

ACTA FORESTALIA FENNICA

Vol. 114, 1971

Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen
uudistumiseen ja taimien kasvuun

*Effect of fertilization and ditch spacing on regeneration
and seedling growth in pine swamps*

Leo Heikurainen ja Pertti Veijola



SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä kirjoitelmia ja lyhyehköjä tutkimuksia. Ilmestyy neljästi vuodessa.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17.

Publications of the Society of Forestry in Finland

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

ALKUSANAT

LANNOITUKSEN JA SARKALEVEYDEN VAIKUTUS RÄMEEN UUDISTUMISEEN JA TAIMIEN KASVUUN

LEO HEIKURAINEN ja PERTTI VEIJOLA

*EFFECT OF FERTILIZATION AND DITCH SPACING ON
REGENERATION AND SEEDLING GROWTH IN PINE SWAMPS*

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1. Johdanto | 4 |
| 2. Koejärjestelyt | 5 |
| 21. Koejärjestelyjen tavoitteet | 5 |
| 22. Koekentät | 5 |
| 3. Menetelmät | 6 |
| 31. Maatytynventaus v. 1965 | 6 |
| 32. Kestitukset v. 1969 | 6 |
| 33. Alueiden käsittely | 6 |
| 4. Tulokset | 7 |
| 41. Turpeen ravinnepitoisuus | 7 |
| 42. Istutustaimien kuolleisuus | 7 |
| 43. Taimien pituus ja pituusarvo | 8 |
| 44. Puitakenttien | 10 |
| 441. Lajityyppi | 10 |
| 442. Puitakenttien massa | 10 |
| 45. Karvuhäiröiden ja tuhajan esiintyminen | 11 |
| 5. Tiivistelmä | 12 |
| 6. Tulosten tulkinta | 13 |
| 61. Rajallisuutta | 14 |
| Summary | 15 |
| Littérature | 15 |

LAANOITUKSEN JA SARKALAEVYDEN
VAIKUTUS RÄMÄEN UUDISTUMISEEN JA
Suomen Metsäseuran vuosikirja

ACTA FORESTARIA FENNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

REGENERATION AND SEEDLING GROWTH IN PINE SWAMPS
EFFECT OF FERTILIZATION AND DITCHING ON

Publications of the Society of Forestry in Finland

ACTA FORESTARIA FENNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

21. Koejärjestelyn tavoitteet

ALKUSANAT

Vuosina 1965 ja 1966 perustettiin eri puolilla maata yhteensä 25 koekenttää, joissa tutkitaan kuivatuksen ja lannoituksen yhtäaikaisen variaation vaikutusta karujen rämeiden istutustaimistojen ja luonnontaimistojen kehitykseen. Kokeen eräitä tuloksia on esitetty jo aikaisemmin (HEIKURAINEN ym. 1966, NIKANDER 1969 ja VEIJOLA 1969 ja 1970). Käsillä oleva työ perustuu näihin julkaisuihin. Tätä voidaan pitää myös VEIJOLAN (1970) gradu-työnä julkaiseman tutkimuksen lyhennelmänä, johon on nivelletty eräitä mainituissa töissä esitettyjä tuloksia. Koko koekenttäsarjaa ajatellen esillä oleva työ on tietynlainen väliaikaraportti; viiden kasvuvuoden jälkeen saatujen tulosten esittely.

Tässä yhteydessä mieluisa velvollisuuteni on kiittää kaikkia niitä yhtiöitä ja yhteisöjä,

jotka ovat perustaneet koekenttiä ja erityisesti seuraavia yhtiöitä, jotka ovat avustaneet vuoden 1969 inventointityössä: Enso-Gutzeit Oy, Kajaani Oy, A. Ahlström Oy, Oy Kaukas Ab, Kymin Oy, Rauma-Repola Oy, G. A. Serlachius Oy ja Metsäliiton Selluloosa Oy. Suomen Metsätieteellinen Seura on myöntänyt kenttätöitä varten apurahan, josta esitän parhaat kiitokseni.

Tutkimuksen töiden jako tekijöiden kesken on seuraava: Veijola on suorittanut v. 1969 kenttätöitä ja käsitellyt kertyneen aineiston. Muilta osin työ on allekirjoittaneen käsialaa.

Helsingissä marraskuussa 1970

Leo Heikurainen

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1. Johdanto | 4 |
| 2. Koejärjestelyt | 5 |
| 21. Koejärjestelyjen tavoitteet | 5 |
| 22. Koekentät | 5 |
| 3. Inventointityöt | 6 |
| 31. Metsitysinventointi v. 1965 | 6 |
| 32. Kenttätöitä v. 1969 | 6 |
| 33. Aineiston käsittely | 6 |
| 4. Tulokset | 7 |
| 41. Turpeen ravinnepitoisuus | 7 |
| 42. Istutustaimien kuolleisuus | 8 |
| 43. Taimien pituus ja pituuskasvu | 8 |
| 44. Pintakasvillisuus | 10 |
| 441. Lajiryhmät | 10 |
| 442. Kenttäkerroksen massa | 11 |
| 45. Kasvuhäiriöiden ja tuhojen esiintyminen | 11 |
| 5. Tiivistelmä | 12 |
| 6. Tulosten tulkintaa | 12 |
| Kirjallisuutta | 14 |
| Summary | 15 |
| Liitetaulukot | 17 |

1. JOHDANTO

Kasvua voidaan pitää kaikkien ympäristötekijöiden funktiona. Tietyissä olosuhteissa yksi tai useampi tekijä on kasvua rajoittava. Tämä aiheuttaa muutoksia myös muissa ympäristötekijöissä. Ympäristötekijöitä säätelevät fysiologiset prosessit ovat moniulotteisia, ja niinpä monet tutkijat ovat sitä mieltä, että on jokseenkin mahdotonta yksiselitteisesti tulkita kasvin käyttäytymistä yksinomaan tietystä kasvutekijästä johtuvaksi. Käytännön kasviviljelyssä on kuitenkin yleisesti hyväksytty tavoitteeksi selvittää, millä ympäristötekijöiden kombinaatiolla kasvun maksimi saavutetaan. Näin on myös metsän kasvatuksessa.

Eri puolilla maailmaa suoritetuissa kokeissa on päädytty samansuuntaisiin tuloksiin pyrittäessä selvittämään turvemaalla puiden kasvulle parasta vesitaloutta. Tavallisesti vesitaloutta suolla ilmaistaan pohjavesipinnan syvyytenä. SMOLJAK ja MAJSEENKO (1961, ref. MESHECHOK 1968) ovat todenneet, että Valko-Venäjällä kohosoilla paras pohjavesipinnan syvyys eli kuivatussyvyys männylle on 40—50 cm. HUIKARI ja PAARLAHTI totesivat (1968), että suurin kasvu saavutettiin 50 cm:n kuivatussyvyydellä. FERDA (1969) on Tsekkoslovakiassa todennut, että männyn ja kuusen taimien optimikehitykseen vaaditaan kasvukauden aikana 60—80 cm:n kuivatussyvyys. HEIKURAINEN (1967) on teoreettisin laskelmin päätenyt 40—60 cm:n optimikuivatussyvyyteen riippuen turvelajista ja maatumisasteesta.

Lannoituskokeilla on tähän mennessä suurinpiirtein selvitetty millaisia ravinnelisiäyksiä erilaiset kasvuolustat vaativat. Suomessa on päädytty käytännön suometsien lannoituksessa suosittelemaan 75—120 kg P_2O_5 ja

50—100 kg K_2O hehtaarille. Typpiköyhille soille suositellaan vielä typpeä 50—100 kg/ha. Toisaalta tiedetään, että yleensä mainittuja määriä suuremmat ravinneliset lisäävät vielä kasvua, mutta kasvun lisäys on suhteellisen vähäinen.

Tutkittaessa lannoituksen ja kuivatussyvyyden samanaikaista vaikutusta muuttuu tilanne monimutkaisemmaksi. Monissa viljelykasveilla tehdyissä kokeissa on havaittu, että kasvi voi käyttää hyväkseen suurempia lannoitemääriä, jos vettä on riittävästi saatavissa (RUSSEL 1961). Turvemailla on yleensä vettä riittävästi. Toisaalta ylikuivatuksen mahdollisuudet ovat pienet (HEIKURAINEN 1967).

MESHECHOK (1968) toteaa, että kuivatussyvyydellä on erittäin suuri merkitys lannoituksen vaikutukseen. Hyvinkään tehokas kuivatus ei ole johtanut lannoitetuilla ruuduilla kasvun pienenemiseen. Hän pitää metsittämisvaiheessa 30 cm:n kuivatussyvyyttä pienimpänä mahdollisena, jossa ravinteiden käyttö ja puiden kasvu vielä on normaalia.

HUIKARI ja PAARLAHTI (1968) ovat selvittelleet varttuneiden metsiköiden sädekasvun ja pituuskasvun riippuvuutta kuivatussyvyydestä ja lannoituksesta. Lannoittamattomilla aloilla kasvu parani jatkuvasti siirryttäessä aina 70 cm:n kuivatussyvyyteen. Lannoitetuilla aloilla sensijaan 50 cm:n kuivatussyvyys antoi suurimman kasvun.

Molemmissa edellä selostetuissa tapauksissa on kokeen koejäsenenä ollut sekä vesitalous että lannoitus, kuitenkin niin, että molempien samanaikaista muuttumista ei ole voitu tutkia. Käsillä olevassa työssä on pyritty tähän kombinoimalla sarkaleveyden ja lannoitemäärän vaihtelut keskenään.

