekijöistä. Laskenta tapahtui Valtion tietokonekeskuksessa.

Selitettäviä muuttujia olivat:

- Y_1 = Pituuskasvu 5 vuoden aikana lannoituksen jälkeen (1963-1967), cm
 Y_2 = Paksuuskasvu 1.3 m:n korkeudella lannoituksen jälkeen (vrt. Y_1), mm
 Y_3 = Paksuuskasvu 6.0 m:n korkeudella lannoituksen jälkeen (vrt. Y_1), mm
 Y_4 = Kuutiokasvu lannoituksen jälkeen (vrt. Y_1), m³

Selittäviä muuttujia olivat:

- X_1 = Kuorellinen rinnankorkeusläpimitta lannoitettaessa (nykyinen läpimitta - paksuuskasvu viimeisten 5 vuoden aikana), mm
 X_2 = Pituus lannoitettaessa (nykyinen pituus - pituuskasvu viimeisten 5 vuoden aikana), dm
 X_3 = Ikä (vuosilustojen lukumäärä 0.1 m:n korkeudella maasta), v
 X_4 = Paksuuskasvu 1.3 m:n korkeudella 5 vuoden aikana ennen lannoitusta (1958-1962) lannoitusvuosi mukaan lukien, mm
 X_5 = Paksuuskasvu 6.0 m:n korkeudella ennen lannoitusta (vrt. X_4), mm
 X_6 = Pituuskasvu ennen lannoitusta (vrt. X_4), cm
 X_7 = Kuutiokasvu ennen lannoitusta (vrt. X_4), m³

Luokkia oli seuraavat kaksi:

Luokka 1 = ojitus

- ei sarkaojitusta, valtaojitettu

- sarkaojitettu

Luokka 2 = lannoitus

- ei lannoitusta

- lannoitettu

TULOKSET

Saadut tulokset esitetään asetelmien muodossa, joista selviää eri tekijöiden välisen regression merkitsevyys F-testin mukaan sekä myös riippuvuussuhdetta osoittavat yhtälöt. F-arvojen merkitsevyydet ovat:

$F > 11.0$ erittäin merkitsevä (***)

$F > 6.7$ merkitsevä (**)

$F > 3.8$ melkein merkitsevä (*).

Pituuskasvu

Lannoituksen jälkeinen pituuskasvu Y_1 on riippuvainen selittävästä muuttujista seuraavasti:

	F-arvot
Regressio X_1	.02546048
- " - X_2	6.1528221*
- " - X_3	.12058733
- " - X_4	.01239471
- " - X_5	.54521880
- " - X_6	41.445748***
- " - X_7	1.1838157
Luokka 1	1.8618448
Luokka 2	99.811873***
Vuorovaik. 1-2	2.2073286

Yhtälö:

$$Y_1 = 0.030573 X_1 - 0.464937 X_2 - 0.048440 X_3 + 0.160695 X_4 + 0.326878 X_5 + 0.544215 X_6 + 1407.79 X_7 + a$$

$$a_1 = +109.7582 \text{ (sarkaojitettu räme)}$$

$$a_2 = +101.8754 \text{ (valtaojitettu räme)}$$

Asetelmasta ilmenee, että puiden pituuskasvu on elpynyt erittäin merkittävästi lannoituksen vaikutuksesta. Sarkaojitus yksinään ei ole vaikuttanut merkittävästi pituuskasvuun, eikä lannoitus- ja ojitusvaikutuksen välillä ole merkittävää keskinäistä vuorovaikutusta.

Pituuskasvun elpyminen on melkein merkittävässä negatiivisessa korrelaatiossa puiden lannoitushetken pituuden kanssa. Vastaavanlainen vuorosuhde valitsee Heikura & Kuuselä (1962) mukaan puiden pituuden ja niiden ojituksen jälkeisen pituuskasvun elpymisen välillä. Lannoituksen jälkeisen ja sitä edeltäneen pituuskasvun kesken on erittäin merkittävä positiivinen korrelaatio.

Paksuuskasvu

Puiden lannoituksen jälkeisen rinnankorkeudelta mitatun paksuuskasvun Y_2 ja selittävien muuttujien välille saatiin seuraava riippuvuus.

