

FOLIA FORESTALIA 317

ETSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1977

SEPPÖ KAUNISTO

OJITUKSEN TEHO KUUDEN JA LANNOL-
TUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN VILJELY-
TAIMISTOJEN KEHITYKSEEN KARUILLA
AVOSOILLA

EFFECT OF DRAINAGE INTENSITY AND
FERTILIZATION ON THE DEVELOPMENT
OF PINE PLANTATIONS ON OLIGOTROPHIC
TREELESS SPHAGNUM BOGS

- 1975 No 241 Victor Ipatiev ja Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillärämeen männikössä.
Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cuttongrass pine swamp.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä.
The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood.
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä.
The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods.
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuormauksen oppiminen.
Learning of grapple loading.
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku.
Stump Crusher.
- No 246 Hans G. Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä.
Effect of nitrogen dosage on fertilizer response.
- No 247 Yrjö Vuokila: Nuoren istutuskusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana.
Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production.
- No 248 Timo Kurkela ja Yrjö Norokorpi: Kuusen lumikaristesien (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa.
Occurrence of spruce snow blight fungus, *Lophophacidium hyperboreum* Lagerb. in Finland.
- No 249 Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri.
Pallari Bushharvester.
- No 250 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Havusahatukkien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.
Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it.
- No 251 Veijo Heiskanen: Havusahatukkeja koskevia arvolaskelmia vuosina 1974—1975.
Value calculations for softwood sawlogs in 1974—1975.
- 1976 No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mälkönen: Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla.
Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil.
- No 253 S.-E. Appelroth: Työntutkimus Lamu-kylvökoneesta.
Work Study of the Lamu Seeding Machine.
- No 254 Matti Kärkkäinen: Havutukkien kiintomittausmenetelmän seurantajärjestelmä.
A control method for the measurement of pine and spruce logs.
- No 255 Metsätalastollinen vuosikirja 1974.
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa.
Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine.
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiprovenienssien puuaineen tiheyden vaihtelusta.
The wood basic density variation of pine and spruce provenances.
- No 258 Pentti Nisula: Muovihuoneen sadetuskone.
A sprinkler for a plastic greenhouse.
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973.
Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973.
- No 260 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten.
Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading.
- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla.
Felling of small-size trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw.
- No 262 Olli Saikku ja Pentti Rikkonen: Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.
Bark amount of pulpwood and factors affecting it.
- No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.
The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland.
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.
Yield from the first thinning.
- No 265 Olavi Huuri: Kallistusilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia.
Tilting of planted pines; survey results.
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature.
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine.

FOLIA FORESTALIA 317

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1977

Seppo Kaunisto

OJITUKSEN TEHOKKUUDEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN
VILJELYTAIMISTOJEN KEHITYKSEEN KARUILLA AVOSOILLA

Effect of drainage intensity and fertilization on the development
of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs

ODC 232
ISBN 951-40-0285-7
ISSN 0015-5543

KAUNISTO, S. 1977. Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla. Summary: Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs. *Folia For.* 317: 1—31.

Tutkimus perustuu kolmeen Karvian Alkkiaan vuosina 1963, 1965 ja 1968 perustettuun kokeeseen. Kokeet olivat inventointihetkellä vastaavasti 12, 11 ja 8 vuotta vanhoja. Päätulokset olivat seuraavat: Taimet kasvoivat sitä paremmin, mitä syvempiä oja (vaihtelu 30, 60 ja 90 cm), kapeampia sarkoja (vaihtelu 5, 10, 20, 30, 60 ja 100 m) ja pienempiä vesivakoetäisyyksiä käytettiin (vaihtelu 2, 4, 6, 8 ja 10 m). Osittain oli kysymys ojituksen tehokkuuden lisääntymisestä, osittain maanmuokkauksen vaikutuksesta. Syvän ojituksen edullisuus taimien kasvulle kapeiden sarkojien yhteydessä johtui ilmeisesti ainakin osittain ojan pohjasta nousseesta runsastypisemmästä turpeesta. Kylvötaimet kasvoivat paremmin palteella kuin koskemattomalla suon pinnalla. Istutustaimien kasvuun ei kasvualusta sanottavasti vaikuttanut.

Viljelylannoitus oli karuimmalla suotyypillä, rahkanevalla, riittänyt vain 5—6 vuodeksi. Sen sijaan tupasvillanevalla toimien kasvu säilyi nousavana ainakin kuuden viljelyä seuraavan vuoden ajan.

Pelkällä tyellä suoritettu jatkolannoitus osoittautui haitalliseksi taimien kasvulle huolimatta siitä, että taimet aikaisemmin olivat saaneet myös muita pääravinteita. Sen sijaan kaikkia pääravinteita sisältävä jatkolannoitus aiheutti voimakkaan kasvun lisäyksen.

The study is based on three different experiments established in 1963, 1965 and 1968. Tree growth improved with intensified draining conditions. The best response was achieved with a 5 meter ditch spacing and 90 cm ditch depth. The other ditch spacings were 10, 20, 30, 40, 60, and 100 m and ditch depths 30 and 60 cm. The 2 meter furrow spacing proved to be best for trees when compared with the four wider ones. Growth increase along with intensified drainage was partly due to better drainage conditions, partly to more thorough site preparation. Especially seedlings benefitted from site preparation.

Fertilization at the time of afforestation was necessary on these extremely poor sites. Refertilization with all the main nutrients produced a very good growth response. Refertilization with mere nitrogen caused a shock and decreased tree growth, especially on the best growing sites. This was true even in areas which had been broadcast fertilized with phosphorus and potassium six years before the nitrogen application.

ISBN 951-40-0285-7
ISSN 0015-5543
Helsinki 1977. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston toimesta perustettiin 1960-luvulla useita hydrologisia kokeita eri puolille Suomea. Näiden tarkoituksena oli lähinnä selvittää ojituksen vaikutusta ojitusalueilta purkautuvien vesien määrään ja valunhuippujen ajoittumiseen. Tärkeimmät vaihdellut muutujat olivat sarkaleveys ja ojan syvyys. Joissakin tapauksissa koealueet myös viljeltiin, jotta saataisiin tietoa myös toisaalta puuston vaikutuksesta valuntaan ja toisaalta tehokkuudeltaan erilaisten ojituskäsittelyjen vaikutuksesta viljelyn onnistumiseen.

Käsillä oleva aineisto on kerätty metsäntutkimuslaitoksen Karvian Alkiaan perustetuilta kolmelta hydrologiselta kokeelta. Kokeet on perustettu ja niitä on hoidettu maat- ja metsät. tri Eero Paavilaisen johdolla. Kokeiden perustamisesta vastasivat käytännössä mt. Matti Mäkitalo ja

kenttämestari Esko Mansikkaviita. Mittaukset on suoritettu kenttämestari Esko Mansikkaviidan johdolla. Tulosten laskennasta ja konekirjoitustyöstä ovat vastanneet merkonomit Eija Hakola, Paula Häkli ja Pirkko Marjamäki. Piirrookset on laatinut Liisa Majuri. Käännöstyön suomesta englannin kielelle on suorittanut fil. kand. Leena Kaunisto. Käsikirjoituksen ovat lukeneet prof. Olavi Huikari, maat- ja metsät, tohtorit Matti Leikola ja Eero Paavilainen sekä maat- ja metsät. lis. Kimmo Paarlahti.

Kaikille edellä mainituille, samoin kuin muille tutkimuksessa avustaneille, esitän parhaat kiitokseni.

Parkanossa maaliskuussa 1977

Seppo Kaunisto

SISÄLLYS

	Sivu
1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUSAINEISTO	6
3. TULOKSET	8
31. Ojituksen tehokkuus	8
Sarkaleveys	8
Vaotustiheys	10
Taimien etäisyys sarkaojista	11
32. Maan muokkaus	11
33. Lannoitus	12
34. Istutus ja kylvö	16
4. TARKASTELU JA PÄATELMÄT	19
KIRJALLISUUS	22
SUMMARY	23
TAULUKOT	25

1. JOHDANTO

Maassamme suoritetuissa turvemaiden metsänviljelyä käsittelevissä tutkimuksissa on varsin yhtäpitävästi osoitettu, että kuivatuksen tehokkuus vaikuttaa oleellisesti viljelyn onnistumiseen. Erilaisina kuivaustehoon vaikuttavina muuttujina on tutkittu sarkaleveyttä, ojasyvyyttä ja vaotustiheyttä. Yleensä taimet ovat kasvaneet sitä paremmin, mitä tehokkaammin alue on ojitettu (vrt. P a a v i l a i n e n 1965, P ä i v ä n e n ja S e p p ä l ä 1971, H e i k u r a i n e n ja V e i j o l a 1971, P ä i v ä n e n 1974, H e i k u r a i n e n ja L a i n e 1976). Ainoastaan sarkaojan syvyyden osalta tulokset ovat tässä suhteessa olleet jonkin verran ristiriitaisia, mikä nähtävästi johtunee siitä, että tämä tekijä on koejärjestelyissä aina jäänyt vähäisemmälle huomiolle ja sen vaikutusta on ollut vaikea tai suorastaan mahdoton selvittää. Sarkaleveyden vaikutuksesta H e i k u r a i n e n ja L a i n e (1976) toteavat, että heidän aineistonsa kapeinkaan sarka (10 m) ei todennäköisesti vielä edustanut männynntaimien kasvun kannalta biologista optimia, vaan kasvu olisi ilmeisesti ollut parempi tätäkin kapeammalla saralla.

Vaotustiheyden merkityksestä voidaan P ä i v ä s e n ja S e p p ä l ä n (1971) sekä P ä i v ä s e n (1974) tutkimuksen perusteella todeta, että vaotuksella on voitu jossain määrin korvata sarkaojituksen kuivatusvaikutusta. Vaotukseen oleellisesti liittyvän maanmuokkauksen vaikutusta tutkimuksessa ei selvitelty.

Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään kaikkien edellä mainittujen kuivatuksen tehokkuutta säätelevien tekijöiden vaikutusta männyn kylvö- ja istutustaimien menestymiseen karuilla avosoilla. Lisäksi pyritään vaotuksen osalta erottelemaan toisaalta muokkauksen vaikutus ja toisaalta vaotuksesta aiheutuvan kuivatuksen lisääntymisen vaikutus taimien kasvuun.

Karuilla avosoilla lannoitus on perusehto metsänviljelyn onnistumiselle. Erityisesti fosforin lisäys on todettu ratkaisevaksi (esim. Z e h e t m a y r 1954, H u i k a r i 1961, M e s c h e c h o k 1968, M a n n e r k o s k i ja S e p p ä l ä 1970). Vaikka kalialia saattaisi turpeessa ollakin riittävästi turvaamaan taimien kasvu muutamiksi viljelyä seuraaviksi vuosiksi, myös tätä ravinnetta on kuitenkin totuttu antamaan yleensä jo viljelyn yhteydessä, koska kalinpuutos myöhemmässä vaiheessa saattaa johtaa hyvin nopeaan puuston raunioitumiseen.

Fosforilannoituksen vaikutusaika on varsin pitkä. Useissa yhteyksissä on todettu, että puilla ensisijaisesti typen saanti muodostuu fosforin vaikutusta rajoittavaksi tekijäksi (P a a v i l a i n e n 1971, 1972, D i c k s o n 1974, K a r s i s t o 1974, 1976). Kysymyksen valaisemiseksi on tässä tutkimuksessa tarkasteltuihin kokeisiin liitetty erilaisiin peruslannoituskombinaatioihin myös tyypellä suoritettu jatkolannoitus, jolla on pyritty selvittämään, missä määrin pelkällä typen lisäyksellä voidaan vaikuttaa aikaisemmin fosforilla ja kalilla lannoitettujen taimien kasvuun.

2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusmateriaali on kerätty metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueeseen, Alkkiaan (62° 10'N, 22°75'E, n. 155 metriä m.p.y.) perustetuilta kolmelta kokeelta: Kokeilta 3, 22 ja 54. Näihin viitataan esityksessä numeroilla 1, 2 ja 3 vastaavasti. Eräitä perustamistietoja kokeista on esitetty taulukossa 1. Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty turpeen ravinteisuutta koskevia tietoja eri kokeissa. Näytteet on otettu 0—10 cm:n pintaturverkerroksesta saran keskeltä. Taulukoiden 1—3 perusteella voidaan todeta, että kaikki kokeet ovat varsin karuilla avosoilla, joissa kaikkia pääravinteita on niukasti. Koetta 2 lukuunottamatta koalueet olisivat nykyisten normien mukaan ojituskelvottomia.

Täydellinen muuttajaluettelo eri kokeista nähdään taulukossa 4 ja kokeiden toteutus maastossa kuvissa 1—3.

Sarkaleveyden vaikutusta taimien kasvuun selvitettiin kaikissa kokeissa. Kokeissa 2 on käytetty varsin suuria sarkaleveyksiä, koska tässä tapauksessa sarkoja vastaan poikittain on suoritettu vaotus erilaisin tiheyksin. Vaotustiheyden osalta (koe 2) on tässä selvityksessä otettu yhteisanalyysiin mukaan vain 2, 4, 6, 8 ja 10 m:n vaotustiheydet.

Ainoastaan kokeessa 1 tutkittiin ojasyvyyden vaikutusta. Todellisuudessa alkuperäinen kaivussyvyys ns. 90 cm:n sarjalla oli n. 110 cm, 60 cm:n sarjalla 90 cm ja 30 cm:n sarjalla 40 cm. Valunnan mittauksia varten ojiin asennettiin padot, jolloin tehollisiksi ojasyvyyksiksi tulivat yllämainitut 90, 60 ja 30 cm. Suon pinnan painuminen aiheutti vielä sen, että vuonna 1966 teholliset ojasyvyydet olivat 77, 46 ja 30 cm vastaavasti (Huikari *et al.* 1966). Kapeilla saroilla syvien oijen yhteydessä saran korkeus saattoi poiketa em. keskiarvosta (77 cm) ylöspäin, koska ojista poistetut maat sijoitettiin saroille.

Vaotus (kokeessa 2) suoritettiin kolmella erilaisella laitteella, jotka voidaan kiinnittää tavallisen maa-

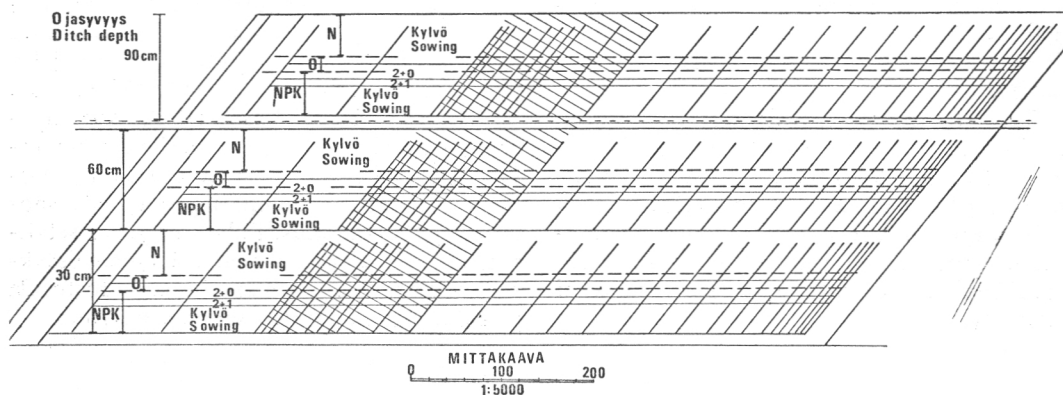
taloustraktorin kolmipistekiinnitykseen. Näistä Vikeid on alunperin norjalaisvalmisteinen kaksisiipinen aura, joka tekee n. 30—40 cm syvän vaon ja palteet molemmin puolin vakoa. Fiskars on yksisiipinen aura, joka tekee n. 20—30 cm syvän vaon ja vastaavasti palteen kulkusuunnassa vaon oikealle puolelle. Palteen kääntyminen tällä auramallilla tuotti vaikeuksia. Sesam on norjalaisvalmisteinen jyrsin, joka tekee n. 30 cm syvän ja 40—50 cm leveän leikkaukseltaan puoliympyrän muotoisen vaon. Vaosta nousevan turvemurskan se heittää kulkusuunnassa oikealle puolelle konetta.

