

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 70**

MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



**METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ
OULAISSA 1982**

MUHOS 1982

Kansikuva: Männyntaimikon perkauksen koekenttää Kuhmon hoitoalueessa. Avohakkuu tehtiin vuonna 1966 ja männyntaimikon istutus 1968, jonka jälkeen kuvassa olevalla ruudulla ei ole tehty taimikonhoitotoimia. Kesällä 1982 tehdyn inventoinnin mukaan ruudulla oli istutustaimia 1 910 kpl/ha (keskipituus 2,2 m) ja lehtipuita 7 286 kpl/ha (keskipituus 2,6 m). Lehtipuiden maanpäällisten osien yhteenlaskettu biomassa oli 9,0 t/ha, josta runkopuuta oli 60 %. Tutkimuskohteen metsätyyppi on VMT.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 70
MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ
OULAISSA
1982

LUKIJALLE

Muhoksen metsäntutkimusasema järjesti ensimmäisen alueellisen metsäntutkimuspäivän Kuusamossa 1975. Vuosittain sen jälkeen on kutsuttu koolle tietyn kuntaryhmän metsäammattimiehet ja heidän esimiehensä kuulemaan uusimpia tutkimustuloksia ja keskustelemaan niistä. Nyt 2.12.1982 Oulaisissa järjestettävä tutkimuspäivä on yhdeksäs.

Tämä tiedonantoja nro 70 sisältää Oulaisissa pidetyt kahdeksan esitelmää.

Tutkimusaseman johtaja
Jukka Valtanen

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
Mikko Moilanen	
Tuloksia lannoituksen vaikutuksesta varttuneen suomännikön kehitykseen Pohjois-Pohjanmaalla	1
Pekka Pietiläinen ja Aimo Kuivamäki	
Ravinteiden puutteen vaikutus männynneulasten valonheijastusominaisuuksiin	14
Markku Meriluoto	
INKA - nykymetsien kasvu- ja kehitystietoa metsätalouden suunnittelun avuksi	22
Eero Kubin	
Karike ja sen merkityksestä metsänhoidossa	30
Pentti Savilampi	
Kärsämäen viljelytaimikoiden inventointituloksia	40
Jukka Valtanen	
Perkauksen vaikutus männyntaimikon alkukehitykseen ..	51
Jaakko Virtanen	
Ilmakuvien käyttö energiapuuvarojen arvioinnissa	63
Jyrki Hytönen	
Istutustiheyden ja lannoituksen vaikutus vesipajun (<u>Salix</u> cv. aquatica) kuiva-ainetuotokseen ja kasvuston kehitykseen	67

Mikko Moilanen

TULOKSIA LANNOITUKSEN VAIKUTUKSESTA VARTTUNEEN SUOMÄNNIKÖN KEHITYKSEEN POHJOIS-POHJANMAALLA

1. Johdanto

Lannoituksella pyritään vaikuttamaan maaperän ravinneoloihin. Maaperän ravinnemäärien ja -suhteiden muutosten kautta lannoitusvaikutus heijastuu kasvillisuuden, myös puuston kehitykseen. On nähty, että juuri maaperällisten kasvutekijöiden järjestelyllä voidaan parhaiten ohjata metsikön tuotosta niin määrän kuin laadunkin suhteen. Käytännön metsätaloudessa toivotaan lannoituksen lisäävän etenkin runkopuun tuotosta.

Ojitetuilla turvemailla puuston kasvua ja kehitystä rajoittaa pääravinteista selvimmin fosforin ja kaliumin niukkuus, fosforin kohdalla vielä sen voimakas biologinen pidättyminen turpeeseen. Kolmannen pääravinteen, typen, merkitys puun kasvulle korostuu karummilla suotyypeillä, piensaraisilla ja sitä köyhemmillä ravinteisuustasoilla. Huolimatta turpeen suurista luontaisista typpivaroista ei puitten käyttöön useinkaan mobilisoidu riittävästi käyttökelpoista typpeä, jotta puitten kasvupotentiaali tulisi täysin hyväksikäytetyksi. Tällaisilla kohteilla suositellaan fosfori-kaliumlannoituksen ohella typen käyttöä.

Paitsi lannoitteen sisältämistä ravinnemääristä ja ravinnesuhteista lannoitusvaikutuksen suuruus riippuu monista keskenään yhteydessä olevista tekijöistä, jotka on otettava huomioon lannoitusta suunniteltaessa. Niinpä lannoitukselta ei voi paljoa odottaa silloin, kun kasvupaikan vesitalous ei ole kunnossa. Lannoitusta ei myöskään suositella äskettäin ojitetuille alueille, joilla puusto ei ole elpynyt riittävästi kyetäkseen sitomaan lannoitteena annettuja ravinteita.

Toiminnan taloudellisuutta ajatellen jo alkuaan hyväkasvuisia ja runsaspuustoisia metsiköitä on pidettävä ensisijaisina lannoituskohteina. Mikäli puusto on kehityksessään arvokynnyksen rajoilla (so. kuitu- tai tukkipuun kokorajoilla), parantaa jo suhteellisen vähäinenkin tuotoksen lisäys lannoituksen kannattavuutta. Näin varsinkin silloin, kun kasvunlisäys voidaan realisoida kohta vaikutusajan päättymisen jälkeen.

Pohjoiseen osaan Suomea soveltuvaa tutkimustietoutta lannoituksen vaikutuksesta suopuuston rakenteeseen ja kehitykseen on vielä riittämättömästi (esim. KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973, PAAVILAINEN ja SIMPANEN 1975, PAAVILAINEN 1976, 1978, 1979a). Tässä esiteltävien tulosten toivotaan lisäävän tietämystä ojitetun turvemaan männikön lannoituksen jälkeisestä kehityksestä. Selvityksen nykyvaiheessa on tuloksia pidettävä alustavina, ja niitä voidaan joutua tarkentamaan työn edistyessä.

2. Koekentät ja mittaukset

Aineistoa on kerätty pääasiassa Muhokselta, Pyhäkosken kokeilualueen mailta. Metsähallituksen mailla sijaitsevilta koekentiltä on mittaustietoja Vaalasta, Sievistä, Pyhännältä, Iistä, Pudasjärveltä ja Sotkamosta. Mitattuja kokeita on yhteensä 15 kpl. Alueet ovat ojitusiältään varsin vanhoja; alkuaan 1930-luvun kuivatuksia, joista eräillä jouduttiin tekemään täydennysojitus lannoituskoetta perustettaessa. Kohteet ovat siten muuttumavaiheessa, eräiltä osin turvekangasasteella.

Ravinteisuustaso vaihtelee tutkimusasalueilla piensaraisesta ruohoiseen. Alkuperäinen suotyyppi on useimmiten ollut ohutturpeinen piensararäme (turvetta 20 - 40 cm).

Puustoltaan kohteet edustivat lannoitushetkellä lähinnä ensiharvennusvaiheen metsiköitä (kuutiomäärä 40 - 80 m³/ha). Pääpuulajina oli lähes poikkeuksetta mänty, hieskoivun osuus tilavuudesta vaihteli 5 - 25 %:iin suotyypistä riippuen. Puuston metsänhoidollinen tila on ollut hyvä koko tutkimusjakson ajan.

Lannoitukset ovat vuosilta 1971 - 1974. Lannoitelajeina kokeiltiin Suometsien PK-lannosta (0-10,5-12,5), oulunsalpietaria (26-0-0), ureaa (46-0-0) ja kalisuolaa (0-0-50) erilaisina yhdisteinä. Eräillä kohteilla oli jo aiemmin 1960-luvulla suoritettu käytännön työnä PK-lannoitus käyttäen hienofosfaattia (0-14-0) ja kalisuolaa. Näillä kohteilla voitiin seurata myös jatkolannoitusvaikutuksia.

Lannoitusvaikutuksen selvittämiseksi valittiin kultakin koeruidulta 25 - 35 koepuuta, joista otettiin rinnankorkeudelta kairanlastu lannoituskauden ja lannoitusta edeltävän 3 vuoden sädekasvun mittaamista varten. Koepuista mitattiin lisäksi pituus, lannoituskauden pituuskasvut ja läpimitta kahdelta korkeudelta (d1.3 ja d6.0). Koepuiden tilavuus ja tilavuuskasvu laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen matemaattisen osaston kehittämällä KPL-laskentaohjelmistolla. Lannoituskäsittelyjen välisiä eroja testattiin yksisuuntaisella kovarianssianalyysillä. Käsittelyjen väliset lähtötasoerot tasoitettiin lannoitushetkeä edeltäneen tilavuuskasvun avulla.

3. Tulokset

Eräs tapa tarkastella lannoituksen vaikutusta on luokitella aineisto esim. kasvupaikan suhteen ja laskea kasvunlisäykset useamman koekentän keskiarvona. Tässä tutkittujen kohteiden välillä kasvunvaihtelu muodostui kuitenkin niin suureksi, ettei keskimääräisiä kasvunlisäysten arvioita ole mielekästä esittää. Seuraavassa keskitytään seuraamaan puuston kasvun ja kuutiomäärän kehitystä kahdella koekentällä.

Muhos, Valtimon palsta

Muhoksen koekenttä on keskimääräiseltä suotyypiltään muuttumavaiheen piensararämettä (turvetta 20 - 30 cm). Puusto on luontaisesti syntynyttä lähes puhdasta männikköä, jonka määrä lannoitushetkellä vaihteli 35 - 55 m³/ha ja tilavuuskasvu 2,5 - 3,0 m³/ha/v. Alue lannoitettiin vuosina 1971 ja 1977.

Ensimmäinen lannoitus lisäsi puuston vuotuista kasvua (kuvat 1 ja 2). Eniten kasvu lisääntyi oulunsalpietarilannoituksen jälkeen, seuraavaksi eniten PK:ta ja oulunsalpietaria saaneilla ruuduilla. Voimakkaimmillaan lannoitusvaikutus oli 3 - 4 vuotta lannoituksesta. Yllättävän heikoksi jäi sen sijaan ureana annetun typen vaikutus sekä yksin että yhdessä PK:n kanssa käytettäessä. Myöskään pelkkä PK-lannoitus ei saanut mainittavia kasvunlisäyksiä aikaan.

Jatkolannoitus tehtiin v. 1977 useilla ravinneyhdistelmillä (kuvat 3 ja 4). Vaikutusten pääsuunta oli sama kuin peruslannoituksessa. PK-lannoitus ei kohottanut kasvun tasoa paljoakaan, ureaa käytettäessä havaittiin ensimmäistä lannoitusreaktiota voimakkaampi vaikutus. Suurin kasvunlisäys saatiin käytettäessä jatkolannoituksessa oulunsalpietaria ja PK-lannosta yhdessä. Jatkolannoittamattomien ruutujen (PK, PK+urea, PK+ousa) kehitys vuosina 1977 - 1981 vahvisti peruslannoitustulosta, jonka mukaan oulunsalpietari oli teholtaan ureaa voimakkaampi, ja PK:n vaikutus oli kokonaisuudessaan vähäinen.

Puutavaralajirakenteen kehitystä lannoituksen vaikutusaikana voidaan pitää lannoituksen taloudellisuutta ajatellen ratkaisevana. Metsikössä, jossa on runsaasti kuitu- tai tukkipuun kokorajoilla olevaa puustoa, muutos voi lyhyelläkin aikavälillä olla huomattava. Muhoksen kokeella tukkipuun osuus puuston kokonaistilavuudesta vaihteli lannoitushetkellä 5 - 15 %:iin. Tutkimuskaudella lannoitus yleensä lisäsi tukkipuun suhteellista osuutta kokonaispuustosta, ts. lannoitus näytti nopeuttaneen siirtymää kuitupuusta tukkipuuhun (kuvat 7 ja 8).

Sievi, Nevajärvi

Metsähallituksen maalla sijaitseva Sievin koekenttä edustaa suotyypiltään muuttumavaiheen suursararämettä. Ojitus tehtiin jo 1920-luvulla ja täydennysojitus v. 1963. Puusto on hankikylvön (v. 1926) kautta syntynyttä mänty-koivusekametsikköä, jonka kuutiomäärä v. 1974 oli n. $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja vuotuinen kasvu n. $3 \text{ m}^3/\text{ha}$. Alueen turvekerroksen paksuus on 60 - 80 cm. Peruslannoitus tehtiin v. 1965 levittämällä kohteelle käytännön työnä

hienofosfaattia 500 - 700 kg/ha ja kalisuolaa 200 kg/ha. Vuoden 1974 lannoituksessa käytettiin Suometsien PK-lannoksen lisäksi ureaa ja kalisuolaa.

Vuoden 1974 jälkeen puuston kasvu lisääntyi eniten niillä ruuduilla, jotka saivat kaikkia kolmea pääravinnetta (kuvat 5 ja 6). Vaikutuksen maksimi saavutettiin 3 - 4 vuotta lannoituksesta (kasvunlisäys $1,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$). Jatkolannoituksen vaikutusajaksi näytti muodostuvan keskimäärin 7 - 8 vuotta. Pelkän typen (urea) tai kaliumin (kalisuola) samoin kuin typpi-kaliumlannoituksen vaikutuksen havaitaan jääneen pieneksi. Myöskään pelkkä PK-lannoitus ei lisännyt puuston kasvua.

Sievin kokeen puusto oli mittaushetkellä vielä suurimmalta osaltaan kuitupuukokoa, joten lannoituksen mahdollista vaikutusta puutavaralajien kehitykseen on vaikea todeta (kuva 9).

4. Tulosten tarkastelua

Edellä on esitetty tuloksia lannoituksen aiheuttamista puuston kasvureaktioista kahdelta Pohjois-Pohjanmaan oloissa tyypilliseltä turvemaan lannoituskohteelta. Tutkimuksessa rajoitutaan seuraamaan puuston lannoituksenjälkeistä runkopuun tilavuuskasvua ja lannoituksen vaikutusta puutavaralajisuhteisiin. Lannoituksen aiheuttamia mahdollisia muutoksia oksiston kehitykseen, puun runkomuotoon, puuston terveydentilaan jne. ei ole tässä yhteydessä selvitetty.

Tulokset vahvistavat osittain aiempaa käsitystä, jonka mukaan ohutturpeisella ravinteisuudeltaan piensaratason rämeellä on puuston kasvua säätelevistä pääravinteista minimitekijänä puille käyttökelpoinen typpi (esim. PAAVILAINEN 1976). Kyseisen kasvu- paikan lannoituksessa tarvitaan siis PK:n lisäksi typpeä. Muhoksen kokeella typen puute oli varsin tuntuva, sillä pelkkä PK:n käyttö etenkin suurina määrinä näytti heikentävän puuston kasvua.

Oulunsalpietarin ylivoimaisuus ureaan verrattuna Muhoksen kokeella oli yllättävää, vaikka tiedetään urean vaikutuksen jäävän yleensä heikommaksi kuin muitten typpilannoittelajien (PAAVILAINEN 1973).

Syinä tähän on pidetty lähinnä urean sisältämän ammoniumtyypen haihtumisherkkyyttä kuivan ja kuumen sääjakson alussa tehdyn levityksen jälkeen (PAAVILAINEN 1975, DEROME 1979) ja urean voimakasta kykyä pidättyä biologisesti turpeeseen (PAAVILAINEN 1973). Levitysaikakokeissa on lisäksi voitu todeta urealannoituksen antavan keväällä yleensä heikomman kasvunlisäyksen kuin muina vuodenaikoina (LIPAS ja LEVULA 1980). Sen sijaan oulunsalpietarilla saatavaan lannoitusvaikutukseen ei levitysjankohdalla liene kovin suurta merkitystä silloin, kun levitys tapahtuu sulan maan aikana.

Muhoksen kokeella vuoden 1971 lannoitus tehtiin touko-kesäkuun vaihteessa. Oulun säähavaintoaseman mukaan (Kuukausikatsaus ...) vallitsi keväällä 1971 lähes kuukauden mittainen sateeton ja ver-raten lämmin sääjakso (18.5. - 15.6.). Jatkolannoitus (18.6.1979) puolestaan ajoittui selvästi kosteamman ja viilleämmän sääjakson alkuun, ja urealla havaitaankin olleen enemmän vaikutusta kuin peruslannoituksen jälkeen. Sievin kokeella lannoitteet levitettiin syksyllä (30.9.1974) ja urean todettiin myös vaikuttaneen puuston kasvua lisäävästi. Levityshetken sääoloilla voitaneenkin osittain selittää urean käyttäytymistä, ja siten korostaa urean levitysjankohdan merkitystä käytännön lannoitusten suunnittelussa.

Aiempien tutkimusten mukaan typpilannoitus ei ole tarpeen lannoitettaessa ensimmäistä kertaa suursaraisia ja niitä ravinteisempia kasvupaikkoja (PAAVILAINEN ja SIMPANEN 1975, PAAVILAINEN 1978, 1979a). Edelleen on useita havaintoja, joiden mukaan PK-lannoitus on runsasravinteisilla kasvupaikoilla lisännyt puuston kasvua voimakkaasti ja pitkäaikaisesti (jopa 15 - 20 vuotta). Sievin kokeella saatua vähäistä lannoitusvaikutusta PK-lannoituksen jälkeen on sen vuoksi pidettävä yllätyksenä. Tosin alue oli aiemmin v. 1965 saanut voimakkaan fosfori-kaliumlannoituksen. Tämän lannoituksen vaikutusta ei ollut mahdollista selvittää, mutta sen voidaan olettaa jatkuneen vielä jatkolannoitushetkellä v. 1974 (vrt. PAAVILAINEN 1979a). Täten osa jatkolannoituksen PK-vaikutuksesta on ilmeisesti peittynyt peruslannoitusvaikutukseen. Joka tapauksessa NPK-jatkolannoitus lisäsi puuston kasvua selvästi PK-lannoitusta enemmän. Toisaalta puuston tyyppien tarpeen oletetaan kasvavan rehevämmilläkin kasvualustoilla ojituksen ikääntyessä ja puuston kasvun parantuessa (PAAVILAINEN 1979b).

Lannoitetyypen käyttöön soilla liittyy omat ongelmansa. Useasti on yksipuolisen typpilannoituksen todettu aiheuttavan positiivisen alkuvaikutuksen jälkeen puun kasvun taantumista ja neulasten ravinnesuhteiden häiriintymistä (PAAVILAINEN 1976, 1978, 1979a). Tätä kasvun häiriintymistä typpilannoituksen jälkeen tavattiin myös nyt tutkituilla alueilla. Suursaraisilla kasvupaikoilla, joilla turve oli pitkälle maatunutta, häiriöitä ilmeni eniten. Pelkkää tyyppien käyttöä ei suositellakaan turvemaille laadituissa lannoitusohjeissa (PAAVILAINEN 1979b).

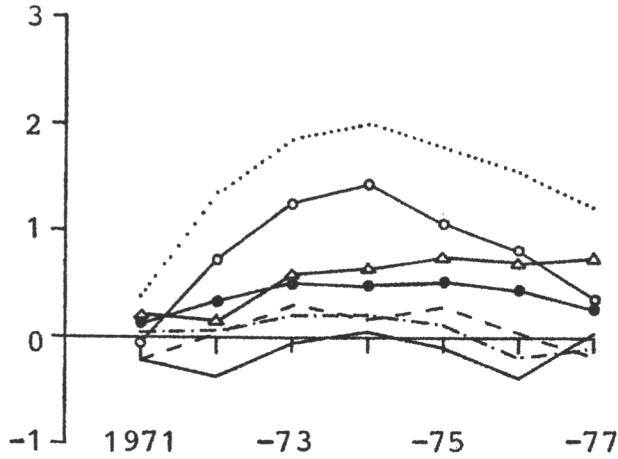
Puuston kehitysvaihe vaikuttaa oleellisesti lannoitustulokseen. Turvemaidella on PK-lannoituksen vaikutuksen havaittu riippuvan puuston kuutiomäärästä lannoitushetkellä: hehtaarikohtaisen kuutiomäärän noustessa 60 - 70 m³:iin saakka on lannoituksen aiheuttama kasvunlisäys jyrkästi kohonnut ja säilynyt sitä suuremmissa tilavuusluokissa jokseenkin muuttumattomana (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1973). Edelleen mitä paremmin puusto kasvaa lannoitushetkellä, sitä suurempaa reaktiota siltä voi odottaa (SEPPÄLÄ 1972). Tässä selvityksessä puuston lähtökuutiomäärä vaihteli 40 - 70 m³/ha ja kasvu 2,5 - 4,5 m³/ha/v. Näin ollen puusto ei ollut vielä yleensä saavuttanut maksimikasvun vaihettaan (vrt. HEIKURAINEN ja SEPPÄLÄ 1973) eikä kyennyt täysin käyttämään hyväkseen lannoitteena annettuja ravinteita. Lannoituksen vaikutus (etenkin PK:ta käytettäessä) jäikin useassa tapauksessa verraten vähäiseksi. Olisiko tulos kehityksessään pitemmälle ehtineissä suomänniköissä nyt saatua olennaisesti erilainen, selvinnee kun aineistoa täydennetään koskemaan myös uudistuskypsyttä läheneviä metsiköitä.

Aineiston keskeneräisyyden vuoksi onkin tehtyihin päätelmiin suhtauduttava varovaisesti. Kuitenkin tulokset viittaavat siihen, että tavoiteltaessa lannoituksen kannattavuutta tulee toimintaa keskittää soilla yhä enemmän varttuneisiin ja riittävän elpymiskykyisiin puustoihin, joista lannoitusvaikutus voidaan realisoida arvokkaana tukkipuuna.

Kirjallisuus

- DEROME, J.R.M. 1979. Urea hydrolysis and ammonia volatilization from urea pellets spread on top of the litter layer. Commun. Inst. For. Fenn. 97(2).
- HEIKURAINEN, L. & SEPPÄLÄ, K. 1973. Ojitusalueiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisuudesta. Acta For. Fenn. 132.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1973. Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu. Silva Fenn. 7(3).
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon 1971. Ilmatieteen laitos. Helsinki.
- LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Folia For. 421.
- MÄLKÖNEN, E. 1979. Kangasmaiden lannoitustutkimus. Folia For. 400.
- PAAVILAINEN, E. 1973. Studies on the uptake of fertilizer nitrogen by Scots pine using ^{15}N labelled urea influence of peat thickness and application time. Commun. Inst. For. Fenn. 79(2).
- " 1975. Urea suometsien lannoitteena. Metsä ja Puu 12.
- " 1976. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. Folia For. 272.
- " 1978. PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Folia For. 343.
- " 1979a. Jatkolannoitus runsastyppisillä rämeillä. Folia For. 414.
- " 1979b. Turvemaiden metsänlannoitustutkimuksista. Folia For. 400.
- " & SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Commun. Inst. For. Fenn. 86(4).
- SEPPÄLÄ, K. 1972. Estimation of the effect of fertilizer application on peatlands drained for forestry. Proc. of the 4th Int. Peat. Congr. Otaniemi, Helsinki.

Kasvunlisäys
m³/ha



Lannoitus, kg/ha

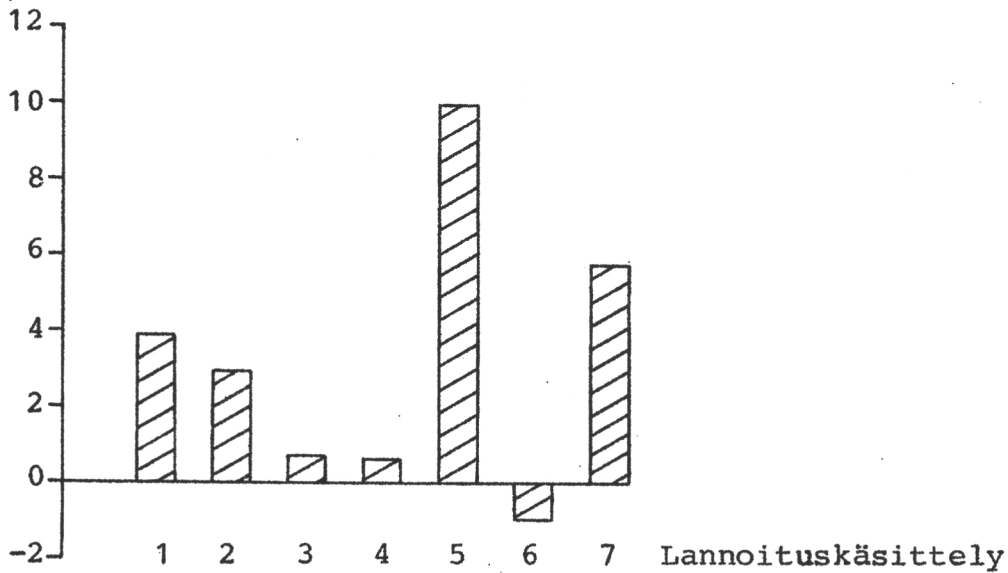
(0-taso
= lannoitta-
maton)

- 1 \triangle — \triangle = PK400
- 2 \bullet — \bullet = PK600
- 3 \cdots = PK800
- 4 $- - -$ = U200
- 5 $\cdots\cdots$ = Os400
- 6 $—$ = PK400 U200
- 7 \circ — \circ = PK400 Os400

PK = Suometsien PK-
lannos
U = Urea
Os = Oulunsalpietari

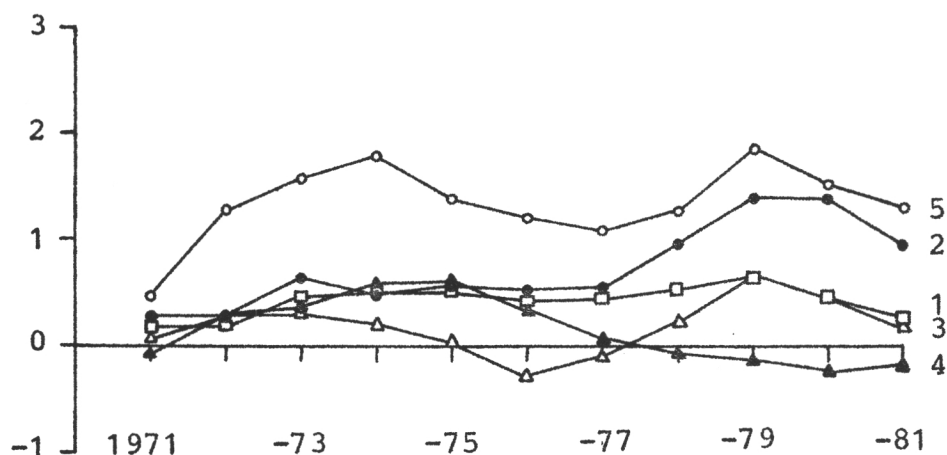
Kuva 1. Peruslannoituksen aiheuttama puuston vuotuinen tilavuuskasvun lisäys Muhoksen kokeella. Lannoitus keväällä 1971.

Kasvunlisäys
m³/ha/7 v



Kuva 2. Peruslannoituksen aiheuttama puuston kasvunlisäys 7 vuoden aikana Muhoksen kokeella. Lannoitus-
käsittelyt kuvassa 1.

