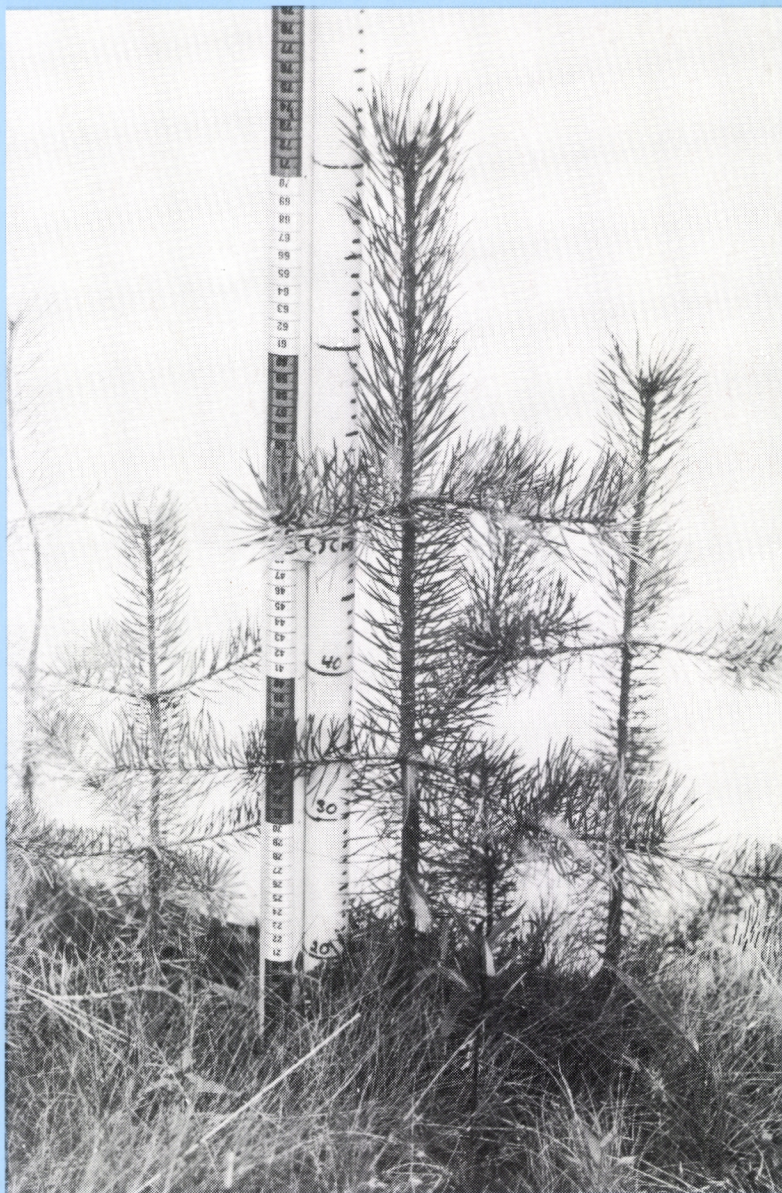


METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

119

MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



**METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ
SUOMUSSALMELLA JA SOTKAMOSSA 1983**

MUHOS 1983

Kansikuva: Hajakylvön tulosta Kivesvaaran koekentällä Paltamossa.
Kylvö tehtiin keväällä 1976 syksyllä 1974 aurattuun maahan.
Tairnia oli vuonna 1982 40 000 kpl/ha. Valokuva: Eero Paso.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 119

Muhoksen tutkimusasema ISSN 0358-4283

Metsäntutkimuspäivä

Suomussalmella ja Sotkamossa 1983

Muhos 1983

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. Tähän mennessä maakunnallisia tutkimuspäiviä on pidetty yhdeksällä paikkakunnalla ja niihin on osallistunut yhteensä arviolta yli 1 000 henkeä. Nyt ovat vuorossa 29.11.1983 Suomussalmi ja 30.11.1983 Sotkamo. Molemmilla paikkakunnilla ohjelma on sama.

Tämä tiedonantoja nro 119 sisältää Suomussalmella ja Sotkamossa pidetyt kahdeksan esitelmää.

Eero Kubin
Vt. tutkimusaseman johtaja

SISÄLLYS

	sivu
Matti Oikarinen Viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvu ja kehitys	1
Pekka Pietiläinen ja Tytti Sarjala Nitraattitypen muuttuminen nitriitiksi männyn päätesilmuissa ja neulasissa	19
Eero Kubin Taimien elinympäristötutkimus Paltamon Kivesvaarassa	29
Pentti Savilampi Kuntakohtaisten viljelyinventointien yhdistelmä vuosilta 1977 - 1982	40
Erkki Lähde Jatkuva kasvatus metsänkäsittelyn yhtenä vaihtoehtona	53
Jukka Valtanen Muokkaustavat ja metsänuudistamisen tulos	63
Mikko Moilanen Suursararämeen puuston kehityksestä ojituksen ja lannoituksen jälkeen Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa	73
Markku Meriluoto Siementävä puusto luontaisessa uudistamisessa - unohdettu puuntuotostekijä?	85

Matti Oikarinen

VILJELTYJEN RAUDUSKOIVIKOIDEN KASVU JA KEHITYS

1. JOHDANTO

Rauduskoivun viljely rajoittui 1960-luvulla keskimäärin muutamaan sataan hehtaariin vuodessa. 1970-luvun alussa viljelypinta-ala alkoi laajentua voimakkaasti ja parhaimmillaan v. 1974 se oli n. 8 000 ha, mikä merkitsi yli 6 % metsänviljelyn kokonaispinta-alasta. Huippua seurasi viljelymäärän hidas lasku vajaan 2 000 ha:iin vuonna 1980. Taantuman syynä lienevät ennen kaikkea koivun viljelyssä koetut vastoinkäymiset, joista hirvi- ja myyrätuhot ovat keskeisimmät.

Rauduskoivuviljelysten yhteinen pinta-ala on 50 000 - 60 000/ha, mistä yli 90 % on peräisin 1970-luvulta. Ne sijaitsevat valtaosaltaan Etelä- ja Keski-Suomen yksityismailla ja ovat metsikkökuvioltaan pienialaisia. Peltojen metsityksestä on huomattava osa koivun viljelyä. Koivun viljelyn onnistumisesta ei ole tehty tutkimuksia, joten onnistumissadannekset ovat arvailujen varassa. Vakiintuneiden viljelykoivikoiden määrä on siten ilmeisesti huomattavasti edellä mainittua viljelypinta-alaa pienempi (Metsätilastollinen vuosikirja 1967 - 80, Tapion vuosikirja 1967 - 80).

Suomessa ei ole ollut käytettävissä viljelykoivikoiden kasvu- ja tuotostaulukoita, joista olisi selvinnyt koivikoiden kasvatus- ja käsittelyvaihtoehdot eri kasvupaikoilla sekä niiden tuottamat puutavaralajit ja määrät. Tällaisten kasvatusmallien tarve on viime aikoihin asti ollutkin pieni. 1970-luvun alkupuolen viljelyst ovat kuitenkin hyvää vauhtia lähestymässä ensiharvennusta, missä vaiheessa metsänomistaja

viimeistään kaippaa luotettavaa tietoa koivun kasvatuksen puuntuotannollisista ja taloudellisista vaihtoehtoista. Suunnitelmallisen metsätalouden ominaispiirre on lisäksi se, että kaikille ratkaisuille metsikön perustamisesta päätehakkuuseen saakka vaaditaan yhä enemmän yksityiskoh-
taisia tuotannollisia ja taloudellisia perusteita. Tällai-
sessa tilanteessa vaihtoehto, josta ei ole riittävästi tie-
toa olemassa, karsiutuu helposti pois jo alkuvaiheessa.

Seuraavassa esiteltävät viljeltyjen rauduskoivikoiden pituus-
boniteetit sekä niihin perustuvat kasvatus- ja harvennus-
mallit on tarkoitettu edellä mainittuja puutteita korjaamaan.
Lisäksi tehdään suppeita vertailuja rauduskoivun, kuusen ja
männyn kasvusta ja kehityksestä taloudellisia laskelmia
myöten tällaisten vertailujen monista vaikeuksista ja epävar-
muustekijöistä huolimatta.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksen perusaineiston muodostaa 11 Etelä- ja Keski-
Suomessa sijaitsevaa rauduskoivikkoa. Ne paikallistettiin
koko maan kattaneella tiedustelulla ja kaikki tietoon tulleet
varttuneet viljelymetsiköt otettiin mukaan. Metsiköiden ikä
vaihteli 9 - 51 vuoteen ja kasvupaikat VT:stä lehtomaisiin
entisiin viljelymaitiin. Perusaineiston lisäksi tutkimuk-
sessa käytettiin hyväksi Raulon (1981) sekä Niemisen ja
Raulon (1982) tutkimuksissa mainittuja aineistoja viljely-
koivikoiden nuoruuskehityksen kartoittamiseksi.

Näiden aineistojen perusteella laadittiin regressioanalyyt-
tisin menetelmin kasvuyhtälöt kuvaamaan valtapituuden ja
tilavuuden kehitystä. Apuyhtälöillä näistä johdettiin kasva-
tussmalleissa tarvittavat puustotunnukset.

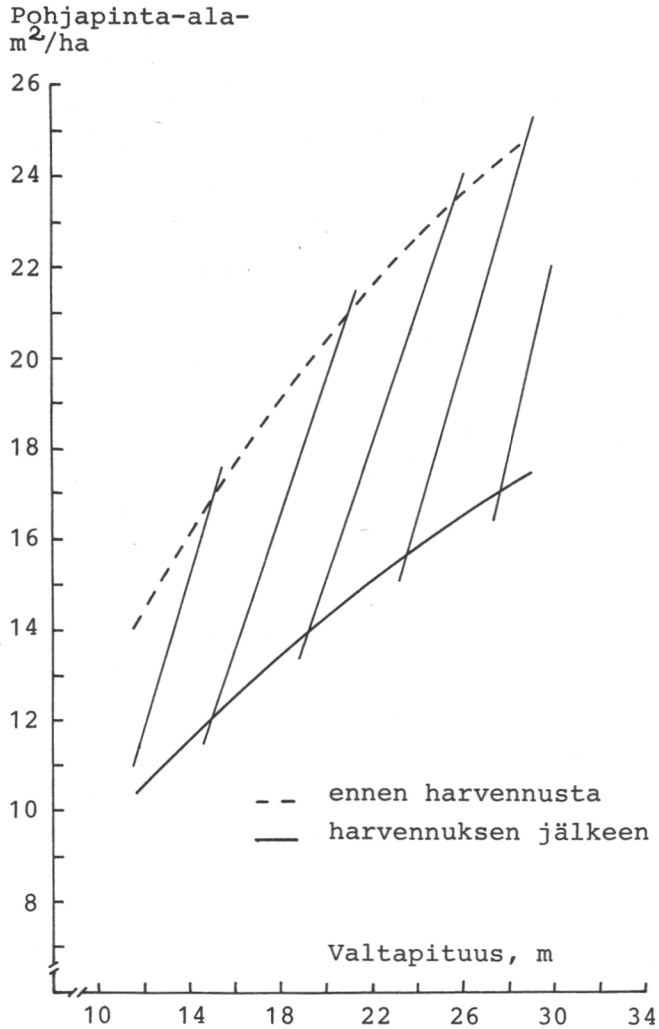
3. KASVATUSMALLIEN LAADINTA

Kasvupaikkojen luokittelu eli bonitointi on kasvatusmallien laadinnassa ensimmäinen vaihe. Perinteisesti meillä kasvupaikat luokitellaan metsätyyppijärjestelmän mukaan. Metsätyyppiä on kuitenkin vaikea ilmaista täsmällisesti jollakin mitattavissa olevalla puustotunnuksella. Sen vuoksi päätettiin tässä tutkimuksessa pituusbonitointiin, missä kasvupaikan puuntuottokyky ilmaistaan koivikon 50 vuoden iällä saavuttaman valtapituuden mukaan (kts. Vuokila 1980). Valtapituuden kehityskäyrät laskettiin valtapituuden kasvuyhtälöä käyttäen. Pituusboniteettiluokat on esitetty kuvassa 1. Luokkaväli on 2 metriä ja luokkakeskiarvot sattuivat parillisille metrilukemille 50 vuoden iällä. Aineiston ikärakenteen vuoksi käyrät ulottuvat vain 60 ikävuoteen.

Käytännön metsätaloudessa kasvupaikkojen luokittelu tapahtuu metsätyyppejä käyttäen. Sen vuoksi on taulukossa 1 esitetty pituusboniteetteja vastaavat metsätyyppit.

Kasvu- ja apuyhtälöillä on jokaiselle pituusboniteettiluokalle laskettu suuri määrä kasvatusmalleja erilaisin lähtöoletuksin ja tulokset on esitetty kasvu- ja tuottotaulukoiden muodossa. Kasvatusmallien kiertoaika on 40, 50 tai 60 vuotta. Harvennusten lukumäärä vaihtelee 1 - 5 kiertoaikaa kohti ja harvennusvoimakkuus on 15, 30, 40 tai 50 % tilavuudesta. Lähtörunkoluku on kahdella parhaalla boniteetilla 2 300 kpl/ha ja muutoin 2 000 kpl/ha.

Käytännön kasvatusohjeeksi tarkoitettut harvennusmallit ovat kirjoittajan lukuisista vaihtoehtoisista kasvatusmalleista valitsema kompromissiratkaisu, joka tähtää mahdollisimman suureen kokonaiskasvuun, nopeaan järeyskehitykseen ja nyky menetelmin suoritettavan puunkorjuun kannalta mielekkäisiin harvennuskertymiin. Tavoite saavutetaan käyttämällä 60 vuoden kiertoaikaa sekä kahdella parhaalla boniteetilla kolmea ja muilla boniteeteilla kahta harvennusta, joissa poistetaan 30 % tilavuudesta.



Kuva 2. Viljeltyjen rauduskoivikoiden harvennusmallit.

Kuvassa 2 on esitetty näiden perusteiden mukaiset harvennusmallit viljellyille rauduskoivikoille. Ne osoittavat puuston pohjapinta-alan ohjearvot ennen harvennusta ja sen jälkeen valtapituuden funktiona, sekä pohjapinta-alan kehitystä kuvaavat kasvuviivat. Harvennuksen jälkeisessä pohjapinta-alan suosituksessa on ajoura mukana. Harvennusmallit ovat kaikille boniteeteille yhteiset.

4. KASVATUSMALLIEN SOVELTAMINEN

Aineiston kuvauksen yhteydessä on käynyt ilmi sen suppeus sekä määrällisesti että maantieteellisesti. Näiden erikoispiirteiden lisäksi tällaiseen työhön liittyy vielä sen luonteesta johtuvia yleisiä vaikeuksia ja rajoituksia, joista kasvatusmallien käyttäjien tulisi olla tietoisia.

Esitettävät kasvatusmallit ovat teoreettisia ja kaavamaisia ja siten käyttökelpoisia vain tietyin edellytyksin ja tietyissä yhteyksissä. Niiden käyttö yksittäisten metsiköiden kehityksen ennustamiseen on epäluotettavaa. Luotettavuus paranee sitä mukaan kuta suuremmista metsikköryhmistä on kysymys. Niiden pääsovellutusalue lienee metsätalouden suunnittelussa ja järjestelyssä. Kasvatusmallit antavat myös mahdollisuuden suorittaa taloudellisia laskelmia vaihtoehtoisten metsänkäsittelyohjelmien keskinäisestä edullisuudesta.

Tutkimusaineiston rodullisesta alkuperästä ei ole tietoa. Siemen on ilmeisesti peräisin muutamista luonnonmetsiköistä, jotka on valittu siemenenkeräyksen kohteiksi. Sattumanvaraista valikoitumista on ilmeisesti tapahtunut, mutta sen suunnasta tai merkityksestä on vaikea sanoa mitään. Tutkimusten mukaan koivun rodullinen vaihtelu on huomattavasti suurempi kuin havupuilla, mikä antaa aiheutta olettaa, että koivun kasvun parantamismahdollisuudet jalostuksen kautta ovat hyvät (esim. Erken 1972, Raulo 1981). Tällä hetkellä jalostuskokeet ovat niin nuoria ja alaltaan pieniä, että niiden merkityksen arviointi on ennenaikaista.

Tutkimusmetsiköt olivat onnistuneen metsänviljelyn tuloksena terveitä, täystiheitä, aukottomia ja varovaisen mutta jatkuvan hoidon kohteena. Kasvatusmallit ovat parhaimmillaan vastaavissa metsiköissä. Vaihtoehtolaskelmissa operoidaan kuitenkin erilaisilla puustopääomilla, minkä vuoksi mallit antavat suhteellisen luotettavia viitteitä myös aukkoisten

tai harvojen metsiköiden osalta. Se edellyttää kuitenkin sitä, että pituusboniteetti ja puustopääoma määritetään siten, että ne todella edustavat metsikköä.

Kasvatusmalleissa on oletettu, ettei hoidetuissa metsiköissä esiinny luonnonpoistumaa, vaan puuta poistuu vain kasvatushakkuiden yhteydessä. Normaalitapauksissa luonnonpoistuman merkitys on pieni. Ohjelmissa, jotka sisältävät ainoastaan muutaman harvan hakkuun, puustopääoma voi ajoittain kohota hyvinkin korkeaksi, jolloin luonnonpoistuman merkittäväkin esiintyminen on mahdollista. Mallien laadinnassa tällaista mahdollisuutta ei ole voitu ottaa huomioon.

Mallien luotettavuudesta voidaan esittää vain suurpiirteisiä arvioita. Mallien laadinnassa käytettyjen yhtälöiden tarkkuudesta on esitetty normaaleja tilastollisia tunnuslukuja. Yhtälöt ovat kuitenkin vain osa kasvu- ja tuotostaulukoiden laadintaa, mihin liittyy monia ratkaisuja, jotka ovat osaksi subjektiivisia ja joiden vaikutusta kehityslaskelmien luotettavuuteen on vaikea arvioida. Lähtöpuustoa koskeneet ratkaisut ovat juuri tällaisia.

Kasvatusmallien luotettavuutta voitaisiin tutkia erillisellä Etelä-Suomen metsistä kerätyllä testiaineistolla. Siihen tarvittavia viljelykoivikoita ei ole kuitenkaan olemassa, sillä koivun viljely yleistyi vasta 1960-luvun puolivälin tienoilla. Tältä ajalta on olemassa jopa kestokoealamateriaalia, mutta esitettyjen kehityslaskelmien testaamiseen niitä voidaan käyttää vasta vuosikymmenien kuluttua. Tämän tutkimuksen tulokset ovat kaiken kaikkiaan alustavia ja siksi käyttökelpoisia vain siihen saakka kunnes käytettävissä on luotettavampaa, tarkempaa ja kattavampaa tietoa niiden sijaan.

5. RAUDUSKOIVUN VERTAILU HAVUPUIHIN OMT:LLÄ

Kun verrataan Vuokilan ja Väliahon (1980) viljeltyjen havu-
puumetsiköiden kehitystä tämän tutkimuksen rauduskoivikoiden
kehitykseen, todetaan, että molemmissa tutkimuksissa kasvu-
paikkojen luokittelussa on käytetty pituusbonitointia. Puu-
lajien välisiä vertailuja tehtäessä olisi niiden pituus-
boniteetit kyettävä rinnastamaan oikealla tavalla. Moitteet-
ton vertailu edellyttäisi eri puulajien viljeltyjen rinnak-
kaiskoealojen verkostoa. Sellaisen puuttuessa boniteettien
rinnastukset on tehtävä aineistojen ja aikaisempien tutki-
musten antamien viitteiden sekä tiettyjen olettamusten poh-
jalta. Havu- ja lehtipuiden erilaisesta kehitysrytmistä
johtuen saman indeksin omaavien pituusboniteettien rinnastus
ei ole perusteltua. Sen sijaan vertailtaville puulajeille
voidaan etsiä eri metsätyyppejä vastaavat rinnasteiset pituus-
boniteetit, joiden puitteissa keskimääräiset tuotosvertailut
ovat mahdollisia. Seuraavissa vertailuissa käytetään raudus-
koivun osalta edellä esitettyä pituusboniteettien ja metsä-
tyyppien rinnastusta ja männyn osalta Vuokilan ja Väliahon
(1980) esittämää rinnastusta. Näiden rinnastusten oikeelli-
suutta tukee Raulon (1981) eri puulajien rinnakkaisviljely-
kokeet, joiden mukaan kuusen rinnastus on sama kuin männyllä
(vrt. Vuokila ja Väliaho 1980).

Jatkossa vertaillaan OMT-tyypillä kasvavien rauduskoivikoi-
den, kuusikoiden ja männiköiden kehitystä lähtien siitä
olettamuksesta, että tätä metsätyyppiä vastaava pituusboni-
teetti on rauduksella $H_{50} = 26$ sekä kuusella ja männyllä
 $H_{100} = 30$. Käsittelyohjelmat ovat rauduksen osalta tämän
julkaisun sekä kuusen ja männyn osalta Vuokilan ja Väliahon
(1980) julkaisun harvennusmallien mukaiset. Edustaessaan
keskimääräistä nykysuositusta ne ovat vertailukelpoiset.

Kuvassa 3 on esitetty rauduskoivikon, kuusikon ja männikön valtapituuden kehitys iän suhteen. Rauduskoivikon valtapituuden kehitys on koko kiertoajan omaa luokkaansa. Nuoruusvaiheessa rauduskoivikon valtapituus on yli 5 m suurempi kuin männikön vastaavalla iällä. Koivikon kiertoajan lopussa 60-vuoden iänkohdalla ero on hiukan yli 4 m. Männikön valtapituus on alkuvaiheessa hiukan yli metrin parempi kuin kuusen, mutta ero pienenee tasaisesti kiertoajan loppua kohden, jolloin se on vajaa 20 cm männyn hyväksi.

Kuvasta 4 ilmenee samojen puulajien pohjapinta-alan kokonaiskasvun kehitys kiertoajan kuluessa. Alkuvaiheessa rauduskoivikko on hiukan männikön yläpuolella, mutta jo 20-vuoden iällä osat vaihtuvat ja 60-vuoden iällä ero on männikön hyväksi 12 m^2 . Koivikon pohjapinta-alan kokonaiskasvu on siis 23 - 24 % pienempi kuin männikön. Kuusikon pohjapinta-alan alkukehitys on edellisiin verrattuna hidasta, mutta ohittaa ne myöhemmin. Tämä tapahtuu rauduskoivikon osalta hiukan ennen 30 vuoden ikää ja männikön osalta 40 - 45 ikävuoden välillä. Kiertoajan lopussa, 70-vuoden iällä, kuusikko on n. 4 m^2 männikköä kasvuisampi. Koivikon ja kuusikon ero on n. 28 %.

Kuva 5 kuvaa samojen puulajien kokonaiskasvun kehitystä. Noin 30 ikävuoteen saakka rauduskoivikon kokonaistilavuuskasvun kehitys on paras, mutta sen jälkeen männikkö ohittaa sen. Eroa on 60-vuoden iällä n. 50 m^3 (10 %). Kuusikko on alussa paljon jäljessä edellisistä, mutta ohittaa rauduskoivikon hiukan yli 40-vuotiaana ja männikön n. 50-vuotiaana. 70-vuoden ikään mennessä kuusikko on n. 40 m^3 (8 %) männikköä kasvuisampi. Eroa koivikkoon on n. 15 % kuusikon hyväksi.

Tukkipuun tuotosvertailut esitetään kuvassa 6. Rauduskoivikko alkaa tuottaa tukkia hiukan aikaisemmin kuin männikkö ja kuusikko on niistä n. 5 vuotta jäljessä. Alkueron tasaannuttua rauduskoivikko ja kuusikko ovat hyvin tasaväkisiä.

aina 50. ikävuoteen saakka, minkä jälkeen kuusikko ohittaa koivikon. Ero kuusen hyväksi 60-vuotiaana on n. 45 m^3 . Kiertoajan loppua kohden kuusikko tavoittaa koko ajan männikköä ja lopulta niukasti ohittaa sen.

Tukkipuun minimivaatimukset vaihtelevat hiukan puulajista toiseen. Kuitenkin ne ovat niin lähellä toisiaan, että siltä osin vertailut ovat mielekkäitä. Tukkipuun maksimituotosta koskevat vertailut ovat teoreettisina vain suuntaa antavia, sillä vikaisuusvähennykset vaihtelevat ilmeisesti hyvin paljon puulajista ja leimikosta toiseen. Koivulla erilaiset runkoviatiot ovat luultavasti yleisempiä kuin havupuilla. Lisäksi koivu on näistä kolmesta puulajista lahoalttein. Myös kuusi on lahoaltis, ja eräissä osin Etelä-Suomea maannouseman aiheuttama tyvilahoisuus on vakava ongelma (esim. Kallio 1979). Näyttää siltä, että männyllä erilaisten vikojen aiheuttamat vähennykset ovat pienemmät kuin koivulla ja kuusella.

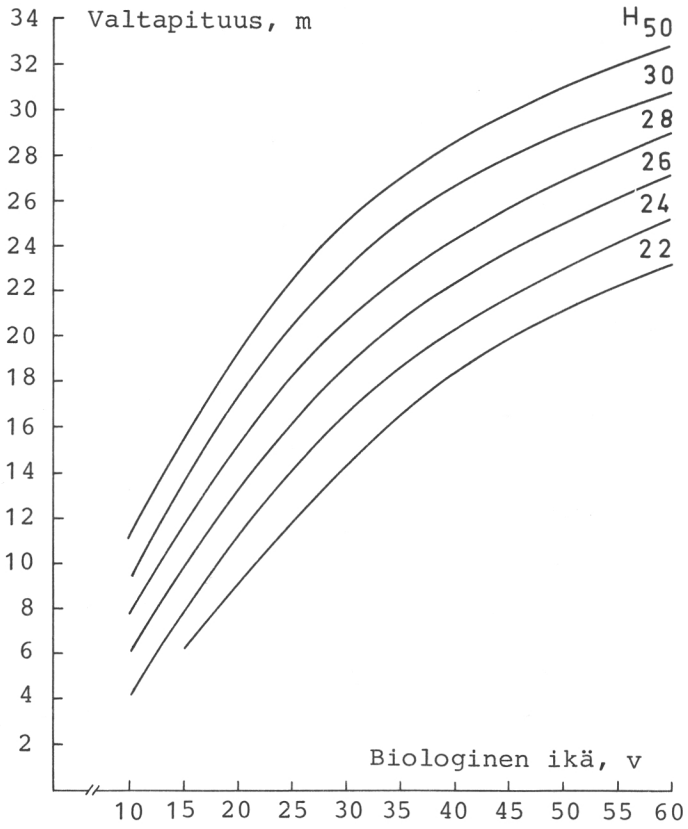
Kuvassa 7 on rauduskoivikon, kuusikon ja männikön kiertoajan keskikasvut esitetty rinnasteisilla pituusboniteeteilla. Kuusikon ja männikön keskikasvukäyrät ovat hyvin lähellä toisiaan ja samansuuntaisia. Koivikon keskikasvu muuttuu edellisiin verrattuna huomattavasti hitaammin boniteetin mukana. Tämän seurauksena koivikon keskikasvukäyrä leikkaa kuusikon ja männikön käyrät boniteettiasteikon alapäässä, vaikka parhailta boniteeteilla koivikon kasvu jää selvästi alle havupuiden kasvun.

