

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA**

278

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA



**KORKEIDEN MAIDEN METSIEN UUDISTAMINEN
AJANKOHTAISTA TUTKIMUKSESTA
Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987**

Hannu Saarenmaa ja Helena Poikajärvi (toim.)

Rovaniemi 1987

Kansikuva: Tapani Vartiainen

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 278

KORKEIDEN MAIDEN METSIEN UUDISTAMINEN
AJANKOHTAISTA TUTKIMUKSESTA

Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987

Toimittaneet
Hannu Saarenmaa Helena Poikajärvi

Rovaniemi 1987

ISBN 951-40-0832-4

ISSN 0358-4283

Parkano 1987. Ylä-Satakunnan Sanomalehti Oy

SISÄLLYS

Lukijalle.....	4
AARNE NYSSÖNEN: Metsäntutkimuslaitos kaipaa kehittämistä	5
KORKEIDEN MAIDEN METSIEN UUDISTAMINEN.	
AULIS RITARI: Maaperä- ja ilmastovaikutuksen erottaminen metsänviljelykokeissa	8
YRJÖ NOROKORPI: Metsänviljelyn onnistuminen korkeilla alueilla	17
KARI MÄKITALO: Kuusen luontaisesta uudistumisesta korkealla paksusammaltyypin maalla	32
CLAS FRIES: Svensk skogsforskning, med inriktning på skogsföryngring, i svåra klimatlägen	47
SEPPÖ RUOTSALAINEN: Kuusen alkuperäsiirrot korkeilla mailla	66
SINIKKA MONONEN: Männynsiemenen siirrot Pohjois-Suomessa	80
AJANKOHTAISTA TUTKIMUKSESTA.	
ERKKI NUMMINEN ja HELY HÄGGMAN: Röntgenanalyysi metsäpuiden siementen itävyyskelpoisuuden mittarina ...	92
HELY HÄGGMAN: Männyn siemenen syntypaikan jälkivaikutus taimien kehitykseen	104
JUHANI HÄGGMAN: Voiko männyn siemen jälki-itää?	115
YRJÖ NOROKORPI ja JOUNI PUOSKARI: Peräpohjolan kuusentaimikoiden perkausmenetelmät	123
TIMO PENTTILÄ ja MIKKO MOILANEN: Fosforilannoitteet suometsien lannoituksessa Pohjois-Suomessa	136
HANNU SAARENMAA: Myrskyjen seuraustuhot Lapin metsissä 1982-86	149
EERO MATTILA: Eriasteisten puuntuotannon rajoitusten piirissä olevat metsähallituksen metsät Lapissa ..	152
TIMO PENTTILÄ: Lapin suometsät - VMI7:n tuloksia	164
MARTTI VARMOLA: Lapin Metsä 2000 -projektin esittely ..	175

LUKIJALLE

Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen ja Kolarin tutkimusasemat järjestivät 24. - 25.2.1987 kolmannettoista yhteiset tutkimuspäivät Rovaniemellä. Ensimmäisen päivän teemana oli korkeiden alueiden metsien uudistaminen, joka on viime aikoina julkisuudessa saanut suurta huomiota. Metsänuudistaminen on korkeilla alueilla vaikeaa, eikä siihen ryhdytä laajassa mittassa ilman erityisiä tutkimuksia. Parhailaan aloitetaan 20 - 30 vuotta kestäviä kokeita tarvittavan tiedon keräämiseksi. Nykyinen tietämyksemmekin on kuitenkin verraten laajaa ja on pohjana kokeiden suunnittelulle. Nyt pidettyjen esitelmien tarkoituksena on luoda katsaus siihen, mitä tiedämme korkeiden alueiden metsien uudistamisesta. Mukana on myös katsaus ruotsalaisten kokemuksiin - ensimmäistä kertaa tutkimuspäivillä on ulkomainen esitelmä.

Toisena päivänä luotiin katsaus ajankohtaisiin tutkimustuloksiin. Mm. siemenkysymykset ovat korostumassa Lapin 15 vuotta vanhojen siemenvarastojen alkaessa ehtyä. Soklin malmin käytökelpoisuus metsälannoitteena, myrskytuhot, ja uusimmat inventointitulokset olivat myös esillä.

Lapin metsäntutkimus alkaa nyt tulla siihen ikään, että pysyvistä kokeista saadaan yhä varmempia tuloksia. Näköpiirissä on, että akuutit ongelmat saadaan hallintaan ja voidaan siirtää enemmän pitkän tähtäimen suunnittelun tutkimiseen. Kun tätä teosta luetaan 20 vuoden kuluttua, jolloin korkeiden alueiden metsänuudistaminen lienee taas ajankohtainen nyt perustettavien kokeiden vartuttua, nähdään osuuko tämä ennuste oikeaan.

Tässä julkaisussa esitetyt tutkimustulokset ja johtopäätökset ovat Metlan julkaisuohjesäännön mukaisesti tekijöiden ja heidän tutkimusosastojensa hyväksymiä eivätkä välttämättä edusta toimittajien ja tutkimusasemien kantaa.

Tutkimusaseman johtaja Hannu Saarenmaa

HYVÄ TIEDONANTOJEN 278/1987 LUKIJA

PAHOITTELEMME SATTUNUTTA SIVUJEN VAIHTUMISTA,
SIVUN 16 OIKEA PAIKKA ON SIVUN 23 JÄLKEEN.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS KAIPAA KEHITTÄMISTÄ

Aarne Nyyssönen

AVAUSSANAT ROVANIEMEN METSÄNTUTKIMUSPÄIVILLÄ 24.2.1987

Yksi hyvinvointimme perustan keskeisistä tekijöistä on metsätalous. Sen kehittäminen vaatii pohjaksi riittävää tutkimustietoa. Lähiajan tutkimuksen painoaloja on meillä äskettäin selvitetty ja tällöin otettu huomioon myös ne uudet haasteet, joita metsäntutkimukselle asettavat Metsä 2000 -ohjelman toteuttaminen ja ilman epäpuhtauksien aiheuttama metsätuhojen uhka. Tärkeässä metsien uudistamistutkimusten lohossa ovat näillä tutkimuspäivillä erityishuomion kohteena korkeiden maiden metsät, joita koskevaa tutkimusyhteistyötä metsähallituksen kanssa on tarkoitus jatkaa entistä tiivimpänä.

Monipuolisen tutkimustiedon hankinta edellyttää sitä, että metsäntutkimuksen voimavaroista pidetään erityistä huolta. Keskeisellä sijalla on tällöin kohta 70-vuotias Metsäntutkimuslaitos, jonka toiminta on viime vuosikymmeninä huomattavasti laajentunut. Toimintoja on samalla voimakkaasti hajautettu. Vuoden 1960 jälkeen on maan keski- ja pohjoisosiin syntynyt kahdeksan tutkimusasemaa, niiden joukossa Rovaniemi ja Kolari. Kolmasosa tutkijoista ja liki puolet koko henkilökunnasta tekee työtä maakunnallisissa toimipisteissä. Vuosien 1965-1985 rakennusinvestoinneista vain 15 % on käytetty pääkaupunkiseudulla.

Tutkimusasemien perustamisesta huolimatta Metsäntutkimuslaitoksen toimintaedellytyksiä on edelleen parannettava. Asemien

täyteen toimintakuntoon saattaminen on pahasti kesken. Henkilöstöä on liian vähän ja pysyväisluonteisiakin tehtäviä hoidetaan paljolti työllisyysvaroilla. Keskusyksikkö toimii pääkaupunkiseudulla kolmeen paikkaan hajautettuna.

Tarvittavista kehittämistoimista valmisti maa- ja metsätalousministeriön asettama metsäntutkimustoimikunta ehdotukset pari vuotta sitten. Niiden toteuttaminen pääsi tuskin alkuun, kun esitettiin ajatus keskusyksikön siirtämisestä Joensuuhun. Eduskunta ei kuitenkaan tätä hallituksen vuoden 1986 tulo- ja menoarvioesitykseen sisältynyttä esitystä hyväksynyt, vaan muutti sitä tavalla, mikä edellytti sekä tutkimusasemien vahvistamiseen että keskusyksikön sijoitukseen kohdistunutta selvitystyötä. Tämä selvitys, jonka teki valtiovarainministeriön, maa- ja metsätalousministeriön sekä Metsäntutkimuslaitoksen edustajista kokoonpantu Metla-työryhmä, valmistui joulukuun alussa. Tuloksena on vuoteen 1995 mennessä toteutettavaksi tarkoitettu tutkimuslaitoksen kehittämisohjelma. Siinä keskusyksikkö esitetään koottavaksi Vantaan Jokiniemeen ja henkilöressurssien lisäys suunnattavaksi tutkimusasemille.

Tutkimusasemien tutkijoiden lukumäärää esitetään kasvatettavaksi. Pääosin tämä tapahtuisi siirtämällä tutkijavoimia keskusyksiköstä eduskunnan edellyttämällä tavalla vapaaehtoisesti sekä avoimeksi tulevia virkoja ja toimia hyväksikäyttäen. Rovaniemellä on tavoitteena vahvistaa tutkijavoimia ja muuta henkilöstöä sekä laajentaa toimitiloja. Molemmilla Lapin tutkimusasemilla pyritään tähän mennessä työllisyysvaroilla hoidettuja tehtäviä saattamaan pysyväle kannalle. Saamansa evästyksen mukaisesti Metla-työryhmä on esittänyt erityistä huomiota kiinnitettäväksi Joensuun tutkimusaseman kehittämiseen.