Kasvunlisäys
m³/ha



Peruslannoitus, kg/ha

Jatkolannoitus, kg/ha

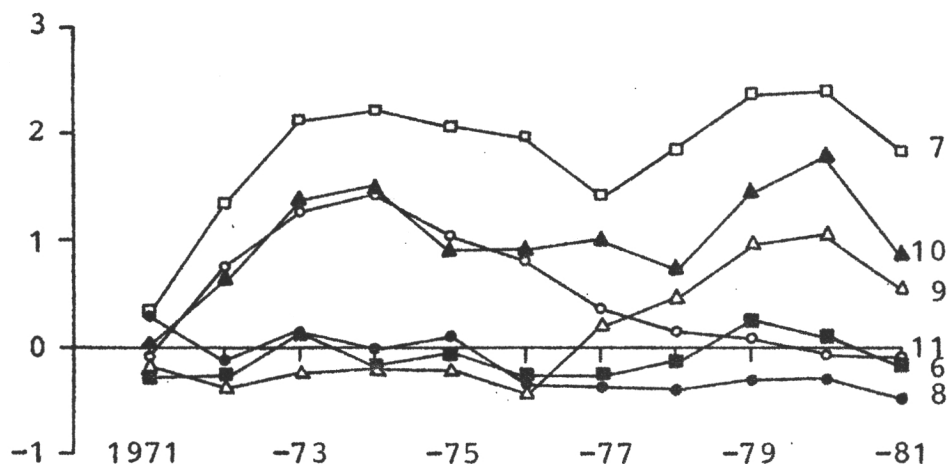
1	□—□	= PK600	-
2	●—●	= PK600	PK400 U200
3	△—△	= PK800	U200
4	▲—▲	= U200	PK400
5	○—○	= Os400	PK400
6	■—■	= U200	PK400 U200
7	□—□	= Os400	PK400 Os363
8	●—●	= PK400 U200	-
9	△—△	= PK400 U200	PK400 U200
10	▲—▲	= PK400 Os400	PK400 U200
11	○—○	= PK400 Os400	-

PK = Suometsien PK-lannos

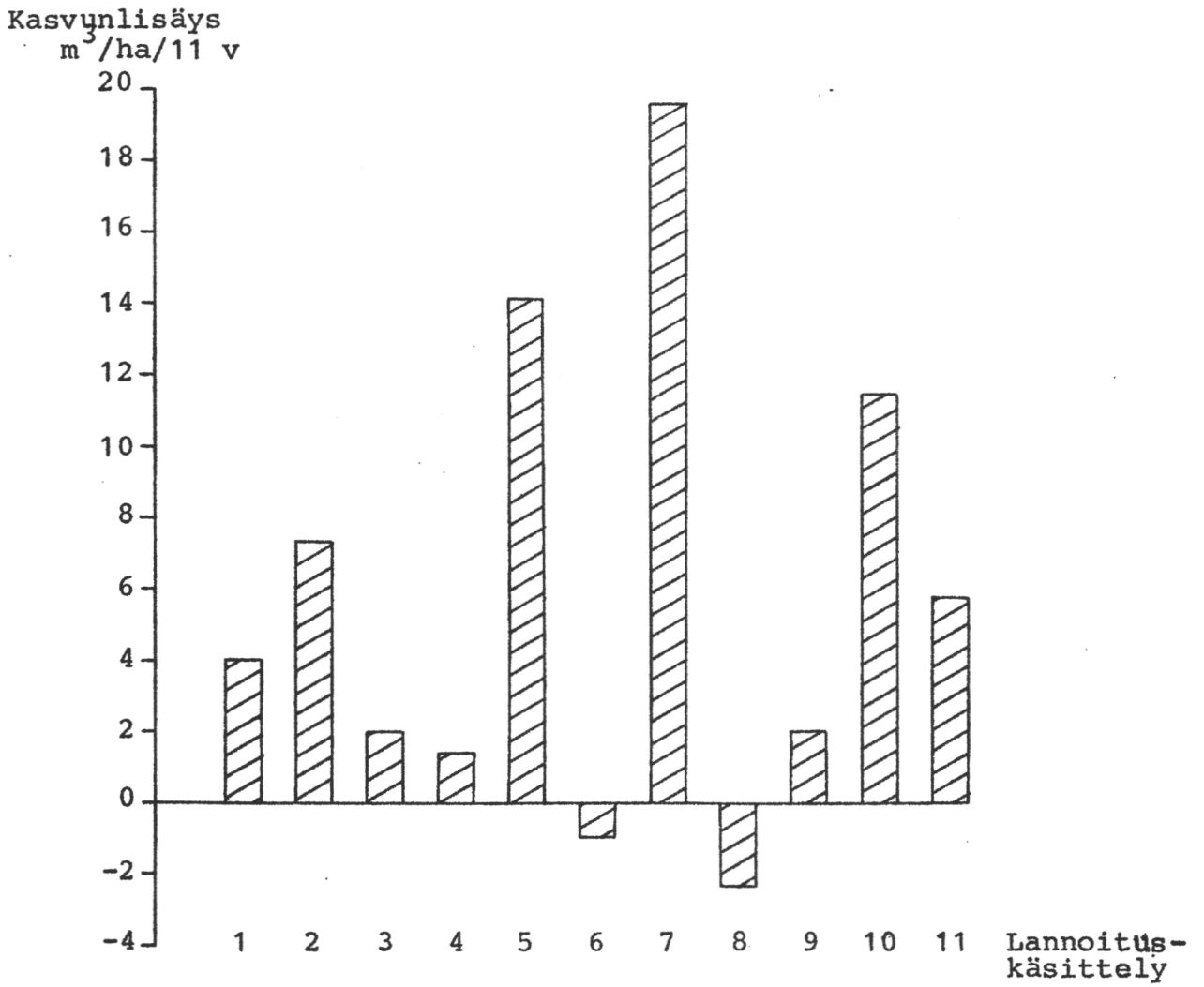
Os = Oulunsalpietari

U = Urea

Kasvunlisäys
m³/ha

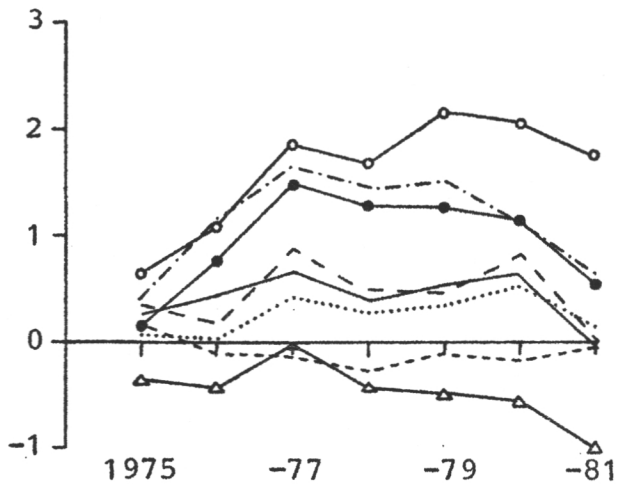


Kuva 3. Perus- ja jatkolannoituksen aiheuttama puuston vuotuinen tilavuuskasvun lisäys Muhoksen kokeella. Lannoitukset keväällä 1971 ja 1977.



Kuva 4. Perus- ja jatkolannoituksen aiheuttama puuston kasvunlisäys 11 vuoden aikana Muhoksen kokeella. Lannoituskäsittelyt kuvassa 3.

Kasvunlisäys
m³/ha

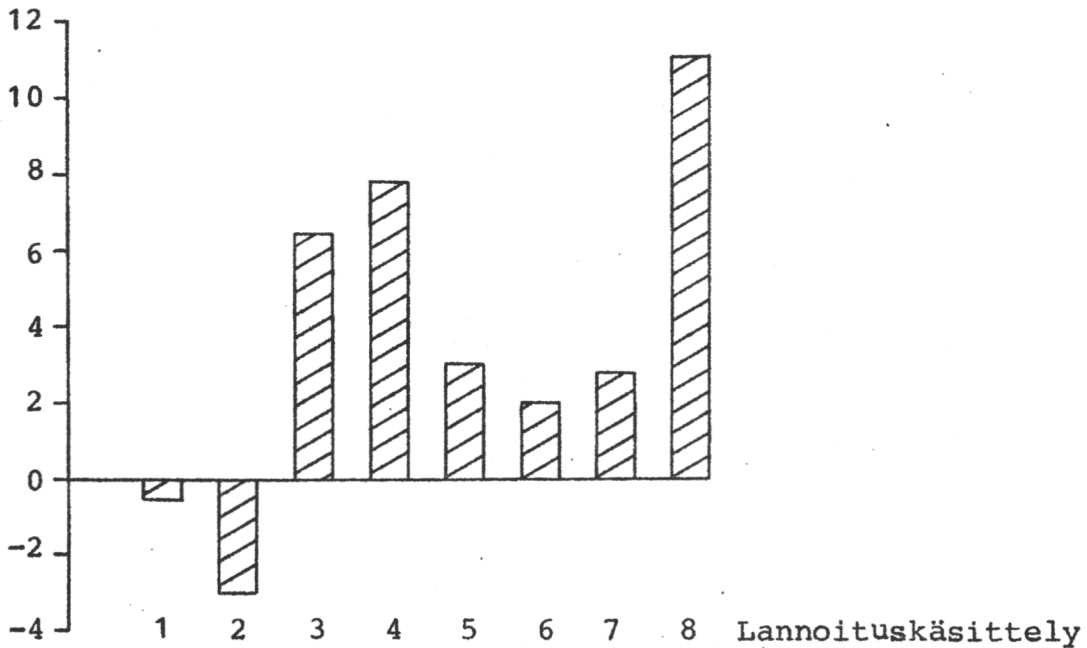


Lannoitus, kg/ha (0-taso = lannoittamaton)

- 1 - - - - = PK200
 - 2 \triangle - \triangle = PK400
 - 3 \bullet - \bullet = PK200 U200
 - 4 - · - · = PK400 U200
 - 5 - - - = U200
 - 6 ····· = Ks200
 - 7 ——— = U200 Ks200
 - 8 \circ - \circ = PK200 U200 Ks200
- PK = Suometsien PK-lannos
U = Urea
Ks = Kalisuola

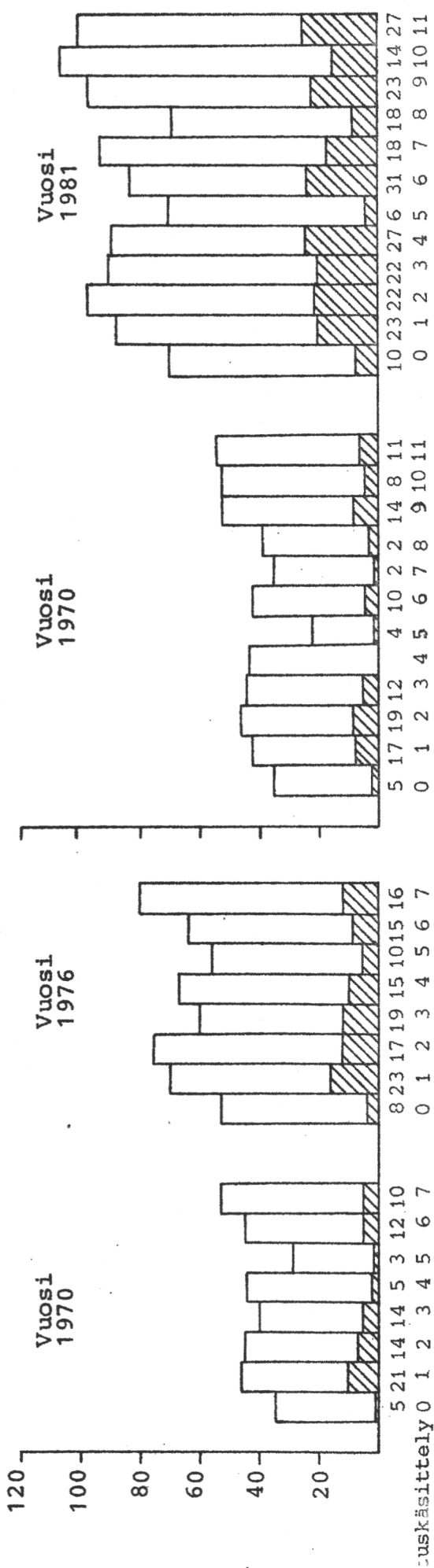
Kuva 5. Lannoituksen aiheuttama puuston vuotuinen kasvunlisäys Sievin kokeella. Lannoitus syksyllä 1974.

Kasvunlisäys
m³/ha/7 v



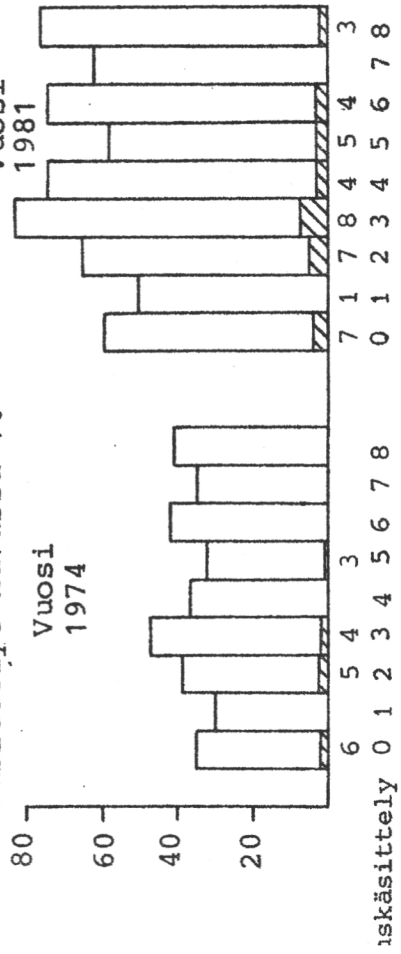
Kuva 6. Lannoituksen aiheuttama puuston kasvunlisäys 7 vuoden aikana Sievin kokeella. Lannoituskäsittelyt kuvassa 5.

Tilavuus
m³/ha



Kuva 7. Kuutiomäärien ja puutavaralajien muutokset Muhoksen kokeella perus- ja jatkolannoituksen jälkeen. Pylvään tummennettu osa on tukkipuuta. Tukkipuun prosenttiosuus on merkitty pylvään alapuolelle. Lannoitus-käsitteilyt kuvassa 1.

Kuva 8. Kuutiomäärien ja puutavaralajien muutokset Muhoksen kokeella perus- ja jatkolannoituksen jälkeen. Selitys kuvassa 7, lannoitus-käsitteilyt kuvassa 3.



Kuva 9. Kuutiomäärien ja puutavaralajien muutokset Sievin kokeella. Selitys kuvassa 7, lannoitus-käsitteilyt kuvassa 5.

Pekka Pietiläinen ja Aimo Kuivamäki

RAVINTEIDEN PUUTTEEN VAIKUTUS MÄNNYNNEULASTEN VALONHEIJASTUS- OMINAISUUKSIIN

1. Johdanto

Metsäntutkimuslaitoksen ja metsähallituksen yhteistyönä on selvitetty matalakuvauksen soveltamismahdollisuutta metsikön lannoitus- ja täydennysojitustarpeen määrittämisessä. Matalakuvauksessa käytetään hyväksi kasvupaikan ja puuston valonheijastussuhteiden eroja (CARNEGGIE ja LAUER 1966, PAARMA ja TALVITIE 1967).

Käsite lannoitustarve on syytä jakaa ilmakuva-tulkinnan kannalta kahteen ryhmään.

1. Epäsuorasti tulkittaviin metsiköihin eli kasvupaikkatyyppin mukaan tulkittaviin alueisiin, joihin sovelletaan kullekin tyyppille tutkimuksiin perustuvia lannoitussuosituksia.

2. Suoraan tulkittaviin metsiköihin eli metsiköihin, joissa ravinnepuutos näkyy lehdessä tai neulasissa kloroosina ja nekroosina, jotka voidaan havaita ilmakuvaista (POSO 1972, HELLER 1974).

Valtaosa metsistä kuuluu ensimmäiseen ryhmään. Toisen ryhmän tapaukset ovat harvinaisempia ja usein abiottisten ympäristötekijöiden kuten vajaatehoisen ojituksen aiheuttamia. Tutkimuksessa on pyritty selvittämään ravinteiden puutteen vaikutusta männynneulasten valonheijastusominaisuuksiin.

2. Materiaali ja menetelmät

Tutkimusalue (koe 175) sijaitsee Muhoksen kunnassa Pyhäkosken kokeilualueella (65°52'N, 26°07'E). Alueella olevalle Viita-suolle suoritettiin peruslannoitus käyttämällä 500 kg Suometsien PK-lannosta (0-24-15)/ha vuonna 1968. Seuraavana vuonna alueelle istutettiin männyn taimet (1+2). Istutuksen yhteydessä annettiin taimille 20 g Suometsien PK-lannosta (0-24-15)

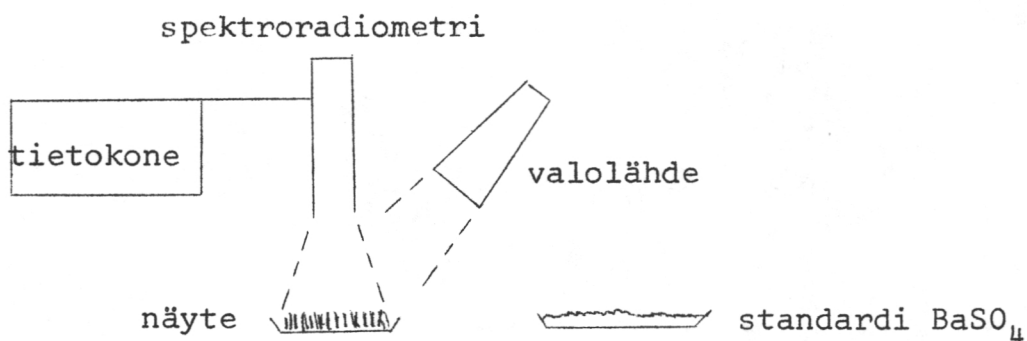
istutuskuoppaan. Vuonna 1976 alueelle rajattiin 75 koeruutua (kukin kooltaan 4 aaria) ja näiden välille kaivettiin ojat. Nyt taimikko on kooltaan 2-4-metristä.

Tutkimusalueella kerättiin 16.-20.3.1981 jokaiselta ruudulta neulasnäyte. Näyte muodostui kuuden puun ylimmästä etelänpuoleisesta sivuversosta. Ruutukohtaiset näytteet pakattiin paperipusseihin ja pakastettiin välittömästi. Pyhäkosken kokeilun alueen Itkusuolle vuonna 1975 tehdyttä tuhkalannoituskokeelta (tuhkaa 40 000 kg/ha) kerättiin 21.3.1981 kuuden puun ylimmät etelänpuoleiset sivuversot, jotka yhdistettiin näytteeksi. Koeala perusojitettiin vuonna 1930. Puusto on hyvämuotoista luontaisesti syntynyttä 3-5 metrin pituista taimikkoa. Neulasnäytteestä tehtiin ravinneanalyysi ja näytteen valonheijastusominaisuutta verrattiin koealan 175 lannoittamattomien ruutujen näytteiden valonheijastusominaisuuksiin. Näytteistä määritettiin ravinnepitoisuudet ja valonheijastusominaisuudet.

Neulasten ravinneanalyysiin perustuen (PAARLAHTI ym. 1971) kokeelta valittiin 5 näytettä, joissa typpitaso oli hyvä ja 5 näytettä, joissa typpitaso oli huono. Samoin meneteltiin fosforin ja kaliumin osalta. Näytteistä muodostettiin vertailuryhmät optimi- ja puuteluokka. Näytteiden valonheijastusominaisuuksia verrattiin keskenään.

Tuoreiden männyn neulasnäytteiden heijastusominaisuuksien mittaus suoritettiin VTT:n maankäytön laboratorion spektroradiometrillä (kuva 1).

Valonheijastusominaisuudet mitattiin aallonpituusjaksolla 490-990 nm 20 nm:n kaistaleveyksillä. Näytteiden valonheijastusmäärää kullakin aallonpituuskaistalla verrattiin standardina käytetyn BaSO₄-valkoisen valonheijastusmäärään samalla aallonpituusalueella ja tulokset ilmoitettiin heijastusprosentteina. Spektroradiometrillä mitattuja kapeita kaistoja käytetään hyväksi valittaessa matalakuvauksessa käytettäviä leveämpiä kaistoja.



Kuva 1. Neulasnäytteen heijastusominaisuuksien mittauseriaate. Standardin arvot mitattiin ennen näytteen mittausta ja sen jälkeen (JAAKKOLA 1976).

3. Tulokset

Tutkittujen neulasnäytteen ravinnepitoisuudet (HALONEN ja TULKKI 1981) on esitetty taulukossa 1.

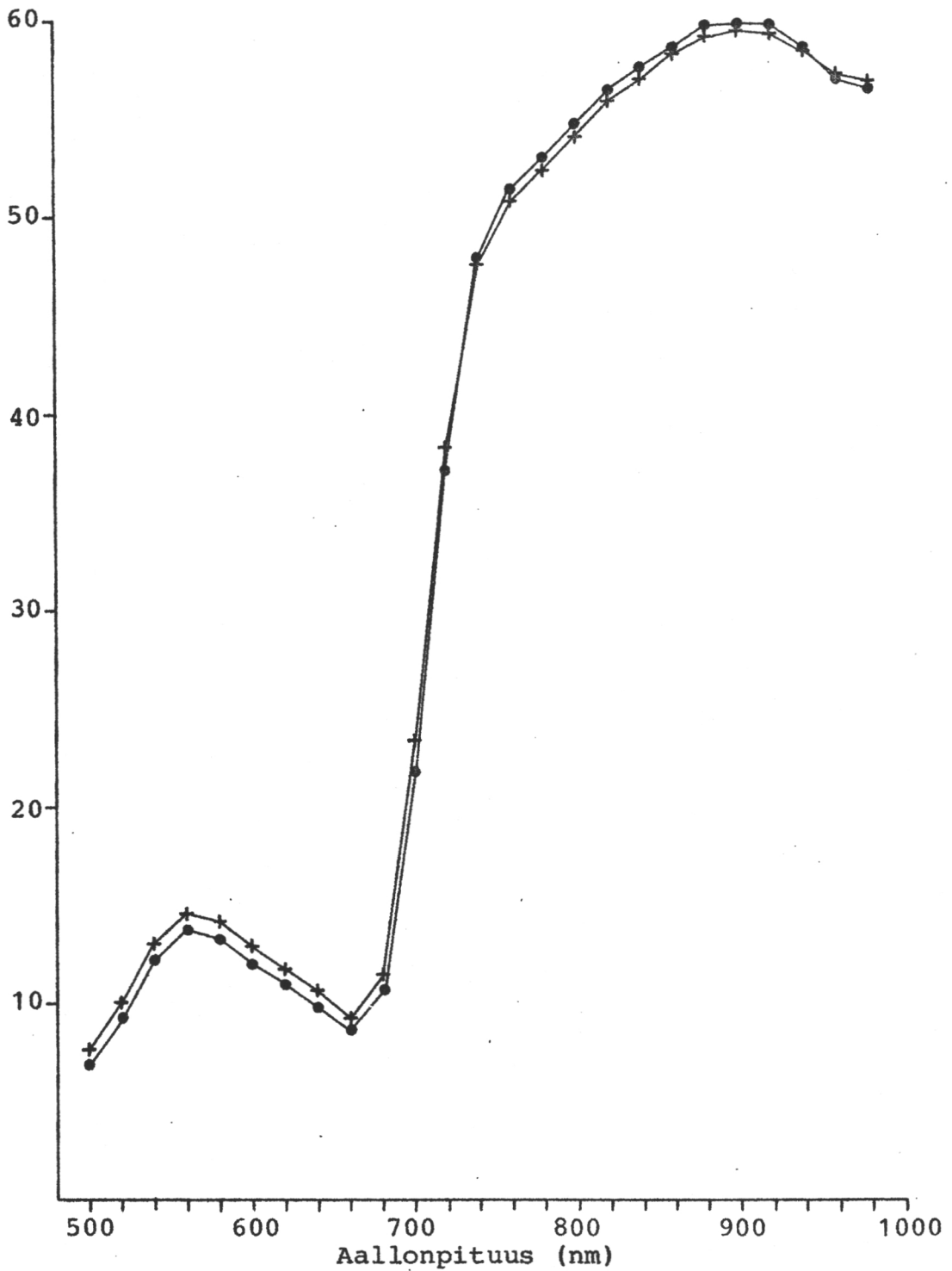
Taulukko 1. Tutkittujen neulasten typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuudet.

	N %	P mg/g	K mg/g
Optimi	1,64 ± 0,054	1,71	3,58
Puute	1,31 ± 0,053	1,59	3,37
Merkitsevyys	+++		
Optimi	1,49	1,83 ± 0,153	3,89
Puute	1,42	1,44 ± 0,129	3,61
Merkitsevyys		++	
Optimi	1,48	1,72	4,65 ± 0,395
Puute	1,46	1,57	2,66 ± 0,084
Merkitsevyys			+++
Tuhkalannoitettu	1,49	1,41	4,33
Lannoittamaton	1,45	1,52	3,77

Typhen ja kaliumin optimi- ja puuteluokat erosivat toisistaan t-testin mukaan erittäin merkitsevästi ja fosfori merkitsevästi.

Kuvassa 2 on esitetty kaliumpitoisuudella optimi- ja puuteluokkien neulasnäytteen valonheijastusmäärät eri aallonpituuksilla BaSO₄-standardiin verrattuna. Typhen ja fosforin suhteen

Heijastussuhde %



Kuva 2. Neulasten valonheijastussuhteet eri valonaallonpituuksilla (●● = optimi kaliumpitoisuus, ++ = kaliumpuute).

ei neulasten valonheijastussuhteissa ollut tilastollisia eroja kuten kaliumpitoisuuden ja valonheijastussuhteiden välillä (taulukko 2). Optimikaliumpitoiset neulaset heijastivat näkyvää valoa melkein merkitsevästi vähemmän aallonpituusjaksoilla 490-670 nm ja 690-710 nm kuin kaliumpuuteneulaset. Laskennassa käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä.

Alustavassa tutkimuksessa oli merkittävää myös, että lannoittamattomien ruutujen rämemäntyjen neulaset heijastivat valoa kaikilla aallonpituuskaistoilla enemmän kuin tuhkalannoitetut ravinteisuusdeltaan tasapainoiset rämemäntyjen neulaset (kuva 3). Tilastollisia eroja valonheijastussuhteissa saatiin aallonpituusjaksoille 510-650 nm ja 670-830 nm. Merkittävimät valonheijastussuhteen erot olivat aallonpituusjaksoilla 550-570, 590-610 ja 690-730 nm (taulukko 2). Laskennassa käytettiin VTT:n kaukokartoituspaketin laskennan Mann-Whitney U - Wilcoxon rank sum W -testiä.

Tuhkalannoitettu puusto absorboi yhteyttämisessä käytettäviä valonaallonpituuksia paremmin kuin lannoittamaton puusto. Samoin oli laita, kun kaliumpitoisuus oli optimissa.