2. KOEJÄRJESTELYT

21. Koejärjestelyn tavoitteet

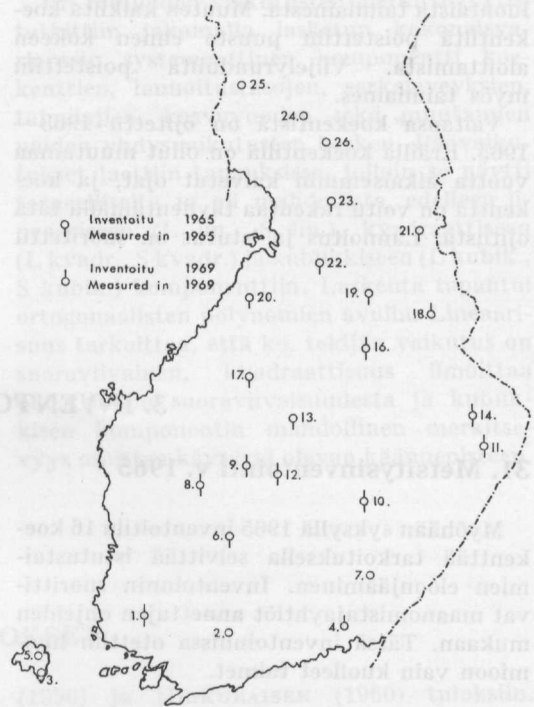
Koejärjestelyllä pyritään selvittämään lannoituksen ja vesitalouden optimiyhdistelmiä karuilla rämeillä. Lannoituksen suhteen on tyydytty vain yhteen ravinnekombiinaatioon käyttämällä suo-Y-lannosta (N 14 %, P₂O₅ 18 %, K₂O 10 %), lannoitemääriä on vaihdeltu seuraavasti: 0, 500, 1000 ja 1500 kg/ha. On toisin sanoen lähdetty siitä oletuksesta, että mainittu ravinnekombiinaatio on paras mahdollinen. Tässä vaiheessa tätä olettamusta vastaan tai sen puolesta ei liene mahdollista esittää mitään tutkimustuloksia. Vesitaloutta on vaihdeltu käyttämällä sarkaleveyksiä 30, 20 ja 10 m. Nykyiset tutkimukset (HEIKURAINEN 1967) viittaavat siihen, että karujen rämeiden rakkaturvealustalla tuskin vielä 10 m:n sarkaleveydelläkään saavutetaan optimivesitaloutta, jos toisaalta 10 m:n sarkaleveys on käytännössä vain poikkeustapauksissa mahdollinen.

Tutkittavana ovat toisaalta sekä luontaisesti syntyneet että viljelytaimistot. Näin ollen päästään vertaamaan mainittuja uudistamistapoja toisiinsa. Edelleen tutkimuksen tavoitteena on suurilmaston eli kohteen sijaintipaikan vaikutuksen selvittäminen. Tähän on pyritty siten, että kaikki 25 koekenttää jakautuvat tasaisesti kautta maan (vrt. kuva 1). Pohjoisin osa maata on kuitenkin vain heikosti edustettuna.

Tässä tutkimuksessa on inventoitu vain osa koekentistä ja täten tuloksia on pidettävä alustavina. Myös se, että kokeen ikä on vain 5 vuotta, merkitsee samaa.

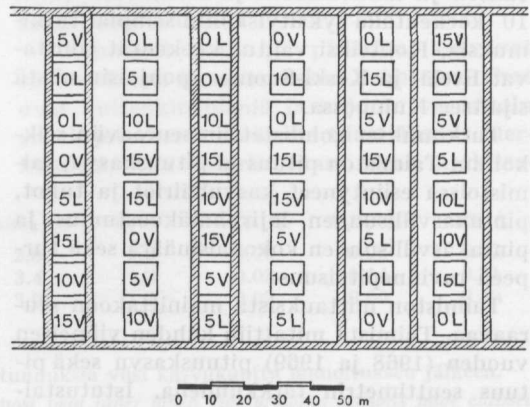
22. Koekentät

Koekenttien sijainti selviää oheisesta karttakeesta (kuva 1). Liitetaulukosta 1 nähdään muutamia koekenttien perustietoja. Kaikki koekentät ovat olleet IR:n tai TR:n erilaisia variantteja. Turvekerros on kaikilla yli 1 m. Alkuperäisessä puustossa on aika paljon vaihtelua. Osa koekentistä on ollut lähes puuttomia, puisevimmillä koekentillä puuston kuutiomäärä on ollut jopa 100 m³/ha. Taimiaineksen homogeenisuus ei myöskään ole ollut moitteeton. Yleensä kuitenkin suolla on ollut riittävä taimiaines jo koetta perus-



Kuva 1. Koekenttien sijainti ja inventointit.

Fig. 1. Geographical location of the experimental areas and years of measurement.



Kuva 2. Esimerkki koejärjestelystä. Koekenttä n:o 8, Virrat, L = luonnontaimisto, V = viljelytaimisto, O = lannoittamaton, 5 = 500 kg/ha, 10 = 1000 kg/ha, 15 = 1500 kg/ha suo-Y-lannosta.

Fig. 2. An example of the layout of the experiments. Experimental area no 8, Virrat. L = natural regeneration, V = plantation, O = unfertilized, 5 = 500 kg/ha, 10 = 1000 kg/ha, 15 = 1500 kg/ha of »Y fertilizer for peat soils».

tettaessa, vain kahdessa tapauksessa on koekentälle jätetty siemenpuita varmistamaan luontaista taimiainesta. Muuten kaikilta koekentiltä poistettiin puusto ennen kokeen aloittamista. Viljelyruuduilta poistettiin myös taimiainesta.

Valtaosa koekentistä on ojitettu 1963—1965. Eräillä koekentillä on ollut muutamia vuotta aikaisemmin kaivetut ojat, ja koekenttä on voitu rakentaa täydentämällä tätä ojitusta. Lannoitus ja istutus on suoritettu

vuosina 1965—1966. Koekenttien koejärjestely selviää kuvasta 2. Periaateratkaisultaan kaikki koekentät ovat samanlaisia, arvonnän tuloksena erilevyisten sarkojen ja erilaisten käsittelyruutujen järjestyks luonnollisesti vaihtelee. Koekenttä sisältää siis kolme sarkaleveyttä: 30 m, 20 m ja 10 m, kullakin on kaksi toistoa. Ojasyvyys on ollut n. 80 cm. Kullakin saralla on kahdeksan aarin koekalaa, jotka sisältävät erilaiset lannoitusmäärät sekä viljely- että luonnontaimistoissa.

3. INVENTOINTITYÖT

31. Metsitysinventointi v. 1965

Myöhään syksyllä 1965 inventoitiin 16 koekenttää tarkoituksella selvittää istutustaimien eloonjääminen. Inventoinnin suorittivat maanomistajayhtiöt annettujen ohjeiden mukaan. Tässä inventoinnissa otettiin huomioon vain kuolleet taimet.

32. Kenttätyöt v. 1969

Syksyllä 1969, siis viisi kasvukautta istutuksen ja lannoituksen jälkeen, suoritettiin 10 koekentällä yksityiskohtaisempia tutkimuksia. Kohteiksi valitut koekentät edustavat Etelä- ja Keski-Suomea, pohjoisin niistä sijaitsee Kuhmossa.

Tutkimukset kohdistettiin seuraaviin seikkoihin: Taimiston pituus ja pituuskasvu, taimistoissa esiintyneet kasvuhäiriöt ja tuhot, pintakasvillisuuden lajiryhmäkoostumus ja pintakasvillisuuden kokonaismäärä sekä turpeen ravinnepitoisuus.

Taimiston mittauksista mainittakoon seuraavaa. Taimista mitattiin kahden viimeisen vuoden (1968 ja 1969) pituuskasvu sekä pituus senttimetrin tarkkuudella. Istutustaimet mitattiin kaikki, luonnontaimistoruuduista otettiin systemaattinen näyte siten, että mitattuja taimia kertyi ruudulle 49. Vain 0.2—1.5 m:n pituiset taimet otettiin huomioon. Kasvuhäiriöt ja tuhot merkittiin muistiin kaikista mitatuista taimista.

Pintakasvillisuutta tutkittiin toisaalta lajiryhmäkoostumusta toisaalta kokonaismäärä-

silmälläpitäen. Edellistä varten jokaisen mitatun taimen välittömässä ympäristössä määritettiin vallitseva lajiryhmä käyttäen seuraavaa jakoa: tupasvilla, muut saramaiset kasvit, maitohorsma, ns. isot varvut, ns. nevarvut, koivuvesakko ja joksinkin kasvipeitteetön pinta (vrt. PÄIVÄNEN ja SEPÄLÄ 1968). Pintakasvillisuuden massan selvittämiseksi otettiin jokaiselta istutusruudulta näytteitä viidestä systemaattisesti määräytyvästä kohdasta 0.05 m²:n alueelta. Nämä osanäytteet yhdistettiin, joten lopullinen näyte kertyi 0.25 m²:n alalta kullakin koeruudulla. Pintakasvillisuus rajattiin metallikehyksen avulla ja leikattiin irti sammalkeroksen yläpintaa myöten. Sammalkerros ei siis ole mukana. Myöhemmin näytteet kuivattiin huonekuiviksi ja punnittiin.

Turvenäytteet otettiin 0—20 cm:n kerroksesta samoista kohdista kuin pintakasvillisuusnäytteetkin. Myös ne yhdistettiin kullakin koeruudulla yhdeksi näytteeksi ja kuivattiin. Analyysimäärityksiä varten turvenäytteet vielä yhdistettiin niin, että kullakin koekentältä tuli neljä näytettä, joista kukin edustaa yhtä lannoitustasoa. Analyysit tehtiin totaalianalyysinä Satorurven Oy:n laboratoriossa.

33. Aineiston käsittely

Koejärjestelyt täyttävät arvottujen lohkojen vaatimukset ja vastaavat muutenkin faktorikokeelle asetettuja edellytyksiä. Normaalista poikkeavaa on kuitenkin se, että toistot

on arvottu sekaisin samaan lohkoon. Tämä on ollut välttämätöntä senkin vuoksi, että on erittäin vaikea löytää tarpeeksi laajoja homogeenisiä alueita näin paljon tilaa vaativalle kokeelle.

Koetulosten käsittelyssä olivat perusyksikköinä vuosien 1968—1969 pituuskasvut. Vain terveiden taimien kasvu otettiin laskennassa huomioon. Kaikkien koeruutujen eri vuosien pituuskasvun keskiarvot eivät luonnollisesti koostu yhtä monien tainten kasvuluvuista. Tätä eroa ei ole kuitenkaan käsittelyssä huomioitu. Laskenta suoritettiin kaksisuuntaisena varianssianalyysinä normaalia 3×4 faktorikokeelle sovellettua tapaa käyttäen. Prosenttilukuja ei ole katsottu tarpeelliseksi muuntaa ennen analyysiä. Tämä johtaa pieneen erojen liioitteluun. Vuoden 1965 inventoinnissa prosenttiluvut tosin

muunnettiin arcsin transformaatiota käyttäen.

