

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**PARKANON TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 3**



TUTKIMUSPÄIVÄN ESITYKSET

PARKANO 1976

P A R K A N O N T U T K I M U S A S E M A N
T I E D O N A N T O J A 3

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN PARKANON TUTKIMUSASEMAN
TUTKIMUSPÄIVÄ 8.4.1976

M u o k k a u s - m e t s ä n v i l j e l y - l a n n o i t u s

Olavi Laiho	Parkanon tutkimusasema tänään
Seppo Kaunisto	Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus turpeen fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin
Erkki Ahti	Maanpinnan vaotuksen vaikutus valuntasuhteisiin
Seppo Kaunisto	Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen suolla
Eero Paavilainen	Taimistojen lannoitus niukkaravinteisilla soilla
Kaarlo Kinnunen	Maanmuokkauksen vaikutus erilaisten paljasjuuri- ja paakutaimien alkukehitykseen
Olavi Laiho	Tehomuokkauksen vaikutus taimiston alkukehitykseen kanervatyypillä

Olavi Laiho

PARKANON TUTKIMUSASEMA TÄNÄÄN

Yleistä. Parkanon tutkimusasema on yksi Metsäntutkimuslaitoksen maakunnallinen toimipaikka. Muut tutkimusasemat sijaitsevat Muhoksella, Rovaniemellä ja Kolarissa. Tutkimusasemilla tehdään monien metsätieteen alojen tutkimustyötä. Koeasemilla puolestaan keskitytään yhteen alaan. Suonenjoen koeasemalla tutkitaan metsänviljelyä. Muut kaksi koeasemaa palvelevat metsänjalostusta ja ne ovat Ruotsinkylässä sekä Punkaharjulla. Lisäksi järjestelmään kuuluu kokeilualueverkosto. Sen muodostavat eri puolilta maata valitut edustavat metsäalueet, joiden ensisijaisena tehtävänä on palvella tutkimusta. Kokeilualueiden yhteisala on 70 000 ha. Metsäntutkimuslaitoksen keskusvirasto sijaitsee Helsingissä ja se saavuttaa kohta 60 vuoden iän. Metsäntutkimuslaitoksen tehtävänä on käytännön metsätaloutta palvelevan ja edistävän tutkimuksen suorittaminen.

Uudet tilat. Parkanon tutkimusasema perustettiin v. 1961. Se aloitti toimintansa Karvian varavankilan tiloissa Alkkiasassa. Vähitellen se siirtyi vuokratiloihin Parkanon keskustaan. Uudisrakennushanketta valmisteltiin runsaat kymmenen vuotta. Kesällä 1975 päästiin näihin kauan kaivattuihin toimitiloihin sitten muuttamaan. Rakennustyö tuli maksamaan 2,4 milj. mk. Tehoala on 906 m², kerrosala 1500 m² ja tilavuus 5000 m³. Työhuoneita on 15, laboratorioita 8, lisäksi luentosali, kirjasto, ruokailutilat, koekasvihuone, kaksi asuntoa, sauna ja hieman varastotilaa. Asema on tarkoitettu viidelle tutkijalle.

Ympäristö ja toimialue. Joskin tutkimusasema perustettiin Parkanoon ilman perinpohjaista harkintaa näyttää paikanvalinta onnistuneen verrattain hyvin. Asema sijaitsee Suomenselän ja Järvi-Suomen rajalla. Maan keskikorkeus muuttuu täällä lyhyellä matkalla jopa 100 m. Tästä johtuen on helppo tavoittaa karuja vedenjakajamaita, korkeita vedenhuuhtomattomia maita, alavia lehtomaita vieläpä savikoitakin. Täällä sijaitsevat myös Etelä-Suomen laajimmat valtion metsät hoitoalueen

toimiston ollessa Parkanossa. Lähiaikoina tänne siirtyy Va-
pon toimisto ja laboratorioita. Lisäksi Parkanoon on puun-
hankinnan merkeissä sijoittunut kymmenlukuinen metsäteknikoi-
den ja työnjohtajien joukko.

Tutkimusaseman toimialueena on läntinen Etelä-Suomi. Yti-
menä on Satakunnan, Pirkka-Hämeen ja Etelä-Pohjanmaan piiri-
metsälautakuntien alue. Keski-Pohjanmaan, Vaasan, Jyväskylän
ja Lounais-Suomen pml:ien alueet ovat Parkanosta katsoen sel-
västi jo etäisempiä.

Henkilökunta. Parkanon tutkimusasemalla työskentelevät vaki-
naisesti seuraavat henkilöt:

Tutkijat	Olavi Laiho Seppo Kaunisto Erkki Ahti Kaarlo Kinnunen
Erikoisteknikko	Kalle Nevanranta
Kenttämestari	Esko Mansikkaviita (Alkkia)
Työnjohtaja	Sulo Lehtinen
Laborantti	Arja Ylinen
Toimistos sihteeri	Anne Ahti
Kanslisti	Pirkko Marjamäki
Toimistoapulainen	Paula Häkli
Piirtäjä	Liisa Majuri
Talonmies	Hannu Häkli
Siivooja	Vivea Kyrönviita
Emäntä	Saimi Huhdanpää

Lisäksi aseman varoilla voidaan palkata joitakin koe- ja tut-
kimusapulaisia. Käytäntöä palvelevien kenttäkokeiden perus-
taminen tapahtuu omilla mailla kokeilualuetoimiston palkkaa-
malla henkilökunnalla. Myös Metsähallitus on varannut rahaa
valtion metsissä yhteistyössä metsäntutkimuslaitoksen kanssa
tehtävää koetoimintaa varten. Niinikään on vastaavaa yhteis-
työtä puunjalostusteollisuuden kanssa.

Tutkimukset. Parkano on perinteisesti suontutkimuksen työpis-
te, jossa on suuri joukko kuivatukseen, metsitykseen ja lan-
noitukseen liittyviä kenttäkokeita. Viime aikoina toiminta on
laajentunut myös muille tutkimusaloille. Tämänhetkiset aiheet
ovat seuraavat:

SUONTUTKIMUS

1. Suometsien luontainen uudistaminen. KAUNISTO.

2. Soiden metsänviljely. KAUNISTO.

Lannoituksen vaikutus viljelyn onnistumiseen.

Taimistojen jatkolannoitukset.

Ojitusintensiteetin vaikutus viljelyn onnistumiseen.

Eri puulajin soveltuvuus soiden metsänkasvatuksessa

Eri viljelymateriaalien vertailu.

Metsänviljelyn koneellistaminen.

Metsänviljely vanhoilla ojitusalueilla.

3. Soiden muokkaus ja maanparannus. KAUNISTO.

Muokkauksen vaikutus viljelyn onnistumiseen.

Kalkituksen vaikutus puuston kasvuun.

Muokkauksen vaikutus turpeen fysikaalisiin ominaisuuksiin.

4. Taimistonhoito soilla. KAUNISTO

Puulajin valinta.

Kasvutiheys

5. Taimistojen kasvuhäiriöt. KAUNISTO.

6. Metsäojituksen vaikutus valuntaan. AHTI.

7. Turpeen vesitalous. AHTI.

8. Suopuiden vesitase. AHTI.

METSÄNHOITO

9. Metsänuudistamismenetelmien vertailu ja kehittäminen Länsi-Suomen oloissa. KINNUNEN.

Uudistamismenetelmät

Maanmuokkausmenetelmät

Metsänviljelymenetelmät

Taimilajit

10. Taimistojen inventointi. KINNUNEN.

11. Lyhytkiertoviljely. LAIHO, KINNUNEN.

METSÄNSUOJELU

12. Lannoituksen vaikutus kuusen tyvilahoon Etelä-Suomessa.
LAIHO.

MAANTUTKIMUS

13. Mineralisoituneen typen esiintyminen metsämaassa. LAIHO.

14. Mykoritsojen merkitys puiden ravinnonotossa. LAIHO.

Lannoituksen vaikutus mykoritsanmuodostukseen.

Mykoritsojen kehitys kennotaimiin.

Uudet tutkimusaiheet. E.m. luettelossa on monia aseman toimialueen metsätaloudelle keskeisiä ongelmia. Varmasti niitä siitä myös puuttuu, esim. siksi, etteivät tutkijat ole niitä huomanneet. On tärkeätä, että kenttäväki tiedottaisi tutkijoille havaitsemansa ongelmat, mieleen tulleet ideat jne. Ellei niitä voida tutkia Parkanossa ne pyritään saamaan jonkin muun työpisteen ohjelmaan.

Tutkimusaseman osoite: 39700 PARKANO, puh. 933-2912

Seppo Kaunisto

JYRSINTÄMUOKKAUKSEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS TURPEEN
ERÄISIIN FYSIKAALISIIN JA BIOLOGISIIN OMINAISUUKSIIN

JOHDANTO

Soiden muokkaukseen liittyvää tutkimusta on sekä Suomessa että ulkomailla tehty useiden vuosikymmenien ajan. Erityisesti Norjassa ja Brittein saarilla on kiinnitetty runsaasti huomiota myös muokkauksen johdosta turpeessa tapahtuviin muutoksiin. Sen sijaan Suomessa tätä on tutkittu vähemmän. Brittein saarilla ja Norjassa muokkausmenetelmänä on ollut pääasiassa auraus. Tutkimuksen painopiste on näin ollen ollut myös aurauksen vaikutusten selvittelyssä. Seuraavassa esityksessä tarkastelen jyrsimällä tapahtuvan muokkauksen vaikutusta turvekasvualustan eräisiin ominaisuuksiin.

MUOKKAUKSEN VAIKUTUS TURPEEN LÄMPÖTILAAN

Parkanon tutkimusasemalla toteutettiin vuosina 1972-1974 koe, jossa tarkasteltiin turpeen lämpöoloja ja kosteutta muokatussa ja muokkaamattomassa turpeessa. Muokkaus suoritettiin Lamu IV yhdistelmäkonella, joka jyrsii turpeen noin 15-20 cm:n syvyyteen ja auraa jyrситyn turpeen kahdeksi palteeksi. Turpeen lämpötilaa seurattiin maksimi- ja minimilämpömittarilla ja osin myös maalämpöpiirturilla.

Kuvassa 1 on esitetty seuraavat erotukset: Maksimi- ja minimilämpötila muokatussa turpeessa miinus maksimi- ja minimilämpötila muokkaamattomassa turpeessa. Kuvasta havaitaan, että muokkauksen johdosta sekä maksimi- että minimilämpötilat ovat nousseet kasvukauden aikana. Toisaalta näyttää kuitenkin siltä, että minimilämpötilojen kohoaminen on ollut jonkin verran vähäisempää, mikä ilmeisesti johtaa jossain määrin äärevämpiin olosuhteisiin muokatussa kuin muokkaamattomassa turpeessa. Kuvassa 2 on esitetty vastaavat vuorokautisten keskilämpötilojen erotukset. Todetaan että muokattu turve on koko kasvukauden ajan ja vielä sen jälkeenkin ollut useita asteita lämpimämpi kuin muokkaamaton turve. Tulosten perusteella näyttää

siltä, että turpeen jyrsintämuokkaus ja samanaikaisesti tehty vaotus selvästi parantaa turpeen muutoin verrattain huonoa lämpötaloutta.

LÄMPÖTILAN VAIKUTUS TURPEEN HAJAANTUMISEEN JA TYPEN MOBILISAATIOON TURPEESSA

Edellä esitetyn perusteella voidaan kysyä, mikä merkitys tällaisella lämpötilan nousulla sitten on. Tiedetään, että kemialliset reaktiot nopeutuvat lämpötilan kohotessa. Monet tutkimukset ovat myös osoittaneet, että mikrobitoiminta aktivoituu lämpötilan kohotessa tietyissä rajoissa. Tässä suhteessa mikrobit jakautuvat erilaisiin ryhmiin.

Pyrittäessä etsimään vastausta edellä todetulle lämpötilan nousun merkitykselle meikäläisissä suo-olosuhteissa, perustettiin kasvihuoneeseen koe, jossa keinotekoisesti pidettiin turpeen lämpötila tietyillä vakiotasoilla. Kuvassa 3 tarkastellaan lämpötilan vaikutusta tärkkelystä hajoittavien ja proteolyyttisten bakteerien määrään. Proteolyyttiset bakteerit kuvaavat turpeen valkuaisaineiden hajaantumista ja liittyvät siis läheisesti typen mobilisaatioon turpeessa. Havaitaan, että lämpötilan kohoaminen on selvästi lisännyt kummankin ryhmän populaatiota.

Kuvassa 4 tarkastellaan lämpötilan vaikutusta turpeessa olevan ammonium- ja nitraattitypen määrään. Havaitaan, että kummallakin turvelajilla lämpötilan kohottaminen on saanut aikaan selvän ammoniumtypen lisääntymisen turpeessa. Nitraattitypen kohdalla erot ovat olleet vähäisiä.

LANNOITUKSEN JA JYRSINTÄMUOKKAUKSEN VAIKUTUS TURPEEN HAJAANTUMISEEN JA TYPEN MOBILISAATIOON

Edellä esitetystä kokeesta tutkittiin lämpötilan lisäksi lannoituksen ja jyrsintämuokkauksen merkitystä. Edellä havaittiin, että muokkauksen aiheuttama lämpötilan kohoaminen jo sellaisenaan lisäsi typen mobilisaatiota, siis muuttumista kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Seuraavassa tarkastellaan muokkauksen vaikutusta lannoitukseen kytkettynä ottamatta huomioon muokkauksesta aiheutuvan lämpötilan kohoamisen vaikutusta turpeen hajaantumiseen ja typen mineralisoitumiseen.

Kuvassa 5 tarkastellaan tärkkelystä ja valkuaisaineita hajoittavien bakteerien määrää turpeessa erilaisten lannoitus- ja muokkauskäsittelyjen yhteydessä. Kuvasta nähdään, että puurahkasaturpeessa lannoitus on selvästi lisännyt tärkkelystä hajoittavien bakteerien määrää. Sen sijaan muokkauksen merkitys on ollut vähäinen. Sararahkaturpeessa muokkauksen vaikutus on ollut erittäin selvä, mutta vain lannoituksen yhteydessä. Tilanne on ollut samantapainen myös proteolyyttisten bakteerien kohdalla, joskin lannoitetulla LSC-turpeella näyttää muokkauksella olleen negatiivinen vaikutus. Tulosten lähempi tarkastelu osoitti, että muokkauksen epäedullinen vaikutus proteolyyttisten bakteerien määrään LSC-turpeessa johtui pelkästään muokkauksen epäedullisesta vaikutuksesta korkeimmassa lämpötilassa (21 °C). Tämä on jossain määrin näkyvissä myös aikaisemmin esitetyssä kuvassa molempien turvelajien keskiarvoissa. Kaikissa muissa lämpötiloissa muokkaus lisäsi proteolyyttisten bakteerien määrää myös LSC-turpeessa. Näyttää siis siltä, että normaaleja kenttäolosuhteita vastaavissa lämpötiloissa jyrshintämuokkaus lisää sekä tärkkelyksen että valkuaisaineiden hajaantumista turpeessa.

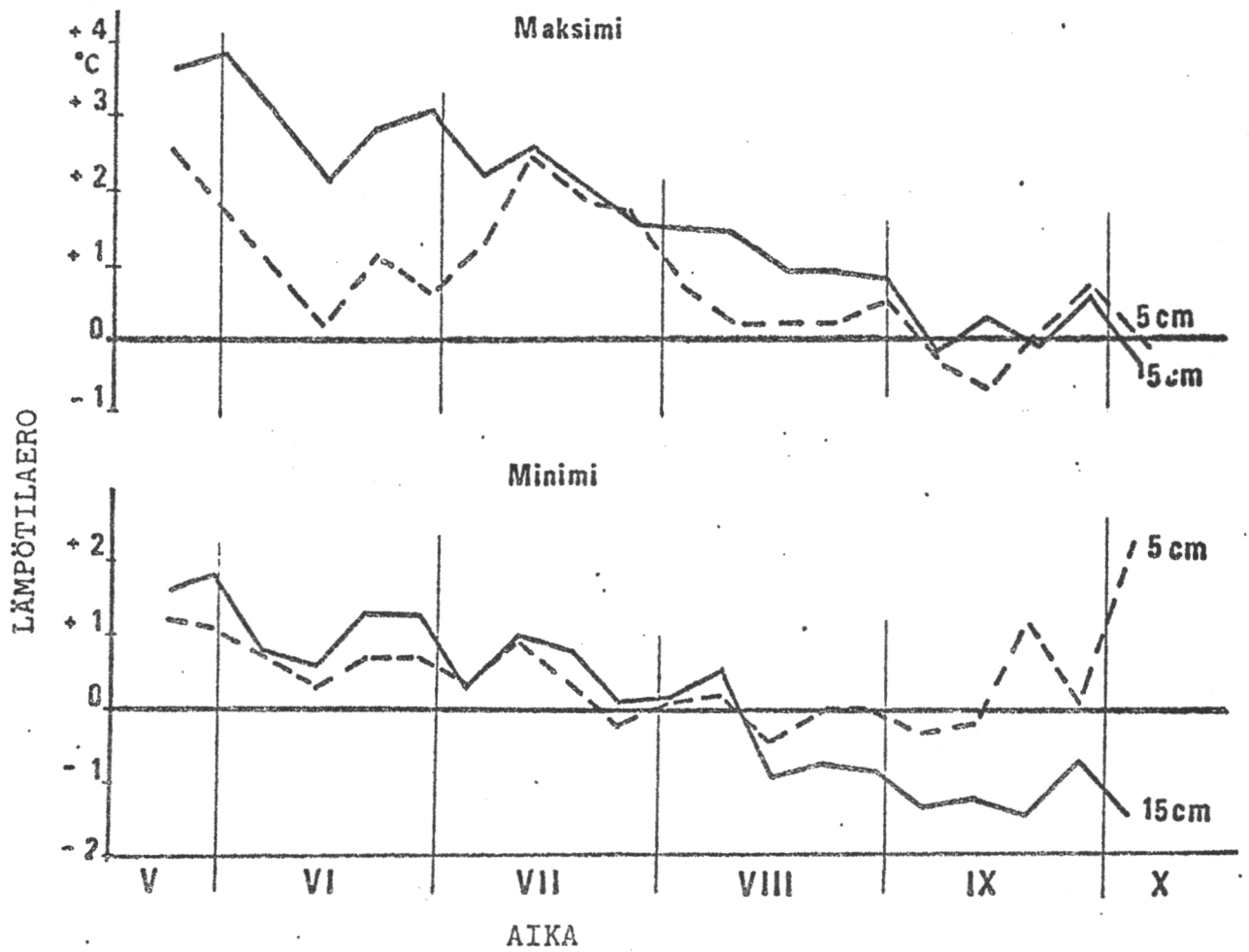
Erilaisten käsittelyjen vaikutusta ammonium- ja nitraattityypen määrään tarkastellaan kuvassa 7. Kuvasta havaitaan, että lannoitus on yleensä selvästi lisännyt mineraalityypen määrää turpeessa. Tämä on luonnollista, koska lannoituksen yhteydessä typpi annettiin nimenomaan ammonium- ja nitraattityypinä. On kuitenkin mielenkiintoista havaita, että myös muokkaus on vaikuttanut erittäin voimakkaasti mineraalityypen määrään. Lannoitetussa, muokatussa turpeessa mineraalityypeä on ollut jokaisessa tapauksessa enemmän kuin lannoitetussa muokkaamattomassa turpeessa. Sen sijaan lannoittamattomassa turpeessa muokkaus ei näytä sanottavasti vaikuttaneen mineraalityypen määrään.

YHTEENVETO

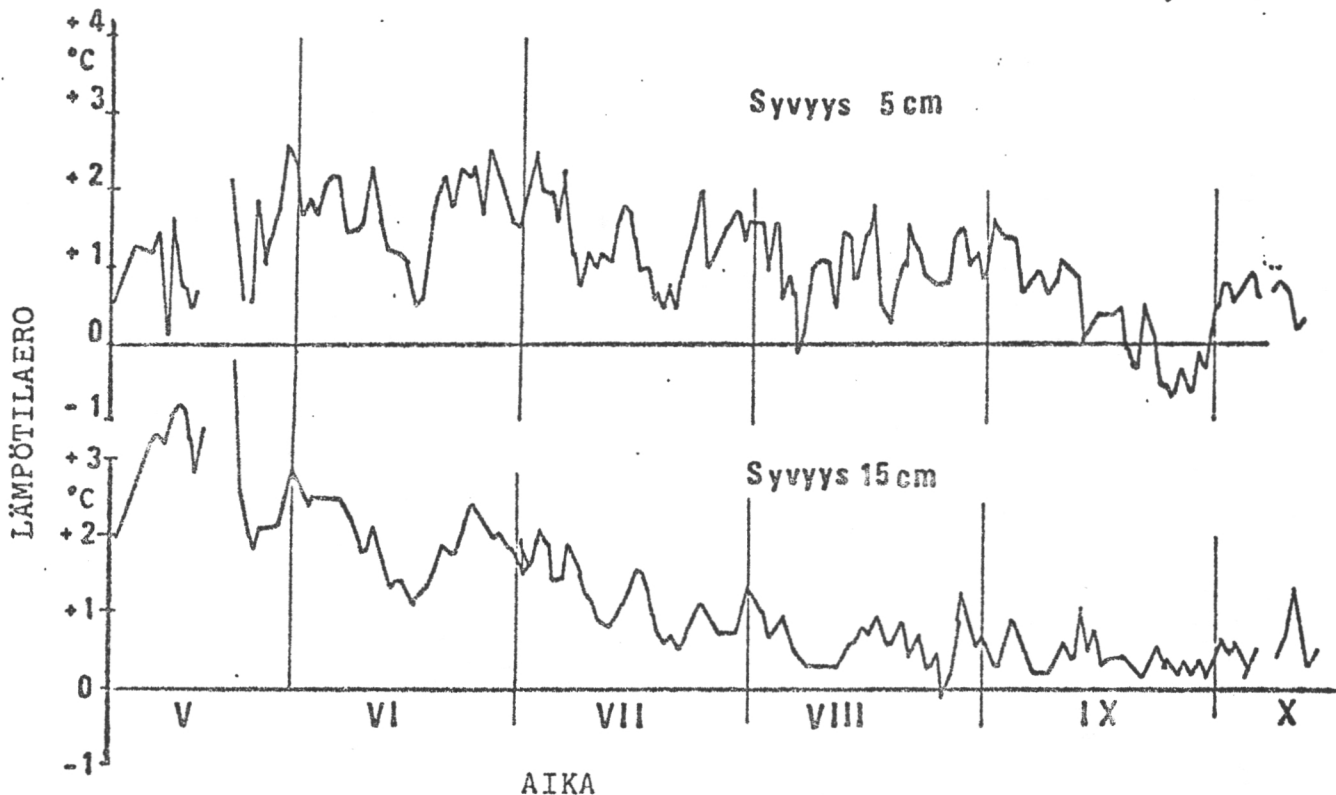
Yhteenvetona voidaan todeta, että kyseisissä tutkimuksissa niin tärkkelystä kuin valkuaisainettakin hajoittavien bakteerien toiminta on ollut ensisijaisesti riippuvainen turpeen ravinnetilasta. Luontaisesti runsasravinteisen saraturpeenkin mikrobitoimintaa on voitu lisätä lannoittamalla, Myös jyrshintä näyttää selvästi lisänneen sekä turpeen hajaantumista että ty-

pen mobilisaatiota. Lisäys on tapahtunut periaatteessa kahdella tavalla: Ensinnäkin jyrsinän aiheuttama turpeen lämpötilan kohoaminen jo sellaisenaan lisäsi bakteeritoimintaa. Lisäksi jyrshintä lisäsi edellämäinittua mikrobitoimintaa myös silloin, kun lämpötila pidettiin samana. Puun taimien kasvun kannalta tärkeä lopputulos oli, että kasveille käyttökelpoista tyyppiä oli selvästi enemmän jyrsityssä kuin muokkaamattomassa turpeessa.

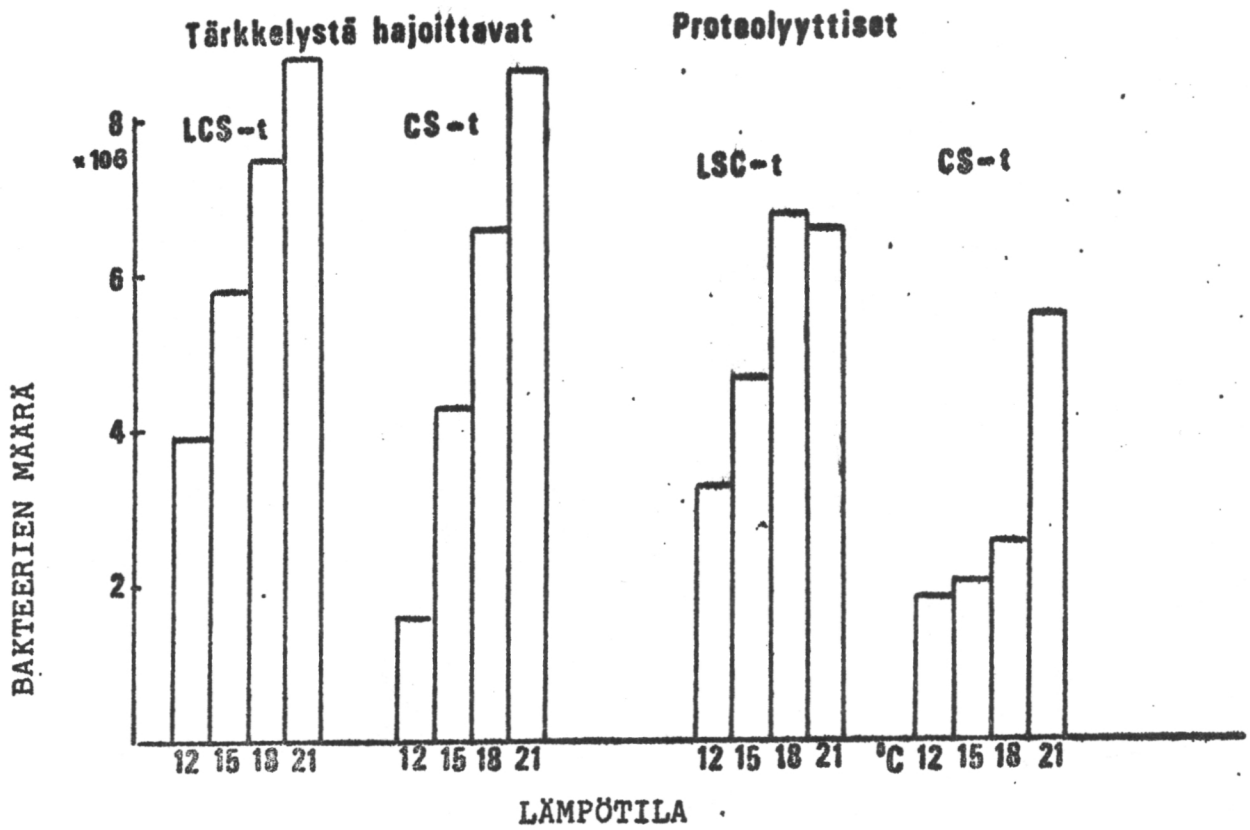
Edellä esitetty on vain eräs esimerkki lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta turpeeseen kasvualustana. Jatkotutkimukset ovat kuitenkin käynnissä, ja esim. jyrsinän vaikutuksesta turpeen kosteuteen ja ilmatilaan saamme lisää tietoa vielä tämän vuoden kuluessa.



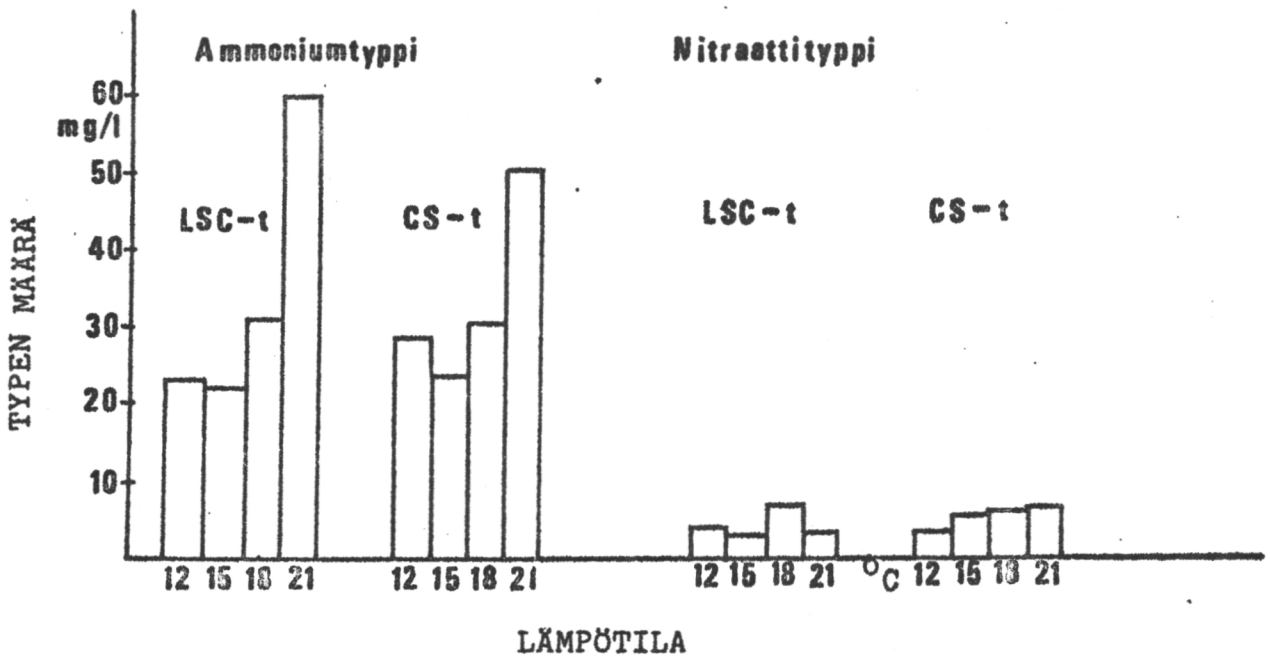
KUVA 1. MUOKATUN TURPEEN MAKSIMI- JA MINIMILÄMPÖTILA — MUOKKAAMATTOMAN TURPEEN MAKSIMI- JA MINIMILÄMPÖTILA KASVUKAUDEN AIKANA ERI SYVYYKSILLÄ V. 1973. ALKKIA.