Koejärjestely kokeessa 2 oli seuraava: Kullakin sarkaleveyssarjalla arvottiin muokkauslaitteiden työskentelypaikat omiksi lohkoiksi. Edelleen kunkin lohkon sisällä arvottiin vaotustiheydet. Jokaista vaotustiheyttä edusti 40 m:n levyinen kaista. Näin ollen esim. 10 m:n levyisiä vakosarjoja tuli kuhunkin lohkoon 4 kpl ja 2 m:n levyisiä 20 kpl.

Peruslannoituksen merkitystä tutkittiin vain kokeessa 3. Tässäkin vaihdeltiin vain lannoitteen määrää viljelyvaiheessa.

Jatkolannoituksen vaikutusta tutkittiin kaikissa kokeissa. Ensimmäinen jatkolannoitus suoritettiin kokeessa 2 jo v. 1967. Tällöin kokeiltiin lähinnä kalimagnesian vaikutusta taimien kasvuun. Kalimagnesian lisäksi tarvittava fosfori annettiin kotkafosfaatina ja käsittelyä verrattiin normaalin raakafosfaattipohjaisen PK-lannoituksen kanssa.

Vuonna 1973 jokaisessa kokeessa suoritettiin jatkolannoitus typpellä. Tarkoituksena oli selvittää, voitaisiinko viljelyn yhteydessä fosforilla, fosforilla ja kalilla tai typpellä, fosforilla ja kalilla lannoitetuissa karujen avosoiden taimistoissa parantaa kasvua pelkällä, yksipuolisella typpijatkolannoituksella. Kokeissa 1 ja 2 lannoitus suoritettiin kaistoittain ja kokeessa 3 yksi toisto jätettiin lannoittamatta ja kaksi lannoitettiin (vrt. kuvat 1—3).



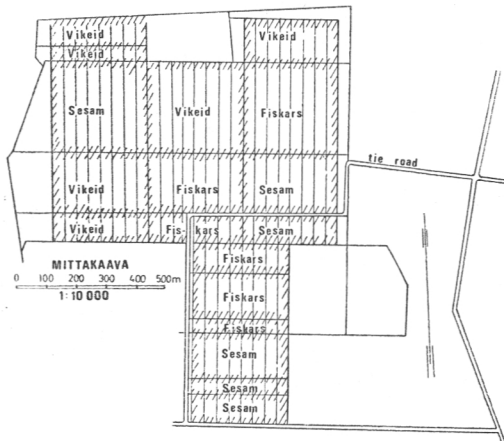
Kuva 1. Kokeen 1 koejärjestely maastossa. N, O ja NPK ja vieressä oleva pystyviiva osoittavat jatkolannoituksessa käytetyn ravinteen ja sarkojen poikkisuunnassa kulkevan lannoituskaistan sijainnin. Varjostettua aluetta ei käytetty tutkimuksessa.

Fig. 1. Layout in Experiment 1. N, O and NPK and the vertical lines indicate the nutrients used in refertilization and the location of the refertilized strips.

Viljelymateriaalin merkitystä pyrittiin selvittämään kokeissa 1 ja 2. Ongelmana kuitenkin oli, että siementen ja taimien alkuperät samankin kokeen puitteissa olivat erilaiset, joten varmoja johtopäätöksiä ei tältä osin ole ollut mahdollista tehdä. Kokeessa 1 siementen alkuperä oli Pohjois-Satakunta ja 2 A-taimien alkuperä Itä-Häme. Koulutuksen 2 A + 1 A-taimien alkuperä ei ole tiedossa. Kokeessa 2 siementen alkuperä oli Pohjanmaa ja taimien alkuperä Pohjois-Satakunta.

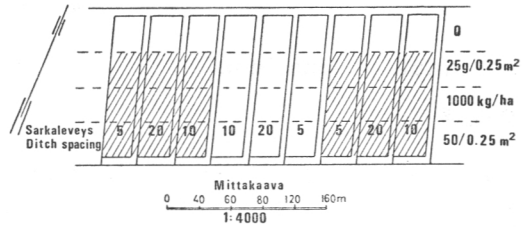
Kaikki kokeet oli perustettu split plot-systeemin mukaisesti. Kokeessa 3 pääkäsitellynä oli peruslannoitus ja peruslannoituskaistojen sisällä oli arvottu sarkaleveydet. Koska kokeessa oli 3 kpl toistoja, voitiin peruslannoitukselle laskea normaali split plot-systeemin mukaiset testiarvot. Vuoden 1973 jatkolannoituksen jälkeen tuli jatkolannoituskäsittelyksi lohko ja sen alakäsittelyksi vasta peruslannoitus. Jatkolannoituksen osalta tilastollista vertailua ei ole tehty, koska toistoja ei ollut molemmille käsittelyille.

Kokeissa 3 ja 22 split plot-systeemit olivat monimutkaisempia ja siinä mielessä tilastomatemaattisesti virheellisiä, että alakäsittelyjä ei oltu arvottu pääkäsitteilyjen sisällä täydellisesti. Lähinnä tämä koski eri viljelymateriaaleja sekä jatkolannoitusta, joiden kaistat kuljivat systemaattisesti kokeessa 1 sarkajien ja kokeessa 2 vakojen poikki. Koska inven-



Kuva 2. Kokeen 2 koejärjestely maastossa. Vaaka-suorat viivat ovat sarkajia. Näiden ja pystysuorien viivojen rajoittamat lohkot edustavat kukin yhtä vaotusihettyä. Nimet Vikeid, Fiskars ja Sesam vinoviivojen reunustetun alueen sisällä ilmoittavat kyseisellä laitteella tehdyn vaotuskäsittelyn sijainnin. Istutus- ja jatkolannoituskaistat kulkevat sarkojen keskellä vaotuksen poikki.

Fig. 2. Layout in Experiment 2. Horizontal lines are ditches. Blocks surrounded by horizontal and vertical lines represent a furrow spacing treatment each. Names Vikeid, Fiskars and Sesam indicate the area furrowed by these equipments. Planting and refertilization strips are located in the middle of the strips parallel with them and crossing the furrowing treatments.



Kuva 3. Kokeen 3 koejärjestely maastossa. Numerot lohkoissa ilmoittavat sarkaleveyden. Varjosetetut alueet jatkolannoitettu keväällä 1973 oulunsalpietarilla (N 110 kg/ha).

Fig. 3. Layout in Experiment 3 in the field. Numbers in blocks indicate ditch spacing. Hatched areas refertilized in the spring of 1973 with oulunsaltpeter (N 110 kg/ha).

toinnissa kuitenkin vertailtiin taimirivejä, jotka olivat välittömästi vertailtavien rajakohtien tuntumassa, on seuraavassa esityksessä vertailtu myös jatkolannoitusmenettelyjen, samoin kuin viljelymenettelyjen keskinäisiä eroja. Inventoitavat taimirivit nimittäin valittiin siten, että kylvön ja istutuksen vertailussa tutkittiin rajapintaa lähinnä oleva istutus- ja kylvö-taimirivi. Jatkolannoituksen osalta tutkittiin toiseksi lähinnä lannoituskaistan rajapintaa olevat taimirivit.

Toistojen puuttuessa ei varsinaista koeverhettä useimmissa tapauksissa ole voitu laskea, vaan virheeksi on otettu korkeamman asteen yhdyvaikutuksia.

Kokeessa 1 ojasyydyt olivat pääkäsitteilyinä ilman toistoja, joten ojasyydyksien välistä tilastollista vertailua ei voitu suorittaa, koska ne näin olivat eri lohkoina. Sama koskee myös kokeen 2 sarkaleveysien välistä vertailua.

Koe 1 inventoitiin linjoittain siten, että arviointilinjat kuljivat kullakin ojasyyvyyslohkolla eri viljelymenettelyjen ja lannoituskäsittelyjen rajoja pitkin (vrt. kuva 1). Jokaisella saralla tarkastettiin sekä saran keskellä että reunassa 10 viljelykohtaa siten, että kuljettiin inventointilinjasta pois päin saran suunnassa ja tarkastettiin 10 ensimmäistä viljelykohtaa. Istutustaimien osalta jouduttiin ottamaan kaksi tällaista apulinjaa sekä reunassa että keskellä, koska muutoin ei olisi saatu riittävästi inventoitavia viljelykohtia. Yhteensä tarkastettiin 3 800 viljelykohtaa.

Kokeessa 2 inventointilinjat asetettiin myös lannoitus- ja viljelykaistojen rajoille. Tässä tapauksessa linjat olivat sarkojen suuntaiset ja poikittain vakoja vastaan (vrt. kuva 2). Kylvöä ja istutusta vertailtaessa tarkastettiin inventointilinjassa suunnassa lähimmästä kylvö- ja istutusrivistä kummastakin 20 tainta jokaisessa vaotusihetyksäsittelyssä. Vastaavasti lannoitusta vertailtaessa tarkastettiin inventointilinjassa suunnassa toiseksi lähimmästä taimirivistä inventointilinjaa kummaltakin puolelta 20 tainta jokaisessa vaotusihetyksäsittelyssä. Yhteensä inventointiin 8 400 viljelykohtaa.

Kokeessa 3 tarkastettiin jokaiselta ruudulta 24 viljelykohtaa. Yhteensä inventointiin n. 900 viljelykohtaa.

3. TULOKSET

31. Ojituksen tehokkuus

Sarkaleveys

Kokeessa 1 viljelyn onnistumissadannes vaihteli erittäin paljon ja yleensä lähes sarkaleveydestä riippumatta. Keskimäärin taimia oli vähiten 100 metrin saralla, mutta muiden sarkaleveyksien välillä ei sanottavia eroja ilmennyt. Ojasyvyyden vaikutuksessa ei myöskään havaittu selvää suuntaa tässä suhteessa. Sekä kylvö- että istutustaimet säilyivät hengissä huonoimmin 60 cm:n ojasyvyyslohkolla, kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee.

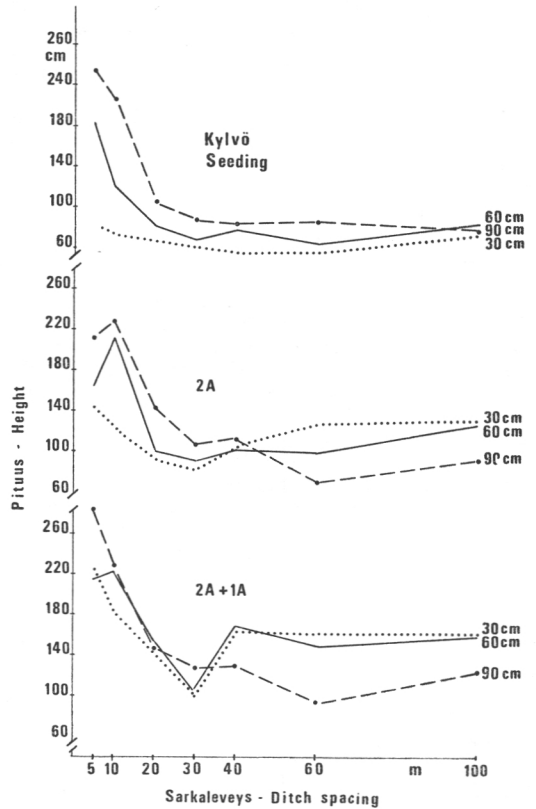
	Ojasyvyys		
	30 cm	60 cm	90 cm
Kylvötaimia elossa, .	69 %	44 %	56 %
2 A taimia elossa, ..	69 %	61 %	76 %
2 A + 1 A taimia elossa,	72 %	65 %	78 %

Keskimäärin näyttävät kylvötaimet säilyneen hengissä huonommin kuin istutustaimet. Syynä saattaa olla viljelykevään ja alkukesän kuivuus, joka on vaikeuttanut itämistä (vrt. Paavilainen 1965).

Taimien kasvu on ollut erittäin selvästi riippuvainen sarkaleveydestä. Kokeessa 1 taimet kasvoivat keskimäärin parhaiten 5 ja 10 m:n saroilla (kuva 4). Ero muihin nähden oli tilastollisesti merkitsevä. Kolmenkymmenen metrin ja sitä leveämmillä saroilla kasvavien taimien välillä ei sen sijaan ollut sanottavia kokoeroja.

Vaikka ojasyvyyden vaikutuksen vertailua ei voidakaan niiden erillisen lohkoittaisen sijainnin vuoksi suorittaa tilastollisesti, voidaan kuitenkin panna merkille, että kylvötaimet ovat kasvaneet keskimäärin parhaiten 90 cm:n ojasyvyyslohkoilla ja huonoimmin 30 cm:n lohkoilla. Istutustaimet ovat leveimmillä saroilla menestyneet huonoimmin syvän ojituksen lohkoilla. Sen sijaan kylvötaimilla ei vastaavaa ilmiötä esiinny. Syytä tähän ei ole voitu selvittää.

Kaikkien viljelymateriaalien yhteydessä sarkaleveyden vaikutus näyttää oleellisesti liittyneen ojan syvyyteen. Matalimman ojasyvyyden lohkoilla sarkaleveyden merkitys oli vähäisin ja syvimmän ojasyvyyden lohkoilla suurin.