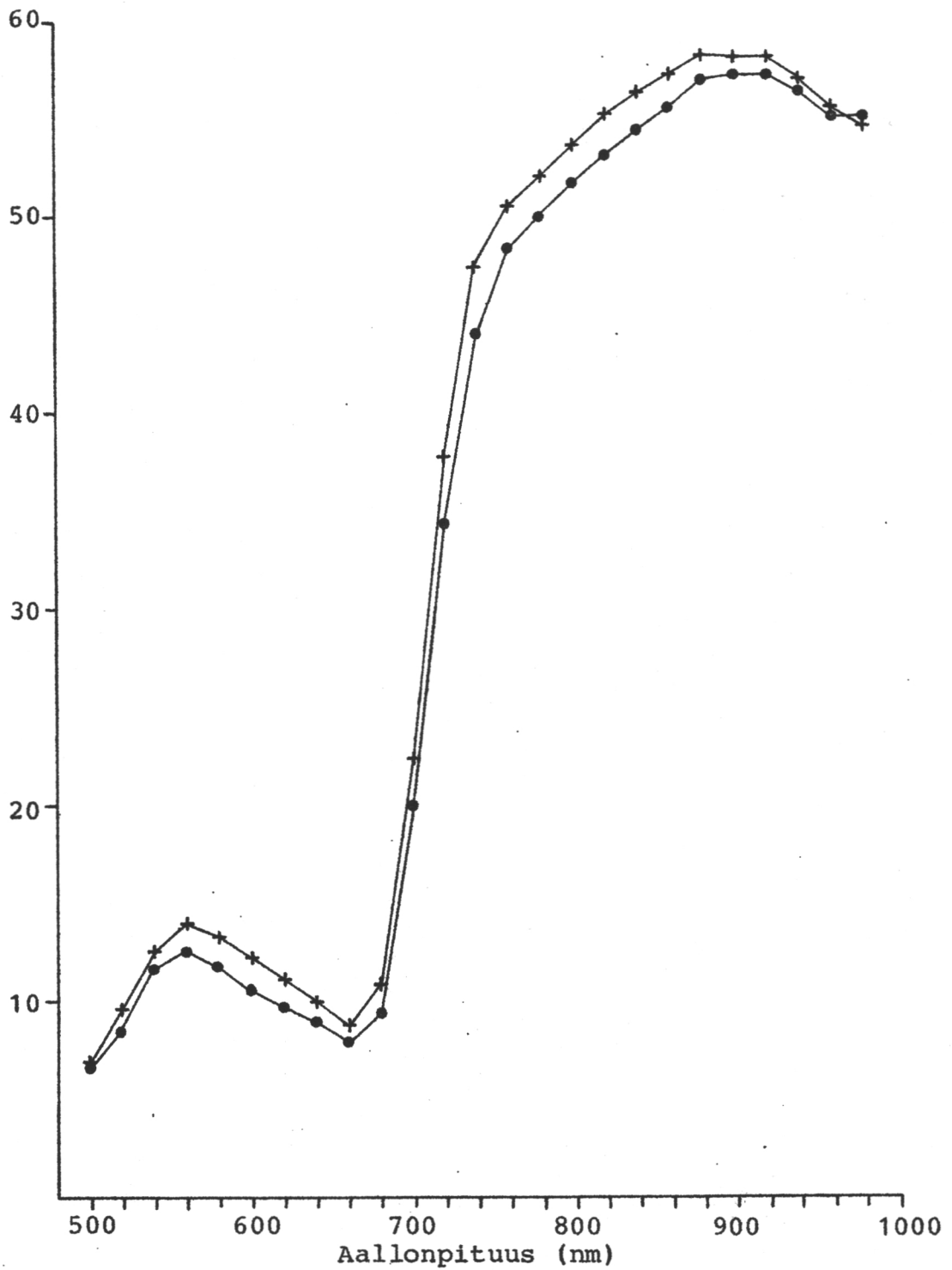
4. Tulosten tarkastelu

Laboratoriossa mitatuissa neulasnäytteissä havaittiin valonheijastusominaisuuksissa eroja, jotka olivat suurimmillaan 12 prosenttia (680-730 nm:n aallonpituusjaksolla).

Kaliumpuutoksesta aiheutuva näkyvän valon heijastuksen lisäys johtui kevätkloroosista, jolloin neulaset ovat silmin nähdenkin vaaleampia. Metsätaloudellisesti merkittävintä on, että puustot, joiden kaliumpitoisuus on optimissa, pystyvät hyödyntämään parhaiten yhteyttämisessä tarvittavia valonaallonpituusjaksoja. Puuston neulasten fosfori- ja typpipitoisuuksien ja valonheijastussuhteiden välillä ei ollut eroja.

Tuhkalannoitettu puusto absorboi yhteyttämisessä käytettäviä valonaallonpituusjaksoja paremmin kuin lannoittamaton puusto. Toisin sanoen lannoitus on parantanut puuston yhteyttämiseen

Heijastussuhde %



Kuva 3. Lannoittamattoman (+—+) ja tuhkalla lannoitetun (•—•) puuston neulasten valonheijastussuhteet eri valon-aallonpituuksilla.

Taulukko 2. Neulasten valonheijastussuhteiden tilastolliset erot eri valonaallonpituusjaksoilla.

Kaista	K-optimi/K-puute		Tuhkalannoitus/Lannoittamaton	
	F-arvo ja	merkitsevyys	P-arvo ja	merkitsevyys
490 - 510	3,362	x	0,1701	-
510 - 530	4,121	x	0,0325	x
530 - 550	5,458	x	0,0300	x
550 - 570	4,363	x	0,0069	xx
570 - 590	5,356	x	0,0124	x
590 - 610	5,470	x	0,0041	xx
610 - 630	6,667	x	0,0149	x
630 - 650	6,882	x	0,0453	x
650 - 670	3,538	x	0,0662	-
670 - 690	6,405	-	0,0122	x
690 - 710	1,816	x	0,0460	x
710 - 730	0,063	-	0,0024	xx
730 - 750	0,063	-	0,0102	x
750 - 770	0,299	-	0,0163	x
770 - 790	0,373	-	0,0196	x
790 - 810	0,454	-	0,0355	x
810 - 830	0,351	-	0,0386	x
830 - 850	0,329	-	0,0886	-
850 - 870	0,201	-	0,1163	-
870 - 890	0,207	-	0,1423	-
890 - 910	0,156	-	0,2567	-
910 - 930	0,089	-	0,3332	-
930 - 950	0,000	-	0,2708	-
950 - 970	0,082	-	0,3012	-
970 - 990	0,231	-	0,8939	-

tarvittavien valonaallonpituusjaksojen absorptiokykyä. Vali-
tettavasti tutkimuksessa esitetyt aineistot eivät ole tuhkalannoit-
uksen ja kaliumpitoisuuden suhteen vertailukelpoisia.

Matalakuvaustekniikan kannalta oli rohkaisevaa, että ainakin
kevätkloroosin aikana kaliumpuutealueet voidaan erottaa suoralla
tulkinnalla. Käytäntöön sovelletuissa matalakuvauksissa on saatu
kaliumpuutealueet esille värisävyeroina (VIRTANEN julkaisematon).

Kirjallisuus

- CARNEGIE, D.M. & LAUER, T.D. 1966. Use of multiband remote
sensing in forest and range inventory. *Photogrammetria* 21:
115-141.
- HALONEN, O. & TULKKI, H. 1981. Ravinneanalyysin työohjeet.
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36.
- HELLER, R.C. 1974. Inventory of forest and rangeland and detection
of forest stress. NASA, E74 - 10306/CR - 136788. Pacific
S.W. Forest and Range Exp. Stn. Berkeley, California.
- JAAKKOLA, S. 1976. Rikkidioksidien havupuille aiheuttamien
haittavaikutuksien paljastaminen kaukokartoitusmenetelmin.
Esitutkimusraportti. VTT:n maankäytön laboratorio. Otaniemi.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutri-
tional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat
analysis. *Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männi-
köiden ravitsemustilan määrittämisessä. Commun. Inst. For. Fenn.*
74(5): 1-58.
- PAARMA, H. & TALVITIE, J. 1967. On high altitude colour photo
interpretation in prospecting. *Manual of color Aerial Photo-
graphy. American Society of Photogrammetry.*
- POSO, S. 1972. A method of combining photo and field samples
in forest inventory. *Commun. Inst. For. Fenn.* 76(1).

Markku Meriluoto

INKA - NYKYMETSIIEN KASVU- JA KEHITYSTIETOA METSÄTALOUDEN SUUNNITTELUN AVUKSI

1. Mikä on INKA?

Metsä muuttuu ajan mittaan kuten kaikki ekosysteemit. Puuston, metsän näkyvimmän osan rakenne kehittyy tavalla, jonka määräävät puustoon itseensä ja sen kasvuympäristöön vaikuttavat voimat. Muutos on näennäisesti hidasta, mutta silti kyllin nopeaa vaikeuttamaan jo tavanomaisinkin aikaväleihin tapahtuvaa metsätalouden suunnittelua. Tuloksen pitämiseksi ajan tasalla ja sen ennuste-arvon kohottamiseksi suunnittelijan olisi kyettävä nykyistä paremmin eläytymään metsäekosysteemin luontaiseen ja ohjattuun kehitykseen. Mutta mistä tähän välineet?

Metsätalouden suunnittelija tarvitsee ainakin kolmenlaista tietoa. Perustaksi hänen on tunnettava nykymetsien puuston määrä, rakenne ja kehitysvaihe. Tätä tarvetta palvelee perinteinen metsiemme seurantajärjestelmä, valtakunnan metsien inventointi (VMI). Suunnittelijan on myös pystyttävä luotettavasti ennustamaan nykymetsien tuleva kehitys. Sitä viitoittavat toisaalta VMI:n kasvutiedot, toisaalta erilaisten metsiköiden kehitystä kuvaavat kasvu- ja tuotossarjat keskimääräisinä malleina. Viimeksi mainitutkin ovat yleispiirteisiä ja sisältävät alueellisia puutteita, jotka vaikeuttavat kolmannen vaatimuksen täyttämistä: suunnittelijalla tulisi olla todenmukainen käsitys kohdealueensa puuntuotantomahdollisuuksista sen sijainnista ja koosta riippumatta.

Näitä keskeisiä suunnitteluelementtejä pyrkii täydentämään ns. INKA-projekti. Se käynnistettiin v. 1976 metsänarvioimisen tutkimusosaston puuntuotoksen tutkimussuunnalla professori Yrjö Vuokilan johdolla. INKA on valtakunnallinen tutkimus, jonka kehitystyöhön ja toteutukseen on alusta alkaen osallistunut erityisen vahvalla panoksella Rovaniemen tutkimusasema. Siellä tuotettuun tietoon tukeutuu tämäkin esitys.

Metsätaloudellisen päätöksenteon systeemiin INKA liittyy informaatiojärjestelmänä, joka tuottaa mielenkiinnon kohteesta - metsäekosysteemistä - puuntuotantoa palvelevaa suunnittelu- ja päätöstieta (kuva 1). Metsikkökoealojen mittaussysteemistä saadaan metsäntutkimuksen tarvitsema kokemusperäinen aineisto. Laskenta-systeemin tehtävänä on aineiston monipuolinen muokkaus ja luokittelu tutkimusympäristössä tehtävää analyysiä ja synteesiä varten. Järjestelmään kuuluu lisäksi seurantasysteemi, josta mittaus- ja laskentatulokset sekä tiedot niiden ominaisuuksista ja merkityksestä aina ovat saatavissa.

2. Tiedonkeruu

VMI:n otantasysteemi tarjoaa parhaan lähtökohdan hankkia harhattomia tietoja metsistämme verraten nopeasti ja kohtuullisin kustannuksin. Tilapäiskoealoihin perustuvana se ei kuitenkaan anna riittävän tarkkaa kuvaa metsissä tapahtuvista muutoksista. Tämän puutteen poistaminen oli eräänä pontimena, kun puuntuotoksen tutkimussuunta ryhtyi perustamaan valtakunnan metsien inventoinnin otantasysteemiin pysyvien kasvukoealojen verkostoa eli INKAA.

Perusjoukoksi rajattiin kivennäismaiden tärkeimmät kasvupaikka- ja metsikkötyypit:

- kuivien ja kuivahkojen kankaiden mäntyvaltaiset metsiköt
- tuoreiden kankaiden mänty- ja kuusivaltaiset metsiköt

Metsiköiden tuli olla yksijaksoisia, kasvatuskelpoisia ja terveitä sekä edustaa jotakin seuraavista kehitysvaiheista:

1) taimikko- tai riukuvaihe (valtapituus vähintään 5 m), 2) nuori kasvatusmetsikkö tai 3) varttunut kasvatusmetsikkö. Pääpuulajin osuuden tuli ylittää 50 % metsikön kuutiomäärästä. Kivisyiden ja soistuneisuuden osalta sallittiin yhden veroluokan alennus.

Valtakunnan metsien seitsemännen (Pohjois-Suomessa kuudennen) inventoinnin aineistosta poimittiin yhtenäiskoordinaatistoon pohjautuen aluksi tietyt lohkot. Näin taattiin näytteen harhattomuus sekä myöhemmin mahdollisuus VMI:n ja INKAN tulosten molemminpuoliseen hyödyntämiseen. Moniasteotannan toista vaihetta varten kunkin kasvupaikkatyypin metsiköt jaettiin ikäluokkiin,

joille laskettiin niiden osuutta vastaava koealojen määrä. Tämän jälkeen lohkoilta arvottiin ne metsiköt, joihin koealat perustetaan maastossa. Paikallisena esimerkkinä voidaan mainita VMI:n lohko 62 - 41 Oulaisten Törmäperällä, missä sijaitsee lähin koealametsikkö. Niitä on Oulun läänin alueella yhteensä 232. Koko maassa kohteita tulee olemaan lähes 1 000 (kuva 2).

INKA-tutkimus seuraa kutakin metsikköä aivan alkuvaihetta lukuunottamatta sen koko olemassaolon ajan. Koealan koko oli tämän vuoksi sopeutettava puuston kehitystason mukaiseksi, jotta mm. ajankäyttö ja kustannukset pysyisivät kohtuullisina. Koealan muotona ympyrä on edullinen. Sen puitteissa rajapuiden osuus on vähäisin ja puiden sijainnin kartoitus koealan keskipisteeseen nähden suunnan ja etäisyyden avulla käy helposti päinsä. Mittaus-tekniisten syiden vuoksi metsikkökoealan muodostaa kolmen ympyräkoealan ryväs. Ensimmäisen koealan paikka on VMI:sta saatujen koordinaattien osoittama. Rypään muut koealat sijaitsevat 40 metrin välein, joten metsikön on oltava vähintään 0,5 hehtaarin laajuinen. Koealat eivät näy maastossa, jotta ne säilyisivät harhattomana näytteenä myös puuston käsittelystä.

Metsikkökoealalta määritetään ja mitataan tutkimuksen tavoitteiden edellyttämää monipuolista tietoa. Metsikön nuoruusvaiheessa, kun runkoluku hehtaaria kohti on suuri, ympyräkoealat ovat pienisäteisiä. Kehityksen myötä sädettä pidennetään niin, että koeala aina riittää edustamaan seuraavan mittausajankohdan mukaista metsikön tilaa. Tavoitteena on kussakin mittauksessa vähintään sata puuta koealarypääällä eli yli 34 puuta yksittäisellä koealalla. Koepuut otetaan säteen kolmasosan alalta. Tiedonkeruu on siis luonteeltaan voimakkaasti hierarkkista (kuva 3). Kenttätyötä jouduttaa ja virhemahdollisuuksia vähentää nykyaikaisen tietokonetekniikan tehokas hyödyntäminen, esimerkiksi uusintamittauksissa esitetyjen mittauslomakkeiden ja koealan puustokarttojen käyttö. Kokenut kahden hengen ryhmä selviää yhden metsikkökoealan mittauksesta matkoineen yhdessä työpäivässä.

3. INKA nyt ja sen merkitys tulevaisuudessa

INKA-projekti on tähän asti edennyt suunnitelmien mukaisesti. Koealaverkosto valmistuu lopullisesti v. 1983, jolloin se ulotetaan Ahvenanmaan - Saaristomeren alueelle. Samalla täytetään pieni aukko Pohjanmaalla. Uusintamittaukset tehdään viiden vuoden välein. Etelä-Suomessa ensimmäinen uusintamittauskierros aloitetaan v. 1983, jolloin se jo umpeutuu Pohjois-Suomessa.

Tämän jälkeen INKA-projekti valmistautuu luotaamaan kertynyttä aineistoa. Aluksi luodaan kohdemetsiköiden perustiedot (kuutiomäärä, kasvu, puutavaralajirakenne, käsittelyarvio jne.) käsittävä tietokanta. Samanaikaisesti jatketaan edelleen koko tiedonhallintajärjestelmän kehitystyötä, jotta aineistosta saataisiin suurin mahdollinen hyöty.

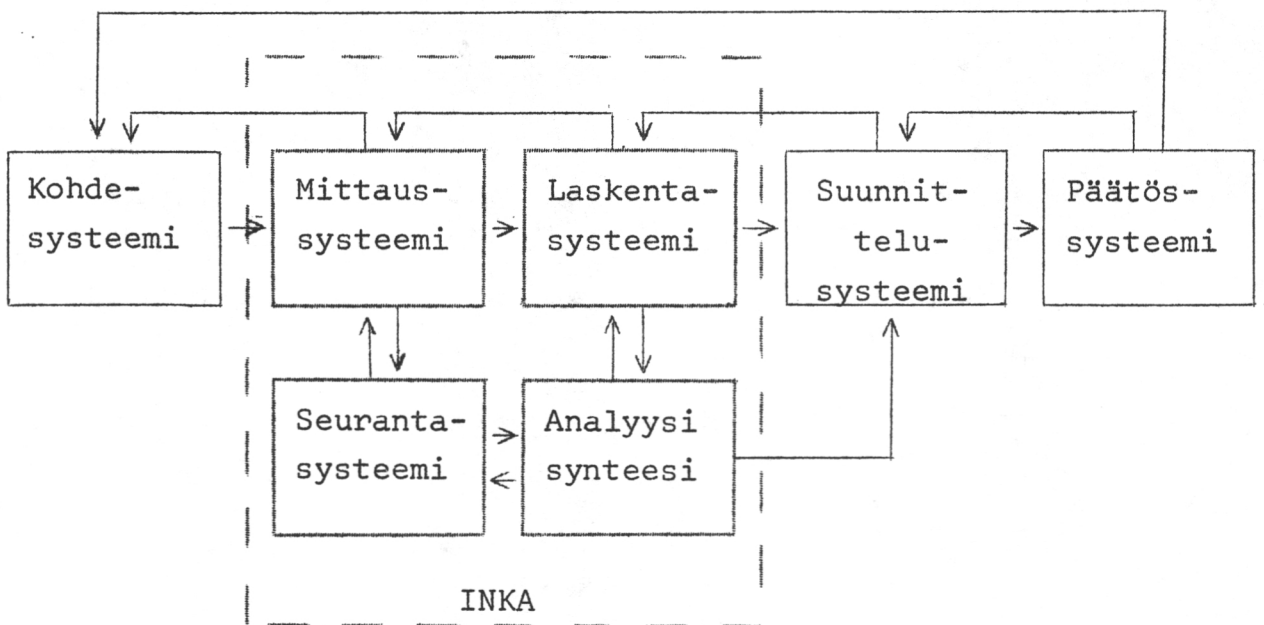
1980-luvulla INKA lähestyy konkreettisesti päämääräänsä luoda pysyvä, parhaimmillaan tosiaikainen informaatiojärjestelmä nyky- metsien kehityksen seurantaan ja ohjausta varten. Ensimmäisiä tavoitteita on laatia nykyisten "ihannepuustoja" kuvaavien mallien rinnalle alueelliset kasvu- ja tuotostaulukot tavallisille "arkimetsille". Metsätalouden suunnittelijalle tuotetaan monipuolista tietoa metsiköiden puuntuotoskyvystä, kasvusta ja kehityksestä eri kasvupaikoilla. Puuston kartoitus esimerkiksi antaa mahdollisuuden kuvata puuyksiköiden kehitystä kasvutilan suhteen erilaisen käytännön toimenpiteiden seurauksena. Kun kasvun jakauma metsikössä pystytään arvioimaan yksittäisen puun tarkkuudella, voidaan vankoin perustein laatia metsien käsittelyohjeet, jotka entistä tehokkaammin suuntaavat toimenpiteet puuston parhaiten kasvavan, tuottoisimman osan hyväksi.

Pysyvien koealojen pitkäaikainen "salainen" seuranta takaa sen, että metsien hoidon ja käsittelyn muutokset heijastuvat tuloksissa nopeasti ja luotettavasti. Näin metsätalouden suunnittelija voi tutkimustietoon nojaten muodostaa käsityksen kohdealueella harjoitetun puuntuotanto-ohjelman tuloksellisuudesta. Hän saa käyttöönsä välineet, joiden avulla käy mahdolliseksi mm. tehostaa puuntuotantoa saattamalla vajaapuustoiset metsiköt täysituottoisiksi,

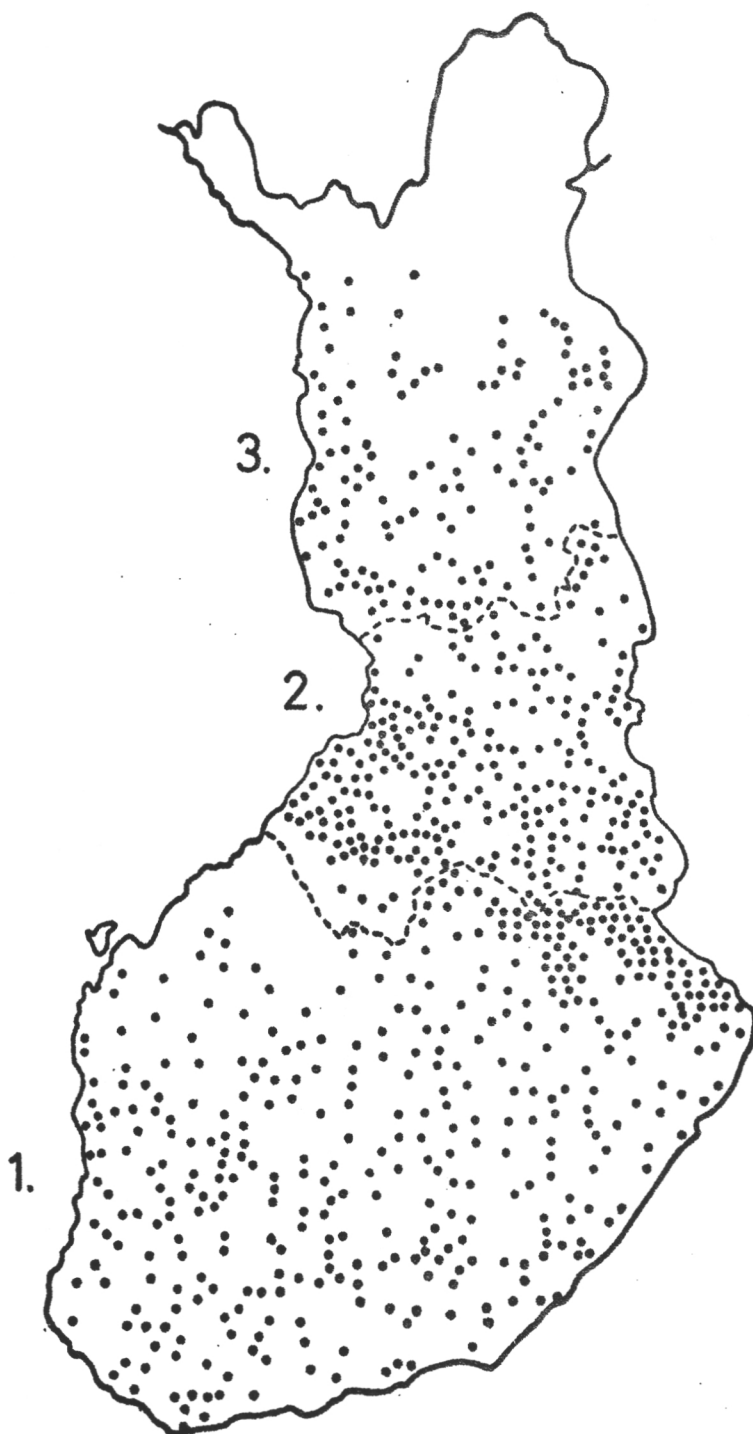
laattia haluttuja metsäalueita varten pitkäulotteisia, vaihtoehtoisia kehityssennusteita jne. Kaiken kaikkiaan "INKA pyrkii tuomaan metsän suunnittelijan luo".

Kirjallisuus

- KAILA, E. 1980. Valtakunnan metsien inventoinnin kasvukoealojen tietojenkäsittelyjärjestelmän kuva hyväksikäytön näkökulmasta. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusasema. INKA-projektin ARP 60-021 tiedonantoja 1, versio 1: 1-29.
- ROIKO-JOKELA, P. 1975. Inventoinnin pysyvät kasvukoealat. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusasema. Konekirjoite. 18 s.
- " 1976. Kasvukoealojen mittaaminen. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusasema. Konekirjoite. 13 s.
- " 1982. Valtakunnan metsien inventointeihin liittyvät puuntuotostutkimukset. Metsä ja Puu 99(11) (painossa).
- VANHATALO, J. 1982. Koealan kuvaus. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusasema. INKA-projektin ARP 60-021 tiedonantoja 2, versio 2: 1-47.
- " 1982. Valtakunnan metsien inventoinnin kasvukoealojen (INKA) tietosisällön ja toiminnan kuvaus. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusasema. INKA-projektin ARP 60-021 tiedonantoja 4, versio 1: 1-38.



Kuva 1. INKA metsätaloudellisen päätöksentekosysteemin osana.



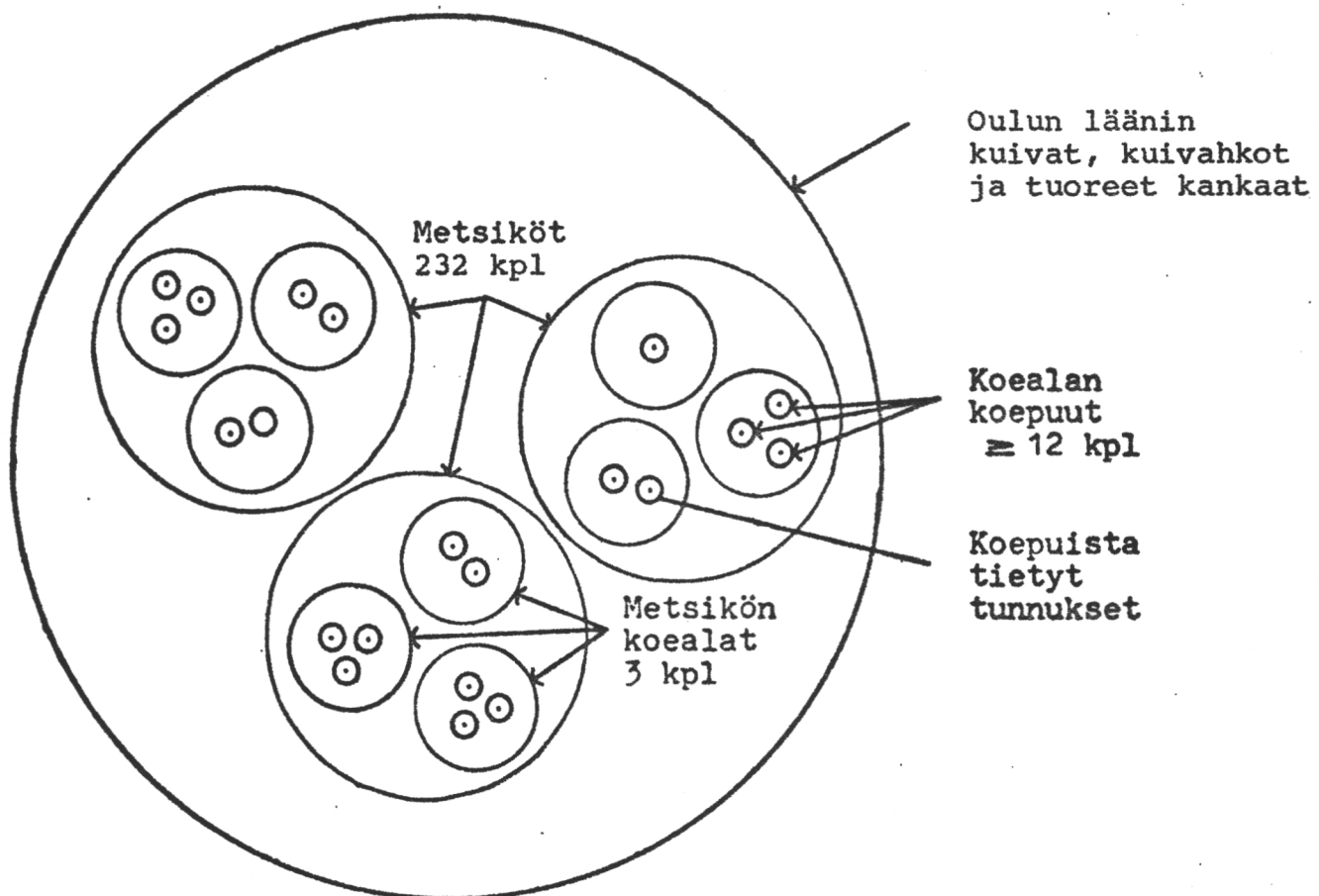
Kuva 2. INKAN tiedonkeruualueet ja koealaverkosto.

