

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 391

KANNUKSEN TUTKIMUSASEMA



**PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT**  
Tutkimushankkeen väliraportti

**Developing methods for afforestation of fields**  
Interim report

Toimittaneet (Eds.)  
Ari Ferm & Keijo Polet  
Kannus 1991

**Metsäntutkimuslaitos  
Kannuksen tutkimusasema  
PL 44  
69101 Kannus  
puh. 968-71161**

**The Finnish Forest Research Institute  
Kannus Research Station  
PL 44  
SF-69101 Kannus  
Finland**

Kansikuvat:  
Cover photos: Ari Ferm, Esa Heino

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 391

Kannuksen tutkimusasema

**PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT**  
**Tutkimushankkeen väliraportti**

**Developing methods for afforestation of fields**  
**Interim report**

Toimittaneet (Eds.)

**Ari Ferm & Keijo Polet**

**Kannus 1991**

## SISÄLLYS

|   |    |
|---|----|
| <b>Ari Ferm</b><br>PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT- TUTKIMUKSEN JA<br>VÄLIRAPORTIN ESITTELY .....   | 4  |
| Developing methods for afforestation of fields — Introduction to the project<br>and an interim report   |    |
| <b>Ari Ferm &amp; Jyrki Hytönen</b><br>KENTTÄKOKEET PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT-HANKKEESSA ..   | 9  |
| Developing methods for afforestation of fields — Field experiments  |    |
| <b>Seppo Rossi, Martti Varmola &amp; Mikko Hyppönen</b><br>LAPIN PELLONMETSITYSINVENTOINNIN TULOKSET .....  | 15 |
| Results of a field afforestation inventory in Lapland   |    |
| <b>Jukka Valtanen</b><br>PELTOJEN METSITYKSEN ONNISTUMINEN POHJOIS-<br>POHJANMAALLA 1970-LUVULLA .....  | 19 |
| Results of afforestation of fields in northern Ostrobothnia in the 1970's   |    |
| <b>Jyrki Hytönen</b><br>PELLONMETSITYKSEN ONNISTUMINEN KESKI-POHJANMAALLA .....   | 22 |
| Field afforestation in central Ostrobothnia, western Finland  |    |
| <b>Tenho Hynönen &amp; Timo Saksa</b><br>PELTOJEN METSITYSTULOS POHJOIS-SAVOSSA 1970- JA<br>1980-LUVULLA .....                                      | 29 |
| Field afforestation in Savo, eastern Finland, in the 1970's and 1980's  |    |
| <b>Kaarlo Kinnunen</b><br>PELLONMETSITYKSEN ONNISTUMINEN LÄNSI-SUOMESSA .....   | 35 |
| On the outcome of afforestation of fields in western Finland  |    |
| <b>Jussi Torpo</b><br>PELTOJEN METSITTÄMISMENETELMÄT 20-VUOTTA VANHOJEN<br>KOKEIDEN VALOSSA .....   | 39 |
| Field afforestation methods in the light of 20-year-old experiments   |    |
| <b>Jussi Saramäki, Ari Ferm &amp; Sanna Valkonen</b><br>ENNAKKOTULOKSIA PELLOILLE VILJELTYJEN RAUDUS- JA<br>HIESKOIVUJEN KASVUSTA SEKAMETSINÄ ..... | 49 |
| Preliminary results on the growth of planted mixture of <i>Betula pendula</i><br>and <i>Betula pubescens</i> on former agricultural fields          |    |
| <b>Leila Urvas</b><br>PELTO- JA METSÄMAIDEN RAVINTEISUUDEN VERTAILU .....   | 55 |
| A fertility comparison between fields and forest soils  |    |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Elina Ekola</b><br>PELTOMAIDEN OMINAISUUDET JA METSÄNKASVATUS .....  | <b>60</b>  |
| Soil characteristics and afforestation of former agricultural fields  |            |
| <b>Seppo Kaunisto</b><br>MAA-ANALYYSIN MAHDOLLISUUDET ERÄIDEN ALKKIAN<br>METSITETTYJEN SUOPELTOJEN RAVINNETILAN ARVIOIMISESSA .....   | <b>66</b>  |
| Soil analysis as a means of determining the nutrient regime on some<br>afforested peatland fields at Alkkia, western Finland  |            |
| <b>Ari Ferm, Timo Hokkanen, Mikko Moilanen &amp; Jorma Issakainen</b><br>PELLOLLE VILJELLYN MÄNTYTAIMIKON RAVINNEONGELMIEN<br>TORJUMINEN TUHKALLA .....   | <b>71</b>  |
| Wood bark ash as an ameliorating agent in peatland field afforestation  |            |
| <b>Sari Kontunen-Soppela, Pekka Lähdesmäki, Pekka Pietiläinen,<br/>Jyrki Hytönen &amp; Ari Ferm</b><br>TYYPPIAINEENVAIHDUNNAN HÄIRIÖSTÄ JOHTUVA KASVUHÄIRIÖ<br>PELLONMETSITYSMÄNTYJEN VAIVANA ..... | <b>80</b>  |
| A growth disturbance based on disorders in the nitrogen metabolism<br>in Scots pine growing on former agricultural fields   |            |
| <b>Aila Halonen &amp; Olavi Laiho</b><br>METSITETTYJEN PELTOJEN MYKORRITSAT .....   | <b>86</b>  |
| Mycorrhizae of afforested fields  |            |
| <b>Heikki Henttonen</b><br>MYRRÄTUHOT PELTOJEN METSITYKSESSÄ .....  | <b>92</b>  |
| Damage by microtine rodents in farmland afforestations in Finland:<br>Risk and control  |            |
| <b>Risto Heikkilä</b><br>HIRVITUHON VAIKUTUS PELLONMETSITYKSEN ONNISTUMISEEN .....  | <b>100</b> |
| Effect of moose damage on afforestation outcome on former agricultural land   |            |
| <b>Liisa Tahvanainen &amp; Maisa Viljanen</b><br>ENERGIAPUUTUOTANTO VAIHTOEHTONA PELLON-<br>METSITYKSESSÄ .....   | <b>105</b> |
| Energy-wood production as an alternative in the afforestation of<br>former farm land  |            |
| <b>Ashley Selby</b><br>SOSIOEKONOMISET TEKIJÄT JA PELTOJEN METSITTÄMINEN .....  | <b>108</b> |
| Socio-economic aspects of field afforestation in Finland  |            |
| <b>Jukka Aarnio</b><br>PELTOJEN METSITTÄMISEN KANNATTAVUUSVAIKUTUKSISTA<br>MAANVILJELIJÄ-METSÄNOMISTAJAN NÄKÖKULMASTA .....   | <b>116</b> |
| The profitability effects of field afforestation from the standpoint of the farmer  |            |

## **PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT- TUTKIMUKSEN JA VÄLIRAPORTIN ESITTELY**

Developing methods for afforestation of fields — Introduction to the project and the interim report

**Ari Ferm**

Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, 69100 Kannus

### **Abstract**

There are nearly 150000 ha of former agricultural fields in Finland that have already been afforested since the late 1960's. For the time being, the annual afforestation target is more than 10000 ha. The objective of the project 'Developing methods for afforestation of fields' is to monitor the regional success of afforestation, to further develop silvicultural practices in afforestation, to classify fields for timber production, to study the risks and biological hazards involved, and to compare the economics of afforestation with alternative uses for these fields. This multidisciplinary project consists of many subprojects conducted by scientists from the Finnish Forest Research Institute, Finland's Agricultural Research Centre and the Universities of Oulu, Helsinki and Joensuu. The nineteen articles presented in this interim report cover various aspects of the field afforestation research launched in the project.

### **Johdanto**

Laajamittainen peltojen metsitys, jonka tarkoituksena on supistaa peltoalaa, alkoi Suomessa 1960-luvun lopulla. Kuitenkin viimeisten parinkymmenen vuoden aikana on metsää raivattu pelloksi ja peltoja metsitetty suurin piirtein yhtä paljon. Tällä hetkellä vuotuinen metsitystavoite on yli 10000 ha. Se, miten peltojen metsityksessä onnistutaan ei ole merkityksetöntä, sillä metsitykseen käytetään huomattavan paljon yhteiskunnan varoja esimerkiksi verrattuna metsämailla tapahtuvaan metsänuudistamiseen.

Peltojen metsitystä on tähän asti tutkittu melko niukasti. Metsäntutkimuslaitoksessa käynnistyi vuonna 1990 viisivuotinen Peltojen metsitysmenetelmät- tutkimushanke, johon osallistuvat myös Oulun, Joensuun ja Helsingin yliopistot sekä Maatalouden tutkimuskeskus. Lisäksi maa- ja metsätalouden käytännön organisaatiot ovat merkittäväällä osuudella mukana.

### **Tavoite**

Tutkimuksen 14 osahankkeessa pyritään täsmentämään peltojen metsitykseen soveltuvia metsittämistapoja ja tutkimaan jo tehtyjen metsitysten onnistumista. Suuri paino on peltojen luokituksessa, ravinne- ja pintakasvillisuusongelmien tutkimuksissa sekä eläintuhoriskien selvittämisessä. Myös taloustarkasteluja tehdään. Tutkimukset tähtäävät välittömiin käytännön sovellutuksiin ja alueellisten erityispiirteiden huomioonottamiseen.

## Väliraportin sisältö

Tämän raportin kirjoitukset perustuvat 8.—9.5. 1991 Muhoksen Tahvolassa pidetyn tutkimuspäivän ja tutkijakokouksen esitelmiin. Sisältö noudattelee koko hankkeen rakennetta. Osahankkeista vastuussa olevat tutkijat ovat selostaneet tutkimustensa nykytilan. Siksi väliraportissa on valmiiden tulosten lisäksi alustavia tuloksia tai ennakkotuloksia sekä katsaustyyppisiä artikkeleita, jotka palvelevat tutkimussuunnittelua. Valtasen ja Selbyn tutkimukset on toteutettu ennen tämän hankkeen aloittamista, mutta kokkonaiskuvan saamiseksi näiden tutkimusten tulokset on haluttu sisällyttää tähän raporttiin.

Seuraavassa tarkastellaan peltojen metsittämisen osa-alueita yhteenvedonomaaisesti painottaen hankkeesta saatuja tuloksia ja havaintoja.

## Metsitysten onnistuminen

Vaikka monet maamme parhaiten kasvavista metsiköistämme on perustettu entisille pelloille, on varsin yleinen käsitys, että peltojen metsitykset onnistuisivat huonosti. Erityisesti turvepeltojen metsitystä pidetään ongelmallisena. Uusimmat, tässä raportissa esitetyt tutkimustulokset tukevatkin viimeksi mainittua käsitystä (Rossi ym., Valtanen, Hytönen, Hynönen & Saksa). Varsinkaan kivennäismaan pelloilla metsityksen tulokset eivät kuitenkaan ole keskimäärin huonompia kuin metsämaan viljelyjen tulokset (Rossi ym., Hynönen & Saksa).

Peltojen metsityksen onnistumisessa on maassamme suuria alueellisia eroja, jotka johtuvat suurella määrällä kasvupaikkaeroista. Vaikka Etelä- ja Itä-Suomessa pellon metsitykset näyttävät onnistuvan parhaiten, on sielläkin huomattavia ongelmia erällä peltotyypeillä, kuten suopelloilla ja tiiviillä, hienojakoisilla mailla.

Puulajeistamme kuusi on yleensä menestynyt parhaiten mitä elossaoloon tulee (Valtanen, Kinnunen, Torpo). Mäntyviljelykset olivat heikossa kunnossa Itä-Suomessa (Hynönen & Saksa) ja rauduskoivuviljelykset taas Pohjanmaalla (Valtanen, Hytönen) sekä Lapissa (Rossi ym.). Tulokset vahvistavat rauduskoivun osalta aikaisempia havaintoja sen menestymättömyydestä turvepelloilla. Tämäkään tulos ei kuitenkaan ole yksiselitteinen. Nimittäin Pohjois-Karjalassa tehdyn tutkimuksen mukaan kaikissa mitatuissa, 20-vuotta sitten viljellyissä raudus- ja hieskoivun sekametsissä — myös turvemaan pelloilla — rauduskoivu oli kasvanut paremmin kuin hieskoivu (Saramäki ym.).

Luontaisilla taimilla, etenkin hieskoivulla, on merkitystä taimikoiden täydentäjänä. Inventointimittausten perusteella ei voida kuitenkaan suositella luontaista metsittämistä edes suopelloilla, sillä luontaisten taimien esiintyminen on ollut hyvin ryhmittäistä.

Mielenkiintoinen on havainto, että alueellisten erojen lisäksi peltojen metsityksissä voi olla aikakausieroja, ja aika yllättäviä. Sekä Lapissa että Pohjois-Savossa tehdyissä inventoinneissa ovat 1980-luvulla toteutetut metsitykset onnistuneet heikommin kuin 1970-luvulla toteutetut. Syiksi on arvailtu 1980-luvun suuria myyrätuhoja (Lappi) tai epäedullisempien metsityskohteiden runsausta juuri 1980-luvun toteutuksissa (Pohjois-Savo).

Monissa tutkimuksissa on tullut esille vanhojen metsitettyjen peltojen heikko jälkihoito: runsas pintakasvillisuus, huono ojitustilanne ja ojanvarsien vesottuneisuus. Tämä viittaa siihen, että viljelykset on usein jätetty oman onnensa nojaan. Metsittämisketjussa on lukuisampi joukko — ja vielä nopeassa tahdissa — esiin tulevia vaiheita ja tekijöitä. Jokaisessa metsityksessä on hyvin huolellisesti huomioitava puulajin valinta, vesi- ja ravinnetalouden järjestely, pintakasvillisuuden torjunta sekä eläintuho- ja vähentäminen. Taimettuminen ja taimien alkukehitys voi nopeasti vaarantua erilaisten tuho- ja uhkatekijöiden vuoksi. Huolellisellekin metsittäjälle urakka voi olla kohtuuttoman suuri.

## Peltomaiden ominaisuudet

Väliraportissa on kaksi artikkelia (Urvas, Ekola), joissa tarkastellaan teoreettiselta kannalta peltojen maaperäominaisuuksien ja metsänkasvatuksen välisiä yhteyksiä. Verrattaessa metsämaiden ja maataloustuotannossa olevien peltojen ravinnetilaa luokittuvat parhaat metsämaat peltojen viljavuusluokituksissa luokkaan huononlainen tai tyydyttävä (Urvas). Pelloilla ei siis ravinnemäärien riittävyyden perusteella pitäisi olla puunkasvatusongelmia. Sen sijaan liian runsas ravinnemäärä tai ravinteiden epäsuhta voi muodostua ongelmalliseksi.

Metsä- ja peltomaiden kemiallisissa analyysimenetelmissä on suuriakin eroja, minkä takia ravinnemäärien vertailu on vaikeata ja epätäsmällistä (Ekola). Analytiikka on ollut keskittynyt vain harvoihin tunnuksiin, ja niinpä mahdolliset hivenravinnepuutokset ja ravinneepäsuhtatilanteet, kuten myös maan fysikaalisten ominaisuuksien vaikutukset puuston kasvuedellytyksiin, jäävät huomioonottamatta.

Metsänkasvatusta varten on mahdollista saada suhteellisen hyvä kuva suopellon ravinnetilasta, kun määritetään sekä viljelyn muuttaman muokkauskerroksen että sen alapuolisen pohjamaan ravinnetila (Kaunisto). Vain vähän muuttunut pohjakerros kuvaa pellon alkuperäistä ravinnetasoa ja sen perusteella voidaan tehdä päätelmiä ravinteiden riittävyydestä pitkällä aikavälillä.

Käytännön toiminnassa noudatettu jako kivennäismaa- ja turvepeltoihin on osoittautunut monissa tapauksissa vaikeaksi. Jo pellon viljelyhistoria vaikuttaa: peltoja on (syvä)kynnetty, kalkittu, salaojitettu ja lannoitettu. Suopeltoja on lisäksi hiekotettu ja savettu. Kaikki tämä muuttaa maan ominaisuuksia. Tarvitaan uutta tietoa siitä, miten pelto voidaan maatunnusten avulla luokitella metsänkasvatusta varten. Erityisen tärkeätä on rajanveto sille, onko meillä peltoja tai peltoheittoja, jotka ovat teknisesti tai biologisesti metsittämiskelvottomia.

## Ravinnetalous

Ravinnetaloudellisia ongelmia ei ole niinkään ollut puustojen alkukehityksessä, vaan myöhemmin ilmenevässä puiden kasvuhäiriössä, joka pahimmillaan heikentää ja vaurioittaa puustoja jopa niin, että metsitys epäonnistuu. Kasvuhäiriötä on yleisesti turvepelloilla, mutta myös tiiviillä, hienolajitteisilla kivennäismaan pelloilla.

Turvepelloille viljellyn mäntytaimikon kasvuhäiriö voitiin parantaa tuhkalannoituksella (Ferm ym.). Paitsi boorin puutetta, mainitussa mäntytaimikossa oli myös kaliumin puutetta, mikä myös korjaantui tuhkalannoituksella. Näyttää siltä, että pystyäksemme kasvattamaan puusto edes kuitupuuksi, ravinnetaloudellinen perusparannus on välttämätöntä eräissä metsityskoh-teissa.

Kasvuhäiriön ja männyn typpiaineenvaihdunnan (aminohapot, proteiinit) välisiä suhteita on selvitetty Kontunen-Soppelan ym. tutkimuksessa. Puulajeistamme varsinkin mänty on sopeutunut kasvamaan niukatyyppisessä ympäristössä ja sillä on aineenvaihdunnallisia ongelmia runsastyypisillä pelloilla, mikä taas näkyy tuuheana, pansasmaisena kasvutapana, paksuoksaisuutena, latvakatoina ja mahdollisesti myös kylmänkestävyyden alenemisena.

Myös sienijuurien eli mykorritsojen muodostumisessa ja kehityksessä voi peltopuilla olla ongelmia. Pellolla kasvaneiden mäntyjen juuret olivat tummia ja heikosti haaroittuneita (Halonen & Laiho). Erilaisten mykorritsatyyppien määrä oli vähäisempi ja mykorritsat heikkolaatuisempia verrattuna metsämaasta tutkittuihin aineistoihin.

## **Maanmuokkaus ja taimilaji**

Onnistumisinventoinneista ja pitkäaikaisista kokeista (Torpo) saadut tulokset korostavat muokkauksen tärkeyttä peltoja metsitettäessä. Erityisesti koivulle näyttää muokkauksella olevan erittäin suuri merkitys. Puulajin, taimilajin ja maanmuokkausmenetelmän välillä voi olla monimutkaisiakin yhteisvaikutuksia. Esimerkiksi kookkaampaa taimilajia käytettäessä maanmuokkausmenetelmän valinta ei ehkä ole niin tärkeä kuin pienemmillä taimilla.

Maanmuokkauksella vaikutetaan kasvupaikan vesitalouteen, lämpö- ja ravinneoloihin sekä pintakasvillisuuden kilpailuun. Muokkausmenetelmää valittaessa on tärkeitä tietää metsitettävän pellon maaperän ominaisuudet. Jos mätästyskauha nostaa alemmista maakerroksista helposti tiivistyvää tai kuivuvaa maa-ainesta, johon sitten taimet istutetaan, saatetaan muokkauksella tärvellä jopa koko metsittäminen.

Yllättävän paljon on havaittu ongelmia taimimateriaalin valinnassa ja jopa viljelytyön toteutuksessa. Pelloille tulisi istuttaa vain isoja taimia. Tätä tukevat tulokset pitkäaikaisista kokeistakin (Torpo). Liian usein pelloille viedään pieniä, jopa heikkokuntoisia taimia. Varsinkin männyn suhteen on monesti paljon parantamisen varaa.

## **Pintakasvillisuuden torjunta**

Metsityksen onnistumisen kannalta ehkä tärkein seikka on pintakasvillisuuden torjunta taimien alkukehityksen turvaamiseksi. Myös muokkausmenetelmät, jotka nostavat taimet irti tasapinnasta parantavat taimien kilpailuedellytyksiä.

Pintakasvillisuuden torjunta on vaikeampaa peltoheitolla kuin juuri viljelystä vapautuneelle pellolla. Myös heinäviljelyssä ollut pelto on hankalampi torjunnan kannalta kuin viljanviljelyssä ollut. Kenttäkokeista tehtyjen mittausten ja havaintojen mukaan ns. ennakkotorjunnalla (viljelyä edeltävänä kesänä) ei voida korvata viljelyn jälkeen tehtävää rikkakasvien torjuntaa. Ennakkotorjunnalla kyllä muutetaan rikkakasvilajisto monivuotisista yksivuotisiksi, mutta muutos on erittäin lyhytaikainen eikä välttämättä helpota taimien kilpailutilannetta.

Rikkakasvien kemiallista torjuntaa varten on saatavissa tehokkaita aineita sekä havuettä lehtipuiden kasvualoille. Torjunta-aineiden käytön oikea-aikaisuutta, sääolojen merkitystä ja oikeita käyttömääriä on kuitenkin syytä korostaa. Esimerkiksi pienten paakkutaimien kestävyys torjunta-aineille voi olla heikko, samoin kuin taimien kestävyys tilanteissa, joissa kasvu- alusta on kuiva tai pelkämästä kivennäismaasta koostuva.

Pellonmetsityksissä pintakasvillisuuden kehitys on tavallisesti niin nopeata ja voimakasta, että hyvin paljon on vielä lisättävä ymmärtämystä peltokasvien ja puuntaimien ekofysiologisista prosesseista sekä torjuntamenetelmien niveltämisestä niihin. Erityisesti vesi- ja ravinnepilpailun merkitys olisi selvitettävä.

## **Eläintuhot**

Pelloilla myyrätuhoariski on 25-kertainen muihin metsänuudistamisaloihin verrattuna. Peltojen metsitysmenetelmät- hankkeen kenttäkokeiden sekä valtakunnallisen myyräinventoinnin perusteella saadaan tietyn alueen ns. myyräindeksi eli myyrätuhoennuste. Tässä väliraportissa Henttonen selostaa seikkaperäisesti myyrätuhoja ja niiden torjuntamenetelmiä, joihin kuuluvat pintakasvillisuuden erilaiset torjuntamenetelmät, maanmuokkaustavan valinta, karkotteet ja mekaaniset suojat. Myös puulajin valinta ja taimen kasvatusmenetelmät ovat tärkeitä. Resistenssijalostus pyrkii kehittämään myyrille kelpaamattomia puuyksilöitä.

Hirvituhoriskiä arvioitaessa on otettava huomioon hirvien elinpiirien sijainti sekä taimikon ja sen lähiympäristön ominaisuuksien vaikutus (Heikkilä). Tunnetusti juuri peltojen metsitysalueet vetävät hirviä puoleensa. Pohjanmaan pelloonmetsitysten onnistumisinventoinneissa (Valtanan, Hytönen) tuli esille, että turvemaiden pelloilla oli huomattavasti enemmän hirven vioituksia kuin kivennäismaiden pelloilla. Tutkimushankkeen kenttäkokeista saadut mittaustiedot ja havainnot viittaavat siihen, että koivun viljely syrjäisillä pelloilla on hyvin kyseenalaista eläinsyönnösten takia. Puulajivalinnalla, taimikon tiheydellä ja hoidolla, hirvikannan säätelyllä ja erilaisilla torjuntamenetelmillä (karkotteet, nauhoitus, aitaaminen) voidaan parhaiten vähentää hirvituhoja (Heikkilä).

### **Peltojen käytön vaihtoehdot**

Ylijäämäpeltoja voidaan käyttää monella muulla tavalla kuin metsittää ne perinteisellä tavalla. Esimerkiksi Ruotsissa on metsittämisessäkin hieman erilaiset periaatteet ja suositukset kuin maassamme. Siellä suositaan erityisavustuksin lehtipuiden viljelyä, energiapajuviljelyksiä ja sekametsäkasvatusta. Myös hakamaiden, ahojen ja niittyjen sekä kosteikkojen suojeleminen ja vaaliminen on korostunutta.

Maaataloustuotannosta vapautuneita peltoja voidaan kesannoida tai käyttää niitä maisemanhoidossa tai rakentaa niille golfkenttiä. Vaihtoehtoisia tuotantomuotoja suhteessa viljan vientiin ovat viljan tai muun biomassan käyttö energian tuotantoon, ruoho- ja heinäpartisten kuitukasvien viljely, valkuaiskasvien tuotannon edistäminen, eräät muut "non-food" tuotteet sekä luomutuotannon edistäminen.

Väliraportin ainoa vaihtoehtoistarkastelu koskettelee lyhytkiertoisten, nopeakasvuisten pajujen kasvatusta (Tahvanainen & Viljanen). Mainittakoon, että Ruotsissa on vuoden 1991 loppuun mennessä perustettu käytännön pajuviljelyksiä lähes 4000 ha, joista suurin osa sijaitsee Etelä-Ruotsin hyvillä peltomailla.

### **Sosioekonomiset ja taloudelliset vaikutukset**

Heikkotuottoisia peltoja metsitettiin eniten 1970-luvulla ja niin varmasti nykyisinkin (Selby). Samoin sosioekonomiset ja maatalouden rakenteeseen liittyvät ongelmat olivat syynä huomattavaan pelloon metsittämiseen. Tästä syystä peltojen metsittäminen on ollut runsasta erityisesti Itä-Suomessa. Pohjois-Suomessa taas pelto on jätetty helpommin viljelemättömäksi. Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä maatalousmaa on parempaa, vuosittainen kesannointisopimus on suosituin tapa viljelyksessä olevan maatalousmaan vähentämiseksi. Viimeaikaisissa selvityksissä on osoitettu, että palkkiometsitykset ovat pääosin koskeneet tiloja, joiden maataloustuotanto on jo lopetettu. Maataloustuotannon supistumiseen peltojen metsityksellä näyttäisi olevan vain vähäinen merkitys.

Yksittäinen päätöksentekijä eli maanviljelijä joutuu nykyisessä tuotannon rajoittamistilanteessa pohtimaan peltolohkonsa tai peltojensa tuotantomuotoja erilaisissa vaihtoehtotilanteissa (Aarnio). Sekä maa- että metsätaloudessa vallitsee epävarmuus. Metsittämisspätökseen vaikuttavat monet taloudelliset tekijät ja maanomistajaan liittyvät henkilökohtaiset syyt (esim. ikä, perinteet, maisema). Metsitysinventoinnin kannattavuuden määrittämisessä saavat suuren painon lähiajan tapahtumat, kuten metsityksen yhteydessä maanomistajalle maksettava metsityspalkkio.

Kiitokset: Parhaat kiitokset toimitusjohtaja Erkki Pekkiselle, joka tarkasti ja korjasi englanninkielisen tekstin.

## KENTTÄKOKEET PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT- HANKKEESSA

Developing methods for afforestation of fields — Field experiments

Ari Ferm & Jyrki Hytönen

Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, 69100 Kannus

### Abstract

Field experiments have been established at over 50 locations in different parts of Finland (Fig. 1). Most of them have been implemented in connection with practical afforestation programs. The key issues to be studied include choice of tree species (mainly *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula* and *B. pubescens*), type of planting stock, fertilization and regeneration methods (planting, sowing, natural regeneration), soil preparation and weed control. Both peat and mineral soil sites are included. These experiments are also made use of in other investigations (e.g. soil classification, moose and vole damage). Preliminary results on natural regeneration, sowing and seedling damages after the first growing season are presented.

Kokeita läpi koko maan

Peltojen metsitysmenetelmät- tutkimushankkeeseen liittyvien kokeiden suunnittelu, perustaminen ja mittaaminen on keskitetty yhteen osahankkeeseen. Kokeissa on tarkoituksena tutkia peltojen metsityksen keskeisiä ongelmia, kuten metsittämistapoja (luontainen/viljely), puulaji- ja taimilajivalintaa, maanmuokkausmenetelmiä, pintakasvillisuuden torjuntaa ja puiden ravinnevaatimuksia. Kokeet palvelevat myös muita tutkimuksia, esimerkiksi viljavuusluokittelua sekä myyrä- ja hirvituhotutkimuksia.

Kenttäkokeita on perustettu tai perusteilla yli 50 kohteeseen eri puolille maata (kuva 1). Eräissä kohteissa on useampia koejärjestelyjä (taulukko 1). Kokeita on perustettu sekä kivennäismaan että turvemaan pelloille. Pääpaino on peltotyypeissä, joissa muokkauskerroksessa orgaanisen aineksen osuus on verrattain suuri. Samoin ns. peltoheittojen osuus on suuri. Tämä heijastaneekin peltojen metsitystilannetta: välittömästi maanviljelyn jälkeinen pellonmetsitys on vielä melko harvinaista.

Useimmissa kokeissa pitäydyttiin yksinkertaisessa koejärjestelyssä (kuva 2). Luontainen metsittämisvaihtoehto haluttiin mukaan, koska sitä voidaan käyttää palkkiometsityksissä. Myös (hies)koivun kylvö oli peruskoejäsenenä mukana. Esimerkiksi Pellon metsitystyöryhmän muistiossa (1988) todetaan, että turvepeltojen metsityksissä hieskoivun luontainen uudistaminen tulisi asettaa aina etusijalle. Sitä, että miten tämä onnistuu, ei kuitenkaan ole aiemmin tutkittu.

### Kokeet osana käytännön metsityksiä

Suurin osa kokeista on perustettu Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsäkeskus Tapion yhteistutkimushankkeena, jossa käytännön toteutuksessa metsälautakuntien ja metsänhoitoyhdistyksien auttava panos on ollut suuri. Kokeet on voitu perustaa normaaleina palkkiometsityksinä, jolloin

rahoitus on pääosin saatu metsänparannusvaroista. Tämä on ollut merkittävä käytännön metsätalouden panostus tutkimukselle.

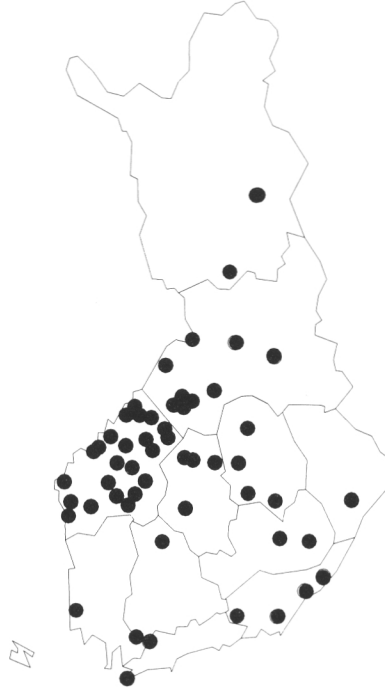
Kokeeksi tulleen metsitettävän pellon vesitalouden on pitänyt olla kunnossa ja jos näin ei ole ollut, ojituksia tai ojitusmätästystä on tehty. Viljelytiheys on ollut käytäntöä hiukan suurempi, 3000 kpl/ha kaikille puulajeille. Mikäli kyseessä ei ole ollut taimilajivertailu, taimien on pitänyt olla isokokoisia, mieluummin avojuuritaimia ja paikkakunnalle sopivaa alkuperää. Kylvöt on tehty ruutukylvönä keväällä.

Pintakasvillisuuden torjunta on ollut hyvin vaihtelevaa, kuten se tällä hetkellä käytännön metsityksissä on. Useimmilla kokeilla on tehty ennakkotorjunta glyfosaatilla viljelyä edeltäneenä kesänä. Jatkotorjuntaa taas on suoritettu viljelyn yhteydessä, ensimmäisen kasvukauden aikana, syksyllä tai vasta seuraavana kesänä. Havupuille on käytetty terbutylatsiinia ja koivuille klortiamidia.

### Kokeiden mittaaminen

Ympyräkoelainventointiin perustuva menetelmä kehitettiin Kannuksen tutkimusasemalla (Pellonmetsityskokeiden mittausohjeet. Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema. Elokuu 1990. Moniste. 12 s.). Koe- eli peruskoealaruuduilta määritetään tunnistustietojen lisäksi topografia, pohjamaan laatu sekä otetaan maanäyte. Ns. osakoealoilta (50 m<sup>2</sup>) tehdään ojien kuntoon liittyvät määritykset, mitataan orgaanisen maa-aineksen paksuus sekä mitataan taimet ja niiden kuntoon, tuhoihin ja kasvualustaan liittyviä tekijöitä.

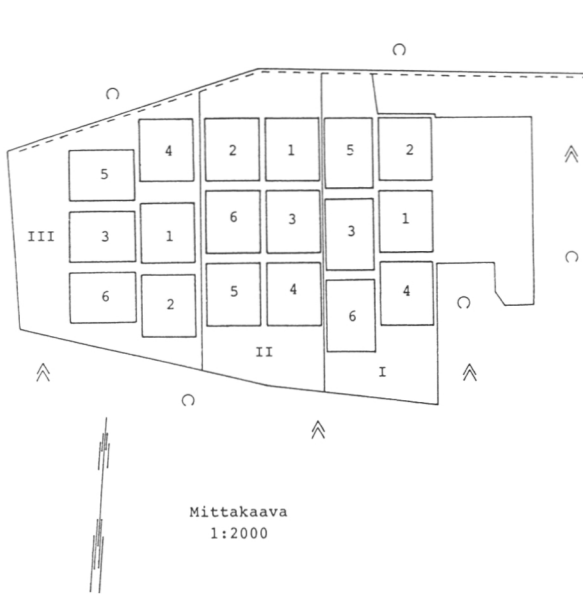
Myös mm. rikkakasvien varjostusta havainnoidaan. Kylvötaimet inventoidaan ennalta merkityistä kylvökohdista. Osakoealat merkitään pysyviksi.



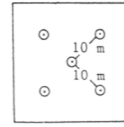
Kuva 1. Pellonmetsityskokeiden sijainti.

Taulukko 1. Pellonmetsityskokeet.

| SIJAINTI                       | KOE   | PERUSTAMISVUOSI |
|--------------------------------|---|-----------------|
| TOHOLAMPI, Jokitalo            | Peruskoe (Istutustapakoe)                         | 1990            |
| ULLAVA, Norppa                 | Peruskoe  | 1990            |
| KÄLVIÄ, Mustikkakangas 1 ja 2  | Peruskoe (Istutustapakoe)                         | 1990            |
| KÄLVIÄ, Mustikkakangas 3       | Peruskoe (Istutustapakoe)                         | 1990            |
| KÄLVIÄ, Peltokorpi             | Peruskoe  | 1990            |
| YLIVIESKA, Yrttikorpi 1        | Tiheyskoe   | 1990            |
| YLIVIESKA, Yrttikorpi 1        | Puulajivertailukoe                                | 1990            |
| YLIVIESKA, Yrttikorpi 1        | Peruskoe  | 1990            |
| YLIVIESKA, Yrttikorpi 2        | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1990            |
| YLIVIESKA, Yrttikorpi 3        | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1990            |
| KRUUNUPYY, Teerijärvi          | Peruskoe  | 1990            |
| PEDERSÖRE, Purmo               | Peruskoe  | 1990            |
| PEDERSÖRE, Aspnabba            | Peruskoe  | 1990            |
| VIMPELI, Sääksjärvi            | Peruskoe  | 1990            |
| ALAJÄRVI, Koivurinne           | Peruskoe  | 1990            |
| KYYJÄRVI, Suosaari (pieni)     | Peruskoe  | 1990            |
| KYYJÄRVI, Suosaari (iso)       | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1990            |
| KUORTANE, Kallioniemi          | Peruskoe  | 1990            |
| ALAVUS, Sapsalampi             | Peruskoe  | 1990            |
| KAUHAJOKI, Nummijärvi          | Peruskoe  | 1990            |
| KORSNÄS, Taklax (pieni)        | Peruskoe  | 1990            |
| KORSNÄS, Taklax (iso)          | Peruskoe  | 1990            |
| KARTTULA, Itä-Karttula (iso)   | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1990            |
| KARTTULA, Itä-Karttula (pieni) | Peruskoe  | 1990            |
| PETÄJÄVESI, Reina (pieni)      | Peruskoe  | 1990            |
| PETÄJÄVESI, Reina (iso)        | Peruskoe (sekametsäko)                            | 1990            |
| LEPPÄVIRTA, Konnuslahti        | Peruskoe  | 1990            |
| RANTASALMI, Osikonmäki 1       | Peruskoe  | 1990            |
| RANTASALMI, Osikonmäki 2       | Peruskoe  | 1990            |
| RAUMAN MLK, Soukainen          | Peruskoe  | 1990            |
| ANJALANKOSKI                   | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1990            |
| PATTIJOKI, Kallioperä          | Peruskoe  | 1989            |
| KIURUVESI, Näläntö             | Peruskoe  | 1990            |
| TÖYSÄ, Liesjärvi               | Peruskoe  | 1990            |
| LAPPAJÄRVI, Variskyttö         | Peruskoe  | 1990            |
| SOINI, Aho                     | Peruskoe  | 1990            |
| KRISTIIANKAUPUNKI, Lappväarti  | Peruskoe  | 1990            |
| NÄRPIÖ, Övermark               | Peruskoe  | 1990            |
| OULU, Pikkarala                | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1990            |
| YLIVIESKA, Kantokylä           | Peruskoe  | 1990            |
| HALSUA, Kalliokoski            | Peruskoe  | 1990            |
| TOHOLAMPI, Särkimäki           | Rikkakasvien torjuntakoe ja mustakuusen viljelyko | 1990            |
| TOHOLAMPI, Särkimäki           | Sekametsäko                                       | 1990            |
| VILPPULA, Varavankila          | Rikkakasvien torjuntakoe                          | 1991            |
| SUONENJOKI, Hulkkola           | Rikkakasvien torjuntakoe (Maanmuokkausko)         | 1991            |
| TOIVAKKA, Kankainen            | Lannoitusko                                       | 1991            |
| VIITASAARI, Niinilahti         | Peruskoe  | 1991            |
| PUNKAHARJU, Kangasniemi        | Rauduskoivukoe                                    | 1991            |
| PUNKAHARJU, Kangasniemi        | Sekametsäko                                       | 1991            |
| VUOLIJOKI, Saaresmäki          | Rikkakasvien torjuntakoe ja lannoitusko           | 1991            |
| VAALA, Säräisniemi             | Lannoitus- ja rikkakasvien torjuntakoe            | 1991            |
| RANUA, Joutensuo               | Puulajivertailukoe                                | 1990            |
| RANUA, Joutensuo               | Metsityskoe (19014) (Maanmuokkausko)              | 1990            |
| RANUA, Joutensuo               | Vesitalouden järjestelyko (Maanmuokkausko)        | 1990            |
| RANUA, Joutensuo               | Metsityskoe (19016) (Maanmuokkausko)              | 1990            |
| RANUA, Joutensuo               | Tiheyskoe   | 1990            |
| RANUA, Joutensuo               | Rikkakasvien torjunta- ja lannoitusko             | 1990/1991       |
| NUIJAMAA, Niljakka             | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1991            |
| BROMARV, Vättlax               | Peruskoe (Maanmuokkausko)                         | 1991            |
| YLÄMAA                         | Peruskoe  | 1991            |
| RUOKOLAHTI                     | Peruskoe  | 1991            |
| TAMMELA, Torronsuo             | Peruskoe  | 1991            |
| TAMMELA, Susikas               | Peruskoe  | 1991            |
| PIHTIPUDAS, Alvajärvi          | Muokkauksen ajankohtakoe                          | 1991            |
| TOHOLAMPI, Viitakangas         | Rikkakasvien torjuntakoe                          | 1991            |
| YLIVIESKA (alue 1)             | Lannoitusko                                       | 1975/1988       |
| YLIVIESKA (alue 2.a)           | Lannoitusko                                       | 1973/1988       |
| YLIVIESKA (alue 2.b)           | Lannoitusko                                       | 1973/1988       |
| YLIVIESKA (alue 3)             | Lannoitusko                                       | 1976/1988       |
| KYYJÄRVI (koe A)               | (Tuhka)lannoitusko                                | 1986/1991       |
| KYYJÄRVI (koe B)               | Lannoitusko                                       | 1986/1991       |
| HAAPAJÄRVI                     | Lannoitusko                                       | 1980/1991       |
| RANUA, Joutensuo               | Lannoitusko                                       | 1990/1991       |
| RANUA, Joutensuo               | Lannoitusko                                       | ?/1991          |



Ympyräkoealojen sijainti ruudulla:



Lävistäjien leikkauspisteessä ja siitä 10 m:n päässä joka haaralla

Viljelyvaihtoehdot :

- 1 = Männyn istutus
- 2 = Kuusen "
- 3 = Rauduskoivun istutus
- 4 = Hieskoivun "
- 5 = Hieskoivun kylvä
- 6 = Viljelemätön

Maanpinnan käsittely: ojitusmätätys  
1988

Kuva 2. Esimerkki koejärjestelyistä.

Näytealoilta (1 m<sup>2</sup>) selvitetään ojamaan ja muokatun maan osuudet sekä rikkakasvien valtalajit, valtapituus ja karkea lajiryhmittäinen peittävyys. Näytealoilta lasketaan myös luontaisen taimien lukumäärä ja mitataan myöhemmin taimien kokotunnukset. Eräissä tapauksissa tehdään yksityiskohtaisia kasvillisuusanalyyssejä.

Kokeissa olevien peruskoealojen määrä on mittava, yli 2000 kpl. Koska tavoitteena on kaikkien tärkeimpien kokeiden jatkuva seuranta ja muistakin kokeista vähintään alku- ja loppumittauksen suorittaminen, mittaukset työllistävät suuren osan vuotta useita ryhmiä eri puolilla maata.

### Havaintoja ja alustavia tuloksia

Ensimmäisen kasvukauden jälkeinen tilanne mitattiin 36 kokeesta, koska haluttiin selvittää paljonko taimia todella istutettiin sekä mikä oli taimien kunto ja mitkä olivat ensimmäiset tuhot. Lisäksi kiinnosti kylvöjen itävyys ja luontaisen taimiaineksen määrä. Myös pintakasvillisuudesta haluttiin laji- ja määrätietoja.

Eräitä poikkeuksia lukuunottamatta pintakasvillisuuden kemiallinen torjunta jo viljelyä edeltäneenä kesänä muutti suuresti pellon kasvilajistoa. Torjunta laukaisi maassa jo vuosikautia, jopa vuosikymmeniä olleiden yksivuotiaiden rikkakasvien siementen lepotilan. Jos näitä yksi- vuotiaita (pillikkeet, tatarit) rikkoja ei torjuttu, saattoi niiden voimakas kasvu heikentää taimia.

Kaikkien puulajien viljelytaimien määrä oli keskimäärin yli 2500 kpl/ha, mutta alle 3000 kpl/ha (taulukko 2). Esimerkiksi männyllä vaihteluväli oli kuitenkin 1040—6366 kpl/ha. Taimien kunto tai paremminkin elinvoimaisuus oli kuusella ja koivuilla hyvä, mutta männyllä heikentyneiden, kituvien ja jopa kuolleiden osuus oli tässä kehitysvaiheessa hyvin suuri (taulukko 3). Joka toisessa männyn taimessa oli jotakin latvavikaa (taulukko 4). Mikä sen oli ai-

heuttanut, paljastuu tuholuokituksesta vain osittain. Havaintojen mukaan latvaongelmat voisivat juontua suurelta osin taimitarhoilta. Kuusella merkittävin vika oli silmutuho ja koivuilla latvanvaihdot.

Hirvien syönnöksiä havaittiin melko paljon koivukoealoilla jo istutuskesänä. Kolmenkymmenen kokeen koivuruuduista vajaalla kolmanneksella tavattiin hirvien tuhoja.

Taulukko 2. Viljelytaimien määrä ensimmäisen kasvukauden jälkeen.

| PUULAJI       | Kpl/h | n     | Kpl/ha, min | Kpl/ha, max |
|---------------|-------|-------|-------------|-------------|
| Mänty         | 2 964 | 3 666 | 1 040       | 6 366       |
| Kuusi         | 2 742 | 3 507 | 1 113       | 5 811       |
| Rauduskoivu   | 2 746 | 2 561 | 1 750       | 4 933       |
| Hieskoivu     | 2 928 | 3 785 | 1 900       | 5 200       |
| Kontortämänty | 2 125 | 34    | 2 125       | 2 125       |
| Mustakuusi    | 2 763 | 221   | 2 150       | 3 700       |
| Lehtikuusi    | 2 850 | 57    | 2 850       | 2 850       |
| MUOKKAUS      |       |       |             |             |
| Muokkaamaton  | 3 550 | 142   | 3 205       | 3 850       |
| Viilukyntö    | 3 007 | 3 977 | 2 250       | 4 933       |
| Täysmuokkaus  | 3 299 | 3 493 | 2 200       | 6 366       |
| Mätästys      | 2 576 | 5 773 | 1 040       | 5 066       |
| Metsäaauraus  | 2 406 | 523   | 2 125       | 3 025       |

Taulukko 3. Viljelytaimet kuntoluokittain, %.

| PUULAJI       | Terve | Lievä tuho | Heikentynyt | Kituva | Kuollut |
|---------------|-------|------------|-------------|--------|---------|
| Mänty         | 33.2  | 15.7       | 22.8        | 22.1   | 6.2     |
| Kuusi         | 78.0  | 19.1       | 1.6         | 0.4    | 0.8     |
| Rauduskoivu   | 68.1  | 25.7       | 4.5         | 0.5    | 1.2     |
| Hieskoivu     | 69.4  | 22.8       | 5.2         | 1.3    | 1.2     |
| Kontortämänty | 67.6  | 14.7       | 0           | 2.9    | 14.7    |
| Mustakuusi    | 94.6  | 2.5        | 0.4         | 0      | 2.5     |
| Lehtikuusi    | 55.4  | 40.7       | 2.3         | 0      | 1.7     |
| MUOKKAUS      |       |            |             |        |         |
| Muokkaamaton  | 35.1  | 14.7       | 17.6        | 27.5   | 5.1     |
| Viilukyntö    | 72.5  | 17.5       | 6.0         | 2.5    | 1.4     |
| Täysmuokkaus  | 73.0  | 17.0       | 4.3         | 2.4    | 3.3     |
| Mätästys      | 70.8  | 21.4       | 4.8         | 1.5    | 1.5     |
| Metsäaauraus  | 61.7  | 21.1       | 7.9         | 5.0    | 4.4     |

## Luontaisia taimia runsaasti

Ensimmäisen kasvukauden (1990) mittauksissa havaittiin, että luontaisesti syntyneitä pieniä taimia oli muokatuilla alustoilla aika paljon, jopa kymmeniä tuhansia hehtaaria kohti. Luonnonkoivua näyttäisi tulevan melko tasaisesti metsittämisalueille. Mättäät ja varsinkin kivennäismättäät näyttäisivät olevan heikohko koivun taimettumisalusta. Vaikka hieskoivua oli kokonaisuudessaan eniten, näkyi myös vuoden 1989 kuusen runsas siemensato tuloksissa. Lähes joka viidennessä inventoidussa näytealassa oli vähintään yksi pieni kuusen taimi.

Kylvöistä onnistuivat parhaiten havupuiden ja erityisesti kuusen kylvöt. Kummankin koivulajin kylvökset itivät heikosti herkästi kuivuvilla kivennäisalustoilla ja kohoumillä. Yleisesti

ottaen kuitenkin sekä luontaiset taimet että kylvötaimet olivat hyvin pieniä ja hentoja sekä toisaalta pintakasvillisuuden kehitys niin voimakasta, että taimien menestymisennuste on heikohko.

Taulukko 4. Viljelytaimien viat (% mitatuista taimista).

| PUULAJI       | Ei vikoja | Latva-vika | Latvanvaihto | Silmu-tuho | Koro | Kallis-tunut | Lehti-tuho, lievä | Lehti-tuho, vakava | Muu vika |
|---------------|-----------|------------|--------------|------------|------|--------------|-------------------|--------------------|----------|
| Mänty         | 29.9      | 54.2       | 6.7          | 2.9        | -    | 0.7          | 2.9               | 1.6                | 1.1      |
| Kuusi         | 67.6      | 4.5        | 8.9          | 12.5       | -    | 0.8          | 3.7               | 0.6                | 1.3      |
| Rauduskoivu   | 49.8      | 20.2       | 23.2         | 1.1        | 0.5  | 0.5          | 3.1               | 0.8                | 0.9      |
| Hieskoivu     | 54.3      | 12.0       | 21.6         | 1.7        | 0.3  | 0.5          | 4.8               | 4.2                | 0.8      |
| Kontortamänty | 79.4      | 14.7       | -            | -          | -    | -            | 5.9               | -                  | -        |
| Mustakuusi    | 95.7      | 1.2        | -            | -          | -    | 1.8          | -                 | -                  | 1.2      |
| Lehtikuusi    | 48.7      | 21.9       | 23.9         | -          | 0.9  | 2.8          | 1.8               | -                  | -        |

## Kirjallisuus

Pellon metsitystyöryhmän muistio. 1988. Työryhmämuistio, MMM 1988:32, 27 s.

## LAPIN PELLONMETSITYSINVENTOINNIN TULOKSET

Results of field afforestation inventory in Lapland

Seppo Rossi<sup>1)</sup>, Martti Varmola<sup>2)</sup> ja Mikko Hyppönen<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Ylivieskan Maaseutupiiri, 84100 Ylivieska

<sup>2)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, 96300 Rovaniemi

<sup>3)</sup>Lapin metsälautakunta, 96100 Rovaniemi

### Abstract

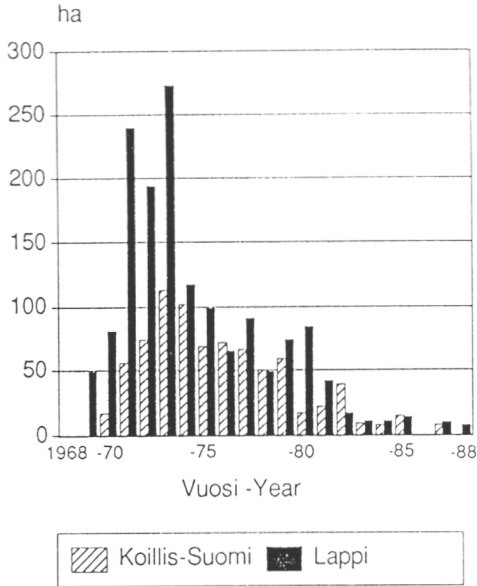
The success of afforestation of fields in the Lapland Forestry Board's region was investigated by conducting an inventory of 53 fields afforested using various tree species in 1973—74 and 1981—82. Sixty percent of the plantations were located on peatlands. Tilt ploughing was the most common site preparation method used. Chemical or mechanical weed control had been used in most cases and the condition of the ditches was estimated to be poor. In younger plantations there were, on the average, only 400 acceptable planted pine saplings/ha on peatland and 600 saplings/ha on mineral soils; the corresponding figures for spruce plantations were 900 and 1100 saplings/ha. In older plantations there were, on the average, 600 acceptable planted pine saplings/ha on peatlands and 900 saplings/ha on mineral soils. In spruce plantations, the corresponding figures were 1300 and 1500 acceptable planted saplings/ha. Naturally regenerated saplings, mostly downy birches, played an important role as supplementary stock. Generally, afforested fields carried at least 400 naturally arisen acceptable saplings/ha. Therefore, the total amount of acceptable saplings was, on the average, over the afforestation limit in all strata. Taking into account their tree density and the gaps in the plantations, 2/3 of the afforested fields were no better than unevenly stocked. The worst results were obtained on poor peatlands. The most important agents of damage in pine plantations were moose, fungal diseases, and competing ground vegetation. Spruce plantations were afflicted mainly by frost and competing ground vegetation.

### Johdanto

Vuosien 1968—1988 välisenä aikana Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien alueilla metsitettiin peltoja ja pelloheittoja kaikkiaan 3140 ha, josta yksityismetsien osuus oli 73 % (Metsätilastolliset vuosikirjat 1969—1989). Koko maan metsitetyistä pelloista Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakunnan alueen yksityisten pellojen metsitysten osuus on noin 2 %. Metsityshuippu saavutettiin vuonna 1973, jolloin yksityisomistuksessa olevia peltoja metsitettiin Lapissa ja Koillis-Suomessa yhteensä 386 ha (kuva 1). Vuodesta 1983 lähtien peltoja on metsitetty Lapin läänissä vuosittain alle 30 ha (Metsätilastolliset vuosikirjat 1969—1989).

Lapissa on tutkittu runsaasti metsänviljelyä ja sen onnistumista. Sen sijaan pellojen metsitystä ei ole selvitetty lainkaan, vaikka pellojen metsittämistä on harjoitettu jo pitkään. Tämän inventoinnin tarkoituksena oli selvittää pellojen metsitysten onnistumista. Tarkastelun kohteena olivat metsityksen onnistumisen lisäksi siihen vaikuttavat tekijät, metsitetyn pellojen omi-

naisuudet puiden kasvupaikkana ja metsitysaloille syntyneiden taimikoiden metsänhoidollinen tila. Inventointi tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen ja Lapin metsälautakunnan yhteistyönä.



Kuva 1. Pellonmetsitysala Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien alueilla vuosina 1968—1988 (Metsätalastollinen vuosikirja 1969—1989).

Fig. 1. The area of afforested fields in the regions covered by the District Forestry Boards of Lappi and Koillis-Suomi, 1968—1988 (Yearbook of forest statistics 1969—1989).

## Aineisto

Otantakehikkona oli Lapin metsälautakunnan pellonmetsitystilasto. Otannan perusjoukkona olivat kahden eri ikäluokan metsitykset, joista vanhemmat oli perustettu Lapin metsälautakunnan alueen yksityismailla 15—16 vuotta ja nuoremmat 7—8 vuotta sitten (vuosina 1973—74 ja 1981—82). Puulajeina olivat mänty, kuusi ja koivu. Tavoitteena oli inventoida yhteensä 60 metsitysalaa eli kustakin ositteesta vähintään 10 peltoa. Ositteita muodostui kuitenkin vain viisi, koska rauduskoivua ei viljelty Lapissa 7—8 vuotta sitten lainkaan.

Kaikkiaan inventoitiin 53 taimikkoa, joiden pinta-ala oli yhteensä 82,6 hehtaaria. Vuosien 1981 ja 1982 metsityksistä inventoitiin 71,9 % (nuoret männyn- ja kuusentaimikot) ja vuosien 1973 ja 1974 metsityksistä 15,5 % (vanhat männyn-, kuusen- ja rauduskoivun taimikot).

## Tulokset

Noin kolme viidestä metsityksestä oli tehty turvemaanpellolle. Pallekyntö oli yleisin muokkausmenetelmä. Heinäntorjunta oli tehty kahdella viidestä metsitysalasta. Ojastojen kunto todettiin huonoksi.

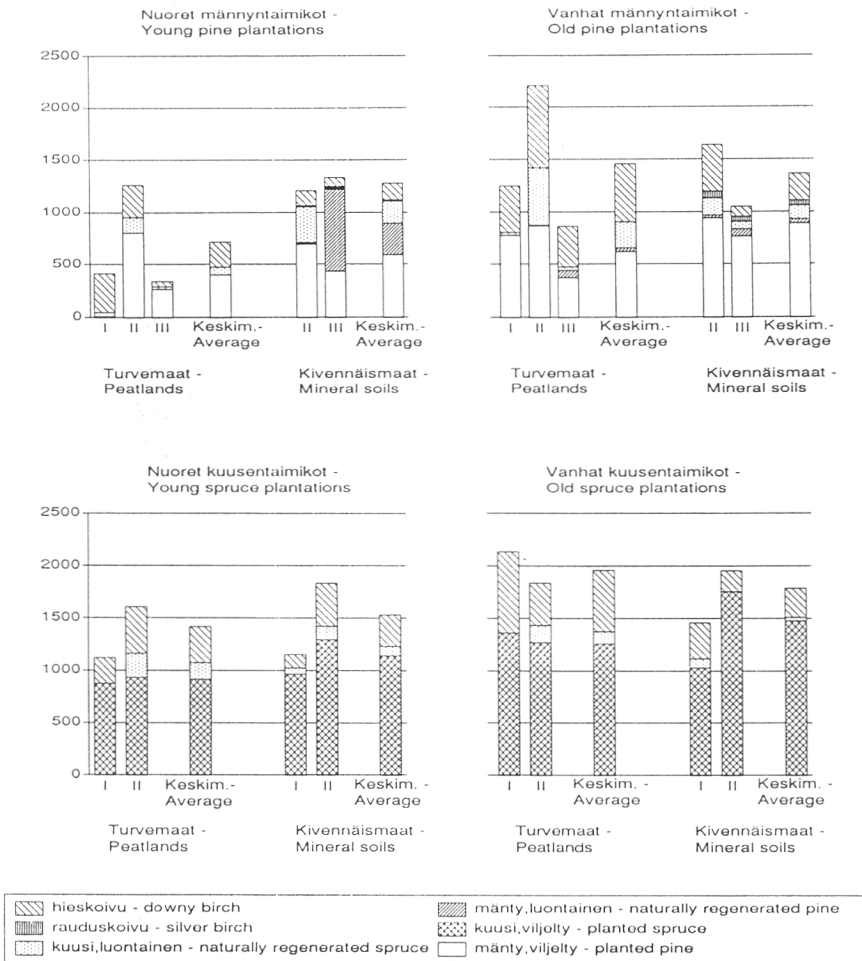
Viljely oli onnistunut paremmin 1970- kuin 1980-luvulla ja paremmin kivennäismaalla kuin turvemaalla. Kuusen istutus oli onnistunut paremmin kuin männyn. Nuoremmilla metsitysalloilla kasvatuskelpoisia männyn viljelytaimia oli elossa turvemaalla keskimäärin 400 ja kivennäismaalla 600 kpl/ha sekä kuusen viljelytaimia turvemaalla 900 ja kivennäismaalla 1100 kpl/ha (kuva 2).