Keskusyksikössä on tarkoituksenmukaista säilyttää kaikkien tutkimussuuntien edustus, laajentaa keskuslaboratoriota sekä

perustaa uudet puumarkkinatieteen ja metsäekologian tutkimussuunnat. Edellä mainittujen tutkijasiirtojen avulla keskusyksikön henkilömäärä voidaan kuitenkin pysyttää ennallaan.

Keskusyksikön sijoitusvaihtoehtoista on päädytty pitämään edullisimpana Vantaan Jokiniemeä, missä jo nyt puolet keskusyksikön väestä käy työssä. Täällä selviydytään myös vähimmillä rakentamiskustannuksilla. Ensi vaiheessa on mahdollista saattaa keskusyksikön toimitilakysymykset täysin tyydyttävälle kannalle Jokiniemeen rakennettavien lisätilojen ja parhaillaan peruskorjattavana olevan Helsingin Metsätalon avulla. Vuotuiset henkilöstö- ja ylläpitokustannukset säilyisivät keskusyksikössä likimain ennallaan, mutta lisääntyisivät tutkimusasemilla puolella.

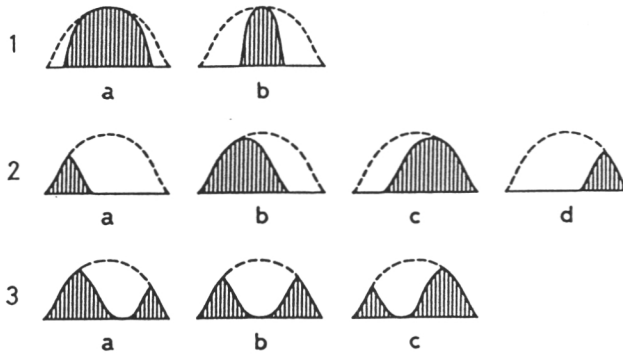
Metsäntutkimuslaitoksen kehittäminen laaditun ohjelman edellyttämällä tavalla merkitsee tutkimuslaitokselle tulo- ja menoarviossa osoitettujen määrärahojen kasvamista arviolta 40 %:lla nykytasosta lähimmän kahdeksan vuoden kuluessa. Lisäys on varsin kohtuullinen kun otetaan huomioon, että Ruotsissa ja Norjassa metsäntutkimuksen osuus metsätalouden jalostusarvosta on tätä nykyä kaksinkertainen Suomeen verrattuna, vaikka metsä- ja puutalouden suhteellinen merkitys naapurimaissamme on pienempi kuin meillä. Ohjelman toteutumisen kannalta on mielihyvällä pantava merkille seuraava tärkeä seikka: Vastauksessaan hallituksen esitykseen valtion tulo- ja menoarvioksi vuodelle 1988 on eduskunta edellyttänyt, että hallitus ryhtyy toimenpiteisiin Metsäntutkimuslaitoksen toiminnan kehittämiseksi työryhmän ehdottamalla tavalla.

MAAPERÄ- JA ILMASTOVAIKUTUKSEN EROTTAMINEN METSÄNVILJELYKOKEISSA

Aulis Ritari

Metsänviljelykokeen onnistumista voidaan kuvata useilla taimitunnuksilla. Kun tavoitteena on tuottaa puuta myös korkeiden alueiden hankalissa maaperä- tai ilmasto-oloissa, puuston määrää pinta-alayksikköä kohden kuvaavat tunnuksat tulevat ajan myötä tärkeimmiksi. Alkuvaiheessa taimia kuvataan yleisimmin pituuden, kasvaimen pituuden ja populaation eloonjäätisadanneksen avulla. Myös taimien tilajärjestyksestä ja kunnosta sekä tautien aiheuttajista tehdään usein havaintoja.

Sisäinen tila (geneettinen laatu, kehitysvaihe, fysiologinen kunto) ja ulkoiset tekijät (maaperä- ja ilmastotekijät, kilpailu) vaikuttavat puuntaimien menestymiseen tietyllä kasvupaikalla. Metsänrajan olosuhteissa puiden sietokyky, ekologinen amplitudi, tulee vähitellen loppuunkäytetyksi. Joutuminen kilpailun tai metsänistuttajan toimesta fysiologisen optiminsa suhteen rajattuun ympäristöön vaatii puun taimelta sopeutumiskykyä, jota kuvaa sen ekologisen optimin sijainti. Tarkasteltava ympäristötekijä voi olla esim. maan happamuus. Se alue, jossa taimen on tullut toimeen, jos mieltä säilyä hengissä, voi sijaita myös parhaan optimialueen laidalla (kuva 1).

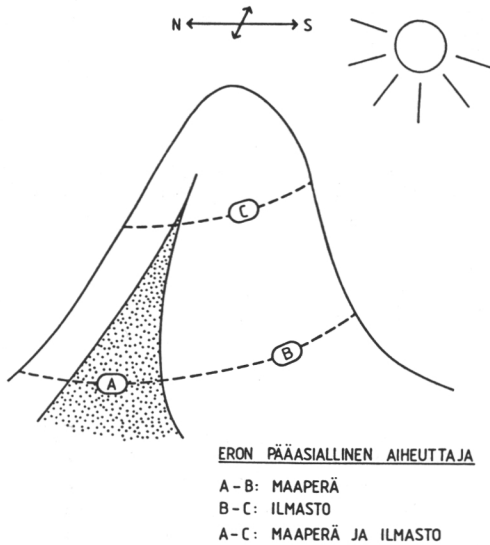


Kuva 1. Luonnossa esiintyviä tapauksia kasvin fysiologisen (katkoviiva) ja ekologisen (yhtenäinen viiva) optimin sijainnista. Kuva 1.1. Ekologinen optimi on sama kuin fysiologinen optimi, mutta amplitudi on kapeampi, kuva 1.2. ekologinen optimi sijaitsee fysiologisen optimin laidalla, kuva 1.3. kaksi ekologista optimia (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Tunnetun saaviesimerkin mukaan vedenpinta (so. kasvun taso, sato-taso) määräytyy lyhimmän laudan (minimitekijä) perusteella. Ääritapauksia lukuunottamatta kasvun taso ei lopullisesti määräydy vain yksittäisen kasvutekijän perusteella, vaan kasvuun vaikuttavat useat ympäristötekijät samanaikaisesti.

Hyötynäkökohtia ajattelevalla ihmisellä tulee mieleen kysymys, onko mahdollista muuttaa ympäristöolosuhteita niiltä osin kuin ne rajoittavat kasvun tasoa. Kun tiedetään, että joidenkin ympäristötekijöiden muuttaminen on helpompaa tai ainakin halvempaa kuin toisten, pitäisi toimenpidettä suunnittelevan pystyä arvioimaan tilanne erikseen maaperä- ja ilmastovaikutuksen osalta.

Maaperätekijöiden merkityksestä kasvuun voi vakuuttua, kun tutkii luonnontilaisten kasviyhdyksuntien vaihtelua suppealla suurilma-ston suhteen homogeenisellä alueella. Vastaavasti vertaamalla esim. tuoreen kankaan puustoa Etelä- ja Pohjois-Suomessa tai pohjoissuomalaisen vaaran puustoa eri korkeusvyöhykkeissä voi todeta lähinnä ilmaston aiheuttaman puiden koko- ja laatueron (kuva 2).

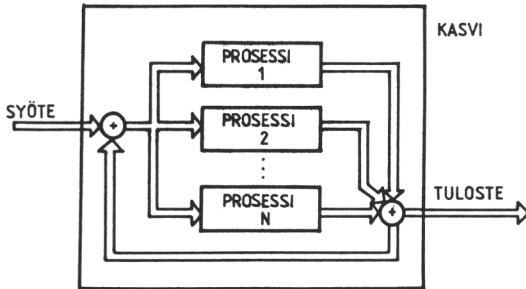


Kuva 2. Vaaran rinteellä sijaitsevien kasvupaikkojen eroavuudet voivat johtua sekä maaperällisistä että ilmastollisista syistä.

Kun harkitaan jonkin alueen puuntuotannollisia mahdollisuuksia, olisi löydettävä menetelmät uuden metsän aikaansaamiseksi puunkorjuun jälkeen. Tietoa yritetään useimmiten saada vartavasten järjestettyjen metsänuudistamiskokeiden avulla. Tällöin on mahdollisuus kokeilla sellaisiakin menetelmiä, jotka eivät ole olleet yleisessä käytössä, ja joiden vaikutuksista ei laaja-alaisemmilla inventointitutkimuksilla saada tietoa. Todettu menetelmävaikutus kriteerimuuttujaan ei vielä kerro kovin paljon vaikutuksen takana olevista ympäristötekijöistä ja syy-seuraussuhteista. Niiden arviointi vaatii taimitunnusten ja ympäristötekijäin välisten suhteiden tarkempaa analyysiä. Analyysi perustuu useimmiten oletettuihin vaikutusmekanismeihin, joita testataan tilastollisten mallien avulla.

Kasvuilmiöitä voidaan tutkia myös simulointitekniikkaa käyttäen, jos kyetään rakentamaan kasvin elintoimintoja ja ympäristötekijäin vaikutuksia riittävän hyvin kuvaava malli (kuva 3). Yksit-

täisten kasvutekijöiden vaikutusta mallin tulosteeseen eli tarkasteltavaan tilamuuttujaan voidaan tutkia herkkyyksanalyysin avulla. Tällöin huomataan, että systeemin vaste vaihtelee eri tekijöiden suhteen eikä ole välttämättä suoraviivainen. Tämä voi johtua mm. erilaisista aikavakioista, tarkasteltavan tekijän osuudesta systeemin tulosteeseen tai jaksollisista ja kasautuvista tekijöistä (esim. Holmberg ym. 1979, Hari ym. 1982).