Koivun keskikasvu olisi kuvan 7 mukaan havupuita suurempi puolukkatyyppiä vastaavilla pituusboniteeteilla. Vastinboniteettien määrittämistä johtuen koivikon boniteettiluokan $H_{50} = 28$ ja havupuiden boniteettiluokan $H_{100} = 33$ vastaavuus on luotettava. Boniteettiluokat 26 ja 30 ovat myös synteettisesti luotettavasti rinnasteisia. Kuta kauemmaksi alaspäin mennään, sitä epävarmemmaksi rinnastukset kuitenkin tulevat. Tämän vuoksi tulos, jonka mukaan

puolukkatyyppin koivikko kasvaisi havupuita paremmin, voi olla harhainen. On hyvin mahdollista, että tietyn ravinteisuus- tai kosteuskynnyksen alapuolella koivun kasvu putoaa paljon tässä esitettyä nopeammin, kuten Keltikangas ja Seppälä (1977) ja toisaalta Saramäki (1977) ovat turve- maiden koivikoiden osalta todenneet. Joka tapauksessa tosi- asiaksi jää tämän tutkimuksen valossa se, että koivikon kes- kikasvu riippuu havupuumetsiköitä vähemmän boniteetista sillä rinnastus- yms. virheet eivät pysty kokonaan selit- tämään havaittuja eroja.

OMT-tyypillä rauduskoivikon kiertoajan, keskikasvu on 17 % pienempi kuin kuusikon ja 14 % pienempi kuin männikön keski- kasvu. Jos havupuiden kiertoaika lyhennetään 60 vuoteen, mikä on koivikolla käytetty kiertoaika, saadaan vastaaviksi prosenttiluvuiksi 14 ja 10 %. OMT-tyyppiä paremmilla kas- vupaikoilla erot ovat edellä mainittuja suurempia ja OMT:tä heikommilla vastaavasti pienempiä aivan kuten keskikasvu- käyrät osoittavat.

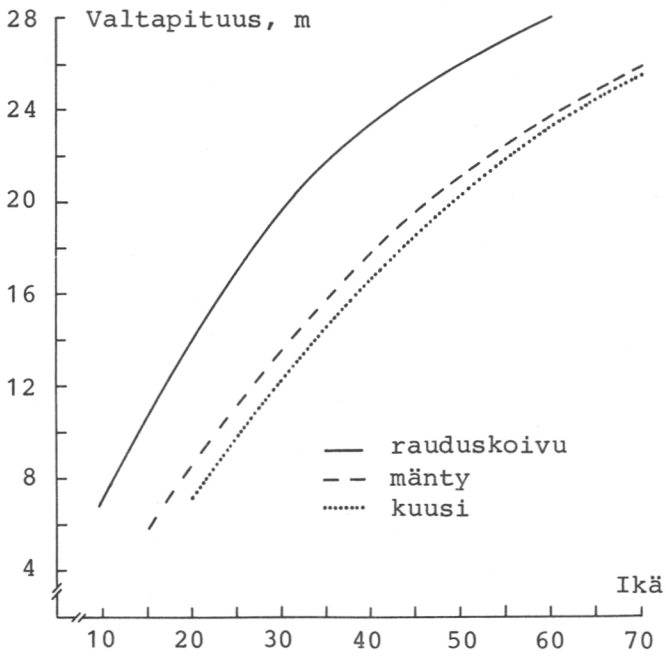
Kuvassa 8 ovat samojen puulajien tukkipuu kiertoajan keski- tuotosta kuvaavat käyrät. Myös niissä huomataan äskeinen tendenssi, jonka mukaan koivun ja havupuiden välinen tuo- tosero kasvaa boniteetin parantuessa, joskin lievämpänä kuin kasvun kohdalla. Tukkipuun keskituotos on rauduskoivikossa kaikilla boniteeteilla selvästi havupuumetsiköiden tuotosta pienempi. OMT-tyyppiä vastaavalla kasvupaikalla eroa on n. 30 %. Tukkipuun keskituotoksen kohdalla kiertoajan pituuden vaikutus on ratkaiseva, sillä kiertoajan loppupuolella suurin osa kasvusta on tukkipuuta. Jos havupuiden kiertoaika lyhennetään koivun kiertoaikaa vastaavaksi, mai- nittu 30 % ero putoaa 15 %:iin.



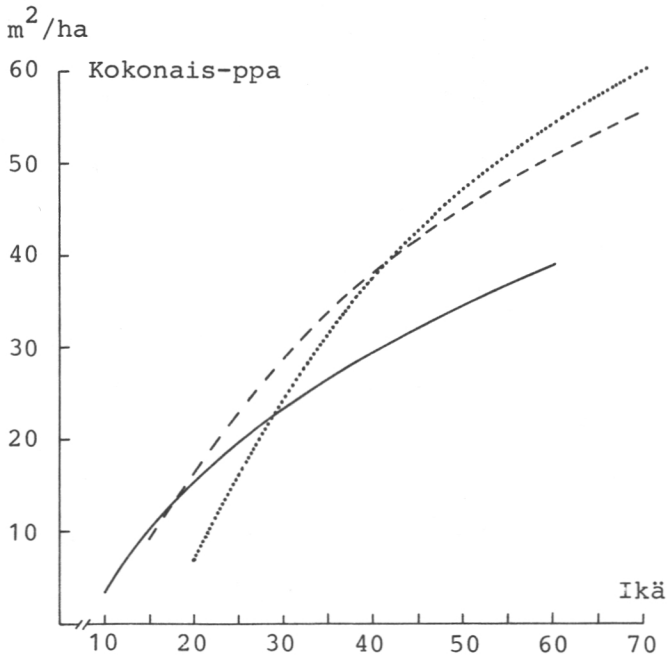
Kuva 1. Istutettujen rauduskoivikoiden pituusboniteettiluokat.

Pituusboniteetti H_{50} , m	Metsätyyppi
30	Parhaat pellot
28	OMaT (pelto)
26	OMT
24	(MT)
22	(VT)

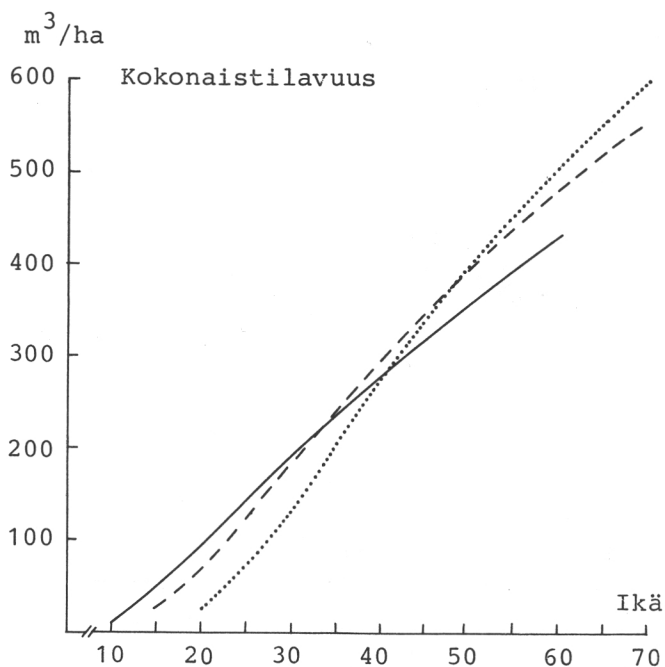
Taulukko 1. Rauduskoivun pituusboniteetteja vastaavat metsätyytit Etelä-Suomessa.



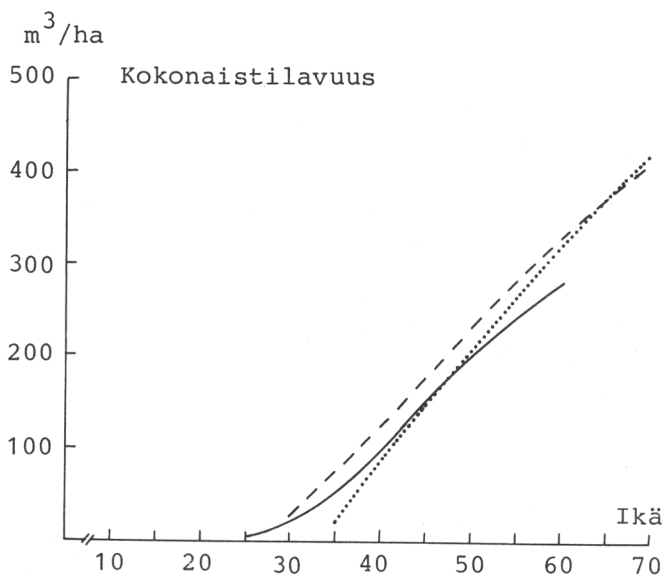
Kuva 3. Rauduksen, kuusen ja männyn valtapituuden kehitys OMT:llä.



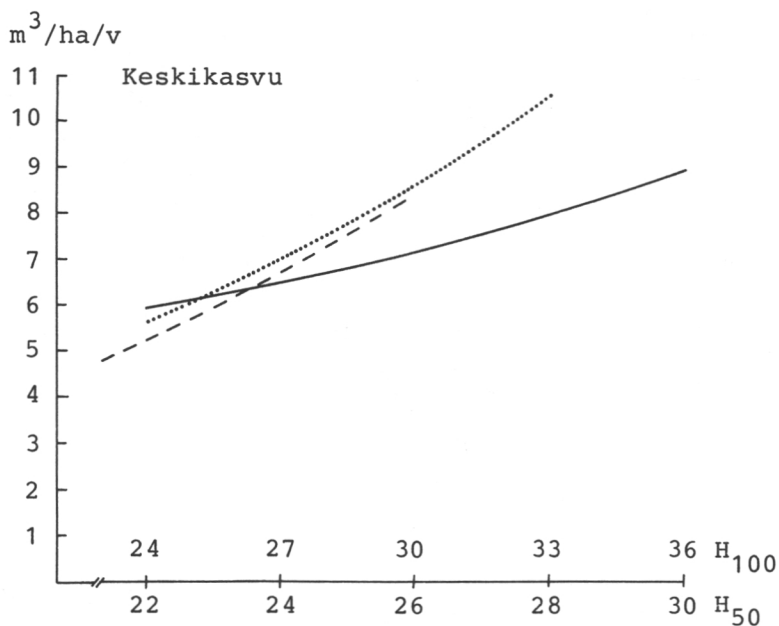
Kuva 4. Rauduksen, kuusen ja männyn kokonaispohjapinta-
alan kehitys OMT:llä. Selitykset kuvassa 3.



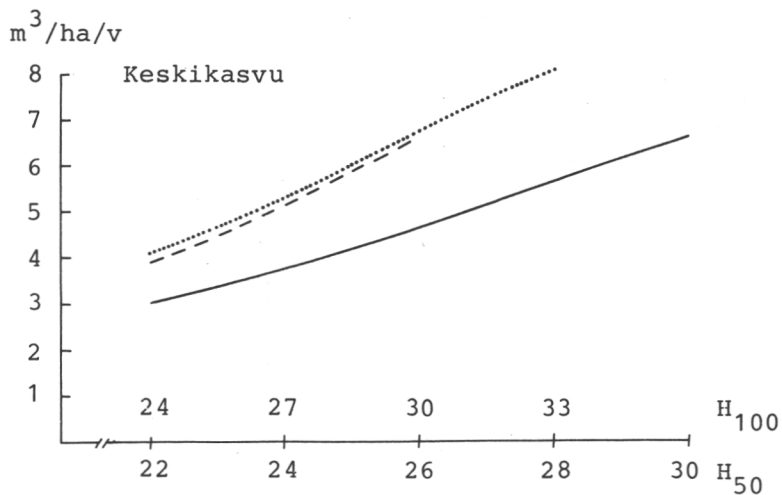
Kuva 5. Rauduksen, kuusen ja männyn tilavuuden kokonaiskasvu OMT:llä. Selitykset kuvassa 3.



Kuva 6. Rauduksen, kuusen ja männyn tukkipuun kokonaistuotos OMT:llä. Selitykset kuvassa 3.



Kuva 7. Rauduksen, kuusen ja männyn kiertoajan keskkikasvu eri pituusboniteeteilla. Selitykset kuvassa 3.



Kuva 8. Rauduksen, kuusen ja männyn tukkipuun keskituotos eri pituusboniteeteilla. Selitykset kuvassa 3.

6. VERTAILUJEN TARKASTELU

Eri puulajien kasvun ja tuotoksen vertailujen asiallisuutta tarkasteltaessa on vielä palautettava mieliin ne seikat, jotka vaikeuttavat täysin vedenpitävien vertailujen tekoa.

Suuria vaikeuksia aiheutuu rinnastuskelpoisten kasvupaikkojen määrittämisessä. Seuraava ongelma aiheutuu eri puulajien ominaispiirteiden ja kehitysrytmien eroista, mikä vaikeuttaa vertailukelpoisten käsittelyohjelmien löytämistä. Koivu parantaa metsämaan ominaisuuksia päin vastoin kuin havupuut (Aaltonen 1940, Mikola 1966). Se parantaa myös metsikön pienilmastoa (esim. Siren 1955). Sopiva koivusekoitus männikössä lisää metsikön kokonaiskasvua (Mielikäinen 1980). Koivusekoituksella havupuustossa on huomattava erilaisia tuhoja pienentävä ja ehkäisevä vaikutus (Saalas 1949, Kallio 1979, Nuorteva 1982). Näin koivu osoittautuu tärkeäksi metsien tuottokykyä ylläpitäväksi ja parantavaksi tekijäksi. Koivun irrottaminen näistä monitahoisista yhteyksistä, joiden merkityksen arvioiminen rahassa on erittäin vaikeaa ellei peräti mahdotonta, ja sen tuotoksen vertaaminen yhtä irralliseen havupuiden tuotokseen voi pahimmassa tapauksessa olla täysin harhaanjohtava. Koivu-metsikön alle syntyy lisäksi helposti kuusen alikasvostaimisto, mikä ratkaisevasti pienentää seuraavan puusukupolven perustamiskustannuksia (Aaltonen 1940, Seppälä ja Keltikangas 1978). Mm. näistä syistä tällaisiin vertailuihin on suhtauduttava varauksellisesti.

Käytännön metsätaloudessa on kuitenkin tehtävä ratkaisuja esim. puulajien suhteen, jolloin keskeisenä kriteerinä ovat mm. kasvu- ja tuotosvertailut. Sen vuoksi on nähty välttämättömäksi esittää myös tällaisia suppeita vertailuja täysin tietoisena tehtävän epäkiitollisuudesta ja alttiudesta erilaiselle kritiikille.

Viimeisin liiketaloudellinen vertailu rauduskoivun ja kuusen viljelyn kannattavuudesta on Koistisen (1982) tutkimus. Hänen vertailunsa puustotiedot on saatu kuusen osalta Vuokilan ja Väliahon (1980) tutkimuksesta. Koivun osalta Koiviston (1957) ja Raulon (1977) tutkimusten tuloksia on jouduttu muokkaamaan niiden saattamiseksi käyttökelpoiseen muotoon. Käytetyt koivun puustotiedot, jotka edustavat OMT-metsätyyppiä, poikkeavat useissa kohdin tämän tutkimuksen antamista tuloksista.

Koivikon valtapituuden kehitys on molempien tutkimusten mukaan melkein identtinen. Sen sijaan Koistisen käyttämät kokonais-tilavuuskasvuluvut edustavat astetta perempää boniteettia nuoruusvaiheessa ja vanhemmiten ero vielä suurenee. 50-vuoden iällä, jota Koistinen käyttää koivun kiertoaikana, hänen kokonaiskasvunsa on 68 m^3 (19 %) tämän tutkimuksen vastaavaa lukua suurempi. Kiertoajan tukkipuun tuotoksen Koistinen arvioi 40 m^3 (20 %) tämän tutkimuksen vastaavaa lukua pienemmäksi. Vastaavasti hakkuutähteiden osuus on Koistisella n. 14 m^3 suurempi päätehakkuuvaiheessa.

Taloudellisuuslaskelmissa mainitut poikkeamat kumoavat osittain toisensa, mutta eivät täysin. Seuraavaksi toistettiin Koistisen laskelmat muilta osin samoja lähtöolettamuksia käyttäen paitsi, että käytettiin tämän tutkimuksen mukaisia koivun kokonaiskasvulukuja sekä puutavaralajisuhteita. Tällöin huomattiin, että kannattavuussuhteen isokvanttisuoran kulmakerroin pieneni ratkaisevasti. Vastaavasti suora etääntyi Etelä-Suomen keskimääräisestä hakkuuvuoden 1980/81 hintasuhdepisteestä koivulle epäedulliseen suuntaan. Tämän tutkimuksen valossa Koistinen on yliarvioinut koivun mahdollisuuksia päättyessään siihen tulokseen, että koivun ja kuusen viljelyn taloudellinen kannattavuus on suurin piirtein sama.

Edellisten vertailujen perusteella kuusi ja mänty ovat tuotoslukujen osalta hyvin tasavertaisia OMT:llä. Koska tarkempia laskelmia ei ole mahdollista tässä yhteydessä suorittaa, lähdetään siitä olettamuksesta, että kuusen ja männyn viljelyn taloudellinen edullisuus on suurin piirtein saman tasoinen.

Puuntuotoksen ja taloudellisen edullisuuden vertailun loppu- tulos on siis se, että rauduskoivu on havupuita heikompi. Ero on kuitenkin niin pieni, että ilmeisesti monet suhteel- lisen vähäpätöiset tekijät voivat yksityistapauksissa muuttaa edullisuusjärjestystä.

5. KIRJALLISUUS

- AALTONEN, V.T. 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppi- ja käsikirja. Helsinki-Porvoo. 615 s.
- ERKEN, T. 1972. Planterad björk i Mellersta- och Övre- Norrland. Summary: Results of Progeny Trials With Birch in Middle and Upper Norrland. Sveriges Skogsvårdsför. Tidskr. 5.
- KALLIO, T. 1979. Kuusen tyvilaho ja männyn tyvitervastauti. Kansallis-Osake-Pankin taloudellinen katsaus. B-painos. nro 31 : 1-40.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivi- koiden kasvatusta taloudellisena vaihtoehtona. Summary: The economic of growing birch stands on drained peat- lands. Silva Fenn. 11 (1) : 49-68.
- KOISTINEN, A. 1982. Koivun ja kuusen viljelyn keskinäinen kannattavuusjärjestys rehevillä metsämailla. Laudatur- työ. Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen laitos. 49 s.
- KOIVISTO, P. 1957. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hies- koivikoiden kehityksestä. Moniste. Helsingin yli- opiston metsänarvioimistieteen laitos. 158 s.
- METSÄTILASTOLLINEN VUOSIKIRJA 1968 - 80. Skogsstatistisk årsbok. Yearbook of forest statistics 1968 - 80. Suomen virallinen tilasto XVII A1-12. (Folia For. 70, 96, 130, 165, 195, 225, 255, 295, 345, 375, 430, 460).
- MIELIKÄINEN, K. 1980. Mänty- ja koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Commun. Inst. For. Fenn. 99 (3) : 1-82.
- MIKOLA, P. 1966. Koivun vaikutus metsämaan biologisiin omi- naisuuksiin. Moniste. Helsingin yliopiston metsänhoi- totieteen laitos. 17 s.
- NIEMINEN, J. & RAULO, J. 1982. Tapion vuoden 1964 raudus- koivukestokoealamittaukset ja Pirkka-Hämeen piirimetsä- lautakunnan viljelmien jälkitarkastus. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon osasto.

- NUORTEVA, M. 1982. Metsätuholaiset. Kirjayhtymä. Helsinki. 91 s.
- RAULO, J. 1977. Development of dominant trees in *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. plantations. Seloste: Viljeltyjen raudus- ja hieskoivikoiden valta-
puiden kehitys. Commun. Inst. For. Fenn. 90 (4) : 1-15.
- " 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131 s.
- SAALAS, U. 1949. Suomen metsähyönteiset. WSOY. Helsinki-Porvoo. 719 s.
- SARAMÄKI, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: Development of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) stands on drained peatlands in northern Central Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 91 (2) : 1-59.
- SEPPÄLÄ, K. & KELTIKANGAS, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Summary: Occurrence of understorey seedlings in drained *Betula pubescens* stands in Ostrobothnia. Suo 29 (1) : 11-16.
- SIREN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland its ecology. Lyhenne-
nelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62 (4) : 1-408.
- TAPION VUOSIKIRJA 1968 - 80. Tapios yearbook 1968 - 80. Helsinki.
- VUOKILA, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. Helsinki-Porvoo. 256 s.
- " ja VÄLIAHO, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 99 (2) : 1-271.

Pekka Pietiläinen ja Tytti Sarjala

NITRAATTITYYPEN MUUTTUMINEN NITRIITIKSI MÄNNYN
PÄÄTESILMUISSA JA NEULASISSA. (esitulkoksia)

1. JOHDANTO

Soille on määritetty käytännön ojitus- ja lannoitustoimintaa varten ravinteisuusluokitus pintakasvillisuuteen perustuen. Luokitus perustuu lähinnä soiden happamuuteen sekä niiden kokonaiskalkki-, typpi- ja fosforipitoisuuteen (Heikurainen 1971, Huikari ja Paavilainen 1972). Ravinteisuusluokitukseen perustuvien lannoitusohjeiden mukaan reheville suotyypeille annetaan pelkkä fosfori- ja kalilannoitus, kun taas karuille soille annetaan typpi-, fosfori- ja kalilannoitus. Käytännön sovellettuna lannoitusohjeet ovat olleet sangen päteviä, kun on huomioitu alueelliset ilmastolliset erot.

Yleisimmät virheet typpilannoituksessa tehdään 1) kun ei huomioida ilmastollisia olosuhteita, 2) annetaan väärät typpilannoittelajit vääränä ajankohtana, 3) käytännössä yhdistellään pienialaisia suokuvioita, jotka ovat suhteellisen reheviä. Tällöin typpilannoituksessa lisätty typpi voi muodostua yliannostukseksi. Toisaalta rehevillä soilla luontainen typen mobilisaatio voi olla niin voimakas, että se muodostuu haitaksi puuston kasvulle. Herääkin kysymys, että mitkä typen muodot aiheuttavat ongelmia puuston aineenvaihdunnassa ja edelleen kasvussa.

Korkeammassa kasveissa on kaikissa vapaata nitraatti - (NO_3^- -N) ja ammoniumtyyppiä (NH_4^+ -N). Kasvit ottavat molempia typpiyhdisteitä. NO_3^- -N:stä suurin osa muutetaan juuristossa NH_4^+ -N:ksi ja sidotaan heti aminohapoiksi, kuten tapahtuu juuriston tulevalle NH_4^+ -N:lle. Vuonna 1958 Street ja Sheat osoittivat, että vapaata NH_4^+ -N:ä on vain häviävän pieni määrä kasvissa. Toisaalta NO_3^- -N:ä on kasveissa suhteellisen paljon. Beevers et.

al. 1969 ovat esittäneet pääpiirteittäin NO_3^- -N:n pelkistyksen kehittyneempien kasvien vihreissä osissa seuraavasti. Periaatteena on, että solulimassa nitraattireduktaasi muuttaa NO_3^- :n NO_2^- :ksi. Nitriitti kulkeutuu kalsiumiin sidottuna viherhiukkaseen, jossa nitriittireduktaasi muuttaa sen mahdollisesti hyponiitiksi ja edelleen NH_4^+ , joka sitoutuu hiiliketjuihin muodostaen aminohappoja (Adams, M.A. and Attiwill P.M. 1982). NO_3^- :n muuttuminen NO_2^+ :ksi ei ole valosta riippuva reaktio, kuten NO_2^- :n muuttuminen NH_4^- :ksi.

Oheisessa tutkimuksessa pyrin tuomaan esiin muutamia kasvin typpiaineenvaihduntaan liittyviä ja vaikuttavia tekijöitä.

2. MATERIAALI JA MENETELMÄ

21. Turvenäytteet

Lannoituksen vaikutus metsäekosysteemiin -projektin yhteydessä maaperän nitraattimuodostuksen selvittämiseksi koottiin syksyllä 1979 laaja maanäytesarja sekä karulta (PsR) että rehevältä (SsR) ojitetulta suolta Ilomantsista, Tammelasta, Lammilta, Saarioisista, Saarijärveltä ja Muhokselta.

Näytteet analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä ja analyysissä määriteltiin kokonaisravinnemäärien lisäksi ammonium- ja nitraattityppi sekä molybdeeni. Tulosten laskennassa selvitettiin, onko ammonium- ja nitraattitypen sekä molybdeenin ja happamuuden välillä korrelaatiota.

22. Neulasten kokonaisravinnepitoisuuksien määrittäminen

Neulasten kokonaisravinteiden pitoisuuksien vuotuista vaihtelua seurattiin Muhoksen kokeilun alueen puustoista. Neulasnäytteet koottiin kuukausittain ja niistä määriteltiin kokonaisravinteiden kokonaispitoisuudet Halosen ja Tulkin (1981) kuvaamien menetelmien mukaan.

23. Nitraattireduktaasimääritykset

Päättesilmujen ja neulasten nitraattireduktaasimääritykset aloitettiin maaliskuussa 1983. Kuukausittain kerätyistä näytteistä määritettiin nitraattireduktaasin aktiivisuus muodostuvan nitriitin pitoisuutena menetelmällä, joka on muunnelma Allen (1974) esittämästä menetelmästä. Silmu- ja neulasnäytteet koottiin vuonna 1967 ojitetuilta lannoittamattomalta piensararämeeltä ja vuonna 1969 NPK-lannoitetulta alueelta. Lannoitetulle alueelle levitettiin käsin oulunsalpietaria 800 kg/ha ja 1 000 kg PK-lannosta.