Vanhemmilla metsitysalloilla kasvatuskelpoisia männyn viljelytaimia oli turvemaalla 600 ja kivennäismaalla 900 kpl/ha sekä vastaavasti kuusen taimia turvemaalla 1300 ja kivennäismaalla 1500 kpl/ha (kuva 2).

Heikoimmin oli onnistunut karujen suopeltojen viljely. Ainut onnistunut rauduskoivikko tavattiin viljavalta kivennäismaalta. Muokkausmenetelmistä pallekyntö oli keskimäärin aurausta parempi.

Luontaisesti syntyneillä taimilla oli tärkeä merkitys taimikoiden täydentäjinä. Kasvatuskelpoisia luontaisesti syntyneitä taimia oli rauduskoivun taimikoita lukuunottamatta kaikissa ositteissa yli 400 kpl/ha. Näistä suurin osa oli hieskoivuja. Luonnontaimien ansiosta kasvatuskelpoisten taimien määrä nousi kaikissa ositteissa keskimäärin yli uudelleenviljelyrajan.

Viljely- ja luonnontaimien muodostaman taimikon tiheys ja taimikon aukkoisuus huomioon ottaen 70 % pellonmetsitysaloista oli kasvatuskelpoisuudeltaan vähintään välttäviä. Vanhat kuusitaimikot olivat metsittyneet parhaiten. Näistä kaikki olivat kasvatuskelpoisia, 70 % jopa tyydyttäviä tai täystiheitä. Nuoremmissa mäntytaimikoissa tulos oli heikko, vain 40 % metsitysaloista oli vähintään välttävissä kunnossa. Muut pitäisi metsittää uudelleen tai jättää kokonaan metsittämättä.



Kuva 2. Kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä (kpl/ha) kasvupaikkatyyteittäin ja ositteittain. Kasvupaikkatyyppi I=rehevä turvemaat tai lehtomainen kangas, II=keskinkertainen turvemaat tai tuore kangas, III=karu turvemaat tai kuivahko kangas.

Fig. 2. The total number of acceptable saplings per hectare, by site types and strata. Site type I=fertile peatland or rich mineral soil site, II=average peatland site or damp mineral soil site, III=poor peatland or sub-dry mineral soil site.

Yleisimmät vikaisuudet havupuilla olivat poikaoksa, monilatvaisuus ja koro. Männyllä pahimmat havaitut tuhonaiheuttajat olivat hirvi, sienitaudit sekä pintakasvillisuus ja vesakko. Kuusella tuhoja olivat aiheuttaneet eniten pintakasvillisuus ja halla. Rauduskoivulla yleisimmät viat olivat runkomutka ja monilatvaisuus. Rauduskoivun ainoa todettu tuhonaiheuttaja oli hirvi.

Hoitotoimenpiteiden tarvetta oli kaikissa ositteissa. Eniten tarvittiin kunnostusojitusta ja taimikon perkausta.

## Tarkastelu

Pellonmetsityksen tulokset Lapissa eivät jääneet keskimäärin juurikaan huonommiksi kuin metsämaalle tehtyjen metsänviljelyjen tulokset (esim. Pohtila & Valkonen 1985). Kun vielä otetaan huomioon lopullinen metsitystulos, jota luontaisesti syntyneet taimet selvästi paransivat, tulos on suorastaan yllättävän hyvä. Odottamatonta oli myös nuorempien pellonmetsitysten heikompi menestyminen vanhempiin verrattuna. On ilmeistä, että myyrätuhot ovat ainakin osasyynä nuorempien metsitysten suhteellisesti heikkoon tulokseen.

Lapissa on viime vuosina suhtauduttu varauksella erityisesti karujen suopeltojen metsitykseen. Metsittämisen on todettu olevan liian riskialtista. Nyt saatu tulos tukee käytännön kokemuksia kaikissa tutkituissa ositteissa.

Pellonmetsityksen ehdottomana lähtökohtana on maan vesitalouden kuntoon saattaminen ja maanmuokkaus. Ilman näitä toimenpiteitä peltoja ei ole syytä metsittää lainkaan. Oikean puulajin valinta ja taimettumisen varmistaminen ovat myös tärkeitä osia metsitysketjussa.

Pääasiallisena metsitysmenetelmänä Lapissa on ollut viljely istuttamalla. Toisena vaihtoehtona voisi olla tämänkin tutkimuksen perusteella varsinkin rehevien, alavien ja halkanarokojen suopeltojen metsittäminen luontaisesti hieskoivulle. Myös tämä menetelmä vaatii maanmuokkauksen ja vesitalouden kuntoon saattamisen. Näin syntyneen koivikon alle voitaisiin myöhemmin harkita kuusen istuttamista. Menetelmä onkin jo otettu Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien uusiin metsänhoitosuosituksiin (Metsänhoitosuositukset 1990).

Tutkimus antoi pellonmetsityksestä hieman paremman kuvan kuin käytännön kokemusten perusteella osattiin odottaa. Synnä voi olla se, että erityisesti karujen suopeltojen metsityksen epäonnistuminen on saanut paljon huomiota osakseen. Tähän tutkimukseen kerätystä aineistosta suuri osa sijaisi Lapin kolmion alueella, jossa rehevien suopeltojen metsitys kuusella oli onnistunut hyvin.

Pellonmetsityksen tutkimista tulee edelleen jatkaa myös Lapissa. Tutkimusta pitää suunnata erityisesti maaperän ominaisuuksien selvittämiseen. Peltomaan ravinne- ja vesitalous ovat ratkaisevia tekijöitä metsityksen onnistumisen kannalta.

## Kirjallisuus

- Metsänhoitosuositukset. 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1969-1989. Yearbook of forest statistics 1969-1989. Folia Forestalia 96, 130, 165, 195, 225, 255, 295, 345, 375, 430, 460, 510, 550, 590, 620, 660, 715, 730, 760.
- Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. Folia Forestalia 631, 19 s.

## PELTOJEN METSITYKSEN ONNISTUMINEN POHJOIS-POHJANMAALLA 1970-LUVULLA

Results of afforestation of fields in northern Ostrobothnia in the 1970's

Jukka Valtanen

Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos

Yhteenveto julkaisusta (Summary of the publication): Valtanen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 381, 52 s.

### Yhteenveto

Tutkimusalue sijaitsee leveysasteiden 64 ja 65 välissä. Tarkastettujen alueiden korkeus oli 3—230 mpy ja keskimäärin 58 m. Tehoisa lämpösumma on 710—1050 dd. Vuonna 1975 tarkastettiin 330 peltoa, jotka oli metsitetty keskimäärin neljä vuotta aikaisemmin. Otos oli 36 %. Näistä pelloista 290 tarkastettiin 12 vuotta myöhemmin v. 1987. Pelloista 40 % oli kivennäismaata ja 60 % turvemaata. Neljä viidesosaa oli metsitetty männylle (*Pinus sylvestris*). Muut käytetyt puulajit olivat kuusi (*Picea abies*), lehtikuusi (*Larix sibirica*) ja rauduskoivu (*Betula pendula*).

Muokkaustapa oli yleensä (81 %) ollut viilutus eli pallekyntö kahden metrin välein. Täyskyntöä oli 12 %. Muokkaamatta oli istutettu 7 %.

Ensimmäisessä tarkastuksessa neljän vuoden iässä taimien elossaolo oli keskimäärin 68 %. Tulos oli kivennäismaalla parempi kuin turvemaalla ja muokatulla pellolla parempi kuin muokkaamattomalla. Kuusi oli selvinnyt parhaiten ja lehtikuusi huonoimmin. Tuhoutumista olivat aiheuttaneet heinä, myyrä, hirvi, halla, märkyys, vesakko ja ilmeisesti ravinne-epätasapainosta johtuva kasvuhäiriö, joka neulasten värivikojen ilmaannuttua saattoi jo seuraavana vuonna johtaa taimen kuolemiseen. Lähes kaikkia tuhoja oli suopelloilla enemmän kuin kivennäismaapelloilla.

16 vuoden iällä taimien elossaolo oli 55 %. Tarkastusten välisellä 12 vuoden jaksolla elävyys aleni keskimäärin yhden prosenttiyksikön vuodessa. Parhaiten oli elossa kuusi (76 %) ja heikoimmin lehtikuusi (37 %). Kivennäismaalla taimet olivat selvinneet paremmin kuin turvemaalla (esim. mänty 69 ja 46 %). Täyskynnöllä ja viilutuksella ei ollut tuloseroa. Muokkaamattomaan maahan tehdyt istutukset olivat muilla puulajeilla epäonnistuneet, mutta kuusi oli sielläkin selvinnyt hyvin. Taimien tuhoutumissyiksi ikäjaksolla neljästä vuodesta kuuteentoista vuoteen todettiin samat kuin neljän vuoden iässä. Maan märkyiden, vesakon ja hirven osuudet korostuivat. Mäntyjen pituus 16 vuoden iässä oli keskimäärin 4,0 m, kuusten 2,3 m, lehtikuusten 4,1 m ja rauduskoivujen 7,4 m. Parhailla paikoilla koivujen pituus oli 10—11 m.

Useimmilla pelloilla luontaista hieskoivua (*Betula pubescens*) oli niin paljon (4000—5000 kpl/ha), että sen avulla taimikosta saadaan riittävän tiheä kasvatuspuusto. Hieskoivu sopi pituutensa puolesta männyn ja rauduskoivun täydennykseksi. Kuusitaimikoissa se muodostaa kuusen päällä olevan puujakson, joka voidaan yleensä kasvattaa myyntipuun kokoon. Hies-

koivun lisäksi muiden luontaisesti syntyneiden puulajien — myös männyn ja kuusen — merkitys viljelytaimikon täydentäjänä jäi yleensä hyvin pieneksi.

Viljeltyjen puiden kehittyminen sahapuukelpoisiksi arvioitiin puun lenkouden, mutkaisuuden, haaraisuuden ja muiden runkovikojen sekä oksien paksuuden perusteella. Kivennäismaapelloilla arvioitiin 825 männyllä olevan laadulliset edellytykset kehittyä sahauskelpoisiksi. Lopullinen sahapuumäärä on alempi, sillä osa puista poistetaan harvennushakkuissa ja joitakin vielä todennäköisesti kuolee. Suopelloilla sahapuu edellytykset täytti 373 mäntyä/ha. Luvut merkitsevät 65 ja 32 % elossa olevista puista. Haaraisuus, mutkaisuus ja paksuoksaus olivat hylkäämisen pääsyyt. Lenkouden merkitys oli pieni. — Kivennäismaapelloilla on siis mahdollisuus saada tiheitäkin tukkimetsiä. Suopelloilla tähän ei ole mahdollisuutta.

Metsänhoidollisista tilaa arvioitaessa todettiin:

- puolella suopelloista pitää kuivatusta parantaa
- puolella alueista taimikon perkausta ei ollut tehty eikä sitä enää tarvita; pääosa näistä oli hieskoivikoksi kehittyneitä männynviljelyalueita, joista mänty oli tuhoutunut, ja vain pieni osa sellaisia, missä mänty oli hieskoivuun verrattuna etukasvuinen
- ensiharvennushakkuuta, jossa saataisiin myyntikelpoista puuta, ei tule puuston harvuuden takia puolella suopelloista ja neljänneksellä kivennäismaapelloista
- suopelloilla metsitys oli yleensä onnistunut huonommin, taimikoiden kunto oli heikompi ja edellytykset edes tyydyttävän kasvatusmetsän aikaansaamiseen olivat selvästi vähäisemmät kuin kivennäismaapelloilla.

Saatujen tulosten perusteella näyttää siltä, että kivennäismaapeltojen metsitys voi onnistua muokkaamalla maa joko viiluttaen tai kyntäen, mikäli heinätorjunta on riittävä, mäntyviljelyksillä myyrä, hirvi ja vesakko eivät tuhoa taimia ja kuusi ei tuhoutu hallaan.

Suopellot ovat ongelma. Käytettäessä tässä tutkimuksessa esillä olleita menetelmiä suopeltojen metsittäminen on epävarmaa. Riski on liian suuri. Jos suopelto halutaan metsittää männylle tai kuuselle, on ojitus, maanmuokkaus, ja pintakasvillisuuden ja vesakon torjunta tehtävä paremmin kuin tässä työssä tutkituilla pelloilla. Silti viljelys voi tuhoutua myyrän, hirven, hallan ja heikon ravinteisuuden takia.

## Summary

The area studied is located between 64° and 65°N lat. and between altitudes of 3 and 230 m a.s.l. (mean 58 m a.s.l.). The effective temperature sum (threshold value +5°C) for the area ranges between 710—1050 d.d. A total of 330 sites on former agricultural field, afforested an average of 4 years earlier, were inspected in 1975. The sites studied represent 36 percent of such land in the province. Twelve years later, in 1987, 290 of these sites were reinspected.

Fourty percent of the sites were on mineral soil and the rest on peatland. Four-fifths of them had been planted to pine (*Pinus sylvestris*); the other species used were Norway spruce (*Picea abies*), larch (*Larix sibirica*) and silver birch (*Betula pendula*). The most common method of site preparation (81 percent) had been mould-board ploughing at two-metre intervals, full ploughing had been used on 12 percent of the sites while 7 percent of the sites had not been prepared at all.

Mean survival at age 4 was 68 percent, the figure being better on mineral soil than on peatlands and better on prepared sites than untilled ones. Spruce had survived the best and larch the worst. Damage had been caused by competing vegetation, voles, moose, frosts, damp, and evidently by a growth disorder of nutrient origin which caused discolouration of the needles and led to death of afflicted saplings the following year. Almost all damage types were more common on peatland sites than on mineral soil sites.

The survival rate at age 16 was 55 percent, implying a decline of about 1 percent per

year over the intervening years. The best species was still spruce (76% survival) and the poorest larch (37%). The results continued to be better on mineral soil than on peatland sites (e.g. 69 and 46 percent respectively for pine). No differences were observed between full ploughing and mould-board ploughing, but planting on unprepared sites had been unsuccessful with all species except for spruce, which thrived well even on unprepared sites.

As earlier, the same causes of tree deaths were observed between ages 4 and 16, although now with greater prominence being attached to damp soil conditions, invasion by deciduous species and browsing by moose.

The mean height of the pine at age 16 was 4.0 m, that of spruce 2.3 m, larch 4.1 m and silver birch 7.4 m. Birch on the best sites had reached heights of 10—11 m.

Most of the fields had such a dense growth of self-propagated *Betula pubescens* (4000—5000 per hectare) that, together with pine, these provided sufficiently dense stands. This species is well suited in terms of height growth to the role of filling in stands of pine or silver birch. In the case of spruce, it provides a preliminary tree crop which can usually be allowed to grow to a marketable size before felling. Other tree species of natural origin, including pine and spruce, were of little importance in filling in gaps in stands.

The chances of the trees eventually meeting the standards for sawn timber were estimated from the occurrence of twisted or crooked stems, stem branching and other stem deformations, and the branch thickness. A total of 825 pines per hectare growing on mineral soil were deemed to fulfil the quality requirements. However, the final number is likely to fall below this due to thinning and tree deaths. The corresponding figure on peaty soils was 373 pines per hectare. These figures correspond to 65% and 32% of the living trees respectively. The main grounds for rejection were stem branching, crooked stems and thick branches. Twisting was of minor importance. It is thus possible to develop quite dense sawn timber stands on mineral soils, but not on peatlands.

Monitoring of silvicultural condition in stands led to the following conclusions:

- Half of the plantations on peatlands require drainage improvements.
- Cleaning had been neglected in half of the areas and was no longer necessary. The majority of these sites originally carried plantations of pine which then gave way to stands of *Betula pubescens*. Only a small number were sites on which the pines had grown ahead of the birches.
- The sparseness of the growing stock on half of the peatland fields and quarter of those on mineral soil sites meant that the first commercial thinning would have to be carried out later than usual.
- Afforestation had usually been less successful on the peatland sites where the young trees were in a poorer condition and the chances of even satisfactory stand development were considerably reduced.

The results suggest that the afforestation of mineral soils previously in agricultural use can be successful following mould-board or full ploughing provided that weeds can be kept down, provided that damage by voles, moose and (in the case of pines) competing deciduous species can be kept under control, and provided that young spruces are not affected by early summer frosts.

Peatland fields present more of a problem, however, and their afforestation by the methods used here must be regarded as entailing too great a risk. Planting of a former peatland field to pine or spruce calls for greater attention to be paid to drainage, site preparation and control of the field layer vegetation and shrubs than was the case on the sites studied here, and even then damage may be caused by voles, moose, frosts and nutrient deficiencies.

## PELLONMETSITYKSEN ONNISTUMINEN KESKI-POHJANMAALLA

Field afforestation in central Ostrobothnia, western Finland

Jyrki Hytönen

Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, 69100 Kannus

### Abstract

Altogether, 54 field afforestation sites afforested to Scots pine (*Pinus sylvestris*) or silver birch (*Betula pendula*) in 1973—74 and 1981—82 were inventoried. The fields were classified into three groups along the axis peat field <—> mineral soil field according to peat thickness, amount of organic matter in the soil and soil bulk density. The most important agents of damage were moose, growth disorders (especially on peat fields) and fungal diseases. Survival of the planted trees was lower on peat soils than on mineral soil fields; 51 and 58 percent in young pine plantations, 39 and 67 percent in the older pine plantations and 29 and 44 percent in silver birch plantations established in 1973—74. Natural regeneration of downy birch (*Betula pubescens*), even though it was concentrated in the vicinity of ditches, filled up the plantations considerably. The nitrogen concentration in pine needles was often quite high while that of boron was low.

### Johdanto

Suunnitelmallinen peltojen metsitys, jonka tarkoituksena oli vähentää peltoalaa, alkoi Suomessa 1960-luvun lopussa. Metsitysmäärät olivat suurimmillaan 1970-luvun alussa yli 10000 ha vuodessa. Sen jälkeen metsitys vähentyi tasaisesti ollen noin 2000—3000 ha vuodessa. Pohjanmaalla kiinnostus pellonmetsitykseen on ollut vähäisempää kuin Itä-Suomessa. Metsitetty peltoala Keski-Pohjanmaalla vuoden 1990 loppuun mennessä oli 3616 ha. Huippuvuosina 1970-luvun alussa Keski-Pohjanmaalla metsitettiin 300—700 ha peltoa vuosittain. Nyt peltojen metsitysmäärät ovat jälleen lisääntymässä voimakkaasti. Kuitenkin peltojen ja peltoheittojen ja erityisesti turvepeltojen metsittäminen on koettu ongelmalliseksi. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Keski-Pohjanmaan metsälautakunnan alueelle yksityisten maanomistajien maille perustettujen pellonmetsitysten onnistuminen sekä saamaan kuva mahdollisista onnistumisen tai epäonnistumisen syistä.

### Aineisto ja menetelmät

Keski-Pohjanmaalla inventoitiin 20 kpl 7—8 vuotta ja 20 kpl 15—16 vuotta sitten viljeltyä männynntaimikkoa sekä 14 kpl 15—16 vuotta sitten perustettua rauduskoivikkoa. Lisäksi 12 koivikkoa jouduttiin hylkäämään. Näistä 4 oli tehty uudestaan pelloksi. Useimmissa muissa oli muutama vuosi koivun viljelyn jälkeen tehty uusi maanmuokkaus ja uusintaviljely pääasiassa männylle.

Pellot jaettiin kolmeen ryhmään akselilla turvemaanpelto—kivennäismaanpelto turpeen

paksuuden, kasvualustan orgaanisen aineen määrän sekä tiheyden perusteella (taulukko 1). Yksiselitteistä rajaa turve- ja kivennäismaiden peltojen erottamiseksi toisistaan ei voitu asettaa. Selvästikin peltojen muokkaus ja lannoitus, painomaan käyttö, turvekerroksen kuluminen jne. ovat vaikuttaneet peltojen pintaosien rakenteeseen.

Taulukko 1. Inventoitujen pellonmetsitysalueiden jako ositteisiin.

| Osio                                     | Tiheys,<br>g/cm <sup>3</sup> | Orgaanisen<br>aineen<br>osuus, % | Turpeen (orgaanisen<br>kerroksen)<br>paksuus, dm | Taimi-<br>koita,<br>kpl |
|--|------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------|
| Nuoret männiköt (metsitysvuosi -81, -82) |                              |                                  |  |                         |
| A Turvepelto                             | 0,460                        | 45,2                             | 4,7  | 9                       |
| B Turve-kivennäismaanpelto               | 0,591                        | 33,4                             | 2,6  | 5                       |
| C Kivennäismaan pelto                    | 0,906                        | 12,8                             | 0,4  | 6                       |
| Vanhat männiköt (metsitysvuosi 73, -74)  |                              |                                  |  |                         |
| A Paksuturpeinen pelto                   | 0,299                        | 61,4                             | 8,2  | 7                       |
| B Ohutturpeinen pelto                    | 0,412                        | 52,0                             | 4,0  | 6                       |
| C Kivennäismaan pelto                    | 0,870                        | 14,4                             | 0,9  | 7                       |
| Vanhat koivikot (metsitysvuosi -73,-74)  |                              |                                  |  |                         |
| A Turvepelto                             | 0,410                        | 46,8                             | 5,2  | 6                       |
| B Turve-kivennäismaan pelto              | 0,682                        | 18,7                             | 3,3  | 4                       |
| C Kivennäismaan pelto                    | 0,860                        | 13,9                             | 0,5  | 4                       |

## Tuloksia

### Taimikonhoito

Ojat metsitetyillä pelloilla olivat yleisesti varsin huonossa kunnossa. Lähes yksinomainen muokkaustapa oli pallekyntö. Tehdyistä taimikonhoitotoista männiköissä yleisin oli heinätorjunta (75 %:ssa nuorista männiköistä, 60 %:ssa vanhoista männiköistä). Koivikoissa vain vajaassa kolmasosassa oli asiakirjojen mukaan tehty joko kemiallista tai mekaanista heinätorjuntaa. Joka toinen vanha männikkö sekä 70 % nuorista männiköistä oli täydennysviljelty, koivikoista 57 %. Täydennysviljelyä oli tehty turvemaidella keskimääräistä enemmän. Perkausta oli tehty vanhemmissa männiköissä (40 % metsiköistä) enemmän kuin nuoremmissa (15 % metsiköistä). Koivikoista oli perattu 43 %. Pääasiassa pajujen ja koivujen vesoja oli pellonmetsitysalueilla runsaasti. Taimikoiden välinen vaihtelu oli kuitenkin erittäin suurta (30—56000 kpl/ha).

### Tuhot

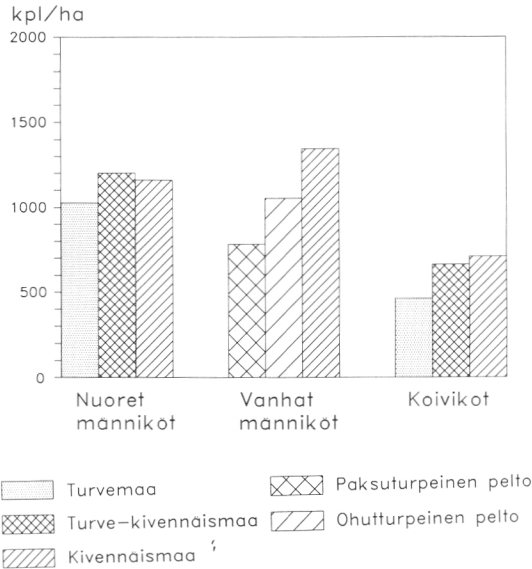
Taimia kohdanneista tuhoista yleisimpiä olivat vesojen ja hirvien sekä männiköissä myös sienitautien aiheuttamat vioitukset. Pian metsityksen jälkeen uusintaviljeltyjä koivikoita oli asiakirjatietojen ja haastattelujen mukaan kohdannut erittäin voimakas myyrä- tai hirvituho. Inventointihetkellä myyrien vioituksia puissa havaittiin hyvin vähän, koska yleensä myyrätuhojen kohteeksi joutuvat pienet ja nuoret taimet. Myöskään pintakasvillisuuden aiheuttamia tuhoja ei enää 7—8 v viljelystä voida osoittaa. Turvemaiden pelloilla oli kaikissa ryhmissä huomattavasti enemmän hirven vioituksia kuin kivennäismaiden pelloilla. Männynversoruostetta esiintyi enemmän kivennäismailla, joissa oli haavanvesoja taimikoissa tai haapaa reunametsikössä. Kasvuhäiriöitä oli runsaammin vanhemmissa etenkin turvemaiden männynviljelyissä, mutta kivennäismaillakin sitä tavattiin.

## Taimimäärä

Alkuperäinen istutustiheys asiakirjojen mukaan on ollut koivikoissa 1600 kpl/ha ja männiköissä 2000 kpl/ha. Inventointihetkellä eläviä istutustaimia oli eniten kaikissa ositteissa kivennäsmaiden pelloilla (kuva 1). Nuorissa männyntaimikoissa erot taimimäärissä eri maaluokissa olivat vähäiset. Vanhemmissa turvemaalla perustetuissa viljelyksissä taimimäärä oli pienin (männiköt paksuturpeisella pellolla keskimäärin 780 kpl/ha, koivikot turvepellolla 460 kpl/ha). Mikäli tavoitellut istutustiheydet ovat toteutuneet kivennäsmaiden peltöjen koivikoissakin taimista oli kuollut yli 50 %, turvepellolla jopa 71 %. Männyntaimikoissa kuolleisuus olisi vastaavasti alle 50 %, paitsi vanhoissa paksuturpeiselle pellolle perustetuissa metsityksissä, jossa se olisi keskimäärin 61 %.

Yli 1,3 metrin pituisia luontaisia koivuja, joista valtaosa kasvoi sarkaojen läheisyydessä, taimikoissa oli runsaasti (taulukko 2). Koivut olivat lähes yksinomaan hieskoivuja. Nuoremmissa taimikoissa valtaosa koivuista oli siemensyntyisiä, vanhemmissa puolestaan vesasyntyisten osuus oli suuri. Luontaisia kuusentaimia oli eniten kivennäsmaiden pelloilla, koivikoissa keskimäärin 870 kpl/ha.

Turvemaan pellolla alkuperäiset istutetut männyntaimet olivat keskimäärin 3,5 metrin pituisia 15–16 v:n kuluttua istutuksesta ja kivennäsmaiden pelloilla metrin pidempiä. Nuoremmissa männiköissä taimien pituus oli maalajista riippumatta keskimäärin 1,7 m. Alkuperäisten viljeltyjen rauduskoivujen keskipituus vaihteli eri pelloilla 4,6 m:stä aina 10,8 m:iin asti. Luontaiset männyn ja kuusen taimet olivat huomattavasti viljelytaimia lyhyempiä.



Kuva 1. Elävien viljelytaimien määrä.

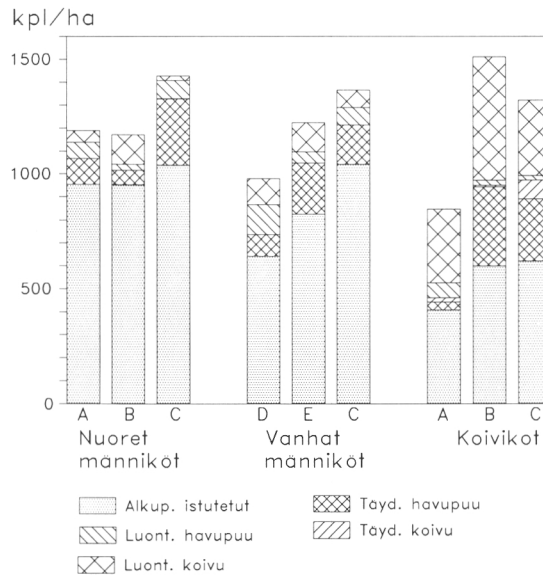
## Kasvatuskelpoiset taimet

Taimien kasvatuskelpoisuuden arvioinnissa käytettiin kriteereinä taimien kuntoa, tilajärjestystä, metsikön pituusjakaamaa ja puulajia. Puulajeista hyväksyttiin kasvatuskelpoisiksi mänty, kuusi sekä siemen- ja vesasyntyiset raudus- ja hieskoivut. Kasvatuskelpoisia taimia oli eniten kivennäsmaille (kuva 2). Alkuperäisiä istutettuja kasvatuskelpoisia taimia oli alle 800 kpl/ha n. joka toisessa vanhemmassa männikössä (55 %) ja yli 2/3:ssa koivikoista (71 %) sekä joka kolmannessa nuorena männikössä (35 %). Kun lisäksi otetaan mukaan täydennysviljeltyt ja luontaiset

taimet lisäänty kasvatuskelpoisten taimien määrä huomattavasti. Tällöin vain 15 %:ssa männiköistä taimimäärä jäi alle em. rajan. Joka viidennessä koivikossa kasvatuskelpoisia taimia oli vähemmän kuin 800 kpl/ha ikäluokasta riippumatta. Mikäli huomioidaan myös täysin uusintaviljellyt, inventoimattomat koivikot epäonnistuneiden metsitysten määrä koivun osalla kohoaa yli 50 %:n.

Taulukko 2. Luontaisten taimien määrät.

| Osioite                                  | Mänty | Kuusi | Rauduskoivu          |                    | Hieskoivu            |                    |
|--|-------|-------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|  |       |       | siemen-<br>syntyinen | vesasyn-<br>tyinen | Siemen-<br>syntyinen | vesasyn-<br>tyinen |
| Nuoret männiköt (metsitysvuosi -81, -82) |       |       |                      |                    |                      |                    |
| A Turvepelto                             | 240   | 280   | 90                   | 0                  | 2850                 | 110                |
| B Turve-kivennäispelto                   | 40    | 130   | 120                  | 0                  | 1340                 | 70                 |
| C Kivennäismaan pelto                    | 310   | 380   | 400                  | 0                  | 2530                 | 90                 |
| Vanhat männiköt (metsitysvuosi 73, -74)  |       |       |                      |                    |                      |                    |
| A Paksuturpeinen pelto                   | 250   | 550   | 20                   | 0                  | 1110                 | 2450               |
| B Ohutturpeinen pelto                    | 410   | 390   | 30                   | 10                 | 2210                 | 530                |
| C Kivennäismaan pelto                    | 150   | 730   | 40                   | 0                  | 890                  | 630                |
| Vanhat koivikot (metsitysvuosi -73,-74)  |       |       |                      |                    |                      |                    |
| A Turvepelto                             | 310   | 50    | 20                   | 0                  | 630                  | 590                |
| B Turve-kivennäismaan pelto              | 180   | 290   | 20                   | 0                  | 1030                 | 930                |
| C Kivennäismaan pelto                    | 100   | 870   | 30                   | 0                  | 540                  | 580                |

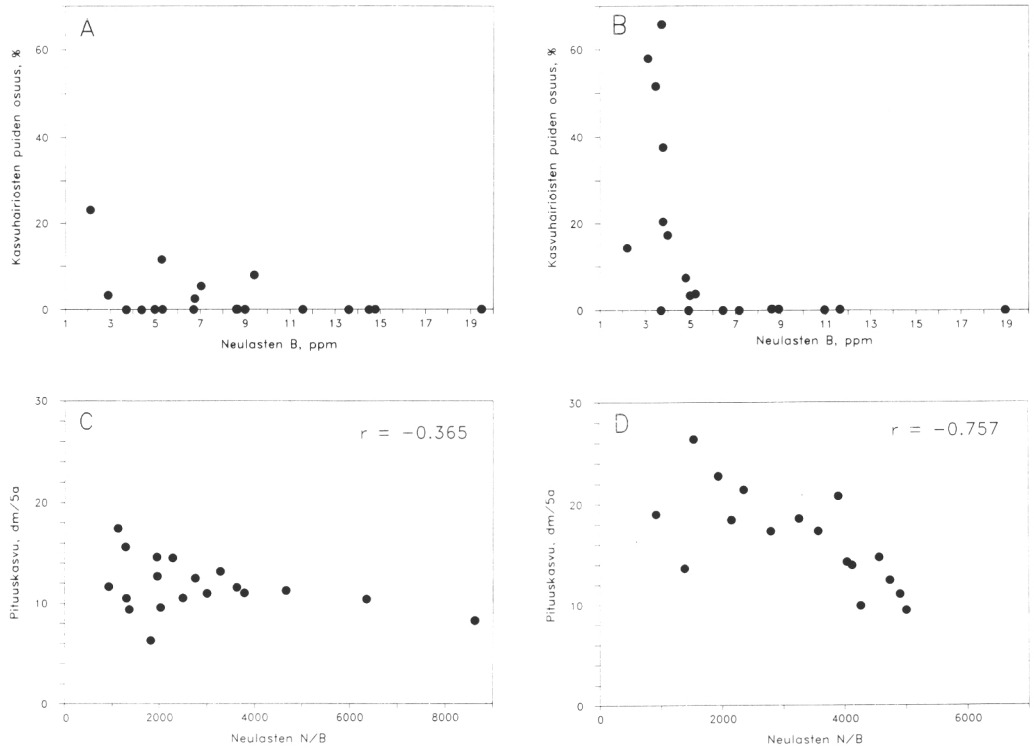


Kuva 2. Kasvatuskelpoisten taimien määrä. A = turvemaan pelto, B = turve-kivennäismaan pelto, C = kivennäismaa, D = paksuturpeinen pelto, E = ohutturpeinen pelto.

## Neulasten ravinnepitoisuudet

Männyn neulasten fosforipitoisuudet olivat vertailuarvoihin (Metsänterveysopas 1988) verrattuna kaikilla inventoiduilla pelloilla hyvällä tai tyydyttävällä tasolla (1,5—2,1 mg/g). Neulasten kaliumpitoisuudet olivat useimmiten välttävällä tasolla (yli 3,5 mg/g) ja kolmella pelloinmetsä-

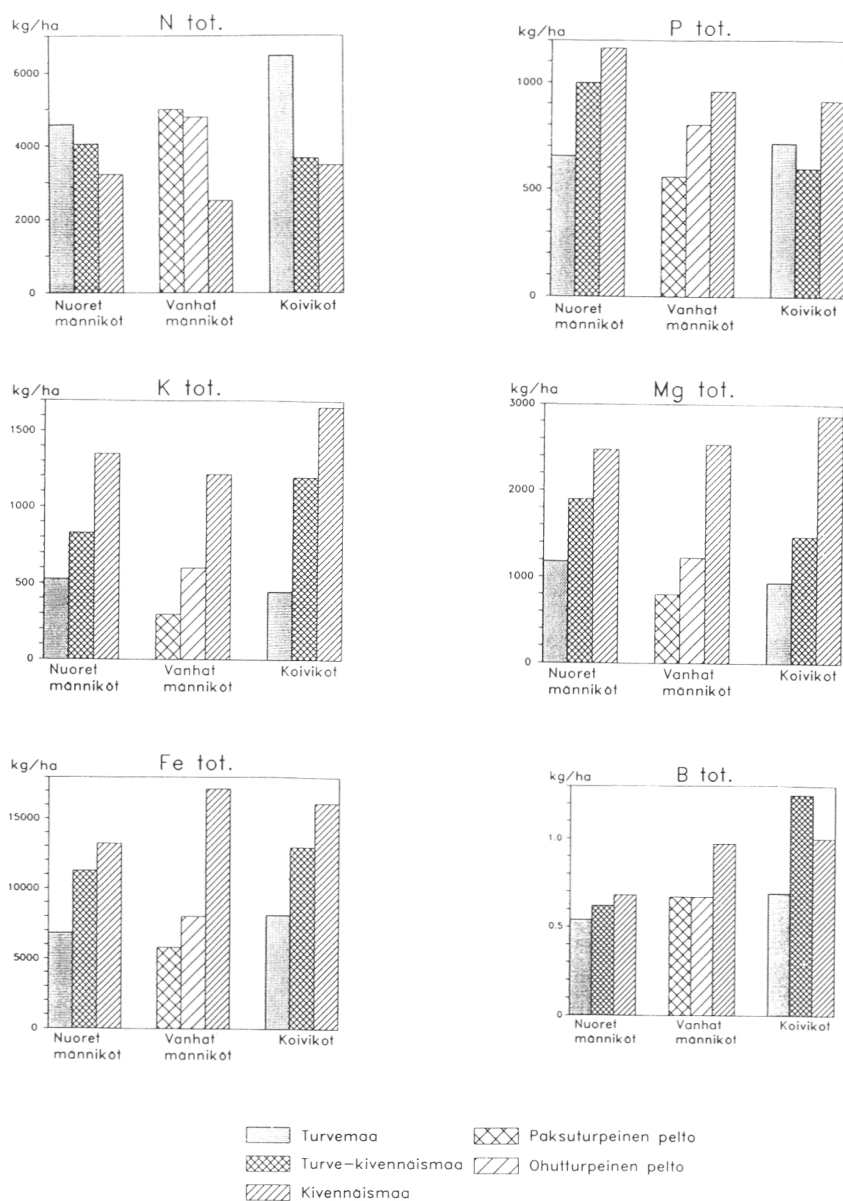
tysaluella alhaiset (3,0—3,4 mg/g). Neulasten typpipitoisuus oli usein korkea (1,5—1,9 %). Toisaalta neulasten booripitoisuudet olivat alhaisia, etenkin turvemaiden pelloilla. Kasvuhäiriön riski kasvoi kun neulasten booripitoisuus oli alle 6 ppm (kuva 3). Alhainen booripitoisuus liittyi vanhemmissa metsityksissä kasvuhäiriön ulkoisiin oireisiin, mutta nuoremmissa (7—8v) puissa näkyi ulkoisia kasvuhäiriön merkkejä vain harvoin, vaikka neulasten booripitoisuus oli alhainen. Puiden kasvu korreloi neulasten booripitoisuuden sekä boorin ja typen, kalsiumin ja magnesiumin suhteiden kanssa (kuva 3).



Kuva 3. Neulasten booripitoisuuden ja metsiköiden kasvuhäiriöisten puiden osuuden välinen vuorosuhde (A=7—8 v männiköt, B=15—16 v männiköt) sekä neulasten N/B-suhteen ja viiden viimeisen vuoden pituuskasvun välinen korrelaatio (C=7—8 v, D=15—16 v männiköt). Pituuskasvuhavainnoista poistettu puut, joiden latvoja hirvet ovat vioittaneet.

### Kasvualustan ravinnemäärät

Typen kokonaismäärä oli 10 cm:n pintakerroksessa turvemaan pelloilla suurempi kuin kivennäismaan pelloilla (kuva 4). Sen sijaan kokonaisfosforin, -kaliumin ja -boorin määrä oli turvemaidella alhaisempi kuin kivennäismailla. Turvepeltojenkin varsin korkeat fosforin ja kaliumin määrät pintakerroksessa selittynevät painomaan käytöllä (ks. taulukko 1). Kaliumista oli 8—22 % ja fosforista 0,5—1,1 % liukoisessa muodossa. Kokonaisraudan määrä oli suuri (1700—34800 kg/ha). Keskimäärin raudan määrä oli huomattavasti suurempi kuin esim. kokonaistypen määrä. Peltojen välinen ja peltojen sisäinen vaihtelu ravinnemäärissä oli suuri.



Kuva 4. Kokonaistypen, -fosforin-, kaliumin, -magnesiumin, -raudan ja -boorin määrä 10 cm:n pintakerroksessa.

## Kirjallisuutta

- Anttinen, O. 1957a. Rahkasuon lannoitus- ja maanparannuskokeen tuloksia. Valtion maatalouskoetöiminnän julkaisuja 155, 30 s.
- 1957b. Saraturvesuon saveus- ja lannoituskokeen tuloksia. Referat: Ergebnisse eines Lehzufuhr- und Düngungsversuchs auf Seggentorfmoor. Valtion maatalouskoetöiminnän julkaisuja 163, 20 s.
- Kaunisto, S. 1991. Maa-analyysin mahdollisuudet eräiden Alkkian metsitettyjen suopeltojen ravinnetilan arvioimisessa. Abstract: Soil analysis as a means of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields at Alkkia. (painossa).

- Kolari, K. 1988. Metsäpuiden kasvuhäiriöt. Kasvuhäiriöprojektin loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 310, 35 s.
- Laitinen, I. 1988. Peltojen ja peltoheittojen metsittämisen biologiset ongelmat. Katsaus Pohjoismaiseen kirjallisuuteen. Helsingin Yliopisto, Metsänhoitotieteen laitos. Pro gradu -työ. 99 s.
- Leikola, M. 1976. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsityksessä. Summary: Soil tilling and weed control in afforestation of abandoned fields. Comm. Inst. For. Fenn. 88(3), 101 s.
- Lipas, E. 1990. Kalkituksen aiheuttama boorinpuute kangasmaan kuusikossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 352, 22 s.
- Metsänhoitosuosituksset. 1990. Keski-Pohjanmaan metsälautakunta. 29 s.
- Paavilainen, E. 1970. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Summary: Experimental results on the afforestation of swampy fields. Folia For. 77, 24 s.
- 1977. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. Summary: Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields. Folia For. 261, 27 s.
- Pessi, Y. 1960. Kivennäismaan merkityksestä mutasuon maanparannusaineena Leteensuon koeaseman pitkäaikaisen kentäkokeiden perusteella. Summary: On the significance of mineral soil as a soil improving agent on fens on the basis of prolonged field tests at Leteensuo experimental station. Acta Agraria Fennica 95(3), 21 s.
- 1961c. The volume weight of the organic matter in the plough layer of peat lands cultivated by different methods. Maatal. tiet. Aikak. 33, 248—255.
- 1961d. The ash content of the plough layer of peat lands cultivated by different methods. Maatal. tiet. aikak. 33, 215—222.
- Puustjärvi, V. 1953. Raudan saostuminen soissa. Suo 4(1b), 5—12.
- Raitio, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Abstract: Growth disturbances of Scots pine on an afforested abandoned peatland field: description and interpretation of symptoms. Folia For. 412, 16 s.
- Rossi, S. 1990. Alustavia tuloksia peltonmetsityksen onnistumisesta Lapin metsälautakunnan alueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362, 121—128.
- Teasdale, R.D. & Richards, D.K. 1990. Boron deficiency in cultured pine cells. Quantitative studies of the injection with Ca and Mg. Plant Physiology 93, 1071—1077.
- Valtananen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 381, 52 s.
- Veijalainen, H. 1983. Geographical distribution of growth disturbances in Finland. Comm. Inst. For. Fenn. 116, 13—16.
- , Reinikainen, A. & Kolari, K.K. 1984. Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Summary: Nutritional growth disorders of forest trees in Finland. Folia For. 601, 41 s.

## PELTOJEN METSITYSTULOS POHJOIS-SAVOSSA 1970- JA 1980-LUVULLA

Field afforestation in Savo, eastern Finland, in the 1970's and 1980's

Tenho Hynönen<sup>1)</sup> & Timo Saksa<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Pohjois-Savon metsälautakunta, 70100 Kuopio

<sup>2)</sup>Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, 50100 Mikkeli

### Abstract

In the years 1989—90, 133 field afforestation sites were inventoried in Savo, central Finland. These sites had been established in 1971—72, 1976—78, 1980—82 or 1985—87. The inventory included Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) as well as silver birch (*Betula pendula*) plantations both on mineral and peat soils. The afforestation results were not satisfactory on peatland fields. Especially pine plantations were in a bad condition. Only about 35 percent of the pines (700 plants/ha) were alive 10 years after being planted. Spruce survival was better; there were approximately 1300 viable spruce seedlings at age 10. Downy birch (*Betula pubescens*) was the only naturally regenerated tree species capable of some degree of filling up plantations on peatland fields. Field afforestation on mineral soils had been fairly successful. On the average, the densities of pine, spruce and birch plantations varied from 900 to 1700. There were only few (8 percent) of conifer plantations with densities below 1000 viable trees/ha 10 to 15 years after planting. The number of naturally regenerated spruces was rather high (about 800 trees/ha) but silver birch and downy birch were the only species which showed some degree of filling up effect in the plantations. The height development of pine, spruce and birch was as fast as was expected.

### Taustaa

Peltojen metsitys yleistyi voimakkaasti koko maassa 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa harjoitetun maatalouspolitiikan seurauksena. Pohjois-Savossa peltoja metsitettiin 1970-luvun alkupuolella aina vuoteen 1977 asti 1000—1900 hehtaaria vuosittain. 1980-luvulla pellonmetsitysten määrä väheni huomattavasti vakiintuen 300—400 hehtaarin vuotuiselle tasolle. 1980-luvun lopulla alkoi jälleen voimakas peltojen metsityskampanja ja Pohjois-Savossa ylitettiin vuonna 1990 jälleen 1000 hehtaarin raja.

Pellon metsitykset ovat yleensä kohdistuneet joko tilan huonolaatuisiin peltoihin (usein suopellot, niityt ja hoitamattomat laidunalueet) tai metsitys on käsittänyt tilan koko peltopinta-alan. Samoin pellon maatalouskäytön ja metsittämisen välillä kulunut aika saattaa metsityskohteittain vaihdella suurestikin. Näin ollen metsitettävien kohteiden kasvupaikkaominaisuudet ja puun kasvuedellytykset ovat vaihdelleet oleellisesti. Turvepelloille on usein ajettu myös kivennäismaata maanparannusaineksi, joka myös lisää kasvupaikan ominaisuuksien vaihtelua.

## Aineisto

Vuosina 1989—90 inventoitiin Pohjois-Savon metsälautakunnan alueella yhteensä 133 pellonmetsityskohdetta (pinta-ala 174,6 ha), joista 70 oli turvemaapeltoja (123,3 ha). Kivennäispeleilloilla mitattiin vuosina 1971—72, 1976—78 ja 1980—82 viljeltyjä mänty-, kuusi- ja rauduskoivutaimikoita. Turvepeltoilla inventoitiin mänty- ja kuusitaimikoita. Mainittujen viljelyvuosien lisäksi mukana olivat 1985—87 viljelyt.

## Ennakkotuloksia

### Turvepellot

Mäntytaimikoissa perusmetsitysmäntyjen määrä vaihteli 71 taimesta 2500 taimeen hehtaarilla (kuva 1). Koko aineiston pinta-alalla painotettu männynntaimien määrä oli 826 kpl/ha. Alle 1000 tainta hehtaarilla olevia taimikoita oli 59 % ja ainoastaan 3 %:ssa oli yli 2000 tainta hehtaarilla. Mäntytaimikoista 40 % oli sellaisia, joita oli jossakin vaiheessa täydennetty. Luontaisesti syntyneitä männynntaimia oli noin puolessa mäntytaimikoista (21—1360 kpl/ha). Keskimäärin yli 200 tainta hehtaarilla ei ollut minkään ikäluokan taimikossa. Luontaisia kuusentaimia oli 30 taimikossa (14—2167 kpl/ha) ja hieskoivuja oli 38 taimikossa (42—18470 kpl/ha).

Kuusikoissa perusmetsitystaimien määrä oli välillä 889—2500 kpl/ha. Keskimäärin kuusentaimia oli 1618 kpl/ha. Ainoastaan 15 %:ssa taimia oli alle 1000 kpl/ha ja 10 %:ssa oli yli 2000. Kuusitaimikoista kolmea todettiin täydennetyin. Männyn luonnontaimia oli 12:ssa kuusitaimikossa 26:sta (25—614 kpl/ha), kuusentaimia 20 taimikossa (21—5 921 kpl/ha) ja hieskoivuja 23 taimikossa (42—11115 kpl/ha) (kuva 1).

Mäntytaimikoissa kasvatuskelpoisia viljelytaimia ei ollut yhtään kappaletta 40 %:ssa eikä hieskoivuja 82 %:ssa koealoista. Kuusitaimikoissa kasvatuskelpoisista viljelykuusista tyhjiä koealoja oli 15 % ja hieskoivulla nollaruutusadannes oli vastaavasti 86.

Männyn pituuskehitys oli ollut nopeampaa kuin kuusen. Parinkymmenen vuoden iällä pituusero oli lähes kaksi metriä. Vanhimmissa, 18—19 vuotiaissa taimikoissa perusmetsitystaimien keskipituus oli männiköissä viisi ja kuusikoissa hieman yli kolme metriä. Pituuskehitysero oli selvä jo myös nuorimmissa taimikoissa (kuva 3).

### Kivennäismaapelot

Männiköissä perusmetsitystaimien määrä vaihteli välillä 411—2205 kpl/ha ollen keskimäärin 1330 kpl/ha. Männyllä istutetuista kohteista joka neljättä oli täydennetty joko kuusen tai rauduskoivun taimilla. Keskimääräinen elossaolleiden täydennystaimien määrä oli 450 kpl/ha (kuva 2).

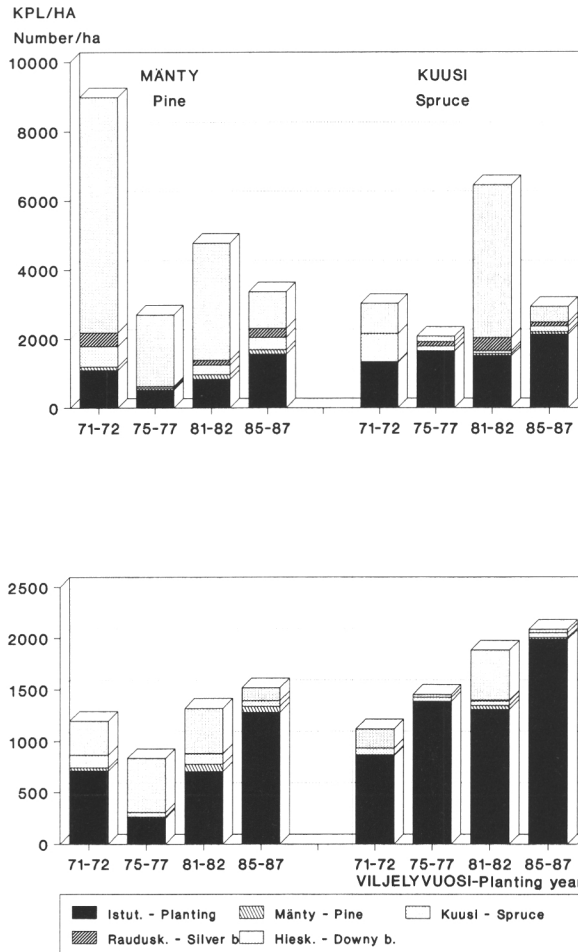
Kuusikoissa perusmetsitystaimien määrä vaihteli välillä 675—2423 kpl/ha (keskimäärin 1610 kpl/ha). Kuusen viljelyistä vain kahta (8%) oli täydennetty kuusen tai männyn taimilla. Täydennystaimien määrä täydennyistutuskohteissa oli keskimäärin 280 kpl/ha. Koivikoissa perusmetsitystaimien määrä vaihteli välillä 657—1750 kpl/ha keskiarvon ollessa 1250 tainta/ha. Koivun metsitysalueita ei oltu täydennetty lainkaan.

Metsityksessä käytetystä puulajista riippumatta viljelytaimien määrä oli 1970-luvun metsityksissä yleensä korkeampi kuin 1980-luvun alussa tehdyissä pellonmetsityksissä. Männyn ja kuusen taimikoiden täydennystä oli tehty 1980-luvun metsityksissä aikaisempia metsityksiä enemmän.

Viljelytaimien lisäksi metsitysaloilla oli keskimäärin 900 havupuiden ja 750 koivun

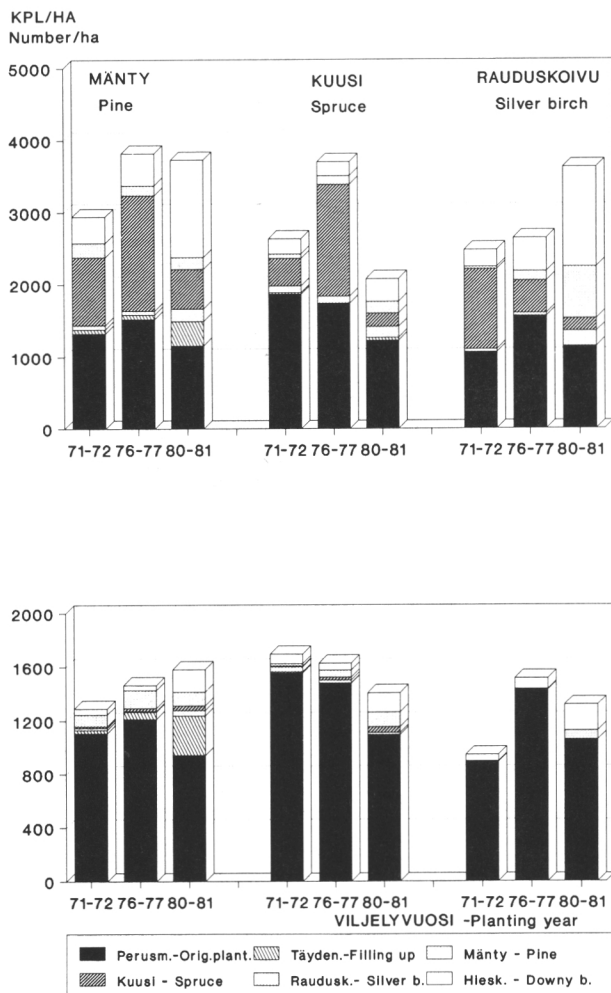
siemensyntyistä tainta. Luontaisista havupuista lähes 90 % oli kuusen taimia ja koivun taimista vastaavasti 2/3 oli hieskoivun taimia. Luontainen taimettuminen oli ollut hyvin vaihtelevaa ja ryhmittäistä. Esimerkiksi kuusen taimien määrä vaihteli nolasta aina yli 10000 taimen tiheyteen.

Koko metsitystulos muodostui taimikoiden tiheyteen nähden kivennäismaapelloilla vähintään tyydyttäväksi. Kasvatuskelpoisten taimien yhteismäärä vaihteli metsityskohteittain 815:sta aina 2423 taimeen/ha. Kahdessa männyn ja kahdessa kuusen taimikossa tiheys jäi alle 1000 tainta/ha. 9—10 vuotta vanhoilla metsityskohteilla luontaisten taimien samoin kuin täydennysistutustaimien merkitys metsitystulokseen oli suurin. Eniten luontaisia taimia, lähinnä raudus- ja hieskoivuja, voitiin hyväksyä kasvatuskelpoiksi männyn taimikoissa. Vanhimpien koivikoiden runkoluvun alhaisuus johtui joissakin kohteissa tehdyistä ensiharvennuksista.



Kuva 1. Keskimääräiset taimimäärät männyllä ja kuusella 1970-luvun alussa, puolivälissä, 1980-luvun alussa ja puolivälissä metsityillä turvepelloilla. Ylemmässä kuvassa on esitetty kaikkien taimien määrät ja alemmassa kuvassa kasvatuskelpoiksi arvioitujen taimien määrät (istutettu=perusmetsitys + täydennysviljely).

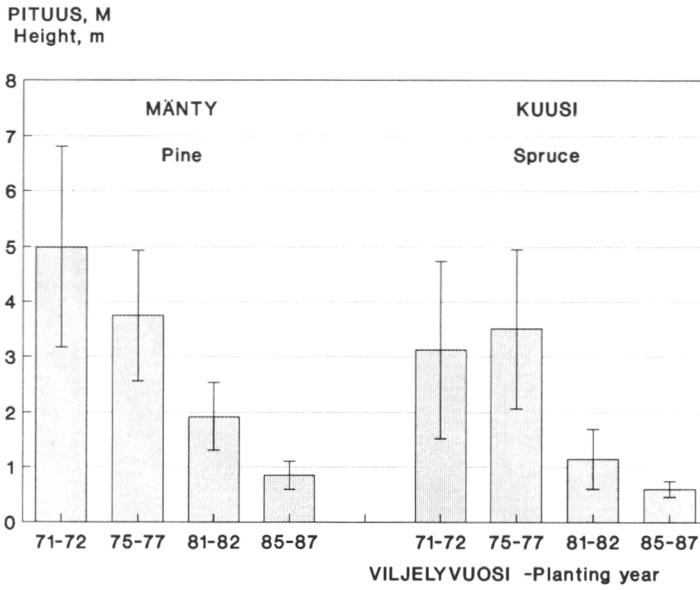
Fig 1. Mean number of seedlings in afforestation of peatland fields established with pine (*Pinus sylvestris*) and spruce (*Picea abies*) in the early 1970's and 1980' and in the mid-1970's and mid-1980's. The upper figure represents the numbers of all seedlings and the lower figure the number of viable seedlings (planting = original plants + filling up).