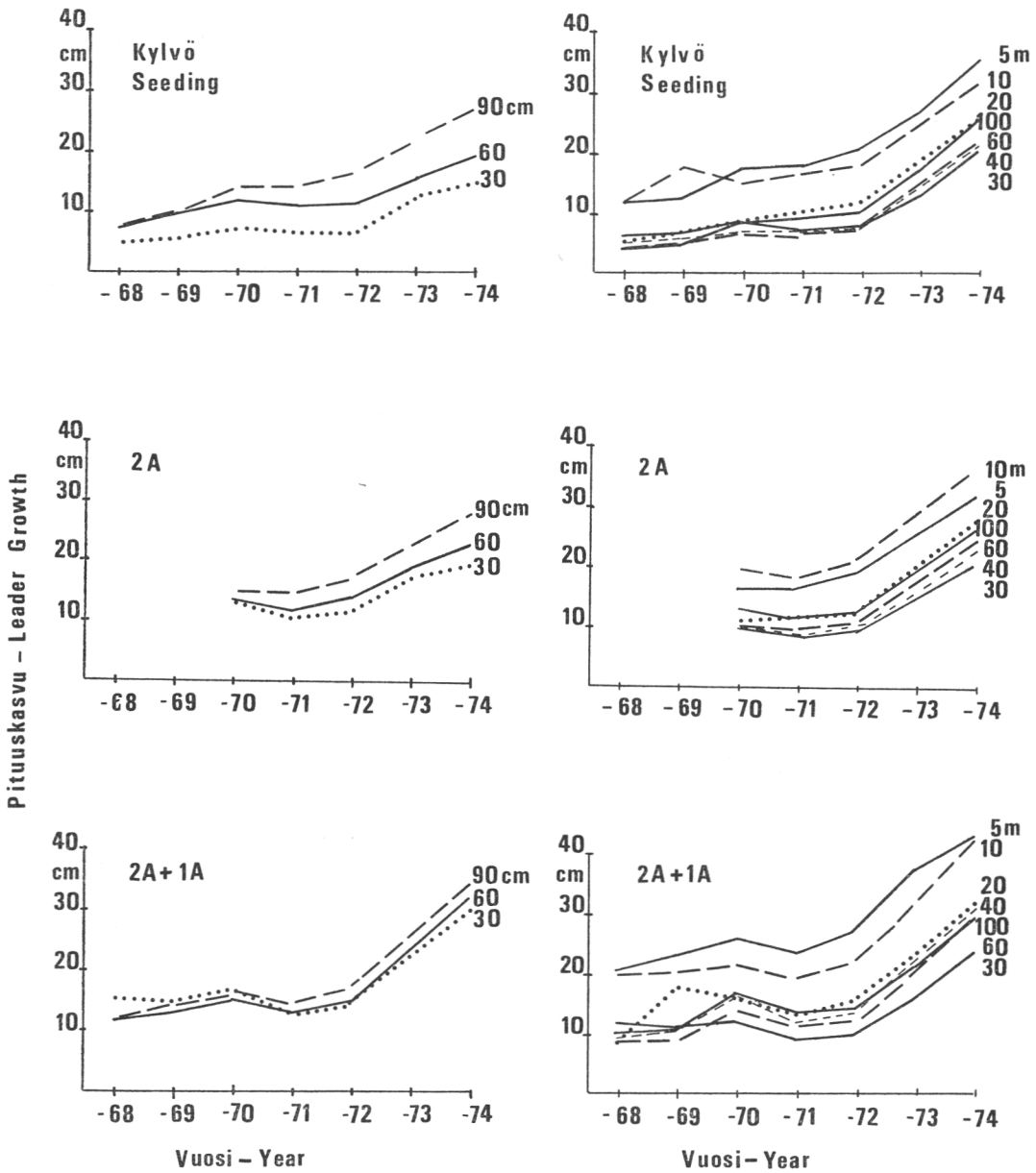


Kuva 4. Männyn kylvö- ja istutustaimien (2 A ja 2 A + 1 A) pituus 12 vuoden kuluttua viljelystä erileveysillä saroilla eri ojasyvyysalueilla (30, 60 ja 90 cm). Koe 1.

Fig. 4. Height of different sapling types 12 years after the afforestation on strips with various ditch spacings and ditch depths (30, 60 and 90 cm). Exp. 1. Key: 2 A = 2/0 plants, 2 A + 1 A = 2/1 transplants.

Tarkasteltaessa kasvun vuotuista kehitystä (kuva 5), havaitaan, että kaikkien taimilajien kohdalla vuotuinen kasvu lisääntyi nopeimmin 90 cm:n lohkoilla ja hitaimmin 30 cm:n lohkoilla. Koulittujen taimien kohdalla on käynyt jopa niin, että vuosina 68—70 kasvu oli paras 30 cm:n lohkoilla, mutta mainitusta vuodesta eteenpäin huonoin. Edelleen näyttää, että ojan syvyys vaikutti voimakkaimmin kylvötaimien ja vähiten koulittujen taimien kasvuun.

Syvän ojituksen ilmeinen edullisuus taimien kasvuun erityisesti kapeilla saroilla saat-



Kuva 5. Kylvö- ja istutustaimien pituuskasvun kehitys eri ojasvyvyyslohkoilla (vasemmalla) ja eri levyisillä saroilla (oikealla). Koe 1.

Fig. 5. Annual leader growth of different sapling types in blocks with various ditch depths (on the left) and on strips with various ditch spacings (on the right). Experiment 1. Key as in Fig. 4.

taa johtua kuivatuksen tehostumisesta ja pintakasvillisuuden kilpailun vähenemisestä. Eräänä syynä saattaa olla myös turpeen ravinnetilanteen muuttuminen. Taulukosta 5 nähdään, että kapeiden sarkojen pintatur-

peessa 60 ja 90 cm:n ojasvyvyyslohkolla oli tyyppä huomattavasti enemmän kuin 30 cm:n ojasvyvyyslohkolla. Sen sijaan 80—110 cm:n syvyydessä tyyppipitoisuus oli kaikilla oleellisesti sama. On ilmeistä, että kapeilla saroilla

syvistä ojista nostettu turve on ollut syynä näiden sarkojen pintaturvekerroksessa esiintyvään korkeampaan typpipitoisuuteen, ja mahdollisesti osallisena myös taimien varsin hyvään kasvuun.

Sarkaleveyden osalta havaitaan (kuva 5), että taimien kasvu 5 ja 10 m:n saroilla erottui jo vuonna 1968 selvästi leveämpien sarkojen toimien kasvusta. Myös Paavilainen em. raportissaan totesi saran kapenemisen positiivisen vaikutuksen taimien kasvuun.

Myös kokeessa 1 taimet kasvoivat parhaiten kapeimmalla ja huonoimmin leveimmällä saralla, kuten seuraavan asetelman luvut osoittavat:

Sarkaleveys, m	5	10	20
Taimien pituus, cm.	141	125	117

Kasvun ero oli selvästi suurempi 5 ja 10 m:n kuin 10 ja 20 m:n levyisillä saroilla kasvavien taimien välillä.

Taimien kasvun kehittymistä vuosien 1971—1975 välisenä aikana kuvaavat luvut osoittavat, että sarkaleveyden aiheuttamat kasvuerot vähentyivät vuosina 1974 ja 1975 (taul. 6). Syynä saattaa olla osittain alueella havaitut voimakkaat ravinnepuutoksista aiheutuneet kasvuhäiriöt. Inventoitaessa kasvuhäiriöiden esiintymistä, sarkaleveyden vaikutus kuitenkin osoittautui vähäiseksi, eikä ollut tilastollisesti merkittävä. Jatkolannoituksen mahdollista vaikutusta asiaan tarkastellaan lähemmin luvussa 33.

Vaotustiheys

Vaotustiheyden vaikutusta männyn taimien elossa pysymiseen ja kasvuun on tarkasteltu kokeen 2 perusteella. Kuten aikaisemmin on todettu, vaotustiheys oli tässä kokeessa toisena alakäsittelynä ensimmäisen ollessa vaotusväline ja pääkäsittelyn ollessa sarkaleveys. Vaikka toistoja käsittelyille ei olekaan ollut, voidaan vaotustiheyttä koskeviin testiarvioihin suhtautua verrattain luotavaisesti. Kokeessa tarkkailtiin viljelyn onnistumista heti viljelyä seuraavana vuotena v. 1966 sekä 1975 suoritettussa inventoinnissa (taul. 7).

Kummallakin kerralla taimien määrä oli sarkaleveydestä riippumaton. Sen sijaan vaotus-

laitteella ja jossain määrin myös vaotustiheydellä näytti olevan merkitystä. Taimellisia kylvöruutuja oli kumpanakin vuonna eniten Sesam-jyrsimellä ja vähiten Fiskarsauralla vaotetuilla alueilla. Samalla kun taimellisten ruutujen lukumäärä selvästi nousi inventointien välisenä aikana tasoittuivat erot eri vaotuslaitteilla käsiteltyjen alueiden taimimäärien välillä. Vuonna 1975 oli taimettumisen kuitenkin paras edelleenkin Sesam-jyrsimellä vaotetuilla alueilla. Sen sijaan Vikeid ja Fiskars auroilla vaotettujen alueiden välillä ei enää ollut sanottavaa eroa tässä suhteessa.

Myös vaotustiheyden vaikutus selvästi väheni inventointien välisenä aikana. Kun taimellisia kylvöruutuja vuoden 1966 inventoinnissa oli sitä enemmän mitä kapeampi vakosarka oli, niin vuoden 1975 inventoinnissa vain kaksi kapeinta sarkaa erosivat muista tässä suhteessa. Tässäkään tapauksessa ero ei ollut tilastollisesti merkittävä.

Myös istutustaimet pysyivät elossa aluksi parhaiten Sesam-jyrsimellä vaotetuilla alueilla. Tilanne kuitenkin muuttui myöhemmin ja viimeisessä inventoinnissa Sesam-jyrsimellä vaotetuilla alueilla istutustaimia oli vähiten. Ero ei viimeainitussa kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävä.

Vaotuksen tiheydellä ei vuonna 1966 inventoinnissa havaittu olevan mitään merkitystä istutustaimien elossa pysymiseen, mutta 1975 inventoinnissa taimia oli vähemmän 2 ja 6 m:n vakosaroilla kuin muilla. Syytä tähän ei ole voitu selvittää.

Yleisenä havaintona voidaan todeta, että useimmissa tapauksissa käsittelyjen väliset erot vähenevät inventointien välisenä aikana.

Erityisen suuri muutos tässä suhteessa tapahtui kylvön ja istutuksen välillä. Taimellisia kylvöruutuja löydettiin viimeisessä inventoinnissa 12 prosenttiyksikköä enemmän kuin aikaisemmissa inventoinnissa, kun sitä vastoin istutustaimien määrä oli vastaavana ajanjaksona vähentynyt keskimäärin 9 prosenttiyksiköllä. Tosin siitä huolimatta istutus oli selvästi kylvöä varmempi metsitysmenetelmä.

Taulukossa 8 on esitetty kylvö- ja istutustaimien pituus yhdenentoista kasvukautena viljelystä eri levyisillä vakosaroilla kokeessa 2. Havaitaan, että taimet ovat kasvaneet parhaiten kapeimmilla vakosaroilla. Kahden ja neljän m:n levyisillä vakosaroilla olevien istutustaimien kasvu erosi merkittävästi leveämmillä vakosaroilla sijaitsevien taimien kasvusta.

Kylvötaimet olivat 2 m:n vakosaroilla merkittävästi kookkaampia kuin 10 m:n vakosaroilla. Muut erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Pituuskasvun kehittymistä peräkkäisinä vuosina eri vakosaroilla on tarkasteltu taulukossa 9. Vaotustiheyden vaikutuksessa taimien kasvuun on tapahtunut selvä muutos kahden viimeisen vuoden aikana 2 m:n vakosaroilla. Taimien kasvun oltua vuosina 1971—73 suunnilleen yhtä suuri 2 ja 4 m:n vakosaroilla ja selvästi parempi kuin leveämmillä oli se vuosina 1974—75 2 m:n vakosaroilla pienempi kuin 4 m:n vakosaroilla. V. 1975 ero oli tilastollisesti merkitsevä. Ilmiötä tarkastellaan lähemmin luvussa 33.

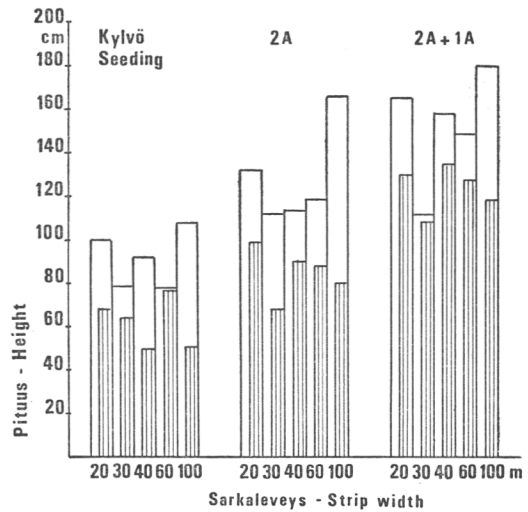
Taimien etäisyys sarkaojista

Pyrittäessä selvittämään kuivatustehon merkitystä taimien kasvuun otettiin eräiksi tarkastelun kohteeksi taimien sijainti saralla. Tätä varten kokeessa 1 tutkittiin 20—100 m:n saroilta erikseen taimien kasvu koskemattomalla suonpinnalla saran reunassa ja saran keskellä. Kahtakymmentä metriä kapeammilta saroilta ei saatu riittävästi havaintoja vertailun suorittamiseen.

Kuvasta 6 havaitaan, että kaikki taimilajit ovat kasvaneet selvästi paremmin saran reunassa kuin keskellä sarkaa. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Leveimmällä, 100 m:n saralla kasvun ero oli suurin. Tämä tuntuuikin luonnolliselta, koska myös kuivatustehon ero saran keskustan ja reunan välillä todennäköisesti oli suurin juuri leveimmällä saralla.

32. Maan muokkaus

Maan muokkauksen vaikutusta taimien kasvuun tarkastellaan seuraavassa kokeiden 1 ja 2 perusteella. Kokeessa 2 oli erilaisia vaotuslaitteita, minkä lisäksi voitiin suorittaa vertailuja vaotuslaitteen tekemällä palteella ja toisaalta koskemattomalla suonpinnalla kasvavien taimien välillä. Viimemainittu vertailu oli tosin mahdollista vain 4—10 m:n vakosaroilla, koska kapeammilla ei saatu riittävästi havaintoja käsittelemättömältä pinnalta.



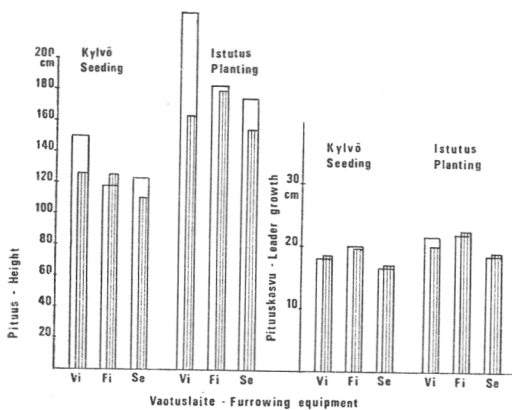
Kuva 6. Eri taimilajien pituus 12 vuoden kuluttua viljelystä saran reunassa □ ja keskellä ▨. Koe 1.

Fig. 6. Height of different sapling types 12 years after afforestation near the ditch □ and in the middle of the strip ▨. Key as in Fig. 4. Exp. 1.

Edelleen kokeen 2 jokaisessa yhden vaotusvälineen muodostamassa lohossa oli kaksi 40 m:n levyistä kaistaa, joista toinen oli kokonaan äestetty tavallisella maatalousäkeellä ja sen jälkeen ajettu Sesam-jyrsimellä vaot 5 m:n välein. Toista kaistaa ei äestetty, mutta vaot ajettiin 5 m:n välein sillä vaotuslaitteella, jonka lohkoon kaista kuului. Täten voitiin vertailla taimien kasvua kokonaan jyrситyillä ja jyrsimättömällä pinnalla.

Kokeessa 1 vertailu suoritettiin toisaalta ojamaissa kasvavien ja toisaalta välittömästi ojamaiden läheisyydessä kasvavien taimien välillä.

Kylvötaimet kasvoivat selvästi paremmin palteella kuin koskemattomalla pinnalla (taul. 10). Palle osoittautui sitä edullisemmaksi kasvualustaksi, mitä leveämpi vakosarka oli. Palteella näyttää yhdistyneen sekä kuivatuksen tehostumisen että maanmuokkauksen suotuisa vaikutus. Istutustaimet kasvoivat yhtä hyvin palteella kuin palteiden välisellä koskemattomallakin pinnalla kaikilla vakosaroilla. Taulukosta 10 havaitaan, että vaotuslaitteista Viikeid-auralla saatiin aikaan paras ja Fiskars-auralla huonoin kasvualusta. Taimien pituus-ero oli tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 7. Männyn taimien pituus ja pituuskasvu v. 1975 äestetyssä III ja äestämättömässä \square turpeessa kokeessa 2 erilaisten vaotustapojen yhteydessä. Selityksiä Vi = Vikeid-aura, Fi = Fiskars-aura, Se = Sesam-jyrsin. Koe 2.