	F-arvot
Regressio X_1	2.7000698
- " - X_2	3.3204482
- " - X_3	.82282826
- " - X_4	5.3451017 *
- " - X_5	.51050998
- " - X_6	14.879752 ***
- " - X_7	12.945352 ***
Luokka 1	3.8088370 *
Luokka 2	142.01647 ***
Vuorovaik. 1-2	.00009474

Yhtälö:

$$Y_2 = -0.023821 X_1 - 0.025842 X_2 - 0.009574 X_3 + 0.252487 X_4 - 0.023932 X_5 + 0.024672 X_6 + 352.234 X_7 + a$$

$$a_1 = +13.7472 \text{ (sarkaojitettu räme)}$$

$$a_2 = +12.8942 \text{ (valtaojitettu räme)}$$

Lannoitus on lisännyt erittäin merkitsevästi paksuuskasvua rinnankorkeudella ja myös sarkaojituksen vaikutus on melkein merkitsevä. Lannoituksen ja ojituksen vaikutusten välillä ei ole merkitsevää vuorovaikutusta.

Lannoituksen jälkeinen paksuuskasvu rinnankorkeudella on erittäin merkitsevässä positiivisessa korrelaatiossa lannoitusta edeltäneen pituuskasvun ja kuutiokasvun kanssa sekä melkein merkitsevässä positiivisessa korrelaatiossa lannoitusta edeltäneen rinnankorkeudelta mitatun paksuuskasvun kanssa.

Lannoitus on parantanut erittäin merkitsevästi myös 6.0 m:n korkeudelta mitattua paksuuskasvua Y_3 , kuten seuraavasta asetelmasta havaitaan. Sarkaojituksen vaikutus ei ole merkitsevä, eikä myöskään lannoitus- ja ojitusvaikutusten keskinäinen vuorovaikutus.

	F-arvot
Regressio X_1	6.1546442*
- " - X_2	.21736797
- " - X_3	.00979200
- " - X_4	.06594250
- " - X_5	466.80323***
- " - X_6	1.1831593
- " - X_7	2.8432461
Luokka 1	2.6032320
Luokka 2	64.736796***
Vuorovaik. 1-2	.09150065

Yhtälö:

$$Y_3 = 0.050213 X_1 - 0.009232 X_2 - 0.001458 X_3 - 0.039155 X_4 + 1.01038 X_5 + 0.009713 X_6 - 230.474 X_7 + a$$

$$a_1 = +2.21061 \text{ (sarkaojitettu räme)}$$

$$a_2 = +1.22597 \text{ (valtaojitettu räme)}$$

Lannoituksen jälkeinen paksuuskasvu 6.0 m:n korkeudella on erittäin merkitsevässä positiivisessa korrelaatiossa lannoitusta edeltäneen samalta korkeudelta mitatun paksuuskasvun kanssa sekä melkein merkitsevässä positiivisessa korrelaatiossa lannoitushetken kuorellisen rinnankorkeuslöpimitan kanssa.

Kuutiokasvu

Lannoituksen jälkeisen kuutiokasvun Y_4 ja selittävien muuttujien välinen riippuvuus oli seuraava:

	F-arvot
Regressio X_1	2.9608918
- " - X_2	.06675067
- " - X_3	.00185461
- " - X_4	.15196141
- " - X_5	.07209650
- " - X_6	17.328178 ***
- " - X_7	56.474608 ***
Luokka 1	4.3843900 *
Luokka 2	154.70657 ***
Vuorovaik. 1-2	.00477429

Yhtälö:

$$Y_4 = 0.000037 X_1 - 0.000005 X_2 - 0.000001 X_3 - 0.000062 X_4 + 0.000013 X_5 + 0.000039 X_6 + 1.07726 X_7 + a$$

$$a_1 = +0.002849 \text{ (sarkaojitettu räme)}$$

$$a_2 = +0.001509 \text{ (valtaojitettu räme)}$$

Kuten pituus- ja paksuuskasvu, on myös kuutiokasvu elpynyt erittäin merkitsevästi lannoituksen vaikutuksesta. Sarkaojituksen vaikutus puiden kuutiokasvuun on melkein merkitsevä. Lannoitus- ja ojitusvaikutuksien välillä ei ole merkitsevää vuorovaikutusta.