Kuva 2. Keskimääräiset taimimäärät männyllä, kuusella ja rauduskoivulla 1970-luvun alussa, puolivälissä ja 1980-luvun alussa metsitytyillä kivennäispelloilla. Ylemmässä kuvassa on esitetty kaikkien taimien määrät ja alemmassa kuvassa kasvatuskelpoisiksi arvioitujen taimien määrät.

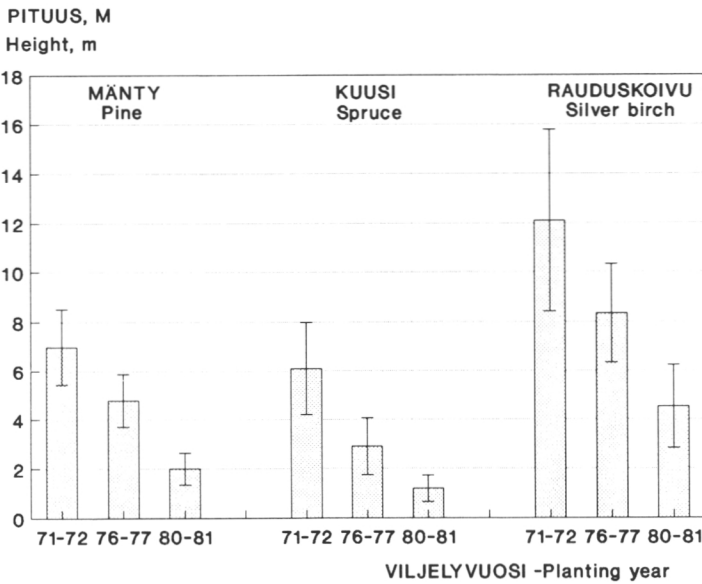
Fig. 2. Mean number of seedlings in afforestation areas on mineral soils established with pine (*Pinus sylvestris*), spruce (*Picea abies*) and silver birch (*Betula pendula*) in the early 1970's, in the mid-1970's and in the early 1980's. The upper figure represents the numbers of all seedlings and the lower figure the number of viable seedlings.

Koivun taimet olivat kasvaneet lähes kaksi kertaa männyn ja yli kaksi kertaa kuusen taimia nopeammin (kuva 4). Vanhimmissa, 18—19 vuotiaissa metsityksissä taimikon 'valtapiisuus' (= perusmetsitystaimien keskipituus) oli koivikoissa keskimäärin 12, männiköissä 7 ja kuusikoissa 6 metriä. Männyn ja kuusen taimien pituuskehitysero oli suhteellisesti sitä suurempi mitä nuoremmista taimikoista oli kysymys. Tätä selittänevät kuusen taimien pituuskasvun 'jurominen' istutuksen jälkeen sekä melko yleiset hallatuhot.



Kuva 3. Perusmetsitystaimien keskipituus (keskipituus ja hajonta) eri ikäisissä männyllä ja kuusella viljellyissä turvepeltojen metsityksissä.

Fig. 3. The mean height of seedlings (pine and spruce) resulting from original planting in different-aged plantations established by afforestation of peatland fields.



Kuva 4. Perusmetsitystaimien keskipituus (keskipituus ja hajonta) eri-ikäisissä männyllä, kuusella ja rauduskoivulla viljellyissä kivennäispeltojen metsityksissä.

Fig. 4. The mean height of seedlings (pine, spruce and silver birch) resulting from original planting in different-aged plantations established by afforestation of mineral soil fields.

## Tarkastelua

Pääosa turvepelloista on 1970- ja 1980-luvuilla metsitetty männyllä ja viljelytulos on huono. Pintakasvillisuus, myyrätuhot, ojanvarsipajukot, huono kuivatus ja ravinneongelmat ovat suurimpia syitä tulokseen. Kuusella tulee vielä lisäksi halla kyseeseen. Luontaisilla havupuun taimilla ei ollut kovin suurta merkitystä taimikoiden täydentäjänä. Kasvatuskelpoiset hieskoivut paransivat hieman metsitystulosta, vaikka niitä esiintyisin metsitysaloilla hyvin epätasaisesti ja ryhmittäisesti. Tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaiset Pohjois-Pohjanmaalla tehdyn tutkimuksen kanssa (Valtanen 1990).

Yleisesti käytössä olevilla uudistamismenetelmillä ei saada männynviljelyä onnistumaan turvepelloilla. Mäntyä ei tulisi istuttaa lainkaan reheville alueille ja karut alueet on syytä jättää metsittämään luontaisesti maanpinnankäsittelyn jälkeen.

Kivennäismaapelloilla metsitystulos oli selvästi turvemaapelloja parempi. Taimikot olivat tiheydeltään vähintään tyydyttäviä ja taimikoiden pituuskehitys vastaa viljelymetsiköille arvioitua pituuskehitystä (ks. Vuokila & Väliaho 1980 ja Oikarinen 1983). 1980-luvun alussa tehtyjen metsitysten heikompi tulos vanhempiin metsityksiin verrattuna jää tutkimuksen tässä vaiheessa täsmällistä selitystä vaille. Mahdollisesti pellonmetsitysten vähentyessä 1980-luvun alussa metsitykset ovat kohdistuneet kaikkein epäedullisimpiin kohteisiin, mikä selittäisi yleisen tulostason alenemisen.

Erityisesti kivennäismaapelloilla taimien elossapysymisen lisäksi tulisi kiinnittää huomiota myös puuston laatuun. Viljaville pelloille perustetuissa männiköissä ei nyt käytetyllä viljelytiheydellä saavutettane nykyisin sahatavaralta vaadittavaa laatua. Näin ollen kivennäismaapellojen metsityksessä antanevat rauduskoivu ja kuusi parhaan taloudellisen tuloksen.

## Kirjallisuus

- Vuokila, Y. & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(2), 271 s.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 113, 75 s.
- Valtanen, J. 1990. Suopeltojen metsitys on rahan tuhlausta. *Metsä ja Puu* 10/90, 3 s.

## PELLONMETSITYKSEN ONNISTUMINEN LÄNSI-SUOMESSA

On the outcome of afforestation of fields in western Finland

**Kaarlo Kinnunen**

Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano

### Taustaa

Parkanon tutkimusaseman toimesta inventoitiin v. 1969 käytännön työnä perustettuja istutusaloja peräkkäisin inventoinnein kahden, viiden ja 11—12 kasvukauden kuluttua istutuksesta (Kinnunen 1977, Kinnunen & Nerg 1983). Vuoden 1970 inventoinnissa 156 alan joukkoon osui satunnaisotannassa 24 pellonmetsitysalaa. Inventoinnissa käytettiin ryväotantaa, jossa ryväs muodostui 25:stä neljän m<sup>2</sup>:n suuruisesta näytealasta, jotka ensimmäisessä inventoinnissa merkittiin pysyviksi näytealoiksi. Ryppäiden määrä/ala vaihteli yhdestä viiteen alan koosta riippuen (Kinnunen 1977). V. 1990 aloitettuun pellonmetsitysprojehtiin liittyen päätettiin pellonmetsitysalat inventoida uudelleen 23 kasvukauden jälkeen (v. 1991), jotta saataisiin tietoa myös pellonmetsitysten myöhemmästä kehityksestä sellaisilla aloilla, joiden tausta tunnetaan alusta lähtien. Seuraavassa esitetään päätuloksia peltotaimikoiden kehityksestä 11—12 kasvukauden ajalta.

### Aineisto

Pellonmetsitysaloja oli alunperin 24, mutta vv. 1979—80 inventoinnin ulkopuolelle jäi kaksi alaa, joten tässä käsitellään vain 22 alaa. Aineisto jakautui neljän metsälautakunnan alueelle. Etelä-Pohjanmaalla ja (ruotsinkielisellä) Pohjanmaalla oli vain mäntyaloja (4+1). Kuusialoja oli eniten Pirkka-Hämeessä (6). Satakunnassa oli neljä kuusialaa ja kolme mäntyalaa. Kaikkiaan mäntyaloja oli 12 ja kuusialoja 10.

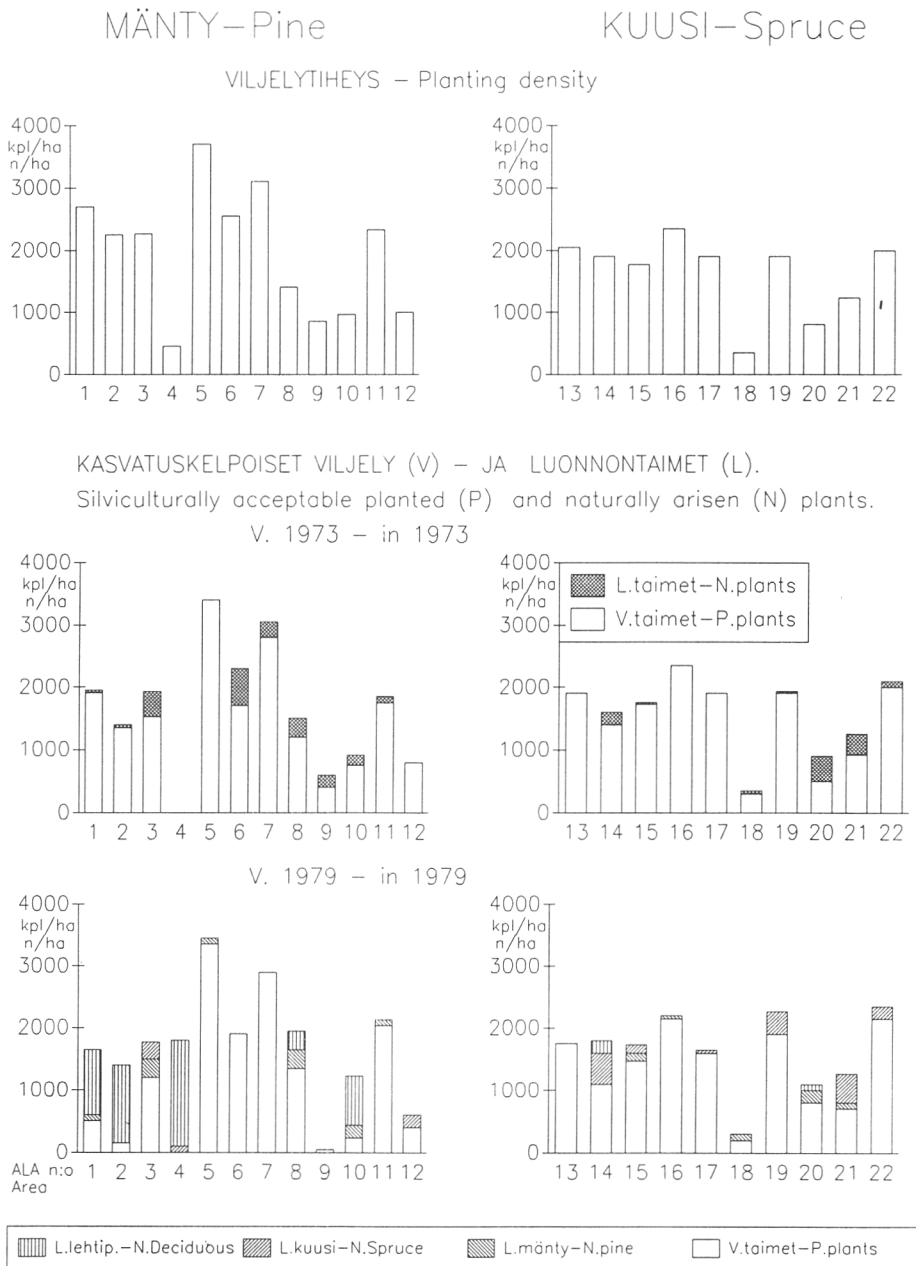
### Viljelytiheys

Viljelytiheys jäi monilla aloilla alle tavoitteen (männyllä 2500 ja kuusella 2000 kpl/ha), mutta kahdella mäntyalalla oli istutettu myös huomattavasti yli tavoitteen (kuva 1). Harvaan istutetuille aloille oli tyypillistä runsas jätö- tai verhopuusto.

### Taimien elossaolo

Kuusialoilla taimien kuolleisuus viiden ensimmäisen kasvukauden aikana oli varsin vähäistä (6 %). Mäntyaloilla puolestaan kuoli neljäsosa taimista. Kuolleisuus oli samaa luokkaa kuin mustikkatyyppin uudistusaloilla. Kuolleisuus oli suurinta kolmantena kasvukautena. Myös jatkossa männyn taimien kuolleisuus oli suurempi kuin kuusen. 11—12 vuotta istutuksen jälkeen kuusen taimista oli elossa 85 ja männyn taimista 60 sadannesta. Kuolleisuus ei jakautunut tasan taimi-

koiden kesken, vaan keskittyi muutama taimikkoon, joista kuoli runsaasti taimia. Satakunnan ja Pohjanmaan mäntytaimikoissa taimikato oli suurin. Tällä tarkastelukaudella (5—11 kasvukautta viljelystä) mustikkatyypin mäntytaimikoissa kuolleisuus oli selvästi pienempi kuin pelloilla, kuusitaimikoissa sen sijaan kuolleisuus oli pelloilla jopa hieman pienempi kuin mustikkatyypillä.



Kuva 1. Viljelytiheys ja istutus- sekä luonnontaimien määrän kehitys v. 1969 istutetuilla pellonmetsitysaloilla.  
Fig. 1. Planting density and the number of planted (planted in 1969) and naturally arisen plants on afforested former agricultural land.

## Kasvatuskelpoisten taimien määrä

Kasvatuskelpoisten taimien määrällä ja viljelytiheydellä oli luonnollisesti selvä riippuvuussuhde. Viiden kasvukauden jälkeen tehdyssä inventoinnissa hieskoivua ei hyväksytty kasvatettavaksi puulajiksi, joten kasvatuskelpoisten luonnontaimien määrä oli vähäinen. Myöhemmässä inventoinnissa, kun hieskoivu hyväksyttiin kasvatettavaksi puulajiksi, se oli vallitseva puulaji neljällä, alunperin mäntyalalla. Viljelytaimet olivat jääneet näillä aloilla hieskoivun varjoon tuhoutuen lähes täysin. Kuusialoilla pääosa kasvatuskelpoisista luonnontaimistakin oli kuusia.

## Tuhonaiheuttajat

Heinittyminen oli viidennen kasvukauden jälkeen tehdyssä inventoinnissa yleisin tuhonaiheuttaja peltotaimikoissa. Yli viidesosa taimista kärsi heinittymisestä. Vesottumisesta puolestaan kärsi joka kymmenes taimi. Myöhemmässä inventoinnissa halla oli kuusitaimikoiden yleisin vaurioittaja ja hirvi mäntytaimikoiden. Em. vaurionaiheuttajien yleisyys peltotaimikoissa vaikutti siihen, että niissä oli selvästi keskimääräistä enemmän haaroittuneita taimia. Muutoin pellolla kasvaneiden taimien tekninen laatu ei poikennut muilla kasvupaikoilla kasvaneista taimista.

## Uusintainventointi 1991

Taimikot ovat nyt saaneet kehittyä yli kymmenen vuoden ajan edellisestä inventoinnista. Tänä aikana niitä on käsitelty tai jätetty käsittelemättä käytännön metsänhoidon mukaisesti. Pysyvät koealat merkittiin huomaamattomasti, jottei niitä käsiteltäisi erikoistoimenpitein, vaan tutkimus antaisi kuvan todellisesta käytännön tilanteesta. Uudet näytealat sijoitetaan mahdollisimman tarkasti entisten paikalle, vaikka nyt käytetään 20 m<sup>2</sup>:n koealaa entisen 4 m<sup>2</sup>:n tilalla. Inventoinnilla pyritään selvittämään taimikoiden kehitykseen vaikuttavat tekijät edellisestä inventoinnista lähtien. Tärkeimmällä sijalla on kuitenkin taimikoiden tämänhetkisen tilan selvittäminen, niin määrän kuin laadun että terveydentilan osalta. Peräkkäisten inventointien tuloksia vertaamalla arvioidaan aiempien inventointien käyttökelpoisuutta nykytilan ennustajana. Maa-analyysien selvitetään pellonmetsityksen onnistumiseen ja tuotokseen vaikuttavia maape-  
rättekijöitä.

## Summary

The Finnish Forest Research Institute's Parkano Research Station conducted a series of inventories (at intervals of 2, 5 and 11—12 years from planting) of afforested former agricultural land. A total of 22 such plantations established were studied; 12 were Scots pine (*Pinus sylvestris*) plantations and 10 of Norway spruce (*Picea abies*). Cluster sampling was employed as the inventory method, a cluster being composed of 25 sample plots, each 4 m<sup>2</sup> in area. These sample plots were marked out as permanent plots in connection with the first inventory. The number of the clusters per area varied from one to three depending on the size of the area.

In several of the sites studied, the final spacing fell short of the target which for Scots pine was 2500 and for Norway spruce 2000 per hectare. On two of the Scots pine sites, the target was considerably exceeded. The sparsely stocked sites were typified by an abundance of residual or nurse trees. The mortality of the planted trees during the first five growing periods was quite low (6 per cent) in the Norway spruce plantations. In the Scots pine plantations, on

the other hand, mortality rose to 25 per cent. This mortality was equal to that of regeneration sites on *Myrtillus* type sites and it was at its maximum during the third growing season. Later on too, the mortality of Scots pines was greater than that of Norway spruces. Eleven to twelve years after planting, 85 per cent of the planted spruces and 60 per cent of the pines were still alive. Mortality was not evenly distributed among the plantations — it was concentrated in a few plantations which lost a lot of the planted trees. The pine plantations in the Satakunta and Pohjanmaa regions were the most sorely afflicted. During this monitoring period (5—11 years after planting), mortality in pine plantations established on *Myrtillus* site types was clearly less than in plantations established on former agricultural land. In the case of spruce plantations, however, mortality in plantations on former agricultural land was at times even less than in plantations on *Myrtillus* site types.

There was naturally a clear correlation between plantation spacing and the number of plants worth growing. In the inventory carried out after five growing seasons, downy birch (*Betula pubescens*) was not classified as a silviculturally acceptable species and consequently the numbers of naturally arisen plants worth growing were low. In the later inventory downy birch was classified as a silviculturally acceptable species, and it had become the dominant species on four sites that had originally been planted to pine. The planted pine plants had been overtaken and suppressed by pubescent birch and had been almost entirely destroyed. In spruce plantations, the majority of the naturally arisen plants worth growing were spruces, too.

The most common cause of damage observed in plantations established on former agricultural land during the inventory carried out after five growing seasons was that caused by grasses and herbs. Over a fifth of the planted trees suffered from the competition coming from grasses and herbs. One in ten suffered from the competition of sprouts. At a later stage, the number one cause of damage in spruce plantations was frost; in pine plantations it was browsing by moose. The common occurrence of these damaging agents led to the above average occurrence of trees with branched tops in these plantations. Apart from this feature, the quality of the plantations established on former agricultural land did not differ from that of plantations growing on other site types.

The inventory to be carried out in 1991 will be aimed at clarifying the factors affecting the development of the plantations between the 11<sup>th</sup> and 23<sup>rd</sup> growing seasons following planting, the volume of the growing stock, its quality and the present state of health of the plantations. An analysis of the series of inventories will make it possible to estimate the prognostic worth of the earlier inventories. Soil analyses will be conducted in order to assess the effect of soil factors on the outcome and yield of afforestation of arable land.

## Kirjallisuus

- Kinnunen, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: The survival and initial development of plants in private forests in western Finland. *Folia For.* 318, 25 s.
- & Nerg, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11—12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: State of plantations 11—12 years after planting in some private forests in western Finland. *Folia For.* 546, 20 s.

## PELTOJEN METSITYSMENETELMÄT 20-VUOTTA VANHOJEN KOKEIDEN VALOSSA

Field afforestation methods in the light of 20-year-old experiments

Jussi Torpo

Helsingin yliopisto, Metsänhoitotieteen laitos, 00170 Helsinki

### Abstract

Various soil preparation and weed control methods were compared with different tree species and seedling stock qualities in 20-year-old experiments plantations in Maalahti (62°50'N, 21°30'E) and Karttula (62°50'N, 27°10'E). The aim was to find the best afforestation methods with regard to survival and development of trees. Norway spruce (*Picea abies*) was a fairly safe choice for tree species unless the field in question was susceptible to frost. For example, spruce was very able to compete with ground vegetation and weed control was not as important a measure as with Scots pine (*Pinus sylvestris*) or silver birch (*Betula pendula*). Because of its slow growth rate at an early age, spruce had a much lower mean stem volume per hectare after 20 years of growth than pine or birch. If weed control was properly done, good results with pine and birch were possible. According to the results, birch was susceptible to damage, but with proper tending high volume yields were achieved. Pine seemed to be quite a safe choice, too, but because of the high nutrient contents of the soils in the fields studied pine seemed to be encountering stem quality problems. Additionally, the stems of field-grown pines were very thick butted when compared to pines grown on normal forest sites. Soil preparation was very important. It mainly affected the survival of trees. Especially birch could not grow without site preparation. Mounding improved particularly the development of pine in Maalahti, the more so the smaller the planting stock used was. The experiments in Maalahti showed that weed control had a major effect on the development of trees on sites without any soil preparation. In Karttula, on the other hand, weed control was also important on plots which had been ploughed and tilled. The need for weed control depends on the soil preparation method, the fertility of the soil, and the tree species to be planted. As an example, mounding slightly lessened the need for weed control or altered the timing of control. As a rule, weed control should not be omitted when afforesting former agricultural fields. Over a period of 20 years, the best growth was gained when bare-rooted, large transplants of silver birch were planted on a ploughed and tilled field and weeds were properly controlled.

### Johdanto

Tutkittua tietoa vanhempien pellonmetsitysalojen metsitysmenetelmistä on hyvin vähän. Tämä on vaikuttanut siihen, että käytännössä on ollut puute selkeistä ohjeista. Metsäntutkimuslaitos perusti 1960—1970-lukujen vaihteessa pellonmetsityskokeita, joiden alkukehityksestä Leikola (1976) on julkaissut tuloksia. Nyt osa kokeista inventoitiin uudelleen. Tarkoituksena oli saada selville, mikä vaikutus eri taimilajeilla, maanmuokkaustavoilla ja pintakasvillisuuden torjuntamenetelmillä oli männyn, kuusen ja rauduskoivun menestymiseen sekä oliko eri puulajien välillä

kasvueroja. Tässä raportissa esitellään tulokset kahdelta 20-vuoden ikäiseltä pellonmetsitysalueelta, Maalahdesta ja Karttulasta.

## Aineisto ja menetelmät

### Maalahti

Maalahden koealueella kukin puulaji (mänty, kuusi, rauduskoivu) oli sijoitettu omiin lohkoihinsa. Kokeessa verrattiin kuutta erilaista maanmuokkausmenetelmää, joista tutkimukseen valittiin kolme: täysmuokkaus, mätästys ja kontrollina muokkaamaton maa. Muokkaukset oli tehty riveittäin. Kolmen puulajin lisäksi verrattiin männyn ja rauduskoivun kahta taimilajia. Viljelyrivien puolikkaat jaettiin vielä kolmeen ruutuun pintakasvillisuuden torjuntamenetelmän mukaan: ei heinätorjuntaa, mekaaninen ja kemiallinen heinätorjunta (amitroli/atratsiini). Metsitysvaiheessa tehdyn ravinneanalyysin mukaan maan pH samoin kuin kaliumin ja helpoliukkoisen fosforin pitoisuudet vastasivat normaalin metsämaan pitoisuuksia. Typeä oli enemmän ja kalsiumia selvästi runsaammin. Lisäksi maan orgaanisen aineen osuus oli huomattavan suuri, yli 20 %. Maalaji oli pääosin hienoja lajitteita, savea ja hiesua (Leikola 1976). Taimilajeista vertailussa olivat:

- mänty: \* mä 1M+1A  
          \* mä 2A+2A
- kuusi: \* ku 1M+2A
- koivu: \* rako 1M, taimityppi I (20—40 cm, tyvilpm väh. 3 mm)  
          \* rako 1M+1M, taimit. III (60—80 cm, tyvilpm väh. 5 mm)

Kokeen perustamisvaiheessa kuusen suosio oli vähäinen. Tämän vuoksi kuusesta oli ainoastaan yksi taimilaji. Istutusvaiheessa kuusiriveistä toinen puolikas istutettiin nuoremmilla männyn taimilla (mä 1M+1A). Nyt suoritettussa inventoinnissa männyn jaettiin kolmeen ryhmään: puhtaassa männikössä kasvaneet nuoremmat ja vanhemmat taimet sekä kuusisekoituksessa kasvaneet nuoremmat männyn taimet.

### Karttula

Karttulan koe on saman tyyppinen kuin Maalahdessa. Koealat jaettiin aluksi kolmeen lohkon eri puulajeja varten. Kunkin puulajin muodostama lohko jaettiin riveihin, jotka muokattiin eri tavoin. Karttulassa oli seitsemän erilaista muokkausmenetelmää sekä kontrollina muokkaamaton. Tarkempaan tutkimukseen valittiin kaksi menetelmää: täysmuokkaus ja muokkaamaton maa. Muokkausrivit jaettiin kahtia heinimis- ja herbisidikäsittelyjä varten. Kumpikin rivin puolikas jaettiin vielä kolmeen ruutuun käsittelyn voimaperäisyyden mukaan.

Koealoista kaksi oli hallanarkoja, alavia turvemaita. Toiset kaksi puolestaan sijaitsivat topografialtaan korkeammilla rinnealueilla, joissa maalaji on hietaa ja hiesuvaltaista kivennäismaata. Metsitysvaiheessa tehdyn ravinneanalyysin mukaan maan kalsiumin pitoisuus oli kymmeniä kertoja korkeampi kuin metsämaalla ja kaliuminkin moninkertainen. Myös typeä oli koealueen maassa enemmän kuin metsämaassa. Fosforin määrä oli sama kuin metsämaassa (Tapani 1971). Toisin kuin Maalahdessa, kokeissa käytettiin vain yhtä taimilajia:

- mänty: \* mä 2A+1A
- kuusi: \* ku 1M+2A
- koivu: \* rako 1M, taimityyppi II (40—60 cm, tyvilpm väh. 4mm)

Pintakasvillisuuden torjuntamenetelmät olivat:

- ei heinäntorjuntaa (H-0)
- lievä herbisidi (H+0)
- lievä heiniminen (H-I)
- vahva herbisidi + yksi heinitys (H+I)
- vahva heiniminen (H-II)
- vahva herbisidi + kaksi heinitystä (H+II)

Mittaukset ja laskenta

Mittaukset tehtiin linjoittaisena arviointina, missä koko linja oli koealueena. Valittujen linjojen kaikista puista mitattiin rinnankorkeusläpimitta. Koepuiksi valittiin jokaisen läpimittaluokan viides puu. Koepuista mitattiin pituus ja eräitä teknisiä tunnuksia sekä määritettiin tuhot ja niiden aiheuttajat sekä viat.

Runkotilavuuden laskennassa käytettiin hyväksi mitattuja läpimitta- ja pituusarvoja sekä regressioanalyysia. Ns. Laasasenahon tilavuusyhtälöillä saatiin puukohtainen keskitilavuus (Kilkki 1986). Käyttäen apuna taimien mitattua elossaoloa ja 2000 taimen oletettua viljelymäärää hehtaaria kohti eri käsittelyille laskettiin hehtaarikohtainen runkotilavuus, mikä ei ole todellinen, mutta kelpaa eri käsittelyjen vertailuun.

## Tulokset

### Maalahti

Maanmuokkauksen merkitys sekä taimien elossaoloon että kasvuun oli suuri (taulukko 1). Vähiten oli elossa pieniä koivuja (1M) muokkaamattomalla alustalla (11 %) ja eniten kuusentaimia muokatuilla aloilla (73 %). Ilman muokkausta perustetuilla mänty- ja koivualoilla taimia oli jäljellä enintään neljännes. Muokkaus nosti männyn elossaolon 37—66 %:iin: suurempaa taimilajia ja mätästystä käytettäessä paremmaksi kuin käytettäessä pieniä taimilajeja ja täysmuokkausta. Koivun elossaolo oli muokkauksen ansiosta 37—50 %. Isojen taimien elossaolo oli parempi kuin pienten, mutta sensijaan täysmuokatuilla aloilla parempi kuin mätästetyillä. Kuusen elossaolo oli kaikissa käsittelyissä parempi kuin männyn ja koivun.

Parhaan kasvutuloksen antoi yhdistelmä isot koivuntaimet ja täysmuokkaus. Tällöin puolet taimista oli elossa, keskiläpimitta oli lähes 12 cm, keskipituus lähes 10 m ja runkotilavuus 61 m<sup>3</sup>/ha. Isot taimet ja mätästys oli männyn vaihtoehtoista paras (66 %, 10,5 cm, 7,3 m, 46 m<sup>3</sup>/ha). Vaikka kuusi oli säilynyt hyvin elossa, se oli kasvanut heikosti: parhaimpien taimien kaan pituus ei ylittänyt vielä 6 m.

Pintakasvillisuuden torjunnan vaikutus taimien menestymiseen oli maanmuokkausta vähäisempi (taulukko 2). Esimerkiksi mekaaninen heinäntorjunta ei ollut varsinkaan koivulla ja kuusella käsittelemätöntä parempi. Kerran tehty heiniminen ei liene riittävää Maalahden kaltaisilla reheväkasvuisilla maapohjilla. Sen sijaan kerran suoritettu herbisidikäsittely oli systemaattisesti parantanut elossaoloa ja kasvua.

Taulukko 1. Maanmuokkauksen vaikutus eri puulajien ja taimilajien menestymiseen Maalahdella.

Table 1. The effect of soil preparation on the survival and growth of different tree species and planting stock in the Maalahti experimental area.

| taimilaji ja muokkaus   | keski-<br>läpimitta (cm) | keski-<br>pituus (m) | elossa<br>(%) | ha-tilavuus<br>(m <sup>3</sup> /ha) |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------------|
| mä 1M+1A, ei muok.      | 10,0                     | 6,4                  | 24,4          | 14                                  |
| mä 1M+1A, täysmuok.     | 10,4                     | 6,9                  | 37,0          | 25                                  |
| mä 1M+1A, mätästys      | 10,9                     | 7,1                  | 55,0          | 41                                  |
| mä 2A+2A, ei muok.      | 10,2                     | 6,4                  | 20,0          | 12                                  |
| mä 2A+2A, täysmuok.     | 10,7                     | 7,1                  | 52,1          | 38                                  |
| mä 2A+2A, mätästys      | 10,5                     | 7,1                  | 65,6          | 46                                  |
| ku 1M+2A, ei muok.      | 4,7                      | 3,3                  | 64,4          | 6                                   |
| ku 1M+2A, täysmuok.     | 5,8                      | 3,9                  | 72,6          | 11                                  |
| ku 1M+2A, mätästys      | 5,0                      | 3,8                  | 73,3          | 8                                   |
| ko 1M, ei muok.         | 8,2                      | 6,8                  | 11,1          | 5                                   |
| ko 1M, täysmuok.        | 9,3                      | 8,2                  | 40,0          | 24                                  |
| ko 1M, mätästys         | 10,2                     | 9,1                  | 36,8          | 30                                  |
| ko 1M+1M, ei muok.      | 8,8                      | 7,5                  | 20,0          | 10                                  |
| ko 1M+1M, täysmuok.     | 11,6                     | 9,8                  | 54,8          | 61                                  |
| ko 1M+1M, mätästys      | 11,9                     | 9,0                  | 41,7          | 45                                  |
| mä (kuusis.), ei muok.  | 10,9                     | 5,8                  | 33,8          | 22                                  |
| mä (kuusis.), täysmuok. | 11,1                     | 6,3                  | 30,4          | 22                                  |
| mä (kuusis.), mätästys  | 10,4                     | 5,5                  | 49,2          | 28                                  |

keskiläpimitta=mean diameter  
keskipituus=mean height  
elossa (eloonjääminen)=survival  
keskitilavuus=mean volume

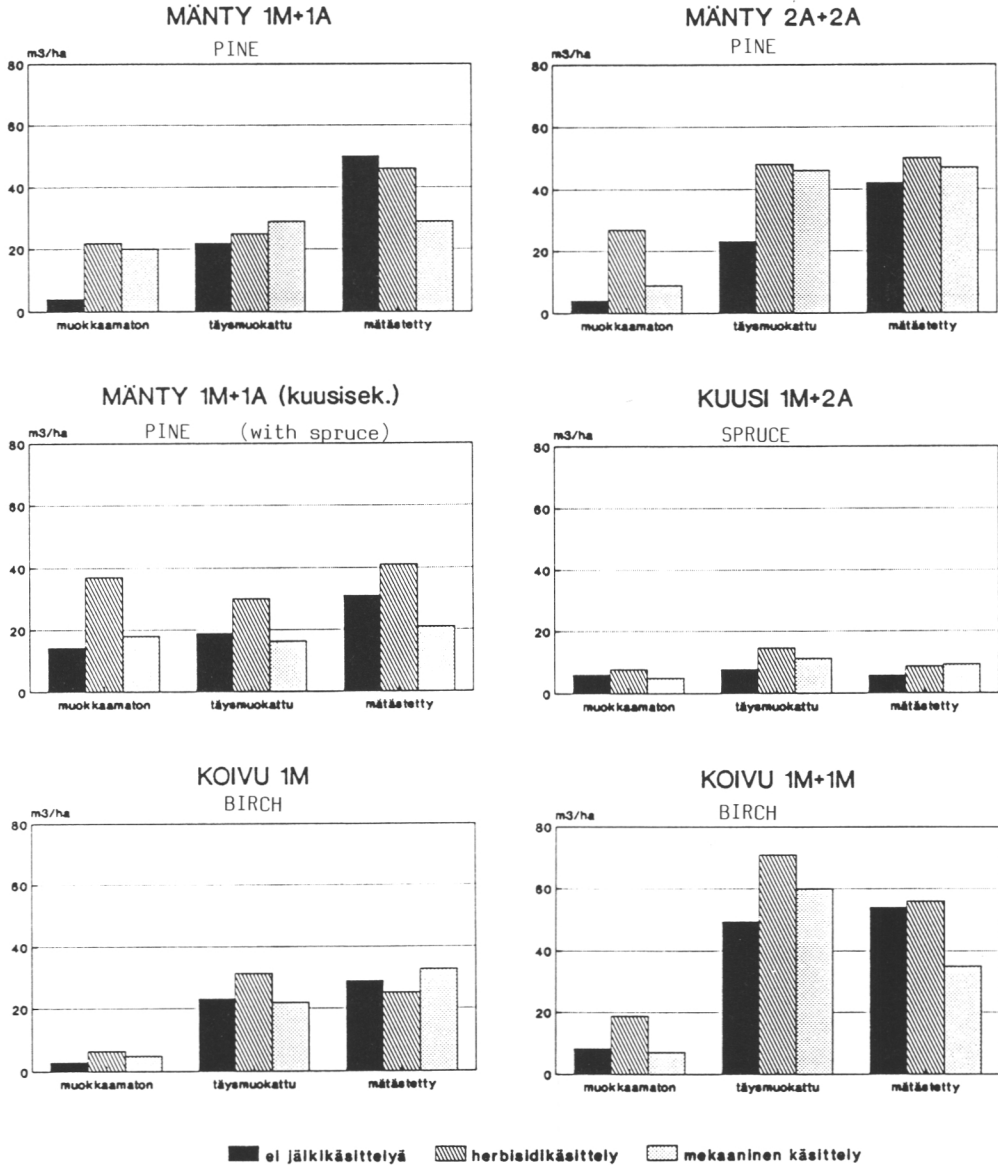
ei muok.=no soil preparation  
täysmuok.=ploughing and tilling  
mätästys=mounding

Taulukko 2. Pintakasvillisuuden torjunnan vaikutus eri taimilajien menestymiseen Maalahdella.

Table 2. The effect of weed control on the survival and growth of different planting stock in the Maalahti experimental area.

| taimilaji ja heinäntorjunta | keski-<br>läpimitta (cm) | keski-<br>pituus (m) | elossa<br>(%) | ha-tilavuus<br>(m <sup>3</sup> /ha) |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------------|
| mä 1M+1A, ei jälkikäs.      | 10,6                     | 6,6                  | 31,3          | 21                                  |
| mä 1M+1A, herbisidi         | 10,6                     | 7,3                  | 41,3          | 30                                  |
| mä 1M+1A, mekaaninen        | 10,3                     | 6,7                  | 37,9          | 25                                  |
| mä 2A+2A, ei jälkikäs.      | 9,9                      | 6,8                  | 32,9          | 20                                  |
| mä 2A+2A, herbisidi         | 10,7                     | 6,9                  | 54,4          | 38                                  |
| mä 2A+2A, mekaaninen        | 10,8                     | 7,0                  | 41,7          | 30                                  |
| ku 1M+2A, ei jälkikäs.      | 4,8                      | 3,7                  | 66,3          | 7                                   |
| ku 1M+2A, herbisidi         | 5,6                      | 3,8                  | 74,4          | 10                                  |
| ku 1M+2A, mekaaninen        | 5,3                      | 3,7                  | 68,8          | 8                                   |
| ko 1M, ei jälkikäs.         | 8,9                      | 8,5                  | 29,1          | 17                                  |
| ko 1M, herbisidi            | 10,2                     | 8,4                  | 26,3          | 20                                  |
| ko 1M, mekaaninen           | 9,2                      | 8,2                  | 29,9          | 18                                  |
| ko 1M+1M, ei jälkikäs.      | 10,7                     | 9,5                  | 37,5          | 34                                  |
| ko 1M+1M, herbisidi         | 11,5                     | 9,0                  | 44,2          | 45                                  |
| ko 1M+1M, mekaaninen        | 11,1                     | 9,1                  | 33,8          | 32                                  |
| mä (kuusis.), ei jälkikäs.  | 11,1                     | 6,1                  | 28,3          | 20                                  |
| mä (kuusis.), herbisidi     | 10,8                     | 6,0                  | 52,5          | 34                                  |
| mä (kuusis.), mekaaninen    | 10,5                     | 5,6                  | 28,3          | 17                                  |

ei jälkikäs.=no treatment  
herbisidi=herbicide  
mekaaninen=weeding



muokkaamaton = no soil preparation  
 täysmuok. = ploughing and tilling  
 mätästys = mounding

ei jälkikäsitteilyä = no treatment  
 herbisidikäsitteily = herbicide  
 mekaaninen käsittely = weeding

Kuva 1. Puuston tilavuus Maalahden kokeen eri käsittelyissä.  
 Fig. 1. Stand volumes in different treatments in Maalahti.

Muokkauksen ja pintakasvillisuuden torjunnan yhdistelmistä havaitaan (kuva 1), että muokkauksella parannettiin huomattavasti männyn ja koivun tulosta, mutta kuusen kehitykseen ei muokkaus ollut vaikuttanut paljontaan. Sekä männyn että koivun suurempikokoinen taimilaji kasvoi paremmin vielä 20-vuoden kuluttua viljelystä. Täysmuokatuilla aloilla heinäntorjunnasta oli selvästi enemmän hyötyä kuin mätästetyillä aloilla, joilla varsinkin herbisiditorjunta antoi melko usein torjumatonta kontrolliakin heikomman tuloksen. Paras metsistytulos saatiin, kun

pelto täysmuokattiin, viljeltiin isoilla (1M+1M) paljasjuurisilla rauduskoivun taimilla ja pintakasvillisuus torjuttiin herbisidillä. Tällöin taimien elossaolo oli 61 % sekä puuston pituus noin 10 m, läpimitta 12 cm ja runkotilavuus 71 m<sup>3</sup>/ha. Myös vanhemmat männyntaimet (mä 2A+2A) menestyivät sitä paremmin, mitä voimakkaammin maanpinta oli käsitelty ja mitä tehokkaampi oli pintakasvillisuuden torjunta.

## Karttula

Karttulan koalueella koelohkojen välisestä suuresta maalajivaihtelusta johtuu, että tulokset esitetään erikseen kivennäis- ja turvemailta. Erityisesti kuusen menestyminen vaihteli hallatuhojen vuoksi huomattavasti.

Kuten Maalahdella, maanmuokkaus paransi myös Karttulassa taimien elossaoloa huomattavasti (taulukko 3). Koivun elossaolo oli muokkaamattomalla kivennäismaapellolla vain 11 %, vastaavalla mäntyalalla 31 %. Kuusi pysyi muokkaamattomillakin aloilla verrattain hyvin hengissä, täysmuokatuilla ruuduilla elossaolo oli kuitenkin vieläkin parempi: peräti 88 %.

Turvemaalla kuusen kehitys oli heikompaa kuin kivennäismaalla, mutta mänty näytti menestyneen turvemaapellolla jopa paremmin kuin kivennäispellolla. Parhaiten oli menestynyt täysmuokatulle kivennäismaapellolle viljelty rauduskoivu, jonka elossaolo oli 53 %, pituus yli 13 m, läpimitta 11 cm ja runkotilavuus 66 m<sup>3</sup>/ha. Rauduskoivun ja männyn ulkoisista mittoista (taulukko 3) huomio kiinnittyy männyn huomattavaan tyvekkyyteen.

Pintakasvillisuuden torjunta vaikutti eniten männyn ja koivun taimien elosaoloon (taulukko 4). Kun pintakasvillisuutta ei torjuttu, koivun elossaolo oli vain 20 %, kuten männynkin kivennäismaapellolla. Turvemaapellolla männyn elossaolo oli torjumattomilla aloilla vähän parempi. Kuusen taimista oli elossa yli 60 % silloinkin kun pintakasvillisuutta ei oltu torjuttu. Kuusi menestyi kivennäismaapellolla paremmin kuin turvemaapellolla ja sitä paremmin mitä tehokkaampaa oli pintakasvillisuuden torjunta (elossaolo peräti 80—90 %). Kaikilla puulajeilla näytti herbisidikäsittely antaneen mekaanista käsittelyä paremman tuloksen

Taulukko 3 . Maanmuokkauksen vaikutus eri puulajien menestymiseen Karttulassa.

Table 3. The effect of soil preparation on the survival and growth of different tree species in the Karttula experimental area.

| käsittely-yhdistelmät | keski-läpimitta (cm) | keski-pituus (m) | elossa (%) | ha-tilavuus (m <sup>3</sup> /ha) |
|-----------------------|----------------------|------------------|------------|----------------------------------|
| <b>kivennäismaa</b>   |                      |                  |            |                                  |
| mänty, ei muok.       | 10,0                 | 8,1              | 30,7       | 21                               |
| mänty, täysmuok.      | 10,0                 | 7,8              | 45,6       | 31                               |
| kuusi, ei muok.       | 4,8                  | 4,6              | 66,0       | 7                                |
| kuusi, täysmuok.      | 6,9                  | 5,7              | 87,9       | 23                               |
| koivu, ei muok.       | 10,9                 | 12,8             | 11,1       | 14                               |
| koivu, täysmuok.      | 10,9                 | 13,2             | 52,8       | 66                               |
| <b>turvemaa</b>       |                      |                  |            |                                  |
| mänty, ei muok.       | 9,9                  | 7,0              | 42,7       | 26                               |
| mänty, täysmuok.      | 11,0                 | 7,4              | 35,2       | 28                               |
| kuusi, ei muok.       | 4,7                  | 3,9              | 63,7       | 6                                |
| kuusi, täysmuok.      | 5,7                  | 4,1              | 68,6       | 10                               |

keskiläpimitta=mean diameter  
keskipituus=mean height  
elossa (eloonjääminen)=survival  
keskitilavuus=volume

kivennäismaa=mineral soil  
turvemaa=organic soil  
ei muok.=no soil preparation  
täysmuok.=ploughing and tilling

Kovin paljon pintakasvillisuuden torjunta ei näyttänyt vaikuttavan eri puulajien kehitykseen. Merkittävin tekijä eri puulajien ja eri kasvupaikkojen väliseen keskitilavuuden vaihteluun oli elossaolon suurella vaihtelulla. Männyllä ei ollut havaittavissa selvää johdonmukaisuutta kasvualustan ja pintakasvillisuuden torjunnan välillä. Herbisidikäsitteily sekä voimakas mekaaninen heiniminen osoittautuivat molemmilla kasvualustoilla varsin onnistuneeksi ratkaisuksi. Kuuksen keskitilavuus oli kivennäimaapellolla turvemaita selvästi suurempi. Turvemaiden heikko tulos johtui merkittävästi koelohko no 3 lähes täydellisestä tuhosta.

Muokkauksen ja pintakasvillisuuden torjunnan yhdistelmistä männyn tulosta voitiin muokkaamattomallakin alalla huomattavasti parantaa tehokkaalla pintakasvillisuuden torjunnalla (vahva herbisidi+kaksi heinimistä) (kuva 2). Sen sijaan koivulla muokkaus ei näyttäisi olevan niin selvästi korvattavissa tehokkaalla pintakasvillisuuden torjunnalla. Jopa pelkkä täysmuokkaus ilman pintakasvillisuuden torjuntaa antoi paremman tuloksen kuin mikä tahansa torjuntavaihtoehto muokkaamattomalla alustalla. Koivun tilavuuskehitys oli paras täysmuokatulla maalla lievän herbisidikäsitteilyn saaneessa vaihtoehdossa (79 m<sup>3</sup>/ha), mutta lähes samaan ylsivät muutkin pintakasvillisuuden torjuntavaihtoehdot.

Taulukko 4. Pintakasvillisuuden torjunnan vaikutus eri puulajien menestymiseen Karttulassa.

Table 4. The effect of weed control on the survival and growth of different tree species in the Karttula experimental area.

| käsittely-yhdistelmät | keski-läpimitta (cm) | keski-pituus (m) | elossa (%) | ha-tilavuus (m <sup>3</sup> /ha) |
|-----------------------|----------------------|------------------|------------|----------------------------------|
| kivennäismaa          |                      |                  |            |                                  |
| mänty, H+0            | 10,0                 | 7,1              | 46,7       | 30                               |
| mänty, H-0            | 8,2                  | 7,6              | 20,0       | 9                                |
| mänty, H+I            | 9,7                  | 7,7              | 30,0       | 19                               |
| mänty, H-I            | 9,0                  | 7,5              | 31,7       | 17                               |
| mänty, H+II           | 10,8                 | 8,3              | 61,7       | 51                               |
| mänty, H-II           | 10,5                 | 8,7              | 39,0       | 32                               |
| kuusi, H+0            | 5,8                  | 5,5              | 83,6       | 15                               |
| kuusi, H-0            | 6,0                  | 4,2              | 64,0       | 10                               |
| kuusi, H+I            | 5,7                  | 5,3              | 83,6       | 14                               |
| kuusi, H-I            | 4,9                  | 4,3              | 58,0       | 6                                |
| kuusi, H+II           | 6,9                  | 5,7              | 83,6       | 22                               |
| kuusi, H-II           | 6,6                  | 5,5              | 90,0       | 21                               |
| koivu, H+0            | 11,4                 | 13,6             | 41,7       | 58                               |
| koivu, H-0            | 10,2                 | 12,3             | 20,0       | 21                               |
| koivu, H+I            | 11,0                 | 13,3             | 36,7       | 47                               |
| koivu, H-I            | 10,6                 | 14,0             | 28,3       | 35                               |
| koivu, H+II           | 10,6                 | 12,8             | 31,7       | 37                               |
| koivu, H-II           | 11,2                 | 12,0             | 33,3       | 40                               |
| turvemaa              |                      |                  |            |                                  |
| mänty, H+0            | 10,3                 | 7,2              | 22,9       | 15                               |
| mänty, H-0            | 9,8                  | 7,0              | 26,7       | 16                               |
| mänty, H+I            | 11,1                 | 7,2              | 36,3       | 29                               |
| mänty, H-I            | 10,3                 | 6,7              | 28,8       | 18                               |
| mänty, H+II           | 10,5                 | 6,9              | 60,0       | 41                               |
| mänty, H-II           | 10,2                 | 7,6              | 60,0       | 41                               |
| kuusi, H+0            | 5,7                  | 5,0              | 66,7       | 11                               |
| kuusi, H-0            | 4,0                  | 3,2              | 66,2       | 4                                |
| kuusi, H+I            | 5,2                  | 3,7              | 67,7       | 8                                |
| kuusi, H-I            | 4,5                  | 3,0              | 53,9       | 4                                |
| kuusi, H+II           | 6,1                  | 4,7              | 78,7       | 14                               |
| kuusi, H-II           | 5,5                  | 3,9              | 62,9       | 8                                |

H+0=light herbicide

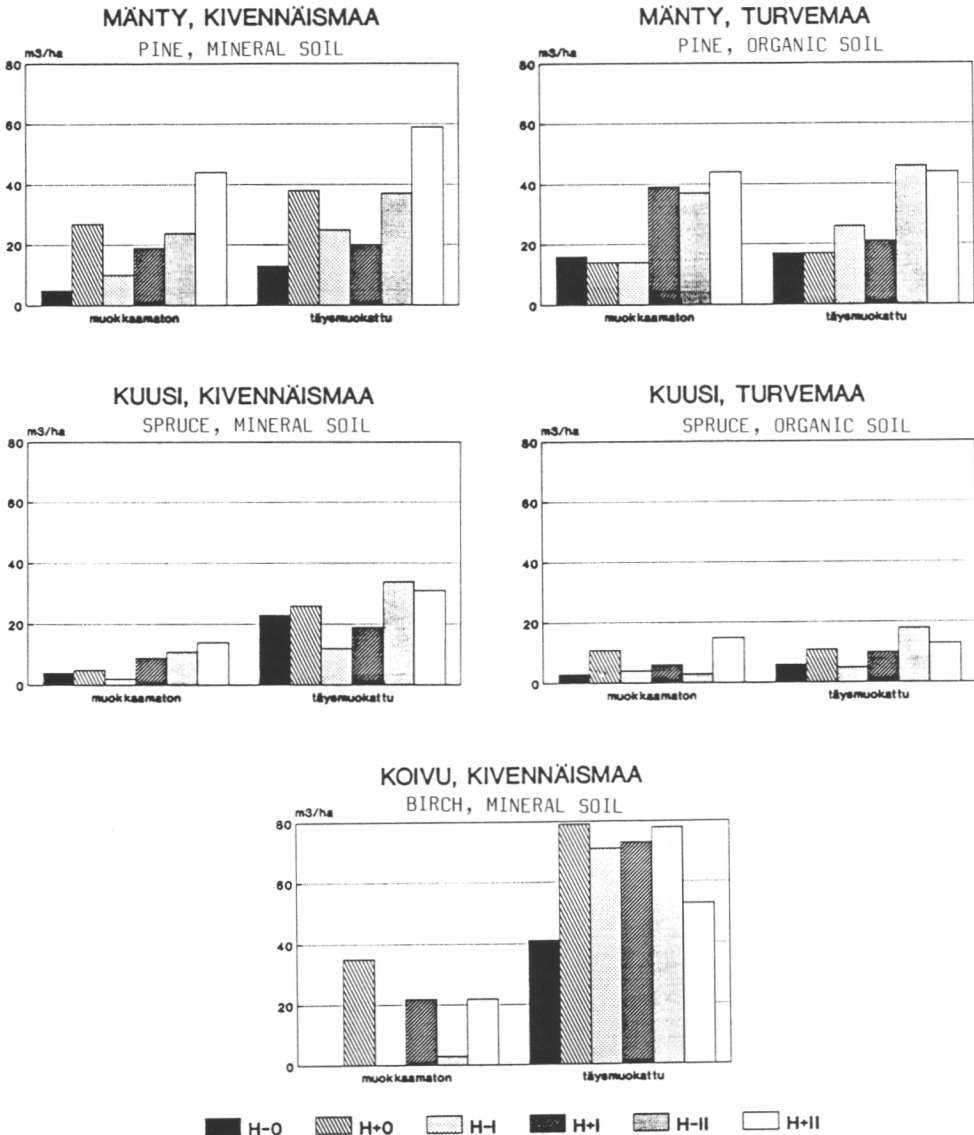
H-0=no treatment

H+I=normal herbicide + light weeding

H-I=light weeding

H+II=strong herbicide + strong weeding

H-II=strong weeding



muokkaamaton = no soil preparation  
 täysmuokattu = ploughing and tilling

Kuva 2. Puuston tilavuus Karttulan kokeen eri käsittelyissä.  
 Fig. 2. Stand volumes in different treatments in Karttula.

### Tarkastelua ja johtopäätöksiä

Tutkimuksen aineisto on arvokas siksi, että kokeenomaisissa olosuhteissa on voitu seurata metsitettyjä peltoaloja jo 20-vuoden ajan. Eri käsittelyvaihtoehdoista, kuten puulajin, taimilajin, maanmuokkaustavan ja pintakasvillisuuden torjuntamenetelmän suhteellisesta vaikutuksesta metsitystulokseen voidaan tehdä vertailuja samalla alueella. Yleistettävyyssongelma on kuitenkin

olemassa. On myös muistettava, että monet asiat ovat muuttuneet: esimerkiksi nykyisin on käytettävissä paikkakunnalle sopivampia puualkuperiä (Maalahti) ja pintakasvillisuuden torjunnassa vierastetaan nykyään herbisidien käyttöä.

Tuloksissa pinta-alayksikköä kohti lasketut tulokset eivät ole todellisia. Jopa läpimitta- ja pituusmittauksissa lähirivien puuston (= toisen käsittelyn) kilpailuvaikutus on ilmeinen. Tutkimustaimikot eivät ole varsinaisesti taimikoita mikä vaikeutti mitaustunnusten valintaa. Puustoista mitattiin helpot tunnuksat (elossaolo, läpimitta, pituus), joita yhdistämällä oli mahdollista tarkastella taimikon tilaa yhden tunnuksen, tilavuuden avulla. Eri metsitysketjuilla saatujen hehtaarikohtaisten keskitilavuuksien perusteella voidaan todeta Maalahden ja Karttulan koalueilla menestyneet ja epäonnistuneet käsittely-yhdistelmät. Ymmärrettävästi tässä vaiheessa nopeakasvuinen koivu antoi selvästi suurimmat tilavuudet ja hidaskasvuinen kuusi heikoimmat.

Puulajin valinta on yksi pellonmetsityksen tärkeimmistä päätöksistä. Kuusi on suhteellisen luotettava valinta, mikäli kyseessä ei ole hallanarka kasvupaikka, sillä se pysyy elossa myös pintakasvillisuuden varjostuksessa. Karttulan turvemaaloikat osoittivat männyn soveltuvuuden myös kosteisiin ja hallanarkoihin oloihin, vaikka laatuongelmia esiintyikin. Koivu osoittautui jonkin verran epävarmaksi puulajiksi pellonmetsityksessä tuhoherkkyytensä vuoksi, mutta hyvällä hoidolla sen kasvutulos oli vastaavasti hyvä.

Taimilajilla oli huomattava merkitys sekä männylle että koivulle; kuusellahan tätä vertaillua ei ollut. Vanhemman taimimateriaalin — ei välttämättä suurta kokoeroa — käyttäminen paransi selvästi taimien elossaoloa, jolloin myös puuston tilavuuskasvu oli merkittävästi parempaa.

Toinen peltojen metsityksen tärkeistä päätöksistä on maanmuokkausmenetelmän valinta. Tulokset korostavat muokkauksen tärkeyttä. Suurin merkitys muokkauksella oli koivun kehitykselle, sillä ilman muokkausta koivu kasvoi huonosti ja ennen pitkää se tukahtui pintakasvillisuuden alle. Kivennäismaan pellolla muokkaus oli erittäin tärkeä mäntyä kasvatettaessa. Yllättävää oli, että turvemaan pellolla (täys)muokkaus ei parantanut männyn tai kuusen tulosta muokkaamattomaan verrattuna. Tulos poikkeaa esimerkiksi Paavilaisen (1970, 1977) havainnoista, joissa saatiin mänty menestymään turvPELLolla. Eroa saattaa selittää muokkausmenetelmän erilaisuus. Jatkotutkimuksin olisikin tarkennettava muokkausmenetelmän valintaa entisten suopeltojen metsityksiä varten.