Fig. 7. Height and leader growth of pine saplings in 1975 on barrowed III and unbarrowed \square peat in experiment 2 in connection with various furrowing methods. Explanations: Vi = Vikeid, a double mouldboard plough, Fi = Fiskars, a single mouldboard plough, Se = Sesam, a rotary ditcher. Exp. 2.

Kiintoisa on vertailla taimien kasvua vuosina 1973 ja 1975 (Taul. 11). Taimet kasvoivat ensinmainittuna vuonna parhaiten Vikeid-auralla ja huonoimmin Fiskars-auralla vaotetuilla alueilla, siis samoin kuin edellä koko pituutta koskevien lukujen yhteydessä todettiin. Sen sijaan v. 1975 tilanne kääntyi päinvastaiseksi. Varmaa syytä tähän ei ole voitu löytää. Myöhemmin luvussa 33 tarkastellaan jatkolannoituksen mahdollista vaikutusta asiaan.

Kokeessa 2 kokeiltiin taimien kasvatusta myös kokonaan äestetyssä turpeessa. Taimet olivat äestetyssä turpeessa jonkin verran lyhyempiä kuin äestämättömässä (kuva 7).

J u u s e l a *et al.* 1969 ovat todenneet, että turpeen jyrsiminen vähentää turpeesta tapahtuvaa haihdutusta, mikä puolestaan lisää valunnan tarvetta alueelta ja siis huonontaa kuivatusoloja. On mahdollista, että tässäkin tutkimuksessa jyrsiminen alkuvaiheessa on huonontanut kuivatusoloja ja haitannut taimien kasvua. Vuoden 1975 kasvussa ei kuitenkaan enää ollut havaittavissa mitään kasvueroja äestetyssä ja äestämättömässä turpeessa kasvaneiden taimien välillä.

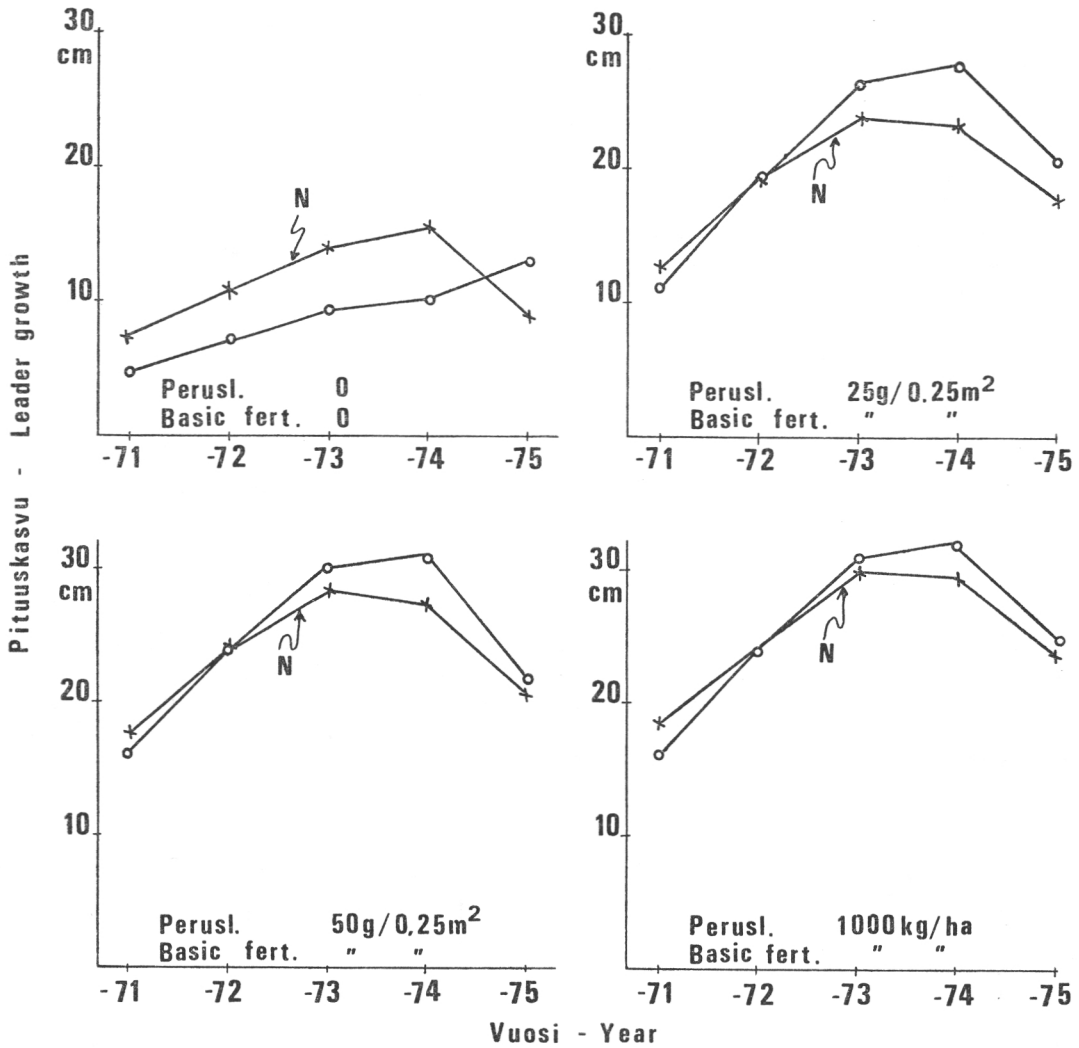
Kokeessa 1 tarkasteltiin taimien kasvua ojasta nousseessa turpeessa ja toisaalta välitömmästi ojan lähellä olevalla tasapinnalla (taul. 12). Lähes poikkeuksetta kaikkien taimilajien keskimääräinen pituus v. 1974 ja pituuskasvu vuosina 1973 ja 1974 oli suurempi ojamaissa kuin tasapinnalla.

33. Lannoitus

Viljelylannoituksen vaikutusta taimien kasvuun on tässä tutkimuksessa voitu selvittää varsinaisesti vain kokeen 3 puitteissa. Taimien kasvun kehittymistä seuraamalla on kuitenkin voitu saada informaatiota peruslannoituksen kestosta myös muissa kokeissa. Jatkolannoituksen merkitystä voidaan tarkastella kaikkien kokeiden pohjalta.

Taulukossa 13 on esitetty taimien pituus kokeessa 3 erilaisten lannoitus- ja ojituskäsittelyjen yhteydessä inventointivuotena. Aikaisemmin, luvussa 3, todettiin, että kokeessa 3 taimien kasvu oli sitä parempi, mitä tehokkaampi kuivatus oli. Taulukon luvut osoittavat varsin selvästi, että myös lannoituksella on ollut erittäin suuri merkitys. Ilman lannoitusta ojituksen tehostaminen ei vaikuttanut millään tavoin taimien kasvuun. Ojittamaton vertailu tosin puuttuu. Keskimäärin taimet olivat sitä kookkaampia mitä runsaammin ne olivat saaneet ravinteita viljelylannoituksen yhteydessä. Lannoituksen vaikutus riippii selvästi ojituksen tehokkuudesta. Laikkulannoituksena annetun ravinteen määrän kaksinkertaistaminen lisäsi taimien kasvua huomattavasti enemmän 5 ja 10 m:n kuin 20 m:n saralla. Lannoituksen ja sarkaleveyden välinen yhdysvaikutus oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($F = 6,45^{***}$). Hajalevityksellä aikaansaatu kasvunlisäys suurimman laikkulannoituksen määrään verrattuna oli suhteellisen vähäinen.

Kuvassa 8 on tarkasteltu kasvun vuotuista kehitystä ja pelkällä tyypellä suoritettujen jatkolannoituksen vaikutusta siihen kokeessa 3. Jatkolannoitusvuonna ja sitä edeltävinä vuosina taimien kasvu oli kaikkien peruslannoitustasojen yhteydessä selvästi nouseva. Nousu oli sitä jyrkempi, mitä enemmän ravinteita oli annettu, joskin kaksi korkeinta ravintemäärää saaneiden taimien kasvu poikkesi



Kuva 8. Taimien kasvu v. 1973 jatkolannoitetulla x-x ja jatkolannoittamattomalla o-o alueilla. Jatkolannoitus oulunsalpietarilla 110 kg/ha tyyppä. Koe 3.

Fig. 8. Growth of trees on refertilized x-x and unfertilized o-o strips in Experiment 3. Refertilization with oulu saltpetre, 110 kg/ha of nitrogen.

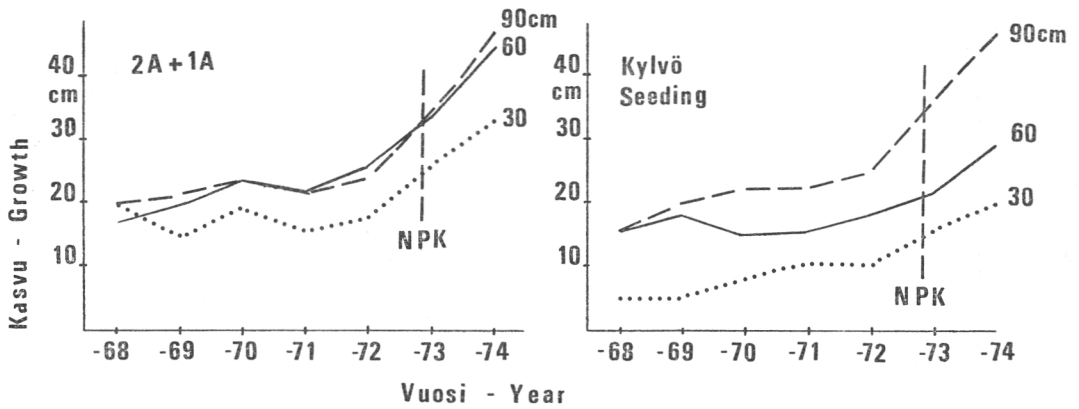
vain vähän toisistaan. Näyttää siis siltä, että viljelylannoitus laikkulannoituksenakin toteutettuna vaikutti taimien kasvuun vielä kuumena vuotena viljelyn ajankohdasta.

Vuosina 1974 ja 1975 taimet kasvoivat selvästi aikaisempaa huonoimmin. Tärkeimpänä syynä oli ilmeisesti vuoden 1974 poikkeukselliset sääolot alkukesän kovine halleineen ja koko kesän jatkuneine runsaine sateineen. Tehollinen lämpösumma jäi kyseisenä kesänä huomattavasti alle normaaliarvojen koko

maassa. Viljelyn yhteydessä annettujen ravinteiden loppumisesta tuskin oli kysymys, koska ilmiö oli samanlainen kaikilla peruslannoituskaistoilla.

Kasvun taantuminen oli vielä selvempää vuonna 1973 tyypellä jatkolannoitetuilla kuin jatkolannoittamattomilla alueilla. Muutos oli havaittavissa jo jatkolannoitusvuonna ja korostui vielä seuraavina vuosina.

Edellä on todettu, että jatkolannoituksen vaikutuksen tilastollista testausta ei koken



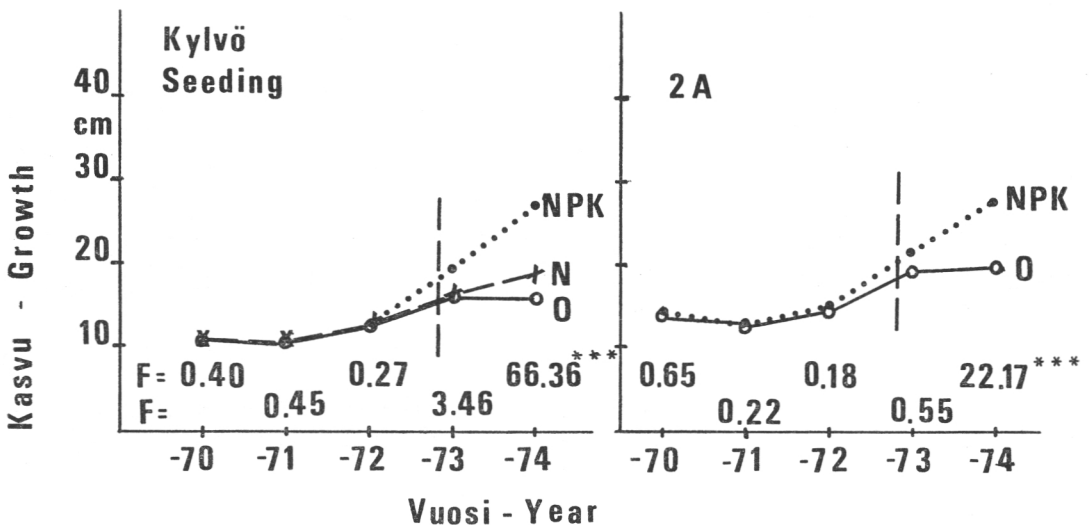
Kuva 9. Istutus- (2 A + 1 A) ja kylvötaimien pituuskasvun kehitys 10 m:n saralla. Tulokset NPK-jatkolannoitetulta alueelta. Koe 1.

Fig. 9. Annual leader growth of different sapling types in a 10 m strip. Refertilized with NPK in 1973 (see Table 4). Key as in Fig. 4. Exp. 1.

3 osalta voitu suorittaa jatkolannoitusalueiden lohkoittaisen sijoittelun vuoksi. Voitanee kuitenkin pitää selvänä, että tyyppijatkolannoitus on heikentänyt taimien kasvua tässä kokeessa. Samantapaisia tuloksia on myös Paavilainen (1976) esittänyt eräiden

muiden yksipuolisesti tyypellä jatkolannoitetujen taimien menestymisen perusteella.

Edelleen näyttää siltä, että yksipuolisen tyyppijatkolannoituksen haitallinen vaikutus oli sitä suurempi, mitä vähemmän taimet olivat saaneet ravinteita peruslannoituksen yh-



Kuva 10. Männyn taimien pituuskasvu erilaisten jatkolannoitusten yhteydessä. Selitykset: o—o = ei jatkolannoitusta, x—x = jatkolannoitus oulunsalpietarilla (110 kg typpeä/ha) keväällä 1973. = edellinen + 400 kg/ha PK-lannosta (0—24—15) keväällä 1973. Koe 1.

Fig. 10. Annual leader growth of pine trees with different refertilization treatments. Explanations: o—o = no refertilization, x—x = refertilized with oulunsaltpetre (110 kg nitrogen/ha) in the spring of 1973, = previous + 400 kg/ha PK fertilizer (0—10, 3—12, 5 as elements) in the spring of 1973. Key for different sapling types as in Fig. 4. Exp. 1.

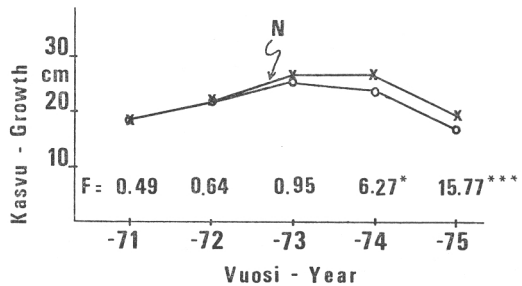
teydessä. P a a v i l a i n e n em. julkaisussa totesi vaurioalttiuden olleen sitä suurempi, mitä suurempi N/P-suhde oli taimien neulasissa; toisin sanoen mitä vähemmän taimet olivat kyenneet saamaan fosforia tyypeen verrattuna. Tätä taustaa vasten tuntuisi ymmärrettävältä, että vaurioalttiuus vähenisi peruslannoituksessa annetun fosforimäärän lisääntyessä.