Kuutiokasvun elpyminen on erittäin merkitsevässä positiivisessa korrelaatiossa lannoitusta edeltäneen pituuskasvun ja kuutiokasvun kanssa.

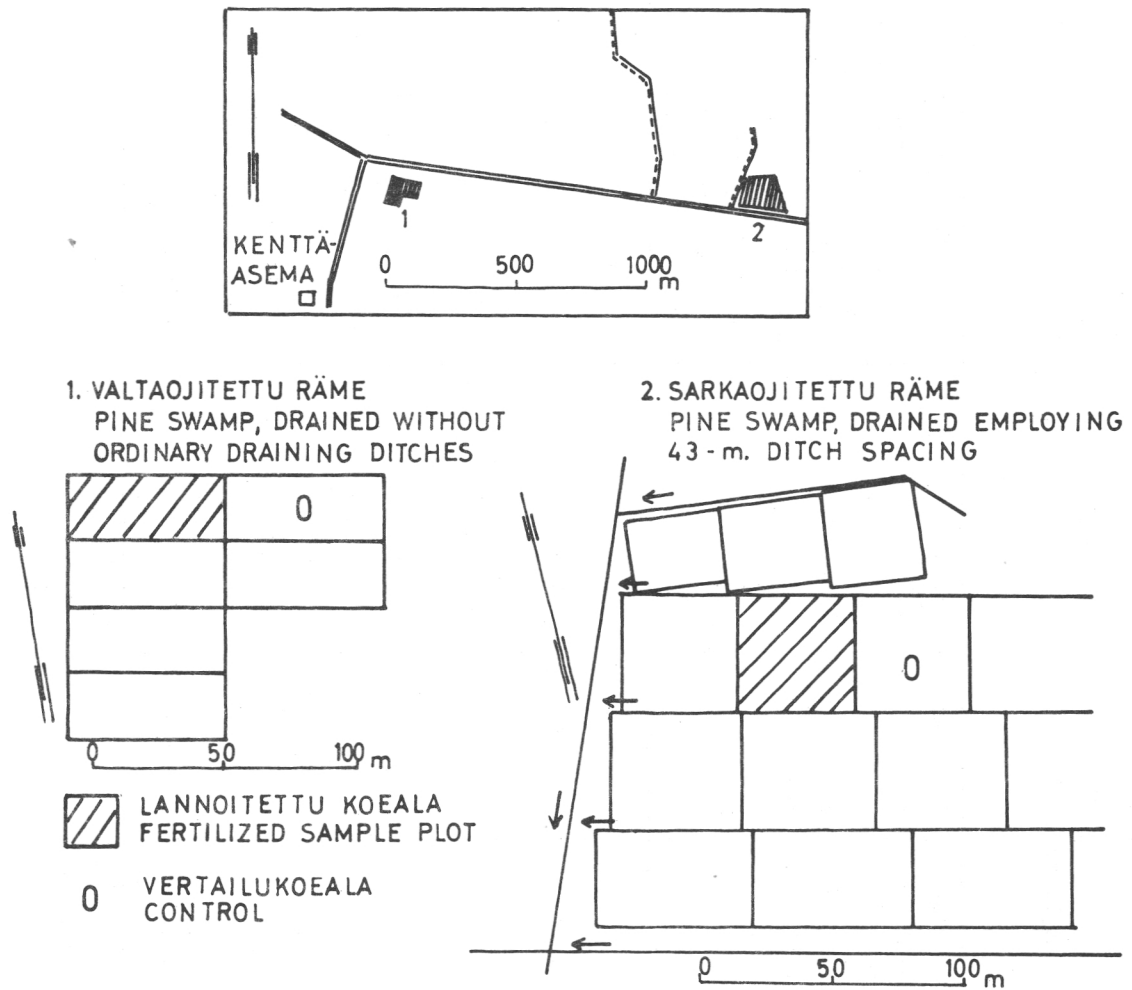
TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimustulokset osoittavat, että lannoitus on parantanut erittäin merkittävästi puiden kasvua päätehakkuiässä olevassa vanhassa tupasvillarämeen männikössä. Lannoitusreaktion voimakkuuteen on vaikuttanut verraten vähän ojitustehon erilaisuus keskenään verratuissa tutkimusmetsiköissä. Tämän mukaan ojitus (43 m:n ojaetäisyys) on ollut sarkaojitetullakin rämeellä liian heikko tehostaakseen lannoituksen vaikutusta. Tulos on yhdenmukainen aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa on todettu, että biologinen sarkaleveyden optimi on ravinneköyhällä rämeillä alle 20 m (P a a v i l a i n e n 1966, H u i k a r i & P a a r l a h t i 1967).