Maalahdella verrattiin kahta maanmuokkausmenetelmää. Isoja koivuntaimia istutettaessa saatiin parempi tulos täysmuokkauksella kuin mätästyksellä; sen sijaan pienillä taimilla eroja ei juurikaan ollut. Käytettäessä nuorempia ja pienempiä männyn taimia mätästys antoi suhteellisesti paremman tuloksen. Kookkaampaa taimilajia käytettäessä suuria eroja ei ollut maanmuokkausten välillä, vaikka tässäkin mätästys oli edellä. Tulokset ovat osoituksena siitä, että puulajia, taimilajia ja maanmuokkausmenetelmää valittaessa on muistettava näiden tekijöiden erilaiset vuoro-suhteet.

Kolmas metsityksessä huomioon otettava seikka on pintakasvillisuuden torjunta. Kokeista saatiin hieman ristiriitainen kuvan jälkikäsitteilyn vaikutuksesta. Tämä ei sinänsä ole erikoista, sillä vielä nykyäänkin pintakasvillisuuden torjuminen on vaikeata jopa tutkimusoloissa ja lisää tietoa tarvitaan rikkakasvien ja puuntaimien välisestä kilpailusta sekä torjuntamenetelmien nivel-tämisestä tähän. Maalahdella torjunnan suhteellinen merkitys oli suurin muokkaamattomalla alueella. Myös täysmuokatuilla aloilla taimet useimmiten hyötyivät torjunnasta. Karttulan täysmuokatuilla alueella pintakasvillisuuden torjunta oli pääsääntöisesti hyvin tärkeä puiden menestymisen kannalta. Eräät vaikeasti tulkittavat tulokset liittyvät mekaaniseen heinimiseen, joka satunnaisesti tehtynä ei parantane taimien kasvuedyllytyksiä. Mätästykseen hyvään tulokseen Maalahdella ilman pintakasvillisuuden torjuntaa vaikuttaa se, että mätät pöyivät kohtalaisen kauan kasvittomana. Kun mätäs on selvästi tasapinnan yläpuolella, edulliset mikroekologiset olot ja ravinteiden mobilisaation voimistuminen nopeuttavat taimien alkukehitystä, mikä vuorostaan takaa helpotusta kilpailussa pintakasvillisuuden kanssa (vrt. Paavilainen 1970).

Kaksikymmenvuotinen seuranta osoitti, että pellon metsittäminen onnistuu kaikilla tutkituilla puu- ja taimilajeilla mikäli varmistetaan, ettei pintakasvillisuus ja liika kosteus pääse haittamaan taimien alkukehitystä. Tehokkaan maanmuokkauksen avulla parannetaan maan metsittämiskuntoa. Muokkauksen rikkakasvien kasvua hidastavan alkuvaikutuksen jälkeen on huolehdittava pintakasvillisuuden torjunnasta usein taimikon sulkeutumiseen asti.

## **Kirjallisuus**

- Kilkki, P. 1986. Metsänmittausoppi. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Silva Carelica* 3.
- Leikola, M. 1976. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta peltojen metsittämisessä. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisu* 88(3), 101 s.
- Paavilainen, E. 1970. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. *Folia For.* 77, 24 s.
- 1977. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. *Folia For.* 326, 27 s.
- Tapani, R. 1971. Pellolle istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehityksestä. Ennakkotietoja eräästä Pohjois-Savossa suoritetusta kokeesta. *Konekirj.* Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 111 s.

## ENNAKKOTULOKSIA PELLOILLE VILJELTYJEN RAUDUS- JA HIESKOIVUJEN KASVUSTA SEKAMETSINÄ

Preliminary results on the growth of planted mixture of *Betula pendula* and *Betula pubescens* on former agricultural fields

Jussi Saramäki<sup>1)</sup>, Ari Ferm<sup>2)</sup> & Sanna Valkonen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema, 80100 Joensuu

<sup>2)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, 69100 Kannus

### Abstract

Mixed stands of the two birch species (*Betula pendula* and *B. pubescens*) were planted in 1971 and measured in 1990. The study is based on 526 sample plots in well-established plantations. In all the stands, silver birch was taller than downy birch. On mineral soils, an increase in the fine fraction of the soil reduced the size of both species. The average size of silver birch was the same on mineral and peat soils, but the size of downy birch was greater on peat soil than on mineral soil. No mixture effect was observed between these species. An increase in the total nitrogen content of the soil seemed to reduce the size of downy birch on peat soils and the size of silver birch on mineral soils. Tentative differences in foliar nutrient contents and specific leaf area between species were found.

### Taustaa

Itä-Suomessa peltojen metsityksessä käytetään huomattavia määriä rauduskoivua. Eräillä kohteilla rauduskoivun menestyminen on ollut heikkoa ja on arveltu, että hieskoivu saattaisi olla ratkaisu puulajikysymykseen. Toisaalta tiedetään (esim. Saramäki 1977, Raulo 1981), että hieskoivu on selvästi rauduskoivua heikommin kasvava puu. On esitetty, että viljelemällä riskialttiilla kohteilla raudus- ja hieskoivua sekaisin voitaisiin kaikissa tapauksissa varmistaa metsittämisen onnistuminen ja onnistuneessa tapauksessa päätehakkuumetsä olisi puhdas tai lähes puhdas rauduskoivikko. Erityisesti turvemaiden pellot ovat olleet ongelmallisia metsityskohteita.

Pohjois-Karjalan metsälautakunnan alueella on vuonna 1971 viljelty rauduskoivua, joka myöhemmin osoittautui olevan osaksi raudus- ja osaksi hieskoivua. Tarkkaa sekoitussuhdetta ei tiedetä, mutta hieskoivun keskimääräinen osuus ei ylittäne 25 %. Nämä viljelyt muodostavat ainutlaatuisen materiaalin tarkastella hies- ja rauduskoivun kasvua.

### Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää hieskoivun ja rauduskoivun keskinäistä kasvua kohteissa, joissa metsitys on onnistunut sekä kasvun riippuvuutta puusto- ja maaperätekijöistä. Erityisesti tavoitteena on tutkia hieskoivun kasvupotentiaalia turvepelloilla.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimus perustuu vuonna 1990 mitattuihin 19 vuotta vanhoihin pellonmetsityskohteisiin, joissa viljellyn rauduskoivun seassa on ollut vaihteleva määrä hieskoivun viljelytaimia. Kaikki kohteet ovat Pohjois-Karjalan metsälautakunnan alueelta. Kohteet valittiin onnistuneiden viljelyjen joukosta.

Kultakin mitatulta viljelmältä valittiin systemaattisesti 12 koealapistettä, joista kuuden keskipuoksi pyrittiin saamaan viljelty raudus ja kuuden viljelty hies. Joissakin kohteissa hieskoivuja ei löytynyt riittävästi, jolloin otettiin tilalle raudus.

Koepisteeksi valitun puun ympäriltä mitattiin lähipuut neljän metrin säteeltä ja otettiin pintamaasta (0—10) näytteet ravinneanalyysejä varten. Kultakin viljelmältä otettiin myös neljä näytettä pohjamaasta raekoostumuksen määrittämiseksi. Lisäksi koealan keskipistepuusta otettiin lehtinäytteet, joista analysoitiin ravinteiden lisäksi ominaislehtiala. Mitatut pisteet jakautuivat seuraavasti:

|                                  | Yhteensä | raudus | hies |
|----------------------------------|----------|--------|------|
| Kivennäismaa                     | 366      | 232    | 134  |
| Turvemaa                         | 96       | 55     | 41   |
| Kivennäis- ja turvemaan sekoitus | 64       | 43     | 21   |
| Yhteensä                         | 526      | 330    | 196  |

## Tuloksia

Kaikissa kohteissa rauduskoivut olivat selvästi hieskoivuja suurempia: puiden tilavuuksien suhde oli turvemaidella 2.2 ja kivennäismailla 3.9.

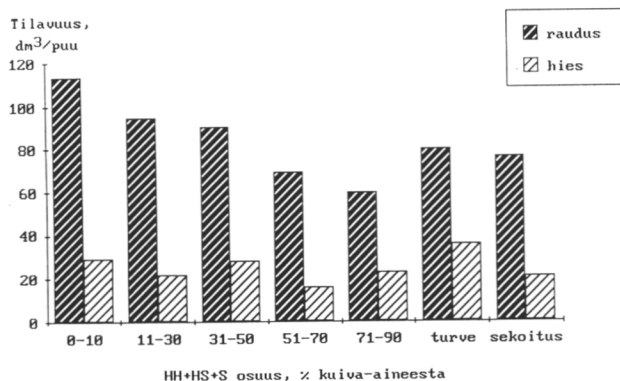
Kivennäismailla sekä hies- että rauduskoivut kasvoivat sitä paremmin mitä pienempi oli hienon hiedan, hiesun ja saven yhteenlaskettu osuus (kuva 1). Vaihtuvan kaliumin lisääntyminen maassa paransi myös kasvua (kuvat 2 ja 3). Vaihtuvan fosforin lisääntyminen kivennäismailla paransi kasvua, mutta turvemaidella riippuvuus oli epämääräisempi (kuvat 4 ja 5). Happamuuden ja puiden koon välillä ei ollut havaittavaa riippuvuutta.

Rauduskoivujen koko ei poikennut turve- ja kivennäismailla, mutta hieskoivut olivat turvemaidella tilastollisesti merkitsevästi suurempia kuin kivennäismailla (kuva 6).

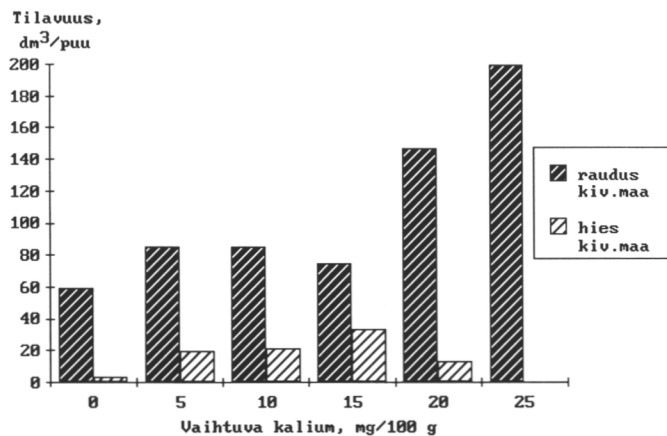
Turvemaiden vaihtuvien ravinteiden pitoisuudet olivat merkittävästi suurempia kuin kivennäismaiden pitoisuudet. Tämä selittää mitattujen hieskoivujen kivennäismaita suurempaa kokoa. Rauduskoivut eivät kuitenkaan jostain syystä kykene hyödyntämään turvemaiden suurempaa ravinnepitoisuutta täysimääräisesti, vaikka kasvavatkin hieskoivuja suuremmiksi. Turvemaiden totaalityypen lisääntyessä hieskoivujen keskikoko pieneni (kuva 7). Kivennäismailla vastaava trendi oli havaittavissa rauduskoivulla (kuva 8).

Hieskoivut olivat jo jääneet vallittuun asemaan useimmilla viljelmillä. Turvemaan pelloilla tämä ei kuitenkaan ollut niin korostunutta kuin kivennäismailla. Raudusten absoluuttinen koko pieneni turvemaidella hiessekoituksen kasvaessa. Kivennäismailla vastaavaa piirrettä ei ollut havaittavissa (kuva 9). Hieskoivujen koko ei näyttänyt riippuvan hieskoivusekoituksen suuruudesta.

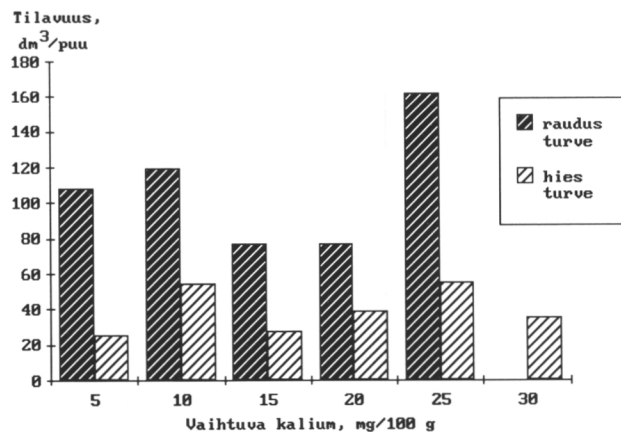
Alustavien lehtianalyysejien perusteella näyttää siltä, että lehtien typpi- ja fosforipitoisuuksissa ei olisi merkittäviä eroja koivulajien välillä. Sen sijaan esimerkiksi lehtien ominaisala ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) ja booripitoisuus olivat rauduskoivulla aina ja kaikissa tilanteissa alempi kuin hieskoivulla. Myös koko aineiston alhaiset booripitoisuudet, monesti jopa kivennäismaapelloiksi luokitelluilla alueilla ja etenkin rauduskoivun lehdistä, kiinnittivät huomioita.



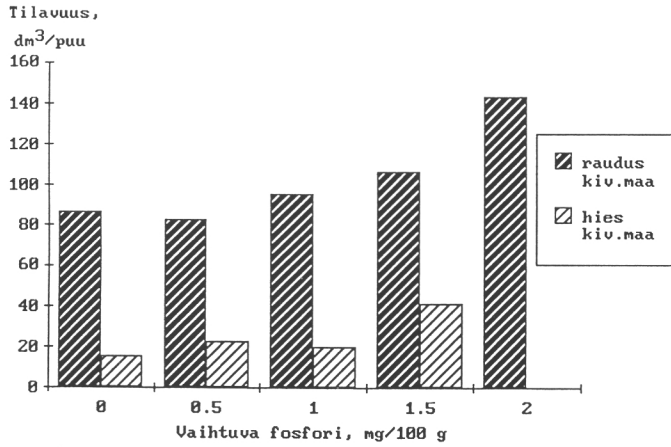
Kuva 1. Koivujen keskimääräinen tilavuus hienoaineksen (HH = hieno hieta, HS = hiesu, S = savi) osuuden funktiona. Vertailuna tilavuudet turvemaiden ja turve- ja kivennäismaan sekoituksilla.



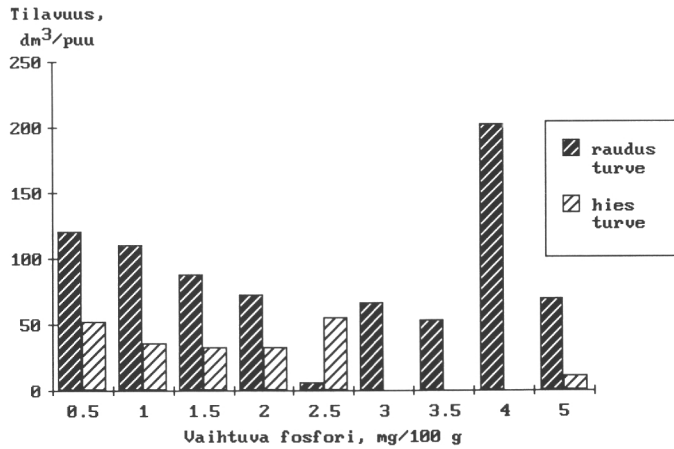
Kuva 2. Koivujen keskimääräisen tilavuuden riippuvuus vaihtuvan kaliumin pitoisuudesta kivennäismailla.



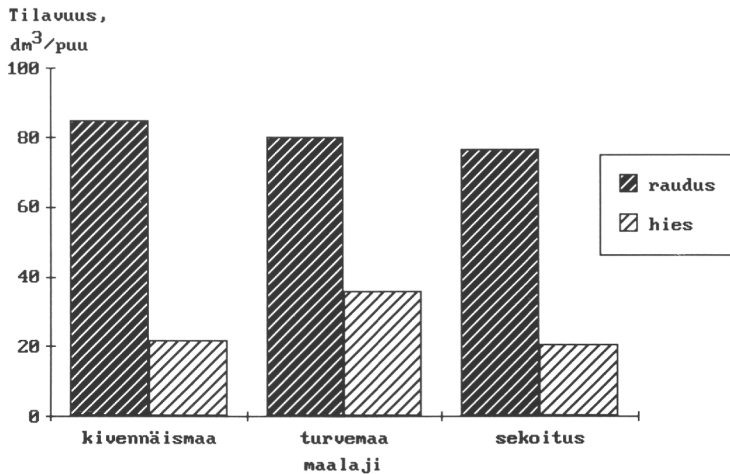
Kuva 3. Koivujen keskimääräisen tilavuuden riippuvuus vaihtuvan kaliumin pitoisuudesta turvemaiden.



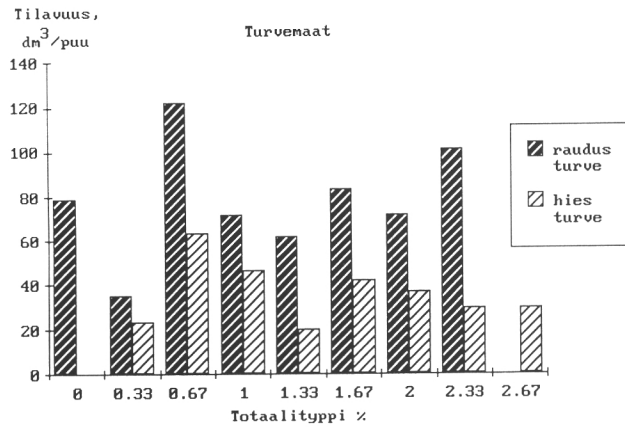
Kuva 4. Koivujen keskimääräisen tilavuuden riippuvuus vaihtuvan fosforin pitoisuudesta kivennäismailla.



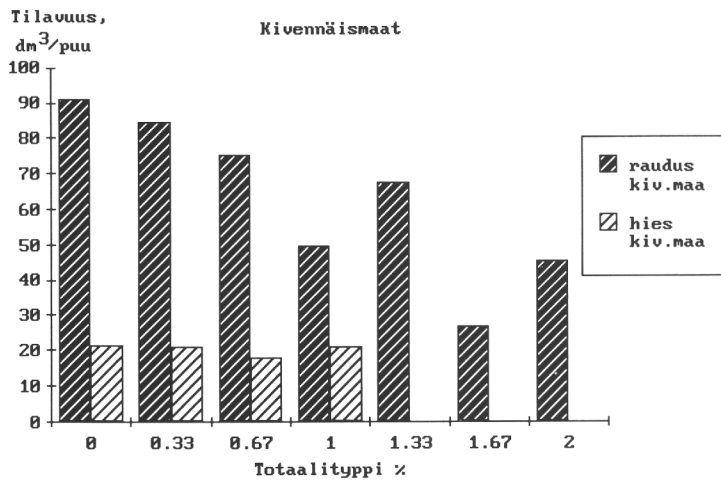
Kuva 5. Koivujen keskimääräisen tilavuuden riippuvuus vaihtuvan fosforin pitoisuudesta turvemilla.



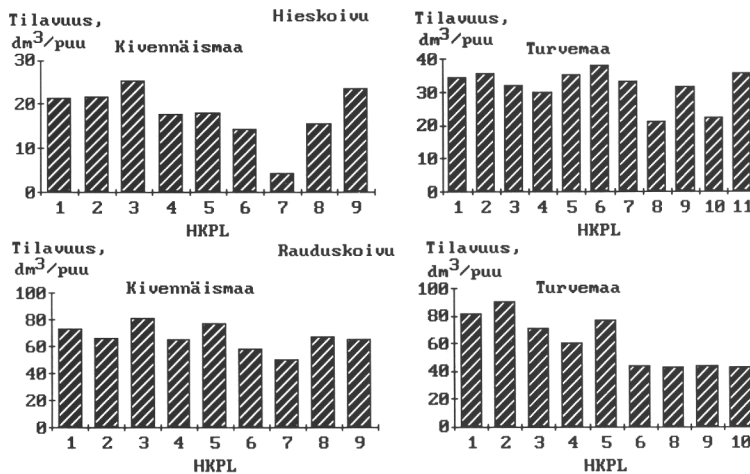
Kuva 6. Koivujen keskimääräinen koko eri maalajeilla.



Kuva 7. Koivujen keskimääräisen tilavuuden riippuvuus totaalitypen pitoisuudesta turvemilla.



Kuva 8. Koivujen keskimääräisen tilavuuden riippuvuus totaalitypen pitoisuudesta kivennäismailla.



Kuva 9. Hiesten (VMH) ja raudusten (VMR) keskitilavuus hiessekoituksen funktiona. HKPL tarkoittaa hieskoivujen lukumäärää koelalla. Yksi hieskoivu koelalla vastaa noin 200 koivua/ha.

## Tarkastelua

Rauduskoivujen kasvu on vastannut keskimäärin Oikarisen (1983) pituusboniteettiluokkaa 26, joka voidaan rinnastaa likimain käenkaali-mustikkatyyppin metsämaahan. Kohteet ovat olleet tyyppillisiä pellonmetsityskohteita Pohjois-Karjalassa.

Rauduskoivun keskikoko oli aina suurempi kuin hieskoivun keskikoko. Erityisen mielenkiintoista oli se, että tämä tulos oli selkeä turvemaisiksi luokitelluilla pelloillakin. Tulos on erilainen kuin mitä Länsi-Suomen turvepeltojen metsityskokeista on saatu (Kaunisto 1976). Hieskoivu kasvoi turvemaan pelloilla ja huonosti vettä läpäisevillä kivennäismaan pelloilla vähintään yhtä kuin hyvillä kivennäismaan pelloilla. Tämä vahvistaa aikaisempia tuloksia, joissa hieskoivun kasvu ja kehitys on ollut yhtä hyvä ojitetuilla turvemaidella ja kangasmailla (esim. Saramäki 1977).

Turvemaidella ja hienojakoisilla kivennäismailla esiintyi molemmilla puulajeilla yleisesti eriasteisia kasvuhäiriöitä, kuten latvakuolleisuutta ja haaroittumista. Maaperän fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet selittänevät useimmat häiriöt (Raitio 1982).

Koivujen välillä ei näyttänyt olevan sekametsikkövaikutusta, vaan hieskoivut olivat samankokoisia riippumatta siitä, olivatko lähipuut rauduksia vai hieksiä. Rauduskoivut näyttivät olevan sitä pienempiä mitä enemmän hieksiä oli lähipuuna, mutta tämä johtui enemmänkin siitä, että turvemaidella oli luontaista hieskoivusekoitusta enemmän kuin kivennäismailla.

## Kirjallisuus

- Kaunisto, S. 1976. Alkkian kenttäkokeet 1961—1975. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 4, 62 s.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. *Comm. Inst. For. Fenn.* 113, 75 s.
- Raitio, H. 1982. Rauduskoivun kasvuhäiriö Torajärven koekentällä. *Folia For.* 536, 15 s.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja, 130 s.
- Saramäki, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. *Comm. Inst. For. Fenn.* 91(2), 59 s.

## PELTO- JA METSÄMAIDEN RAVINTEISUUDEN VERTAILU

A fertility comparison between fields and forest soils

Leila Urvas

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

### Abstract

Soil samples taken from till and peat soils from both arable land and forest sites in Oulu and Teisko districts were analysed using the acid ammonium acetate method and the results obtained were then compared. The humus layer of the forest soil contained many times higher amounts of nutrients as compared to deeper mineral soil layers, but its pH was lower than that of mineral soils. The surface layer of arable land had more extractable nutrients than the humus and mineral soils in forests. However, successful afforestation of former agricultural land may depend more on the proper ratio of soil nutrients than on their abundance.

### Johdanto

Viljan, heinän ja puun kasvattamisen edellytyksiin kuuluu, että maassa on kasvuun tarvittavia ravinteita riittävästi. Maataloudessa on käytössä ns. viljavuustutkimus, jonka tuloksia tulkitsemalla annetaan lannoitusuusitukset eri kasveille. Tulkinnassa maalajit jaetaan kolmeen ryhmään, joilla on erilainen lannoitusuusitus. Takavuosina, kun pelto jätettiin viljelemättä, siitä tuli peltoheitto. Nykyään viljelyksestä poisjätettävät pellot pyritään metsittämään. Olisi järkevää ennakoita puulajivalintaa ja istutettavien tai kylvettävien puiden kasvumahdollisuuksia tutkimalla maan ravinnetila ennen toimenpiteitä. Tällä hetkellä ei maataloudessa käytetyn viljavuustutkimuksen tuloksia voida kuitenkaan käyttää apuna, koska metsäntutkimuksessa puiden kasvuedellytyksiä arvioidaan ja lannoitusuusitukset tehdään maan kokonaisravinnepitoisuuksien ja neulasanalyysien perusteella (Lipas 1985, Tamminen 1990). Ns. liukoisiaakin ravinteita määritetään metsämaista, mutta tulosten tulkinnan laatiminen on kesken.

Maatilahallituksen tilastojen mukaan metsitettävät pellot ovat kaikkein heikkolaatuisimpia peltoja, kaukana talouskeskuksista olevia pienialaisia metsäpeltoja. Alueelliset erot ovat suuria. Viljelemätöntä peltoa on Lapissa 38 % ja Kainuussa 30 % peltoalasta (Pölkki 1990), mutta Etelä-Suomessa vain 1—3 % pelloista on viljelemättä. Viljelemättömien peltojen maalaji on usein turve tai moreeni.

Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimuslaitos teki 1950- ja 1960-luvuilla maataloudellista maaperäkarttaa. Tämän työn yhteydessä otettiin maanäytteitä sekä alueen pelloista että metsistä. Seuraavassa esitetään viljavuuslukuja, jotka on tehty Oulun ja Teiskon maaperäkartoitusalueilta sekä verrataan niitä Viljavuuspalvelun tilastoihin vuosilta 1981—1985.

## Aineisto ja menetelmät

Oulun seudulta maanäytteet otettiin vuosina 1957—61 (Soini ja Virri 1968) ja Teiskon ympäristöstä 1960—61 (Urvas 1969). Oletetaan, että metsämaan ravinneluvut eivät ole kovin paljon muuttuneet, sillä metsien lannoitus on kuitenkin ollut melko vähäistä. Pelloilla tilanne on toisenlainen. Sen vuoksi taulukoihin on otettu mukaan Viljavuuspalvelun vuosien 1981—85 moreenin ja saraturpeen ravinneluvut (Kähäri ym. 1987). Metsämaiden näytteet on otettu erikseen kangashumuksesta ja sen alla olevista eri maannostumiskerroksista. Taulukoissa ovat uuttuneen kerroksen ravinneluvut, jotka moreenimailta ovat yleensä rikastumiskerroksen ja pohjamaan lukuja suuremmat. Soilta näytteet otettiin pintaturpeesta (0—20 cm). Peltojen maanäytteet ovat muokkauskerroksesta, jonka paksuus vaihteli 15—25 cm. Sekä MTTK:n maanäytkimuslaitoksella että Viljavuuspalvelussa maanäytteet kuivataan (+35°) ja jauhetaan kahden millimetrin seulan läpi ja uutetaan happamalla ammoniumasetaatilla, jolloin oletetaan saatavan kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määrät selville (Vuorinen ja Mäkitie 1955).

## Tulokset ja tarkastelu

Luonnontilaisessa metsämaassa on päällimmäisenä kangashumuskerros. Kangashumus on yleensä happamampaa kuin allaoleva kivennäismaa, mutta siinä on liukoisia ravinteita enemmän kuin kivennäismaassa (Urvas ja Erviö 1974). Tämä havainto koskee eri metsätyyppejä ja eri maalajejakin lukuunottamatta savia.

Taulukko 1. Viljavuusanalyysin tuloksia moreenimailta sekä metsästä että pellolta Oulun ja Teiskon ympäristöistä (Soini & Virri 1968, Urvas 1969, Kähäri ym. 1987).

Table 1. The fertility of till samples taken from forest soil and fields in the Oulu and Teisko districts (Soini & Virri 1968, Urvas 1969, Kähäri et al. 1987).

|   | Näytteitä<br>Samples | pH  | Ammoniumasetaattiin<br>(pH 4,65) uuttuvat<br>Ammonium acetate<br>extractable |     |      | Typpi<br>%<br>Nitrogen<br>% |
|---|----------------------|-----|--|-----|------|-----------------------------|
|   |                      |     | Ca   | K   | P    |                             |
| mg/l  |                      |     |  |     |      |                             |
| <b>OULUN SEUTU<br/>(OULU DISTRICT)</b>                          |                      |     |  |     |      |                             |
| <b>Metsä (Forest):</b>  |                      |     |  |     |      |                             |
| Kangashumus (Humuslayer)  | 109                  | 4,0 | 530  | 124 | 12,2 | 0,9                         |
| Moreeni (Till)  | 129                  | 4,5 | 100  | 23  | 2,3  | -                           |
| <b>Pelto (Arable land):</b>                                     |                      |     |  |     |      |                             |
| Pintakerros (Surface)   | 25                   | 5,2 | 850  | 73  | 13,5 | 0,2                         |
| Oulun Maatalouskeskus (1981-85)<br>(Oulu Agr. Center)           | 8282                 | 5,9 | 979  | 146 | 19,2 | -                           |
| <b>TEISKON YMPÄRISTÖ<br/>(TEISKO DISTRICT)</b>                  |                      |     |  |     |      |                             |
| <b>Metsä (Forest):</b>  |                      |     |  |     |      |                             |
| Kangashumus (Humuslayer)  | 34                   | 4,2 | 725  | 140 | 13,7 | 1,0                         |
| Moreeni (Till)  | 33                   | 4,3 | 164  | 42  | 2,2  | -                           |
| <b>Pelto (Arable land):</b>                                     |                      |     |  |     |      |                             |
| Pintakerros (Surface)   | 37                   | 5,1 | 1180   | 88  | 4,1  | 0,2                         |
| Pirkanmaan maatalouskeskus (1981-85)<br>(Pirkanmaa Agr. Center) | 2374                 | 6,0 | 1080   | 115 | 14,2 | -                           |

## Moreenit

Sekä Oulun että Teiskon ympäristöjen metsistä 1960-luvulla kangashumus- ja moreeninäytteiden viljavuuslukujen erot olivat selvät (taulukko 1). Verrattaessa kangashumuksen ravinnepitoisuuksia saman alueen moreenipeltojen ravinnepitoisuuksiin huomataan, että kalsiumpitoisuudet olivat pelloilla keskimäärin korkeammat kuin kangashumuksessa, mutta kaliumia oli enemmän kangashumuksessa. Maanviljelyksen voimaperäistyessä parina viimeisenä vuosikymmenenä peltojen ravinnetaso on noussut selvästi. Jos oletamme metsien ravinnetason säilyneen lähes entisellään, ovat moreenipeltojen ravinnetasot 1980-luvulla yhtä poikkeusta lukuunottamatta korkeammat kuin moreenimetsien kangashumuksen puhumattakaan uuttuneen kerroksen ja myös sen alla olevan kivennäismaan ravinteista (Ca, K, P).

Maaperäkartoitusaineistossa määritettiin peltojen pintamaista eli muokkauskerroksesta ja metsien kangashumuksesta myös kokonaistyyppi. Tyypeä oli kangashumuksessa noin yksi prosentti, kun pellossa sitä oli vain 0,2 prosenttia. On kuitenkin muistettava, että kangashumuskerroksen paksuus vaihtelee yhdestä kymmeneen senttimetriin tai enemmänkin. Teoreettisesti voitaisiin laskea metsämaan 20 senttimetrin pintakerroksen ravinneluvut ottamalla huomioon kangashumuksen paksuus samoin kuin sen ja alla olevan kivennäismaan ravinneluvut. Jos tällaisia lukuja verrattaisiin pellon 20 senttimetrin pintakerroksen ravinnelukuihin metsämaassa olisi aina vähemmän ravinteita kuin pellossa.

Taulukko 2. Viljavuusanalyysin tuloksia luonnontilaisilta soilta ja suopelloilta Oulun ja Teiskon ympäristöistä (Soini ja Virri 1968, Urvas 1969, Kähäri ym. 1987).

Table 2. The fertility of Carex peat soils taken from natural and cultivated peatlands in the Oulu and Teisko districts (Soini & Virri 1968, Urvas 1969, Kähäri et al. 1987).

|   | Näytteitä<br>Samples | pH  | Ammoniumasetaattiin<br>(pH 4,65) uuttuvat<br>Ammonium acetate<br>(pH 4,65) extractable |    |      | Typpi<br>%<br>Nitrogen<br>% | Humus<br>%<br>Humus<br>% |
|---|----------------------|-----|--|----|------|-----------------------------|--------------------------|
|   |                      |     | Ca   | K  | P    |                             |                          |
| mg/l  |                      |     |  |    |      |                             |                          |
| OULUN SEUTU<br>(OULU DISTRICT)                                  |                      |     |  |    |      |                             |                          |
| Luonnont. turve<br>(Natural peat)                               | 254                  | 4,6 | 500  | 47 | 2,6  | 1,9                         | 67,9                     |
| Viljelty turve<br>(Cultivated peat)                             | 152                  | 4,8 | 1060   | 46 | 3,5  | 1,9                         | 61,7                     |
| Oulun Maatalouskeskus (1981-85)<br>(Oulu Agr. Center)           | 11263                | 5,2 | 1273   | 54 | 12,6 | -                           | -                        |
| TEISKON YMPÄRISTÖ<br>(TEISKO DISTRICT)                          |                      |     |  |    |      |                             |                          |
| Luonnont. turve<br>(Natural peat)                               | 8                    | 4,4 | 491  | 45 | 4,0  | 1,6                         | 65,7                     |
| Viljelty turve<br>(Cultivated peat)                             | 8                    | 4,7 | 1229   | 40 | 2,7  | 1,2                         | 52,2                     |
| Pirkanmaan Maatalouskeskus (1981-85)<br>(Pirkanmaa Agr. Center) | 210                  | 5,1 | 1751   | 52 | 11,9 | -                           | -                        |



dyttävä, mutta savilla ja hiesuilla taso oli matala.

Edellä olevan perusteella tulkintakaavio tuntuu soveltuvan hyvin suomalaisten metsämaiden arviointiin. Sovellettaessa tulkintaa Oulun ja Teiskon moreenipeltojen viljavuuslukuihin, kyseisten kalsiumlukujen mukaan ne kuuluvat kaikki viljavuusluokkaan välttävä, mikä on astetta alempi kuin tyydyttävä. Metsäkasvatuksen kannalta ravinteisuusluokka on kaikilla hyvä (yli 520 mg/l). Kaliumluvuista 146 mg/l yltää viljavuusluokkaan tyydyttävä, muut kuuluvat viljavuusluokkaan välttävä. Metsänkasvatusta varten kaliumluku on tyydyttävä jo alueella 20—40 mg/l ja hyvä yli 40 mg/l, joten kaikissa moreenipelloissa on riittävästi kaliumia metsittämistä varten. Fosforia on peltojen karkeissa kivennäismaissa oltava 10—20 mg/l, jolloin sen katsotaan olevan optimi eli viljavuusluokkaa tyydyttävä. Sekä Oulun että Pirkanmaan moreenipelloissa fosforiluvut ylittävät 10 mg/l. Kun kuitenkin metsämaiden fosforiluku 4 mg/l on jo hyvä, ovat peltojen fosforiluvut melko korkeita tähän verrattuna, mutta ne ovat samaa suuruusluokkaa kuin kangashumuksen fosforiluvut.

## Päätelmät

Tarkasteltaessa peltojen viljavuusluokkia ja metsien ravinteisuusluokkia — voidaan yhteenvetona todeta, että jos karkeata kivennäismaata oleva pelto on viljavuusluokassa 2 eli huononlainen, se vastaa metsässä ravinteisuusluokkaa hyvä. Savipelto, vaikka se edustaisi viljavuusluokkaa huono, sisältää riittävästi puiden kasvua varten liukoisia ravinteita muita paitsi fosforia, koska fosfori on tiukasti pidättyneenä saveen, eikä liukene happameen ammoniumasetaattiin. Kokonaisfosforia savessa kyllä on riittävästi.

Viljavuuspalvelun tilaston mukaan 1981—85 monet peltojen maalajit, esimerkiksi moreenit ja turpeet, kuuluvat viljavuusluokkaan tyydyttävä. Kun näitä peltoja ryhdytään metsittämään, ravinteista ei ole puutetta, vaan niitä saattaa olla liian runsaasti tai niiden väliset suhteet eivät saata soveltua joidenkin puulajien kasvatukseen.

Peltojen kasvukykyä tutkittaessa on tärkeää tietää, että kaikkia ravinteita on riittävästi kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Varsinkin peltojen metsittämisen kannalta olisi tutkittava, kuinka suuria ravinnemääriä puun taimet sietävät eli olisi tärkeää määrittää ravinnemäärien ylärajat. Suositukset tulisi tehdä maalajiryhmittäin ja eri puulajit tulisi ottaa huomioon kuten alustavassa suosituksessa on tehtykin (vrt. taulukko 3)

## Kirjallisuus

- Kähäri, J., Mäntylähti, V. ja Rannikko, M. 1987. Suomen peltojen viljavuus 1981—85. Summary: Soil fertility of Finnish Cultivated Soils in 1981—1985. 105 s.
- Lipas, E. 1985. Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominaisuuksien avulla. *Folia For.* 618, 16 s.
- Pölkki, L. 1990. Minkälaisia peltoja on mataloustuotannosta vapautunut. Luento: Peltojen käytön vaihtoehdot, täydennyskoulutuskurssilla 11.12.1990.
- Soini, S. ja Virri, K. 1968. Oulu-Liminka Maaperäkarttaselostus. Summary: Soil map of Oulu-Liminka. *Ann. Agric. Fenn.* Vol. 7, Suppl. 2, 100 p. + 12 karttaa.
- Tamminen, P. 1990. Metsämaiden alueellinen viljavuus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 370, 61—72.
- Urvas, L. 1969. Teisko-Murole Maaperäkarttaselostus. Summary: Soil map of Teisko- Murole. *Ann. Agric. Fenn.* Vol. 8, Suppl. 2, 1—23. + 6 karttaa.
- & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Abstract: Influence of the soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type. *Journal of the Sci. Agric. Soc. of Finland.* Vol. 46, 307—319.
- Vuorinen, J. ja Mäkitie, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Selostus: Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmästä. *Agrogeol. Julk.* 63, 1—14.

## PELTOMAIDEN OMINAISUUDET JA METSÄNKASVATUS

Soil characteristics and afforestation of former agricultural fields

Elina Ekola

Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, 69100 Kannus

### Abstract

The most common agricultural soils in southern Finland are clay soils. In central and northern Finland the more common soils are silt, fine sand and organogenic soils. Taking Finland as a whole, fine sand is the most common soil texture fraction in fields based on mineral soil. Fine sand, unlike silt, is usually suitable for agricultural purposes. The suitability of clay depends on what other fractions it includes. Mull and gytjja soils are usually good for cultivation, although gytjja soils in the coastal areas may be too acid. The suitability of peaty soils for cultivation depends on the botanical composition of the peat. Differences in the methods of analysis, in the calculi (the use of either the laboratory density or the bulk density of soil in natural state), and even in the variables analysed, complicate the comparing of samples taken from forest soils and cultivated soils. However, it might be possible to calculate comparable figures from the existing data (at least to some extent). Soil cultivation, fertilization, liming and other methods of soil improvement alter soil characteristics. These changes are greatest in the surface layer — in the so-called tilled layer. On one hand, the soil is eroded or compacted due to the cultivation and, on the other hand, its fertility, coupled with nutrient reserves and solubility, is changed due to altered soil aeration, and fertilization and liming treatments carried out during the cultivation period. In peatland fields additions of mineral soil (clay, sand) may also have been carried out.

### Maalajiryhmät

*Moreenimaat*, jotka ovat Suomen yleisin maalajiryhmä, eivät yleensä kivisyytensä vuoksi sovellu peltomaiksi. Toisaalta myös *karkeat lajittuneet kivennäismaat* ovat sopimattomia viljelyyn heikon vedenpidätyskykynsä vuoksi. Jonkin verran kummankin tyyppisiä maita on kuitenkin raivattu pelloiksi Lapissa, Kainuussa, Mikkelin ja Kuopion lääneissä, Ahvenanmaalla, Pohjanmaan rannikolla sekä Peräpohjolassa (Kurki 1972).

Kivennäismaapelloilla yleisin maalaji on *hieta*. Rakenteensa puolesta hietamaat soveltuvat hyvin viljelyyn, vaikka karkean hiedan vedenpidätyskyky saattaa olla liian alhainen. Karkeahietaisia viljelysmaita on suhteellisesti eniten rannikkoalueilla ja kaikkein eniten Ahvenanmaalla, jossa hieman yli 50 %:ssa peltoalasta muokkaukerros on karkeaa hietaa. Melko runsaasti karkeita hietamaita esiintyy myös Pohjanmaan rannikolla, Pohjois-Karjalassa ja Lapissa. Hienoa hietaa esiintyy erityisesti harjujen lähistöllä ja jokivarsitasangoilla. Laajimmat yhtenäiset alueet, joilla hienoa hietaa esiintyy, ovat Etelä-Pohjanmaalla (Kurki 1972).

*Hiesu* soveltuu yleensä rakenteensa puolesta huonosti viljelyyn: se on vettä läpäisemättömää ja juoksevaa ja kuivuuessaan hiesumaan pinta kovettuu. Eniten hiesupeltoja on Pirkanmaalla, mutta myös Keski-Suomen, Kuopion, Hämeen ja Pohjois-Karjalan lääneissä sekä Satakunnas-

sa esiintyy hiesumaita (Kurki 1972).

*Saven* ominaisuudet riippuvat siitä, mitä muita aineksia se sisältää. Hiesu yleensä huonontaa saven laatua, mutta karkeammat kivennäismaa-ainekset ja orgaaninen aines parantavat sitä. Savimaissa on yleensä luontaisesti runsaasti kalsiumia, kaliumia, magnesiumia ja kuparia, mutta sen sijaan liukoista fosforia on niukasti. Savimaat ovat yleisempiä peltojen pohjamaassa kuin muokkauskerroksessa. Savipeltoja esiintyy suhteellisesti eniten Uudellamaalla, Varsinais-Suomessa ja Kymenlaaksossa. Liejusavia tavataan eniten rannikoilla Uudenmaan eteläosassa ja Lounais-Suomessa (Kurki 1972).

Maan humuspitoisuuden perusteella (humuspitoisuus = 1,73 x orgaanisen hiilen määrä) peltomaat luokitellaan seuraaviin multavuusluokkiin:

|         |         |                                 |
|---------|---------|---------------------------------|
| humusta | < 3 %   | vähämultainen (vm),             |
|         | 3—6 %   | multava (m),                    |
|         | 6—12 %  | runsasmultainen (rm),           |
|         | 12—20 % | erittäin runsasmultainen (erm), |
|         | 20—40 % | multamaa (mm) ja                |
|         | > 40 %  | turvemaa (tm).                  |

*Multamaat* ovat yleensä hyviä viljelysmaita. Suhteellisesti eniten niitä esiintyy Pohjanmaalla, Satakunnassa ja Etelä-Karjalassa (Kurki 1972).

Lieju- ja järvimutamaat ovat syntyneet vesistöjen pohjille. Orgaanista ainesta on näissä maalajeissa yli 6 %. Liejumaan rakenne on yleensä hyvä, mutta varsinkin merenrannikon liejut saattavat olla haitallisen happamia. Eniten liejumaita on Pohjanlahden rannikolla, erityisesti ruotsinkielisellä Pohjanmaalla, ja Satakunnassa (Kurki 1972).

*Turvemaille* on ominaista suuri orgaanisen aineksen määrä, alhainen tiheys ja suuri vedenpidätyskyky. Turpeissa on yleensä niukasti kaliumia ja fosforia. Saraturpeissa on tavallisesti kohtalaisesti tyypeä ja kalsiumia, mutta rahkaturpeet ovat happamia ja vähäravinteisia. Viljelyssä olevat suot ovat suurimmaksi osaksi saraturvetta. Puusaraturve (LC-t) on yleisin Etelä-Suomen suopelloilla ja saraturve (C-t) Pohjois-Suomessa. Turvemaita on suhteellisesti eniten Lapissa, mutta varsin huomattavasti niitä tavataan myös Oulun läänin pohjoisosassa ja etenkin Kainuussa (Kurki 1972).

Maan eteläisimmässä osassa pellot ovat yleisimmin savimaita. Pohjoiseen päin siirtyäessä alkaa esiintyä enemmän hiesu- ja hietamaita sekä eloperäisiä maita (Kurki 1972).

## Pelto- ja metsämaiden viljavuuden vertailu

Peltomaiden perustutkimuksessa määritetään uuttuvat eli ns. vaihtuvat ja helpoliukoiset ravinteet 0—20 cm:n muokkauskerroksessa. Ravinnemäärien laskemisessa käytetään laboratoriotiheyttä, joka määritetään kuivatusta ja seulotusta maasta tietyn standardin mukaan näytettä tiivistäen. Peltomaat on jaettu kolmeen ryhmään (savimaat, karkeat kivennäismaat ja eloperäiset maat), joista kullekin on esitetty varsinaisessa viljavuusluokituksessa omat raja-arvonsa (Viljavuuspalvelu, Mäntylähti 1991, suull.) (taulukko 1). Viljelyssä tavoitteena on yleensä — joskin eri kasvilajien vaatimukset luonnollisesti poikkeavat toisistaan — viljavuusluokka tyydyttävä tai hyvä, joka pyritään saavuttamaan tarvittaessa lannoituksin, kalkituksin ym. maanparannustoimenpitein.

Metsämailla maa-analyysin tulokset ilmoitettiin aikaisemmin tavallisesti painoysikköä kohti määritettyinä pitoisuuksina. Nykyisin on etenkin turvemaiden tutkimuksessa siirrytty volumetriseen ilmoitustapaan. Toisin kuin peltomaiden analyyseissä laskentaperusteena pyritään käyttämään maan tiheyttä luonnontilassa. Tämä mittaus- ja laskentatapojen ero vaikeuttaa pelto-

ja metsämaa-analyysien vertailua. Koska pelto- ja metsämaiden analyysijä on kuitenkin tehty samoilla uuttoliuksilla, lienee mahdollista muokata olemassa olevista aineistoista mahdollisimman vertailukelpoiset ravinnearvot. Pello- ja metsämaiden vertailtavuutta vaikeuttaa kuitenkin se, että metsämaiden analyysissä pääpaino on koko ravinnevaraston eli totaaliravinteiden määrittämisessä, joskin aineistoa metsämaiden uuttuvien ravinteiden määrittämisestä on myös saatavilla (esim. Urvas & Erviö 1974, Lipas 1985). Viljavuuspalvelu onkin laatinut omiin menetelmiinsä perustuvan alustavan viljavuusluokittelun myös metsämaita varten (taulukko 2).

Taulukkojen 1 ja 2 vertailu osoittaa, että ravinnevaatimukset ovat näissä kahdessa luokittelussa eri tasoilla (esitettyjen lukujen suora vertailu on mahdollista vain kivennäismaakerroksen osalta). Useimpien tunnusten kohdalla metsien viljavuusluokituksen korkein luokka vastaa peltoluokituksen luokkaa huono tai huononlainen. Vaikka otetaan huomioon se, että metsityksen kohteiksi tulevat yleensä viljavuusluokaltaan heikoimmat pellot, ovat ne mainittujen tunnusten osalta useimmiten riittävän - joillekin puulajeille mahdollisesti jopa liian ravinteisia. Esitettyssä luokituksessa keskitytään kuitenkin vain harvoihin tunnuksiin, ja niinpä mahdolliset hivenravinnepuutokset ja ravinne-epätasapainotilanteet, kuten myös maan fysikaalisten ominaisuuksien vaikutukset puuston kasvuedellytyksiin jäävät huomiotta.

Taulukko 1. Peltomaiden perustutkimuksessa käytettävien viljavuusluokkien raja-arvot. Viljavuusluokat: 1=huono, 2=huononlainen, 3=välttävä, 4=tydyttävä, 5=hyvä, 6=korkea ja 7=arveluttavan korkea (Viljavuuspalvelu, Mäntylähti 1991, suull.).

Table 1. The limit values for the soil fertility classes of arable soils. Fertility classes: 1=poor, 2=rather poor, 3=tolerable, 4=fair, 5=good, 6=high and 7=possibly too high (Mäntylähti 1991, pers. comm.).

|  | Viljavuusluokka - Fertility class |      |      |      |      |      |   |
|--|-----------------------------------|------|------|------|------|------|---|
|  | 1                                 | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7 |
| Happamuus - pH   |                                   |      |      |      |      |      |   |
| - savimaat - clayey soils  | 5,1                               | 5,5  | 5,9  | 6,3  | 6,7  | 7,5  |   |
| - karkeat kiv.maata - coarse min. soils  | 4,9                               | 5,3  | 5,7  | 6,1  | 6,5  | 7,2  |   |
| - eloper. maata - org. soils   | 4,4                               | 4,8  | 5,2  | 5,6  | 6,0  | 6,6  |   |
| Kalsium - Ca, mg/l   |                                   |      |      |      |      |      |   |
| - savimaat - clayey soils  | 1000                              | 1500 | 2000 | 2600 | 3600 | 5600 |   |
| - karkeat kiv.maata - coarse min. soils  | 400                               | 800  | 1400 | 2000 | 2600 | 4000 |   |
| - eloper. maata - org. soils   | 600                               | 1000 | 1600 | 2600 | 3600 | 5600 |   |
| Fosfori - P, mg/l  |                                   |      |      |      |      |      |   |
| - savimaat - clayey soils  | 1,5                               | 3,0  | 6,0  | 12   | 30   | 70   |   |
| - karkeat kiv.maata - coarse min. soils  | 2,0                               | 5,0  | 10   | 20   | 40   | 70   |   |
| - eloper. maata - org. soils   | 2,0                               | 4,0  | 8,0  | 15   | 30   | 50   |   |
| Kalium - K, mg/l   |                                   |      |      |      |      |      |   |
| - savimaat (ei liejusavet) - clayey soils (excl. gyttja clay)  | 60                                | 100  | 200  | 300  | 500  | 800  |   |
| - hieta, muut moreenit, hiesu, hiue, multamaat ja liejusavet - fine sand, moraines, silt, loam, mull and gyttja clay | 40                                | 70   | 120  | 200  | 350  | 500  |   |
| - turve, hiekkamoreeni ja hiekkamaat - peat, sand moraine and sandy soils  | 30                                | 50   | 80   | 150  | 250  | 400  |   |
| Magnesium - Mg, mg/l   |                                   |      |      |      |      |      |   |
| - savimaat - clayey soils  | 100                               | 150  | 200  | 400  | 600  |      |   |
| - karkeat kiv.maata - coarse min. soils  | 50                                | 80   | 120  | 200  | 400  |      |   |
| - eloper. maata - org. soils   | 50                                | 80   | 120  | 200  | 400  |      |   |
| Suhde Mg:Ca - Relation   | 1:80                              | 1:40 | 1:20 | 1:10 | 1:5  | 1:2  |   |
| Suhde Mg:K - Relation  | 1:10                              | 1:5  | 1:3  | 1:2  | 1:1  | 4:1  |   |

Taulukko 2. Metsämaa-analyysin tulkintakaavio (Viljavuuspalvelu, Mäntylähti 1991, suull.).  
Table 2. The interpretation of the forest soil analysis (Mäntylähti 1991, pers. comm.).

|   | MATALA –<br>LOW | TYYYDYTTÄVÄ –<br>FAIR | HYVÄ –<br>GOOD |
|---|-----------------|-----------------------|----------------|
| 1. KANGASMAAT (mä – ku) –<br>MINERAL SOILS ( <i>Pinus</i> – <i>Picea</i> )                  |                 |                       |                |
| Humuskerros – humus layer   |                 |                       |                |
| Kok.typpi – total N, % OM*  | < 1,2           | 1,2–2,5               | > 2,5          |
| Kok.boori – total B, mg/100 g   | < 0,5           | 0,5–1,0               | > 1,0          |
| Kivennäismaakerros – mineral soil layer   |                 |                       |                |
| Uutt. kalsium – Extractable Ca, mg/l  | < 30            | 30–520                | > 520          |
| Uutt. fosfori – Extractable P, mg/l   | < 2             | 2–4                   | > 4            |
| Uutt. kalium – Extractable K, mg/l  | < 20            | 20–40                 | > 40           |
| Uutt. magnesium – Extractable Mg, mg/l  | < 20            | 20–40                 | > 40           |
| 2. TURVEMAAT –<br>PEATLANDS   |                 |                       |                |
| Kok.typpi – total N, % org.   |                 |                       |                |
| - taimikot (mä) –<br>seedling stands ( <i>Pinus sylvestris</i> )                            | < 1,3           | 1,3–1,5               | 1,5–1,8        |
| - taimikot (ku – ko) –<br>seedling stands ( <i>Picea abies</i> , <i>Betula sp.</i> )        | < 1,5           | 1,5–1,8               | > 1,8          |
| - muut kuin taimikot (mä) –<br>other stands ( <i>Pinus sylvestris</i> )                     | < 1,5           | 1,5–2,0               | > 2,0          |
| - muut kuin taimikot (ku – ko) –<br>other stands ( <i>Picea abies</i> , <i>Betula sp.</i> ) | < 1,7           | 1,7–2,2               | > 2,2          |
| Kok.fosfori – total P, mg/100 g   | < 50            | 50–80                 | > 80           |
| Kok.kalium – total K mg/100 g   | < 20            | 20–40                 | > 40           |
| Kok.magnesium – total Mg, mg/100 g  | < 20            | 20–40                 | > 40           |
| Kok.boori – total B mg/100 g  | < 0,5           | 0,5–1,0               | > 1,0          |

\* OM: org. aine – organic matter

## Viljelyn vaikutus maaperän ominaisuuksiin

Viljely muuttaa maaperää monin tavoin. Koska suurimmat ongelmat on havaittu suopeltojen metsityksessä, keskitytään seuraavassa suopeltojen ominaisuuksiin. Muokkaus ja raskaiden koneiden käyttö toisaalta kuluttaa (erosio, orgaanisen aineksen nopeutunut maatuminen) ja toisaalta painaa ja tiivistää maata. Kulutus on selvintä suopelloilla, joilla turvekerroksen ohenemisen on todettu Suomenkin oloissa olevan jopa parin metrin luokkaa runsaassa parissa sadassa vuodessa (esim. Lattomerensuo Porin lähellä) (Göös 1909, Rancken & Malm 1920, Urvas 1984, ks. Urvas 1985). Viljelytapa ja lannoitukset vaikuttavat peltomaan ravinteiden määrään ja keskinäisiin suhteisiin. Suopelloilla vaikuttaa lisäksi ns. painomaa (saveus, hiekoitus), jolla muutetaan eräitä turvemaan ominaisuuksia (kuten eräiden ravinteiden määriä, tiheyttä ja orgaanisen aineen määrää) enemmän kivennäismaata muistuttaviksi. Erityisesti turvemaiden ongelmia ovat viljelyn jälkeen hivenravinnetaloudessa ilmenevät vaikeudet, esimerkiksi boorin selvä puute ja ravinne-epätasapainotilanteet. Peltojen metsityksen kannalta on ongelmallista se, että maa- ja metsätaloudessa käytetään osittain erilaista maa-analytiikkaa ja määritettävät tunnuksinkin ovat osittain erilaisia, minkä takia pelto- ja metsämaiden ravinne-määrien vertailu ja eri selvitysten ravinnetietojen rinnastus on vaikeaa ja epätasallista.

Suopelloille viljelyn yhteydessä levitetyn painomaa vaikutus sekä turpeen tiheyteen että tuhkapitoisuuteen on todettu varsin pitkäaikaiseksi (Pessi 1961a, b). Pessi (1961a) on todennut suopelloilla turpeen orgaanisen aineen tiheyden useimmissa tapauksissa kohonneen. Sekä lannoitus (PK-lannos eri suhteissa) ja kalkitus että myös painomaa olivat nostaneet tilastollisesti merkittävästi orgaanisen aineen tiheyttä. Syynä tiheyden kasvuun lienee se, että viljely kiih-

dyttää turpeen hajoamista. Pessi (1961a) päättelee tämän viljelymenetelmistä johtuvan orgaanisen aineksen tiheyden kasvun olevan yksi tekijä, joka vähitellen muuttaa turpeen enemmän multamaata muistuttavaksi. Myös Urvas (1985) havaitsi suopellon muokkauskerroksen olevan tiiviimpää kuin välittömässä läheisyydessä olevan raivaamattoman suon pinnan. Tutkimuksessa ei tosin otettu huomioon peltomaan kulumista ja siten paljastuneen syvemmän turvekerroksen jo mahdollisesti luontaisesti suurempaa tiheyttä. Viljely vaikuttaa eniten rahkaturpeisiin. Mainitussa tutkimuksessa syynä tiheyden kasvuun oli yksinomaan muokkaus ja raskaiden työkoneiden käyttö, sillä ko. suhteellisen paksuturpeisilla pelloilla ei ollut käytetty kivennäismaata maanparannusaineena.