3. TULOKSET

31. Soiden luontaiseen typpimobilisaatioon vaikuttavista tekijöistä

PsR:n keskimääräiset ammonium- ja nitraattityppipitoisuudet olivat 65,4 mg/l ja 20,6 mg/l. SsR:n rämeen vastaavat pitoisuudet olivat 79,0 mg/l NH_4^+ ja 31,4 mg/l NO_3^- :a. Karun PsR:n pH-luku oli 4,14 ja rehevämmän SsR:n pH-luku oli 4,35. Molybdeenipitoisuus oli karuilla rämeillä 0,11 mg/l ja rehevällä suolla 0,31 mg/l.

Korrelaatiokertoimet molybdeenin ja NH_4^+ , NO_3^- sekä pH:n välillä olivat seuraavat karulla ja rehevällä rämeellä (taulukko 1).

Taulukko 1. Suursararämeen ja piensararämeen molybdeenin korrelaatiot ammonium- ja nitraattityppeen sekä happamuuteen.

		NH_4^+	NO_3^-	pH
SsR	Mo	0,1878	0,2069	0,2249
PsR	Mo	0,1777	- 0,3069	0,0560

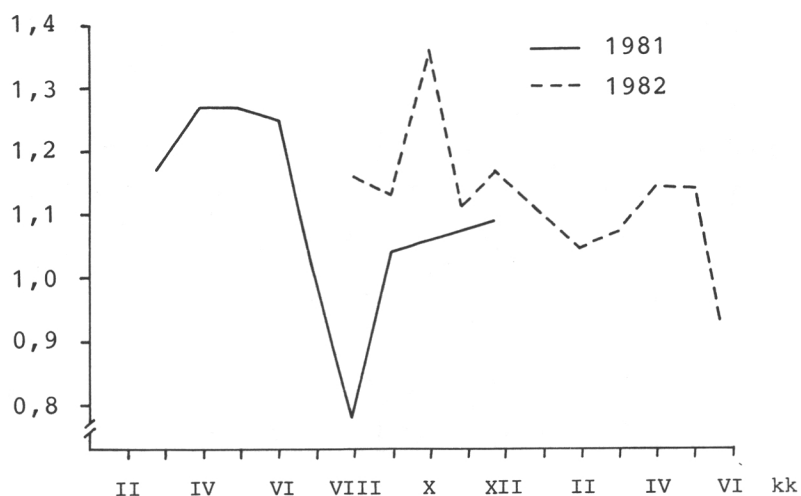
Rehevällä rämeellä molybdeenilla ja ammoniumilla, nitraatilla ja happamuudella on positiivinen korrelaatio. Karulla rämeellä molybdeenillä on positiivinen korrelaatio ammoniumtyypin kanssa,

mutta negatiivinen korrelaatio nitraattitypen kanssa. Happamuuden kanssa oli lievä positiivinen korrelaatio.

32. Neulasten kokonaisravinteiden vuotuinen vaihtelu

Neulasten vuotuisista kokonaisravinnepitoisuuksien vaihteluista kävi ilmi, että keväällä neulasten typpipitoisuus nousi. Silmujen alettua kasvaa vanhojen neulasten typpipitoisuus laski ja nousi jälleen syksyllä. Uusien kasvainten typpipitoisuus oli heinä-, elokuussa n. 1,15 %. Syyskuun aikana uusien neulasten kokonaistyppipitoisuus oli korkeimmillaan 1,36 % ja lokakuussa n. 1,1 % ja pysyen tasaisena läpi talven (kuva 1).

N. tot. % kuivapainosta

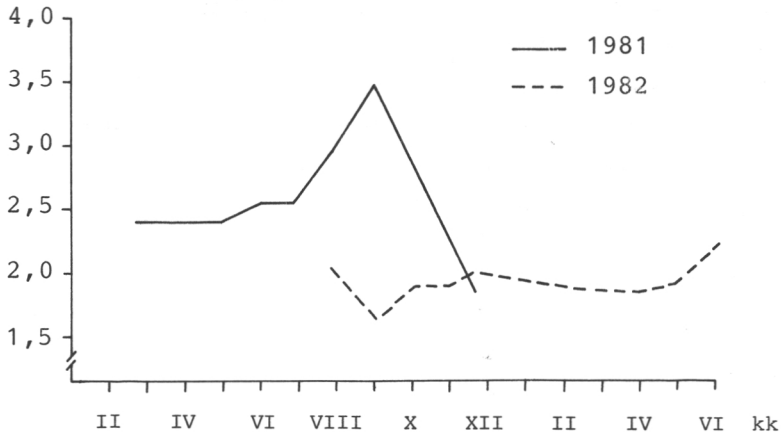


Kuva 1. Neulasten kokonaistyppipitoisuus vuosien 1981 ja 1982 neulasissa.

Huomiota herätti myös kalsiumpitoisuus, sillä sen korkeimmat pitoisuudet sattuivat samaan aikaan kuin neulasten typpipitoisuuksien huiput (kuva 2).

Boorin käyttäytyminen vuodenaikojen suhteen oli päinvastainen edellä mainittuihin ravinteisiin nähden (kuva 3). Kokonaisbooripitoisuudet olivat alhaisimmat samana ajankohtana kun kokonaistyyppi- ja kalsiumpitoisuudet olivat korkeimmillaan.

Ca mg/g kuivapaino



Kuva 2. Neulasten kokonaiskalsiumpitoisuus vuosien 1981 ja 1982 neulasissa.

B μ g/g kuivapaino

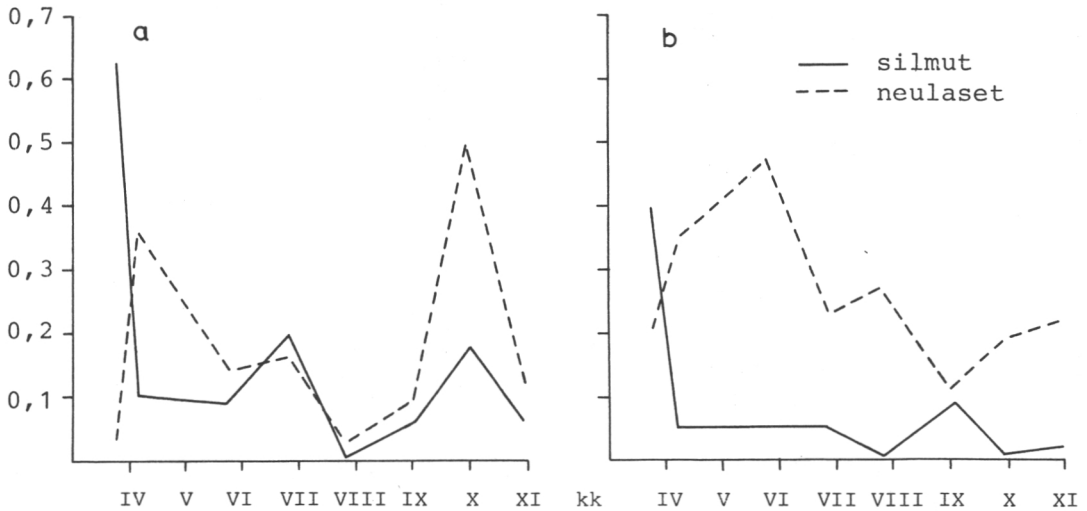


Kuva 3. Neulasten kokonaisbooripitoisuus vuosien 1981 ja 1982 neulasissa.

33. Neulasten nitraattireduktaasiaktiivisuus

Lannoittamattoman ja lannoitetun puuston päätesilmujen nitraattireduktaasiaktiivisuus oli maaliskuussa korkea laskien nopeasti huhtikuussa ja pysyi vakiona kasvukauden aikana. Elokuussa aktiivisuudet olivat alimmillaan. Lannoittamattoman puuston silmujen aktiivisuus nousi syys- ja lokakuun aikana ja laski nopeasti marraskuussa. NPK-lannoitetun puuston päätesilmujen aktiivisuus nousi hieman syyskuussa, mutta laski lähes nolnaan lokakuun alkuun mennessä. Lannoittamattoman puuston päätesilmujen nitraattireduktaasiaktiivisuus oli korkeampi kuin lannoitettujen puiden päätesilmujen (kuva 4 a ja b yhtenäinen viiva).

$\mu\text{g NO}_2/\text{g tuorepaino/h}$



Kuva 4. a) lannoittamaton - b) lannoitetun puuston päätesilmujen ja neulasten nitraattireduktaasiaktiivisuus maaliskuusta - marraskuuta 1983 välisenä aikana.

Kuvassa 4 a ja b (katkoviiva) on esitetty myös neulasten nitraattireduktaasiaktiivisuutta. Keväällä maaliskuussa aktiivisuus nousee ollen huipussaan huhtikuussa lannoittamattomassa puustossa. Lannoitetun puuston aktiivisuus oli huipussaan toukokuussa. Aktiivisuus pienenee kesän aikana ollen lannoittamattomassa puustossa alimmillaan elokuussa. Syyskuussa oli jyrkkä nousu lannoittamattoman puuston neulasten aktiivisuudessa. Lannoitetun puuston neulasten aktiivisuus oli alimmillaan elokuussa ja nousi hieman syyskuussa. Yleensä ottaen lannoitetun puuston nitraattireduktaasiaktiivisuus on kasvukauden aikana korkeampi lannoitetussa puustossa. Syksyllä lannoittamattoman puuston aktiivisuus ohittaa merkittävästi lannoitetun puuston aktiivisuuden ja laskee nopeasti syyskuun aikana. Lannoitetun puuston neulasten nitraattireduktaasiaktiivisuus nousee marraskuun loppuun asti.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Lannoituksen vaikutus metsäekosysteemiin -projektin maa-analyysitulokset osoittivat, että rehevän suon $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ja $\text{NO}_3^-\text{-N}$ -pitoisuudet olivat korkeammat kuin karujen soiden. Mielenkiintoista oli, että rehevien soiden molybdeenipitoisuuden ja $\text{NH}_4^+\text{-N:n}$ ja $\text{NO}_3^-\text{-N:n}$ sekä happamuuden välillä oli selvä positiivinen korrelaatio. Vastaavaa korrelaatiota ei saatu karuilla soilla kuin $\text{NH}_4^+\text{-N:lle}$ (taulukko 1). Tulokset tukevat aikaisempia soiden ravinteisuustutkimuksia, joiden perusteella käytännön lannoitusohjeet on laadittu. Tuloksista ilmenee, että happamuuden lisäksi molybdeenillä on osansa soiden luontaisten typpivarojen mobilisaatiossa (Paavilainen 1979).

Karuilla ojitetuilla soilla typpi on useimmiten fosforin ja kaliumin ohella kasvua rajoittava tekijä, eikä kummankaan luontaisen tai lannoituksessa annetun $\text{NH}_4^+\text{-N:n}$ tai $\text{NO}_3^-\text{-N:n}$ mobilisoitua määrä ole haitaksi männylle, joka on tunnetusti karun paikan kasvi (Eurola 1978). Rehevillä ojitetuilla soilla vastaavasti molempia typpiyhdisteitä mobilisoituu runsaasti, joten lannoitustarvetta ei ole. Typen luontainen mobilisaatio voi olla niin runsasta, että se on männyn kasvulle haitaksi (Eurola 1978).

Soiden typpilannoitteille on kokeellisesti määritelty lannoitusajankohdat, esimerkiksi ureaa voidaan käyttää kevät- ja syyslannoituksessa.

Ammonium-nitraattilannoitteita käytetään vain kevätlannoituksessa, sillä syksyllä annettuna puuston talveentuminen heikentyy ja puuston kasvupisteet paleltuvat.

Neulasanalyyseistä ilmeni, että keväällä maaliskuu-, huhtikuussa neulasten kokonaistyppipitoisuudet ovat korkeat. Kasvukauden aikana vanhojen neulasten typpipitoisuus laskee. Osa tuestä siirtyy kasvaviin osiin (Dickman ja Kozlowski 1969). Syksyllä typpipitoisuus nousee taas. Yllättävintä oli, että uusien kasvainten neulasten kokonaistyppipitoisuus on korkeimmillaan syys-, lokakuussa. Kyseisenä ajanjaksona oli kolmasosa kokonaistyypistä NO_3^- -N:a ja vapaata NH_4^+ -N:a on häviävän vähän (Pietiläinen, julkaisematon). Samana ajankohtana neulasten kalsiumpitoisuus nousi ja vastaavasti booripitoisuus laski.

Nitraattireduktaasiaktiivisuudet kuvissa 4 a ja 4 b olivat silmuilla korkeat jo maaliskuussa, laskien jyrkästi huhtikuussa. Kasvukauden nitraattireduktaasin aktiivisuus on jokseenkin tasainen. Lannoittamattomien puustojen neulasten aktiivisuus nousi syksyllä ja laski jyrkästi marraskuun alkuun mennessä. Lannoitetun puuston silmuissa kyseistä nousua ei ole siellä syys-, lokakuussa.

Neulasten nitraattireduktaasin aktiivisuus nousi huhtikuussa. Lannoittamattomassa puustossa aktiivisuus laski kasvukauden alettua tasaisesti nousten taas syyskuussa ja laski marraskuussa. Lannoitetun puuston neulasten aktiivisuus oli huipussaan touko-, kesäkuussa, laskien kasvukauden loppua kohti ja nousten syyskuun jälkeen.

Miten tulokset on yhdistettävissä käytäntöön. Jos turvealustan nitraattibilisaatio on suuri syksyllä, puustoon kertyy sellaisia määriä vapaata NO_3^- -N:ä, että neulasisto ei pysty muuttamaan siitä muodostuvaa NO_2^- -N:ä edelleen lyhenevässä valais-

tuksessa NH_4^+ :ksi, jolloin NO_3^- -N aineenvaihdunta hidastuu kasvavan NO_2^- -N -pitoisuuden inhibition vuoksi. Kyseisiä tyyppistä johtuvia puuston kasvupisteiden paleltumia on saatu aikaan NO_3^- - NH_4^+ -seoslannoitteilla. Ojitetuilla soilla on myös tavattu jonkin verran pienialaisia kuvioita, joissa typen mobilisaatio on ilmeisestikin ollut niin voimakas, että puusto on kärsinyt vaurioita. Edelleen on mainittava, että kasvuhäiriö-alueilla poikkeuksetta neulasten kokonaistyyppimäärät ovat olleet suhteellisen korkeita muihin ravinteisiin verrattuna (Veijalainen 1977, Braekke 1979). Niinpä ruohoiset ja suursaraiset ojikat sekä peltoheitot ovat olleet häiriöalttiita (Veijalainen 1978). On myös muistettava, että luontaiselle typen mobilisaatiolle emme mahda mitään, mutta käyttämällä NO_3^- -N vapaita lannoitteita kuten ureaa voimme vaikuttaa puuston typpitalouteen ja edelleen kasvuun suotuisasti. Jos lannoitus-alueella on reheviä kuvioita, niiden lannoituksessa tulisi välttää typen käyttöä.

5. KIRJALLISUUS

- ADAMS, M.A. ja ATTIWILL, P.M. 1982. Nitrate reductase activity and growth response of forest species to ammonium and nitrate sources of nitrogen. *Plant and soil* 66. s. 373-381.
- ALLEN, S.E., GRIMSHAW, M.H., PARKINSON, J.A. and QUARMBY, C. 1974. *Chemical analysis of ecological materials* ed. Allen, S.E. Blackwell scientific publications. Oxford, London, Edinburgh, Melbourne. s. 565.
- BEEVERS, H., SCHRADER, L.E., FLESHER, D. and HAGEMAN, R.H. 1965. The role of light and nitrate in the induction on nitrate reductase in radish cotyledons and maize seedlings. *Plant Physiol.* 40 : 691.
- BRAEKKE, F.H. 1979. Boron deficiency in forest plantations on peatlands in Norway. *Medd. Norsk. Inst. Skogforskri.* 35 : 3.
- DICKMANN, D.I. ja KOZLOWSKI, T.T. 1969. Seasonal changes in the macro and micronutrient composition of ovulate strobili and seeds of *Pinus resinosa* Ait. *Can. J. Bot.* 47. 1547-1554.
- EUROLA, S. ja KAAKINEN, E. 1978. *Suotyyppiopas*. Werner Söderström Osakeyhtiö Porvoo-Helsinki-Juva. s. 1-87.

- HALONEN, O. ja TULKKI, H. 1981. Ravinneanalyysien työohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36. s. 23.
- HEIKURAINEN, L. 1971. Metsäojituksen alkeet. Ylioppilastukiry. Helsinki. s. 1-281.
- HUIKARI, O. ja PAAVILAINEN, E. 1972. Metsänlannoitus. Keskusmetsälautakunta Tapion julkaisuja. Kirjayhtymä. Helsinki. s. 68.
- PAAVILAINEN, E. 1979. Metsänlannoitusopas. Yliopiston kirjapaino. Helsinki. s. 1-112.
- STREET, H.E. ja SHEAT, D.E.G. 1958. The absorption and availability of nitrate and ammonia. In W. Ruhland (ed), Encyclopedia of plant physiology. Springer. Berlin 8 : 150.
- VEIJALAINEN, H. 1977. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Commun. Inst. For. Fenn. 92 (4) : 1-32.
- " 1978. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suomessa. Seloste: Occurance of dieback of forest trees in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1/1978. Helsinki.

Eero Kubin

TAIMIEN ELINYMPÄRISTÖTUTKIMUS PALTAMON KIVESVAARASSA

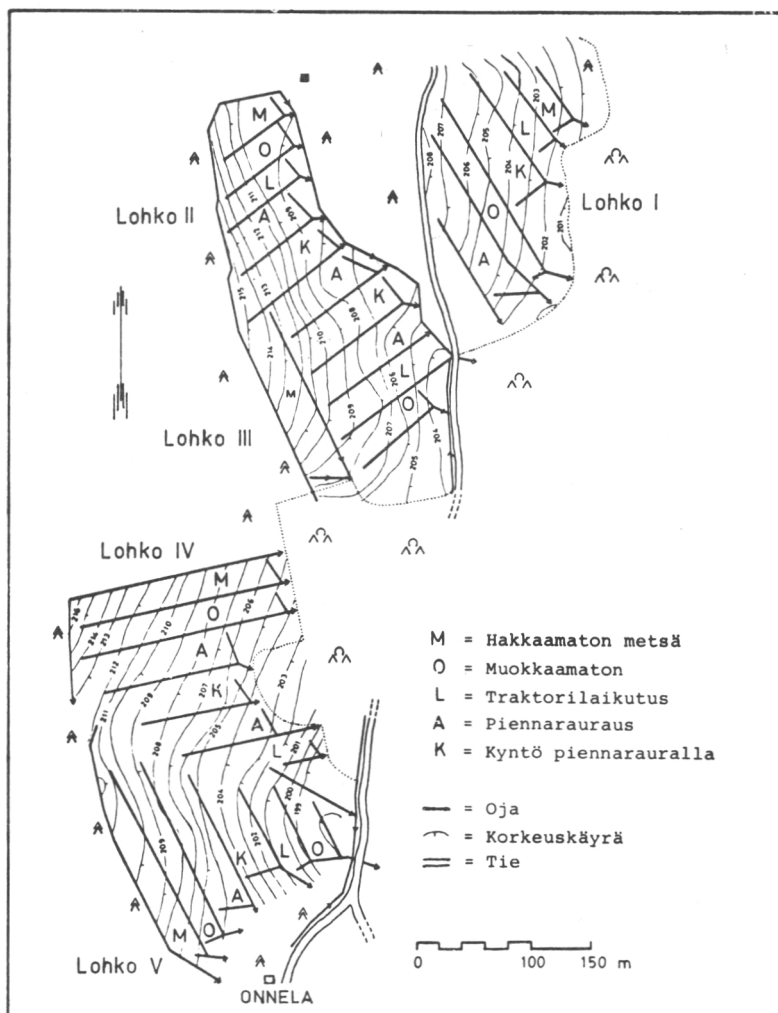
1. JOHDANTO

Toiminta Paltamon Kivesvaarassa alkoi vuosien 1973 - 74 aikana, jolloin alueelle perustettiin MML Jukka Valtasen toimesta yhteistyössä Kajaani Oy:n kanssa maanmuokkaustapoja selvittävä koe. Kokeen keskeisenä tavoitteena on saada tietoa maankäsittelytapojen vaikutuksesta eri ympäristötekijöihin sekä luonnollisesti myös taimien kasvuun ja kehittymiseen.

Taimien elinympäristön ekologisten tekijöiden seikkaperäinen tutkiminen Metsäntutkimuslaitoksessa aloitettiin Lapissa vuonna 1969 prof. Risto Sarvaan johdolla. Tutkimustyö painottui aluksi erityisesti Pohjois-Suomen metsänviljelyssä todettuihin ongelmiin. Yhtenä varsin laajasta tutkimusohjelmasta aloitettiin tuolloin viljelytaimien elinympäristön selvitys. Ensimmäinen koekenttä perustettiin jo vuonna 1970 Kivaloon ja seuraavat Suonenjoelle sekä Sodankylän pohjoispuolelle Vaalolehtoon. Kivesvaaran koekentän (1973) jälkeen on vielä perustettu uusia koealoja siten, että Parkanon tutkimusaseman toimialueelle vuonna 1980 saatu koekenttä oli perustamisjärjestyksessä yhdeksäs. Mainitusta kokeista Kivesvaaralla tehty työ on mittauksiltaan monipuolisinta.

Vanhimmilta taimien elinympäristötutkimuksen koealoilta on saatu havaintoja jo yli 10 vuoden ajalta. Tuloksia on esitetty useissa eri julkaisuissa (esim. Leikola 1974, Kauppila ja Lähde 1975, Lähde 1978, Raulo ja Rikala 1981). Myös Kivesvaaran koekentältä (kuva 1) on julkaistu joitakin välituloksia (esim. Kubin 1977, Kubin ja Poikolainen 1982),

joskin työn pääpaino on vielä ollut aineiston keräämisessä. Mittauksia maankäsittelyn vaikutuksesta useisiin ekologisiin tekijöihin on tehty vuodesta 1975 alkaen. Osa mittauksista aloitettiin kuitenkin jo hakkaamattomasta metsästä vuonna 1973 ja tätä vertailuaineistoa on kerätty säännöllisesti myös avohakkuun ja maanmuokkauksen jälkeen.



Kuva 1. Kivesvaaran koekenttä. Koeruutuja rajaa ojat. Kuvaan on piirretty myös korkeuskäyrästä 1 m:n välein. Koekenttä avohakattiin talvella 1973 - 74 ja maanmuokkaus tehtiin syksyllä 1974.

Pääpaino mittauksissa on ollut sekä ilman että maaperän lämpö- ja kosteusolojen tutkimisessa. Mittauksia on tehty myös mm. maaperän biologisista ominaisuuksista ja ravinnepitoisuudesta. Näiden lisäksi runsaasti huomiota on kiinnitetty taimien kasvuun ja kehitykseen selvittämällä mm. kasvurytmien riippuvuutta lämpöoloista. Nyt esitettävissä osatuloksissa tarkastellaan taimiin liittyviä asioita.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

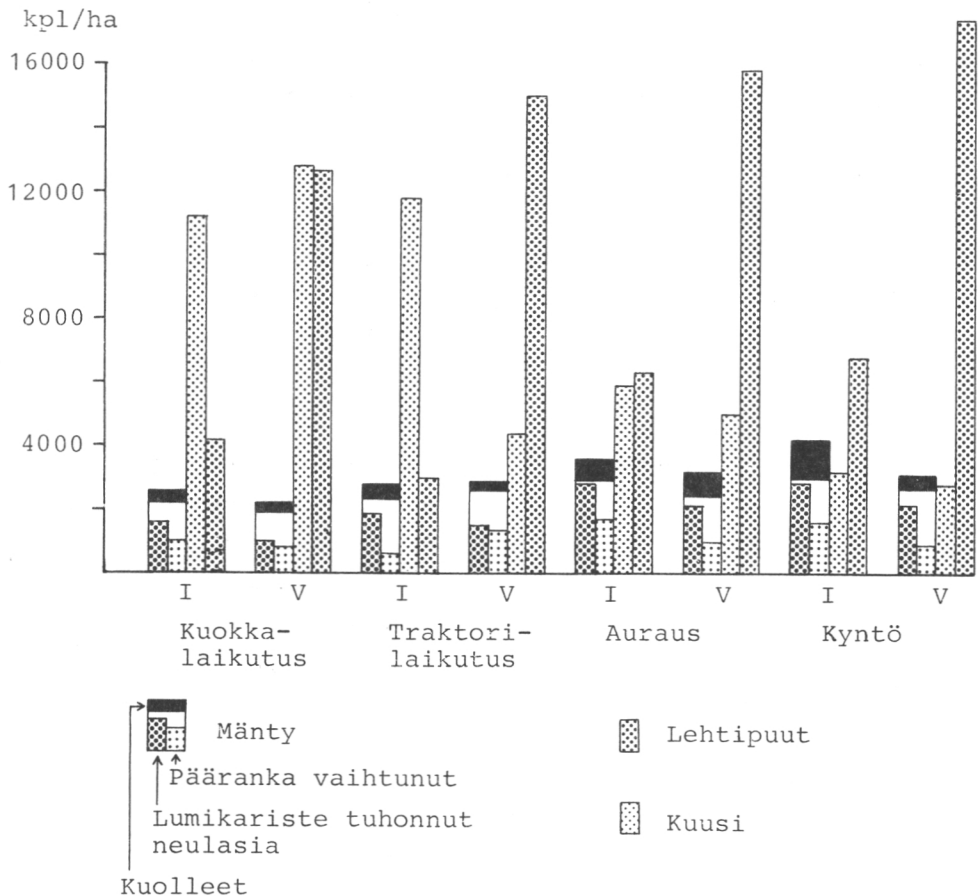
Taimien lukumäärä laskettiin syksyllä 1982 käyttäen ympyräkoelaan perustuvaa menetelmää. Jokaiselle ruudulle sijoitettiin määräväleihin koealoja, joista laskettiin sekä luonnon- että istutustaimien lukumäärä 3 m:n sädettä käyttäen. Istutustaimista tehtiin lisäksi havaintoja rangan vaihtumisesta sekä lumikaristeen tuhoamista neulasista. Taimien lukumäärän lisäksi mitattiin taimitunnuksia lohkolta I vuosina 1979 ja 1983 siten, että ruudun reunasta alkaen mittaus eteni taimi- taimelta.

Tuloksia esitetään myös kahden männyn uusimpien neulasten ravinnepitoisuudesta. Toinen oli istutettu kuokkalaikkuun ja toinen aurauspalteeseen. Vertailu neulasten ravinnepitoisuudesta tehtiin, koska aurauspalteessa kasvava taimi oli menettänyt päärankamaisen kasvutavan ja oksistoa oli suhteetoman runsaasti. Vertailuna käytetty kuokkalaikkuun istutettu mänty oli puolestaan ulkomuodoltaan normaali. Ravinnepitoisuus tutkittiin Muhoksen tutkimusasemalla Metsäntutkimuslaitoksessa käytössä olevin menetelmin (Halonen ja Tulkki 1981). Typpipitoisuus mitattiin kuitenkin koeputkipoltosta (Kubin 1978a).