1. Etelä-Suomi

2. Oulun lääni

3. Lapin lääni

Tilanne syksyllä 1982.



Kuva 3. Esimerkki Oulun läänin kangasmaiden metsiköistä kerättävän tiedon hierarkiasta.

Eero Kubin

KARIKE JA SEN MERKITYKSESTÄ METSÄNHOIDOSSA

1. Johdanto

Karikkeeksi nimitetään sitä osaa aluskasveista tai puista, joka kuolee vuosittain ja varisee maahan. Karikkeeksi luetaan laajassa mielessä myös ne kasvit tai kasvinosat, jotka kuolevat vanhenemisen tai luontaisen harventumisen seurauksena ja joutuvat maaperään samassa rakenteellisessa muodossa. Karikkeeksi ei kuitenkaan lueta esimerkiksi elävän puun kuolleita osia, vaan olennaista on se, että aines palautuu maaperään (esim. MIKOLA 1955, RODIN ja BAZILEVICH 1967).

Karikkeen muodostumisella ja hajoamisella on laaja ekologinen merkitys elollisessa luonnossa. Palautuuhan karikkeessa takaisin maaperään osa niistä ravinteista, jotka ovat olleet välttämättömiä esim. puiden kasvulle. Lisäksi karikkeissa palautuu maahan yhteyttämistuotteita, kasvien lehtivihreällisissä osissaan valmistamia orgaanisia yhdisteitä. Niiden hajoaminen ja ravinteiden palautuminen uudestaan kasveihin, sekä karikkeen määrälliseen muodostumiseen liittyvät seikat ovat olleet keskeisiä kysymyksiä kariketutkimuksissa. Metsän kyseessä ollen kysymys on samalla humuksen muodostumisesta - metsähumuksen synnystä ja laadusta - johon jo varhain on kiinnitetty huomiota (esim. HESSELMAN 1926, 1937, AARNIO 1935).

Suomessa ensimmäisen metsäkarikkeita käsittelevän tutkimuksen teki VIRO (1955), jossa hän tarkasteli eri puulajien karikemääriä, karikkeiden ravinnepitoisuuksia ja myös karikkeiden hajoamista. Tätä ennen oli kuitenkin AALTONEN (1940) Metsämaa -oppikirjassaan tehnyt kirjallisuuden perusteella seikkaperäisen tarkastelun metsäkarikkeista ja niiden merkityksestä metsäluonnolle. Myös CAJANDER (1916) kosketteli karikekysymystä Metsänhoidon Perusteet -kirjassaan painottaen erityisesti "pikkueliöiden merkitystä eloperäisen aineksen hajaannuttajana".

Varsinaisesti kuitenkin metsäkarikkeiden hajoamiseen liittyvää tutkimusta on Suomessa tehnyt MIKOLA (esim. 1954, 1955), joka on käsitellyt laajasti metsäkarikkeiden hajoamista kokeellisissa olosuhteissa ja sienten merkitystä karikkeiden hajottajana. KÄRENLAMPI (1971) puolestaan tutki Lapissa karikkeita seuraamalla koivun lehtien ja männyn neulasten painon keventymistä niiden maassaolon aikana.

Erityistä huomiota on CAJANDERista (1916) alkaen kiinnitetty lepän lehtikarikkeeseen, sen suureen typpipitoisuuteen ja nopeaan hajaantumiseen (MIKOLA 1959, SCHALIN 1966). Uusimmat Suomessa julkaistut kariketulokset on puolestaan esitetty osana metsikön rakenteellista tarkastelua (esim. MÄLKÖNEN 1974, 1977, LEHTONEN 1978). Varsinaisilla karikkeilla tehtyjen tutkimusten lisäksi on hajaantumistapahtumaa metsässä seurattu myös selluloosapalasten painon vähennyksen avulla (LÄHDE 1966, 1974, HUHTA 1976).

Tämän esityksen tarkoitus on korostaa metsäkarikkeiden merkitystä yhtenä metsäluonnon tärkeänä rakenneosana. Keskeisenä kysymyksenä on karikkeen muodostuminen ja ennen kaikkea sen hajoaminen. Kirjallisuustietoihin perustuvan katsauksen lisäksi esitetään alustavia tutkimustuloksia pienikokoisten vesasyntyisten hieskoivujen lehtimassan määrästä.

2. Metsäkarikkeen muodostuminen

Metsässä kariketta muodostuu puista ja aluskasveista sekä niiden juuristoista. VIROn (1955) mukaan kaikkein eniten puustokariketta muodostuu kuusikossa, sitten männikössä ja vähiten koivikossa (taulukko 1). Neulaset ja lehdet ovat varisevan karikkeen keskeisin osa. Neulasten osuus männyllä on 69 ja kuusella 73 %, kun koivun lehtiä on vastaavasti 71 % karikkeen kokonaismäärästä.

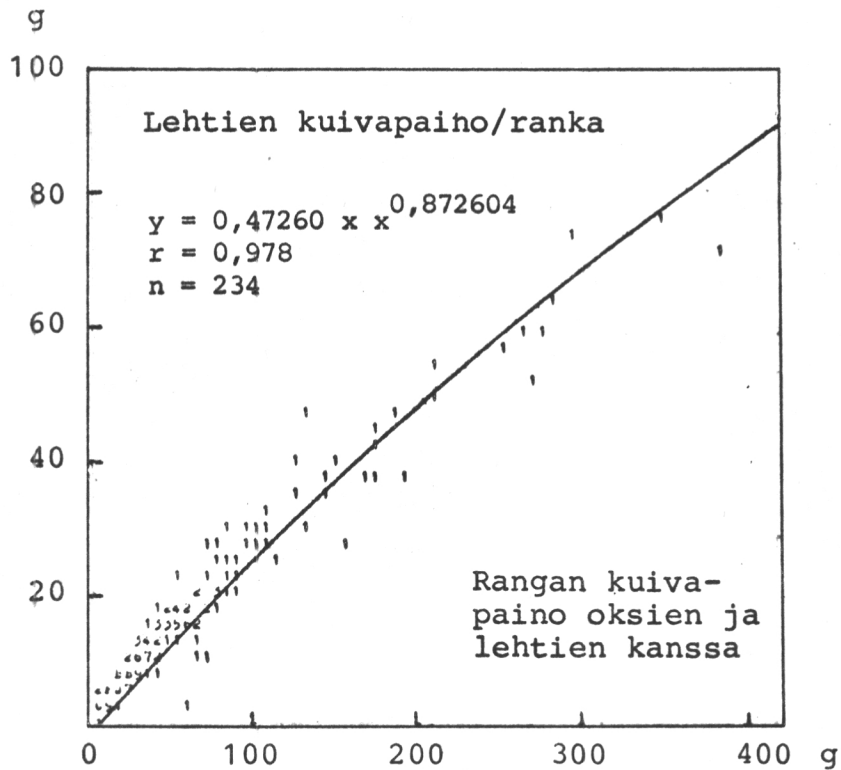
Taulukko 1. Mänty-, kuusi- ja koivumetsän keskimääräinen vuotuinen karikesato (VIRO 1955).

Puulaji	kg/ha vuodessa					
	Neulasia tai lehtiä	Oksia	Kuorta	Käpyjä	Sekalaista	Yht.
Mänty	1505	255	242	40	125	2167
Kuusi	1839	318	-	117	250	2524
Koivu	1102	194	10	-	254	1559

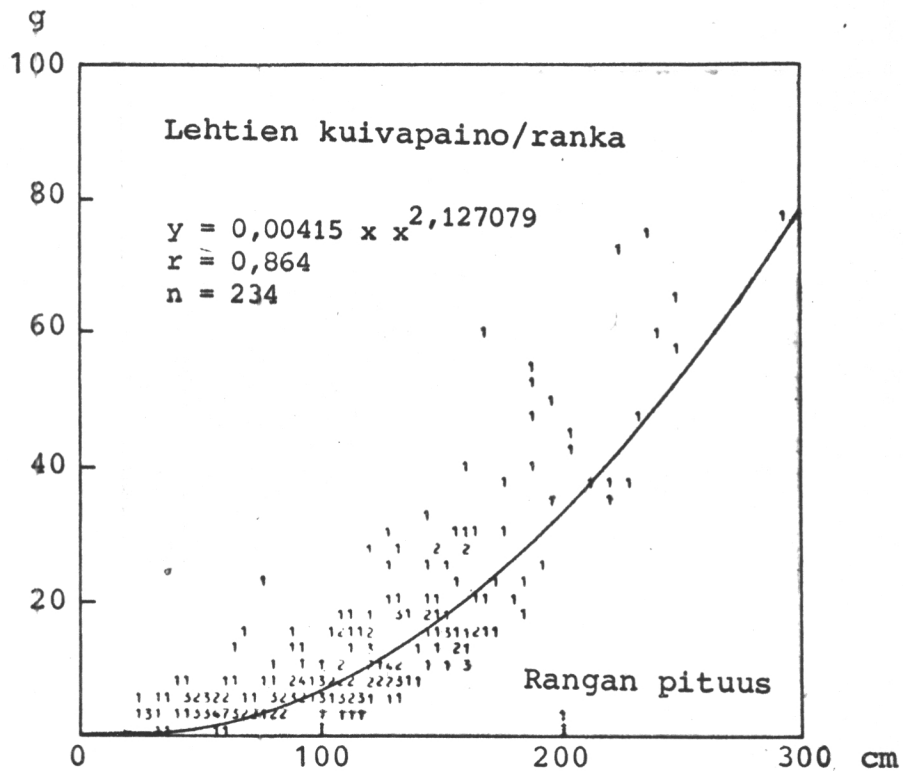
Metsikön rakenteella ja iällä on luonnollisesti vaikutusta myös karikesatoon. MÄLKÖSEN (1974, 1977) mukaan männikön karikesato vaihteli metsikön iän mukaan 575 - 1 655 kg/ha/vuosi, ja oli koivikossa 2 350 kg/ha. HMT-kuusikon koko metsän vuotuiseksi karikesadoksi on arvioitu n. 2 400 kg/ha/vuosi (HAVAS ja KUBIN 1982), josta määrästä n. 37 % on aluskasvien kariketta. Tällöin metsikön puuston ja aluskasvien kuiva-aineen määrästä koko vuotuinen karikesato olisi vajaat 2 %. Aluskasvien ja myös juuristojen karikemäärästä on olemassa varsin vähän tietoja, vaikka esim. lyhytikäisten juurikarvojen muodostuminen on juurten pituuskasvun aikana varsin vilkasta. Lisäksi myös suurempien juurten lahoamisella on laaja ekologinen merkitys esim. maan kuohkeutumisen kannalta.

Suhteellisen runsaasti kariketta muodostuu myös pienikokoisesta lehtipuustosta, jonka lehtien määrästä on tuloksia kuvissa 1 ja 2. Tutkituilla alle 3 m:n mittaisilla vesasyntyisillä hieskoivuilla lehtien massa oli noin 20 - 25 % koko maanpäällisestä massasta (kuva 1). Nämä alustavat tulokset ovat aineistosta, joka kerättiin sähkölinjalta, eivätkä ne näin ollen anna kuin suuntaa-antavan kuvan esim. harvemmassa asennossa kasvavien lehtipuiden suhteen.

Rankaa kohti muodostuva lehtien määrä (= vuotuinen lehtikarikkeen määrä) oli suhteellisen pieni. Jopa 3 m:n mittaisista koivuista - unohtamatta kuitenkin tiheyden vaikutusta - saatiin vain vajaat 100 g:aa kuivia koivunlehtiä (kuva 2). Toisaalta, tilavuuden mukaan tarkasteltuna, 100 g:sta kuivia käpertyneitä koivunlehtiä kertyy tilavuudeltaan n. 6 litran suuruinen määrä ja yhden kg:n kuljettamiseen tarvittaisiin jo 60 litran suuruinen astia. Tämän mukaan, jos esim. ha:lla olisi 10 000 kpl 3 m:n mittaista koivua, niiden vuotuinen lehtien massa olisi n. 800 kg, mikä vastaa tilavuudeltaan



Kuva 1. Vesasyntyisten hieskoivujen lehtien kuivapainon ja koko rangan (oksat ja lehdet mukaanlukien) suhde. Käyrä on piirretty kuvassa esitetyn yhtälön mukaan, jossa y = lehtien kuivapaino ja x = koko rangan kuivapaino. r = mallin korrelaatiokerroin ja n = havaintojen lukumäärä.



Kuva 2. Lehtien kuivapainon ja pituuden suhde. x = rangan pituus. Muilta osin selitykset samat kuin kuvassa 1.

52 000 l:aa kuivia lehtiä. Jos tämä määrä varisisi "uunikuivana" yhdellä kertaa maahan, sitä kertyisi noin 0,5 cm:n paksuinen lehtikerros. Lehtipinta-alaa yhdeltä puolen laskettuna tästä määrästä tulee noin 1,2 ha. Tämän mukaan esim. koivutiheikköjen pohjalle muodostuu vuosittain huomattavan vahva yhtenäinen lehtikerros, joka hajoamisen seurauksena katoaa suhteellisen nopeasti, useimmiten lähes kokonaan seuraavan kesän kuluessa.

3. Karikkeen hajoaminen

Kasvinosien hajoaminen alkaa usein jo ennen niiden varisemista. Vanhenevat osat menettävät luontaista kykyään torjua tauteja ja näinollen elävien osien kuoltua joko varsinaiset taudinaiheuttajat tai erityiset lahottajaorganismit aloittavat hajoitustyönsä, vaikka varsinaista karikkeen muodostumista ei ole tapahtunut. Varsin hyvänä esimerkkinä elävissä puissa tapahtuvasta hajoamisesta voidaan mainita vanhojen kuusien tyvilahoisuus (esim. NOROKORPI 1979).

Varsinaisesti karikkeen hajoamisella tarkoitetaan kuitenkin maaperässä tapahtuvaa bakteerien, sienten ja pieneliöstön aikaansaamaa hajoamista. Näille organismeille karike on kasvuympäristö. Mitä paremmin esim. sienet ja bakteerit viihtyvät, sitä nopeampaa on myös hajoaminen. Mikrobiston kasvun kiihtyessä ne tarvitsevat enenevässä määrin ravinteita myös oman solumassansa rakenneosiksi. Hiiltä karikkeessa on riittävästi, mutta usein on todettu typen puutteen olennaisesti rajoittavan bakteerien ja sienten kasvua = hidastavan hajoamista. Hajottajamikrobistoille onkin ominaista, että ne rikastavat typpeä solumassansa, mistä johtuu se, että karikkeen N-pitoisuus usein kasvaa hajoamisen alkuvaiheessa (esim. MIKOLA 1955, BERG 1978, MacLEAN ja WEIN 1978, MILLAR 1974, LOUSIER ja PARKINSON 1978).

Karikkeen hajottajana sienillä on keskeinen merkitys kangasmetissä. Tämä johtuu niiden kyvystä hajottaa selluloosaa ja ligniiniä (esim. MIKOLA 1954), sekä siitä, että ne kykenevät kasvamaan vielä rakenteellisesti suhteellisen muuttumattoman karikkeen sisään (esim. GOKSØYR 1975).

Lahottajasienten määrä saattaa olla hyvinkin suuri. Erään ruotsalaisen tutkimuksen (BÄATH ja SÖDERSTRÖM 1977) mukaan mänty-kuusi-sekametsän sienirihmaston pituus eri kerroksissa vaihteli seuraavasti:

- Karikekerroksessa (A_{00}) 9,7 km/g/kuiva-ainetta
- Kangashumuksen yläosassa (A_{01}) .. 66,9 -"
- Kangashumuksen alaosassa (A_{02}) .. 37,0 -"
- Uutemaassa (A_2) 1,5 -"

Tämän tuloksen mukaan esimerkiksi 1 kg:ssa kangashumuksen yläosaa (johon pinta-alallisesti tarvitaan ehkä $<1 \text{ m}^2$:n suuruinen ala) olisi sienihyfyfistöä 66 900 km eli noin 300 kertaa matka Muhoksen metsäntutkimusasemalta Oulaisten seurakuntatalolle ja takaisin.

Sienten ja bakteerien ohella keskeinen hajottajaorganismiryhmä on maan pieneliöt. Näille kelpaa ravinnoksi erityisesti sienirihmasto, joka kulkiessaan niiden sulatuskanavan läpi pilkkoutuu ja limottuu, minkä jälkeen se on bakteereille erinomaista kasvu-alustaa. Luonnollisesti myös pieneliöstö viihtyy, jos sen ravintotarve on tyydytetty ja kasvuympäristöolosuhteet ovat suotuisat. Näinollen saattaisi olettaa, että esim. vanhan paksukunttaisen kuusikon humuskerroksen pieneliöstö on niukka. Tilanne on kuitenkin päinvastainen (HUHTA 1976, taulukko 2), joskin eteläisempiin oloihin nähden (esim. DICKINSON 1974) pieneliöiden lukumäärät ovat huomattavasti pienemmät.

Taulukossa esitettyjen lukujen perusteella humuksessa vallitsee "jokseenkin vilkas elämä", noin 1,5 milj. yksilön voimalla/ m^2 . Kaikkein huomattavin ryhmä on rataseläimet ja sukkulamadot, yli miljoona kpl/ m^2 = yli 10 000 miljoonaa kappaletta hehtaarilla. Luonnollisesti nämä eliöt ovat kooltaan pieniä, useimmiten jopa alle 1 mm:n mittaisia. Mielenkiintoista taulukossa 2 esille tulevassa asetelmassa on, että avohakkuun vaikutuksesta lukumäärä eräissä ryhmissä kasvoi, eräissä aleni, mutta kauttaaltaan muutokset olivat suhteellisen vähäiset.

Taulukko 2. Humuskerroksen maaeläinten määrä (kpl/m²) vanhassa HMT-kuusikossa ja muutaman vuoden ikäisellä avohakkuualalla Kuusamossa. Tiedot perustuvat HUHDAN (1976) julkaisuun. Taulukon eräiden eläinryhmien yhdistäminen sekä lukuarvojen pyöristäminen on kirjoittajan suorittama.

Eläinryhmä	Humuksessa kpl/m ²	
	HMT-kuusikko	Avohakattu ala
Karhunkaiset	48 000	76 000
Rataseläimet ja sukkulamadot	1 200 000	1 500 000
Sukamadot	4 000	9 000
Kastemadot	0	1
Hyppyhäntäiset	25 000	25 000
Punkit	175 000	133 000
Juoksujalkaiset	13	26
Hämähäkkieläimet	360	320
Kovakuoriaiset	190	260
Muut hyönteiset	220	230
Muurahaiset	2	16
Yhteensä noin	1 500 000	1 700 000

Karikkeiden hajoaminen tapahtuu siis osin maan pikkueläinten, osin bakteerien ja erityisesti sienten toimesta. Kukin eliöryhmä tai sen osa kasvaessaan samalla muuttaa ympäristöään, joka lopulta käy sille epäsuotuisaksi, mutta jollekin toiselle ryhmälle soveltuvaksi. Näinollen eliöryhmät karikkeessa vaihtuvat ja karikkeen lahoaminen jatkuu. Lopputuloksena on, että näkyvä karike muuttuu "näkyättömään" muotoon ja samalla uuden orgaanisen kasvun rakenneosiksi. Samanaikaisesti vapautuu runsaasti hiilidioksidia, joka puolestaan on välttämätöntä vihreiden kasvien suorittamalle yhteyttämiselle, eli uuden orgaanisen aineksen rakennustyössä.

Edellä selostettu kuvaus karikkeiden hajoamisesta on varsin yleistävä. Pohjimmiltaan tapahtumat ovat hyvin monimutkaisia ja useista tekijöistä riippuvia. Hyvällä metsätyypillä tapahtuu hajoaminen paremmin kuin huonolla ja olosuhteet lehtimetsässä ja avoalalla ovat hajoamiselle suotuisammat kuin vanhassa kuusikossa (MIKOLA 1955). Lisäksi hajoamisen on todettu riippuvan toisaalta karikkeiden laadusta sinänsä, toisaalta hajoamisen aikana vallitsevista ulkoisista tekijöistä.

Edellä mainitussa tutkimuksessa MIKOLA selvitti myös erilaisten karikkeiden hajaantumisenopeutta. Puiden lehdistä suhteellisen nopeasti hajosivat pihlajan, raidan ja harmaalepän lehdet ja suurin piirtein vastaavalla nopeudella aluskasveista oravanmarjan, mustikan ja metsätähden lehdet. Hitaimmin hajoavaan karikkeeseen kuuluivat kuusen ja lehtikuusen neulaset sekä seinäsammalet.

Kuten edellä (taulukko 1, kuvat 1 ja 2) todettiin, lehtipuista muodostuu vuosittain huomattavan suuria karikemääriä. Kun lehtikarrike vielä hajoaa suhteellisen nopeasti, on sillä oma merkityksensä myös muodostuvan humuksen laadun kannalta. Toisaalta lehtipuiden karikkeella on esim. taimettumisen kannalta selvä merkitys, sillä karikkeet sinänsä jo mekaanisesti rajoittavat seinäsammalten kasvua (esim. HERTZ 1932). Sekametsiköiden suosimista tähdensi myös MIKOLA (1954) suosittaen samalla myös taloudellisesti vähempiarvoisten puiden kasvattamista maan biologisen aktiviteetin säilyttämisen takia.

Kirjallisuus

- AALTONEN, V.T. 1940. Metsämaa. WSOY Porvoo. 615 s.
- AARNIO, B. 1935. On the factors acting upon the qualities of the humus containing layer of natural soils. Seloste: Luonnontilaisten maiden humuspitoisen kerroksen ominaisuuksiin vaikuttavista seikoista. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 7: 73-84.
- BERG, B. 1978. Decomposition of needle litter in a 120-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand at ivantjärnsheden. Swedish coniferous forest project. Internal report 80: 1-66.
- BAATH, E. & SÖDERSTRÖM, B.E. 1977. Mycelial lengths and fungal biomasses in some swedish coniferous forest soil, with special reference to a pine forest in central Sweden. Swedish coniferous forest project. Technical report 13: 1-45.
- CAJANDER, A.K. 1916. Metsänhoidon perusteet. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. WSOY Porvoo. 735 s.
- DICKINSON, C.H. 1974. Decomposition of litter in soil. Teoksessa: DICKINSON, C.H. & PUGH, G.J.F. (toim.). Biology of plant litter decomposition 2: 633-658.
- GOKSØYR, J. 1975. Decomposition, Microbiology and Ecosystem Analysis. Ecol. Stud. 16: 230-238.

- HAVAS, P. & KUBIN, E. 1982. Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in northern Finland. Käsikirjoitus.
- HERTZ, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla.
Zusammenfassung: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. Commun. Inst. For. Fenn. 17(4): 1-206.
- HESSELMAN, H. 1926. Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. Zusammenfassung: Studien über die Humusdecke des Nadelwaldes, ihre Eigenschaften und deren Abhängigkeit vom Waldbau. Mess. Skogsf. Anst. 22(5): 169-552.
- " 1937. Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik Vaccinium-typ och dess inverkan på skogens föryngring och tillväxt.
Zusammenfassung: Über die Abhängigkeit der Humusdecke von alter und Zusammensetzung der Bestände im Nordischen Fichtenwald von Blaubeerreicher Vaccinium-typ und über die Einwirkung der Humusdecke auf die Verjüngung und Wachstum des Waldes. Medd. Skogsf. Anst. 30(4): 529-716.
- HUHTA, V. 1976. Effects of clear-cutting on numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates. Ann. Zool. Fenn. 13: 63-80.
- KÄRENLAMPI, L. 1971. Weight loss of leaf litter on forest soil surface in relation to weather at Kevo station, Finnish Lapland. Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 8: 101-103.
- LEHTONEN, I. 1978. Ravinteiden kierto eräässä männikössä: IV Fytomassan ja ravinteiden määrä. Summary: Nutrient cycle in a Scots pine stand: IV The amount of phytomass and nutrients. Silva Fenn. 12(1): 47-55.
- LOUSIER, J.D. & PARKINSON, D. 1978. Chemical element dynamics in decomposing leaf litter. Canad. J. Bot. 56(21): 2795-2812.
- LÄHDE, E. 1966. Kokeita selluloosan hajaantumisnopeudesta erilaisissa metsiköissä. Summary: Experiments on the decomposition rate of cellulose in different stands. Silva Fenn. 119(1): 1-11.

- LÄHDE, E. 1974. Rate of decomposition of cellulose in forest soils in various parts of the Nordic countries. Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 11: 72-78.
- MacLEAN, D.A. & WEIN, R.W. 1978. Weight loss and nutrient changes in decomposing litter and forest floor material in New Brunswick forest stands. Canad. J. Bot. 56(21): 2730-2749.
- MIKOLA, P. 1954. Metsämaan kantasienien kyvystä hajottaa neulas- ja lehtikarikkeita. Summary: Experiments on the ability of forest soil Basidiomycetes to decompose litter material. Commun. Inst. For. Fenn. 42(7): 1-17.
- " 1955. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumisenopeudesta. Summary: Experiments on the rate of decomposition of forest litter. Commun. Inst. For. Fenn. 43(1): 1-50.
- " 1959. Liberation of nitrogen from alder leaf litter. Selostus: Typen vapautuminen lepän lehtikarikkeista. Acta For. Fenn. 67(1): 1-10.
- MILLAR, C.S. 1974. Decomposition of coniferous leaf litter. Teoksessa: DICKINSON, C.H. & PUGH, G.J.F. (toim.). Biology of plant litter decomposition 1: 105-128.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Selostus: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Commun. Inst. For. Fenn. 84(5): 1-87.
- " 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku eräässä koivikossa. Commun. Inst. For. Fenn. 91(5): 1-35.
- NOROKORPI, Y. 1979. Old Norway spruce stands, amounts of decay and decay-causing microbes in northern Finland. Seloste: Peräpohjolan vanhat kuusikot, niiden lahoisuus ja lahottajat. Commun. Inst. For. Fenn. 97(6): 1-77.
- RODIN, L.E. & BAZILEVICH, N.I. 1967. Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. 284 s.
- SCHALIN, I. 1966. Harmaalepän merkityksestä käytännön metsätaloudessa. Metsätal. Aikak. 9: 362-366.
- VIRO, P.J. 1955. Investigations on forest litter. Selostus: Metsäkariketutkimuksia. Commun. Inst. For. Fenn. 45(6): 1-61.

Pentti Savilampi

KÄRSÄMÄEN VILJELYTAIMIKOIDEN INVENTOINTITULOKSIA

1. Johdanto

Muhoksen metsäntutkimusaseman toimesta on vuodesta 1977 lähtien omalla toimialueella inventoitu eri-ikäisiä metsänviljelyalueita. Alkuperäisen suunnitelman mukaan jokaiseen inventointiin oli tarkoitus ottaa 5- ja 10-vuotiaita viljelyaloja. Poikkeaman tästä suunnitelmasta ovat kuitenkin aiheuttaneet käytännön vaatimukset sekä riittämättömät toimintamahdollisuudet.