Kuva 3. Kasvi kuvattuna prosessien avulla (Holmberg ym. 1979)

Hankaluutena luonnossa tehdyssä kokeessa on kontrolloimattomien tekijöiden vaikutus, mitä on vaikea saada erilleen tarkastelun kohteena olevien kasvutekijöiden vaikutuksesta. Ympäristötekijäin säätely onnistuu paremmin laboratorio-olosuhteissa erityisiä kasvatuskaappeja käyttäen. Kuitenkin ilmasto-olojen saanti vastaamaan olosuhteita luonnossa on nykytekniikallakin vaikeaa tai ainakin kallista. Ongelmana on myös kokeiden pitkäaikaisuus kysymyksen ollessa puusta.

Ilmasto- ja maaperätekijöiden vaikutus - sikäli kun vaikutukset ylipäätään voidaan erottaa toisistaan samassa ja kokonaisuutena reagoivassa kasvuyksilössä - on perusluonteeltaan erilainen. Ilmastotekijät, esim. lämpötila, vaihtelevat voimakkaasti vuorokauden tai pitempijaksoisen vuosisyklin puitteissa. Maaperälliset kasvutekijät vaihtelevat osaksi ilmastotekijöiden mukana (esim. lämpötila vaikuttaa ravinteiden liukoisuuteen), mutta muuten maaperätekijöiden vaikutus ilmenee yleensä vähemmän dynaamisesti

lyhytaikaisessa tarkastelussa. Pitemmällä aikavälillä erilaisten kasvupaikkojen tai eri tavoin käsiteltyjen alustojen sekä maaperälliset että ilmastolliset kasvutekijät vaikuttavat kasvutapah- tumaan vakionopeudella kasvupaikkojen eriytyessä toisistaan kri- teerimuuttujien suhteen. Paikalle syntyvät kliimax-kasviyhdy- kunnat, jotka edustavat kasvupaikkatekijöiden tasoeroja, ja kas- vupaikan boniteetti muodostuu maaperä- ja ilmastotekijöiden yh- distelmänä.

Yksi keino saada erilleen pitkäaikainen maaperä- ja ilmastovaiku- tus on tehdä viljelykoe samanlaisella kasvualustalla maantieteel- lisesti ja samalla ilmastollisesti kahdella eri alueella. Täl- löin erot viljelytuloksessa voidaan tulkita etupäässä erilaisten ilmasto-olojen aiheuttamiksi. Laboratoriokokeisiin verrattuna koejärjestelyn etuna on se, että koe tehdään todellisissa luon- nonoloissa. Vaikeutena on ehkä maan siirto ja kasvualustan saat- taminen samantyyppisiin olosuhteisiin vertailtavilla alueilla. Toisinpäin eli kasvupaikan ilmaston siirto toiselle kasvupaikalle kun on hiukan hankala toteuttaa, vaikka pienilmastotasolla sii- henkin on tiettyjä mahdollisuuksia.

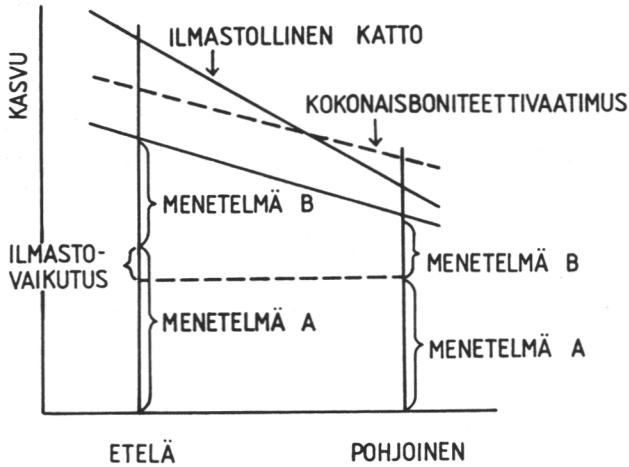
Maaperän ja ilmaston erilliset vaikutukset kasvupaikan boniteet- tiin eli tuotoskykyyn voidaan yksinkertaisesti ilmaista kaksijy- väperiaatteen avulla esim. siten, että sekä maaperä- että ilmas- tojyvä saavat arvot 0 - 10 ja kasvupaikan jyväluku eli kokonais- boniteetti muodostuu kahden jyvän tulona. Tällöin paras kasvu- paikka saa arvon 100. Periaatteessa tällaista menettelytapaa on käytetty aikaisemmin mm. maiden arvottamisessa maanjakotoimitus- ten yhteydessä (Lappi 1949), soiden metsänkasvatuskelpoisuutta määritettäessä (Heikurainen 1973) sekä maan biologisen aktiivi- suuden vertailussa eri alueilla (Valmari 1984). Ilmastoboniteetin arvo saadaan vertailumaan avulla, kokonaisboniteetti luonnonti- laisen maan (menetelmä A) havainnosta ja maaperäboniteetti jako- laskulla, eli:

kokonaisboniteetti (0 - 100) = maaperäboniteetti
(0 - 10) x ilmastoboniteetti (0 - 10).

Kaava kertoo myös, että edellytyksenä kasvupaikan boniteetille (positiiviselle tuotoskyvylle) on se, että kumpikaan tekijöistä ei saa olla pienempi tai yhtäsuuri kuin nolla. Maahan tukeutuvilla ja sieltä ravintoa ottavilla puilla täytyy siis olla vähimmäistason ylittävä kasvualusta. Tällöin ei voida esimerkiksi yksinkertaistaen todeta, että kasvillisuusvyöhykkeet ovat vain suurilmaston aikaansaannosta.

Tässä vaiheessa voi lukijalle vielä tulla mieleen kysymys, miksi pyrkiä määrittämään erikseen ilmasto- ja maaperäboniteetti. Idea on siinä, että kun asetetaan kokonaisboniteettivaatimus ja tiedetään ilmastoboniteetti tietyllä paikalla, voidaan tarvittava maaperäboniteetti eli vähimmäistaso kasvualustan suhteen laskea. Kun lisäksi tunnetaan menetelmäkombinaatiot, voidaan todeta, löytyykö hyväksyttävät ehdot täytettäviä kasvualustavaihtoehtoja (maa x maanparannusmenetelmä) kyseiselle paikalle.

Kuvan 4 esimerkissä ilmasto määrää kasvun maksimitason ja määrättyltä tasolta lähdettäessä menetelmän B antama kasvunlisäys on etelässä suhteellisesti suurempi kuin pohjoisessa. Kokonaisboniteettivaatimus tulisi asettaa siten, että se ei ylitä ilmaston asettamaa kattoa. Luonnonmetsistä saatava ilmastoinformaatio tulisikin käyttää tässä suhteessa hyväksi.



Kuva 4. Teoreettinen malli menetelmän B antamasta kasvunlisäyksestä 'etelässä' ja 'pohjoisessa'.

Mahdollisuudet eritellä maaperä ja ilmastotekijöitä normaalisti perustetuissa metsänviljelykokeissa, joissa pääpaino on menetelmien vaikutusten arvioinnissa ja enemmän tai vähemmän satunnaisen ympäristötekijäin mittaamisessa, ovat rajalliset. Tällä hetkellä tilanne erilaisten metsänkasvupaikkojen ominaisuuksien tuntemuksessa on vielä sellainen, että yksittäisten kasvutekijöiden tason (raja-arvojen) määrittämisellä ei voida kovin hyvin ennustaa biologisen systeemin tuotostasoa, koska riittävän yksityiskohtainen vaikutusmalli puuttuu. Tämä on tilanne etenkin epävakaisissa metsänrajaekosysteemeissä. Satunnaiset ja vaikeasti ennustettavat tekijät, kuten suurilmaston vaihtelu, vaikeuttavat lisäksi mallien laadintaa.

Lopuksi vielä eräs mielipide. Viime aikoina metsänviljelyjen onnistumista selitettäessä on otettu uudelleen käyttöön mm. termi 'absoluuttinen kuusimaa', joka ilman yksityiskohtaista määrittelyä viittaa maaperätekijöiden dominoivaan asemaan puiden kasvu-edellytyksiä arvioitaessa (Tikkanen 1986). Tutkimuksen kannalta termi on mielestäni sängen hyödytön niin kauan, kun ilmiön yleistämiskelpoinen kuvaus puuttuu. Tutkimushypoteesina se voi johtaa

ilmastotekijöiden perusteettomaan väheksymiseen ja sen jo edellä todetun seikan huomiotta jättämiseen, että puiden kasvutapahtuma tarvitsee samanaikaisesti määrätyt sekä ilmastolliset että maaperälliset olosuhteet. Lisäksi nykytekniikalla kasvualustan ominaisuuksia voidaan muuttaa useiden kasvutekijöiden osalta, mikä on ensisijaisesti kustannus- ja hyväksyttävyysskysymys.

Näin ollen suosittelen 'absoluuttinen maa' -terminologiaa käytettäväksi pikemminkin taloustieteen ja sosiologian kuin metsämätieteen puolella.