3. TULOKSET

31. Taimien elossaolo

Istutustaimien elossaolo syksyllä 1982 tehdyn inventoinnin mukaan oli vielä tyydyttävä. Kuolleiden taimien lukumäärä oli keskimäärin vain noin viidennes. Sen sijaan elossaolevat taimet eivät läheskään kaikki olleet kehityskelpoisia ja hyvin monessa niistä oli selviä ranganvaihtumisesta johtuvia vaurioita (kuva 2).



Kuva 2. Taimien lukumäärä syksyllä 1982 lohkoilla I ja V. Mänty (2A+1) istutettiin keväällä 1976. Lehtipuut ja kuusi ovat alueelle luontaisesti tulleita. Koealue on perattu kertaalleen v. 1978.

Luontaista taimiainesta oli alueella runsaasti. Muokkaustavasta ja ruudun sijainnista riippuen lehtipuuta oli kerran tehdystä perkauksesta huolimatta 3 000 - 16 000 kpl/ha ja myös kuusta oli paljon, peräti 2 000 - 14 000 kpl/ha. Kokonaistaimimäärä oli vastaavasti 10 000 - 30 000 kpl/ha.

32. Taimien pituus

Tulos taimien pituudesta 4 vuotta istutuksen jälkeen osoitti, että auratun alan taimet olivat kasvaneet pitemmiksi kuin laikutetun alan taimet (kuva 3). Seuraavat havainnot 4 kasvukautta myöhemmin osoittivat, että keskimääräisen pituuden suhteen järjestys oli hiukan muuttunut, mutta laikutuksessa pituus oli edellään selvästi pienempi kuin voimakkaammin muokatuissa jäljissä. Olennaisin muutos oli siinä, että tilastollisesti testaamalla ei saatu enää yhtä paljon eroja kuin aiemmin. Tämä merkitsee sitä, että yksittäisten puiden pituuskehitykseen on tullut aiempaan nähden hyvin suurta vaihtelua.

Kyntö (72,8)				Palle (180,6)				
0,1	Palle (72,7)			3,3	Kyntö (177,3)			
13,7 *	13,6 *	Piennar (59,1)		17,3	14,0	Piennar (163,3)		
21,8 *	21,7 *	8,1 *	Traktorilaikku (51,0)	51,0 ***	47,7 ***	33,7	Kuokkalaikku (129,6)	
25,0 *	24,9 *	11,3 *	3,2	52,6 ***	49,2 ***	35,3 *	1,6	Tr-laikku (128,0)

Pituus (cm) syksyllä 1979

Pituus (cm) syksyllä 1983

Kuva 3. Keväällä istutettujen männyntaimien (2A+1) pituus 1979 ja 1983. Keskimääräinen pituus on esitetty suluissa ja laatikon sisällä on keskiarvojen erotus. * = ero tilastollisesti merkitsevä 5 %:n, ** = 1 %:n ja *** = 0,1 %:n riskillä. Vuoden 1979 aineistossa on käytetty vain 5 %:n riskirajaa.

33. Taimien rangan ominaisuuksia

Tarkasteltaessa oksaisuutta vuoden 1983 aineistosta, tulos oli samansuuntainen kuin pituuskehityksessä. Mitä pitempiä taimet olivat, sitä paksumpia olivat myös alimmat elävät oksat (kuva 4).

Palle (12,0)				Palle (52,3)					
1,2	Kyntö (10,8)			1,1	Kyntö (52,2)				
4,4 *	3,2	Piennar (7,6)		15,7 *	14,6 *	Piennar (37,6)			
4,9 ***	3,7 ***	0,5	Kuokkalaikku (7,1)	16,3 **	15,2 **	0,6	Kuokkalaikku (37,0)		
4,9 ***	3,7 ***	0,5	0,0	Tr-laikku (7,1)	21,2 ***	20,1 ***	5,5	4,9	Tr-laikku (32,1)
Oksan paksuus (mm)				Oksan pituus (cm)					

Kuva 4. Istutustaimien alimman elävän oksan pituus (cm) ja paksuus (mm) oksan tyveltä mitattuna. Selitykset samat kuin kuvassa 3.

Vastaava tulos saatiin, kun mitattiin rangan paksuutta tyveltä 10 cm maan pinnasta ja rinnankorkeudelta (kuva 5).

Kun rangan pituus kasvaa, kasvaa sen mukana myös rangan ja oksien tunnusten arvot. Sen toteamiseksi, kasvoivatko myös muut tunnuksat samassa suhteessa kuin pituus, laskettiin kuinka monta prosenttia suurempi suurin keskiarvo oli pienimmästä keskiarvosta. Tulokseksi saatiin seuraavaa:

Ranka	1979	52 %	pitempi
Ranka	1983	41 %	pitempi
Oksa	1983	69 %	pitempi
Oksa	1983	66 %	paksumpi
d. 10 cm	1983	51 %	paksumpi
d. 1,3 m	1983	93 %	paksumpi

Palle (38,0)				Palle (15,6)			
4,5	Kyntö (33,5)			0,7	Kyntö (14,9)		
7,3	2,8	Piennar (30,7)		2,6	1,9	Piennar (13,0)	
10,3 ***	5,8 *	3,0	Kuokkalaikku (27,7)	6,0 **	5,3 **	3,4	Tr-laikku (9,6)
12,9 ***	8,4 ***	5,6	2,6 Tr-laikku (25,1)	7,5 ***	6,8 ***	4,9	1,5 Kuokkalaikku (8,1)
Kantoläpimitta (mm)				Rinnankorkeusläpimitta (mm)			

Kuva 5. Istutustaimien kanto- (+ 10 cm) ja rinnankorkeusläpimitta (1,3 m). Selitykset samat kuin kuvassa 3.

Lukemat ovat aineiston pienuuden takia lähinnä suuntaa antavia. Ne osoittavat kuitenkin, että pituuskasvun ero eri muokkausten välillä on vuodesta 1979 vuoteen 1983 tasoittunut. Lisäksi asetelmasta käy ilmi, että sekä oksatunnukset että rangan paksuus ovat pituuseroja suuremmat.

34. Neulasten ravinnepitoisuus

Koska osa taimista oli ulkomuodoltaan huonon näköisiä, tehtiin neulasten ravinnepitoisuuden vertailu kuokkalaikutetun alan normaalinmuotoisen taimen ja aurauspalteessa kasvavan ulkomuodoltaan epäsäännöllisen taimen kesken (taulukko 1).

Taulukko 1. Kuokkalaikkuun ja aurauspalteeseen istutetun taimen viimeisen vuosikasvaimen neulasten ravinnepitoisuuksia syyskuussa 1983.

Istutus- paikka	N	mg/g				mg/kg			
		P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	B
Kuokkalaikku	1,2	1,7	6,8	2,0	0,8	68,7	611	2,9	5,9
Aurauspalle	1,3	1,6	7,4	3,0	0,9	47,3	613	2,9	18,6

Ravinnepitoisuuksissa oli sekä samankaltaisuutta että selviä eroja. Booripitoisuus palteessa oli 3-kertainen kuokkalaikkuun verrattuna. Sinkkipitoisuus niin ikään erosi tuntuvasti ja samoin kalsium, kun muut ravinteet olivat jokseenkin samassa tasossa kasvupaikasta riippumatta.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Maanmuokkauksen vaikutus näkyi taimien pituuskehityksessä siten, että sekä 4 että 8 vuotta istutuksen jälkeen taimet olivat muokatussa maassa ja erityisesti palteissa pitempiä kuin laikutetulla alalla. Neljän vuoden iällä pituuserot olivat samansuuntaisia kuin mitä useissa aiemmissä tutkimuksissa vastaavanikäisistä taimikoista on esitetty (esim. Lähde 1978, Raulo ja Rikala 1981, Valtanen 1981). Olennaisin muutos pituuskehityksessä Kivesvaaralla 4:n ja 8:n vuoden välillä oli tapahtunut siinä, että enää ei tullut esille niin paljon tilastollisesti luotettavia eroja kuin aiemmin, mikä viittaisi siihen, että pituuserot ovat tasoittumassa. Mannisen ja Lähteen (1981) mukaan 8 vuoden kuluttua istutuksesta mäntyjen keskipituus eri tavoin muokatuilla aloilla oli jokseenkin sama riippumatta muokkaustavasta, joka käsitti aurausta, mätästystä, ketjujyrsintää ja tiheää aurausta. Kuokkalaikutuksessa pituus oli kuitenkin selvästi pienempi, kuten oli myös Kivesvaaralla.

Tutkittaessa taimien kuntoa, lähes jokaisessa taimessa havaittiin vikoja, kuten esim. mutkaisuutta päärangassa, kallistumaa, päärangan vaihtumista ja lumikaristeen tuhoamia neulasia. Tulos oli yhtenevä Pelkosen ym. (1981) havaintojen kanssa. Heidän mukaansa kehityskelpoisissa viljelytaimissa oli taimikon perustamistavasta riippuen vain 10 - 50 % sellaisia taimia, jotka olivat vailla vikoja. Samassa tutkimuksessa selvitetty elossaoloprosentti vaihteli vastaavasti 12 - 50 %, johon sekä myös Ristijärveltä tehtyyn pitäjäinventointiin (Savilampi 1983) verrattuna Kivesvaaralta saatu tulos oli huomattavasti parempi.

Luonnontaimen määrä Kivesvaaralla oli suuri. Jo aiemmat selvitykset Kivesvaaralta (Kubin 1979) osoittivat lehtipuiden ja erityisesti haavan lukumäärän moninkertaistumista avohakkuun vaikutuksesta. Laikutus traktorilla lisäsi lehtipuiden määrää, kun sen sijaan aurauksessa ja kynnöissä oli vähemmän lehtipuiden taimia kuin kuokkalaikutetulla alalla. Lehtipuiden lisäksi luontaista kuusta oli paljon. Voimakkaammassa muokkausjäljessä kuusta oli enemmän kuin vähemmän muokatulla alalla, joskin toisaalta reunametsän vieressä kuokkalaikutetulla alalla saattoi kuusta olla hyvinkin runsaasti. Tehdyissä pitäjäinventoinneissa (Pelkonen ym. 1982, Savilampi 1982) luonnontaimilla onkin todettu olevan huomattava osuus uudistamistuloksen parantajana.

Aiemmin tehtyjen ravinnetutkimusten perusteella (esim. Kubin 1977, 1978b), on muodostunut se käsitys, että puuntaimien kasvulle tarpeellisia ravinteita on runsaasti. Nyt tehty vertailu ulkomuodoltaan normaalin kuokkalaikutetun alan taimen ja palteessa kasvavan selvästi viallisen taimen välillä osoitti, että ravinnepitoisuudet eivät olleet samat, vaan auraspalteessa esim. booripitoisuus oli suuri. Raition (1983) mukaan kasvuhäiriöllisissä taimissa sekä kangasmailla että taimitarhassa on suurempi booripitoisuus kuin terveissä taimissa. Nyt esillä olevassa esimerkkitapauksessa saattaa siten olla kysymys siitä, että ravinteiden otto tai niiden käyttö poikkeaa jostakin syystä normaalista. Koska kysymyksessä oli vasta alustava yhteen otokseen perustuva havainto, asia kaipaa vielä lisäselvityksiä.

KIRJALLISUUS

- HALONEN, O. & TULKKI, H. 1981. Ravinneanalyysin työohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 26: 1-23.
- KAUPPILA, A. & LÄHDE, E. 1975. Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaikuuksiin Pohjois-Suomessa. Summary: On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. Folia For. 230: 1-29.
- KUBIN, E. 1977. The effect of clear cutting upon the nutrient status of a spruce in Northern Finland (64°28'N). Seloste: Paljaaksihakkuun vaikutus kuusimetsän ravinnetilaan Pohjois-Suomessa (64°28'N). Acta For. Fenn. 155: 1-40.
- " 1978a. Kasvimateriaalin typpipitoisuuden määrittämisestä. Abstract: The determination of the organic nitrogen in plant material. Oulun yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita nro 7: 1-21.
- " 1978b. Intensiivisestä metsänkäsitteystä mahdollisesti aiheutuvat ravinnekierron häiriöt. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 29: 12-15.
- " 1979. Lehtipuiden luontainen uudistuminen erilaisilla maanmuokkausaloilla. Metsä ja Puu 4: 16-17.
- " & POIKOLAINEN, J. 1982. Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan routa- ja lumisuhhteista. Summary: Snow and frost conditions in an uncut forest and open clearcut areas prepared in various ways.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84 (2): 1-64.
- LÄHDE, E. 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien kehitykseen. Summary: Effect of soil treatment on physical properties of the soil and on development of Scots pine and Norway spruce seedlings. Commun. Inst. For. Fenn. 94 (5): 1-59.
- MANNINEN, S. & LÄHDE, E. 1981. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23: 1-32.
- PELKONEN, P., TUOMI, P. & VALTANEN, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Summary: Survival of pine reforested sites in Northern Finland. Folia For. 511: 1-23.
- RAITIO, H. 1983. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 116: 1-15.
- RAULO, J. & RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Summary: Initial development of Scots pine, Norway spruce and Silver birch seedlings planted on a reforestation site prepared in different ways. Folia For. 462: 1-13.

- SAVILAMPI, P. 1982. Kärsämäen viljelytaimikoiden inventointituloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 70: 40-50.
- " 1983. Kuntakohtaisten viljelyinventointien yhdistelmä vuosilta 1977 - 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 40-52.
- VALTANEN, J. 1981. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24: 66-77.

Pentti Savilampi

KUNTAKOHTAISTEN VILJELYINVENTOINTIEN YHDISTELMÄ
VUOSILTA 1977 - 1982.

1. JOHDANTO

Muhoksen metsäntutkimusasema aloitti vuonna 1977 toimialueellaan vuosittain etenevän metsänviljelyalueitten uudistumisesta selvittävän inventoinnin. Tutkimus kohdistettiin viiteen eri kuntaan.

Suunnitelman mukaan tarkastettiin 5- ja 10-vuotiaat viljelyt Muhoksella, Kärsämäellä ja Kälviällä. Taivalkoskella ja Ristijärvellä työ rajoitettiin uudistusalojen runsauden takia 10-vuotiaisiin viljelyihin. Kaustisella inventoitiin piirimetsälautakunnan pyynnöstä 1 - 3 vuotiaat viljelyt.

Työ aloitettiin 1977 Kaustisella, ja sitä jatkettiin 1978 Muhoksella, 1979 Taivalkoskella, 1980 Ristijärvellä ja 1981 Kärsämäellä. Vuonna 1982 aloitettiin toinen kierros. Kaustisen sijaan tuli kuitenkin Kälviä. Muhos oli uudestaan vuorossa 1983. 1984 työ jatkuu Taivalkoskella. Muhoksella 1. inventointikerran 5- ja 10-vuotiaat taimet olivat nyt 5 vuotta vanhempia, eli näin inventoimalla saadaan taimikon tarkastusaikaisen tilan lisäksi tietoa myös sen kehityksestä. Muhoksella tarkastettiin lisäksi vielä 5-vuotiaat viljelyt.

Seuraavassa on koottuna kuuden työvuoden keskeiset tulokset eli runsas työkierros. Muhoksen inventoinnin laskenta on kesken, ja tulokset julkaistaan myöhemmin. Koska tämänkertainen metsäntutkimuspäivä pidetään Kainuussa, on painoa pantu Taivalkosken ja Ristijärven tulosten esittelylle. Mm. topografian luonne on läntisissä kunnissa Kainuusta poikkeava.

Tämän laajan inventointityön tuloksia on julkaistu useissa eri yhteyksissä (Valtanen 1980, Haverinen 1982, Savilampi 1982 ja Pelkonen ym. 1982). Tässä esityksessä käytetään hyväksi Pelkosen ym. (1982) tuloksia Taivalkoskelta ja Haverisen (1982) opinnäytetyöstä esitetään aineistoa Ristijärveltä. Näiden lisäksi esitetään Kälviällä 1982 mitattua aineistoa.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ

Tutkimus kohdistettiin aina kyseisellä paikkakunnalla tiettyinä vuosina perustettuihin viljelytaimikoihin. Tarkastukseen otettujen uudistusalojen lukumäärä riippui käytettävissä olevista resursseista. Siihen, että Taivalkoskella ja Ristijärvellä inventoitiin vain 10-vuotiaat viljelyt, vaikutti metsähallinnon ja Kajaani Oy:n suuret uudistusalat, jotka olivat maastotöiden osalta suuritöisiä.

Jos uudistusala kasvupaikkatyypin vaihtumisen tai soistuneisuuden takia jakaantui kahteen tai useampaan osa-alueeseen, merkittiin ne erillisiksi viljelyalueiksi. Mikäli maanmuokkauksella samalla alueella vaihtui, tarkastettiin vain perustietoja vastaava osa. Alueita kertyi ikäluokittain seuraavat määrät:

	1-3 v	5 v	10 v
Kaustinen	57	-	-
Muhos	-	18	14
Taivalkoski	-	-	58
Ristijärvi	-	-	51
Kärsämäki	-	51	25
Kälviä	-	50	50

Kaikilla uudistusalueilla on käytetty linjoittaista ympyräkoekoeala-arviointia. Koealan koko oli 10 m². Ne sijoitettiin uudistusosalalle tasaisesti. Linja- ja koealaväli sekä

koealojen lukumäärä määräytyivät pinta-alan mukaan. Taivalkoskella menetelmä poikkesi auratuilla alueilla siten, että koealan keskipiste sijoitettiin aina aurausvaon pohjalle. Tämä on varmaan osasyynä siellä auratuilla aloilla olevien luonnontaimien pienempään osuuteen konelaikutukseen verrattuna, koska palteiden välissä olevia kehityskelpoisia luonnontaimia ei juuri tullut ympyräkoealan sisälle, eikä valtataimista jälkeen jääneitä laskettu mukaan. Viljelytaimien elossaoloprosentti laskettiin ilmoitetusta viljelytiheydestä.

Taivalkoskella ja Ristijärvellä tutkittiin maaston korkeuden vaikutusta metsänviljelyn onnistumiseen. Vastaavaa vertailua ei tehty muilla paikkakunnilla, siellä maaston korkeuden vaihtelu oli niissä pieni.

3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

31. Taimien elossaolo

Viljelyn onnistumista on selvitetty elossaoloprosentin avulla. Laskennassa on käytetty aina ilmoitettua viljelytiheyttä, joka on vaihdellut paikkakunnittain ja maanomistajasta riippuen 1 600 - 2 500 kpl/ha.

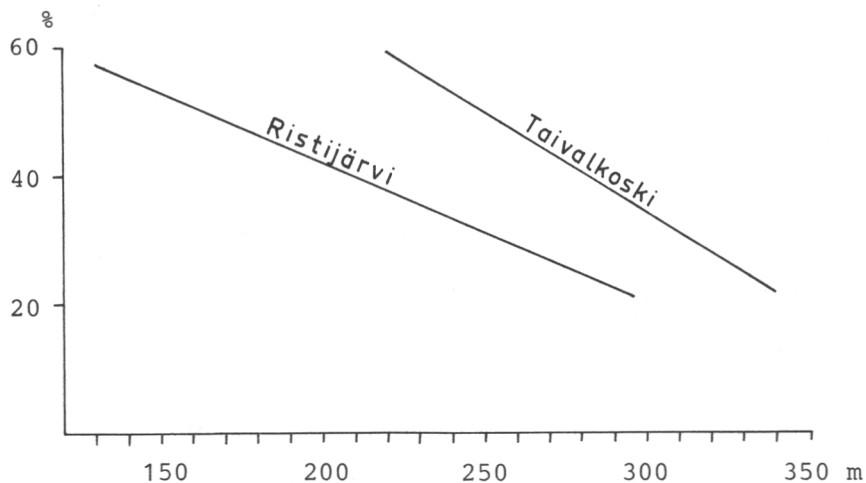
Viljelytavoittain, taimilajeittain ja ikäluokittain viljelytaimien elossaolosadannekset pitäjittäin on esitetty taulukossa 1. Kälviän viljelyt ovat 5-vuotiasta männyn kylvöä lukuunottamatta onnistuneet elossaolon suhteen hyvin. Samoin Muhoksen 5-vuotiaat männyn paljasjuuritaimet ovat menestyneet hyvin. Kaikki muut viljelyt ovat onnistuneet enemmän tai vähemmän heikosti, jos Kaustisen nuoria viljelyjä ei oteta huomioon. Ristijärvellä kuusen viljelyn tulos on mäntyä parempi. Kuusi lieneekin parempi vaihtoehto uudistusosalalle, jonka korkeus lähentelee 300 m mpy.

Taulukko 1. Viljelytaimien keskimääräinen elossaoloprosentti laskettuna ilmoitetusta viljelytiheydestä viljelytavan, taimilajin ja taimikon iän mukaan.

Vuosi	Paikkakunta	Mä paljasj.			Mä paakut.			Mä kylvö			Kuusi			Koivu	K-a
		1-3v	5v	10v	1-3v	5v	10v	1-3v	5v	10v	1-3v	5v	10v	5v	
1977	Kaustinen	71	-	-	80	-	-	76	-	-	92	-	-	-	78
1978	Muhos	-	80	52	-	-	-	-	57	40	-	64	42	65	58
1979	Taivalkoski	-	-	38	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	34
1980	Ristijärvi	-	-	41	-	-	34	-	-	33	-	-	69	-	42
1981	Kärsämäki	-	52	59	-	49	-	-	58	44	-	48	60	-	53
1982	Kälviä	-	77	85	-	71	86	-	41	79	-	-	-	-	77
	K-a	71	71	52	80	63	51	76	54	49	92	54	57	65	59

32. Korkeuden vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen

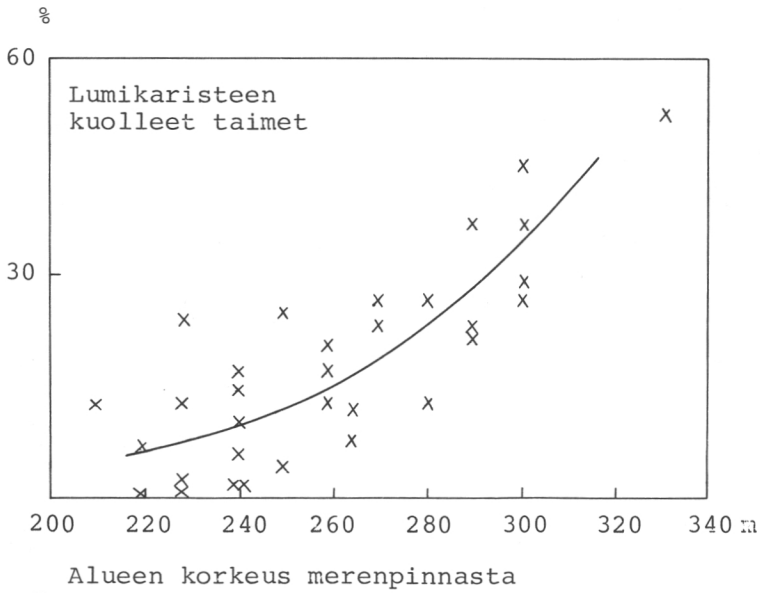
Taivalkosken ja Ristijärven metsänviljelyt ovat onnistuneet keskimäärin muita heikommin. Mänty ei siellä tämän tutkimuksen mukaan menesty hyvin. Syitä siihen voi olla useita. Tärkein lienee se, että kyseisissä pitäjissä tutkitut uudistusalueet ovat huomattavasti korkeammalla kuin toisissa pitäjissä olevat alueet. Ristijärvellä uudistusalan sijaintikorkeus oli merkittävin tekijä, joka vaikutti elossaoloprosenttiin. Elossaolo väheni 10 % korkeuden lisääntyessä 50 metriä (kuva 1). Molemmilla paikkakunnilla viljelyalan noustessa yli 300 metrin onnistuminen jäi alle 40 %. Viljelyalueet poikkeavat kuitenkin maanmuokkauksen, kasvupaikan ja maanomistajien osalta toisistaan siten, että Taivalkoskella on mukana vain tuoreiden kankaiden aurasalueet metsähallinnon mailla. Tästä johtuen kuvassa oleva Taivalkosken kuvaaja on todellisuutta parempi, koska maanomistajien kesken oli suuri ero valtionmaiden hyväksi.



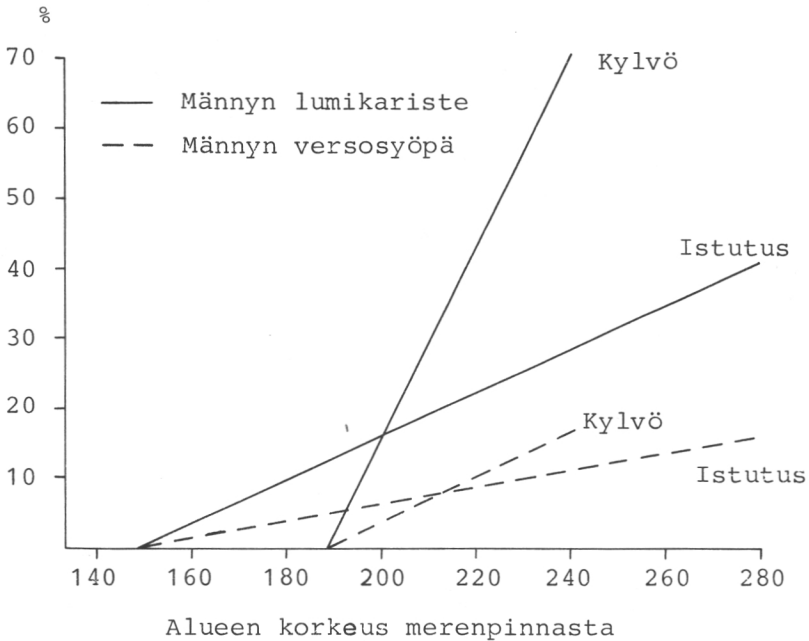
Kuva 1. Viljelypaikan korkeuden vaikutus männyn istutustainten elossaoloon. Taivalkosken tuoreiden kankaiden aurausalueet Pelkosen ym. (1982) mukaan ja Ristijärven tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden kaikki alueet Haverisen (1982) mukaan.