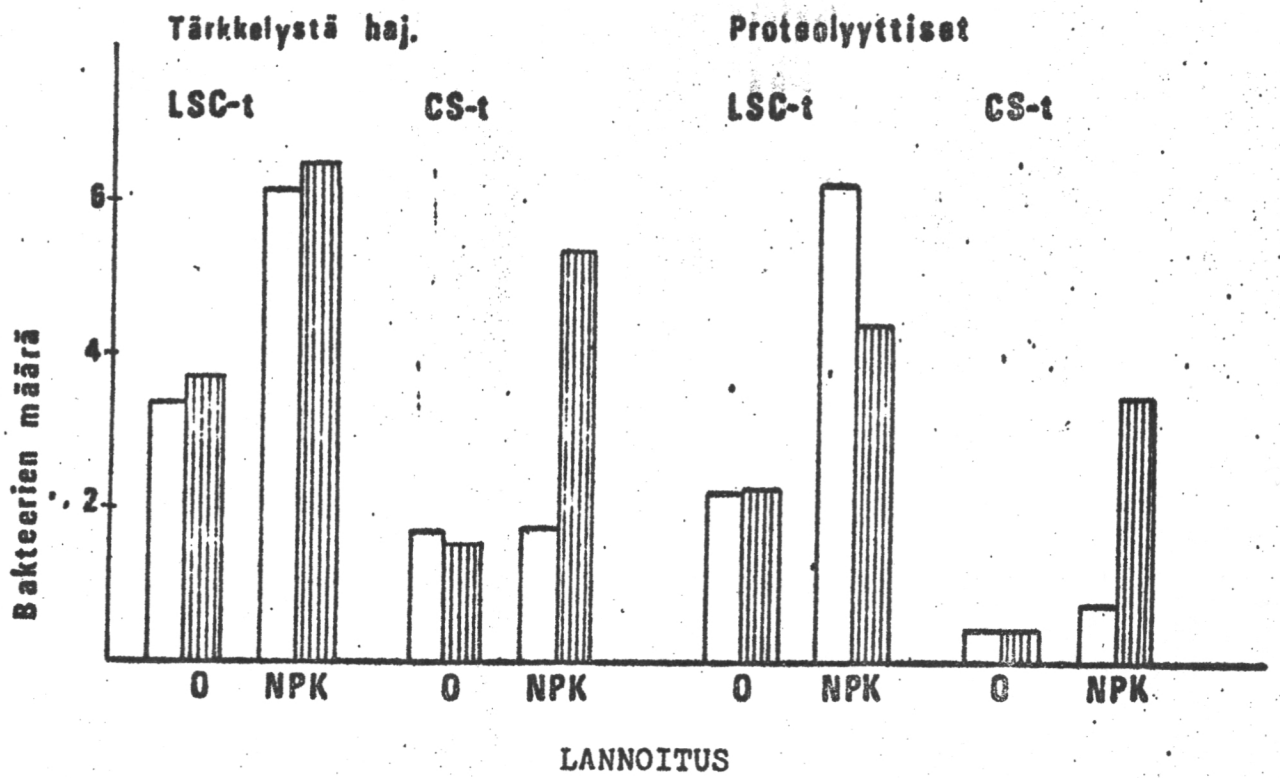
KUVA 2. MUOKATUN TURPEEN KESKILÄMPÖTILA — MUOKKAAMATTOMAN TURPEEN KESKILÄMPÖTILA PÄIVITTÄIN KASVUKAUDEN AIKANA ERI SYVYYKSILLÄ V. 1973. ALKKIA.



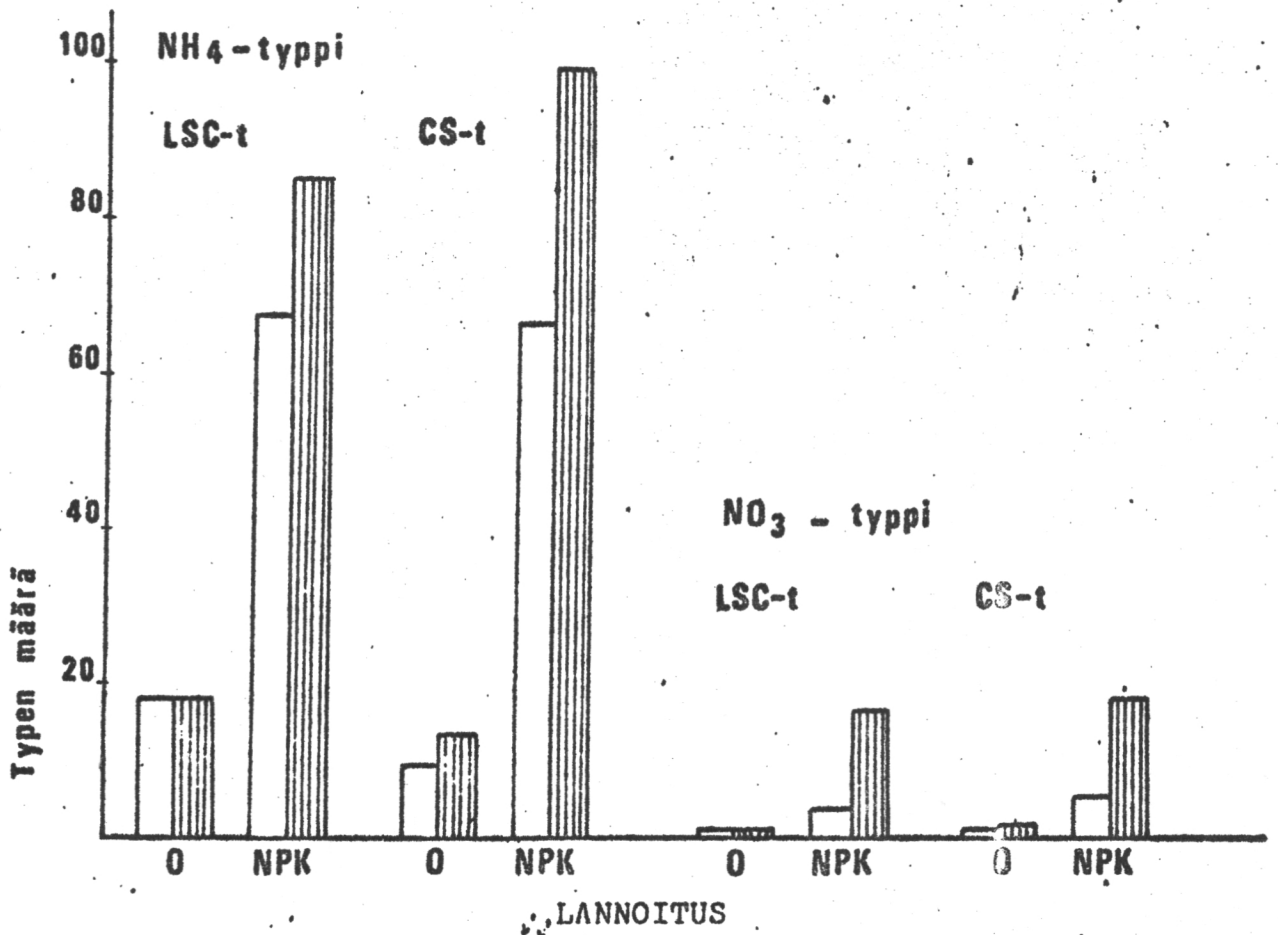
KUVA 3. TÄRKKELYSTÄ HAJOITTAVIEN JA PROTEOLYTTISTEN BAKTEERIEN MÄÄRÄ ERI TURVELAJEILLA ERI HAUDUTUSLÄMPÖTILLOISSA. KASVIHUONEKOE.



KUVA 4. AMMONIUM- JA NITRAATTITYPEN MÄÄRÄ ERI HAUDUTUSLÄMPÖTILLOISSA. KASVIHUONEKOE.



KUVA 5. TÄRKKELYSTÄ JA VALKUAIKASAINOJA HAJOITAVIEN BAKTEERIEN MÄÄRÄ ERI TAVOIN KÄSITELLYISSÄ RAHKA- JA PUURAHKASARATURPEISSA. KASVIHUONEKOE.



KUVA 6. AMMONIUM- JA NITRAATTITYYPEN MÄÄRÄ ERI TAVOIN KÄSITELLYISSÄ RAHKA- JA PUURAHKASARATURPEISSA. KASVIHUONEKOE. □ = MUOKKAAMATON; ▨ = MUOKATTU.

Erkki Ahti

MAANPINNAN VAOTUKSEN VAIKUTUKSESTA VALUNTAAN

JOHDANTO

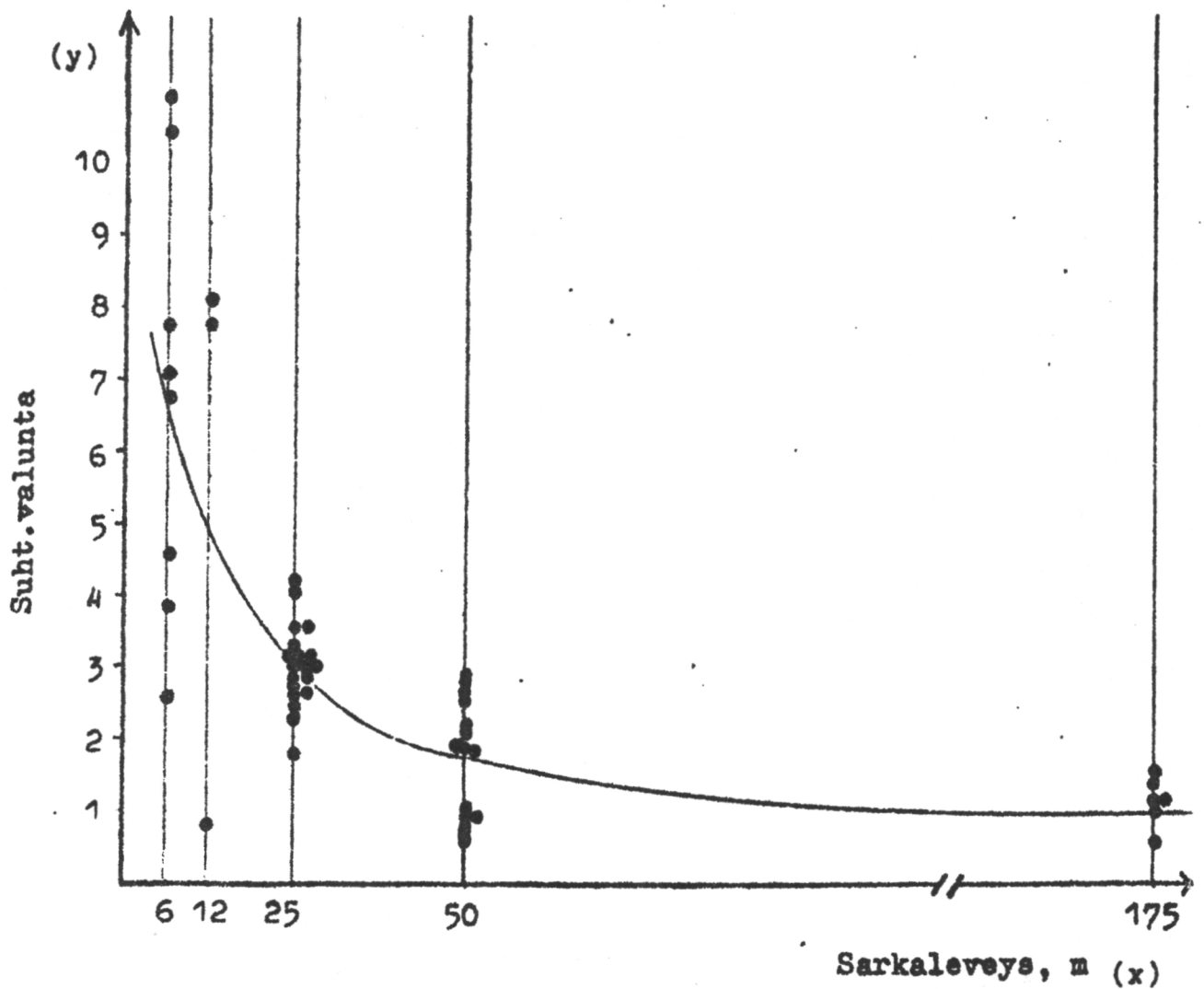
Metsätilastollisen vuosikirjan mukaan Suomessa ojitettiin vuosina 1950-73 n. 3.4 milj. hehtaaria suota. Samana aikana maanpintaa rikottiin, muokattiin tai vaotettiin (m-til. vuosikirjan terminologian mukaan) kivennäismailla 853 000 ha. Vaottamisen osuus on viime vuosina voimakkaasti kasvanut. Myös metsäojituksen puolella ollaan siirtymässä sarkojen vaotukseen karuilla avosoilla.

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla on 1950-luvulta lähtien tutkittu sarkaleveyden ja ojasyvyyden vaikutusta valuntaan. Seuraavassa tarkastellaan näiden tutkimusten pohjalta vaotuksen todennäköisiä valuntavaikutuksia.

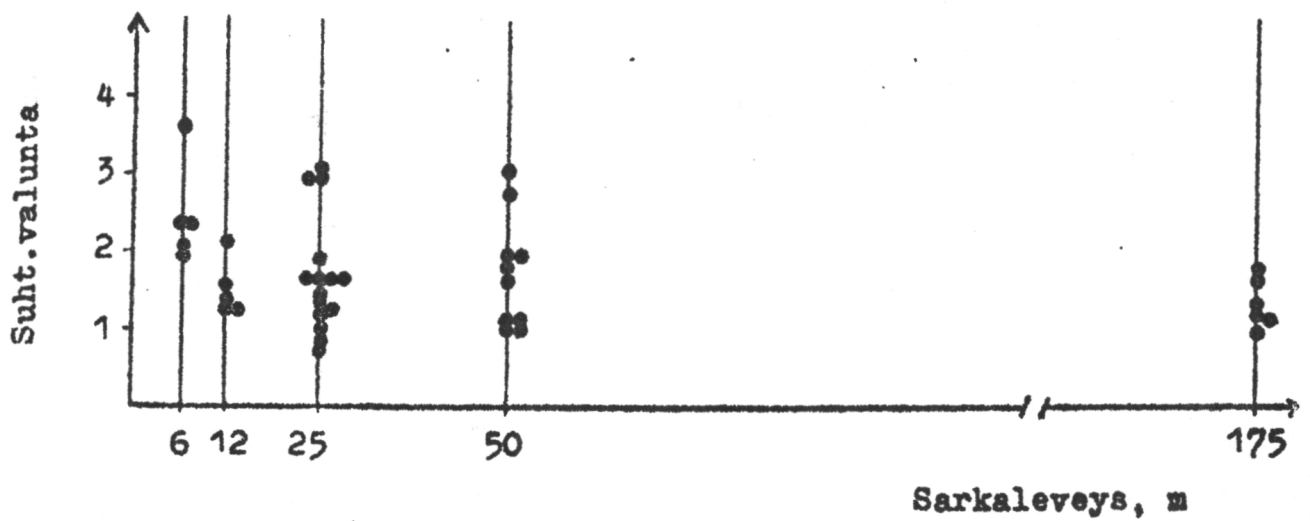
SARKALEVEYDEN JA VALUNNAN SUHDE

Valunnalla tarkoitetaan tietyltä alueelta aika- ja pinta-alayksikköä kohti poistuvia vesimääriä. Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksissa on käytetty ns. sarkaleveyssarjamenetelmää, jonka johtoajatuksena on mitata valuntaa samanaikaisesti eri levyisiltä saroilta. Tässä esitetyt ajatukset perustuvat Piipsannevan koekentältä saatuihin mittauksiloksiin.

Kuvassa 1 nähdään suhteellisen valunnan ja sarkaleveyden välistä riippuvuutta kuvaava käyrä (Piipsanneva 1974). Riippuvuus noudattaa karkeasti mallia $y = a \cdot \frac{1}{x} + b$, eli suhteellinen valunta näyttää olevan kääntäen verrannollinen sarkaleveyteen. Kuvasta nähdään, että valunta kasvaa suhteellisen hitaasti sarkaleveyden pienetessä 175 m:stä 50 metriin. Kapeilla saroilla havaintojen hajonta on melkoinen, mutta voidaan kuitenkin epäillä, että valunta kasvaa erittäin nopeasti, kun 50 m:n sarasta siirrytään 5 m:n sarkaan. Samansuuntaisia tuloksia on saatu eri puolilla Suomea suoritetuissa mittauksissa.



KUVA 1. YLI 10 MM:N SATEIDEN AIHEUTTAMAT SUHTEELLISET VUOROKAUSIVALUMAT SARKALEVEYKSITTÄIN VUONNA 1974. PIIPSANNEVA.



KUVA 2. KESÄ-LOKAKUUN SUHTEELLINEN KOKONAISVALUNTA SARKALEVEYKSITTÄIN VUONNA 1974. PIIPSANNEVA.

Jos vuorokausivalunnan asemesta otetaan tarkastelukriteeriksi kuukausivalunta (kesä-lokakuu 1974), riippuvuus muuttuu oleellisesti (kuva 2). Kuukausivalunta ei näytä olevan yhtä voimakkaasti sarkaleveydestä riippuvainen kuin vuorokausivalunta (kuva 1).

Kuvien perusteella voidaan päätellä, että sadevedet poistuvat kapeilta saroilta huomattavasti nopeammin kuin leveiltä. Erileveysiltä saroilta poistuvien vesimäärien suhteelliset erot ovat kuitenkin pienempiä.

VAOTUKSEN VAIKUTUS SUOLLA

Jos 50 m:n sarka vaotetaan sarkaojien suuntaisesti siten, että vakoväli on 4 m, sateisten vuosien valumahuiput saattavat jopa nelinkertaistua. Koska sadevedet viipyvät suolla lyhyemmän ajan vaotuksen jälkeen kuin ennen vaotusta, haihdunta vastaavasti pienenee vaotuksen vaikutuksesta. Näin ollen on suhteellisen varmaa, että vaotus, kuten ojitus yleensäkin, lisää soilta vesistöihin purkautuvia vesimääriä (vrt. MUSTONEN & SEUNA 1971).

Puiden vesitalouden kannalta lisääntyneellä valunnalla ei liene hättävaiikutuksia soilla.

VAOTUKSEN VAIKUTUS KIVENNÄISMAILLA

Turpeen vedenläpäisevyys on yleensä pieni. Kivennäismailla vedenläpäisevyys vaihtelee varsin voimakkaasti lajitekoostumuksen mukaisesti: pääasiassa karkeista lajitteista koostuvat maalajit edustavat korkeaa vedenläpäisevyytystasoa, kun taas hienojakoiset maalajit sijoittuvat vedenläpäisevyysasteikolla jopa turpeiden alapuolelle. On ilmeistä, että vaotuksen vaikutuksen ratkaisee kivennäismailla maa-aineksen vedenläpäisevyys. Karkeilla, hyvin vettä läpäisevillä mailla sadevesien imeytyminen maahan eli infiltraatio on yleensä niin voimakasta, että pintavalunta jää vähäiseksi. Tämän johdosta on todennäköistä, että myös vaotuksen vaikutus valuntasuhteisiin jää merkityksettömäksi.

Hienojakoisilla, heikosti vettä läpäisevillä mailla vaotuksen vaikutus lienee samansuuntainen kuin turvemaileda: valumahuiput kasvavat selvästi, kokonaisvalunta jonkin verran. Tämä merkitsee, että vaotuksella on myös kivennäismailla tietty kuivatusvaikutus.

Kirjallisuusviite:

MUSTONEN, S. & SEUNA, P. 1971. Influence of forest draining on the hydrology of peatlands. Suomenkielinen seloste. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 2.

Seppo Kaunisto

LANNOITUKSEN JA MUOKKAUKSEN VAIKUTUS METSÄNVILJELYN
ONNISTUMISEEN SUOLLA

JOHDANTO

Useissa eri yhteyksissä on osoitettu, että lannoittamalla varmistamme ja nopeutamme taimiston syntymistä suolla. Toisaalta on havaittu, että tällainen luonnon normaaliin rytmiin puuttuminen aiheuttaa myös omat riskinsä viljelyn onnistumisen suhteen. Lähtiessämme siis muuttamaan luonnon tasapainoa meidän on löydettävä oikeat pelisäännöt, joiden mukaan toimimme taimien kehityksen eri vaiheissa.

Voimme jakaa tehtävän ajallisesti useaan osaan: viljelyhetkeen, viljelyä välittömästi seuraavaan aikaan ja jatkotoimenpiteiden aikaan (jatkolannoitus). Jokaisessa vaiheessa taimien tarpeet ovat jossain määrin erilaisia. Tässä esityksessä tulen rajoittumaan vain viljelyhetken toimenpiteisiin ja sitä seuraavaan taimien ensi kehitykseen. Tohtori Paavilainen tulee omassa esityksessään tarkastelemaan toimistojen jatkolannoitusta.

TAIMIEN SYNTYMINEN JA ELOSSA PYSYMINEN

Eräs tärkeimmistä viljelyhetkellä huomioonotettavista seikoista näyttää olevan lannoitteiden aiheuttamat muutokset ravinneionikonsentraatiossa. Huolimatta turpeen hyvistä puskuriominaisuuksista maanesteen liiallinen väkevöityminen hetkellisestikin saattaa tuhota niin istutus- kuin kylvötaimetkin.

Kuvassa 1 on esitetty erään kasvihuoneessa toteutetun kokeen tuloksia. Kokeessa tutkittiin taimien syntymistä ja elossapysymistä pohjaveden syvyyden sekä ravinneyhdistelmän ja -määrän funktiona. Typpi ja kali annettiin vesiliukoisessa muodossa ja fosfori hienofosfaattina. Havaitaan, että taimia on syntynyt sitä enemmän, mitä vähemmän vesiliukoisia lannoitteita on annettu ja mitä lähempänä turpeen pintaa pohjaveden pinta on ollut. Toisin sanoen taimia on syntynyt sitä enemmän, mitä pienempi maanesteen ravinneionikonsentraatio siementen läheisyydessä on ollut.

Samaan kokeeseen liittyi myös ravinteiden antamistapaa koskeva kokeilu. Kuvan 1 esittämässä tapauksessa lannoitteet annettiin käsittelemättömän turpeen pintaan. Kuvassa 2 näemme vastaavan tilanteen silloin, kun turve on muokattu jyrsimällä ja lannoitteet sekoitettu jyrsimäyteen turpeeseen tasaisesti. Tällaisesta menettelystä olen käyttänyt termiä muokkauslannoitus. Todetaan, että siemenet ja sirkkataimet ovat sietäneet huomattavasti korkeampia ravinmääriä kuin edellä. Syynä on luonnollisesti se, että ravinneionikonsentraatio siementen ja sirkkataimien läheisyydessä on pysynyt verrattain matalana, koska lannoitteet on muokkauksen yhteydessä sekoitettu turpeeseen.

On kuitenkin tärkeätä huomata, että muokkauksen ja sekoittamisen tulee olla hyvin perusteellista, tai muutoin voi käydä kuvassa 3 esitetyllä tavalla. Kysymyksessä on tupasvillanelle perustettu koe, jossa lannoite joko levitettiin pintaan tai sekoitettiin lapiolla istutuskohtaan ennen istutusta. Ilmeisesti kuitenkin tällä tavoin sekoitettuna ravinteet jäivät kasapäihin ja joutuivat suoraan kosketukseen taimien juuriston kanssa. Seurauksena oli erittäin korkea taimikuolleisuus. Samanlaisesta tilanteesta on varoitettu myös useissa jo julkaistuissa tutkimuksissa.

Aivan edellisen kokeen vieressä tehtiin muutoin vastaavanlainen koe, mutta lannoitteena käytettiin pelkkää raakafosfaattia. Kuvasta 3 havaitaan, että taimien elossapysyminen oli täysin riippumaton annetun raakafosfaatin määrästä. Hidasliukoisten fosforilannoitteiden inaktiivisuutta tässä suhteessa kuvaa myös kasvihuoneessa toteutettu koe, jossa havaittiin, että apatiitti, raakafosfaatti ja hienofosfaatti eivät suurinakaan määrinä annettuna millään tavoin vaikuttaneet männyn ja kuusen sirkkataimien syntymiseen (kuva 4). Ilmeistä onkin, että ainoastaan vesiliukoisessa muodossa annetut ravinteet ovat taimille vaarallisia.

Edellä esitetyn perusteella on ilmeistä, että emme voi lannoittamalla kohottaa taimien elossapysymisadannesta viljelyä välittömästi seuraavana kasvukautena, vaan useissa tapauksissa lannoitus lisää taimien kuolleisuutta. Lannoituksen haitallisuutta voidaan kuitenkin lieventää joko käyttämällä vaikealiukoisia lannoitteita tai alentamalla muutoin maanesteen ravinneionikonsentraatiota istutus- ja kylvötaimien juuriston välittö-

mässä läheisyydessä. Tästä eräänä esimerkkinä on muokkauslannoitus.

TAIMIEN KASVU

L a n n o i t u s

Taimien kasvua ajatellen tilanne on kuitenkin varsin erilainen. Mitä perusteellisemmin kasvualusta on valmistettu sitä parempi taimien kasvu on alusta pitäen. Kuvassa 5 tarkastellaan viljelylannoituksen vaikutusta kylvö- ja istutustaimien kasvuun peräkkäisinä viljelyä seuraavina vuosina. Nähdään, että kylvötaimien kehitys riippuu oleellisesti kasvualustan ravinnesuhteista jo ensimmäisenä kasvukautena (kuvan 5 yläosa). Istutustaimien pituuskehitykseen viljelyvuotena ei lannoituksella kuitenkaan ole kyetty vaikuttamaan, ei ainakaan positii-visesti. Sen sijaan istutustaimien neulasten kasvua lannoitus on lisännyt jo ensimmäisenä kasvukautena. Toisena kasvukaute-na myös istutustaimien pituuskasvu on jo selvästi parempi lannoitetulla kuin lannoittamattomalla turpeella. Näin ollen lannoituksen mahdollisimman varhainen suorittaminen on edullista sekä kylvö- että istutustaimien kehitykselle.

Kuva 5 ilmentää varsin hyvin myös eri pääravinteiden tärkeysjärjestyksen karuilla soilla taimien kehityksen alkuvaiheessa. Selvimmin tämä näkyy ehkä kylvötaimien kohdalla, koska ne alusta pitäen ovat olleet viljelyalustaan annettujen ravinteiden varassa. Nähdään, että fosfori on antanut suurimman osan lannoituksen aiheuttamasta kasvun lisäyksestä. Kalin osuus on ollut pienempi. Typellä fosforiin ja kaliin yhdistettynä puolestaan on saatu aikaan varsin hyvä kasvureaktio. Kuivahkoilla karuilla soilla, joilla kalin huuhtoutuminen on vähäistä, turpeen luontaiset kalivarat ilmeisesti riittävätkin ainakin muutamiksi viljelyä seuraaviksi vuosiksi takamaan kohtalaisen hyvän kasvun. Kalin lisäys heti alussa on kuitenkin niin pieni kustannuserä, että sen antamista yleensä suositetaan käytännön metsänviljelytoiminnassa.

Typen tarvetta karuilla soilla on ilmeisesti jo varsin varhaisessa vaiheessa, joskin taimet tulevat kyllä kohtalaisesti toimeen myös pelkän fosfori- tai fosfori-kali-lannoituksen turvin, kuten kuvasta 5 havaitaan. Saraisilta ja sitä pa-

remmilta suotyypeiltä ei Parkanon tutkimusaseman alueella ole aineistoja. Eräiden tutkimusten perusteella on kuitenkin ilmeistä, että siirryttäessä trofiasarjassa ylöspäin kalin tarve lisääntyy ja typen tarve vähenee jo taimien kehityksen alkuvaiheessa. Eräissä kasvihuonekokeissa on typpilannoitus saraturpeella jopa heikentänyt männyn kylvötaimien kasvua (kuva 6). Toisaalta kuusen kohdalla ei vastaavaa ilmiötä havaittu, mikä viittaa kuusen suurempaan typen tarpeeseen ja ilmeisesti myös suurempaan typen toleranssiin.

L a n n o i t u s j a m u o k k a u s

Ravinnelajin lisäksi näyttää myös lannoitteiden antamistavalla ja määrällä olevan huomattava merkitys jo taimien kehityksen alkuvaiheessa. Edelleen näyttää siltä, että kumpikin edellämainituista liittyy kiinteästi maan käsittelyyn metsänviljelyn yhteydessä.

Edellä mainitussa kenttäkokeessa tarkasteltiin ravinnelajin lisäksi myös lannoitteiden sijoituksen ja maan jursintämuokkauksen vaikutusta taimien kasvuun. Maan jursintä tehtiin Fiskarsin metsänviljelyjyrsimellä. Lannoitteiden sijoitusta keuhkettiin joko antamalla raakafosfaattia istutuskuoppaan tai sekoittamalla kaikki annetut ravinteet pintaturpeeseen muokkauksen yhteydessä. Toisin sanoen suoritettiin muokkauslannoitus. Kuva 7 esittää taimien pituuskasvua kolmantena kasvukautena viljelyn jälkeen. Kuvasta havaitaan, että kylvötaimet ovat kasvaneet parhaiten muokkauslannoituksen yhteydessä. Suurin osa muokkauslannoituksella saavutetusta kasvun lisäyksestä on ollut muokkauksen eikä sijoituksen ansiota. Istutustaimien kohdalla kasvun lisäys näyttää olleen pelkästään muokkauksesta johtuvaa. Edelleen nähdään, että istutuskuoppaan annettuna raakafosfaatti on lisännyt taimien kasvua jonkin verran enemmän kuin pintaan levitetynä. Useiden eri tutkimusten valossa näyttää siltä, että ainakin taimien kehityksen alkuvaiheessa kuoppaan annettu raaka- tai hienofosfaatti edistää taimien kasvua. Toisaalta eräät ulkolaiset tutkimukset viittaavat siihen, että suotuisa vaikutus kestää vain lyhyen ajan, jonka jälkeen vaikutus voi muuttua jopa negatiiviseksi, koska taimien juuristo kehittyy liian suppeaksi. Kuvasta 7 on edelleen syytä panna merkille, että istutuskuoppaan annetun raakafosfaatin kas-

vua lisäävä vaikutus ei ole yltänyt edes samalle tasolle kuin pelkän muokkauksen vaikutus ilman mitään lannoitusta.

Eräässä lyhytkortiselle nevalle perustetussa kokeessa tarkasteltiin erilaisten muokkaustapojen ja kaikkien pääravinteiden sijoituksen vaikutusta männyn kylvötaimien kasvuun. Kokeessa käytettiin tavallista kaksisiipistä auraa (Vikeid), kärkiauraa (Raittila), sekä Lamu III muokkauskylvökonetta, joka suoritti muokkauslannoituksen kapeilla n. 40 cm:n levyisillä kaistoilla. Lisäksi oli mukana Kopo-jyrsimellä aikaansaatu ohut turvemurskapatja sekä vertailuna yksisiipisellä auralla tehty käsittely, jossa kylvö suoritettiin vesivaon viereen (siis ei palteeseen). Pääravinteiden sijoitus aurattaessa toteutettiin siten, että lannoite levitettiin kapeana kaistana palteen alle. Lamu III:lla suoritettiin muokkauslannoitus. Lisäksi oli mukana käsittely, jossa pääravinteiden sijoituksen ohella annettiin raakafosfaattia palteen tai jyrsinturpeen pintaan.