Kuitenkin - niille, jotka näkevät korkeiden alueiden metsät vajaka käytössä olevana puureservinä, toteaisin vielä, että ei ole syytä asettaa ylioptimistisia odotuksia esim. maankäsittelyn suhteen silloin, kun metsänviljelyn onnistuminen ei ole kiinni kasvualustasta, vaan puiden ilmastollisen sopeutumisen rajoista.

KIRJALLISUUS

- Hari, P., Kellomäki, S., Mäkelä, A., Ilonen, P., Kanninen, M., Korpilahti, E. & Nygren, M. 1982. Metsikön varhaiskehityksen dynamiikka. Summary: Dynamics of early development of tree stands. Acta Forestalia Fennica 177:1-42.
- Heikurainen, L. 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Acta Forestalia Fennica 131:1-35.
- Holmberg, A., Mäkelä, A. & Sievänen, R. 1979. Dynaamiset mallit kasviekologiassa. Helsinki University of Technology, Systems Theory Laboratory, Report C39:1-97.
- Lappi, P. 1949. Pelto- ja metsämaiden arvosuhteista maanjaossa. Maanmittaustieteiden seuran julkaisu no. 6. 176 s.
- Müller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 547 s.
- Tikkanen, E. 1986. Lapin paksusammalkuusikotkin uudistuvat. Metsä ja Puu 1:22-24.
- Valmari, A. 1984. Biologisesta aktiivisuudesta metsänrajaseudun maaperässä. Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 40:99-106.

Männynversosyöpä voi aiheuttaa tuhoa kaikenikäisissä taimikoissa (Norokorpi 1971, 1972c, Oikarinen ja Norokorpi 1986) ja jopa riukuvaiheen männiköissä (Kurkela 1981). Kuusamossa sen tuhot olivat selvästi yleisempiä alle 14-vuotiaissa taimikoissa kuin sitä vanhemmissa. Tuhot lisääntyivät jyrkästi maaston korkeuden noustessa. Ristijärvellä versosyöpäisten istutustaimien määrä suureni 12 %-yksikköä ja kylvötaimien 32 %-yksikköä maaston korkeuden 100 metrin nousua kohti (kuva 5).

Lumituhot olivat yleisiä Kuusamon taimikoissa eikä niiden määrä riippunut maaston korkeudesta tykkyalueella (kuva 5). Tuhot lisääntyivät taimikoiden vanhetessa.

Muut puulajit

Kuusella on suhteellisen vähän taimikkovaiheen tuhonaiheuttajia. Pohjois-Suomen korkeilla alueilla esiintyvä kuusenlumikariste (Lophophacidium hyperboreum) on melko hidas leviämään sekä taimen neulastossa että taimesta toiseen. Myöskään lehtikuusella ei ole tavattu Pohjois-Suomessa merkittäviä sienitai hyönteistuhoja. Sen sijaan runkotutkimuksen koelaloilla sillä todettiin runsaasti kasvaimien paleltumia (Pohtila ja Pohjola 1983).

JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomessa metsänrajan sijainti määräytyy kahden päätekijän, tykyn ja kasvukauden lämpöolojen mukaan. Edellisen vaikutus ulottuu Suojametsäalueen eteläosiin asti, josta pohjoiseen havumetsänraja asettuu suunnilleen 600 d.d:n lämpösummakäyrälle (Norokorpi 1980, 1981). Varsinaisilla tykkyalueilla metsänrajan muodostaa pääasiassa kuusi, joka kestää parhaiten lumituhoja (Heikinheimo 1920, Norokorpi ja Kärkkäinen 1985). Kaikki tutkimustulokset ja käytännön kokemus osoittavat, että

METSÄNVILJELYN ONNISTUMINEN KORKEILLA ALUEILLA

Yrjö Norokorpi

JOHDANTO

Suomessa on tunnettu mielenkiintoa metsänrajaseutujen metsiin yli 100 vuotta. Tutkimukset, jotka alkoivat 1860-luvulla, painottuivat ensiksi kasvisystematiikkaan (Kihlman 1890). Järjestelmällinen metsien tutkiminen alkoi kuluvan vuosisadan alussa männyn pohjoisella metsänrajalla August Renvallin (1912) toimesta. Hänen tutkimuksillaan luotiin perusta mm. suojametsälaille. Hän ryhtyi myös metsänviljelykokeiden perustamiseen pohjoisimmassa Lapissa v. 1912.

Metsäntutkimuslaitoksen toiminnan alettua v. 1918 tutkimukset suuntautuivat myös etelämmäksi metsänrajaseuduille ja korkeille alueille. Olli Heikinheimo (1920, 1921) antoi valaisevan kuvan näiden metsien sijainnista ja määrästä sekä niiden tilasta tutkimuksissaan "Suomen lumituoalueet ja niiden metsät" sekä "Suomen metsänrajametsät ja niiden vastainen käyttö". Niistä ajoista lähtien metsänraajatutkimuksia on tehty jatkuvasti jossain määrin, kun otetaan huomioon myös eri yliopistojen työpanos.

Rovaniemen tutkimusaseman perustamisen jälkeen v. 1970 tehostettiin olennaisesti myös korkeiden alueiden metsien tutkimusta. Erilaisissa viljelykoesarjoissa otettiin alusta alkaen huomioon ekologisen vaihtelun ja maantieteellisen kattavuuden vaatimus Lapin kolmiosta suoja- ja lakimetsiin asti. Muhoksen tutkimusasema aloitti toimintansa v. 1969 ja sen toimesta perustettiin metsänuudistamiskokeita Oulun läänin korkeille alueille.

Tämän vuosikymmenen alkupuolella perustettiin tuntuvasti lisää laki- ja suojametsien uudistamis- ja käsittelykokeita metsähallituksen toivomuksesta. Uusin tutkimuksen tehostamisvaihe alkoi viime vuonna, kun Metsäntutkimuslaitos ja metsähallitus asettivat yhteisen toimikunnan, jonka tehtävänä on selvittää korkeiden alueiden metsien uudistamiseen liittyvän tiedon tasoa ja tutkimuksen nykytilaa. Selvityksen perusteella täydennetään koealaverkostoa ja tutkimustoimintaa tavoitteena saada luotettava, monipuolinen tietopohja metsänkäsittelyohjeiden laatimiseksi mainituille alueille 20 - 30 vuoden kuluttua. Tämä katsaus kuuluu osana toimikunnan selvitystyöhön.

Tähän mennessä Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston toimesta on perustettu Pohjois-Suomen korkeille alueille ja suojametsiin uudistamis- ja käsittelykokeita yli 40 alueelle yhteensä 780 ha:n alalle, josta viljelykokeita on 229 ha ja luontaisen uudistamisen kokeita 389 ha (kuva 1). Käytännön metsänuudistamisalat mainituilla alueilla tarjoavat osaltaan kiinnostavaa tutkimusaineistoa sekä kokemus- ja tietopohjaa. Suojametsäalueella oli viljelty metsää 1910-luvulta vuoteen 1977 mennessä 23 116 ha. Näistä viljelyistä Pohtila ja Timonen (1980) tekivät laajan selvityksen. Metsähallinto on tehnyt uudistushakkuita lakimetsissä pääasiassa 1960-luvulla suunnilleen 20 000 ha:n alalla. Yksityismetsien laki-alueilla vastaava pinta-ala on noin 66 000 ha, mikä on vajaa puolet yksityisomistuksessa olevasta metsämaa-alasta laki-alueilla Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien alueella.

AINEISTO

Tässä katsauksessa tukeudutaan korkeilla alueilla tehtyjen taimikkoinventointien ja joidenkin viljelykokeiden antamiin tuloksiin.

Inventoinnit:

Ristijärvellä tarkastettiin 10-vuotiaat viljelyalat v. 1980. Otos käsitti 51 aluetta. Korkeuden vaihteluväli oli 150 - 280 m (Haverinen 1982, Savilampi 1983). Tykkyraja sijaitsee 250 - 270 metrin välillä.

Taivalkoskella inventoitiin 10-vuotiaat viljelyalat v. 1979. Otos koostui 58 alueesta, joilla oli viljelty mäntyä joko kylvämällä tai istuttamalla. Korkeuden vaihteluväli oli 210 - 330 m (Pelkonen ym. 1981). Tykkyraja on Taivalkoskella 250 - 300 metrin välillä.

Kuusamossa inventoitiin vv. 1960-1975 viljeltyjä männyn istutusaloja v. 1983. Otos koostui 26 alueesta, jotka sijaitsivat 20 vaaralla 270 - 390 metrin korkeudella (Otsamo 1986). Tykkyraja on Kuusamossa 300 metrin korkeudella.

Sallan Tunttsalla inventoitiin 27 männyn kylvö- ja istutus-alaa, jotka oli viljelty vv. 1960-1975. Inventointi tehtiin v. 1978 ja se kuului osana laajaan Suojametsäalueen viljelytaimikoiden inventointiin (Pohtila ja Timonen 1980, Timonen 1981). Tunttsalla alueet sijaitsivat 200 - 320 metrin korkeudella, mutta kuitenkin tykkyrajan alapuolella.