Kuolinsyytä ei niille taimille ole voitu määrittää, jotka ovat kuolleet heti istutuksen jälkeisinä vuosina ja olivat ehtineet siten jo maatua ennen inventointia. Ne eivät siten ole mukana seuraavissa kuvissa (2 - 3). Männynverso- ja lumikaristeeseen kuolleiden taimien määrään alueen korkeus vaikutti selvästi (kuvat 2 ja 3). Lumikaristeeseen ja verso- ja lumikaristeeseen oli Ristijärvellä taimia kuollut eniten kuuden vuoden iässä, jonka jälkeen kuolleisuus oli vähentynyt.

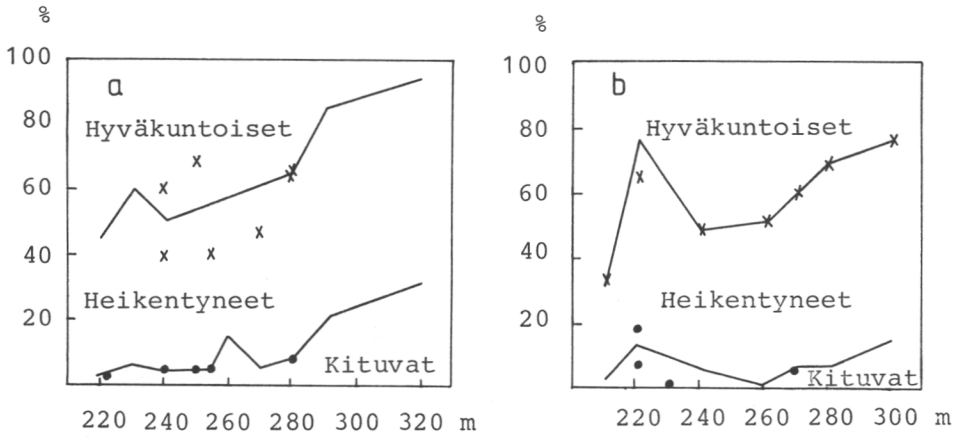
Taivalkoskella kehityskelpoisten viljelytaimien elinvoimaisuuteen viljelypaikan korkeus vaikutti selvästi (kuva 4). Myöskin Ristijärvellä terveiden taimien osuus väheni sijaintikorkeuden kasvaessa (kuva 5).



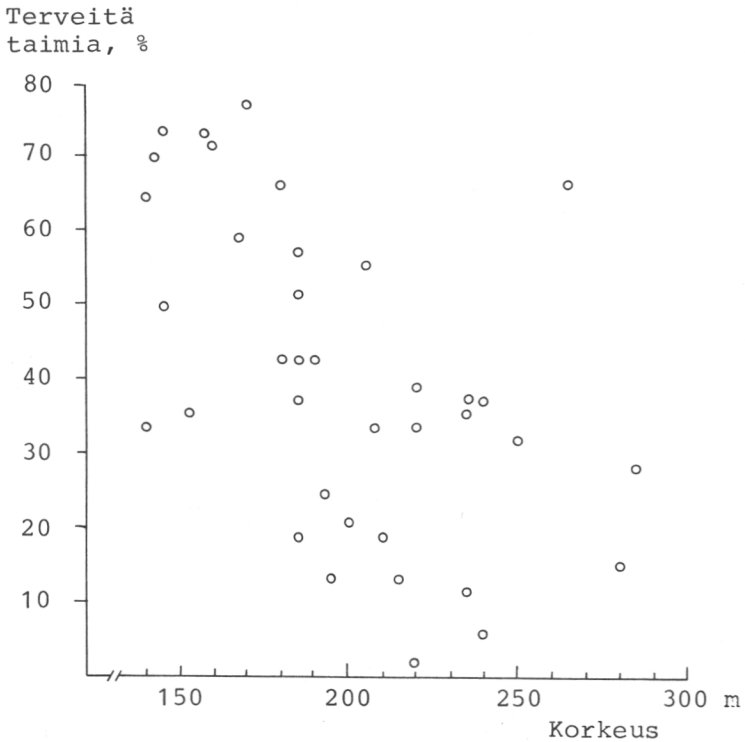
Kuva 2. Korkeuden vaikutus männyn lumikaristeeseen kuolleiden taimien määrään Taivalkosken auratuilla istutusaloilla. (H. Pelkonen ym. -82).



Kuva 3. Korkeuden vaikutus männyn lumikaristeeseen ja versosyöpään kuolleiden taimien määrään Ristijärven istutus- ja kylvöaloilla (R. Haverinen -82).



Kuva 4. Korkeuden vaikutus männyn elossaolevien istutus-
taimien elinvoimaisuuteen Taivalkoskella metsä-
hallinnon mailla. a = auratut alat, b = koneella
laikutetut alat (H. Pelkonen ym. -82).



Kuva 5. Korkeuden vaikutus terveiden männyn istutustaimien
määrään Ristijärvellä. (R. Haverinen -82).

33. Luonnontaimet viljelytaimikoiden täydentäjänä

Kehityskelpoisten viljeltyjen ja luontaisesti syntyneiden taimien yhteismäärä lisääntyy siirryttäessä inventointipaikkakunnittain etelämmäksi ja lännemmäksi (kuva 6). Tällöin taimien elinolosuhteet paranevat. Kuvassa oleva Taivalkosken pylväsdiagrammi ei ole vertailukelpoinen toisiinsa nähden, koska siellä ei hyväksytty kasvatettaviksi luontaisia koivuja niinkuin muualla tehtiin (taulukko 2). Kehityskelvottomiksi luokiteltuja lehtipuita siellä oli n. 1 800 kpl/ha, joista suurin osa oli hieskoivuja.

Kehityskelpoisten luontaisten koivujen suhteellinen osuus on kuitenkin pieni kaikissa pitäjissä, paitsi Muhoksella, jossa 10 vuoden ikäisillä istutetuilla männyn viljelyaloilla oli luontaisten koivujen osuus kaikista kasvatettaviksi hyväksytyiksi tulleista taimista 15 %. Lisäksi Taivalkosken aurausalojen tulosta heikentää siellä ollut mittausmenetelmä, joka ei ottanut vakojen välissä olevia luontaisia havupuun taimia tarpeeksi hyvin huomioon. Tästä johtuen Taivalkosken lopullinen uudistuminen näyttää jonkin verran todellisuutta heikommalta.

Taulukko 2. Kasvatettaviksi hyväksytyt luontaiset koivut kpl/ha

	Ist.	Kylvö
Taivalkoski	-	-
Ristijärvi	24	29
Muhos	207	-
Kärsämäki	6	72
Kälviä	88	75

Kälviällä kuivalla kasvupaikalla oli luonnontaimien merkitys suuri, sillä männyn 5-vuotiasta kylvöä lukuunottamatta saavutettiin siellä haluttu taimitiheys luonnontaimet mukaanlukien (taulukko 3). Tuoreella kasvupaikalla, jossa viljelytaimiakin oli vähemmän, lisääntyi kehityskelpoisten taimien määrä 32 % luonnontaimien ansiosta.

Taulukko 3. Kälviällä kehityskelpoisia viljeltyjä ja luontaisesti syntyneitä taimia kasvupaikoittain kpl/ha

Uudistamistapa iän ja kasvupaikan mukaan	Viljeltyt	Luontaiset				
		mä	ku	rko	hko	yht.
Mä istutus, paljasj.						
5 vuotta, kuiva	1577	228	161	-	7	1973
tuore	1461	71	184	-	3	1719
10 vuotta, kuiva	1822	250	45	10	50	2177
tuore	1414	116	165	39	112	1846
Mä istutus, kenno						
5 vuotta, kuiva	1571	639	80	-	-	2290
tuore	1127	310	232	-	24	1693
10 vuotta, kuiva	1725	275	-	25	25	2050
tuore	-	-	-	-	-	-
Mä kylvö						
5 vuotta, kuiva	877	607	151	-	-	1635
tuore	724	116	267	-	-	1107
10 vuotta, kuiva	1569	667	53	13	67	2369
tuore	1575	425	125	-	-	2125

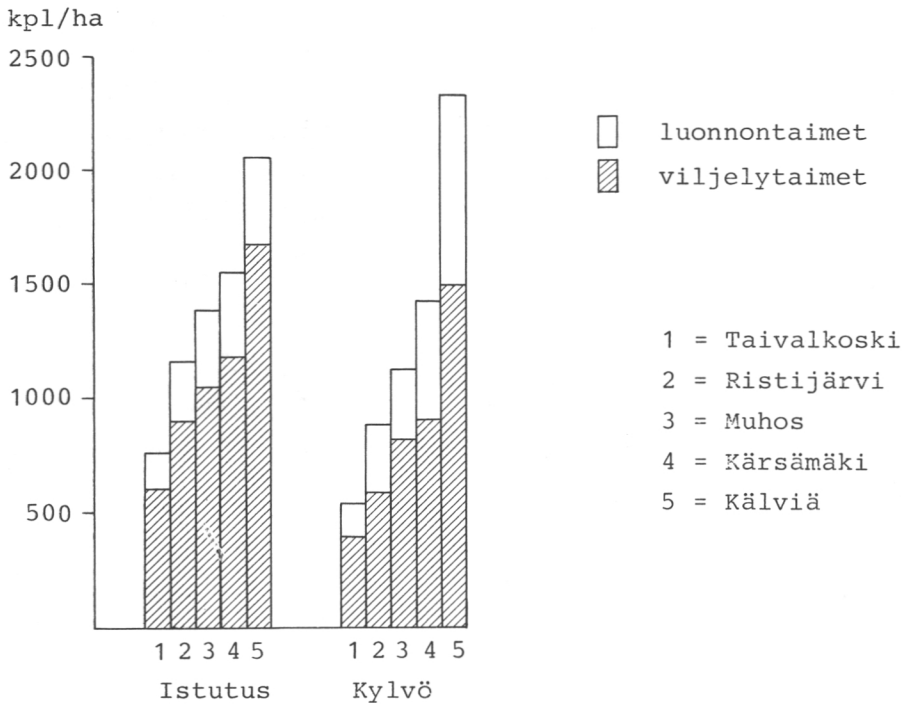
Kehityskelvottomiksi luettuja luonnontaimia, erityisesti koi-vua, oli uudistusaloilla runsaasti (taulukko 4). Taimien määrät kasvoivat sitä mukaa, mitä suotuisimmiksi kasvuolosuh-teet muuttuivat korkeilta mailta Pohjanmaan rannikolle päin tultaessa. Taivalkoskella kehityskelvottomiksi luokiteltuja luontaisia havupuun taimia oli lähes yhtä paljon kuin oli luontaisia kehityskelpoisia taimiakin.

Taulukko 4. Kehityskelvottomia luonnontaimia 10 vuoden ikäisillä männyn istutusaloilla kpl/ha

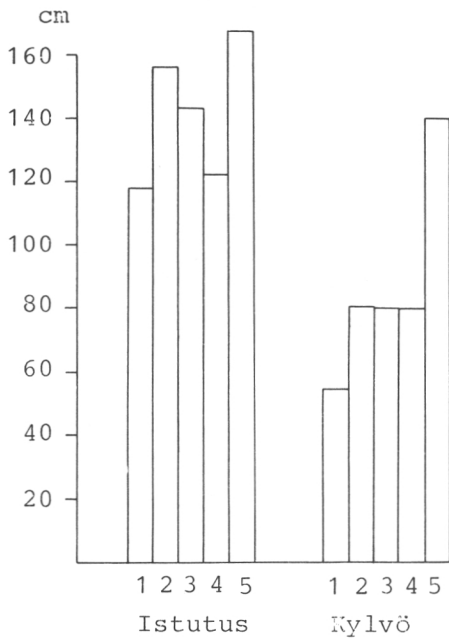
	Mänty	Kuusi	Koivu
Ristijärvi	224	134	4389
Muhos	410	58	4036
Kärsämäki	1000	285	7838
Kälviä	1328	1301	11055

34. Taimikoiden pituus

10-vuotiaitten tainten pituus vaihtelee kylvössä välillä n. 50 - 140 cm ja istutuksissa n. 120 - 170 cm (kuva 7). Taivalkosken taimet ovat lyhimpiä ja Kälviän taimet pisimpiä. Kärsämäellä istutustaimet ovat jostakin syystä pieniä ottaen huomioon ilmastollisesti edullisen sijainnin. Ristijärvellä puolestaan taimet ovat kasvaneet hyvin. Taivalkoskella taimien pituus olisi jäänyt vielä lyhyemmäksi ellei siellä olisi aurasalueita mukana, joita muualla ei ollut tässä pituus-tarkastuksessa. Kylvötaimet ovat kasvaneet hyvin tasapituiksi (n. 80 cm) Ristijärvellä, Muhoksella ja Kärsämäellä. Kälviällä ne lähentelevät jo istutustaimien pituutta.



Kuva 6. Männyn 10 vuoden ikäisillä viljelyaloilla olevat kehityskelpoiset viljely- ja luontaiset taimet.



Kuva 7. Männyn 10 vuoden ikäisten viljelytaimien pituus cm kone- ja kuokkalaikutusalueilla. Selitykset kuvassa 6.

4. TIIVISTELMÄ

Tämän laajan jatkuvan viljelytaimikoiden seurantatutkimuksen ensimmäisissä inventoinnissa tarkastettiin 374 uudistusalaa kuudessa pitäjässä Muhoksen metsäntutkimusaseman toimialueella. Inventointimenetelmä oli linjoittainen ympyräkoelaruviointi, jossa koelan koko oli 10 m^2 . Menetelmä oli samanlainen kaikilla alueilla pieniä poikkeuksia lukuunottamatta, jotka eivät kuitenkaan estä tulosten vertaamista toisiinsa.

Nyt esiteltyjen tulosten perusteella näyttää siltä, ettei viljelytulos ole aina läheskään se kuin mihin on alunperin pyritty. Paikoin viljely on epäonnistunut. Viljelytaimien määrä lisääntyy siirryttäessä inventointipaikkakunnalta etelämmäksi ja lännemmäksi. Esim. Kälviällä, josta saatiin tähänastisista paras tulos, oli 10-vuotiaiden viljelytaimien elossaolo 83 %.

Koillismaahan ja Kainuun vaaramailla tulokset ovat keskimäärin muita heikompia. Siellä viljelypaikan suhteelliset korkeusvaihtelut ovat suuria ja siten taimien elinolosuhteet ovat vaikeammat. Esim. Taivalkoskella 10-vuotiaiden viljelytaimien elossaolo oli 34 %, joka oli kaikista heikoin.

Ristijärvellä männyn versosyöpään ja lumikaristeeseen kuolleiden taimien määrään alueen korkeus vaikutti selvästi. Samoin elossaolo väheni 10 % korkeuden lisääntyessä 50 metriä.

Luonnontaimien merkitys viljelytaimien täydentäjänä oli huomattava. Esim. Kälviällä kehityskelpoisten taimien määrä lisääntyi 335 % luonnontaimien ansiosta.

5. KIRJALLISUUS

- HAVERINEN, R. 1982. Kymmenen vuotta vanhojen viljelytaimikoiden menestyminen Ristijärven pitäjässä Metsänhoitotieteen laudaturtyö.
- PELKONEN, H., TUOMI, P. & VALTANEN, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Folia For 511.
- SAVILAMPI, P. 1982. Kärsämäen viljelytaimikoiden inventointituloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 70.
- VALTANEN, J. 1980. Kaustisen ja Muhoksen metsänviljelyalueiden inventointituloksia. Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 18.

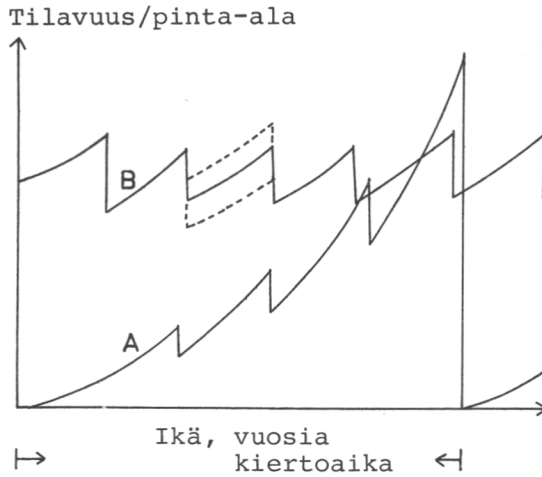
ERKKI LÄHDE

JATKUVA KASVATUS METSÄNKÄSITTELYN YHTENÄ VAIHTOEHTONA

Harsintahakkuista on jälleen viime aikoina käyty julkisuudessa vilkasta keskustelua. Jo A.K. Cajander kirjoitti harsinnasta tämän vuosisadan alussa, että "harsintahakkauksen tarkoituksena on korjata valmistunut puutavara, valmistaa sijaa uudelle kasvulle ja hankkia metsän terveille, kasville puille paremmat kehitysmahdollisuudet". P.W. Hannikainen määritteli kirjassaan "Metsänhoito-oppi" METSÄNHOIDOLLISEN HARSINNAN seuraavasti: "millä tarkoitetaan semmoista hakkuutapaa eri-ikäisissä, nuorempia ja vanhempia puita sekaisin kasvavassa metsässä, jonka kautta metsästä poimitaan valmistuneet puut pääasiallisesti yksitellen ja sillä tavoin, että niiden vieressä ja varjostamina kasvavat nuoremmat puut pääsevät hyvin kasvamaan".

HARSINNASTA JATKUVAAN KASVATUKSEEN

Uudella käsitteellä "jatkuva kasvatus" tarkoitetaan pääpiirteissään samaa kuin metsänhoidollisella harsinnalla. Jatkuvassa kasvatuksessa poimitaan "kypsät" ja kasvunopeudeltaan jo hidastuneet puuyksilöt sekä nuorista puista vialliset yksilöt. Liian tiheät kohdat harvennetaan. Metsikössä suunnataan siten kasvu nuoriin kasvatuskelpoisiin ja kasvunopeudeltaan voimakkaimpiin puihin. Kysymyksessä on kaikenkokoisten puiden eli koko metsän hoito. Puustopääoma pyritään pitämään suurena ja metsikön tuotto korkeana (kuva 1). Jatkuva uudistuminen tapahtuu luontaisesti eri-ikäisestä alikasvoksesta ja pienistä aukoista. Mikään ei tietenkään estä metsänkasvattajaa auttamasta luontaista uudistumista sopivalla tavalla kivennäismaata paljastaen tai esim. siirtämällä metsikön tiheistä taimiryhmistä yksittäisiä taimia mahdollisiin aukkoikkoihin eli tekemällä ns. siirtoistutusta.



Kuva 1. A. Tasaikäisrakenteisen (eli jaksollisen) metsän ja B. eri-ikäisrakenteisen (eli jatkuvan kasvatuksen) metsän periaatteellinen kasvatuskaavio.

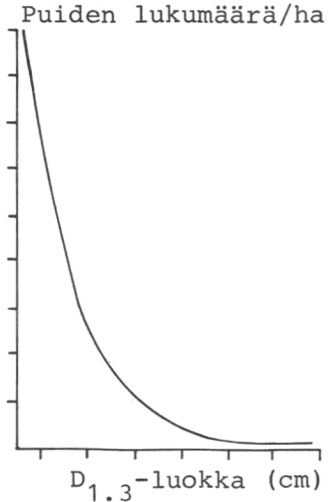
Eri puolilla maailmaa on rinnan tasaikäisrakenteisten metsien kasvatuksen kanssa kehitetty eri-ikäisrakenteisten metsien kasvatusmalleja. Keski-Euroopassa on tämä kehittämistyö jatkunut keskeytyksettä jo useiden vuosikymmenien ajan. Myös Yhdysvalloissa on kehitelty eri-ikäisrakenteisten metsien jatkuvan kasvatuksen malleja (esim. kuvat 2 ja 3). Meillä Suomessa tutkimukset jatkuvasta kasvattuksesta ovat viime vuosikymmeniltä valitettavan vähäisiä. Kehittämistyö on halvaantunut tunnetun harsintajulkilausuman vuoksi. Se annettiin jo vuonna 1948 eli 35 vuotta sitten.

Eräässä viime kesänä tehdyssä koeleimauksessa saatiin eteläsuomalaisella lehtomaisella kankaalla seuraavan asetelman ja kuvan 4 mukaisia tuloksia. Vertailuparina oli tavanomainen alaharvennus ja jatkuva kasvatus eri-ikäisessä valta- puustoltaan kolmannen ja neljännen kehitysluokan rajamailla olevassa metsässä.

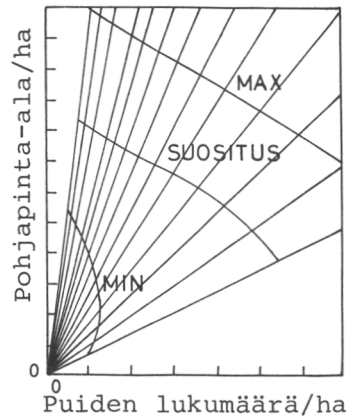
JATKUVA KASVATUS

ALAHARVENNUS

LEIMAUS	ENNEN	JÄLKEEN	EROTUS	ENNEN	JÄLKEEN	EROTUS
Runkoluku (> 5 cm)	1644	1406	238	1613	988	615
PPA m ³ /ha	34	28	6	33	26	7
Keski-D _{1.3}	14.7	14.2	0.5	13.9	15.7	+ 1.8
Valta-D _{1.3}	30.4	28.6	1.8	31.3	31.3	-
Keskipit.	13.6	13.2	0.6	12.6	13.6	+ 1.0
Valtapit.	23.2	22.1	1.1	23.0	23.0	-
Tilavuus	314	249	65	292	241	51
Tukkipuuta	197	152	45	196	182	14
Ku-aineis- puuta	111	91	20	89	55	34
Taimia Hapu	580			540		
Lepu	440			120		

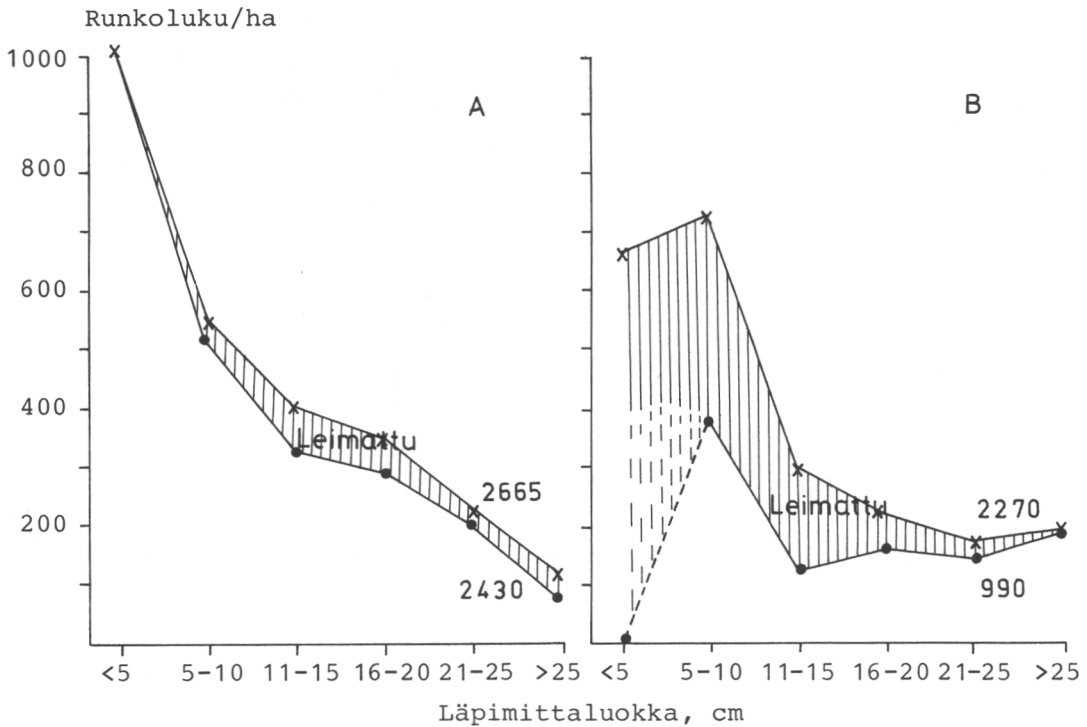


Pohjapinta-alalla painotettu
keskiläpimitta



Kuva 2. Jatkuvan kasvatuksen metsän ohjeellinen rakenne MARQUISin (1978) mukaan.

Kuva 3. Jatkuvassa kasvatuksessa suositeltavan hakkuumäärän raja-arvo-kaavio tietyllä kasvupaikalla MARQUISin (1978) mukaan.



Kuva 4. Eteläsuomalaisen kuusivaltaisen (OMT) sekametsän leimausvaihtoehdot ennen (x) ja jälkeen (•) leimauksen. A = Jatkuva kasvatus, B = Alaharvennus.

JATKUVAN KASVATUKSEN KOHTEET

Jatkuva kasvatus sopii parhaiten viljavien kasvupaikkojen kuusivaltaisiin sekametsiin. Edellytyksenä on metsikön eri-ikäisyys sekä nimenomaan viljavilla mailla kohtalaisen runsas lehtipuusekoitus. Turvemilla eri-ikäisrakenne on yleisintä, joten siellä jatkuvan kasvatuksen käyttö voi olla hyvinkin laaja-alaista. Lehtipuut, lähinnä raudus- ja hieskoivu, luovat havupuu- ja etenkin kuusivaltaisissa metsissä edellytykset maan taimettumiskunnon säilymiselle ja siten jatkuvalle luontaiselle uudistumiselle.

Ekologisesti aroissa metsissä, kuten suoja- ja lakimetsissä jatkuva kasvatus on kaikilla kasvupaikoilla turvallisin metsän käsittelyn vaihtoehto. Arkoja alueita ovat myös saaristo- ja muut rantametsät. Vastaavasti ulkoilualueiden metsiin sopii jatkuvan kasvatuksen periaate erinomaisen hyvin.

MÄÄRÄMITTAHARSINTA EI OLE METSÄNHOITOA

Määrämittaharsinta-nimitystä on käytetty menetelmästä, jossa hakataan tietyn vähimmäiskoon saavuttaneet puut. Sarvas on käyttänyt tästä menetelmästä nimitystä tukkipuun harsinta. Hänen mukaansa "metsikön metsänhoidollisiin vaatimuksiin ei näissä hakkuissa ole kiinnitetty huomiota". Vuokila on esittänyt käytettäväksi nimitystä metsänhoidollinen harsinta sellaisista hakkuumenetelmistä, jotka voidaan katsoa hyväksyttäväiksi missä tahansa puuston kehitysvaiheessa. Hän käyttää myös käsitteitä taloudellinen harvennus ja harsintaharvennus. Hän ei tarkoittane metsänhoidollisella harsinnalla samaa kuin jatkuvalla kasvatuksella, vaan kyseessä on eräs kasvatushakkuun vaihtoehto, jonka jälkeen päädytään monesti päätehakkuuvaiheeseen.