Toinen tekijä, joka lähentää suopeltojen ja multamaapeltojen maaperän ominaisuuksia, on viljelyn aikaan saama turpeen tuhkapitoisuuden kasvu, johon myös vaikuttavat lannoitus ja mineraalimaan levitys. Painomaan vaikutukset näkyvät turpeen tuhkapitoisuuksissa hyvin pitkään. Pessin (1961b) mukaan mineraalimaan lisäys näkyi muokkauskerroksessa korkeina tuhkapitoisuuksina vielä 37 vuoden kuluttua.

Viljely vaikuttaa varsinkin muokkauskerroksen ravinnetilaan. Erityisesti kalkituksen aiheuttama pH:n nousu ja kalsiumin määrän lisääntyminen ovat selvästi havaittavissa (Urvas ja Soini 1984, Urvas 1985). Kalkituksella aikaan saatu happamuuden väheneminen vaikuttaa myös ravinteiden liukoisuuteen. Lakasen ym. (1969) mukaan Suomen peltojen keskimääräinen pH oli 5,5. Fosforin liukoisuuden minimi on juuri mainitussa happamuudessa. Myös useimpien hivenravinteiden liukoisuus huononee ja ne voivat muuttua vaikealiukoiseen muotoon pH:n kohotessa yli 6,5:n. Poikkeuksena on molybdeeni, jonka liukoisuus paranee happamuuden vähetessä. Metsitettävillä pelloilla pH on kuitenkin vain harvoin näin korkea, sillä esimerkiksi Keski-Pohjanmaalla metsitettyjen suopeltojen keskimääräinen pH oli sekä nuoremmissa (metsitys 1981 ja 1982) että vanhemmassa ikäluokassa (metsitys 1973 ja 1974) n. 4,1 (Hytönen, julkaisematon aineisto). Ainakaan näiden tulosten mukaan pH ei siis ole noussut haitallisen korkeaksi. Turpeen puskurikyky pH-muutoksia vastaan on kuitenkin varsin hyvä (esim. Lakanen ym. 1969, Ahti ja Pätilä 1985), ja niinpä pelkät pH-luvut eivät sinänsä kerro kaikkea, vaan esim. korkeat Ca-pitoisuudet voivat aiheuttaa häiriöitä ravinnetaloudessa.

Urvaksen ja Soinin (1984) ja Urvaksen (1985) mukaan lannoituksenkin vaikutus näkyi selvimmän muokkauskerroksessa. Syvemmistä kerroksista muokkauskerroksen alapuolelta oli löydettävissä kaliumia ja fosforia enemmän kuin viljelemättömiltä alueilta (Urvas 1985). Typen määrän muutos riippui puolestaan turvelajista siten, että viljely hieman vähensi kokonaistypen määrää saravaltaisilla turpeilla, mutta lisäsi sitä rahkaturpeilla. Ero johtui Urvaksen (1985) mukaan typen erilaisista mineralisaationopeuksista eri turvelajeilla. Urvas ja Soini (1984) laskivat myös pääravinnesuhteita ja totesivat Mg/K-suhteen olevan aiempien suositusten perusteella liian korkean ja K/P-suhteen melko matalan. Syynä oli alhainen kaliumin määrä, mihin vaikutti se, että tutkittu pelto oli ollut nurmiviljelyssä ja timotei oli kuluttanut kaliumin maasta.

Nurmiviljelyssä olleiden suopeltojen turpeessa oli kuumavesiliukoista booria enemmän kuin viereisellä raivaamattomalla suolla (Urvas ja Soini 1984). Vaikka  $\text{NH}_4\text{OAc-EDTA}$ -liukoisen kuparin määrä vaihteli paljon, oli sitä kuitenkin etenkin 20 cm paksussa pintakerroksessa selvästi enemmän kuin viljelemättömällä vertailukohteella.  $\text{NH}_4\text{OAc-EDTA}$ -liukoista rautaa pelloilla oli yleensä keskimääräistä hieman enemmän kuin luonnontilaisilla kohteilla. Sillanpää ja Rinne (1975) ovat havainneet voimakkaan typpilannoituksen keskimäärin lisäävän liukoisen raudan määrää. Heidän aineistossaan typpilannoituksen ja liukoisen raudan määrän välillä havaittiin regressio, joka oli tilastollisesti merkitsevä sekä koko aineistolle että orgaanisille maalajeille erikseen.  $\text{NH}_4\text{OAc-EDTA}$ -liukoisen mangaanin määrä oli Urvaksen ja Soinin (1984) aineistossa hieman pienempi kuin raivaamattomilla vertailukohteilla. Mangaanin vähyyden oletettiin johtuvan typpilannoituksesta, sillä Sillanpää ja Rinne (1975) ovat todenneet kasvien mangaanin oton lisääntyvän lannoitettaessa organogeenisiä maita tyypellä. Kurki (1975) toteaa kuparin, raudan ja mangaanin oton ja hyväksikäytön olevan toisiinsa kytkeytynyttä. Kasveille

käyttökelpoisen mangaanin määrä riippuu maan kuivuudesta, ilmavuudesta ja happamuudesta, ja viljelyyn liittyvä kuivatus, muokkaus ja kalkitus vähentävätkin käyttökelpoisen mangaanin määrää. Liukoista sinkkiä oli Urvaksen ja Soinin (1984) tutkimilla pelloilla keskimäärin hieman enemmän kuin vertailukohteilla, joskin vaihtelu oli suurta. Kurki (1975) puolestaan toteaa, että happoliukoista sinkkiä on eloperäisissä maissa vähemmän kuin kivennäismaissa.

Urvas ja Soini (1984) havaitsivat tarkastellessaan eri pituisia aikoja nurmiviljelyssä olleita peltoja, että hivenravinteiden määrät (ilmoitettuina mg/l maata laboratoriotiheydessä) kasvavat viljelyajan pidentyessä. Tämä johtuu pääosin turpeen tiheyden kasvusta. Jos ravinne- määrät ilmaistaisiin gravimetrisinä yksikköinä, boorin ja raudan määrät pysyisivät lähes samoina viljelyajan pituudesta riippumatta, mangaanin ja sinkin määrät olisivat suurimmillaan pelloilla, joita on viljelty 30—39 vuotta ja kuparin määrä pelloilla, joita on viljelty 20—29 vuotta.

Kauniston (1991) mukaan on mahdollista saada suhteellisen hyvä kuva suopellon ravinnetilasta metsänkasvatuksen kannalta, kun määritetään sekä viljelyn muuttaman muokkauskerroksen että sen alapuolisen pohjamaan ravinnetila. Vain vähän muuttunut pohjamaa kuvaa tällöin Kauniston (1991) mukaan verrattain hyvin pellon alkuperäistä ravinnetasoa. Alkuperäisestä ravinnetasosta lienee saatavissa ainakin viitteitä metsityksen onnistumismahdollisuuksiin, vaikka pintakerros onkin selvästi muuttunut.

## Kirjallisuus

- Ahti, E. ja Pätilä, A. 1985. Happaman laskeuman vaikutukset turvemaiden ominaisuuksiin. Teoreettinen tarkastelu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 209, 34 s.
- Göös, H. 1909. Katsaus Lattomeri-nimisen suon kuivaus- ja viljelytöihin. Suomen Suonviljelysyhdistyksen vuosikirja 1909.
- Kaunisto, S. 1991. Maa-analyysin käyttö maan ravinnetilan arvioimiseksi eräillä Alkkian metsitetyillä suopelloilla. Summary: Soil analysis as a method of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields at Alkkia. *Folia For.* 778. (painossa)
- Kurki, M. 1972. Suomen peltojen maalaji-, multavuus- ja happamuussuhteista. *Suo* 23(3—4), 57—61.
- 1975. Eloperäisten viljelysmaiden hivenravinnetilanteesta. Summary: Trace elements inorganic agricultural soils. *Suo* 26(5), 93—94.
- Lakanen, E., Sillanpää, M., Kurki, M. ja Hyvärinen, S. 1969. Maan viljavuustekijäin keskinäiset vuorosuhteet maalajeittain. Maatalouden tutkimuskeskus Maantutkimuslaitos Tikkurila, Viljavuuspalvelu Oy Helsinki.
- Lipas, E. 1985. Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominaisuuksien avulla. Summary: Assessment of site productivity and fertilizer requirement by means of soil properties. *Folia For.* 618, 16 s.
- Pessi, Y. 1961a. The volume weight of the organic matter in the plough layer of peat lands cultivated by different methods. *Maataloustieteellinen Aikakauskirja* 33, 248—255.
- 1961b. The ash content of the plough layer of peat lands cultivated by different methods. *Maataloustieteellinen Aikakauskirja* 33, 215—222.
- Rancken, H. & Malm, E. A. 1920. Selonteko Suomen Suonviljelysyhdistyksen suomaatutkimuksista X. Suomen Suonviljelysyhdistyksen vuosikirja 24, 86—222.
- Sillanpää, M. & Rinne, S.-L. 1975. The effect of heavy nitrogen fertilization on the uptake of nutrients and on some properties of soils cropped with grasses. *Ann. Agric. Fenn.* 14, 210—228.
- Urvas, L. 1984. Maaperäkarttaselitys Pori-Harjavalta. MTTK:n tiedote 20/84.
- 1985. Viljelyn vaikutus turpeen ravinnepitoisuuteen. Summary: Effect of cultivation on the nutrient status of peat soils. *Suo* 36(3), 61—64.
- & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määrätyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Influence of the soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type. *Maataloustieteellinen Aikakauskirja*. Vol. 46, 307—319.
- & Soini, S. 1984. The effect of intensive grass cultivation on the plant nutrient balance in peat soil. *Proc. 7th Int. Peat Congress, Dublin* (4), 71—85.

## MAA-ANALYYSIN MAHDOLLISUUDET ERÄIDEN ALKKIAN METSITETTYJEN SUOPELTOJEN RAVINNETILAN ARVIOIMISESSA

Soil analysis as a means of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields at Alkkia, western Finland

**Seppo Kaunisto**

Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano

Lyhennelmä käsikirjoituksesta: Maa-analyysin käyttö kasvupaikan ravinnetilan arvioimiseksi eräillä Alkkian metsitetyillä suopelloilla. Summary: Soil analysis as a means of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields at Alkkia. Folia Forestalia 778. (painossa)

### Abstract

The study comprised four different afforestation experiments in the same peatland area within a radius of about 1.5 km. Soil and needle (*Pinus sylvestris*) samples were taken from a total of 116 plots. The soil samples were taken from two depths: 0–10 cm (tilled layer) and 30–40 cm. Soil samples were analyzed for total N, P, K, Ca, Mg, Zn, B, Cu,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , pH and AAc extractable P, K and Ca. Results were calculated per oven dry weight (mg/kg) and per area (kg/ha) for the total nutrients, and for AAc extractable P, K and Ca per laboratory volume (mg/l) as well.  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  were calculated only per laboratory volume (mg/l). The bulk density and organic matter content were also determined. The bulk density was considerably higher and the organic matter content lower in the tilled 0–10 cm than in the untouched 30–40 cm layer indicating that mineral soil had been used as a soil improvement agent in the fields. Generally, the total nutrient amounts correlated positively with bulk density. Accordingly, there were more nutrients in the surface layer than in the 30–40 cm layer, although the amounts of boron were small even there. Thus, mineral soil application had greatly changed the surface substrate, but only slightly affected the nutrient regime of the 30–40 cm layer. Nitrogen contents in the 30–40 cm layer were low indicating an originally poor peatland site type. The needle nitrogen and phosphorus concentrations correlated better with the values measured from the 30–40 cm layer than with those measured from the 0–10 cm layer. Furthermore, they were generally best when calculated as mg/g or kg/ha. The needle potassium concentrations correlated only weakly with soil properties. It is obvious that analyses both from the tilled layer and deeper layers are needed in order to estimate the quality of the substrate for wood production on peatland fields and that at least the following analyses are necessary: bulk density, organic matter content, total N, P, K, Ca, B and exchangeable K. The results should also be expressed per volume *in situ*.

## Johdanto

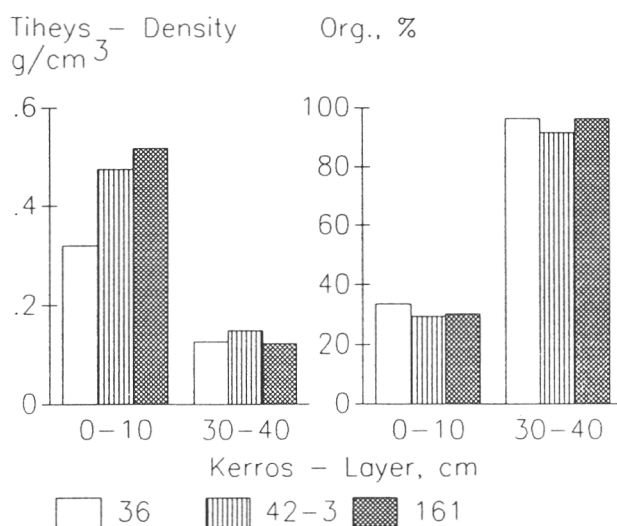
Suopeltojen metsitystutkimukset Alkkiassa alkoivat 1960-luvun loppupuolella. Ne sisälsivät monenlaisia lannoitus- ja muokkauskokeita, joiden tuloksia on esitelty eri yhteyksissä (Paavilainen 1970 ja 1977). Tutkimuksissa on toistaiseksi kuitenkin esitetty verrattain vähän maa-analyttistä tietoa. Tässä työssä pyritään maa-analyysin avulla selvittämään näiden suopeltojen ravinnetilaa ja samalla vertailemaan erilaisten maa-analyysimenetelmien ja tulosten ilmaisutapojen käyttökelpoisuutta ravinnetilan arvioimisessa.

## Aineisto

Parkanon tutkimusasemalla tehtiin 116 suopellon metsityskoealalta maa- ja neulasanalyysijä. Maanäytteet otettiin muokkauskerroksesta (0—10 cm) ja selvästi sen alapuolelta (30—40 cm). Maasta analysoitiin tiheys, orgaanisen aineksen osuus, kokonaistyyppi, -fosfori, -kalium, -kalsium, -magnesium, -boori, -sinkki, -kupari, pH,  $\text{NH}_4\text{-N}$  ja  $\text{NO}_3\text{-N}$  sekä happamasta ammoniumasetaattiutuksesta P, K ja Ca. Ravinteiden kokonaismäärät ilmaistiin kuiva-ainetta mg/kg) ja pinta-alayksikköä (kg/ha) kohden sekä ammoniumasetaattiliukoiset P, K ja Ca lisäksi laboratoriotilavuutta (mg/l) kohden. Liukoinen tyyppi laskettiin vain laboratoriotilavuutta kohden. Tulokset kuiva-ainetta kohden laskettiin sekä näytteen orgaanista osaa että koko näytettä kohden. Männyin neulasista analysoitiin samat ravinteet kuin maastakin.

## Tiheydet ja orgaanisen aineksen osuus

Pintakerroksen tiheys samoin kuin orgaanisen aineksen osuuskin vaihtelivat erittäin paljon osoittaen, että kokeissa oli käytetty vaihtelevia määriä kivennäismaata maanparannusaineena (kuva 1). Muokkauskerroksen alapuolella tiheys oli pintakerrosta pienempi ja vaihtelu vähäisempää osoittaen, että kivennäismaata ei ollut kulkeutunut 30—40 cm:n kerrokseen.

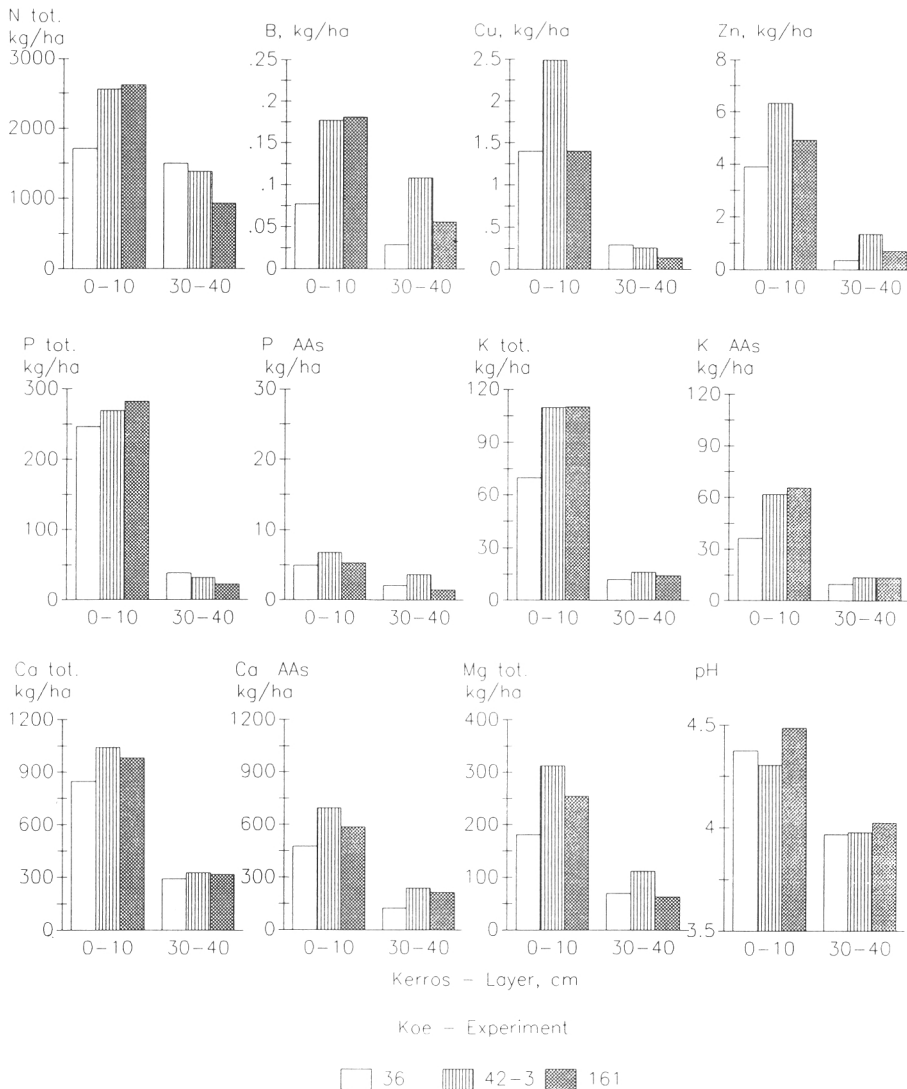


Kuva 1. Maan keskimääräinen tiheys ja orgaanisen aineksen osuus eri syvyyksillä eri kokeissa (36, 42—3, 161).  
Figure 1. The mean bulk density and organic matter content in different soil layers in different experiments (36, 42—3, 161).

## Ravinteiden määrä

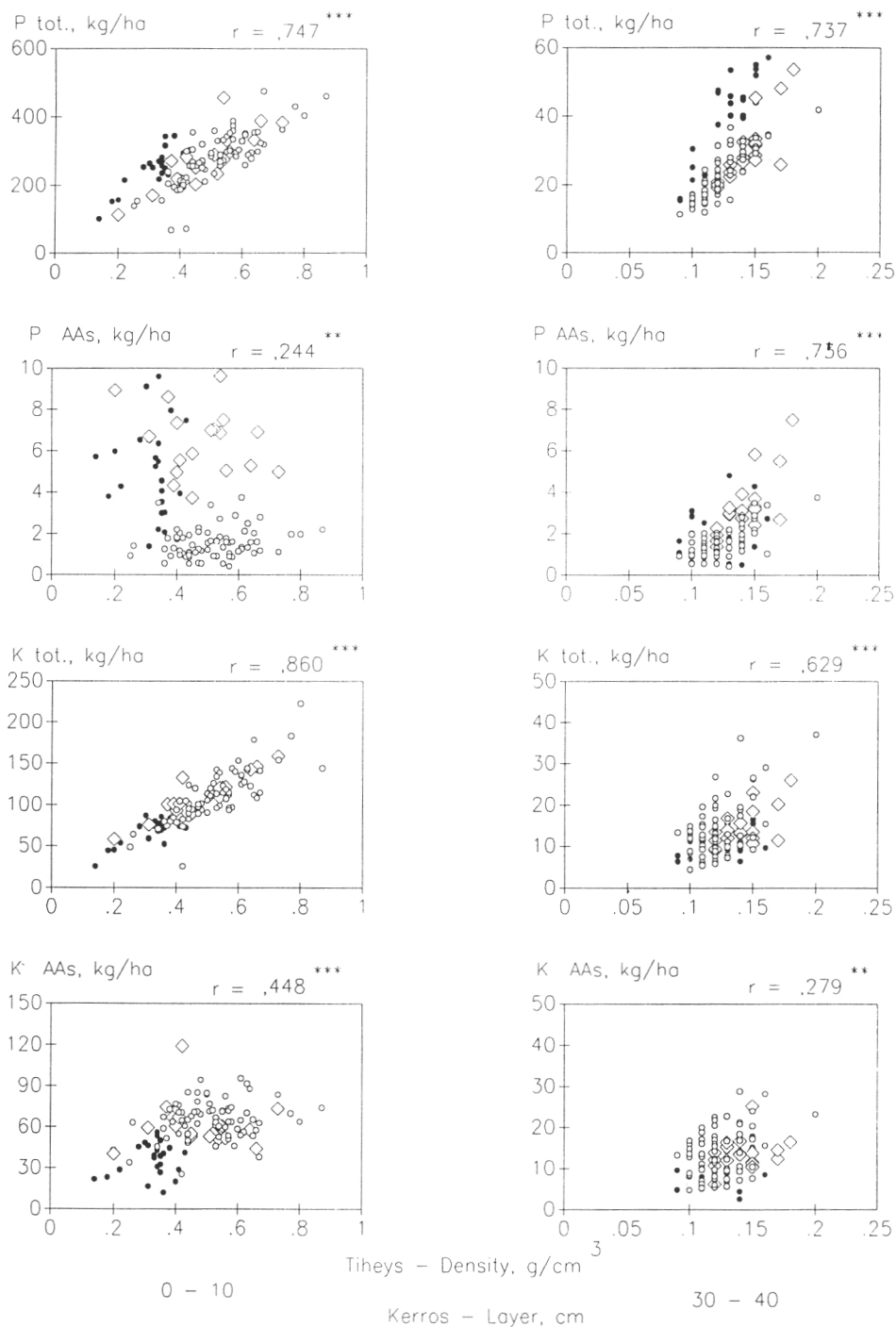
Typpeä oli muokkauskerroksessa verrattain runsaasti, mutta 30—40 cm:n kerroksessa niukasti (kuva 2). Viimemainitussa typpipitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin varputurvekankaiden vastaavassa turvekerroksessa. Suot olikin ilmeisesti raivattu alunperin hyvin karuista avosoista ja rämeistä.

Fosforia ja kaliumia oli muokkauskerroksessa sitä enemmän mitä suurempi oli maan tiheys (kuva 3). Muokkauskerroksessa kaliumista oli liukoisessa muodossa vain n. puolet, kun sitä vastoin normaaleissa turvemaissa sitä on yleensä valtaosa, 80—90 %. Samalla tavoin korreloivat turpeen tiheyden kanssa muutkin kivennäisravinteet booria lukuunottamatta. Painomaan vaikutus ei kuitenkaan yltänyt 30—40 cm:n kerrokseen saakka.



Kuva 2. Maan ravinteiden keskimääräiset kokonaismäärät, pH sekä fosforin, kaliumin ja kalsiumin ammoniumasetaatilla (AAs) uutetut määrät kokeittain eri syvyyksillä.

Fig. 2. Total nutrient amounts, pH and the ammonium acetate extractable (AAc) amounts of P, K and Ca in different soil layers.



Kuva 3. Fosforin ja kaliumin kokonaismäärän ja ammoniumasetaatilla (AAs) uutetun määrän riippuvuus maan tiheydestä eri syvyyksillä.

Fig. 3. Dependence of the amounts of the total and ammonium acetate (AAc) extractable phosphorus and potassium on soil bulk density at different depths.

## Maa-analyysin erilaiset menetelmät

Erilaisia maa-analyysin menetelmiä ja tulosten ilmaisutapoja testattiin vertaamalla niiden kykyä selittää neulasten ravinnepitoisuuksia. Ravinteiden kokonaismäärät, ns. varastoravinteet (kg/ha) tai -pitoisuudet (mg/kg) selittivät neulasten ravinnepitoisuuksia yhtä hyvin tai paremmin kuin peltojen viljavuustutkimuksessa käytetyt helppoliukoiset ravinteet. Kun ravinteiden kokonaismäärien avulla voitiin samalla tehdä päätelmiä ravinteiden riittävydestä pitkällä aikavälillä, on ilmeistä, että nimenomaan ravinteiden kokonaismäärien analyysi on tarpeellinen arvioitaessa suopellon sopivuutta metsänkasvatukseen. Tärkeimmiksi analysoitaviksi osoittautuivat kokonais-N, -P, -K ja -B sekä helppoliukoinen K. Eräissä muissa yhteyksissä on todettu, että mainittujen ravinteiden lisäksi tulisi analysoida myös pH ja rauta, koska fosfori sitoutuu happamissa olosuhteissa raudan kanssa kasveille käyttökelvottomaan muotoon. Erittäin tärkeitä on maan tiheyden määrittäminen, koska sen perusteella voidaan arvioida painomaan käyttöä ja muita viljelyn aiheuttamia muutoksia. Maa-analyysyjä tulisi tehdä muokkauskerroksen lisäksi myös selvästi sen alapuolelta, koska tällä tavoin saadaan tietoa sekä suon alkuperästä että ravinteiden riittävydestä.

## Kirjallisuus

- Paavilainen, E. 1970. Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Summary: Experimental results of the afforestation of swampy field. *Folia For.* 77, 24 s.
- 1977. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. Summary: Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields. *Folia For.* 326, 27 s.
- Kaunisto, S. 1991. Maa-analyysin käyttö maan ravinnetilan arvioimiseksi eräillä Alkkian metsitetyillä suopelloilla. Summary: Soil analysis as a method of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields at Alkkia. *Folia For.* 778. (painossa)

# PELLLOLLE VILJELLYN MÄNTYTAIMIKON RAVINNEONGELMIEN TORJUMINEN TUHKALLA

Wood bark ash as an ameliorating agent in peatland field afforestation

Ari Ferm<sup>1)</sup>, Timo Hokkanen<sup>2)</sup>, Mikko Moilanen<sup>3)</sup> & Jorma Issakainen<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, 69100 Kannus

<sup>2)</sup>Joensuun yliopisto, Biologian laitos, 80100 Joensuu

<sup>3)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos

## Abstract

Preliminary results are presented from a 13-year-old experiment where wood bark ash (0,1,2,5,10,20 t/ha) was applied in order to prevent and cure visible nutrient disorders of young Scots pine established on a peatland field 24 years ago. Dieback of trees and other symptoms of nutrient disorders have substantially decreased or even eliminated by ash fertilization, especially when higher doses were applied. The volume of the growing stock was over 70 m<sup>3</sup>/ha for the highest dose while control plots produced less than 15 m<sup>3</sup>/ha. Vegetation characteristics have changed following ash treatments with high ash doses favouring grasses and low ash doses promoting mosses. Some major changes in soil and foliar nutrient concentrations were evident due to ash fertilization. Potassium and boron were clearly the most limiting nutrients that could be cycled when high doses of ash were used; this was particularly the case with a dose of 20 t/ha. Decomposition was at its highest on plots with ash doses of 5 and 10 t/ha and at its lowest when the dose was 2 t/ha. This was at least partly due to differences in the C/N ratio. All decomposition parameters indicated a high degree of humification in the surface soil. High N content (of organic material) and low C/N in soil and optimum levels in foliar N concentrations suggested net N mineralization to have occurred in soil of the experiment area.

## Johdanto

Suopeltojen taimikoissa ravinnetalouden häiriöt ovat yleisiä. Puustojen alkukehityksessä ei juuri ole ollut ongelmia, mutta myöhemmin ilmenenee ns. ravinneperäinen kasvuhäiriö, joka pahimmillaan heikentää ja vaurioittaa puustoja niin, että metsitys epäonnistuu (Paavilainen 1977, Veijalainen 1978, Ferm 1991). Männyn kaikista kasvuhäiriöistä yli puolet esiintyi erään kyselytutkimuksen mukaan metsitetyillä suopelloilla (Veijalainen 1978). Myös vanhojen pellonmetsitysten inventoinnissa Keski-Pohjanmaalla havaittiin, että neulasten booripitoisuudet olivat yleisesti alhaisia, etenkin turvemaiden pelloilla (Hytönen 1991). Kasvuhäiriön syynä on usein nimenomaan boorin puute, jota kärjistää runsas pääravinteiden saanti (Veijalainen ym. 1984).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on esitellä ennakkotuloksia pellolle viljellyn mäntytaimikon tuhkalannoituskokeesta, joka oli perustettu alkaneen kasvuhäiriön torjumiseksi (ks. Veijalainen 1980). Puusto- ja kasvillisuusmittauksia, neulasten ja maan ravinneanalytiikkaa sekä

maan hajotuspotentiaalia apuna käyttäen pyrittiin selvittämään mitä lannoituksen jälkeen oli tapahtunut ja mitkä tekijät tähän kehitykseen olivat vaikuttaneet.

## Aineisto ja menetelmät

Koealue sijaitsee Pyhännän Kamulassa (64°01'N, 26°21'E, 138 m mpy), jossa kymmenen vuoden ikäisessä männyn istutustaimikossa havaittiin selviä kasvuhäiriöitä vuonna 1978 (Veijalainen 1980).

Pellon viljelyhistoriasta ei ole tietoa, mutta se lienee raivattu meso-oligotrofisesta rämeestä. Noin kymmenen metrin välein olevien sarkaojen kuivatusteho on jo pitkään ollut puutteellinen.

Turvekerroksen tai paremminkin selvästi erottuvan orgaanisen maa-aineksen syvyys vaihteli välillä 30—50 cm. Pellon muokkaustöiden seurauksena kasvualustaan oli mahdollisesti sekoittunut turpeen alla olevaa kivennäismaata, joka maalajimäärityksen mukaan oli hietaa (raekoko alle 0,06 mm: 11%). Sen ja mahdollisten muiden maanparannustoimien, kuten ojituksen, painomaan lisäyksen, lannoituksen ja kalkituksen vaikutusta lienee se, että maan eri kerroksissa (0—20 cm) orgaanisen aineksen pitoisuus vaihteli ja oli verrattain alhainen, 28—63 %.

Lannoituskokeen perustamisvaiheessa puiden pituus oli noin 2 metriä. Pellolle rajattiin 12 kpl 0,16 ha:n suuruista koealaa, joille arvottiin lohkoittain kahtena toistona seuraavat tuhkakäsittelyt: 0, 1, 2, 5, 10 ja 20 t/ha (tuorepainona). Lähinnä koivun kuoresta ja muusta puunjätteestä peräisin olevan tuhkan vesipitoisuus oli arviolta 40 % tuorepainosta. Tuhka oli verraten huonosti palanut ja sisälsi runsaasti hiiltä. Näyte-erästä tehdyn analyysin sekä kosteuden ja palamattoman osuuden perusteella tehdyn arvion perusteella tuhkalannoitus sisälsi fosforia 1,0—3,0 kg/t, kaliumia 7—11 kg/t, kalsiumia 27—105 kg/t ja booria 38—102 g/t (ks. Veijalainen ym. 1984, s. 29). Tuhkan ravinnepitoisuus oli selvästi alhaisempi kuin hyvällä kuorituhkalla.

Neulasnäytteet otettiin 6 (1984) ja 13 (1990) vuoden kuluttua lannoituksesta ja niistä analysoitiin tuhkapitoisuus, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ja B sekä vuonna 1984 myös 100 neulasen kuivamassa. Maanäytteet otettiin syksyllä 1990 0—5 cm, 5—10 cm ja 10—20 cm kerroksista kokoomanäytteinä kymmenestä osanäytteestä koealaa kohti. Näytteistä analysoitiin johtoluku, pH (vesi), kokonaispitoisuudet: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B sekä liukoiset: ammonium, nitraatti, P ja K. Lisäksi näytteistä määritettiin kokonaishiilen määrä sekä erilaisia kasvualustan hajotusaktiivisuutta kuvaavia tekijöitä ja maanhengitystä.

Puusto mitattiin marraskuussa 1990. Koealan keskelle sijoitettiin ympyräkoela, jonka säde oli 10 m. Puusta mitattiin tavalliset puutunnukset sekä neulasvuosikertojen määrä. Silmävaraisesti arvioitiin koepuiden teknistä laatua, latvuksen muotoa, sairauksia, tuhoja ja niiden aiheuttajia. Elokuussa vuonna 1991 mitattiin vielä pintakasvillisuuden lajeittainen peittävyys joka koealan neljältä näytealalta (á 1 m<sup>2</sup>).

## Tulokset

### Puusto

Tuhkalannoitus vähensi selvästi puiden latvojen kasvuhäiriöitä ja jossain määrin myös kuolleisuutta (kuva 1). Suurimmilla tuhkalannoitusmäärillä ei kasvuhäiriön makroskooppisia oireita ollut lainkaan. Todennäköisesti taimia oli kuollut melko paljon jo ennen kokeen perustamista. Ravinnehäiriöihin viittaavaa neulasten kellertävää tai ruskehtavaa väriä tavattiin eniten lannoitta-

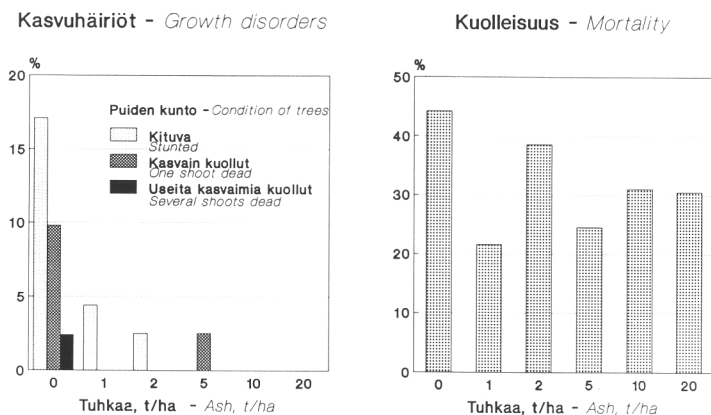
mattomilla puilla. Puiden elävien neulasvuosikertojen määrä lisääntyi suhteessa käytettyyn tuhkamäärään (kuva 2).

Tuhkalannoituksen vaikutus puuston kasvuun oli varsin huomattava. Kasvunlisäys oli sitä suurempi mitä enemmän tuhkaa oli käytetty (kuva 3). Kaikki käsittelyt, lukuunottamatta pienintä tuhkan käyttötasoa lisäsivät tutkimusjaksolla 1978—90 merkitsevästi puuston pituuskasvua. Vaikutus jatkui vielä mittaushetkellä. Suurimman tuhkamäärän saaneilla koealoilla puuston runkotilavuus oli vuonna 1990 yli 70 m<sup>3</sup>/ha, kun se lannoittamattomilla koealoilla jäi alle 15 m<sup>3</sup>:n/ha.

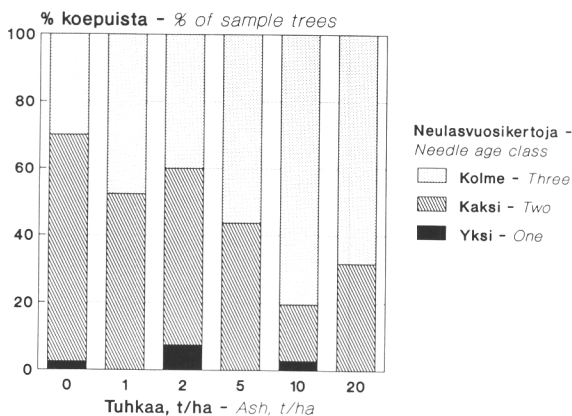
### Pintakasvillisuus

Eniten tuhkaa saaneilla koealoilla olivat vallitsevina ruoho- ja heinälajit, kuten maitohorsma ja nurmilauha. Pohjakerroksessa kiinnitti huomiota sammalten vähäisyys. Sen sijaan lannoittamattomilla ja 1—2 t/ha tuhkakoealoilla ruohoja oli vain laikuittain ja pohjakerroksen sammaleet korostuivat. Erityisen silmiinpistävää oli karhunsammalien runsaus.

TWINSPAN-luokitteluanalyysi erotti kasvillisuusaineistosta molemmat 10 ja 20 t/ha sekä toisen 5 t/ha tuhkakäsittelyn omaksi ryhmäkseen erityisesti sammalten (*Pleurozium schreberi* ja *Polytrichum commune*) perusteella (taulukko 1).



Kuva 1. Puiden kasvuhäiriöiden yleisyys ja kuolleisuus sekä runkoluku syksyllä 1990.  
Fig. 1. Growth disorders, mortality and number of trees in the autumn 1990.



Kuva 2. Elävien neulasvuosikertojen määrä syksyllä 1990.  
Fig. 2. Number of live needle age classes in the autumn 1990.



## Maan ja neulasten ravinteet

Maan korkea pH ( $> 5$ ) osoittaa, että kyse ei ole tavallisesta metsämaasta, vaan peltomaasta, jonka viljelyhistoria kalkitukseensa ja painomaiseen näkyy pitkään (taulukko 2). Maan orgaanisen osan typpipitoisuus oli kaikissa kerroksissa korkea, keskimäärin lähes 3 %. Maan ammoniumasetaattiliukoinen kalium- sekä kokonaiskalsium-, -mangaani-, -sinkki- ja -booripitoisuudet olivat tilastollisesti merkitsevästi korkeampia suurimmalla tuhkamäärällä (20 t/ha) lannoitetuilla koelaloilla kuin vertailuruuduilla (taulukko 2). Syvemmältä (5—10 ja 10—20 cm) otetut näytteet eivät paljastaneet mitään sellaista, joka ei näkynyt jo pintamaasta tehdyissä analyyseissä.

Tuhkalannoitus ei vaikuttanut neulasten typpi- ja fosforipitoisuuksiin, jotka lannoittamattomilla puillakin olivat lähellä optimia (taulukko 3). Sen sijaan kalium- ja booripitoisuus oli kontrollikoelaloilla puuterajan alapuolella ja kohosi suurimmalla tuhka-annoksella optimitasolle vuoteen 1984 mennessä. Vuoden 1990 analyysin perusteella kaliumin puutos oli jälleen yleistyessä, mikä osoittaa lannoitusvaikutuksen heikkenemistä tutkimusjakson loppua kohti. Neulasten mangaanipitoisuus aleni voimakkaan tuhkalannoituksen vuoksi. Vastaavasti sinkkipitoisuus kohosi.

Pienillä tuhka-annoksilla (1, 2, 5 t/ha) neulasten kaliumpitoisuus oli jo vuonna 1984 alhainen, eivätkä ne eronneet kontrollista (taulukko 4). Vaikutuksen vähäisyys onkin ymmärrettävää tuhkan alhaisen kaliumpitoisuuden vuoksi. Mielenkiintoista on, että kontrollikoelalojen puiden neulasissa kaliumpitoisuus oli vuonna 1990 korkeampi kuin pienimmillä tuhkamäärillä (1 ja 2 t/ha) lannoitetuissa. Sama tilanne näkyi booripitoisuuksissa (taulukko 4). Tämä osoittaa, että pitemmällä tähtäyksellä ja ilman jatkolannoitusta voi "vajaalannoitus" heikentää ravinneloutta entisestään.

Merkille pantavaa on myös, että neulasten alhaisimmat kaliumpitoisuudet olivat kummallakin mittauskerralla samaa tasoa (noin 3 mg/g), mutta sen sijaan booripitoisuus on koko ajan voimakkaasti alentunut ollen viimeisellä mittauskerralla alhaisimmillaan jopa 0,5 ppm (taulukko 4).

Taulukko 2. Maan pintakerroksen (0—5 cm) ravinneominaisuudet.

Table 2. Nutrient properties of the topsoil (0—5 cm).

|  | Kontrolli -<br>Control | Tuhka - Ash, t/ha |      |      |                   |                   |
|--|------------------------|-------------------|------|------|-------------------|-------------------|
|  |                        | 1                 | 2    | 5    | 10                | 20                |
| Tuhka - Ash %                            | 58                     | 46                | 39   | 60   | 61                | 42                |
| Johtol. - Cond., $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 224                    | 188               | 200  | 264  | 394               | 350               |
| pH                                       | 5.19                   | 5.20              | 5.33 | 5.36 | 5.49              | 5.58              |
| N tot, %                                 | 1.34                   | 1.59              | 1.80 | 1.01 | 1.34              | 1.68              |
| N tot org., %                            | 3.08                   | 2.95              | 2.96 | 2.49 | 3.41              | 2.87              |
| NH <sub>4</sub> -N, ppm                  | 177                    | 239               | 312  | 178  | 344               | 249               |
| NO <sub>3</sub> -N, ppm                  | 42                     | 35                | 52   | 31   | 51                | 47                |
| P tot, mg/g                              | 1.98                   | 1.74              | 2.49 | 1.78 | 1.74              | 2.28              |
| P AAs, ppm                               | 5.2                    | 10.8              | 7.2  | 9.0  | 15.2              | 17.0              |
| K tot, mg/g                              | 0.20                   | 0.26              | 0.22 | 0.25 | 0.34 <sup>a</sup> | 0.31              |
| K AAs, mg/g                              | 0.09                   | 0.13              | 0.14 | 0.13 | 0.21 <sup>a</sup> | 0.23 <sup>a</sup> |
| Ca tot, mg/g                             | 3.43                   | 4.32              | 4.46 | 4.18 | 6.13              | 7.26 <sup>a</sup> |
| Mg tot, mg/g                             | 0.93                   | 1.02              | 0.93 | 1.08 | 1.62              | 1.25              |
| Fe tot, mg/g                             | 10.8                   | 10.7              | 12.8 | 9.2  | 9.9               | 11.3              |
| Mn tot, ppm                              | 205                    | 216               | 215  | 232  | 464 <sup>a</sup>  | 485 <sup>a</sup>  |
| Zn tot, ppm                              | 13                     | 13                | 13   | 15   | 24                | 32 <sup>a</sup>   |
| Cu tot, ppm                              | 9                      | 10                | 11   | 9    | 10                | 13                |
| B tot, ppm                               | 0.65                   | 0.35              | 0.45 | 0.55 | 1.30              | 2.15 <sup>a</sup> |

a = Keskiarvot eroavat merkitsevästi kontrollista - Treatment means differ significantly from control (Duncan,  $p < 0.05$ )

Taulukko 3. Neulasten ravinnepitoisuudet vuosina 1984 ja 1990.  
Table 3. Foliar nutrient concentrations of pine in 1984 and 1990.

|  | Vuosi –<br>Year | Kontrolli –<br>Control | 1   | 2   | 5                | 10               | 20                |
|--|-----------------|------------------------|-----|-----|------------------|------------------|-------------------|
| Neulasten paino –<br>Needle weight,<br>g (100 kpl) | 1984            | 2.1                    | 2.6 | 2.5 | 3.0 <sup>a</sup> | 2.6              | 3.1 <sup>a</sup>  |
| Tuhka – Ash, %                                     | 1984            | 1.4                    | 1.5 | 1.4 | 1.4              | 1.4              | 1.9 <sup>a</sup>  |
|  | 1990            | 1.6                    | 1.7 | 1.8 | 1.7              | 1.7              | 1.9               |
| N, %   | 1984            | 1.4                    | 1.5 | 1.5 | 1.4              | 1.5              | 1.4               |
|  | 1990            | 1.5                    | 1.6 | 1.9 | 1.5              | 1.7              | 1.6               |
| P, mg/g  | 1984            | 2.2                    | 2.3 | 2.2 | 2.0              | 2.0              | 2.2               |
|  | 1990            | 2.2                    | 2.1 | 2.5 | 2.4              | 2.3              | 2.1               |
| K, mg/g  | 1984            | 3.0                    | 3.5 | 3.1 | 3.2              | 4.2              | 5.6 <sup>a</sup>  |
|  | 1990            | 3.1                    | 3.1 | 2.9 | 3.3              | 3.6              | 3.9 <sup>a</sup>  |
| Ca, mg/g   | 1984            | 1.6                    | 1.4 | 1.7 | 1.5              | 1.4              | 1.4               |
|  | 1990            | 1.4                    | 1.6 | 1.9 | 1.5              | 1.7              | 1.9               |
| Mg, mg/g   | 1984            | 1.3                    | 1.2 | 1.3 | 1.1              | 1.0 <sup>a</sup> | 0.9 <sup>a</sup>  |
|  | 1990            | 1.3                    | 1.4 | 1.4 | 1.3              | 1.4              | 1.3               |
| Fe, ppm  | 1984            | 42                     | 39  | 36  | 33 <sup>a</sup>  | 37               | 41                |
|  | 1990            | 25                     | 29  | 31  | 25               | 27               | 27                |
| Mn, ppm  | 1984            | 375                    | 266 | 305 | 259              | 173 <sup>a</sup> | 190 <sup>a</sup>  |
|  | 1990            | 395                    | 360 | 342 | 247 <sup>a</sup> | 264              | 247 <sup>a</sup>  |
| Zn, ppm  | 1984            | 28                     | 25  | 31  | 30               | 30               | 37                |
|  | 1990            | 28                     | 35  | 39  | 32               | 37               | 42 <sup>a</sup>   |
| Cu, ppm  | 1984            | 3.0                    | 3.1 | 2.9 | 2.9              | 2.6              | 3.4               |
|  | 1990            | 2.8                    | 2.9 | 3.0 | 3.0              | 2.6              | 2.6               |
| B, ppm   | 1984            | 3.9                    | 4.4 | 7.7 | 7.0              | 5.1              | 11.8 <sup>a</sup> |
|  | 1990            | 1.5                    | 0.5 | 1.2 | 2.6              | 4.1              | 10.5 <sup>a</sup> |

a = Keskiarvot eroavat merkitsevästi kontrollista – Treatment means differ significantly from control (Duncan,  $p < 0.05$ )

Taulukko 4. Neulasten kalium- ja booripitoisuus käsittelyittäin vuosina 1984 ja 1990.

Table 4. Foliar potassium and boron concentrations compared with different treatments in 1984 and 1990 (Duncan's test,  $p < 0.05$ ).

| POTASSIUM (K), mg/g |      |       |      |       |       |                    |      |      |      |       |       |
|---------------------|------|-------|------|-------|-------|--------------------|------|------|------|-------|-------|
| 1984                |      |       |      |       |       | 1990               |      |      |      |       |       |
| Tuhkaa — Ash, t/ha  |      |       |      |       |       | Tuhkaa — Ash, t/ha |      |      |      |       |       |
| 0                   | 2000 | 5000  | 1000 | 10000 | 20000 | 2000               | 1000 | 0    | 5000 | 10000 | 20000 |
| 2.95                | 3.13 | 3.15  | 3.49 | 4.19  | 5.57  | 2.94               | 3.10 | 3.15 | 3.32 | 3.61  | 3.91  |
| BORON (B), mg/g     |      |       |      |       |       |                    |      |      |      |       |       |
| 1984                |      |       |      |       |       | 1990               |      |      |      |       |       |
| Tuhkaa — Ash, t/ha  |      |       |      |       |       | Tuhkaa — Ash, t/ha |      |      |      |       |       |
| 0                   | 1000 | 10000 | 5000 | 2000  | 20000 | 1000               | 2000 | 0    | 5000 | 10000 | 20000 |
| 3.90                | 4.40 | 5.10  | 7.00 | 7.65  | 11.80 | 0.45               | 1.15 | 1.50 | 2.60 | 4.05  | 10.50 |

## Maan hajoamispotentiaali

Pintamaan hajoamispotentiaali (kuva 4) vaihteli käsittelyittäin noin 3.2—6.7  $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  siten, että alhaisin arvo oli käsittelyssä 2 t tuhkaa hehtaarille ja korkein käsittelyssä 5 t/ha. Korkeimmassa tuhkakäsittelyssä 20 t/ha hajoamispotentiaali oli selvästi pienempi kuin 5 ja 10 t/ha käsittelyissä. Hajotustoiminnan vilkkauteen vaikuttavat esimerkiksi orgaanisen aineen hiilen laatu ja määrä. Eri käsittelyjen välillä oli selviä eroja humuksen C/N suhteessa (kuva 5).

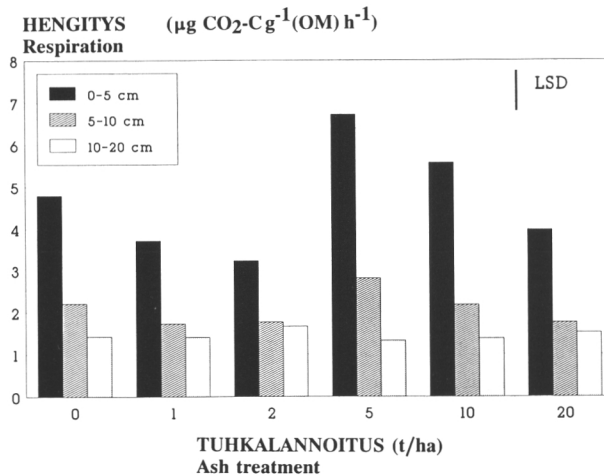
Maan hajoamispotentiaali heikkeni ja C/N-suhde pieneni merkittävästi orgaanisen aineen typpipitoisuuden kasvaessa.

## Monimuuttuja-analyysit

Etsittäessä kemiallisten ravinnetunnusten joukosta askeltavan regressioanalyysin avulla parasta selitysmallia puuston tilavuudelle ensimmäiseksi selittäjäksi tuli neulasten booripitoisuus (selitti yksinään 71 % tilavuuden vaihtelusta). Seuraavissa askeleissa selittäjiksi tulivat maan pintakerroksen (0—5 cm) kaliumpitoisuus ( $R^2$ :n muutos 12 %-yksikköä) ja neulasten mangaanipitoisuus ( $R^2$ :n muutos 7 %-yksikköä). Selitystasetta voitiin vieläkin nostaa sellaisilla maan ominaisuuksilla kuin sinkki- ja fosforipitoisuus sekä pH.

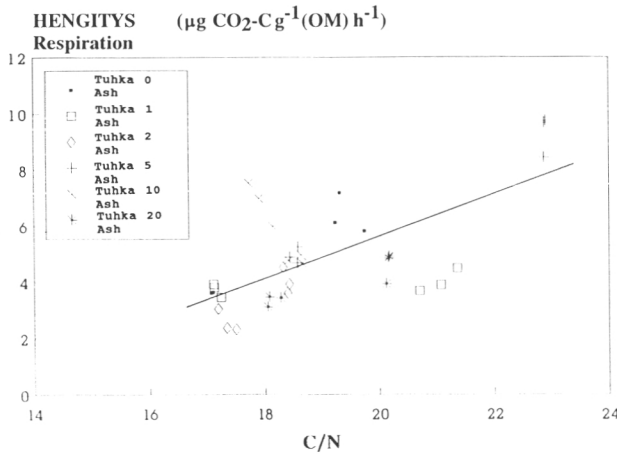
Faktorianalyysi kaikkia maaperämuuttujia ja puuston kasvutunnuksia käyttäen osoitti saman, mikä havaittiin jo maan kemiallisia ominaisuuksia tarkasteltaessa: tärkeimmät muutokset maaperässä ja sen suhteessa hajotusaktiivisuuteen, puuston kasvuun ja pintakasvillisuuteen näkyvät ja korostuvat pinta-kerroksessa (0—5 cm). Pintamaan muuttujien ja puuston kasvutunnuksen faktorianalyysissä (neulasten ravinteet eivät mukana) erottui selvästi kaksi merkitsevää faktoria, jotka tulkittiin "lannoitus- ja kasvufaktoriksi" (faktori 1, selitysaste 43.8 % ja "hajotusfaktoriksi" (faktori 2, selitysaste 25.8 %).

Lannoitusfaktorissa emäksiset kationit (K, Ca ja Mg) sekä hivenaineet (B, Zn ja Cu) ja liukoinen fosfori saivat korkeat lataukset. Faktori paljasti näiden aineiden läheiset suhteet puiden kasvuun ja pintakasvillisuuteen, sillä myös kaikki kasvutunnukset saivat korkean latauksen ykkösfaktorilla.



Kuva 4. Orgaanisen aineen hajoamispotentiaali ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}(\text{OM}) \text{ h}^{-1}$ ,  $+15^\circ\text{C}$ :ssa) eri lannoituskäsittelyissä kerroksittain. Pylväs kuvassa (LSD) näyttää pienimmän merkitsevän eron käsittelyjen välillä.

Fig 4. Decomposition potential ( $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}(\text{OM}) \text{ h}^{-1}$ ,  $+15^\circ\text{C}$ ) in different ash treatments for each peat layer sampled. The bar in the figure (LSD) shows the least significant difference between the treatments and layers.



Kuva 5. Regressioyhtälö pintaturpeen (0–5 cm) orgaanisen aineen hajoamispotentiaalın ja C/N-suhteen välille: hajoamispotentiaali =  $-9.042 + 0.7302 \text{ C/N}$  ( $r^2 = 42.24 \%$ ,  $n = 24$ ;  $p < 0.00003$ ).

Fig. 5. Regression equation between surface peat (0–5 cm) decomposition potential and C/N-ratio: decomposition potential =  $-9.042 + 0.7302 \text{ C/N}$  ( $r^2 = 42.24 \%$ ,  $n = 24$ ;  $p < 0.00003$ ).

Maaperäbiologiaan liittyvässä kakkosfaktorissa korkeimman latauksen saa orgaanisen aineen ominais-tyyppipitoisuus ( $N_{\text{tot(OM)}}$ ) ja merkittäviä tekijöitä ovat myös muut tyypeen ja orgaaniseen aineeseen liittyvät ominaisuudet (tuhkapitoisuus, C/N-suhde, kokonaistyyppi, liukoiset tyyppiyhdisteet ja kokonaisfosfori). Orgaanisen aineen hajoamispotentiaalilla (ROM), C/N- ja H/C-suhteella sekä tuhkapitoisuudella on korkea negatiivinen faktorilataus.

## Päätelmät

Tämä tutkimus osoittaa, että suopellon metsityksen onnistuminen voi suuresti riippua ravinnetaidellisista tekijöistä. Toisaalta jälleen todennettiin tuhkan merkitys ekosysteemin kestävän talouden perusparantajana (ks. Reinikainen 1980).

Muutokset näkyivät parhaiten pintakerroksessa, kuten maamme kauimmin (40 v.) seuratussa tuhkakokeessakin (Silfverberg & Hotanen 1989). Tuhkalannoitus on eittämättä vaikuttanut turpeen biologisiin ominaisuuksiin mm. parantamalla pieneliöstön aktiivisuutta (Huikari 1953, Karsisto 1979) sekä lisäämällä kokonaisbakteerimääriä ja orgaanista tyyppiä hajottavia bakteereja (Karsisto & Leppänen 1980). Tuhkalannoitus lisää olennaisesti sekä hajotusta että turpeen tyyden mineralisoitumista (Weber ym. 1985).

Vaikka turpeen (humuksen) ominaistyyppipitoisuus, ominaishiilipitoisuus ja C/N-suhde eivät vaihdelleet alueella kovin laajasti, niiden vaikutus hajoamispotentiaaliin oli merkittävä. Sekä ominaistyyppi- että -hiiliarvot olivat korkeita ja etenkin korkea hiilipitoisuus osoitti pitkälle edennyttä maatumista (Malmer & Holm 1984, Mathur & Farnham 1985).

Tässä tutkimuksessa kaikki maan tyypeen ja hajotukseen liittyvät muuttujat sijoittuvat erilleen ns. kasvufaktorista. Tämä viittasi siihen, että tyyppiä oli mineralisoitunut koko alueella riittävästi puiden tarpeisiin ja muut ravinteet ovat rajoittaneet kasvua. Näiden ravinteiden (K, B) riittävyys on voitu tyydyttää varsinkin suurimmalla tuhka-annoksella pitkäksi ajaksi, joskin kaliumin puuteoireita oli havaittavissa viimeisellä mittauskerralla, 13 vuoden kuluttua lannoituksesta.

Kasvillisuuteen sitoutunut kalium on tärkein osan kaliumin biogeokemiallisessa kierros-

sa puutealueilla (Kaunisto 1991). Erityisesti suurimmalla tuhka-annoksella on saatu aikaan tehokas kaliumin kierto, joka tapahtuu metsikkösadannan, karikkeiden ja maan välityksellä (ks. Shepard & Mitchell 1990). Metsämaassa, jossa on kaliumin niukkuutta, puiden kaliuminotto riippuu maan kaliumin jakautumisesta liukoiseen ja kiinteään faasiin, vesitalouden tilasta sekä juuriston kunnosta ja aktiivisuudesta (Van Rees ym. 1990). Erityisesti kaksi viimeksimainittua tekijää sopivat booriinkin.

