

Metsäntutkimuslaitoksen  
suontutkimusosaston tiedonantoja

5/1979

Metsänparannustutkimuksen tuloksia. Retkeilymuistio.

Toim. Heikki Veijalainen

Helsinki 1979



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

5/1979

Metsänparannustutkimuksen tuloksia. Retkeilymuistio.  
Toim. Heikki Veijalainen

Helsinki 1979

## Aluksi

Metsänparannustutkimusten (MPT-) toimikunta järjesti retkeilyn reitillä Joensuu - Kontiolahti - Eno - Ilomantsi - Tohmajärvi - Joensuu 25.-26.9.1978. Retkeilyn teemana oli "metsäojitus-alueiden tuottokuntoon saattaminen", jota valaistiin hyvin valituilla retkeilykohteilla, esitelmillä ja keskusteluilla. Allekirjoittanut sai tehtäväkseen koostaa asiakokonaisuudesta muistion. Eräistä yhteensattumista johtuen työ on viipynyt, ja lopputulos on osittain aukkoinen retkeilyn kokonaisuuteen verrattuna. Aukkoja voi mainiosti paikata seuraamalla alan julkaisu- ja tiedotustoimintaa tai kääntymällä suoraan Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston puoleen.

Lopuksi parhaat kiitokset kaikille kynään tarttuneille sekä aktiiviselle mp-miehistölle.

Helsingissä, 5.10.1979

Heikki Veijalainen

METSÄNPARANNUSTUTKIMUSTEN TOIMIKUNNAN RETKEILY

25. - 26.9.1978 Joensuu - Kitee

Yhteenveto retkeilystä:

Kohde 1a. Joensuu, Utra. Suursaranevan ojituksen jälkeen istutetusta männyn taimistosta oli kehittynyt pitkäöksäinen, jokseenkin hyväkasvuinen puusto, joka kuitenkin suursaraisilla laikuilla kärsi kasvuhäiriöstä. Ojitus oli kunnossa. Harvinaisen paha kasvuhäiriö näin etelässä männyllä.

Kohde 1b. Valtaojan suuntainen piennartie, josta valtaojan perkaus ym. koneiden pääsy ojitusalueelle on mahdollinen. Usein valtaojien varsiin tällainen tie saataisiin ojituksen yhteydessä tasaamalla kaikki ojamaa samalle puolelle ojaa. Laskun puoleissa piennarteissa tulisi huolehtia vesien pääsystä tien alitse.

Kohde 2a. Kontiolahti, Lehmo. Tupasvillarämeen ojituksen (40 m) ja PK-lannoituksen (350 kg/ha) jälkeen hitaasti, laikuitellen kohtalaisesti elpynyt männyn taimisto, joka on tyypillinen monilla käytännön ojitusalueilla kuten myös suontutkimusosaston lannoituskokeissa. Käytännössä huonokuntoista, elpymiskyvyltään arveluttavaa puustoa ei poisteta. Lannoituksen tulos jää heikommaksi kuin täystiheissä puustoissa. Paikoitellen sekä tutkimuksessa että käytännön kentällä vanha puusto on lyöty maahan. Tutkimustuloksia sovellettaessa tämä vaihtoehto tulee ottaa huomioon.

Kohde 2b. Saman suon laidassa ylitiheä männikkö hieman paremmalla kasvupaikalla. Arvopuun tuotto edellyttäisi raivauksenomaista harvennusta, vaikka alue ei vielä tuotakaan hakkuukertymää - korkeintaan polttopuuta. Myöhästynyt raivaus.

Kohde 3. Eno, Paukkaja. 1930-luvun ojitusalue, lannoitettu 1970, siis paljon ojituksen jälkeen. Luonnonpoistuma suuri, vaikka aluetta on hoidettu. Harvennushakkuut mahdollisimman nopeasti, hyvä mustikka- ja myöhemmin puolukkapaikka. Puusto tervettä, heikolatvaista, joukossa koivuja. Hyvä ojitustulos mustikkaturvekan-gasvaiheessa.

Kohde 4. Ilomantsi, Särkkä. Nevan metsänviljely on onnistunut piensaranevalla sekä istuttaen että kylväen, vaikka ojitus on ollut heikko. Kuolleita taimia erittäin vähän. Koe jatkolannoitettu v. 1975 hivenseoksella, minkä seurauksena karhunsammal on "palanut", kasvuvaikutukset mittaamatta. Puuston kokoon vedoten ei katsottu olevan jatkolannoitusmielessä mp-rahoituskohde. Jatkolannoituksen kannattavuutta epäiltiin. Se kuitenkin suoritetaan tällä kokeella v. 1979. Pelkkä vako-ojitus todettiin pitkällä tahtäimellä huonoksi ratkaisuksi. Ns. lohko-ajat parantanevat tilannetta. Niiden vaikutus ei ollut vielä näkyvissä. Alueella kohtalainen karpalosato, mikä osoittaa ojituksen puutteellisuutta männyn kannalta arvioituna. Kehittyessään alueelle on tulossa runsastuottoisia hillaesiintymiä, kuten muillekin vako-ojitetuille nevoille.

Kohde 5. Ilomantsi, Issakka. Auraaja vuodelta 1963 oli pahoin sammaloitunut, mutta vielä toimiva. Sarkaleveys 50 m ei nykysäännösten perusteella salli saran halkaisuun mp-rahoitusta. Ojan perkaus tarpeellinen lähiaikoina, koska keski-saran puusto ei vastaa odotuksia. Ojien suunta, koko "kuuman" ojituskauden suunnittelutyöt ja poikkiojitus aiheuttivat pitkän keskustelun, jossa lisätiedon tarve paljastui. Ohessa liitteenä perkauksen suunnittelua valaiseva Metsähallituksen tutkimusraportin lyhennelmä. Mm. Enso-Gutzeitilla on jo valmiina ojanperkausohjeet, jotka suo-osasto sai arvioitavakseen. Ojanperkauskoneiden prototyypivalikoima alkaa olla jo laaja. Lapiotyönä tehtävä liian kallis. Tutkimustuloksia ojien perkauksen vaikutuksesta puustoon ei ole.

Kohde 6. Tohmajärvi, Karjalan koeaseman tuhkakoe ja hiekoitus-koe.

Tuhkan lannoitusvaikutus jatkunut v:sta 1939. Vaikutus maaperämikrobeihin on lisääntynyt ja erittäin voimakas. Puuston oksaisuus häiritsi muuten hyvää tulosta. Tuhkan määrät erittäin suuria, ravinnesisältö tuntematon kuten kaikissa vanhoissa tuhkakokeissa. Antaa hyvän tuloksen lähinnä typpirikkailla alueilla. Alustava käsikirjoitus suo-osastolla valmistumassa. Jatkokokeet pienemmällä tuhkamäärillä on käynnistetty (tuhka-projekti ja kasvuhäiriöprojekti).

Hiekoituksen positiivinen vaikutus jäi kyseenalaiseksi, vaikka kuutioita olikin vuosikymmenien aikana kehittynyt runsaasti. Ainakaan käytännön menetelmänä useiden senttimetrien paksuisia hiekkakatteita ei voi suositella, sillä 10 cm paksu hiekkakerros painaa n. 270 kg/m<sup>2</sup>. Hiekoituksessakin pyritään kevyempään ratkaisuun mm. kasvuhäiriötutkimusten yhteydessä.

Parkanon tutkimusaseman tiedotuspäivä 31.8.1978

Eero Paavilainen:

## TURVEMAIDEN JATKOLANNOITUS

### JOHDANTO

Turvemaiden metsänlannoitus on Suomessa laajempaa kuin missään muussa maassa. Tähän mennessä lannoitettujen soiden pinta-ala on vähän yli miljoona hehtaaria. Suuri osa tästä alasta joudutaan lannoittamaan uudelleen ainakin kerran ennen päätehakkuuta. Koko lannoitustoiminnan tuloksen kannalta on näin ollen ensiarvoisen tärkeää, että paitsi ensimmäinen lannoitus myös sitä seuraavat jatkolannoitukset osataan tehdä oikein.

Jotta käytäntö saisi toiminnassaan tarvittavia tietoja, Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastossa on laadittu ohjelma jatkolannoitustutkimusten tehostamiseksi. Ohjelman mukaiset kenttätöitä on aloitettu keväällä 1973 ja niitä on jatkettu vuosittain siten, että viimeiset koekentät valmistuivat vuonna 1977. Tämän ohjelman lisäksi jatkolannoituskokeita on perustettu jo aikaisemmin sekä etenkin 1970-luvulla monien erilliskysymysten selvittämiseksi paitsi suontutkimusosaston myös tutkimusasemien toimesta. On selvää, että tarvetta uusien kokeiden perustamiseen on edelleenkin.

Jatkolannoituksia koskeva tutkimustyö voidaan jakaa kahteen osaan: 1) perusteita selvittävät tutkimukset ja 2) käytäntöä välittömästi palvelevat tutkimukset. Tutkimalla esimerkiksi puuston lannoitustarvetta ja sen määritysmenetelmiä, kasvuhäiriöitä tai ravinteiden kiertoa erilaisissa metsiköissä, selvitetään lähinnä lannoitustoiminnan kehittämisen perusteita. Tällä hetkellä tutkimustoiminnan pääpaino on kuitenkin käytäntöä välittömästi palvelevien kenttäkokeiden perustamisessa ja mittaamisessa. Näiden kenttäkokeiden avulla saadaan käsitys ennen muuta siitä, mikä on lannoituksella aikaansaattava puuston kasvunlisäys erilaisissa olosuhteissa.

Seuraavassa esitetään ennakkotuloksia eräistä edellä mainitun jatkolannoitusohjelman puitteissa tehdyistä sekä niihin liittyvistä muista tutkimuksista.

#### JATKOLANNOITUKSEN SUORITTAMISEN AJANKOHTA

Metsänlannoituksen vaikutuksen kesto aika on turvemilla riippuvainen useista eri tekijöistä. Niistä ovat tähän asti saatujen tutkimustulosten mukaan tärkeimpiä:

- kasvupaikan luontainen ravinteisuus,
- ojituksen tehokkuus
- puuston ikä, rakenne ja elinvoimaisuus sekä
- lannoituskäsittely

Karuilla soilla (esim. tupasvillarämeet), joiden lannoituksessa on käytettävä fosforin ja kaliumin lisäksi myös typpeä, lannoitusvaikutuksen kesto aika on yleensä verraten lyhyt. Tämä johtuu siitä, että lannoituksesta huolimatta typen puute muodostuu jo vajaan 10 vuoden kuluessa puiden kasvua rajoittavaksi tekijäksi. Sen sijaan luontaisesti typpirikkailla soilla (esim. sara- ja ruohorämeet) on PK-lannoituksen puuston kasvua lisäävä vaikutus tavallisesti pitkäaikainen, mikäli ojitus on riittävän tehokas. Puuston laadun merkitystä osoittaa mm., että metsänviljelyn yhteydessä annetun lannoituksen - varsinkin typen - vaikutusaika jää lyhyeksi varttuneiden metsiköiden lannoituksessa saavutettavaan kesto aikaan verrattuna. Myös lannoituksessa annettujen ravinteiden määrät ja niiden suhteet vaikuttavat siihen, kuinka pian lannoitus on uusittava.

Lannoitusvaikutuksen kesto ja siihen vaikuttavia tekijöitä koskevien tietojen perusteella voidaan päätellä, että vähäravinteisilla ojitetuilla soilla olisi annettava jatkolannoitus viimeistään 10 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta. Typpirikkaiden soiden jatkolannoituksen sopivin ajankohta näyttää olevan 15-20 vuotta ensimmäisen lannoituksen jälkeen.

## KÄYTETTÄVÄT RAVINTEET JA NIIDEN MÄÄRÄT

Vähäravinteisten soiden jatkolannoituksessa on varmintä käyttää kaikkia tärkeimpiä pääravinteita: typpeä, fosforia ja kaliumia. Pelkkä typpilannoitus lisää tulosten mukaan vähemmän puuston kasvua kuin NPK-lannoitus (kuva 1). Lisäksi on todettu, että yksipuolinen typpilannoitus vaikuttaa suorastaan haitallisesti puuston kasvuun kaikkein karuimmilla rahkaisilla soilla. Samoin tulokset osoittavat, että PK-jatkolannoituskin saattaa heikentää puuston kasvua, jos käyttökelpoisen typen määrä on kasvupaikalla vähäinen (kuva 2).

Jatkolannoituksessa tulisi käyttää riittävästi ravinteita, sillä pienet lannoitemäärät (25-50 kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) vaikuttavat nähtävästi melko vähän puuston kasvuun (kuva 3). Tutkimustulosten mukaan voidaan vähäravinteisten soiden jatkolannoituksessa suositella käytettäväksi esim. 400 kg/ha rakeista suometsien PK-lannosta (0-20-20) sekä 150 kg/ha ureaa.

Saraisten ja niitä ravintoisempien soiden jatkolannoituksessa olisi kaikosta päätellen edullista, että eri ravinteiden käyttö porrastettaisiin keskenään. Ensimmäisessä lannoituksessa vaikuttaa eri pääravinteista fosfori tavallisesti aluksi voimakkaammin puuston kasvuun, mutta varsinkin paksaturpeisilla ja ruohoisilla soilla tulee viimeistään 10 vuoden kuluessa puutetta myös kaliumista (kuva 4). Typen tarvetta alkaa esiintyä puuston ollessa täysitiheää ja hyväkasvuista. Teoriassa olisi edullisinta antaa lannoituksessa kerrallaan vain kulloinkin minimissä olevaa ravinnettä, siis aluksi fosforia sekä myöhemmin kaliumia ja ehkä typpeäkin. Käytännössä mm. työtekniilliset näkökohdat eivät kuitenkaan suosi tällaista menettelyä ainakaan laajoilla työmailla. Yleisesti ottaen PK-lannoituksen uusimman antamalla esim. 400 kg/ha rakeista suometsien PK-lannosta (0-20-20) näyttää siis olevan tällä hetkellä käytäntöön sopivin jatkolannoitussuositus.

Pelkän typen käyttöä runsasravinteisten turvemaiden jatkolannoituksessa ei voida yleensä suositella. Paitsi sitä, että tyypellä yksinään voidaan paljoakaan vauhdittaa puuston kasvua, on odotettavissa erilaisia kasvuhäiriöitä, kuten latvojen kuolemista. (kuva 5).

NPK-jatkolannoitus on eräissä kokeissa ainakin aluksi lisännyt tuntuvasti puuston kasvua. Esimerkiksi alkuperäiseltä suotyypiltään rimpistä ruokonevaa olevalla Haapaveden Piipsannevalla männikön kasvu parani selvästi NPK-jatkolannoituksen jälkeen, vaikka PK- ja N-lannoituksen vaikutus jäi melko vähäiseksi. (taulukko 1). Puusto kasvoi tällä alueella sangen hyvin ennen jatkolannoitustakin. Kuoreton kasvu oli n.  $10 \text{ k-m}^3/\text{ha}$ .

Typen tarve runsasravinteisten soiden jatkolannoituksessa onkin ilmeisesti riippuvainen ennen muuta puuston laadusta. Runsa-puustoisissa ja hyväkasvuisissa metsiköissä on odotettavissa, että typen käyttö tehostaa PK-lannoituksen vaikutusta. Typen tarve on todennäköisesti riippuvainen myös puulajisuhteista. Esim. MÄLKÖSEN tutkimusten mukaan koivu tarvitsee yli 2-kertaisen määrän typpeä tuotettua kuiva-aineyksikköä kohden mäntyyn verrattuna. Eräässä Parkanon tutkimusaseman Alkkiaan perustetussa kokeessa pelkkä typpi-jatkolannoitus jäi kuitenkin vaikutukseltaan tehottomaksi niin hyvin männikössä, koivikossa kuin näiden puulajien muodostamassa sekataimistossakin turvemaalla (taulukko 2). Jatkolannoituksen vaikutuksen ja puuston laadun välistä riippuvuutta on tarpeen selvittää perusteellisesti vastaisissa tutkimuksissa.

Myös alueen maantieteellinen sijainti vaikuttaa typen tarpeeseen runsasravinteisilla soilla. Niinpä SEPPÄLÄN ja WESTMANIN mukaan typen käyttö näyttää tarpeelliselta Lapissa, missä ravinteiden luontainen mobilisaatio on kylmien ilmasto-olojen johdosta hidasta. Tekijä ei ole kuitenkaan omissa tutkimuksissaan päätenyt aivan samaan tulokseen. Joskin ojituksen erilainen ikä mahdollisesti selittää suureksi osaksi tämän tulosten välisen eron, tarvitaan käytäntöä varten vielä lisätutkimuksia ilmaston vaikutuksen selvittämiseksi.

Tutkimukset ovat antaneet viitteitä myös siitä, että hivenravinteiden käyttö saattaa olla tarpeen jatkolannoitusvaiheessa, etenkin kasvuhäiriöiden torjumiseksi. Kokeet ovat kuitenkin vielä siksi nuoria ja tuloksiltaan vaihtelevia, että käytännön suosituksia varten tarvitaan lisätietoja. Kuitenkin jo nyt on suomet-sien PK-lannokseen lisätty hivenravinteista boori.

#### MUITA NÄKÖKOHTIA

Eri ravinteiden tarve turvemaiden ensimmäisessä lannoituksessa voidaan päätellä verraten luotettavasti suotyypin perusteella. Jatkolannoitusvaiheessa ei aina saada selville alkuperäistä suotyyppiä, minkä lisäksi ensimmäisen lannoituksen laatu ja monet muutkin tekijät vaikeuttavat lannoitustarpeen määrittämistä. Jatkolannoituksia suunniteltaessa olisikin ilmeisesti nykyistä perusteellisemmin tarkkailtava puissa havaittavia ravinnepuute-oireita sekä käytettävä hyväksi mm. neulasanalyysin tarjoamia mahdollisuuksia. Neulasten ravinnepitoisuuksien ja niiden välisten suhteiden tutkiminen yhdistettynä puuston kasvua sekä kasvu-paikkaa koskeviin tietoihin antaa hyvän pohjan jatkolannoituksen toteuttamiselle. Laaja-alaisessa käytännön toiminnassa yksityis-kohtaisia tutkimuksia voisi ehkä edeltää lentokoneesta tapahtuva monikaistakuvaus, jonka avulla määriteltäisiin lannoituksen tarpees-sa olevat alueet. Mm. Keski-Euroopan savutuhoalueilla tehtyjen tutkimusten perusteella tiedetään, että solukoiden toiminnan fysiologinen heikentyminen - myös ravinteiden puutteen johdosta - voi paljastua kuvauksessa jopa ennen silmin havaittavia häiriöitä.

Toistuvien lannoitusten kannattavuuteen on kiinnitetty aivan liian vähän huomiota. Tähänastisten kokemusten mukaan fosfori- ja kaliköyhien mutta typpirikkaiden turvemaiden metsänlannoitus, jossa PK:lla saadaan pitkäaikainen vaikutus, on edullista. Jatkolannoitusten osalta olisi kuitenkin tarpeen vielä selvittää muun muassa kysymystä, missä olosuhteissa olisi edullisempaa käyttää NPK- kuin PK-lannoitusta.

Erityisesti on syytä harkita, kannattaako vähäravinteisten soiden heikkopuustoisten metsiköiden kasvattaminen toistuvien lannoitus-ten varassa. Koska puustoa on vähän, saadaan lannoituskustannukset hakkuutuloina takaisin vasta pitkän ajan kuluessa. Vaikuttaakin siltä, että usein olisi syytä odottaa, kunnes puusto on hyvin el-pynyt ja sen kuutiomäärä lisääntynyt ojituksen johdosta ja suorit-taa vain yksi lannoitus n. 10 vuotta ennen päätehakkuuta.

## Kirjallisuutta

- HUIKARI, O. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Summary: Results of fertilization experiments on peatlands drained for forestry. Metsäntutkimusl. suontutk.os.tiedonantoja 1/1973.
- HUIKARI, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu 11/1974.
- HUIKARI, O. 1977. Micro-nutrient deficiencies cause growth-disturbances in trees. Silva Fennica 11(3).
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. 2. painos. Helsinki.
- IPATIEV, V. & PAAVILAINEN, E. 1975. Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillarämeen männikössä. Summary: Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cotton grass pine swamp. Folia For. 241.
- KARSISTO, K. 1972. Lannoituksen vaikutuksen kesto ajasta suomensissä. Summary: On the duration of the effect of fertilizer application to peatland forests. Suo 3-4/1972.
- KARSISTO, K. 1974. On the duration of fertilization influence in peatland forests. Proc. Intern. Symp. Forest Drainage. Jyväskylä-Oulu, Finland, 1974, s. 309-321.
- KARSISTO, K. 1976. Fosforilannoitelajit suometsien lannoituksessa. Lisensiaattityö. Metsäntutkimusl. suontutk.os. tiedonant.6/1976
- KAUNISTO, S. 1977. Ojituksen ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla. Summary: Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless swamps. Folia For. 317.
- KAUNISTO, S. & PAAVILAINEN, E. 1977. Response of Scots pine plants to nitrogen refertilization on oligotrophic peat. Seloste: Typpijatkolannoituksen vaikutus männyn taimien kehitykseen karulla turvealustalla. Metsäntutkimusl. julk. 92(1).
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Metsäntutkimusl.julk. 84(5).
- MÄLKÖNEN, E. 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku erässä koivikossa. Metsäntutkimusl.julk.91(5).
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä.
- PAAVILAINEN, E. 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. Seloste: Typpilannoitelajien vaikutus männyn kasvuun metsäojitetuilla soilla. Metsäntutkimusl.julk. 77(3).
- PAAVILAINEN, E. 1974. The use of nitrogen in fertilizing peatland forests. Proc. Intern. Symp. Forest Drainage. Jyväskylä - Oulu, Finland. 1974, s. 337-345.
- PAAVILAINEN, E. 1976a. Taimistojen lannoitus niukkaravinteisilla soilla. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutk.as. tiedonantoja 3.

- PAAVILAINEN, E. 1976b. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensara-rämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. Folia For. 272.
- PAAVILAINEN, E. 1976c. Piipsannevan lannoituskokeiden tuloksia. Metsäntutkimusl. Pyhäkosken tutk.as. tiedonant. 15.
- PAAVILAINEN, E. 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. Folia For. 327.
- PAAVILAINEN, E. 1978. PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Summary: PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results. Folia For. 343.
- PAAVILAINEN, E. & SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland. Metsäntutkimusl. julk. 86(4).
- RAITIO, H. & RANTALA, E.-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine. Description and interpretation. Metsäntutkimusl. julk. 91(1).
- SEPPÄLÄ, K. & WESTMAN, C.J. 1976. Results of some fertilization experiments in drained peatland forests in North-Eastern Finland. Proc. of 5th Int. Peat Congr. Poznan, Poland, 1976. Vol. III, S. 199-210.
- VEIJALAINEN, H. 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. Suo 5/1975.
- VEIJALAINEN, H. 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravinnetilanteen määrittämisessä turvemilla. Metsäntutkimusl. julk. 92(4).

Taulukko 1. Männyn sädekasvu perus- ja jatkolannoituksen jälkeen Haapaveden Piipsannevalla.