Harsinta-sanaa käytetään niin huolimattomasti, että aina ei ymmärretä, mitä sillä tarkoitetaan. Pahin sekaannus on tapahtunut edellä mainitussa vuoden 1948 julkilausumassa, jolla pyrittiin kieltämään kaikenlaiset harsintahakkuut, vaikka ilmeisenä tarkoituksena oli päästä eroon määrämittahakkuusta. Metsänhoidollisen harsinnan osalta julkilausuma ei perustunut tutkittuun tietoon. Vielä tänä päivänäkin harsintasana koetaan kirosanaksi. Juuri siksi olisi syytä ottaa käyttöön uusi nimitys, esim. jatkuva kasvatusta, ja kehittää menetelmää ennakkoluulottomasti eteenpäin.

Sveitsiläisen Leibundgutin mukaan metsänhoidollisesta harsinnasta metsänhoidon mestarit ovat kehittäneet syvällisen metsänolemuksen tuntemuksen ja ymmärryksen sisältävän menetelmän, jossa metsää voidaan samanaikaisesti hoitaa ja uudistaa. Hänen mukaansa metsänhoidollista harsintaa ei voida koskaan panna tiukkoihin kaavoihin, vaan käyttäjän on harkittava, kuinka sitä sovelletaan kussakin kohteessa. Sama periaate koskee myös jatkuvaa kasvatusta.

JATKUVAA KASVATUSTA KÄYTETÄÄN NYKYISINKIN

Olen peryhtynyt usean vuoden aikana jatkuvaa kasvatusta käsitteleviin tutkimusjulkaisuihin ja kirjoituksiin. Niitä on kertynyt parisen sataa. Valtaosa on keskieuropalaisia, sillä Suomessa on em. julkilausuman jälkeen varsin pahoin tyrehdytetty tämän aihepiirin tutkimustyökin. Ilman ekologisia ja tutkimuksellisia perusteita tosin väitetään, että esim. Keski-Eurooppaan soveltuva jatkuva kasvatusta olisi meidän oloissamme käyttökelpoton. Samalla kuitenkin myönnetään sen toimivan lehdossa, kitumailla sekä Pohjois-Suomen suoja- ja lakimetsissä. Käytännössä metsänhoidollista harjainta näkee tänä päivänäkin varsin menestyksellisesti tehtävän eräissä yksityismetsissä.

Tarkkaa pinta-alaa, jolla jatkuvaa kasvatusta voitaisiin yhtenä vaihtoehtona käyttää, on vaikea arvioida, sillä meillä ei varsinaisesti tilastoida sen edellytykset täyttäviä metsiköitä. Inventointimenetelmämme ovat vielä niin kehittymättömiä, että eri-ikäisten metsien rakenteen kuvaus on puutteellista. Alunperin jatkuvaan kasvatukseen soveltuvista metsiköistä on alaharvennuksella hakattu huomattava osa tasarakenteisiksi. Niitä lienee hyvin vaikeata käsitellä jatkuvan kasvatuksen hakkuulla.

METSÄNOMISTAJILLE KUULUU PÄÄTÖSVALTA

Metsänomistajan tulisi itse tehdä valinta hakkuutavasta kussakin tapauksessa. Hän yleensä parhaiten tuntee metsänsä. Jatkuvan kasvatuksen vaihtoehto tulisi hyväksyä nimenomaan silloin, kun metsänomistaja sitä haluaa ja kun metsikön rakenne antaa siihen mahdollisuuden. Sillä tavoin metsänomistaja saadaan kiinnostumaan myönteisesti metsänsä hoidosta ja ehkä nykyistä halukkaammin myymään puuta. Nykyinen kaavaomainen avohakkuu- auras-istutus -linja ei miellytä läheskään

kaikkia metsänomistajia. Metsäammattikunnan määrä yksityismetsätaloudessa on niin suuri ja ennakkotiedot hakkuusta tulevat niin hyvin tiedoksi, että metsän hävitykseen johtavat virheelliset hakkuuyritykset voidaan ennakolta tehokkaasti estää. Erityisen kiireellistä olisi monipuolistaa ja tehostaa metsäammattikunnan koulutusta, jotta jatkuvan kasvatuksen periaate voitaisiin jälleen oppia ymmärtämään ja aktiivisesti käyttämään. "Ruohonjuuritason" tietoa on vielä käytännön kentälläkin runsaasti olemassa.

Aikoinaan jopa määrämittahakkuut olivat puutavaralajien menekki-suhteiden vuoksi metsissämme välttämättömiä. Vain tukkipuulla oli menekkiä. Määrämittahakkuulla, joka siis on harhaanjohtavasti luettu harsintahakkuisiin, saatettiin metsä usein vajaatuottoiseksi. Määrämittahakkuu ja jatkuva kasvatus ovat kuitenkin aivan eri asioita. On muistettava, että useiden eri selvitysten mukaan kuusen, mutta monesti myös männyn alikasvoksilla on erinomainen kyky elpyä. Kuusi-alikasvosten elpyminen mm. erilaisten harsintahakkuiden jäljiltä onkin ilmeisesti yksi syy siihen, että meillä on keski-ikäisiä kuusikoita monin verroin enemmän kuin muutama vuosikymmen sitten tehtyjen valtakunnan metsien inventointien mukaan tällä hetkellä pitäisi olla. Metsänhoidollista harsintaa ja sen ohella luontaista uudistamista saamme siten osaksi kiittää siitä, että meillä on niin suuri puuvarasto tätä nykyä metsissämme. Nykyistä kovan linjan avohakkuu-auraus-istutus -linjaa on laajamittaisesti käytetty vasta parinkymmenen vuoden ajan. Sen tuloksena syntyneet taimikot eivät vielä ole puuvarastoja lisäämässä.

KORJUUMENETELMIÄ KEHITETTÄVÄ

Jatkuvan kasvatuksen hakkuissa on tietenkin se heikkous, että nykyiset avohakkuuseen tähtäävät korjuumenetelmät ovat huonosti niihin soveltuvia. Korjuukustannukset ovat luonnollisesti suurempia kuin avohakkuussa, mutta vastaavasti viljelykustannukset jäävät pois. Korjuumenetelmien kehittäminen

siten, että puita voidaan poimia jäljelle jääviä vikuuttamatta, on välttämätöntä ja kiireellistä jo edessä olevien kasvatushakkuiden vuoksi. Nehän ovat voimakkaasti lisääntymässä. Jos niistä ei ajallaan huolehdi, kärsitään todella huomattavia tuotostappioita. Samat menetelmät soveltuvat edelleen kehitettyinä jatkuvan kasvatuksen hakuuseen ja ylispuiden poistoon.

METSÄN MUUTKIN ARVOT TÄRKEITÄ

Metsänomistaja, joka pystyy korjuutyön tekemään kevyellä kalustolla, voi jatkuvassa kasvatuksessa saada pitkällä tähtäyksellä enemmän arvopuuta kuin alaharvennuksessa ja tuotoksen pitkäksi aikaa tavattoman alhaiseksi pudottavassa avohakkuuvaihtoehdossa. Jatkuvan kasvatuksen hakuussa saadaan toisin kuin alaharvennuksessa joka hakkuukerralla tukkipuuta, mikä parantaa sen kannattavuutta.

Ennen kaikkea maaseudun pienmetsänomistaja tarvitsee usein toistuvia hakkuutuloja. Hänen taloutensa pitoon sopii hyvin jatkuvan kasvatuksen periaate. Silloin kun metsänomistaja jättää metsänsä mielummin hakkaamatta kuin hyväksyy avohakkuun, merkitsee jatkuvan kasvatuksen hyväksyminen vaihtoehtona siihen soveltuviissa kohteissa puun teollisuuteen saannin helpottumista, siis kansantulon kakun kasvamista.

Ehkä suurin hyöty jatkuvassa kasvatuksessa on hakkuutulosten, työn ja metsän kehityksen tasaisuus. Maiseman rajut muutokset vältetään ja metsien muita käyttömuotoja, kuten virkistystä, sekä marjojen ja sienien poimintaa, voidaan harjoittaa häiriöttä rinnan metsätalouden harjoittamisen kanssa.

ESIMERKKEJÄ KIRJALLISUUDESTA

- AMMON, W. 1937. Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft. Verlag Paul Haupt. 108 s.
- " 1951. Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft. 3. Auflage. Verlag Paul Haupt. 160 s.
- APPERROTH, E., HEIKINHEIMO, O., KALELA, E., LAITAKARI, E., LINDFORS, J. & SARVAS, R. 1948. Julkilausuma. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 65 (11): 315-316.
- ASSMAN, E. 1961. Waldertragskunde. BLV - Verlagsgesellschaft. 490 s.
- CAJANDER, A.K. 1910. Metsiemme uudistushakkaukset toisiinsa verrattuina. OTAVA. 54 s.
- ECKHARD, O., FRAUENDORFER, R. & NATHER, J. 1961. Sie Wälder der Gemeinde Julbach, unter besonderer Berücksichtigung der stufig aufgebauten Mischwälder, Mitteilungen der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn Nr. 58. 93 s.
- GAYER, K. 1898. Der Waldau. 4. verb. Auflage. Verlag Paul Parey. 626 s.
- HANNIKAINEN, P.W. 1919. Metsänhoito-oppi. 4. painos. OTAVA. 268 s.
- HÄMÄLÄINEN, J. 1978. Harvennustavan vaikutus metsikön hakkuutuloihin, puuston arvoon ja kasvatuksen edullisuustunnuksiin. Puuntuotannon nykyhetken ongelmia. (Metsäntutkimuslaitoksen 60-vuotisretkeilyn opas 12.-13.6.1978) s. 15-21.
- KÖSTLER, J.N. 1950. Waldbau. 1. Auflage. Verlag Paul Parey. 418 s.
- " 1953. Waldpflege. Verlag Paul Parey. 200 s.
- LEIBUNDGUT, H. 1945. Waldbauliche Untersuchungen ueber den Aufbau von Plenterwäldern, Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt fuer das forstliche Versuchswesen 24 (1): 219-297.
- " 1951. Der Wald. 1. Auflage, Buechergilde Gutenberg. 222 s.
- " 1956. Ueber Grundlagen und Geltungsbereich der Plenterprinzipie, Referate, vortragen an der Wissenschaftlichen Konferenz ueber Plenterwäldern in der Slowakei. (Sliac 2.-5.10.1956).
- " 1972. Structur eines Emmentaler Plenterwaldes. Forstwissenschaftliches Centralblatt 91 (4/5): 222-237.
- MARQUIS, D.A. 1978. Application of uneven-aged silviculture and management on public and private lands.
- MITSCHERLICH, L. 1930. Der Tannen-Fichten-(Buchen) Plenterwald. Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt 8. 42 s.
- " 1961. Untersuchungen in Plenterwäldern des Schwarzwaldes. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 132 (4): 85-95.
- " 1963. Untersuchungen ueber den Kohlendauerhalt der Waldluft in Plenterwald und Fichtenreinbestand. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 134 (11): 281-290.

- NUMMINEN, E. 1981. Metsänrajamänniköt ja niiden uudistaminen mielipiteiden ristiaallokossa. Teollisuuden Metsäviesti 6-7: 18-21.
- OSARA, N.A. 1936. Syrjäytämme metsänhoidollisissa hakkuak-sissamme eräitä taloudellisia näkökohtia. Metsätalou-dellinen Aikakauskirja 53 (10): 237-243.
- PITKÄNIEMI, M. 1972. Helsingin kaupungin ulkoilualueiden metsäluonnon hoito. Kiinteistöviraston metsäosaston moniste. 63 s.
- ROIKO-JOKELA, P. 1981. Maaston korkeus puuntuotantoon vai-kuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of altitude on teh forest yield in northern Finland. Folia For. 452. 21 s.
- SARVAS, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamm-plenterungen auf die Privatwälder Suedfinlands.
- " 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien uudistamisesta. Summary: Investi-gations into the natural regeneration of selectively cut private forests in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 38.1. 95 s.
- " 1967. Viljelymetsä. Juhlaesitelmä Metsäntutkimus-laitoksen 50-vuotisjuhlassa Helsingin yliopiston juhla-salissa. 24.10.1967. Metsätaloudellinen Aikakaus-lehti 84 (10): 288-291.
- VALTANEN, J. 1981. Metsäntutkimuspäivät Taivalkoskella 1981. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Metsän-tutkimuslaitoksen tiedonantoja 24: 66-67.
- VUOKILA, Y. 1967. Kasvu- ja tuotostutkijan ajatuksesta kasvatushakkuista. Metsämies 9: 308-312.
- " 1970. Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. Summary: Selection from above in intermediate cuttings. Acta For. Fenn. 110. 45 s.
- " 1977. Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä. Summary: Selective thinning from above as a factor of growth and yield. Folia For. 298. 17 s.
- " 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. (oppikirja) WSOY. 256 s.

Jukka Valtanen

MUOKKAUSTAVAT JA METSÄNUUDISTAMISEN TULOS

1. JOHDANTO

Muhoksen tutkimusaseman tutkimuksissa on toiminnan aloittamisesta 1. vuodesta 1970 alkaen selvitetty maan muokkaamisen vaikutusta ja tarpeellisuutta sekä luontaisessa uudistamisessa että viljelyssä. Maanmuokkauskaluston kehittyminen 1950-luvun laikkurikauden jälkeen ja havainnot maan käsittelyn edullisuudesta tai välttämättömyydestä johtivat tutkijan ottamaan lähes kaikissa kivennäismaiden uudistamistutkimuksissa maanmuokkaamisen vaihtoehtojen vertaamisen yhdeksi keskeiseksi tehtäväksi. Eniten kiinnosti 1964 aloitettu metsäauraus, joka alunperin oli tarkoitettu soistuneiden ja alavien maiden uudistusalojen valmistamiseen, mutta jonka käyttö oli Pohjois-Suomessa nopeasti levinnyt lähes kaikenlaisille viljeltäville alueille kasvupaikkatyypistä riippumatta.

Tutkimusaseman vanhimmilla koekentillä taimikot ovat nyt yli kolmimetrisiä, ja varsinainen uudistamisvaihe on niillä siten ohitse. Jatkokehitystä - kasvatusmetsän tiheyttä, kuntoa ja laatua - ei nykytiedon perusteella kuitenkaan ole syytä käydä ennustamaan, vaan uudistamisprosessin lopullinen tulos nähdään vasta tulevina vuosina.

2. INVENTOINNIT, TUTKIMUKSET JA NIIDEN TULOKSIA

Tutkimusaseman metsänhoidon tutkimuksessa on ollut tai on n. 20 työtä, joissa maanmuokkaamisen vaikutus on selvitetävänä. Niistä esitetään nyt yhdeksän. Aineisto on kerätty tutkimusaseman varsinaiselta toimialueelta Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueelta.

1. Laikutusalueinventointi 1971.

Männyn luontaisen uudistamisen laikutusalueita 83 kpl, yhteensä 830 ha. Laikutukset vuosilta 1957 - 70. Linjoittainen koealamittaus, jossa laskettiin männyn taimien määrä laikuista ja koskemattomasta pinnasta.

Tulos:

Laikuissa oli taimia keskimäärin 4,6 kpl/m² ja 25-kertaisesti muokkaamattomaan pintaan verrattuna, vaikka tämä oli saanut siemeniä jo ehkä vuosikymmeniä. Hehtaaria kohden taimimäärä oli 8 325. Suomussalmen kirkonkylästä pohjoiseen ei vuoden 1962 jälkeen ollut taimia syntynyt. Sen sijaan läänin lounaisosassa riitti kaksi vuotta taimettumiseen.

2. Männyn luontainen uudistaminen 1974 - 88.

Koekentät perustettiin 1974 - 77. Siemenpuutiheydet ovat 20, 40 ja 80 r/ha. Muokkaukset ovat käsittelemätön (nolla), TTS-äestys ja auraus. Viimeinen inventointi on keväältä 1982.

Tulos:

Paikkakunta	Aika, vuosia	Kivennäispintaa, %		Taimia, kpl/ha		
		Äestys	Auraus	Nolla	Äestys	Auraus
Lestijärvi	5	37	44	300	7 400	11 500
Pyhäntä	4	48	60	1 300	5 200	7 100
Muhos	6	38	78	7 400	24 500	39 400
Kuhmo	7	13 ¹⁾	58	300	3 800 ¹⁾	20 800
Taivalkoski	4	37	64	400	600	900
Keskiarvo	5,2	35	61	1 900	8 300	15 900

1) Kuhmossa käytettiin metsä-äkeen sijasta Sinkkilän laikkuria, jolla kivennäismaata paljastui kolmannes siitä mitä äestyksessä.

Luontaisessa uudistamisessa voidaan hyvän taimettumisen alaraja asettaa suunnilleen 6 000 taimeen, sillä ryhmittäisyyden ja aukkoisuuden takia ei pienellä taimimäärällä päästä vastaavaan tulokseen, mitä onnistunut 2 000 - 2 500 taimen viljely antaa.

Seuraavassa jaotelmassa esitetään taimettumisnopeus tähänastisen keskimääräisen nopeuden mukaan:

Paikkakunta	Taimia vuodessa			6 000 taimeen tarvittava vuosimäärä		
	Nolla	Äestys	Auraus	Nolla	Äestys	Auraus
Lestijärvi	54	1 473	2 293	111	4	3
Pyhäntä	321	1 292	1 779	19	5	4
Muhos	1 234	4 080	6 565	5	2	1
Kuhmo	39	540	2 978	154	11	3
Taivalkoski	106	159	218	57	38	28
Keskiarvo	350	1 508	2 767	17,1	4,0	2,2

Jos Kuhmossa olisi ollut laikutuksen sijasta äestys, olisi taimimäärä todennäköisesti ollut kolminkertainen ja 6 000 taimen tarvitsema aika ollut vain neljä vuotta.

Taivalkosken luvut 38 ja 28 v eivät ole realistisia, sillä hyvän siemenvuoden tuleminen nopeammin on hyvin todennäköistä.

Jaotelma antaa tavallaan liian hyvän käsityksen muokkaamattomien eli nolla-alueiden taimettumisesta. Niillähän on ollut ainakin muutama vuosi pitempi aika taimettumiselle kuin muokatuilla alueilla.

Luontainen uudistaminen on siis onnistunut aurasalueella paremmin kuin äestysalueella. Syynä on ennen muuta paljastuneen kivennäispinnan määräero (äestys 35 % ja auraus 61 %), mutta ero on myös taimettumisherkkyydessä. Taimimäärät neliometrillä ovat paikkakuntien keskiarvona:

	Nolla	Äestys	Auraus
Vako	.	3,32	4,53
Piennar	.	.	3,68
Palle	.	0,54	0,76
Nolla	0,14	0,21	0,11
Keskiarvo	0,14	0,83	1,59

Vako siis taimettuu herkemmin kuin palle. Kuitenkin tois-
taiseksi näyttää silmävaraisen arvion perusteella siltä, että
kasvatettavien 2 000 - 3 000 taimen joukkoon selviää suhteel-
lisesti suurempi osa palletaimista kuin vako- tai piennar-
taimista.

3. Viljelyjen alkutiheys 1981 - 97.

Keski-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan aloitteesta liikkeelle
lähtenyt työ, jossa tarkastetaan vuosittain 40 viljelyaluetta
1. vuoden syksyllä ja sen jälkeen kolmen vuoden välein 13
kasvukauden ikään asti. Perustamisvaihe kestää kolme vuotta
1981.- 83, joten uudistusaloja tulee yhteensä 120. Ensim-
mäisenä syksynä merkitään koeympyrät ja tarkastetaan niille
viljellyt taimet, jolloin saadaan selville todellinen vilje-
lytiheys. Täsmälleen samojen taimien kehitystä seurataan
13 kasvukauden ajan. - 1983 on samanlainen työ aloitettu
Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan alueella.

Seuraavassa ovat kolmen rinnakkaisen luvun merkitykset vil-
jelty, kpl - 1. syksyn elossaolosadannes - alueita, kpl.

Muokkaustapa	Viljelty 1981	Viljelty 1982	Keskiarvo 1981 -82
Kuokkatyö	1683 - 95 - 7	2026 - 89 - 7	1854 - 92 - 14
Äestys	1675 - 98 - 26	1838 - 94 - 24	1756 - 96 - 50
Auraus	1471 - 98 - 7	1529 - 97 - 8	1500 - 98 - 15

Viljelyt siis on perustettu tiheimmiksi kuokkatyöalueilla
ja harvimmiksi aurausalueilla. Syynä voi olla toisaalta
aurausvakojen liian suuri väli ja toisaalta se, että kuokka-
työlle jätetään kaikkein helpoimmat alueet, missä laikun
teko ohuen kunnan takia on helppoa.

Onnistumissadannes 1. kesän päättyessä paranee yhdessä muok-
kauksen tehostumisen kanssa.

Viljelytiheys on vuodessa noussut 11 %. Viljelytöitä johtavat ammattimiehet ovat vuoden 1981 tarkastustulosten tultua tietoon ilmeisesti osanneet kiinnittää huomiota viljelytiheyteen uuden työkauden alkaessa. Tavoitteena olevasta 2 000 taimesta oltiin kuitenkin jäljessä vielä 297 tainta.

5. Korkeiden maiden metsän uudistaminen 1974 - 90.

1977 viljellyt koekentät ovat Taivalkosken pohjoisosassa Latvavaarassa (300 m) ja Puolangan - Hyrynsalmen rajalla Paljakalla (300 ja 360 m). Vanhojen kuusikoiden uudistamiseksi käytetään suojuspuumenetelmää, harsintaa ja avohakkuuta + viljelyä. Nyt esitetään Taivalkosken viljelykentän mittaustuloksia syksyllä 1983. Ikä on 7 kasvukautta.

	Elossa, %		Pituus, cm	
	Äestys	Auraus	Äestys	Auraus
Männyn istutus	83	60	66	85
Männyn kylvö	37	76	24	47
Kuusi, ist.	79	90	44	51
Lehtikuusi, ist.	52	67	66	123
Rauduskoivu, ist.	85	84	92	159
Keskiarvo	67	75	58	93

Männyn istutustaimia on kuollut aurasalueilla paljon, ja jäljelläolevat ovat yleisesti mutkaisia ja huonokuntoisia. Koivun säilymiseen muokkaustapa ei ole vaikuttanut. Muilla puulajeilla ero on selvä aurauksen hyväksi. Männyn kylvös on äestysalueella kärsinyt ruohoista ja heinistä, sillä kasvupaikka on viljava.

Keskipituus on aurasalueilla 60 % suurempi kuin äestysalueilla.

6. Metsänviljelyn runkotutkimus 1 1970 - 82.

Kuudelle paikkakunnalle Kainuuseen ja Pohjanmaalle perustettiin kuivien, tuoreiden ja soistuneiden maiden metsäaurausalueille koeviljelyjä kolmena vuotena 1970 - 72. Puulajeja oli 4 ja materiaaleja 10. Nyt esitetään männyn kylvö- ja istutustuloksia auraspienareesta ja -palteesta 13 kasvukauden jälkeen. Tuloksia arvioidessa on tarpeen huomata, että auraus tehtiin piennarauralla, ja auran säätö ei ollut riittävän syvä. Palteet olivat sen takia pieniä ja vaikeita viljeltäviä. Vertailu ei siten tee oikeutta palleviljelyille.

	Elossa, %		Pituus, cm	
	Kainuu	Pohjanmaa	Kainuu	Pohjanmaa
Kylvö				
Piennar	46	54	158	176
Palle	61	50	174	164
Istutus				
Piennar	59	51	242	252
Palle	71	47	255	257

Kainuussa taimien elossaolo on parempi palteessa, Pohjanmaalla pientareessa. Koko aineistossa, jota tässä ei esitetä, Pohjanmaalla keskimääräinen viljelytulos on parempi kuin Kainuussa.

Pohjanmaalla viljelytulos paranee aurauksen vanhentuuessa. Kainuussa vastaavaa muutosta ei ole.

7. Metsäaurauksen ja viljelyn välisen ajan vaikutus viljelytulokseen 1972 - 82.

Koekenttä on Pudasjärven länsiosassa. Alue aurattiin syksyllä 1971. Auraus onnistui hyvin, auran säätö oli syvä, ja palteet tulivat kunnollisia. Viljelyt tehtiin keväällä, kesällä ja syksyllä 1972 - 74 eli yhteensä yhdeksän kertaa.

Aurausjälki vanheni siten 1, 2 tai 3 talvea. Viljelyssä käytettiin viittä männyn taimilajia. Seuraavassa esitetään elossaolosadanneksen kehitys pientareessa ja palteessa kaikkien materiaalien keskiarvona sekä kevään 1972 kennojen ja paljasjuuritainten metsittymistulos syksyllä 1982.

Tarkastusvuosi	Piennar	Palle
1974	86	84
1975	80	80
1978	72	76
1982	68	73

Heikomman alun jälkeen paltetaimet ovat lopulta menestyneet piennartaimia paremmin. Keskimääräinen pituus oli syksyllä 1982 pientareessa 161 cm ja palteessa 174 cm.

1. viljelyerän (kevät 1972) kennojen ja paljasjuuri-istutusten elossaolo ja pituus oli 11 kasvukauden jälkeen:

	Elossa, %		Pituus, cm	
	Piennar	Palle	Piennar	Palle
Kenno	83	90	227	240
Istutus	75	90	255	294

Runkosummien suhdelukupari oli kennoilla 87:100 ja paljasjuurisilla 72:100 palteen hyväksi.

8. Metsänviljelyn runkotutkimus 2 1975 - 90.

Neljälle paikkakunnalle perustettiin tuoreille ja kuivahkoille kankaille männyn kylvö- ja istutusvertailut. Kylvöt olivat haja- ja vakokylvö, istutukset kenno 1MK ja paljasjuurinen 1M+1A. Muokkauksia oli neljä: kuokkalaikutus, konelaikutus (Sinkkilä), äestys ja auraus. Kaavasta poiketen hajakylvöruutuja ei laikutettu kuokalla, vaan ne jätettiin koskemattomiksi. Perustamisvuodet olivat 1975 - 77. Nyt esitetään vuoden 1975 viljelyn tuloksia seitsemän kasvukauden iällä paikkakuntien ja kasvupaikkojen keskiarvoina.