## Kirjallisuus

- Ferm, A. 1991. Onnistuuko peltojen metsitys? Käytännön Maamies 4, 68—70.
- Fyles, J. W. & McGill, W. B. 1987. Decomposition of boreal forest litters from central Alberta under laboratory conditions. *Can. J. For. Res.* 17, 109—114.
- Huikari, O. 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. Summary: Studies on the effect of drainage and ash fertilization upon the microbes of some swamps. *Commun. Inst. For. Fenn.* 42(2), 18 s.
- Hytönen, J. 1991. Peltojen metsityksen tuloksia Keski-Pohjanmaalta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja (painossa).
- Karsisto, M. 1979. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikrobien aktiivisuuteen suomensissä. Osa II. Tuhkalannoituksen vaikutus. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing micro-organisms in forested peatland. Part II. Effect of ash fertilization. *Suo* 30(4—5), 81—91.
- & Leppänen, R. 1980. Tuhkalannoituksen vaikutus maaperän mikrobistoon. Teoksessa: Tuhka metsälannoitteena. Muhoksen tutkimuskeskuksen tiedonantoja 20, 16—19.
- Kaunisto, S. 1991. Turvemaiden ravinnetalouden ongelmat. Julkaisussa: Ferm, A. & Heino, E. (toim.). Keski-Pohjanmaa — nouseva metsämaakunta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374, 21—24.
- Malmer, N. & Holm, E. 1984. Variation in the C/N-quotient of peat in relation to decomposition rate and age determination with <sup>210</sup>Pb. *Oikos* 43, 171—182.
- Mathur, S. P. & Farnham, R. S. 1985. Geochemistry of humic substances in natural and cultivated peatlands. In: Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L. and McCarthy, P.: Humic substances in soil, sediment and water. Geochemistry, isolation, and characterization. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. pp. 53—85.
- Oechel, W. C. & van Cleve, K. 1986. The role of bryophytes in nutrient cycling in the taiga. In: K. van Cleve, F. S. Chapin III, P. W. Flanagan, L. A. Viereck and C. T. Dyrness (eds.): Forest ecosystems in the Alaskan Taiga. A synthesis of structure and function. Springer-Verlag. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo. pp. 121—137.
- Paavilainen, E. 1977. Männyin istutus suopeltojen metsityksessä. Summary: Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields. *Folia For.* 261, 27 s.
- Reinikainen, A. 1980. Tuhkalannoituksen ekologiaa. Teoksessa: Tuhka metsälannoitteena. Muhoksen tutkimuskeskuksen tiedonantoja 20, 24—27.
- Rosswall, T., Flower-Ellis, J. G. K., Johansson, L. G., Ryden, B. E. & Sonesson, M. 1975. Stordalen (Abisko), Sweden. Structure and function of tundra ecosystems. *Ecol. Bull.* 20, 265—294.
- Shepard, J. P. & Mitchell, M. J. 1990. Nutrient cycling in a red pine plantation thirty-nine years after potassium fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54, 1433—1440.
- Silfverberg, K. & Hotanen, J.-P. 1989. Puuntuhkan pitkäaikaisvaikutukset ojitetulla mesotrofisella kalvakkanevala Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: Long-term effects of wood-ash on a drained mesotrophic Sphagnum papillosum fen in Oulu district, Finland. *Folia For.* 742, 23 p.
- Veijalainen, H. 1978. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suomessa. Summary: Occurrence of dieback of forest trees in Finland. Esitutkimuksia. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 2, 6 s.
- 1980. Tuhka kasvuhäiriön torjunnassa. Julkaisussa: Tuhka metsälannoitteena. Muhoksen tutkimuskeskuksen tiedonantoja 20, 28—30.
- , Reinikainen, A. & Kolari, K. K. 1984. Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti. Summary: Nutritional growth disturbances of forest trees in Finland. Interim report. *Folia For.* 601, 41 s.
- Van Rees, K. C. J., Comerford, N. B. & McFee, W. W. 1990. Modelling potassium uptake by slash pine seedlings from low-potassium-supplying soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54, 1413—1421.
- Weber, A., Karsisto, M., Leppänen, R., Sundman, V. & Skujins, J. 1985. Microbial activities in a histosol: Effects of wood ash and NPK fertilizers. *Soil Biol. Biochem.* 17, 291—296.

## TYPPIAINEENVAIHDUNNAN HÄIRIÖSTÄ JOHTUVA KASVUHÄIRIÖ PELLONMETSITYSMÄNTYJEN VAIVANA

A growth disturbance based on disorders in the nitrogen metabolism in Scots pine growing on former agricultural fields

Sari Kontunen-Soppela<sup>1</sup>, Pekka Lähdesmäki<sup>1</sup>, Pekka Pietiläinen<sup>2</sup>, Jyrki Hytönen<sup>3</sup> & Ari Ferm<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos, 90570 Oulu

<sup>2</sup>Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos

<sup>3</sup>Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, 69100 Kannus

### Abstract

The height growth of young Scots pines was observed to suffer considerably on old fields with a relatively thick (> 30 cm) organic soil layer. Growth disturbances appeared at the age of 15 years. It resulted in bushy growth following the loss of apical dominance and repeated winter time diebacks of the youngest apical and branch shoots. There is strong evidence that this growth disturbance is connected to disturbances in the nitrogen metabolism of the afflicted trees. The composition of the free amino acid pool, and hence the qualitative and quantitative spectra of soluble proteins of the needles, changed considerably. The new cytoplasmic protein profile is somewhat in context to the decreased cold resistance, since the dying of the youngest shoots was evident in the winter time.

### Johdanto

Mänty on esimerkki kasvista, joka on sopeutunut elämään äärimmäisen niukkatyypisessä ympäristössä. Parhaimmillaan mänty kasvaa suorarunkoiseksi, vähäoksaiseksi korkeaksi puuksi hiekka- ja soraharjuilla, karuilla mäillä ja rantavallien kivikoissa. Tällöin se kasvattaa voimakkaan juuriston pitkän paalumaisen pääjuuren ympärille kerätäkseen niukat typpi- ja muut ravinteet tehokkaasti karusta ympäristöstä. Mänty kasvaa ainoana valtapuuna myös rämeiden paksun turpeen pinnalla. Vaikka suoturpeessa onkin paljon typpeä, on se kasveille käyttökeltotomassa muodossa, valkuaisaineperäisenä polymeerityyppenä. Rämemäntyjen juuristo on hyvin pinnallinen muodostaen laakean levyn turpeen pintaosiin. Metsitettävillä pelloilla mänty joutuu kasvamaan multaisessa, runsastyypisessä ympäristössä, mikä johtaa runsasiin kasvuhäiriöihin ja epänormaaliin kasvuun.

Tutkimusryhmämme on kuvannut useita tyyppiylännöstuksesta johtuvia männyn kasvuhäiriötapahtumia. Tavoitteena on ollut selvittää kasvuhäiriön fysiologisia ja biokemiallisia syitä. Näihin kuuluvat typpilannoitusalueet (Pietiläinen & Lähdesmäki 1986, Lähdesmäki & Pietiläinen 1988, 1989, Pietilä ym. 1989), turkistarhojen ympäristö (Ferm ym. 1990, Pietilä ym. 1991), liikenteen ja teollisuuden typpisaasteet (Lähdesmäki 1990) sekä karujen ja rehevien rämeiden vertailu (Pietiläinen ym. 1991). Tässä työssä esitellään tuloksia pellonmetsitysmänty-

jen kasvuhäiriöiden biokemiallisesta taustasta erällä Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan pellonmetsityskoealoilla.

## Aineisto ja menetelmät

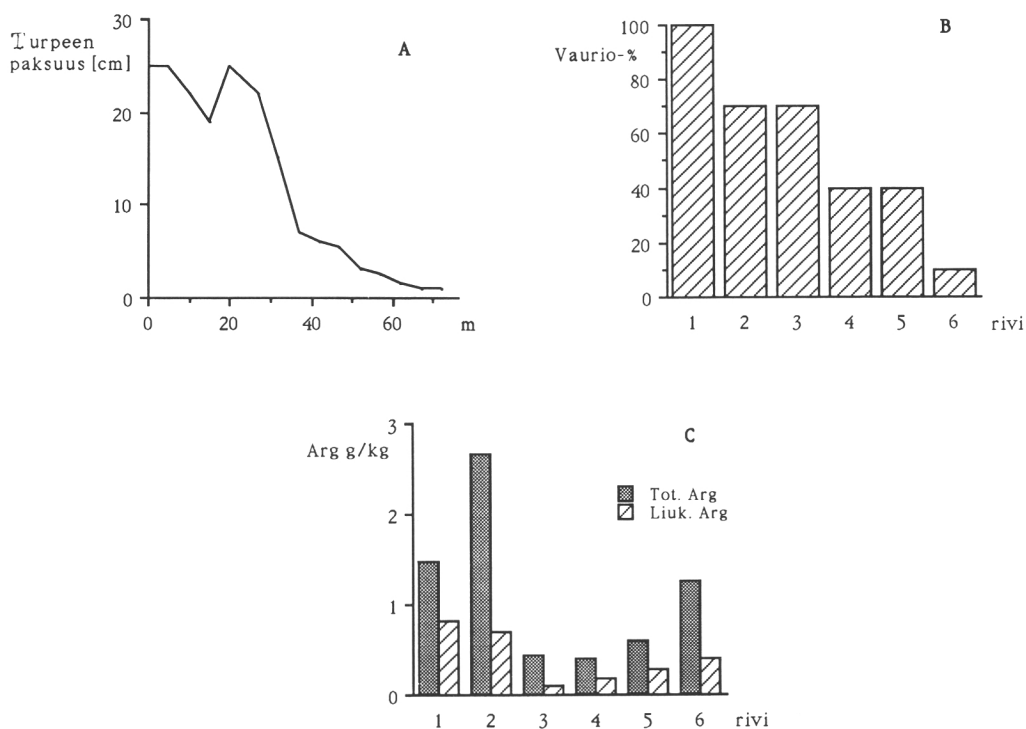
Tämän työn havaintoaineisto koostuu useista pellonmetsityskoealoista Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla. Kaikilla koealoilla oli lieviä ja hyvin pahoja kasvuhäiriöitä, mutta myös terveitä puita. Kasvuhäiriöastetta arvioitiin seuraavasti: paha kasvuhäiriö (latvakato toistunut usein, puu pensasmainen), lievä kasvuhäiriö (yksi latvakato 2—3 vuotta sitten, pyrkimystä pensastumiseen). Terveiksi luokiteltiin puut, joissa em. vaurioita ei näkynyt. Usein käytettiin lisäksi kontrollipuina peltoa lähellä olevan kankaan nuoria, terveitä puita. Kasvuparametrejä seurattiin Sievin, Haapajärven, Nivalan, Ylivieskan ja Kärsämäen koealoilta (kts. Hytönen 1991). Näiltä aloilta on tehty myös maaperän ja neulasten ravinneanalyysyjä (Hytönen 1991). Muhoksen Tahvolan pellolta mitattiin kasvuhäiriöasteen ja turpeen paksuuden välistä yhteyttä.

Neulasista määritettiin liukoinen ja kokonaisarginiinipitoisuus Sakaguchin reaktioilla (kts. tarkemmin Pietiläinen ym. 1991). Neulasten liukoiset aminohapot analysoitiin (kts. Pietiläinen & Lähdesmäki 1986) Oulun Kuivasjärvellä paksuturpeisella suopellolla kasvavista puista. Neulaset kerättiin elokuussa 1990 kolmesta eri asteisesti vaurioituneesta puusta. Neulasten liukoisia proteiineja analysoitiin geelielektroforeettisesti Haapajärven koealueen eri asteisesti vaurioituneista puista kasvukauden eri aikoina (ks. Hytönen 1991).

## Tuloksia

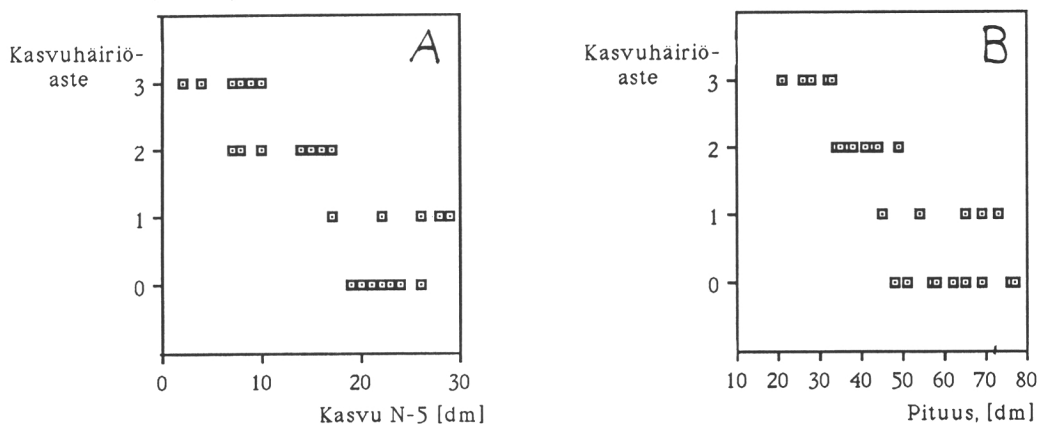
Hyvä esimerkki peltomullan (turpeen) paksuuden ja männyn kasvuhäiriöfrekvenssin välisestä riippuvuussuhteesta tulee Tahvolan pellolta Muhoksella (kuva 1). Kaikkein paksuturpeisimmilla istutusriveillä lähes 100 % puista kärsi toistuvasta latvakuolemasta, mutta lähes pelkällä mineraalimaalla (hiekkalla) kasvavista puista vain alle 10 %. Selvä negatiivinen korrelaatio todettiin kasvuhäiriöasteen ja puiden pituuskasvun välillä, tarkasteltiinpa sitten puiden kokonaispituutta tai viiden viimeisen vuoden kasvua, kuten kuvan 2 esimerkki Haapajärven koealalta osoittaa.

Kasvuhäiriömäntyjen neulasten aminohappoaineenvaihdunta oli samalla tavalla muuttunut kuin turkistarhojen lähimetsissä kasvavien mäntyjen (Pietilä ym. 1991). Valtaosa vapaiden aminohappojen pitoisuuksista oli selvästi kohonnut vauriomänyissä. Erityisen runsaasti näytti tässä tapauksessa kohonneen arginiinin ja glutamiinin pitoisuus (kuva 1, taulukko 1). Eräiden pienin pitoisuuksin esiintyvien, proteiinisynteesiä rajoittavien aminohappojen osuus vauriopusissa jäi entistä mitättömämmäksi. Näiden aminohapposisällön muutosten odotettiin heijastuvan myös muutoksiin neulasten liukoisten proteiinien elektroforeettisissa spektreissä. Näin olikin asian laita. Viiden-kuuden polypeptidikomponentin konsentraatioissa todettiin selviä muutoksia, joko nousua tai laskua (taulukko 2). Ainakin pari-kolme näistä muuutosten kohteeksi joutuneista proteiineista on neulasten normaaleja talveentumisproteiineja. Proteiiniprofiilin muutokset olivat siis samantapaisia kuin turkistarhamänyissä aikaisemmin todetut (Pietilä ym. 1991), vaikkeivät yhtä voimakkaita.



Kuva 1. Turpeen (peltomullan) paksuuden (A), istutettujen mäntyjen vaurioprosentin (B) sekä neulasten liukoisen ja kokonaisarginiiniipitoisuuden (C) välinen riippuvuussuhde Tahvolan pellolla Muhoksella.

Fig. 1. Correlation between the thickness of humus layer (A), the frequency of growth disturbances (B) and the concentration of soluble and total arginine of the needles (C) of Scots pines growing on an old field at Tahvola, Muhos, N Finland.



Kuva 2. Kasvuhäiriön ja puiden 5 vuoden pituuskasvun (A) sekä kasvuhäiriön ja puiden pituuden (B) välinen riippuvuussuhde Haapajärven koealalla. 0=kontrollipuu, 1=terve puu pellolla, 2=lievä kasvuhäiriö, 3=paha kasvuhäiriö,  $r = -0.5-0.6$ ,  $P = 0.0001$ .

Fig. 2. Correlation between the growth disturbance and 5-year-period height growth (A) and between the growth disturbance and total height of the trees (B) an old field at Haapajärvi, N Finland. 0=control tree, 1=healthy tree on the field, 2=slight growth disturbances, 3=heavy growth disturbance,  $r = -0.5-0.6$ ,  $P = 0.0001$ .

Taulukko 1. Kasvuhäiriön aikana runsastuvien sekä proteiinisynteesiä rajoittavien aminohappojen %:nen osuus kaikista neulasten vapaista aminohapoista.

Table 1. The proportions of rapidly increasing amino acids that inhibit protein synthesis as monitored against the progressive occurrence of certain growth disorders. Computed from the total amount of tree amino acids contained by the needles.

|  | Terve puu –<br>Control tree<br>% | Kasvuhäiriöpuu –<br>Growth disturbance<br>% |
|--|----------------------------------|---|
| Runsastuvat aminohapot<br>(increased amino acids)  |                                  |   |
| arginiini (arg)  | 2.0                              | 15.0  |
| glutamiini (gln)   | 12.0                             | 25.0  |
| glutamiinihappo (glu)  | 8.0                              | 15.0  |
| alaniini (ala)   | 7.0                              | 10.0  |
| Proteiinisynteesiä rajoittavia aminohappoja:<br>(amino acids limiting protein synthesis) |                                  |   |
| tryptofaani (try)  | 0.5                              | 0.1   |
| kysteiini (cys)  | 0.9                              | 0.1   |
| metioniini (met)   | 2.0                              | 0.2   |

Taulukko 2. Proteiinikomponentit (kDa:na), joiden konsentraatioissa havaittiin lisääntyviä (+) tai väheneviä (-) muutoksia kontrollipuihin verrattuna.

Table 2. List of protein components (MW as kDa) that showed any increasing (+) or decreasing (-) concentrations in the trees with serious growth disturbances compared to control trees.

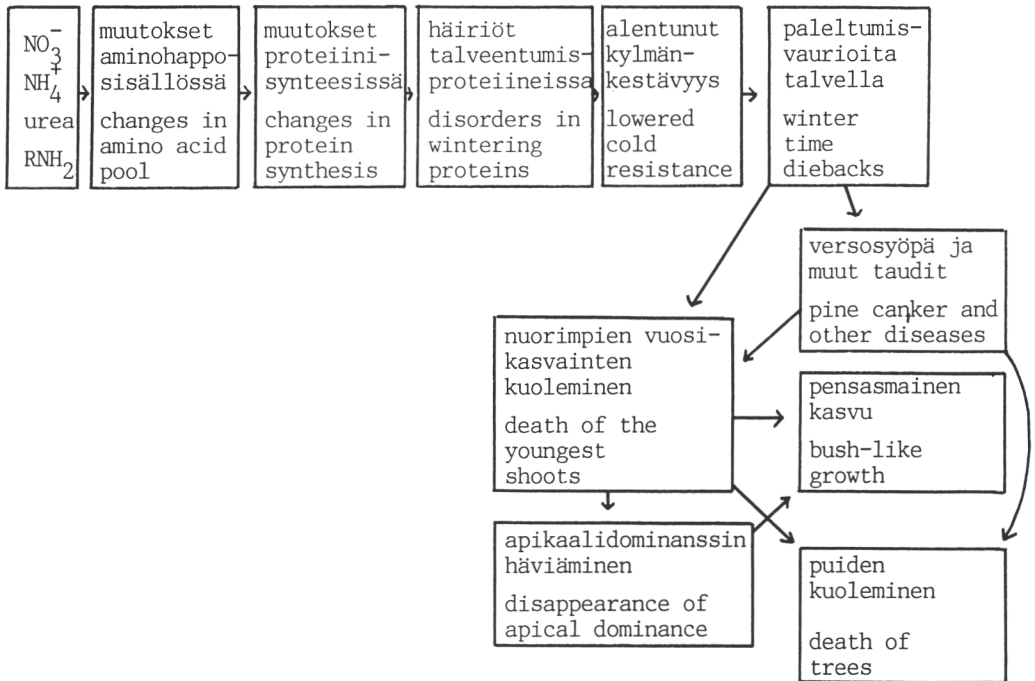
| kDa |       |
|-----|-------|
| +   | -     |
|     | 18-19 |
|     | 20    |
|     | 22    |
| 26  | 28    |
|     | 29    |
| 30  | 38    |
| 60  |       |
| 85  |       |
| 100 |       |

## Pohdintaa

Peltomäntyjen kasvuhäiriöiden ulkonäkö on hyvin samanlainen, mitä aikaisemmin on kuvattu runsastyyppisellä alustalla (Veijalainen ym. 1984, Kaunisto & Paavilainen 1988, Kolari 1988, Ferm ym. 1990, Valtanen 1990). Kaikissa tapauksissa on lopputuloksena tuuhea pensasmainen kasvu apikaalidominanssin hävittyä nuorimpien vuosikasvainten kuoltua, vaikka kasvukauden aikainen kasvu onkin yleensä runsasta.

Ylimääräisen tynen aiheuttamia kasvuongelmia on pohdittu paljon ja muidenkin kasvien kuin männyn kohdalla (Nihlgård 1985, Andersen 1986), mutta lopullisia vaikutusmekanismeja ei vielä ole saatu selville. Ympäristön runsas typpiylimäärä joka tapauksessa siirtyy kasveihin ja saa aikaan voimakkaita muutoksia solujen aminohappovarastossa. Näiden muutosten ja männyn kasvuhäiriön etiologiaa on kuvailtu kuvan 3 esittämässä kaaviossa, joka vielä on osittain

hypoteettinen. Muutokset aminohapposisällössä aiheuttavat muutoksia solujen liukoisten proteiinien konsentraatioissa sekä mustikan lehdissä (Pietilä ym. 1990) että männyn neulasissa (Pietilä ym. 1991). Näiden muutosten yhteys lehtien, silmujen ja nuorimpien vuosikasvainten kylmänkestävyyden alenemiseen on myöskin selvä (Pietilä ym. 1990, 1991), vaikka molekulaa- riset vaikutusmallit ovatkin vielä osittain tuntemattomia. Paleltumisvaurioita syntyy nimen- omaan talvella ja ne kohdistuvat ainakin männyllä juuri kärkisilmuun tai kärkikasvaimeen, myöhemmin toistuvissa vaurioissa useampaankin kasvaimeen yhtä aikaa. Nämä versojen kuole- mat saattavat altistaa mäntyä myös eräille taudeille. Toistuvista vaurioista on lopputuloksena kitulias pensasmainen kasvu ja puiden kuoleminen. Ylimääräisen typen aikaansaamiin aineen- vaihduntahäiriöihin liittyy häiriöitä myöskin muissa ravinnesuhteissa (Raitio 1979, Kolari 1988).



Kuva 3. Kaavio typpiaineenvaihdunnan ja männyn kasvuhäiriön välisestä yhteydestä.

Fig. 3. A schema of the connection between the disorders in nitrogen metabolism and growth disturbance in Scots pine.

## Kirjallisuus

- Andersen, B. 1986: Impact of nitrogen deposition, teoksessa *Critical loads for nitrogen and sulphur* (toim. J. Nilsson), Nordisk ministerråd, miljöö rapport, pp. 159—197.
- Ferm, A., Hytönen, J., Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P. & Pätilä, A. 1990: Effects of high nitrogen deposition on forests: Case studies close to fur animal farms, teoksessa *Acidification in Finland* (toim. P. Kauppi, P. Anttila & K. Kenttämies), Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 635—668.
- Hytönen, J. 1991: Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. Tässä julkaisussa.
- Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1988: Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. Seloste: Turpeen ravinnevarat vanhoilla ojitusalueilla ja puuston kasvu. *Comm. Inst. For. Fenn.* 145, 39 s.
- Kolari, K. 1988: Metsäpuiden kasvuhäiriöt. Kasvuhäiriöprojektin loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 310, 35 s.
- Lähdesmäki, P. 1990: How do general metabolism and proteins respond to environmental stress factors. *Aquilo Ser. Bot* 29, 39—43.
- & Pietiläinen, P. 1988: Seasonal variation in the nitrogen metabolism of young Scots pine. *Silva Fennica* 22, 233—240.
- & Pietiläinen, P. 1989: Seasonal variation in nitrate reductase activity and concentration of  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  and  $\text{NH}_4^+$  in buds and needles of Scots pine. *Aquilo Ser. Bot.* 26, 7—11.
- Nihlgård, B. 1985: The ammonium hypothesis — an additional explanation to the forest dieback in Europe. *Ambio* 14, 2—8.
- Pietilä, M., Kuusipuro, P., Pietiläinen, P. & Lähdesmäki, P. 1989: Specificity and seasonal variation of arginase glutamate synthase and nitrate reductase activities in Scots pine needles. *Plant Sci.* 64, 153—160.
- , Lähdesmäki, P., Pakonen, T., Laine, K., Saari, E. & Havas, P. 1990: Effect of nitrogenous air pollutants on changes in protein spectra with the onset of winter in the leaves and shoots of the bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Environm. Pollution* 66, 103—116.
- , Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P., Ferm, A., Hytönen, J. & Pätilä, A. 1991: High nitrogen deposition causes changes in amino acid concentrations and protein spectra in needles of the Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Environm. Pollution* 72, 103—115.
- Pietiläinen, P. & Lähdesmäki, P. 1986: Free amino acid and protein levels, and  $\beta$ -glutamyltransferase activity in *Pinus sylvestris* apical buds and shoots during the growing season. *Scand. J. For. Res.* 1, 387—395.
- , Lähdesmäki, P., Moilanen, M. & Paavilainen, E. 1991: Free and total arginine concentrations of Scots pine needles as indicators of the nitrogen status of soil and tree. *Käsikirj.*
- Raitio, H. 1979: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Abstract: Growth disturbances of Scots pine on an afforested abandoned peatland field: Description and interpretation of symptoms. *Folia For.* 412, 16 s.
- Valtanan, J. 1990: 16-vuotiaat pellonmetsitykset Pohjois-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 361, 62—66.
- Veijalainen, H., Reinikainen, A. & Kolari, K.K. 1984: Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Summary: Nutritional growth disturbances of forest trees in Finland. *Folia For.* 601, 41 s.

## METSITETTYJEN PELTOJEN MYKORRITSAT

Mycorrhizae of afforested fields

Aila Halonen<sup>1)</sup> & Olavi Laiho<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Oulun yliopisto, Kasvitieteen laitos, 90570 Oulu

<sup>2)</sup>Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano

### Abstract

The study deals with the mycorrhizae of Scots pine planted on former arable land (mineral soil or peatland) 9—18 years ago in central Ostrobothnia, western Finland. The roots were mainly dark in colour and poorly branched. Some resin flow was observed, probably caused by nematodes, as well as incisions by bigger soil fauna. Mycorrhizal types were clearly less numerous than in forest soils, with only a few rhizomorpha and Boletus mycorrhizae; *Piloderma* was absent altogether. The majority of the short roots was classified as poor or bad/dead mycorrhizae, and good or medium ones were relatively few. A more thorough analysis of the data is under way.

### Johdanto

Mykorritsojen eli sienijuurten tärkeys isäntäkasvin kasvulle ja kehitykselle on tiedetty jo viime vuosisadan loppupuolelta lähtien (Harley & Smith 1983). 1900-luvun alkupuolella nousi voimakkaasti esiin myös tietous siitä, miten tärkeää puiden on omata niille luonnollisia symbiontteja siirrettäessä puita alueelta toiselle (Mikola 1970).

Havupuut ovat ektomykoritsallisia kasveja. Ektomykoritsan muodostavia sieniryhmiä ovat pääasiassa kantasienet (*Basidiomycetes*), vähemmässä määrin kotelosienet (*Ascomycetes*) sekä jotkut vaillinaissienet, kuten *Cenococcum graniforme* (Harley & Harley 1987), joiden yhteinen lajimäärä ylittää tuhat. Toisin kuin havupuille, heinäkasveille muodostuu VA-mykorritsa (endomykorritsa). Tässä mykorritsatyyppissä sieni tunkeutuu juuren kuorikerroksen solujen sisään, mitä ektomykoritsalla ei tapahdu (Harley & Smith 1983).

Mykorritsoilla on suuri merkitys isäntäkasvin kasvuun etenkin vähäravinteisilla kasvupaikoilla tai ravinnetasoltaan epätasapainoisessa maassa (Smith 1980) ja ne suojaavat isäntäkasvia kuivuudelta sekä patogeeneilta (Marx 1973, Bowen 1973). Kasvun nopeutuminen liittyy nimenomaan kasvin parantuneeseen ravinteiden saantiin mykoritsan kautta. Etenkin mykorritsoista lähevilla sienirihmoilla ja ritsomorfeilla eli rihmastokimpuilla on merkitystä ravinteiden sekä veden otossa, koska ne lisäävät suuresti juuren absorptiopinta-alaa tunkeutumalla juurta ympäröivään maaperään (Harley & Smith 1983, Laiho ym. 1987).

Jo taimitarhoilla taimille muodostunut hyvä mykoritsasto on hyvin tärkeä tai jopa välttämätön taimien terveille kasvulle taimitarhoilla sekä onnistuneelle taimien alkukehitykselle istutuksen jälkeen (Molina & Trappe 1984). Ektomykoritsalliset kasvit menestyvätkin yleensä alueilla tai maaperässä, jossa symbioottinen sieni esiintyy tai sienellä on mahdollisuudet kasvaa (Meyer 1973). Ektomykoritsalliset sienilajit ovat puolestaan riippuvaisia mm. isäntäkasvilta peräisin olevista hiilihydraateista (Harley & Smith 1983), siksi esim. metsikön paljaksihakkuu

heikentää mykorritsasienten kasvua, varsinkin jos uudellenmetsitys viivästyy ja tarjolla ei ole sopivaa isäntäkasvia ylläpitämään sienipopulaatiota (Perry ym. 1987). Myös kauan peltoviljelyksessä olleesta maasta ovat ektomykorritsalliset sienet hävinneet lähes kokonaan sopivien isäntäkasvien puuttuessa ja jäljelle on saattanut jäädä vähemmän merkittäviä mykorritsasieneä (Mikola 1973).

Tämän tarkoituksena oli selvittää männyn mykorritsaston tila metsitetyillä pelloilla. Työ on suoritettu Oulun yliopistossa keväällä 1990. Tutkimuksen suunnittelu ja tekstin viimeistely ovat tekijöiden yhteistyötä, aineiston käsittely ja käsikirjoitus Aila Halosen tekemät. Juurinäytteiden oton suoritti Kannuksen tutkimusaseman kenttämittausryhmä.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkitut juurinäytteet on otettu Keski-Pohjanmaan pellonmetsityksen mäntykoealoilta syksyllä 1989. Koealojen määrä oli 40, näytepuiden ikä 9—18 vuotta ja pituus 0.9—6.1 m. Juurinäytteet on otettu taimikohtaisesti, joten kutakin näytettä vastaavasta taimesta on yksityiskohtaista tietoa. Samasta taimesta otettiin kaksi näytettä, joista toinen laitettiin pakkaseen ja toinen säilöttiin FAA-liuokseen. Kultakin koealalta valittiin kaksi toisistaan poikkeavaa näytettä. Näytteitä oli sekä hyväkasvuisesta ojanvarsitaimesta että kituliaasta keskisaran taimesta. Maaperän laadun selvitys ja kemiallisten ominaisuuksien analysointi on suoritettu koealoilta muiden osaprojektien yhteydessä. Tässä artikkelissa ei käsitellä maan kemiallisia ominaisuuksia ja niiden mahdollista vaikutusta juuriston kuntoon.

## Suoritettut analyysit

Mykorritsaluokitus tehtiin FAA-näytteistä sekä osasta pakastenäytteitä Mikolan ja Laihon (1962) luokitusta mukaillen. Pakastenäytteistä määritettiin lisäksi kitiini (-N-asetyyli-glukosamiinin polymeeri) Wieckowskan (1968) menetelmällä. Menetelmä perustuu kitiinin hydrolysointiin suolahapolla ja glukosamiinin mittaamiseen kolorimetrisesti. Kitiini kuvaa juuren sienibiomas- san määrää. FAA näytteistä tehtiin valomikroskooppileikkeitä valamalla juurenpätkät muoviin (Historesin, ohjeen mukaan) ja värjäämällä leikkeet Pianese-värjäyksellä (Wilcox & Marsh 1964).

## Tulokset

Juurinäytteet olivat paljaalla silmällä katsottuna heikosti haaroittuneita ja tummia. Preparointi- mikroskooppilla tarkasteltaessa kiinnitti erikoisesti huomiota juurten pinnassa olleet vaaleat tai mustat kyhmymäiset muodostumat, jotka irtosivat helposti juurta raaputettaessa. Juurissa oli myöskin selviä syömisjälkiä.

Männyn mykorritsat ovat hyvin vaihtelevia. Niiden luokittelu sienilajin mukaan on tällä erää vielä pääosin mahdotonta riittävien tuntomerkkien puuttuessa. Täydennykseksi tarvittaisiin lisäksi fysiologisten ominaisuuksien mittaamista (Laiho ym. 1987). Jotkut mykorritsatyyppit voidaan kuitenkin luokitella sienilajin mukaan puhtasviljelmäympäyskokeiden perusteella sekä värinsä tai muotonsa perusteella (esim. Trappe 1967, Grand 1968). Männylle on ominaista dikotominen juurten haaroittuminen (Molina & Trappe 1984), mikä helpottaa juurten erottelua muista juurista. Mykorritsojen luokitusta niiden rakenteen ja morfologisten piirteiden mukaan ovat tehneet mm. Melin (1927) sekä Mikola ja Laiho (1962), joiden luokitusperusteita tässäkin työssä käytetään.

Mykorritsaluokitus tehtiin preparointimikroskoopilla. Mykorritsat jaettiin viiteen eri luokkaan: haarautumaton, lyhythaarainen dikotominen, pitkähaarainen dikotominen, C-mykorritsat (tattien, naljaskoiden ja jänönmukuloiden muodostamat) sekä ritsomorfiset. Neljä ensiksi mainittua jaettiin vielä laatunsa mukaan hyviin, keskinkertaisiin, heikkoihin ja huonoihin/kuolleisiin. Lisäksi erikseen luokiteltiin tiettyjen sienilajien muodostamat mykorritsat, kuten *Cenococcum graniforme* ja *Piloderma croceum*. Vailla mykorritsarakennetta olevat ja katkenneet juurenkärjet luokiteltiin myös omiksi ryhmikseen.

Taulukossa 1 esitetään pakastenäytteistä tehdyt mykorritsaluokitukset sekä kitiinin määrä. Taulukkoon on yhdistetty kaikki laatunsa mukaan luokitellut mykorritsat kahdeksi ryhmäksi hyviin ja keskinkertaisiin sekä heikkoihin ja huonoihin/kuolleisiin. Haarautumisindeksi (HI) eli kaikkien juurtenkärkien lukumäärä juuren pituusyksikköä kohden vaihteli siten, että kivennäismaan näytteissä keskiarvoksi saatiin 7.9 kpl/cm hyvillä taimille ja 7.1 kpl/cm huonoille taimille. Vastaavasti turvemaan näytteille keskiarvoksi saatiin 6.0 kpl/cm hyvillä taimille ja 5.7 kpl/cm huonoille taimille.

Kitiinin määrän ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  kuivaa juurta) keskiarvoksi kivennäismaan näytteissä saatiin  $0.530 \mu\text{g}/\text{mg}$  hyvillä taimille ja  $0.394 \mu\text{g}/\text{mg}$  huonoille taimille. Vastaavasti turvemaan näytteen keskiravo oli  $0.594 \mu\text{g}/\text{mg}$  hyvillä taimille ja  $0.483 \mu\text{g}/\text{mg}$  huonoille taimille.

Preparaateista laskettiin eri mykorritsatyyppien vaipan paksuudet sekä Hartigin verkon syvyys. Haarautumattomien mykorritsojen vaipan paksuus oli hyvillä keskimäärin  $13 \mu\text{m}$ , keskinkertaisilla  $11 \mu\text{m}$  ja heikoilla  $7 \mu\text{m}$ . Pitkähaaraisilla dikotomisilla puolestaan vaipan paksuus oli hyvillä keskimäärin  $21 \mu\text{m}$ , keskinkertaisilla  $12 \mu\text{m}$  ja heikoilla  $8 \mu\text{m}$  sekä lyhythaaraisilla dikotomisilla vaipan paksuus oli hyvillä keskimäärin  $16 \mu\text{m}$ , keskinkertaisilla  $11 \mu\text{m}$  ja heikoilla  $7 \mu\text{m}$ . Huonoihin/kuolleisiin luokiteltujen mykorritsojen kuorikerros oli painunut kasaan kaikissa tyypeissä, joten preparaateista ei pystynyt määrittämään sienin osuutta. Hartigin verkko oli kaikissa näytteissä muodostunut hyvin ja ulottui lähes aina koko kuorikerrokseen. Solunsisäistä sienin tunkeutumista ei ollut havaittavissa.

Aineiston käsittely ja tilastollinen analysointi on vielä kesken, joten tässä esitetyt tulokset ovat vasta alustavia. Täydentäviä tuloksia saadaan mm. mykorritsarakenteen muuttumisesta viljelmien vanhetessa ja mykorritsaeroista hyvien ja huonojen taimien kesken.

## Tulosten tarkastelu

Metsämaassa mykorritsat keskittyvät lähinnä humuskerroksen pintaosaan, missä nuorten hyväkuntoisten mykorritsojen osuus on suuri (Mikola & Laiho 1962). Humuskerroksen pintaosassa mykorritsat saavat helpoimmin sadeveden mukana karikkeesta huuhtoutuvat ravinteet tyydyttään samalla myös vedentarpeensa (Harley & Smith 1983). Nyt tutkitut näytteet edustivat tiettyä tainta ja lähinnä pintajuuria, eikä näytteistä voinut päätellä mykorritsojen jakaantumista maaprofiilissa. Toisaalta peltomaassa ei välttämättä mykorritsatiheys pääse kehittymään suureksi maan pintakerroksessa, koska pintakasvillisuus kilpailee voimakkaasti tilasta, vedestä ja ravinteista mykorritsojen kanssa heikentäen näin juurten kehittymismahdollisuuksia. Tällaisessa tilanteessa taimet saattavat olla herkkiä kuolemaan. Paavilaisen (1970) tutkimuksissa käsittelemättömään peltopintaan istutetuista taimista jäi henkiin alle puolet, kun taas ojan palteeseen istutetuista taimista säilyi hengissä vähintään 80 %.

Peltomaassa saattavat myös anaerobiset olosuhteet heikentää mykorritsojen muodostumista. Määrässä maassa hapen puute rajoittaa sekä sienisymbiontin että juurten kasvua (Slankis 1979). Suopelloilla juurten hapenpuute on lähes sääntönä (Paavilainen 1970). Suotyypin parantua eli anaerobisuuden vähetessä mykorritsatiheys suurenee (Heikurainen 1959).

Hyvät mykorritsanmuodostus olisi taattava taimille jo taimitarhalla, koska peltomaasta ektomykorritsaa muodostavat sienet ovat hävinneet lähes kokonaan (Mikola 1973). Männyllä

esiintyy yleisesti taimitarhoilla ohuen vaipan omaava tai lähes vaipaton ektendotyypinen mykorrhitsa, jossa sienien solunsisäistä penetraatiota esiintyy runsaasti (Laiho 1966). Tämä mykorrhitsatyypin häviää kuitenkin melko pian istutuksen jälkeen, mikäli varsinaisia mykorrhitsan muodostajasiäniä on läsnä. Ektendomykorrhitsa jatkaa kuitenkin kehittymistään, jos läsnä ei ole ektomykorrhitsallista sienirihmastoja tai maa on viljavaa (Mikola 1966). Näissä pellonmetsitys-alueilta otetuissa näytteissä ei ollut ektendotyypin mykorrhitsaa, mikä viittaa varsinaisen mykorrhitsanmuodostajan läsnäoloon. Ektomykorrhitsan muodostamat sienet voivatkin levitä melko helposti metsiköstä pellolle, koska ne tuottavat joskus runsaastikin itiömiä ja itiöt pääsevät vapaasti tuulen mukana leviämään laajallekin alueelle (Molina & Trappe 1984).

Taulukko 1. Maalaji (1 = turvemaa, 2 = kivennäismaa), mykorrhitsojen määrä (hyvät+keskinkertaiset, heikot+huonot/kuolleet, *Cenococcum graniforme*, muut, katkenneet, mykorrhitsattomat, ritsomorfiset), haarautumisindeksi (HI kpl/cm) sekä kitiinin määrä ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  kuivaa juurta) näytekohtaisesti. Näytteessä H = hyvä taimi, merkitsemätön = huono taimi.

Table 1. Soiltype (1 = peatsoil, 2 = mineral soil), number of mycorrhiza (good+medium, poor+bad/dead, *Cenococcum graniforme*, others, broken root tips, non-mycorrhiza, ritsomorphs) ramification index (RI No/cm) and amount of chitin ( $\mu\text{g}/\text{cm}$  of dry root) in samples. In sample H = good seedling, without letter = poor seedling.

| Näyte-<br>koodi -<br>Sample<br>code | Maalaji -<br>Soiltype | Mykorrhitsat, kpl/cm - Mycorrhiza, No/cm |                |      |                |                |                 | HI,<br>kpl/cm<br>RI,<br>No/cm | Kitiini,<br>$\mu\text{g}/\text{mg}$<br>Chitin,<br>$\mu\text{g}/\text{mg}$ |                   |
|-------------------------------------|-----------------------|--|----------------|------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|---|-------------------|
|                                     |                       | hy+ke<br>go+me                           | he+hk<br>po+bd | C.g. | muut<br>others | katk.<br>brok. | m-ton<br>non-m. |                               |   | ritsom<br>rhizom. |
| 29/6 H                              | 2                     | 0.71                                     | 6.94           | 0.10 | 0.03           | 2.86           |                 |                               | 10.5  | 0.354             |
| 29/9                                | 2                     | 0.03                                     | 1.91           |      |                | 2.20           | 0.11            |                               | 4.3   | 0.578             |
| 27/1 H                              | 2                     | 0.05                                     | 4.86           |      |                | 1.73           |                 |                               | 6.6   | 0.293             |
| 27/7                                | 2                     | 0.15                                     | 6.24           | 0.01 | 0.01           | 0.99           | 0.11            |                               | 7.4   | 0.415             |
| 9/17 H                              | 2                     | 0.17                                     | 5.21           | 0.36 |                | 1.64           | 0.11            |                               | 7.5   | 0.801             |
| 9/4                                 | 1                     | 0.04                                     | 3.48           | 1.45 | 0.48           | 2.31           | 0.04            |                               | 7.8   | 0.335             |
| 67/8 H                              | 2                     | 12.44                                    | 6.68           |      |                | 0.73           | 0.20            |                               | 15.0  | 0.468             |
| 67/4                                | 2                     |  | 17.74          |      |                | 1.04           |                 |                               | 18.9  | 0.746             |
| 41/4 H                              | 1                     |  | 3.69           |      |                | 1.85           |                 |                               | 5.5   |                   |
| 41/3                                | 1                     | 0.81                                     | 0.25           | 0.66 | 0.99           | 2.76           |                 |                               | 9.2   | 0.574             |
| 70/16 H                             | 2                     | 3.63                                     | 9.25           | 0.56 |                | 2.69           |                 | 0.20                          | 16.3  | 0.956             |
| 70/6                                | 1                     | 0.01                                     | 1.97           |      |                | 1.11           | 0.11            |                               | 3.2   | 0.379             |
| 18/10 H                             | 1                     | 0.43                                     | 5.81           | 0.08 |                | 0.91           | 0.17            |                               | 7.4   | 0.640             |
| 18/3                                | 1                     | 0.22                                     | 1.53           | 0.02 | 0.04           | 2.12           | 0.01            |                               | 4.0   | 0.507             |
| 90/16 H                             | 1                     | 0.13                                     | 5.33           | 0.06 |                | 1.57           |                 |                               | 7.1   | 0.805             |
| 90/3                                | 1                     | 0.08                                     | 5.50           |      |                | 2.37           | 0.02            |                               | 8.0   | 0.634             |
| 17/20 H                             | 1                     | 0.89                                     | 6.75           |      | 0.07           | 3.09           | 0.04            |                               | 10.8  |                   |
| 17/11                               | 3                     | 0.27                                     | 2.27           |      |                | 2.73           |                 |                               | 5.3   |                   |
| 76/1/25 H                           | 1                     | 0.59                                     | 1.31           |      |                | 1.76           | 0.08            |                               | 3.7   |                   |
| 76/1/4                              | 1                     | 0.75                                     | 2.11           | 0.09 |                | 1.93           | 0.19            | 0.03                          | 5.1   | 0.480             |
| 51/25 H                             | 1                     |  | 2.96           |      |                | 0.91           |                 |                               | 3.9   | 0.513             |
| 51/13                               | 1                     | 0.30                                     | 3.45           |      |                | 1.95           |                 |                               | 5.7   | 0.486             |
| 86/2 H                              | 2                     | 0.35                                     | 5.74           |      |                | 2.09           |                 |                               | 8.2   | 0.233             |
| 86/20                               | 1                     | 0.06                                     | 1.35           |      |                | 2.68           |                 |                               | 4.3   | 0.473             |
| 65/1/8 H                            | 2                     | 0.66                                     | 1.48           |      |                | 0.96           | 0.05            |                               | 3.2   | 0.469             |
| 65/1/12                             | 2                     | 2.40                                     | 8.71           |      |                | 2.12           | 0.02            |                               | 13.3  | 0.433             |
| 10/1/10 H                           | 2                     | 0.10                                     | 1.45           | 0.40 |                | 1.23           |                 |                               | 3.2   | 0.405             |
| 10/1/20                             | 2                     | 0.11                                     | 1.61           | 0.01 |                | 1.50           | 0.01            |                               | 3.2   | 0.312             |
| 6/10 H                              | 2                     | 0.26                                     | 0.44           | 0.56 | 1.29           |                |                 |                               | 2.6   | 0.350             |
| 6/2                                 | 2                     | 0.43                                     | 0.68           | 0.76 |                | 1.16           | 0.01            |                               | 3.1   | 0.315             |
| 44/18 H                             | 2                     | 0.02                                     | 4.95           | 0.03 |                | 1.09           |                 |                               | 6.1   | 0.765             |
| 44/11                               | 2                     | 0.03                                     | 0.85           | 0.02 |                | 1.30           | 0.03            |                               | 2.2   | 0.359             |
| 77/4 H                              | 2                     | 1.17                                     | 4.33           |      |                | 2.90           | 0.03            | 0.09                          | 8.5   | 0.499             |
| 77/15                               | 2                     | 0.04                                     | 2.41           |      |                | 1.52           | 0.22            |                               | 4.2   | 0.348             |
| 82/3 H                              | 1                     | 0.05                                     | 2.77           |      |                | 0.73           |                 |                               | 3.6   | 0.433             |
| 82/5                                | 1                     | 0.06                                     | 3.55           |      |                | 2.82           |                 |                               | 6.4   | 0.476             |

Vaikka sienet voivatkin levitä alueelta toiselle itiöidensä avulla, tämä työ osoittaa kuitenkin mykorrhizatyypien olevan tutkitussa aineistossa vähäisempi verrattuna metsämaahan. Tattien muodostamia mykorrhizoja ja ritsomorfisia mykorrhizoja esiintyi vain muutamissa näytteissä pieniä määriä. *Piloderma croceum* -sienen muodostamaa mykorrhizaa ei esiintynyt yhdesäkään näytteessä. Edellämainittuja mykorrhizatyyppejä esiintyy erilaisissa metsämaissa lähes poikkeuksetta ja runsaastikin (Laiho ym. 1987, Lehto 1984). Ritsomorfisia mykorrhizoja löytyy suhtellisen runsaasti myös taimitarhoilla kasvaneista männynntaimista (Lehto 1989). Mykorrhizat olivat myös huonokuntoisia tässä tutkimusaineistossa, koska suurin osa tutkitusta lyhytjuurimäärästä kuului heikkoihin tai huonoihin/kuolleisiin mykorrhizoihin.

Taulukossa 1 ilmoitettuja mykorrhizojen kappalemääriä juuren pituusyksikköä kohden ei voida lukuina suoraan verrata muihin tutkimuksiin. Ne osoittavat kuitenkin eri mykorrhizatyypien runsaussuhteet tutkitussa aineistossa. Maan mekaaninen vastus voi vaikuttaa juurenkärkien tiheyteen huomattavasti enemmän kuin mykorrhizainfektio, ellei verrata toisiinsa mykorrhizalista ja täysin mykorrhizatonta juurta. Täten juurenkärkien määrä juuren pituusyksikköä kohden ei ole välttämättä hyvä tunnus mykorrhizaisuudelle (Lehto 1989).

Tutkituissa näytteissä olleet vaaleat ja mustat kyhmyt juurten pinnalla olivat ilmeisesti pihkavuotoa, mikä viittaa nematodien aiheuttamiin vaurioihin. Samanlaisia pihkapisaroita ja juurten syömisjälkiä on löydetty ilmansaasteiden vaivaamien mäntyjen juurista Oulussa (Ohtonen ym. 1991). Syömisjäljet ovat suurempien maaperäeläinten aiheuttamia. Nematodien on havaittu aiheuttavan muutoksia havupuiden mykorrhizojen morfologiassa sekä vähentävän puuosakkaan verson ja juuren kasvua ja hiilihydraattivarastoja (Riffle ym. 1971, Marks ym. 1987). Jotkut mykorrhizatyypit ovat herkempiä nematodien hyökkäykselle kuin toiset (Zak 1973).

## Yhteenveto

Havupuut ovat ektomykorrhizallisia kasveja ja menestyäkseen sekä säilyäkseen hengissä ne tarvitsevat sieniosakkaan juuristoonsa. Etenkin epäedullisissa olosuhteissa (mm. kuivuus, ravinne-epätasapaino) sieniosapuolen merkitys kasvaa. Jo taimitarhalla taimiin muodostunut hyvä mykorrhizasasto edistää taimien alkukehitystä ja hengissä säilymistä istutuksen jälkeen.

Tässä tutkimuksessa sekä turve- että kivennäismaan pelloilla kasvaneiden mäntyjen juuret olivat tummia ja heikosti haaroittuneita. Erilaisten mykorrhizatyypien määrä oli vähäisempi verrattuna metsämaasta tutkittuihin aineistoihin. Ritsomorfisia tai mm. tattien muodostamia mykorrhizoja löytyi vain muutamista näytteistä vähäisiä määriä. Laatunsa mukaan luokitelluista mykorrhizoista suurin osa kuului heikkoihin sekä huonoihin/kuolleisiin. Hyviä ja keskinkertaisia mykorrhizoja oli verrattain vähän. Juurissa havaittiin myös pihkavuotoa, mikä viittaa nematodien aiheuttamiin vaurioihin.

Tutkimus antaa aihetta lisäselvitysten tekemiseen nimenomaan maaperäeliöiden sekä pellon pintakasvillisuuden vaikutuksesta juuriston ja mykorrhizojen kuntoon.

## Kirjallisuus

- Harley, E. L. & Harley, J. L. 1987: A check-list of mycorrhiza in the british flora. *New Phytologist* 105, 102 p.
- & Smith, S. E. 1983: *Mycorrhizal symbiosis*, s. 483. Academic Press. London-New York.
- Huikari, O. 1954: Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. *Comm. Inst. For. Fenn.* 42(5), 13 s.
- 1960: On the effect of anaerobic media upon the roots of birch, pine and spruce seedlings. *Comm. Inst. For. Fenn.* 50(9), 16 s.
- Laiho, O. 1966: Further studies on the ectendotrophic mycorrhiza. *Acta For. Fenn.* 79(3), 35 s.
- , Sarjala, T., Hyvärinen, R. & Rautiainen, L. 1987: Lannoituksen vaikutus männikön mykorrhizoihin. Summary: Effect of fertilization on mycorrhizae in pine stands. *Folia For.* 699, 22 s.

- Lehto, T. 1984: Kalkituksen vaikutus männyn mykorritsoihin. Summary: The effect of liming on the mycorrhizae of Scots pine. *Folia For.* 609, 20 s.
- 1989: Männyntaimien mykorritsat keskustaimitarhoilla. Summary: Mycorrhizal status of Scots pine nursery stock in Finland. *Folia For.* 726, 15 s.
- Marx, D. H. 1975: Mycorrhizae and establishment of trees on tripmined land. *Ohio Journal of Science* 75(6), 288—297.
- Marks, G. C., Winoto-Suatmadji, R. & Smith, I. W. 1987: Effects of nematode control on shoot, root and mycorrhizal development of *Pinus radiata* seedlings growing in a nursery soil infested with *Pratylenchus penetrans*. *Australian Forest Research* 17, 1—10.
- Melin, E. 1927: studier över barrträdplantans utvecling i rhumus. II. Mykorrhizans utbildning hos tallplantan i olika humusformer. Studien ber die Entwicklund der Nadelbaumpflanze in Rohhumus. II. Die Ausbildung der Mykorrhiza bei der Kiefernplanze in verschiedenen Rohhumusformen. *Meddelander frn Statens Skogsförsanstalt* 23, 433—494.
- Meyer, F. H. 1973: Distribution of ectomycorrhizae in native and manmade forests Teoksessa: Marks, G. C., Kozlowski T. T. (toim.). *Ectomycorrhizae - their ecology and physiology*, s. 79—105. Academic press. New York ja London.
- Mikola, P. 1966: Studies on the ectendotrophic mycorrhiza of pine. *Acta For. Fenn.* 79(2), 56 s.
- 1970: Mycorrhizal inoculation in afforestation. *International Review of Forest Research* 3, 123—196.
- 1973: Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. Teoksessa: Marks, G. C., Kozlowski T. T. (toim.). *Ectomycorrhizae — their ecology and physiology*, s. 383—411. Academic press. New York ja London.
- & Laiho, O. 1962: Mycorrhizal relations the raw humus layer of northern spruce forest. *Comm. Inst. For. Fenn.* 55(18), 13 s.
- Molina, R. & Trappe, J. M. 1984: Mycorrhiza management in bareroot nurseries. Teoksessa: Duryea, M. L. ja Thomas, D. Landies (toim.). *Forest nursery manual: production of bareroot seedlings*, s. 211—223. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague/Boston/Lancaster, for forest Research laboratory, Oregon state university, Corvallis. 386 p.
- Ohtonen, R., Ohtonen, A., Luotonen, H. & Markkola, A. M. 1991: Enchytraeid and nematode numbers in urban, polluted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) strands in relation to other soil biological parameters. *Biology and Fertilizers of Soil.* (painossa).
- Paavilainen, E. 1970: Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä. Summary: Experimental results of the afforestation of swampy fields. *Folia For.* 77, 24 s.
- Perry, D. A., Molina, R. & Amaranthus, M. P. 1987: Mycorrhizae, mycorrhizosphere and reforestation; current knowledge and research needs. *Can. J. For. Res.* 17, 929—940.
- Riffle, J. W. 1971: Effects of nematodes on root-inhabiting fungi. Teoksessa: HacsKaylo, E. (toim.). *Mycorrhizae*, s.97-113 US-DA, Forest Service, Miscellaneous Publication 1189.
- Slankis, V. 1979: Soil factors influencing formation of mycorrhizae. *Phytopathology* 12, 437—457.
- Smith, S. E. 1980: Mycorrhizas of autotrophic higher plants. *Biological Review* 55, 475—510.
- Wilcox, H. E. 1988: Morphology and development of ecto- and endomycorrhizae. Teoksessa: Schenck N. C. (toim.). *Methods and principles of mycorrhizal research*, s. 103-113. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota.
- & Marsh, L. C. 1964: Staining plant tissues with chlorazol black and pianese III-B. *Stain Technology* 39, 81—85.

## MYYRÄTUHOT PELTOJEN METSITYKSESSÄ

Damage by microtine rodents in farmland afforestations in Finland: Risk and control.

**Heikki Henttonen**

Metsäntutkimuslaitos, Metsäeläintieteen tutkimussuunta, 00170 Helsinki

### Abstract

Damage caused by microtine rodents is obviously the greatest risk factor in the early phases of field afforestation in Finland. This paper reviews firstly the pattern of fluctuations in microtine rodents in Finland and the types of damage they cause. Various ways of either controlling microtines or preventing them from causing damage are then presented. The use of poisons against voles is prohibited in Finland. Therefore, the methods used included herbicide treatment of the vegetation, soil ploughing, repellents, seedlings shelters, pruning of partly damaged plants, choice of tree species, proper fertilization at the nursery stage, and resistance breeding against mammalian herbivores.