Vuonna 1981 oli inventointivuorossa Kärsämäki, jossa tarkastettiin 5 ja 10 vuotta vanhoja yksityisten mailla olevia metsänviljelyalueita 61 kpl. Suunnitelman mukaan uudistusaloja oli tarkoitus inventoida taimilajeittain kutakin kasvupaikkaa ja maanpinnan käsittelytapaa kohti jokseenkin yhtä monta. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että joissakin ryhmissä aineisto käsittää vain yhden tai kaksi taimikkoa.

Metsäauraus alkoi yleistyä Suomessa 1960-luvulla. Kärsämäellä ei kuitenkaan vielä v. 1971 ollut aurattu yhtään uudistusaluetta. Tällöin vielä kaikki viljelyalueet joko laikutettiin koneella tai viljely tehtiin kuokkatyönä. Vuonna 1976 oli metsäaurasta jo tehty jonkin verran, mutta vähemmän kuin muuta maanmuokkausta.

2. Tutkimusaineisto ja -menetelmä

Kärsämäellä oli v. 1971 viljelty ⁹⁸ 28 uudistusaluetta ja vastaava luku v. 1976 oli 126. Näiden pinta-alat jakaantuivat puulajin ja viljelytavan mukaan seuraavasti:

v. 1971	v. 1976
44 ha mä kylvöä	171 ha mä kylvöä
91 " " istutusta	69 " " istutusta
23 " ku "	26 " ku "
<u>3</u> " ko "	<u>4</u> " ko "
yht. 161 ha	yht. 270 ha

Näistä viljelyaloista inventointiin otettiin satunnaisesti 61 kpl. Keskimääräinen pinta-ala 5-vuotiailla alueilla oli 1,77 ha kokonaisalan ollessa 90,2 ha. Vastaavat pinta-alat 10-vuotiailla olivat 1,41 ha ja 35,1 ha. Maanmuokkaustavan mukaan pinta-ala jakaantui siten, että kuokkalaikutusta oli 51 %, aurausta 44 % ja kone-laikutusta 5 %.

Uudistusalueen rajaamisessa oli jonkin verran vaikeuksia. Uudistusalue saattoi olla useammassa eri osassa, jolloin kasvupaikka, soistuneisuus ja maanmuokkaustapa vaihtelivat. Tällöin viljelyalan jakaminen pienempiin osiin katsottiin tarpeelliseksi. Mikäli maanmuokkaustapa samalla alueella vaihtui, tarkastettiin vain perustietoja vastaava osa. Kasvupaikan vaihtuminen laaja-alaisesti samalla alueellakin jakoi uudistusalan kahteen osaan. Kasvupaikat ryhmiteltiin luokkiin tuore ja kuiva. Jälkimmäisessä ryhmässä pääosa uudistusaloista oli todellisuudessa kuivahkoja kangaita. Yhdeksän uudistusalaa jaettiin kahteen ja kaksi neljään eri viljelyalueeseen. Näin saatiin 76 aluetta, jotka jakaantuivat viljelytavan, ikäluokan ja kasvupaikan mukaan seuraavasti.

		uudistus- aloja kpl	uudistusalojen pinta-alat ha
Mä ist.	5 v tuore	6	5,6
-"-	kuiva	7	8,6
Mä ist.	10 v tuore	2	4,0
-"-	kuiva	7	13,2
Mä ist. kenno	5 v tuore	4	13,8
-"-	kuiva	4	7,6
Mä kylvö	5 v tuore	8	25,1
-"-	kuiva	13	15,4
Mä kylvö	10 v tuore	3	3,0
-"-	kuiva	6	4,9
Ku ist.	5 v tuore	7	9,6
-"-	kuiva	2	4,5
Ku ist.	10 v tuore	6	8,5
-"-	kuiva	<u>1</u>	<u>1,5</u>
		yht. 76 kpl	yht. 125,3 ha

Inventointi suoritettiin linjoittaisena ympyräkoeala-arviointina. Koealan koko oli 10 m². Koealat sijoitettiin uudistusalueelle tasaisesti. Linja- ja koealaväli sekä koealojen lukumäärä määräytyivät pinta-alan mukaan.

Kehityskelpoisiksi luettiin sellaiset viljely- ja luonnontaimet, jotka taimikonhoitotöiden jälkeen jätettäisiin kasvamaan. Luonnontaimi saatettiin siten hyväksyä kehityskelpoiseksi taimeksi, mikäli se kunnoltaan oli viljelytainta parempi.

Viljely- ja luonnontaimien erottaminen toisistaan varsinkin 10 vuotta vanhoilla laikutusaloilla saattoi joissakin tapauksissa olla vaikeaa. Yleensä viljelytaimet olivat kuitenkin jonkin verran luonnontaimia pitempiä. Mitattavien luonnontaimien alaraja 5-vuotiailla havupuilla oli sirkkataimi ja 10-vuotiailla 15 cm. Vastavat pituudet lehtipuilla olivat 15 ja 30 cm.

3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

31. Metsänviljelyn onnistuminen sekä taimikkojen laatu

Tutkimuksessa ei voitu määritellä alkuperäistä istutustiheyttä, sillä viljelystä oli kulunut niin pitkä aika, ettei kuolleita taimia voinut enää havaita. Viljelyn tavoitteena oli ollut piiri-metsälautakunnan ohjeen mukainen tiheys 2 000 kpl/ha, jota käytettiin myös tässä tutkimuksessa lähtötilanteena.

Viljelytavoittain ja ikäluokittain männyn ja kuusen viljelytaimien elossaolosadannekset selviävät kuvasta 1. Keskimääräinen onnistuminen 5-vuotiailla aloilla oli 52 % ja vanhemmilla 54 %. Taimia oli siten elossa ensin mainituilla 1 040 kpl/ha ja jälkimmäisillä vähän enemmän. Ero ei ole suuri, mutta tulos on epälooginen. Taimia pitäisi olla vähemmän elossa 10-vuotiailla aloilla kuin 5-vuotiailla, sillä viljelytaimia kuolee vielä viiden vuoden jälkeenkin. Saatuihin tuloksiin ovat saattaneet vaikuttaa monetkin eri syyt. Niistä yksi voisi olla se, että vanhemmilla viljelyaloilla viljelytiheys on voinut olla suurempi. Toinen tosin vähäisempi merkitys voi olla sillä, ettei 10-vuotisissa taimikoissa pystytty enää tarkoin erottamaan luonnontaimia viljelytaimista. Viljelytavoittain tarkastellen vain männyn kylvössä on kehitys ollut odotetun suuntainen. Samanlaista vertailua ei voi tehdä kennotaimille, koska kaikki kennotaimet oli viljelty v. 1976.

Kasvatettaviksi hyväksytyjen luonnontaimien ansiosta nousi viljelyn onnistuminen 5-vuotiailla 358 kpl/ha l. 18 %-yksikköä. Niistä mäntyjä oli 172, kuusia 177, rauduskoivuja 1 ja hieskoivuja 8 kpl, joten lopullinen metsittymistulos nousi 1 392 kpl/ha l. 70 %:iin. Vastaavasti 10-vuotiailla viljelyn onnistuminen nousi luonnontaimien ansiosta 434 kpl/ha l. 22 %-yksikköä, joista mäntyjä 266, kuusia 94, rauduskoivuja 8 ja hieskoivuja 66 kpl/ha. Lopullinen kasvatettavien taimien määrä oli siten 1 520 kpl/ha l. 76 %. Nuoremillakin viljelyaloilla olisi koivuntaimia ollut mahdollisuus valita enemmän kasvatettaviksi. Koivun nopean kasvun ja siitä aiheutuvan havupuuntaimien varjostuksen vuoksi ei niitä kuitenkaan ehdotettu kasvatettaviksi. 10-vuotiailla uudistusaloilla suoritettut

perkaukset olivat laskeneet luonnonkoivujen keskipituutta siinä määrin, että näillä aloilla voitiin koivuja valita kasvatettaviksi ilman varjostusuhkaa.

Perustaimiksi ei kelpuutettu kaikkia viljelytaimia, jos niitä oli istutettu liian tiheään, tai mikäli parempia luonnontaimia oli mahdollisuus valita tilalle. Hylättyjä istutus- ja kylvötaimia oli keskimäärin seuraavasti (kpl/ha):

	mä	ku	yht.	%
5 v	234	5	239	12
10 v	195	15	210	11

Viljelyaloilla oli ylimääräisiä luonnontaimia (kasvatettaviksi hyväksytyt luonnontaimet eivät ole tässä mukana) keskimäärin seuraavasti (kpl/ha):

	mä	ku	rko	hko	muut lehtip.	yht.
5 v	353	601	1 502	13 512	10 865	26 833
10 v	580	283	247	8 794	11 878	21 782

32. Kehityskelpoiset ja kehityskelvottomat taimikot

Tässä tutkimuksessa tuoreella kasvupaikalla olevat uudistusalueet hyväksytään Tapion ohjeen mukaan sellaisenaan kehityskelpoisiksi, jos taimia oli yli 1 600 kpl/ha. Alueet määriteltiin täydennettäväksi silloin, jos taimia oli alle 1 600 kpl/ha. Tapion ohjeen mukaan on täydennystaimien oltava koivuja, jos kuusi- tai mäntytaimikon keskipituus on 1 - 2 metriä. Jos taimikon pituus on alle metrin, tehdään eräitä poikkeuksia lukuunottamatta täydennysviljely yleensä samalla puulajilla, millä varsinainen viljely on suoritettu.

Kuivien kasvupaikkojen viljelyalueet luokiteltiin kehityskelpoisiksi täydennysviljelyttä, kun taimia oli yli 1 400 kpl/ha. Nuoremmat alueet on täydennettävä, jos taimia oli alle 1 400 kpl/ha, vanhemmat alueet taas, jos taimia oli 1 400 - 900 kpl/ha. Uudistusalueet on viljeltävä uudelleen, kun taimia oli alle 900 kpl/ha.

Yhdistämällä viljelytaimet ja kasvatettaviksi hyväksytyt luonnon-
taimet parani metsittymistulos huomattavasti varsinkin kuivalla
kasvupaikalla. Siellä riittävän tiheiden taimikoiden osuus nousee
uudistusalojen lukumäärällä painotettuna 5-vuotiailla 54 %:iin ja
10-vuotiailla 100 %:iin.

33. Kasvupaikan ja maanmuokkauksen vaikutus

Kasvupaikalla ei ollut suurtakaan merkitystä viljelyn onnistumi-
seen paitsi 10 vuoden ikäisillä männyn kylvöillä, joissa tuoreella
kasvupaikalla oli selvästi vähemmän viljelytaimia kuin kuivalla
(kuva 3). Tuoreelle kasvupaikalle ei suositella kylvöä vaan
istutusta.

Aurauksella näyttää olevan tulosta parantava vaikutus kuokka- ja
konelaikutukseen verrattuna. Kahdella viimeksi mainitulla ei ole
selviä eroja keskenään (kuva 4).

34. Taimikoiden pituus

Yleensä tuoreilla kankailla taimikoiden pituuskehitys oli nopeam-
paa kuin kuivilla kankailla. Vain vanhemmilla männyn ja kuusen
paljasjuuritaimilla on kehitys ollut päinvastainen (taulukko 2).
Se johtunee uudistusalojen erilaisuudesta, kuten vesakon ja pinta-
kasvillisuuden määrästä sekä maanmuokkauksesta. Myös jo johdanto-
osassa viitattiin ja nyt korostetaan uudelleen, kuinka viljely-
alojen erisuuret lukumäärät vertailupareilla saattanevat vaikuttaa
lopputulokseen virheellisesti. Ikäluokittain tarkastellen pienet
pituuserot taimilajien ja viljelytapaluokkien välillä johtunevat
biologisesta ikäerosta.

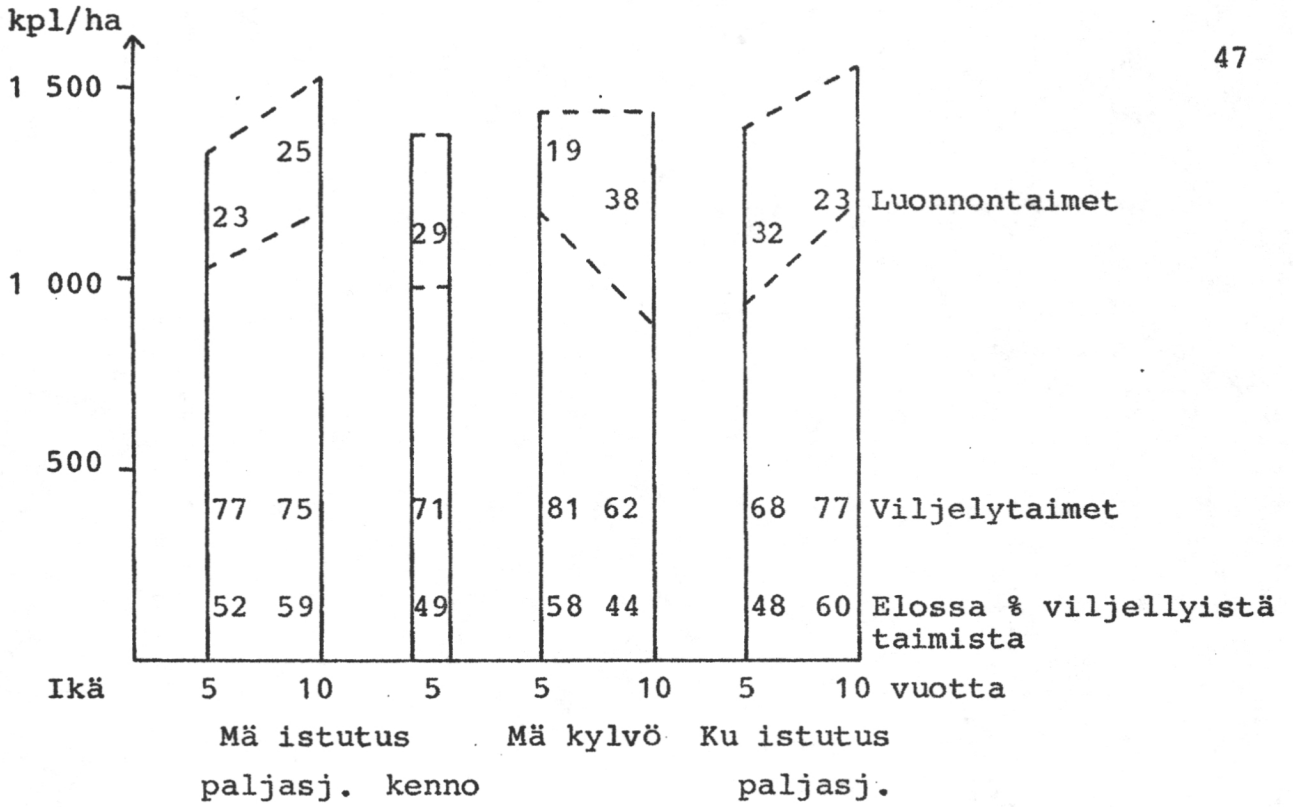
Taulukko 2. Viljelytaimien keskimääräinen pituus, cm, kasvupai-
koittain (t = tuore ja k = kuiva).

Mä istutus paljasj.				kenno		Mä kylvö				Ku istutus paljasj.			
5 v		10 v		5 v		5 v		10 v		5 v		10 v	
t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k	t	k
57	45	101	132	38	31	28	25	93	79	40	36	94	104

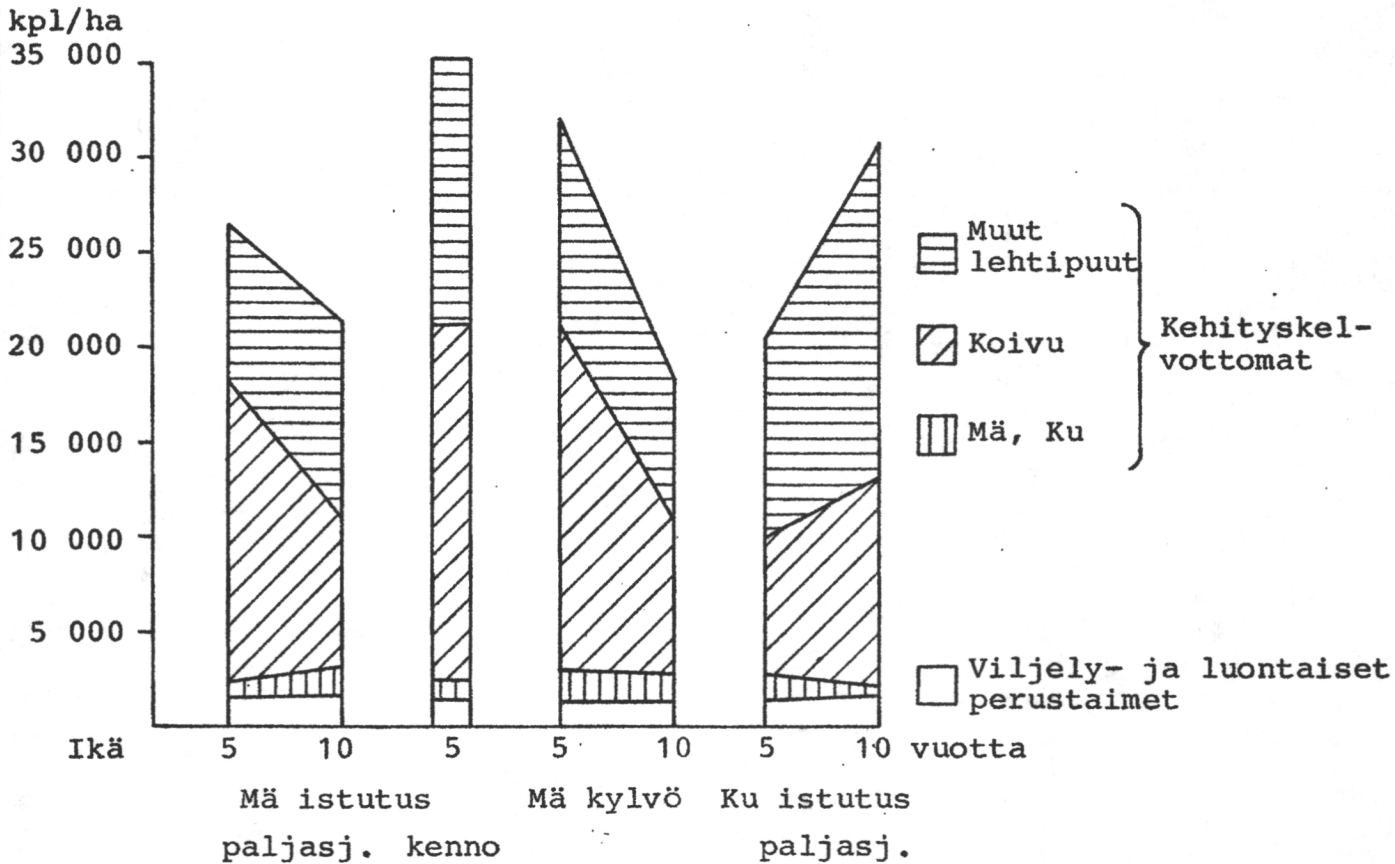
4. Tiivistelmä

Kärsämäen taimikoiden tarkastus kuuluu Muhoksen tutkimusaseman suorittamaan viljelytaimikoiden inventointien sarjaan. Kaikkiaan tarkastettiin nyt 61 männyn ja kuusen viljelyalaa, joiden yhteispinta-ala oli 125,3 ha. Joitakin uudistusaloja jaettiin inventoinnin yhteydessä useampaan osaan, joten keskimääräiseksi uudistusalan kooksi tuli 1,65 ha. Kärsämäki on järjestyksessä neljäs paikkakunta, jossa tarkastus on suoritettu 10 vuoden ikäisissä taimikoissa. 5-vuotisia taimikkoja on tarkastettu aikaisemmin vain Muhoksella. Tässä tutkimuksessa saatiin 5-vuotiaitten viljelytaimien elossaoloprosentiksi 52 ja 10-vuotiaitten 54 %. Jälkimäinen arvo on parempi kuin muilla paikkakunnilla. Nuorempien taimikoiden tulos on sitä vastoin heikompi kuin mitä aikaisemmin samanikäisissä taimikoissa Muhoksella on saatu. Kärsämäen yksityismetsissä kasvavien 10 vuotta vanhojen taimikoiden paremmuus (2 %-yksikköä) 5-vuotiaisiin verrattuna on vaikeasti selitettävissä. Tuloksen pitäisi olla selvästi päinvastainen.

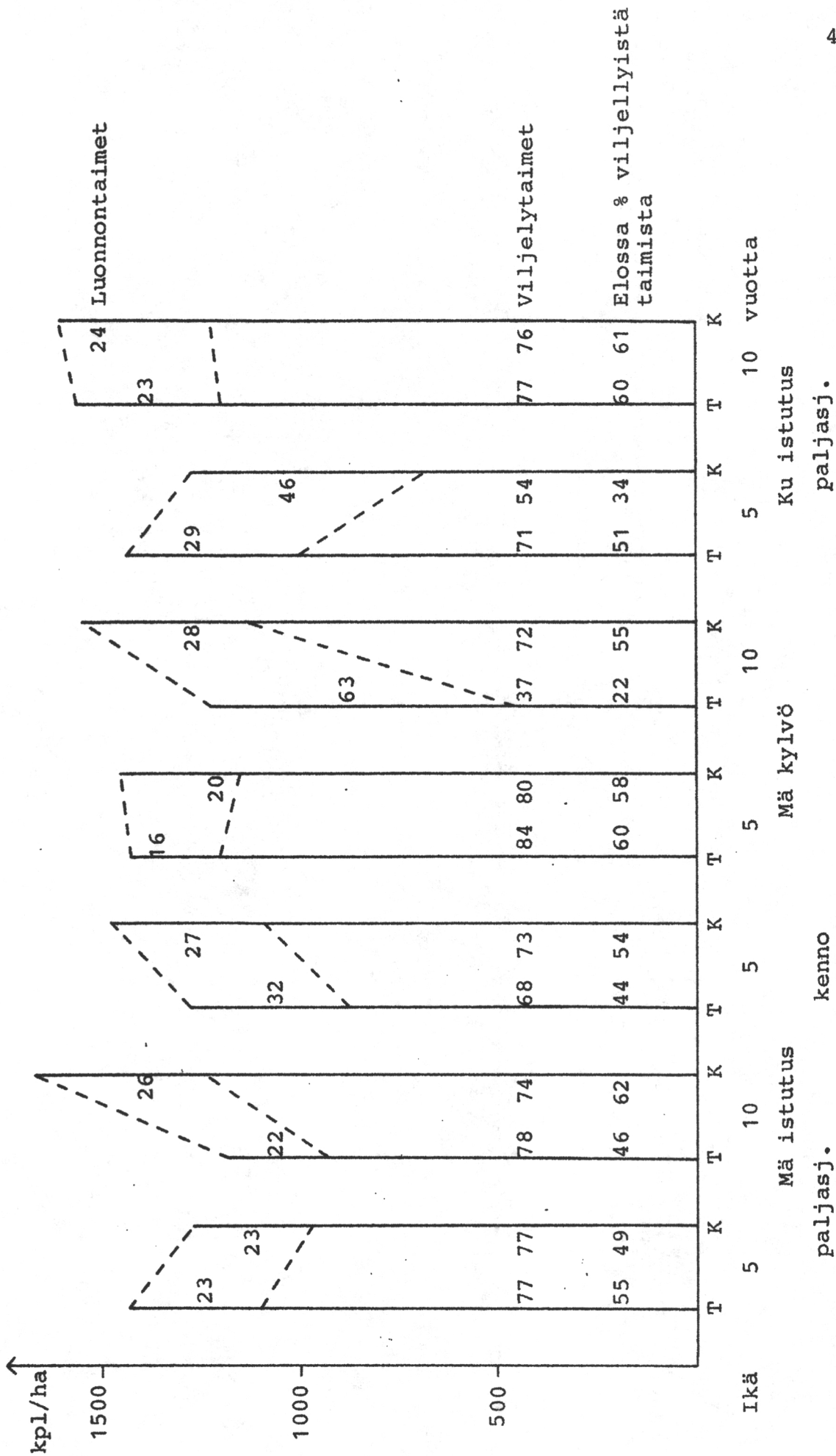
Luonnontaimien kanssa metsittymistulos paranee huomattavasti nousten 53:sta keskimäärin 73 %:iin. Kuivalla kasvupaikalla luonnontaimien osuus on merkitsevämpi. Siellä riittävän tiheitä taimikkoja on uudistusalojen lukumäärällä painotettuna 5-vuotiailla 54 % ja 10-vuotiailla 100 %. Luonnontaimilla on siten merkitsevä osuus viljelyalojen taimettumisessa. Jos lisäksi raudus- ja hieskoivu hyväksytään kasvatettaviksi puulajeiksi niiden pituudesta riippumatta, on kaikilla tarkastetuilla alueilla riittävä tiheys metsikön kehittymistä ajatellen.



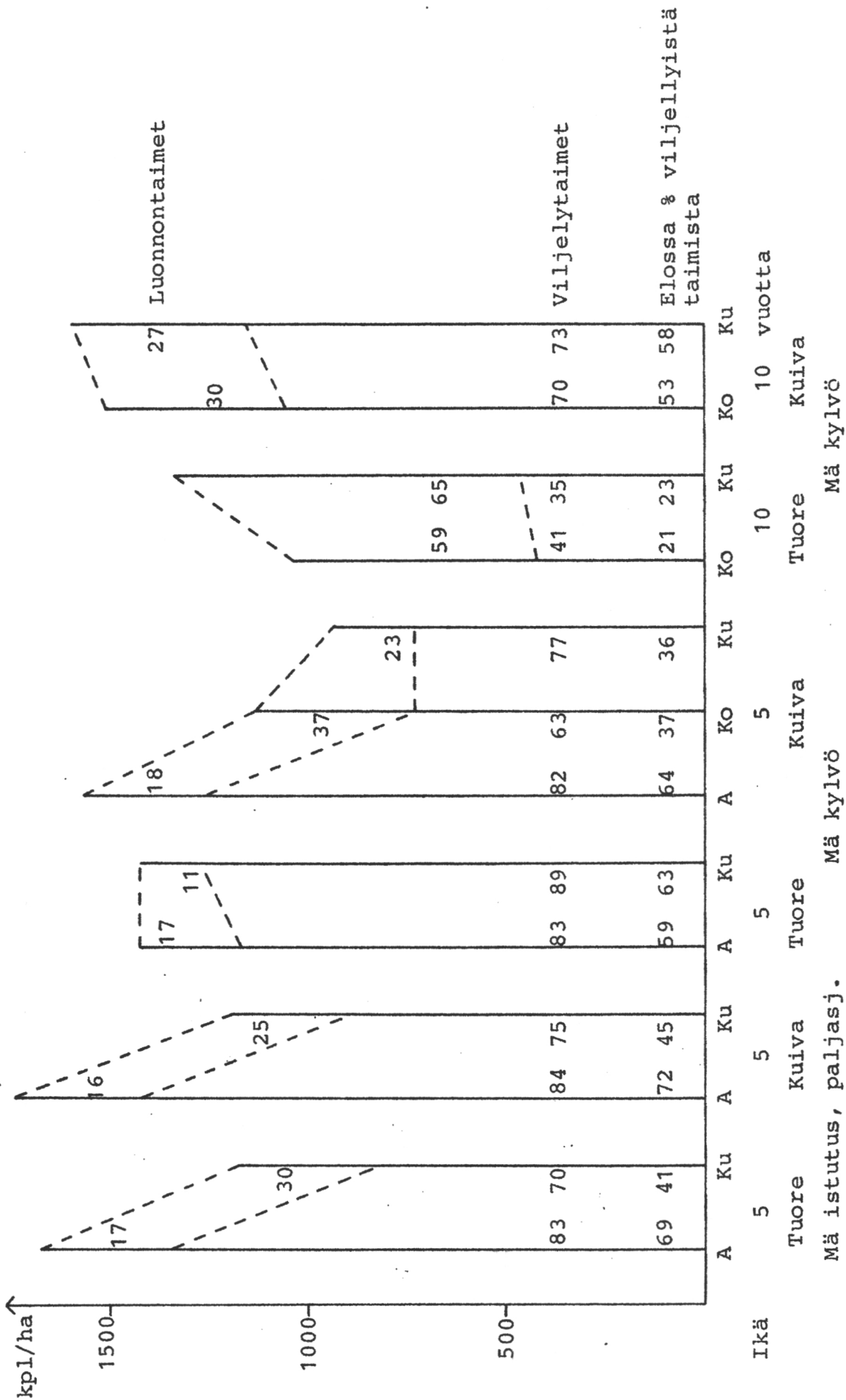
Kuva 1. Kehityskelpoisia taimia keskimäärin hehtaarilla männyn ja kuusen viljelytaimikoissa ikäluokittain. Pylväissä prosenttiosuudet.