Muokkaustapa	Haja- kylvö	Vako- kylvö	1Mk	1M+1A	Keski- arvo
	E l o s s a, %				
Kuokkalaikutus	38	56	66	80	60
Konelaikutus	88	65	79	80	78
Äestys	88	66	76	87	79
Auraus	100	67	76	84	82
Keskiarvo	78	63	74	83	75

	P i t u u s, c m				
Kuokkalaikutus	20	19	45	55	35
Konelaikutus	27	27	49	62	41
Äestys	22	26	50	63	40
Auraus	41	34	60	75	53
Keskiarvo	28	26	51	64	42

	R u n k o s u m m a, m				
Kuokkalaikutus	188	266	748	1 100	575
Konelaikutus	582	440	972	1 247	810
Äestys	490	419	955	1 379	811
Auraus	1 030	570	1 128	1 586	1 079
Keskiarvo	572	424	951	1 328	819

Runkosumman suhdeluvut ovat auraus 100, äestys ja konelaikutus 75 ja kuokkalaikutus 53.

Kasvupaikoittain tarkasteltaessa todetaan, että maanmuokkauksen vaikutus on hyvin samanlainen sekä tuoreilla että kuivahkoilla mailla. Keskimäärin runkosummien suhde seitsemän vuoden iällä on tuoreet kankaat 79: kuivahkot kankaat 100. Ero johtunee pintakasvillisuuden kilpailusta tuoreilla mailla. On ilmeistä, että ero tasaantuu ja myöhemmin muuttuu tuoreiden kankaiden eduksi.

9. Puulajien vertailu 1972 - 95.

Koekentät on perustettu 2 - 300 metrin korkeudelle eli rannikoilta vaaroille. Vertailtavat puulajit ovat mänty, kuusi, kontorta, lehtikuusi, rauduskoivu ja hieskoivu. Joillakin koekentillä on maa muokattu eri tavoin. Nyt esitellään tuloksia Puolangan Paljakalta (300 m) ja Pudasjärven Venkaalta (100 m). Paljakka on viljelty 1973 ja Vengas 1974. Syksyllä 1982, jolloin viljelysten ikä on 10 ja 9 kasvukautta, olivat männyn ja kuusen elossaolosadannekset ja pituudet seuraavaat:

	Paljakka				Vengas			
	Mänty		Kuusi		Mänty		Kuusi	
	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm
Konelaikutus	59	163	66	63	79	190	70	78
Aurauspiennar	61	167	74	64	79	238	93	144
Aurauspalle	69	175	83	80	82	249	78	165

Lukujen mukaan aurauspalle on paras kaikissa muissa paitsi Venkaalla kuusia on elossa eniten pientareessa.

3. TULOSTEN TARKASTELUA

Esitettyjen keskiarvotulosten mukaan metsäauraus on metsänuudistamistuloksen kannalta parempi kuin lievät konemuokkaukset. Aurausalueella palle on piennarta parempi. Kuokkalaiikutus on huonoin tapa. Kuitenkin hajonta on niin suuri, että muokkausratkaisua ei pidä missään tapauksessa tehdä keskiarvotulokseen luottaen, vaan metsäammattimiehen tulee tehdä ratkaisu aina paikan päällä kokemuksensa mukaan ja eri näkökohdat huomioonottaen.

Edellä esitettyjen metsäaurauksen käyttöä kiistatta puoltavien tulosten lisäksi on huomattava, että paikoin on aurausalueilla taimikkotuhoja, joita voidaan pitää tyypillisinä

juuri aurasalueetaimille. Taimet voivat olla moneen kertaan mutkaisia, haaraisia, lenkoja ja kallistelevia. Alaoksat kuivuvat epänormaalin nopeasti, ja lumi repii niitä. Edellä esitetyistä koepaikoista tämäntyypistä tuhoa on Taivalkosken Latvavaarassa korkeiden maiden metsän uudistamiskeella. Tuhoa on ollut eniten vuoden 1981 jälkeen 1 - 1,5 metrin pituuden saavuttaneissa taimikoissa. Toistaiseksi tuhoa ei voida asettaa nimenomaan metsäaurauksen syyksi sen takia, että vertailukelpoisuutta ei ole. Vierekkäin olevilla muokkausruuduilla on vasta osa taimista saavuttanut "tuhonalttiin" pituuden aurasalueilla, ja äestysalueella taimet kituvat vielä alimittaisina.

Silmävaraisten havaintojen mukaan 2 - 4 metrin pituiset aurasalueiden viljelytaimikot ovat hyväkuntoisia ja hyvälaatuisia ainakin Metsänviljelyn runkotutkimus 1:n koaloilla Pyhäjärven pohjoisrajalla (160 m), Pudasjärven itäosassa (Puhos, 220 m) ja Pudasjärven länsiosassa (Vengas, 100 m).

Koska maaperän ominaisuudet vaihtelevat hyvin laajoissa rajoissa, on eri maanmuokkausmenetelmien vaikutusta taimikoiden kehitykseen edelleen seurattava ja ohjeita korjattava tiedon lisääntyessä. Ajankohtainen tutkimusaihe on metsäaurauksen maaperässä mahdollisesti aiheuttamat haitalliset muutokset, niiden maantieteellinen laajuus ja merkitys käytännön ratkaisuja ajatellen.

Mikko Moilanen

SUURSARARÄMEEN PUUSTON KEHITYKSESTÄ OJITUKSEN JA LANNOITUKSEN JÄLKEEN POHJOIS-POHJANMAALLA JA KAINUUSSA

1. JOHDANTO

Luonnontilaisilla rämeillä puusto kykenee vain harvoin täysin hyödyntämään kasvupotentiaaliaan. Kasvua rajoittaa ensisijaisesti kasvualustan liika märkyys: pohjaveden pinta pysyy läpi kesän korkealla ja vesi on vähäliikkeisyytensä takia happiköyhää. Tämän seurauksena turpeen hajotustoiminta ja ravinteiden mobilisaatio puiden juurikerroksessa jää vaja- vaiseksi (vrt. Paavilainen 1967, Lähde 1969). Myöskään turpeen ravinnetila ei ole puun kannalta aina tyydyttävä. Fosforia ja kaliumia on niukalti ja typen kierto turpeesta kasvillisuuden käyttöön vähäistä. Hivenravinteiden vähyys ja/tai epäsuhta voi taas heijastua jopa silminnähtävinä häiriöinä puuston kehityksessä.

Ojituksella ja lannoituksella pyritään tunnetusti parantamaan puuston kasvun edellytyksiä. Ojitus alentaa pohjaveden tasoa ja saa pintavedet liikkeelle, parantaa puiden juuriston toimintaedellytyksiä ja aktivoi turpeen pieneliöstön toimintaa. Vähitellen turpeen kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet muokkautuvat puulle suotuisampaan suuntaan. Lannoituksen tavoitteena on poistaa puun kasvua eniten rajoittavien pääravinteiden puutetta lisäämällä maaperään fosforia, kaliumia ja karummilla rämeillä myös typpeä.

Ojitettujen soiden puuston kasvua ja kehitystä ovat perusteellisemmin selvitelleet Heikurainen (1959, 1980), Seppälä (1969) ja Heikurainen ja Seppälä (1973). Tutkimusten pohjalta on laadittu perusteet erilaisten soiden ojituksen jälkeiselle tuotoksen arvioinnille. Selvityksiä lannoituksen vaikutuksesta suopuuston rakenteeseen ja kehitykseen on myös tehty

(mm. Keltikangas ja Seppälä 1973a, Paavilainen ja Simpanen 1975, Paavilainen 1976, 1978, 1979, Paavilainen ja Penttilä 1983). Kuitenkaan Pohjois-Suomeen soveltuva lannoitustietoutta ei ole riittävästi. Erityisesti kaivataan tuloksia jatkolannoituksen vaikutuksesta varttuneempien suopuustojen kehitykseen.

Syksyllä 1974 perusti Muhoksen metsäntutkimusasema 23 lannoituskoetta metsähallinnon hoitoalueisiin eri puolille Oulun läänin. Tarkoituksena oli selvittää, mitä pääravinteita tarvitaan suursararämeen riukuvaiheen männikön jatkolannoituksessa ja missä suhteissa ravinteita tulee käyttää. Etenkin haluttiin nähdä

- eroavatko PK- ja NPK-käsittelyt toisistaan, ts. tarvitaanko fosforin ja kaliumin ohella typpeä
- korostuuko kaliumin tarve paksuturpeisilla, viljavilla, alkuaan nevaisilla soilla

2. KOEKENTÄT JA MITTAUKSET

Tutkimuskohteet ovat ojitusiältään vanhoja; alkuaan jo 1920- ja 1930-luvulla lapiotyönä tehtyjä kuivatuksia, joilla on jouduttu myöhemmin suorittamaan täydennysojitus. Kasvupaikat ovat muuttumavaiheessa, eräät jo turvekangasasteella. Alkuperäiseltä suotyypiltään kohteet edustavat useimmiten suursararämettä, joskin myös selvää ruohoisuutta on nähtävissä (taulukko 1). Ojitettaessa puustoa on ollut varsin niukalti.

Kaikki kohteet lannoitettiin käytännön työnä 1960-luvun alussa. Peruslannoituksessa käytetyt ravinne määrät olivat nykysuositukseen verrattuna suuria: fosforia 75 - 90 kg/ha ja kaliumia 75 - 100 kg/ha. Lannoitteina käytettiin hienofosfaattia (0 - 14 - 0) ja kalisuolaa (0 - 0 - 50).

Syksyllä 1974 varsinaista lannoituskoetta perustettaessa puuston tilavuus vaihteli 20 - 50 m³/ha ja kasvu 2,5 - 4,0 m³/ha/v. Aiemmissä puustonkäsittelyissä

Taulukko 1. Tutkimuskohteiden yleistiedot ja eräitä puustotunnuksia v. 1982.

Sijainti	Ojitukset, v.	Lannoitukset, v.	Suotyyppi	Turpeen paksuus,m	Rinnankor- keusikä,v	Puulaji- suhteet,% Mä Ko	Valta- pituus,m	Runkoluku, kpl/ha	Tilavuus, m ³ /ha	Tilavuuskasvu, m ³ /ha/v
Sotkamo	1930- luku	1957, 1961, 1974	RhRmu	1,0+	36	85 15	13,5	1690	125	5,6
Sievi	1921,1925, 1963	1965, 1974	SsRmu (ent.neva)	1,0+	38	75 25	12,0	1350	69	4,6
Pyhäntä	1930 - 50	1964, 1974	SsR (PsR) mu	1,2-1,4	56	95 5	9,5	1320	49	3,1 75
Vaala	1950- luku	1962, 1974	SsRmu	0,9-1,4	45	90 10	11,0	1700	70	3,8
Pudasjärvi	1952,1972	1962, 1975	SsR (PsR) mu	0,3-0,7	43	95 5	11,0	1350	72	4,2
Ii	1928, -54 -65	1961, 1975	SsR (RhR) mu (ent.neva)	1,5+	30	100 △	8,5	1980	55	3,6
Puolanka	1930- luku, 1975	1963, 1977	SsRmu	0,7-0,9	30	90 10	9,0	1200	45	3,7

puulajisuhteita oli ohjattu männyn hyväksi: hieskoivun seka-
puuosuus vaihteli 5 - 20 %:iin puuston tilavuudesta.

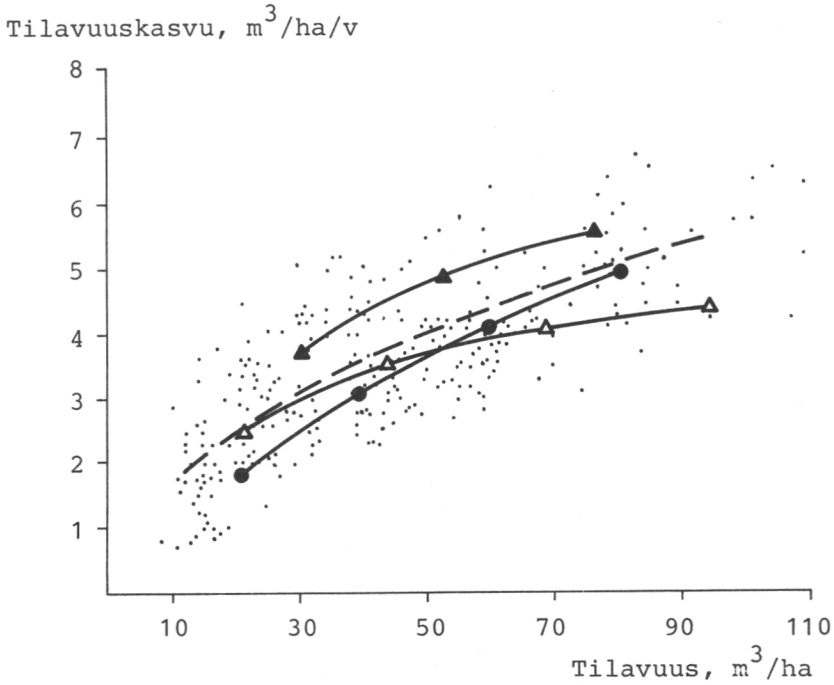
Vuoden 1974 lannoituksessa käytettiin suometsien PK-lannosta
(0 - 10,5 - 12,5), ureaa (46 - 0 - 0) ja kalisuolaa (0 - 0 - 50)
erilaisina yhdistelminä ja määrinä. Saman lannoituskäsittelyn
saaneita koeruutuja oli kullakin kohteella 2 - 3 kpl ja koe-
järjestely toteutti arvottujen lohkojen periaatetta.

Selvittämällä eri tavoin lannoitettujen koeruutujen puuston
tilavuuden ja kasvun kehitys voitiin arvioida jatkolannoi-
tuksen aiheuttaman kasvunlisäyksen suuruutta. Ensimmäisen
lannoituksen vaikutuksen selvittämiseen ei ollut mahdolli-
suuksia lannoittamattomien vertailualojen puuttumisen takia.
Kasvun kehitys saatiin koepuiden sädekasvukairauksen (rinnan-
korkeus), kahden läpimitan (D1,3 ja D6,0), puun pituuden ja
pituuskasvujen avulla. Aineiston laskennassa käytettiin
yleisiä tilastollisia menetelmiä (varianssi- ja kovarians-
sianalyysi).

Tutkimuksessa rajoituttiin seuraamaan runkopuun tilavuus-
kasvua lannoituskaudella. Lannoituksen aiheuttamia mahdol-
lisiä muutoksia esim. oksiston ja runkopuun kasvusuhteisiin,
puun runkomuotoon, puuston terveydentilaan jne. ei tarkemmin
selvitetty tässä yhteydessä.

3. TULOKSET

Tällä hetkellä on puuston mittaustietoja saatavissa seitse-
mältä paikkakunnalta: Sotkamo, Puolanka, Vaala, Pudasjärvi,
Ii, Pyhäntä ja Sievi. Puuston kasvun tarkastelu tilavuuden
funktiona osoittaa ko. kohteiden puuston kehityksen vastaavan
likimain Heikuraisen (1959) esittämää varsinaisen sararämeen
kehitystä samalla ilmastoalueella (kuva 1). Vertailun vuoksi
kuvassa näkyvät myös Vuokilan ja Väliahon (1980) tutkimuksesta

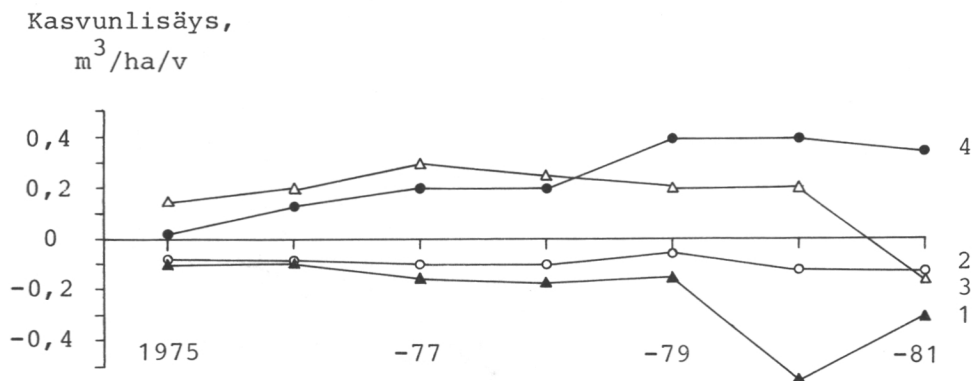


Kuva 1. Puuston tilavuuskasvu tilavuuden funktiona.

- — Pisteparven tasoituskäyrä
- Heikurainen 1959, VSR
- △—△ Vuokila & Väliäho 1980, $H_{100} = 18$
- ▲—▲ Vuokila & Väliäho 1980, $H_{100} = 21$

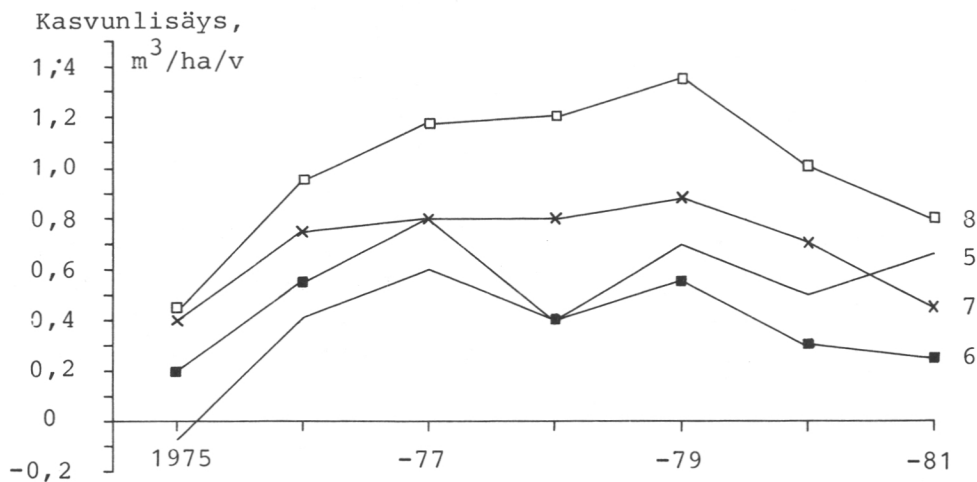
saadut kangasmaan kylvömännikön eräiden boniteettiluokkien ($H_{100} = 18$ ja 21) kasvun tasot tilavuuden suhteen nuorella iällä. Kangasmaan metsätyyppeihin rinnastettuna kohteet sijoittuvat puuntuotoskyvyltään siten EVT- ja VMT-tyyppien välille.

Vuoden 1974 jatkolannoituksen todettiin vaikuttaneen puuston kasvuun (kuva 2). Tilastollisesti luotettavia eroja kontrolliruutuihin nähden ilmeni kuitenkin vain kahden käsittelyn kohdalla: lähes nykysuosituksen mukainen NPK-lannoitus ja NPK-lannoitus, jossa kaliumia annettiin tavanomaista suurempi määrä (käsittelyt 7 ja 8).



Lannoituskäsittelyt v. 1974, kg/ha

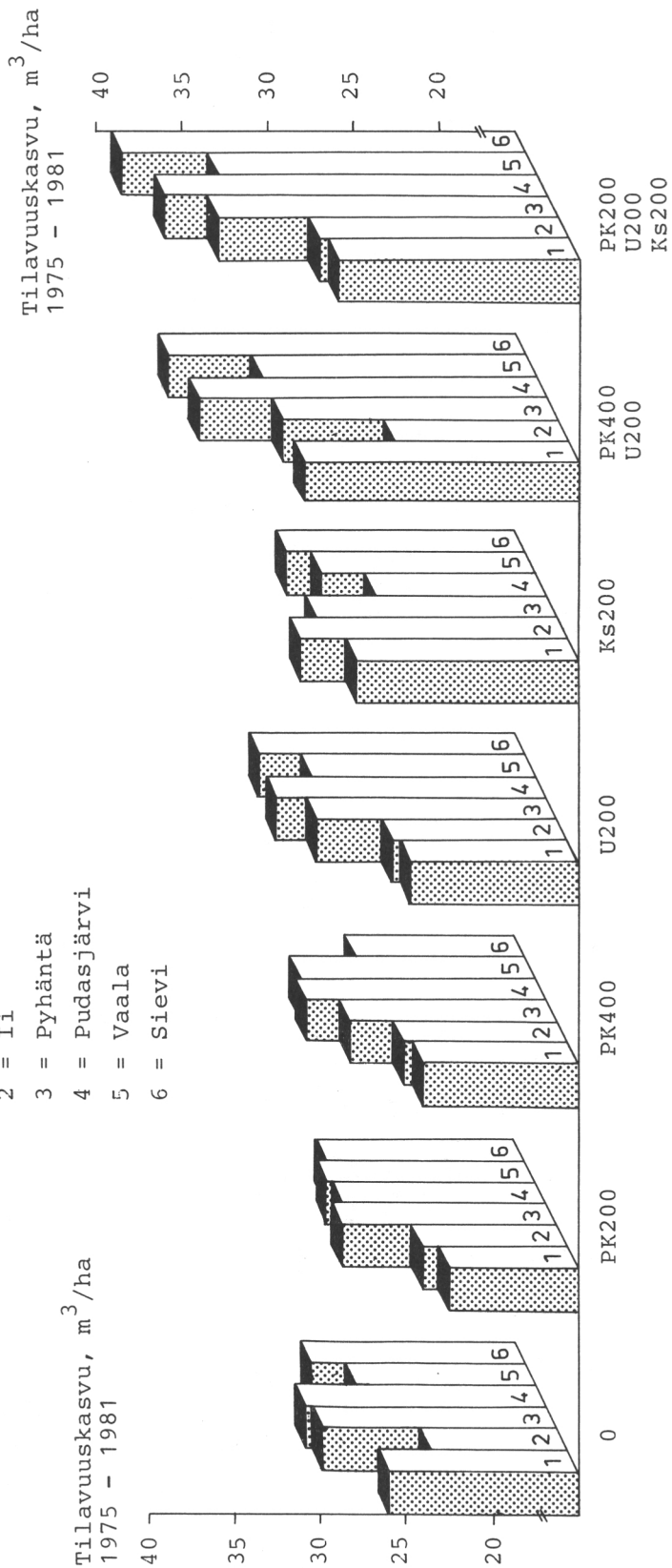
- | | | | |
|---|-----|------------------|--|
| 1 | ▲—▲ | PK200 | |
| 2 | ○—○ | PK400 | |
| 3 | △—△ | U200 | |
| 4 | ●—● | Ks200 | |
| 5 | — | U200 Ks200 | |
| 6 | ■—■ | PK200 U100 | |
| 7 | ×—× | PK400 U200 | |
| 8 | □—□ | PK200 U200 Ks200 | |
- PK = Suometsien PK-lannos
(0-10,5-12,5)
U = Urea (46-0-0)
Ks = Kalisuola (0-0-50)



Kuva 2. Jatkolannoituksen aiheuttama puuston tilavuuskasvun lisäys vuosina 1975 - 81 kuuden koekentän tulosten keskiarvona.

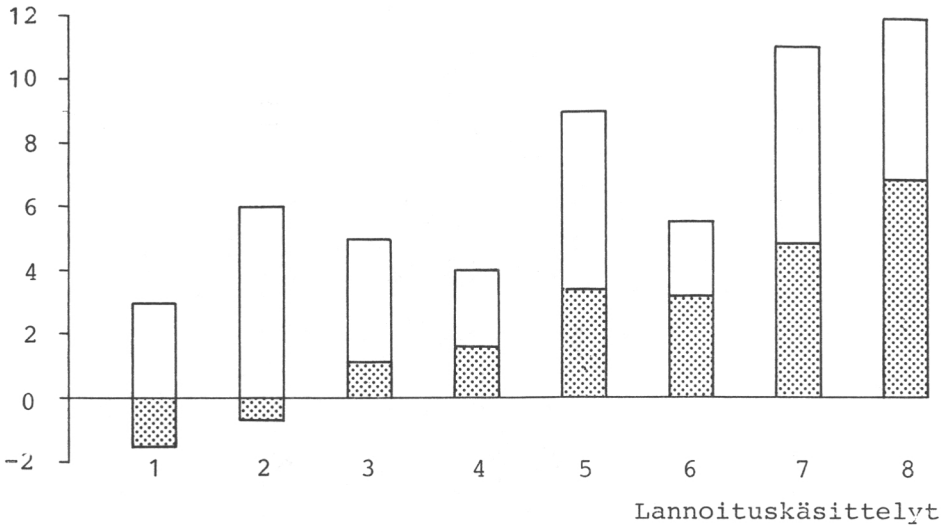
Paikkakunnat:

- 1 = Sotkamo
- 2 = Ii
- 3 = Pyhäntä
- 4 = Pudasjärvi
- 5 = Vaala
- 6 = Sievi



Kuva 3. Tutkimuskohteitten puuston tilavuuskasvu jatkolannoituksen jälkeen. Lannoitus syksyllä 1974.

Hakkuupoistuman
lisäys, m³/ha



Kuva 4. Arvio lannoituskustannusten kattamiseksi tarvittavasta hakkuupoistuman (kuitupuu) lisäyksestä. Pylvään tummennettu osa esittää lannoituksen aiheuttamaa kasvunlisäystä vuosina 1975 - 81. Lannoituskäsittelyt kuvassa 2.

Kaliumylimäärän kasvua lisäävä vaikutus näkyi selvästi lähes kaikilla tutkituilla kohteilla. Pelkkä PK-lannoitus ei juuri vaikuttanut puitten kasvuun, ei myöskään kalisuoalan tai urean lisäys yksistään (kuva 3, sivu 79). Suurimmillaan NPK-lannoituksen vaikutus oli 3 - 5 vuotta levityksen jälkeen (kasvunlisäys 0,7 - 1,3 m³/ha/v) ja vaikutuksen kestoajaksi näytti muodostuvan 7 - 8 vuotta.

Jatkolannoituksen taloudellisuuden arvioimiseksi verrattiin lannoituskustannuksia korkoineen saatuaan lisäkasvuun ja sen realisoimiskelpoiseen arvoon. Kuvassa 4 esitetään eri lannoituskäsittelyjen antama kasvunlisäys ja toisaalta se "ylimääräinen" puumäärä, joka olisi saatava seuraavaan harvennushakkuupoistumaan lannoituskustannusten kattamiseksi. Edellytyksenä on, että ko. lisäpuumäärä voidaan realisoida

välittömästi lannoitusvaikutuksen päättyessä. Lannoitekustannukset ja puun kantohinnat on määritetty nykyhetken reaaliarvoina. Verraten pienten kasvunlisäysten ja toisaalta lähes kokonaan pelkästä kuitupuusta koostuvan harvennuspoistuman takia lannoitustulos jää taloudellisilla perusteillakin tarkasteltuna heikoksi.