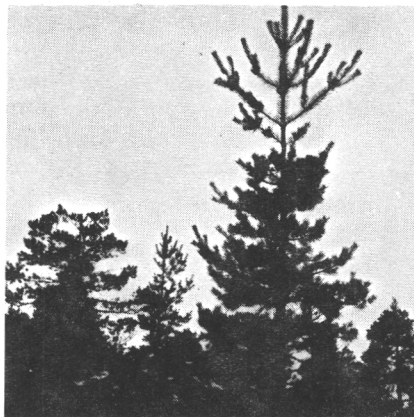
Tutkituista seitsemästä muuttujasta vain puiden ikä ei selittänyt lannoituksen jälkeistä kasvua. Kaikkein paras selittävä muuttuja oli puiden lannoitusta edeltänyt pituuskasvu, joka oli erittäin merkittävässä positiivisessa korrelaatiossa lannoituksen jälkeisen pituuskasvun ja rinnankorkeudelta mitatun paksuuskasvun sekä kuutiokasvun kanssa. Lähinnä paras selittävä muuttuja oli lannoitusta edeltänyt kuutiokasvu, joka ei kuitenkaan ollut korrelaatiossa lannoituksen jälkeisen pituuskasvun kanssa. Nämä tulokset viittaavat siihen, että vanhojen rämemäntyjen elpymiskyky voidaan päätellä niiden lannoitusta edeltävän pituuskasvun perusteella. Ne puut, joiden pituuskasvu on hyvä ennen lannoitusta, elpyvät nopeimmin ja voimakkaimmin lannoituksen vaikutuksesta (kuva 2). Paksuuskasvun elpyminen rungon yläosassa 6.0 m:n korkeudella ei tämän tutkimuksen mukaan korreloi lannoitusta edeltävän pituuskasvun kanssa.

KIRJALLISUUTTA - LITERATURE

- H e i k u r a i n e n , L . ja K u u s e l a , K. 1962. Revival of the tree growth after drainage and its dependence on the tree size and age. Comm. Inst. Forest. Fenn. 55.8.
- H u i k a r i , O. ja P a a r l a h t i , K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch (Selostus: Kenttäkokeiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta). Ibid. 64.1.
- L u k k a l a , O. J. 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisen kuivatuksen tehokkuutta silmällä pitäen (Referat: Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt). Ibid. 15.1.
- " - 1937. Nälkävuosien suonkuivausten tuloksia (Referat: Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Moorentwässerungen). Ibid. 24.3.
- " - 1951. Kokemuksia Jaakkoin suon koeojitusalueelta (Summary: Experiences from Jaakkoin experimental drainage area). Ibid. 39.6.
- M e t s ä n a r v i o i m i s e n h a r j o i t u s t ö i d e n o h j e e t . 1960. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Moniste.
- M u l t a m ä k i , S. E. 1916. Nuorennoksien elpymisestä suomilla. Metsätal. Aikakausk. 53, s. 59-69.
- " - 1923. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsänkasvusta (Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden). Acta Forest. Fenn. 27.1.
- P a a v i l a i n e n , E. 1966. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämemännikön juurisuhteisiin (Summary: On the effect of drainage on root systems of Scots pine on peat soils). Comm.Inst.Forest.Fenn. 61.1.



Kuva 1. Tutkimuksen koealat
Figure 1. Sample plots studied



Kuva 2. Edessä vasemmalla alunperin hyväkasvuinen ja lannoituksen vaikutuksesta erittäin voimakkaasti elpynyt rämemänty. Taustalla oikealla "lakkapäinen" lannoitukseen heikosti reagoivut mänty. Puiden pituus on 6-7 m.
Figure 2. In the foreground left a initially well growing pine which has had a strong response to fertilization. In the background right a pine with poor growth after fertilization. The length of the trees is 6-7 m.

Taulukko 1. Koealojen puusto v. 1967. - The tree stand of the sample plots in 1967.