Peruslannoitus kg/ha v. 1961			Jatkolannoitus kg/ha v. 1973			Koeputien kasvu vv. 1973-1975	
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Sädekasvu mm/v	Pituuskasvu cm/v
-	-	-	-	-	-	1.00	18.3
-	100	100	-	-	-	2.00	43.7
-	100	100	100	-	-	2.54	43.7
-	100	100	-	100	100	2.26	45.7
-	100	100	100	100	100	3.20	48.7

Taulukko 2. Mänty-koivu-taimiston pohjapinta-ala ja sen kasvu perus- ja jatkolannoituksen jälkeen. Parkanon tutkimus-  
aseman kenttäkoe n:o 113 Karvian Alkkiassa.

Männyn osuus pohjapinta- alasta %	Pohjapinta-ala v. 1974 m <sup>2</sup> /ha	Pohjapinta-alan kasvu v. 1974-1978	
		m <sup>2</sup> /ha	%
	PK-lannoitus v. 1968		
> 90	0,698	0,242	34,7
40-50	0,990	0,352	35,6
< 10	0,940	0,346	36,8
	PK-lannoitus v. 1968 sekä N-lannoitus (oulunsalpietaria 400 kg/ha) v. 1973		
> 90	0,801	0,301	37,6
40-50	0,921	0,305	33,1
< 10	0,874	0,314	35,9

Kuvatekstit

- Kuva 1. Puuston kasvu jatkolannoituksen jälkeen. Suomensjärvi, Kettula. N = oulunsalpietaria 100 kg N/ha, F = hienofosfaattia 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, K = kalisuolaa 100 kg K<sub>2</sub>O/ha. (PAAVILAINEN 1977, s. 14).
- Kuva 2. Puuston kasvu PK-jatkolannoituksen jälkeen eri tavoin peruslannoitetuilla koealoilla. Loppi. Jatkolannoitus = 700 kg/ha PK-lannosta ( 17 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 15 % K<sub>2</sub>O). (PAAVILAINEN 1977, s. 21).
- Kuva 3. Puuston kasvu jatkolannoituksen jälkeen. Loppi. (PAAVILAINEN 1977, s. 18).
- Kuva 4. Lannoituksen vaikutus puuston kasvuun. Sodankylä, Suoloma-aapa. (PAAVILAINEN 1978, s. 7).
- Kuva 5. Kasvuhäiriöiden esiintyminen koepuissa eri tavoin perus- ja jatkolannoitetuilla koealoilla. Sodankylä, Suoloma-aapa. (PAAVILAINEN 1978, s. 12).

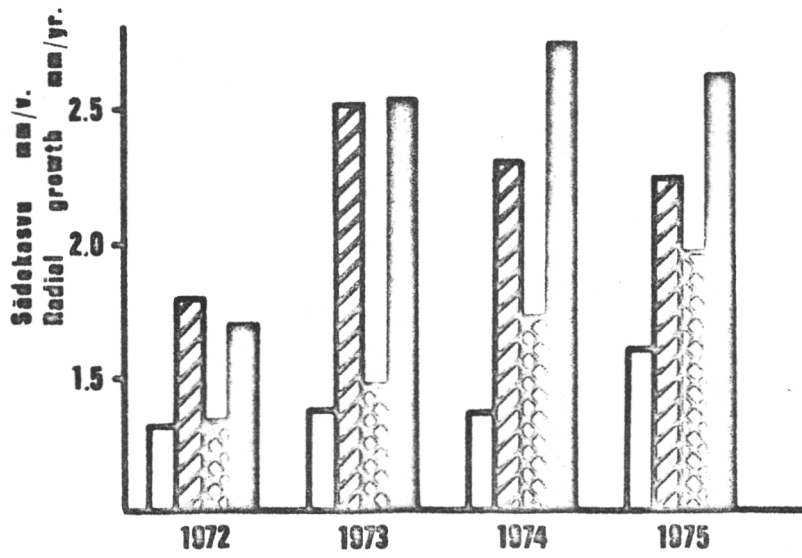
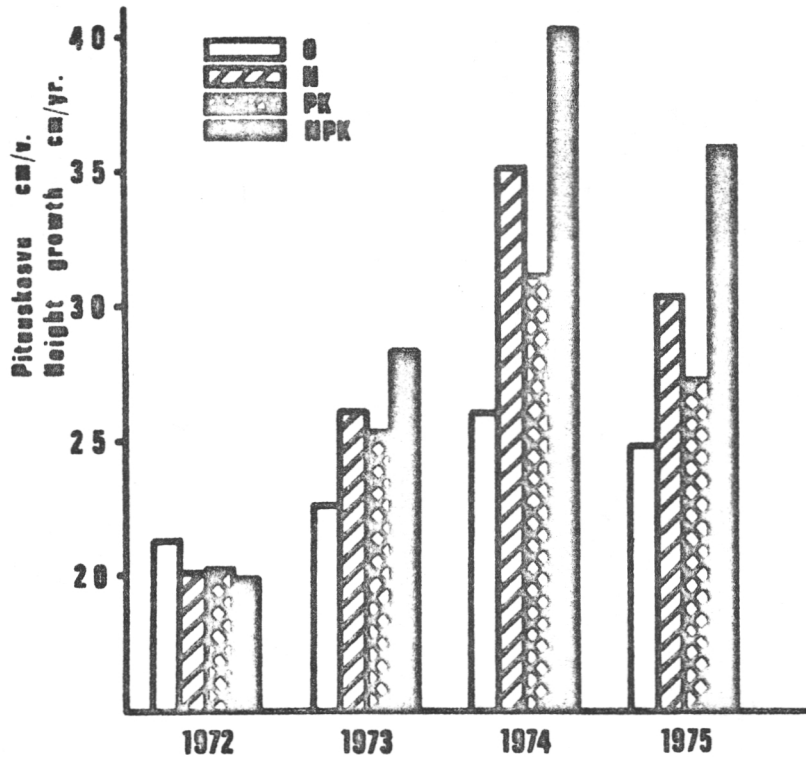
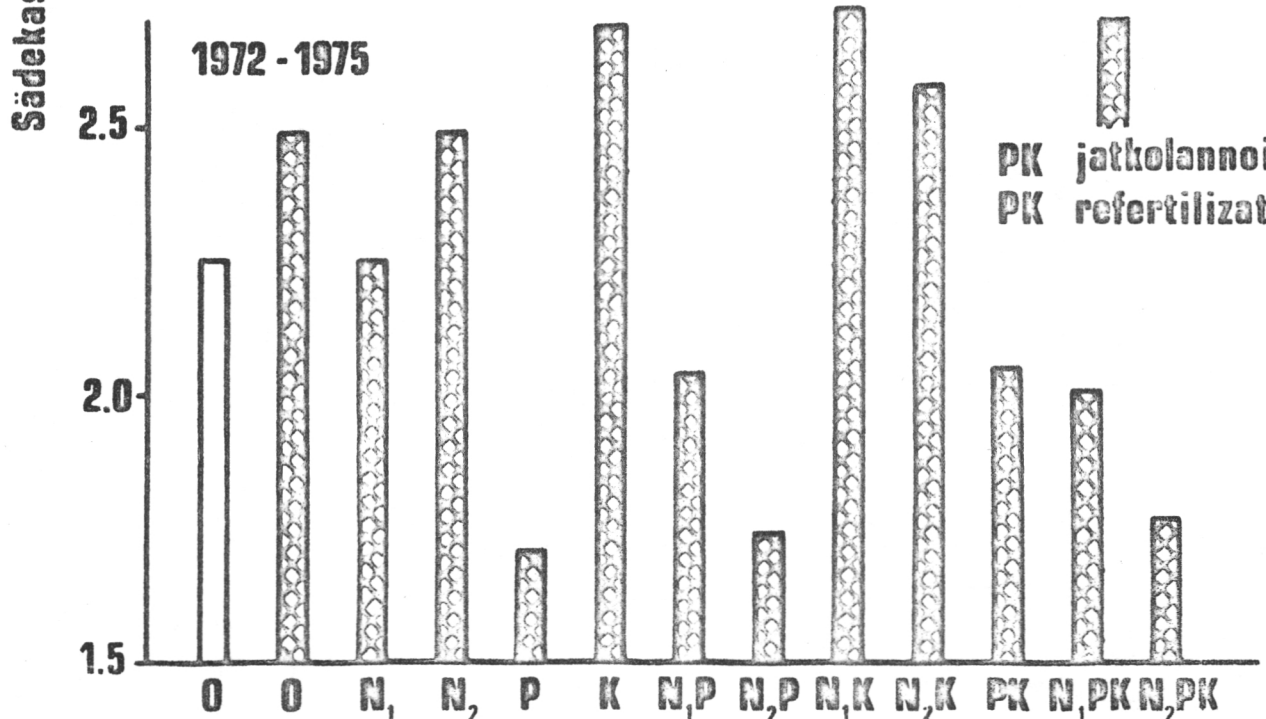
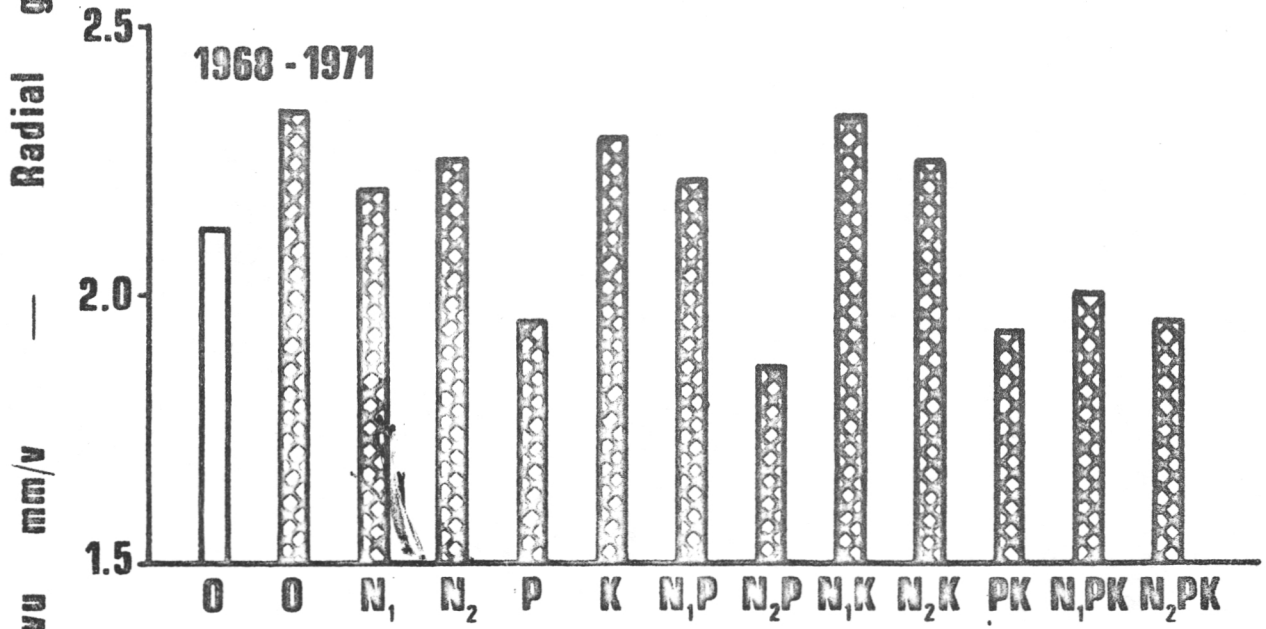
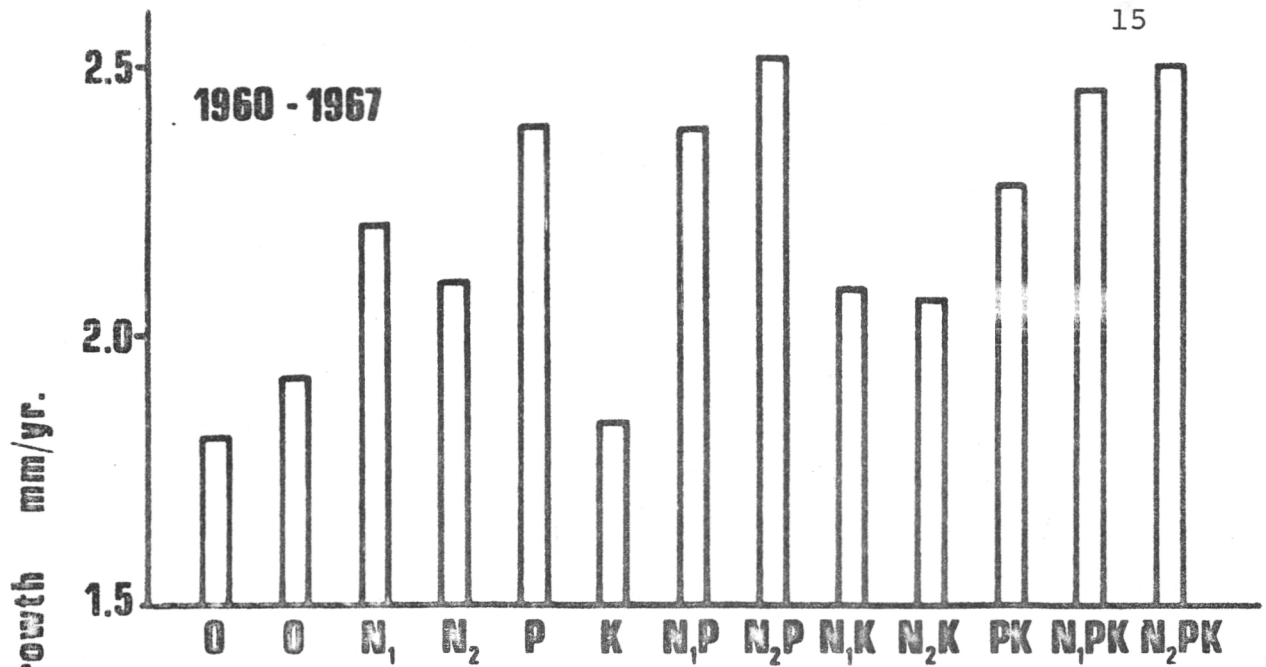
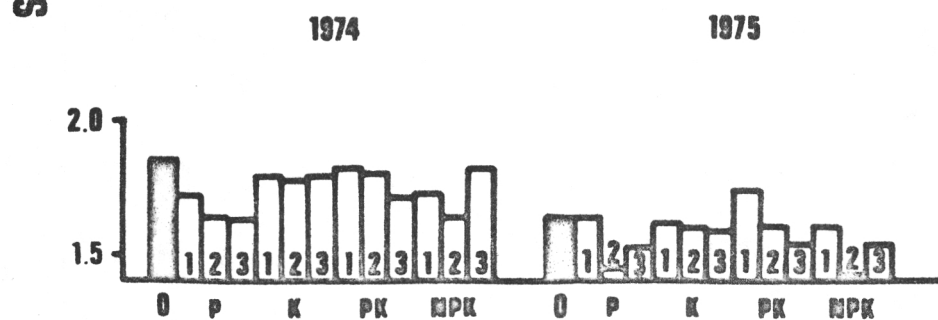
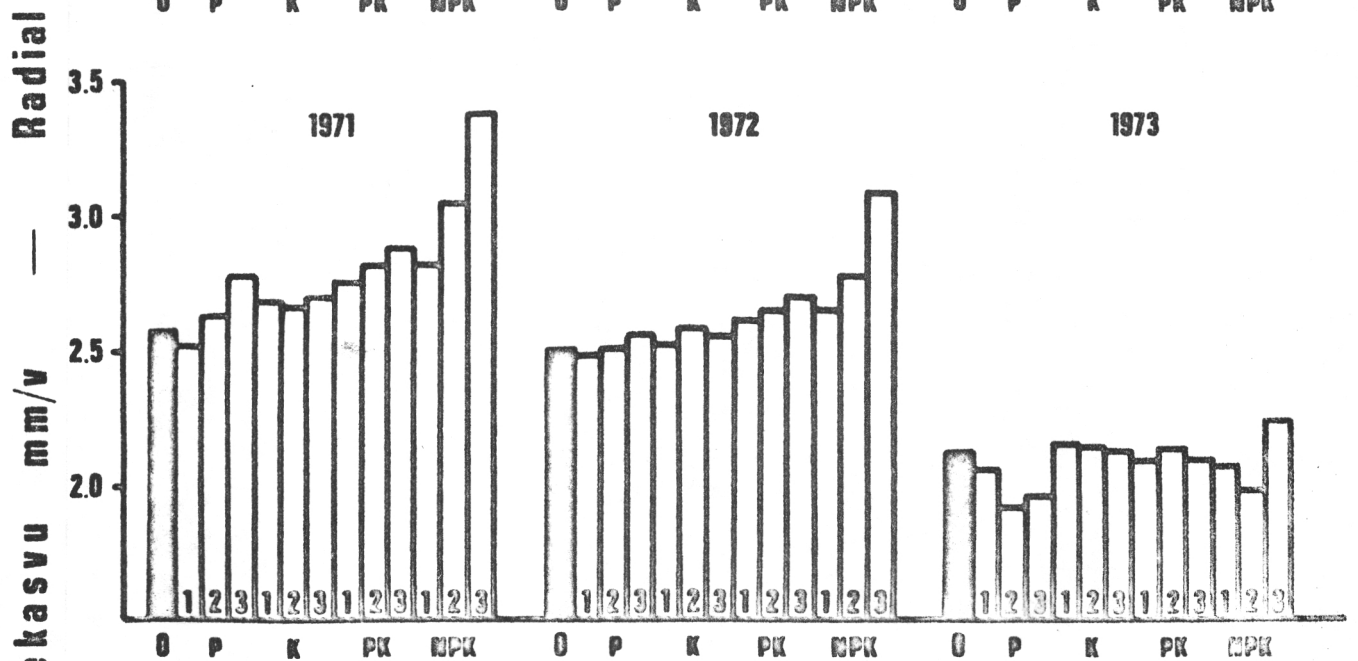
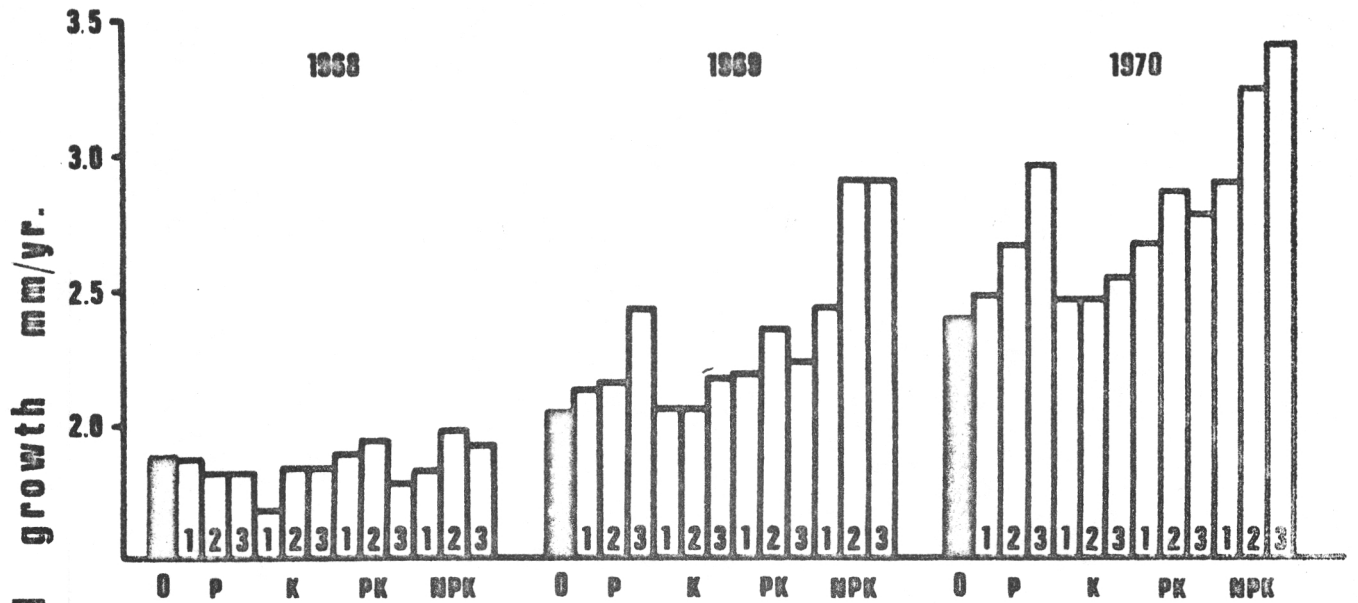


Figure 1

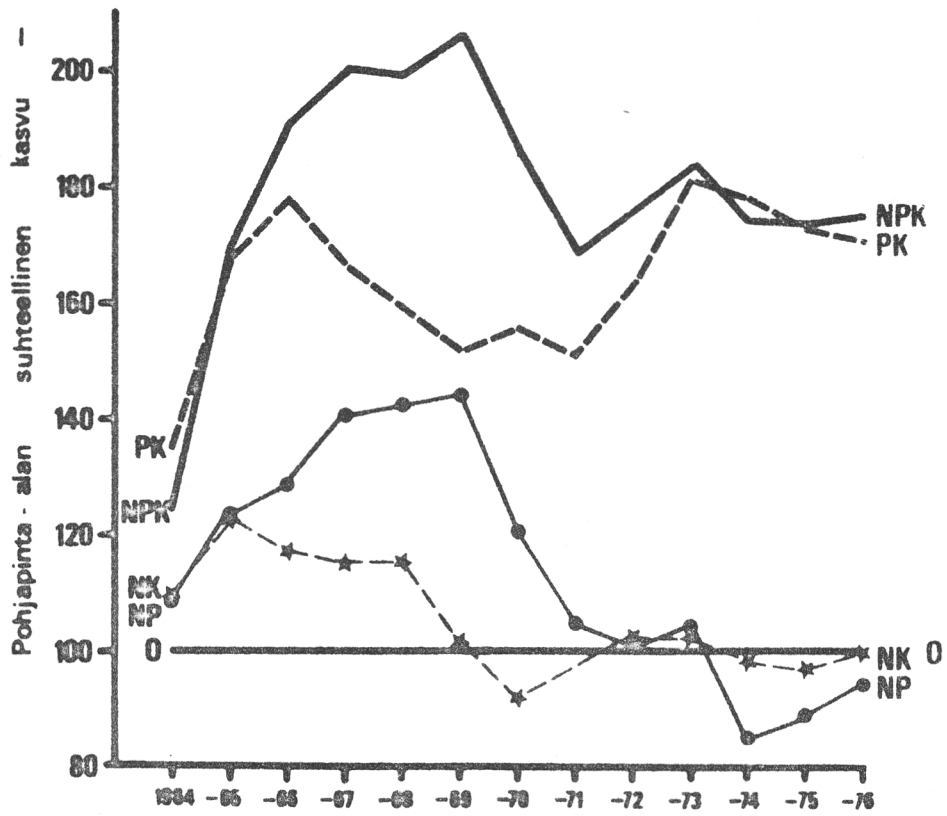
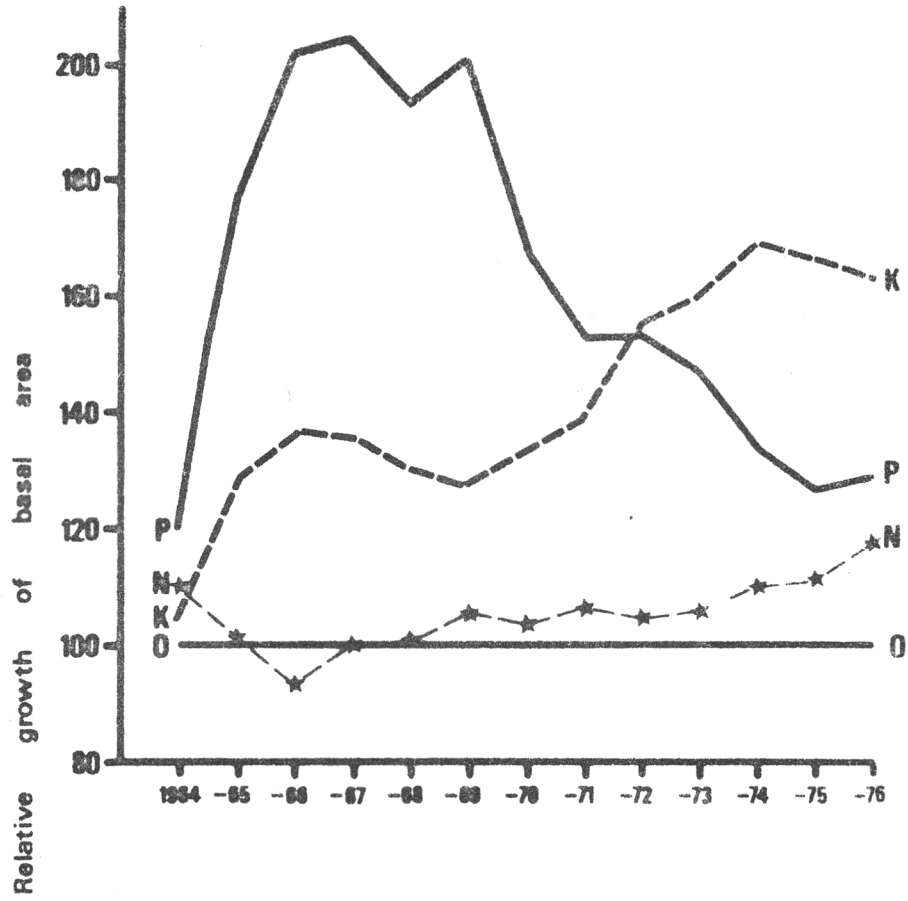