Kokeessa 1 taimet olivat saaneet viljelyn yhteydessä laikkulannoituksena NPK-lannosta sekä hajalevityksenä tuomaskuonaa (taul. 1). Vuosina 1968—1969 taimien kasvu näyttää olleen keskimäärin vielä lievästi nouseva (kuvat 5 ja 9). Sen sijaan jatkolannoitusta välittömästi edeltävinä vuosina 1970—1972 kasvu näyttää istutustaimien osalta asettuneen verrattain vaatimattomalle vakiotasolle (kuvat 5, 9 ja 10). Kylvötaimien kasvu näyttää jonkin verran lisääntyneen aina jatkolannoitusvuoteen saakka. Kasvun lisääntyminen on tehokkaimpienkin käsittelyjen yhteydessä ollut erittäin vähäistä.

NPK:lla jatkolannoitettujen kylvötaimien ja kouluttujen istutustaimien kasvu parani erittäin voimakkaasti jatkolannoitusvuotena (1973) ja sitä seuraavana kasvukautena (kuva 9). Kuvasta 10 nähdään, että kylvötaimien ja kouluttamattomien istutustaimien kasvu on vuonna 1974 ollut erittäin merkitsevästi suurempi NPK-lla jatkolannoitettulla kuin jatkolannoittamattomalla kaistalla. (Kouluttujen istutustaimien osalta ei kokeessa ollut lainkaan lannoittamatonta vertailua).

Myös pelkällä typpellä suoritettu jatkolannoitus paransi jonkin verran kylvötaimien kasvua. Vaikutus oli kuitenkin vähäinen. On ilmeistä, että peruslannoituksen vaikutus kyseisellä alueella oli jatkolannoitushetkellä jo joko loppunut tai varsin vähäinen. Jatkolannoitusvuotta edeltäneestä heikosta kasvusta päätellen viljelylannoituksen aktiivinen vaikutusaika lienee loppunut jo ennen kuu-detta kasvukautta maastossa.

Kokeessa 2 taimet saivat NPK-laikkulannoituksen viljelyn yhteydessä keväällä 1965 ja jatkolannoituksen fosforilla ja kalilla kahta vuotta myöhemmin hajalevityksenä (taul. 1). Vuonna 1973 typpellä jatkolannoitettu kaista sai vuonna 1967 kalimagnesiaa ja kotkafosfaattia ja muu alue suometsien PK-lannosta (taul. 4). Kuvasta 11 havaitaan, että taimien kasvu ennen toista jatkolannoitusta (v. 1973) ja vielä jatkolannoitusvuonnakin oli selvästi nouseva, joten ravinteita oli ilmeisesti

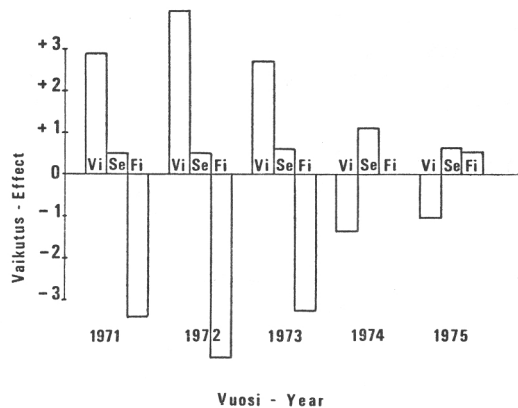


Kuva 11. Männyn taimien kasvu jatkolannoitettulla x—x ja jatkolannoittamattomalla o—o kaistalla kokeessa 2. Jatkolannoitus oulun salpietarilla keväällä 1973, tyyppä 110 kg/ha.

Fig. 11. Growth of pine saplings on refertilized x—x and unfertilized o—o strip in experiment 2. Refertilization with oulu saltpetre in the spring of 1973 (110 kg/ha of N).

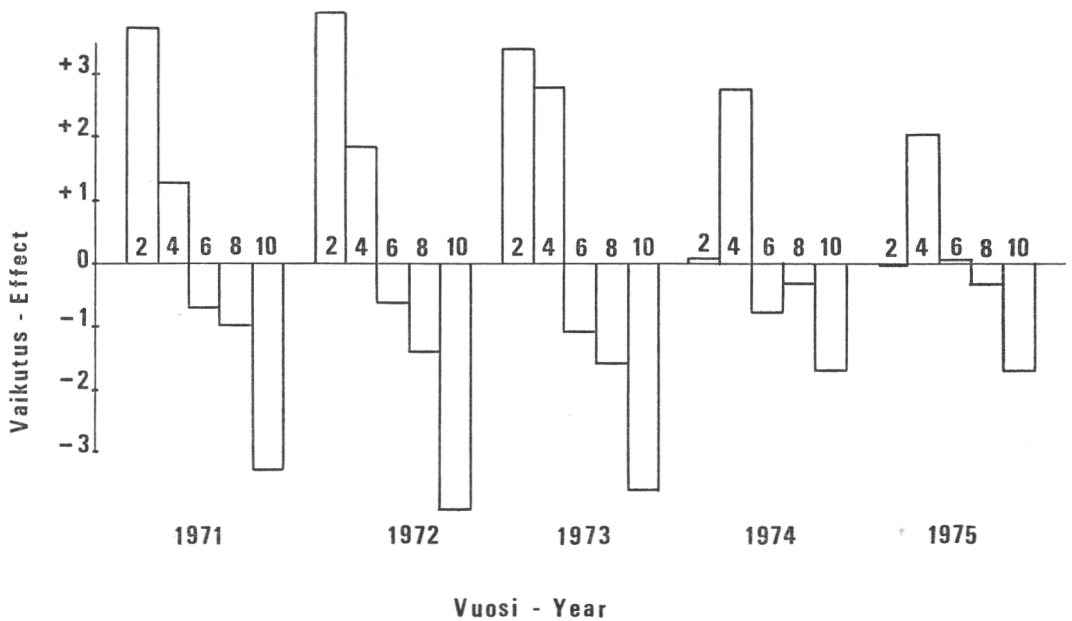
vielä jäljellä. Kasvu oli sama kummallakin lannoituskaistalla. Kalimagnesian ja kotkafosfaatin käytöllä ei siis saavutettu mitään havaittavaa etua taimien kasvulle normaaliin suometsien PK-lannokseen verrattuna.

Jatkolannoitus typpellä lisäsi keskimäärin jonkin verran kasvua. Aikaisemmin, luvuissa 31 ja 32 todettiin, että kapeilla, 2 m:n vakosaroilla, samoin kuin Vikeid-auran yhteydessäkin taimien kasvun kehitys varsin selvästi muuttui vuosien 1972 ja 1975 välillä. Kuvista 12 ja 13 nähdään havainnollisesti, että muutos tapahtui vuonna 1974, eli jatkolan-



Kuva 12. Vaotuslaitteen päävaikutukset taimien kasvuun vuosina 1971—75. Koe 2.

Fig. 12. Main effects of furrowing equipment on the growth of saplings in 1971—75. Exp. 2.



Kuva 13. Vakoetaisyyden päävaikutukset taimien kasvuun vuosina 1971—75. Koe 2.
 Fig. 13. Main effects of furrow spacing on the growth of saplings in 1971—75. Exp. 2.

noitusta seuraavana vuotena. Syksyllä 1976 suoritettiin taimien neulasten kuntoa selvittävää inventointi, joka osoitti (taul. 14 ja 15), että jatkolannoitella alueella oli vuoden 1974 neulasensa pudottaneita taimia tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin jatkolannoittamattomalla alueella. Runsaimmin tällaisia taimia oli 2 m:n vakosaroilla. Vikeidillä auruilla jatkolannoitetuilla alueilla tällaisten taimien esiintyminen oli runsaampaa kuin muiden voatusvälineiden yhteydessä.

Näyttää siis siltä, että voimakkaimmin kasvaneet taimet ovat kokeessa 2 kärsineet jatkolannoituksesta, mutta heikoimmat jonkin verran lisänneet kasvuaan, koska vaikutus keskimäärin kuitenkin oli positiivinen (kuva 11). Tämä sopii myös kokeen 3 kohdalla esitettyyn oletukseen, koska voimakkaimmin kasvaneet taimet ovat todennäköisesti myös perusteellisemmin kyenneet käyttämään käyttökelpoisen fosforin turpeessa.

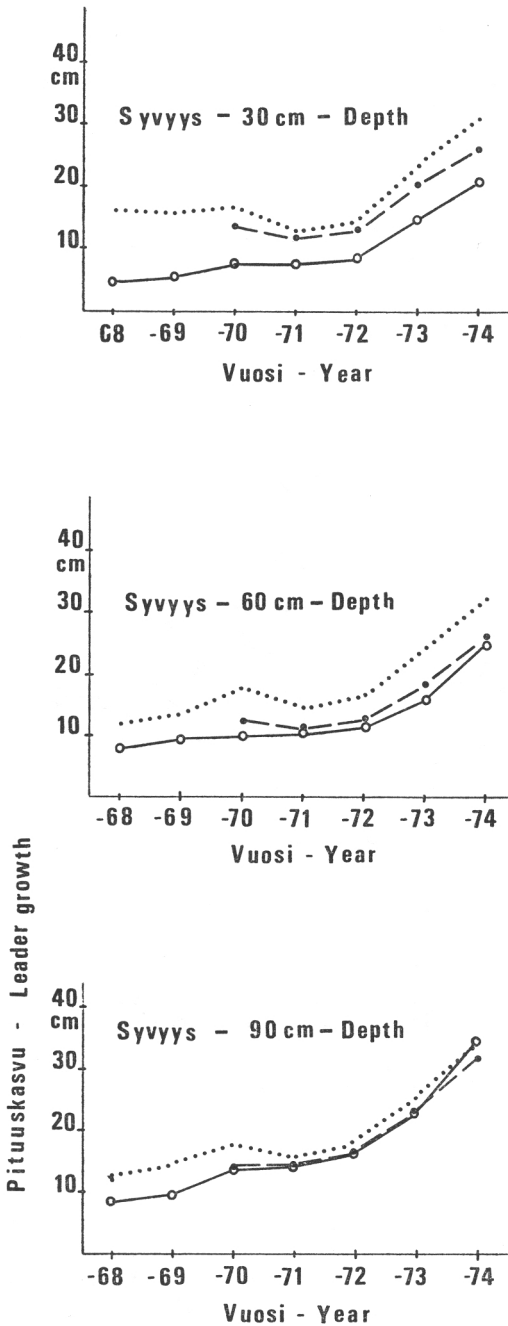
34. Istutus ja kylvä

Kokeet 1 ja 2 antoivat mahdollisuuden vertailla istutus- ja kylvötaimien kasvua keske-

nään. Koska siemen- ja kylvötaimet edustivat eri alkuperiä ei vertailu kuitenkaan ole moitteeton.

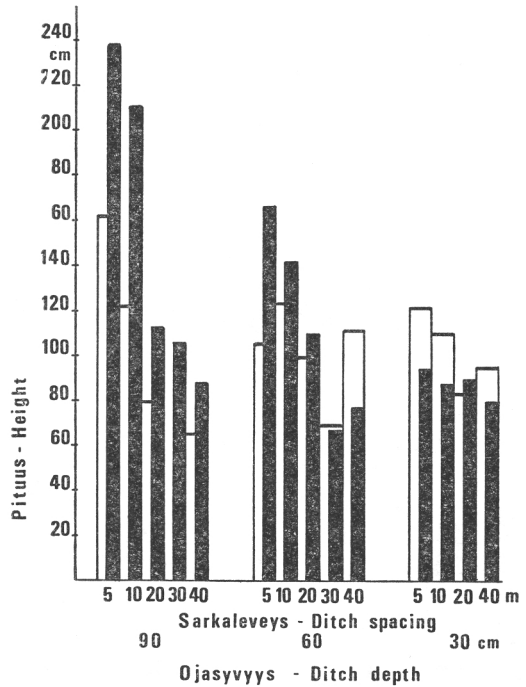
Taulukossa 16 nähdään, että istutustaimet olivat selvästi kylvötaimia kookkaampia v. 1975, siis 11 kasvukautta viljelyn jälkeen. Myös istutustaimien pituuskasvu oli koko ajan suurempi kuin kylvötaimien.

Kokeen 1 osalta todettiin luvussa 31, että eri taimilajien kehitys oli erilainen eri ojasyyvyyslohkoilla. Taulukossa 17 on sen vuoksi esitetty taimilajien pituus v. 1974 ojasyyvyyslohkoittain. Havaitaan, että kun pituusero kouluttujen taimien ja kylvötaimien välillä 30 cm:n ojasyyvyyslohkolla oli keskimäärin 82 cm, oli se 90 cm:n ojasyyvyyslohkolla vain 32 cm. Pituusero oli tilastollisesti merkitsevä 30 cm:n mutta ei 90 cm:n ojasyyvyyslohkolla. Koulumattomien istutustaimien ja kylvötaimien keskimääräinen pituusero syvimmän ojituksen yhteydessä oli vain 5 cm kahdentoista maastokasvukauden jälkeen. Sama nähdään myös taimien kasvussa vuosina 1970—1974 (kuva 14). Jatkolannoituksen jälkeen syvimmän ojituksen yhteydessä kylvötaimet kasvoivat inventointivuonna jopa yhtä hyvin kuin koulitut ja jonkin verran paremmin kuin koulumattomat istutustaimet.



Kuva 14. Eri taimilajien kasvun kehittyminen eri ojasyvyyslohkoilla kokeessa 1. Selitykset: ····· istutus (2 A + 1 A), ·-·-· istutus (2 A), ○-○-○ kylvö.

Fig. 14. Progress of growth of various seedling types in blocks with different ditch depths in experiment 2. Explanations: ····· 2/1 transplants, ·-·-· 2/0 plants, ○-○-○ saplings grown from seeds.



Kuva 15. Kylvötaimien ja kouluttujen istutustaimien pituus 12. kasvukautena kylvöstä lukien. ■ = kylvötaimien pituus syksyllä 1974, □ = istutustaimien pituus syksyllä 1971. Koe 1.