Viljelykoe:

Tässä katsauksessa tukeudutaan metsänhoidon tutkimusosaston viljelykoesarjoista ensisijaisesti metsänviljelyn runkotutkimukseen, joka on vanhin korkeille alueille ulottuvista viljelykokeista. Se perustettiin vv. 1970 - 72. Siihen kuului Lapin läänissä 38 koaluetta, joiden sijaintikorkeus oli 130 - 365 m. Mänty, kuusi, lehtikuusi ja rauduskoivu olivat vertailtavia puulajeja. Männyn siemenen alkuperä oli pääosin Arvidsjaurista. Se sijaitsee Pohjois-Ruotsissa melko korkealla alueella. Kuusen siemen oli peräisin Rovaniemen mlk:sta. Lehtikuusen proveniensi oli raivolalaisen lehtikuusen viljelmältä Hausjärveltä. Kokeesta on viimeksi julkaistu tiedot tilanteesta 10 vuotta viljelyn jälkeen (Pohtila ja Pohjola 1983).

MAASTON KORKEUDEN VAIKUTUS TAIMIEN ELÄVYYTEEN JA KEHITYKSEEN

Elävyys

Mänty

Lähes poikkeuksetta kaikissa Pohjois-Suomen viljelytaimikoiden inventoinneissa on osoitettu, että männyn taimien elävyys heikkenee lämpösumman pienetessä tai maaston korkeuden lisääntyessä. Tuntsan keskimäärin 13-vuotiaissa ja runkotutkimuksen 10-vuotiaissa männyn viljelmissä taimien elävyyssadannes laski sekä kylvössä että istutuksessa keskimäärin 15 %-yksikköä jokaista maaston korkeuden 100 metrin nousua kohti (kuva 2). Viljelyalat sijaitsivat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta tykkyrajan alapuolella.

Ristijärvellä pienehkö osa alueista sijaitsi tykkyalueella ja elävyyssadannes muuttui 20 %-yksikköä maaston korkeuden 100 m kohti. Taivalkoskella huomattava osa viljelyalueista oli tykkyrajan yläpuolella ja elävyyssadannes muuttui sen vuoksi jyrkemmin, 30 %-yksikköä/100 m. Kuusamossa miltei kaikki taimikot sijaitsivat tykkyalueella ja kuolleisuuden muutos oli vastaavasti jyrkin (kuva 2).

Runkotutkimuksen viljelmissä männyn elävyyssadannes muuttui 12 %-yksikköä lämpösumman 100 d.d:n muutosta kohti kylvöjen osalta ja 16 %-yksikköä istutusten osalta. Lapin piirimetsälautakunnan yksityismailla vv. 1965-1975 viljellyissä männyn taimikoissa elävyyssadannes laski 10-15 %-yksikköä maaston maaston 100 metrin nousua kohti ja noin 8 %-yksikköä lämpösumman 100 d.d:n pienenemistä kohti (Pohtila ja Valkonen 1985).

Taimien kuolleisuus oli Kuusamossa selvästi suurempaa pohjoisen ja idän puoleisilla rinteillä kuin etelän ja lännen puo-

lella. Rinteen suuntien ero vastasi suunnilleen 30 - 40 metrin korkeuseroa elävyssadanneksessa samalla ekspositiolla. Valtasen (1987) tekemässä haastattelututkimuksessa Kainuun ja Koillismaan metsäammattimiesten parissa ilmeni myös 30 - 50 metrin ero männynviljelyn onnistumisessa eri rinteensuunnilla.

Keskimääräinen taimien elävyys oli Ristijärvellä männyn istutuksessa 38 % ja kylvössä 33 %, Taivalkoskella kylvössä ja istutuksessa 34 %, Kuusamossa istutuksessa 22 %, Tunttsalla kylvössä ja istutuksessa 26 %. Runkotutkimuksessa keskimäärin 45 % männyntaimista oli elossa.

Muut puulajit

Taimikoiden inventoinneissa ja viljelykokeissa on todettu kuusentaimien pysyvän mäntyä selvästi paremmin elossa (esim. Norokorpi 1972a ja b, Lähde ym. 1981). Metsänviljelyn runkotutkimuksessa ero oli noin 20 %-yksikköä, Oulun läänin korkeiden alueiden 10-vuotiaissa metsänviljelykokeissa 20 - 25 %-yksikköä (Valtananen 1987) ja Ristijärven taimikoissa 30 %-yksikköä.

Runkotutkimuksessa lehtikuusen kuolleisuus oli suurempi kuin kuusen, mutta pienempi kuin männyn kuolleisuus. Kainuun ja Koillismaan tykkyalueiden viljelykokeissa lehtikuusen elosaolosadannes oli suunnilleen sama kuin männyn eli se oli menestynyt yllättävän heikosti verrattuna siihen, että lehtikuusta suositellaan vaaramaiden viljelyyn (Valtananen 1987).

Sekä kuusen että lehtikuusen elävyssadanneksen riippuvuus maaston korkeudesta ei ollut tilastollisesti merkitsevä runkotutkimuksessa. Kuusen taimien kuolleisuus lisääntyi vain muutaman prosenttiyksikön ja lehtikuusellakin alle 10 %-yksikköä maaston korkeuden 100 metrin nousua kohti.

Pituus ja pituuskasvu

Mänty

Metsänviljelyn runkotutkimuksessa todettiin, että männyn kylvötaimien pituus pieneni keskimäriin 9 cm ja istutustaimien 14 cm maaston korkeuden 100 metrin nousua kohti, kun viljelystä oli kulunut 10 vuotta. Koillismaahan vaaroilla ero oli huomattavasti suurempi. Taivalkosken männyntaimikoissa keskipituus pieneni noin 80 cm maaston noustessa 100 m. Kuusamon keskimäärin samanikäisissä eli 10-vuotiaissa taimikoissa muutos oli 56 cm/100 m, mutta 10 vuotta vanhemmissa taimikoissa noin 160 cm/100 m.

Sekä Kuusamossa että Taivalkoskella männyn vuotuinen pituuskasvu heikkeni 12 cm/100 m. Siten pituserot suurenevät eri korkeuksilla olevissa taimikoissa sitä enemmän mitä kauemman aikaa viljelystä kuluu. Ero näyttäisi kehittyvän selvästi suuremmaksi kuin alkuperäisen metsän pituusboniteettierot edellyttäisivät (ks. Norokorpi ja Kärkkäinen 1985).

Muut puulajit

Metsänviljelyn runkotutkimuksen aineiston perusteella todettiin, että kuusen pituus lyheni keskimäärin 8 cm lämpösumman pienetessä 100 d.d. Lehtikuusella maaston korkeus selitti paremmin kuin lämpösumma pituuden vaihtelua. Pituus pieneni 8 cm/100 m. Riippuvuudet eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä, vaan ne peittyivät muiden tekijöiden aiheuttamaan vaihteluun.

Tuhonaiheuttajat

Mänty

Maaston korkeuden noustessa heikentyneiden ja kituvien taimien osuus suureni suunnilleen samoin kuin taimien kuolleisuus tehtyjen taimikkoinventointien mukaan. Männyn lumika-

riste, versosyöpä ja mekaaniset lumituhot ovat tärkeimmät taimien kuolleisuutta aiheuttavat ja elinvoimaisuutta heikentävät tekijät korkeilla alueilla.

Lumikaristeeseen kuolleiden istutustaimien määrä suureni 30 %-yksikköä ja kylvötaimien peräti 70 %-yksikköä maaston korkeuden 100 metrin nousua kohti Ristijärvellä. Taivalkoskella lumikaristeeseen tuhot lisääntyivät keskimäärin 40 %-yksikköä/100 m, mutta tykkyrajasta ylöspäin niiden määrä suureni vielä jyrkemmin (kuva 3). Kuusamossa inventoitiin lumikaristeeseen osalta vain sen saastuttamien taimien määrää, joka oli keskimäärin yli 50 % 9 - 14-vuotiaissa taimikoissa. Niiden osuus lisääntyi noin 15 %-yksikköä/100 m. Pohjois-itärinteillä tuhoja esiintyi enemmän kuin etelä-länsirinteillä. Lähes koko aineisto oli tykkyalueelta, jolla lunta on joka talvi kauttaaltaan runsaasti eikä olennaisia eroja lumikaristeisuudessa pääse syntymään.

Lumikariste tappaa neulasia lumen sisällä, joten se on erityisesti pienten taimien tuhonaiheuttaja. Ristijärvellä sen tuhojen arvioitiin olevan pahimmillaan 6 vuotta istutuksen jälkeen. Ainakin seuraavat tekijät lisäävät lumikaristeeseen tuhoja maaston korkeuden noustessa: 1. Lumen syvyys lisääntyy vaarojen rinteillä 10 cm 100 metrin nousua kohti (Solantie 1974). 2. Luminen aika pitenee sekä alusta- että lopusta-päin. 3. Taimien kasvun hidastuessa talvet, jolloin taimet ovat hankirajan alapuolella, lukuistuvat. Hitaamman alkukehityksensä vuoksi kylvötaimetkin ovat istutustaimia alttiimpia lumikaristeeseen tuhoille. Taimituppaat keräävät helpommin sienien itiöitä ja tautisia neulasia, joita tuuli kuljettaa. Tuulen nopeus kasvaa Pohjois-Suomessa keskimäärin puolitoistakertaiseksi 200 metrin korkeudesta 300 metrin korkeudelle (Rossi 1971). Pintatuulen nopeus kasvaa myös uudistusalan koon suuretessa (kuva 4), jolloin lumikaristetuhot lisääntyvät (Norokorpi 1971).

mäntyä ei kannata viljellä tykkyalueella (Norokorpi 1980, 1981, Valtanen 1981, 1987).