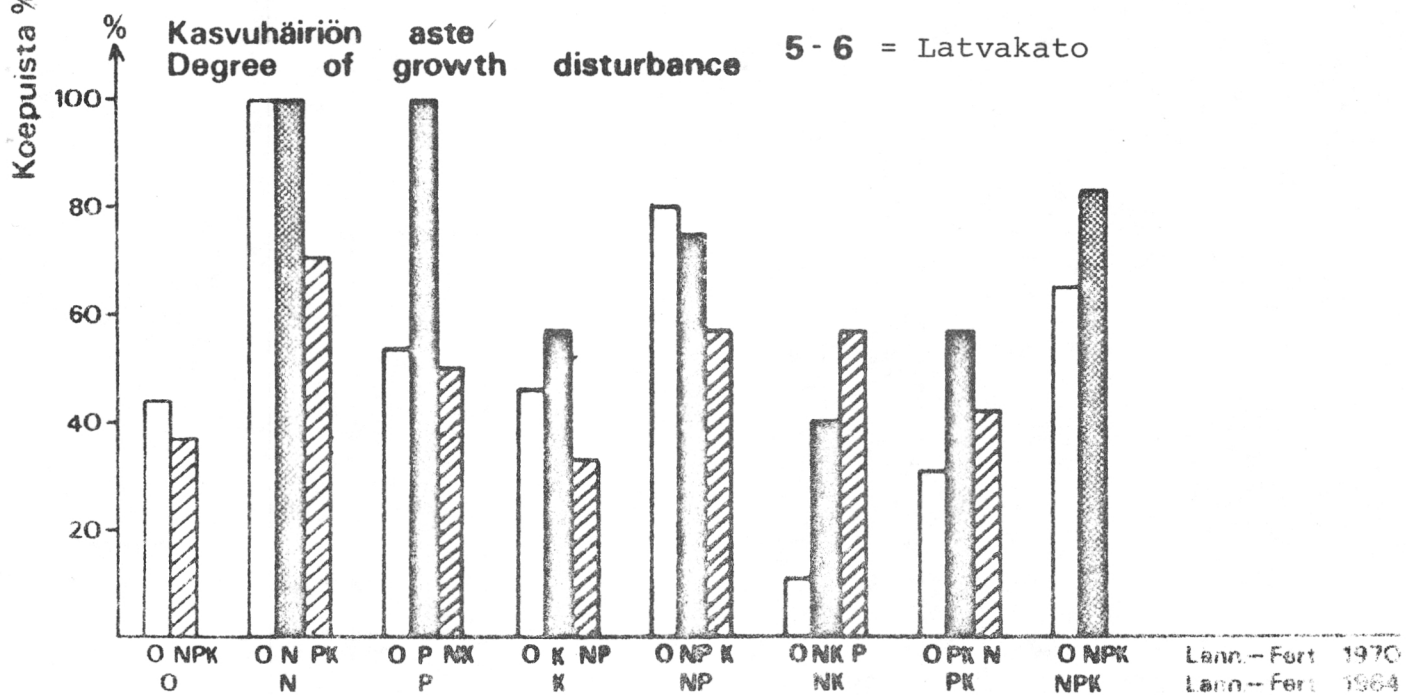
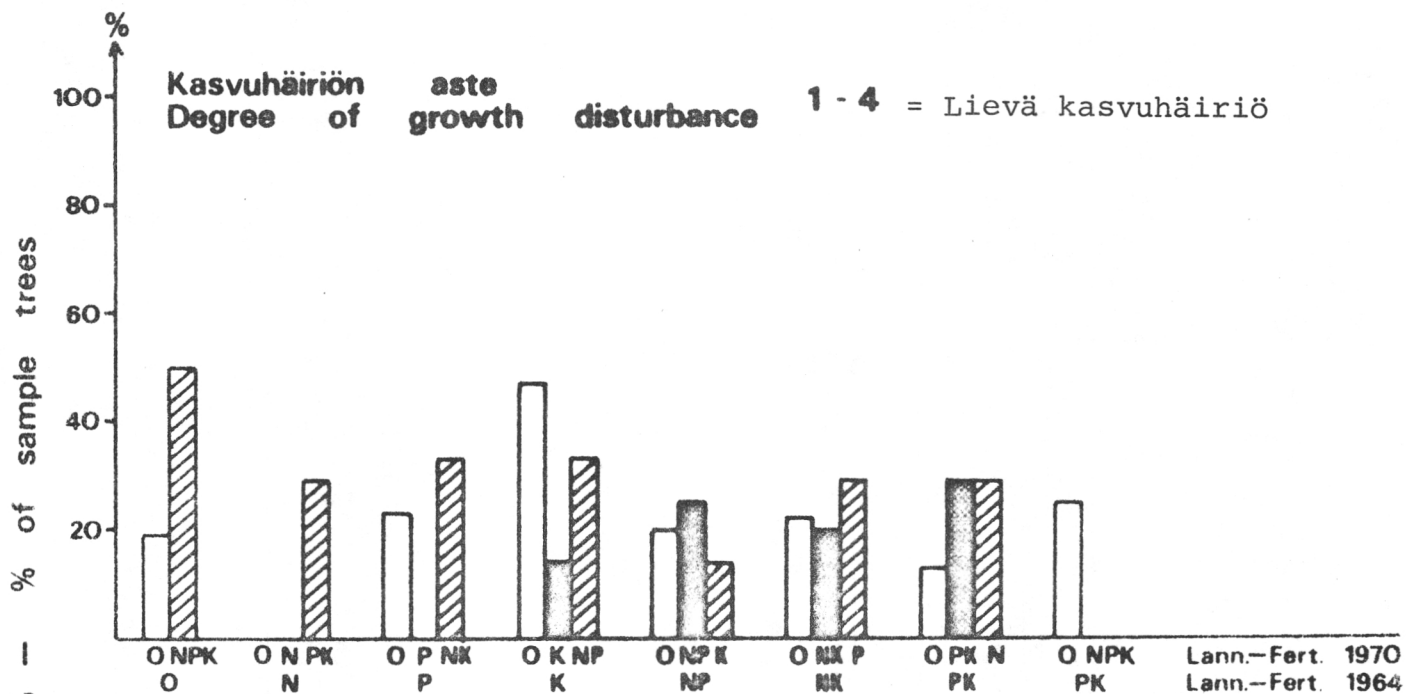
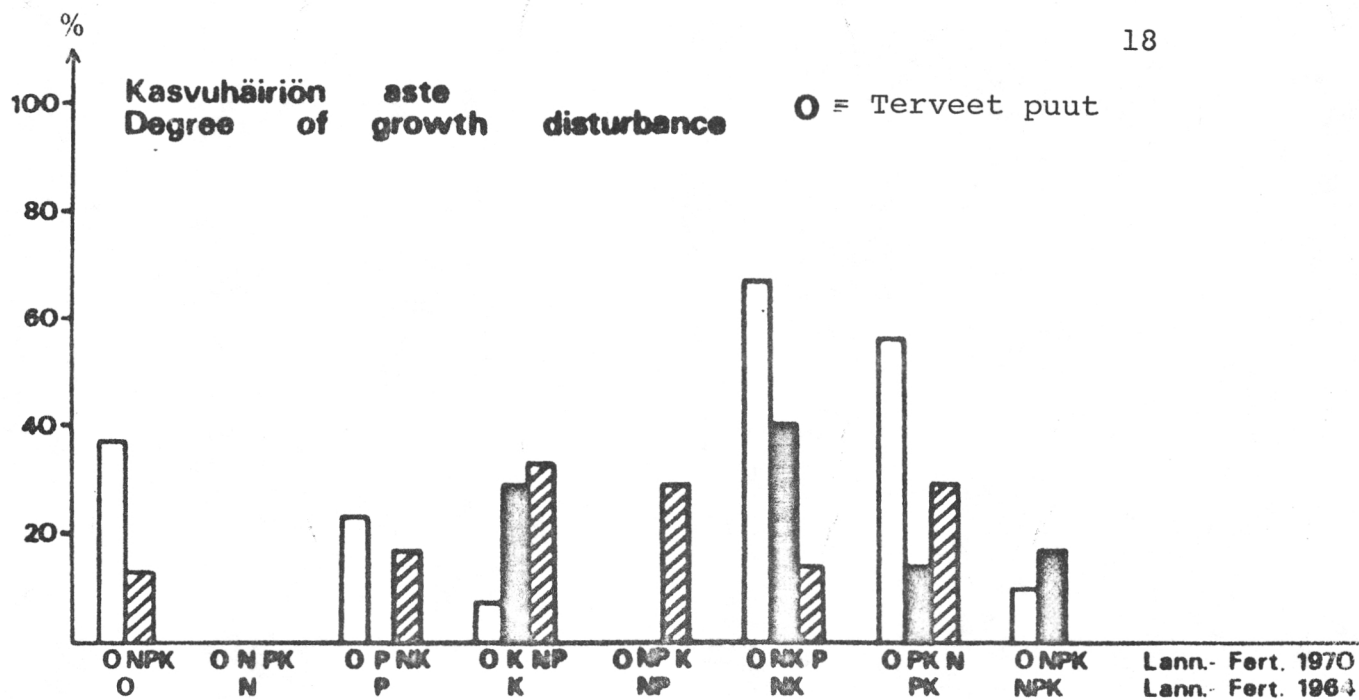
PK jatkolannoitus v.1968  
 PK refertilization in 1968

Lannoitus v. 1960 - Fertilization in 1960



**P<sub>1</sub> = 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha**  
**P<sub>2</sub> = 50 " "**  
**P<sub>3</sub> = 75 " "**  
**K<sub>1</sub> = 25 kg K<sub>2</sub>O/ha**  
**K<sub>2</sub> = 50 " "**  
**K<sub>3</sub> = 75 " "**  
**N<sub>1</sub> = 25 kg N/ha**  
**N<sub>2</sub> = 50 " "**  
**N<sub>3</sub> = 75 " "**





21.9.1978

Metsäojien kunnossapito

- Ammattitaitoisesti ja huolellisesti suoritettu uudisojitus pienentää ratkaisevasti täydennysojituksen ja ojien perkauksen tarvetta.
- Oikein toteutettu holvisalaojitus poistaa miltei täysin paksuturpeisten soiden ojanperkaustarpeen (Niskanen, Aitolahti 1971-74).
- Metsäojien perkauksen ja täydennysojituksen kytkeminen puutavaran korjuuseen ja yleiseen koneiden kulkureittien järjestämiseen ojitusalueilla
- Ojien perkauksen, täydennysojituksen ja uusintaojituksen vaihtoehtoisuus lähinnä sarkaleveyden ja käytettävissä olevien koneiden mukaan.
- Erilaiset koneet ja menetelmät ojien perkauksessa ja täydennysojien teossa (Metlan suontutkimusosaston ja Metsähallituksen kehittämisjaoston tuotostutkimukset ja käyttösseurannat)
  - ihmistyö
  - traktorin lisälaitteet: ojajyrsimet, Monosen ojanperkaushöylä ja Häikiön leikkuriaura
  - kaivurit ja kaivukoneet lisälaitteineen: James - ja Ukko-Mestari-kaivurit ja Dinosaurius-kaivukone
  - Kaksitoimiset perkausyksiköt: Perko ja RKP-ojaperkkuri
- Koneissa tapahtunut merkittävää kehittymistä viimeisten neljän vuoden kuluessa ja kehitys jatkuu edelleen voimakkaana; siksi Suomessa muihin maihin verrattuna, joissa ojanperkauskonekehittelyjä tehdään (Neuvostoliitto, Iso-Britannia, Saksa ja Ranska) todelliset huippukoneet.
- 1980-luvulla erinomaisia ojanperkauskoneita riittävästi tarjolla töihin, joten suurimmaksi ongelmaksi yksityismaiden ojien kunnossapidon kannalta muodostuvat nykyiset lakisäädökset ja -määräykset.

21.9.1978

Metsäautotietutkimusten ja -käytännön uusimpia näköaloja

- Stabilointimenetelmiä käytetään ulkomailla laajastikin olosuhteissa, missä soraa ja hiekkaa ei ole lähialueilla saatavissa (esim. Sveitsi). Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston toimesta on perustettu systemaattisia asiaa selvittäviä koesarjoja (Erkki Ahti). Kokeissa teiden teko stabiloimalla on tullut niin kalliiksi, että menetelmää voitane käyttää vain poikkeusolosuhteissa.
- Liikkuvan Mertsä-moreeninmurskaajan 1. prototyyppi valmistui vuonna 1977 ja tähän liittyvästä tutkimustyöstä on vastannut Metsäteho (Veikko Ylä-Hemmilä); menetelmä on jo nyt taloudellisesti edullinen alueilla, joilla on pitkät soranajomatkat; käyttämällä työparina hydraulista iskuvasaraa (esim. Roxon) voidaan tienvarsikivet murskata tienpinnoitusmateriaaliksi. Moreeninmurskeen kokoon ja käyttömäärään liittyvistä tutkimuksista vastaa myös Metsäteho.
- Erilaisten pohjanvahvistusmenetelmien käyttökelpoisuuden tutkimisessa pehmeikköalueiden tienrakennuksessa ovat tutkimusyhteistyössä Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos (Martti Saarilahti) ja Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto. Ensimmäiset systemaattiset kokeet on perustettu vasta 1976.
- Salaojien käyttöä tienvarsiojina ja toisaalta itse tien rungossa on kokeiltu sekä käytännön että tutkimuksen tahoilla. Salaojituksella on todettu olevan selvästi routimishaittoja pienentävä vaikutus (esim. Arthur Borgström). Synteettisten kuitujen käyttö ns. pystysalaojien rakennusmateriaalina pehmeiköillä on osoittautunut taloudellisesti edulliseksi (R. Gardemeister).
- Muoviputkirummut ovat syrjäyttämässä metsäautoteillä ja yleisilläkin teillä betoniset ja metalliset rumpuputket (Yrjö Torikka).

MPT-retkeily 25.-26.9.1978

Turvemaiden kasvuhäiriöt (Heikki Veijalainen)

Lähes koko maan alueilla on pääasiassa paremmanpuoleisilla turvemaidella havaittu laikuittain puiden latvojen kuolemista metsänparannusalueilla, mutta myös muualla, tavallisimmin männyn taimistoissa. Kasvuhäiriö alkaa melko huomaamattomasti silmujen vikaantumisesta, neulasten epämuodostumista. Myös kasvien sisäisessä anatomiassa tapahtuu muutoksia. Oireet muistuttavat hivenravinteiden puutosoireita. Boorin, kuparin ja joskus sinkin pitoisuudet ovat alhaisia kasvuhäiriöpuissa.

Normaali PK-lannoitus pahentaa tilannetta pikemminkin kuin korjaa. Eräillä hivenravinnevalmisteilla on saatu paranemista aikaan, mutta ei kaikilla.

Kasvuhäiriön alkuvaiheessa puun tuotanto kiihtyy, mutta se ohjautuu liiaksi oksistoon ja runkoon.

Ensimmäiset käytännön ohjeet on annettu:

Professori Huikari suosittelee puun tuhkaa 5000 kg/ha.

Muita mahdollisuuksia tutkitaan edelleen.

## SUOMETSIIEN LUONTAINEN UUDISTAMINEN JA SOIDEN METSÄNVILJELY

### JOHDANTO

Suometsien luontaisen uudistamisen ja soiden metsänviljelyn tutkimus aloitettiin Suomessa jo 1930-luvulla (LUKKOLA 1934, SAARINEN 1934 ja 1946, MULTAMÄKI 1939 ja 1942). Korprien osalta käsitykset perustuvat vieläkin pääasiassa MULTAMÄEN em. tutkimuksiin. Sen sijaan rämeiden ja avosoiden osalta tutkimus virisi uuteen vauhtiin 1950-luvulla ja ja on jatkunut aina nykyhetkeen saakka. Tähän ehkä tärkeimpänä syynä on ollut ojituksen ja osittain viljelynkin koneellistaminen

, samoin kuin keinolannoitteiden käytön yleistyminen. Seuraava esitys perustuu pääosiltaan 1960- ja 1970-luvulla tehtyihin tutkimuksiin, joskin myös aikaisempia tutkimuksia on käytetty hyväksi.

### 1. LUONTAINEN UUDISTAMINEN

Suometsiä pidetään yleensä helposti luontaisesti uudistuvina. Käsititys perustuu lähinnä korvista ja rämeojikoilta saatuihin kokemuksiin. Hakkuukypsien rämepuustojen luontaisesta uudistamisesta sen sijaan on vähemmän tutkimustuloksia.

#### Korvet

Korprien luontaista uudistumista on tutkinut eniten S.E. Multamäki, joka totesi korpikuusikoiden uudistuvan luontaisesti erittäin helposti, kunhan hakkuilla järjestetään olosuhteet sopiviksi riittävän tiheän lehtiverhopuuston syntymiselle (MULTAMÄKI 1942).

#### Rämeet

Rämeojikoilla puuston luontaista uudistumista on viime vuosina tutkittu mm. metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla. Päätulokset allekirjoittaneen kokeista on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Taulukoista nähdään, että lannoitus on vähentänyt jonkin verran taimien lukumäärää, mutta toisaalta lisännyt niiden kasvua. Erityisen edulliseksi sekä taimien syntymiselle että kasvulle on osoittautunut turpeen jyrsiminen, jolloin on muodostunut matala vako ja jyrsinpalle.

Kokeesta 108 puusto oli hakattu pois eräistä osista koealuetta ennen turpeen jyrsimistä. Näillä koealoilla taimia on ollut vain n. 40 % puustoisten koealojen taimimäärästä. Paljaaksi hakatuista koealoista valtaosa sijaitsee välittömästi puustoisten vieressä eikä ainoakaan ole 50 m:ä etäämpänä puustosta. Taimimäärät kyseisessä kokeessa ovat huonoimmassakin tapauksessa verrattain korkeat ( $0.8 \text{ tainta/m}^2 = 8000 \text{ tainta/ha}$ ). Toisaalta on otettava huomioon, että kyseessä on jyrsinpalle ja että kokeessa 99 luonnontilaisella pinnalla oli taimia vain n. 17 % jyrsityllä turpeella olevien taimien määrästä. Yksinkertaisella laskutoimituksella saamme em. tapauksessa  $17/100 \times 8000 = 1360 \text{ tainta/ha}$  luonnontilaisella suon pinnalla, mikä on selvästikin riittämätön. Lisäksi on muistettava, että kysymyksessä ovat 2-3 vuotiaat sirkkataimet, jotka ovat vielä alttiita monille vaaroille.

Käytännössä edellä esitetty merkitsee, että lannoittamalla tuskin voidaan luoda taimiainesta, vaan pikemminkin päinvastoin. Sen sijaan lannoittamalla voidaan lisätä jo olemassa olevan taimiaineksen kasvua (vrt. myös HEIKURAINEN ja VEIJOLA 1971 sekä HEIKURAINEN ja LAINE 1976). Samantapaisia tuloksia on myös Moilanen saanut Muhoksen kokeilualueessa toteutetuilla kokeilla. Edellä esitetyn valossa näyttää avosuokuvioiden lannoittaminen siinä toivossa, että sinne saadaan luontaisesti syntymään männyn taimisto, jossakin määrin kyseenalaiselta toiminnalta.

## 2. SOIDEN METSÄNVILJELY

Soiden metsänviljely käy tarpeelliseksi mm. pyrittäessä metsittämään avosoita, haluttaessa vaihtaa puulajia tai haluttaessa perusteellisesti valmistaa kasvupaikka uutta puusukupolvea varten.

Pääosa viimeaikaisesta tutkimuksesta on keskittynyt avosoiden viljelyyn, poikkeuksena prof. Huikarin H-kulttuurikokeet (vrt. HUIKARI 1972), jotka on perustettu lähinnä avohakkuilla käsitellyille muuttumille ja turvekankaille. Näiden tuloksia allekirjoittanut ei kuitenkaan tunne. Seuraava esitys perustuu siis lähinnä avosoilta saatuihin kokemuksiin.

## 21. Viljelymenetelmä

LUKKALA (1934) piti istutusta kylvöä varmempana, mutta toisaalta selvästi kalliimpana männyn viljelymenetelmänä. MULTAMÄKI (1940) puolestaan totesi kuusen kylvön onnistuvan jopa istutusta paremmin ruohoisilla saranevoilla, rämeillä ja ruohokorvissa, koska kylvötaimet olivat istutustaimia hallankestävämpiä.

Kylvö on epäilemättä istutusta riskialttiimpaa viljelyvaiheessa. Kylvön onnistuminen riippuu kylvöalustan ominaisuuksista toisaalta siementen itämisalustana toisaalta taimien kasvualustana. Sen sijaan istutustaimien ollessa kyseessä voidaan pyrkiä viljelykohdan valmistamiseen pelkästään kasvualustana. Lisäksi sirkkataimet ovat alttiimpia vaurioille ja muun kasvillisuuden kilpailulle kuin istutustaimet.