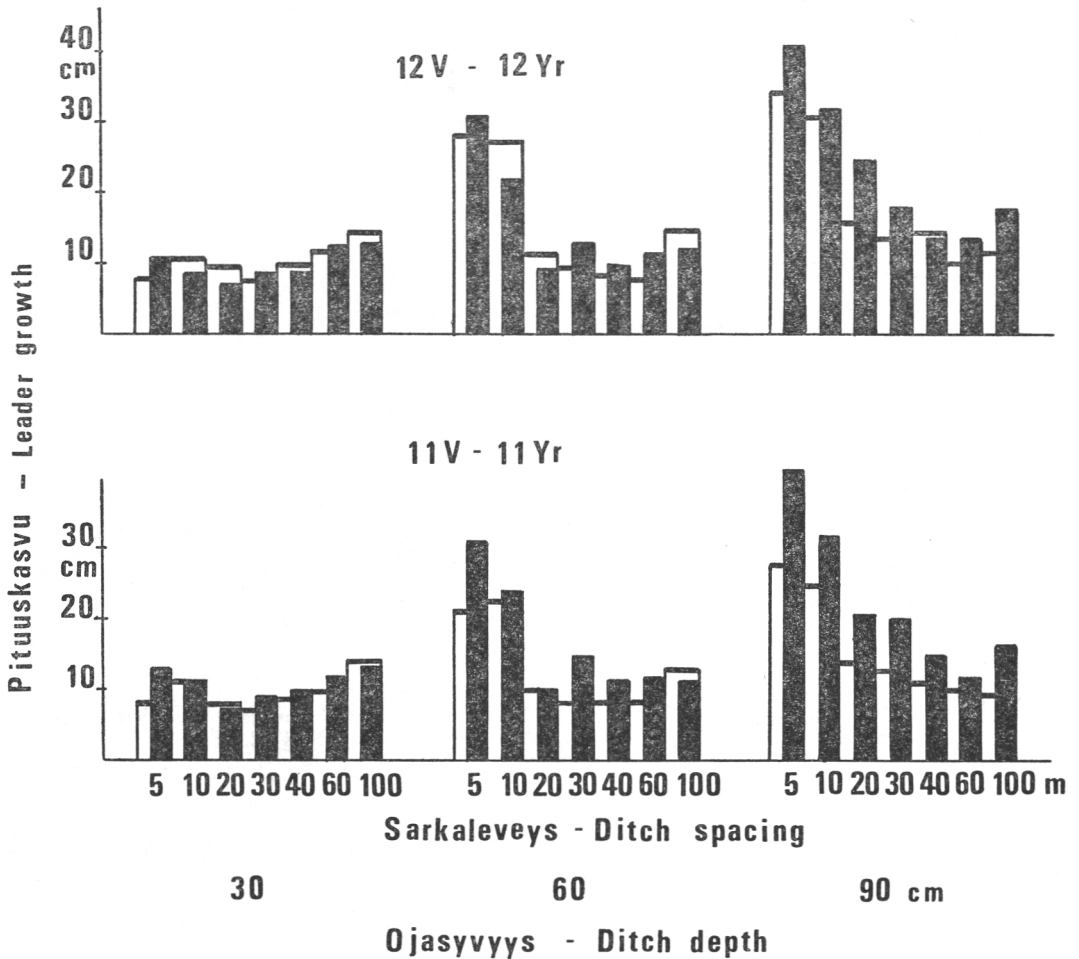
Fig. 15. Height of saplings grown from seeds and that of transplants in the twelfth growing season since sowing. ■ = height of saplings in the autumn of 1974, □ = height of transplants in the autumn of 1971. Exp. 1.

Näyttää siis ilmeiseltä, että erityisesti kylvötaimet ovat hyötäneet syvästä ojituksesta ja kyenneet parhaimmillaan saavuttamaan lähes kouluttujen viljelytaimien pituuden ja pituuskasvun kahdentoista maastokasvukauden kuluessa.

Taimien kehityksen ensimmäisille vuosille on tyypillistä vuosittain lisääntyvä pituuskasvu. Kun vertaillaan yhtä kauan maastossa olleita istutus- ja kylvötaimia, vertailu tapahtuu biologisesti eri-ikäisten ja eri kehitysvaiheissa olevien taimien välillä.

Tarkasteltaessa edellä esitetyn taulukko 16 lukuja tältä pohjalta havaitaan, että samankäisiä kylvötaimet kasvoivat jonkinverran paremmin kuin istutustaimet.

Kuvassa 15 on vertailtu biologisesti samankäisiä kylvö- ja istutustaimia (2 A + 1 A) kokeessa 1.



Kuva 16. ■ Kylvö- ja □ istutustaimien (2 A) pituuskasvu biologisesti samanikäisinä yksitoista- ja kaksitoistavuotuisina. Kylvötaimien kasvu on mitattu vuosina 1973 ja 1974. Istutustaimien vastaavasti 1971 ja 1972. Koe 1.

Fig. 16. Leader growth of saplings grown from seeds ■ and of 2/0 plants □ at the same biological age (11 and 12 year). Growth of saplings grown from seeds measured in 1973—74. Growth of 2/0 plants measured in 1971 and 1972 correspondingly. Exp. 1.

Kaksitoistavuotiaina kylvötaimet tehokkaan ojituksen yhteydessä olivat huomattavasti samanikäisiä istutustaimia kookkaampia. Suhteessa kylvötaimiin istutustaimet menestyivät sitä paremmin, mitä huonompi kuivatus oli. Matalimman ojasyvyyden lohkoilla istutustaimet olivat samanikäisinäkin selvästi kylvötaimia kookkaampia. Luonnollisestikaan tällainen vertailu ei ole moitteeton, koska vuosien välillä saattaa taimien kasvun kannalta olla suuriakin eroja. Kasvuedellytykset ovat juuri viimeisinä vuosina saattaneet olla

erityisen suotuisat, kuten tässä tapuksessa vuonna 1974, siis jatkolannoituksen jälkeen. Ei kuitenkaan ole luultavaa, että yhden vuoden vaikutuksesta kuvan osoittamat erot olisivat mahdollisia. Tätä tukee myös kuva 16, jossa on esitetty jatkolannoittamattomien 2 A-taimien ja kylvötaimien kasvu biologisesti samanikäisinä yksitoista ja kaksitoistavuotiaina. Kuvasta nähdään, että jokaisessa vertailussa kylvötaimet ovat biologisesti samanikäisinä syvimmän ojasyvyyden lohkoilla kasvaneet 2 A-taimia paremmin. Muilla lohkoilla

erot ovat olleet varsin sattumanvaraisia. Kuva korostaa edelleen syvän sarkaojan edullisuutta kylvötaimien kehitykselle.

Syytä nimenomaan kylvötaimien hyötymiseen ojasyvyyden lisääntymisestä ei ole voitu varmuudella selvittää. Se saattaa liittyä syksyn pintavesien nopeampaan poistumiseen alueel-

ta syvän ojituksen yhteydessä. Tällöin ei ole samanlaista vaaraa taimien jäämisestä jään sisälle syksyn ensimmäisten pakkasten aikana. Kapeilla saroilla saattaa olla kysymys myös pintakasvillisuuden kilpailun vähentymisestä, mikä on juuri kylvötaimille erityisen tärkeitä (vrt. K a u n i s t o 1976).

4. TARKASTELUA JA PÄÄTELMÄT

Edellä esitellyt kokeet ovat olleet luonteeltaan varsin erilaisia. Tärkein niitä yhdistävä tekijä on ollut se, että niiden päätarkoituksena on ollut selvittää erilaisten suon kuivatusolosuhteiden vaikutusta männyn viljelytaimien kasvuun. Eri kokeissa kysymystä kuitenkin on lähestytty hyvin eri tavoin. Yhdessä kokeessa muuttujina ovat olleet sarkaleveys ja ojasyvyyden, toisessa sarkaleveys ja voatusiheyden ja kolmannessa pelkkä sarkaleveys. Tulosten tulkintaa on vaikeuttanut huomattavasti kokeiden toteutus ja laajuus maastossa. Useissa tapauksissa ilmenevä käsittelyjen lohkoittaisuus (yhden muuttujan tasot on sijoitettu eri lohkoihin) ja toistojen puuttuminen on tehnyt eräiden käsittelyjen tilastollisen vertailun vaikeaksi ja joidenkin jopa mahdottomaksi (vrt. luku 2).

Kaikkissa kolmessa kokeessa ojituksen tehostaminen on lisännyt taimien kasvua. Ylikuivatusta ei tehokkaimmankaan ojituksen yhteydessä ole ilmennyt. Koulimattomien istutustaimien huonompi kasvu 5 m:n kuin 10 m:n saralla 90 cm:n ojasyvyydlohkolla ei liene johtanut ylikuivatuksesta, koska kylvötaimien ja koulittujen istutustaimien kohdalla ei vastaavaa ilmiötä esiintynyt.

Tulokset tukevat aikaisemmin maassamme karujen soiden ojituksesta esitettyjä tuloksia (vrt. johdanto). Käytännössä kuitenkin 5 m:n sarkaojitus, varsinkin kaivurilla toteutettuna lienee kustannusten ja ojitusalueiden jälkihoidonkin vuoksi epätarkoituksenmukaista. On ilmeistä, että karuilla avosoilla biologinen ja taloudellinen optimikuivatus eivät ole yhteneväisiä, vaan biologisen maksimin saavuttaminen vaatii selvästi taloudellista optimaista tehokkaamman kuivatuksen.

Kasvun paraneminen ojituksen tehokkuutta lisättäessä ei kyseisissä kokeissa ole johtanut

pelkästään kuivatuksen parantumisesta. Kokeessa 1 on ilmeistä, että syvästä ojista nousut typpipitoinen turve on omalta osaltaan edistänyt taimien kasvua. Kun lisäksi fosforilannoitus toteutettiin hajalevityksenä ennen ojitusta, saivat kapeat sarat varsin tehokkaan fosforilannoituksen, koska ojamaiden kohdalle tuli kaksinkertainen fosforiannos. On selvää, että myös pintakasvillisuuden kilpailun puuttuminen kapeilla saroilla alkuvuosina on koitunut taimien, erityisesti kylvötaimien hyödyksi.

Myöskin kokeessa 2 ojituksen sivuvaikutuksilla oli ilmeinen vaikutuksensa ainakin kylvötaimien kasvuun. Kaikkea vaotustiheyden lisäämisestä aiheutunutta kasvun lisäystä ei näin ollen voida laskea kuivatuksen tehostamisen ansioksi.

Edellä esitettyä taustaa vasten tuntuu mahdolliselta, että maanparannuskeinoilla, joilla vähennetään pintakasvillisuuden kilpailua ja toisaalta lisätään typen mobilisaatiota voidaan jossain määrin ehkä korvata tiheää ojitusta.

Maan fyysikaalisten ominaisuuksien parantamisen ohella myös kasvualustan ravinnetalouden parantaminen vaikutti tässä tutkimuksessa oleellisesti taimien kasvuun. Rakaiselle lyhytkortiselle nevalle perustetussa kokeessa 54 ojituksen tehostaminen ei lisännyt lainkaan lannoittamattomien taimien kasvua. Vasta lannoituksen myötä myös ojituksen tehostaminen aiheutti kasvun parantumista (vrt. myös Huikari ja Paarlanti 1967). Heikuraisen ja Laineen (1976) karuulta rämeiltä esittämässä aineistossa ilmeni varsin selvä kasvun lisääntyminen lannoittamattomillakin kocaloilla siirryttäessä 20 m:n saroilta 10 m:n saroille. Mainituissa tutkimuksissa saran kaventamisella aikaansaatu kasvun lisäys näytti olevan

lähes riippumaton lannoituksen voimakkuudesta, kun taas tämän tutkimuksen aineistossa ojituksen tehostaminen oli taimien kannalta sitä edullisempää mitä enemmän ravinteita oli annettu. Tulos korostaa lannoituksen välttämättömyyttä karujen avosoiden metsityksessä.

Kaikkissa kolmessa kokeessa suoritettiin ainakin osassa koetta metsityslannoitus laikkun taimien ympärille. Useat tutkijat ovat esittäneet laikkulannoituksen vaikutusajaksi 4—5 vuotta (vrt. Meshechok 1968, Dickson 1972, Huikari ja Paavilainen 1972). Myös tämän tutkimuksen kokeessa 3, joka oli perustettu rimpiselle rahkanevalle viljelylannoituksen vaikutus lienee ollut samaa luokkaa. Huolimatta siitä, että alueelle oli annettu NPK-laikkulannoituksen lisäksi myös fosforia hajalevityksenä viljelyvuotena, taimien kasvu kuudentena kasvukautena oli enää hyvin heikosti nouseva.

Sen sijaan tupasvillanevalle perustetussa kokeessa 3 taimien kasvu jatkui vielä kuudentena kasvukautena viljelylannoituksesta varsin selvästi nousevana pienimmänkin laikkulannoituskäsittelyn yhteydessä. Laikkulannoituksen kesto-aika näyttää siis tämän tutkimuksen valossa ainakin jossain määrin riippuvan suon luontaisesta ravinteisuudesta. Vuoden 1974 poikkeuksellisen sateinen kasvukausi aiheutti yleisen pituuskasvun heikkenemisen, joten laikkulannoituksen vaikutuksen mahdollisesta jatkumisesta myöhempinä vuosina ei ole näyttöä.

Karuilla soilla fosforin ja kalin lisäksi typen puute rajoittaa puiden kasvua. Onkin todettu, että alunperin niukkatyypiset suot pitäisi lannoittaa uudelleen tyypellä 5—10 vuoden kulluttua peruslannoituksesta (Paavilainen 1971, 1972, Dickson 1972, Karsisto 1974). Tässä tutkimuksessa todettiin, että pelkän typenkin käytöllä jatkolannoituksessa voidaan saada aikaan kasvun lisäystä (vrt. myös Paavilainen 1976 a, b). Toisaalta oli ilmeistä, että tällä oli myös oma riskinsä siitäkkin huolimatta, että taimet olivat saaneet aikaisemmin hajalevityksenä fosforia ja kalia. Kokeessa 3 yksipuolinen typen lisäys huononsi varsin selvästi taimien kasvua. Kokeessa 2 jatkolannoitus tyypellä lisäsi keskimäärin jonkin verran taimien kasvua, mutta ennen jatkolannoitusta parhaiten kasvaneet taimet (kapeimmalla vakosaralla ja toisaalta Vikeidauralla vaotetuilla alueilla) kärsivät selvästi jatkolannoituksesta. Näyttää siis siltä, että

kyseisillä karuilla soilla useita vuosia aikaisemmin annettu fosfori ei ole enää ollut maassa niin aktiivisessa muodossa, että se olisi kyennyt estämään yksipuolisen typpi-lannoituksen aiheuttaman ravinnetasapainon järkkymisen. Samantapaisia tuloksia on esittänyt myös Paavilainen (1976) ja todennut, että kysymyksessä on erityisesti typen ja fosforin välinen epäsuhde. Sen sijaan tasapuolinen, kaikki pääravinteet sisältävä jatkolannoitus on ainakin aluksi johtanut erinomaiseen kasvutulokseen, kuten koe 1 osoittaa. Jatkolannoitus karuilla soilla tulisikin ilmeisesti toteuttaa kaikilla pääravinteilla (vrt. myös Paavilainen 1976 a, b).

Mielenkiintoinen piirre NPK-jatkolannoituksen vaikutuksessa on, että pituuskasvun lisäys oli ilmeinen jo lannoitusvuonna, vaikka yleensä onkin esitetty lannoituksen voivan vaikuttaa taimien pituuskasvuun vasta lannoitusta seuraavana kasvukautena.

Karuilla avosoilla ravinnetalouden parantaminen on ehdoton edellytys puiden kasvatamiselle. Turpeessa on luontaisesti kaikkia pääravinteita vähän ja lannoitteenakin annetut sitoutuvat tehokkaasti pieneliöstöön ja pintakasvillisuuteen, joista ne vapautuvat hyvin hitaasti. Ravinteiden puutos tai epätasapaino johtaa verrattain äkilliseen puuston raunioitumiseen, koska tällainen turve ei luontaisesti kykene tarjoamaan käytännöllisesti katsoen minkäänlaisia kasvuedellytyksiä kasvinravinteiden suhteen. Tämän vuoksi karuille avosoille perustettuja männyn taimistoja tulisi tarkkailla tavallista useammin, jotta jatkolannoitus voitaisiin suorittaa heti kun neulasistossa alkaa ilmetä ravinnepuutosten oireita. Varhaisempi ennakointi tuskin on vielä nykyään mahdollista käytännön mitta-kaavassa.