Lehtikuusen uskotaan selviytyvän suhteellisen hyvin korkeilla alueilla. Se ei ole yhtä altis lumituhoille kuin mänty, koska se karistaa neulasensa talveksi. Lehtikuusen oksat ja latvus ovat kuitenkin melko hauraita ja helposti katkeavia, minkä vuoksi lehtikuusi kärsii lumituhoista pahoina tykkytalvina. Lehtikuusi on melko vaateliias maan viljavuuden ja ilmavuuden suhteen, joita tekijöitä ei pystytä varmistamaan edes voimaperäisellä maanmuokkauksella. Sen siemenestä on niukkuutta ja viljelykustannukset ovat korkeat. Viljelytyö asettaa lisäksi erityisvaatimuksia onnistuakseen hyvin. Lehtikuusi ei näytä olevan hyvä ratkaisu korkeiden alueiden metsänuudistamisongelmiin.

Havupuista kuusi on selvästi sopivin puulaji tykkyalueille. Sen uudistaminen onnistuu sekä viljellen että luontaisesti. Vanhan kuusikon jälkeen tarvitaan kuitenkin lehtipuuvaihetta maan kasvukunnon parantamiseksi. Sirénin (1955) tutkimusten mukaan on pääteltävissä, että kuusen tuotos laskee ainakin 30 % toisessa perättäisessä kuusisukupolvessa verrattuna ensimmäiseen, lehtipuuston alle syntyneeseen kuusisukupolveen. Pääsyyinä on kasvualustan ominaisuuksien huononeminen kuusen vaikutuksesta.

Inventoinnit osoittavat, että luontaisia hieskoivun taimia syntyy runsaasti korkeillakin alueilla (Hassinen 1982, Otsamo 1986). Rauduskoivua esiintyy sitä vastoin melko vähän. Sen osuutta voidaan helpoimmin lisätä hajakylvöllä. Kuusi uudistuu parhaimmin reunametsän siemennyksestä 40 - 50 metrin eli runsaan kahden puun pituuden etäisyydelle asti (Hassinen 1982, Virtanen ym. 1984, Otsamo 1986). Pohjois-Suomessa saadaan vähintään keskinkertaisia kuusen siemensatoja 2 - 3 kertaa vuosikymmenessä, ja jossain määrin siementä tuleeentuu

vuosittain (Koski ja Tallqvist 1978). Lehtipuuvaiheen kasvattaminen pitää maanpinnan jatkuvasti melko hyvin taimettumiskelpoisena, ja kuusen taimien kehitykselle on sinänsä suotuisimmat olosuhteet sopivan tiheän lehtipuuston alla (Norokorpi ja Puoskari 1987). Kaistaleavohakkuun tai pienialaisten, alle 2 ha:n suuruisen uudistusalojen käyttö varmistaa täystiheän nuorennoksen synnyn (Norokorpi 1981).

Kuusen uudistamista voidaan nopeuttaa viljelemällä. Istutus on kallis toimenpide ja korkeilla alueilla tarvittaisiin viljelytiheyden lisäämistä tuloksen varmistamiseksi. Hajakylvö olisi ilmeisesti sopiva viljelymenetelmä. Mm. valkokuusella sitä on käytetty yleisesti etenkin Länsi-Kanadassa (Hellum 1973, Norokorpi 1986).

Tykkyalueen ulkopuolella korkeiden alueiden metsissä on enemmän uudistamisvaihtoehtoja, joiden valinnassa tulee ottaa huomioon maan ominaisuudet ja alueen metsikköhistoria. Männylle voidaan uudistaa vain sellaiset alueet, joilla on ennestäänkin kasvanut sitä. Tällöin luontainen uudistaminen on ensisijainen ja varmin menetelmä. Männyksen viljely edellyttää normaalia suurempaa viljelytiheyttä tyydyttävän tuloksen saavuttamiseksi. Siemenen alkuperään tulee kiinnittää erityistä huomiota (Lähde ja Norokorpi 1978). Korkeille alueille sopivasta männynsiemenestä on niukkuutta. Männyksen taimien elävyys-sadannes laskee 20 vuoden ikään mennessä 30 - 40 %:iin suunnilleen 800 d.d:n lämpösummavyöhykkeellä 200 metrin korkeudella käytettäessä paikallista siemenalkuperää (kuva 5). Elävyys-sadannes laskee tästä ainakin 15 %-yksikköä maaston korkeuden 100 metrin nousua kohden. Viljelytiheyden lisääminen on helpoimmin ja halvimmalla mahdollista käyttämällä kylvöä, mikäli sopivasta siemenestä ei ole puutetta. Taimitupaiden suuren lumikaristeriskin vuoksi on suositeltavaa käyttää suoja- tai hajakylvöä.

Uudistamismenetelmästä riippumatta on syytä käyttää vain pieniä uudistusaloja, joiden koko on mieluummin alle 2 ha. Reunametsän etäisyydellä on olennainen merkitys luontaisen siementymisen ja alueen pienilmaston kannalta. Uudistusalan koon suuretessa pintatuulen nopeus kasvaa jyrkästi (kuva 4). Samalla siementävän puuston ja reunametsän myrskytuhoriski suurenee. Maaston kaltevuus lisää riskiä kolmanneksen ja korkeuden 100 metrin nousu puolet. Tuulen kuivattavan ja jäädyttävän vaikutuksen voimistuessa taimettumismahdollisuudet heikenevät, kasvuolot huononevat ja kevättalvinen pakkaskuivumisriski suurenee (Norokorpi 1982).

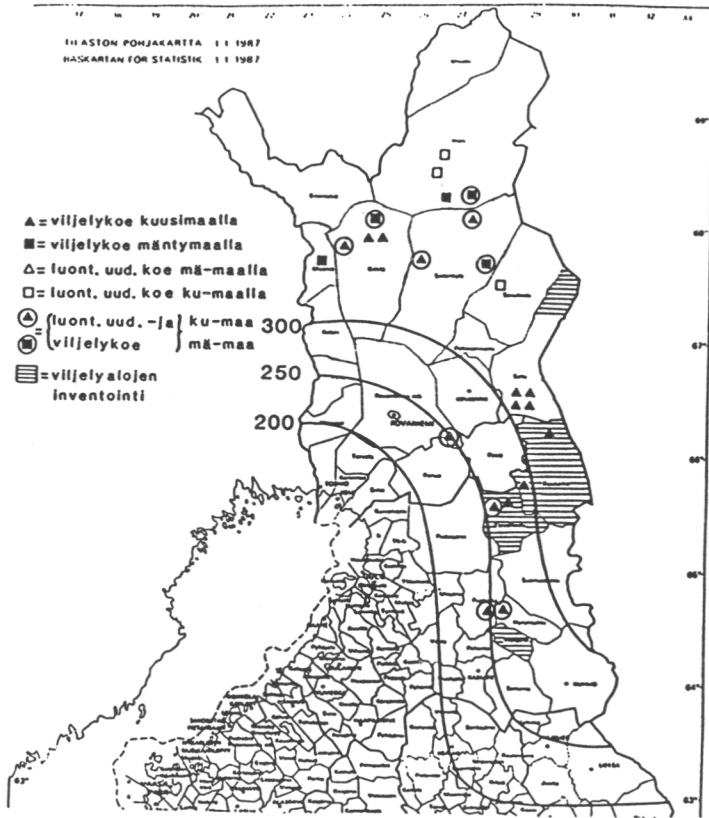
KIRJALLISUUS

- Hassinen, K. 1982. Kuusikoiden kaistalehakkuuolojen taimettuminen Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto, 83 s.
- Haverinen, R. 1982. Kymmenen vuotta vanhojen viljelytaimikoiden menestyminen Ristijärven pitäjässä. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto.
- Heikinheimo, O. 1921. Suomen metsänrajametsät ja niiden vastainen käyttö. Commun. Inst. For. Fenn. 4(3):1-71.
- 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Commun. Inst. For. Fenn. 3(3):1-134.
- Hellum, A. K. 1973. Direct seeding in western Canada. Direct Seeding Symposium. Can. For. Serv., Publ. 1339:103-111.
- Kihlman, A. O. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta Soc. pro F. et Fl. Fenn. 6(3):1-263.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kunnin ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Folia For. 364:1-60.
- Kurkela, T. 1981. Versosyöpä (Gremmeniella abietina) riukuasteen männikössä. Folia For. 485:1-12.

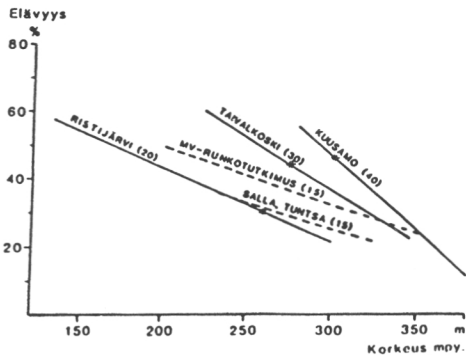
- Lähde, E., Manninen, S. & Tervonen, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98(7):1-43.
- & Norokorpi Y. 1978. Oikea alkuperävalinta ja männyn viljelyn onnistuminen. *Metsä ja Puu* 2:7-9, 26.
- Norokorpi, Y. 1971. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 4:23-26.
- 1972a. Kuusen tuotos huono muokkaamattomalla kasvualustalla. *Metsä ja Puu* 4:17.
 - 1972b. Nuorten kuusen taimistojen nykyisestä tilasta ja kehityksestä Perä-Pohjolan valtion mailla. *Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja* 3:16-22.
 - 1972c. Pohjoisten männyn viljelytaimistojen tuhoprosessista. *Metsä ja Puu* 4:13-14.
 - 1980. Ehdotus Pohjois-Suomen lakimetsien käsittelyohjeksi. Liite Lapin metsätaloustoimikunnan maa- ja metsätalousministeriölle jättämään selvitykseen. 9 s.
 - 1981. Lakimetsien rajaamisen perusteita. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 24:59-65.
 - 1982. Ekologiset erityispiirteet Pohjois-Lapin metsien uudistamisessa ja käsittelyssä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 77:14-23.
 - 1986. White spruce regeneration options on Fine-textured mineral soils of the Boreal Mixedwood Ecoregion in Alberta. *Reforestation and Reclamation Branch, Alberta Forest Service*, 125 s.
 - & Kärkkäinen, S. 1985. Maaston korkeuden vaikutus puusto- ja kasvupaikkatunnuksiin sekä tykkytuhoihin Kuusamossa. *Folia For.* 632:1-26.
 - & Puoskari, J. 1987. Peräpohjolan kuusentaimikoiden perkausmenetelmät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* (painossa).