Tulokset on esitetty kuvassa 8. Havaitaan, että taimet ovat kasvaneet huomattavasti paremmin muokatulla kuin muokkaamattomalla turpeella huolimatta siitä, että muokkaamattomassa vertailussakin oli siis vesivako taimien vieressä. Parhaiten taimet ovat kasvaneet muokkauslannoituksen yhteydessä. Kuvan 8 oikeassa puoliskossa saman kokeen tulokset on kerätty siten, että erilaiset lannoitteiden sijoituskäsittelyt ovat rinnakkain. Kuvasta nähdään, että Lamulla sijoitus on selvästi lisännyt taimien kasvua. Sen sijaan ylimääräinen raakafosfaatti-lannoitus turpeen pintaan ei ole parantanut taimien kasvua. Auratuissa koejäsenissä tilanne on ollut erilainen. Näyttää olleen yhdentekevää, onko pääravinteet levitetty palteen alle vai pintaan. Sen sijaan tapauksissa, joissa pääravinteiden sijoituksen lisäksi on annettu raakafosfaattia palteen pintaan, taimet ovat kasvaneet parhaiten.

Taimien erilainen reaktio raakafosfaattilannoitukseen erilaisissa muokauskäsittelyissä on ymmärrettävissä siten, että muokkauslannoituksen yhteydessä (Lamu III) raakafosfaattilannoitus ei ole tuonut kasvualustaan mitään oleellista uutta, koska fosforia oli sekoitettu tasaisesti siihen jo muokkauslannoituksessa. Sen sijaan auran palteelle annettu raakafosfaatti paransi taimien kasvuedellytyksiä välittömästi ja ilmeisesti mahdollisti niiden juuriston nopeamman tunkeutumisen

palteen alla olevan ravinnevaraston tuntumaan. Näyttääkin siltä, että käytettäessä kylvää ja auravaotusta viljelymenetelmänä, taimien kasvua voidaan nopeuttaa ja viljelytulosta varmistaa sijoittamalla kaikkia pääravinteita palteen alle ja antamalla sen lisäksi raakafosfaattia välittömästi siementen yhteyteen.

Ravinnemäärän ja muokkauksen välistä yhteyttä tarkastellaan kuvassa 9. Havaitaan, että muokkaamattomalla turpeella pienin kokeessa käytetty ravinnemäärä on johtanut parhaaseen taimien kasvutulokseen. Erityisesti selvänä tämä on havaittavissa NPK-lannoituksen yhteydessä. Sen sijaan muokkauslannoitetulla turpeella taimien kasvu on ollut sitä parempi, mitä enemmän ravinteita on annettu. Näyttää siis siltä, että lannoitus ja erityisesti vesiliukoisten lannoitteiden käyttö saattaa nostaa maanesteen ravinneionikonsentraation niin korkeaksi, että se haittaa taimien kasvua. Ravinneionikonsentraatio voidaan pitää alhaisena joko käyttämällä vähän vesiliukoisia ravinteita tai käyttämällä muokkauslannoitusta, jossa lannoitteet siis sekoitetaan jyrsettyn turvekerrokseen. Samanlaiseen tulokseen nähtävästi päästään myös sillä tavoin, että vesiliukoiset ravinteet sijoitetaan auran palteen alle ja siementen tai taimien välittömään läheisyyteen annetaan vain raakafosfaattia.

Edellä esitetyillä tavoilla voidaan viljelyhetkellä antaa huomattavasti voimakkaampi lannoitus kuin käytettäessä tavanomaista menetelmää, jossa lannoitteet levitetään taimien- tai kylvökohdan ympärille suon pintaan. Vaikka viljelyä välittömästi seuraavina vuosina lannoituksen voimakkuuden merkitys saattaa näyttää verrattain vähäpätöiseltä, näyttää kuitenkin siltä, että taimien myöhempi kehitys jouduttuu ainakin jonkin verran lannoitemäärän lisääntyessä. Tästä on esimerkkinä eräs rahkaiselle lyhytkortiselle nevalle perustettu koe (kuva 10). Samoin on ilmeistä, että jatkolannoituksen ajankohta ainakin jossain määrin riippuu viljelyhetkellä annettujen ravinteiden määrästä ja monipuolisuudesta.

P i n t a k a s v i l l i s u u d e n m e r k i t y s

Olemme edellä todenneet, että lannoitus on välttämätön toimenpide taimien kasvun turvaamiseksi. Toisaalta olemme havainneet, että lannoitukseen sisältyy myös eräitä riskitekijöitä.

Eräs tähän saakka vielä käsittelemätön riskitekijä, on lannoituksen vaikutus pintakasvillisuuteen. Pintakasvillisuus rehevöityy nopeasti lannoituksen jälkeen ja yleensä sitä enemmän mitä runsaammin ravinteita on annettu. Erityisesti typpilannoitus tuntuu voimakkaasti rehevöittävästä pintakasvillisuutta. Kuvassa 11 on tarkasteltu pintakasvillisuuden rehevöitymistä erään kasvihuonekokeen perusteella.

Eräessä toisessa kasvihuonekokeessa pintakasvillisuus pidettiin kurissa jatkuvien leikkauksien osassa koetta, kun sen sitä vastoin osassa koetta annettiin kasvaa rajoituksitta. Kuvasta 12 havaitaan, että rahkaturpeella on taimien kasvua kyetty parantamaan pintakasvillisuuden poistamisella vain verrattain vähän. Sen sijaan saraturpeella pintakasvillisuuden poistamisella aikaansaatu taimien kasvulisäys on ollut erittäin suuri. Tuloksen erilaisuus eri turvelajeilla johtuu luonnollisesti turpeen erilaisesta luontaisesta ravinteisudesta ja kasvilajistosta.

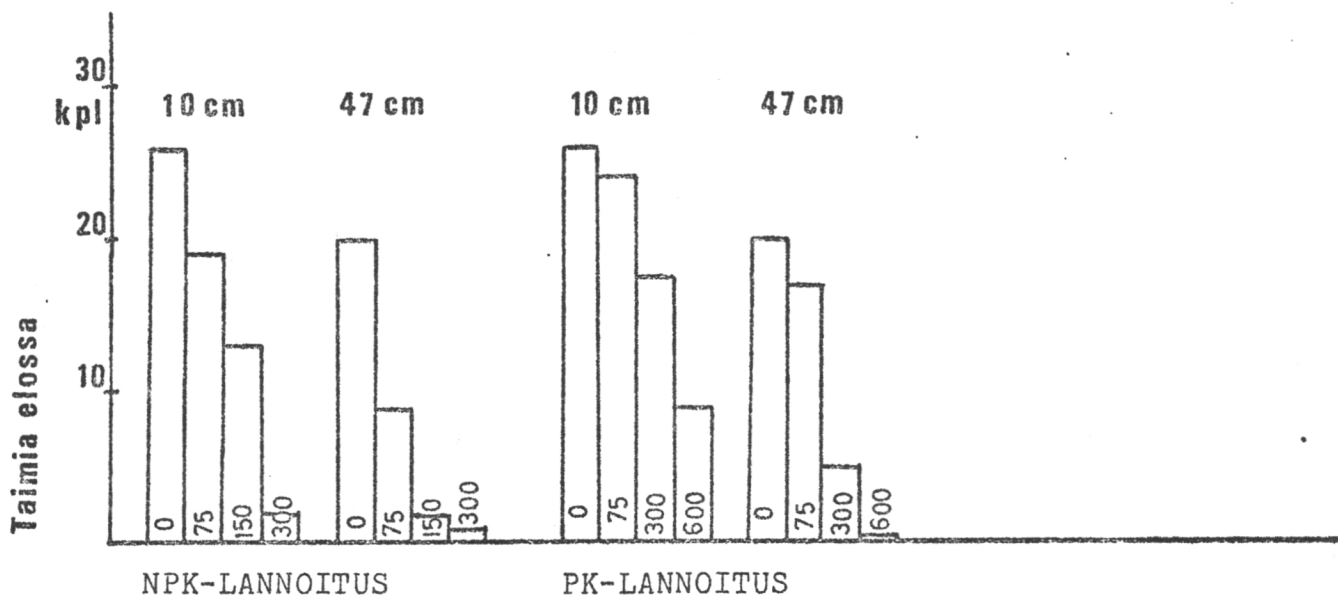
Kylvön yhteydessä pintakasvillisuuden kilpailun merkitys on erityisen tärkeätä, mutta on ilmeistä, että sillä on oma, varsin huomattava merkityksensä myös istutuksen ollessa kysymyksessä. Voimme pitää pintakasvillisuuden kurissa joko kemiallisesti tai mekaanisesti. Kemiallinen menettely ei kuitenkaan tule kysymykseen kylvön yhteydessä ainakaan kylvöä seuraavana kasvukautena. Muokkaamalla sen sijaan voimme tuhota pintakasvillisuuden varsin perusteellisesti, ja näyttää siltä, että heikosti saraisilla ja sitä karummilla suotyypeillä muokkaus vähentää pintakasvillisuuden kilpailua kolmeksi-neljäksi vuodeksi. Tällöin jo kylvötaimetkin ovat varsin kestäviä pintakasvillisuuden kilpailua vastaan. Tosin maitohorsma tulee alueelle jo jonkin verran aikaisemmin. Sitä kyetään kuitenkin rajoittamaan käyttämällä typpilannoitteita kohtuullisesti.

PÄATELMÄT

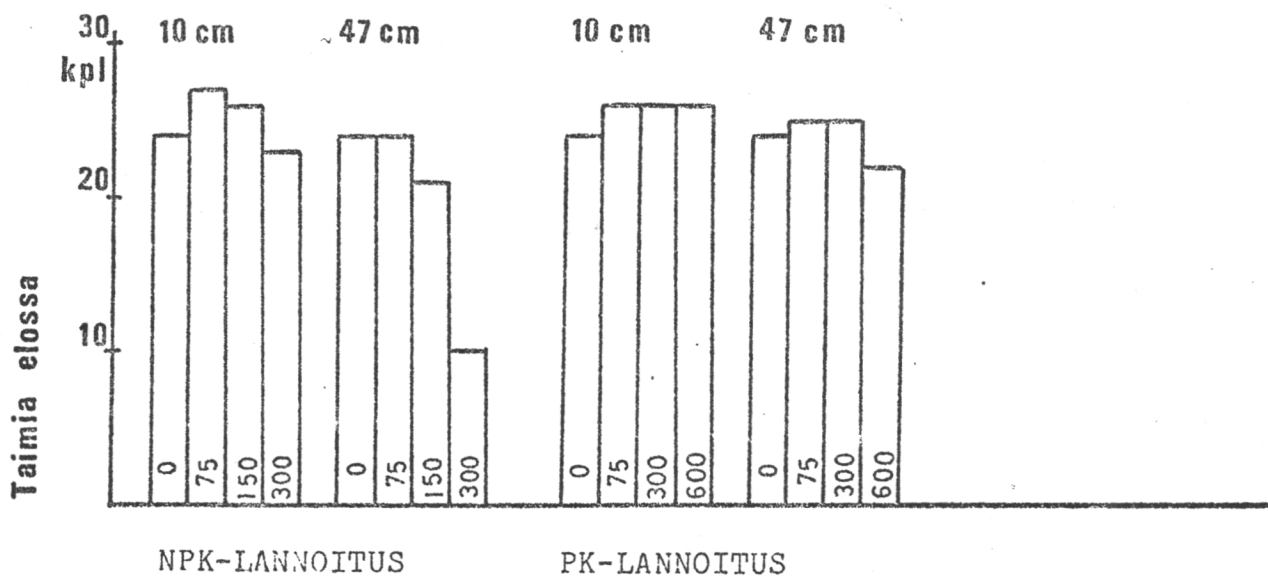
Edellä esitetyn perusteella näyttää siltä, että lannoitus ja muokkaus metsänviljelyn onnistumista edistävinä toimenpiteinä näyttävät nivoutuvan yhteen useammalla kuin yhdellä tavalla. Lannoittamalla annamme taimille niiden kasvussa tarvit-

semat ravinteet. Kaikilla muokkausmenetelmillä, aurauksella, mätästyksellä, jyrsinällä jne. edistämme sekä luontaisten että annettujen ravinteiden mobilisaatiota ja vähennämme pintakasvillisuuden kilpailua. On todennäköistä, että auraamalla ja sijoittamalla liukoiset ravinteet apteen alle voidaan pintakasvillisuuden kilpailua pitää kurissa kauemmin kuin muilla lannoitus- ja muokkausmenettelyillä. Tästä ei kuitenkaan ole olemassa kokeellista näyttöä. Muokkauslannoituksella ja ravinteiden sijoittamisella auravaotuksen yhteydessä on vielä lisäksi muita etuja. Voimme nimittäin sijoittaa annettavat ravinteet taimien juurikerrokseen ja antaa ne siinä muodossa ja niin suurina annoksina kuin taimien myöhemmän kehityksen kannalta on tarpeellista tarvitsematta ottaa huomioon voimakkaasta lannoituksesta usein seuraavaa taimikuolleisuuden lisääntymistä viljelyä välittömästi seuraavana aikana. Muokkauslannoituksella on tähän nähden vielä se etu, että sen avulla voidaan vaikuttaa siihen turvekerrokseen, jossa puuston juuristo tulee olemaan koko kiertoajan, kun taas muita muokkausmenettelyjä käytettäessä käsitelty turve jää suon pinnan tasoon tai sen yläpuolelle.

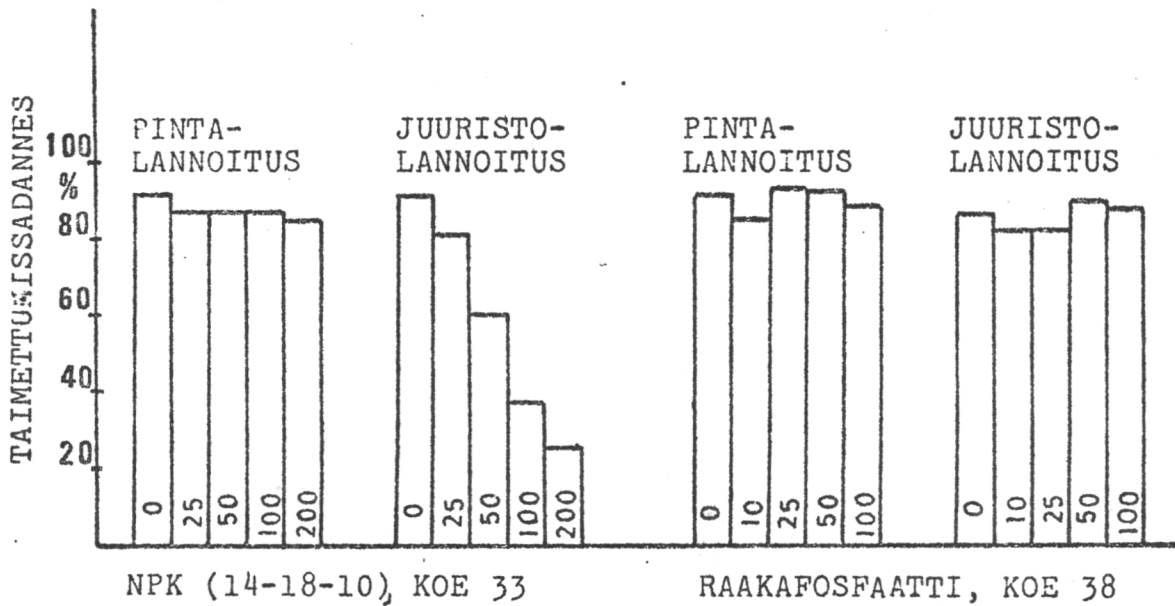
Useat metsämiehet näyttävät ajattelevan, että metsänviljelyn ongelmat suolla on aikoja sitten ratkaistu. Olen täsmälleen samaa mieltä, niin kauan kun pidämme metsänviljelyä onnistuneena, kunhan taimet elävät ja jollakin tavalla kasvavat suolla. Kaikki kasvuhan on huomattava saavutus, kun vertauskohtana on nolla. Jos sen sijaan pyrimme tehokkaaseen puuntuottamiseen turvemaidilla, jolloin jo metsikön perustamisvaiheessa yritämme turvata puuston kehityksen mahdollisimman pitkään mahdollisimman suotuisana, näen edessämme vielä pitkän työnsaran.



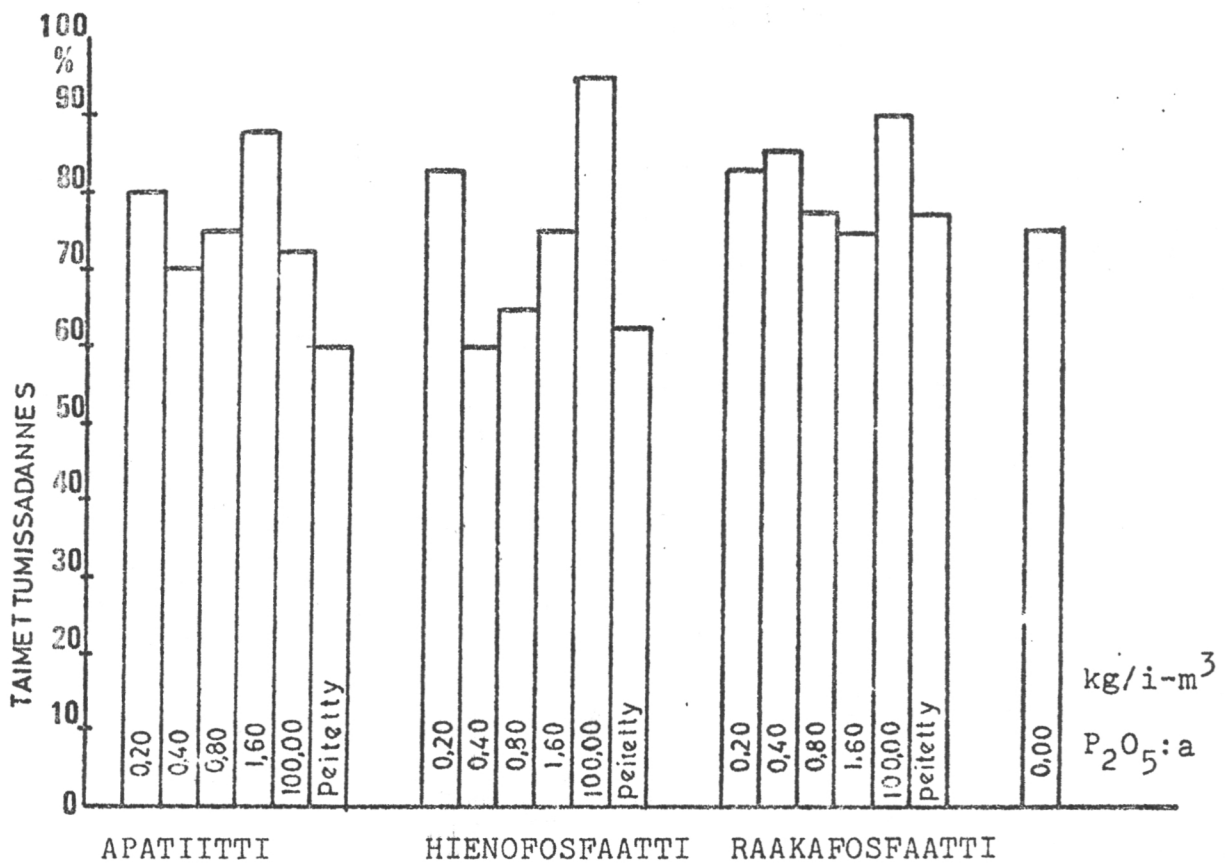
KUVA 1. NPK- JA PK-LANNOITUKSEN VAIKUTUS TAIMIEN ELOSSA PYSYMI-
SEEN MUOKKAAMATTOMASSA TURPEESSA POHJAVEDEN OLLESSA 10 JA 47 CM
SYVYYDELLÄ TURPEEN PINNASTA. MÄÄRÄT ILMOITETTU N:nä P₂O₅:na JA
K₂O:na



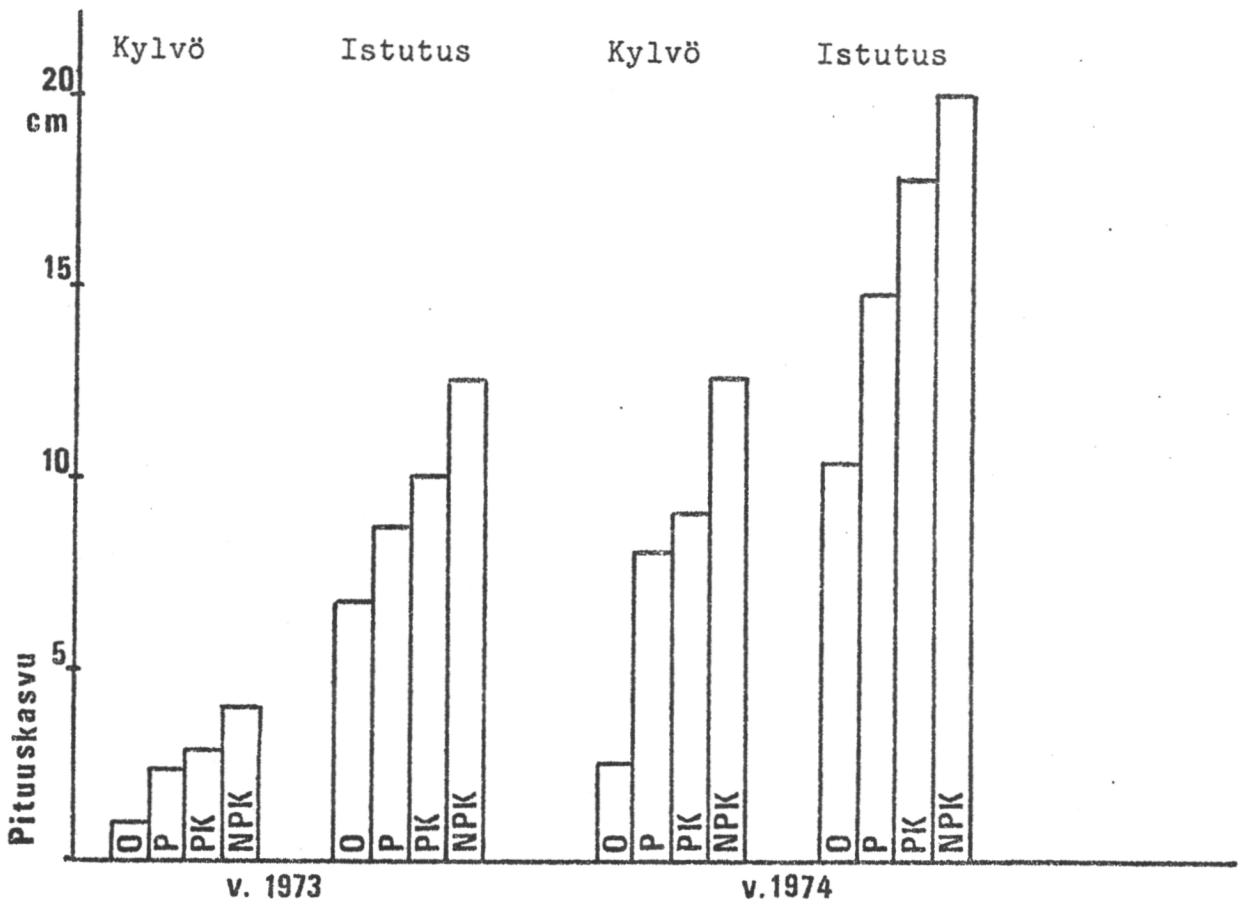
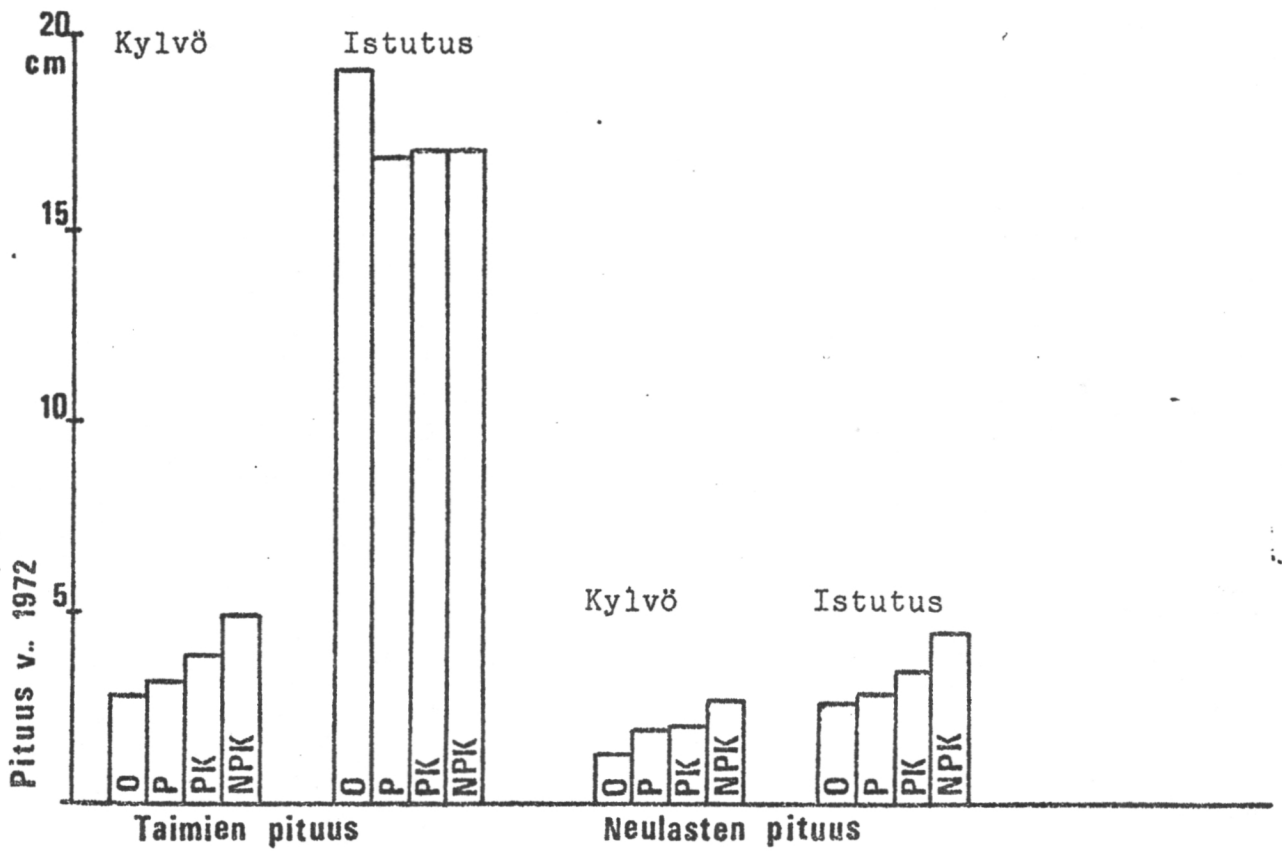
KUVA 2. NPK- JA PK-LANNOITUKSEN VAIKUTUS TAIMIEN ELOSSAPYSYMI-
SEEN MUOKKAUSLANNOITUKSEN YHTEYDESSÄ POHJAVEDEN OLLESSA 10 JA
47 CM:n SYVYYDELLÄ TURPEEN PINNASTA. MÄÄRÄT ILMOITETTU N:nä,
P₂O₅:na JA K₂O:na.



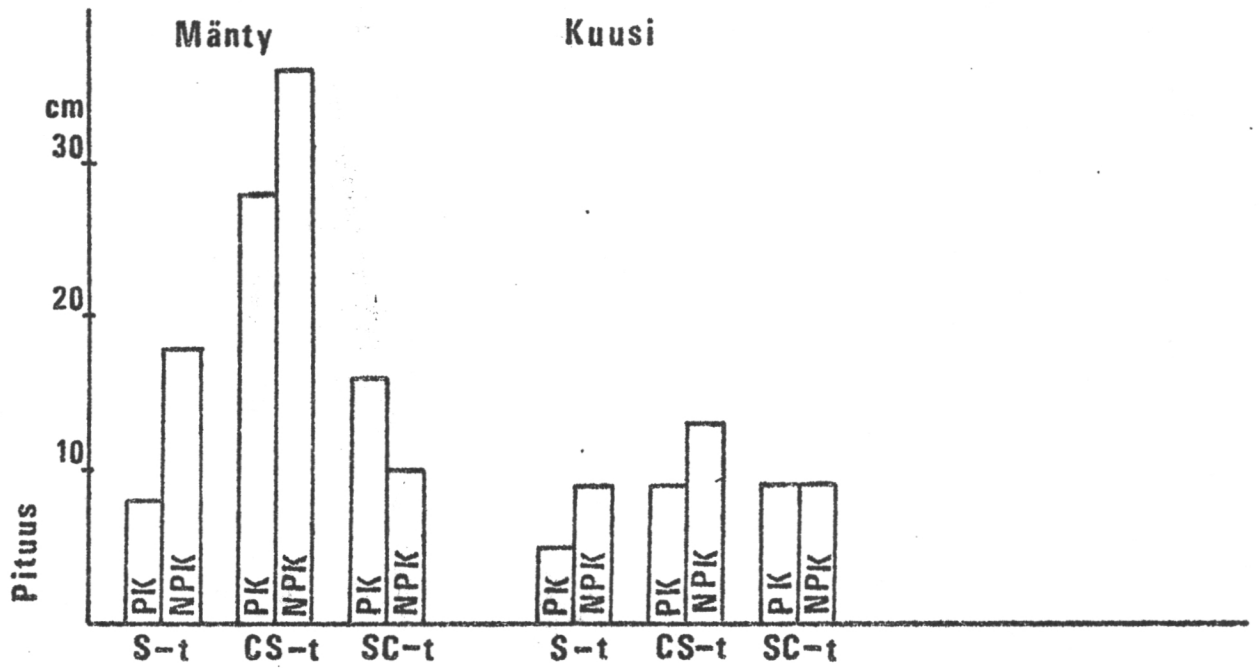
KUVA 3. TAIMIA ELOSSA NELJÄN KASVUKAUDEN KULUTTUA ERILAIS-
TEN LANNOITUSKÄSITTELYJEN YHTEYDESSÄ. ALKKIA KOKEET 33 JA
38.