Viljelymateriaalien vertailun osalta ei tässä tutkimuksessa kovin varmoja johtopäätöksiä voida tehdä, koska ne samalla edustivat eri alkuperiä. Joka tapauksessa voitaneen sanoa, että kylvötaimet menestyivät varsin hyvin kilpailussa istutustaimien kanssa. Tulosten perusteella näyttää, että kylvötaimet ovat yleensä vaatineet tehokkaampaa maan käsittelyä kuin istutustaimet. Erityisesti ojan syvyydellä näyttää olleen tärkeä merkitys. Esim. kokeessa 1 ovat kylvötaimet kahdentoista maastokasvukauden kuluttua olleet 30 cm:n ojasyvyyshlohkolla n. yhden metrin koulittuja istutustaimia lyhyempiä, kun taas

tehokkaimman käsittelyn yhteydessä ero on ollut vain 30—40 cm, kasvun ollessa viimeksimainitussa tapauksessa inventointivuotena oleellisesti sama kummallakin taimimateriaalilla. Syytä ojan syvyyden suureen merkitykseen ei ole kyetty selittämään. Se saattaa liittyä pintavesien nopeampaan poistumiseen alueelta, jolloin kylvötaimet eivät samassa määrin ole alttiina alkuvuosien jäävaurioille.

Vaotuksen merkitys näyttää kylvötaimien osalta liittyneen nimenomaan siihen, että viljely on voitu tehdä käännettyyn turpeeseen tai jyrshinturvemurskaan, eikä niinkään paljon vaotuksen vaikutukseen kuivatuksen tehokkuutena. Toisaalta pallo jo sellaisenaan merkit-

see myös parantuneita kuivatusoloja. Lisäksi palteen tasapintaa paremmat lämpöolot ovat kylvötaimien itämisen ja ensimmäisten vuosien kehityksen kannalta oleellisen tärkeitä. Myös aikaisemmissa avosoiden metsänviljelyä käsittelevissä tutkimuksissa on todettu kylvötaimien hyötyvän maan muokkauksesta (K a u n i s t o 1971, 1972, 1975). Saatujen tulosten perusteella kylvö näyttää suositeltavalta karujen avosoiden metsitysmenetelmältä. Vaikka maan käsittelyn täytyykin olla tehokkaampi kuin istutuksen yhteydessä, korvautuu tästä johtunut kustannusten lisääntyminen moninkertaisesti halvemmalla viljelymateriaalilla.

KIRJALLISUUS

- DICKSON, D. A. 1972. Koetuloksia soiden metsänlannoituksesta Pohjois-Irlannissa. Summary: Fertilizing forests on peat in Northern Ireland. *Suo* 23, (3—4): 70—76.
- > & SAVILL, P. S. 1974. Early growth of *Picea sitcbensis* (Bong.) Carr. on deep oligotrophic peat in Northern Ireland. *Forestry* 47, 1: 57—88.
- HEIKURAINEN, L. & LAINE, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage, and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. *Acta For. Fenn.* 150: 1—38.
- > & OUNI, J. Turvemaiden taimistojen pituuskasvusta. Summary: On the height growth of seedling stands growing on peatland. *Silva Fennica* 4: 119—141.
- > & VEIJOLA, P. 1971. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen uudistumiseen ja taimien kasvuun. Summary: Effect of fertilization and ditch spacing on regeneration and seedling growth on pine swamps. *Acta For. Fenn.* 114: 1—19.
- HUIKARI, O. 1961. Koetuloksia metsäojitettujen soiden ravinnetalouden keinollisesta parantamisesta. *Metsätal. Aikak.* 1961, (5): 212—216.
- > PAARLAHTI, K., PAAVILAINEN, E. & RAVELA, H. 1966. Sarkaleveyden ja ojasyvyyden vaikutuksesta suon vesitalouteen ja valuntaan. Summary: On the effect of strip-width and ditch depth on water economy and runoff on a peat soil. *Commun. Inst. For. Fenn.* 61 (8): 1—39.
- > & PAARLAHTI, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. *Commun. Inst. For. Fenn.* 64 (1): 1—135.
- > & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. 68 s. Helsinki.
- JUUSELA, T., KAUNISTO, S. & MUSTONEN, S. 1969. Turpeesta tapahtuvaan haihduntaan vaikuttavista tekijöistä. Summary: On factors affecting evapotranspiration from peat. *Commun. Inst. For. Fenn.* 64 (1): 1—135.
- KARSISTO, K. 1974. On the duration of fertilization influence in peatland forests. Intern. Symp. For. Drainage. Proc. 1974. Jyväskylä, Finland. p. 309—321.
- KAUNISTO, S. 1972. Effect of soil preparation and fertilization on the growth of young pine plantations on peat. The 4th Intern. Peat Congress 3: 501—508.
- > 1974. Afforestation of open peatlands. Intern. Symp. on For. Drain. 1974 Excursion 4. Muhos. p. 23—32.
- > 1975. Jyrsintämuokkaus ja lannoitteiden sijoitus männyn kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Summary: Rotavation and fertilizer placement in connection with direct seeding of Scots pine on peat. Greenhouse experiments. *Commun. Inst. For. Fenn.* 85 (4): 1—58.
- MANNERKOSKI, H. & SEPPÄLÄ, K. 1970. Lannoituksen vaikutus istutustaimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalle. Summary: On the influence of fertilization on the initial development of plantations in open lowsedge bogs. *Suo* 1970, (1): 12—17.
- MESHECHOK, B. 1968. On startgjødsling ved skogkultur på myr. *Medd. Norske Skogforsøksv.* 87: 1—140.
- PAAVILAINEN, E. 1965. Tuloksia männyn istutus ja kylvökokeesta rahkanevalla. Summary: Results of pine planting and sowing experiment on open *Sphagnum fuscum* swamp. *Folia Forestalia* 12: 1—9.
- > 1971. The effect of various nitrogen fertilizers on the leader growth of pine on peatlands. *Acta Agralia Fennica* 123: 197—205.
- > 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers. *Commun. Inst. For. Fenn.* 77 (3): 1—46.
- > 1976 a. Taimistojen lannoitus niukkaravinteisilla soilla. Parkanon tutkimusaseman tied. ant. 3.
- > 1976 b. Typpilannoitusohutturpeisilla piensararämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on sahl-lowpeated *Carex Globularis* Pine swamps. *Folia For.* 272: 1—16.
- PÄIVÄNEN, J. 1974. Sarkaleveyden ja naveroinnin vaikutus pohjavesipinnan syvyyteen ja männyn taimiston kehitykseen lyhytkortisella nevalle. Summary: The effect of ditch spacing and furrowing on the depth of the ground water table and on the development of a Scots pine plantation on small-sedge bog. *Silva Fenn.* 8, (4): 215—224.
- > & SEPPÄLÄ, K. 1971. Koe ojatiehden vaikutuksesta istutetun männyn taimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalle. Summary: On the influence of ditch spacing on the initial development of a pine plantation on small-sedge bog. *Suo* 22, (6): 82—85.
- ZEHETMAYR, J. W. L. 1954. Experiments in tree planting on peat. *For. Commun. Bull.* 22: 1—110.

SUMMARY

Material and methods

The main purpose of the study was to investigate the effect of draining conditions on the growth of pine saplings on oligotrophic open bogs. The investigation is based on three experiments set up in the Alkkia area (62(10°N, 22(75°E) owned by the Parkano Research Station of The Finnish Forest Research Institute. Table 1 shows some basic facts pertaining to the experiments. All experimental areas were extremely poor in nutrients (Tables 2 and 3). They (excluding Experiment 22) would be regarded as undrainable by prevailing standards.

A complete list of treatments as they occur in different experiments is shown in Table 4 and experimental layout in the field in Figs. 1—3. Differences in drainage intensity were achieved in various ways in the experiments. Ditch spacing and ditch depth were variables in Experiment 1, ditch and furrow spacings in Experiment 2, and ditch spacing alone in Experiment 3.

In addition to drainage efficiency the effect of basic fertilization in Experiment 3 and the effect of re-fertilization in all the experiments on the growth of young pine trees were investigated (Table 4). Furthermore, sowing and planting were compared (Experiments 1 and 2).

All the experiments were based on a split plot or split split plot design. The designs were not quite adequate when considering the seedling type or re-fertilization because of a systematic stripwise arrangement of these two factors (see Figs. 1—2). The comparisons, however, were made, because the plant rows measured were selected as close to the borderline of a treatment (seedling type or re-fertilization) as possible. There were no replicates in Experiments 1 and 2. Therefore the main classifying factor (ditch spacing and ditch depth respectively) remained without test values in these experiments. Experiment 3 had three replicates.

Results

The effect of ditch spacing on the growth of young pine trees is shown in Figs. 4—5 and Table 6. Generally the growth of trees accelerated as drainage became more effective. No danger of overdrainage appeared, although the narrowest ditch spacing was 5 m and the deepest ditch 90 cm (Experiment 1).

Figs. 4—5 show that not until very narrow ditch spacings (5—10 m) were used did a substantial increase in growth of trees occur.

Although it was impossible to test statistically the effect of ditch depth because of its placement in blocks, it is nonetheless interesting to find that ditch spacing was of little significance if the ditch was shallow. This was especially true in connection with sowing.

The effect of furrow spacing on the survival and growth of trees is shown in Tables 7—9. An optimum growth of trees was gained in connection with two narrowest furrow spacings (2 and 4 m). After 11 growing seasons in field the survival of trees seemed to be independent on furrow spacing.

As an indicator of draining intensity the growth of trees was observed in Experiment 3 both near the ditch and in the middle of the strip (Fig. 6). In all instances trees grew best near the ditch.

Tables 10—12 and Fig. 7 show the effect of soil preparation on the growth of trees. According to Table 11 trees were taller in 1975 and in 1972 they also grew better on the turf ridge made by a double mouldboard Vikeid plough than in conjunction with other furrowing equipments or on untouched peat surface. The growth of saplings grown from seeds was affected more than of 2/0 plants or transplants by soil preparation (Tables 10 and 11). The growth in 1975 deviated from the data mentioned above. This subject will later be reverted to in conjunction with re-fertilization.

The effect of peat rotavation on the growth of trees (Fig. 7) on strips with 5 meter furrow spacings was investigated in Experiment 2. Generally the trees were smaller on rotavated than unrotavated peat. On the other hand there were no differences in growth in 1975. It is known from former experience that the growth of trees is weakened when rotavation covers the entire peat surface. The impairment of water conditions has been presented as a partial reason for this. Some promising results, however, have been received by a method in which about 2 m wide ribbons are rotavated and a furrow is ploughed in the middle of rotavated peat (Kaunisto 1971, 1974). Table 12 shows that trees have grown better on ditch spoil than on untouched peat near the ditch.

Fertilization was necessary at the time of afforestation. Without fertilization no growth response after drainage was gained (Table 13). On a poor *Sphagnum fuscum* bog with rimpi formations (Exp. 1) spot fertilization with NPK and additional topdressing

with basic slag had only a slight positive effect on tree growth in the sixth growing season after the application (Fig. 9). On a slightly better site in Experiment 3 (a low-sedge bog) the growth of trees continued to improve in the sixth growing season after planting even in connection with quite a low-rate spot fertilization (Fig. 8).

Mere nitrogen or all the main nutrients (NPK) were used for refertilization in Experiment 1 and mere nitrogen in Experiments 2 and 3 (Table 4). Refertilization with all the main nutrients produced an immediate response on the growth of trees (Fig. 10), while refertilization with mere nitrogen improved very little the growth of trees on the average (Figs. 10 and 11) or even retarded growth (Fig. 8). Tree growth was retarded in 1974 and 1975 also on plots with no N refertilization. This was due to a very cold and rainy summer of 1974.

According to Fig. 8 it seems that the effect of nitrogen refertilization depended on the amount of nutrients given in basic fertilization. The smallest growth decline was found in connection with the strongest basic fertilization. It was already shown in Tables 9 and 11 that in Experiment 2 the pine trees which in 1972 had grown best, exhibited the least growth in 1975. Figs. 12 and 13 show that the change in growth occurred in 1974, in the second growing season after refertilization with nitrogen. An inventory performed in the autumn of 1976 showed that the number of trees that had lost their 1974 needles was highest in areas where the decline in

growth had occurred after nitrogen refertilization (Tables 14 and 15). In Experiment 2 seedlings had received all the main nutrients in 1975 on a spot of 0,25 m² around the planting or sowing spot. In addition, phosphorus and potassium had been applied on the whole area in 1967 (Table 4). However, nitrogen fertilization only six years later in 1973 caused a shock to the best growing trees on the most intensively treated sites. Paavilainen (1976) found similar response and suggested the reason to be the unbalanced ratio between nitrogen and phosphorus.

The investigation also compared the growth of different sapling types. The comparison was, however, not quite adequate as the saplings grown from seeds, 2/0 plants, and 2/1 transplants all derived from different origins. The results show that 11 and 12 years after afforestation (Experiments 2 and 1 respectively) seedlings were shorter than transplants (Tables 16 and 17). The more effective drainage, the smaller the differences in height were. Saplings grown from seeds in Experiment 1 in the block with the deepest ditches grew as well as transplants in the year of inventory (Fig. 14). On the average saplings benefited more than 2/0 plants and transplants from intensive drainage and site preparation measures.

When comparing sapling types at the same biological age, saplings grown from seeds were taller (Fig. 15) and grew better (Fig. 16) than 2/0 plants and transplants. This was especially true under good draining conditions.

TAULUKOT

Taulukko 1. Eräitä perustietoja koekentistä.
Table 1. Some basic information about the experimental fields.

Koe n:o Exp. No.	Suotyyppi Site type ¹⁾	Perustettu, v. Established, year	Peruslannoitus Basic fertilization	Ojitusväline Ditch machine	Pinta-ala Area	Inventoitu Inventory
1	RiRN	1963	Tuomask, 400 kg/ha — Basic slag 400 kg/ha NPK (10—5,2—5,0) ²⁾ 25 g/0,25 m ²	Kaivinkone Tractor digger	37 ha	1974
2	TN	1965	NPK (10—5,2—5,0) ²⁾ 25 g/0,25 m ²	»	92 ha	1975
3	TN	1968	Kts. Taul. 2 — See Table 2	Kopo jyrsin Kopo rotary ditcher	7 ha	1975

¹⁾ RiRN *Sphagnum fuscum* bog with rimpi formations.
TN = Cottongrass — sedge bog.

²⁾ % alkuaineina — Percentages as elements.

Taulukko 2. Turpeen pintakerroksen (0—10) cm kokonaistypen, fosforin ja -kalin määrä sekä pH kokeissa 1 ja 3.
Table 2. pH and total peat nitrogen, phosphorus and, potassium content in the 10 cm surface layer in Experiments 1 and 3.