- Odin, H. 1974. Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. Sveriges Skogsvårdförb. Tidskr. 72(1):60-65.
- Oikarinen, M. & Norokorpi, Y. 1986. Vuosina 1956 - 1965 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 222:1-46.
- Otsamo, A. 1986. Maaston korkeuden vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen ja taimien kehitykseen Kuusamossa. Metsänhoitotieteen pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 88 s. + 8 liit.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Folia For. 511:1-23.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970-1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Silva Fenn. 17(3):201-224.
- & Timonen, M. 1980. Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Folia For. 453:1-18.
 - & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Folia For. 631:1-19.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta For. Fenn. 1:1-154.
- Rossi, V. 1971. Lapin ilmasto. Kansallis-Osake-Pankin kuukausikatsaus 5:1-10.
- Savilampi, P. 1983. Kuntakohtaisten viljelyinventointien yhdistelmä vuosilta 1977 - 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119:40-52.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Acta For. Fenn. 62(4):1-408.
- Solantie, R. 1974. Pohjois-Suomen lumipeitteestä. Lapin ilmastokirja, s. 74-89, Rovaniemi. Lapin tutkimusseura.

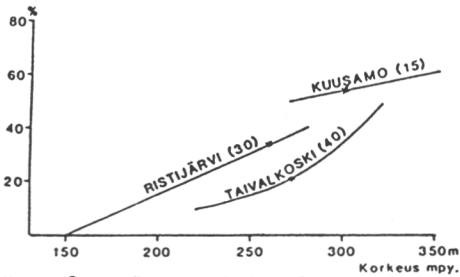
- Timonen, M. 1981. Suojametsäalueen viljelytaimistot ja niiden varhaiskehitys. Metsänhoitotieteen sivulaudaturtutkielma, Helsingin yliopisto, 59 s. + 4 liit.
- Valtanen, J. 1981. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24:66-77.
- 1987. Miten korkeiden maiden metsät uudistetaan. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja (painossa).
- Virtanen, J., Norokorpi, Y. & Kaunisto, S. (toim.) 1984. Metsänuudistamisen ja taimikonhoidon periaatteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 135:1-32 + liite 12 s.



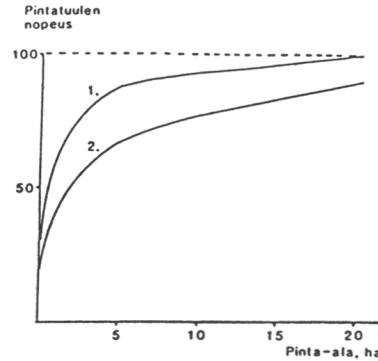
Kuva 1. Metsänhoidon tutkimusosaston metsänuudistamiskokeiden sijainti suojametsissä ja korkeilla alueilla sekä käytännön metsänviljelyalajen inventoinnit vuoteen 1986 asti korkeilla alueilla. Tykkyrajan sijainti Solantien (1974) mukaan, m mpy.



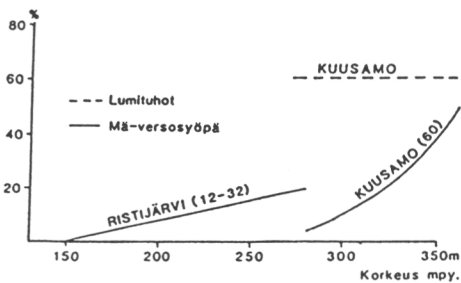
Kuva 2. Männyen istutus-taimien elävyysadanneksen riippuvuus maaston korkeudesta Pohjois-Suomessa. Alueen tykkyrajan keskimääräinen korkeus merkitty *-merkillä. Kokonaan tykkyrajan alapuolelta kerättyjen aineistojen kuvaaja merkitty katkoviivalla. Keskimääräinen regressio-kerroin sulkeissa (-0.xx).



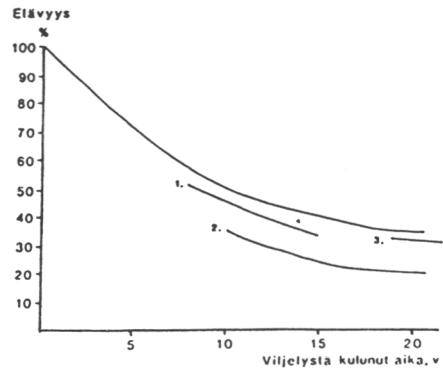
Kuva 3. Männyntaimien lumikaristeisuuden riippuvuus maaston korkeudesta Kuusamossa, Ristijärvellä ja Taivalkoskella. Keskimääräinen regressio-kerroin sulkeissa (+0.xx).



Kuva 4. Pintatuulen (2 m maanpinnan yläpuolella) nopeuden riippuvuus neliönmuotoisen avoalan koosta tasaisella maalla. Reunametsän puuston pituus on 15 m. Vapaan pintatuulen nopeutta merkitty 100:lla. Laadittu Odinin (1974) mittatulosten perusteella. 1. Tuulen nopeus vastakkaisessa reunassa. 2. Tuulen nopeus aukon keskellä.



Kuva 5. Männyntaimien versosyövän ja lumituhojen määrän riippuvuus maaston korkeudesta Kuusamossa ja Ristijärvellä. Keskimääräinen regressio-kerroin sulkeissa (+0.xx).



Kuva 6. Männyntaimien keskimääräinen elävyyssadannes Lapissa (korkeus 200 m mpy., lämpösumma 800 d.d.) viljelystä kuluneen ajan mukaan. Laskentaperusteina käytetty käytännön uudistusalojen inventointitietoja ja viljelykokeiden tuloksia. Vertailua varten kuvaan on piirretty kuvaajat uusimmista inventoinneista: 1. Pohtila ja Valkonen (1985), 2. Otsamo (1986) ja 3. Oikarinen ja Norokorpi (1986).

KUUSEN LUONTAISESTA UUDISTUMISESTA KORKEALLA
PAKSUSAMMALTYYPIN MAALLA

Kari Mäkitalo

JOHDANTO

Pohjois-Suomen kuusimetsät sijaitsevat useimmiten vaaramailla ja ylätasangoilla (Heikinheimo 1920b). Niistä suurin osa luokitellaan paksusammaltyypin (HMT) kuusikoiksi. Heikinheimon (1922) mukaan kuusimetsäalueilla on tasaisista lakimaista ja pohjoisrinteistä runsaat 70 % ja etelärinteistä runsaat 50 % paksusammaltyyppejä. Paksusammaltyypin kuusikoiden luontainen uudistuminen on useissa tutkimuksissa todettu erittäin hitaaksi (esim. Heikinheimo 1920b, 1922, 1939, Siren 1955, Norokorpi 1979). Maata peittävä paksu ja tiivis sammal- ja humuskerros vaikeuttaa taimettumista. Vanhojen kuusikoiden niukkojen ja huonolaatuisten siemensatojen on myös katsottu heikentävän uudistumisedellytyksiä. Lisäksi maaperä on näissä kuusikoissa usein huuhtoutunutta, runsaasti hienojakoisia aineksia sisältävää moreenia, joka Lapin humidisissa ja kylmissä ilmasto-olosuhteissa on tiivistä, kylmää ja helposti routivaa (Ritari & Lähde 1978). Korkeilla mailla nämä metsien kasvun ja uudistumisen kannalta epäedulliset tekijät edelleen korostuvat.

Heikinheimo (1922) suositteli paksusammaltyypin kuusikoille kaistalehakkua ja kulotusta. Taimettuminen osoittautui kuitenkin riittämättömäksi (Heikinheimo 1939). Kuusikoiden uudistamisessa siirryttiin käyttämään entistä suurempia avohakkuuta, kulotusta, laikutusta ja männyn viljelyä. Männyn viljely näyttikin onnistuvan aluksi melko hyvin (Heikinheimo 1939, Siren 1955). 1960-luvulla oli kuitenkin useita kylmiä kesiä, jolloin jo vakiintuneissa viljelytaimikoissa ilmeni

pahoja tuhoja (Pohtila 1977). Näiden seurauksena maankäsittelymenetelmiä kehitettiin entistä voimaperäisempään suuntaan ja aurauksesta muodostui maankäsittelyn valtamenetelmä. Samalla kaistalehakuut jälleen yleistyivät, sillä avoalan suuren koon katsottiin vaikuttavan haitallisesti uudistusalan mikroilmastoon ja siten myös taimien menestymiseen (Leikola 1987). Leimausasiakirjojen mukaan kaistalehakkuita tehtiin vuosina 1963-76 Perä-Pohjolan piirikunnassa yhteensä lähes 12 000 ha. Kaistaleille viljeltiin edelleen useimmiten mäntyä; tosin taimikoiden täydennykseksi odotettiin reunametsän siemennyksen kautta myös kuusta ja koivua. 1970-luvun lopulla kaistalehakkuiden käyttö alkoi taas nopeasti vähentyä ja nykyisten ohjeiden mukaan kaistalehakkuita käytetään valtion metsissä vain silloin kun taimiaines on jo syntynyt alalle tai reunametsän päätellään siementävän uudistusalan tyydyttävästi (Leikola 1987).