Kylvön onnistumista voidaan kuitenkin verrattain paljon edistää. SEPPÄLÄ (1968) totesi, että lyhytkortisella nevalta voitiin taimettumista lisätä kylvämällä siemenet vakoraudalla tehtyyn jälkeen. Vielä parempi taimettuminen oli kylvettäessä siemenet laikkuun, josta elävä pintakasvillisuus oli poistettu. Toisaalta on korostettu, että kylvötaimet eivät saa jäädä ympäröivää suon pintaa alemmaksi (KAUNISTO 1972). Eräissä kokeissa yritettiin löytää ratkaisu muodostamalla ensin ympäristöä korkeammat jyrsinpalteet ja kylvämällä siemenet tämän jälkeen palteeseen tehtyihin eri syvyisiin koloihin (KAUNISTO 1973). Kevät-kylvöissä taimettuminen parani em. kokeessa kylvettäessä männyn siemenet 2 cm syvän kolon pohjalle pintakylvöön verrattuna (taul. 1). Toisaalta 4 cm syvän kolon pohjalle kylvettäessä taimisaanto oli pienempi, mutta kuitenkin vielä korkeampi kuin pintakylvössä. Syyskylvöissä pintakylvö oli edullisempi kuin kylvö kolon pohjaan. Tutkimus osoitti sopivien kosteusolojen merkityksen. Sekä liian kosteat että kuivat olosuhteet vähentävät taimisaantoa.

Maan muokkauksen ja tehokkaan ojituksen on eräissä kokeissa todettu voimakkaasti parantavan kylvötaimien kilpailukykyä istutustaimien kanssa (KAUNISTO 1977). Kyseisessä tapauksessa kehittyivät männyn kylvötaimet 12 vuoden kuluessa lähes istutustaimien kokoisiksi, ollen tällöin vain yhden kasvukauden kasvun verran istutustaimia (2+1) lyhyempiä. Mitä huonommat kuivatusolot olivat ja samalla mitä vähäisempää maan pinnan käsittely oli sitä huonommin kylvötaimet menestyivät istutustaimiin verrattuna (kuvat 1 ja 2).

Pintakasvillisuuden kilpailu muodostuu sitä vaikeammaksi riskitekijäksi, mitä runsasravinteisemmasta suosta on kysymys. Edellä referoidut kokeet olivat rahkanevalla ja tupasvillanevalla. Perusta-

missani kokeissa on voitu todeta, että muokkauksen yhteydessä kylvöä on voitu käyttää menestyksellisesti ainakin suursaraisilla ja sitä vähä-ravinteisemmilla avosoilla, joskaan varsinaisia mittaustuloksia ei ole vielä tässä tilaisuudessa esittä.

## 22. Ojitus

Soiden metsänviljelyn samoinkuin yleensäkin metsänkasvatuksen perusehtona on riittävän runsashappisen kerroksen luominen puiden juurikerrokseen. Tämän ilmaisi S.E. MULTAMÄKI jo v. 1920 seuraavasti: "Etenkin huonolaskuisilla soilla, joilla happiköyhä vesi vaihtuu sangen hitaasti, eikä näin ollen tule korvatuksi liikkuvalla happirikkaamalla vedellä, saattavat puiden juuret, jos puita yleensä suolla voi esiintyä, tunkeutua vain turpeen pintakerrokseen, missä ne jossain määrin voivat tyydyttää hapen tarpeensa, mutta saavat samalla kärsiä ravinnon puutetta ja olla tilapäiselle kuivumiselle alttiina." Veden liikkuvuutta ja juuriston hapensaannin tärkeyttä ovat myöhemmin korostaneet myös HUIKARI (1953, 1954, 1959) ja PAAVILAINEN (1966, 1967).

Perustetuissa kokeissa on todettu, että männyn sekä viljely- että luonnontaimet ovat yleensä kehittyneet sitä ripeämmin, mitä tehokkaampaa kuivatusta on käytetty (HUIKARI 1967, HEIKURAINEN & LAINE 1976, KAUNISTO 1977). Kaikissa em. tutkimuksissa todettiin, että vasta saran kaventaminen 20 m:stä johti voimakkaaseen kasvun lisäykseen. Sen sijaan ylikuivatusta ei todettu. KAUNISTON esittämässä materiaalisissa männyn viljelytaimet kasvoivat parhaiten 5 m:n saralla, jossa alkuperäinen ojankaivussyvyys oli 120 cm ja alkuperäinen veden säännöstelysyvyys ojissa 90 cm suon pinnan alapuolella (kuva 3, vrt. PAAVILAINEN 1965). Tosin tutkimuksessa ilmeni piirteitä, jotka viittasivat myös muihin kuin pelkästään vesitalouden järjestelystä johtuviin syihin kasvun parantumisessa. Osasyynä lienee ollut tehokas maan muokkauksinen, kun ojamaat kasattiin kapealle saralle, osasyynä pintaturveta runsastyyppisemmän turpeen nouseminen syvältä ojan pohjasta taimien juurikerrokseen. Samanlaisia asiaan vaikuttavia syitä on saattanut esiintyä myös em. muissa tutkimuksissa.

## 23. Lannoitus pääravinteilla

Taimet tarvitsevat kehittyäkseen alkuvaiheessa ensisijaisesti fosforia (esim. MANNERKOSKI & SEPPÄLÄ 1971, KAUNISTO 1972). Yleensä on kuitenkin järkevää antaa samalla kertaa kalia, koska sen puutos saattaa

ilmetä varsin äkillisenä ja johtaa nopeaan taimiston raunioitumiseen. Lisäksi sen on ainakin eräissä tapauksissa todettu lisäävän taimien kasvua jo alkuvaiheessa (kuva 4, HUIKARI & PAARLAHTI 1966, KAUNISTO 1974a ja 1976b). Vähätyppisillä soilla lannoitus fosforin ja kalin ohella lisää selvästi taimien kasvua jo taimien kehityksen alkuvaiheessa, mutta suursaraisilla tai sitä runsastyppisemmällä turvealustoilla typen lisäys saattaa jopa huonontaa taimien kasvua (kuva 5, PAAVILAINEN 1970a ja 1977 ja KAUNISTO 1971, 1975, 1978).

Vaikka keinoravinteet parantavatkin taimien kasvua on niiden käytöllä myös riskinsä. Niin kylvö- kuin istutustaimetkin vahingoittuvat helposti, jos niiden juuristoon annetaan liukoisia ravinteita (kuva 7, HEIKURAINEN ym. 1966, SEPPÄLÄ 1968 ja 1971, KAUNISTO 1968 ja 1971, PAAVILAINEN 1970b, MANNERKOSKI 1971, KAUNISTO & PAAVILAINEN 1977, HUIKARI & PAAVILAINEN 1977). SEPPÄLÄN (1968) mukaan paras tulos saadaan, kun istutettaessa pintalannoitus annetaan ympyränmuotoiseen laikkuun siten, että lannoitetta ei tule 10 cm:ä lähemmäksi tainta. Istutuskuoppaan tai siementen välittömään läheisyyteen ei nykyisen käsityksen mukaan tule lainkaan panna veisliukoisia lannoitteita. Jopa hienofosfaatinkin lisäyksen istutuskuoppaan on todettu joissakin tapauksissa lisäävän taimikuolleisuutta (PAAVILAINEN 1970b, PAAVILAINEN & KAUNISTO 1972), vaikka se erittäin vaikealiukoisena ei ilmeisestikään aiheuta maanesteen liiallista väkevöitymistä (kuva 8, KAUNISTO 1968). Norjalainen HAUGE (1971 ja 1972) on todennut raakafosfaatin lisäyksen istutuskuoppaan aiheuttavan taimille suppean juuriston, mikä myöhemmässä vaiheessa vähentää taimien kasvua normaaliin laikkulannoitukseen verrattuna. Kylvön tai istutustaimien pintalannoituksen yhteydessä raakafosfaatin käyttö sen sijaan saattaa olla edullista, koska muut ravinteet joudutaan antamaan verrattain kauas kylvökohdasta tai taimesta. Kun sen sijaan raakafosfaatti voidaan sirotella vaikka siementen päälle (KAUNISTO 1968). Tästä ei kuitenkaan ole kenttäkokeisiin perustuvaa näyttöä.

Liukoisten lannoitteiden taimille aiheuttama riski johtuu maanesteen väkevöitymisestä, jolloin taimi ei enää kykene ottamaan vettä ja kuolee näin ollen janoon (KAUNISTO 1971, MANNERKOSKI 1971). Joillakin ravinteilla saattaa olla myös toksisia vaikutuksia. Lannoitteiden sekoittaminen kasvualustaan alentaa konsentraatiota, ja samaa lannoitemäärää käytettäessä taimia syntyy tai niitä säilyy elossa enemmän, mitä suurempaan tilavuuteen annetut lannoitteet sekoitetaan tai mitä vähemmän niitä annetaan (kuvat 8 ja 9, KAUNISTO 1971).

## 24. Muokkaus

Pääravinteilla lannoituksen vaikutukset näyttävät liittyvän läheisesti maan muokkaukseen. Lannoittamalla parannetaan paitsi taimien, myös kasvillisuuden elinmahdollisuuksia (PÄIVÄNEN & SEPPÄLÄ 1968, PÄIVÄNEN 1970, MANNERKOSKI 1970, RAITIO 1974, KAUNISTO 1975) ja seurausena on kilpailu ravinteista ja elintilasta (kuvat 10 ja 11). Muokkaamalla kasvualusta voidaan muu kasvillisuus eliminoida muutamiksi tärkeiksi viljelyä seuraaviksi vuosiksi. Lisäksi taimet voidaan kohottaa ympäristöä korkeammalle ja näin vesitaloudellisesti parempiin olosuhteisiin. Jo pienikin kohouma tai vesivako näyttää edistävän taimien kehitystä (KAUNISTO 1972). Edelleen on voitu todeta, että esim. turpeen jyrshintämuokkaus kohottaa pintaturpeen lämpötilaa kasvukauden aikana (KAUNISTO 1976) nopeuttaen samalla kemiallisia ja biologisia reaktioita sekä parantaen juuriston kasvuedellytyksiä.

Muokkauksen yhteydessä ravinteet voidaan lisäksi sijoittaa taimien juurikerrokseen. KAUNISTO (1972, 1974a, 1975, 1976b ja 1978) on useissa tutkimuksissa todennut, että muokkauslannoituksen (turpeen jyrshintä+lannoitteiden sekoittaminen muokattuun turvekerrokseen) yhteydessä kylvötaimet kasvavat paremmin kuin jyrshintä turpeessa, jossa lannoitteet on levitetty turpeen pintaan (kuva 12). Sen sijaan istutus-taimien kasvuun lannoitteiden sijoittaminen ei ole vaikuttanut.

Eri muokkaustavoista jyrshintä ja siihen yhdistetty auraus on ainakin taimien kehityksen alkuvaiheessa tarjonnut paremmat kasvuolosuhteet kuin erilaiset auraustratkaisut (kuva 13, KAUNISTO 1972a ja 1976b). Kokeet, joissa myös mätästys on ollut mukana, ovat vielä niin nuoria, että niistä ei voida vetää varmoja johtopäätöksiä, eikä julkaistussa aineistossa ole ollut vertailua muihin muokkausmenetelmiin (MANNERKOSKI 1975). On kuitenkin varsin mahdollista, että pintaosiltaan karuilla turvemaidella, joilla runsastyyppistä turvetta on normaalin mätästysmenetelyn ulottuvilla, voidaan mätästyksellä päästä parempiin tuloksiin, kuin pelkästään suon pintaturvekerrokseen kohdistuvilla muokkauskäsittelyillä (vrt. KAUNISTO 1977). Tällainen tilanne, samoinkuin kivennäismaan läheisyys saattavat eräissä tapauksissa tehdä myös syväkynnön mielekkääksi. Tutkimustuloksia ei tästä kuitenkaan ole käytettävissä.

## 25. Maanparannusaineet

Maanparannusaineista turvemaidella tulevat kysymykseen lähinnä tuhka ja kalkki. Tuhkan positiivinen vaikutus on ollut jo vuosikymmeniä

tunnettu. Kalkin vaikutuksesta on sen sijaan ollut eriäviä tuloksia.

Useissa tapauksissa on todettu, että kalkitus saattaa aluksi jopa heikentää puiden kasvua (MESCHECHOZK 1967, HUIKARI 1973). Toisaalta on havaittu, että myöhemmin, 10-15 v:n kuluttua, puiden kasvu on ollut parempi kalkituilla kuin kalkitsemattomilla alueilla. KAUNISTO ja NORLAMO (1976) ovat esittäneet erääksi syyksi mineraalityypen sitoutumisen mikroobistoon, jolloin puustolla ei ole ollut riittävästi tätä alkuainetta käytettävissään. Osasyynä saattaa olla myös kalkin vaikutus hivenaineiden liukoisuuteen.

Varhemmissa kalkituskokeissa kalkkia levitettiin turpeen pintaan, jolloin kalkin huonon liikkuvuuden vuoksi vaikutusalue syvyys-suunnassa jäi vähäiseksi (LUKKALA 1955a ja 1955b). HUIKARI (1953b) on todennut jopa tuhkalannoituksen vaikutuksen rajoittuvan hyvin ohueen pintakerrokseen. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on kalkki sekoitettu jyrsinturpeeseen maanparannusvaikutuksen tehostamiseksi. Eräissä kokeissa onkin voitu havaita merkkejä siitä, että sekoittamalla kalkki muokattuun (jyrsittyyn) turpeeseen, voidaan ainakin eräissä tapauksissa lisätä taimien kasvua jo viljelyä seuraavina lähivuosina. (taul. 4, KAUNISTO 1978). Sen sijaan luonnontilaiseen pintaan levitettyä kalkin vaikutus oli tässäkin tapauksessa negatiivinen. Käytetty kalkkimäärä oli vain 1000 kg/ha.

Kalkkitutkimusten taustana on ollut lisätä turpeen luontaisen typen mineralisaatiota ja tällä tavoin vähentää kasvualustan typpilannoituksen tarvetta. Tässä vaiheessa näyttää siltä, että kalkin käytön mahdollisuudet nivoutuvat yhteen turpeen kokonaistyyppipitoisuuden, maatuneisuuden ja ajan kanssa. Erittäin karuilla soilla, joiden pintaturpeessa typpeä on ehkä alle 0,7-0,8 % (arvio) kalkin käyttö ei kannata, koska typen nettomineralisaation alkamiseen kuluisi liian pitkä aika. Rehevillä soilla, joiden pintaturpeen typpipitoisuus maatuneisuusasteesta riippuen on ehkä 1,5-1,8 % (arvio) kalkin käyttö typen nettomineralisaation vauhdittajana ei ole tarpeen. Jossakin tällä välillä kalkituksella ehkä voidaan vähentää typpilannoituksen tarvetta. Suo-tyyppejä ajatellen tämä merkinnee vaihteluväliä tupasvillatasolta suursaratason vähäravinteisempaan osaan.

Kalkin käyttöä käytännön mittakaavassa ei ainakaan nykyisessä vaiheessa voida suositella. Tähän pääsemiseksi tarvitaan vielä paljon lisätietoa.

## 26. Hivenravinteiden tarve

Edellä on todettu, että männyn taimien kasvua voidaan lisätä ojituksen, lannoituksen, muokkauksen ja maanparannusaineiden avulla. Toisaalta eräissä kokeissa on ollut havaittavissa taimien kasvuhäiriöiden lisääntymistä samanaikaisesti (KAUNISTO 1978). Tässä yhteydessä tarkoitetaan kasvuhäiriöitä, joita ovat kuvanneet mm. HUIKARI (1974), VEIJALAINEN (1975) ja RAITIO & RANTALA (1977).

Seuraavassa otetaan esimerkiksi kaksi metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueeseen v. 1973 perustettua koetta (vrt. KAUNISTO 1978). Toinen, Valkoisen keitaan koe, on perustettu tupasvillanevalle, jossa turpeen typpipitoisuus 15-20 cm:n kerroksessa on n. 0,9 %. Toinen alueelle, jossa typpipitoisuus vaihtelee 1,2-3,1 %:n välillä keskiarvon ollessa 2,0 % (ylimysnevan koe).

Mainituilla alueilla taimet ovat kasvaneet sitä paremmin, mitä tehokkaammin kasvualustaa on käsitelty (vrt. taul. 4). Toisaalta taimista on ollut terveitä sitä pienempi ja monilatvaisia sitä suurempi osa mitä tehokkaampia käsittelyt ovat olleet (taul. 5 ja 6).

Kuollutlatvaisia taimia on ollut sitä enemmän, mitä lievempi käsittely on ollut (taul. 7). Viimemainittu voitiin todeta symptomien perusteella fosforin puutokseksi. Seuraavan asetelman luvuista havaitaan, että monilatvaisuus on korreloinut positiivisesti kaikkien lannoitettujen taimien kasvun kanssa.

## Monilatvaiset taimet

## Valkoinen keidas

	r
$y_1 = 1,40x_1 + 11,999$	0,340 <sup>x</sup>
$y_2 = 1,62x_2 + 7,142$	0,410 <sup>x</sup>
$y_3 = 1,65x_3 + 0,323$	0,480 <sup>xx</sup>
$y_4 = 2,16x_4 - 12,964$	0,570 <sup>xx</sup>
$y_5 = 1,67x_5 - 1,703$	0,440 <sup>xx</sup>
$y_6 = 0,38x_6 - 5,109$	0,430 <sup>xx</sup>

## Ylimysneva

	r
$y_1 = 1,65x_1 + 7,52$	0,62 <sup>xxx</sup>
$y_2 = 1,62x_2 + 4,470$	0,54 <sup>xx</sup>
$y_3 = 1,13x_3 + 9,41$	0,46 <sup>x</sup>
$y_4 = 1,02x_4 + 6,91$	0,44 <sup>x</sup>
$y_5 = 0,86x_5 + 10,1$	0,38 <sup>x</sup>
$y_6 = 0,30x_6 - 1,465$	0,53 <sup>xx</sup>

$y_1 - y_6$  = Monilatvaisten taimien osuus (%)  
 $x_1 - x_5$  = Kasvu vuosina 1974-1978  
 $x_6$  = Pituus v. 1978

Runsastyyppisellä Ylimysnevalla korrelaatio on kuitenkin heikentynyt vuosi vuodelta. Vähätyyppisellä Valkoisella keitaalla korrelaatio on lisääntynyt vuoteen 1977 saakka, viidenteen kasvukauteen viljelyn jälkeen, ja sen jälkeen heikentynyt.

Vuotuinen kasvu on siis vähitellen vähentynyt monilatvaisilla taimilla normaaleihin verrattuna. Kulminaatiopiste on saavutettu aikaisemmin runsas- kuin vähätyyppisellä alueella. Toistaiseksi kuitenkin taimien kokonaispituus on kummallakin alueella korreloinut positiivisesti monilatvaisuuden kanssa. Myöhemmässä vaiheessa on ilmeisesti kuitenkin odotettavissa kasvutappioita.

Asiaa voidaan tarkastella myös toisesta näkökulmasta; mitä hitaammin taimet ovat kasvaneet, sitä vähemmän on ollut monilatvaisuutta ja muitakin kasvuhäiriöitä (vrt. myös KAUNISTO 1978). Seuraavassa asetelmassa on esitetty regressiosuorat terveiden taimien %-osuuden ja taimien kokopituuden välillä lannoitetuilla ja lannoittamattomilla koeruuduilla:

Lannoitetut taimet  $y = -0,223x + 80.09$  ( $r = 0,349^{**}$ )

Lannoittamattomat taimet  $y = +0.740x + 22.61$  ( $r = 0,695^{**}$ )

$y$  = terveiden taimien osuus %

$x$  = taimien pituus, cm v. 1978

Havaitaan, että lannoituksen yhteydessä terveitä taimia on ollut sitä vähemmän, mitä suurempia taimet ovat inventointivuonna olleet. Sen sijaan lannoittamattomilla koeruuduilla terveiden taimien osuus on ollut sitä suurempi, mitä suurempia taimet ovat olleet.

Järjestämällä taimille olosuhteet, joissa kasvu on verrattain hidasta (pääravinteita niukasti), on tuotettu normaaleja, runkopuita muodostavia taimia. Tällöin lähinnä pääravinteet ovat säädelleet kasvua.

Edellä esitettyjen tulosten perusteella on mahdollista, että meidän on muutettava koko ajatusrakennelmamme karujen ja karuhkojen avosoiden metsänkasvatuksesta ja siirryttävä maksimikasvun tavoitteesta hitaan kasvun periaatteeseen. Hitaan kasvun teoriaan kuuluu niukka, usein toistuva lannoitus. Se suhtautuu erityisesti typen käyttöön varovaisesti, koska typpi nimenomaan on avainasemassa kasvimassan tuotannossa ja saattaa lisätä kasvuhäiriöiden määrää (vrt. PAAVILAINEN 1976).

Karuilla turvemaileda pääravinteiden määrää on helppo säädellä, koska kaikista pääravinteista on puutetta. Sen sijaan soilla, joilla turpeen typpipitoisuus nousee riittävän korkeaksi, kuten tämän esityksen Ylimysnevalla, säätelymahdollisuudet ovat pienemmät. N/P-suhteen tasapainottamiseksi (vrt. KAUNISTO & PAAVILAINEN 1977) fosforia on lisättävä niin paljon, että taimet eivät enää kykene saamaan maasta riittävästi hivenaineita normaaliin kasvuun. Tällaisilla soilla on hivenainelannoitus todennäköisesti välttämätön jo taimiston perustamisvaiheessa. Toisaalta typen runsaus antaa mahdollisuuden tehokkaaseen, pääravinteiden osalta halpaan puuntuotantoon. Voidaan ajatella, että tällaisilla alueilla on mielekästä edelleenkin pyrkiä toteuttamaan maksimikasvun periaatetta.

Tällä hetkellä 1960-luvulla perustetut avosoiden metsitysmaat ovat pääravinteilla suoritettavan jatkolannoituksen tarpeessa ja varmasti osin jo lannoitettukin. Näiden pinta-alaa on vaikeata selvittää, mutta yhteensä niitä lienee useita satoja tuhansia hehtaareita. Mikäli tässä työssä todetut ilmiöt samoin kuin RAITION (1978) toteama neulasten hivenainepitoisuuksien alentuminen jatkolannoituksen seurauksena pitävät laajemmalti paikkansa, on näillä alueilla jo nyt ongelmia, ja on todennäköistä, että ongelmat lisääntyvät jatkolannoituksen jälkeen, mikäli ne lannoitetaan nykyisen suosituksen mukaisilla pääravinteilla. Tutkimus perustuu vielä toistaiseksi liian suppeaan ja pinnallisesti käsiteltyyn aineistoon varmojen johtopäätösten tekemiseksi. Esim. neuläsanalyysijä ei ole tehty lainkaan. Lisäksi esimerkit edustavat Etelä-Suomen tyypillisiä kohosoita. Tilanne saattaa aapasilla olla hyvinkin erilainen. Tutkimus kuitenkin korostaa kasvuhäiriökysymysten merkitystä ja välttämättömyyttä ratkaista niiden syvyysuhteet perusteellisesti. Mikäli kysymys on boorin puutteesta kysymys on jo ratkaistu verrattain pitkälle käytäntöön saakka, koska suometsien PK-lannos nykyisin sisältää tätä alkuainetta. Tosin tarpeelliset annokset eri olosuhteissa eivät ole selvillä. Mikäli kysymys on myös muista hivenaineista tai joistakin muista tekijäistä, on tehtäväkenttä edessä vielä laaja.