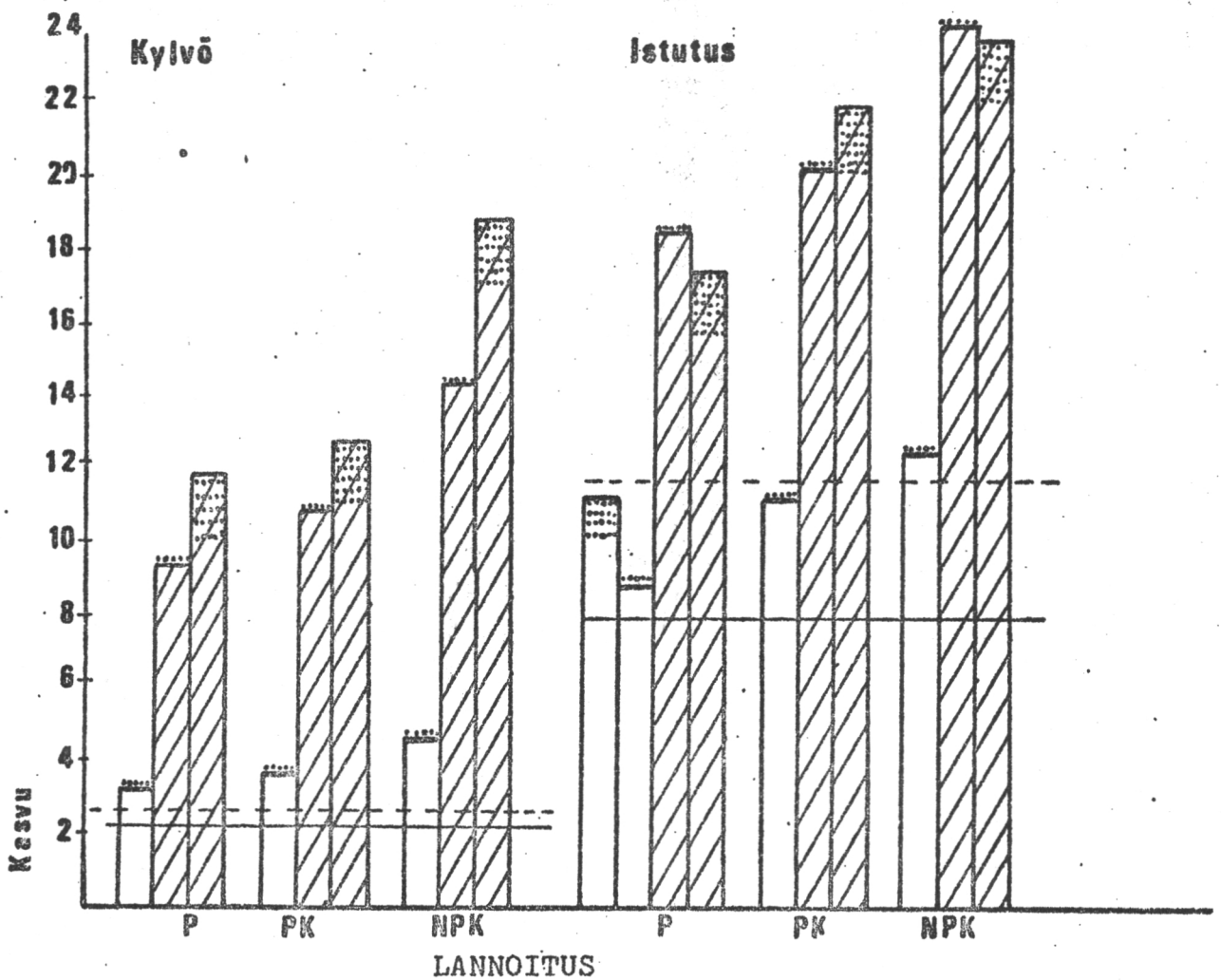
KUVA 4. MÄNNYN TAIMETTUMISSADANNES KASVUTURVEALUSTALLA
KÄYTETTÄESSÄ PERUSLANNOITUKSENA VAIHTELEVIA MÄÄRIÄ APA-
TIITTIÄ, RAAKAFOSFAATTIA JA HIENOFOSFAATTIA.



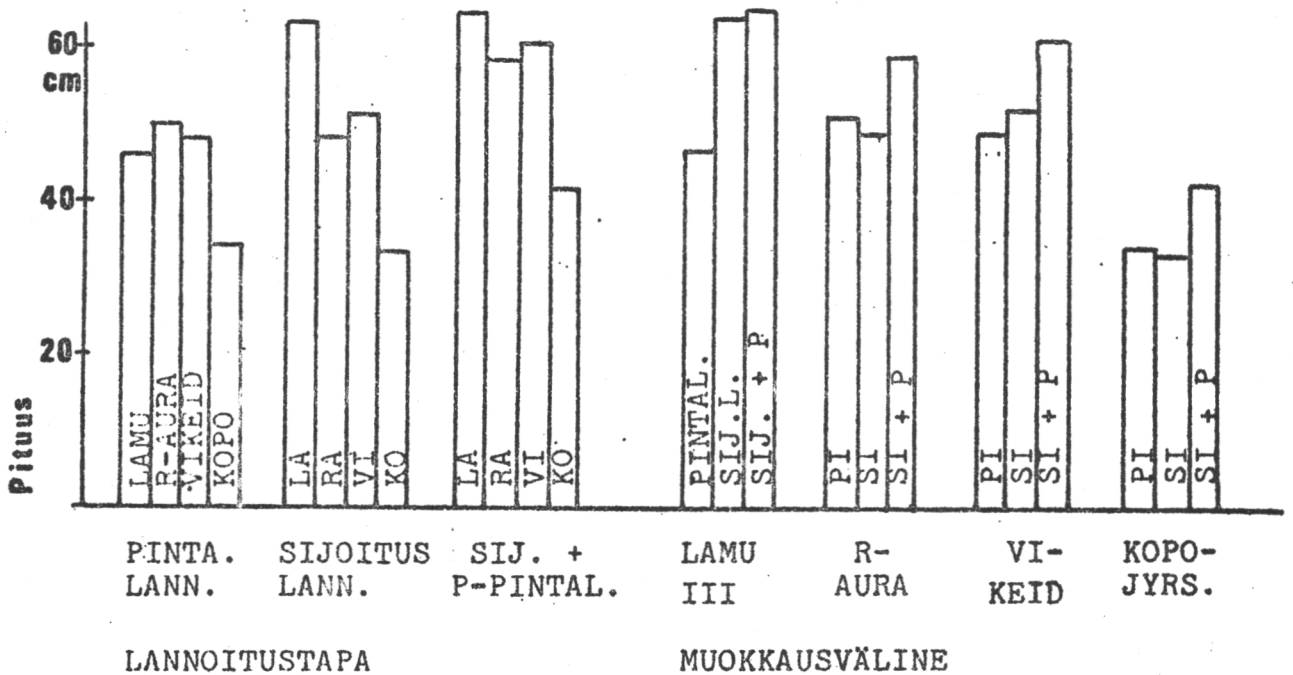
KJVA 5. KYLVÖ- JA ISTUTUSTAIMIEN KOKO PITUUS JA NEULASTEN PITUUS VILJELYVUODEN SYKSYNÄ (1972) SEKÄ TAIMIEN PITUUSKASVU VILJELYVUOTTA SEURAAVINA KASVUKAUSINA ERI LANNOITUSKÄSITTELYJEN YHTEYDESSÄ LYHYTKORTISELLA NEVALLA. ALKKIA KOE 99.



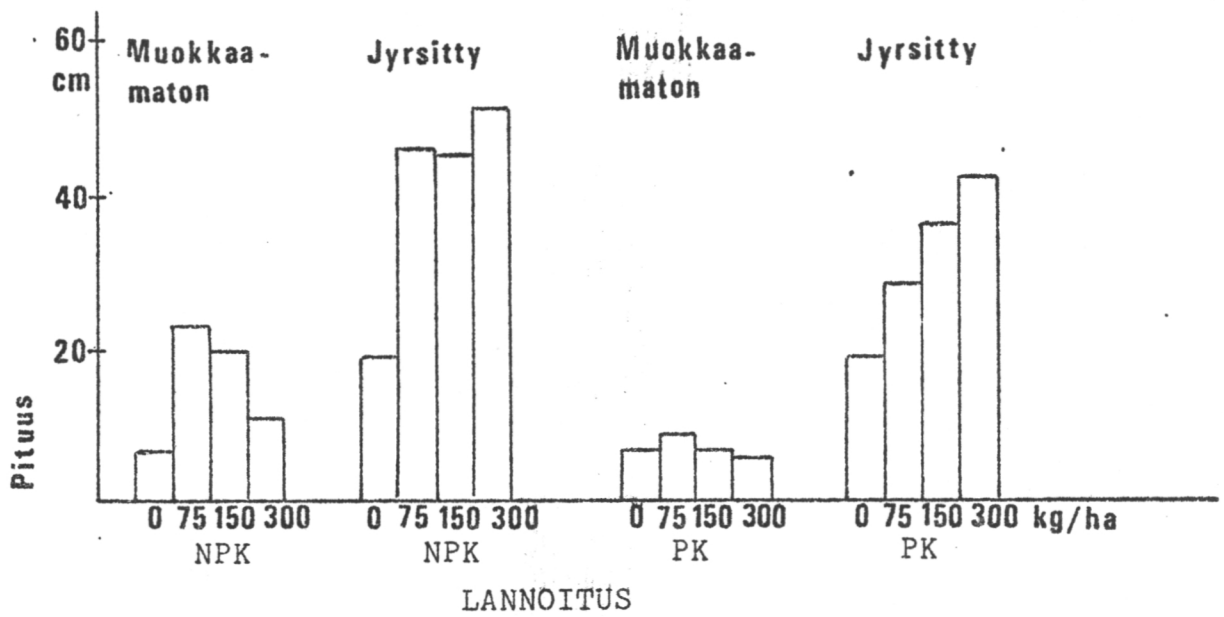
KUVA 6. MÄNNYN JA KUUSEN KYLVÖTAIMIEN PITUUS ERI TURVELAJEILLA PK JA NPK-LANNOITUKSEN YHTEYDESSÄ NELJÄN KASVUJAKSON JÄLKEEN. KASVIHUONEKOE



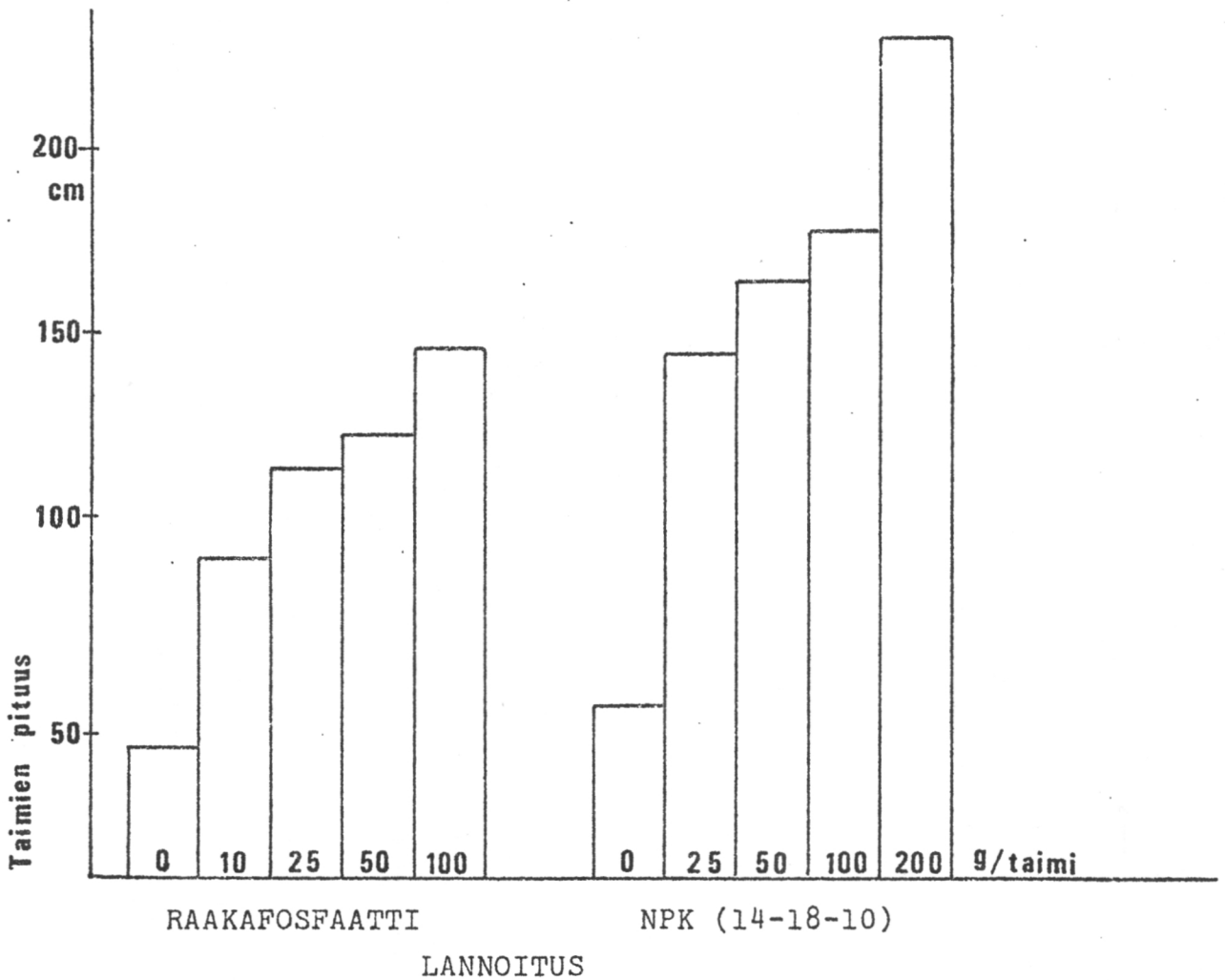
KUVA 7. MÄNNYN KYLVÖ- JA ISTUTUSTAIMIEN KASVU KOLMANTENA MAASTOKASVUKAUTENA MUOKKAUKSEN JA LANNOITTEIDEN SIOITUKSEN FUNKTIONA. ALKKIA, KOE 99. SELITYKSET: MUOKKAAMATON, PINTALANNOITETTU; MUOKKATTU, PINTALANNOITETTU; MUOKKAUSLANNOITUS; MUOKKAAMATON LANNOITTAMATON; MUOKKATTU, LANNOITTAMATON; MUOKKAAMATON, FOSFORI ISTUTUSKUOPPAAN.



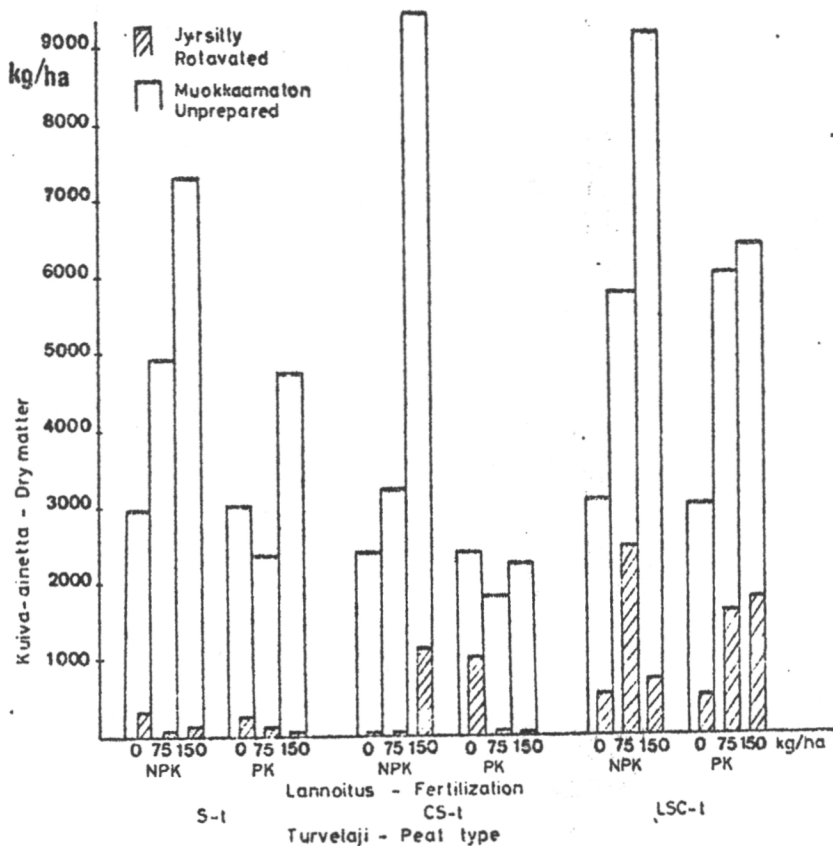
KUVA 8. MÄNNYN KYLVÖTAIMIEN PITUUS 6 V:n KULUTTUA KYLVÖSTÄ ERILAISTEN MUOKKAUS- JA LANNOITTEIDEN SIOITUSKÄSITTELYJEN YHTEYDESSÄ LYHYTKORTISELLA NEVALLA. PERUSLANNOITUS NPK (15-25-10) 15 g/jm. P-LANNOITUS 10 g/jm RAAKAFOSFAATTIA.



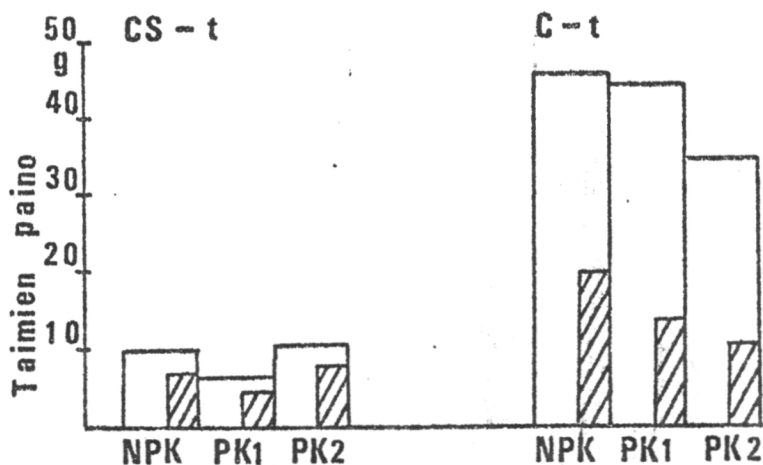
KUVA 9. MÄNNYN TAIMIEN KASVU MUOKKAAMATTOMALLA JA JYRSITYLLÄ TURPEELLA. LUVUT N:nä, P₂O₅:na JA K₂O:na. KUTAKIN YHDISTELMÄSSÄ MAINITTUA RAVINNETTÄ. KASVIHUONEKOE.



KUVA 10. MÄNNYN TAIMIEN PITUUS RAHKAISELLA LYHYTKORTISELLA NEVALLA 8 VUODEN KULUTTUA ISTUTUKSESTA, KÄYTETÄESSÄ ERI SUURIA LANNOITEMÄÄRIÄ LAIKKULANNOITUKSESSA. KOKEET 38 ja 33, ALKKIA.



Kuva 11. Jyrsinnän ja lannoituksen vaikutus pintakasvillisuuden verso-osan kuiva-ainetuotokseen



KUVA 12. MÄNNYN KYLVÖTAIMIEN PAINO KASVUALUSTALLA, JOLLA PINTAKASVILLISUUS PIDETTY KURISSA [hatched] JA KASVUALUSTALLA, JOLLA PINTAKASVILLISUUDEN ON ANNETTU VAPAASTI KASVAA [white]. KASVIHUONEKOE.

Eero Paavilainen

TAIMISTOJEN LANNOITUS NIUKKARAVINTEISILLA SOILLA

Suometsätieteellisiin tutkimuksiin perustuen on kehitetty niukkaravinteisten avosoiden metsittämiseen sopivia menetelmiä. Metsänviljelyyn liittyy ko. kasvupaikoilla aina lannoitus, sillä taimien normaali kehitys ei ole mahdollista pelkästään maan luontaisten ravinnevarojen turvin. Heikosti maatuneessa rahkaturpeessa fosforin ja kaliumin määrä on hyvin pieni ja typpeäkin saattaa olla, kuten on asianlaita esimerkiksi Metsäntutkimuslaitoksen Karvian Alkkiassa sijaitsevilla karuilla avosoilla, vähemmän kuin 1 % turpeen kuivapainosta. Ellei lannoitusta suoriteta, taimien kuolleisuus lisääntyy näissä olosuhteissa metsänviljelyn jälkeisinä vuosina ja elossa pysyvien taimien kasvu on varsin hidasta (taulukot 1, 2, kuva 1).

Lannoitus on siis välttämätön toimenpide metsityksen yhteydessä niukkaravinteisilla soilla. Taimistojen tulevaan kehitykseen voidaan vaikuttaa tässä vaiheessa valittaessa, mitä ravinteita ja kuinka paljon annetaan sekä sillä, miten lannoitus ja siihen liittyvät ojitus ja mahdollinen maanmuokkaus toteutetaan.

Vaikka nyt puheena olevilla soilla on puutetta kaikista pääravinteista, on fosfori kuitenkin tärkein ensimmäisessä lannoituksessa käytettävä ravinne. Mitattaessa Metsäntutkimuslaitoksen vuonna 1960 tupasvillanevalle Ahlasiin ja Pielavedelle perustettuja lannoituskokeita ilmeni, että typellä ja kaliumilla oli positiivinen vaikutus männyn taimien kasvuun vain yhtenä vuotena. Fosforin vaikutus jatkui sitä vastoin vielä kahdeksantena vuotena istutuksen jälkeen (PAAVILAINEN 1972).

Parkanon tutkimusaseman toimesta on perustettu mm. kokeet, joista toisessa on käytetty erisuuruisia määriä typpeä, fosforia ja kaliumia ja toisessa vain fosforia. Kummassakin kokeessa lannoite annettiin sekä maan pintaan laikkulannoituksena 0.25 m²:n alalle että sekoittaen lannoite turpeen kanssa 15 cm:n syvyyteen saakka vastaavalle pinta-alalle.

Käytettäessä NPK-pintalannoitusta taimien kasvu oli sitä parempi, mitä enemmän lannoitetta annettiin, joskaan määrien 25, 50 ja 100 g/taimi vaikutuksen välillä ei ollut suurta eroa. Suurin käyttömäärä 200 g/taimi vaikutti voimakkaimmin puiden kasvuun, mutta tämä määrä on käytännön kannalta metsitysvaiheessa liian suuri. Lannoituksen haittavaikutuksia ei todettu annettaessa ravinteet maan pintaan, mutta sekoitettaessa Y-lannos maahan taimien kuolleisuus lisääntyi (taulukko 1, kuva 1).

Pelkkä raakafosfaattilannoitus vaikutti myös edullisesti männyn taimien alkukehitykseen. Taimien kasvu oli sitä parempi mitä enemmän raakafosfaattia käytettiin. Kuitenkin pienin käyttömäärä 10 g/taimi antoi selvästi muita lannoitemääriä heikomman tuloksen. Raakafosfaatti ei aiheuttanut, päin vastoin kuin Y-lannos, maahan sekoitettunakaan taimien kuolleisuuden kasvua (taulukko 2, kuva 1).

Edellä mainittujen koetulosten mukaan pelkällä fosforilannoituksella voidaan varmistaa männyntaimien alkukehitys vähä-ravinteisilla soilla, ja typen käyttö fosforin lisäksi nopeuttaa jonkin verran taimien kasvua. Kaliumin käytöllä on myös oma positiivinen vaikutuksensa etenkin taimistotuhojen ennakoita ehkäisyn kannalta. Käytännön toimintaa ajatellen näyttää fosforimäärä 4-7 g P/taimi laikkulannoituksessa riittävältä eli siis esimerkiksi 25-50 g raaka- tai hienofosfaattia tainta kohden 0.25 m^2 :n alalle taimen ympärille.

Eräiden mm. Kivisuon metsänlannoituskoekentällä tehtyjen mittausten mukaan hajalannoitus vaikuttaa jonkin verran tehokkaammin istutettujen taimien kasvuun kuin laikkulannoitus käytettäessä pinta-alayksikköä kohden samaa määrää eri ravinteita (kuva 2). Kuitenkin myös päinvastaisia tuloksia on saatu korkeista, mm. Parkanon tutkimusaseman alueella (kuva 3). Kustannustekijät huomioon ottaen lienee sdullisinta käyttää istutuksen yhteydessä laikku- tai rivilannoitusta ja antaa ravinteet hajalevityksenä vasta uusintalannoituksessa. Sopivin uusintalannoituksen ajankohta näyttää olevan 5-10 vuotta ensimmäisen lannoituksen jälkeen.

Lannoitukseen liittyvistä toimenpiteistä tehokkaalla ojituksella ja maanmuokkauksella voidaan nopeuttaa huomattavasti taimistojen kehitystä. Lannoitus antaakin täyden hyödyn vain silloin, kun maa on saatettu ojituksen ja maanmuokkauksen avulla hyvään kasvukuntoon. Tulokset eri muokkausmenetelmien käytöstä vaihtelevat. Hyvin lupaavalta näyttää menetelmä, jossa lannoitus on yhdistetty jyrsintämuokkaukseen (KAUNISTO 1972, 1975).

Harkittaessa, miten uusintalannoitus suoritetaan, on erityistä huomiota kiinnitettävä eri ravinteiden välisiin suhteisiin. Ravinnesuhteiden tärkeä merkitys ilmenee jo puuntaimien kehityksen alkuvaiheessa kuten mm. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston suorittamissa laboratoriokekeissa on todettu (PAAVILAINEN & NORLAMO 1975). Typpi vaikuttaa erityisesti puiden maanpäällisten osien, fosfori taas juurten kasvuun (taulukko 3). Puiden tasapainoisen kehityksen kannalta tulisi näitä kumpaakin ravinnetta olla taimien käytettävissä riittävä määrä ja oikeassa suhteessa.

Valaisevan esimerkin ravinnesuhteiden merkitystä antavat aikaisemmin puheena olleiden Parkanon tutkimusaseman kenttäkokeiden tulokset. Nämä vuosina 1966 ja 1967 perustetut kokeet on lannoitettu vuosina 1973 antamalla koeruutujen toiseen puolikkaaseen 400 kg ousalsalpietaria eli 100 kg N/ha. Verrattaessa puiden kasvua seuraavana vuonna lannoitetuissa ja lannoittamattomissa koeruudun osissa todetaan typpi-jatkolannoituksen vähentäneen kasvua kaikilla NPK-lannoitetuilla ja myös osalla fosforilla lannoitetuista ruuduista (taulukko 4). Näin on tapahtunut siitäkkin huolimatta, että kysymyksessä on hyvin typpiköyhä kasvualusta.

Analyysitulokset osoittavat, että lannoittamattomien ja niukasti fosforia saaneiden taimien neulasten typpipitoisuus oli ko. kokeissa varsin korkea ja fosforipitoisuus taas alhainen. Lannoituksessa annetun fosforimäärän kasvaessa neulasten fosforipitoisuus lisääntyi, typpipitoisuus aleni ja N -suhde samoin pieneni (taulukko 5). Tutkittaessa, mitä neulasten ravinnepitoisuutta koskevat tunnuksat selvittävät parhaiten lannoituksen aiheuttamaa kasvureaktiota, saatiin tulokseksi, että tärkein tekijä oli neulasten sisältämän typen ja fosforin välinen suhde. Lasketun yhtälön mukaan typpilannoitus

vaikutti positiivisesti taimien kasvuun silloin, kun N/P -suhte oli pienempi kuin 11 ja muussa tapauksessa negatiivisesti. Typpijatkolannoituksen aiheuttama neulasten typpipitoisuuden lisäys oli samoin riippuvainen neulasten alkuperäisestä N- ja P-pitoisuudesta sekä niiden välisestä suhteesta (kuva 4). Puuston kasvunlisäyksen ja neulasten N-pitoisuuden lisäyksen välinen korrelaatio oli kuitenkin hyvin heikko ($r = 0.078$).

Typpilannoitus ei siis paranna taimien kasvua, ellei fosforia ole riittävästi kasvualustassa. Niukkaravinteisilla soilla kasvavien taimistojen uusintalannoituksessa on tämän mukaan varmintä käyttää NPK-lannoitusta, eikä yksipuolisesti vain typpeä. NPK:n parempi vaikutus typpilannoitukseen verrattuna on ilmennyt mm. Parkanon tutkimusaseman perustamissa sekä eräissä muissakin kenttäkokeissa (kuva 5).

Tällä hetkellä lähdetään käytännön toiminnassa tavallisesti siitä, että ojitetulle ja yleensä myös viljelyä varten vaotetulle tai muulla tavoin muokatulle alueelle istutetaan tai kylvetään männyn taimia, joille annetaan laikkulannoitus ja noin viiden vuoden kuluttua hajalannoitus. Taimiston kehityksen alkuvaiheessa voidaan päästä hyvinkin sellaiseen tulokseen kuin n. 100 ha:n laajuisella tupasvillanevalle perustetulla koekentällä Alkkiassa (taulukko 6). Parhaissa käsittelyyksiköissä taimien kasvu oli 11 vuoden aikana parempi kuin HUURIn (julkaisematon aineisto) kokeissa mustikkatyypin kankaalle istutetuilla taimilla Etelä-Suomessa. Heikoimmissa yksiköissä taimet taas kasvoivat hitaammin kuin kanervatyypin kankaalle istutetut taimet. Keskimäärin lannoitetun männyn taimiston kasvu oli tässä vaiheessa tupasvillanevalla parempi kuin istutustaimiston kasvu kanervatyypin kankaalla, mutta jonkin verran heikompi kuin puolukkatyypin kankaalla.