4. POHDINTAA

Selvityksen kohteena olleet suursaratason rämeet edustavat varsin tyypillistä ojituskohdetta Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan oloissa (Puttonen 1982). Kohtalaisen hyvän puuston kasvukyvyn takia suursararämeitten voidaan katsoa olevan nykykriteerienkin mukaan ojituskelpoisia ja siten myös puuntuotannollisesti tärkeitä (vrt. Heikurainen 1973a, b). Tavallista etenkin vanhemmille kuivatushankkeille (joita tämänkin selvityksen kohteet ovat) on, että perusojituksen sarkaleveys on huomattavasti suurempi kuin mitä nykyinen ojitustoiminta noudattaa. Näinollen puusto on kehittynyt ojitusta seuranneina ensimmäisinä vuosikymmeninä hitaammin kuin se olisi kehittynyt tehokkaamman kuivatuksen vallitessa. Vasta täydennysojituksen jälkeen puuston kasvu on selvemmin lisääntynyt.

Tutkimuskohteet edustavat myös puustoltaan kahta yleisintä turvemaiden metsiköiden kehitysluokkaa (kehitysluokat 2 ja 3). Tyypillistä suometsille on juuri nuorten metsiköiden suuri osuus. Puttosen (1982) selvityksessä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan yksityismetsien ojitusalueiden puustoista n. 80 % oli taimistoja, riukuvaihetta tai nuoria kasvatusmetsiköitä.

PK:n (kuten myös muiden lannoituskäsittelyjen) vähäistä vaikutusta vuoden 1974 lannoituksen jälkeen on pidettävä hieman yllättävänä - onhan PK-lannoitus lisännyt vastaavilla kasvupaikoilla aiempien selvitysten mukaan puuston kasvua voimakkaasti ja pitkäaikaisesti, jopa 15 - 20 vuotta (Huikari 1973,

Paavilainen ja Simpanen 1975, Paavilainen 1979). Ilmeisesti 1960-luvun alun peruslannoituksen voimakas fosforin ja kaliumin lisäys on tyydyttänyt puuston ravinnetarpeen ainakin fosforin osalta jatkolannoituskaudellakin. Tosin peruslannoituksen vaikutuksen suuruutta ei voitu tässä yhteydessä osoittaa. Näinollen jää avoimeksi kysymys, johtuuko jatkolannoituksen odotettua pienempi kasvunlisäys voimakkaan peruslannoituksen läheisyydessä vai onko jatkolannoituksella tai lannoituksella ylipäänsä mahdollista saavuttaa oleellisesti suurempia kasvunlisäyksiä kyseisillä kohteilla. Mainittakoon, että Paavilainen ja Penttilä (1983) päätyivät Lapin jatkolannoituskokeiden osalta samansuuntaisiin tuloksiin tässä esitettyjen kanssa.

Aiempien tutkimusten mukaan typpilannoitus ei ole tarpeen lannoitettaessa ensimmäistä kertaa suursaraisia ja niitä ravinteisempia kasvupaikkoja - tyyppiä tarvittaisiin vasta pienisaraisilla ja niitä karuimmilla soilla (Paavilainen ja Simpanen 1975, Paavilainen 1976, 1978, 1979). Puuston tyyppien tarpeen oletetaan kuitenkin lisääntyvän ojituksen ikääntyessä ja puuston kasvun parantuessa. Nyt saatu tulos NPK- ja PK-käsittelyjen tasoerosta viittaa siihen, että jatkolannoitusvaiheessa saatetaan tarvita fosforin ja kaliumin lisäksi tyyppiä suhteellisen runsasravinteisillakin kasvupaikoilla. Asian varmentaminen vaatii kuitenkin lisäselvityksiä. Tyyppien käytön tulee puolestaan olla tarkoin harkittua, sillä sen todettiin aiheuttavan kasvun parantamisen ohella myös eriasteisia puuston kehityshäiriöitä (vrt. esim. Paavilainen 1979).

Kaliumin osuuden kohottaminen lannoiteseoksessa nykysuositusta suuremmaksi voimisti tuntuvasti kasvureaktiota etenkin alkuaan nevalle tai nevaiselle suolle syntyneessä puustossa. Tämä kaikilla kohteilla saatu yhdenmukainen tulos osoittanee paksuturpeisten ja rehevien soitten sisältävän riittämättömästi kaliumia puiden tarpeeseen nähden - jopa niin, ettei nykysuositusten mukaisen lannoituksen tuoma kaliumlisäys ole riittävä.

Lannoituksen taloudellisuutta ajatellen jo alkuaan hyväksyväiset ja runsaspuustoiset metsiköt ovat ensisijaisia lannoituskohteita. Paras tulos yksityistaloudellisesti saadaan keskittämällä toiminta riittävän varttuneisiin puustoihin, joista lannoitusvaikutus voidaan realisoida seuraavassa hakkuussa osaksi tai mieluummin kokonaan arvokkaana tukkipuuna. Eräissä turvemaan lannoituksen edullisuutta koskevissa selvityksissä onkin lannoitusinvestoinnille varttuneissa suopuustoissa saatu selvästi positiivinen reaalin sisäinen korko (Keltikangas ja Seppälä 1973a, b, Keipi 1979, Hämäläinen ja Laakkonen 1983).

Tämän tutkimuksen kohteilla seuraava hakkuupoistuma on kokonaan kuitupuuta. Lisäksi osalla kohteista edellinen puustonkäsitely ajoittuu lähelle lannoitushetkeä, mistä johtuen seuraavaa harvennusta joudutaan odottamaan ja siten lykkäämään lannoituksella saadun lisäkasvun realisointia kauemmas tulevaisuuteen. Näin lannoituksen kannattavuus jää pakostakin alhaiseksi ja investoinnin sisäisen koron prosenttiluku etumerkillään jopa negatiiviseksi.

Kuvattu taloudellisuuden laskentatapa on vain eräs monesta mahdollisesta ja sinällään varsin yksinkertainen. Siinä ei oteta huomioon puun kantohintojen ja lannoitekustannusten suhteen muutoksia pitemmällä aikajänteellä eikä esimerkiksi metsänparannusrahoituksen tukimuotojen vaikutuksia, jotka paljolti määräävät yksityistapauksissa metsänlannoittajan saaman hyödyn. Näin ollen esitetty laskentatapa osoittaa paremminkin eri lannoituskäsittelyjen välistä edullisuusjärjestystä kuin varsinaista lannoituksen absoluuttista kannattavuutta.

5. KIRJALLISUUS

- HEIKURAINEN, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Acta For. Fenn. 69.
- " 1973a. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskenta-menetelmä. Acta For. Fenn. 131.
- " 1973b. Metsäojitustoiminta ja toimenpideraja. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden määrittämenetelmien vertailua ja toiminnan arviointia. Silva Fenn. 7 (4).
- " 1980. Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Acta For. Fenn. 167.
- " & SEPPÄLÄ, K. 1973. Ojitusalueiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisyydestä. Acta For. Fenn. 132.
- HUIKARI, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1 (1973).
- HÄMÄLÄINEN, J. & LAAKKONEN, O. 1983. Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Folia For. (käsikirjoitus).
- KEIPI, K. 1979. Metsänlannoituksen kannattavuus. Folia For. 400.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1973a. Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu. Silva Fenn. 7 (3).
- " & SEPPÄLÄ, K. 1973b. Metsäojituksen, metsänlannoituksen ja metsityksen edullisuuden alueellinen vaihtelu. Helsingin yliopisto, metsätalouden liiketieteen laitoksen julkaisuja nro 11.
- LÄHDE, E. 1969. Biological activity in some natural and drained peat soils with special reference to oxidation-reduction conditions. Acta For. Fenn. 94.
- PAAVILAINEN, E. 1967. Männyn juuriston suhteesta turpeen ilma-tilaan. Commun. Inst. For. Fenn. 63.
- " 1976. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. Folia For. 272.
- " 1978. PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakotuloksia. Folia For. 343.
- " 1979. Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Folia For. 414.
- " & SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Commun. Inst. For. Fenn. 86 (4).
- " & PENTTILÄ, T. 1983. Alustavia tuloksia turvemaiden jatkolannoituksesta Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105.
- PUTTONEN, P. 1982. Metsäojitusalueiden kunto Pohjois-Suomen yksityisillä. Suometsätieteen opinnäytetyö kandidaatin tutkintoa varten. Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen kirjasto.
- SEPPÄLÄ, K. 1969. Kuusen ja männyn kasvun kehitys ojitetuilla turvemaidella. Acta For. Fenn. 93.
- VUOKILA, Y. & VÄLIAHO, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatustavat. Commun. Inst. For. Fenn. 99.

Markku Meriluoto

SIEMENTÄVÄ PUUSTO LUONTAISESSA UUDISTAMISESSA -
UNOHDETTU PUUNTUOTOSTEKIJÄ?

1. JOHDANTO

Luontaista uudistamista on metsien käsittelyohjeiden mukaan pyrittävä käyttämään aina kun siihen on riittävät edellytykset. Kasvupaikan puolesta männyn luontainen uudistaminen on mahdollista kuivahkoilla kankailla sekä niitä karummilla kasvupaikkatyypeillä ja kuusen luontainen uudistaminen tuoreilla kankailla sekä niitä viljavammilla kasvupaikkatyypeillä. Uudistettavassa metsikössä on oltava riittävästi siementäviksi puiksi kelvollisia valtapuita (Ohjekirje ... 1978, Etelä-Suomen ... 1981, Pohjois-Suomen ... 1981).

Siemen- ja suojuspuuhakkuita tehtiin maassamme vuosina 1970 - 81 keskimäärin yli 44 000 ha/v, mistä männyn uudistamiseksi yli 35 000 ha/v ja kuusen uudistamiseksi lähes 9 000 ha/v. Vastava metsänviljelypinta-ala oli yli 129 000 ha/v (Metsätilastollinen ... 1971 - 82). Luontaiset uudistusmenetelmät siis kuuluvat käytännön ohjeiden mukaisesti edelleen vankasti metsiemme käsittelytapoihin. Niiden merkitystä ovat korostaneet mm. metsänviljelyn reaalikustannusten kohoaminen 1970-luvulla lähes 50 % ja etenkin istutusmetsiköiden kasvatuksessa todetut ongelmat. Metsätalouskomitea kehottikin kiinnittämään entistä enemmän huomiota uudistusmenetelmän valintaan ja painotti luontaisen uudistamisen tarkoituksenmukaisen käytön merkitystä, kun pyritään hillitsemään kustannuksia ja turvaamaan metsien laadullinen kehitys (Metsätalouskomitean ... 1981, vrt. myös Vuokila 1982).

Viljelymetsätalouden kehittäminen on parin viime vuosikymmenen aikana vaatinut vahvan tutkimuspanoksen ja paljon työtä käytännön kentällä. Luontaisen uudistamisen ongelmat - niitäkin tuki on - eivät ole saaneet samanlaista huomiota osakseen. Muutoksen merkit ovat kuitenkin havaittavissa. 1980-luvulla siirryimme perinteisestä passiivissävyisestä menetelmästä aktiiviseen luontaiseen uudistamiseen, missä tavoitteet ja niiden saavuttamiseksi tarvittavat toimenpiteet on määritelty entistä täsmällisemmin. Esimerkkinä tästä ovat yksityismetsien uudistamissuunnitelmat, jotka vuodesta 1980 alkaen on laadittu myös luontaisesti uudistettaville kohteille. Silti vasta aloittemme työtä, jonka tulisi nostaa luontaisen uudistamisen toteutus nykyajan vaatimusten ja edellytysten tasolle.

Koneellinen maanpinnan käsittely on olennaisesti parantanut taimettumisen biologisia edellytyksiä ja siten laajentanut luontaisen uudistamisen käyttömahdollisuuksia (Leikola 1982, Norokorpi 1983). Taimettumisen ekologia muuttuvissa olosuhteissa vaatii vielä runsaasti tutkimustyötä. Koneellisen puunkorjuun soveltamisesta ylispuustoon ja sen vaikutuksista taimikkoon on tuoreita tietoja Lapista (Roiko-Jokela 1983). Ne antavat aiheen kiirehtiä korjuuteknologian kehittämistä.

Koska uudet menetelmät valtaavat alaa, edellytyksemme vertailla metsänuudistamisen vaihtoehtojen edullisuutta käytännön valintatilanteissa ovat erityisen puutteelliset luontaisen uudistamisen osalta (vrt. Kotisaari 1982). Tekijä, joka meillä vaikuttaa tässä suhteessa lähes unohdetun, on uudistusalan siementävä puusto ja sen puuntuotannollinen merkitys.

2. SIEMENTÄVÄ PUUSTO LUONTAISESSA UUDISTAMISESSA

Siemenpuu- ja suojuspuuhakkuut, jotka tähtäävät luontaiseen uudistamiseen, voidaan ohjeiden mukaan aloittaa vasta kun metsikkö on saavuttanut uudistuskypsyyden. Siihen asti puusto on pidettävä kasvatusmallin edellyttämässä tiheydessä. Ellei uudistusala tähän mennessä ole taimettunut riittävästi eikä siis

voida käyttää avohakkuuta, siementämään jätettävän puuston kiertoaika pitenee uudistuskauden verran. Uudistuskausi, jonka aikana ala taimettuu, on yleensä tarkoitettu Etelä-Suomessa 5 - 10 vuoden ja Pohjois-Suomessa 10 - 20 vuoden pituiseksi.

Vallitsevan näkemyksen mukaan emopuuston päätehtävä on taimettaa uudistusala. Kun kehityskelpoinen taimiaines on syntynyt, ylispuut tulee poistaa viipymättä. Tätä mm. Kalelan (1961) esittämää periaatetta noudatetaan nykyisin metsiemme luontaisessa uudistamisessa.

3. SIEMENTÄVÄN PUUSTON PUUNTUOTANNOLLINEN MERKITYS

Siementäviksi puiksi valitaan kasvupaikan ja puuston mukaan hehtaaria kohden 20 - 300 metsikön parasta valtapuuta, joiden siennys- ja kasvukunto sekä tekninen laatu ovat hyvät. Uudistuskausi tarjoaa näin tilaisuuden tavanomaista järeämmän ja laadukkaamman käyttöpuun tuottamiseen. Korkea arvokasvu ja (männyn) teknisen laadun kohoaminen voivat lisätä metsikön tuottoa huomattavasti, vaikka ylispuiden korjuukustannukset ja taimikon mahdollinen vaurioituminen otetaankin huomioon. Emopuuston tavoitteellinen kasvatus uudistuskautena vähentää myös uudistusalan puuntuotannollista vajaakäyttöä, mikä on ominaista erityisesti metsänviljelyyn perustuvalle uudistusvaiheelle (Isomäki 1982), mutta osittain myös nykyisten ohjeiden mukaiselle luontaiselle uudistamiselle. Koko ajan on kuitenkin muistettava, että päätavoite on uuden puusukupolven hankkiminen kohtuullisessa ajassa.

Puuntuotannolliselta kannalta tärkeimpiä luontaisen uudistamisen taloudellisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat

- 1) uudistuskauden pituus eli missä ajassa saadaan aikaan kehityskelpoinen taimikko

- 2) siementävän puuston kasvun, kokonaistuotoksen ja teknisen laadun kehitys uudistuskauden aikana
- 3) ylispuiden korjuun menetelmät ja vaikutukset taimikkoon.

Siementävän puuston merkitykseen tekijänä, joka voi huomattavasti vaikuttaa luontaisen uudistamisen edullisuuteen, ovat kiinnittäneet huomiota useat pohjoismaiset tutkijat. Näkemys emopuustosta pelkästään uudistamisen välineenä on esittänyt - kuten edellä todettiin - Kalela (1961). Käsi-kirjassa julkaistuna se on epäilemättä vaikuttanut käytännön menettelytapoihin. Myös Sarvas (1949) ja Lehto (1956) ovat maininneet tuotostappiosta, joka voi aiheutua harvahkon puuston kasvattamisesta uudistuslalla. Siementävän puuston puuntuotannollista merkitystä uudistuskauteen ovat puolestaan korostaneet mm. Nyblom (1927), Barth (1929), Heikinheimo (1931), Petrini (1937), Enander (1947), Lihtonen (1952), Vuokila (1956) ja Hagner (1962). Perusteena ovat olleet havainnot usein sangen voimakkaasta kasvureaktiosta, joka puustossa on todettu väljennyslakuun seurauksena.

Kasvureaktion kulussa voidaan yksittäisen vuosiluston tasolla erottaa kaksi vaihetta, joita Sirén (1952) on osuvasti kutsunut "mukautumisjaksoksi" ja "lihomisjaksoksi". Siemenpuu- tai suojuspuuhakuun jälkeen puu joutuu aluksi mukautumaan muuttuneisiin metsikköoloihin, jolloin läpimitan kasvun painopiste siirtyy rungon yläosasta alaosaan. "Mukautumisjakso" kestää yleensä noin 5 vuotta, minkä kuluessa puu uudelleen saavuttaa tasapainon ympäristönsä kanssa. Vasta sen jälkeen puu pystyy täysin hyödyntämään hakuun seurauksena parantuneen kilpailu- asemansa kasvutekijöiden suhteen. Läpimitan kasvu elpyy ylempänäkin ja paranee lopuksi suurimmassa osassa runkoa. Tämä "lihomisjakso" kestää yleensä vähintään 10 - 15 vuotta. Vasta alle nousevan taimikon kilpailuvaikutus alkanee merkittävämmän heikentää kasvua (vrt. Enander 1947).

4. LUONTAINEN UUDISTAMINEN PUUNTUOTANNOLLISTEN TAVOITTEIDEN POHJALTA

Luontaiseen uudistamiseen tähtäävän hakkuun jälkeen on siis odotettavissa keskimäärin 15 - 20 vuoden mittainen emopuuston voimakkaan järeytymisen kausi. Mitä tänä aikana tapahtuu pääasialle eli taimikon kehitykselle?

Lukuisat tutkimukset ovat osoittaneet, että emopuuston tiheähkö asento tai korjuun viivästyminen hidastaa taimien kasvua (esim. Kotisaari 1982). Toisaalta voidaan, kuten Isomäki (1982) on erään esimerkkitapauksen nojalla tehnyt, arvostella sitä pitkää puuntuotannollisen vajaatuottoisuuden kautta, joka nykyisin seuraa, kun

- 1) uudistusosalalle jätetään vain minimimäärä taimettamiseen tarvittavaa siementävää puustoa ja
- 2) ylispuut poistetaan heti uudistusalan tyydyttävästi taimetuttua.

Jos haluamme hyödyntää luontaisen uudistamisen tarjoamat puuntuotannolliset mahdollisuudet ja näin saavuttaa nykyistä paremman kokonaistuloksen, meidän tulisi sovittaa yhteen perinteisesti toisilleen vastakkaisina nähdyt vaatimukset, puuntuotanto ja taimettuminen. Isomäkeä (emt.) vapaasti lainaten "puuntuotannon kannalta sukupolven vaihdoksen tulee metsikössä tapahtua niin limitettynä, että taimille tarjotaan vain sen verran kasvutekijöitä kuin ne välttämättä tarvitsevat ja tämän tarpeen ylittävät kasvutekijät pyritään hyödyntämään päällyspuuston avulla". Tämä todennäköisesti merkitsisi totuttua hitaampaa taimikon kehitystä, mutta sen vastapainoksi saataisiin "lihomiskauden" jälkeen ylispuuston arvokas tuotos. Uudistuskauden käsite (esim. Lehto 1969) saisi tällöin uuden, positiivisen ulottuvuuden. Se ei enää olisi nykyisen kaltainen "välttämätön paha", vähätuottoinen siirtymävaihe vanhasta

puusukupolvesta uuteen, vaan sekä edellisen puusukupolven parhaan osan pidennetyin kasvattamisen että uuden samanaikaisen synnyttämisen ansiosta mitä tehokkainta puuntuotantoa. Näin vältettäisiin sekin epäkohta, että siementävä puusto pyritään nykyisin poistamaan "mukautumisvaiheessa", jolloin puun runkomuoto usein on huonoimmillaan (Hagberg 1942).

Kuten todettiin, luontainen uudistaminen aiheuttaa emopuuston vähimmäiskiertoaikaankin uudistuskauden mittaisen pidennyksen. Aktiivisessa luontaisessa uudistamisessa kiertoajan pidennys on olennainen osa puuntuotantoa, jossa pyritään hyödyntämään loppuvaiheen korkea arvokasvu ja kohottamaan puuston teknistä laatua. Kiertoajan pidentämistä eräänä keinona tuottaa laatu- puuta ovat esittäneet mm. Leikola (1982) ja Vuokila (1982).

5. LUONTAISEN UUDISTAMISEN HAASTEET TUTKIMUKSELLE

Vaikka haluaisimmekin sovittaa nykyaikaisen aktiivisen luontaisen uudistamisen biologiset, tekniset ja taloudelliset tavoitteet toimivaksi kokonaisuudeksi palvelemaan käytännön päätöksentekoa, toistaiseksi siihen ei ole riittäviä edellytyksiä. Tietomme em. osatekijöistä ja niiden välisistä suhteista ovat vielä liian puutteelliset, jotta uudistamisvaihtoehtojen edullisuutta voitaisiin valintatilanteissa luotettavasti punnita. Tämän on myös Kotisaari (1982) tuonut monipuolisesti esiin. Luontaisen uudistamisen kentästä on toki runsaasti oloihimme sovellettavaa tietoa, mutta se ei enää kaikilta osin palvele edellä kuvattujen ongelmien ratkaisemisessa. Yksin maanpinnan käsittelyn yleistyminen ja sen soveltaminen nykyisissä muodoissaan aiheuttaa sen, että lukuisat sinänsä ansiokkaat tutkimukset eivät enää ole relevantteja.

Puuntuotoksen tutkimussuunta pyrkii osaltaan lisäämään tietämystä luontaisen uudistamisen mahdollisuuksista. 1984 aloitetaan tutkimus, joka painottuu edellä hahmoteltuun siementävän

puuston puuntuotannollisen merkityksen selvittämiseen. Tarkoitus on saada päätöksenteon avuksi tietoa etenkin siitä,

miten paljon luontaisessa uudistamisessa enintään pystytään eri kasvupaikkatyypeillä tuottamaan siementävän puuston avulla järeää, teknisesti hyvälaatuista käyttöpuuta, kun päätavoite on turvata kehityskelpoisen taimikon syntyminen.

Puuntuotannon tuloksellisuuden kannalta keskeinen käytännön tavoite on luoda mm. kasvupaikka- ja metsikköolot käsittävä malli, jota soveltaen kasvutekijät saadaan myös puusukupolven vaihdoksen ajaksi mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön niin emopuuston kuin sen rinnalla nousevan taimikon hyväksi.

Aloitettava tutkimus ei kuitenkaan yksin riitä. Kuten Leikola (1982) on huomauttanut, luontaisen uudistamisen tulevaisuuden mahdollisuudet riippuvat suuresti siitä, miten ylispuiden korjuumenetelmien kehittämisessä ja käytäntöön soveltamisessa onnistutaan.

6. KIRJALLISUUS

- BARTH, A. 1929. Skjermforyngelsen i produksjonsøkonomisk belysning. Acta For. Fenn. 34 (15) : 1-34.
- ENANDER, M. 1947. Skärmställning av tall som föryngrings-åtgärd, dess utförande och ekonomi. Svenska Skogsv. Fören. Tidskr. 45 : 11-22.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. 1981. Tapio 3 : 1-8.
- HAGBERG, N. 1942. Stamformens förändringar hos tall och gran under beståndsutvecklingen och efter friställning. Svenska Skogsv. Fören. Tidskr. 40 : 1-46.
- HAGNER, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. Medd. Statens Skogforsk. Inst. 52 (4) : 1-263.
- HEIKINHEIMO, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Kms. Tapion käsikirjasia nro 22. Helsinki.
- ISOMÄKI, A. 1982. Metsänviljelyn puuntuotannolliset haitat. Metsä ja Puu 99 (6-7) : 6-8.
- KALELA, E. 1961. Metsät ja metsien hoito. Porvoo-Helsinki.
- KOTISAARI, A. 1982. Metsän luontaisen uudistamisen tutkiminen. Esitutkimusraportti. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 38 : 1-132.
- LEHTO, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Acta For. Fenn. 66 (2) : 1-106.

- LEHTO, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Commun. Inst. For. Fenn. 67 (4) : 1-140.
- LEIKOLA, M. Naturlig föryngring av barrskog. Tidskr. for Skogsbruk 90 (1) : 114-121.
- LIHTONEN, V. 1952. Metsiemme tulevan kehityksen ääriviivoja. Commun. Inst. For. Fenn. 40 (22) 1-42.
- Metsätalouskomitean osamietintö II. Komiteamietintö 1981 : 67.
- METSÄTILASTOLLINEN VUOSIKIRJA 1982. 1983. Folia For. 550 ja edelliset niteet vuodesta 1971 alkaen.
- NOROKORPI, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 105 : 57-71.
- NYBLUM, E. 1927. Formförändring hos helt friställda träd. Svenska Skogsv. Fören. Tidskr. 25 : 51-61.
- Ohjekirje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta. 1978. Metsähallitus nro 130.
- PETRINI, S. 1936. Om kantträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Medd. Statens Skogsförsöksanst. 29 : 557-586.
- Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet. 1981. Tapio 3 : 9-15.
- ROIKO-JOKELA, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 105 : 72-82.
- SARVAS, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 37 (6) : 1-43.
- SIREN, G. 1952. Hakkuun vaikutuksesta kuusipuun rakenteeseen korpimailloilla. Commun. Inst. For. Fenn. 40 (32) : 1-36.
- VUOKILA, Y. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Commun. Inst. For. Fenn. 48 (1) : 1-138.
- " 1982. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Folia For. 523 : 1-55.

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 fosforilannoitelajikokeista. 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 metsänparan-
nusalueilla. 1974.
- N:o 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimen-
tal area. 1974.
- N:o 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saas-
tumiseen. 1974.
- N:o 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- N:o 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- N:o 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaarella 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 metsälannoitteena. Toimittaneet Pekka Pietiläinen ja Markku Ter-
vonen. 1980.
- N:o 21. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedon-
annot:

- N:o 3. Jussi Saramäki. Hieskoivun kasvu ja kasvatusta pohjanmaalla ja Kainuus-
sa. 1981.
- N:o 17. Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen. Lentolannoituksen levitystasaisuu-
desta ja työjäljen valvontamenetelmän kehittämisestä. 1981.
- N:o 24. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1981.
- N:o 29. Mikko Moilanen ja Kalevi Karsisto. Lannoitteen levitystasaisuuden vaiku-
tuksesta nuoren suomännikön pituuskasvuun. 1981.
- N:o 70. Metsäntutkimuspäivä Oulaisissa 1982.

N:o 101 Jarmo Poikolainen ja Eero Kubin. Tuloksia kapealatvaisen kuusen juurruttamisesta. 1983.