## KIRJALLISUUS

- APPELROTH, S.-E. 1971. Tree planting machine for open peatland. Tree Planters' Notes. 22:3.
- 1976. Tutkimus Lamu -kylvökoneesta. FF 253:1-24.
- HAUGE, T. 1971. Rotutvikling etter planting og gjødsling av gran på myr. Tidskr. Skogbr. 79,(3):314-326.
- 1972. Fosfatgjødsling med planting av gran, Picea abies (L.) Karst. på myr i Vestnorge. Medd. Vestl. Forstl. Forsoksstasj. 53:319-360.
- HEIKURAINEN, L. & LAINE, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. AFF 150:1-38.
- , PÄIVÄNEN, J. & SEPPÄLÄ, K. 1966. Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla. SF 119.2:1-21.
- & VEIJOLA, P. 1971. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen uudistumiseen ja taimien kasvuun. AFF 114:1-19.
- HUIKARI, O. 1953 a. Puiden kasvua ehkäisevistä tekijöistä luonnontilaisilla soilla. MA 7/1953.
- 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. Comm. Inst. Forest. Fenn. 42.2:1-18.
- 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings (Selostus: Kokeita kasvulaustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin). Comm. Inst. Forest. Fenn. 42.
- 1959. Kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimien juuristoihin). Ibid. 50.
- 1967. Soiden metsätaloudellisen hyväksikäytön perusteita. MA(2): 51-56.
- ✓-- 1972. H-kulttuuri. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, Suontutkimusosasto.
- 1973. Koetuloksia metsäojitetujen soiden lannoituksesta. Suontutk. os. Tied. ant. 1/1973:1-154.
- 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu 11:24-25.
- & PAARLAHTI, K. 1966. Kivisuon metsänlannoituskokeet. Kenttäopas. 46p. Helsinki.
- HUURI, O. 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia. FF 265:1-22.
- KAUNISTO, S. 1968. Lannoitettu kasvuturve metsäpuiden siementen itämisalustana. Suo 19, (3-4):57-61.
- ✓-- 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla. Kasvihuoneessa suoritettu tutkimus. Comm. Inst. For. Fenn. 75.2. 64 s.
- ✓-- 1972 a. Effect of soil preparation and fertilization on the growth of young pine plantations on peat. The 4th Intern. Peat Congr. 3:501-508.
- 1972 b. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä. FF 139:1-11.
- ✓-- 1973. Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla. FF 1974:1-28.
- ✓-- 1974 a. Afforestation of open peatlands. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 12:21-29.
- ✓-- 1974 b. On direct seeding of open peatlands. Proc. Intern. Symp. For. Drain. 2nd-5th sept. 1974 Jyväskylä-Oulu, Finland p. 139-143.

- KAUNISTO, S. 1975. Jyrsintämuokkaus ja lannoitteiden sijoitus kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Commun. Inst. For. Fenn. 85(4):1-58.
- 1976 a. Jyrsintämuokkauksen ja lannoituksen vaikutus turpeen eräisiin fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Parkanon Tutk.as. Tied.ant. 3,7s.
- ✓ 1976. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen suolla. Reports from Parkano Research Station, the Finnish Forest Research Institute. 3.15p.
- 1977. Ojituksen ja lannoituksen tehokkuuden vaikutus männyn viljelystaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla. FF 317.
- ✓ 1978. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus istutustaimien kehitykseen ja kasvuhäiriöihin avosoilla, välituloksia Parkanon Tutk.as. Tied.ant. 7, 6:1-12.
- & NORLAMO, M. 1976. On nitrogen mobilization in peat. I. Effect of liming and rotavation in different incubation temperatures. Commun. Inst. For. Fenn. 88(2):1-27.
- & PAAVILAINEN, E. 1977. Response of Scots pine plants to nitrogen refertilization on oligotrophic peat. Seloste: Typpijatkolannoituksen vaikutus männyn taimien kehitykseen karulla turvealustalla. Comm. Inst. For. Fenn. 92.1:1-54.
- KINNUNEN, K. 1978. Männyn kylvön onnistumiseen vaikuttavista tekijöistä. Park. Tutk.as. Tied.ant. 7, 2:1-11.
- LUKKALA, O.J. 1934. Ojitettujen soiden keinollisesta metsittämisestä. Metsätietoa 1, (8):295-313. Helsinki.
- 1951. Kokemuksia Jaakkoin suon koeojitusalueelta. Comm. Inst. For. Fenn. 39.6:1-53.
- 1955. Maanparannusaineet ja väkilannoitteet metsäojituksen tukena. Metsätal. Aikak.1. 1955, (6-7):189-191 ja 1955, (8):273-276.
- LÄHDE, E. & SILTANEN, S. 1973. Männyn taimien kuonto ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Comm. Inst. For. Fenn. 78.7:1-31.
- MANNERKOSKI, H. 1970. Lannoituksen vaikutuksesta kylvölaikkujen kasvilisuuteen. Suo 21, (5): 80-86.
- 1971. Lannoituksen vaikutus kylvösten ensi kehitykseen turvealustalla. SF 5:105-128.
- & SEPPÄLÄ, K. 1970. Lannoituksen vaikutus istutustaimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalalla. Suo 21, (1):12-17.
- MESHECHOK, B. 1968. Om startgjødsling ved skogkultur på myr. Summary: Initial fertilization when afforesting raised bogs. Medd. Norske Skogforsøksv. 25:1-140.
- 1971. Kalkning ved skogkultur på nedbørsmyr. Summary: Application of CaCO<sub>3</sub> when afforesting raised bogs. Medd. Norske Skogforsøksv. 29 (5):242-259.
- MULTAMÄKI, S. E. 1920. Suomen soista ja niiden metsittämisestä. Acta For. Fenn. 16. 4:1-94.
- 1939. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. Acta For. Fenn. 47.5:1-132.
- 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittämiseen. Acta For. Fenn. 51.1: 1-352.
- ✓ PAAVILAINEN, E. 1965. Tuloksia männyn istutus- ja kylvökokeesta rahkanevalalla. FF 12. 9 s.
- 1966. On the relationships between the root systems of white birch and Norway spruce and the ground water table. Seloste: Hieskoivun

ja kuusen juuriston suhteesta pohjavesipintaan mustikkakorvessa.  
Comm. Inst. For. Fenn. 62.1:1-15.

PAAVILAINEN, E. 1967. Männyn juuriston suhteesta turpeen ilmatilaan.  
Comm. Inst. For. Fenn. 63.6:1-21.

-- 1970 a. Astiakokeita pinalannoituksen vaikutuksesta koivun, kuusen ja männyn kylvön onnistumiseen muokkaamattomalla kasvualustalla.  
Comm. Inst. For. Fenn. 72.1.37 s.

✓ -- 1970 b. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Folia For. 77.24 s.

✓ -- 1977. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. FF 326:1-27.

✓ -- & KAUNISTO, S. 1972. Männyn koneellinen istutus Mara-istutuskoneella verrattuna käsinistutukseen avosuon metsityksessä. Park. Tutk.as. Tied.ant. 2:1-11.

PARVIAINEN, J. 1976. Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.  
FF 268:1-21.

PÄIVÄNEN, J. 1970. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuden kenttäkerrokseen. Suo 21, (1):18-24.

-- 1974. Sarkaleveyden ja naveroinnin vaikutus pohjavesipinnan syvyyteen ja männyn taimiston kehitykseen lyhytkortisella nevalle. SF 8, (4):215-224.

-- & SEPPÄLÄ, K. 1968. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuteen. Suo 19, (3-4):51-56.

-- & SEPPÄLÄ, K. 1971. Koe ojatiheyden vaikutuksesta istutetun männyn taimiston alkukehitykseen lyhytkortisella nevalle. Suo 22, (6):82-85.

SAARINEN, E.K.E. 1936. Ojitettujen nevojen luontaisesta metsittymisestä. Metsälehti 1936, 48:4.

-- 1946. Ojitettujen nevojen luontaisesta metsittymisestä. Metsät. Aikak.1. 1946, (4):83-89.

SEPPÄLÄ, K. 1966. Turvemaiden metsänviljelystä. Suo 1966, (3):52-54.

-- 1968. Välituloksia ojitettujen soiden viljelykokeista. Suo 1968, (2):30-38.

-- 1971. Metsityslannoituksessa käytetyn lannoitemäärän ja levitystavan merkitys istutustaimien alkukehitykselle ojitetuilla avosoilla. SF 5:61-69.

RAITIO, H. 1974. Muokkauksen, sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutuksesta rahkaisen lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuden kenttäkerrokseen. Moniste Oulun Yliopiston kasvitieteen laitoksella. 45 s.

-- & RANTALA, E.-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Comm. Inst. For. Fenn. 91.1: 1-30.

VEIJALAINEN, H. 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. Suo 26 (5):87-92.

Taulukko 1. Luontaisesti syntyneiden männyn taimien lukumäärä kpl/m<sup>2</sup> eri tavoin muokatuilla ja lannoitetuilla turvepinnoilla kolmen (koe 101) ja kahden (koe 108) kasvukauden kuluttua kokeen aloittamisesta. Alkkia.

Koe no.	Maan käsittely	Puusto	Lannoitus				$\bar{x}$
			0	P	PK	NPK	
Koe 101 <sup>(1)</sup>	Luonnontilainen	on	5.1	-	4.5	3.1	4.2
	Vaon reuna	"	8.8	-	5.9	4.5	6.4
	Jyrsinpalle <sup>(3)</sup>	"	18.5	-	17.4	18.1	18.0
	$\bar{x}$		10.8	-	9.3	8.6	
Koe 108 <sup>(2)</sup>	Jyrsinpalle <sup>(3)</sup>	on	4.3	3.5	2.4	2.3	3.1
		ei	1.3	1.5	1.2	0.8	1.2
			2.8	2.5	1.8	1.6	

- 1) Muokkaus syksyllä 1971, lannoitus keväällä 1972, inventointi kesällä 1974
- 2) Muokkaus syksyllä 1972, lannoitus syksyllä 1972, inventointi kesällä 1974
- 3) Jyrsinpalle tehty muunnetulla Fiskarsin ojajyrsimellä

Taulukko 2. Luonnontaimien pituus (cm) eri tavoin lannoitetuilla ja muokatuilla turvepinnoilla kolmen kasvukauden kuluttua kokeen aloittamisesta. Suotyyppi IR. Alkkia koe 101.

Maan käsittely	Lannoitus			$\bar{x}$
	0	PK	NPK	
Luonnontilainen	3.0	3.6	4.3	3.6
Vaon reuna	3.6	4.3	5.0	4.3
Jyrsinpalle	8.7	11.6	17.6	12.6
$\bar{x}$	5.1	6.5	9.0	

Taulukko 3. Kylvökohtan sijainnin ja valmistamisen sekä siementen liotuksen vaikutus taimien lukumäärään (kpl/kylvölaikku) eri kylvöajankohtina syksyn 1972 inventoinnin perusteella. 36  
 Table 3. The effect of the location (compare Figure 1) and preparation of sowing spot, and soaking of seeds on the number of live seedlings per sowing spot on various sowing dates. Inventory in the fall of 1972.

Kylvö- ajan- kohta v. 1971 Date of sowing	Kylvökohta Location of sowing spot			Kylvökohtan valmistaminen Preparing of sowing spot				Liotus, t Soaking, h		
	Palle Ridge	Luiska Slope	Vako Furrow	Vertailu Control	Tiivistys Com- pressed	2 cm syvä kolo 2 cm deep hole	4 cm syvä kolo 4 cm deep hole	0	12	24
2.6	2.1	0.7	1.2	0.9	1.1	2.1	1.2	1.5	1.3	1.2
14.6	1.3	0.9	0.8	0.7	0.9	1.5	1.0	1.1	1.0	0.9
1.7	1.5	1.1	1.0	0.7	1.5	1.5	1.0	1.2	1.2	1.2
16.7	1.8	0.9	0.4	0.8	0.9	1.4	1.1	1.1	1.2	0.8
2.8	1.3	0.4	0.2	0.5	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6
17.8	0.6	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1
1.9	1.1	0.2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.3
15.9	2.4	0.7	0.4	1.4	1.3	1.1	0.7	1.2	1.2	1.1
1.10	1.8	0.3	0.1	0.9	0.7	0.8	0.5	1.3	0.7	0.2
15.10	2.5	0.7	0.1	1.4	1.2	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2
1.11	3.4	0.9	0.2	1.6	1.7	1.6	1.2	1.0	2.0	1.5
Keskim. Average	1.8	0.6	0.4	0.9	1.0	1.1	0.8	1.0	1.0	0.8

Folia For. 203

Taulukko 4. Taimien pituus, cm

Kalki- tus kg/ha	Muok- kaus	Sijoi- tus	Ylimysneva				Valkoinen keidas				
			0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	$\bar{x}$
0	-	-	22	112	107	107	49	78	91	85	96
	+	-	63	122	120	121	61	87	99	93	107
	+	+	54	126	109	118	65	91	101	96	107
		$\bar{x}$	46	120	110	115	58	85	97	91	103
1000	-	-	32	77	94	86	57	68	83	76	81
	+	-	73	103	95	104	54	89	101	95	100
	+	+	52	126	111	119	71	103	108	106	113
		$\bar{x}$	52	102	100	103	61	87	97	92	98
		$\bar{x}$	49	111	105	109	60	86	97	92	102

Taulukko 5. Ulkoisesti vahingoittumattomien taimien osuus kaikista taimista (%).

Kalki- tus kg/ha	Muok- kaus	Sijoi- tus	Ylimysneva				Valkoinen keidas				
			0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	$\bar{x}$
0	-	-	36	63	77	70	63	70	60	65	68
	+	-	65	74	51	63	63	58	57	58	61
	+	+	60	59	56	58	56	72	55	56	57
		$\bar{x}$	54	65	61	64	61	67	57	62	62
1000	-	-	52	55	69	59	73	73	54	64	62
	+	-	63	61	45	56	73	50	62	56	56
	+	+	60	52	51	54	81	66	45	56	55
		$\bar{x}$	58	56	55	56	76	63	54	59	58
		$\bar{x}$	56	61	58	60	69	65	56	61	60

Taulukko 6. Monilatvaisten taimien osuus kaikista taimista (%).

Kalki- tus kg/ha	Muok- kaus	Sijoi- tus	Ylimysneva				Valkoinen keidas				$\bar{x}$
			0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	
0	-	-	3,9	23,7	25,1	24,4	16,7	29,2	32,0	30,6	27,5
	+	-	9,9	23,3	39,3	31,3	15,9	28,4	31,7	30,1	30,7
	+	+	9,5	35,3	30,6	33,0	11,3	21,8	31,2	26,5	29,8
		$\bar{x}$	7,8	27,4	31,7	29,6	14,6	26,1	31,6	29,1	29,3
1000	-	-	5,3	26,2	16,7	21,5	8,2	18,5	31,5	25,0	23,3
	+	-	13,5	28,2	40,7	34,5	6,8	29,5	17,3	23,4	29,0
	+	+	15,2	37,0	33,5	35,3	8,3	27,9	40,4	34,2	34,8
		$\bar{x}$	11,3	30,5	30,3	30,4	7,4	25,3	29,7	27,5	29,0
		$\bar{x}$	9,6	29,0	31,0	30,0	11,2	25,7	30,7	28,3	29,2

Taulukko 7. Kuollutlatvaisten taimien osuus kaikista taimista (%).

Kalki- tus kg/ha	Muok- kaus	Sijoi- tus	Ylimysneva.				Valkoinen keidas				$\bar{x}$
			0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	0	PK	NPK	$\frac{PK+NPK}{2}$	
0	-	-	48,7	1,8	2,3	2,1	8,0	2,4	2,5	2,5	2,3
	+	-	11,2	0	6,0	3,0	3,8	12,1	7,4	9,8	6,4
	+	+	22,4	2,0	4,0	3,0	9,3	3,6	11,8	7,6	5,4
		$\bar{x}$	27,4	1,3	4,1	2,7	7,0	6,0	7,2	6,6	4,7
1000	-	-	17,6	6,6	6,0	6,3	2,0	3,6	7,8	5,7	6,0
	+	-	8,8	0,0	2,0	1,0	4,1	7,8	15,1	11,5	6,3
	+	+	15,1	3,7	1,9	2,8	2,4	7,2	11,3	7,1	5,0
		$\bar{x}$	13,8	3,4	3,3	3,4	2,8	6,2	11,4	8,1	5,8
		$\bar{x}$	26,2	2,4	3,7	3,1	4,9	6,1	9,3	7,4	5,3