Hyvin todennäköisesti lannoitus joudutaan em. kokeessa vielä uusimaan ennen kuin perustetusta metsiköstä saadaan hakkuutuloja. Edelleen on olemassa vaara, että keinollisesti lisätyjen ravinteiden varassa kasvavaan taimistoon tulee odottamattomia tuhoja. Täytyy näin ollen vain todeta, että on ilmeisesti taloudellisesti edullisempi ja vähemmän riskialttiita metsänparannustoiminnan työmuotoja kuin niukkaravinteisten avosoiden metsittäminen. Toisaalta on syytä vielä toistaa,

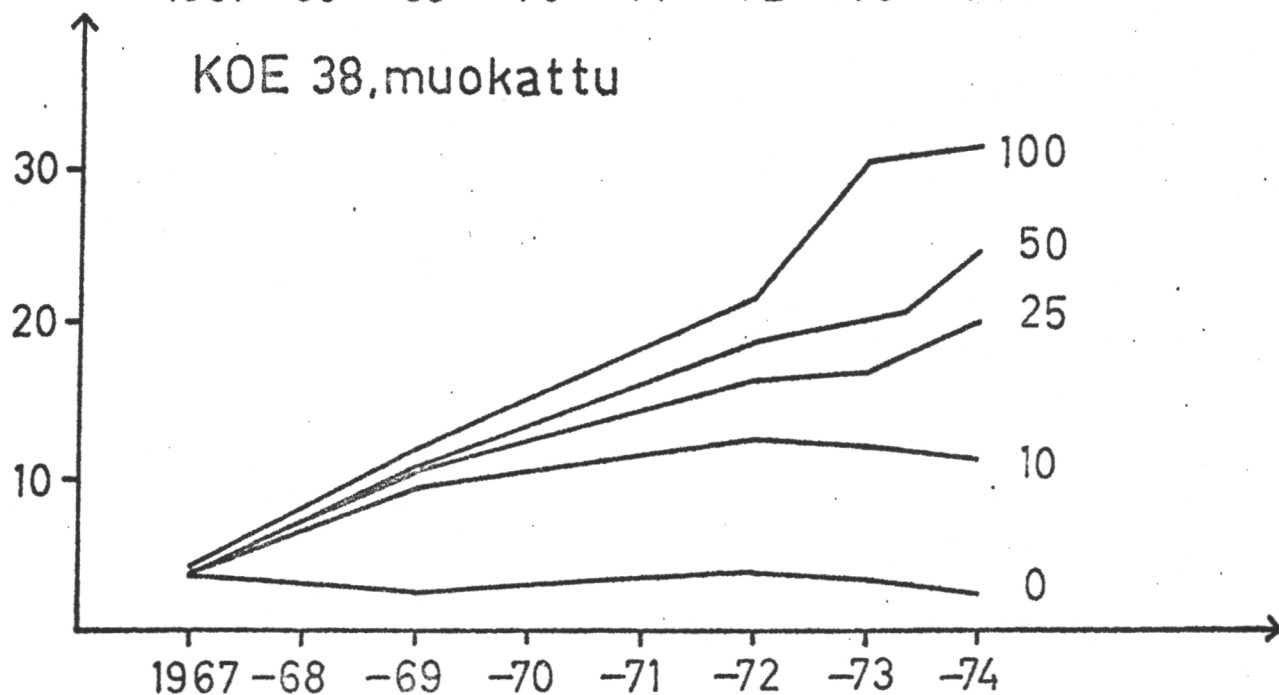
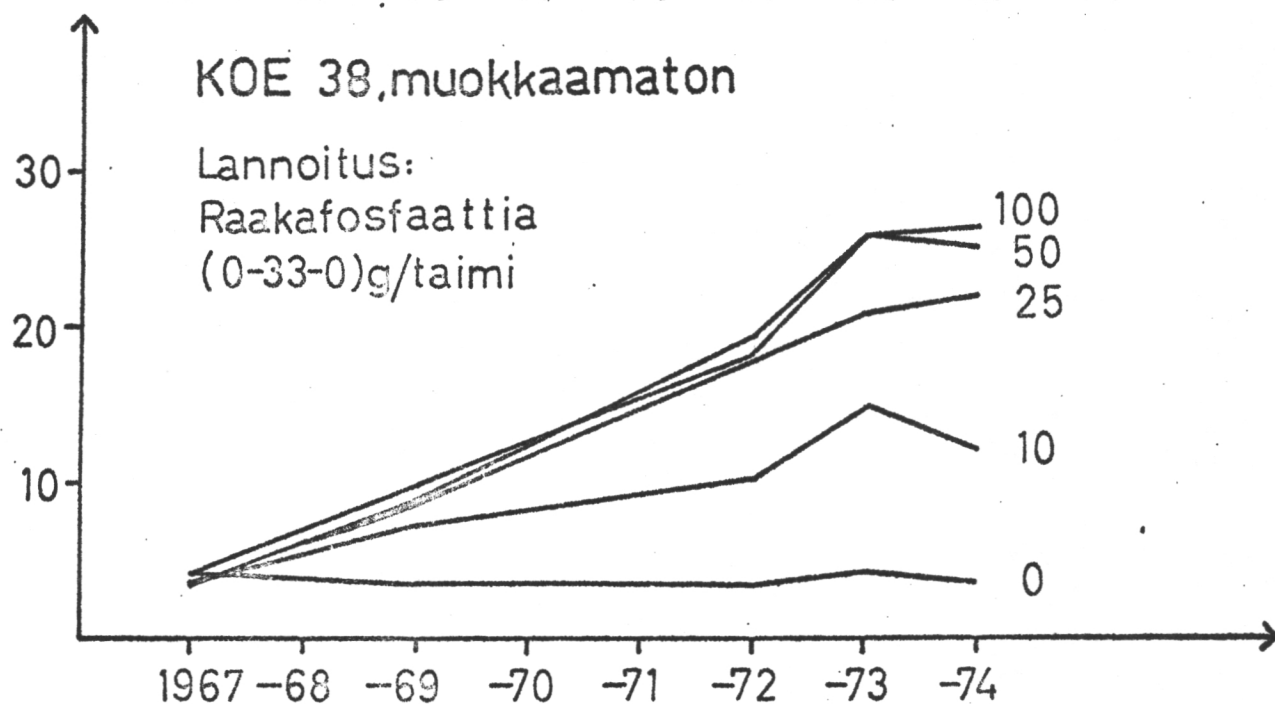
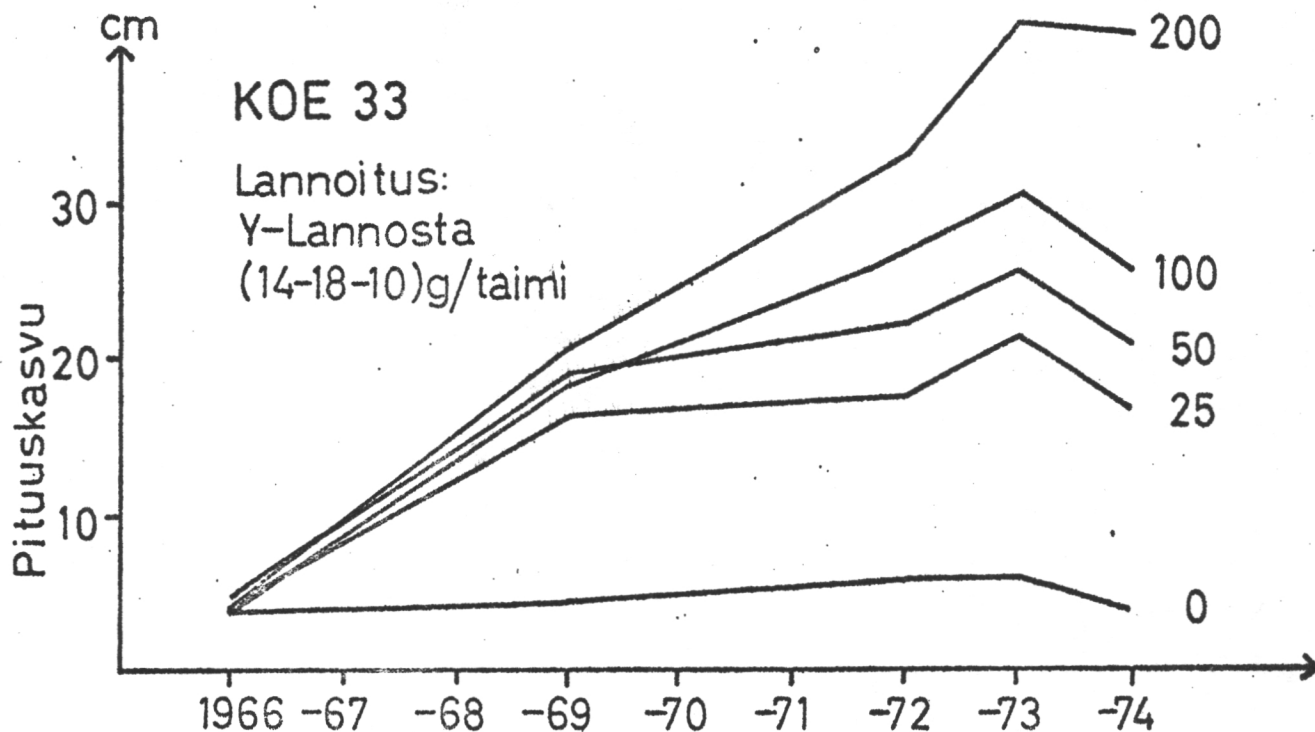
että ravinneköyhätkin turvemaiden kasvupaikat voidaan muuttaa lannoituksen, ojituksen ja muokkauksen avulla tuottaviksi metsämaiksi, mikäli niin halutaan.

Niukkaravinteisella suolla alunperin kasvavan taimiston lannoittamiseen ei liity yhtä runsaasti huomioon otettavia tekijöitä kuin vastaavan ravinteisuusluokan avosuon metsittämiseen. Luonnontaimistoissa on yleensä syytä käyttää heti hajalannoitusta ja antaa siinä kaikkia pääravinteita. Tavallinen PK:n (0-19-19) käyttömäärä on 400-600 kg/ha, minkä lisäksi annetaan ureaa 200-250 kg/ha tai oulunsalpietaria 300-400 kg/ha. Lannoitus on suositeltavaa erityisesti siinä tapauksessa, että muuten kasvatuskelpoinen taimisto kituu ravinteiden puutteen takia saavuttamatta ainespuun mittoja. Uusintalannoituksen tarvetta arvioitaessa joudutaan analysoimaan, onko eri ravinteita riittävästi kasvualustassa sekä onko niiden välinen suhde oikea. Taimistojen kasvua ja ravinnepuutosoireiden ilmenemistä on siis tarkkailtava. Neulasanalyysia voidaan myös käyttää apuna puuston lannoitustarpeen määrittämisessä.

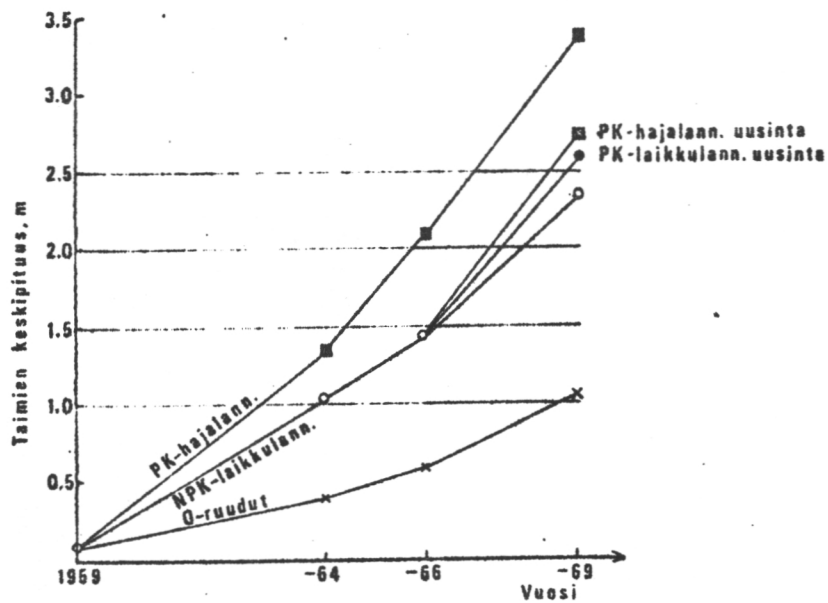
Edellä on tarkasteltu eräitä niukkaravinteisilla soilla kasvavien taimistojen lannoitukseen liittyviä näkökohtia Metsäntutkimuslaitoksen kokeista saatujen tulosten perusteella. Koetoiminta on vielä niin nuorta, ettei koko kiertoaikaa koskevia johtopäätöksiä voida tehdä. Tämän vuoksi ollaan mm. taimistolannoituksen taloudellisen edullisuuden osalta paljolti olettamusten varassa.

KIRJALLISUUSVIITTEET

- KAUNISTO, S. 1972. Effect of soil preparation and fertilization on the growth of young pine plantations on peat. Proc. 4th Intern. Peat Congr. Otaniemi, Finland, 1972.
- KAUNISTO, S. 1975. Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Folia For. 235.
- PPAVILAINEN, E. 1972. Reaction of Scots pine on various nitrogen fertilizers on drained peatlands. Metsäntutkimusl. julk. 77.3
- PPAVILAINEN, E. & NORLAMO, M. 1975. Effect of various nitrogen fertilizers on the initial development of birch, spruce and pine. Metsäntutkimusl. julk. 86.2.

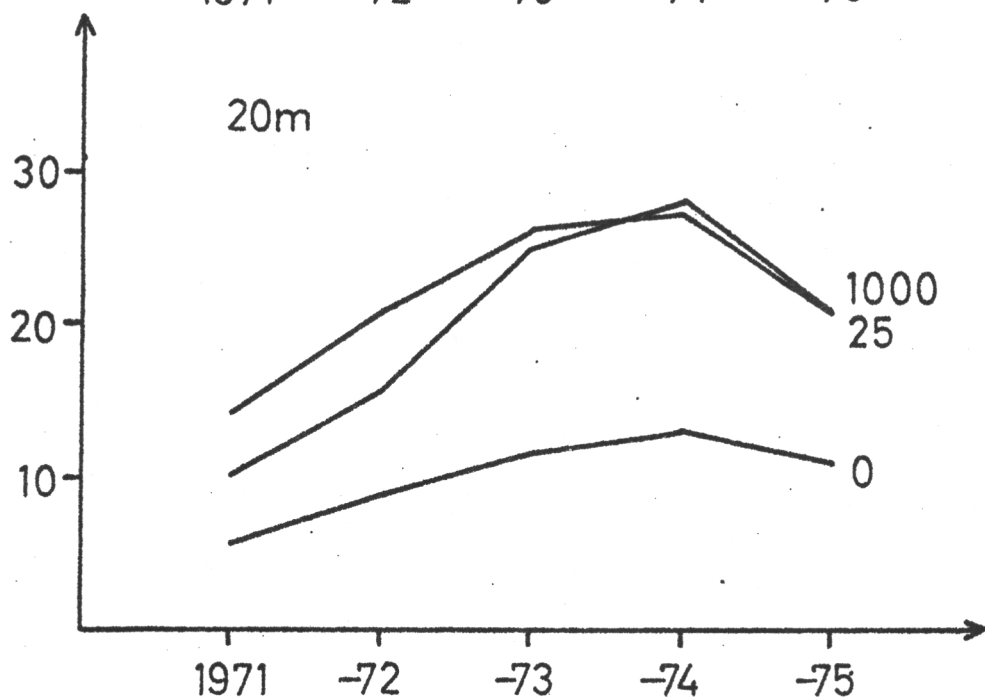
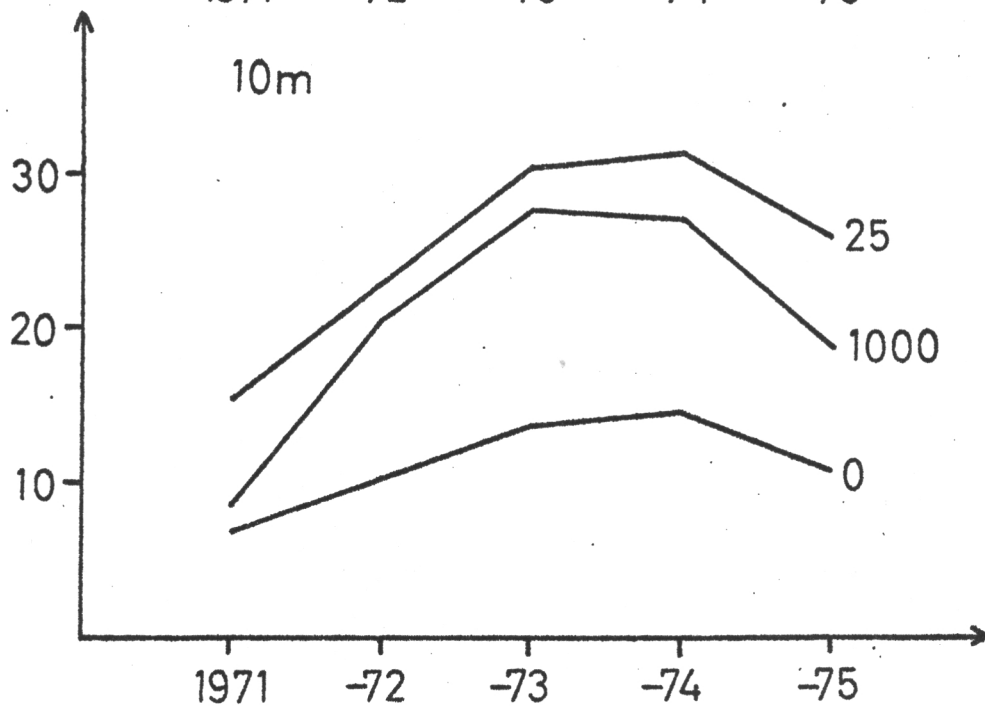
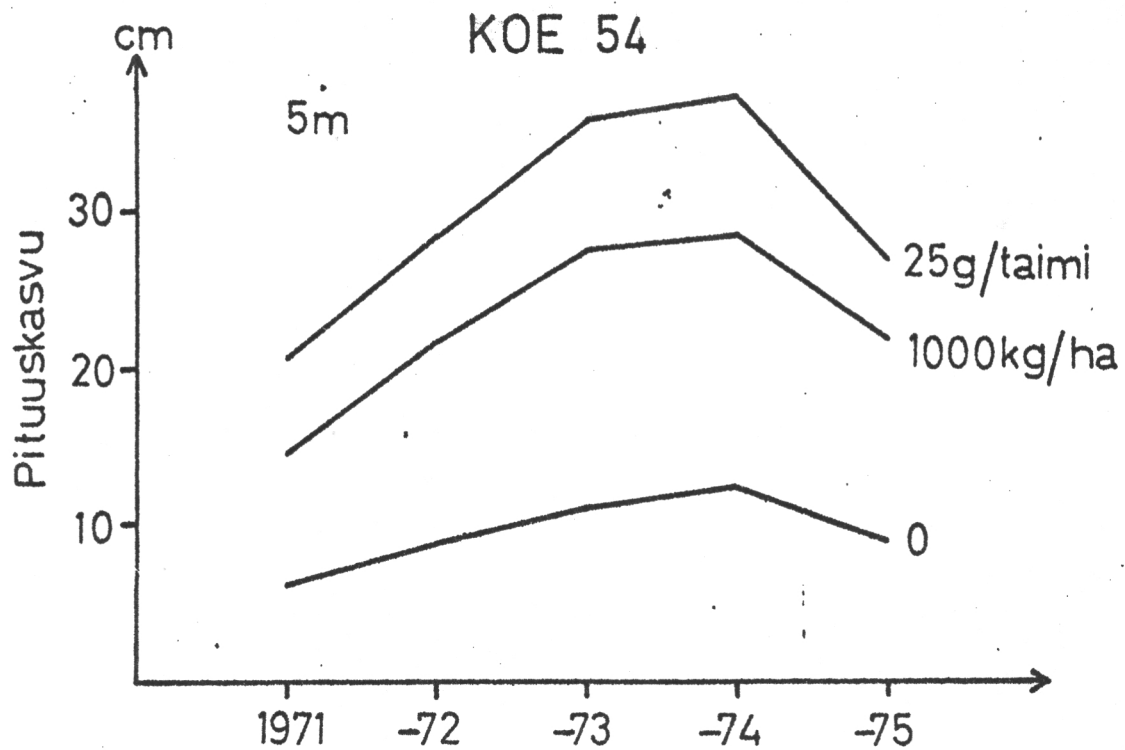


Kuva 1. Männyntaimion kasvu Parkanon tutkimusaseman kokeissa 33 ja 38

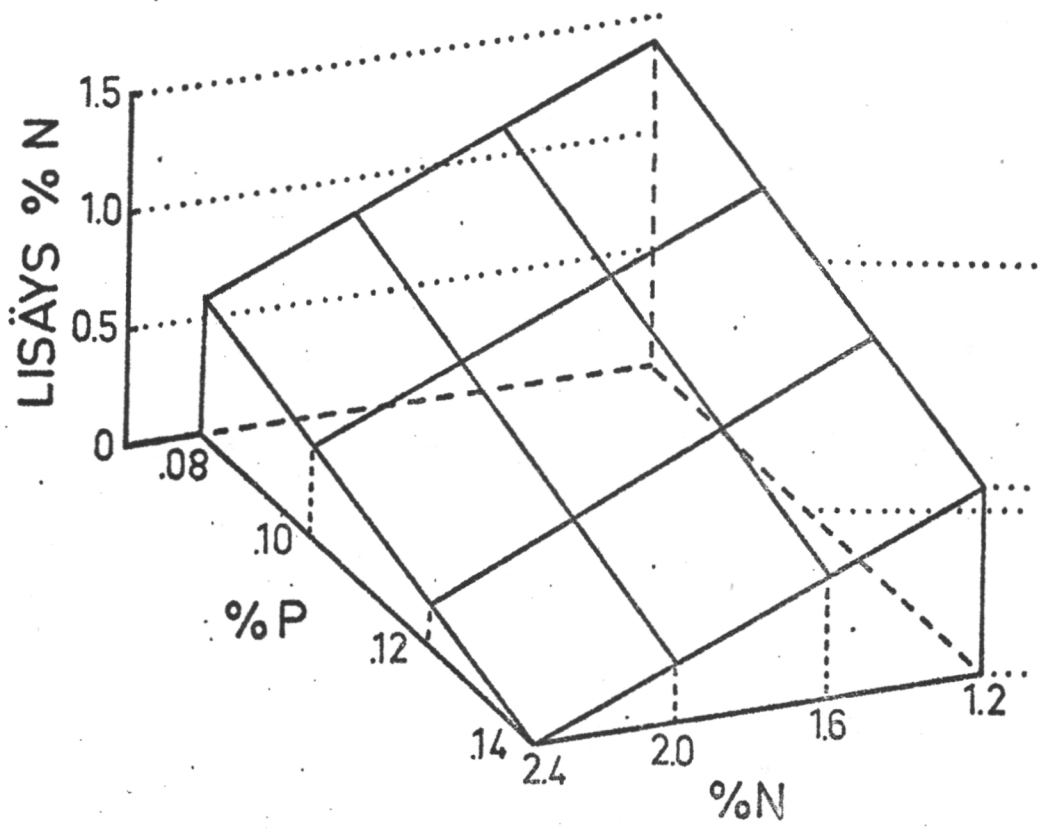


Kuva 2. Taimiston keskipituuden kehitys istutuksen yhteydessä PK-hajalannoituilla ja NPK-laikkulannoitetuilla sekä viime mainittujen uusitalannoitetuilla ruuduilla.

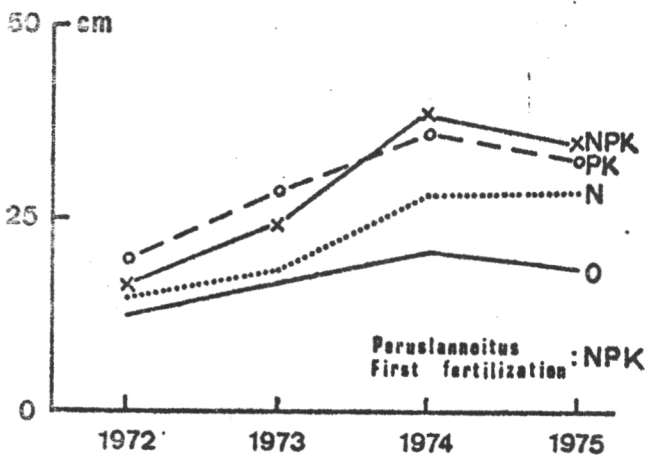
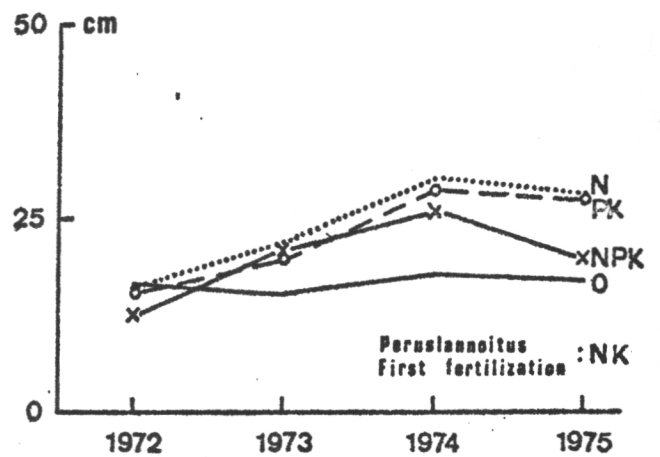
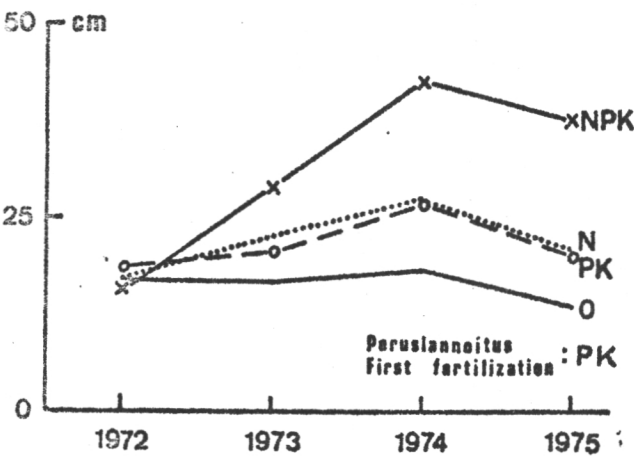
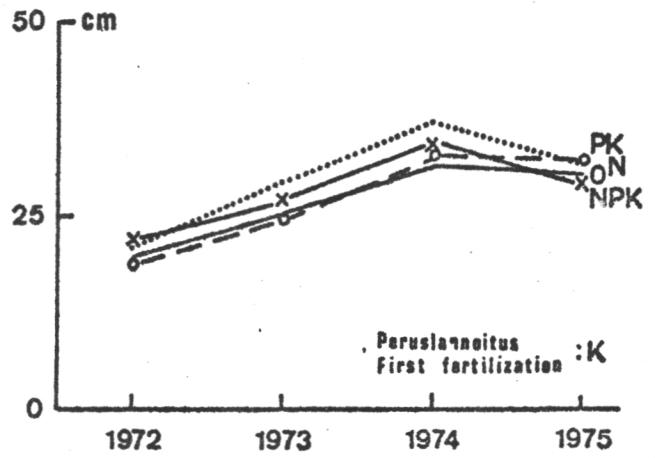
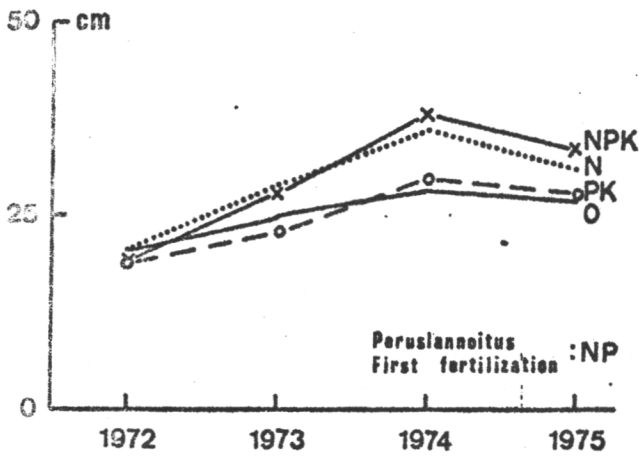
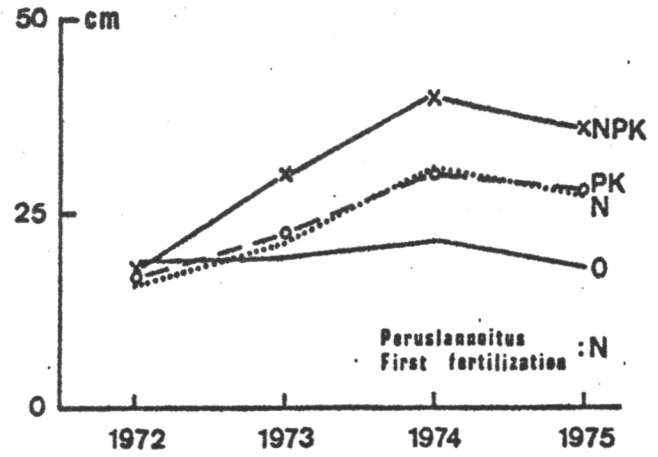
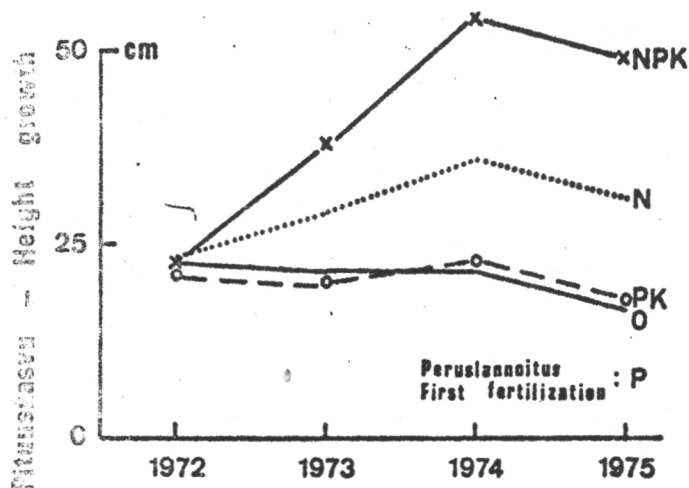
(Huikari-Faarlahti: Kivisuon metsäniannoitus-
kokeet. Kenttöopas. 1973).



Kuva 3. Männyntaimien kasvu Parkanon tutkimusaseman kokeessa 54.



Kuva 4. Typpijatkolannoituksen aiheuttaman neulasten N-pitoisuuden lisäyksen riippuvuus neulasten alkuperäisestä N- ja P-pitoisuudesta. Parkanon tutkimusase-
ma. Kokeet 33 ja 38.



Kuva 5. Jatkolannoituksen aiheuttama kasvureaktio Kettulan tutkimusalueella (PAAVILAINEN, julkaisematon aineisto).

Taulukko 1.

Parkanon tutkimusasema.

KOE N:o 33 (1966). Männyntaimien elossa pysyminen ja kasvu.

Lannoitteen ¹⁾ määrä g/taimi	Lannoite levitetty suonpintaan 0.25 m ² alalle		Lannoite sekoitettu juurikerroksien 0.25 m ² in alalle 15 cm:n syvyyteen	
	Taimia elossa, % vuonna			
	1966	1974	1966	1974
0	95.0	70.0	97.7	76.7
25	94.0	83.4	85.7	78.4
50	94.3	91.7	80.7	59.3
100	95.3	76.7	56.3	35.0
200	97.0	80.0	42.7	23.4
	Koko pi- tuus	Pituus- kasvu	Koko pi- tuus	Pituus- kasvu
	1974	1974	1974	1974
0	46.6	3.8	55.3	2.9
25	144.4	16.5	145.3	17.0
50	164.5	20.7	146.0	17.3
100	176.8	25.5	165.5	28.0
200	229.6	40.6	142.3	25.7

1) Metsän Y-lannosta suomaille (14-18-10)

Taulukko 2.

Parkanon tutkimusasema.

KOE N:o 38 (1967). Männyntaimien elossa pysyminen ja kasvu.