Koe n:o Exp. No.	Mitattu suure Measured quantity	Ojasyvyys, cm Ditch depth, cm	Sarkaleveys, m Ditch spacing, m						
			5	10	20	30	40	60	100
1	N %	30	0,76	0,92	0,98	0,70	0,42	0,62	0,90
		60	0,81	0,71	0,53	0,70	0,67	0,45	0,59
		90	1,20	0,87	0,67	0,56	0,59	0,53	0,45
	P mg/g	30	1,13	1,38	1,03	0,74	0,86	0,83	1,03
		60	0,54	0,55	0,28	0,63	0,61	0,45	1,28
		90	0,43	0,58	0,34	0,58	0,44	0,55	0,39
	K mg/g	30	0,31	0,21	0,39	0,30	0,15	0,26	0,24
		60	0,25	0,41	0,31	0,37	0,28	0,17	0,41
		90	0,13	0,39	0,25	0,46	0,27	0,35	0,23
	pH	30	4,0	3,8	3,9	4,0	3,9	3,9	4,0
		60	3,9	3,8	4,1	3,9	3,8	3,9	4,0
		90	3,9	3,9	4,0	4,0	3,8	3,8	3,7
3	N %	—	0,93	0,89	0,72				
	P mg/g	—	0,45	0,61	0,35				
	K mg/g	—	0,20	0,26	0,21				
	pH	—	3,9	3,9	3,9				

Taulukko 3. Turpeen pintakerroksen (0—10 cm) kokonaistypen, -fosforin ja -kalin määrä sekä pH kokeessa 2. Näytteet otettu jokaisen sاران keskeltä pohjoisesta etelään (vrt. kuva 2).

Table 3. pH and total peat nitrogen, phosphorus, and potassium content in the 10 cm surface layer in Experiment 2. Samples taken in the middle of strips from north to south (see Fig. 2).

Sarkaleveys, m Ditch spacing, m	Mitattu suure Measured quantity			
	N %	P mg/g	K mg/g	pH
150	1,85	0,88	0,16	3,9
300	0,95	0,75	0,54	4,0
200	0,87	0,63	0,20	3,9
100	0,76	0,68	0,42	3,8
100	0,87	0,79	0,31	3,9
150	1,01	0,56	0,31	4,0
50	0,93	0,85	0,23	3,9
150	1,04	0,60	0,35	3,9
50	1,18	0,58	0,24	3,8
100	0,90	0,59	0,33	3,9

Taulukko 4. Tutkitut muuttujat eri kokeissa.
Table 4. The treatments in different experiments.

Muuttujat Treatments	Koe 1 Exp. 1	Koe 2 Exp. 2	Koe 3 Exp. 3
Sarkaleveys, m — Ditch spacing, m	5, 10, 20, 30, 40, 60, 100	50, 100, 150, 200, 300	5, 10, 20
Ojasyvyys, cm — Ditch depth, cm	30, 60, 90	—	—
Vaotustiheys, m — Furrow spacing, m	—	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10	—
Vaotuslaite ¹⁾ — Furrowing equipment ¹⁾ ...	—	Vikeid, Fiskars, Sesam	—
Viljelymater. — Afforestation mater.	Siemen, 2A, 2A+1A Seed, 2 0-, 2 1-plants	Siemen, 2A + 1A Seed, 2 1-transplants	—
Peruslannoitus ²⁾ — Basic fertilization ²⁾	—	—	0, PK 25, PK 50, PK 1 000
Jatkolannoitus 1967 ³⁾ — Refertilization 1967 ³⁾	—	PK ₁ , PK ₂ + Mg	—
Jatkolannoitus 1973 ⁴⁾ — Refertilization 1973 ⁴⁾	0, N, NPK	0, N	0, N

¹⁾ Vikeid = 2-siipinen aura — a double mouldboard plough.

Fiskars = yksisiipinen aura — single mouldboard plough.

Sesam = matala jyrsin (30—40 cm) — a shallow rotary ditcher (30—40 cm).

²⁾ PK 25 = P 5,2 + K 6,2 g/0,25 m².

PK 50 = 10,4 + K 12,4 g/0,25 m².

PK 1 000 = P 105 + K 125 kg/ha.

³⁾ PK₁ = P 45 kg raakafosfaattina + K 74 kg kalisuolana — P 45 kg/ha rockphosphate + K 74 kg/ha as muriate of potash.

PK₂ P 45 kg/ha raaka- ja superfosfaatin seoksena (kotkafosfaatti + K 74 kg Mg:n määrää ei tiedossa — P 45 kg/ha as a mixture of rockphosphate and superphosphate (Kotkaphosphate) + K 74 kg/ha containing also Mg.

⁴⁾ PK = P 42 kg/ha raakafosfaattina + 50 kg/ha kalisuolana — P 42 kg/ha as rockphosphate + K 50 kg/ha as muriate of potash.

NPK = edellinen + N 110 kg/ha — as above + N 110 kg/ha.

N = N 110 kg/ha oulunsalpietarina — N 110 kg/ha as oulunsalpetre.

Taulukko 5. Kokonaistypen määrä % turveprofiilissa eri ojansyvyyslohkoilla 5 ja 10 m:n saroilla kokeessa 1.

Table 5. Total nitrogen content in peat profile in 5 meter and 10 meter strips with different ditch depths. Experiment 1. 5 and 10 meter strips located side by side.

Turvekerros Peat layer	Ojasyvyys, cm ¹⁾ — Ditch depth ¹⁾					
	30		60		90	
	Sarkaleveys, m — Ditch spacing, m					
	5	10	5	10	5	10
0—10	0,46		1,04		1,16	
10—20	0,86		0,66		1,12	
20—30	0,50		0,57		0,89	
30—40	0,46		0,57		0,85	
40—50	0,40		0,68		0,60	
50—60	0,46		0,53		0,64	
60—70						
70—80						
80—90			1,30		1,44	
90—100			1,03		1,29	
100—110			0,91		1,13	

¹⁾ Kaivussyvyudet olivat vastaavasti 40, 90 ja 110 cm.
Digging depths were correspondingly 40, 90 and 110 cm.

Taulukko 6. Männyn taimien pituuskasvu vuosina 1971—75 eri levyisillä saroilla kokeessa 3.

Table 6. Annual leader growth of pine trees in 1971—75 in the strips in connection with different ditch spacings in Experiment 3.

Sarkaleveys Ditch spacing	Pituuskasvu, cm vuonna Height growth, cm in year				
	1971	1972	1973	1974	1975
5 m	19	26	31	30	23
10 m	14	21	27	27	22
20 m	13	20	25	26	20

Taulukko 7. Kylvön ja istutuksen onnistumissadannes vuosina 1966 ja 1975 erilaisten vaotuskäsittelyjen yhteydessä kokeessa 2.

Table 7. Survival (as percentages) in years 1966 and 1975 after sowing and planting in connection with different furrowing treatments in Experiment 2.

Vuosi Year	Vaotuslaite Equipment	Kylvö — Sowing						Istutus — Planting						
		Vaotustiheys, m — Furrow spacing, m						Keskim. Avg.	2	4	6	8	10	Keskim. Avg.
		2	4	6	8	10								
1966	Vikeid	74	57	59	43	44	55	88	86	86	85	79	85	
	Fiskars	45	48	42	25	30	38	74	79	81	81	83	80	
	Sesam	68	59	62	61	59	62	93	94	91	95	93	93	
	Keskim.- Avg.	62	55	54	43	44	52	85	86	86	87	85	86	
1975	Vikeid	62	57	60	57	67	61	71	89	67	84	79	78	
	Fiskars	59	69	61	58	50	59	66	74	81	82	88	78	
	Sesam	75	75	64	73	71	72	73	85	61	84	73	75	
	Keskim.- Avg.	65	67	62	63	63	64	70	83	70	83	80	77	

Taulukko 8. Kylvö- ja istutustaimien pituus (cm) vuonna 1975 eri levyisillä vakosaroilla.
 Table 8. Height of saplings (cm) in 1975 in connection with different furrow spacings.

Viljelytapa Afforestation method	Vaotustiheys, m Furrow spacing, m					W ₅ %
	2	4	6	8	10	
Kylvö — Sowing	147	130	124	127	113	34
Istutus — Planting ...	210	210	176	181	164	29

Taulukko 9. Istutus- ja kylvötaimien pituuskasvu (cm/v) kokeessa 2 vuosina 1971—75 eri levyisillä vakosaroilla.
 Table 9. Height growth of saplings (cm) in Experiment 2 in 1971—75 in connection with different furrow spacings

Vuosi Year	Vakoetaisyys m Furrow spacing m					W ₅ %
	2	4	6	8	10	
1971	19,1	16,7	14,7	14,4	13,8	2,3
1972	18,9	19,9	17,4	16,6	14,1	2,8
1973	25,5	24,9	21,0	20,5	18,8	3,5
1974	23,6	26,2	22,7	23,2	21,8	3,3
1975	17,9	20,1	18,0	17,7	16,3	2,2

Taulukko 10. Kylvö- ja istutustaimien pituus (cm) vuonna 1975 eri levyisillä vakosaroilla. Arvot laskettu erikseen vakosarkojen välissä olevalla koskemattomalla pinnalla ja palteella kasvaville taimille. Koe 2.

Table 10. Height of saplings (cm) in 1975 in connection with different furrow spacings in Experiment 2. The figures have been calculated separately for trees growing on turf ridges made by furrowing equipments and for those growing on untouched peat surface between the turf ridges.

Viljelytapa Afforestation method	Kasvualusta Substratum	Vaotustiheys, m Furrow spacing, m					W ₅ %
		2	4	6	8	10	
Kylvö — Sowing	Koskematon — Untouched Palle — Ridge	—	121	108	114	107	29
		151	137	135	142	133	47
Istutus — Planting ...	Koskematon — Untouched Palle — Ridge	—	211	181	173	164	33
		210	213	179	185	164	40

Taulukko 11. Taimien pituus v. 1975 ja pituuskasvu (cm) vuosina 1972 ja 1975 palteella (R) ja koskemattomalla suon pinnalla (U) kokeessa 2. Luvut 4—10 m:n vakosarkojen keskiarvoja.
 Table 11. Height of trees in 1975 and leader growth (cm) in 1972 and 1975 on the turf ridge (R) and on untouched peat surface (U) in Experiment 2. Two meter furrow spacing excluded.

Viljelymenettely Afforestation method	Vaotuslaite Furrowing equipment	Pituus v. 1975 Height in 1975		Pituuskasvu v. Height growth in year			
		R	U	1972		1975	
				R	U	R	U
Kylvö — Sowing	Vikeid	152	111	20	15	17	14
	Fiskars	120	105	13	12	19	17
	Sesam	137	121	16	14	19	17
	Keskim. — Avg.	136	112	16	13	18	16
Istutus — Planting ..	Vikeid	199	189	23	22	16	18
	Fiskars	169	166	16	16	21	21
	Sesam	188	192	20	21	21	21
	Keskim. — Avg.	185	182	20	20	19	20

Taulukko 12. Taimien keskimääräinen kasvu v. —73 ja —74 sekä koko pituus (cm) v. 1974 ojamaissa ja tasapinnalla 20—100 m:n saroilla kokeessa 1.

Table 12. Height of trees in 1974 and leader growth in 1973 and 1974 (cm) on ditch spoil and on untouched peat surface on strips with 20—100 m ditch spacing in Experiment 1.

Kasvualusta Substratum	Kylvötaimet Plants grown from seeds	2 A-taimet 2 0 plants		2 A + 1 A-taimet 2 1 transplants		
	Pituus — Height, cm					
Ojamaissa — On ditch spoil .	101	131		169		
Koskem. pinnalla — On un- touched surface	89	129		153		
	Pituuskasvu v. — Leader growth in year					
	1973	1974	1973	1974	1973	1974
Ojamaissa — On ditch spoil .	17,7	21,1	22,0	23,9	25,2	33,3
Koskem. pinnalla — On un- touched surface	14,9	19,8	20,1	24,3	22,5	30,9

Taulukko 13. Taimien pituus (cm) eri levyisillä saroilla erilaisten lannoituskäsitte-lyjen yhteydessä. Koe 3.

Table 13. Height of trees (cm) in strips with different ditch spacings and in conjunction with different start fertilization treatments. Experiment 3.

Lannoitus Fertilization	Sarkaleveys Ditch spacing			Kes- kim. ¹⁾ Avg. ¹⁾
	5	10	20	
0	70	81	75	75
25, g/0,25 m ²	143	120	122	128
50, g/0,25 m ²	172	148	130	148
1 000, kg/ha .	180	150	141	157
Keskim. ²⁾ — Avg. ²⁾	141	125	117	128

¹⁾ W₅ % = 25 cm.

²⁾ W₅ % = 18 cm.

Yhdysvaikutus — Interaction F = 6,45***

Taulukko 14. Vuoden 1974 neulasensa pudotta-neiden männyn taimien osuus (%) eri vakoetäisyyksien yhteydessä. Koe 2.

Table 14. Percentage of pine trees (%), which have lost their 1974 needles, in connection with different furrow spacings. Experiment 2.

Jatko- lannoitus Refertilization	Vakoetäisyys, m Distance of furrows, m					\bar{x}
	2	4	6	8	10	
Ei — No	40,0	38,5	38,5	26,5	13,5	31,4
Kyllä — Yes .	55,0	35,0	45,0	35,0	23,5	38,7
\bar{x} ¹⁾	47,5	36,8	41,8	30,8	18,5	35,1

¹⁾ W₅ % = 19,7.

Taulukko 15. Vuoden 1974 neulasensa pudotta-neiden männyn taimien osuus (%) eri vaetuslaitteiden yhteydessä. Koe 2.

Table 15. Percentage of pine trees, which have lost their 1974 needles, in connection with different furrowing equipments. Experiment 2.

Jatko- lannoitus Refertilization	Kone — Equipment		
	Vikeid	Fiskars	Sesam
Ei — No	33,0	39,0	22,0
Kyllä — Yes .	42,0	38,0	36,0
\bar{x}	37,5	38,5	29,0

Taulukko 16. Kylvötaimien ja koulittujen istutustaimien pituus 1975 ja pituuskasvu vuosinla 1971—75 kokeessa 2.

Table 16. Height of saplings in 1975 and leader growth in 1971—75 in experiment 2.

	Pituus, cm Height, cm	Pituuskasvu, cm — Height growth, cm				
		1971	1972	1973	1974	1975
Kylvötaimet — Plants grown from seeds	128	13	16	19	21	17
Istutustaimet — Transplants	187	18	20	25	26	19
F-arvo — F-value	173,03***	60,38***	46,76***	61,36***	31,62***	26,67***

Taulukko 17. Istutus- ja kylvötaimien pituus (cm) v. 1974 eri ojasyvyyslohkoilla kokeessa 1.

Table 17. Height of saplings (cm) in 1974 in blocks with different ditch depths in Experiment 1.

Viljelymateriaali Afforestation mater.	Ojasyvyys — Ditch depth cm		
	30	60	90
Kylvötaimet - Plants grown from seeds	81	103	133
Taimet (2 A) — Saplings 2 0	128	126	138
Taimet (2 A + 1 A) - Transplants 2 1 ...	163	171	165
W ₅ %	37	49	36

- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.
Regional importance of the forest sector in Finland.
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.
The role of the forest owners in logging roads construction.
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985.
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä.
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps.
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.
Leaf-seasoning method in whole-tree logging.
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975.
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagsekonomiska forskningskogar åren 1945—74.
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menetelmä.
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.
The need for future education in forestry.
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukki kuorelliset keskusmuotoluvut.
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.
Forest worker's equipment costs 1975—1976.
- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.
Cicadella viridis (L.) as a wounding of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukki latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolosuhteet muovihuoneessa ja avomaalla.
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehkoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukki kuorelliset yksikkökuutioluvut.
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätalastollinen vuosikirja 1975.
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuerot.
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.
Effect of spreading method on forest fertilization results.

- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä.
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levityssajan kohdasta turvemaalla.
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkién minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokaisen lehtipuuston biomassassa.
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.
Step 1.
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälleen teko ja LEKA-menetelmä).
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta.
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätoissa.
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.