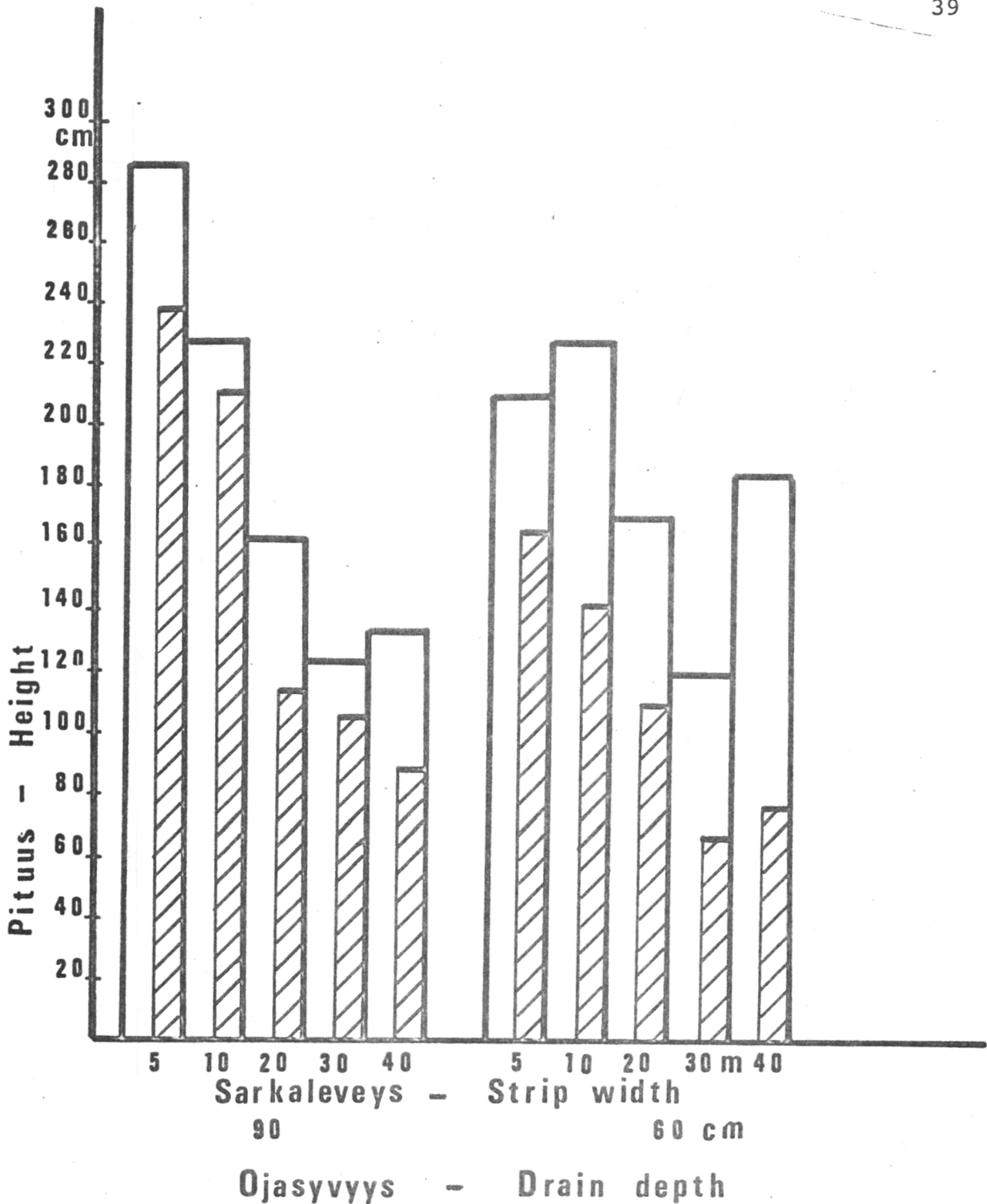


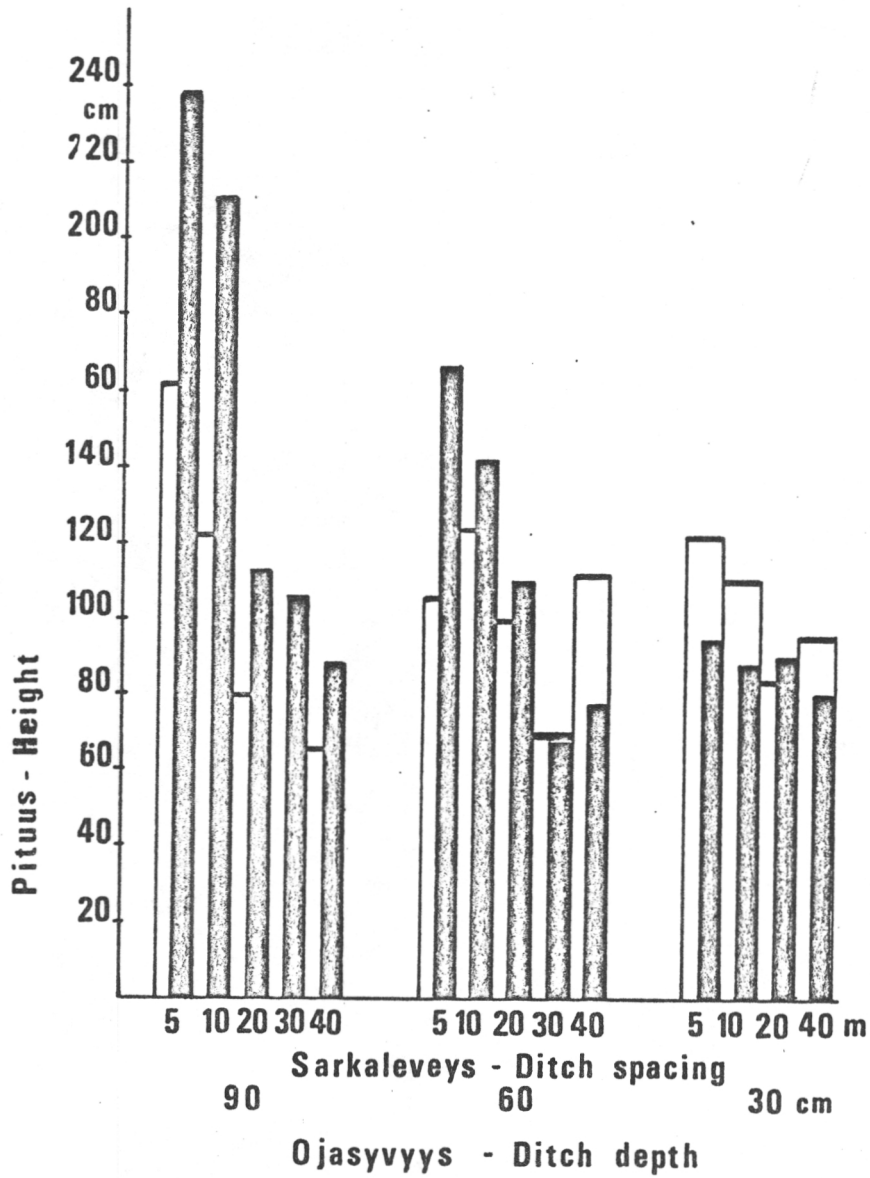


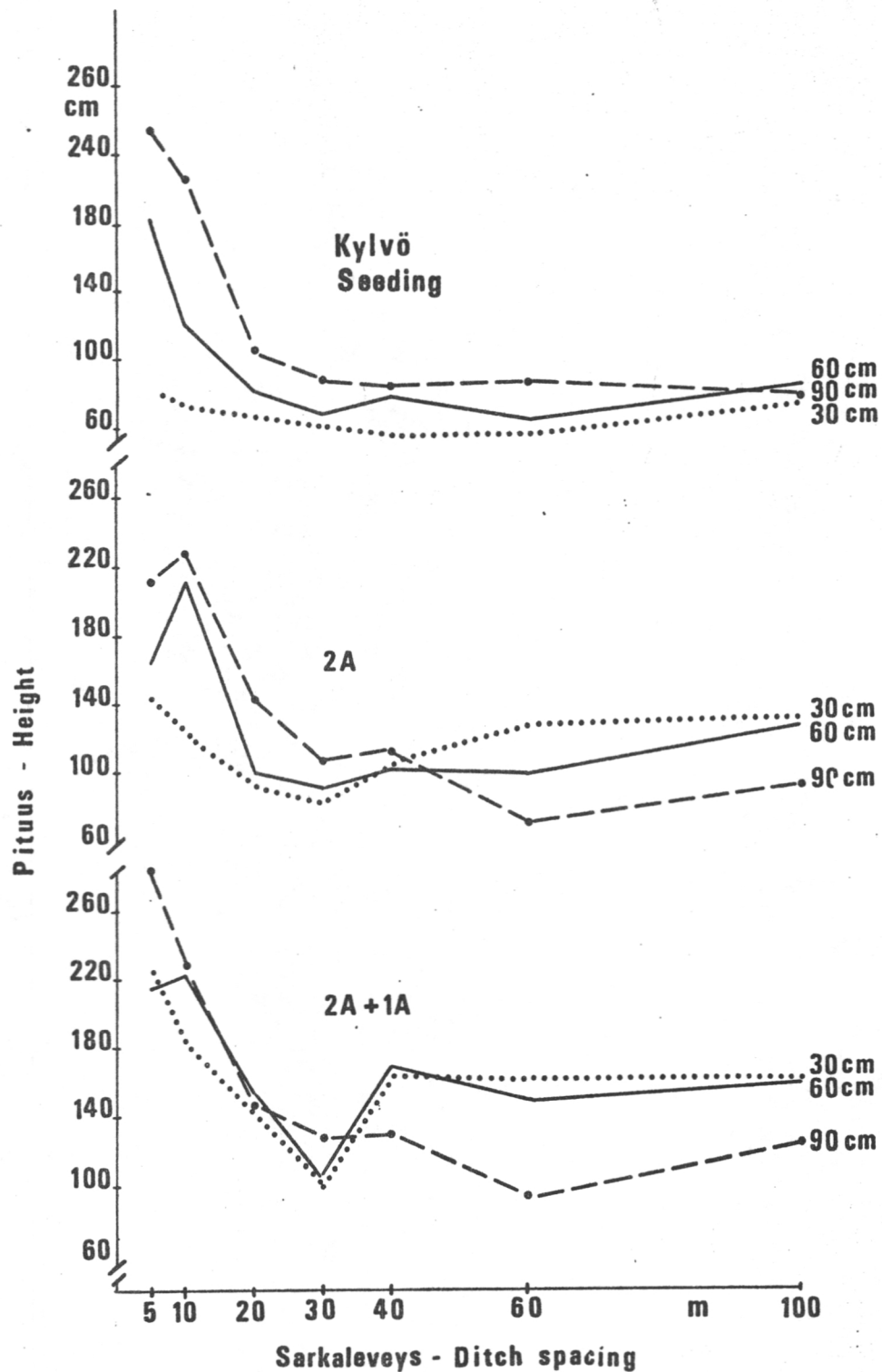


FIG. 1. HEIGHT OF PINE SAPPLINGS GROWN FROM SEEDS  AND THAT OF TRANSPLANTS  TWELVE GROWING SEASONS AFTER SOWING AND PLANTING. ALKKIA EXP. 3.

KUVA 1. MÄNNYN KYLVÖTAIMIEN  JA KOULITTUJEN ISTUTUSTAIMIEN  (2+1) PITUUS 12 VUODEN KULUTTUA VILJELYSTÄ. Alkkia, koe 3.



KUVA 2. MÄNNYN KYLVÖTAIMIEN  JA KOULITTUJEN ISTUTUSTAIMIEN  (2+1) PITUUS 12. KASVUKAUTENA KYLVÖSTÄ LUKIEN. Alkkia, koe 3.



KUVA 3. MÄNNYN KYLVÖ- JA ISTUTUSTAIMIEN PITUUS 12 VUODEN KULUTTUA VILJELYSTÄ ERI LEVYISILLÄ SAROILLA ERI OJANSYVYYSALUEILLA (30, 60 ja 90 cm). Alkkia, koe 3.

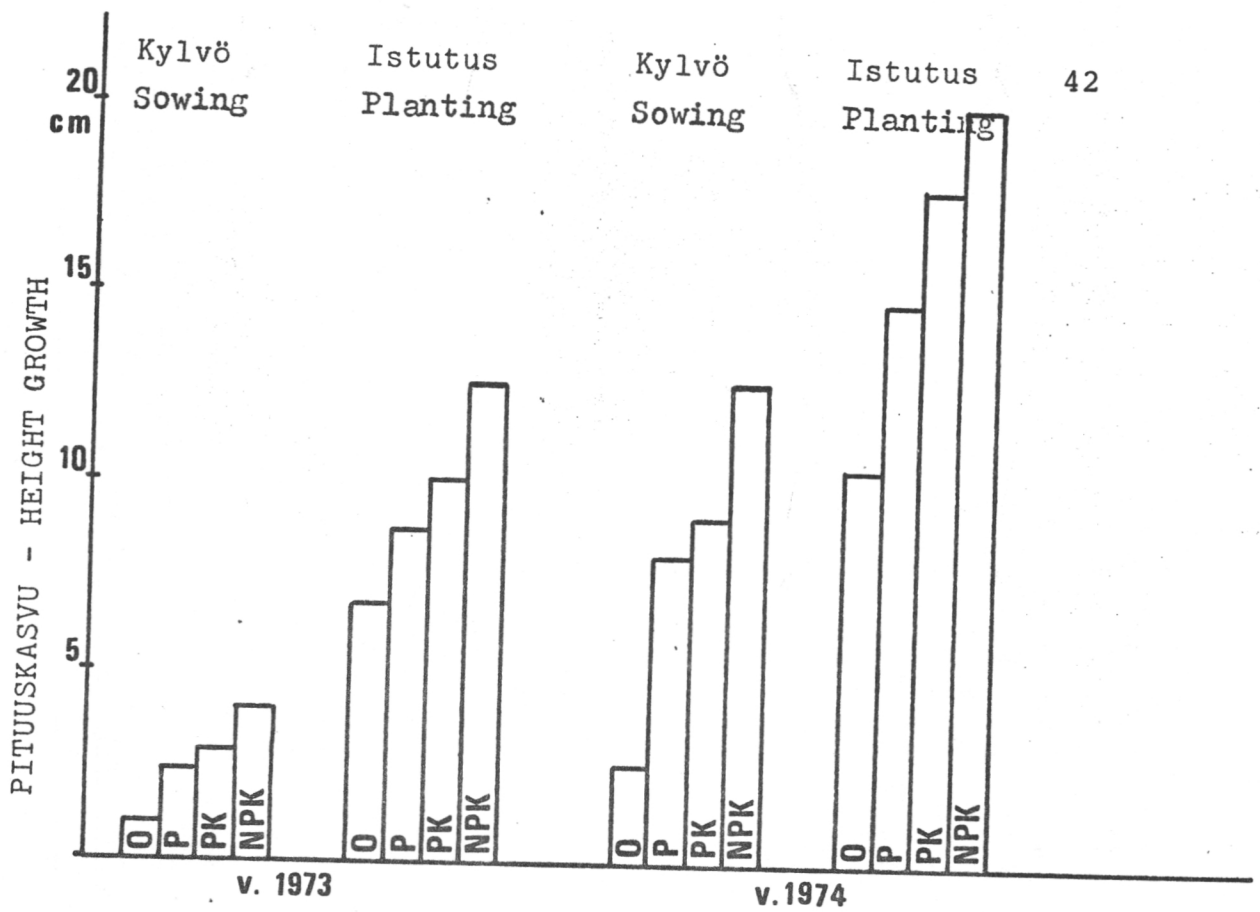
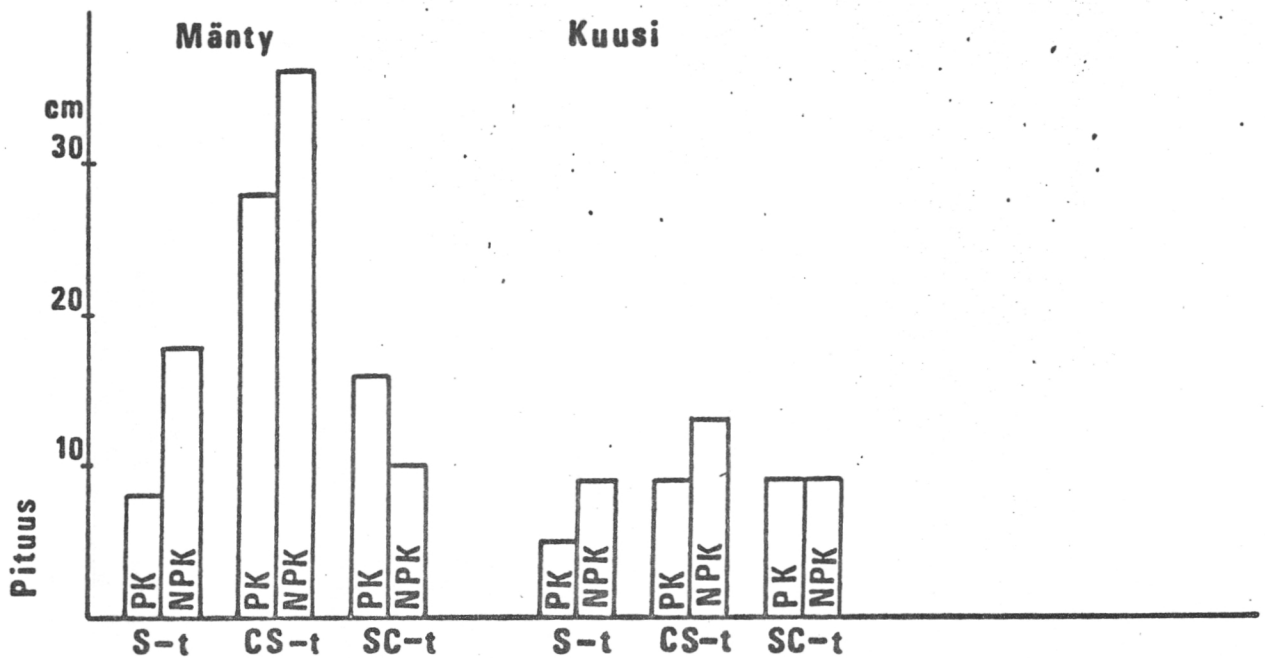
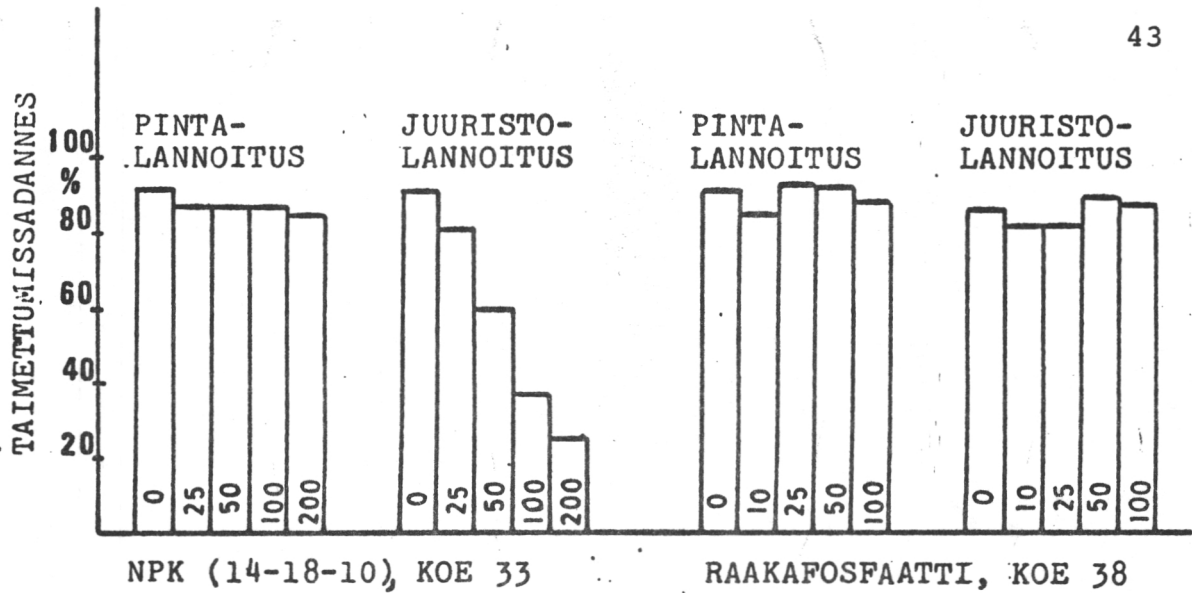


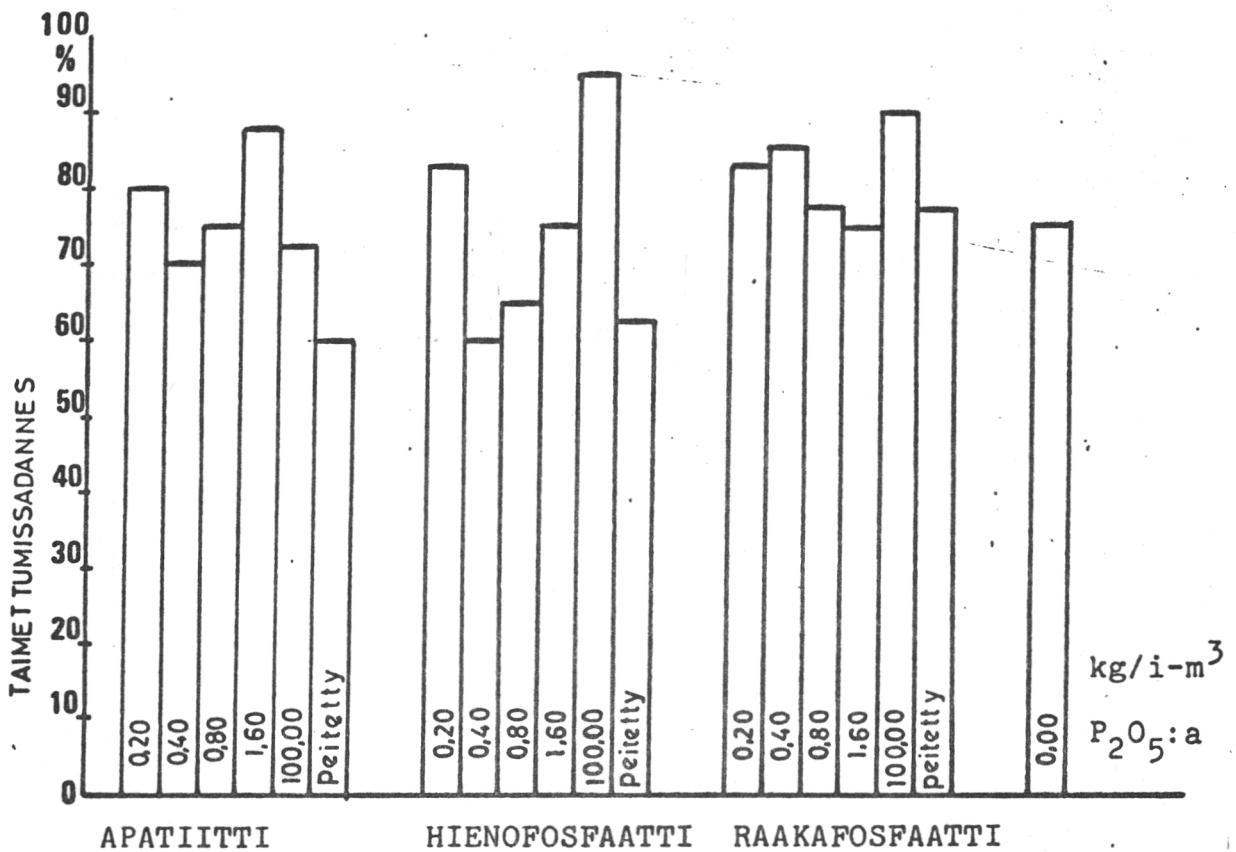
FIG. 4. LEADER GROWTH OF YOUNG PINE TREES TWO (1973) AND THREE YEARS AFTER SOWING AND PLANTING (1974). ALKKIA EXP. 99.  
 KUVA. 4. MÄNNYN TAIMIEN PITUUSKASVU KAKSI JA KOLME VUOTTA VILJELYN JÄLKEEN. Alkkia, koe 99.



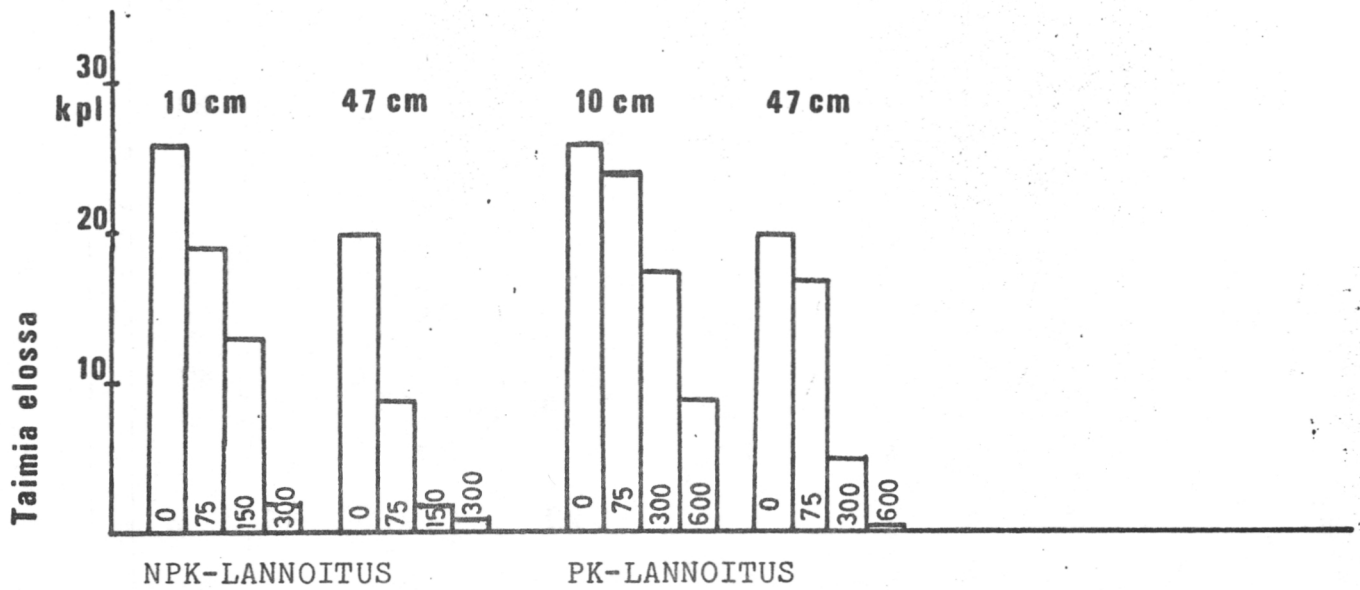
KUVA 5. MÄNNYN JA KUUSEN KYLVÖTAIMIEN PITUUS ERI TURVELAJEILLA PK JA NPK-LANNOITUKSEN YHTEYDESSÄ NELJÄN KASVUJAKSON JÄLKEEN. KASVIHUONEKOE.



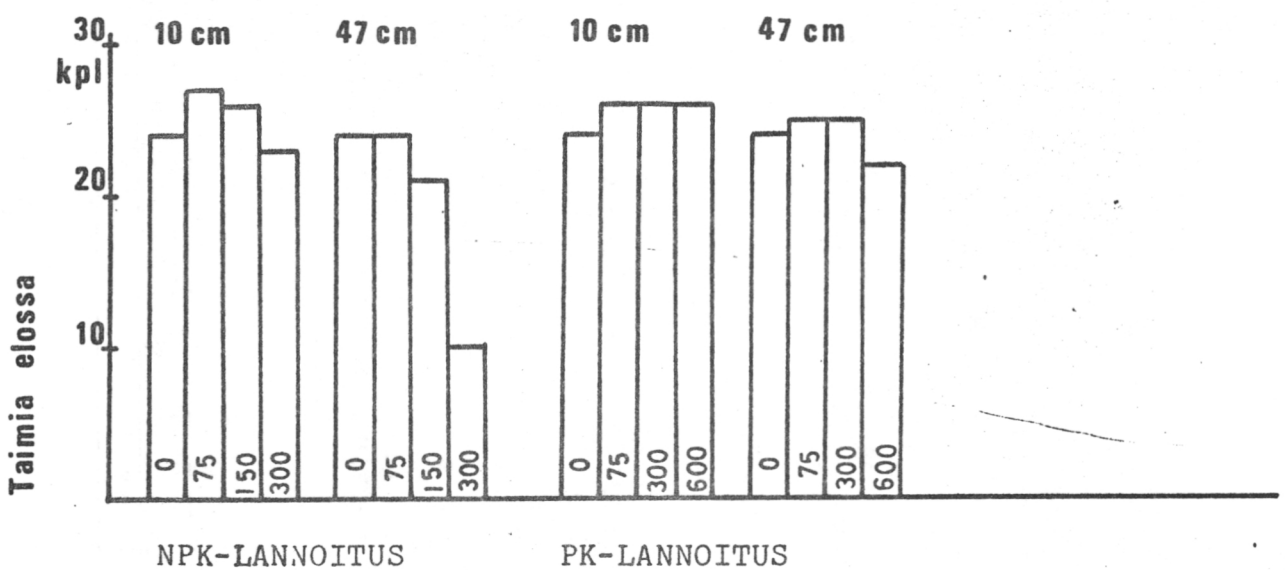
KUVA 6. TAIMIA ELOSSA NELJÄN KASVUKAUDEN KULUTTUA ERILAISETEN LANNOITUSKÄSITTELYJEN YHTEYDESSÄ. ALKKIA KOKEET 33 JA 38.