Lannoitteen ¹⁾ määrä g/taimi	Lannoite levitetty, maanpintaan 0.25 m ² :n alalle		Lannoite muokattu juu- rikerrokseen 0.25 m ² :n alalle 15 cm:n syvyyteen	
	Taimia elossa, % vuonna			
	1967	1974	1967	1974
0	95.7	75.0	97.7	63.4
10	98.0	78.4	96.0	71.7
25	96.3	88.4	97.7	85.0
50	97.3	86.7	98.0	75.0
100	97.0	97.0	95.3	85.0
	Koko pi- tuus	Pituus- kasvu	Koko pi- tuus	Pituus- kasvu
	1974	1974	1974	1974
0	36.7	3.6	32.8	2.4
10	76.4	12.0	88.0	11.2
25	115.1	22.2	112.6	20.1
50	124.0	25.1	123.9	24.7
100	128.6	26.4	145.7	31.4

1) Raakafosfaattia (0-33-0)

Table 11. Dependence of some shoot and root characteristics of pine on the nutrient content and numbers of bacteria in the peat according to step-wise regression analysis.
 Taulukko 11. Männyn versosta ja juuristosta mitattujen tunnusien riippuvuus turpeen ravinteisuudesta ja bakteerien määrästä uskeltaran regressioanalyysin mukaan.

Dependent factor Säätökätkä tekijä	Step — Askel																	
	I	II	III	IV	V	VI												
	Factor Tekijä	100-R ² %	F _{1,10}	Factor Tekijä	100-R ² %	F _{1,11}	Factor Tekijä	100-R ² %	F _{1,12}	Factor Tekijä	100-R ² %	F _{1,13}						
Shoot length — Varren pituus	NH ⁴ -N	54.7	12.98	NO ² -N	67.6	3.57	Ca	69.4	.47	K	71.5	.50	P	72.2	.16	Bact.	72.6	.06
Length of leaves — Lehtien pituus	NH ⁴ -N	61.5	15.37	NO ² -N	77.0	6.05	Bact.	82.8	2.73	P	85.0	1.03	K	85.5	.17	Ca	86.4	.33
Dry weight of needles, mg/seedling — Neulaisten kuivapaino, mg/taimi	NH ⁴ -N	58.6	14.13	NO ² -N	75.3	6.09	Bact.	81.1	2.43	P	83.8	1.21	Ca	84.4	.31	K	85.5	.39
Total chlorophyll content, mg/g fresh weight — Kokonaisklorofyllin, mg/g tuorepainosta	NH ⁴ -N	47.1	8.92	NO ² -N	58.5	2.46	K	62.5	.85	Ca	69.2	1.53	P	70.0	.15	Bact.	70.2	.03
Total chlorophyll content, mg/seedling — Kokonaisklorofyllin, mg/taimi	NH ⁴ -N	48.6	9.45	NO ² -N	68.0	5.44	Bact.	71.8	1.09	Ca	73.1	.34	K	78.5	1.48	P	78.6	.03
Dry weight of roots, mg/seedling — Juurien kuivapaino, mg/taimi	P	53.8	11.66	NH ⁴ -N	57.3	.72	Bact.	63.4	1.33	NO ² -N	66.5	.65	Ca	67.9	.25	K	68.2	.05
Length of roots, cm/taimi	P	53.6	11.56	Bact.	58.9	1.14	NO ² -N	62.5	.70	NH ⁴ -N	64.6	.42	Ca	65.1	.08	K	66.1	.14
Short roots, number/dm of root — Lyhytjuuria, kpl/juuri-dm	Ca	26.0	3.51	NH ⁴ -N	31.3	.69	NO ² -N	33.4	.25	K	35.2	.19	Bact.	37.8	.24	P	37.9	.01
Mycorrhizae, number/dm of root — Mykorrhiza, kpl/juuri-dm	K	23.1	3.01	NH ⁴ -N	32.7	1.27	Bact.	50.5	2.87	P	53.8	.50	Ca	54.0	.02	NO ² -N	54.0	.0

Taulukko 3. Taimien maanpäällisten osien ja juuriston kehityksen riippuvuus eri tekijöistä PAAVILAINEN & NORLAMON (1975) mukaan.

Taulukko 4.

Parkanon tutkimusasema

JATKOLANNOITUKSEN (100 kg N/ha) VAIKUTUS TAIMIEN KASVUUN. KASVUN-
LISÄYS TAI VÄHENNYS (cm/v)

Koe 33 Y-lannosta (14-18-10) g/taimi	TOISTO			x
25	-7.3	-8.6	-13.2	-9.7
50	-12.2	-1.9	-9.1	-7.7
100	-0.7	-13.0	-11.1	-8.3
200	-9.1	-2.2	-10.3	-7.2
Raakafosfaat- tia, g/taimi Muokkaamaton, Koe 38				
10	-6.9	3.7	-0.7	-1.3
25	1.2	-4.1	3.2	1.0
50	2.1	4.7	-3.7	1.0
100	-3.8	-6.0	5.5	-1.4
Muokattu, Koe 38				
10	-8.3	-0.8	-4.1	-4.4
25	4.0	0.1	1.2	1.8
50	7.9	1.7	-5.1	1.5
100	4.3	2.5	-2.2	1.5

Taulukko 5.

Parkanon tutkimusasema.

Lannoitus, g/taimi				Neulasten pitoisuudet v. 1974			
Muokkaamaton, koe 33 (1966)							
N	P	K	N%	P mg/g	K mg/g	N/P	N/K
-	-	-	2.48	0.86	2.9	28.8	8.6
3.5	2.0	2.1	2.12	1.01	3.2	21.0	6.6
7.0	3.9	4.2	2.14	1.02	3.2	21.0	6.7
14.0	7.8	8.3	2.10	1.04	3.2	20.2	6.6
28.0	15.7	16.6	1.35	1.14	3.6	11.8	3.8
Muokkaamaton, koe 38 (1967)							
N	P	K	N%	P mg/g	K mg/g	N/P	N/K
-	-	-	1.76	1.01	3.2	17.4	5.5
-	1.4	-	1.94	0.95	3.1	20.4	6.3
-	3.6	-	1.25	1.14	2.8	11.0	4.5
-	7.2	-	1.33	1.10	2.9	12.1	4.6
-	14.4	-	1.20	1.27	2.8	9.4	4.3
Muokattu, koe 38 (1967)							
-	-	-	2.61	0.85	2.7	30.7	9.7
-	1.4	-	2.40	1.17	2.9	20.5	6.3
-	3.6	-	1.64	1.17	2.7	14.0	6.1
-	7.2	-	1.29	1.27	2.7	10.2	4.8
-	14.4	-	1.40	1.47	3.0	9.0	4.7

Taulukko 6.
Parkanon tutkimusasema.

TAIMIEN KESKIPITUUS (m) SYKSYLLÄ 1975 KOKEESSA 22 (per. 1965)

Kuivatusojien etäisyys, m	Vako-ojien etäisyys, m					\bar{x}
	2	4	6	8	10	
	Vikoid-aura					
50	1.70	2.15	1.50	1.96	1.97	1.85
100	2.66	2.57	1.95	2.32	1.05	2.11
150	3.05	2.50	2.43	1.90	2.13	2.40
200	2.88	2.63	2.33	2.45	1.52	2.36
300	2.41	1.90	1.73	2.41	2.73	2.23
\bar{x}	2.54	2.35	1.98	2.20	1.88	
	Fiskars-aura					
50	1.53	2.28	1.17	1.62	1.93	1.70
100	1.63	2.03	1.40	1.58	1.69	1.66
150	1.58	1.57	1.44	1.91	1.16	1.53
200	2.23	2.35	1.37	1.12	1.01	1.61
300	1.10	1.64	1.30	1.38	1.10	1.30
\bar{x}	1.61	1.97	1.33	1.52	1.37	
	Sesam-jyrsin					
50	2.43	3.03	2.86	3.12	3.00	2.88
100	2.23	2.01	1.36	2.19	1.26	1.81
150	1.88	1.72	2.00	1.69	1.54	1.76
200	1.72	1.79	1.44	1.46	1.36	1.55
300	1.63	1.14	1.14	0.76	1.05	1.14
\bar{x}	1.97	1.93	1.76	1.84	1.64	(1.86)

Taimien kasvu O.HUURIN koealoilla Etelä-Suomessa 11 kasvukauden aikana (julkaistamaton aineisto):

	MT	VT	CT
Taimien pituus, cm	274	240	159

Kaarlo Kinnunen

MAANMUOKKAUKSEN VAIKUTUS ERILAISTEN PALJASJUURI- JA PAAKKU-
TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

1. JOHDANTO

Metsämaan muokkauksella pyritään edistämään taimien alkukehitystä ja turvaamaan uudistumisen onnistuminen. Ensisijaisena tarkoituksena on parantaa taimien juurien kasvuolosuhteita ja hävittää kilpaileva pintakasvillisuus. Lisäksi istutus on paljon helpompaa tehdä muokattuun kuin muokkaamattomaan maahan.

Karkeiden arvioiden mukaan tulisi maan huokostilan olla vähintään 50 %, josta puolet veden ja puolet ilman täyttämää, jotta juurten kasvuolosuhteet olisivat optimaaliset. Ilmatilan jäädessä alle 10 %:n puiden juuret eivät pysty kunnolla toimimaan (ks. LÄHDE 1975). Varsinkin tiiviillä mailla saattaa ilmatilaa olla liian vähän ja tuuletus heikkoa, minkä seurauksena hiilidioksidia konsentroituu myrkyllisiä määriä maamikrobien ja juurten hengitystuotteena (LÄHDE 1973). Liiallinen hiilidioksidin määrä ja etenkin hapen puute ehkäisevät juurten ja koko taimen kasvua (KRAMER ja KOZLOWSKI 1960).

Edellisten tekijöiden lisäksi vaikuttaa juurten kasvuun ja elintoimintoihin merkittävästi maan lämpötila. Alhaiset lämpötilat vähentävät juurien veden ja ravinteiden ottoa heikentämällä solukalvojen läpäisevyyttä ja lisäämällä veden viskositeettia (KRAMER ja KOZLOWSKI 1960). Puiden juurten elintoimintojen ja kasvuympäristön välisiä riippuvuussuhteita ei tunneta riittävän tarkasti (LEIKOLA 1974).

Erilaisilla muokkaustavoilla on ollut yleensä suotuisa vaikutus viljelytaimien alkukehitykseen (vrt. POHTILA 1970, 1972, TURTIAINEN ja VALTANEN 1974, KAUPPILA 1974). Esim. Vaalolehdossa on auraus + jyrsinässä männyn paljasjuuristen taimien pituus neljän kasvukauden jälkeen ollut 55 cm ja laikussa 27 cm (LÄHDE ja POHJOLA 1975). Joitakin huonojakin tuloksia on muokkauksesta saatu. Useimmiten kysymys on ollut muokkausjäljen liiallisesta kuivumisesta poutaisina kesinä (vrt. POHTILA 1972, KAUPPILA 1974).

Seuraavassa annetaan muutamia ennakkotietoja erään

muokkauskokeen tulosten pääsuunnasta kahden ensimmäisen kasvu-
kauden aikana. Vertailtavina olivat traktorilaikutus, TTS-
lautasauraus, piennarauraus ja kaksi erilaista kaivurimätäs-
tystä sekä muokkaamaton maa. Lisäksi tutkittiin eri taimila-
jien ja kylvötapojen soveltuvuutta em. tavoin muokatuille kas-
vualustoille. Kolmantena muuttujana oli viljelyaika; kevät ja
syksy.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Tutkimus tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilu-
alueessa. Koealue on noin 4 ha:n suuruinen ja sen korkeus meren
pinnasta on 180 m. Metsätyyppi on osalla aluetta mustikkatyyp-
pi osalla puolukkatyyppi. Alue jaettiin neljään lohkoon, joka
jaettiin edelleen viiteen muokkausruutuun. Muokkaamattomat
koeruudut sijoitettiin laikutusruutuihin laikkujen väliin.
Muokkausmenetelmät olivat 1. Traktorilaikutus 2. TTS-lautas-
auraus 3. Piennarauraus 4. Kaivurimätästys 5. Kaivurimä-
tästys, johon liittyi vesivako. Kontrollina oli muokkaamaton
maa. Kuvassa 1 on esitetty kaavio eri muokkausjäljistä ja sii-
tä näkyy myös viljelykohta. Maaperän kivisyys määritettiin
VIRON (1952) esittämällä tavalla. Sen mukaan maaperä oli ki-
vistä (keskipainuma 15 cm). Maalaji oli keskimäärin hiekkamo-
reenia. Kivisyydestä johtuen muokkausjälki oli yleensä huono.
Eniten kivisyys huononsi aurasjälkeä, joten koealue tavallaan
suosi kevyitä maanmuokkausmenetelmiä. Tutkittavana puulajina
oli mänty ja taimilajeina kaksi paakkutainta, turveruokkutaimi
(1 Mt) ja kennotaimi (1 Mk) sekä samoin kaksi paljasjuuritain-
ta, koulittu kaksivuotinen (1 M + 1 A) ja koulimaton yksivuoti-
nen (1 M) taimi. Taimien alkuperä oli Laukaa ja ne kasvatet-
tiin Suonenjoella. Kylvötapoja oli niinikään kaksi; normaali
vakorautakylvö ja vakorautakylvö, jonka päälle asetettiin muo-
vinen suoja. Taimi -ja kylvölajit arvottiin riveittäin kuhun-
kin muokkausruutuun.

Lämpötila mitattiin maasta 5 cm:n syvyydestä, maanpinnasta
ja ilmasta 10 cm:n korkeudesta. Mittarina käytettiin kannetta-
vaa EP-400 Termo-Hygrometria. Samalla laitteella mitattiin
myös ilman suhteellista kosteutta 10 cm:n korkeudelta maanpin-
nasta. Maksimi- ja minimilämpötilat mitattiin ilmatieteenlai-

toksen käyttämällä minimi- ja maksimilämpömittareilla. Maan kosteus mitattiin 5 cm syvyydeltä. Laitteina olivat länsi-saksalainen GM-Gerät B 101 ja suomalainen SASO 310 maankosteusmittari.

Taimet inventoitiin syksyllä 1974 ja 1975. Tällöin taimista selvitettiin kuolleisuus ja tuhot sekä pituuskasvu ja tanakkuus.

3. SÄÄOLOT

Vuorokautiset keskilämpötilat ja sademäärät (kuva 2) saatiin ilmatieteenlaitoksen Karvian havaintoasemalta, joka on noin 6 km:n päässä koealueesta. Varsinkin ensimmäinen kasvukausi (1974) oli poikkeuksellinen. Sää oli huomattavasti normaalia kylmempää ja sateisempaa. Heinäkuun keskilämpötila oli lähes kaksi astetta pitkäaikaisia keskiarvoja alempi ja sademäärä oli kaksinkertainen keskimääräiseen verrattuna. Heinäkuussa oli ainoastaan viisi sateetonta päivää, kun niitä on keskimäärin 17. Toinen kasvukausi (kesä 1975) puolestaan oli erittäin vähäsateinen. Myös lämpötila jäi pitkäaikaisia keskiarvoja alemmaksi. Nimenomaan heinäkuun sademäärä, joka edellisenä kesänä oli ollut erittäin korkea jäi kesällä 1975 alhaiseksi. Tällöin heinäkuussa satoi vain viitenä päivänä, kun edellisenä kesänä heinäkuussa oli ollut vain viisi sateetonta päivää. Kokeen suoritus osui siis humidisuudeltaan (sade/lämpötila) poikkeuksellisiin ja lähellä kumpaakin ääriolotilaa oleviin kasvukausiin. Tämä on tulosten käytäntöön soveltamisen kannalta vain hyvä, sillä menetelmä, joka soveltuu hyvin äärioloihin, ei voi tuottaa pahaa pettymystä keskimääräisissä oloissakaan.

4. TULOKSET

41. M u o k k a u k s e n v a i k u t u s l ä m p ö t i - l a a n j a k o s t e u t e e n

Lämpötilaa ja kosteutta mitattiin 10cm:n korkeudelta ilmasta maanpinnasta ja 5 cm:n syvyydestä maan sisältä. Mittauskohteiden keskinäinen järjestys lämpötilan suhteen oli seuraava: Maanpinnassa oli lämpimintä, 10 cm:n korkeudella seuraavaksi ja 5 cm:n syvyydellä oli kylmintä. Lämpötila mitattiin päiväsaikaan ker-

tahavainnoin, joiden perusteella voidaan vertailla vain eri muokkausmenetelmiä keskenään.

Maanpinnassa korkein lämpötila oli käsittelemättömällä kasvualustalla (kuva 4). Eri muokkausmenetelmät alensivat maanpinnan lämpötilaa n. 15 %. 10 cm:n korkeudella maanpinnasta erot käsittelemättömän ja eri tavoin muokattujen kasvualustojen välillä olivat erittäin vähäiset. Erot olivat samansuuntaiset kuin maanpinnassa eli muokatulla alustalla lämpötila oli jonkin verran alempi kuin muokkaamattomalla.

Maan lämpötila (5 cm:n syvyydellä) sensijaan oli sitä korkeampi mitä tehokkaampaa maanmuokkausta käytettiin. Tämä selittyy sillä, että muokkauksella parannetaan pintamaan lämmönjohtokykyä, jolloin pintamaa lämpenee nopeammin. Laikutus ja TTS-lautasauraus eivät kohottaneet maan lämpötilaa.

Muokkaus tasoitti maanpinnan läheisen ilmakerroksen lämpötiloja alentaen maksimilämpötilaa ja kohottaen minimilämpötilaa (kuva 3). Maassa (5 cm:n syvyydellä) vaikutus oli päinvastainen, maksimilämpötila oli korkeampi ja minimilämpötila alempi muokatuilla kasvualustoilla kuin käsittelemättömällä.

Muokkaus ei sanottavasti vaikuttanut maanpinnan läheisen ilmatilan kosteuteen (kuva 5). Maan pintakerrosta muokkauksen sijaan kuivatti huomattavasti. Mätästyksessä maan kosteus putosi yli 60 %.

42. V i l j e l y n o n n i s t u m i n e n

Kaikki muokkaustavat paransivat taimien elossapysymistä (taulukko 1). Ensimmäisen kasvukauden jälkeen paras tulos saatiin TTS-lautasauralla käsitellyllä kasvualustalla. Toisen kasvukauden jälkeen neljä tehokkainta muokkausmenetelmää antoivat suunnilleen yhtä hyvän tuloksen. Luonnontilaisella kasvualustalla onnistuminen oli kaikissa tapauksissa huonointa, seuraavaksi huonointa se oli laikutetulla kasvualustalla. Syysistutuksessa auratulla kasvualustalla saatiin sama onnistumissadannes kuin laikutetulla. Syyskylvö epäonnistui lähes täysin riippumatta siitä, käytettiinkö suojaa vai ei. Kevätkylvön ja nimenomaan suojakylvön onnistuminen sen sijaan oli täysin kilpailukykyinen istutustaimien kanssa. Paakkutaimet pysyivät paljasjuurisia taimia paremmin elossa. Turveruokkutai-

milla onnistuminen oli hiukan parempi kuin kennotaimilla kevätistutuksessa. Syysistutuksessa näiden välillä ei ollut juuri eroa. Koulitulla kaksivuotisella paljasjuuritaimella saatiin kevätistutuksessa parempi, mutta syysistutuksessa huonompi tulos kuin koulimattomalla yksivuotisella paljasjuuritaimella.

43. T u h o t

Tukkimiehentään osuus ikäkkistä tunnistetuista tuhoista oli suurin, ainoastaan mätästys+vaotuskäsittelyssä kuivuuden osuus kohosi suuremmaksi kuin tukkimiehentäin osuus (taulukko 2). Tukkimiehentäin tuhoja oli sitä runsaammin, mitä lievemmästä muokkauskäsittelystä oli kysymys. Märkyuden, sade-eroosion ja kuivuuden suhteellinen osuus oli 2-3 % luokkaa. Keskimäärin 15 %:ssa taimia tuhoa ei pystytty joko tunnistamaan tai niissä esiintyi yksittäisiä tuhoja, joita ei katsottu aiheelliseksi erottaa omaksi ryhmäkseen. Istutusvirheitä esiintyi noin neljässä prosentissa taimista, mätästyksissä hieman enemmän kuin muissa. Yleisin istutusvirhe oli, että taimi oli jäänyt liian löysään. Sääolojen käsittelyssä tulikin jo esiin, että kesä 1974 oli erittäin sateinen, joten kevätkylvön onnistuminen oli erinomainen ja tyhjiä kylvöpisteitä oli erittäin vähän.

Toisen kasvukauden jälkeen tukkimiehentäin osuus tunnistetuista tuhoista oli edelleen suurin, vaikka sen osuus putosi noin puoleen edellisestä inventoinnista. Kituvien taimien osuus pieneni niin, että vaikka kuolleisuusprosentti hiukan kasvoi kuolleitten ja kituvien yhteismäärä putosi noin puoleen edellisestä inventoinnista. Kevätkylvössä tyhjien kylvöpisteiden määrä kasvoi huomattavasti toisen kuivan kesän aikana. Erityisesti muokkaamattomalla tyhjiä kylvöpisteitä oli runsaasti, yli kolmasosa.

Syysistutus onnistui varsin hyvin, niin että tuhojen yhteismäärä on jopa pienempi kuin kevätistutuksessa ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Tämä johtuu lähinnä siitä, että tukkimiehentäin tuhot ovat hakkuusta kuluneen ajan lisääntyessä vähentyneet kolmasosaan. Pääosa tuhoista oli kuitenkin edelleen tukkimiehentäin ja muiden hyönteisten aiheuttamia. Syyskylvön lähes täydellinen epäonnistuminen johtui todennäköisesti siitä,

että itäminen ennätti päästä syksyllä alkamaan, jolloin herkässä kehitysvaiheessa olleet siemenet tai pienet sirkkataimet tuhoutuivat talven aikana.

Yhteenvedona voidaan todeta, että luonnontilaisella tuhoja esiintyi selvästi eniten, laikutetulla melkein yhtä paljon ja vähiten tuhoja oli TTS-auratulla kasvualustalla. Auratulla ja mätästetyillä aloilla tuhoja oli jonkin verran enemmän kuin TTS-auratulla alalla.

Paljasjuuriset olivat huomattavasti alttiimpia tukkimiehintäin tuhoille kuin paakkutaimet (taulukko 3). Kylvö kärsi huomattavasti sade-eroosiosta, joka v. 1974 sateisen kesän takia oli normaalia runsaampaa. Etenkin 1 M- paljasjuuritaimella tukkimiehintäin osuus oli suuri vielä toisenakin kasvukautena. Syysistutuksessa tuhojen jakautuminen taimilajien kesken oli varsin tasaista lukuunottamatta 1M+1A-tainta, jolla esiintyi runsaasti tuhoa, jonka aiheuttajaa ei pystytty määrittämään. Ilmeisesti taimien silmu oli vaurioitunut talvella tai keväällä, koska taimet eivät kasvaneet enää kesällä -75, vaikka juuristo näytti hyvältä. On mahdollista, että 1 M + 1 A- taimet lähtivät muita nopeammin kasvuun, jolloin kevähalla vaurioitti niiden silmuja.

44. T a i m i e n p i t u u s k e h i t y s

Muokkaustapojen välille ei kahden ensimmäisen kasvukauden aikana ennättänyt tulla kovinkaan suuria pituuseroja. Ensimmäisen kasvukauden jälkeen mitatut pienet kasvuerot eivät täysin noudattaneet muokkauksen intensiivisyysastetta. Luonnontilaisella, laikutetulla ja auratulla alalla ensimmäisen vuoden kasvu oli suunnilleen yhtä suuri. Mätästetyillä aloilla kasvu oli jonkin verran parempi, ja paras kasvu saatiin TTS-auratulla alalla. Tulos oli varsin yhdenmukainen kevät- ja syysviljelyssä. Toisen kasvukauden aikana erot olivat jo huomattavasti selvemmat ja ne noudattivat muokkauksen voimakkuusastetta. Pienintä kasvu oli luonnontilaisella alalla ja jonkin verran suurempi laikutetulla alalla. Sekä TTS-auraus että piennarauraus olivat jokseenkin tasoissa, kasvun ollessa jonkin verran suurempi kuin laikutetulla alalla. Mätästetyillä aloilla toisen kasvukauden pituuskehitys oli paras.

Taimilajien väliset pituuserot olivat luonnollisesti suuret, sillä olihan kokeessa kolmen ikäisiä taimia. Kuitenkin myös saman ikäisten taimien välillä oli eroja. Lyhimpiä olivat kylvötaimet, koska ne olivat myös muita nuorempia. Suojakylvötaimet kasvoivat selvästi paremmin kuin tavalliset kylvötaimet. Kokeessa oli kolme yksivuotista taimilajia, turveruukku-, kenno-, ja paljasjuurinen muovihuonetaimi. Kennotaimi oli viljelyhetkellä hieman muita pidempi. Molempien paakkutaimien kasvu ensimmäisenä kasvukautena oli varsin saman suuruinen, paljasjuurisen jäädessä hiukan näistä jälkeen. Toisena kasvukautena turveruukkutaimi kasvoi hiukan kennotainta paremmin. Paljasjuuristen koulittu 1 M + 1 A- taimi oli ainoa kaksivuotinen taimilaji. Se oli istutushetkellä 5 cm yksivuotisia taimia pidempi ja kasvatti pituuseroaan etenkin ensimmäisen kasvukauden aikana. Toisena kasvukautena turveruukkutaimet saavuttivat hiukan 1 M + 1 A taimen etumatkaa. Muiden yksivuotisten taimilajien kasvu oli toisenakin kasvukautena hiukan pienempi. Mikäli 1 M + 1 A- tainta verrataan 1-vuotisiin taimiin samanikäisenä (3 vuoden iässä), havaitaan, että se oli varsin tasoissa sekä kenno- että 1-vuotisen koulimattoman paljasjuuritaimen kanssa, kun sen sijaan turveruukkutaimi oli näitä hiukan pidempi.

45. Juurenniskan läpimitta

Juurenniskan läpimitta noudatteli varsin tarkasti samaa suuntaa kuin verson pituuskasvu. Vaikka numeeriset erot eri muokauskäsittelyjen välillä eivät kovin suuria olleetkaan, jo pienikin ero näkyi melko selvästi taimien rehevydessä. Ensimmäisen kasvukauden jälkeen TTS-auratulla alalla taimet olivat tanakampia kuin muilla käsittelyillä. Luonnontilainen ja laikutettu olivat varsin tasoissa ja mätästetyillä aloilla taimet olivat hieman tanakampia kuin auratulla. Toisen kasvukauden jälkeen erot suurenivat melkoisesti ja tällöin taimien tanakkuus noudatti hyvin selvästi muokkauksen intensiivisyysastetta; mitä tehokkaampi muokkaus sitä tanakampi taimi. Taimilajien väliset tanakkuuserot selittyivät melko täysin taimien iällä. Tosin yksivuotisista taimista turveruukkutaimi oli hiukan muita tanakampi, mutta ero ei ollut mitenkään suuri.

5. TULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO

Koealue oli tyypillistä satakuntalaista suhteellisen karua ja kivistä metsämaata. Tarkoituksena ei ollut tutkia mitään ihannemuokkausjälkiä, vaan kokeella pyrittiin samalla selvittämään, miten eri muokkaustavat soveltuvat vaikeisiin olosuhteisiin, joita pääosa metsämaista kuitenkin on. Tarkastelujakson lyhyiden (2 kasvukautta) vuoksi tuloksia voidaan pitää vain suuntaa-antavina ja lopulliset päätelmät voidaan tehdä vasta, kun koe vanhenee ja tuloksia saadaan useammista erilaisille kasvualustoille perustetuista kokeista.

Karuillakin mailla laikutus näyttää olevan liian tehoton menetelmä, sillä voimakkaammilla käsittelyillä päästiin parempiin tuloksiin. Viljelyn onnistuminen TTS-lautasauratulla, piennarauratulla ja mätästetyllä alustalla oli suunnilleen sama. Pituuskasvu oli mätästyksessä paras. Biologiselta kannalta ei siis näyttäisi olevan esteitä muokkauksen tehostamiseksi karuillakin mailla aina mätästykseen saakka. Nykyisillä menetelmillä mätästys on kuitenkin niin paljon muita menetelmiä kalliimpi, että yleismenetelmänä se ei tule kysymykseen.

Lautasauraus ja siipiauraus kilpailevat tällä hetkellä voimakkaimmin keskenään. Koealue suosii jonkin verran lautasaurasta, koska sillä saatiin jotakuinkin normaalia jälkeä, kun sen sijaan auran jälki oli kivisyydestä johtuen heikkoa. Auran kilpailukyky ilmeisesti paranee hienojakoisemmalle ja kivettömämmälle maaperälle siirryttäessä. Hyvällä vähäkivisellä maalla piennaraurakin muodostaa palteen, joka parhaimmillaan voi tulla lähelle mätästystä. Yleensä palle kuitenkin jää liian löysäksi ja kaipaisi ilmeisesti joko mekaanisen tiivistyksen tai riittävästi aikaa painuakseen, jottei se poutausina kuivu liikaa. Lautasaurastakin on kehitetty nelilautasinen versio, jossa etummainen lautaspari poistaa humuksen ja takimmainen lautaspari kokoaa kivennäismaan palteeksi. Kilpailu lautas- ja siipiauran välillä tulee siis jatkossakin säilymään kovana.

Käytäntö näyttää olevan, että kun on päädytty johonkin muokausmenetelmään sitä käytetään laidasta laitaan maan ominaisuuksista riippumatta. Tämä johtuu siitä, että pienillä kuviolla koneen kuljetus voi nousta korkeammaksi kuin itse muokkaus.

joten, kun kone hankitaan paikalle, käsiteltävä pinta-ala pyritään saamaan mahdollisimman suureksi. Hyvän muokkauskoneen tulisi siis olla jonkinlainen yleiskone, jolla saataisiin hyvää jälkeä kaikissa olosuhteissa. Tämä taas edellyttää, että koneen tekemää jälkeä pystyttäisiin muuttamaan maaperän ominaisuuksien mukaan.

Kokeessa pyrittiin valottamaan myös taimilajikysymystä. Tulosten perusteella näyttää siltä, että koealueen kaltaisella karulla maalla voidaan kohtalaisella menestyksellä käyttää kaikkia yleisimpiä taimilajeja ja keväällä myös kylvää. Paakkutaimet osoittautuivat alkuvaiheessa paljasjuurisia luotettavammiksi. On kuitenkin muistettava, että paakkutaimet olivat tarkastelujakson päättyessä alle 20 cm:n mittaisia, koulitun 2-vuotisen paljasjuuritaimen ollessa noin 10 cm pitempi, joten tilanne voi myöhemmin vielä muuttua 1 M + 1 A taimen eduksi. Tässä kokeessa ei heinittymisestä ollut sanottavasti haittaa, joten taimien pituudella ei ollut suurtakaan merkitystä. Heinittyvillä aloilla kaksivuotisen koulitun paljasjuuritaimen kilpailukyky paranee, koska se on jo istutushetkellä muita pitempi ja sen alkukehitys on muita nopeampi. Karuilla mailla tullaan kuitenkin yksivuotisella taimellakin toimeen. Turveruokkutaimen elossapysyminen oli kevätistutuksessa hiukan kennotainta parempi, mutta syysistutuksessa niiden välillä ei ollut juuri eroa. Molemmilla onnistuminen oli hyvä sekä kevät- että syysistutuksessa. Koulimatton yksivuotinen paljasjuuritaimi kilpailee paakkutaimien kanssa lähinnä halvemman hintansa takia. Onnistuminen oli jonkin verran heikompi kuin paakkutamilla. Kevätkylvön onnistuminen oli keskimäärin parempi kuin paljasjuuristen istutustaimien, mutta huonompi kuin paakkutaimien. Syyskylvö epäonnistui täysin. Kylvön kilpailukyky istutuksen kanssa karuilla mailla perustuu lähinnä sen halpuuteen ja luonnonmukaisuuteen.