Kuva 2. Kehityskelpoisia ja -kelvottomia taimia keskimäärin hehtaarilla männyn ja kuusen viljelytaimikoissa ikäluokittain.



Kuva 3. Kehityskelpoisia taimia keskimäärin hehtaarilla männyn ja kuusen viljelytaimistoissa kasvupaikoittan (T = tuore ja K = kuiva). Pylväissä prosenttiosuudet.



Kuva 4. Kehityskelpoisia taimia keskimäärin hehtaarilla männyn ja kuusen viljelytaimistoissa kasvupaikan ja maankäsittelyn mukaan (A = aurattu, KO = konelaitaku ja Ku = kuokka-laikku). Pylväissä prosenttiosuudet.

Taulukko 1. Kehityskelpoiset ja kehityskelvottomat taimikot.

Kasvu- paikka	Taimet	Ikä, v	Viljely- aloja		Kehityskelpoiset		Kehityskelvottomat	
			kpl	ha	Riittävä	Täyden-	Viljeltävä	uudelleen
					tiheys	nettävä		
Tuore	Viljelytaimet	5	25	54,1	3/1792	22/977		
"	Viljely- ja luon- taiset taimet	"	"	"	6/1984	19/1225		
"	Viljelytaimet	10	11	15,5	1/1700	10/866		
"	Viljely- ja luon- taiset taimet	"	"	"	1/2075	10/1328		
Kuiva	Viljelytaimet	5	26	36,1	3/1479	23/1006		
"	Viljely- ja luon- taiset taimet	"	"	"	14/1627	12/1121		
"	Viljelytaimet	10	14	19,6	2/1557	10/1165		2/888
"	Viljely- ja luon- taiset taimet	"	"	"	14/1611			

Huomautus: Tapion ohjeen mukaan tuoreella kasvupaikalla tiheys on riittävä, jos taimia on 1 600 kpl/ha. Viljely on täydennettävä, jos taimia on alle 1 600 kpl/ha. Kuivahkolla kasvupaikalla tiheys on riittävä, jos taimia on yli 1 400 kpl/ha. Alue on täydennettävä, jos 5-vuotiaita taimia on alle 1 400 kpl/ha ja 10-vuotiaita taimia 1 400 - 900 kpl/ha. Viljely on uusittava, jos 10-vuotiaita taimia on alle 900 kpl/ha.

Jukka Valtanen

PERKAUKSEN VAIKUTUS MÄNNYNTAIMIKON ALKUKEHITYKSEEN

1. Tutkimuksen esittely

Muhoksen tutkimusasema perusti 1973 - 74 toimialueensa eri puolille seitsemän perkauksen tutkimuskenttää. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, missä männyntaimikon kehitysvaiheessa uudistusala on perattava ja kuinka usein perkaus on toistettava, jotta saataisiin mahdollisimman halvalla hyvä lopputulos. - Lopputulos arvioidaan silloin, kun taimikko on 2 - 4 metrin pituista. Kustannukset saadaan selville siten, että käytetty työaika merkitään muistiin.

Mäntyä ei kokeen aikana harvenneta. Lehtipuu ja kuusi perataan vesurilla. Perkaus on tehty koetta perustettaessa tai 1 - 10 vuotta myöhemmin. Perkaus tehdään joko kerran tai kahdesti tai useammin.

Taulukossa 1 esitetään työohjelma eli käsittelyt ja aikataulu. Täydellisessä ohjelmassa oli 20 käsittelyä, joista nollaruutu (käs. 01) toistettiin kolmesti. Näin ollen koeruutuja oli 22. Tähän määrään päästiin vain yhdellä koekentällä. Muilla koealoilla ruutumäärä on 14 - 18, sillä homogeenista taimikkoalaa ei ollut käytettävissä enempää.

Tutkimusajaksi on suunniteltu 15 kasvukautta 1973 - 87, jona aikana kaikilla koealoilla otaksutaan päästävän tavoitepituuteen. Koekentät inventoidaan kolmin vuosin 1975, 1978 jne. Koealapaikkakunnat ovat Munsala, Kruunupyy, Pyhäjärvi 1, Pyhäjärvi 2, Muhos, Kuhmo ja Taivalkoski. Kaikille koealoille oli istutettu kouluaitat männyntaimet (2A+1A tai 1M+1A tai 1A+1Ar). Koeruudut ovat 50 m x 50 m. Kukin ruutu on jaettu kahteen osaan siten, että toisessa ruutupuoliskossa kannot sivellään perattaessa vesakontorjunta-aineella.

Taulukko 1. Taimikonperkaustutkimuksen ohjelma ja aikataulu.

Ohjelma = toimenpide	Työvuosi											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
01. Ei käsitellä												
02. Reikäperkaus	x		x									
03. "-	x				x							
04. "-	x						x					
05. Perkaus kerran	x											
06. "-			x									
07. "-					x							
08. "-							x					
09. "-									x			
10. Perkaus kahdesti	x		x									
11. "-	x				x							
12. "-	x						x					
13. "-	x								x			
14. "-	x											x
15. "-		x				x						
16. "-			x					x				
17. "-				x							x	
18. Jatkuva hoito	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19. "-	x		x		x		x		x			x
20. "-	x			x			x				x	

Muhoksen koekenttä poikkeaa muista siten, että koetta perustettaessa taimikko oli vanhempaa, isompaa ja epätasaisempaa kuin muualla. Se ei täyttänyt asetettuja vaatimuksia kokonaan, mutta maantieteellisen aseman takia se hyväksyttiin "harjoituskoealueena".

- Taulukossa 2 esitetään koekenttien metsänhoidollinen tila koetta perustettaessa. Pyhäjärvi 1:n, Kuhmon ja Taivalkosken koekentät oli aurattu ennen istutusta. Muilla alueilla oli ollut tavanomainen kuokkatyö.

Inventoinneissa on mitattu puulajeittain lukumäärä ja pituus. Lehtipuiden lukumäärä laskettiin ensimmäisen kerran 1981. Tässä inventoinnissa eroteltiin myös kasvatettavat ja kasvatettaviksi kelpaamattomat männyt ja kuuset, kasvatettavat lehtipuut, kasvatettavien mäntyjen kanssa kilpailevat lehtipuut ja muut lehtipuut. Aikaisemmissa inventoinneissa ei puulajeja vielä katsottu voitavan jaotella eri ryhmiksi.

2. Tulokset

Päätulokset esitetään kuvissa 1 ja 2. Kuvassa 1 on piirrettynä kasvatettavien mäntyjen, kasvatettavien kuusten ja kilpailevien lehtipuiden lukumäärä ja pituus perkaamattomilla ruuduilla ja jatkuvan hoidon ruuduilla kokeen alussa ja 1981. Jatkuva hoito tarkoittaa joka vuosi, joka toinen vuosi tai joka kolmas vuosi tehtyä perkausta. Kuvassa 2 esitetään kolmen käsittelyn tulokset samoin kokeen alusta ja vuodelta 1981:

- Reikäperkaus perustamisvuonna ja 2 tai 4 vuotta myöhemmin.
(Reikäperkauksessa taimelle annettiin tilaa n. 1 - 1,5 m).
- Perkaus kerran neljä vuotta perustamisen jälkeen (1977 tai -78).
- Perkaus kahdesti, koetta perustettaessa ja neljä vuotta myöhemmin.

Taulukosta 3 nähdään pääkäsittelyiden vaikutus kasvatettavien mäntyjen lukumäärään ja pituuteen suhteellisina arvoina.

Kuvista ja taulukoista todetaan, että käsittelyjen vaikutus on toistaiseksi ollut pieni. Järjestys vaihtelee paikkakunnittain. Keskimäärin vaikutus on ollut positiivinen.

Kantojen sively Tordonilla vesurityön yhteydessä on vähentänyt uutta vesottumista jonkin verran (taulukko 4). Vaihtelu on suurta. Paikoin Tordonilla käsitelty ala on jokseenkin puhdas, paikoin eroa ei juuri huomaa. Männyt ovat hyötyneet torjunta-aineen käytöstä. Ilmeisesti vesakon juuristokilpailulla on merkitystä.

Taulukossa 5 esitetään perkauksen vaikutus männyn laatuun. Muotoluku laskettiin puolikorkeudelta ja 5 %:n korkeudelta mitattujen läpimittojen suhteena. Pieni muotoluku merkitsee huonoa runkomuotoa. Oksat mitattiin latvasta lukien neljännessä oksakiehkurasta.

Oksan paksuus mitattiin 30 mm:n päästä rungon pinnasta. Taulukosta nähdään, että peratulla alalla puiden muoto on erilainen kuin perkaamattomalla. Pituus on sama ja muotoluku sama, mutta tyvipaksuus on edellisellä viidenneksen suurempi. Rungot ovat siis peratulla alalla latvasta tyveen asti paksumpia ikäänkuin runkokäyrää olisi sen muotoa muuttamatta levitetty rungon keskiviivasta 20 % ulomaksi kuin perkaamattomalla koeruudulla.

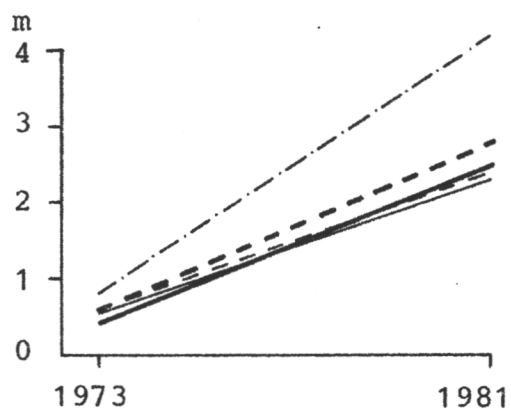
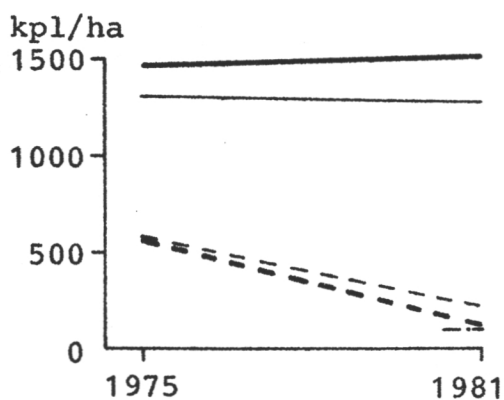
Perkauksen vaikutus laatuun näkyy selvästi oksatunnuksissa. Oksia on enemmän, ne ovat paksumpia ja oksakulma on pienempi peratulla alalla. Kaikki nämä ominaisuudet ovat laadun kannalta kielteisiä.

3. Tarkastelua

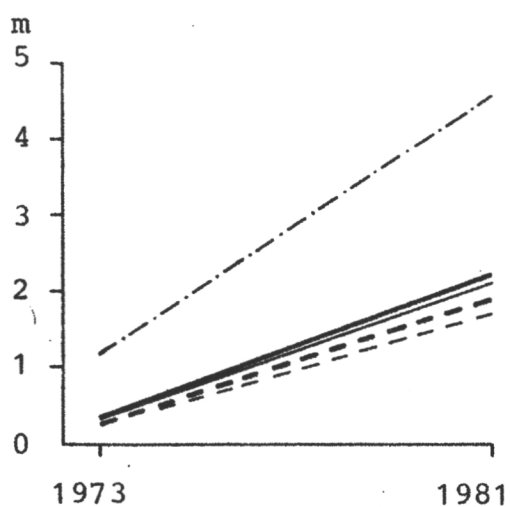
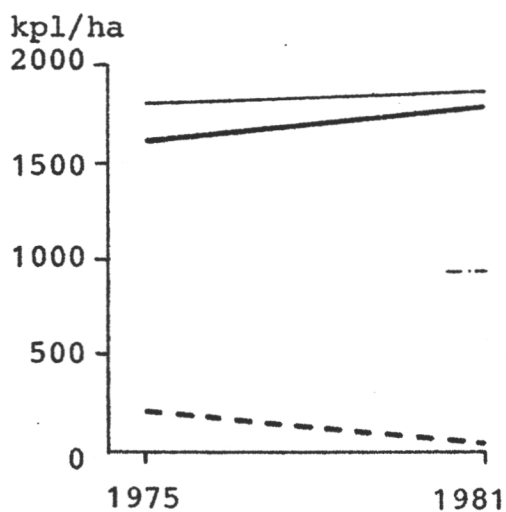
Edellä olevat tulokset ovat siinä mielessä alustavia, että ne ovat osaksi usean eri käsittelyn keskiarvoja, joita on vaikea tulkita. Niiden tarkka analysointi ohjelmittain tuonee esiin näkökohtia, jotka poikkeavat keskiarvosta. Voidaan ilmeisesti löytää myös "haluttuja" tuloksia. Tässä vaiheessa ei ole syytä tehdä varmoja johtopäätöksiä, vaan tyydytään toteamaan, että n. kahteen metriin asti männyn taimikko on selvinnyt vesakon seurassa jokseenkin yhtä hyvin kuin peratuilla koeruuduilla. Tämä antaa viitteitä siihen suuntaan, että taimikon hoidolla ei ainakaan esimerkkitapauksissa ole ollut kiirettä. Koska ns. kilpailevia lehtipuita on paikoitellen runsaasti ja ne ovat kasvatettaviinmäntyihin verrattuna selvästi pitempiä, on mahdollista, että mäntyjen kehitys lähiaikoina kärsii, jos perkausta vielä lykätään.

Erikseen on tarpeen mainita Taivalkosken koekenttä, missä on paljon haavan vesakkoa. 1975, 1976 ja 1981 männynversoruoste on rasittanut taimikkoa pahoin. 50 m x 50 m ruuduilla taimet eivät perkauksesta huolimatta ole turvassa ruosteelta. Ilmeisesti laajalti peratulla taimikkoalueella (esim. 20 - 30 ha) männyn olisivat reunaosia lukuunottamatta säilyneet terveinä ja niiden kehitys olisi ollut parempi.

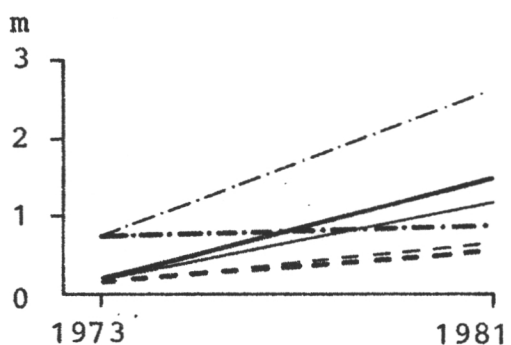
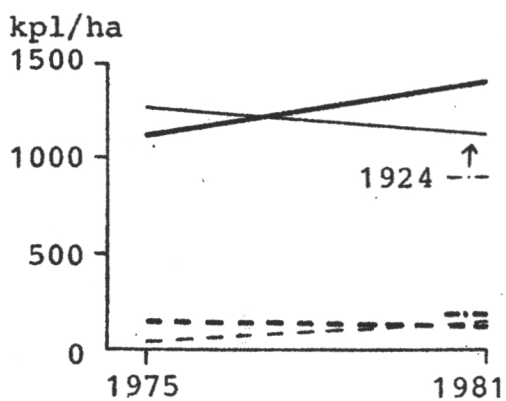
Munsala



Kruunupyy



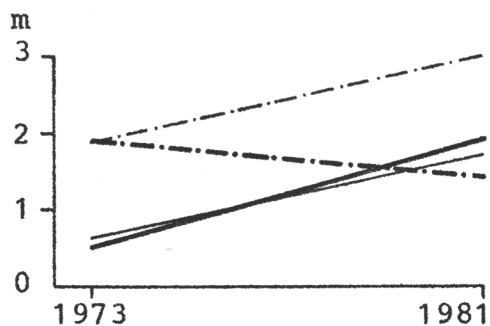
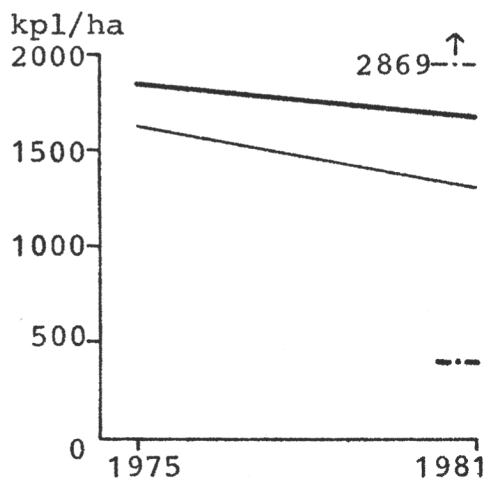
Korpihovi



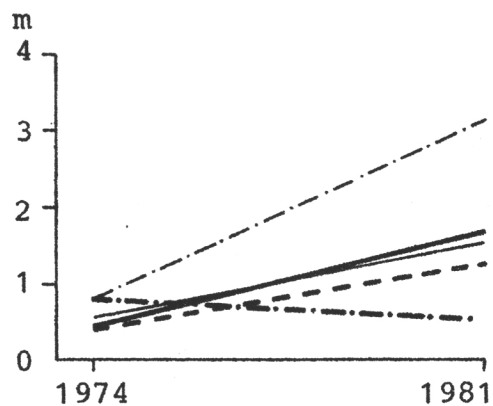
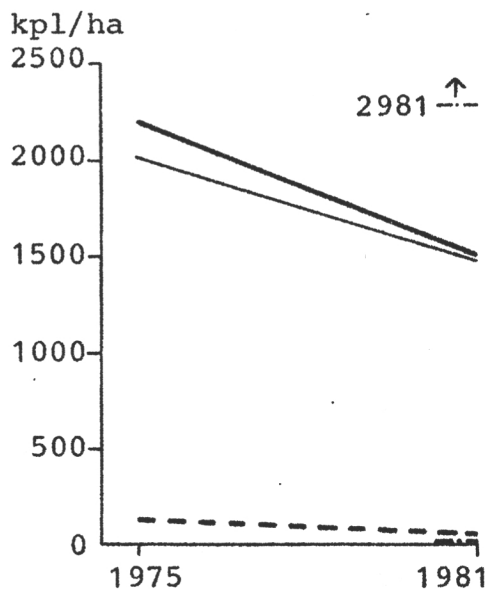
Kuva 1a. Taimimäärät 1975 ja 1981 ja pituuden kehitys 1973 ja 1981.

— = Kasvatettava mänty, - - - = Kasvatettava kuusi,
 - · - · = Kilpaileva lehtipuu. Ohut viiva = Perkaamaton,
 Paksu viiva = Jatkuva hoito.

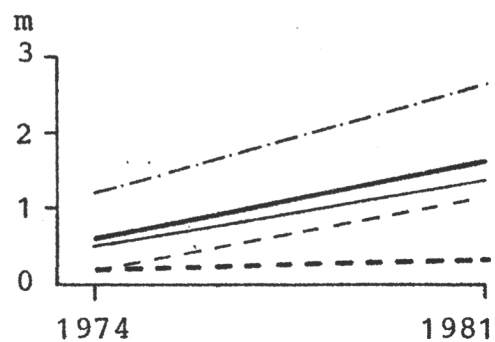
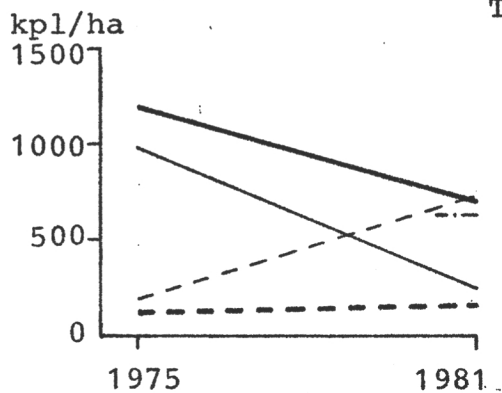
Vittaniemi



Kuhmo

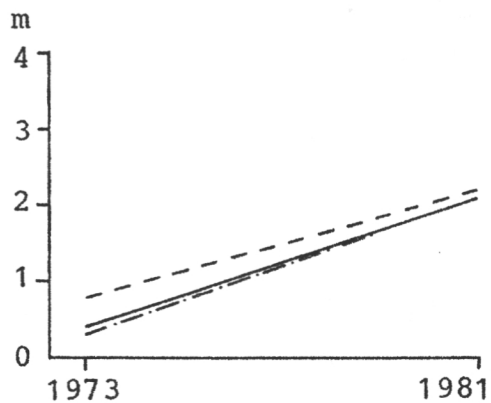
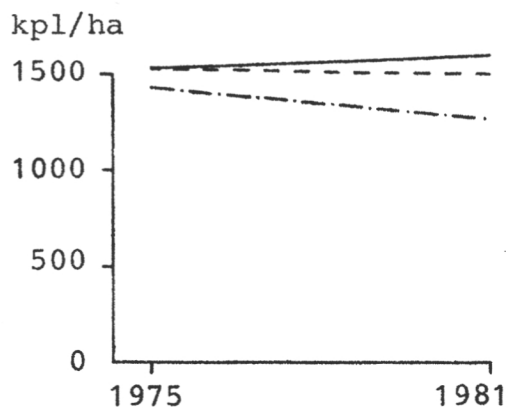


Taivalkoski

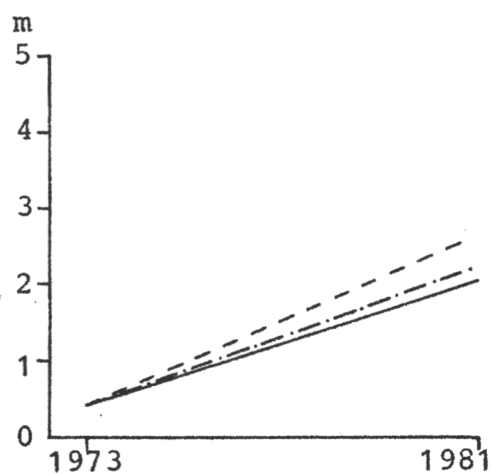
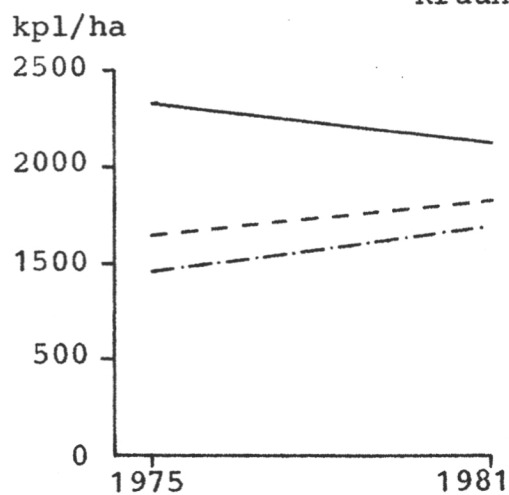


Kuva 1b. Taimimäärät 1975 ja 1981 ja pituuden kehitys 1974 ja 1981. Selitykset ks. kuva 1a.

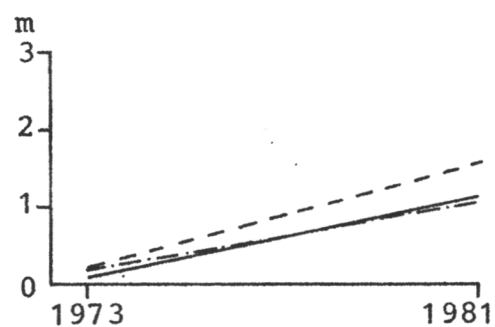
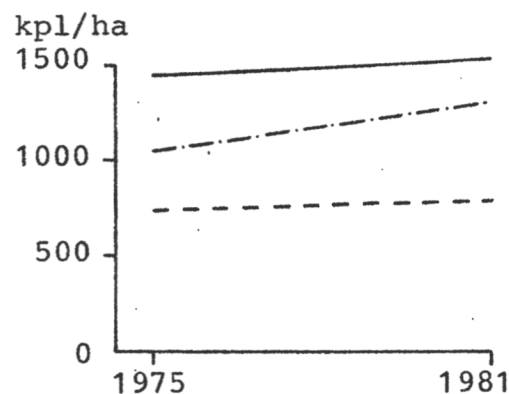
Munsala



Kruunupyy



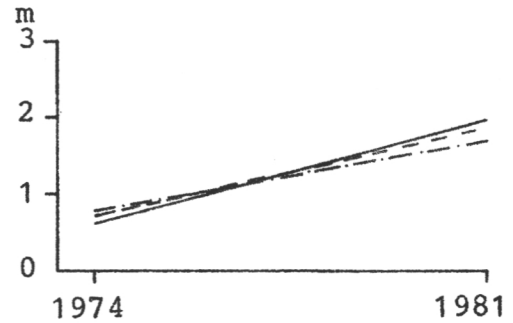
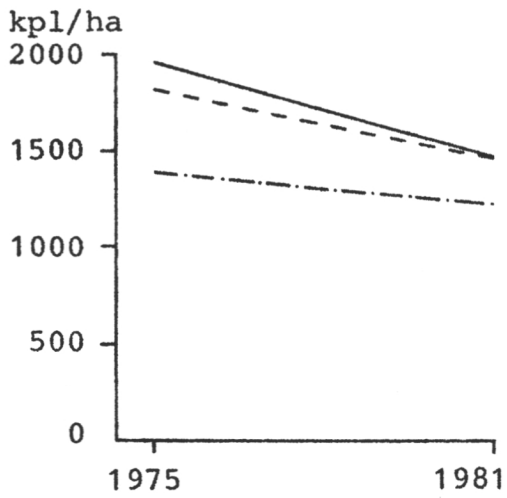
Korpihovi



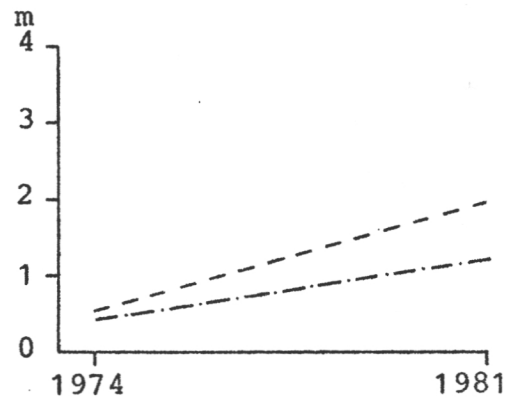
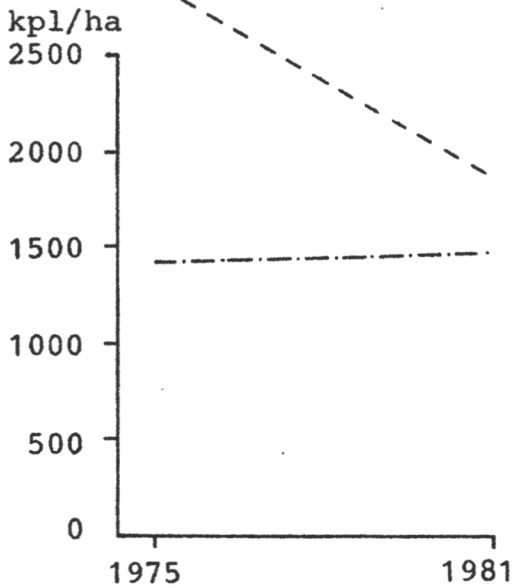
Kuva 2a. Kasvatettavien mäntyjen lukumäärä 1975 ja 1981 ja niiden pituus 1973 ja 1981.