Eri tekijöiden vaikutusten merkittävyyttä tutkittiin jakamalla lasketun kokonaisvarianssin systemaattinen komponentti koekenttien, lannoitustasojen, sarkaleveyksien, taimilajien, kasvuvuoden sekä muutamien näiden yhdysvaikutusten kesken. Päävaikutukset jaettiin tapauksissa, jolloin se näytti tarpeelliselta ja oli mahdollista, edelleen lineaariseen (L lin., S lin.), kvadraattiseen (L kvadr., S kvadr.) ja kubiikkiseen (L kubik., S kubik.) komponenttiin. Laskenta tapahtui ortogonaalisten polynomien avulla. Lineaarisuus tarkoittaa, että ko. tekijän vaikutus on suoraviivainen, kvadraattisuus ilmoittaa poikkeaman suoraviivaisuudesta ja kubiikkisen komponentin mahdollinen merkittävyys osoittaa käyrässä olevan käänneasteen.

4. TULOKSET

41. Turpeen ravinnepitoisuus

Liitetaulukosta 2 nähdään koekenttäkohtaiset ravinnepitoisuudet kaikilla lannoitustasoilla. Ottaen huomioon suhteellisen vaatimattoman näytemäärän, on todettava, että ravinnepitoisuuden suhteen koekentät ovat varsin homogeenisia. Lannoittamattomien ruutujen ravinnepitoisuus on samaa luokkaa kuin yleensä tupasvillärämeiden. Seuraavassa asetelmassa verrataan koekenttien lannoittamattomien ruutujen tuloksia VAHTERAN

(1956) ja HEIKURAISEN (1960) tuloksiin. Viimemainitut luvut tarkoittavat yleensä rahkaturpeiden, Vahteran luvut tupasvillärämeiden ravinnepitoisuuksia.

Lannoituksen mukaan ryhmitettyjen ravinnepitoisuuksien keskiarvot on esitetty taulukossa 1.

Ravinnepitoisuus ja pH-luku kasvavat säännöllisesti lannoitustason kohotessa. Erot ovat kuitenkin pieniä ja hajonta verrattain suuri, joten erot eivät ole tilastollisesti merkittäviä, vain fosforin 0-taso eroaa merkittä-

| | pH | Tuhka % | N % | K ₂ O % | P ₂ O ₅ % | CaO % |
|--------------------------|-----|---------|-----|--------------------|---------------------------------|-------|
| Koekentät | 3.5 | 2.8 | 0.9 | 0.06 | 0.06 | 0.33 |
| VAHTERA (1956) | 3.7 | 3.4 | 1.3 | 0.03 | 0.14 | 0.21 |
| HEIKURAINEN (1960) | 3.5 | 3.0 | 1.2 | 0.02 | 0.06 | 0.40 |

Taulukko 1. Pintaturpeen viljavuutta kuvaavia tunnuksia viisi kasvukautta lannoituksen jälkeen.

Table 1. Characteristics describing fertility of the topmost peat layer when five growing seasons have elapsed since fertilizer application.

| Lannoitus, kg/ha Fertilization, kg/ha | pH | Tuhka % Ash-% | N % | K ₂ O % | P ₂ O ₅ % | CaO % |
|--|------|------------------|------|--------------------|---------------------------------|-------|
| 0 | 3.47 | 2.8 | 0.94 | 0.062 | 0.063 | 0.330 |
| 500 | 3.58 | 2.8 | 1.02 | 0.064 | 0.074 | 0.331 |
| 1000 | 3.54 | 2.8 | 1.06 | 0.068 | 0.078 | 0.362 |
| 1500 | 3.61 | 2.9 | 1.05 | 0.074 | 0.087 | 0.433 |

västi 1500 kg:n lannoitustasosta. Lannoituksen vaikutus yleensä ravinnepitoisuuteen on todettu vähäiseksi (vrt. HEIKURAINEN ja OUNI 1970).

42. Istutustaimien kuolleisuus

Vuoden 1965 tulokset on esitetty jo aikaisemmin (HEIKURAINEN ym. 1966). Täten tästä inventoinnista tyydytään tässä yhteydessä esittämään vain päätulokset. Kuuden toista koekentän inventointi osoitti, että lannoitustasojen väliset erot olivat erittäin merkitseviä. Samoin koekenttien väliset erot. Kuolleiden taimien prosenttiset osuudet olivat seuraavat.

| Lannoitus, kg/ha | | | | |
|---------------------|-----|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| Kuolleita taimia, % | | | | |
| | 5.2 | 10.1 | 16.2 | 21.5 |

Sarkaleveyden vaikutus kuolleisuuteen ei ollut selvä, joskin 10 m:n saroilla kuolleisuusprosentti oli suurempi kuin muilla saroilla.

Vuoden 1969 tulokset eivät ole täysin edellisten kanssa vertailukelpoisia, sillä ensimmäisen inventoinnin jälkeen on suoritettu keväällä 1966 täydennysistutus, jossa kaikki kuolleet taimet on korvattu uusilla. Sitäpaitsi näiden kahden inventoinnin kohteet eivät ole olleet samoja.

Tulokset selviävät yksityiskohtaisesti liite-
taulukosta 3. Koko aineiston keskiarvotulokset on esitetty taulukossa 2.

Faktorianalyysi osoitti, että lannoitustasojen väliset erot ovat erittäin merkitseviä. Myös koekenttien väliset erot ovat merkitseviä. Sen sijaan eivät sarkaleveyksien väliset erot osoittautuneet merkitseviksi.

Taulukko 2. Kuolleiden taimien prosenttinen osuus istutustaimista syksyllä 1969.

Table 2. Seedling mortality percentage in the plantations in the fall of 1969.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitus, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1500 | 1000 |
| 30 | 14.3 | 15.7 | 22.1 | 24.6 |
| 20 | 12.6 | 20.3 | 26.0 | 24.9 |
| 10 | 14.7 | 17.8 | 23.6 | 26.0 |
| Keskim. — Average | 13.9 | 17.9 | 23.9 | 25.2 |

Tulos on yhdenmukainen ensimmäisen kasvukauden jälkeen saadun tuloksen kanssa. Toisin sanoen lannoitus aiheuttaa vielä ensimmäisen kasvukauden jälkeenkin taimien kuolemista ja sitä enemmän mitä runsaammasta lannoituksesta on kyse.

Verrattaessa samoilta koekentiltä vuosina 1965 ja 1969 saatuja kuolleisuuslukuja toisiinsa saadaan seuraavan asetelman mukainen tulos.

| | Lannoitus, kg/ha | | | |
|---------------------|------------------|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| Kuolleita taimia, % | | | | |
| 1965 | 4.2 | 8.2 | 15.3 | 20.3 |
| 1969 | 14.3 | 18.0 | 23.8 | 24.8 |

Todetaan, että kuolleisuuden lisääntymisen lannoitustason noustessa ei v. 1969 ole yhtä jyrkkää kuin v. 1965. Tämä merkinnee sitä, että myöhemmässä vaiheessa lannoituksen kuolleisuutta lisäävä vaikutus ei ole yhtä voimakas kuin alussa.

43. Taimien pituus ja pituuskasvu

Luonnontaimien pituus riippuu luonnollisesti ratkaisevasti siitä, kuinka pitkiä ne ovat olleet koekenttiä perustettaessa v. 1965. Istutustaimien pituus sen sijaan riippuu ratkaisevasti istutuksen jälkeisestä kasvusta. Taulukko 3 osoittaa tuloksia.

Taulukko osoittaa, että luonnontaimet ovat huomattavasti pitempiä kuin istutustaimet. Syy on kuitenkin se, että koetta perustettaessa luonnontaimet ovat olleet suurempia kuin istutustaimet. Sekä istutustaimien että luonnontaimien pituus on sitä suu-

Taulukko 3. Taimien pituus syksyllä 1969, cm. Table 3. Height of seedlings in the fall of 1969, cm.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitus, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| Istutustaimet — Plantations | | | | |
| 30 | 33.2 | 44.4 | 44.5 | 48.8 |
| 20 | 35.8 | 44.0 | 46.7 | 49.5 |
| 10 | 43.3 | 52.3 | 54.5 | 58.8 |
| Luonnontaimet — Natural seedlings | | | | |
| 30 | 67.8 | 69.2 | 77.9 | 80.8 |
| 20 | 64.5 | 72.3 | 74.4 | 78.7 |
| 10 | 64.1 | 63.5 | 67.9 | 78.6 |

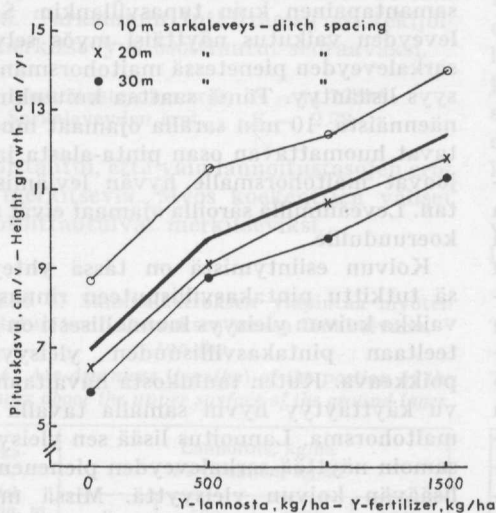
Taulukko 4. Taimien keskimääräinen kasvu vuosina 1968 ja 1969, cm/v.

Table 4. Average annual height growth of seedlings in 1968 and 1969, cm.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitus, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| Istutustaimet — Plantations | | | | |
| 30 | 6.4 | 9.6 | 9.9 | 11.5 |
| 20 | 7.1 | 9.7 | 11.0 | 11.8 |
| 10 | 9.9 | 13.1 | 14.3 | 15.0 |
| Luonnontaimet — Natural seedlings | | | | |
| 30 | 5.4 | 8.0 | 9.8 | 11.0 |
| 20 | 5.7 | 8.4 | 10.4 | 11.8 |
| 10 | 7.5 | 10.1 | 11.5 | 13.0 |

rempi mitä suuremmasta lannoitemäärästä on kyse. Istutustaimien kohdalla näkyy myös selvästi sarkaleveyden vaikutus. Taimet ovat sitä pitempiä, mitä kapeammasta sarasta on kyse. Luonnontaimien kohdalla sarkaleveyden vaikutus ei ole selvä. Syynä tähän on ilmeisesti suuri hajonta.