Koeala Sample plot		Kuoreton kuutiomäärä, m ³ /ha Volume excl. bark, cu.m./ha	Runko- luku, kpl/ha Stem number per ha	Keskiläpi- mitta, cm Mean dia- meter, cm	Pohjapinta- ala, m ² /ha Basal area, sq.m.per ha	Valta- pituus, m Dominant height, m	Ikä, v. Age, years	Hakkuussa	
Ojitus Drainage	Lannoitus Fertilization							ainespino- tavaraa, p-m ³ /ha pulpwood cu.m., piled measure	halkoa, p-m ³ /ha fuelwood cu.m., piled measure
Valteoitettu Drained without ordinary draining ditches	-	45.8	380	17.8	9.14	11.5	110	65.1	4.0
- " - Serkeoitettu Drained employing 43-m. ditch spacing	600 kg/ha (1)	32.9	427	16.0	7.45	10.3	120	38.3	2.7
- " -	-	28.0	424	15.2	6.45	10.1	120	38.7	2.1
- " -	600 kg/ha (1)	38.3	377	18.0	8.06	11.1	105	54.1	3.1

1) metsän Y-lannosta suomalille (16-20-8) - "Y-fertilizer for peatlands (16-20-8)"

Taulukko 2. Koealojen puuston kuutiokasvu ennen lannoitusta ja sen jälkeen.
Volume increment of the tree stands before and after fertilization.

Koeala - Sample plot		Kuoreton kuutiokasvu			
Ojitus Drainage	Lannoitus Fertilization	Volume increment, excl. bark			
		v. 1958-1962		v. 1963-1967	
		m ³ /ha/v	%	m ³ /ha/v	%
Valtaojitettu Drained without ordinary draining ditches	-	1.07	2.7	1.16	2.5
- " -	600 kg/ha ⁽¹⁾	0.70	2.7	1.36	4.1
Sarkaojitettu Drained employing 43-m. ditch spacing	-	0.88	3.9	1.07	3.8
- " -	600 kg/ha ⁽¹⁾	0.99	4.1	1.80	4.7

1) metsän Y-lannosta suomaille (16-20-8) - "Y-fertilizer for peatlands (16-20-8)".

- No 29 Seppo Ervasti, Esko Salo ja Pekka Tiililä. Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964—66.
Real estates raw wood utilisation survey in Finland in 1964—66.
- No 30 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1965/66.
Stumpage prices in private forests during the cutting season 1965/66.
- No 31 Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin.
The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands.
- No 32 Metsätilastoa. I Metsävaranto.
Forest Statistics of Finland. I Forest resources.
- No 33 Seppo Ervasti ja Esko Salo: Kiinteistöillä lämmön kehittämiseen käytetyt polttoaineet v. 1965.
Fuels used by real estates for the generation of heat in 1965.
- No 34 Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia.
Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands.
- No 35 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1965 ja ennakkotieto- ja vuodelta 1966.
Wood utilization in Finland in 1965 and preliminary data for the year 1966.
- No 36 Eero Paavilainen—Kyösti Virrankoski: Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa.
Studies on the capillary rise of water in peat.
- No 37 Matti Heikinheimo — Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen polttoainevarastot talvella 1965/66.
Fuel stocks of real estates in Finland in winter 1965/66.
- No 38 L. Runeberg: Förhållandet mellan driftsöverskott och beskattad inkomst vid skogsbeskattningen i Finland.
The relationship between surplus and taxable income in forest taxation in Finland.
- 1968 No 39 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1966/67.
Costs of timber production in Finland during the cutting season 1966/67.
- No 40 Jorma Sainio — Pentti Sorrola: Eri polttoaineet teollisuuden lämmön ja voiman sekä kiinteistöjen lämmön kehittämisessä vuonna 1965.
Different fuels in the generation of industrial heat and power and in the generation of heat by real estates in 1965.
- No 41 Pentti Rikkonen: Havupaperipuiden kuorimishäviö VK-16 koneella kuorittaessa.
The barking loss of coniferous pulpwood barked with VK-16 machines.
- No 42 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966—67.
Forest resources in the Forestry Board Districts of E-Sa, E-Ka, I-Sa, P-Ka, P-Sa and K-S in 1966—67.
- No 43 Eero Paavilainen: Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta.
On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44. Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