KIRJALLISUUTTA

- KAUPPILA, A. 1974. Koetuloksia muokkauksen vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin ja kylvötuloksiin Pohjois-Suomessa. Konekirjoite Helsingin Yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa.
- KRAMER, P. S. and KOZLOWSKI, T. T. 1960. Physiology of trees. New York - Toronto - London.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 84.2.
- LÄHDE, E. 1973. Metsämaan ominaisuudet ja männyn taimistojen kunto Pohjois-Suomessa. Lapin tutkimusseuran vuosikirja XIV.
- LÄHDE, E. ja POHJOLA, T. 1975. Maan käsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- POHTILA, E. 1970. Tutkimustuloksia aurauksen, jyrsinän ja äestyksen vaikutuksesta viljelytaimien menestymiseen. Työtehoseuran metsätiedotus 166.
- POHTILA, E. 1972. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967-68 tehdyistä männyn kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja no. 6.
- TURTIAINEN, M. ja VALTANEN, J. 1974. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- VIRO, P. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 40.3.

1. Muokkaamaton (0)

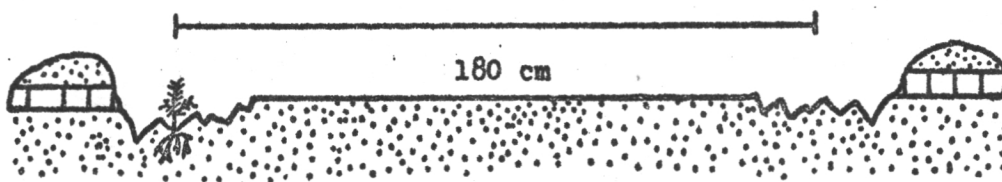


2. Laikutus (L)

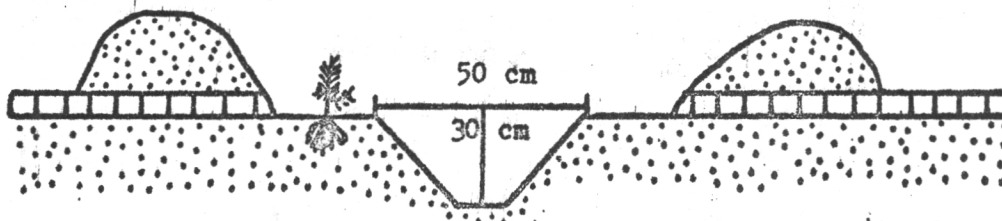
70 x 50 cm



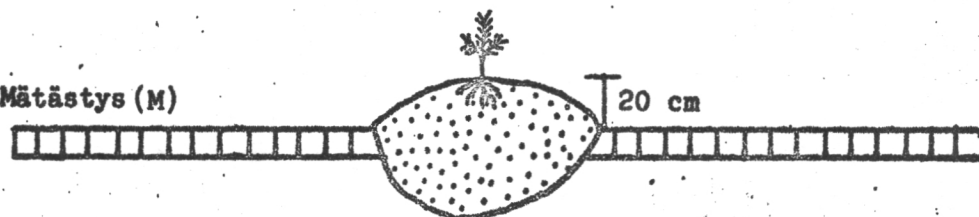
3. Lautasauraus (TTS)



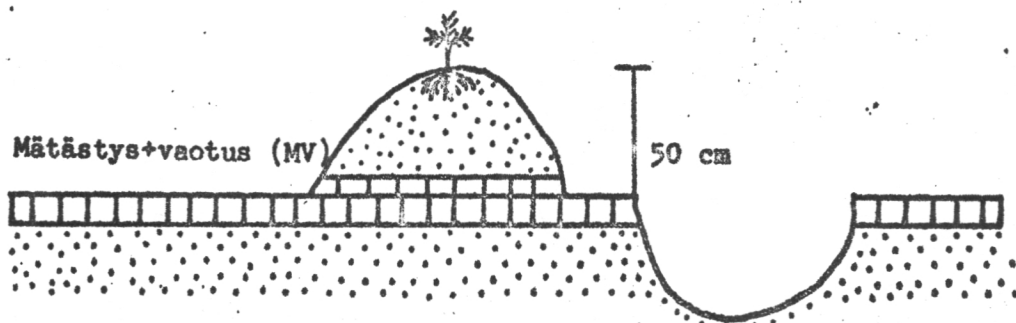
4. Piennarauraus (A)



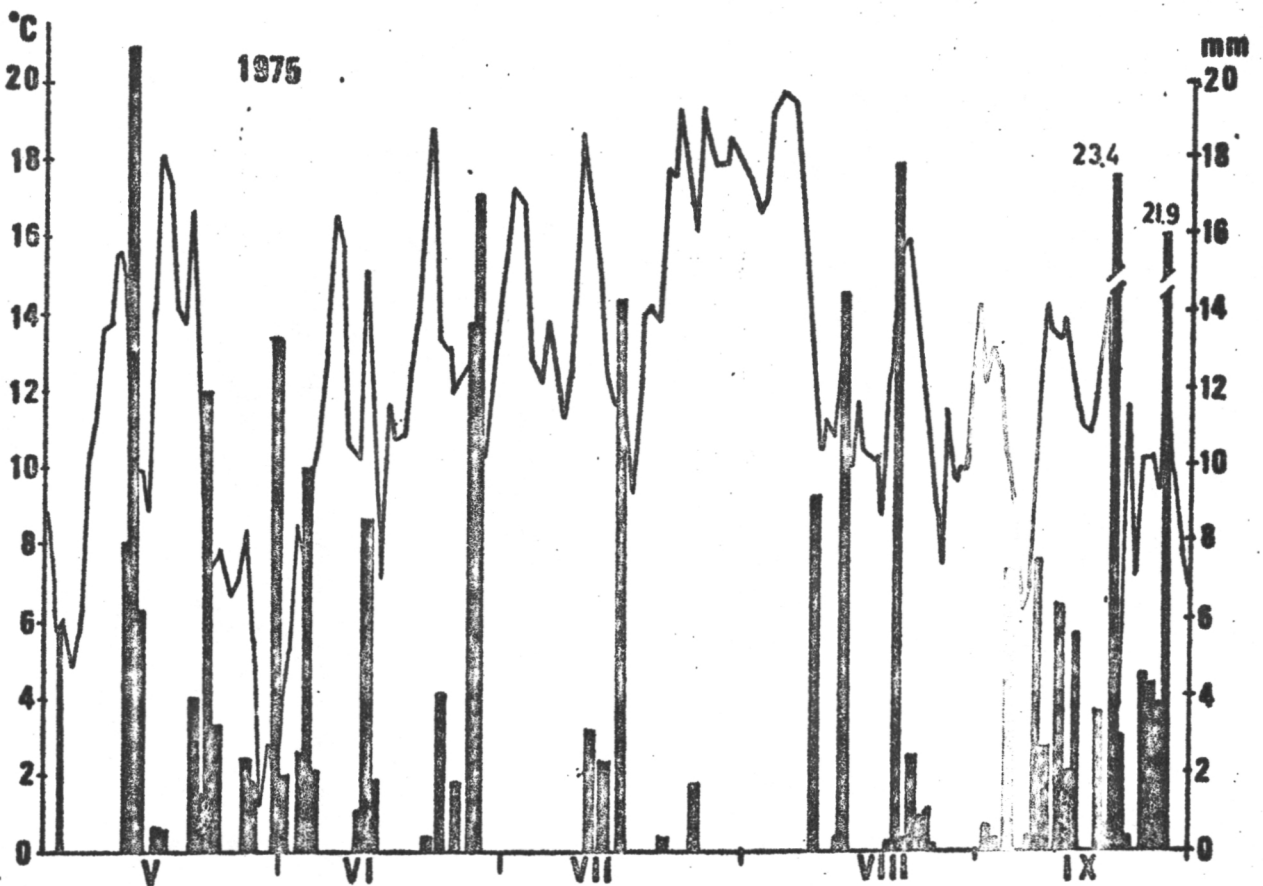
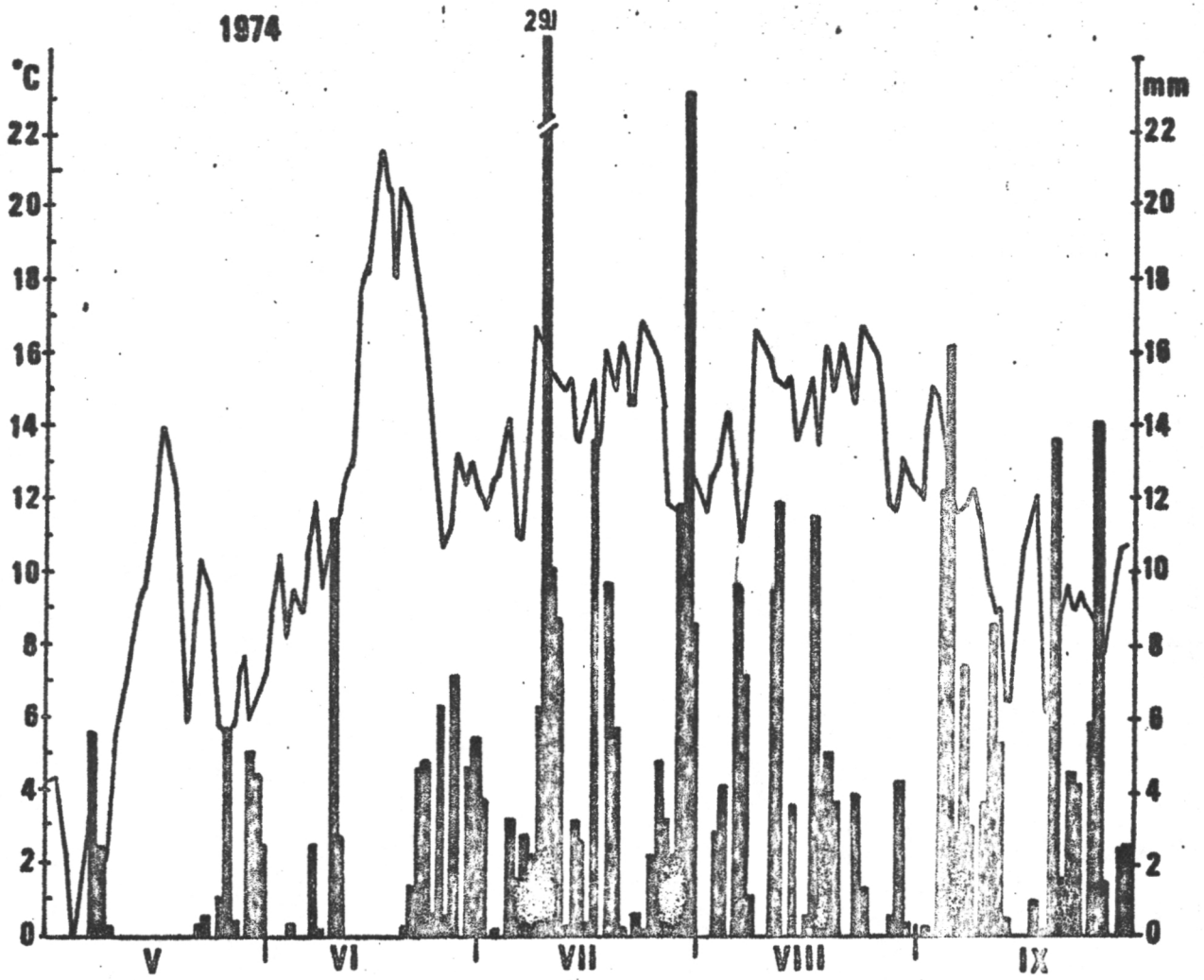
5. Mätästys (M)



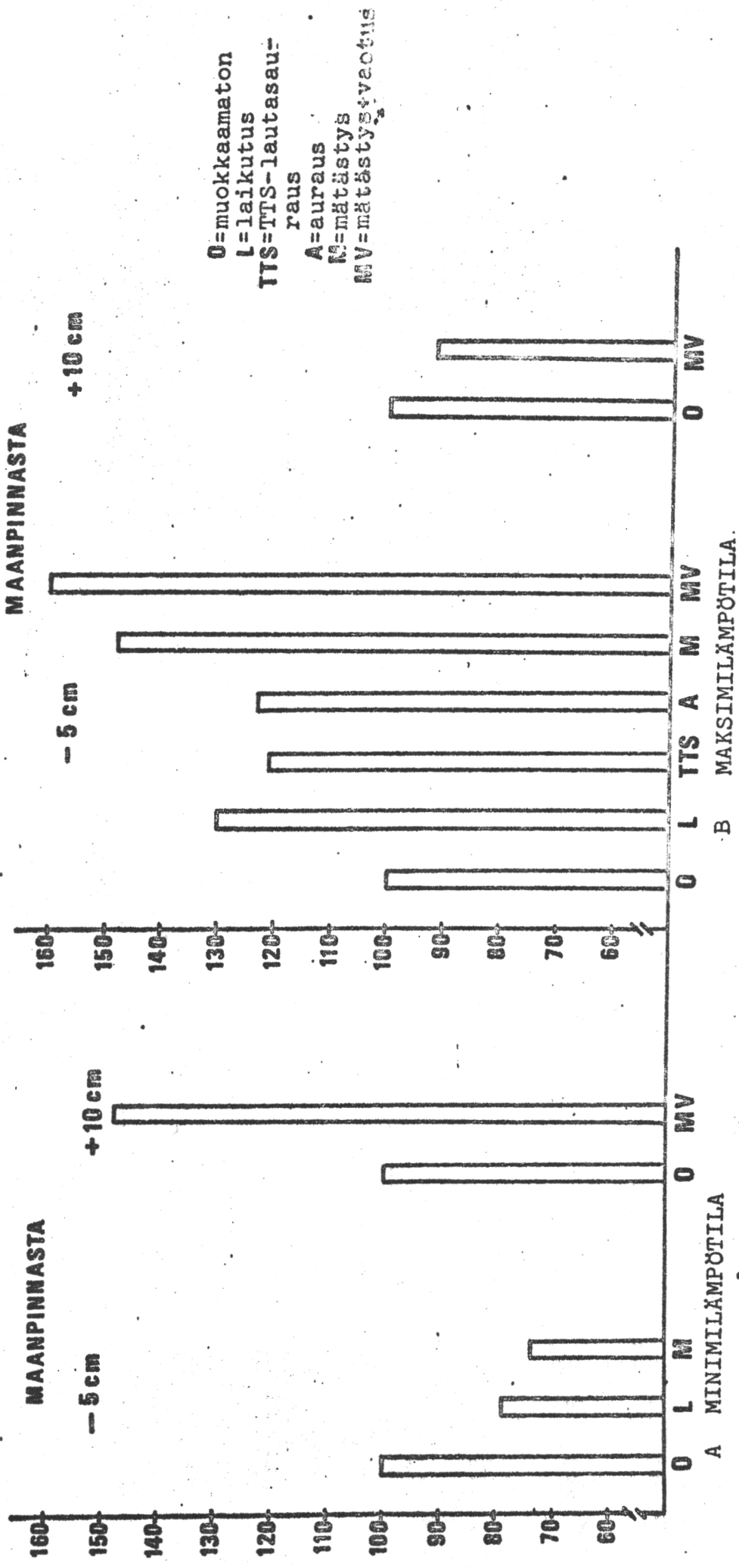
6. Mätästys+vaotus (MV)



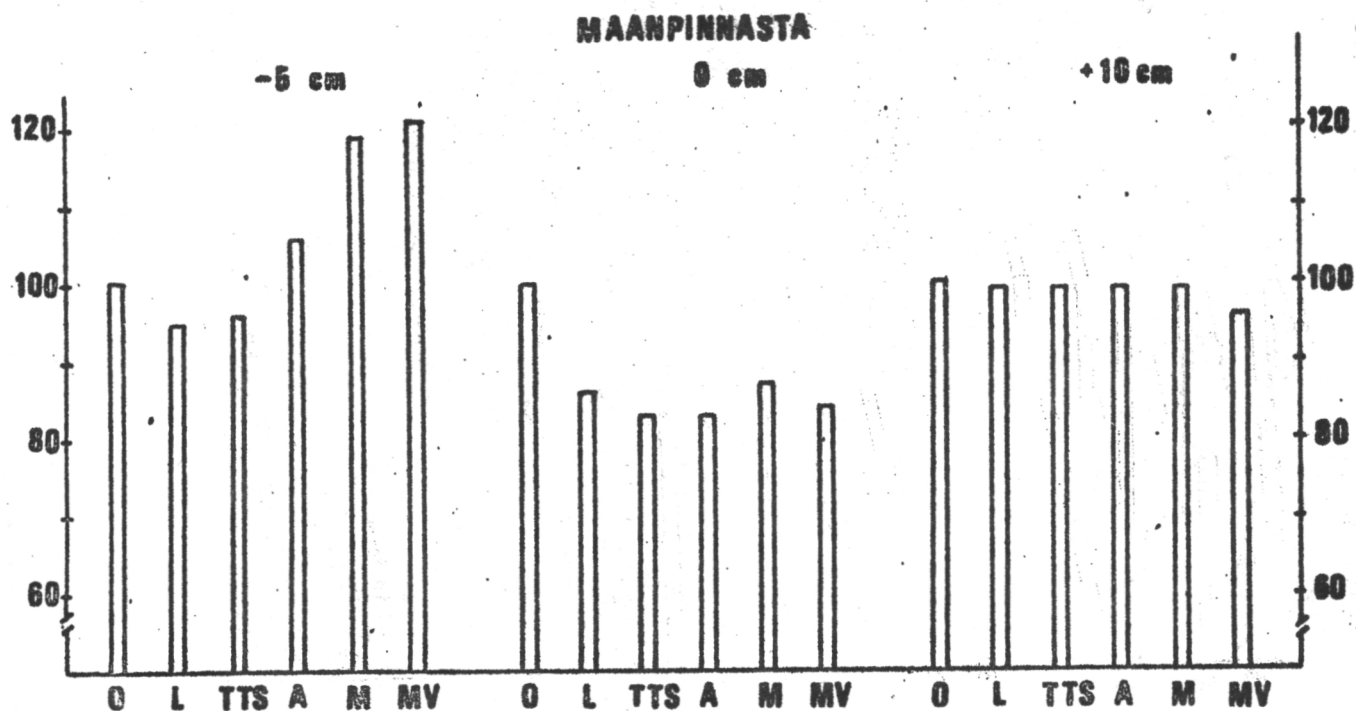
Kuva 1. Kaavio muokkausjäljestä ja viljelykohdasta.



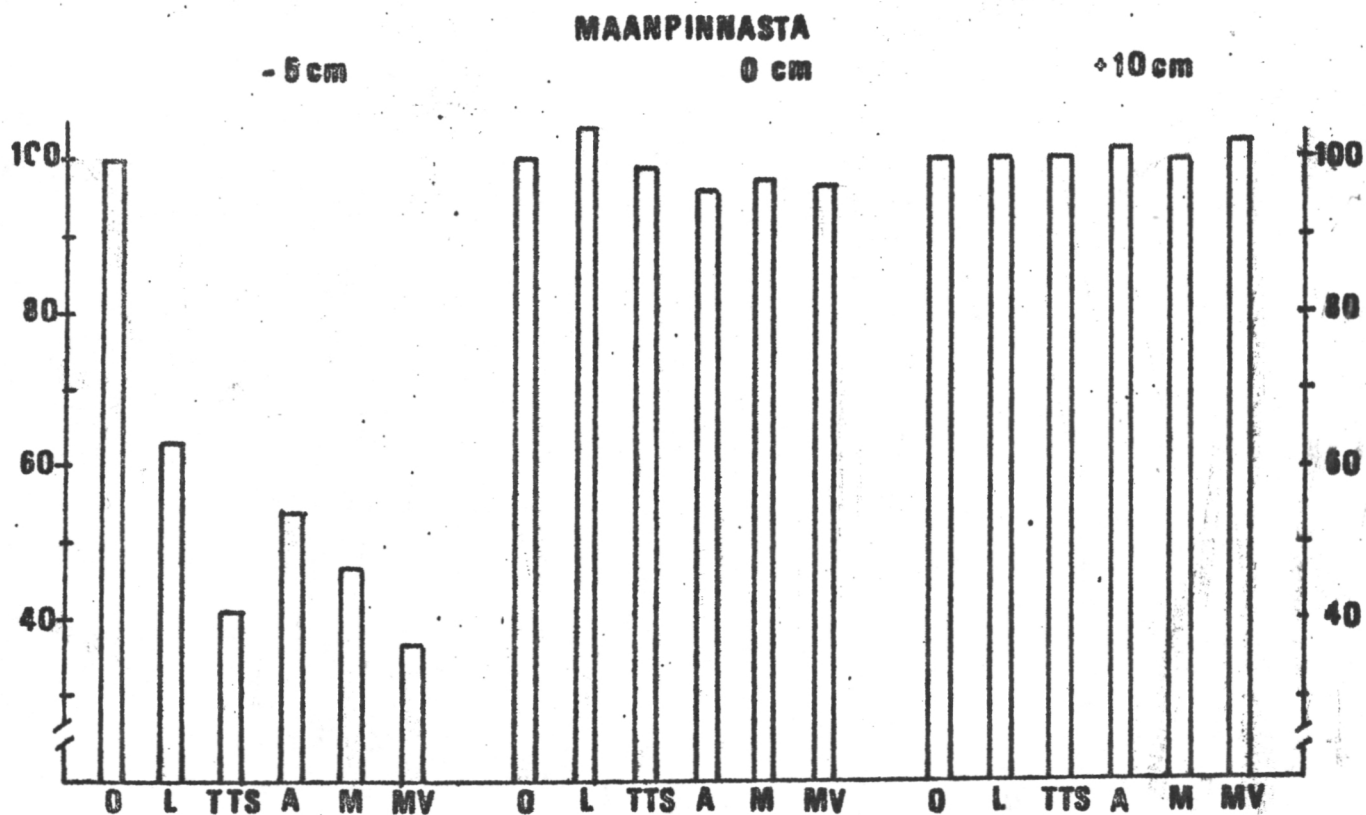
KUVA 2. Vv. 1974-1975 VUOROKAUITIN KESKILÄMPÖTILA JA SADANTA



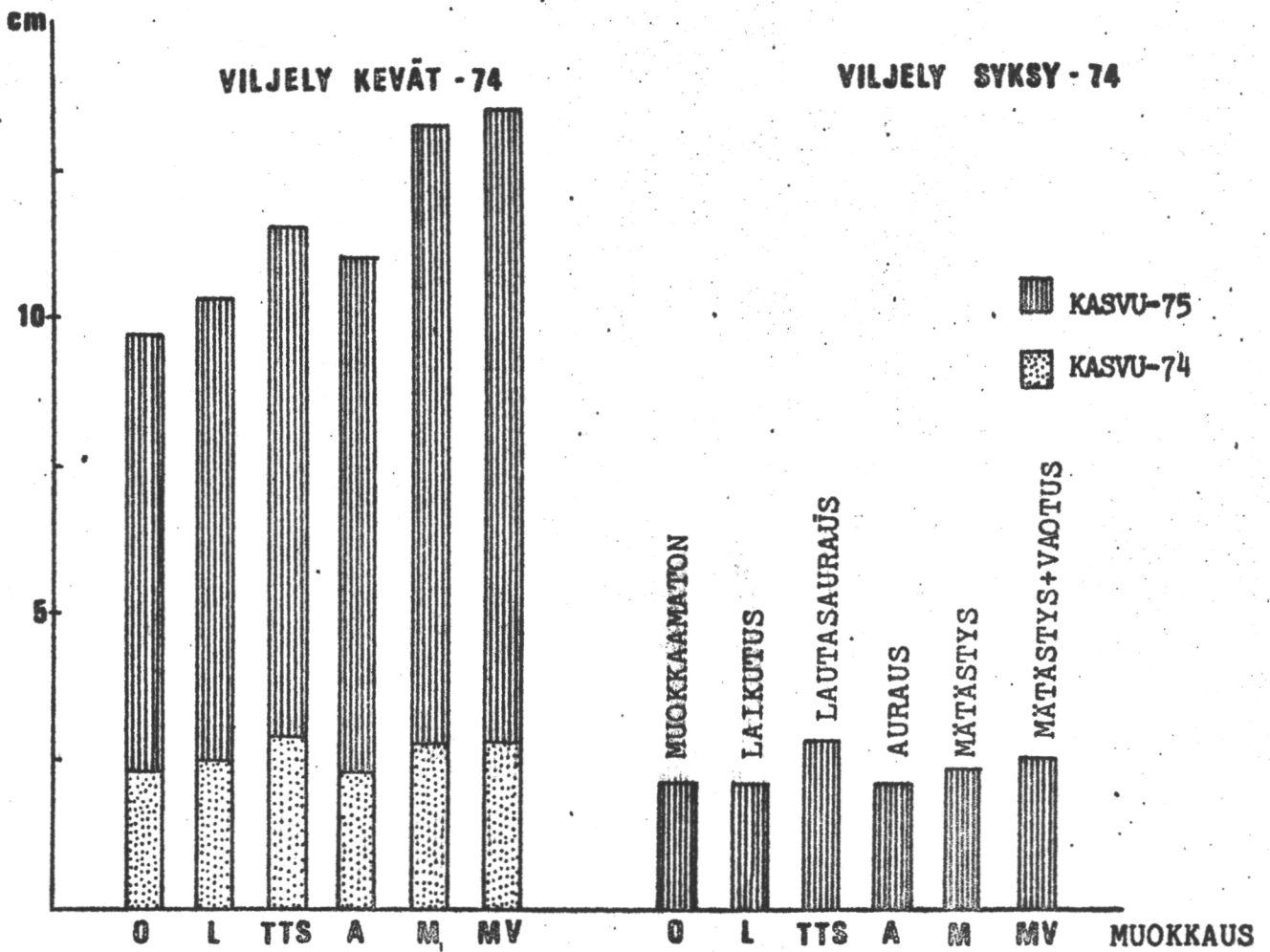
KUVA 3. SUHTEELLISET MINIMI- JA MAKSIMILÄMPÖTILAT ERI TAVOIN MUOKATUILLA KASVALUUSTOILLA MAASSA (5 CM:N SYVYYDESSÄ) JA ILMASSA (10 CM:N KORKEUDELLA).



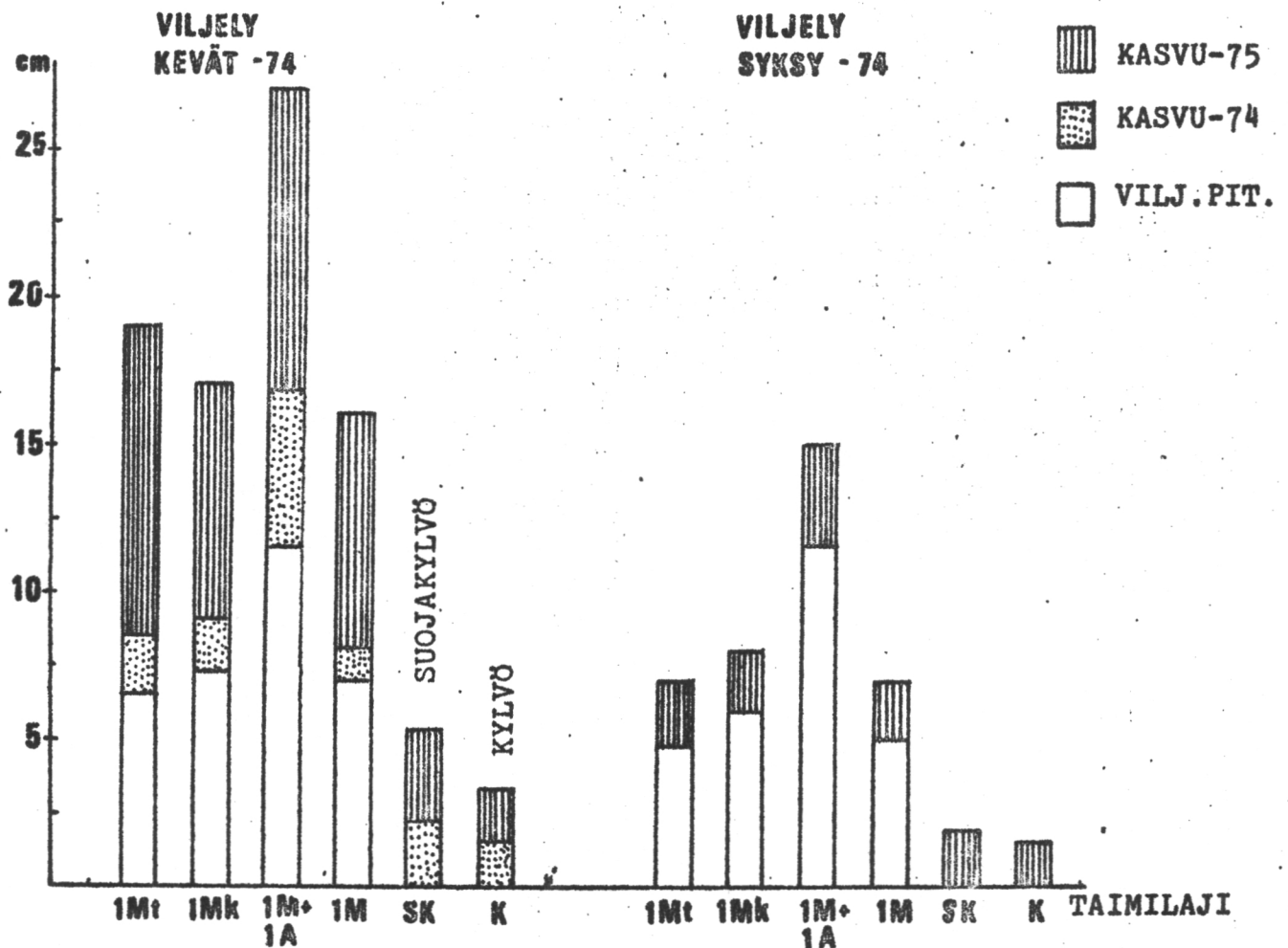
KUVA 4. SUHTEELLISET PÄIVÄLÄMPÖTILAT ERI TAVOIN MUOKATUILLA KASVUALUSTOILLA MAASSA (5cm:n SYVYYDESSÄ), MAANPINNASSA JA ILMASSA (10 cm:n KORKEUDELLE), MUOKKAAMATONTA (0) MERKITYY 100:LLA. MUOKKAUSTAPOJEN MERKINNÄT KS. KUVA 3.