Liitetaulukosta 4 nähdään eri koekenttien taimien pituuskasvu vuosina 1968 ja 1969. Tässä taulukossa on istutustaimet ja luonnontaimet esitetty yhdessä. Taulukossa 4 esitetään pituuskasvun tulokset erikseen istutustaimien ja luonnontaimien osalta.



Kuva 3. Lannoitustason ja sarkaleveyden vaikutus vuosien 1968 ja 1969 pituuskasvuun. Tuloksissa ovat mukana sekä luonnontaimet että istutustaimet.

Fig. 3. Effect of the intensity of fertilization and ditch spacing on the height growth in 1968 and 1969. The results cover both plantations and natural seedling stands.

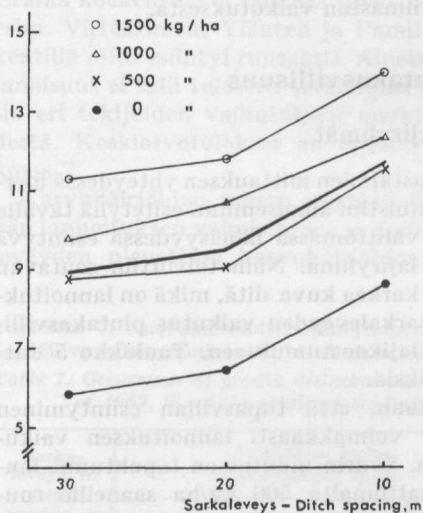
Varianssianalyysi osoitti eri tekijöiden vaikutuksen seuraavanlaisiksi.

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Taimilajien väliset erot | F = 76.07*** |
| Lannoitustasojen väliset erot | F = 231.60*** |
| Sarkaleveyksien väliset erot | F = 123.40*** |

Istutustaimien kasvu on ollut jonkin verran parempi kuin luonnontaimien. Ero ei kuitenkaan ole suuri. Ottaen huomioon iso-varpuisilla rämeillä ja tupasvillarämeillä tavattavan luonnontaimiston yleensä huonon kunnan on loppujen lopuksi yllättävää, että niiden kasvu on lähes yhtä hyvä kuin istutustaimien.

Lannoituksen ja sarkaleveyden erittäin merkitseviä päävaikutuksia analysoitiin edelleen. Niiden yhdysvaikutus ei osoittautunut merkitseväksi, joka tarkoittanee sitä, että lannoituksen vaikutus on samansuuntainen kaikilla sarkaleveyksillä ja toisaalta sarkaleveyden vaikutus on samansuuntainen kaikilla lannoitemääriillä. Lähemmin lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutuksia tutkittaessa saatiin lineaarisen, kvadraattisen ja kubiikkisen komponentin merkitsevyyksiksi seuraavat F-arvot.

| | |
|--------------------------|---------------|
| Lannoitus lineaarinen, | F = 663.50*** |
| » kvadraattinen, | F = 23.50*** |
| » kubiikkinen, | F = 7.90** |
| Sarkaleveys lineaarinen, | F = 221.20*** |
| » kvadraattinen, | F = 26.10*** |



Havaitaan, että sarkaleveyden vaikutus on käyräviivainen; kasvu paranee enemmän siirryttäessä 20 m:n sarkaleveydestä 10 m:n sarkaleveyteen kuin 30 m:n sarkaleveydestä 20 m:n sarkaleveyteen. Tukey'n testin mukaan 20 m:n ja 10 m:n sarkaleveyden keskimääräinen ero on merkitsevä, kun taas 30 m:n ja 20 m:n sarkaleveyksien välinen ero ei ole merkitsevä.

Myös lannoituksen vaikutus on käyräviivainen; ensin tapahtuu voimakas hyppäys siirryttäessä lannoittamattomasta 500 kg/ha saaneille ruuduille. Lannoitustason kohotessa nousu hidastuu. Tukey'n testin mukaan 0-taso eroaa merkitsevästi lannoitetuista ruuduista, mutta myös 500 kg:n ja 1500 kg:n lannoituksen välinen ero on merkitsevä. Suurimman kasvun antaa selvästi 10 m:n sarkaleveys ja 1500 kg:n lannoitus. Kuva 3 valaisee saatua tulosta.

Koekenttien väliset erot ovat merkitseviä. Lähinnä ero on kasvun tasossa, sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus on kaikilla koekentillä hyvin samanlainen (vrt. liitetaulukkoa 4). Yksityiskohtaista analyysiä koekenttien välisistä eroista ei ole suoritettu, mutta näyttää siltä, että pohjoisessa sijaitsevat koekentät (Kuhmo, Eno, Sonkajärvi) ovat antaneet pienempiä kasvulukuja kuin etelässä sijaitsevat (Virrat, Sippola, Uurainen). Poikkeuksia kuitenkin on, joten mitään varmaa ei tässä vaiheessa voida esittää sijaintipaikan tai suurilmaston vaikutuksesta.

44. Pintakasvillisuus

441. Lajiryhmät

Istutustaimien mittauksen yhteydessä merkittiin muistiin aikaisemmin esitetyllä tavalla taimen välittömässä läheisyydessä esiintyvä laji tai lajiryhmä. Näin toivottiin saatavan ainakin karkea kuva siitä, mikä on lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus pintakasvillisuuden lajikoostumukseen. Taulukko 5 esittää tuloksia.

Todetaan, että tupasvillan esiintyminen yleisty voimakkaasti lannoituksen vaikutuksesta. Suurin muutos on tapahtunut lannoittamattomalta 500 kg/ha saaneille ruuduille siirryttäessä. Lannoitemäärän lisääminen ei ainakaan selvästi ole lisännyt tupasvillan yleisyyttä. Sarkaleveyden vaikutus tupasvillan yleisyyteen ei ole selvä, mahdol-

Taulukko 5. Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus eräisiin lajeihin ja lajiryhmiin. Luvut ovat sadanneksia tutkituista tapauksista.

Table 5. The influence of ditch spacing and fertilization on certain species and species groups. The figures are percentages of the number of cases studied.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitus, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| <i>Eriophorum vaginatum</i> | | | | |
| 30 | 11.6 | 30.3 | 42.0 | 38.2 |
| 20 | 15.0 | 34.5 | 38.0 | 40.7 |
| 10 | 6.5 | 26.8 | 26.0 | 27.5 |
| <i>Sphagnum sp.</i> | | | | |
| 30 | 26.6 | 1.1 | 0.7 | 0.3 |
| 20 | 25.6 | 6.8 | 1.6 | 0.6 |
| 10 | 7.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| <i>Chamaenerium angustifolium</i> | | | | |
| 30 | 0.3 | 0.0 | 1.5 | 0.9 |
| 20 | 0.0 | 0.1 | 3.6 | 1.8 |
| 10 | 0.0 | 2.0 | 3.8 | 7.5 |
| Koivu – <i>Birch</i> | | | | |
| 30 | 0.5 | 1.8 | 1.5 | 2.9 |
| 20 | 0.4 | 1.4 | 3.6 | 3.0 |
| 10 | 0.5 | 6.0 | 3.8 | 5.4 |

lisesti kapein sarka on pienentänyt tupasvillan yleisyyttä.

Maitohorsman reagoiti lannoitukseen on samantapainen kuin tupasvillankin. Sarkaleveyden vaikutus näyttäisi myös selvältä, sarkaleveyden pienetessä maitohorsman yleisyys lisääntyy. Tämä saattaa kuitenkin olla näennäistä; 10 m:n saralla ojamaat muodostavat huomattavan osan pinta-alasta ja tarjoavat maitohorsmalle hyvän leviämisalustan. Leveämmillä saroilla ojamaat eivät ulotu koeruuduille.

Koivun esiintymistä on tässä yhteydessä tutkittu pintakasvillisuuteen rinnastaen, vaikka koivun yleisyys luonnollisesti on luonteeltaan pintakasvillisuuden yleisyydestä poikkeava. Kuten taulukosta havaitaan koivu käyttäytyy hyvin samalla tavalla kuin maitohorsma. Lannoitus lisää sen yleisyyttä, samoin näyttää sarkaleveyden pieneminen lisäävän koivun yleisyyttä. Missä määrin sarkaleveyden vaikutus jälleen on näennäistä, lähinnä ojamaiden osuutta, jää tässä yhteydessä selvittämättä.

Rahkasammalien yleisyys pienenee voi-

makkaasti lannoituksen vaikutuksesta, ja ilmeiseltä vielä näyttää, että pieneminen on sitä voimakkaampaa mitä suurempia lannoitemääriä on käytetty. Myös sarkaleveyden vaikutus näyttää ilmeiseltä. Jo lannoitamattomilla 10 m:n sarkaleveyden ruuduilla rahkasammalien osuus on pienentynyt ja lannoitetuilla 10 m:n sarkaleveyden ruuduilta rahkasammalet lähes tyystin puuttivat. Ojamaiden vaikutus on jälleen ilmeinen.

Muissa lajiryhmissä kuten »muut saramaiset kasvit» ja »nevavarvut» ei todettu minikäänlaisia lannoituksen tai sarkaleveyden vaikutuksia.

Saadut tulokset ovat yhtäpitäviä aikaisemmin esitettyjen tietojen kanssa (esim. MALMSTRÖM 1952, HOLMEN 1964, REINIKAINEN 1965, PÄIVÄNEN ja SEPPÄLÄ 1968).

442. Kenttäkerroksen massa

Kenttäkerroksen massaa kuvaamaan käytetään sammalkerroksen ylätasosta katkaistun kenttäkerroksen huonekuivaa painoa hehtaaria kohden laskettuna. Keskimääräiset tulokset selviävät seuraavasta taulukosta.

Taulukosta todetaan, että lannoitus on lisännyt kenttäkerroksen massaa ja kaikesta päättäen sitä enemmän, mitä enemmän lannoitetta on käytetty. Sen sijaan sarkaleveyden vaikutus ei ole selvä. Tähän saattaa olla syynä jälleen ojamaiden suuri osuus 10 m:n saralla. Tarkemmin tutkittaessa eri tekijöiden merkitsevyys osoittautui seuraavaksi.