KUVA 7. MÄNNYN TAIMETTUMISSADANNES KASVUTURVEALUSTALLA KÄYTETTÄESSÄ PERUSLANNOITUKSENA VAIHTELEVIA MÄÄRIÄ APATIITTIÄ, RAAKAFOSFAATTIA JA HIENOFOSFAATTIA.



KUVA 8. NPK- JA PK-LANNOITUKSEN VAIKUTUS TAIMIEN ELOSSA PYSYMI-  
SEEN MUOKKAAMATTOMASSA TURPEESSA POHJAVEDEN OLLESSA 10 JA 47 CM  
SYVYYDELLÄ TURPEEN PINNASTA. MÄÄRÄT ILMOITETTU N:nä  $P_2O_5$ :na JA  
 $K_2O$ :na



KUVA 9. NPK- JA PK-LANNOITUKSEN VAIKUTUS TAIMIEN ELOSSAPYSYMI-  
SEEN MUOKKAUSLANNOITUKSEN YHTEYDESSÄ POHJAVEDEN OLLESSA 10 JA  
47 CM:n SYVYYDELLÄ TURPEEN PINNASTA. MÄÄRÄT ILMOITETTU N:nä,  
 $P_2O_5$ :na JA  $K_2O$ :na.

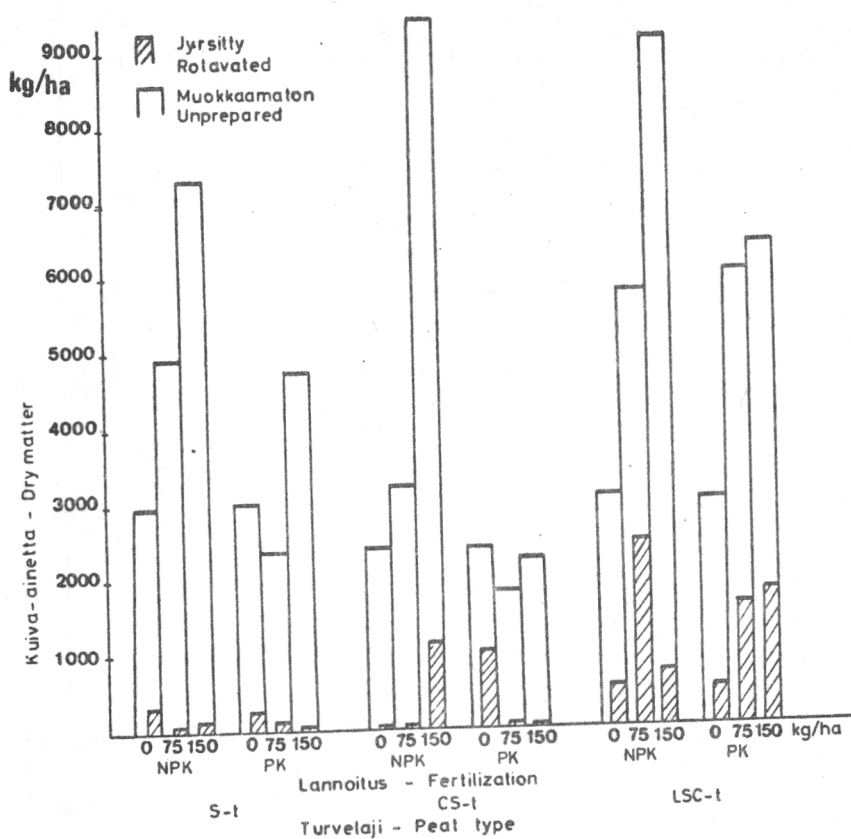


FIG. 10. EFFECT OF ROTAVATION AND FERTILIZATION ON THE ABOVE-GROUND BIOMASS PRODUCTION OF GROUND VEGETATION.

KUVA 10. JYRSINNÄN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS PINTAKASVIL-  
LISUUDEN BIOMASSAN TUOTANTOON.

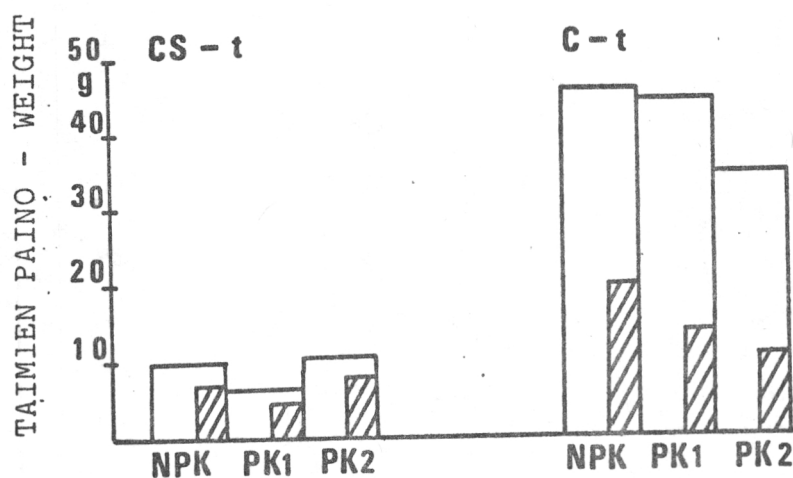
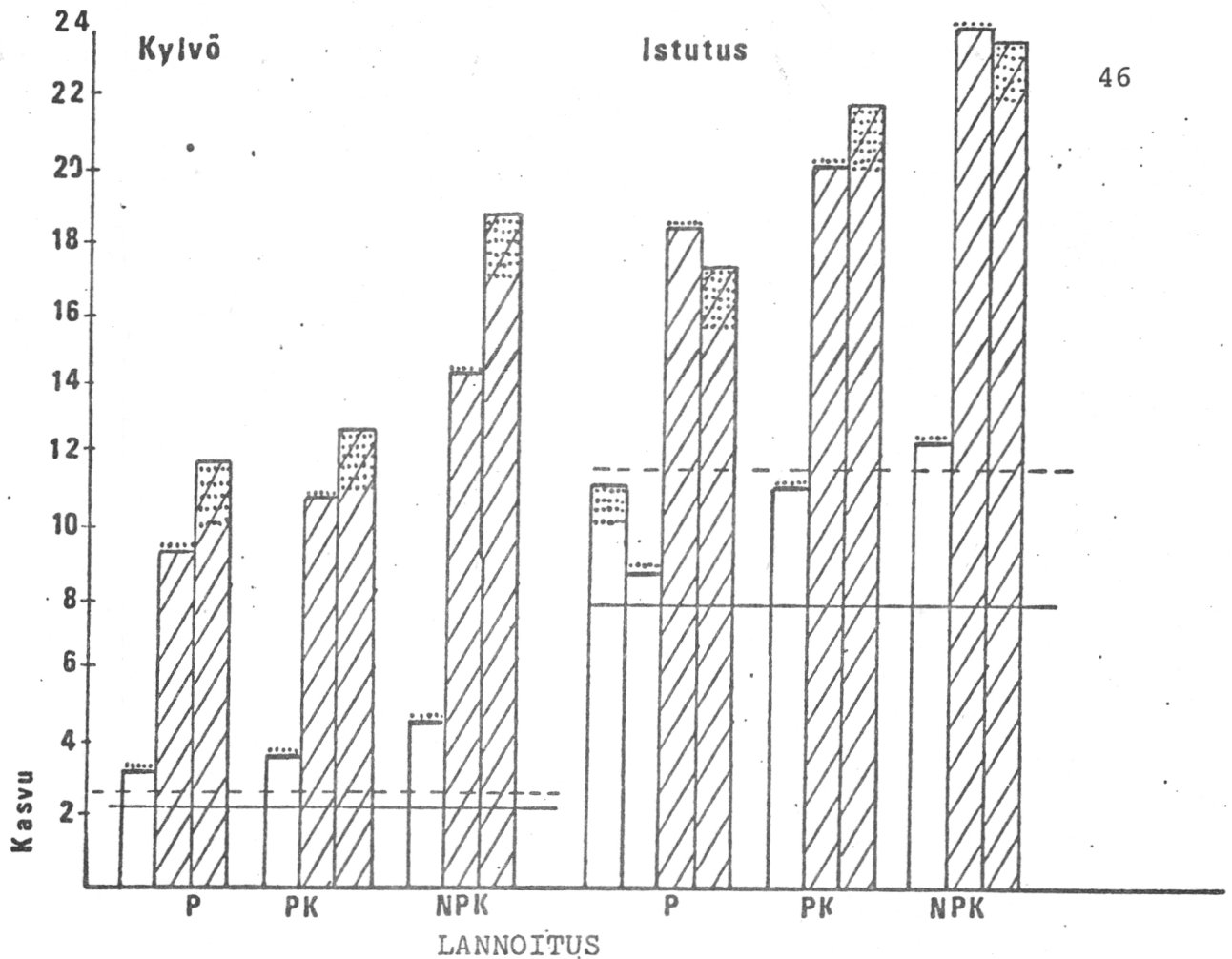
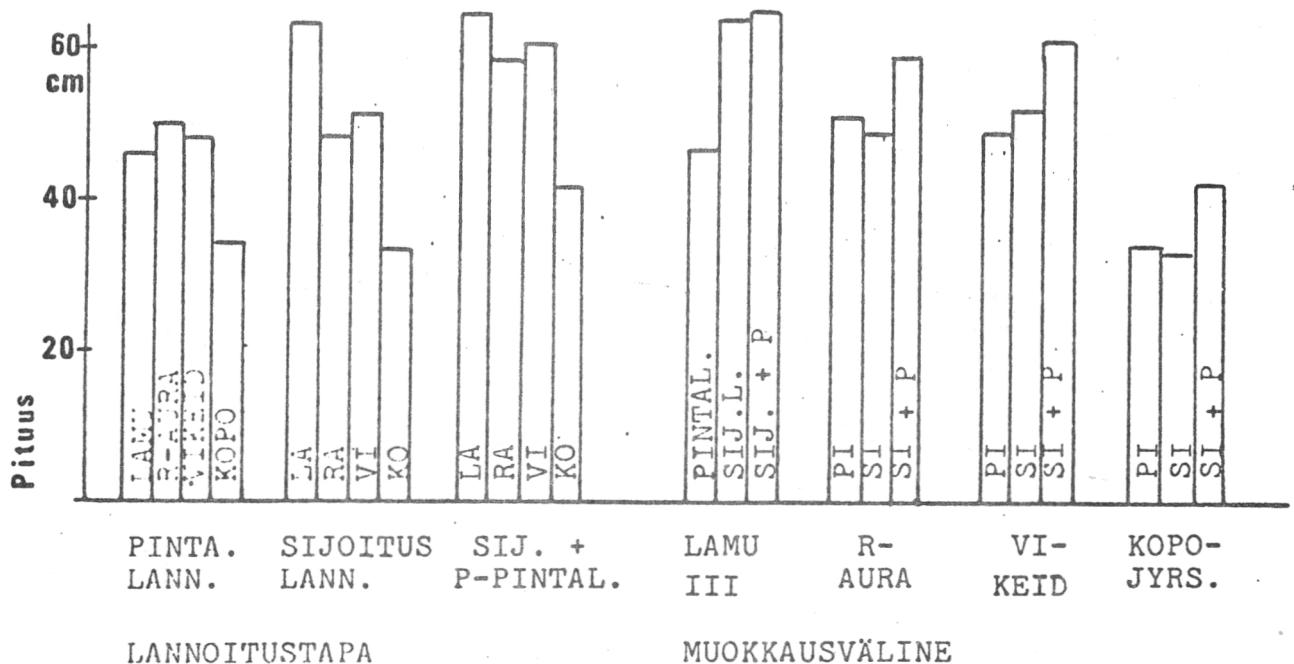


FIG. 11. WEIGHT OF PINE SEEDLINGS ON WEEDED  $\square$  AND UNWEEDED  $\square$  POTS. A GREENHOUSE EXPERIMENT.

KUVA 11. MÄNNYNTAIMIEN PAINO KOEASTIASSA + JOISTA PINTA-  
KASVILLISUUS ON POISTETTU  $\square$  JA KOEASTIOISSA + JOISSA PINTA-  
KASVILLISUUDEN ON ANNETTU KEHITTYÄ NORMAALISTI  $\square$ .



KUVA 12. MÄNNYN KYLVÖ- JA ISTUTUSTAIMIEN KASVU KOLMANTENA MAASTOKASVUKAUTENA MUOKKAUKSEN JA LANNOITTEIDEN SIJOITUKSEN FUNKTIONA. ALKKIA, KOE 99. SELITYKSET: MUOKKAAMATON, PINTA-LANNOITETTU; MUOKATTU, PINTALANNOITETTU; MUOKKAUSLANNOITUS; — MUOKKAAMATON LANNOITTIMATON; -- MUOKATTU, LANNOITTIMATON; MUOKKAAMATON, FOSFORI ISTUTUSKUOPPAAN.



KUVA 13. MÄNNYN KYLVÖTAIMIEN PITUUS 6 V:n KULUTTUA KYLVÖSTÄ ERILAISTEN MUOKKAUS- JA LANNOITTEIDEN SIJOITUSKÄSITTELYJEN YHTEYDESSÄ LYHYTKORTISELLA NEVALLA. PERUSLANNOITUS NPK (15-25-10) 15 g/jm. P-LANNOITUS 10 g/jm RAAKAFOSFAATTIA.



# METSÄHALLITUS KEHITTÄMISJAOSTO

---

---

---

TUTKIMUSSELOSTUS N:O 126

ILMAKUVAUS PIENKAMERALLA JA LENTOTÄHYSTYS

METSÄOJITUSALUEIDEN HOITOTARPEIDEN

SELVITTÄMISESSÄ

EERO E. HEINO - PAAVO HOKKA - MATTI SARAMÄKI

1978

## ALKUSANAT

Tämä esitutkimuksena pidettävä selvitys on osa sitä metsähallituksen kehittämisjaoston ja metsänhoito-osaston kesken aloitettua yhteistyötä, joka tähtää metsäojitusalueiden kunnostamisperiaatteiden selvittämiseen. Nyt tehdyn työn vastuhenkilöinä ovat olleet Eero E. Heino ja Paavo Hokka, jotka ovat keskenään jakaneet tutkimuksen suunnitteluun, käynnistämiseen ja ylläpitoon liittyvät tehtävät sekä osan raportin kirjoittamisesta ja sen julkaisuasuun saattamisesta. Matti Saramäki on laatinut aineiston keräyksestä ja käsittelystä suunnitelman, tehnyt maastotyöt apunaan Matti Kynsijärvi sekä aineiston käsittelyn jälkeen kirjoittanut suurimman osan raportista. Unto Silvennoinen on laatinut karttajarjoituksen tähän esitutkimukseen lisäselvityksenä liitetyt tiesuunnitelmat sekä antanut asiantuntija-apuaan. Kuvaus- ja ilmatähystyslennot suoritti T:mi Blue Sky ja ilmatähystyksen Erkki Kurvinen Ilomantsin hoitoalueesta. Ilmakuvat tulkitsi Jukka Laine Helsingin Yliopiston suometsätieteen laitoksesta sekä Pekka Surakka T:mi Blue Sky:stä.

Helsinki 1.4.1978

Eero E. Heino  
Metsähallitus,  
metsänhoito-osasto

Paavo Hokka  
Metsähallitus,  
kehittämisjaosto

Matti Saramäki  
Metsähallitus,  
kehittämisjaosto

## TIIVISTELMÄ

Tutkimus perustuu pääosin metsähallinnon Ilomantsin hoitoalueessa kesällä v. 1977 kerättyyn aineistoon. Täydentävää tietoa on hankittu aikaisemmista tutkimuksista. Päätulokset olivat seuraavat:

- lentotähystyksellä ja myös pienlentokoneesta pienkameralla otettujen erilaisten ilmakuviin tulkinalla on mahdollisuus parantaa metsäo-  
jitusalueiden jälkitarkastuksen ja toimenpiteiden suunnittelun te-  
hokkuutta, tuottavuutta ja taloudellisuutta
- lentotähystyksellä voidaan huomattavasti maastotöiden tarvetta vä-  
hentää. Helikopteria käytettäessä on mahdollista jopa selviytyä ilman  
maastotöitä
- ilmakuvatulkintaa on kehityksen tässä vaiheessa useimmiten täyden-  
nettävä maastotöillä. Maastotöiden tarpeen suuruus riippuu merkittä-  
västi kuvien tulkitsijoiden perehtyneisyydestä
- väri- ja väri-infrakuvat eivät tässä selvityksessä tarjonneet etuja  
mustavalkoisiin pankromaattisiin kuviin ja mustavalkoisiin infrakuviin  
verrattuna
- metsäojien perkausten suuntaamiseksi todella oikeisiin kohteisiin  
odotetaan perustutkimukselta selvien, perkaustarvetta osoittavien  
kriteerien määrittämistä.

Tämän esitutkimuksen tulisi johtaa jatkoselvityksiin, joista saataisiin tietoa ilmatähystyksen ja ilmakuviin tarkoituksenmukaisesta käytöstä metsätalouden käytännön suunnittelutehtävissä.

## 5. TULOKSET

## 5.1. Ilmakuvatulkinta ja ilmatähystys

Eri menetelmillä hankittujen tietojen luotettavuutta tutkittiin vertaamalla tietoja oikeina pidettyihin maastoinventoinnin tuloksiin. Puuston keskipituuden, tiheystunnuksen ja lehtipuuprosentin osalta kuvioittaisen tarkastelun tulokset nähdään asetelmasta 1. Vertailukriteerinä on korrelaatiokerroin, joka kuvaa muuttujien välistä lineaarista riippuvuutta. Jos riippuvuus on täydellinen ts. korrelaatiokertoimen itseisarvo on 1 ja arvioitsijoilla ei ole systemaattista virhettä, on lentotähystyksen tai ilmakuvaustulkinnan tulos sama kuin maastoinventoinnin.

Asetelma 1. Korrelaatiokertoimet puuston keskipituuden, tiheystunnuksen ja lehtipuuprosentin suhteen eri menetelmillä kuvioittaisessa arvioinnissa.

Alue ja kuvamateriaali	Lentotähystys	Ilmakuvatulkinta	
		Tulkitsija A	Tulkitsija B
K e s k i p i t u u s			
1	0.934	0.553	0.787
2	0.202	0.524	0.187
T i h e y s t u n n u s			
1	0.747	0.579	0.191
2	0.289	0.626	0.443
L e h t i p u u p r o s e n t t i			
1	0.054	0.713	0.210
2	0.688	0.701	0.785

1 = Puohtiin alue, mustavalkoinen pankromaattinen kuva

2 = Elimon alue, mustavalkoinen infrakuva

Ilmakuvatulkinta on erotettu tulkitsijoittain, koska tulkitsijan taito osoittautui merkitseväksi tekijäksi. Tulkitsija A on kokeneempi, mikä näkyy tulosten tasaisuutena.

Esitettyjen tunnusten osalta eri menetelmät ovat tasaveroisia keskenään, samoin eri ilmakuvamateriaalit.

Väri- ja väri-infradiojen tulkinnan tarkkuutta on puustotunnusten osalta tarkasteltu asetelmassa 2. Väri-infradia näyttää olevan parempi kuin väri-dia. Mustavalkoiseen kuvamateriaaliin verrattuna merkittäviä eroja ei tässä tapauksessa voi havaita.

Asetelma 2. Korrelaatiokertoimet puuston keskipituuden, tiheystunnuksen ja lehtipuuprosentin suhteen koealoja koskevassa väri- ja väri-infradiojen tulkinmassa.

Tulkitsija	Väridiat	Väri-infradiat
K e s k i p i t u u s		
A	0.567	0.661
B	0.421	0.372
T i h e y s t u n n u s		
A	0.448	0.551
B	0.405	0.346
L e h t i p u u p r o s e n t t i		
A	0.479	0.565
B	0.228	0.762

Kuvioittaisten ojitustoimenpide-ehdotusten osuvuutta on kuvattu asetelmassa 3. Menetelmien vertailua hankaloittaa huomattavasti täsmällisten kriteerien puute, joten subjektiiviset näkemyserot toimenpide-ehdotuksissa aiheuttavat poikkeamia. Ilmakuvatulkinnan tulokset esitetään molempien tulkitsijoiden keskiarvotuloksina. On kuitenkin huomattava, että sekä asetelmaa 3 että 4 koskevien toimenpide-ehdotusten osalta tulkitsija A:n tulokset olivat selvästi parempia kuin B:n. Joka tapauksessa ilmakuvatulkinta ei ole antanut riittävän luotettavia tietoja toimenpiteiden suunnittelun lähtökohdaksi. Lentotähystyksen tuloksia on pidettävä onnistuneina.

## Asetelma 3. Ojitus-toimenpide-ehdotusten jakaumat eri menetelmillä.

Alue ja kuvamateriaali	Oikea toimenpide	Ei toimenpiteitä	Täydennysojitus	Ojien perkaus	Ojien perkaus + täydennysojitus	Yhteensä
						%

## Lentotähystykseen perustuvat ehdotukset

1 ja 2	Ei toimenpiteitä	33	0	67	0	100
"	Täydennysojitus	0	100	0	0	100
"	Ojien perkaus	0	0	100	0	100
"	Ojien perkaus + täydennysojitus	0	8	0	92	100

## x) Ilmakuvatulkintaan perustuvat ehdotukset

2	Ei toimenpiteitä	50	17	17	16	100
1	Täydennysojitus	0	0	50	50	100
2	Ojien perkaus	33	0	28	39	100
1	Ojien perkaus + täydennysojitus	8	8	32	32	100
2	"	67	8	0	25	100

1 = Puohtiin alue, mustavalkoinen pankromaattinen kuva

2 = Elimon alue, mustavalkoinen infrakuva

x) Mainitsemattomilla alueilla ei maastoinventoinnissa ole esiintynyt lainkaan tiettyä toimenpide-ehdotusta

Kuvioittaisten metsänhoitotoimenpide-ehdotusten osuvuutta on tarkasteltu asetelmassa 4. Lentotähystys osoittautui tässäkin tapauksessa parhaaksi menetelmäksi. Ilmakuvatulkinta vaatii välttämättömiä maastotarkistuksia. Tulosten luotettavuutta arvioitaessa on otettava huomioon se, että käytännön suunnittelutilanteessa on paikallistuntemuksen lisäksi käytettävissä runsaasti erilaista materiaalia, esim. talouskartta tietoineen, peruskartta ja ojitusasiakirjat, mikä parantaa selvästi tiedon luotettavuutta ja vähentää lisätarkistusten tarvetta.