### Johdanto

Myyrätuhot ovat todennäköisesti suurin yksittäinen uhkatekijä peltojen metsityksen alkuvaiheessa, vaikka myyrätuhoriskissä on alueellista ja ajallista vaihtelua. Tietyt alueet kokevat säännöllisesti pahoja myyrätuhoja, toiset alueet pääsevät hieman helpommalla. Metsien uudistamisessa myyrätuhoherkkyys liittyy melko paljon seudun yleiseen rehevyyteen, mutta peltojen metsityksessä myyrätuhovaara on olemassa kaikkialla.

Tuhovaaran ajallinen vaihtelu johtuu myyrien vuosittaisista runsaudenvaihteluista. Etelä-Suomessa viimeiset myyrävuodet ovat toistuneet kolmen vuoden välein (Henttonen & Kaikusalo 1989a, 1991a,b), pohjoisessa rytmiikka on vuotta paria pitempi (Henttonen 1989, Henttonen ym. 1985, Hanski ym. 1991). Kolmen vuoden myyräjakson voi jakaa nousu-, huippu- ja romahdusvuoteen. Pahimmat tuhot tapahtuvat yleensä huippukesän jälkeisenä talvena. Pahoina vuosina tuhoja on tosin tullut runsaasti jo nousu- ja huippukesän välisenäkin talvena, ja suurissa myyrätiheyksissä tuhot voivat olla melkoisia kesälläkin. Pahoilla tuhoalueilla on käytännössä ollut kaksi perättäistä tuhovuotta peräkkäin ja sitten yksi helpompi vuosi. Tällainen tuhoaste johtaa siihen, ettei entisiä tuhoja keritä korjaamaan ennen kuin uudet tuhot jo alkavat.

Alueellinen vaihtelu johtuu myös paljon siitä, että myyräkannat ovat huipussaan eri aikoina eri puolilla maata. Teivainen (1981) seurasi myyräkantojen vaihtelua tapahtuneiden tuhojen perusteella. Näin saatiin suuntaa jo tapahtuneista vaihteluista, mutta jälkikäteen tapahtuva epäsuorana menetelmänä siinä on omat puutteensa tuhoennusteiden suhteen, esim. myyrien kannanvaihtelut eivät toistu identtisinä syklistä toiseen. Nykyinen seuranta, valtakunnallinen myyräkantojen inventointi tapahtuu Metsäntutkimuslaitoksen vetämänä ja yhteistyössä muiden myyrätutkimusta tekevien laitosten kanssa (Henttonen & Kaikusalo 1991a). Annettavat ennusteet pohjautuvat todellisiin sen hetkisiin myyrätiheksiin eri puolilla maata, eli koko siihen aineistoon, mikä maastamme on saatavilla.

Myyrien kannanvaihteluiden syistä ei ole täyttä yksimielisyyttä, mutta niin pedoilla, tadeilla kuin ravinnolla on oma merkityksensä. Itse asiassa lisääntyminen ei ole myyrille mi-

kään ongelma, kun niillä on riittävästi ravintoa ja pedot ovat tilapäisesti vähentyneet myyrien lamakauden aikana, pääsevät myyräkannat nopeasti nousuun. Keskeinen ongelma on, mikä myyräkannan romahduttaa. Uusimpien tutkimusten perusteella petojen merkitys on korostunut. Toisaalta suurissa tiheyksissä myyrillä varmastikin on vaikeuksia riittävän ravinnon saannissa. Vaikka ravintopula ei sinänsä surmaisi myyriä, tutkimustuloksia on siitä kuinka kunnoltaan heikentyneisiin myyriin alati vaanivat taudit iskevät helposti (Hansson & Henttonen 1988).

Myyrätuhoja on tietenkin esiintynyt ennenkin (Kangas 1935, Myllymäki 1975, Teivainen 1981), mutta nykyisin yleinen mielipide metsäämmattilaisten piirissä kentällä on, että tuhot ovat pahentuneet. Jos näin on, niin syytä voi olla ainakin kaksi: peltojen viljelystä poistuminen lisää myyrille sopivia lisääntymisympäristöjä, ja lisääntynyt typpilaskeutuma rehevöittää ja heinittää entisiä karumpia metsämaita luoden myyrille parempia elinpaikkoja.

## Tuholaiset ja tuhot

Valtaosa tuhoista on peltomyyrän aiheuttamia. Tällöin on kyse taimien kuoren kaluamisesta maanpinnan ja lumirajan väliltä tai nuorten taimien silppuamisesta pieniksi. Peltomyyrä on erityinen ongelma pakettipelloilla ja heinittyneillä rehevillä metsämailla. Korostettakoon, että metsissäkin tapahtuvat taimien runkovioitukset ovat yleensä peltomyyrän aiheuttamia. Usein peltomyyrät kaluavat taimen yltymäri ja taimi kuolee. Mutta aivan yhtä paljon esimerkiksi koivun taimilla esiintyy sellaisia lievempiä vikoituksia, joihin taimi ei välittömästi kuole. Syöntikohta kylestyy vuodessa parissa. Tällainen taimi näyttää kasvavan vielä hyvin, mutta useimmiten sieni-infektio on iskenyt voituskohtaan (Henttonen & Niemimaa 1990). Lisäksi verso kuivaa voituskohdasta syvälle ytimeen, ja latvan massan kasvaessa tällainen taimi katkeaa herkästi tuulella, varsinkin jos seuraavan myyrähuipun aikana myyrät jyršivät samaa taimia vastakkaiselta puolelta. Koivu on peltomyyriltä turvassa, kun tyven läpimitta on 4 cm, jolloin tuohikaarna suojaa sen. Kun myyrähuiput toistuvat 3—4 vuoden välein, voi jokainen koivuntaimikko periaatteessa joutua myyrätuhoon kohteeksi.

Lievempien syönnösten seurausvaikutusten tutkimiseksi olemme etsineet sellaisia koivikkoja, joissa jonkinasteista myyrätuhoa on esiintynyt 1970-luvulla. Tarkoituksemme on ensiharvennuksien yhteydessä tutkia, miten pienemmästä syönnistä selvinneillä koivuilla värivika tai laho leviää ajan kuluessa, vai kykeneekö koivu torjumaan alkaneen infektion. Alustavasti näyttää siltä, että tyvikorot (ja niihin liittyvät viat) säilyvät syödyissä, mutta hengissä säilyneissä koivuntaimissa.

Pohjois-Suomessa lapinmyyrä korvaa peltomyyrän pakettipeltojen ja turvemaiden tuholaisena. Tämä laji jyršii kuoren myös juuren niskasta ja jopa juurista, ja tuho saattaa kohdistua täysikasvuisiin mäntyihinkin (Korhonen 1987, Korhonen ym. 1983, Siitonen & Nikula 1990).

Metsämyyrien aiheuttamat tuhot kohdistuvat enimmäkseen havupuiden taimien kärkisilmuihin. Vuosikasvaimen kuorikin saattaa mennä samalla kertaa. Usein metsämyyräkannat runsastuvat hieman ennen peltomyyriä, jolloin latvatuhoja voi esiintyä runsaasti jo peltomyyrätuhoja edeltävänä talvena. Metsämyyrän aiheuttamat taimien latvatuhot voivat kohdistua jopa neljän metrin mittaisiin kuusen tai männyn taimiin. Myyrien aiheuttamia latvatuhoja ei asiaa tuntematon helposti huomaa, vaikka ne ovat selvästi erottuvia. Metsämyyrien aiheuttamia latvatuhoja on todennäköisesti sekoitettu myös hirvituhoihin, varsinkin jos tuho on havaittu vasta pari vuotta tapahtuman jälkeen.

Metsämyyrän aiheuttamat runsaat latvatuhot ovat viime vuosina tulleet monille metsäämmattilaisillekin yllätyksenä. On hieman vaikea sanoa, ovatko nämä tuhot tosiaan runsastuneet niin voimakkaasti kuin oletetaan, vai onko kyse tuhojen paremmasta tunnistamisesta. Mikä ikävintä, latvatuhoja esiintyy myös karummilla mailla luontaisen uudistamisen tuloksena syntyneissä männynntaimikoissa.

Männyn taimen kärkisilmujen tuho tai ylimmän vuosikasvaimen katkaisu aiheuttaa laatu-

vian tulevan tyvitukin sisälle, vaikei se pinnalle myöhemmin näkyisikään. Uusi pääranka muodostuu ylimmästä terveestä sivuoksasta, harvemmin tuhokohdan alle leposilmuista syntyvistä kääpiöoksista. Löyttyniemen (1983) mäännällä tekemien tutkimusten mukaan keskimäärin ainakin puolessa keinotekoisissa vuosikasvaimen katkaisuisissa syntyy runkoon mutka, joka näkyy viiden vuoden kuluttua. Kymmenen vuoden päästä nämä mutkat eivät enää ole silmin nähtävissä, mutta sahauskessa kylläkin (Heikkilä & Löyttyniemi 1991).

Metsämyyrät syövät kuitenkin usein myös ylimpien sivuoksien kärkisilmut. Tällöin jonkinasteinen runkovika on todennäköinen. Myyränsyönnin jäljiltä jäävä vanha pääranka säilyy pitkään ja heikentää tyviosan laatua. Jos paha latvatuho kohdistuu pieneen havupuun taimeen, tyviosasta ei mene kovin paljoa kuitupuuksi. Mutta 2—4 metrisessä mänty- tai kuusitaimikossa tapahtuvat pahat latvatuhot ovat jo toista luokkaa.

Vesimyyrä esiintyy tuholaisena eloperäisillä multamailla, usein vesien lähellä (Teivainen ym. 1979). Tämän lajin tuhot kohdistuvat taimien juuriin. Varsinkin Etelä-Suomessa vesimyyrän runsaudet vaihtelevat usein jossain määrin omaan tahtiinsa ja laikuttain, ja paikallisia tuhoja voi esiintyä silloinkin kun muut myyrät ovat vähissä.

### **Puunkuori myyrien ravintona**

Vaikka myyrät aiheuttavat suurta tuhoa taimistoissa, on puunkuori silti toissijaista ravintoa myyrille. Esimerkiksi pelkällä koivuntaimen kuorella ei peltomyyrä pysy hengissä päivääkään. Myyrän kyky syödä ja sulattaa kuoren kemiallisia haitta-aineita riippuu sen pääravinnon (heinät ja ruohot) määrästä ja laadusta. Kuoressa olevien haitta-aineiden käsittely myyrän elimistössä vaatii ravinnolta riittävää proteiini- ja kivennäispuitoisuutta. Kun myyrillä on ongelmia ravinnon saannin kanssa, myyrien syömän ravinnon määrä moninkertaistuu eläinten yrittäessä tasapainoilla tarpeellisten ravintoaineiden ja haitta-aineiden sulattamisen kanssa. Tällöin myös kuorta syödään runsaasti (Harju ym., julkaisematon). Mitä vähemmän pääravintoa eli heiniä ja ruohoja myyrille on tarjolla, sitä aiemmin myyrillä on vaikeata eikä niiden elimistö pysty enää käsittelemään kuoren haitta-aineita. Tämä liittyy olennaisesti myöhemmin käsiteltävään heinäntorjunnan merkitykseen sekä resistenssijalostukseen, jossa taimien haitta-aineiden määriä pyritään lisäämään.

### **Myyrätutkimus peltojen metsitysmenetelmät- hankkeessa**

Peltojen metsitysmenetelmät- hankkeessa on koalueita paljon eri puolilla Suomea (Ferm & Hytönen, tässä julkaisussa). Resurssit eivät riitä siihen, että joka alueelta tutkittaisiin myyrätillanne erikseen. Siksi olemme heinä-elokuussa 1990 ja 1991 suorittaneet myyräkannan seurannan noin 30 kokonaisuutta mahdollisimman hyvin edustavalla koalueella. Valtakunnallisen myyräinventoinnin tiedoista on myös ollut hyötyä tässä suhteessa. Voimme antaa vuosittain projektin jokaiselle koalueelle myyräindeksin, joka on saatu joko siltä itseltään tai joka perustuu tutkittujen lähialueiden keskiarvoon.

Tarkoituksena on, että projektin eri koalueilta ja eri käsittelyistä tulevaa tietoa voidaan suhteuttaa alueen kulloiseenkin myyrätilanteeseen. Projekti sattui myyräkantojen vaihtelun kannalta otolliseen ajankohtaan. Myyräkannat olivat suurimmassa osassa maata alhaalla tai nousun alussa 1990, jolloin projektin koalueista perustettiin noin puolet. Myyräkannat nousivat voimakkaasti 1991, jolloin loput koalueista perustettiin. Melkoinen osa 1990 perustetuista koalueista sai olla myyriltä rauhassa ensimmäisen vuoden. Tämä mahdollistaa eri käsittelyjen, esim. heinäntorjunta- ja muokkausmenetelmien vertailun ilman myyräongelmaa. Toisaalta myyräkantojen huipun (syksyllä-talvella 1991) vuoksi saataneen seuraavan vuoden inventoinneissa hyvä kuva myyrätuhojen merkityksestä suhteessa muihin peltojen metsityksen ongelmiin.

## Muu myyrätutkimus peltojen metsityksessä

Peltojenmetsitysprojektin laajuuden vuoksi siihen ei ole sisällytetty yksistään myyriin liittyviä käsittelyjä. Erityisiä myyrätorjuntatutkimuksia teemme erikseen sopivilla runsasmyyräisillä seuduilla, esimerkiksi 1990 ja 1991 aloitimme useita kokeita Itä-Hämeessä. Käyn seuraavassa läpi myyrätorjuntatoimenpiteitä viljelyketjujärjestyksessä. Korostan, että lähestymistapani on melko puhtaasti myyräkeskeinen, joskin myyrätorjunta käy yleensä yksiin muiden tarpeellisten toimenpiteiden kanssa. Osa tutkimuksista on kesken, joten niiltä osin tekstissäni on valistuneita mielipiteitäni ilman tarkempia lähdeviittauksia.

## Torjunta

Myyrätuhoja vastaan ei ole kaiken kattavaa yhtä keinoa, vaan yhdistelemällä erilaisia toimenpiteitä viljelyketjun alkuvaiheissa voidaan tuhoja vähentää. Erityisesti sellaisilla seuduilla, missä myyrätuhot ovat jatkuva ongelma, kannattaa yhdistellä esiteltyjä toimenpiteitä.

### Kemiallinen heinätorjunta

Peltojen metsityksessä kemiallisen heinätorjunnan tulisi olla itsestäänselvyys, mikäli päämääränä on taloudellinen toiminta. Mikäli metsityksessä on kyse harrastuksesta, jolla ei olekaan taloudellisia päämääriä, niin silloin kemiallinen heinätorjunta on maanomistajan oma ratkaisu — mutta jos sitä ei tehdä, pidän kyseenalaisena kannattaako sellaiseen toimintaan sitten muuten uhrata yhteiskunnan varoja MP-rahoituksena.

Etukäteen tai istutuksen jälkeen tehtävä kemiallinen heinätorjunta ei kokonaan estä myyrätuhoja, mutta sen vaikutus metsitettävän pellon kasvillisuuteen ja sitä kautta myyrien runsauteen on suuri (Teivainen ym. 1986). Ensinnäkään alueella ei alkukesällä ole suojaa myyrille ja toisekseen myrkytys kohdistuu peltomyyrän suosimiin ravintokasvilajeihin. Näin myyrätiheydet ylipäätään jäävät pienemmiksi. Runsaina myyrävuosina usein esiintyvä taimien kesäaikainen syönti vähenee, eikä talvella lumen alle pääse muodostumaan voimakasta myyräkantaa.

Mikäli ennakkotorjunta tehdään vain glyfosaatilla (Roundup, Rodeo), maassa oleva siemenpankki puhkeaa seuraavana kesänä, ja istutusalue rehottaa pillikkeitä. Yhdistämällä glyfosaatti- ja terbutylatsiinipohjaisia (mm. Gardoprim) aineita, voidaan vaikuttaa myös siemenpankkiin ja saadaan pitempiaikainen hyöty. Sekoitusmenetelmää on sovellettu havupuiden viljelyyn, mutta sen käyttöön koivun istutusalueilla on suhtauduttu kielteisesti tai epäroiden, koska lehtipuut ovat herkkiä Gardoprimille. Sekoitusta on kuitenkin kokeiltu koivun istutusalueilla istutusta edeltävänä vuonna mm. Viitasaarella, ja tulokset ovat olleet hyviä (J. Taipale, suull.). Ohjeiden mukaan (Kemiran Metsätiedote 1990) maksimiannos Gardoprimia sekoituksessa koivualueelle on 8 l/ha.

Jos mitään istutusta edeltäviä heinätorjuntaa ei ole tehty, niin myöhemmin klortiamidin (Prefix) oikea-aikainen käyttö aikaisin keväällä tai myöhään syksyllä auttaa heinän ja sitä kautta myyrien torjunnassa.

### Maanmuokkaus

Maanmuokkaustapa riippuu osittain maaperästä. Itse suosittelisin joko mätästystä tai täyskyntöä. Myyrätuhon kannalta olennaisinta on heinikon vähäisyys. Pelkkä maanmuokkaus ilman kemiallista heinätorjuntaa antaa vajaavaisen tuloksen. Heinikko tai horsmikko kasvaa heti seuraavana kesänä uudelleen tarjoten myyrille suojaa ja ravintoa.

Erityisesti vähälumisina talvina ja maamme vähälumisilla alueilla (Lounais ja Länsi-Suomi) mätästys on hyvä menetelmä, koska myyrät eivät mielellään tule avoimelle mättäälle kaluamaan taimia. Jos lämpimät ja vähälumiset talvet jatkuvat, niin mätästyksen suosio varmastikin lisääntyy muuallakin. Pallekynnössä ongelma myyrätuhojen kannalta on se, että palteiden väliin jää runsaasti heinikkoa, josta riittää ravintoa ja suojaa myyrille. Myös palle voi toimia suojapaikkana myyrille. Mikäli keväällä ennen istutusta havaitaan, että myyräkanta on voimakas, kannattaa esim. täyskyntö tehdä nopeasti vaikka vielä päivä ennen istutusta.

### Heiniminen

Jos kemiallista heinäntorjuntaa ei ole tehty, on huolehdittava heinimisestä. Huippuvuosina peltomyyrät aloittavat koivuntaimien kaluamisen jo kesäkuussa. Heinimättömän kasvillisuuden suojassa myyrät käyttävät mielellään taimen tyveä ympäröivää istutuksen jälkeistä paljasta mul-tapintaa ruokailupaikkanaan. Näin myyrien käytäväverkosto muotoutuu taimelta taimelle. Lu-mettomana aikana myyrät eivät kuitenkaan tule kovin mielellään taimea ympäröivään heinit-tyyn, avoimeen aukkoon. Näin heiniminen jonkin verran ehkäisee kesäaikaista syöntiä, minkä lisäksi taimella on paljon paremmat kasvumahdollisuudet. Vaikka myyrät talvella lumen alla periaatteessa voivat liikkua melko vapaasti, painuu lumi heinitettyllä kohdalla kuitenkin tiukem-min maata vasten ja voi näin estää myyrien liikkumista taimen lähellä. Heinimiseen kannattaa ehdottomasti yhdistää myyräkarkotteen käyttö.

### Karkotteet

Muista istutuksen jälkeisistä toimenpiteistä myyräkarkotteen käyttö on erittäin suositeltavaa. ERSA-karkote on tällä hetkellä ainoa markkinoilla oleva kemiallinen keino myyriä vastaan. Mitään myrkkijä ei enää ole käytössä — eikä rotanmyrkkijä saa lain mukaan käyttää maastos-sa. Sitä paitsi kaikki rotanmyrkyt eivät edes tehoa myyriin. ERSA:n antama suoja ei ole täy-dellinen, mutta kohtalaisen hyvä suurissakin myyrätiheyksissä (Henttonen & Kaikusalo 1989b, Korhonen 1990). Testaamme parhaillaan myös muita uusia karkotteita, jotka eivät kuitenkaan ole vielä markkinoilla. Niissä on lupaavaksi osoittautuneita kuin myös pettymyksiä.

Karkotteen käyttöä voi suositella jo alkukesällä taimien tyviosalle (Henttonen 1991). Vastaistutettujen taimien nuorille lehdille ja vuosikasvaimille sen levittäminen alkukesällä sen sijaan voi aiheuttaa vikoja, koska kolmannes karkotteesta on liuottimena käytettyä lakkaben-siiniä. Sen sijaan heinäkuun lopulta lähtien karkotetta voi käyttää koko koivun taimen mitalta (Löyttyniemi & Heikkilä, suull.). Jos karkotetta käytetään jo alkukesällä taimen tyviosalle, pitäisi käsittely uusia ennen talvea koko taimelle, koska peltomyyrät pääsevät lumen sisällä kaluamaan taimea lumirajaan asti. Synteettisen lateksikiinnitteen käyttö karkotteen seassa saattaa parantaa karkotteen kestoa.

Riippuen ajankohdasta ja puulajista karkotteen voi levittää monella tavalla. Pieneen maa-lisutiin voi liittää puolen metrin rimanpätkän varreksi. Kumihansikkaan kämmenpuolelle liimat-tu vaahtomuovin palanen on kätevä apu varsinkin syksyllä, kun vartta käsitellään pitemmäl-ti. Taskutusruiskua voi käyttää samoin kuin reppuruiskua. Viimeksi mainitulla karkotteen kulutus vain on moninkertainen maalaisudilla sivelyyn verrattuna. Korostettakoon vielä kemiaan epäillen suhtautuville, että karkotteet eivät ole myrkkijä, vaan niiden teho perustuu pahaan makuun ja hajuun.

Todettakoon vielä yksi karkotteiden etu. Ruohokaskaat munivat runsaasti koivun taimiin, ja näiden munintareikien ympäriltä kuori usein kuolee sienitartunnan vuoksi. Jos munintareikiä on runsaasti, voi koko taimi menehtyä. Karkotteet todennäköisesti suojaavat taimia myös kas-kaita vastaan. Tässä suhteessa myös heinäntorjunta auttaa.

## Mekaaniset suojat

Mekaanisina suojoina myyriä vastaan on käytetty niin metalliverkkoa, LVI-putkea, taimen ympäri kierrettäviä spiraalisuojuksia kuin alumiinifoliota. Viimeisin tuote markkinoilla on polypropyleenistä valmistettu Tubex-taimisuoja ("tötsä").

Lähtökohtana voi pitää, että mikä tahansa suojus, joka ei ole taimelle vahingollinen, on myyrävuonna parempi vaihtoehto kuin suojaamatta jättäminen. Kunnollisen taimisuojan teho on yleensä pitkäaikainen. Karkotteet täytyy uusia ainakin vuosittain haihtumisen vuoksi.

Mekaanisten suojien taakkana on niiden kalleus. Niin Tubex-taimisuojan kuin spiraalisuojan vähittäismyyntihinta syksyllä 1991 oli noin 5 mk. Ensin mainitusta on suurissa erissä luvattu alennusta. Ohuesta LVI-putkesta halkaisemalla tehdyn suojan, joka sidotaan taimen tyven ympärille, hinta jää pienemmäksi: 10 cm:n palanen noin markan. Lyhyen suojan haittana on se, että myyrät voivat talvella kaluta taimea lumen sisällä putken yläpuolelta. Tällaista ennakoiden voisi harkita lyhyen LVI-putken ja myyräkarkotteen yhteiskäyttöä. LVI-putken pituutta (10—15 cm) ei voi taimisuojakäytössä paljoa lisätä, koska lumi voi painaa sen ja taimen maahan. LVI-putkehan ei varsinaisesti paineta maahan pystyyn, vaan se nojaa taimeen.

On myös huolehdittava siitä, ettei putken katkaisusta jää pahoja särmiä putken reunaan. Koivuhan on hyvin herkkä vaurioille ja niitä seuraaville sienitartunnoille. Taimen kasvaessa LVI-putki täytyy myös aikanaan poistaa.

Tänä kesänä on tullut markkinoille mm. Englannissa ja Pohjois-Amerikan länsirannikolla runsaasti käytetty, valoa läpäisevästä polypropyleenistä valmistettu Tubex-taimisuoja-putki. Malleja on useampia: mm. 120 cm pitkä malli koriste- ja omenapuille ja erityisesti meidän koivun paakkutaimelle kehitetty 75 cm pitkä malli. Jäykkä suoja-putki työnnetään tai lyödään maahan pystyyn. Tubex on kertainvestointina kalliimpi kuin useat muut toimenpiteet, kuten esim. karkotteet tai heiniminen, mutta toisaalta sen riittävä pituus suojaa koko taimen myyriä vastaan. Lisäksi se hajoo itsestään noin viiden vuoden kuluttua, eikä näin ollen tarvitse nähdä vaivaa suojusten poistamisesta.

Kesällä 1991 suorittamissani tutkimuksissa totesin koivun taimien kasvavan lyhyemmässä tubexeissa ainakin yhtä hyvin kuin kontrollit. Pitkissä putkissa koivujen vuosikasvaimet olivat kaksinkertaiset kontrolleihin nähden. Putkessahan vallitsee eräänlainen kasvihuoneilmasto. Pitkää tubexia voi suositella erityisesti jaloille lehtipuille, koska se edistää kasvua ja suojaa sekä jäniksiä että myyriä vastaan.

Mikäli myyrätuhot toistuvat tulevina vuosina yhtä pahoina kuin mitä ne ovat olleet lähi-vuosina, on koivun viljely monilla alueilla mahdotonta ilman lisätoimenpiteitä. Tuntuu järkevältä tukea MP- tai pellonvarausvaroilla koivun viljelyä korvaamalla osa taimisuojakuluista heti ensimmäisellä istutuskerralla - eikä kärsiä useamman istutuskerran ja tuhon vaivoja ja kuluja. Jos lasketaan yhdenkin tuhokerran, useammasta puhumattakaan, kaikki taloudelliset vaikutukset: uudet taimet, työvoimakulut, kasvutappiot jne, voisi taimisuojien osittainen korvaaminen tulla piankin kannattavaksi. Taimisuojat on se yksi ja ainoa kertatoimenpide, jolla myyrätuhot peltojen metsityksessä saataisiin kuriin.

## Kaluttujen taimien mahdollinen jälkihoito

Yhtenä keinona lievittää koivuviljelmillä tapahtunutta myyrätuhoa on neuvottu keväällä ennen kasvun alkua katkaisemaan kaluttu taimi syönnöskohdasta, jolloin tyvisilmuista kasvaa uusi verso (vesa). Keino toimii osittain, mutta sitä sovellettaessa on syytä muistaa seuraavia tosiasioita. Ensinnäkin, jo kesällä ympärikalutut taimet kuivavat yleensä pystyyn, eivätkä veso seuraavana kesänä niin kuin talvella kalutut voivat tehdä. Toiseksi, tyvisilmuista voi kasvaa uusi komea verso, mutta tässä on melkoista vaihtelua. Tyvisilmuista voi kasvaa myös useita versoja, jolloin seurauksena on pensas ennen kuin versoista joku aikanaan ottaa pääranka-aseman. Usein

tyvisilmuista syntyvät versot ovat huonokasvuisia, jopa maassa matavia. Kuten aiemmin on todettu, myyränsyönnökseen iskee usein sieni-infektio. Vaikka tyvisilmusta kasvaisi katkaisun jälkeen uusi verso, on hyvin mahdollista, että sienitartunta voi levitä uuteen versoon tyven kautta. Tyvivesominen saattaa onnistua paremmin hieman muhevilla mailla, mutta jos paikka on hiemankin veden vaivaama, lahoavat tyvitapit helposti ja nopeasti.

### **Puulajin valinta**

Koska männyn viljely pelloilla on vähentynyt, on valinta useimmiten tehtävä kuusen ja koivu-  
jen välillä. Usein muut tekijät kuin mahdollinen myyrätuhovaara ratkaisevat puulajin valinnan. Mutta jos kyse on tuhon jälkeisestä uusintaviljelystä, ja tuhoriski on edelleen olemassa, kannattaa harkita koivun vaihtoa kuuselle. Tuhoja tapahtuu kuusellekin, mutta keskimäärin se on peltojen metsityksessä rauduskoivua jonkin verran kestävämpi.

Mikäli kyse on sellaisesta metsitysalueesta, jossa raudus- ja hieskoivu muuten olisivat tasavertaisia ehdokkaita, niin on syytä muistaa, että myyrät inventointiemme perusteella suosivat enemmän raudusta kuin hiestä.

### **Resistenssijalostus**

Edellä olen käynyt läpi toimenpiteitä, joita yksityinen metsänomistaja tai metsänhoitoyhdistys voi peltojen metsityksessä suunnitella tai toteuttaa. Seuraavassa pohdin vielä toista lähestymistapaa; mitä yleisesti voidaan tehdä taimimateriaalin kestävyuden parantamiseksi?

Yksi keino on lisätä taimissa luontaisesti olevien, syöntiä estävien kemiallisten haitta-aineiden määriä. Tähän voidaan päästä kahdella tavalla: jalostamalla sellaista viljelymateriaalia, jossa haitta-aineiden määrät ovat suuret, ja kehittämällä taimitarhoilla sellaisia kasvatusmenetelmiä, jotka lisäävät haitta-aineiden muodostusta.

Puulajin, esim. rauduskoivun yksilöiden välillä on melkoista vaihtelua kelpaavuudessa kasvinsyöjänisäkkäille (Rousi ym. 1989, 1990), mikä johtuu kullekin kasvilajille ominaisten kemiallisten haitta-aineiden määristä. Rauduksella tehdyt kokeet osoittavat selvästi, että perinnölliset tekijät säätelevät voimakkaasti tärkeimpien haitta-aineiden määriä (Tahvanainen ym. 1991). Jalostamalla pahemman makuisia raudustyyppisiä, mikä rauduksella voi tehokkaasti onnistua mikrolisäyksen avulla, voidaan viljelymateriaalin yleistä kestävyyttä parantaa. Toisaalta analysoimalla tuhoja jo tehdyissä laajoissa jälkeläiskenttäkokeissa voidaan viljelymateriaalista poistaa tuhoherkimpää linjoja.

Myös kasvatusolosuhteet vaikuttavat selvästi koivun taimen myöhempään tuhoherkkyyteen; lisäksi perinnöllisten ja ympäristötekijöiden välillä on vahvoja yhdysvaikutuksia (Rousi ym. 1991). Taimitarhalla tapahtuva lannoitus on yksi tekijä, jota pitäisi soveltaa uudella tavalla. Olemme kokeissamme todenneet, että lisäämällä tyypeä kasvatuksessa heikennetään taimen tyven myöhempää tuhokestävyyttä myyriä vastaan (Rousi ym. 1991). Tutkimme parhaillaan laajassa koesarjassa, miten eri PK-tasoilla ja ajallisesti eri kestoissa tyyppilannoituksissa koivun taimien myöhempi tuhokestävyys kehittyy. Mahdollisuuksia on varmasti muitakin. Taimitarhaisissa kasvatuksissa kestävyteen vaikuttavien tekijöiden synty on kuitenkin kompromissien hakua, koska kestävyys myyrätuhoja vastaan ja taimen koko eivät aina kulje yhdessä.

Kiitokset: Pekka Niemelä rutisteli pahimpia kielikukkasiani.

## Kirjallisuus

- Hanski, I., Hansson, L. & Henttonen, H. 1991. Specialist predators, generalist predators, and the microtine rodent cycle. *Journal of Animal Ecology* 69, 353—367.
- Hansson, L. & Henttonen, H. 1988. Rodent dynamics as community processes. *Trends in Ecology and Evolution* 3, 195—200.
- Heikkilä, R. & Löyttyniemi, K. 1991. The effect of simulated moose damage on the development of young Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* (submitted).
- Henttonen, H. 1989. Myyrrien kannanvaihtelut — Pallaksen myyrätutkimus. Summary: Population fluctuations of microtine rodents: Aspects of geographic patterns, and a case study of genuine cycles at Pallasjärvi, Finnish Lapland. *Folia For.* 736, 53—58.
- 1991. Myyräkarkotteista. *Metsälehti* 16, 17.
- & Kaikusalo, A. 1989a. Huikeat myyrätuhot. *Metsälehti* 11, 8.
- & Kaikusalo, A. 1989b. Myyräkarkotteet testissä. *Metsälehti* 14, 20.
- & Kaikusalo, A. 1991a. Myyräkannat nousussa. *Metsälehti* 5, 5.
- & Kaikusalo, A. 1991b. Myyräkannat huipussa. *Metsälehti* 17, 15.
- & Niemimaa, J. 1990. Myyräjuhlien masentava päätös: uudet taimet maahan. *Metsälehti* 17, 23.
- , McGuire, A.D. & Hansson, L. 1985. Comparisons of amplitudes and frequencies (spectral analyses) of density variations in long-term data sets of *Clethrionomys* species. *Annales Zoologici Fennici* 22, 221—228.
- Kangas, E. 1935. Myyrrien ja jänisten tuhoja Punkaharjulla. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 10, 231—238.
- Kemiran Metsätiedote, 1/1990.
- Korhonen, K.-M. 1990. Myyrät metsitettävillä pelloilla. *Kasvinsuojelupäivät*, Helsinki, ss. 104—107.
- 1987. Damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) to Scots pine in man-made habitats in northern Finland. *Comm. Inst. For. Fenn.* 144, 61 s.
- , Teivainen, T., Kaikusalo, A., Kananen, A. & Kuhlman, E. 1983. Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen. Summary: Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978. *Folia For.* 572, 18 s.
- Löyttyniemi, K. 1983. Männyn taimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen. Summary: Recovery of young Scots pines from stem breakage. *Folia For.* 560, 11 s.
- Myllymäki, A. 1975. Outbreaks and damage by field rodents and other harmful small mammals in Finland. *Ecological Bulletin* 19, 17—29.
- Rousi, M., Henttonen, H. & Kaikusalo, A. 1990. Resistance of birch (*Betula pendula* and *B. platyphylla*) seedlots to vole (*Microtus agrestis*) damage. *Scan. J. For. Res.* 5, 427—436.
- , Tahvanainen, J. & Uotila, I. 1989. Inter- and intraspecific variation in the resistance of winterdormant birch (*Betula* spp.) against browsing by the mountain hare. *Holarctic Ecology* 12, 187—192.
- , Tahvanainen, H., Henttonen, H. & Uotila, I. 1991. The effect of shading and fertilization on the resistance of winter-dormant European white birch (*Betula pendula*) to vole and hare feeding. *Ecology* (in press).
- Siitonen, J. & Nikula, A. 1990. Lapinmyyrän puustolle aiheuttamat tuhot Länsi-Lapin ojitetuilla soilla. *Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja* 362, 56—61.
- Tahvanainen, J., Julkunen-Tiitto, R., Rousi, M. & Reichardt, P.B. 1991. Chemical determinants of resistance in winter-dormant seedlings of European white birch (*Betula pendula*) to browsing by the mountain hare. *Chemoecology* (in press).
- Teivainen, T. 1981. Myyrätuhojen rytmi vuosina 1973-80 piirimetsälautakunnittain. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 8, 1—3.
- , Jukola-Sulonen, E.-L. & Mäenpää, E. 1986. Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen. Summary: The effect of ground-vegetation suppression using herbicide on the field vole, *Microtus agrestis* (L.), population. *Folia For.* 651, 19 s.
- , Jukola, E.-L., Kaikusalo, A. & Korhonen, K. 1979. Vesimyyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa. Summary: Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland. *Folia For.* 388, 28 s.

## HIRVITUHON VAIKUTUS PELLONMETSITYKSEN ONNISTUMISEEN

Effect of moose damage on afforestation outcome on former agricultural land

Risto Heikkilä

Metsäntutkimuslaitos, Metsäeläintieteen tutkimussuunta, 00170 Helsinki

### Abstract

The paper discusses the factors affecting damage caused by moose as revealed by recent studies. When evaluating the risk of moose damage in young stands established on former agricultural land, the location of high density moose ranges and the characteristics of the stands as well their surroundings should be taken into account. The possibility for birch (*Betula spp*) species to become seriously browsed is especially high due to the suitability of these species as moose fodder throughout the year. Scots pine (*Pinus sylvestris*) is browsed by moose mainly in their wintering areas. In order to reduce this damage, tree species less favoured by moose (e.g. *Picea abies* and *Pinus contorta*) could be planted. The increase in stand density leads to more selective feeding behaviour and reduces the significance of stem injuries. By using silvicultural cleaning, it is possible to make growth conditions in the stand more favourable. There are also differences in resistance between individual trees, these being related to growth conditions as well as genetic aspects. The use of protective measures should be increased especially with birch. Moose densities should be better adjusted in relation to the area of young stands in order to reduce the magnitude of the damage.

### Johdanto

Hirvet aiheuttavat yleisesti tuhoja talvisin männyn ja myös muina vuodenaikoina koivun taimikoissa. Tuhojen esiintymiseen vaikuttavat hirvitiheyden ohella mm. hirvien elinpiirien sijainti sekä taimikoiden ja niiden ympäristöjen ominaisuudet. Tuhojen huomattava merkitys on johtanut muutoksiin metsänuudistamisessa, eikä kasvupaikalle sopivinta puulajia tai menetelmää ole läheskään aina voitu käyttää. Tuhoriskin määrittämisessä tarvitaan perustietoja siihen vaikuttavista tekijöistä. Erityisesti pellonmetsitysalloilla huomioon otettavista tekijöistä on suhteellisen vähän tietoa käytettävissä. Käsillä olevan esityksen tarkoituksena on kartoittaa niitä hirven ravinnonkäytön ja taimikoiden ominaisuuksien niitä vuorovaikutuksia, joihin tulisi kiinnittää huomiota myös peltoja metsitettäessä.

### Taimikoiden sijainti

Riippuen metsäalueiden ominaisuuksista hirvet voivat olla suureksi osaksi samalla alueella tai käyttää kesällä ja talvella eri laidunalueita. Hirvet voivat myös vaeltaa pitkiäkin matkoja populaatiodynamiikkaan, perinnöllisiin tekijöihin tai ravinnonkäyttöön liittyvistä syistä. (Sweanor & Sandegren 1988, 1989). Taimikoiden sijainnin suhteessa jatkuvaa häirintää aiheuttaviin tekijöihin (asutus, tiet ym.) on useissa tutkimuksissa todettu vaikuttavan voimakkaiden hirvituhojen

esiintymiseen. Etenkin talvella hirvien elinpiirit ovat yleisesti metsäisillä alueilla kaukana häirinnästä. Talvitihentymäalueet, jotka ovat yleensä ongelmallisia metsittämiskohteita, ovat tavallisesti myös tiedossa. Lehtipuutaimikoissa esiintyy yleisesti tuhoja muinakin vuodenaikoina. 1970-luvun koivuistutusten on todettu sijainneen suurimmaksi osaksi lähellä asutusta, mikä on myös selvästi vaikuttanut niiden onnistumiseen (Heikkilä & Raulo 1987).

Taimikoiden lähiympäristön vaikutusta hirvituhoihin on tutkittu lähinnä maamme eteläosassa. Alueelle on tyypillistä topografian pienimuotoinen vaihtelu ja aikaisemmin kuusivaltaisten metsien uudistaminen männyntaimikoiksi. Tuhojen yleisyys soiden ja peltojen lähistöllä johtunee sekä ravinnonkäytön tarpeista että häirinnän vaikutuksesta. Mäet, rinteet ja kuusivaltaisten reunametsien keskellä olevat taimikot ovat olleet hirvien suosimia. (Huttunen 1977, Repo & Löyttyniemi 1985, Heikkilä 1991).

Maaperän ravinteisuuden vaikutuksesta hirvituhoihin on erilaisia käsityksiä. Eri metsätyyppien välillä ei ole aina havaittu selviä eroja tai tuhoja on männyllä havaittu etenkin kuivilla mäntykankailla (Lääperi & Löyttyniemi 1988). On myös arveltu taimien pääsevän hyväkasvuissa maaperässä suhteellisen nopeasti ohi tuhoalttiista vaiheesta. Toisaalta kun taimien kasvu on hyvä, hiiliyhdisteet sitoutuvat suuressa määrin kasvuun, jolloin haitallisten sekundaariyhdisteiden määrä vähenee (Bryant ym. 1983). Siten esim. lannoitetut taimet ovat hirven suosimia (Löyttyniemi 1981). Hirven on myös todettu suosivan rehevällä maalla olevia taimikoita, joskin tuhon voimakkuusaste voi riippua muistakin taimikon tilaan ja sijaintiin vaikuttavista tekijöistä (Bergerud & Frank 1968, Heikkilä 1991).

## Taimikon rakenne

Taimikon rakenne muodostuu puulaji-, tiheys- ja pituussuhteista. Hirven on yleisesti todettu suosivan taimikoita joissa kasvilajien diversiteetti on suuri (Peek ym. 1976, Hjeljord ym. 1990). Puulajit, kuten pihlaja, haapa ja eräät pajut, joiden sulavuus on hyvä, ovat hirven suosimia (Hjeljord ym. 1982, Bergström & Hjeljord 1987). Hirvituhoon vaikutusta on tutkittu käyttämällä metsänhoidolliseen tilaan liittyviä tunnuksia. Sen ollessa epätydyttävä ja siis taimikon ollessa vajaapuustoinen tai perkausta tarvitseva, on hirvituhoon esiintyminen ollut voimakasta. Etenkin alkuvaiheen taimikuolleisuudesta johtuva taimikon aukkoisuus on selittänyt voimakkaiden tuhojen esiintymistä. Lehtipuuvesakon vaikutus liittyy vesakon kokonaismäärään ja hirven suosimien puulajien osuuteen. Männyntaimikoissa tehtyjen inventointien mukaan haavan ja pihlajan osuuden kasvaessa myös hirvituhoon mahdollisuus kasvaa (Löyttyniemi & Piisilä 1983, Lääperi & Löyttyniemi 1988, Heikkilä 1991). Vesakon houkuttelevan vaikutuksen lisäksi on kuitenkin huomattava, että vaihtoehtoisen ravinnon yleinen ja voimakas vähentäminen voi myös johtaa syöntipaineen kohdistumiseen pääasiassa kasvatettavaan puulajiin, mäntyyn tai koivuun.

Hirvi pyrkii valitsemaan ravintokohteen, jossa saatavilla olevan ravinnon määrä on suuri. Tämä mahdollistaa paitsi optimaalisen ravinnonkäytön myös edullisen hyötysuhteen energiankäytössä ottaen huomioon mm. liikkumisen tarpeen (Belovsky 1981, Belovski & Jordan 1978). Taimikon tiheyden vaikutusta tuhoihin on tutkittu eräiden havupuiden ja koivun taimikoissa. Hirvi käyttää tiheässä taimikossa enemmän biomassaa kuin harvassa. Yhtä tainta kohti kulutus on kuitenkin tiheässä taimikossa pienempi. Hirven valikoivasta ravinnonkäytöstä johtuen syötyjen oksien läpimitta on tiheässä taimikossa keskimäärin pieni. Siten saadaan suhteellisen suuri nettoenergia, sillä oksan paksuuntuessa ja kuitupitoisuuden noustessa ravinnon sulavuus huononee (Vivås & Saether 1987, Heikkilä julkaisematon). Hirven taittamien päärankojen osuus vähenee taimikon tiheyden kasvaessa. Siten jäljelle jäävien vioittumattomien taimien määrä hehtaaria kohti kasvaa tiheyden noustessa (Heikkilä 1990a).

## Taimien tuhonkestävyys

Taimien tuhonkestävyydessä on todettu eroja, kun samalla kasvupaikalla on verrattu eri taimialkuperiä. Eteläisten alkuperien kulutusaste on pohjoisia suurempi. Edellisissä on haitallisten sekundaariaineiden pitoisuus myös pienempi ja ravinnon sulavuus siten parempi (Haukioja ym. 1983, Niemelä ym. 1989). Hirven mainitaan myös käyttävän mielellään suurehkojen taimien latvaosia, koska niiden resistenssi on suhteellisen alhainen pienestä sekundaariainepitoisuudesta johtuen (Bryant & Kuropat 1980). Taimikoiden eräät taimiyksilöt tulevat jatkuvasti voimakkaasti syödyiksi (Bergström 1984). Osaltaan tämä johtuu siitä, että taimi, josta aikaisemmin on syöty, kehittää uusia versoja, joiden resistenssi heikkenee kasvunopeuden lisääntyttyä (Danell 1983, Coley ym. 1985). Koivun taimien nisäkäsresistenssin on todettu liittyvän oksissa olevien nystermien kemialliseen koostumukseen sekä mm. fenolipitoisuuksiin, mitkä ominaisuudet saattavat olla tärkeitä myös hirven suhteen (Rousi ym. painossa).

Hirven on todettu suosivan rauduskoivun taimia hieskoivuun verrattuna (Danell ym. 1985, Heikkilä subm.). Hieskoivua käytetään kuitenkin suuressakin määrin riippuen sen saatavillaolosta. Suuren ravinnepitoisuutensa vuoksi (Ferm & Markkola 1985) koivuntaimikot ovat edullinen ravintolähde hirville etenkin alkukesällä. Kontortamänty on vähemmän hirven suosima kuin tavallinen mänty (Rosvall & Friberg 1988/89) ja kuusta hirvi käyttää hyvin vähän. Pienten koivuntaimien on todettu olevan suhteellisen toipumiskykyisiä hirvituhoon suhteen (Bergström 1984, Heikkilä & Raulo 1987). Todennäköisesti kuitenkin runkovauriosta syntyvän pysyvän lahovian todennäköisyys kasvaa taimien koon kasvaessa. Jatkuva syönti johtaa taimien pensastumiseen ja männyllä tehtyjen kokeiden mukaan kertatuhokin helposti pysyviin laatuviikoihin (Heikkilä & Löyttyniemi subm.).

## Tuhojen torjunta

Metsänhoidollisista keinoista voidaan hirvituhojen esiintymiseen vaikuttaa puulajivalinnassa, uudistamistavassa ja taimikonhoidossa. Männyn tai koivun taimikon tiheyttä voidaan nostaa käyttämällä mahdollisuuksien mukaan luontaista uudistamista tai kylvöä. Taimikonhoidossa tulisi huolehtia siitä, ettei kasvatettava puulaji kärsi ylitiheästä, etukasvuisesta vesakosta. Hirvitiheyden pitämiseksi tuhojen suhteen kohtuullisena olisi syytä ottaa huomioon alueelliset kestävyyserot myös metsä- ja taimikkopinta-aloja ajatellen (Lääperi & Löyttyniemi 1988, Heikkilä 1990 a).

Taimet voidaan suojata karkoitteilla käsittelemällä latvaosa ennen tuhoriskiperiodia. Männyllä syksyllä tehty käsittely suojaa taimet talveksi. Latvakasvaimen lisäksi voidaan tehon parantamiseksi käsitellä myös viimeinen kasvainkiehkura. Koivuntaimet tulisi käsitellä myös kesäajaksi. Koska kasvavat lehdet voivat vioittua, on käsittely tehtävä ennen silmujen puhkeamista. Kesän aikana kasvuvaiheessa olevien lehtien käsittelyä on vältettävä. Karkotteiden tehokkuutta testattaessa ei käyttöön hyväksytyjen valmistajien välillä ole todettu merkittäviä eroja. Mekaanisista suojauskeinoista sähkö-, metalli- tai kuitunauha kestää useampivuotisen käytön, kevytmuovinauha sensijaan painuu talvella maahan. (Löyttyniemi 1983, Löyttyniemi & Piisilä 1983, Heikkilä 1990 a ja b, 1991).

## Yhteenveto

Käsillä olevassa julkaisussa tarkastellaan hirvituhoon voimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Peltometsitysten tuhoriskiä arvioitaessa syytä ottaa huomioon hirvien elinpiirien sijainti sekä taimikon ja sen lähiympäristön ominaisuuksien vaikutus. Etenkin koivun tuhoriski pelloilla on

verraten suuri, koska se on käyttökelpoinen ravintolähde useina vuodenaikoina. Mäntyä hirvi käyttää varsinkin talvehtimisaikoina. Hirven ravinnonvalintaa eri puulajien suhteen voidaan käyttää hyväksi tuhojen vähentämisessä lähinnä suosimalla kuusta tai kontortämäntyä. Taimikon tiheyden lisäys johtaa valikoivampaan ravinnonkäyttöön ja vähentää latvatuhojen merkitystä. Taimikon hoidossa voidaan vähentää houkuttelevien puulajien vaikutusta ja parantaa taimien kasvutilaa. Taimien tuhonkestävyydessä on sekä kasvuolosuhteista että geneettisistä syistä johtuvia eroja. Tuhojen torjunnassa on käytettävissä erilaisia mekaanisia ja kemiallisia menetelmiä. Niiden käyttöä tulisi etenkin koivun osalta lisätä suuren tuhoriskin vuoksi. Hirvitiheyksiä tulisi vähentää alueilla, joilla syöntipaine taimikkopinta-alaa kohti on suuri.

## Kirjallisuus

- Belovsky, G.E. 1981. Food plant selection by a generalist herbivore: the moose. *Ecology* 62, 1020—1030.
- & Jordan, P.A. 1978. The Time-Energy Budget of a Moose. *Theoretical Population Biology* 14, 76—104.
- Bergerud, A.T. & Frank, M. 1968. Moose damage to balsam fir — white birch forests in central Newfoundland. *Journal of Wildlife Management* 32(4), 729—746.
- Bryant, J.P. & Kuropat, P.J. 1980. Selection of winter forage by subarctic browsing vertebrates: the role of plant chemistry. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11, 261—285.
- , Chapin, III, F.S. & Klein, D.R. 1983. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos* 40, 357—368.
- Bergström, R. 1984. Rebrowsing on birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*) stems by moose. *Alces* 19, 3-13.
- & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in Northwestern Europe and Poland. *Swedish Wildlife Research*, suppl. 1, 213—228.
- Coley, P.D., Bryant, J.P. & Chapin, III, F.S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230, 895—899.
- Danell, K. 1983. Shoot growth of *Betula pendula* and *B. pubescens* in relation to moose browsing. *Alces* 18, 197—209.
- , Huss-Danell, K. & Bergström, R. 1985. Interactions between browsing moose and two species of birch in Sweden. *Ecology* 66(6), 1867—1878. 210.
- Ferm, A. & Markkola, A. 1985. Hieskoivun lehtien, oksien ja silmujen ravinnepitoisuuksien kasvukautinen vaihtelu. Summary: Nutritional variation of leaves, twigs and buds in *Betula pubescens* stands during the growing season. *Folia For.* 613, 28 s.
- Haukioja, E., Huopalahti, R., Kotiaho, J. & Nygrén, K. 1983. Millaisia männyntaimia hirvi suosii. Summary: The kinds of pine preferred by moose. *Suomen Riista* 30, 22—27.
- Heikkilä, R. 1990 a. Hirvituhot ja niiden torjunta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 361, 94—103.
- 1990 b. Hirvituhojen torjuntakeinot. Kasvinsuojelupäivät 1990, 108—114.
- 1991. The effect of plantation characteristics on moose browsing in Scots pine. *Silva Fennica* 24(4), 341—351.
- & Raulo, J. 1987. Hirvituhot vuosina 1976—77 istutetuissa rauduskoivun taimikoissa. Summary: Moose damage in plantations of *Betula pendula* established in 1976—77. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 261, 16 s.
- Hjeljord, O., Sundstoel, E. & Haagenrud, H. 1982. The nutritional value of browse to moose. *Journal of Wildlife Management* 46(2), 333—343.
- , Hövik, N. & Pedersen, H.B. 1990. Choice of feeding sites by moose during summer, the influence of forest structure and plant phenology. *Holarctic Ecology* 13, 281—292.
- Huttunen, P. 1977. Hirvivahingot ja niiden metsätaloudellinen merkitys viljelytaimistoissa Etelä-Karjalan eräissä pitäjissä. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitos. 61 s.
- Lääperi, A. & Löyttyniemi, K. 1988. Hirvituhot vuosina 1973—1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973—1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District. *Folia For.* 719, 13 s.
- Löyttyniemi, K. 1981. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*). *Folia For.* 487, 14 s.
- 1983. Sähköpaimen taimikkojen suojauksessa hirvivahingoilta. Summary: Testing of electric fences for moose (*Alces alces*). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 102, 7 s.

- & Piisilä, N. 1983. Hirvivahingot männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in young pine plantations in the Forestry Board District Uusimaa-Häme. *Folia For.* 553, 23 s.
- Niemelä, P., Hagman, M. & Lehtilä, K. 1989. Relationship between *Pinus sylvestris* L. Origin and Browsing Preference by Moose in Finland. *Scan. J. For. Res.* 4, 239—246.
- Peek, J.M., Ulrich, D.L. & Mackie, R.J. 1976. Moose habitat selection and relationships to management in northeastern Minnesota. *Wildlife Monographs* 48, 1—65.
- Repo, S. & Löyttyniemi, K. 1985. Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalttiuteen. Summary:—The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young scots pine plantations. *Folia For.* 626, 14 s.
- Rosvall, O. & Friberg, G. 1988/89. Contortatall och älgskador. Institutet för skogsförbättring. Skogsträdsförädlingsinformation 1988/89 Nr 4, 1—4.
- Rousi, M., Tahvanainen, J. & Uotila, I. Mechanism of resistance to hare browsing in winter-dormant European white birch (*Betula pendula*). *The American Naturalist*. (in press).
- Sweanor, P.Y. & Sandegren, F. 1988. Migratory behaviour of related moose. *Holarctic ecology* 11, 190—193.
- 1989. Winter-range philopatry of seasonally migratory moose. *Journal of Applied Ecology* 26, 25—33.
- Vivås, H.J. & Saether, B-E. 1987. Interactions between a generalist herbivore, the moose *Alces alces*, and its food resources: an experimental study of winter foraging behaviour in relation to browse availability. *Journal of Animal Ecology* 56, 509—520. 302.

## ENERGIAPUUTUOTANTO VAIHTOEHTONA PELLONMETSITYKSESSÄ

Energy-wood production as an alternative in the afforestation of former farm land

Liisa Tahvanainen & Maisa Viljanen

Joensuun yliopisto, 80100 Joensuu

### Abstract

An essential object of intensively cultivated wood biomass production for energy is to provide a substitute, at least a partial one, for both nuclear power and fossil fuels and thereby also to reduce CO<sub>2</sub>-emissions. Energy wood production is also one alternative way of utilizing production areas released from cereal crop production. Such former agricultural fields are suitable for energy wood production and energy wood fields are also easy to either return cereal crop production or convert into normal forestry plantations. To reach high biomass yields, short rotation willows require fertile mineral soil fields for their growth. However, fields trials carried out on mineral soils are very few in number in Finland. Very little is also known about the yield potential of mixed stands, although many individual high-yielding clones have already been found. It may be possible to increase the productivity of willow stands by combining clones which can utilize different growth resources or which have different annual growth rhythms. New trials have been established in May 1991 on mineral soil fields to study the yield potential and the factors affecting growth of three willow clones as both pure and mixed stands. Soil changes will also be studied. Besides new trials, the regeneration of 5—7 years old stands after coppicing and the development of these coppices on the old sample plots will be followed. Results from the old trials carried out on mineral soil fields in Joensuu have been quite variable. Annual above-ground leafless o.d. biomass production has varied between 2.2 and 9.6 t/ha after three growing seasons. This variation was observed to depend on fertilization, clone and site. The most productive species has been *S. viminalis* on a field which been kept fallow.

### Taustaa

Voimaperäisen puubiomassan tuotannon keskeisenä tavoitteena on korvata sekä fossiilisten polttoaineiden että ydinvoiman käyttöä ja vähentää hiilidioksidipäästöjä. Energiapuun tuotannosta etsitään myös vaihtoehtoista käyttömuotoa maataloudesta vapautuvalle tuotantopinta-alalle silloin, kun on ylituotantoa perinteisistä maataloustuotteista. Viljantuotannosta vapautuneet pellot soveltuvat hyvin energiapuun kasvatusalueiksi ja energiapajun kasvatusta voidaan ainakin viljelmien perustamisvaiheessa verrata maataloustuotantoon. Jos tuotantosuuntaa tilalla halutaan myöhemmin muuttaa on energiapuupelto helposti muutettavissa joko takaisin peltokasvien viljelyyn tai metsän kasvatukseen.

Suomessa tähän mennessä tehdyt energiapajututkimukset ovat keskittyneet lähinnä yksittäisten tuottoisien kloonien löytämiseen ja turvetuotannosta vapautuvien suonpohjien käyttömahdollisuuksien selvittämiseen. Tutkimusten kesto aika on ollut yleensä melko lyhyt ja niissä on keskitytty viljelmien perustamis- ja alkuvaiheiden selvittämiseen.