Lannoitustasojen erot, $F = 11.77^{***}$
Sarkaleveyden erot, $F = 2.73$

Osoittautui, että vain lannoitustasojen erot ovat merkitseviä. Myös koekenttien väliset erot osoittautuivat merkitseviksi.

Taulukko 6. Sammalkerroksen yläpintaa myöten poistetun kenttäkerroksen massa ilmakuivana, ton./ha.

Table 6. Air-dry mass (tons/ha) of the portion of the field layer above the upper surface of the ground layer.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitus, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| 30 | 2.58 | 3.97 | 4.05 | 5.34 |
| 20 | 2.89 | 5.02 | 4.74 | 5.43 |
| 10 | 3.04 | 4.18 | 3.89 | 4.01 |

Lannoituksen vaikutusta edelleen analysoitaessa saatiin seuraava tulos.

Lineaarinen, $F = 23.34^{***}$
Kvadraattinen, $F = 2.56$
Kubiikkinen, $F = 5.39^*$

Lannoituksen vaikutus kenttäkerroksen massan lisääntymiseen näyttäisi testin mukaan olevan suoraviivainen. Kubiikkisen komponentin lievä merkitsevyys tarkoittaa sitä, että kapeimmalla saralla ojamaiden peittävä vaikutus on pienentänyt kasvillisuuden massaa.

Tulos on lannoitusvaikutuksen osalta sama kuin aikaisemmissakin tätä asiaa koskevissa tutkimuksissa (esim. PÄIVÄNEN ja SEPPÄLÄ 1968).

45. Kasvuhäiriöiden ja tuhojen esiintyminen

Istutustaimien mittauksen yhteydessä tehtiin havaintoja myös mahdollisista kasvuhäiriöistä. Tavallisin kasvuhäiriö tutkituissa tapauksissa oli sellainen, että pituuskasvun päätyttyä se alkoi myöhemmin kesällä uudesta. Toinen joltisenkin yleinen kasvuhäiriö oli monilatvaisuus.

Yleisesti ottaen koekenttien erot olivat kasvuhäiriöiden suhteen erittäin suuria. Erällä koekentillä ei tällaisia tavattu, mutta esim. Virtasalmen, Yläneen ja Pamilon koekentillä niitä esiintyi runsaasti. Aineiston hajanaisuus ei salli tulosten tarkempaa analyysiä eri tekijöiden vaikutuksen merkitsevyydestä. Keskiarvotulokset on esitetty taulukossa 7.

Kasvuhäiriöiden määrä näyttää lisääntyvän lannoituksen voimistuessa ja myös sarkaleveyden pienessä kasvuhäiriöiden määrä

Taulukko 7. Kasvuhäiriöiden esiintyminen vuoden 1969 vuosikasvaimissa, % tutkituista taimista.

Table 7. Occurrence of growth disturbances in shoots of 1969, % of the seedlings studied.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitus, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|-----|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| 30 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 |
| 20 | 0.3 | 0.3 | 1.6 | 1.5 |
| 10 | 0.2 | 1.1 | 0.6 | 2.0 |

saattaa lisääntyä, viimemainittu ei kuitenkaan ole selvä.

Yleensä on todettu, että virheellinen ravinnesuhde, esim. väärä N/P-suhde aiheuttaa silmujen puhkeamista jo syyskesällä ja samalla paleltumista talven tultua. Typen ylimäärät puolestaan aiheuttavat helposti monilativaisuutta (vrt. HUIKARI ja PAARLAHTI 1968). Kun tutkimuksen kohteena olevilla koekentillä on käytetty seoslannoitetta, on tuskin kyse vääristä ravinnesuhteista. Ilmei-

sesti siis myös pelkkä yllannoitus saa aikaan kasvuhäiriöitä männynllä.

Esiintyneistä tuhoista voidaan mainita ruskea mäntypistiäinen (*Diprion sertifer*), ytimennävertäjä (*Blastophagus*), männynveroruoste (*Melampsora pinitorqua*), pihkakääriäinen (*Evetria resinella*) ja kirvat sekä myyrät. Yleensä tuhot olivat hajanaisia. Tuhojen esiintyminen ei tämän aineiston valossa näyttänyt korreloivan enempää lannoituksen kuin sarkaleveydenkään kanssa.

5. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on esitelty laajan koekentäsarjan antamia ensimmäisiä tuloksia. Koe on tarkoitettu kestämään 15—20 vuotta. Nyt käsitellään osaksi ensimmäisen ja pääosaltaan viiden kasvukauden antamia tuloksia. Tässä yhteydessä on suoritettu mittauksia vain osalta koekenttiä. Työtä on siis pidettävä väliraporttina.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää lannoituksen ja kuivatuksen optimiyhdistelmä mäntytaimien kasvatuksessa karuilla rämeillä. Samalla on selvitetty lannoituksen ja kuivatuksen vaikutusta istutustaimien kuolleisuuteen, taimissa esiintyviin kasvuhäiriöihin ja pintakasvillisuuteen sekä lannoituksen vaikutusta maan ravinnepitoisuuteen.

Pituuskasvu oli sitä suurempi mitä tehokkaampaa kuivatusta ja voimakkaampaa lannoitusta käytettiin; parhaaksi kombinaa-

tioksi osoittautui 10 m:n sarkaleveys ja Y-lannoslisäys 1500 kg/ha. Samalla todettiin kuitenkin istutustaimien kuolleisuuden selvä lisääntyminen lannoitemäärien suuretessa. Myös pintakasvillisuuden massa lisääntyi voimakkaasti lannoituksen mukana, samoin kasvuhäiriöiden esiintyminen. Monien pintakasvillisuuden lajiryhmien reagoiti kuivatuksen ja lannoituksen oli selvä. Maan ravinnepitoisuudessa todettiin lannoituksen kanssa rinnakkaisia, joskin suhteellisen pieniä muutoksia.

Koekentillä pyritään myös vertaamaan luonnontaimien ja istutustaimien kasvua toisiinsa. Kokeen tässä vaiheessa ei tästä vertailusta vielä ole sanottavia tuloksia esitettävissä. Istutustaimet olivat tosin kasvaneet vähän paremmin, ero oli kuitenkin pieni.

6. TULOSTEN TULKINTAA

Tulokset osoittivat, että pituuskasvu oli suurin 10 m:n sarkaleveydellä, lisäksi kasvun lisäys siirryttäessä 20 m:n saralla 10 m:n saralle oli suurempi kuin 30 m:n saralla 20 m:n saralle siirryttäessä. Tämä osoittaa, että optimikuivatusta ei ilmeisesti ole saavutettu vielä 10 m:n sarallakaan. Tähän viittaavat myös ne teoreettiset tutkimukset, joita on suoritettu Yliopiston suometsätieteen laitoksella. Heikosti maatuneella rakkaturpeella,

jollaista koekenttien turve on, teoreettinen optimikuivatus saavutetaan ehkä vasta 4—6 m:n saralla, jos ojasyvyys on kokeessa käytetty 80 cm. Toisaalta on syytä todeta, että käytetty koejärjestely todennäköisesti liioittelee sarkaleveyden vaikutusta; 20 m:n ja 30 m:n saroilla koeruudut ovat saran keskellä ja 10 m:n saralla ne ulottuvat ojasta ojaan.

Lannoituksen osalta todettiin, että voi-

makkain lannoitus, 1500 kg/ha suo-Y-lannosta (N 14 %, P₂O₅ 18 %, K₂O 10 %) antoi parhaan pituuskasvun. Suurin kasvun lisäys lannoituksen vaikutuksesta todettiin kuitenkin lannoitemäärällä 500 kg/ha. Vaikka on siis todettava, että lannoituksen optimi-vaikutusta ei tässä kokeessa vielä saavutettu, viittaavat tulokset siihen, että lannoitemääriä lisäämällä ei enää sanottavasti kasvua voitane lisätä.

Kokeen yritys löytää kuivatuksen ja lannoituksen optimikombinaatio ei siis näytä onnistuneen. Lisäämällä lannoitusta ja tehostamalla kuivatusta olisi ilmeisesti mahdollisuus vielä lisätä kasvua. Toisaalta sekä lannoituksen että kuivatuksen tehokkuus on jo nyt sellaista astetta, että niitä tuskin on mahdollista käyttää käytännön töissä.

Kuivatuksen ja ravinnetaseen optimoinnissa on tässä kokeessa kaikesta päättäen saavutettu varsin korkea aste. Kuitenkin ensimmäisen viiden vuoden tulokset taimien kasvun suhteen ovat vain keskinkertaiset. Vertailu moniin muihin julkaistuihin turve- mailla saavutettuihin taimien pituuskasvulukuihin osoittaa, että tämän koekentän taimien pituuskasvu on vain kolmasosa parhaista saavutetuista (vrt. esim. HEIKURAINEN ja OUNI 1970). Mikä on syynä tähän? Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan vain arvailla vastausta. Ilmeisesti karujen rämeiden turpeen fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia ei voida parantaa tavanomaisilla kuivatus- ja lannoitusmenetelmillä kovinkaan paljon. Ajatus voidaan myös lausua seuraavasti: suon alkuperäisen viljavuuden vaikutusta ei voida eliminoida tavanomaisin lannoitus- ja kuivatusmenetelmin.

Tutkimus osoitti, että suurilla lannoitemäärillä on myös negatiivisia vaikutuksia

puiden kasvuun. Voimakkaasti rehevöitynyt pintakasvillisuus merkitsee kilpailutekijänä paljon. Pintaturpeen ravinneanalyysit myös viittaavat siihen, että annetuista ravinteista on huomattava osa tullut pintakasvillisuuden käyttöön, kuten eräissä julkaisuissa jo aikaisemmin on osoitettu (vrt. esim. PÄIVÄNEN 1970).

Istutustaimien kuolleisuuden lisääntyminen, samoin kasvuhäiriöiden lisääntyminen lannoituksen voimistuessa, kertovat voimakkaan lannoituksen haittavaikutuksista. On oletettavissa, että nämä ilmiöt sekä pintakasvillisuuden rehevöityminen merkitsevät myös kasvun pienemistä ei vain istutustaimilla vaan myös luonnontaimilla. Ilmeisesti tällaiset lannoituksen haittavaikutukset osaltaan ovat aiheuttaneet sen, että kasvun lisääntyminen lannoituksen voimistuessa on jäänyt suhteellisen vähäiseksi.