— = Reikäperkaus, - · - · = Perkaus kerran,
 - - - = Perkaus kahdesti.

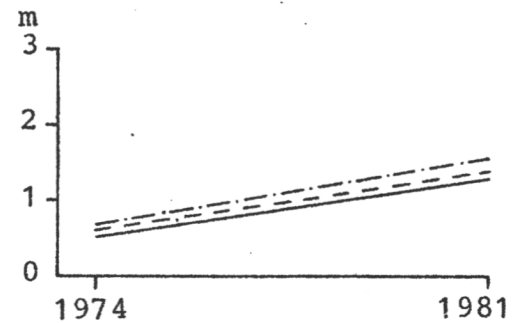
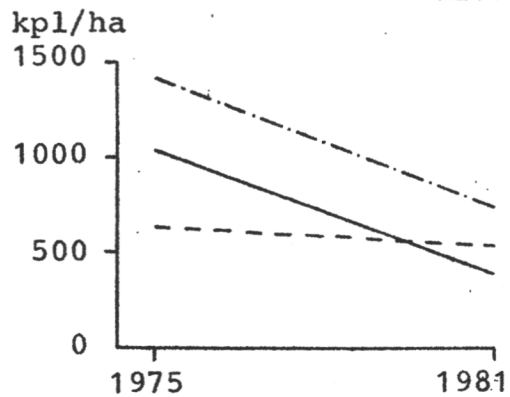
Vittaniemi



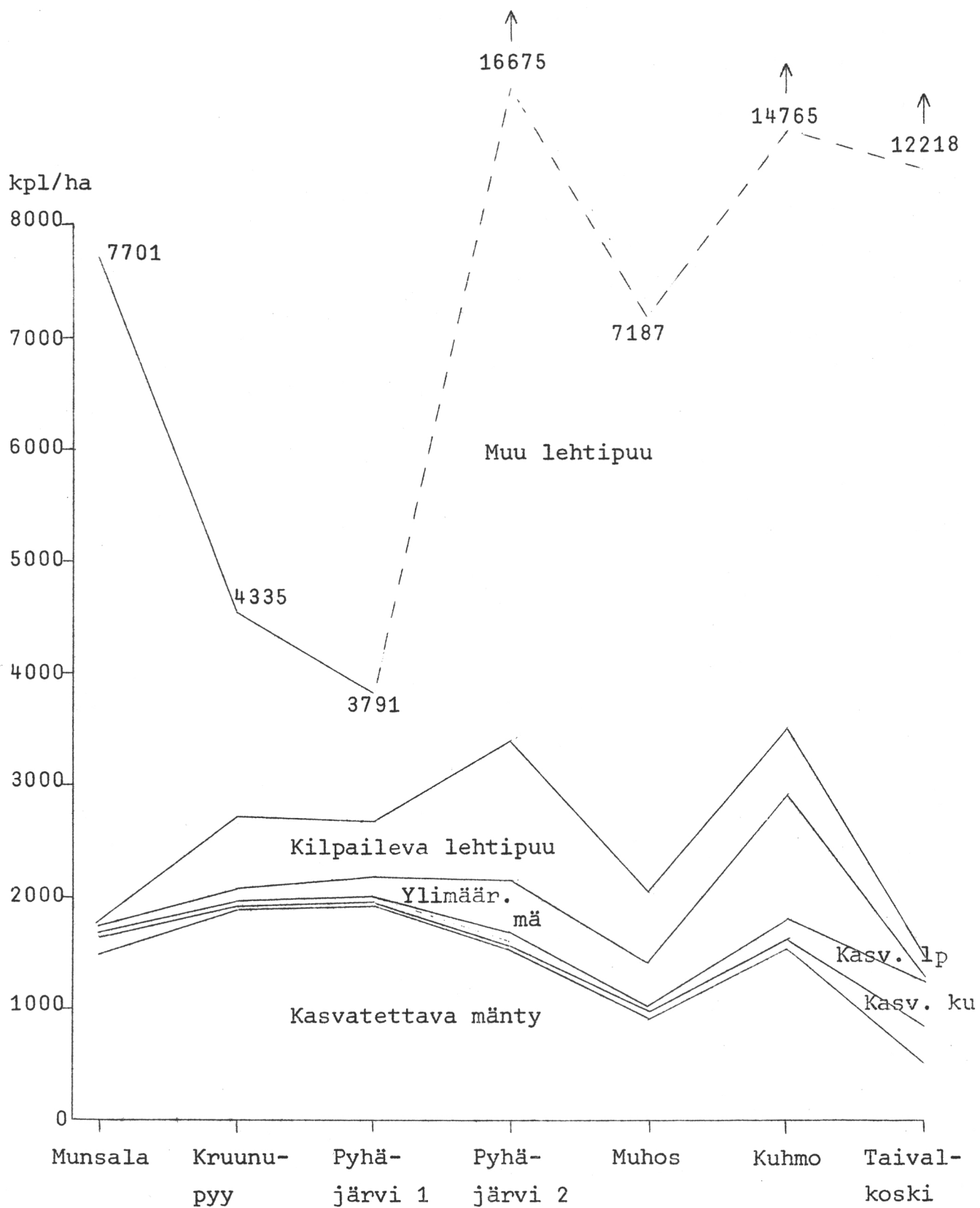
Kuhmo



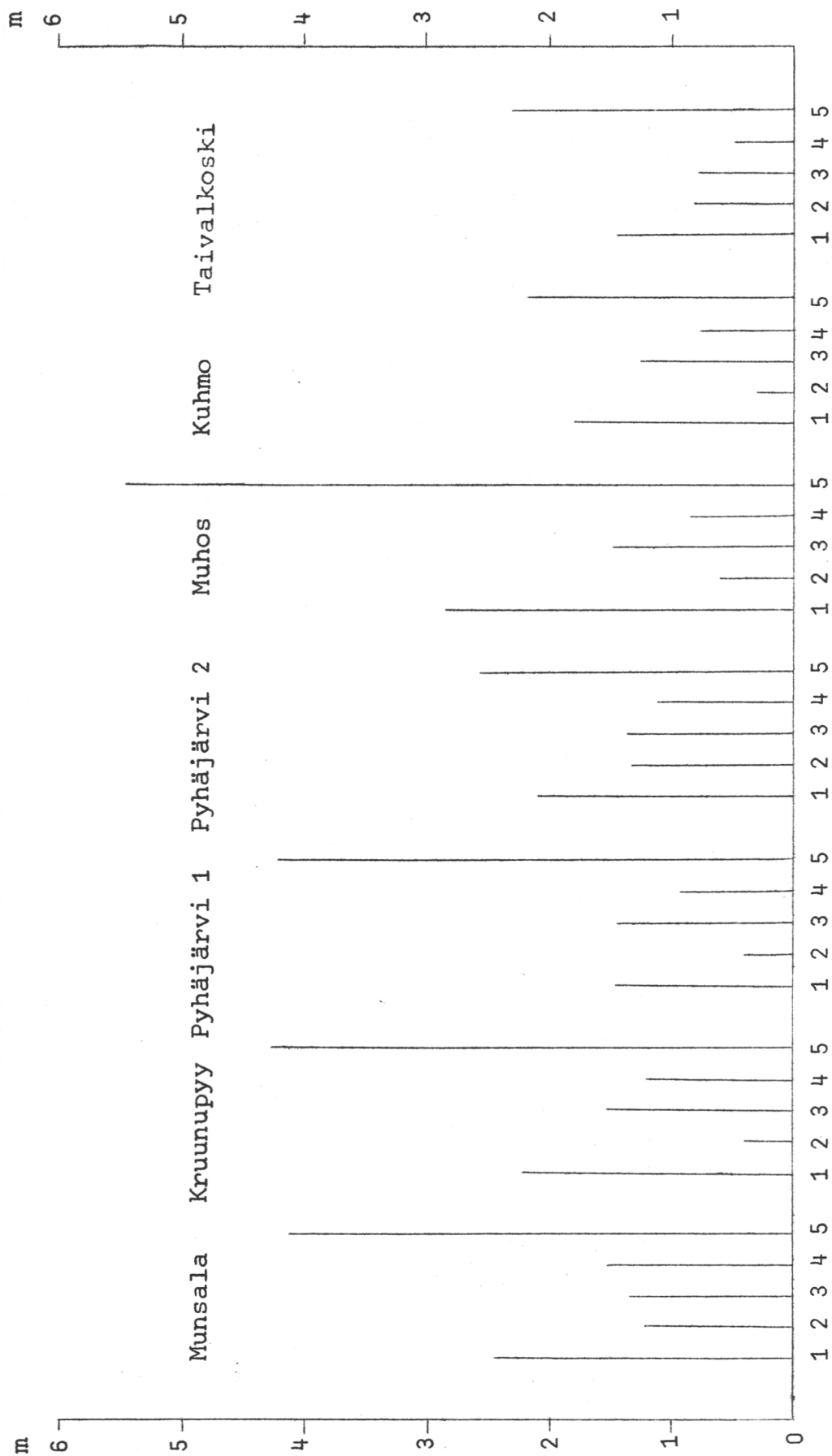
Taivalkoski



Kuva 2b. Kasvatettavien mäntyjen lukumäärä 1975 ja 1981 ja niiden pituus 1973 ja 1981. Selitykset ks. kuva 2a.



Kuva 3. Taimimäärät paikkakunnittain käsittelyjen keskiarvona.



Kuva 4. Taimien pituus paikkakunnittain käsittelyjen keskiarvona.
 1 = Kasvatettava mänty, 2 = Kasvatettava kuusi, 3 = Kasvatettava lehtipuu, 4 = Ylimääräinen mänty, 5 = Kilpailuva lehtipuu.

Taulukko 2. Koealojen metsänhoidollinen tila koetta perustettaessa.

Mitattu tunnus	Mun- sala	Kruunu- pyy	Pyhä- järvi 1	Pyhä- järvi 2	Muhos	Kuhmo	Taival- koski
Topograafinen korkeus, m	5	30	150	155	75	185	260
Lämpösumma, d.d.	1095	1055	1125	1120	1015	975	840
Perustamissyksy	1973	1973	1973	1973	1974	1974	1974
Männyn ikä, v	3	3	1	7	12	6	6
Mäntyjen pit. dm	5	5	1,5	6	10	5	7
Kuusten pit. dm	6	3	1,5	-	4	4	1,5
Vesakon							
- tiheys 0 - 10	4-8	5-7	5-6	6-7	5	4	5-9
- pituus, dm	8	12	7	19	22	8	12
- puulaji- suhteet ko-ha	6-3	5-4	4-5	9-1	8-2	4-4	1-9
le-pa	1--	--1	1--	---	---	--2	---

Taulukko 3. Käsittelyjen vaikutus kasvatettavien mäntyjen lukumäärään ja pituuteen 1981. Luvut suhdelukuja. Lukumäärä 100 = v. 1975 inventoinnin lukuarvo. Pituudessa 100 = perkaamattoman ruudun taimien pituus.

Paikkakunta	Ei perattu	Reikä- perkaus	Perattu kerran	Perattu kahdesti	Jatkuva hoito
	L u k u m ä ä r ä / P i t u u s				
Munsala	98/100	109/107	111/125	105/88	103/107
Kruunupyö	103/100	92/103	111/100	107/109	111/100
Pyhäjärvi 1	86/100	106/120	105/110	107/129	124/123
Pyhäjärvi 2	81/100	81/125	98/116	88/121	96/108
Muhos	97/100	80/110	95/102	114/63	96/93
Kuhmo	74/100	../..	76/71	70/66	70/57
Taivalkoski	26/100	41/90	45/102	56/98	60/112
Keskiarvo	81/100	85/109	92/104	92/96	94/100

Taulukko 4. Kemiällisen kantokäsittelyn vaikutus.
1 = vesurityö, 2 = vesurityö + Tordon.

Paikkakunta	Kasvatettavat männyt				Kaikki lehti-	
	kpl		pituus, cm		puut, kpl	
	1	2	1	2	1	2
Munsala	1450	1522	231	260	9230	6210
Kruunupyy	1875	1906	222	230	4997	3747
Pyhäjärvi 1	1411	1380	146	153	19561	13598
Pyhäjärvi 2	1419	1666	204	215	19388	11912
Muhos	955	890	283	263	10047	3818
Kuhmo	1535	1564	179	194	17740	11325
Taivalkoski	596	529	148	146	13749	9107
Keskiarvo	1320	1351	202	209	13530	8531
%	100	102	100	103	100	63

Taulukko 5. Perkauksen vaikutus kasvatettavan männyn laatuun 1981.
1 = perkaamaton, 2 = jatkuvasti hoidettu.

Mitattu tunnus		Mun- sala	Kruunu- pyy	Pyhä- järvi 1	Pyhä- järvi 2	Muhos	Kuhmo	Taival- koski
Pituus, cm	1	240	226	123	171	316	239	144
	2	251	221	156	196	266	184	172
D 5 %, mm	1	57	52	26	31	55	48	33
	2	65	59	40	45	60	44	46
Muotoluku	1	.51	.51	.59	.63	.60	.58	.65
	2	.53	.52	.57	.59	.60	.62	.57
Oksia, kpl	1	4,9	4,3	3,5	2,9	4,2	4,3	2,3
	2	4,5	4,5	4,1	3,6	4,7	3,7	3,0
Oksan paksuus, mm	1	12	11	7	6	13	12	6
	2	17	15	10	10	12	12	11
Oksakulma, °	1	68	71	84	77	61	72	75
	2	59	64	76	72	64	72	71

Jaakko Virtanen

ILMAKUVIEN KÄYTTÖ ENERGIAPUUVAROJEN ARVIOINNISSA

1. Johdanto

Kannuksen kunnassa aloitettiin v. 1978 energiapuuvarojen arvioimismenetelmää koskevat tutkimukset. Tavoitteena oli laatia menetelmä, jolla nopeasti ja tarkasti voitaisiin arvioida paikalliset energiapuuvarat; niiden esiintyminen, määrä ja sijoittuminen korjuun kannalta riittävän suuriin ja helposti korjattaviin keskittyisiin (TIIHONEN 1979). Vuonna 1979 aloitettiin alkuaan maastossa tapahtuvan arviointimenetelmän kehittäminen yhdistetyksi maasto- ja ilmakuvatulkintamenetelmäksi (TIIHONEN ja VIRTANEN 1982). Tavoitteena oli inventointityön nopeuttaminen sekä työkauden pidentäminen, sillä kuvatulkitta voidaan tehdä myös talvikautena.

2. Tutkimusaineisto

Lähtökohtana käytettiin saatavilla olevaa kuvamateriaalia mittakaavassa 1:10.000 - 1:30.000. Tulkintavarmuuden parantamiseksi siirryttiin sitten käyttämään erilliskuvauksia mustavalkeafilmejä käyttäen, jolloin lehtipuusto oli vaaleasävyisenä helppo erottaa havupuustosta. Samalla siirryttiin käyttämään suurimittakaavaisia kuvauksia mittakaavassa 1:5.000. Kannuksen lisäksi koekohteita valittiin Tyrnävältä, Keiteleeltä, Maaningalta, Liperistä ja Paltamosta, jotta puuston ja maasto-olosuhteiden vaihtelu olisi saatu mahdollisimman hyvin vastamaan maan eri osissa esiintyviä olosuhteita.

3. Tulokset

Ilmakuvilta suoritettussa tulkinnassa erotettiin seuraavat pääkohteet: energiapuun esiintyminen, maastoarvioinnissa käytetyt ositteet, kehitysluokka ja toimenpide sekä keskikuutiomäärä.

Kuvatulkinnan perusteella todettiin, että mittakaavassa 1:10.000 otettuja kuvia voitiin lähinnä käyttää energiapuuesiintymien paikallistamiseen ja korjuun suunnitteluun. Muiden tunnusten luotettava tulkinta vaati suurempimittakaavaisia kuvauksia.

Metsämaan reunavyöhykkeiden ja reunametsän keskipituuden tulkinta oli yleisesti epätarkkaa. Muualla kuin metsämaalla olevista energiapuuesiintymistä saatiin hyvä yleiskuva ja maastoarvioinnin toisen kuutiotunnuksen, latvuston pinta-alan, määrittämisen todettiin antavan ainakin suuruusluokkaa osoittavan tuloksen.

Metsämaalla kehitysluokkatunnuksen määrittäminen 1:5.000 mittakaavaisilta kuvilta onnistui luotettavasti. Tämän perusteella voitiin rajata arvioitavat kuviot tarkasti, saada tulkinta-avain puumäärän karkean suuruusluokan arviointiin sekä arvioida hoitotoimenpiteiden tarvetta. Tulosten perusteella tosin hoitotoimenpiteiden määrittäminen oli hieman epävarmempaa kuin kehitysluokan määrittäminen, joten esim. energiapuuhun sisältyvän pieniläpimittaisen kuitupuun määrän ja hoitotoimenpiteissä sen poistuman arviointi on syytä perustaa maastossa tehtyihin havaintoihin.

Kuutiomäärän tulkinnassa tarkastelu kohdistui koko puuston ja toisaalta energiapuun keskikuutiomäärään, sillä todettiin metsikön kehitysluokan ja kuutiomäärän sekä puuston rakennetta osoittavien piirteiden samanaikaisen tulkinnan selventävän kuvaa energiapuun esiintymisestä ja määrästä. Tulokset olivat varsin tarkkoja, ainoastaan lievää yliarviointia maastossa suoritettuihin koealamittauksiin verrattuna oli havaittavissa.

4. Tulosten tarkastelu

Tiivistelmänomaisesti hyvät tulkintamateriaalin ominaisuudet ovat:

- voimakkaat sävyerot
- suuri mittakaava (1:5.000)
- eroituskyky korkea, puiden osalta hahmon lisäksi myös yksilölliset piirteet nähtävissä

- optimaaliset kuvaolosuhteet
- korkeintaan 2 - 3-kertaiset suurennot filmipohjalta diapositiiveiksi tai paperikuviksi
- stereokuvaus

Ilmakuvatulkinnan osalta pelkkä kuvamateriaali ei sinänsä vielä takaa mitään. Kuvatulkinnan suoritus on oma vaativa sarkansa, johon ilman koulutusta ei hyvälläkään kenttämiehellä ole mahdollisuuksia.

Kuitenkaan koulutuskaan ei tee hyvää kuvatulkitsijaa, vaan tarvitaan myös eräitä luontaisia kykyjä, joita kaikille ihmisille ei ole suotu. Luettelomaisesti kuvatulkitsijan vaatimukset voidaan esittää seuraavasti:

- hyvä stereonäkökyky
- vankka kokemus metsänarviointiin ja hoitotöihin liittyvistä maastotöistä
- peruskoulutus valokuvaustekniikan ja kuvatoiminnan alalta
- kokonaisuuksien yhdistely- ja hallintakyky

Kuvatulkitsijoiden soveltuvuutta on myös syytä seurata koe-
testein jatkuvasti. Saatujen tulosten mukaan tasaista edistymistä voidaan vaikeahkoissa tulkintatehtävissä havaita useiden kuukausien ja jopa vuodenkin aikana, samoin siirryttäessä luonteeltaan uudentyyppisen metsämaiseman tulkintaan tulkintavarmuus paranee kokeneellakin tulkitsijalla muutaman totuttelupäivän aikana.

Käytännössä kuvatulkintaprosessiin kuuluu erottamattomasti tulkittavan alueen maastotiedon käyttö. Voidaan käyttää erilisiä tulkinta-avaimia, joihin vertaamalla tulkittavaa maastoa eritellään. Tulkintavarmuuden kannalta kuitenkin tulkitsijoiden kohdealueelle tekemän harvan linjoittaisen maastoarvioinnin käyttö ilmakuvatulkinnan tukena on edullisempi ratkaisu. Tähän perustuu myös nykyinen kuvatulkitsijan koulutuskin, jossa vaatimuksena on, että tulkitsija pystyy hoitamaan koko arviointiprosessin tarvittaessa laskentatyötä myöten.

Kirjallisuus

- TIIHONEN, P. 1979. Kannuksen energiametsien esiintymistä, määrää ja arviointia koskevat tutkimukset. PERA symposium.
- TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1982. Koetuloksia ilmakuvienv käytöstä energiapuun arvioinnissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja.

Jyrki Hytönen

ISTUTUSTIHEYDEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS VESIPAJUN
(Salix cv. aquatica) KUIVA-AINETUOTOKSEEN JA KASVUSTON
KEHITYKSEEN

1. Johdanto

Puun tuottaminen energialähteeksi kasvattamalla vesoista uudistuvia lehtipuita lyhyellä kiertoaajalla on saanut osakseen kasvavaa huomiota. Vesauudistamisessa käytetään hyväksi kantovesojen poikkeuksellisen nopeaa alkukehitystä. Hakkuun jälkeinen vesojen nopea kasvu johtaa suureen, lajien teoreettista maksimia lähenevään biomassatuotokseen (BLAKE ja RAITANEN 1981). Nopeakasvuisten, voimaperäisesti hoidettujen erikoisviljelmien lupavimpina puulajeina on pidetty pajuja (POHJONEN 1980). Tavoitteena on mahdollisimman suuri kuiva-ainetuotos lyhyellä kiertoaajalla, sadon laadulle sen sijaan ei aseteta suuria vaatimuksia.

Turvetuotannosta vapautuvia alueita on pidetty ihanteellisina energiapajujen kasvualustoina ja energiatuotannon jatkamista niillä varteenotettavana maankäyttömuotona (POHJONEN 1980). Vuoteen 2000 mennessä näiden alueiden kokonaispinta-alan ennustetaan nousevan Suomessa yli 50 000 ha:n.

Lyhytkiertoviljelyn tuotokseen vaikuttavat ratkaisevasti istutustiheys ja lannoitus. Kasvavan istutustiheyden on todettu pienentävän yhden yksilön kuiva-ainetuotosta, mutta nostavan koko populaation satoa yhden vuoden ikäisellä vesipajuviljelmällä (POHJONEN 1974). Kuitenkin CANNELLIN (1980) mukaan täysitiheiden nuorten lehtipuumetsiköiden tuotos on riippumaton istutustiheydestä tarkasteltaessa vuotuista keskimääräistä tuotosta.

Energiapajuina yleisimmin viljeltyjen ulkomaisten jalopajujen tiedetään olevan kasvualustan ravinteisuuteen nähden suhteellisen vaativia. Lyhyet kiertoaajat ja koko maanpäällisen biomassan korjuu nopeuttavat ravinteiden poistumista maaperästä.

Vesipajuviljelmän vuosittaiseksi lannoitusmääräksi on POHJONEN (1980) arvioinut 12 tonnin kuiva-ainetuotoksen ja pajuvesojen typpi- ja tuhkapitoisuuden (0,75 % N ja 2,5 % tuhkaa) perusteella 300 kg/ha tuhkaa ja 90 kg/ha typpeä. Typpilannoituksen tarvetta voidaan mahdollisesti vähentää turpeen runsaiden typpivarojen mobilisoimisella.

Tässä tutkimuksessa, joka koostuu kahdesta erillisestä kokeesta, selvitettiin istutustiheyden ja erilaisten lannoituskäsittelyjen vaikutusta vesipajun (Salix cv. aquatica) kasvuston kehitykseen ja kuiva-ainetuotokseen yhden vuoden kiertoajalla.

2. Aineisto

Istutustiheys- ja lannoituskokeet perustettiin keväällä 1979 Haapavedellä sijaitsevalle Piipsannevan vanhalle turvetuotantosuolle vesipajun (Salix cv. aquatica, klooni V769) pistokkailla ja juurakoilla. Koealue on turvetuotannosta vapautunutta. Turvekerroksen paksuus oli 50 - 90 cm. Turve oli hyvin maatonutta, pH ennen kalkitusta ja tuhkan levitystä oli 4,1...5,1 ja kokonaistypen määrä orgaanisessa aineessa 1,8...2,7 %.

21. Istutustiheyskoe

Erilaisia istutustiheyksiä kokeessa on 10 siten, että pistokkaiden määrä hehtaaria kohti laskettuna vaihtelee 23 700...197 500. Pistokkaiden puutteen vuoksi toistoja on vain viidestä istutustiheydestä. Ruutujen koot ovat 17,7 m²...93,3 m². Koealue lannoitettiin joka vuosi käyttämällä 1 000 kg/ha Normaali-Y (16-16-16)-lannosta (160 kg N/ha) ja kilpailevaa kasvillisuutta torjuttiin puutarhajyrsimen avulla.

22. Lannoituskoe

Vesipajuviljelmän lannoituskokeessa on 12 kolme kertaa toistettua lannoituskäsittelyä. Lannoituskäsittelyt ja käytetyt lannoitteet on esitetty taulukossa 1. Ruudut ovat 5,4 m leveitä ja 40 m pitkiä; niiden välissä on neljä metriä leveä suojavyöhyke.

Alkuperäinen istutustiheys oli 90 cm x 90 cm. Koetta on myöhemmin täydennetty - huonolla menestyksellä - tiheyteen 90 cm x 45 cm. Lannoituskäsittelyt toistettiin vuosittain, paitsi v. 1980, jolloin koeruudut jaettiin kahteen osaan ja vain toinen puoli lannoitettiin. Rikkaruohoja torjuttiin puutarhajyrsimen avulla.

23. Mittaukset

Kokeista on kolmena vuotena mitattu vesovien kantojen osuus kaikista kannoista, vesojen lukumäärä kantoa kohti sekä vesojen pituudet. Ruutujen kasviaineksen tuoremassa punnittiin, reuna-riivejä lukuunottamatta, istutustiheyskokeelta syksyisin vuosina 1980 ja 1981 ja lannoituskokeelta v. 1981 jousivaa'alla. Osa-näytteiden avulla selvitettiin kuiva- ja tuoremassan suhde. Molempia kokeita on kasvatettu yhden vuoden kiertoajalla. Talvenkestävyydestä tehtiin havaintoja kesällä 1982 lannoituskokeen kaksivuotiaasta kasvustosta.

3. Tulokset

31. Istutustiheyden vaikutus

Eri tiheyksiin pistettyjen pistokkaiden keskipituudet vaihtelivat ensimmäisenä vuonna 79...90 cm:n välillä siten, että pisimmiksi kasvoivat tiheimpään pistetyt pistokkaat (kuva 2). Seuraavina vuosina kasvavalla istutustiheydellä ei ollut vesojen pituus-kasvua lisäävää vaikutusta, vaan niiden keskipituudet jäivät suuremmissa istutustiheyksissä pienemmäksi. Vuonna 1980 keskipituudet vaihtelivat 151...198 cm:n ja v. 1981 135...171 cm:n välillä. Toisena kasvukautena, ensimmäisen leikkuun jälkeen, vesojen pituuskasvu oli kaksinkertainen pistokkaiden juurtumiskasvukauteen verrattuna (vrt. CANNEL 1980). Kolmantena vuonna pituuskasvu ei enää lisääntynyt. Keskipituuksien vaihtelukerroin ($c=s/\bar{x}$) suurenee istutustiheyden kasvaessa. Vuonna 1981 vaihtelukerroin pienimmässä istutustiheydessä (2,37 pistokasta/m²) oli 28,5 % ja suurimmassa (19,75 pistokasta/m²) 57,0 %. Tämä suuri vaihtelu selittyy tasaiselta näyttävän pajutiheikön vesojen suhteellisesti suurilla pituuseroilla.