Suonpohjilla pajun tuotosta, kuten muidenkin kasvien, rajoittavat yleensä alueiden halvanarkuus sekä ravinnetaloudelliset ongelmat. Suuriin biomassatuotoksiin pääseminen edellyttää energiapajun kasvattamista viljavilla kivennäismaan pelloilla. Tällaisia tutkimuksia on meillä tehty vain vähän.

Vaikka tutkimuksissa onkin löydetty monia tuottoisia pajuklooneja ei niiden sekakasvustojen menestymisestä ole tietoa. Sekakasvustoilla tuotosta voitaneen lisätä, jos kasvatettavat lajit pystyvät käyttämään sellaisia kasvutekijöitä hyväkseen mitä toiset eivät pysty (esim. valo- ja varjopuut). Sekakasvustojen menestymisen tutkimustarvetta lisää myös huoli siitä, että monokulttuureissa kapea perinnöllinen pohja saattaa lisätä viljelmien tuhoriskiä.

## Tarkoitus

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää:

### A) Uusilla perustettavilla kokeilla

- 1) energiapajukloonien tuotospotentiaalia kivennäismaan pelloilla
- 2) voidaanko biomassatuotosta energiapuuviiljelmillä lisätä käyttämällä kloonisekoituksia ja vaihteleeko optimaalinen kasvatustiheys klooneittain
- 3) millaisia hoitotoimenpiteitä energiapajuviiljelämä vaatii, kun se perustetaan suoraan viljanviljelystä siirtyvälle pellolle
- 4) millaisia vaikutuksia energiapajuviiljelyllä on peltomaahan (tiiviyks, ravinteisuus, pieneliöstö ja humuksen kertyminen)

### B) Vanhoilta koelohjoilta

- 1) olemassaolevan mittausmateriaalin ja tämän kasvukauden mittaustulosten perusteella etupäässä vesi- ja vannepajulla (*Salix dasyclados* ja *S. burjatica* cv. *aquatica*) sekä jokipajun (*S. triandra*) biomassatuotosta
- 2) korjuunjälkeistä kantovesakon uudistumista 5—7 vuoden pituisen kiertoajan jälkeen.

## Toteutus

Uudet koalat on perustettu toukokuussa 1991 Liperiin Siikasalmen maatalousoppilaitoksen pellolle, jossa edellisenä kasvukautena viljeltiin kauraa.

Kokeessa on mukana yksi kloni kustakin kolmesta kokeeseen valitusta pajulajista. Valitut lajit ovat *Salix schwerinii*, *S. dasyclados* ja *S. burjatica*.

Kokeessa on kustakin kloonista puhtaat kasvustot neljässä eri tiheydessä, kaikki kahden kloonin sekoitukset neljässä eri tiheydessä sekä kolmen kloonin sekoitus neljässä eri tiheydessä. Käytetyt tiheydet ovat 4000, 8000, 16000 ja 32000 pistokasta/ha. Kussakin koeruudussa on 121 koejäsentä. Toistoja on kolme.

Koeruduilta otetaan vuosittain maanäytteet peltomaan mahdollisten muutosten seuraamiseksi. Ensimmäisen kasvukauden jälkeen koalat inventoidaan ja vesakko kaadetaan. Tämän jälkeen vesakon kehitystä seurataan vähintään kolmen kasvukauden ajan.

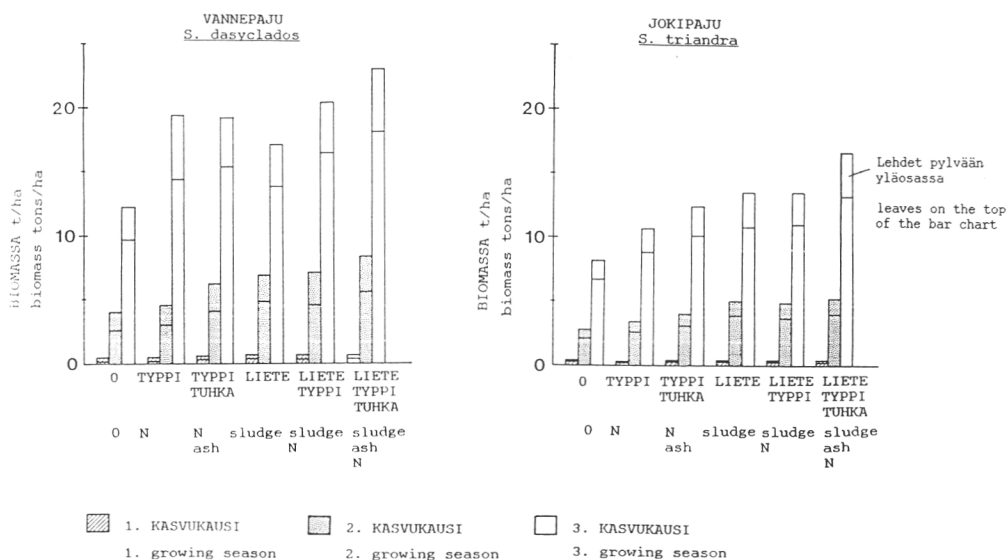
Lisäksi seurataan myös vanhoille koelohjoille syntyneiden kantovesakoiden kehitystä. Pajukloonien biomassat määritetään vuosittain kasvukauden loputtua.

## Vanhojen kokeiden tulokset

Suoraan viljanviljelystä energiapajunviljelyyn otetuilla kivennäismaan pelloilla Joensuun liksenvaaralla oli vannepajun maanpäällisen lehdettömän kuivamassan tuotos kolmen ensimmäisen kasvukauden aikana keskimäärin 0.3, 4.3 ja 14.2 t/ha/a, kasvatustiheyden ollessa 42000 kpl/ha. Jokipajun vastaavat vuotuiset tuotokset olivat 0.2, 3.2 ja 10.0 t/ha/a.

Lannoituksesta riippuen vaihteli vannepajun lehdetön maanpäällinen kuivamassa 8.6—18.9 t/ha kolmen kasvukauden jälkeen ja jokipajun 6.7—13.2 t/ha (kuva 1). Vastaavat vuotuiset keskimääräiset tuotokset (vannepaju 2.9—6.0 t/ha/a ja jokipaju 2.2—4.1 t/ha/a) olivat jonkin verran pienempiä kuin Hytösen (1990) ilmoittamat arvot.

Kesannoinnin jälkeen energiapajunviljelyyn otetuilla kivennäismaan pelloilla Joensuun Pilkossa oli vesasyntyisten vesipajukloonien lehdetön maanpäällinen kuivamassa kolmen kasvukauden jälkeen 17.0—26.8 t/ha ja koripajukloonien (*S. viminalis*) 10.3—28.9 t/ha. Vastaavat vuotuiset tuotokset olivat vesipajuklooneilla 5.7—9.0 t/ha ja koripajuklooneilla 3.4—9.6 t/ha. Istutustiheys oli kaikilla klooneilla 32000 kpl/ha.



Kuva 1. Lannoituksen vaikutus vannepajun ja jokipajun kuiva-ainetuotokseen kolmen ensimmäisen kasvukauden aikana.

Fig. 1. Above ground o.d. biomass production during the first three growing seasons of *S. dasyclados* and *S. triandra* under different fertilization treatments.

## Kirjallisuus

- Hytönen, J. 1990. Lyhytkiertoviljelmien ravinnetalous ja biomassatuotos. Metsänhoitotieteen lisensiaattityö. Helsingin yliopisto.
- Perry, D. A. 1985. The competition process in forest stands. Teoksessa: Cannell, M.G.R., Jacson, J.E. (toim.) 1985. Trees as Crop Plants. Institute of Terrestrial Ecology. Natural Environment Research Council. ss. 481—506.

## SOSIOEKONOMISET TEKIJÄT JA PELTOJEN METSITTÄMINEN

Socio-economic aspects of field afforestation in Finland

Ashley Selby

Metsäntutkimuslaitos, Metsäekonomian tutkimusosasto, 00170 Helsinki

### Abstract

The paper summarizes previous socio-economic investigations of field afforestation activities in Finland. The intensity of field afforestation activities possesses a marked southwest-northeast trend, with the greatest intensities being found in central, eastern and north-eastern Finland. While the distribution is strongly correlated with the quality of agricultural land, there are also distinct socio-economic factors underlying the decision to afforest agricultural land. Poor farm structure, small farm site, aging farm population, generation transfer problems, and a low degree of development of the socio-economic environment all possess a positive explanatory relationship with the propensity to afforest fields. Analyses of the applications for permission to afforest arable land have revealed that in eastern Finland, where the agricultural tradition is younger, applications to afforest agricultural land have been more frequently rejected than in western Finland. Dairy farmers have been more active than grain farmers in seeking afforestation permits. The general trend of the 1980s has been that those farmers seeking permission to afforest fields had already ceased agricultural production. Recent legislation has considerably increased the premiums and other state support for field afforestation as well as easing the conditions, but the response from the farming public has not been sufficient to even nearly meet the intended sustainable field afforestation rate of 10000 ha/year. Since the first legislation in 1969, which supported field afforestation with state grants, some 110000 ha of agricultural land has been afforested by planting and artificial seeding. During the same period, land clearance activities have continued as supplementary arable land has become increasingly scarce and its price increasingly prohibitive. The mismanagement of the introduction of legislation to impose a land clearance fee led to an eighteen-month land clearance bonanza, so that by 1988 the area of land clearances during the period in question is almost the same (c. 107000 ha) as the area of field afforestation achieved through state subsidies.

### Taustaa

Viljellyn peltopintaalan supistaminen on ollut valtiovallan keskeisimpiä tavoitteita maatalouden ylituotannon vähentämisessä. Vasta vuonna 1969 tehtiin ensimmäinen varteenotettava yritys peltoalan supistamiseksi, huolimatta maataloustuotteiden markkinoinnissa esiintyneistä ongelmista (Komiteanmietintö 1960:9 & 1961:1). Peruslainsäädännöksi tuli vuoden 1969 pellonvaurauslainsäädäntö, jonka lisäksi laadittiin vuoden 1969 Metsänparannuslakiin liittyvä lisäys, joka salli metsävarojen käytön peltojen metsittämiseen.

1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa maaseudun rakennemuutos oli yhtä mittavaa kuin nykyisin. Silloin maaseudun autioituminen oli niin voimakasta, että se vaikutti peruuttamattomasti maamme maaseudun luonteeseen.

Pellonvarausohjelmia alettiin toteuttaa rakennemuutoksen aikana. Niissä suosittiin eniten pieniä maatiloja alueilla, joissa sosioekonominen rakenne oli heikko ja yhä heikkenevä. Lisäksi Metsänparannuslaki tarjosi monille tukirahoitusta varattujen maa-alueiden metsittämiseksi.

### Alueelliset erot pellon metsittämisessä — sosioekonominen selitysmalli

Aikaisempi pellon metsittämiseen liittyvä tutkimus (Selby) osoitti suuria alueellisia eroja peltojen metsittämisen voimakkuudessa (ks. kuvio 1b). Eroja selittävää kehitystä tarkasteltiin kasvutavan kasvun teorian (Myrdal 1957) avulla. Teorian mukaan, kun jollakin alueella tapahtuu sosioekonomista kasvua tai heikkenemistä, tasapainosta erkaantumista edistävät tekijät kumuloituvat, joten jos heikentymistä alkaa tapahtua se kiihtyy kunnes se pysäytetään. Seuraava a priori-malli laadittiin, jotta pellon metsittämisessä esiintyviä alueellisia ja paikallisia eroja kyettäisiin selittämään:

$$y = b_0 + b_1 \text{PAS} + b_2 \text{FOD} + b_3 \text{PSEC} + b_4 \text{IF} + u$$

jossa: y = peltojen metsittämisen voimakkuus mitattuna viljeltyjen peltojen suhteellisen määrän avulla  
 PAS = huonot maatalouden rakenneominaisuudet,  
 FOD = maatalouden omistussuhteisiin liittyvät häiriötekijät,  
 PSEC = huonot sosioekonomiset olosuhteet,  
 IF = institutionaaliset tekijät (tässä tapauksessa Metsänparannuslain merkitys pellon metsittämisessä).

Mallin testaamisessa käytettiin sekä yksittäisiä että yhdistelmämuuttujia, joista viimeksi mainitut saatiin faktorianalyysin avulla. Agregoidut tasot saatiin metsälautakunnilta alueellista analyysiä varten ja Itä-Savon metsälautakunnilta paikallista analyysiä varten. Yhdistelmämuuttujien avulla saadut tulokset olivat seuraavat:

---

#### ALUEELLINEN TASO

$$y = -30.96 + 0.02\text{PAS} + 0.02\text{FOD} + 0.01\text{PSEC} + 0.56\text{IF}$$

$$t = -11.5 \quad 9.2 \quad 8.6 \quad 2.9 \quad 8.9$$

$$\text{SEE} = 1.18 \quad F = 69.05 \quad \text{Risk} = 0.00$$

$$R = 0.97 \quad R^2 = .94$$

jossa: y = pellon metsittämisen voimakkuus  
 PAS = pientilakerroin  
 FOD = sukupolvenvaihdoskerroin  
 PSEC = maatalous- ja yhteiskunnallinen muutoskerroin  
 IF = metsänparannuslain avulla metsitettyjen peltojen suhteellinen osuus

#### PAIKALLINEN TASO

$$y = 36.17 - 0.02\text{PAS} - 0.19\text{PSEC} - 0.018\text{FOD}$$

$$t = 6.85 \quad -3.34 \quad -3.16 \quad -2.95$$

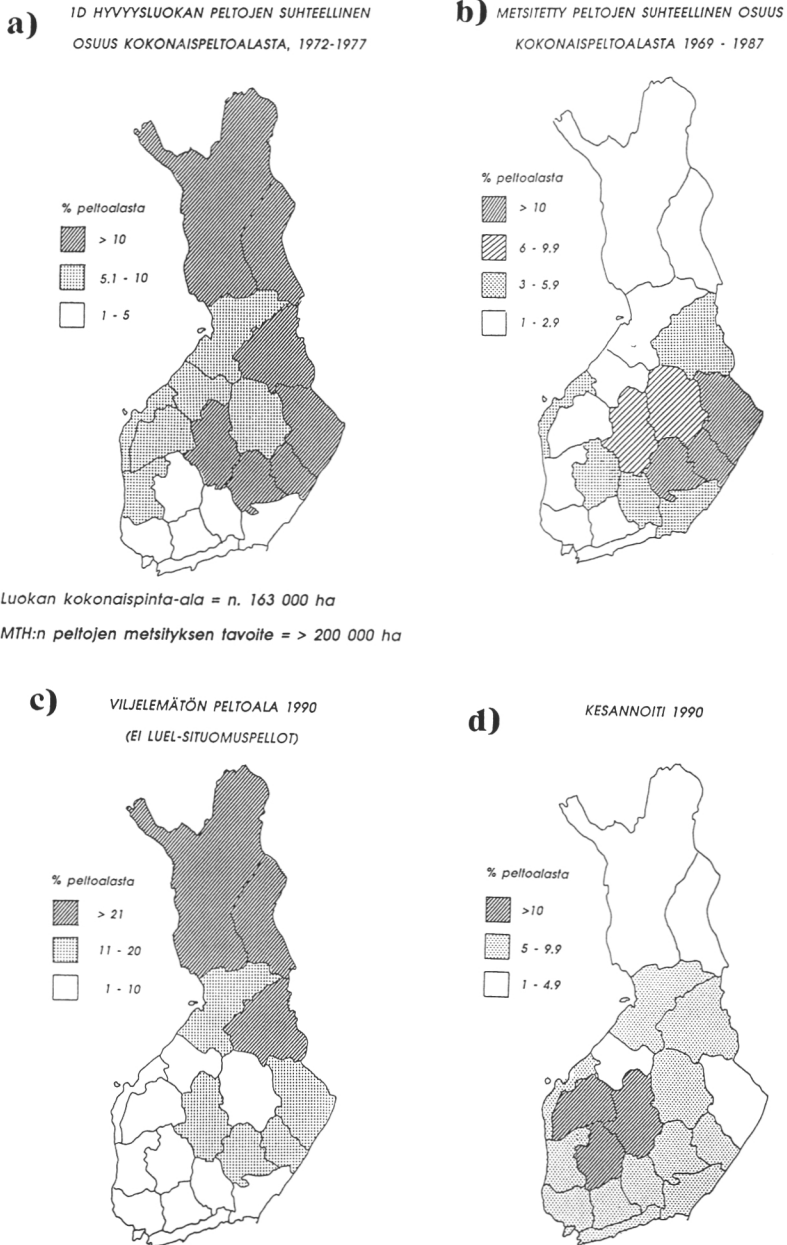
$$\text{SEE} = 2.13 \quad F = 10.32 \quad \text{Risk} = 0.002$$

$$R = 0.88 \quad R^2 = 0.69$$

jossa: y = pellon metsittämisen voimakkuus  
 PAS = kehittyneen maatalouden osuus  
 PSEC = yhteiskunnallisen osallistumisen kerroin  
 FOD = nuorempien viljelijöiden osuus

---

Malli osoitti luotettavasti kuinka pellon metsitys vaikutti 1970-luvun rakennemuutokseen. Heikko maatalouden rakenne ja maatalanomistukseen liittyvät puutteet vaikuttivat erittäin voimakkaasti pellon metsittämisen voimakkuuteen niin alueellisesti kuin paikallisesti. Sosioekonomisen rakenteen puutteilla oli erittäin voimakas alueellinen vaikutus ja voimakas paikallinen vaikutus. Pienempi paikallinen vaikutus selittyi sillä, että alueella, jossa kunnat sijaitsevat, on homogeeninen rakenne (tiedoston varianssi oli pienempi).



Kuvio 1. Huonolaatuinen maatalousmaa (luokat 1D ja muut) ja erityyppisten maatalouden rajoittamistoimien alueellinen jakaantuminen.

## Maatilojen rakenne ja pellon metsitys

Maatilakohtaiset analyysit kehittyvästä kunnasta (Siilinjärvi) ja heikkenevästä kunnasta (Savonranta) johtivat erilaisiin, mutta täydentäviin tuloksiin, joista seuraavat esimerkit (Selby 1980b & 1981):

| Malli  | R <sup>2</sup> | F     | F.05 |
|--|----------------|-------|------|
| <b>SAVONRANTA</b>  |                |       |      |
| $y = 12.5 + 22.14x_3 + 0.70x_4$<br>(8.7) (.31)                 | .13            | 6.01  | 3.13 |
| $y = 77.85 - 1.13x_5 - 1.05x_6 - 0.12x_7$<br>(.28) (.33) (.05) | .30            | 11.64 | 2.74 |
| <b>SIILINJÄRVI</b>   |                |       |      |
| $y = 97.61 - 0.01x_1 - 0.78x_4$<br>(.005) (.416)               | .37            | 8.47  | 3.34 |
| $y = 35.78 + 0.12x_2 - 2.26x_8$<br>(.04) (1.16)                | .34            | 7.42  | 3.34 |
| $y = 28.61 + 41.65x_3 - 26.03x_9$<br>(10.1) (10.57)            | .46            | 11.88 | 3.34 |
| jossa: $y$ = metsitettyjen peltöjen suhteellinen määrä         |                |       |      |
| $x_1$ = peltoala   |                |       |      |
| $x_2$ = maatalan ulkopuolisten työpäivien määrä                |                |       |      |
| $x_3$ = pääasiallinen ammatti muu kuin viljelijä               |                |       |      |
| $x_4$ = viljelijän ikä   |                |       |      |
| $x_5$ = suhteellinen ohran viljelyala                          |                |       |      |
| $x_6$ = suhteellinen kauran viljelyala                         |                |       |      |
| $x_7$ = laidunmaa  |                |       |      |
| $x_8$ = lehmien lukumäärä                                      |                |       |      |
| $x_9$ = sähkön käyttömahdollisuus                              |                |       |      |

Savonrannassa peltokohtaisesti tehty pellon metsitystutkimus (Selby 1980) osoitti, että seuraavat tekijät vaikuttivat pääasiallisesti peltöjen metsittämiseen:

Historialliset tekijät: Peltojen pienuus  
Tieyhteyden puuttuminen

Omistussuhteet: Omistajan vaihdos

Fyysiset olosuhteet: Jyrkät rinteet  
Alhainen tuottoisuus  
Kivisyys  
Märkyys  
Hallanalttius

## Tarkastelujen tulokset

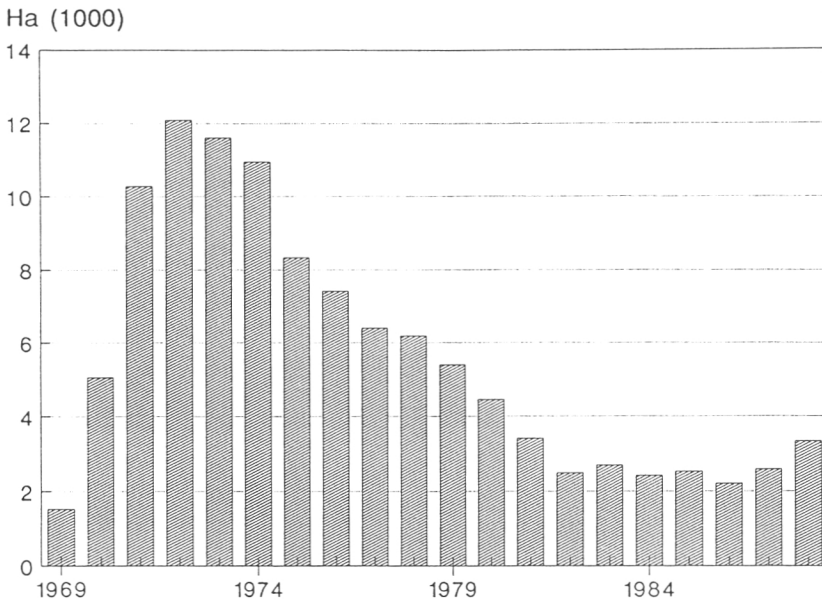
Kaiken kaikkiaan edellä mainittujen analyysien tulokset osoittavat selvästi, että ne, jotka hyötyivät eniten uudesta lainsäädännöstä ja rahoituksesta, olivat eläkeikää lähestyvät viljelijät. Heillä ei heikon tilarakenteen vuoksi ole perheenjäseniä jatkamaan viljelyä. Tätä ilmiötä vahvisti lisäksi

si sosioekonomisen ympäristön puutteellisuus ja sen seurauksena tapahtuva poismuutto, jolloin sukupolvenvaihdosta ei välttämättä seuraa maatilain viljelyn jatkaminen leipätyönä.

Tulokset osoittavat myös, että heikkotuottoisia pelloja metsitettiin helpommin kuin hyvä-tuottoisia. Näin voitiin todeta viljelijöiden metsityskäyttäytymisen olevan huomattavan johdonmukaista taloudellisesta näkökulmasta.

Jos tuloksia sovelletaan viimeisten 20 vuoden metsityskäyttäytymiseen (kuvio 2), todetaan selvästi, että vuosien 1969 ja 1974 välinen raju innostus pellojen metsittämiseen johtui viljelijöistä, joiden maatilat olivat vaikeuksissa. Näillä tiloilla edellytykset jatkamiseen olivat kaikkein heikoimmat, joten viljelijät päättivät hyötyä myönnettyistä metsitysavustuksista eläkkeensä lisäksi ja verotuksen vähentämiseksi.

Vaikka pellon metsittämiseen on käytetty paljon julkisia varoja (Maa- ja metsätalousministeriö 1988), se ei ole johtanut maataloustuotannon supistumiseen vaan jäljellä olevaa maatalousmaata viljellään yhä voimaperäisemmin (Selby 1990, Toropainen 1990). Toisaalta pellon metsittämisellä arvellaan olevan hyvin vähäinen vaikutus puun- ja metsävarojensa tuotantoon tulevaisuudessa.



Kuvio 2. Vuosittainen metsittyjen pellojen määrä, 1969–88.

### Pellon metsittämisen nykyinen ja tuleva kehitys

Viimeaikaiset tutkimukset vahvistavat edellämainittuja tuloksia (esim. Anttila & Lehtiniemi 1989, Anttila 1990, Mustonen 1990 ja Maa- ja metsätalousministeriö 1988). Anttilan tutkimusta tuotannon lopettamista käsittelevistä LUEL- sopimuksista käyttivät paljolti hyväksi karjankasvattajat, jotka olivat joka tapauksessa lopettamassa maataloustuotannon. Vastaavasti, Mustosen tutkimus Liperin ja Kruunupyyn tiloista, jotka olivat pyytäneet lupaa pellon metsittämiseen metsityspalkkion saamiseksi, osoitti, että 70% hakemuksista koski tiloja, joiden pääasiallinen maataloustuotanto oli jo lopetettu; 85% oli karjatiloja ja 20% maatiloista oli jo asumattomia.

Viimeaikaiset huomattavat pellon metsityspalkkioiden korotukset ovat johtaneet vain vähäiseen kasvuun pellon metsittämisessä (Kuvio 2). Nykyisen laajan metsitysohjelman tavoitteiden todennäköisyys voidaan siis asettaa kyseenalaiseksi, jos ensimmäisen 70-luvun alkupuolen metsitysvaiheen kokemukset otetaan huomioon.

Maa- ja metsätalousministeriön (1988) mukaan huonoa maatalousmaata (luokat 1D ja muut) oli 180000 ha, josta 40000 ha on metsitetty. Huonolaatuinen maa sijaitsee pääasiallisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa (kuvio 1a). Tämä selittää osittain miksi maatalouden rakenneominaisuudet ovat heikot näillä alueilla.

Kuten edellä todettiin, juuri näillä alueilla sosioekonomiset ja maatalouden rakenteeseen liittyvät ongelmat olivat syynä huomattavaan pellon metsittämiseen. Kuvioista 1b ja 1c voimme havaita, että maatalouden supistuminen on jatkuvaa Itä- ja Pohjois-Suomessa. Maan hyvyysluokan 1D, viljelemättömän peltoalan ja metsitetyn maan välillä on selvä maantieteellinen vastaavuus, vaikka Pohjois-Suomessa maa jätetään helpommin viljelemättömäksi sen sijaan, että se metsitettäisiin (maatalousmaan luonnollisen metsittämisen mahdollisuus on tässä huomioitu). Kuvio 1 osoittaa toisaalta, että paremman maatalousmaan Etelä- ja Länsi-Suomessa vuosittainen kesannointisopimus on suosituin tapa viljelyksessä olevan maatalousmaan vähentämisessä.

Pellon metsittämisen tulevaisuudessa voidaan nähdä kaksi vaihtoehtoa. Ensinnäkin uusi pellon metsitysboomi tulee nostamaan vuosittaiset tavoitteet 10000 hehtaariin, mikä jatkuu samaa tahtia vuodesta toiseen kunnes jäljellä olevat 140000 hehtaaria huonolaatuista maata on metsitetty. Operaatiot sijoittuvat pääosin Itä- ja Pohjois-Suomeen ja aiheuttavat suuria maise-mallisia muutoksia näillä alueilla. Maatalouden toiminnan edellytykset supistuvat minimiin — kaikkine yhteiskunnallisine ja taloudellisine seurauksineen. Avoimeksi jää kuitenkin kysymys siitä, miten laajat tilojen lopettamiset vaikuttavat maataloustuotannon määrään, ottaen huomioon maatalouden tehokkuuden ja tuottavuuden parantumisen.

Taulukko 1. Peltojen metsitystavoitteet.

| Vuosi                                  | Suorite-tavoite, ha | Rahoitus, mmk <sup>1)</sup> |       |                  | Yhteensä           |
|--|---------------------|-----------------------------|-------|------------------|--------------------|
|  |                     | Avustus                     | Laina | Omistajan varoin |                    |
| <b>PELLON METSITYSTYÖRYHMÄN ESITYS</b> |                     |                             |       |                  |                    |
| 1988                                   | 4 200               | 15.4                        | 0.9   | 2.7              | 19.0 <sup>2)</sup> |
| 1989                                   | 5 000               | 16.6                        | 1.0   | 2.9              | 20.5 <sup>3)</sup> |
| 1990                                   | 7 000               | 23.3                        | 1.4   | 4.0              | 28.7               |
| 1991                                   | 8 000               | 26.6                        | 1.6   | 4.6              | 32.8               |
| 1992                                   | 9 000               | 29.9                        | 1.8   | 5.2              | 36.9               |
| 1993                                   | 10 000              | 33.2                        | 2.1   | 5.7              | 41.0               |
| 1994                                   | 10 000              | 33.2                        | 2.1   | 5.7              | 41.0               |
| 1995                                   | 10 000              | 33.2                        | 2.1   | 5.7              | 41.0               |
| <b>METSÄ 2000-OHJELMAN TAVOITTEET</b>  |                     |                             |       |                  |                    |
| 1988                                   | 3 000               | 10.0                        | 0.6   | 1.7              | 12.3               |
| 1989                                   | 4 000               | 13.4                        | 0.8   | 2.2              | 16.4               |
| 1990                                   | 4 000               | 13.4                        | 0.8   | 2.2              | 16.4               |
| 1991                                   | 5 000               | 16.6                        | 1.0   | 2.9              | 20.5               |
| 1992                                   | 6 000               | 20.0                        | 1.2   | 3.4              | 24.6               |
| 1993                                   | 7 000               | 23.3                        | 1.4   | 4.0              | 28.7               |
| 1994                                   | 8 000               | 26.6                        | 1.6   | 4.6              | 32.8               |
| 1995                                   | 10 000              | 33.2                        | 2.1   | 5.7              | 41.0               |

1) Vuoden 1988 kustannustaso

2) Keskikustannus noin 4500 mk/ha

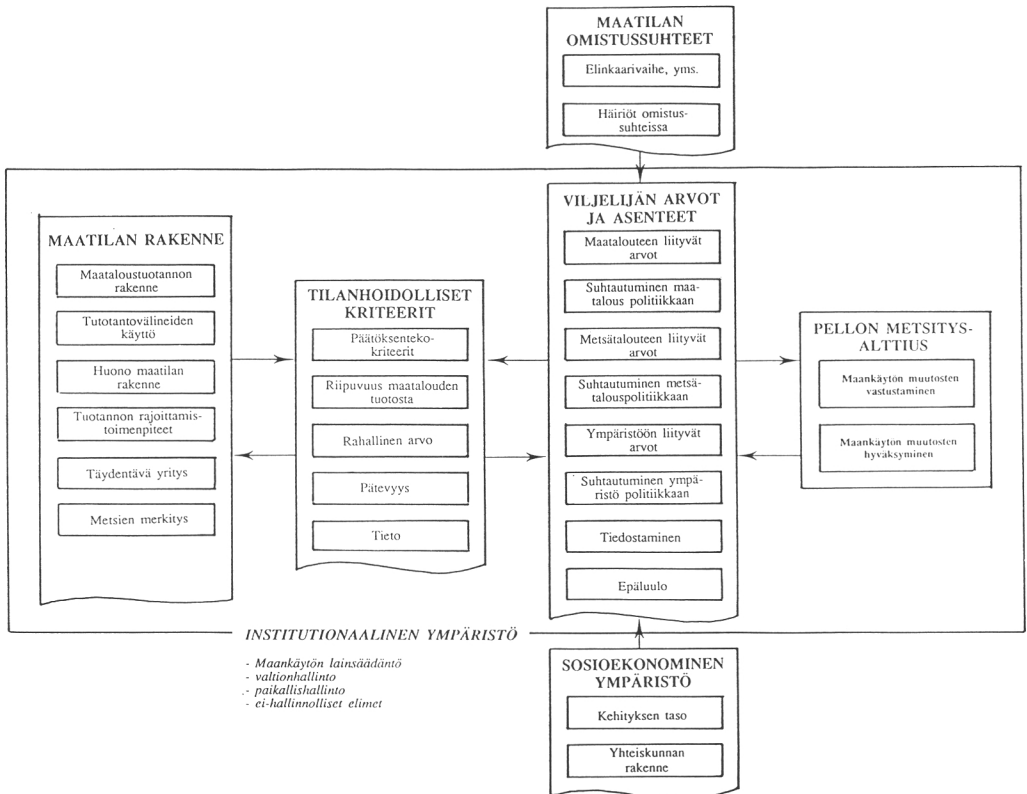
3) Mikäli siirrytään 20%:sti luontaiseen uudistamiseen, on keskikustannus n. 4000 mk/ha.

Lainastaluopumisavustuksen pienentäminen muuttanee rahoitusta jonkin verran lainavoittoisemmaksi.

Toisessa vaihtoehdossa yhteiskunnan vastustus peltojen metsittämiseen voimistuu palkkioiden suuruudesta ja muista kannustuskeinoista riippumatta. Kuvion 2 osoittaman trendin mukaan tämä on parasta aikaa toteutumassa. Toisaalta sosioekonomisesti heikentyvällä alueella, huonolaatuisella maaperällä sijaitsevien pientilojen kannattavuus on vaakalaudalla pitkällä tähtäimellä.

Tässä tarkastelussa on käsitelty monia pellon metsittämisen käytäntöön liittyviä ongelmia. Pellon metsitys on hieman hidastunut näiden ongelmien vuoksi, mutta todennäköisemmin siihen ovat vaikuttaneet syvällisemmät, käyttäytymistekijöihin liittyvät syyt. Maankäytön muutoksia estävien käyttäytymistekijöiden, erityisesti pellon metsittämiseen liittyvän vastustuksen tutkimiseksi ja mallittamiseksi on käynnistetty tutkimus. Malli on esitetty kuviossa 3. Se perustuu käyttäytymisteorioihin, joita testattiin laajamittaisesti aikaisemman maatalousyrittäjiä koskevan tutkimuksen yhteydessä (Selby 1989). Aineisto hankitaan kyselylomakkeiden avulla, jotka lähetetään otokseen valituille tiloille syksyn 1991 aikana. Tutkimuksen tulokset saadaan vuosina 1992 ja 1993.

Pellon metsittämisen edistämiseen (palkkiot ja muut kannustuskeinot) käytettyjen valtion varojen hyödyllisyys tulisi selvittää tuhlauksen välttämiseksi. Tätä tarkoitusta varten tarvitaan paljon lisätietoa maanomistajien pellonmetsitysalttiudesta sekä fyysisistä ja psykologisista kynnysistä, jotka vaikuttavat pellon metsityshalukkuuteen. Uuden tutkimuksen tarkoituksena on tämän kysymyksen osittainen selvittäminen.



Kuvio 3. Viljelijän pellon metsitysalttiutta kuvaava malli.

## Kirjallisuus

- Anttila, M. 1981. LUEL-viljelemättömyysitumus ja pellon käyttö sopimuskauden jälkeen. Maatilahallituksen julkaisuja. Helsinki.
- & Lehtiniemi, T. 1989. Metsityspalkkion epäminen ja pellon sen jälkeinen käyttö. Maatilahallituksen julkaisuja. Helsinki.
- Komiteanmietintö 1960:9. Talousohjelmakomitean osamietintö II. Tuotantopoliittinen ohjelma. Helsinki.
- Komiteanmietintö 1961:1. Metsätalouden suunnittelukomitean mietintö. Silva Fennica 110, 191 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 1988. Pellon metsitystyöryhmän muistio. Helsinki.
- Mustonen, M. 1990. Pellon metsittämiseen vaikuttavat tekijät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 365, 70 s.
- Myrdal, G. 1957. *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. London.
- Selby, J.A. 1974. Afforestation of field in Finland: agricultural background and recent achievements. *Comm. Inst. For. Fenn.* 82(4), 1—51.
- 1980a. Field afforestation in Finland and its regional variations. *Comm. Inst. For. Fenn.* 99(1), 1—126.
- 1980b. Field afforestation at the farm level in Finland. *Fennia* 158(2), 63—81.
- 1981. Regional variations in field afforestation in Finland. Unpublished Ph.D. Thesis. Faculty of Science and Engineering, University of London. 333p.
- 1989. An exploratory investigation of entrepreneurial space: the case of small sawmills, North Carelia, Finland. *Acta For. Fenn.* 205, 55 s.
- Toropainen, M. 1990. Metsätalouden tilan päätuotantosuuntana kansantalouden näkökulmasta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 351.

## PELTOJEN METSITTÄMISEN KANNATTAVUUSVAIKUTUKSISTA MAANVILJELIJÄ-METSÄNOMISTAJAN NÄKÖKULMASTA

The profitability effects of field afforestation from the standpoint of the farmer

**Jukka Aarnio**

Metsäntutkimuslaitos, Liiketaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunta, 00170 Helsinki

### Abstract

The agricultural overproduction problems in Finland have forced many farmers to carefully consider alternative uses for their fields. In practice, this means timber growing on many fields. Before making the final decision, the farmer is eager to know the financial effects of the alternatives. Afforestation is financed mostly by forest improvement aid. Labour costs only are financed by loans. After afforestation the farmer receives an afforestation grant of 7000—10600 FIM/ha depending on the location of the field.

### Johdanto

Maatalouden ylituotanto-ongelmat vaikuttavat jo nykyisin pellon käyttömuotoihin. Maatalouden vientituen vähentämiseen on paineita sekä kotimaassa että ulkomailla. Tulevaisuudessa pyritään yhä enenevässä määrin vähentämään perinteistä maataloustuotantoa. Tuotannon ohjaamisessa viranomaiset ovat käyttäneet monia vaihtoehtoisia tapoja. Käytännössä ne ovat merkinneet useimmiten tuotannon rajoittamista. Viime vuosina tutuiksi maatalouspoliittisiksi käsitteiksi on maanviljelijöille muodostunut mm. kesannointi, peltojen paketointi, erilaiset kiintiöt, perustamislupajärjestelmät ja peltojen metsitys.

Ylituotannon purkaminen merkitsee jatkossa osalle peltoja käyttömuodon täydellistä muutosta. Maataloustuotantoa ohjaavat lait ja asetukset antavat puitteet, joissa maanviljelijä harjoittaa ammattiaan. Tämä merkinnee käytännössä monien peltolohkojen kohdalla puuntuottamista metsänparannussäännösten mukaisella rahoitustuella. Päätöksentekijää eli maanviljelijää kiinnostaa tällöin, minkälaisiksi muodostuvat taloudelliset vaikutukset erilaisissa tuotantovaihtoehdoissa? Se merkitsee pellon maa- tai metsätaloustuotannon yksityistaloudellisen kannattavuuden selvittämistä.

### Päätöksentekotilanne

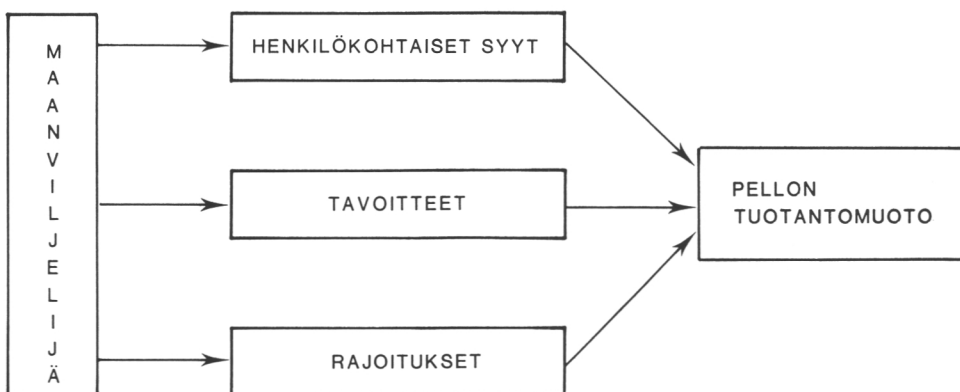
Perinteistä kasvinviljelyä harjoittaneille maanviljelijöille on päätöksentekotilanne, jossa verrataan keskenään maa- ja metsätaloutta, uusi ja sen vuoksi arveluttava. Pellonmetsitys on erittäin pitkävaikutteinen ja nykyisin käytännössä peruuttamaton investointi. Sen sijaan kasvinviljelyssä on kysymys huomattavasti lyhyemmästä aikajänteestä, mutta erilaiset rajoittamistoimenpiteet ovat lisänneet maataloustuotantoon liittyvää epävarmuutta.

Metsittämisspätökseen vaikuttavat monet sekä taloudelliset että ei-taloudelliset tekijät.

Etenkin maanomistajan henkilökohtaiset syyt ovat usein kokonaan kannattavuusvertailun ulkopuolella. Tällaisia syitä ovat mm. sukupolvien yli ulottuvat perinteet, maisemalle asetetut esteettiset näkökohdat tai viljelystä luopuminen korkean iän vuoksi.

Kannattavuusnäkökohdat tulevat jo selvemmin esille maanomistajan asettaessa tavoitteita maatilansa kehittämiseksi. Tasaisia tuloja pidetään usein tärkeänä tavoitteena, jonka suhteen kasvinviljely ja pellonmetsitys poikkeavat suuresti toisistaan. Investointeihin liittyvät tuloodotukset ovat hyvin erilaisia esitetyissä tuotantovaihtoehdoissa. Pellonmetsityksissä tulot koostuvat metsityspalkkiosta ja vuosikymmenten päästä saatavista hakkuutuloista. Kasvinviljelyssä tuloja saadaan vuosittain. Päätösvaihtoehtoja rajoittavat erilaiset institutionaaliset tekijät sekä toisaalta maatalaan liittyvät rajoitteet. Ensiksi maataloustuote- ja raakapuumarkkinoilla ilmenevät epätasapainotilat rajoittavat toimintavaihtoehtoja. Toiseksi julkisen vallan harjoittamalla tukipolitiikalla ja verotuskäytännöllä rajoitetaan tuotantoa. Lisäksi maatalan käytettävissä olevat resurssit ja maanviljelijän henkilökohtaiset rajoitteet supistavat tuotantomahdollisuuksia.

Päätöksenteko tapahtuu sekä maa- että metsätaloudessa epävarmuuden vallitessa. Joidenkin maanomistajien kohdalla tällä ei ole merkitystä silloin, kun metsittämisspätös on syntynyt kokonaan ei-taloudellisin kriteerein (esim. ikä, pellon sijainti, maatalouden ylituotanto). Useimmat pellonmetsittäjät kaipaavat kuitenkin päätöksensä tueksi kannattavuuslaskelmia mahdollisista tuotantovaihtoehdoista.



Kuva 1. Pellon käytön yksinkertaistettu päätöksentekokehikko.

## Kannattavuuden määrittäminen

Metsänviljelyssä joudutaan ratkaisemaan monia kannattavuuteen vaikuttavia osatekijöitä, jotka vaikuttavat myös koko viljelyketjun onnistumiseen. Toimenpiteistä voidaan muodostaa tuhansia vaihtoehtoisia tuotantotapoja. Vastaavasti peltojen kasvinviljelyssä kannattavuus muodostuu monien osatekijöiden yhteisvaikutuksesta. Paras tuotantomuoto joudutaan aina etsimään äärellisestä määrästä vaihtoehtoja. Näiden muotoilu riippuukin huomattavassa määrin siitä, minkälaisista lopputulosta päätöksentekijä tavoittelee. Metsätaloudessa tavoitellaan usein pelkästään tiettyä tavoitetasoa, ei optimia. Vaihtoehtojen arviointi ja kannattavuusvertailut tehdään tällöin ottamalla huomioon pelkästään realistiset tuotantovaihtoehdot.

Lähtökohdana pellonmetsityksissä maanomistajalla on yksittäinen peltolohko tai jopa maatalan kaikki pellot, joiden tuleva tuotantomuoto on ratkaistava. Laskelmien perustaksi on aluksi muodostettava sekä maa- että metsätaloudessa harjoitettavat tuotantovaihtoehdot. Pellot ovat koostumukseltaan ja tuotoskyvyltään hyvin erilaisia. Sen vuoksi ne on luokiteltava omiksi

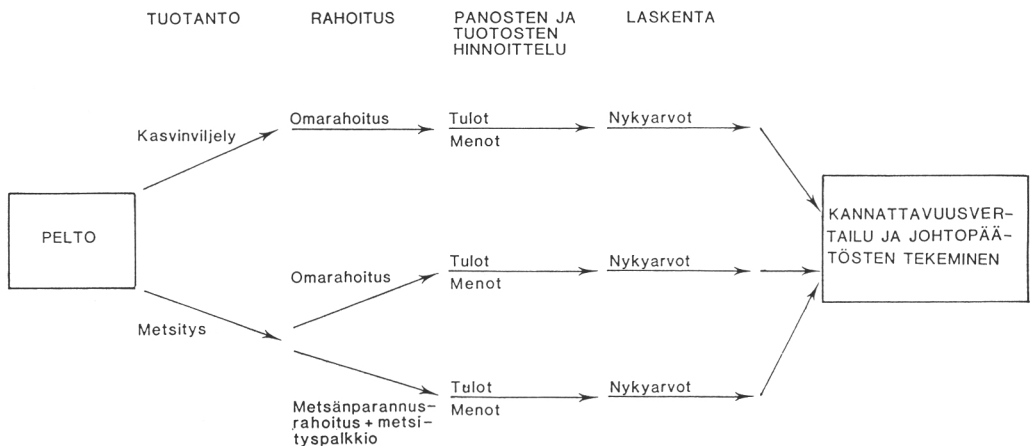
ryhmikseen ainakin kivennäis- ja turvemaiden osalta. Samoin viljanviljely ja nurmikasvien viljely on käsiteltävä erikseen. Kaiken kaikkiaan vaihtoehdot vähenevät maataloustuotannossa edettäessä pohjoisemmaksi. Peltojen ominaisuudet vaikuttavat myös puulajin valintaan sekä käytettävään metsitysmenetelmään.

Tuotokset sekä maa- että metsätaloudessa vaihtelevat alueellisesti merkittävästi. Pohjois-Suomessa tärkein viljelykasvi on nurmi (heinä), jonka lisäksi pelloilla tuotetaan ainoastaan rehuviljaa. Sen sijaan Etelä-Suomessa vaihtoehtoisia lajikkeita on jo huomattavasti enemmän. Maanviljelijä ei ole halukas kohdistamaan metsitystä parhaille peltolohkoille, vaan maatilan syrjäisimmille ja heikkotuottoisimmille pelloille. Tämän vuoksi myös tuotos jää pienemmäksi kuin alueen keskimääräinen satotaso. Poikkeuksen edellisestä tekevät maanviljelijät, jotka metsittävät tilan kaikki pellot.

Peltojen metsitysmenetelmät -tutkimushankkeessa toteutetaan alueelliset inventointitutkimukset, joista saadaan tietoa vaadittavista viljelyketjuista ja puulaajeittaisista onnistumisprosesteista erilaisissa kohteissa. Puuston tulevaa tuotosta ja kehitystä arvioidaan viljeltyjen metsiköiden kasvua kuvaavien kasvatusmallien avulla sekä käyttäen apuna metsälaskelma MELAA.

Investoinnin kannattavuuden kannalta keskeinen osatekijä on rahoitus. Maatalouden puolella laskenta voidaan tehdä pelkästään omarahoitusvaihtoehdolla, koska tarkastelun on perustuttava pelloilta saataviin vuosittaisiin nettotuloihin. Erilaisilla lainoitusvaihtoehdoilla ei siten ole merkitystä varsinaisen tuloksen kannalta, vaikka maatalousinvestointeihin onkin tarjolla luottoa erilaisilla koroilla rahoittajasta riippuen.

Palkkiometsityksen edellytyksenä on, että pelloilta on korjattu sato, peltoa on hoidettu kesantona tai viljelty laitumena edellisenä kasvukautena. Toteuttaessaan peltonsa metsityksen omalla kustannuksellaan maanviljelijä saa tehdä sen ilman viranomaisten metsityslupaa. Tällöin hänelle ei myöskään myönnetä metsityspalkkiota. Yleisimmin käytetty menettely on metsälautakunnan hyväksymän suunnitelman ja rahoituspäätöksen mukainen metsitys, jonka perusteella maanomistaja on oikeutettu saamaan metsityspalkkion. Vuonna 1991 valtioneuvoston vahvistama palkkio on 7000—10600 markkaa hehtaarilta maaseutupiiristä riippuen. Metsityspalkkion saa kaksinkertaisena, jos maanviljelijä on tehnyt maataloustuotannon vähentämissopimuksen ja metsittää peltonsa kolmen ensimmäisen sopimusvuoden aikana.



Kuva 2. Pellonmetsitysten kannattavuusvertailun laskentakehikko nykyarvomenetelmää käytettäessä.

Metsityshankkeiden toteuttaminen tapahtuu tällöin valtion varoin. Metsänparannusvaroista maksetaan kokonaan suunnitelman teosta sekä työnjohdosta aiheutuneet kustannukset ja materiaalikustannukset käsittäen siemenet, taimet sekä heinän- ja vesakontorjunta-aineet. Työkustannukset maksetaan metsänparannuslainalla ja -avustuksella. Lainoilla on 2—8 korotonta vapaa vuotta ja avustusprosentti vaihtelee 0—70 % rahoitusvyöhykkeestä riippuen. Maksettavaksi jäävän lainaosuuden vuotuismaksu on 6 % kaikilla 8 rahoitusvyöhykkeellä. Maksuaika on 24 vuotta.

Vuonna 1991 otettiin käyttöön uutena rahoitusmuotona ns. omatoiminen metsitys. Tässä tapauksessa maanomistaja huolehtii itse koko metsityksestä ja saa valtiolta avustusta maa- ja metsätalousministeriön vahvistamien keskimääräisten metsityskustannusten mukaisesti.

Rahoitustavasta riippuen metsityshankkeiden tulo- ja menovirrat muodostuvat hyvin erilaisiksi. Oma-rahoitusvaihtoehto on maanomistajalle taloudellisesti raskas, koska menot ajoittuvat tarkasteluperiodin alkuvaiheeseen ja tulot vasta vuosikymmenten päähän. Muissa rahoitusvaihtoehdoissa pellon tuotannonmuutoksesta maksetaan metsityksen jälkeen palkkio ja lisäksi metsänparannusrahoitus helpottaa hankkeiden kustannusvaikutusta.

Kannattavuus on käsitteenä moniselitteinen, koska samaa termiä voidaan käyttää monella eri tasolla. Tarkastelun kohteena voi olla mm. yksittäinen investointihanke, yritys, toimiala tai kansantalouden tuotantosektori. Kannattavuutta voidaan vielä arvioida kullakin tasolla useista eri näkökulmista. Tässä esityksessä on tuotu esille niitä näkökohtia, jotka vaikuttavat pellonmetsityksen yksityistaloudelliseen kannattavuuteen yksittäisen maanviljelijän tai maanviljelijä-metsänomistajan näkökulmasta. Kannattavuuden määrittäminen merkitsee tässä yhteydessä kuvassa 2 esitettyjä pellon vaihtoehtoisille tuotantomuodoille laskettuja nykyarvoja, joiden perusteella maanomistaja voi tehdä päätöksiä pellon käytöstä tulevaisuudessa. Kannattavuus voidaan määrittää myös muilla investointikriteereillä.

## Epävarmuustekijät

Kaikille investoinneille on tyypillistä epävarmuuden lisääntyminen aikavälin pidentyessä. Etenkin Suomessa metsätaloudellisten investointien vaikutusaika on erittäin pitkä. Tämä on omiaan lisäämään epävarmuutta. Puunkasvatukselle on myös olennaista se, että tuottotekijöissä epävarmuus on suurempaa kuin kustannustekijöissä. Etenkin metsitysinvestoinneissa lähes kaikki kustannukset sijoittuvat tarkasteluperiodin alkuvuosiin ja tuotot vastaavasti vuosikymmenten päähän.

Maatalouden puolella kasvinviljelyssä periaatteessa aikajänne on ainoastaan yksi vuosi. Tämän vuoksi voisi olettaa myös epävarmuuden olevan huomattavasti pienempää kuin metsätalouden puolella. Käytännössä kuitenkin esim. satotaso vaihtelee vuosittain hyvin voimakkaasti. Samoin puuston vuotuinen kasvu heilahtelee jopa kymmeniä prosentteja keskiarvonsa molemmilla puolilla. Vuotuisiin hakkuumääriin tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta. Lisäksi maatalouden puolella epävarmuutta on lisännyt ja lisäävät myös tulevaisuudessa erilaiset maatalouspoliittiset rajoitustoimenpiteet.

Kokonaisuutena pellon tuleva tuotantomuoto erilaisilla vaihtoehdoilla on vaikea ongelma maanomistajalle. Perinteinen kasvinviljely sisältää jo lyhyellä aikavälillä runsaasti erilaisia epävarmuustekijöitä tuotannon markkinoinnin suhteen. Toisaalta myös raakapuun menekki näyttää lyhyellä aikavälillä epävarmalta etenkin tällä hetkellä. Minkälaisiksi raakapuun kysyntä ja kantohinnat muotoutuvat pitkällä aikavälillä jää varmasti pellonmetsittäjille epävarmaksi. Päätöksentekijän on kuitenkin syytä muistaa, että myös metsitysinvestoinnin kannattavuuden määrittämisessä saavat suuren painon lähiajan tapahtumat eli metsitysinvestoinnin yhteydessä maanomistajalle maksettava metsityspalkkio.

**Kirjallisuutta**

- Honko, J. 1969. Investointien suunnittelu ja tarkkailu. WSOY.
- Kurtz, W. & Bernard, J. 1981. Decision-making framework for nonindustrial private forest owners: An application in the Missouri ozarks. *Journal of Forestry*. Toukokuu. s. 285—288.
- Laki maataloustuotannon tasapainottamisesta. Suomen asetuskokoelma 72/1990.
- Metsänparannusasetus. Suomen asetuskokoelma 30.4.1987.
- Metsänparannuslaki. Suomen asetuskokoelma 140/13.2.1987.
- Pellon metsitystyöryhmän muistio. 1988. Työryhmämuistio MMM 1988:32.
- Rossi, S., Varmola, M. & Hyppönen, M. 1991. Pellonmetsityksen onnistuminen Lapissa. Summary: Afforestation of fields in Finnish Lapland. Käsikirjoitus *Folia Forestalia* -sarjaan.
- Valtanen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 381, 52 s.
- Vuokila, Y. & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Comm. Inst. For. Fenn.* 99(2), 271 s.

**Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa Kannuksen tutkimusasemalta ilmestynyt:**

- N:o 98 Jyrki Hytönen. 1983. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailua pajunkasvatuksessa. Abstract: Comparison of horizontal and vertical planting of willow cuttings. 14 s.
- N:o 120 Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 15.9.1983. 40 s.
- N:o 132 Ari Ferm ja Jyrki Hytönen. 1984. Säilytyksen vaikutus kosteusnäytteen puun kuivamassan määrittämisessä. Abstract: Effect of sample storage in determination of tree dry mass. 16 s.
- N:o 163 Jyrki Hytönen ja Ari Ferm. 1984. Vesipajun vesojen puuteknisiä ominaisuuksia. Abstract: On the technical properties of *Salix 'Aquatica'* sprouts. 20 s.
- N:o 206 Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 28.11.1985. Forest Research Day at Kannus 28.11.1985. 99 s.
- N:o 245 Jyrki Hytönen. 1987. Lannoituksen vaikutus koripajun ravinnetilaan ja tuotokseen kahdella suonpohja-alueella. Summary: Effect of fertilization on the nutrient status and dry mass production of *Salix viminalis* on two peat cut-away areas. 31 s.
- N:o 250 Metsäntutkimuspäivä Kokkolassa 13.3.1987. Metsäteknologian teemapäivä. 113 s.
- N:o 304 Ari Ferm (ed.). 1988. Proceedings of the IEA Task II meeting and workshops on cell culture and coppicing. In Oulu, Finland, August 24—29, 1987. 115 s.
- N:o 320 Ari Ferm, Jyrki Hytönen, Kimmo K. Kolari & Heikki Veijalainen. 1988. Metsäpuiden kasvuhäiriöt turkistarhojen läheisyydessä. Sammandrag: Tillväxtstörningar i skogsträd i närheten av pälsfarmer. Abstract: Growth disturbances of forest trees close to fur farms. 77 s.
- N:o 322 Ari Ferm & Maire Ala-Pönttiö (toim.). 1989. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1988. 96 s.
- N:o 329 Esa Heino. 1989. Suomalainen pajukirjallisuus. Finnish bibliography on willow. 30 s.
- N:o 346 Juha Nurmi & Keijo Polet (ed.). 1990. Measurement and evaluation of wood fuel. Proceedings of the IEA/BE TASK VI Activity 5 Workshop in Jyväskylä, Finland. October 25—27, 1989. 64 s.
- N:o 348 Ari Ferm. 1990. Coppicing, aboveground woody biomass production and nutritional aspects of birch with specific reference to *Betula pubescens*. 35 s. + osajulkaisut.
- N:o 374 Ari Ferm ja Esa Heino (toim.). 1991. Keski-Pohjanmaa — Nouseva metsämaakunta. Metsäntutkimuspäivä Ylivieskassa 14.6.1990. 43 s.

**Kannus 1991**  
**ISBN: 951-40-1175-9**  
**ISSN: 0358-4283**