Istutustaimien kuolleisuuden lisääntyminen lannoituksen voimistuessa on tullut erittäin vakuuttavasti esille tässä tutkimuksessa kuten useissa muissakin (vrt. HEIKURAINEN ym. 1966). Siitä huolimatta, että toisen kasvukauden alussa taimistot on täydennetty, kohosi kuolleisuus viiden kasvukauden jälkeen yli 25 %, jopa erällä koekentillä lähelle 45 %. Tämä tulos on vakuuttava osoitus siitä, että hajalannoitus istutuksen yhteydessä ei ole suositeltavaa.

Lopuksi on syytä muistuttaa, että tulokset koskevat vielä nuoria taimistoja. Tämä seikka saattaa osaltaan selittää saavutetun pituuskasvun suhteellista pienuutta. Tulevissa koekenttien inventoinneissa saadaan selvyys siihen, onko kyseessä vain taimistojen alkuvaikeudet vai pysyvä kasvuolosuhteiden heikkous huolimatta tehokkaasta kuivatuksesta ja voimakkaasta lannoituksesta.

KIRJALLISUUTTA

- FERDA, J. 1966. Vliv vyse hladiny podzemni vody na vzrust a vyvoj lesnich drevin. Summary: Influence of ground-water level on the growth and development of tree species. Lesn. Cas. 12, 943—956.
- HEIKURAINEN, L. 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. WSOY, Porvoo—Helsinki
- » — 1967. On the possibilities of optimum drainage in peat lands. XIV IUFRO-Kongress, Section 23, 264—277.
- » — ja OUNI, J. 1970. Turvemaiden taimistojen pituuskasvusta. Summary: On the height growth of seedling stands growing on peatland. *Silva Fennica* 4, 119—141.
- » —, PÄIVÄNEN, J. ja SEPPÄLÄ, K. 1966. Kocetuloisia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. Summary: Some results of pine seeding and planting on drained peat soils. *Silva Fennica* 119.2.
- HOLMEN, H. 1964. Forest ecological studies on drained peat land in the province of Uppland, Sweden, parts I—III. *Studia For. Suec.* 16.
- HUIKARI, O. ja PAARLAHTI, K. 1968. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce and birch. *Comm. Inst. For. Fenn.* 64.1.
- MALMSTRÖM, C. 1952. Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. *Comm. Inst. For. Fenn.* 40.17.
- MESHECHOK, B. 1968. Om startgödsling ved skogkultur på myr. Summary: Initial fertilization when afforesting open swamps. *Medd. Norsk. Skogforsöksv.* 87.
- NIKANDER, T. 1969. Sarkaleveys- ja lannoituskokeita rämetaimistoissa Lounais-Suomessa. Konekirjoite Helsingin yliopiston suomensäätieteen laitoksella.
- PÄIVÄNEN, J. 1970. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuden kenttäkerrokseen. Summary: On the influence of broadcast fertilization on the field layer of the vegetation of open low sedge bog. *Suo* 21, 18—24.
- PÄIVÄNEN, J. ja SEPPÄLÄ, K. 1968. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuteen. Summary: Effect of broadcast fertilizer on the ground vegetation of a low sedge swamp. *Suo* 19, 51—56.
- REINIKAINEN, A. 1965. Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungs-Versuchsfeld des Moores Kivisuo, Kirchsp. Leivonmäki, Mittelfinnland. *Comm. Inst. For. Fenn.* 59.5.
- RUSSELL, E. W. 1961. Soil conditions and plant growth. 9th ed. Longmans, London.
- VAHTERA, E. 1956. Metsänkasvatusta varten ojitettujen soiden ravinnepitoisuuksista. Referat: Über die Nährstoffgehalte der für Walderziehung entwässerten Moore. *Comm. Inst. For. Fenn.* 45.4.
- VEIJOLA, P. 1969. Sarkaleveys- ja lannoituskokeita rämetaimistoissa Pohjois-Pohjanmaalla. Konekirjoite Helsingin yliopiston suomensäätieteen laitoksella.
- » — 1970. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen mäntylaimistoon ja pintakasvillisuuteen. Konekirjoite Helsingin yliopiston suomensäätieteen laitoksella.

6. TULOSTEN TULKINTAA

Tulokset osoittavat, että pituuskasvu oli suurin 10 m:n sarkaleveydellä, lisäksi kasvun laatu parhaimmillaan 20 m:n saralla 10 m:n sarkaleveydellä ja 30 m:n saralla 20 m:n sarkaleveydellä. Tulokset osoittavat, että pituuskasvu oli suurin 10 m:n sarkaleveydellä, lisäksi kasvun laatu parhaimmillaan 20 m:n saralla 10 m:n sarkaleveydellä ja 30 m:n saralla 20 m:n sarkaleveydellä.

Joillakin kokeilla on havaittu, että kasvun laatu on parhaimmillaan 20 m:n sarkaleveydellä ja 30 m:n saralla 20 m:n sarkaleveydellä. Tulokset osoittavat, että pituuskasvu oli suurin 10 m:n sarkaleveydellä, lisäksi kasvun laatu parhaimmillaan 20 m:n saralla 10 m:n sarkaleveydellä ja 30 m:n saralla 20 m:n sarkaleveydellä.

Lähes kaikki kokeet osoittavat, että kasvun laatu on parhaimmillaan 20 m:n sarkaleveydellä ja 30 m:n saralla 20 m:n sarkaleveydellä.

SUMMARY

EFFECT OF FERTILIZATION AND DITCH SPACING ON
REGENERATION AND SEEDLING GROWTH IN PINE SWAMPS

In 1965 and 1966 a total of 25 experiments were laid out in various parts of Finland in order to find out the effect of simultaneous variation in the intensity of drainage and fertilization on the development of plantations and natural seedling stands of pine growing on pine swamps. The fertilizer used was »Y fertilizer for peat soils» — a fertilizer mixture containing 14 % N, 18 % P₂O₅ and 10 % K₂O — and it was applied in rates of 500, 1000 and 1500 kg/ha. The ditch spacings studied were 10, 20 and 30 m. Fig. 1 (p. 5) shows the geographical location of the experiments, and Fig. 2 (p. 5) illustrates their layout.

Among the experiments established in 1965 sixteen were studied in the period of October–November of the same year in order to ascertain seedling survival and the influence of fertilization and ditch spacing on this phenomenon. The results obtained from this study have been published earlier (HERKURAINEN et al. 1966). In the fall of 1969 following things were recorded in ten of the experimental areas: height and height growth of the seedling stands, growth disturbances in the seedling stands, species group composition and mass of the ground vegetation as well as nutrient content of the peat.

The present paper is a preliminary report on a study of long duration; the experiments will be kept under observation for a total of 15–20 years.

In the plantations seedling mortality was found to be the higher after the first growing season, the larger the quantity of fertilizer that had been applied; this can be seen from the following table:

| Rate of fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------|------|------|------|
| 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| Seedling mortality, % | | | |
| 5.2 | 10.1 | 16.2 | 21.5 |

Ditch spacing, on the other hand, showed no clear influence on seedling mortality.

In the following spring the seedling stands of the study were beaten up. Table 2 (p. 8) shows the results of an investigation into the seedling mortality in 1969. Differences between various fertilization intensities were highly significant, whereas ditch spacing showed no influence on seedling mortality. Thus it may be concluded that fertilizer

application causes an increase in seedling mortality even after the first growing season following application, although this increase is not as clear as during the first summer.

Table 3 (p. 8) shows the height of the plantations and the natural seedlings at the end of the fifth growing season after the experiments had been established. It can be seen from the table that the natural seedlings are considerably taller than those of the plantations. The former, however, were taller than the latter already when the experiments were set up. For both categories of seedlings it can be seen that the height is the greater, the larger the quantity of fertilizer that has been applied. For the plantations it can also be seen that ditch spacing has been of some influence.

Table 4 (p. 9) shows the growth of the seedlings. It was established by means of analysis of variance that the category of seedlings in question, the intensity of fertilization and the ditch spacing to a highly significant degree affect seedling growth. The seedlings of the plantations were superior in growth to the natural ones, although the difference was not great. Detailed statistical analysis showed that the effect of fertilization takes the shape of a curve: the greatest increase in growth in comparison with the zero plots was established for the plots treated with 500 kg/ha, and application of larger quantities of fertilizer did not increase growth in the same proportion. The influence of ditch spacing, too, takes the shape of a curve. The greatest difference in growth was established between 20 m and 10 m ditch spacing. Fig. 3 illustrates the results obtained.

Fertilization did also greatly affect the occurrence of various species groups in the ground vegetation. This is shown by Table 5 (p. 10). *Eriophorum vaginatum* and *Chamaenerium angustifolium* strongly increased after fertilizer application. The influence of the ditch spacing is not clearly discernible because of the relatively great influence of the ditch spoil in places where the distance between ditches is only 10 m. The occurrence of *Sphagnum* mosses decreases in consequence of fertilization, and here, too, the changes taking place in the 10 m strips must be attributed to the ditch spoil.

In connection with the study of ground vegetation the appearance of birch into the experimental plots

was also observed. Before the experiments were laid out birch was completely absent in the areas in question. The results obtained show that birch has appeared to the greater an extent, the higher the degree of fertilization intensity that has been employed. Moreover, it seems that birch is more abundant in areas with a narrow ditch spacing than in those with a greater distance between the ditches.

Table 6 (p. 11) shows the mass of the portion of the field layer reaching above the upper surface of the ground layer in plots with different ditch spacing and fertilizer treatment. Fertilization has increased the mass of the plants of the field layer. A more detailed statistical analysis showed that the increase in the mass of the field layer with increasing intensity of fertilization takes the shape of a straight line. The influence of ditch spacing, on the other hand, showed no statistical significance.

The occurrence of growth disturbances in plots treated with different quantities of fertilizer and laid out in areas with different ditch spacing is shown in Table 7 (p. 11). The occurrence of growth disturbances is the greater, the more fertilizer has been applied, and it also seems that the frequency of growth disturbances is the greater, the narrower the ditch spacing, although this is not clearly shown by the results.