Ensimmäisen kasvukauden vesominen, vesojen määrä pistokaskantoa kohti, oli riippumaton istutustiheydestä (kuva 3). Vesojen lukumäärä jäi pieneksi; vain 1,7...2,1 vesaa kantoa kohti. Vesojen leikkaaminen syksyisin n. kymmenen cm:n kantoon lisäsi huomattavasti seuraavana kasvukautena vesomista. Toisena ja kolmantena kasvukautena vesominen oli runsainta pienimmissä istutustiheyksissä. Sen sijaan suurissa istutustiheyksissä biomassan korjuu lisää vuosittain hyvin vähän vesojen lukumäärää kantoa kohti. Vesojen lukumäärän hajonta kantoa kohti kasvoi joka vuosi. Istutustiheydessä 2...5 pistokasta/m² 3 %:ssa ja tiheydessä 17...20 pistokasta/m² 20 %:ssa kannoista oli v. 1981 vain yksi vesa. Kaiken kaikkiaan vesojen lukumäärä pinta-alayksikköä kohti laskettuna kasvoi vuosittain (kuva 1).

Istutetut pistokkaat juurtuivat erittäin hyvin, ensimmäisen kasvukauden jälkeen kuolleisuus oli vain 0...1,7 %. Kuolleiden kantojen osuus lisääntyi joka vuosi. Syksyllä 1981 niitä oli 5,4...37,5 % siten, että vesattomia kantoja oli eniten tiheimmässä ja vähiten harvimmassa istutustiheydessä.

Kuiva-ainesadot vaihtelivat v. 1980 0,294...0,710 kg/m² ja v. 1981 0,489...0,681 kg/m² (2940...7100 kg/ha ja 4890...6810 kg/ha). Biomassatuotos v. 1980 kasvoi kohoavan istutustiheyden myötä. Seuraavana kasvukautena istutustiheyden vaikutus kuiva-ainetuotukseen oli tasoittunut. Alhaisissa tiheyksissä biomassatuotos suureni ja korkeissa istutustiheyksissä laski verrattuna edelliseen kasvukauteen.

32. Lannoituksen vaikutus

Ensimmäisen kasvukauden lopulla eri tavoin lannoitetuilla ruuduilla vesojen keskipituuksien erot olivat pienet. Lyhyimmiksi vesat jäivät lannoittamattomilla koeruuduilla ja kasvoivat parhaiten typpilannoitetuilla ruuduilla. Pistokastaimien keskipituus oli 41,2...61,2 cm.

Vuonna 1980 jaettiin 40 metriä pitkät ruudut kahtia; vain toinen puoli ruuduista lannoitettiin alkuperäisen suunnitelman mukaan. Lannoittamattomien ja lannoitettujen ruudunosiensien vesojen keskipituuksien ero oli suuntaa-antava ($p < 0,10$). Kaikissa käsittelyissä jatkolannoitus lisäsi pituuskasvua. Seuraavana vuonna, jolloin toistettiin alkuperäinen lannoituskäsittely ruudunosiensien vesojen keskipituudet eivät eronneet toisistaan merkitsevästi.

Ilman lannoitusta vesipaju ei ole kasvanut turvetuotannon jättöalueella. Lannoittamattomilla ruuduilla vesat ovat kasvaneet erittäin huonosti, vain yhdellä kivennäismaasekoitteisella toistolla vesoja on vielä elossa. Tuhkalannoitetuilla ruuduilla pajujen keskipituus oli sitä suurempi, mitä enemmän tuhkaa oli käytetty (taulukko 1a). Tuhkalannoitettujen ruutujen pieni kuiva-ainetuotos (taulukko 1b) selittyy taimien suurella kuolleisuudella ja huonolla vesomiskyvyllä. Fosfori-kali-lannoitus on lisännyt pajujen pituuskasvua ja biomassatuotosta selvästi. Fosfori-kali-lannoitetuilla ruuduilla kuiva-ainetuotos oli lähes kaksinkertainen tuhkalannoitettuihin ruutuihin verrattuna. Vaikutus on tilastollisesti merkitsevä. Kalkin, kalkin ja hivenaineseoksen tai tuhkan käyttö fosfori-kali-lannoituksen yhteydessä ei ole lisännyt biomassatuotosta pelkkään fosfori-kali-lannoitukseen verrattuna. Ratkaisevan tärkeää energiametsäviljelmän tuotoksen kannalta on typpilannoitus. Typpilannoitettujen pajujen pituuskasvu jatkuu pisimpään, aina syksyn pakkasiin asti. Myös pajujen ulkonäkö poikkeaa muista: lehdet ovat tummanvihreitä ja suuria. Kuiva-ainetuotokset Oulunsalpietarilla (103 kg N/ha) lannoitetuilla ruuduilla ovat kaksinkertaisia muihin lannoituskäsittelyihin verrattuna; erot ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$). Typpilannoituksen yhteydessä kalkitus on lisännyt biomassatuotosta. Kuiva-ainetuotokset tässä kokeessa ovat $0,077...0,413 \text{ kg/m}^2$ (770...4130 kg/ha). Tiheyskokeeseen verrattuna pienempi tuotos johtuu osaksi harvasta istutustiheydestä (90 cm x 90 cm), minkä vuoksi kasvusto ei ole kasvukauden aikana täysin sulkeutunut.

33. Talvenkestävyys

Lannoituskokeen jokaisesta ruudusta jätettiin osa v. 1981 leikkaamatta. Kesällä 1982 tehtiin havaintoja eri tavoin lannoitetujen pajujen talvenkestävyydestä.

Vesipajun latvojen ylimmät osat paleltuivat lannoituskäsittelystä riippumatta. Talven aikana lumirajan yläpuolella olleet osat paleltuivat pahoin kaikista lannoituskäsittelyistä. Lyhyimmiksi jääneet pajut olivat paleltuneet vähiten: ne eivät yltäneet paljoakaan lumirajan yläpuolelle. Leikkaamatta jätetyillä ruudunosilla oli talvella n. 80 cm lunta, kun sitä viereisillä aukeilla alueilla oli puolet vähemmän.

4. Tarkastelua ja päätelmät

Istutustiheyskokeen tulokset osoittavat yksilöiden välisen kilpailun olevan voimakasta suurimmissa tiheyksissä. Kilpailu on kolmantena kasvukautena johtanut pituuskasvun taantumiseen, vesomiskyvyn selvään vähenemiseen sekä itseharvenemiseen. Tiheydestä riippuvaa kuolleisuutta, mitä tässäkin kokeessa esiintyi on pidetty voimakkaan yksilöiden välisen kilpailun merkkinä (FORD 1975). Suurimmissa istutustiheyksissä on myös selvästi eniten heikkoja, vain yhden vesan tuottavia kantoja.

Vesipajun juurtumiskasvukausi oli poikkeava: tiheään istutettuina pajut kasvoivat pisimmiksi (kts. POHJONEN 1974, 1977) ja vesomiskyky oli samanlainen riippumatta istutustiheydestä. Vesomisen ja pituuskasvun kaksinkertaistuminen ensimmäisen leikkuun jälkeen puoltaa pajukon kaatoa heti perustamisvuoden syksyllä. Uudessa-Seelannissa tehdyissä useiden pajulajien tiheyskokeissa (istutustiheys vaihteli välillä 0,3 m x 0,3 m...1,2 m x 1,2 m) pajut kasvoivat yhden vuoden kiertoajallakin sitä pidemmiksi, mitä harvempaan pistokkaat oli istutettu (HATHAWAY 1980). Useissa kokeissa on myös havaittu pajujen vesovan parhaiten harvaan istutettuina (HATHAWAY 1980, STOTT, ym. 1981, TSANOV 1974). Tässä kokeessa vesojen lukumäärä kantoa kohti kasvoi vuosittain. TSANOV (1974) havaitsi tutkiessaan kuuden eri pajulajin vesomiskykyä vesojen tuoton alkavan laskea neljäntenä tai viidentenä vuotena yhden vuoden kiertoaikaa käytettäessä.

Biomassatuotos oli suurin tiheimmissä kasvustoissa, mutta erot ovat tasoittuneet huomattavasti kolmantena kasvukautena. FISCHERin (1927) mukaan pajuviljelmän vanhetessa kasvaa harvaan istutetun viljelmän tuotos selvästi verrattuna tiheään istutukseen.

Energiapajukoiden lannoituksesta turvetuotannon jättömailla ei ole aikaisempia tutkimustuloksia. Tämä lannoituskoe on osoittanut selvästi, ettei vesipaju kasva vapautuneella suonpohjalla ilman lannoitusta. Tosin pistokastaimien alkukehitystä näyttävät säätelevän muut tekijät kuin ravinteet. Suonpohjan turvekerroksessa olevan typen mobilisaatio, mitä tuhkalannoituksen toivotaan nopeuttavan, vähentäisi typpilannoitustarvetta.

Tässä kokeessa suurimmallakin tuhkamäärällä (5 tn/ha/v) saatu vesipajun kuiva-ainetuotos on ollut pieni (0,094 kg/m²). Fosfori-kali-lannoituksella on saatu huomattava sadonlisäys. Suurin, muihin lannoituskäsittelyihin verrattuna yli kaksinkertainen, on kuiva-ainetuotos ollut typpilannoitetuilla ruuduilla. Voimakas, ehkä vuosittain toistuva typpilannoitus on pesipajun energiaviljelylle välttämätöntä turvetuotannon jättömaalla.

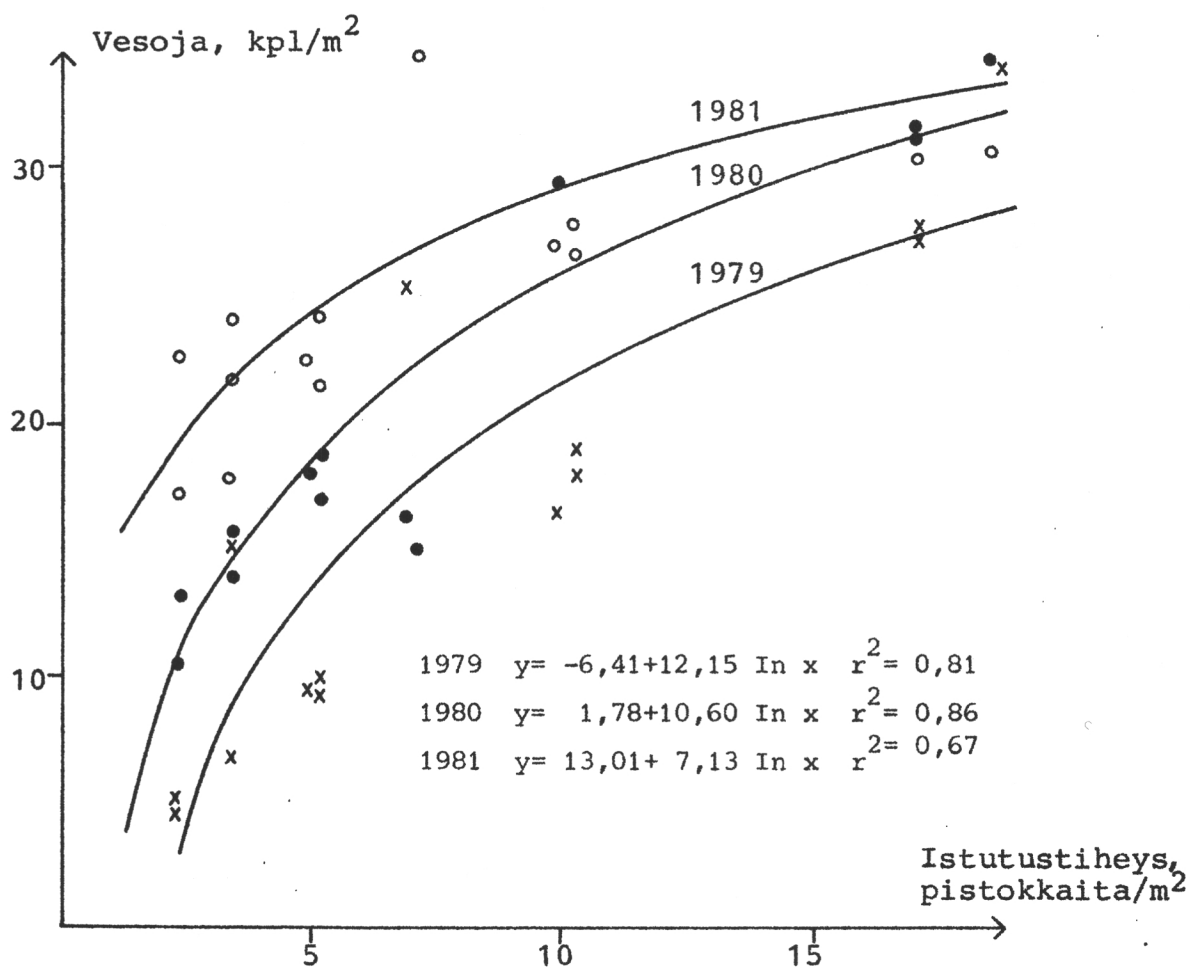
ERICSSONin ja LINDSJÖn (1981) mukaan pajujen kasvulle optimaalinen maan reaktio on tarkkarajainen, pH:n on oltava 5...6 välillä. He osoittivat laboratoriokokeissaan kasvattaessaan eri puolajeja turpeessa alhaisen pH:n (3,8...4,3) ehkäisevän täysin koripajun (Salix viminalis) juurten kehityksen ja tästä johtuen myös vesojen kasvun. Korkea pH (6,7) johti kloroottiseen ulkoasuun ja hiukan pienentyneeseen kasvuun. Ennen istutusta happamalla turvemalla onkin suoritettava kalkitus maan pH:n nostamiseksi.

Vesipajukloonin V769 epävarma talvenkestävyys Haapaveden korkeudella (64⁰1') asettanee rajoituksia pidempien kiertoaikojen käytölle. Useampivuotisessa kasvatuksessa on syytä käyttää paremmin ilmastoomme soveltuvia lajeja ja klooneja.

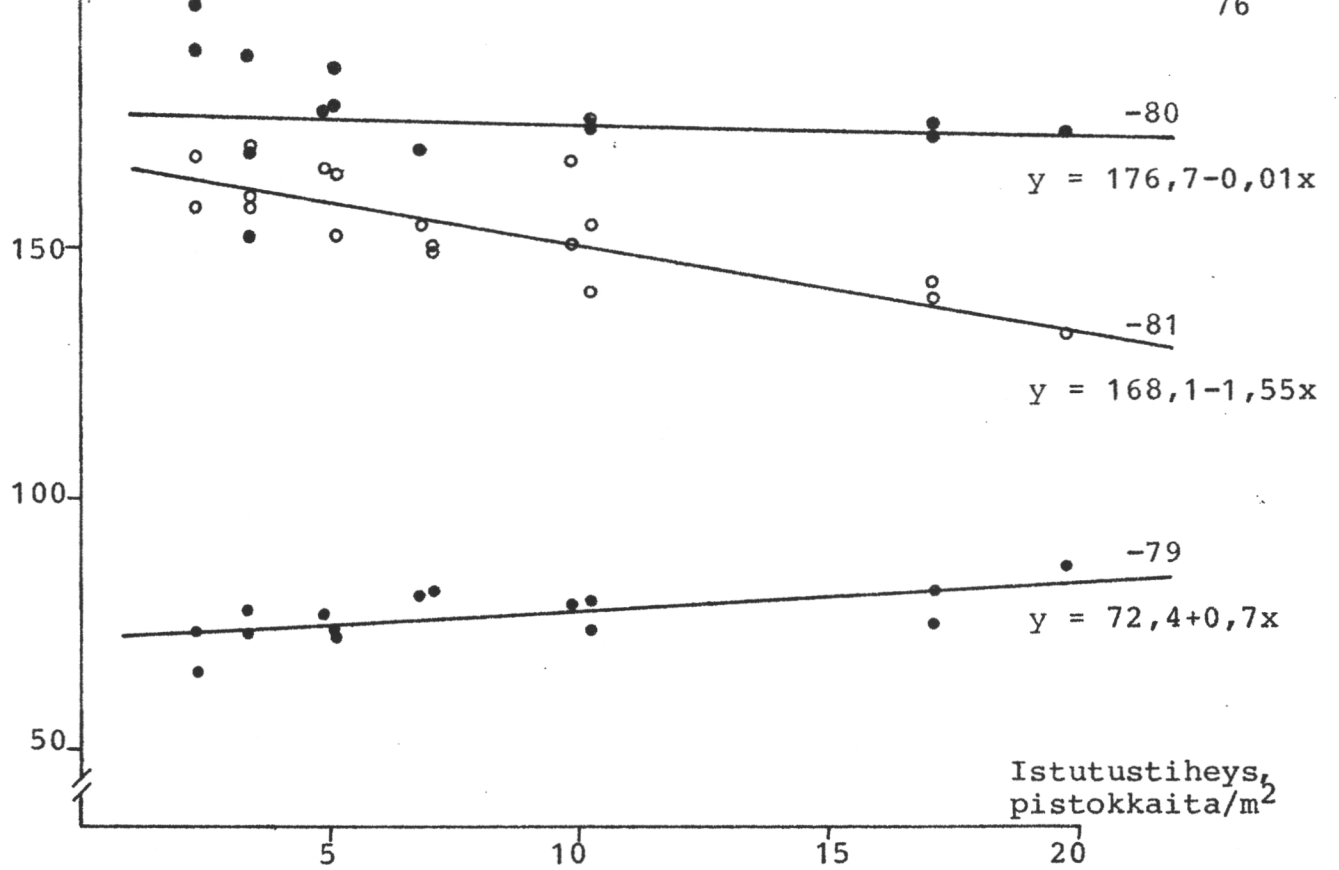
Esitettyihin biomassatuotoslukuihin on suhtauduttava varoen: ne kuvaavat parhaiten eri käsittelyiden välisiä eroja, eivätkä mm. koejärjestelyistä johtuen vesipajun energiaviljelyn tuotospotentiaalia turvetuotannosta vapautuneilla soilla.

Kirjallisuus

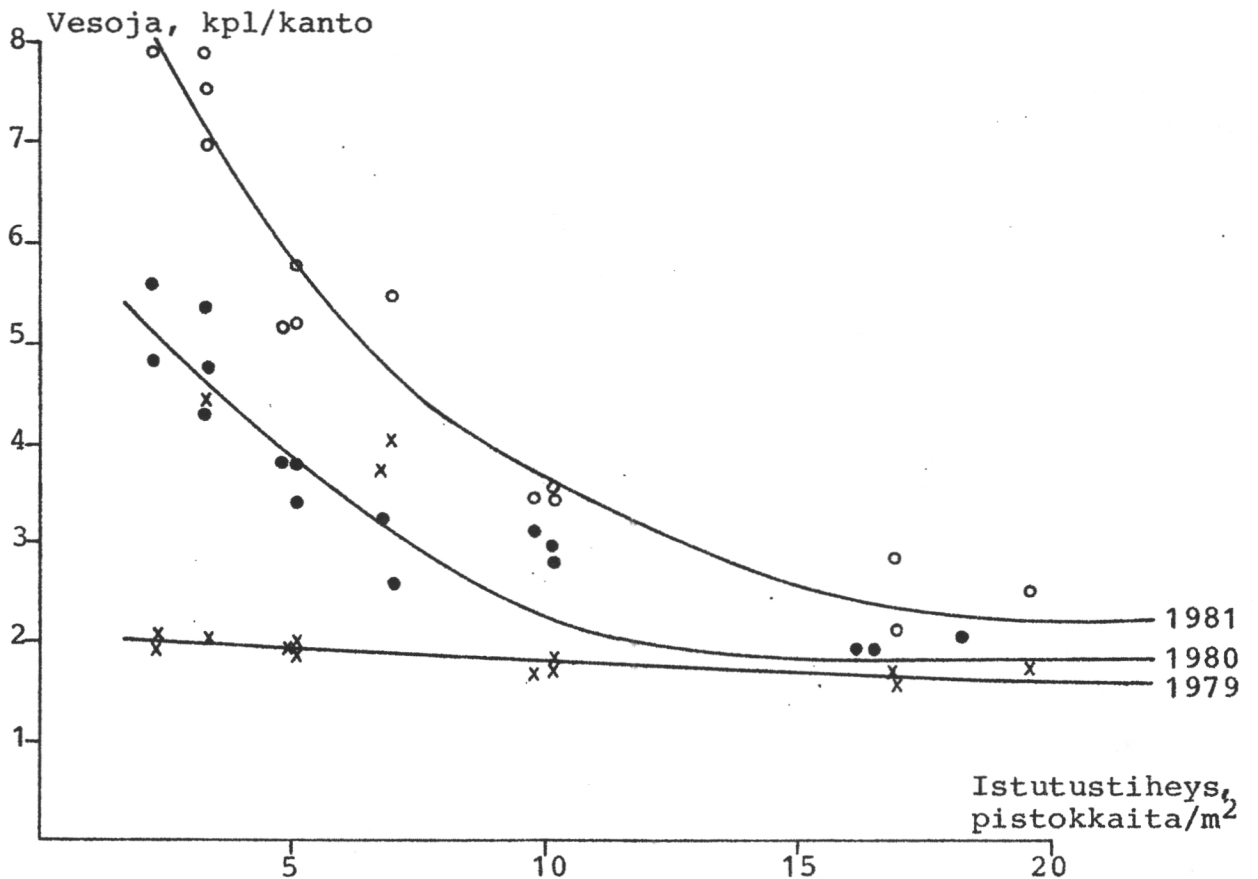
- BLAKE, T.J. & RAITANEN, W.E. 1981. A summary of factors influencing coppicing. NE 22.
- CANNELL, M.G.R. 1980. Productivity of closely-spaced young poplar on agricultural soils in Britain. *Forestry* 53(1): 1-21.
- ERICSSON, T. & LINDSJÖ, I. 1981. Tillväxtens pH-beroende hos några energiskogsarter. Sveriges lantbruksuniversitet. ESO. Teknisk rapport no: 11.
- FISCHER, E. 1927. *Der Flechtweidbau, Möglichkeiten und Grenzen seiner Ausdehnung, sowie sein Einfluss auf Betriebsorganisation und -führung.* Halle.
- FORD, E.D. 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. *The Journal of Ecology* 63(1): 311-333.
- HATHAWAY, R.L. 1980. Effect of planting density and harvesting cycle on biomass production of willows. Aokautere Science Centre. Palmerston North, New Zealand. Internal Raport No 16.
- POHJONEN, V. 1974. Istutustiheyden vaikutus eräiden lyhytkiertoviljelyn puulajien ensimmäisen vuoden satoon ja pituuskasvuun. *Silva Fennica* 8(2): 115-127.
- " 1977. Metsäpuiden lyhytkiertoviljely. Tuloksia ensimmäisen vuoden kokeista Oulussa. Oulun Yliopisto. Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. Sarja C no. 8.
- " 1980. Energiämetsät ja energiaviljely. Tutkimus ja tekniikka 2-3(1980): 28-32.
- STOTT, K., McELROY, G., ABERNETHY, W. & HAYES, D.P. 1981. Coppice willow for biomass in UK. Teoksessa: Palz, W., Chartier, P. & Hall, D.O. (ED) *Energy from Biomass*, 198-209.
- TSANOV, Ts.I. 1974. (Study on coppice regeneration of osier willows.) *Gorskostopanska Nauka* 11(2): 20-26.



Kuva 1. Tiheyskoe. Istutustiheyden ja vesipajun vesojen lukumäärän vuorosuhde. Kiertoaika yksi vuosi.



Kuva 2. Istutustiheyden ja vesipajun vesojen keskipituuden välinen vuorosuhde. Inventoitu syksyllä v. 1979, 1980 ja 1981 ennen vesojen kaatoa.



Kuva 3. Tiheyskoe. Eri tiheyksiin istutettujen pistokkaiden keskimääräinen vesojen lukumäärä.

Taulukko 1. Lannoituskoe. Eri tavoin lannoitettujen koeruutujen vesojen keskipituus (1a) ja biomassatuotos (1b) v. 1981. Lannoitus ja maanparannus toistettu v. 1979, 1980 ja 1981.

1a Vesojen keskipituus

Maanparannusaineet, hivenlannoitus, kg/ha	Typpi- ja fosfori-kali-lannoitus			
	0	N	PK	NPK
0	Keskipituus, cm			
	~		83,4	140,0
Kalkki 2000			83,5	138,4
Kalkki 2000, H 40			83,9	148,5
Tuhka 1000	78,8		84,7	150,3
Tuhka 5000	89,4	137,4		

HSD = 12,0 cm, $p < 0,05$.

1b Biomassatuotos

Maanparannusaineet, hivenlannoitus, kg/ha	Typpi- ja fosfori-kali-lannoitus			
	0	N	PK	NPK
0	Kuiva-ainetta kg/m^2			
	~		0,155	0,311
Kalkki 2000			0,139	0,413
Kalkki 2000, H 40			0,126	0,404
Tuhka 1000	0,077		0,132	0,357
Tuhka 5000	0,094	0,294		

HSD = 0,59 kg/m^2 , $p < 0,05$.

Selitykset: Hivenlannoitus H = 40 kg/ha hivenseosta

PK = 500 kg/ha Suo PK-lannoitetta (8,7-16,6 alkuaineina)

N = Oulunsalpietaria 375 kg/ha (27,5 %)

Kalkki = dolomiittikalkkia

Tuhka = arinatuhkaa

Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 1. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1971.
- N:o 2. Tutkimuspäivän alustukset. 1972.
- N:o 3. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1972.
- N:o 4. Kalevi Karsisto. Esituloksia suometsien fosforilannoitelajikoikeista. 1973.
- N:o 5. Kalevi Karsisto. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. 1973.
- N:o 6. Kalevi Karsisto. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säkeistä. 1973.
- N:o 7. Kalevi Karsisto. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. 1975.
- N:o 8. Markku Turtiainen ja Jukka Valtanen. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. 1974.
- N:o 9. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1974.
- N:o 10. Esteri Ohenoja ja Niilo Takkunen. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. 1974.
- N:o 11. Kalevi Karsisto ja Jorma Issakainen. Riistan tuottaminen metsänparannusalueilla. 1974.
- N:o 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental area. 1974.
- N:o 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. 1974.
- N:o 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- N:o 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- N:o 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaaressa 1977.
- N:o 17. Metsäntutkimuspäivä Haukiputaalla ja Muhoksella 1978.
- N:o 18. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1980.
- N:o 19. Mikko Moilanen ja Matti Oikarinen. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. 1980.
- N:o 20. Tuhka metsänlannoitteena. Toimittaneet Pekka Pietiläinen ja Markku Teronen. 1980.
- N:o 21. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 3. Jussi Saramäki. Hieskoivun kasvu ja kasvatusta Pohjanmaalla ja Kainuussa. 1981.
- N:o 17. Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen. Lentolannoituksen levitystasaisuudesta ja työjäljen valvontamenetelmän kehittämisestä. 1981.
- N:o 24. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1981.
- N:o 29. Mikko Moilanen ja Kalevi Karsisto. Lannoitteen levitystasaisuuden vaikutuksesta nuoren suomännikön pituuskasvuun. 1981.