## Asetelma 4. Metsänhoitotoimenpide-ehdotusten jakaumat eri menetelmillä.

Alue ja kuvamateriaali	Oikea toimenpide	Ei toimenpiteitä	Taimiston perkaus ja harvennus	Harvennushakkuu	Yhteensä
					%

## Lentotähystykseen perustuvat ehdotukset

1 ja 2	Ei toimenpiteitä	50	50	0	100
"	Taimiston perkaus ja harvennus	14	77	9	100
"	Harvennushakkuu	0	20	80	100

## Ilmakuvatulkintaan perustuvat ehdotukset

1	Ei toimenpiteitä	100	0	0	100
2	"	50	50	0	100
1	Taimiston perkaus ja harvennus	25	37	38	100
2	"	20	77	3	100
1	Harvennushakkuu	0	13	87	100
2	"	0	100	0	100

1 = Puohtiin alue, mustavalkoinen pankromaattinen kuva

2 = Elimon alue, mustavalkoinen infrakuva

Väri- ja väri-infradiojen tulkinnasta laadittiin myös vastaavat jakaumat koelaitteistosta toimenpide-ehdotuksista. Tulokset eivät juuri poikenneet mustavalkoisten kuvien tulkintatuloksista. Tulkitsijoitten väliset erot olivat samansuuntaiset kuin aiemmin on mainittu. Etenkin infrakuvien osalta vaikuttaa siltä, että kuvista ei saada kaikkea informaatiota irti, koska materiaali on tulkitsijoille outo.

Yhteenveto eri menetelmien vaatimista ajanmenneistä ja kustannuksista on esitetty asetelmassa 5. Lentotähystystiedot on otettu Keskusmetsälautakunta Tapion Joensuuun metsänparannuspiirillä tehdyistä selvityksistä (Savolainen 1976), joista myös on saatu vastaavan maastotarkastuksen tiedot. Maastotyön ajanmenekki metsähallituksella pohjautuu tilastoihin ja haastatteluihin. Mukaan on otettu myös aivan tuore, em. metsänparannuspiirin selvitys helikopterin käytöstä lentotähystyksessä (Savolainen 1977).

## Asetelma 5. Ajanmenekit ja kustannukset eri menetelmillä.

Mene- telmä	Ajanmenekki, h/100 ha				Yksikkökustan- nukset, mk/ha
	Maasto- työt	Sisä- työt	Yhteen- sä	Suhteelli- nen arvo	
Lentotähystys					
- lentokone	1.5	0.3	1.8	29	1.67
- helikopteri	0.5	0.2	0.7	11	2.00
Ilmakuvatulkinta (mustavalkoiset stereokuvat)	-	1.6	1.6	26	1.40
Maastotarkastus					
- Kml. Tapio	6.2	△	6.2	100	2.18
- Metsähallitus	8.0	△	8.0	129	2.80

Maastotyön ajanmenekkiin on laskettu mukaan matkat työmaalle sekä lentotähystyksessä maastossa tehdyt lisätarkistukset ja matkat lentokentälle. Sisätyöt sisältävät ennakovalmistelua, karttojen yms. tietolähteiden tarkastelua, ja tulosten kirjaamista nauhoilta sekä luonnollisesti ilmakuvien tulkinnan kyseisessä menetelmässä.

Kustannukset sisältävät työpanoksen hinnan, matkakustannukset, koneiden vuokrat (sisältää ohjaajan palkan), tarvikkeet ja ilmakuvat. Joensuun metsänparannuspiirissä lentotähystystä suorittaneille henkilöille maksettiin lentotunneilta erityinen lentolisä 45 mk/h. Laskelmissa käytettiin seuraavia yksikköhintoja:

- työtunti sosiaalikulunnuksineen, 25 mk
- lentokone, 270 mk/h
- helikopteri, 660 mk/h
- matkakorvaukset valtion matkustussäännön mukaan
- mustavalkoiset ilmakuvat, 1 mk/ha

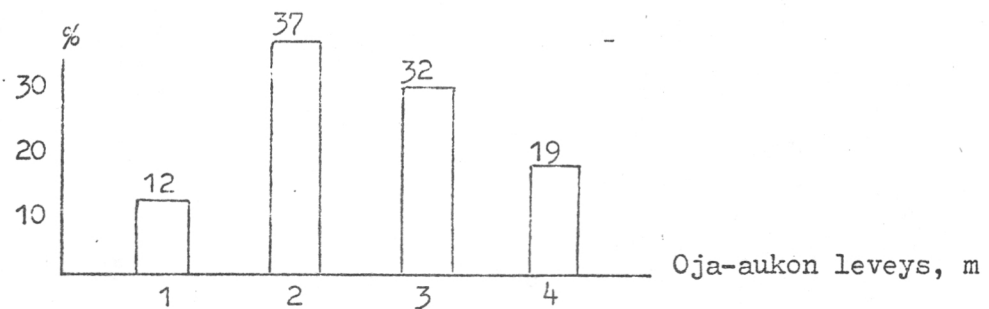
Asetelman 5 luvut ovat puutteellisia verrattaviksi toisiinsa. Lisäksi on otettava huomioon eri menetelmien erilaisten maasto-olosuhteiden vaikutus tuloksiin. On myös huomattava, ettei metsänparannuspiirin ja metsähallituksen maastotarkastuksen lukuja voida suoraan verrata toisiinsa. Mm. metsänparannuspiirin ojitusalueet olivat selvästi nuoremmat kuin metsähallituksen.

Ajanmenekeistä kannattaa kiinnittää huomiota maastotyöosuuteen, koska sisätyöt voidaan suorittaa hiljaisempina talviaikana ja säästä riippumatta. Ilmakuvatulkinnan osalta on todettava, että toimenpiteiden suunnitteluun käyttökelpoisen tiedon saamiseksi on tehtävä maastotarkistuksia. Lentotähystyksessä tuntuisi helikopteri olevan tehokkaampi väline, sillä maastotarkistukset voitaisiin jättää varsin vähiin. Menetelmänä on ilmakuvatulkinnan eduksi luettava se, että syntyvää kuvamateriaalia voidaan hyödyntää monin eri tavoin suunnittelun ketjussa.

## 5.2. Tietoja perattavista ojista

Lisäselvityksenä tutkittiin ojien reunapuuston sijaintia ja rakennetta sekä ojien mittoja perkauskoneen liikkumista ja puuston mahdollista vaurioitumista ajatellen. Oja-aukon leveyden jakauma on esitetty kuvassa 1.

Kuva 1. Vanhojen metsäojien oja-aukon leveysjakauma.



Keskimääräinen oja-aukko oli 2,6 m leveä. Jos perkauskoneen vaatimana leveytenä pidetään esimerkiksi 3,5 m, oli noin viidenneksellä ojista yli 5,5 m:n pituista puustoa, minkä arvioidaan vaativan ojalinjan aukaisua ennen perkausta ellei puusto ole etupäässä vähäarvoista, lehtipuuta. Puustoisilla ojitusalueilla oja-aukko on säilynyt yleensä saman levyisenä kuin se on ollut ojien aukaisun jälkeen. Mikäli suo on ollut aukea tai ojituksen yhteydessä on suoritettu avohakkuu, ojan reunoilla kasvaa puustoa, jota perkauskone joka tapauksessa jonkin verran vaurioittaa. Tässä suhteessa parhaalta ratkaisulta tuntuisikin ojitusten kunnostustoimenpiteiden suunnittelu ja ajoittaminen taimiston käsittelyn tai hakkuutoimenpiteiden yhteyteen.

Keskimääräinen ojasyvyys oli 0,58 m (vaihtelu 0,2...1,3 m) ja leveys 0,84 m (vaihtelu 0,3...1,7 m). Antolan ja Sopon (1966) tutkimuksessa vanhojen ojien keskimääräinen syvyys oli 0,59 ja leveys 1,09 m. Kyseisessä aineistossa arvioitiin perattavalta ojametriltä poistettavan  $0,20 \text{ m}^3$ . Kaivu- vaikeudeltaan perkaus on helpompaa kuin uuden ojan teko, koska mm. pois-

tettava ainesmäärä on pienempi ja se koostuu suurelta osin kasvillisuudesta ja lietteestä.

### 5.3. Kulku- ja kuljetusolojen järjestely ojitusten kunnostamisen yhteydessä (Unto Silvernoinen)

Elimonjärven alueelle laadittiin karttatyönä kaksi eri tiesuunnitelmaa (liitteet 4 ja 5).

Suunnitelma 1 pohjautuu täysin olemassa olevien, lähinnä valtaojien penkereiden hyväksikäyttömahdollisuuteen.

Suunnitelma 2 on lähtenyt ajatuksesta, että kuivatusnäkökohdista joudutaan jonkin verran tinkimään sijoitettaessa tie paremmin palvelemaan kulku- ja kuljetusoloja. Ojitukseen tehtävät muutokset olisivat kuitenkin hyvin vähäisiä. Puun korjuun, muiden kuljetusten ja kulun kannalta on suunniteltu tieverkosto täysin riittävä. Keskimääräiset kuljetusmatkat jäävät alle 200 metrin. Suunnitelman mukaan tietä rakennettaisiin alueelle n. 3,3 km eli n. 2 km/km<sup>2</sup>. Tie olisi lähes kaikki pengertietä ja kulkisi osin turvemaalla osin kankaiden reunoja pitkin.

Karttatyönä tehdyt suunnitelmat ovat johtaneet ainakin seuraaviin päätelmiin:

- Perussuunnitteluvaiheessa samalla kun tehdään päätökset ojitustoimenpiteistä olisi ratkaistava tiestön tarve.
- Ojitustöiden teknillisen suunnittelun ja tiestösuunnitelman tulisi liittyä saumattomasti yhteen, samoin myös toteutuksen.
- Varsitiet tulisi sijoittaa valta- ja niskaojien suuntaisiksi.

## 6. PÄÄTELMÄT

Tämän esitutkimuksen mukaan lentotähystys ja myös pienkameralla otettujen ilmakuvien tulkinta oikealla tavalla käytettynä soveltuvat metsäojitusalueiden tarkastamiseen ja toimenpiteiden suunnittelun. Näiden menetelmien suurena etuna on pidettävä sitä, että pääasiassa kiireiseen kesäkauteen sijoittuvaa maastotyötä voidaan tuntuvasti vähentää. Lisäksi - kyseisillä menetelmillä voidaan parantaa suunnittelutyön taloudellisuutta. Jos lentotähystys suoritetaan huolella, maastotöiden osuus jää vähäiseksi. Helikopteritähystyksessä voidaan selviytyä jopa kokonaan ilman maastotöitä. Ilmakuvatulkinta ei ainakaan kehityksen tässä vaiheessa tuota

riittävän luotettavaa tietoa kuin tietyiltä kuvioilta tai kuvioiden osilta. Siksi menetelmän käyttöä on välttämättä täydennettävä maastotöillä - paljonko, se riippuu merkitsevästi tulkitsijain taidoista.

Tämä tutkimus näyttää jossain määrin tukevan sitä käsitystä, että mustavalkoisesta infrakuvasta saadaan luotettavampaa tietoa kuin mustavalkoisesta pankromaattisesta kuvasta. Lehtipuuston hyvä erottuminen inframateriaalilla antaa mahdollisuuksia kemiallisten perkausmenetelmien käyttöä koskevien työmaiden suunnitteluun suoraan kuvilta.

Väri- ja väri-infrakuvaus on toistaiseksi kannattamatonta, koska diakuvat eivät sovellu maastokäyttöön ja paperikuvien käyttö on 2...3 kertaa kalliimpaa kuin mustavalkoisten kuvien. Lisäksi Suomessa ei toistaiseksi ole metsäalalle koulutettu tällaisen materiaalin käyttöön tulkitsijoita, joten kuvista ei saada kaikkea hyötyä irti.

Ilmakuvien mittakaavana käytetty 1:10 000 on ehkä liian pieni, 1:5 000 voisi olla sopivampi. Toisaalta on varottava liian suurimittakaavaisten kuvien käyttöä, koska ne ovat maastossa hankalia. Ilmakuvien myöhempi käyttö työmaasuunnittelun pohjana puoltaa sekin mittakaavaa 1:5 000.

Ojitus-toimenpiteiden suunnittelussa tuli esiin selvien ja täsmällisten ojan perkauksen ja täydennysojituksen tarvetta osoittavien kriteerien puute. Toimenpide-ehdotusten subjektiivisuuden ja mahdollisten turhien toteuttamiskustannusten välttämiseksi olisikin perustutkimuksen tärkeänä ja kiireellisenä tehtävänä lisätä tältä osin tietoa. Samoin perustutkimuksen toivotaan lähivuosina antavan sellaista tietoa, jolla voidaan laajentaa väri- ja väri-infrakuvien käyttömahdollisuuksia.

Ojitusalueiden kulku- ja kuljetusolojen järjestelystä todettiin, että suunnittelun olisi tapahduttava yhtäaikaan ojitus-toimenpiteiden suunnittelun kanssa. Ojien perkaukset ja täydennysojitukset olisi puolestaan kytkettävä taimistojen käsittelyyn ja hakkuisiin.

Tämän esitutkimuksen tulisi johtaa jatkotutkimuksiin. Olisi mm. selvitetävä, miten jo kehityksen tässä vaiheessa ilmatähystystä ja ilmakuvien tulkintaa voitaisiin tarkoituksenmukaisesti käyttää metsänhoidon ja puunkorjuun sekä metsien muiden käyttömuotojen suunnittelussa suunnitteluketjun eri vaiheissa.

Oikeasuuntaisen koneellistamisen kannalta tulisi metsäojista perkauskohteina lisätä tietoa. Keinona voitaisiin esimerkiksi käyttää perkaussuun-

nitelman laadinnan yhteydessä otantana kerättävän aineiston tutkimista.

## 7. KIRJALLISUUSLUETTELO

Aitolahhti, M. 1973. Metsäojien perkaustarve. Esitelmä Metsä -73 Ojanperkausriihessä. Konekirjoite.

Antola, A., Sopo, R. 1966. Tutkimus 1930-luvulla kaivettujen ojien kunnosta ja perkaustarpeesta Helsingin, Mikkelin ja Seinäjoen metsänparannuspiireissä. Suo n:o 3.

Heikurainen, L. 1971. Metsäojituksen alkeet. Helsinki.

Korpijaakko, E.O. ja Radforth, J.R. 1972. Multispectral photography in the prediction of Peatland conditions. The proceedings of the 4th International Peat Congress. Espoo.

Nelson, H.A. 1977. Assessment of Forest Plantations from Low Altitude Aerial Photography. Proceedings of the Eleventh International Symposium on Remote Sensing. Ann Arbor, Michigan. Konekirjoite.

Nelson, H.A. 1977. Small Format Color Photography for Forest Plantation Planning in the Southeast. American Society of Photogrametry. Plant Sciences Meeting. Fort Collins, Colorado. Konekirjoite.

Parkkonen, S. 1975. Pienkoneesta suoritettu matalalentokuvaus. Metsähallituksen kehittämisjaosto. Muistio.

Poso, S. 1975. Ilmakuvaustekniikan perusteet. Metsänarvioimistieteen laitoksen tiedonantoja 5.

Ranta, R. 1976. Tulkinta-avaimen ja kuvamateriaalin vaikutus ilmakuva-tulkintaan. Metsänarvioimistieteen laudaturtyö.

Savolainen, E. 1976. Raportti Joensuun metsänparannuspiirissä syksyllä 1976 suoritetusta metsäojitusalueiden jälkitarkastuksesta lentotähystyksenä. Konekirjoite.

Savolainen, E. 1977. Raportti Joensuun metsänparannuspiirissä kesäkuussa 1977 suoritetusta metsäojitusalueiden jälkitarkastuksesta lentotähystyksenä (helikopteri). Konekirjoite.

## OJITUSALUEEN HOITOTARPEIDEN MAASTOINVENTOINTI

## 1. Ennakkovalmistelut

Tutkittavilta alueilta otetaan ilmakuvat mittakaavassa 1:10 000 n. 60 % stereopeitolla. Kuville muodostetaan 100 m:n tasavälinen pisteverkko. Pisteitä käytetään koealojen paikkoina ja ne numeroidaan jouksevasti erilliselle peitepiirrokselle.

Kuville suoritetaan ennakkokuviointi ja kuviot numeroidaan. Kultakin koealalta mitataan etäisyys lähimpään ojaan ja täytetään mikäli mahdollista lomaketta ennakkoon tältä osin.

Lisäksi otetaan osasta aluetta suurempimittakaavaisia kuvia eri filmimateriaaleja hyväksikäyttäen ja näille kuville sijoitetaan koealoja harkinnanvaraisesti (n. 40 x 40 m).

## 2. Maastotyöt

Maastotyön alussa määritetään suunnat ilmakuvalla neulalukuna esim. selvästi näkyvän ojalinjan avulla. Koealat paikannetaan ilmakuvan ja mittanauhan avulla maastoon mahdollisimman tarkoin vastaamaan ilmakuvilla olevien koealojen sijaintia.

Koealan koko taimistossa on n. 10 m sädettä vastaava ympyrä pl. tiheyden määrittäminen, jossa käytetään 10 m<sup>2</sup> ympyräkoealaa. Varttuneessa puustossa käytetään relaskooppikoealaa.

Ojakoealoilla mitataan ojan syvyys ja pintaleveys siitä paikasta, jossa varsinaisen koealan etäisyys ojasta on pienin. Muut paikalla tehtävät luokitukset tehdään 10 m em. pisteen molemmin puolin olevalta ojan osalta. Maastossa kuljettaessa lisäksi tarkistetaan kuvioinnin oikeellisuutta.

Matti Aitolahti

21.9.1978

Metsäojien konekaivun ohjemaksututkimukset

- Kaivuvaikeusluokituksiin ja ohjemaksutaulukoihin johtaneita työntutkimuksia on tehty Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston toimesta jo lapiokaivukautena 1930-luvullta lähtien (prof. O.J. Lukkala).
- Konekaivukautena traktorikaivureiden ja kaivukoneiden työtehoa erilaisissa maasto-olosuhteissa on tutkittu 1963, 1967, 1968, 1973, 1976 ja 1977 (Erkki Numminen ja Matti Aitolahti).
- 1970 luvulla on tuotostutkimusten johtoryhmänä ja töiden valvojana toiminut eri työmarkkinaosapuolia edustava konekaivun ohjemaksuneuvottelukunta.
- Tutkimustyö on rajoitettu vain työsaavutuspuoleen (ajan käyttö ja työsaavutukset erilaisissa maasto-olosuhteissa). Kustannuskysymykset ovat jääneet yleensä työmarkkinaosapuolten keskinäisen sopimisen varaan.
- Tutkimusten lisäpäämääränä on ollut erilaisten kaivuvaikeusluokitusten vertailu ja kaivuvaikeusluokituksen sekä sen soveltamisen edelleen kehittäminen.
- Oleellinen tutkimustulos on, että tärkein kaivutuloksiin ja tuotoksiin vaikuttava tekijä on yksikön kuljettaja. Siksi aineistot on kerätty niin, että ne tilastomatematisesti edustavat keskimääräistä metsäojien kaivajaa ja konetta.
- Metsäntutkimuslaitos on antanut 4.4.1977 lausunnon konekaivun työvaikeusluokituksen kehittämisestä. Siinä todetaan esimerkiksi, että riittävään tarkkuuteen pääsemiseksi olisi ennakkoluokituksen lisäksi tai sijasta syytä siirtyä kaivutyön jälkeen tapahtuvaan konekaivun vaikeusluokitukseen.

Matti Aitolahti

21.9.1978

Lannoitteiden ja herbisidien koneelliset maalevitys-  
menetelmät

- Menetelmien käyttö on ollut hyvin vähäistä, koska
  - 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun loppupuolella käsilevityksellä on voitu sopivasti työllistää metsätyömiehiä
  - sopivilla etäisyyksillä olevat kulku-urat ovat yleensä puutuneet sekä kangasmaiden että turvemaiden metsiköistä; tilanne tulee muuttumaan, kun koneelliset harvennushakkuut ja toisaalta metsäojien perkaus ja täydennysojitus jo lähitulevaisuudessa yleistyvät
  - olemassa olevaan tilanteeseen nähden ei ole löytynyt täysin optimaalisia peruskoneita, vaan kaikki vetokoneet ovat jollain tavoin olleet puutteellisia
  - Ruotsin esimerkin mukaisesti on nähty lentokone- ja helikopterilevitys ainoana kehittämisen arvoisina menetelminä.
- 1970-luvulla on ainakin kymmenellä taholla toisistaan riippumatta kehitelty kiinteiden lannoitteiden levittimiä; esimerkiksi Alkkian kesäkuun 1974 metsänparannuskonekatselmukseen osallistui 8 eri lannoitusyksikköä, joista kolmessa oli vetokoneena Terri 30.
- Kiinteiden lannoitteiden levittimiä on rakennettu sekä keskikokois-lautasperiaatteella (esim. Raju ja Raska) että lietsoperiaatteella (esim. Moteska ja Metsä-Agra); laitteita on sekä erillismoottorilla varustettuina että peruskoneesta voimansa ottavina; peruskoneita on ollut laaja skaala moottorikelkasta metsätarktoriin.
- Levitystasaisuus- ja levitysetäisyyssmittauksia lähinnä laitteiden kehittämistä varten on 1970-luvulle tehty ainakin Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston, metsähallituksen kehittämisjaoston ja metsähallituksen Pohjanmaan piirikunnan toimesta; lautaslevitinperiaate on osoittautunut erinomaiseksi; viimeisimmällä Metsä-Agra 5000 -lietsolevittimellä on myös päästy rakeisilla lannoitteilla tasaiseen 25 metrin levitysetäisyyteen, jolloin koko levityskaista on runsaat 50 metriä leveä.
- Systemaattiset käyttöseurannat eri laitteiden osalta puuttuvat

tiettävästi viime vuosilta.

- Herbisidien koneellisia maalevityslaitteita on kehitelty 1970-luvulla ainakin kolmella taholla; Yhdistelmäkone Metsä-Agran kehittelyyn ovat osallistuneet Metsäntutkimuslaitos, metsähallituksen kehittämisjaosto ja Metsäteho.
- Vehmaan - Lokalahden metsänhoitoyhdistyksen alueella on Metsäntutkimuslaitoksen omistamalla metallisäiliökauden Metsä-Agra 450:llä päästy vuosina 1976-1978 vesakontorjunnassa 150-200 markan välillä (työpalkat + torjunta-aineet) oleviin hehtaarikustannuksiin.
- Uusimmalla Metsä-Agra 5000:lla on herbisidien levityksessä päästy runsaan 25 metrin tasaiseen levitysetäisyyteen, jolloin koko levityskaista on ollut runsaat 55 m; kiinteiden ja neste-  
mäisten lannoitteiden, herbisidien ja insektisidien alueittai-  
seen ja pistekohtaiseen levitykseen tarkoitettu Metsä-Agra  
laite soveltunee metsätraktorisovitteisena myös metsäpalojen  
sammukseseen.

Esitelmien yhteydessä esiin tulleita tutkimusteemoja tai kysymyksiä, joihin ei ole saatavissa selvää vastausta

1. Ojituksen vaikutus vesien vähenemiseen vesivoimaloissa.
2. Ojien perkauksen metrihinta eri menetelmin.
3. Remote sensing mp-töiden suunnittelussa.
4. Lannoituksen taloudellisuus ojitusalueilla erityisesti jatkolannoituksen osalta.
5. Lähtöpuuston vaikutus lannoituksen kannattavuuteen.
6. Lannoituskelvottomien suotyyppien määrittäminen.
7. Lähtöpuuston käsittelynormit ennen lannoitusta.
8. Kuutiointitutkimuksia lannoituskokeilta.
9. Lannoitus metsänviljelyn korvaajana (Ks. Kauniston moniste, s. 2).
10. Lannoitteiden maalevityslaitteiden tasaisuustestit.
11. Tuhkan maastolevityslaitteistojen kehittäminen.