As can be seen from Table 1 (p. 7), the nutrient content of the topmost peat layer increases the more, the larger the quantity of fertilizer that has been applied. Differences are small, however, and dispersion relatively great. It is only for phosphorus

that the difference between the plots that have been treated with 1500 kg/ha and the controls is statistically significant.

From the viewpoint of seedling growth the best results were obtained with the greatest intensity of fertilization and the narrowest ditch spacing used in the study. The greatest intensity of fertilization (1500 kg/ha of Y fertilizer for peat soils) and of ditch spacing (10 m between ditches measuring 80 cm in depth) employed in the present connection, however, did not lead to optimum nutrient balance and optimum drainage. On the other hand, it was established that fertilization in particular brings about changes in the ecosystem that arrest normal seedling development: seedling mortality, competition from the ground vegetation and the occurrence of growth disturbances are increased.

The results also show that strong fertilization and a high degree of drainage intensity are not capable of bringing about any particularly good growth on peatlands which originally are relatively poor in nutrients (cf. Table 1). The growth values now obtained equal only one third of those obtained on peat soils of greater fertility. It ought to be kept in mind, however, that the data presented here concern only the initial development of the seedlings, and this might at least partly explain the relatively small values obtained for the height growth in the present connection. Measurements to be carried out in the future will show whether the question is about initial difficulties or constant poorness of conditions despite efficient drainage and strong fertilization.

Study of long duration the experiments were carried out under observation for a total of 15-20 years. In the present study mortality was found to be the higher after the first growing season, the larger the quantity of fertilizer that had been applied. This can be seen from the following table:

| Rate of fertilization, kg/ha | Seedling mortality, % |
|------------------------------|-----------------------|
| 0 | 8.2 |
| 500 | 10.1 |
| 1000 | 10.2 |
| 1500 | 21.5 |

Ditch spacing on the other hand showed no clear influence on seedling mortality.

In the following spring the seedling stands in the study were broken up. Table 2 (p. 8) shows the results of an investigation into the seedling mortality in 1968. Differences between various fertilization intensities were highly significant, whereas ditch spacing showed no influence on seedling mortality. Thus it may be concluded that fertilizer

plots treated with 500 kg/ha and application of larger quantities of fertilizer did not increase growth in the same proportion. The influence of ditch spacing, too, takes the shape of a curve. The greatest distance in growth was established between 30 m and 10 m ditch spacing. For 500 kg/ha the results are:

| Ditch spacing, m | Growth, kg/ha |
|------------------|---------------|
| 30 | 1.2 |
| 20 | 1.5 |
| 10 | 1.8 |

Fertilization did also greatly affect the occurrence of various species groups in the ground vegetation. This is shown by Table 3 (p. 10). *Erpophorum angustifolium* and *Chamaecrista angustifolium* strongly increased after fertilizer application. The influence of the ditch spacing is not clearly discernible because of the relatively great influence of the ditch spacing in places where the distance between ditches is only 10 m. The occurrence of *Sphagnum* masses decreases in consequence of fertilization, and here, too, the changes taking place in the 10 m strips must be attributed to the ditch spacing.

In connection with the study of ground vegetation the appearance of birch into the experimental plots

Liitetaulukko 1. Koekenttien eräitä tietoja. — Appendix 1. General data on the experimental areas.

| Koekentän n:o ja sijainti <i>No. and location of exp. area</i> | Yhtiö ja yhteisö <i>Land owner</i> | Suotyypä <i>Site type</i> | Puusto ennen koetta, m ² /ha <i>Growing stock prior to exper- iment, m²/ha</i> | Ojitus <i>Year of draining</i> | Istutus <i>Year of planting</i> | Lan- noitus <i>Year of fertil- ization</i> | Inven- toitu <i>Year of meas- urement</i> | |
|--|---------------------------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|---|------|
| | | | | | | | 1965 | 1969 |
| 1. Yläne | A. Ahlström Oy | TR, rahk. | 15 | 1964 | 1965 | 1965 | x | x |
| 2. Loppi | Kymin Oy | IR | 50 | 1963, 1965 | 1966 | 1966 | | |
| 3. Jommala ¹ | Ålands Landskapstyrelsen | IR | 50 | 1966 | 1966 | 1966 | | |
| 4. Sippola | Kymin Oy | TR | 20 | 1965 | 1966 | 1966 | | x |
| 5. Hammarland | Ålands Landskapstyrelsen | IR | 10 | 1965 | 1966 | 1966 | | |
| 6. Orivesi | Yhtyneet Paperitehtaat Oy | TR | 40 | 1961, 1964 | 1965 | 1965 | x | |
| 7. Savitaipale | Oy Kaukas Ab | IR | 50 | 1945, 1965 | 1965 | 1966 | | |
| 8. Virrat | G. A. Serlachius Oy | ITR | 100 | 1963, 1964 | 1965 | 1965 | x | x |
| 9. Multia | Rauma-Repola Oy | TR | 10 | 1965 | 1965 | 1965 | x | x |
| 10. Virtasalmi | Enso-Gutzeit Oy | TR | 10 | 1964 | 1965 | 1965 | x | x |
| 11. Eno | Oy Kaukas Ab | ITR | 30 | 1965 | 1965 | 1965 | x | x |
| 12. Uurainen | Metsäliiton Selluloosa Oy | ITR | 60 | 1958, 1964 | 1965 | 1965 | x | x |
| 13. Viitasaari | Metsäliiton Selluloosa Oy | TR, rahk. | 15 | 1959, 1964 | 1965 | 1965 | x | |
| 14. Eno | Enso-Gutzeit Oy | ITR | 30 | 1965 | 1965 | 1965 | x | x |
| 16. Sonkajärvi | A. Ahlström Oy | TR | 5 | 1963, 1965 | 1965 | 1965 | x | x |
| 17. Lestijärvi | W. Rosenlew & Co Oy | IR | 20 | 1963, 1965 | 1966 | 1966 | | |
| 18. Kuhmo | Kajaani Oy | TR | 20 | 1965 | 1965 | 1965 | x | x |
| 19. Paltamo | Kajaani Oy | ITR | 5 | 1965 | 1965 | 1965 | x | |
| 20. Pyhäjoki | Oulu Oy | VaIR | 10 | 1963, 1965 | 1965 | 1965 | x | |
| 21. Suomussalmi | Kajaani Oy | IR-LkR | 15 | 1962, 1965 | 1965 | 1965 | x | |
| 22. Muhos | Oulu Oy | TR | 25 | 1965 | 1965 | 1965 | x | |
| 23. Pudasjärvi | Oulu Oy | ITR | 10 | 1963, 1965 | 1965 | 1965 | x | |
| 24. Rovaniemi | Kemi Oy | IR-LkR | 20 | 1963, 1965 | 1966 | 1966 | | |
| 25. Pello | Kemi Oy | VaIR | 10 | 1965 | 1966 | 1966 | | |
| 26. Ranua | Kemi Oy | IR-PSR | 30 | 1966 | 1966 | 1966 | | |

¹ Ei sarkaleveystoistoja. — No replications for ditch spacing.

Liitetaulukko 2. Tietoja koekenttien pintatarpeesta. — Appendix 2. Data on topmost peat layer in the experimental areas

| Koekentän n:o ja sijainti <i>No. and location of exp. area</i> | Pintaturpeen (0–20 cm) ravinnepitoisuus, % kuiva-aineesta <i>Nutrient contents (% of dry-weight) of the topmost (0–20 cm) peat layer</i> | | | | | |
|--|---|--------------|------|------------------|-------------------------------|-------|
| | pH | Tuhka Ash | N | K ₂ O | P ₂ O ₅ | CaO |
| 1. Yläne | 3.22 | 2.4 | 0.87 | 0.067 | 0.059 | 0.249 |
| 4. Sippola | 3.30 | 2.7 | 0.94 | 0.049 | 0.064 | 0.387 |
| 8. Virrat | 3.81 | 3.6 | 1.16 | 0.072 | 0.080 | 0.342 |
| 9. Multia | 3.25 | 2.5 | 0.93 | 0.050 | 0.059 | 0.411 |
| 10. Virtasalmi | 3.34 | 2.0 | 0.77 | 0.086 | 0.070 | 0.250 |
| 11. Eno | 3.98 | 4.1 | 1.26 | 0.048 | 0.069 | 0.427 |
| 12. Uurainen | 3.70 | 4.4 | 0.89 | 0.045 | 0.048 | 0.216 |
| 14. Eno | 3.85 | 2.9 | 0.95 | 0.078 | 0.069 | 0.376 |
| 16. Sonkajärvi | 3.18 | 2.0 | 0.78 | 0.075 | 0.064 | 0.301 |
| 18. Kuhmo | 3.05 | 1.8 | 0.86 | 0.045 | 0.048 | 0.336 |

Liitetaulukko 3. Istutustaimien kuolleisuus v. 1969, % taimista.
Appendix 3. Seedling mortality in 1969, %.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitemäärä, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | | Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitemäärä, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|------------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 | | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| | 1. Yläne | | | | | 11. Eno | | | |
| 30 | 8.2 | 11.2 | 13.3 | 14.3 | 30 | 15.3 | 11.3 | 21.5 | 31.7 |
| 20 | 5.1 | 7.2 | 14.3 | 8.3 | 20 | 17.4 | 30.6 | 31.7 | 30.7 |
| 10 | 11.2 | 23.5 | 12.4 | 16.3 | 10 | 9.2 | 14.3 | 21.4 | 18.4 |
| | 4. Sippola | | | | | 12. Uurainen | | | |
| 30 | 19.4 | 10.2 | 20.4 | 23.5 | 30 | 7.1 | 3.1 | 9.2 | 5.1 |
| 20 | 20.4 | 15.3 | 28.6 | 18.4 | 20 | 5.1 | 8.2 | 11.2 | 14.3 |
| 10 | 14.3 | 15.3 | 18.4 | 23.5 | 10 | 9.2 | 12.3 | 10.2 | 8.2 |
| | 8. Virrat | | | | | 14. Eno | | | |
| 30 | 6.2 | 19.4 | 32.7 | 46.0 | 30 | 22.4 | 31.7 | 21.4 | 36.8 |
| 20 | 4.1 | 22.5 | 42.9 | 38.8 | 20 | 27.6 | 37.8 | 35.8 | 35.8 |
| 10 | 6.1 | 20.4 | 34.7 | 36.7 | 10 | 15.3 | 23.5 | 29.6 | 44.9 |
| | 9. Multia | | | | | 16. Sonkajärvi | | | |
| 30 | 6.1 | 8.2 | 18.4 | 32.7 | 30 | 24.5 | 19.4 | 26.5 | 23.5 |
| 20 | 9.2 | 12.3 | 31.7 | 25.5 | 20 | 12.3 | 28.6 | 29.6 | 24.5 |
| 10 | 9.2 | 12.2 | 21.4 | 31.7 | 10 | 27.6 | 18.4 | 20.4 | 24.5 |
| | 10. Virtasalmi | | | | | 18. Kuhmo | | | |
| 30 | 11.2 | 13.3 | 17.4 | 10.2 | 30 | 22.5 | 29.6 | 40.9 | 22.5 |
| 20 | 6.1 | 12.3 | 11.3 | 20.4 | 20 | 19.4 | 28.6 | 23.5 | 32.7 |
| 10 | 11.2 | 15.3 | 22.5 | 15.3 | 10 | 27.6 | 23.5 | 44.9 | 40.9 |