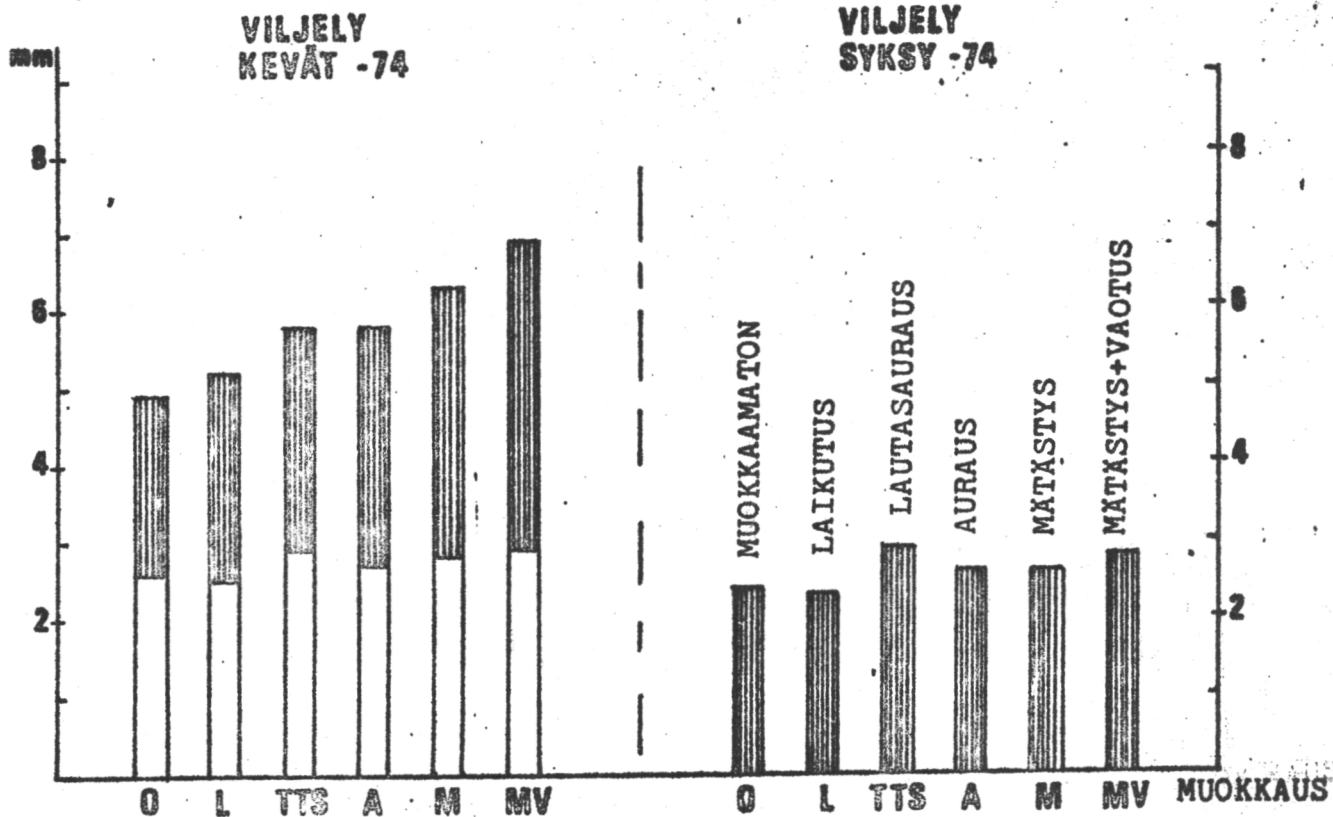
KUVA 5. SUHTEELLINEN PÄIVÄKÖSTEUS ERI TAVOIN MUOKATUILLA KASVUALUSTOILLA MAASSA (5 cm:n SYVYYDESSÄ), MAANPINNASSA JA ILMASSA (10cm:n) KORKEUDELLE.) MUOKKAAMATONTA (0) MERKITYY 100:LLA. MUOKKAUSTAPOJEN MERKINNÄT KS. KUVA 3.



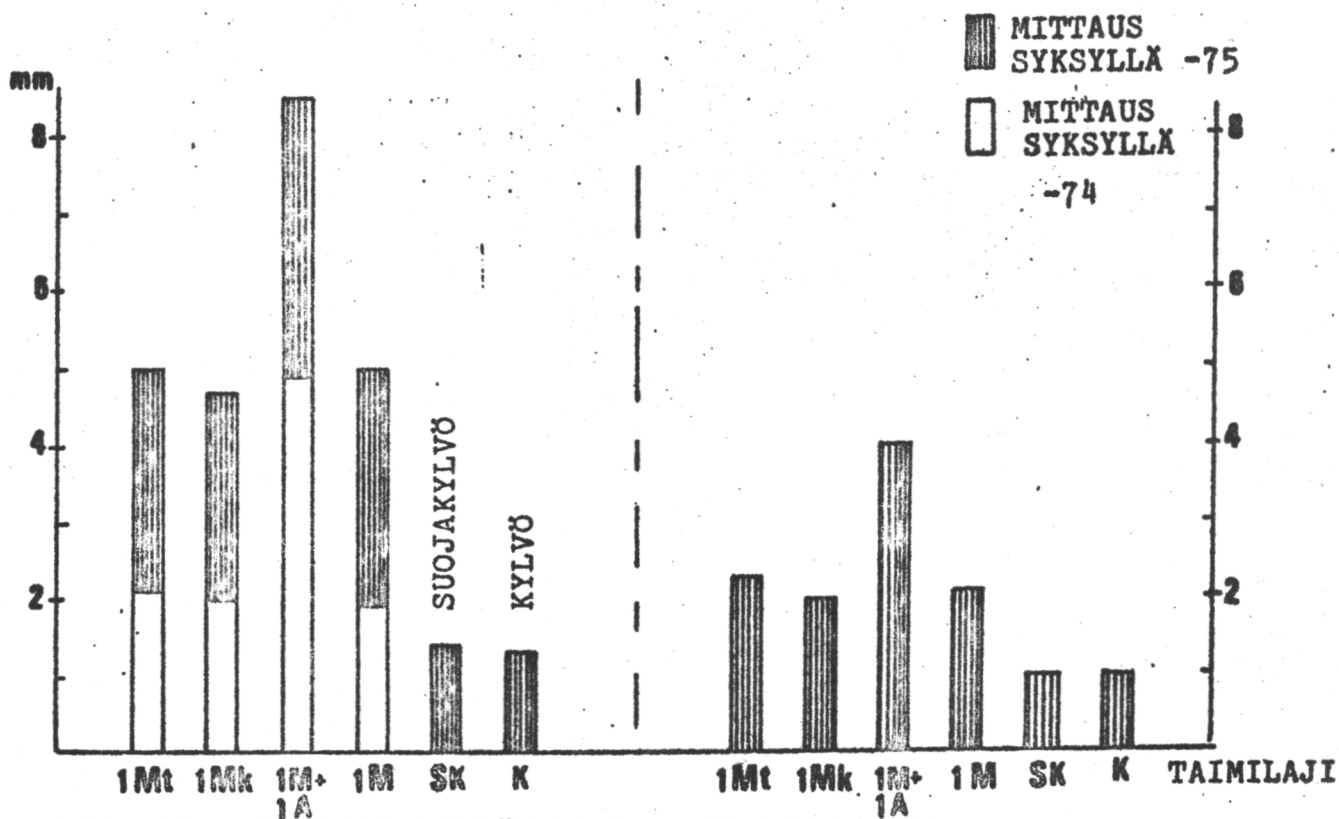
KUVA 6. TAIMIEN PITUUSKEHITYS MUOKKAUSTAVOITTAIN.



KUVA 7. TAIMIEN PITUUSKEHITYS TAIMILAJEITTAIN.



KUVA 8. JUURENNISKAN LÄPIMITTA MUOKKAUSTAVOITTAIN.



KUVA 9. JUURENNISKAN LÄPIMITTA TAIMILAJEITTAIN

Taulukko I. Viljelyn onnistumissadannes taimilajeittain ja muokkaustavoittain

A Viljely kevät 1974 Inventointi syksy 1974

Muokkaus- tapa Taimilaji	Luonnon- tilainen	Laikutus	TTS-lautas- auraus	Auraus	Mätästys	Mätästys+ Vaotus	Keskim.
1 Mt (Fp 620)	88	97	99	99	98	96	96
1 Mk (Fh 408)	80	89	100	86	96	94	91
1 M + 1 A	79	80	96	92	89	96	89
1 M	56	64	87	73	77	71	71
Suojakylvö	85	93	90	98	96	94	92
Kylvö	68	93	90	95	93	89	88
Keskim.	76	86	94	91	92	90	88

B Viljely kevät 1974 Inventointi syksy 1975

Muokkaus- tapa Taimilaji	Luonnon- tilainen	Laikutus	TTS-lautas- auraus	Auraus	Mätästys	Mätästys+ Vaotus	Keskim.
1 Mt (Fp 620)	84	95	96	97	97	95	94
1 Mk (Fh 408)	76	87	93	84	94	88	87
1 M + 1 A	72	75	94	91	86	95	86
1 M	48	58	71	65	74	72	65
Suojakylvö	82	79	84	97	91	90	87
Kylvö	44	86	79	94	87	83	79
Keskim.	68	80	86	88	88	87	83

C Viljely syksy 1974 Inventointi syksy 1975

Muokkaus- tapa Taimilaji	Luonnon- tilainen	Laikutus	TTS-lautas- auraus	Auraus	Mätästys	Mätästys+ Vaotus	Keskim.
1 Mt (Fp 620)	88	93	97	93	93	94	93
1 Mk (Fh 408)	92	92	93	98	93	95	94
1 M + 1 A	55	66	87	48	77	72	68
1 M	71	71	90	86	86	84	81
Keskim.	77	81	92	81	87	86	84
Suojakylvö	0	1	2	6	6	0	2
Kylvö	1	1	3	1	3	2	2

Taulukko 2. Tuhojen jakautuminen muokkaustavoittain (%:na)

MUOKKAUSTAPA	TUHONAIHEUTTAJA						Yht.	Tyhjiä vilj. pisteitä
	Tukkim. täi	Märkyys	Saderoozio	Kuivuus	Muu tai tunnistamaton	Istutusvirhe		
O = Luonnontilainen	27	1	-	2	18	4	52	2
L = Laikutus	18	5	1	-	16	3	43	1
TTS-lautasauraus	8	6	1	1	12	4	32	1
A = Auraus	10	4	5	1	11	3	34	1
M = Mätästys	5	3	4	4	14	7	37	-
MV = Mätästys+Vaotus	4	-	4	5	14	5	32	-
Keskim.	12	3	2	2	15	4	38	1

B Viljely kevät 1974 Inventointi syksy 1975

MUOKKAUS-TAPA	TUHONAIHEUTTAJA							Yht.	Tyhjiä vilj. pisteitä
	Tukkim. täi	Muu hyönteistuho	Märkyys	Kuivuus	Heinitt.	Muu tai tunnistamaton	Istutusvirhe		
O	18	1	2	1	4	2	1	29	36
L	12	1	4	3	1	2	1	24	12
TTS	1	2	3	3	-	2	1	12	14
A	7	4	2	4	-	2	1	20	2
M	3	1	1	4	2	3	2	16	5
MV	3	2	-	11	1	4	-	21	8
Keskim.	7	2	2	4	1	3	1	20	13

C Viljely syksy 1974 Inventointi syksy 1975

MUOKKAUS-TAPA	TUHONAIHEUTTAJA							Yht.	Tyhjiä vilj. pisteitä
	Tukkim. täi	Muu hyönteistuho	Märkyys	Kuivuus	Heinitt.	Muu tai tunnistamaton	Istutusvirhe		
O	8	6	4	1	3	12	3	37	99
L	7	4	4	1	-	13	3	32	99
TTS	1	2	1	3	1	3	3	14	97
A	3	4	3	1	-	11	4	26	96
M	1	6	1	3	-	7	6	24	95
MV	1	3	-	4	1	7	2	18	99
Keskim.	4	4	2	2	1	9	3	25	97

Taulukko 3. Tuhojen jakautuminen taimilajeittain (%:na)

A Viljely kevät 1974 Inventointi syksy 1974

TAIMI-LAJI	TUHONAIHEUTTAJA						yht.	Tyhjiä vilj. pisteitä
	Tukkim. täi	Märkyys	Sade-eroosio	Kuivuus	Muu tai tunnistam.	Istutus virhe		
1 Mt (Fp 620)	10	1	1	-	7	4	23	
1 Mk (Fh 408)	16	2	-	-	7	3	28	
1 M + 1 A	23	1	-	-	13	5	42	
1 M	20	5	-	-	20	5	50	
Suojakylvö	-	2	-	4	15		21	2
Kylvö	-	7	14	7	22		50	3
Keskim.	12	3	3	2	14	4	38	3

B Viljely kevät 1974 Inventointi syksy 1975

TAIMI-LAJI	TUHONAIHEUTTAJA							yht.	Tyhjiä vilj. pisteitä
	Tukkim. täi	Muu hyönteistuho	Märkyys	Kuivuus	Heinitt.	Muu tai tunnist.	Ist. virhe		
1 Mt (Fp 620)	5	2	0	1	-	-	1	9	
1 Mk (Fh 408)	8	4	0	1	-	2	2	17	
1 M + 1 A	11	3	1	1	1	2	2	21	
1 M	21	3	3	2	1	5	1	36	
Suojakylvö	-	1	1	10	4	3		19	9
Kylvö	1	-	5	11	3	5		25	17
Keskim.	8	2	2	4	2	3	1	22	13

C Viljely syksy 1974 Inventointi syksy 1975

TAIMI-LAJI	TUHONAIHEUTTAJA							yht.	Tyhjiä vilj. pisteitä
	Tukkim. täi	Muu hyönteistuho	Märkyys	Kuivuus	Heinitt.	Muu tai tunnist.	Ist. virhe		
1 Mt (Fp 620)	2	7	3	4	1	5	1	23	
1 Mk (Fh 408)	4	9	2	3	-	3	7	28	
1 M + 1 A	8	5	5	2	-	32	7	59	
1 M	6	4	4	3	3	9	6	35	
Suojakylvö	-	-	-	1	-	1		2	97
Kylvö	-	-	-	1	-	1		2	98
Keskim.	3	4	2	2	1	9	5	26	98

Olavi Laiho

TEHOMUOKKAUKSEN VAIKUTUS TAIMISTON ALKUKEHITYKSEEN KANERVA-TYYPILLÄ

Metsämaan muokkaus on meillä vuosi vuodelta yleistynyt. Tähän kehitykseen lienee useitakin syitä, mutta tärkein on sen välitön vaikutus istutustyön sujumiseen ja kustannuksiin. Jokainen metsää viljellyt tietää miten työlästä on valmistaa istutuskuoppa esim. sitkeän juurisen kunnan peittämään maahan ja ponnisteluista huolimatta työn laatu jää huonoksi. Hyvään muokkausjälkeen istutustyö sujuu hyvinkin kaksinkertaisella nopeudella. Hakkuutähteet ja pintakasvillisuus ovat nimittäin tuolloin poissa, juuret katkottu ja kivet paljastettu. Näin taimi voidaan sijoittaa paikalleen vähäisin ponnistuksin ja halutulla tavalla. Konetyön ollessa suhteellisen halpaa saadaan muokkauksekustannukset takaisin ihmistyön säästönä yleensä jo viljelyn yhteydessä.

Muokausmenetelmien ja koneiden kehittäminen ei saa kuitenkaan pysähtyä tähän. Ei riitä, että taimettuminen varmistuu ja alkukehitys hieman nopeutuu. Tavoitteena pitää olla mahdollisimman edullinen lähtökohta nousevalle metsälle ja pitkä vaikutusaika. Seuraavassa esiteltävä koe tarjoaa yhden esimerkin siitä, millaisia myönteisiä yllätyksiä metsämaan muokkauksen työsaralla vielä on odottamassa.

KOKEEN PERUSTAMINEN

Kyseinen koe sijaitsee Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon koekielualueessa Alkkiassa kanervatyypin kankaalla, jolta enimmät puut hakattiin 1940-luvulla ja viimeiset jättömännyt v. 1965. Maa on karkeata hiekkamoreenia (taulukko 1), jossa vähäisiä merkkejä lajittumisesta.

Tässä kokeessa, joka perustettiin v. 1967 ja joka jatkuu edelleen tutkitaan muokkauksen, lannoituksen ja täyttemään käytön vaikutusta männyn istutuksen onnistumiseen. Muokkaus suoritettiin Vako-Viska-nimisellä laitteella. Se teki jyrsimällä 50 cm leveää ja 20 cm syvää vakoa (kuva 1), jossa olleen maan

se hienonsi, sekoitti ja siirsi vaon viereen palteeksi. Ennen jyrshintää palteen kohdalle levitettiin 2 mm kerros kasvuturvetta lannoitettuna tai ilman. Muokkaamattomaan maahan istutettaessa kasvuturve, jota oli kahta laatua pantiin 0.5 litran annoksena istutuskuoppaan. Kutakin käsittelyä ja niiden yhdistelmää sisältyi kokeeseen kuusi toistoa a' 50 tainta.

TULOKSET

Koe on tarkastettu kolme kertaa nimittäin kahden, kuuden ja yhdeksän kasvukauden ikäisenä. Lannoituksen vaikutus on jäänyt vähäiseksi. Tällöin on huomattava, että käytetty lannoitemäärä oli myös pieni (n. 2 g/taimi, Paavilainen 1966) ja maa on kuivaa. Vaikutus on kuitenkin johdonmukainen ja tilastollisesti merkitsevä ($F=4,4^X$). Ero lannoitettujen taimien hyväksi on tällä hetkellä 6 cm.

Kummatkin kasvuturpeet ovat olleet täytemaana samanarvoiset. Niiden vaikutus lienee ollut vähäinen ja lähinnä edullinen kuten Paavilaisen muissa samanaikaisissa ja vastaavanlaisissa kokeissa on ollut laita (1966).

Selvänä vastakohtana edellisille on muokkaus. Jyrshinnän vaikutus kasvuun on ollut hyvin edullinen (kuva 2). Taimien pituusero on vuosi vuodelta suurentunut suhteellisestikin ja tilastollinen merkitsevyys vahvistunut. Yhdeksän kasvukauden jälkeen jyrshinpalteen taimet ovat runsaan kolmanneksen vertailutaimia pitempiä ja huomiota herättävän tanakoita. Juurenniskan läpimitta on niillä kaksinkertainen muokkaamattoman maan taimiin nähden.

Erot kuolleisuudessa ovat sensijaan vähäiset. Ensimmäisten kahden kasvukauden aikana kuoli muokkausjälkeen istutetuista taimista 19 % ja vertailutaimista 14 %. Kuolleisuuden syyt eivät ole tiedossa. Viime vuosina lumikariste on tappanut taimia lisää. Koealue sijaitsee korkealla (190 metriä m.p.y.), jossa lunta on paljon ja se säilyy pitkään. Muokkaustaimet ovat säilyneet karisteelta muita paremmin suuremman kokonsa ja palteella sijainnin ansiosta.

TARKASTELUA

Mahdollisina syinä tähän yllättävään muokkausvaikutukseen tulee mieleen koko joukko tekijöitä, muuttaahan muokkaus kasvuolosuhteita monella tavalla. Ensinnäkin palteet ovat edelleenkin lähes kasvittomina vertailutaimien joutuessa kilpailemaan pintakasvillisuuden kanssa. Se on kuitenkin harvanlaista päivänpolttamaa sammalta, jäkälää ja kanervaa, joskin kahden viime mainitun tiedetään haittaavan männyn juuristokehitystä.

Toisaalta paljas maa on alttiina esim. sateen tiivistävälle vaikutukselle (Kauppila ja Lähde 1974). Karkea hiekka on kuitenkin niin ilmava maalaji, ettei tiiviys muodostu sillä ongelmaksi. Tämä seikka näkyy myös juuriston syvyysjakautumassa. Juuria on kasvanut runsaasti 5-15 cm hiekkakerroksen peittämään humusvyöhykkeeseen, vieläpä sen alapuolellekin ja juuriston keskisyvyys on näin muodostunut poikkeuksellisen suureksi. Se on jo sellaisenaan eduksi ravinteiden otolle, jonka lisäksi muokkaus tapaa vilkastuttaa maan pieneliötoimintaa. Mihinkään vilkkaaseen mobilisaatioon eivät alustavat analyysitulokset kuitenkaan viittaa, mikä näin karun kasvupaikan ja vähäisten humusmäärien kyseessäollen tuntuukin uskottavalta.

Muokkaus lisää tunnetusti maan saamaa lämpösummaa (Leikola 1974). Viime mainitun vaikutus taimien kehitykseen riippuu kuitenkin mm. maan kosteudesta ja tässä tapauksessa aivan ratkaisevalla tavalla, onhan vesi kuivilla kankailla minimitekijänä.

Lukuisten tutkimusten mukaan tehokas muokkaus yleensä kuivattaa maata (Kauppila ja Lähde 1974). Tästä syystä esim. auraspalteiden tulisi saada painua kolme vuotta ennen istutusta (Turtiainen ja Valtanen 1974) tai ne tulisi tiivistää. Vako-Viskan muokkausjälki näyttää olleen suhteellisen edullinen kuivumista vastaan. Selitys saattaa olla maan suurentunut vedenpidätyskyky ja pintamaan muodostama haihtumisuoja. Sadevesi, jonka varassa tarkasteltava kasvupaikka pelkästään on (pohjavesi yli 2 metrin syvyydessä, kapillaarinen nousu 10-15 cm), pysähtyy muokkaamattomalla maalla pintakasvillisuuteen ja humuskerrokseen ja on alttiina haihtumiselle. Jyrsinpalteessa vesi imeytyy suoraan maahan ja humusmäärän ollessa kaksinkertainen pääsee pohjaveteen karkaamaan edellistä vähemmän vettä.

On selvää, että veden puute edelleen on tälläkin muokkauksenkentällä minimitekijä, mutta kaikesta päätellen jyrshintä on parantanut tilannetta ja näin mahdollistanut muidenkin edullisten muutosten hyödyntämisen. Salaisuus näyttää olleen tehokkaassa humuksen hienontamisessa ja allejääneessä humuskerroksessa. Karkeassa, maan paikalleen jättävässä jyrsinjäljessä veden puute muodostuu kuivilla kankailla erittäin vakavaksi ongelmaksi (Mälkönen 1972).

Istutuskesä oli normaalia hieman sateisempi, seuraavat neljä kuivempia. Tulokset ovat näin ollen yleistettävissä keskimääräisiin sääoloihin. Viljely puolestaan tehtiin välittömästi jyrsinjän jälkeen. Talvehtinut palle olisi ilmeisesti ollut parempi. Hyvään tulokseen edesauttoi varmasti myös käytetty 2+1-taimi. Pitkäjuurisena se sai jo istutettaessa kosketuksen vettäpidättävään humuskerrokseen.

Rohkaisevinta saaduissa tuloksissa on se, että kuivan ja karkeankin maan metsittämistä voidaan oikealla muokkauksella edistää. Viime aikoina on monissa yhteyksissä, viimeksi Koiviston (1976) toimesta viitattu tiiviiden maiden kuohkeuttamisen tarpeeseen. Tämä tarve onkin mitä polttavin. Niinpä savimaat ovat metsämaina vain keskinkertaisia, vaikka ne peltomaina ovat parhaita. Paksumultaisina ja kuohkeina ne arvattavasti kasvaisivat kaksinkertaisiakin puusatoja. Muokkausmenetelmät ja kalusto pitää kehittää sellaiseksi, että tiiviit maat saadaan ilmaviksi, karkeat vettäpidättäviksi, humuskerrokseen lukkiutuneet ravinteet takaisin käyttöön ja kaikki tämä mahdollisimman pitkävaikutteisena.

KIRJALLISUUTTA

KAUPPILA, Aulikki ja LÄHDE, Erkki. 1974. Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa. Folia Forestalia 230.

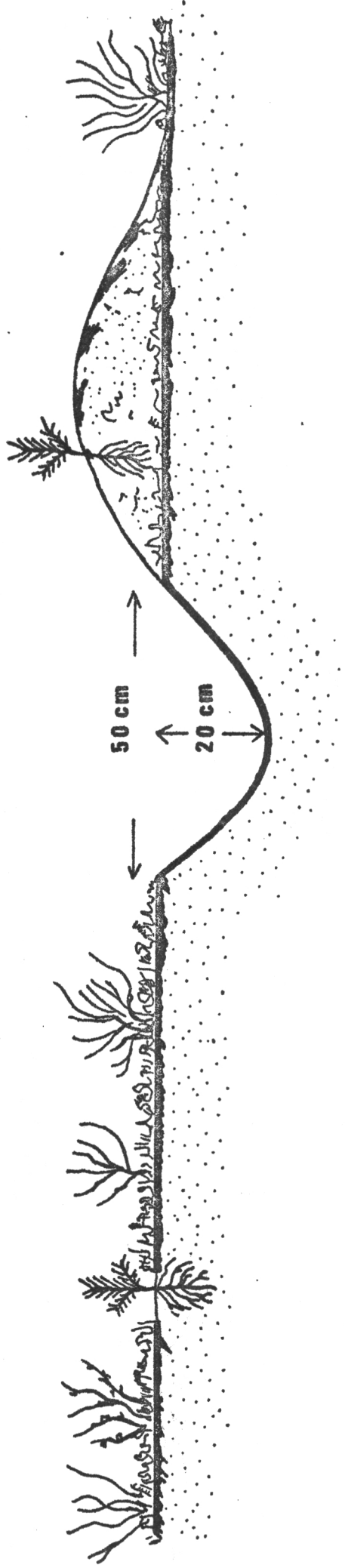
KOIVISTO, Väinö. 1976. Metsämaan ilmavuudesta ja sen parantamisesta. Metsä ja Puu no. 3.

LEIKOLA, Matti. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 84.2.

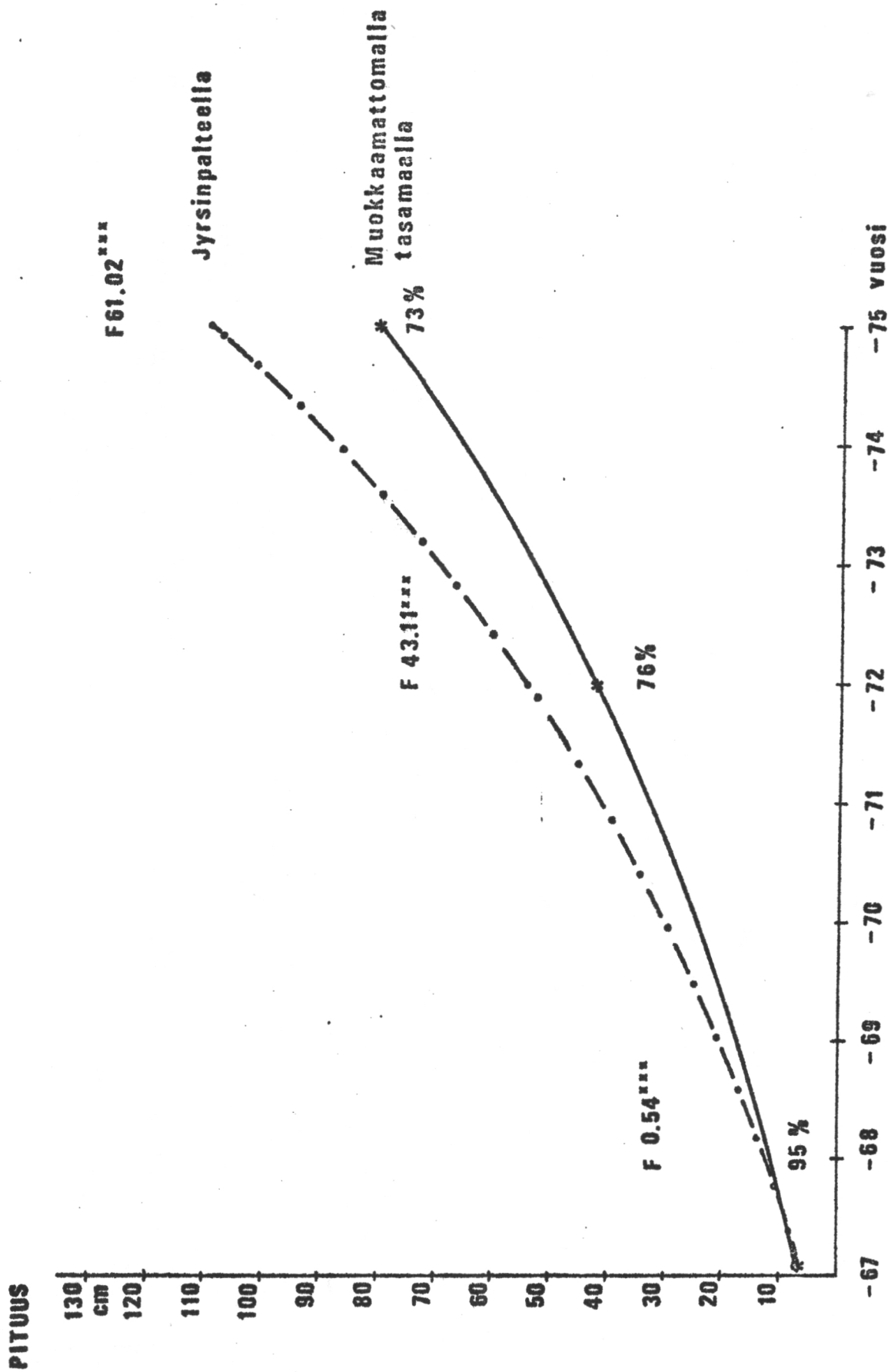
MÄLKÖNEN, Eino. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkauksesta. Folia Forestalia 137.

PAAVILAINEN, Eero. 1966. Havaintoja kasvuturpeen käytöstä männyn istutuksessa. Folia Forestalia 22.

TURTTAINEN, Markku ja VALTANEN, Jukka. 1974. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja no. 8.



KUVA 1. VAKO-VISKAN TYÖJÄLKI



KUVA 2. TAIMIEN PITUUSKEHITYS

Taulukko 1. Maan raekoostumus (%)

mm Syvyyskerros	Kivet 60 - 20	Sora 20 - 2	Hiekka 2 - 0.2	Karkea hie- ta 0.2 - 0.06	Hieno hietta ja hienommat 0.06 -	Maalaji
	0 - 10 cm	3	24	65	6	2
10 - 20 cm	6	31	56	5	2	Karkea hiekka
20 - 30 cm	8	39	50	2	1	Karkea hiekka