Liitetaulukko 2. Tietojä kosken vedenlaatusta. — Appendix 2. Data on temporal feed level in the experimental areas.

| CaO | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | Tilavuus Vol. | pH | Kosteus % of fresh mass |
|-------|-------------------------------|------------------|------|------------------|------|----------------------------|
| | | | | | | |
| 0.240 | 0.050 | 0.067 | 0.87 | 2.1 | 2.22 | 1. Yläne |
| 0.287 | 0.054 | 0.049 | 0.94 | 2.7 | 2.30 | 4. Sippola |
| 0.242 | 0.089 | 0.072 | 1.16 | 2.5 | 2.81 | 8. Virrat |
| 0.411 | 0.038 | 0.050 | 0.92 | 2.5 | 2.25 | 9. Multia |
| 0.250 | 0.070 | 0.080 | 0.77 | 2.0 | 2.24 | 10. Virtasalmi |
| 0.127 | 0.089 | 0.042 | 1.20 | 4.1 | 2.98 | 11. Eno |
| 0.210 | 0.048 | 0.042 | 0.80 | 4.1 | 2.70 | 12. Uurainen |
| 0.278 | 0.080 | 0.078 | 0.95 | 2.9 | 2.85 | 14. Eno |
| 0.201 | 0.084 | 0.072 | 0.78 | 2.0 | 2.18 | 16. Sonkajärvi |
| 0.228 | 0.048 | 0.048 | 0.86 | 1.8 | 2.05 | 18. Kuhmo |

Liitetaulukko 4. Taimien pituuskasvu vuosina 1968 ja 1969, cm/v.

Appendix 4. Annual height growth of seedlings in 1968 and 1969, cm.

| Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitemäärä, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | | Sarkaleveys, m Ditch spacing, m | Lannoitemäärä, kg/ha Fertilization, kg/ha | | | |
|------------------------------------|--|------|------|------|------------------------------------|--|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 | | 0 | 500 | 1000 | 1500 |
| | 1. Yläne | | | | | 11. Eno | | | |
| 30 | 5.1 | 8.0 | 10.6 | 10.9 | 30 | 5.7 | 7.2 | 7.4 | 8.2 |
| 20 | 6.4 | 8.2 | 12.1 | 16.4 | 20 | 6.4 | 6.6 | 7.4 | 7.7 |
| 10 | 10.2 | 12.2 | 12.4 | 13.3 | 10 | 7.1 | 8.6 | 9.5 | 10.5 |
| | 4. Sippola | | | | | 12. Uurainen | | | |
| 30 | 5.3 | 10.7 | 9.4 | 16.9 | 30 | 4.3 | 8.0 | 7.2 | 10.4 |
| 20 | 6.2 | 12.5 | 12.2 | 15.7 | 20 | 5.2 | 6.0 | 8.5 | 9.9 |
| 10 | 10.1 | 13.9 | 14.1 | 16.6 | 10 | 10.5 | 13.1 | 14.3 | 15.2 |
| | 8. Virrat | | | | | 14. Eno | | | |
| 30 | 7.7 | 7.3 | 9.3 | 10.2 | 30 | 10.3 | 13.3 | 13.3 | 14.1 |
| 20 | 10.8 | 11.6 | 11.2 | 13.2 | 20 | 8.8 | 12.8 | 15.2 | 14.4 |
| 10 | 9.2 | 14.1 | 15.7 | 18.0 | 10 | 11.4 | 14.1 | 14.8 | 15.9 |
| | 9. Multia | | | | | 16. Sonkajärvi | | | |
| 30 | 4.4 | 6.9 | 8.7 | 8.7 | 30 | 6.1 | 9.2 | 12.1 | 13.0 |
| 20 | 4.4 | 6.3 | 8.0 | 8.4 | 20 | 6.9 | 10.0 | 10.7 | 11.6 |
| 10 | 5.7 | 8.5 | 10.9 | 9.8 | 10 | 7.0 | 7.9 | 9.7 | 12.3 |
| | 10. Virtasalmi | | | | | 18. Kuhmo | | | |
| 30 | 6.4 | 9.3 | 12.0 | 12.5 | 30 | 3.2 | 5.7 | 7.2 | 7.7 |
| 20 | 7.1 | 11.0 | 13.6 | 13.2 | 20 | 3.7 | 5.6 | 8.0 | 9.1 |
| 10 | 9.5 | 14.2 | 12.3 | 16.5 | 10 | 4.0 | 9.1 | 10.6 | 10.8 |

The Forest Owner and His Attitudes toward Forestry Production

A Study Based on Forest Owners in Ostrobothnia, Finland.

Seitste: Metsänomistaja ja hänen asenteensa metsätalouden edistämiseen - Pohjanmaan metsänomistajain perustava tutkimus.

VOL. 110, 1970. YRÖ VUOKILA.

Harsintaperiaatteet karvatuhakuissa. Summary: Selection from Above in Intermediate Cuttings.

VOL. 111, 1970. LALLI LAINI and MATTI NUORTeva.

Über die antagonistische Einwirkung der Insektenpathogene *Phaenocarpa bassiana* (Bals.) Vuill. und *B. boffis* (Dufour) Sacc. auf den Wurzelschwamm (*Conium ericetis* (Fr.) Cooke).

VOL. 112, 1970. Pentti K. Räsänen.

Noitsojankokouhan, pakkaustavan, varustustavan pitävyyden ja kastelun vaikutuksesta männyn taimien kehitykseen. Summary: The Effect of Lifting Date, Packing, Storing and Watering on the Field Survival and Growth of Scots Pine Seedlings.

VOL. 113, 1971. Leo Hämäläinen.

Peltavesipinta ja sen mittausmenetelmät ojitetuilla wäillä. Summary: Ground Water Table in drained Peat Soils and its Measurement.

ACTA FORESTALIA FENNICA

EDELLISIÄ NITEITÄ — PREVIOUS VOLUMES

VOL. 103, 1970, YRJÖ ROITTO.

Fuelwood Consumption in the City of Monrovia (Liberia) in 1965. Samenvatting: Verbruik van brandhout in de stad Monrovia (Liberia) in 1965. Seloste: Polttopuun kulutus Monroviassa (Liberia) vuonna 1965.

VOL. 104, 1970. LEO HEIKURAINEN and JUHANI PÄIVÄNEN.

The Effect of Thinning, Clear Cutting, and Fertilization on the Hydrology of Peatland Drained for Forestry. Seloste: Harvennuksen, avohakkuun ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin.

VOL. 105, 1970. LEO AHONEN.

Diskonttausarvo metsän hinnoitusinformaationa. Referat: Der Diskontierungswert als Information für die Preisschätzung des Waldes.

VOL. 106, 1970. OLAVI LAIHO.

Paxillus involutus as a Mycorrhizal Symbiont of Forest Trees.

VOL. 107, 1970. TAUNO KALLIO.

Aerial Distribution of the Root-Rot Fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland.

VOL. 108, 1970. YRJÖ ILVESSALO.

Metsiköiden luontainen kehitys- ja puuntuottokyky Pohjois-Lapin kivennäismailla. Summary: Natural Development and Yield Capacity of Forest Stands on Mineral Soils in Northern Lapland.

VOL. 109, 1970. PÄIVIÖ RIIHINEN.

The Forest Owner and his Attitudes toward Forestry Promotion — *A Study Based on Forest Owners in Ostrobothnia, Finland.*

Seloste: Metsänomistaja ja hänen asenteensa metsätalouden edistämiseen — Pohjanmaan metsänomistajiin perustuva tutkimus.

VOL. 110, 1970. YRJÖ VUOKILA.

Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. Summary: Selection from Above in Intermediate Cuttings.

VOL. 111, 1970. LALLI LAINE und MATTI NUORTEVA.

Über die antagonistische Einwirkung der insektenpathogenen Pilze *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. und *B. tenella* (Delacr.) Siem. auf den Wurzelschwamm (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke).

VOL. 112, 1970. PENTTI K. RÄSÄNEN.

Nostoajankohdan, pakkaustavan, varastointiajan pituuden ja kastelun vaikutuksesta männyn taimien kehitykseen. Summary: The Effect of Lifting Date, Packing, Storing and Watering on the Field Survival and Growth of Scots Pine Seedlings.

VOL. 113, 1971. LEO HEIKURAINEN.

Pohjavesipinta ja sen mittaaminen ojitetuilla soilla. Summary: Ground Water Table in drained Peat Soils and its Measurement.

KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR

SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO

OSUUSKUNTA METSÄLIITTO

KESKUSOSUUSLIKE HANKKIJA

SUNILA OSAKEYHTIÖ

OY WILH. SCHAUMAN AB

OY KAUKAS AB

RIKKIHAPPO OY

G. A. SERLACHIUS OY

TYPPI OY

KYMIN OSAKEYHTIÖ

SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN KIRJAPAINO

UUDENMAAN KIRJAPAINO OSAKEYHTIÖ

KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO

KOIVUKESKUS

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ

TEOLLISUUDEN PAPERIPUUYHDISTYS R.Y.

OY TAMPELLA AB

JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ

TUKKIKESKUS

KEMI OY

MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO

VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA

VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ

OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY

SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS

OY HACKMAN AB

YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