Talousmetsäalueen lakikuusikoissa käytetään uusimpien ohjeiden mukaan kaistalehakkuita, mikäli uudistushakkuita normaalia käytännöstä poiketen ylipäättään joudutaan suorittamaan. Uudistamisen lähtökohtana on tällöin kaistaleavohakkuu luontaista uudistamista varten (Ohjekirje metsien... 1985). Paksumalmalyyppin kuusikoiden luontaisesta uudistumisesta muokatuilla kaistaleavoaloilla on toistaiseksi julkaistu joitakin tutkimuksia (esim. Hassinen 1982, Manninen ja Lähde 1981). Korkealla sijaitsevien lakikuusikoiden luontaisesta uudistumisesta ei tutkimustietoa sen sijaan vielä ole ollut saatavissa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää erilaisten maankäsittelymenetelmien vaikutusta erään kaistalehakuulla käsitellyn, korkealla sijaitsevan paksumalmalyyppin kuusikon luontaiseen uudistumiseen.

TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Poksaselän koekenttä sijaitsee Pomokairan keskiosassa, metsähallinnon Sodankylän hoitoalueessa, noin 50 km Sodankylän kirkonkylästä pohjoiseen. Sen suurin korkeus merenpinnasta on 350 m ja keskimääräinen lämpösumma noin 620 d.d. Alueella kasvoi ennen vuonna 1972 tehtyjä kaistalehakkuita 175 vuotta vanha paksusammaltyypin kuusikko, jonka kuutiomäärästä (n. $50 \text{ m}^3/\text{ha}$) 83 % oli kuusta ja 17 % hieskoivua (Norokorpi 1973). Maalajiksi määritettiin vähäkivinen hietamoreeni, jossa hienon hiedan ja sitä hienompien lajitteiden osuus oli keskimäärin noin 40 %. Humuskerroksen paksuus oli 6.3 cm ja elävän sammal- ja jäkäläkerroksen paksuus 1.3 cm (Ritari & Lähde 1978). Kaistaleiden, joita on yhteensä 19 kpl, keskimääräinen leveys on 60 m ja kokonaispinta-ala noin 70 ha. Ne jaettiin 60 m x 180 m suuruisiin ruutuihin, jotka käsiteltiin kesällä 1972 seuraavilla menetelmillä: laikutus, piennar-, palle- ja läpivirtausauraus, ketjujyrsintä ja mätästys.

Kuusen luontaista uudistumista on koekentällä tutkittu vuodesta 1983 lähtien. Kesällä 1984 luettiin 10 m^2 :n ympyräkoaloilta kuusen ja koivun taimet erikseen koealan käsitellyltä ja käsittelemättömältä osalta. Kuusen taimet jaettiin yli ja alle 10 cm:n pituisiin. Koivun taimilla pituusraja oli 20 cm. Lisäksi mitattiin koealakohtaisesti kuusen ja koivun valta-
taimien pituus sekä arvioitiin käsitellyn alan osuus. Jokaisesta maankäsittelymenetelmää kohti inventoitiin kuusi noin hehtaarin suuruista ruutua siten, että ruudulle sijoitettiin 14 koealan muodostama ryväs, joka kattoi tasaisesti reunametsien välisen alueen. Kaiken kaikkiaan rypäitä oli 36 kpl ja niissä koealoja yhteensä 504 kpl.

Kesällä 1985 mitattiin lisäksi uudelleen viisi erikoiskoetalaa ryvästä kohti. Taimista mitattiin tällöin pituus, viisi viimeisintä pituuskasvua ja lumikaristeen tuhoaman neulaston

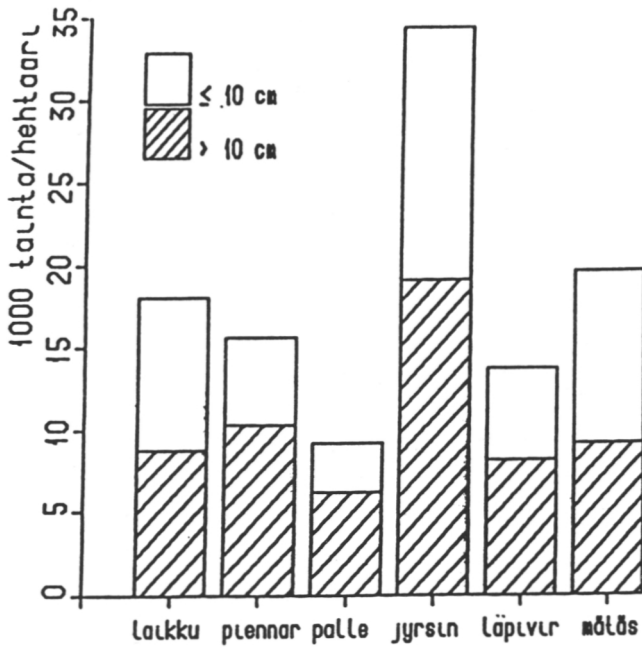
yllin korkeus sekä määritettiin ikä oksakiehkuroista, terveydentila, tuhot, viat, sijainti käsittelyjäljessä, kasvupaikan korkeusasema jne. Osa vuonna 1984 mitatuista koealoista sijaitsi kaistaleiden leveysvaihtelun vuoksi metsän sisällä. Tässä esityksessä nämä koealat (36 kpl) on jätetty laskennan ulkopuolelle.

TUTKIMUKSEN TULOKSET

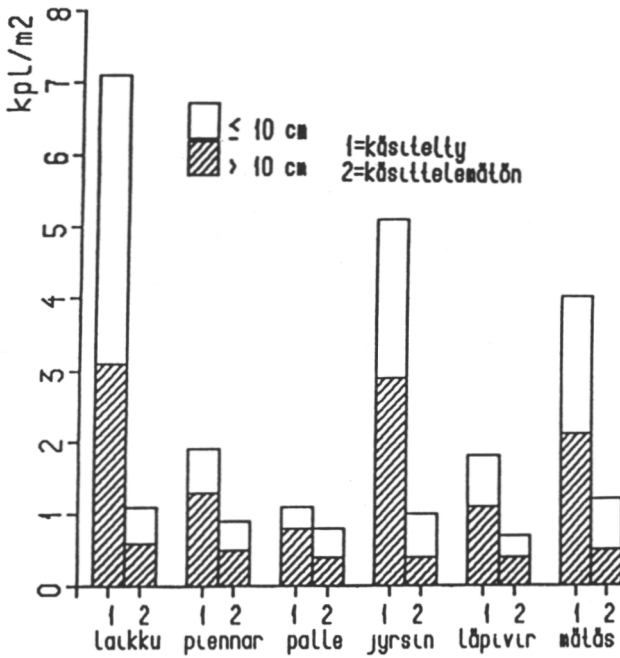
Selvästi eniten kuusen taimia kasvoi ketjujyrsimellä käsitellyissä ruuduissa: yli 34 000 kpl hehtaarilla, joista noin 19 000 kpl oli yli 10 cm:n pituisia (kuva 1). Vähiten taimia löytyi palleanauralla auratuista ruuduista. Tosin 10 cm:n mitan täyttäviä taimia kasvoi palleanauraruuduissakin metsittymisen kannalta riittävästi, keskimäärin noin 6000 kpl/ha. Kaiken kaikkiaan eri tavoin auratut alat olivat taimettuneet tilastollisesti merkitsevästi muilla tavoin käsiteltyjä heikommin. Taimet sijaitsivat tutkitulla alalla melkoisen tasaisesti, sillä tyhjien koealojen osuus oli enimmillään vain 5 %.

Koivun taimia oli kaikissa käsittelyissä runsaasti: 18 000 - 60 000 tainta hehtaarilla. Eniten koivuja kasvoi ketjujyrsimintäruuduissa ja vähiten laikutusruuduissa. Suurten, yli 20 cm:n pituisten koivujen määrä vaihteli 2100 kpl:n ja 5400 kpl:n välillä hehtaaria kohti.

Eniten käsiteltyä pintaa, lähes 70 %, oli eri aurausruudussa. Laikutetuissa ruuduissa osuus jäi alle 20 %:n. Ketjujyrsimintäruuduissa käsitellyn alan osuus oli vajaat 60 % ja mätästysruuduissa vajaat 40 %. Laikku osoittautui parhaaksi taimettumisalustaksi (kuva 2). Laikkuneliometriä kohti löytyi keskimäärin 7 kuusen tainta. Palleanaurauksen taimettumiskyky oli samaa luokkaa käsittelemättömän pinnan keskimääräisen arvon kanssa: vain 1 taimi/m².



Kuva 1. Kuusen taimet maankäsittelyittäin, kpl/ha

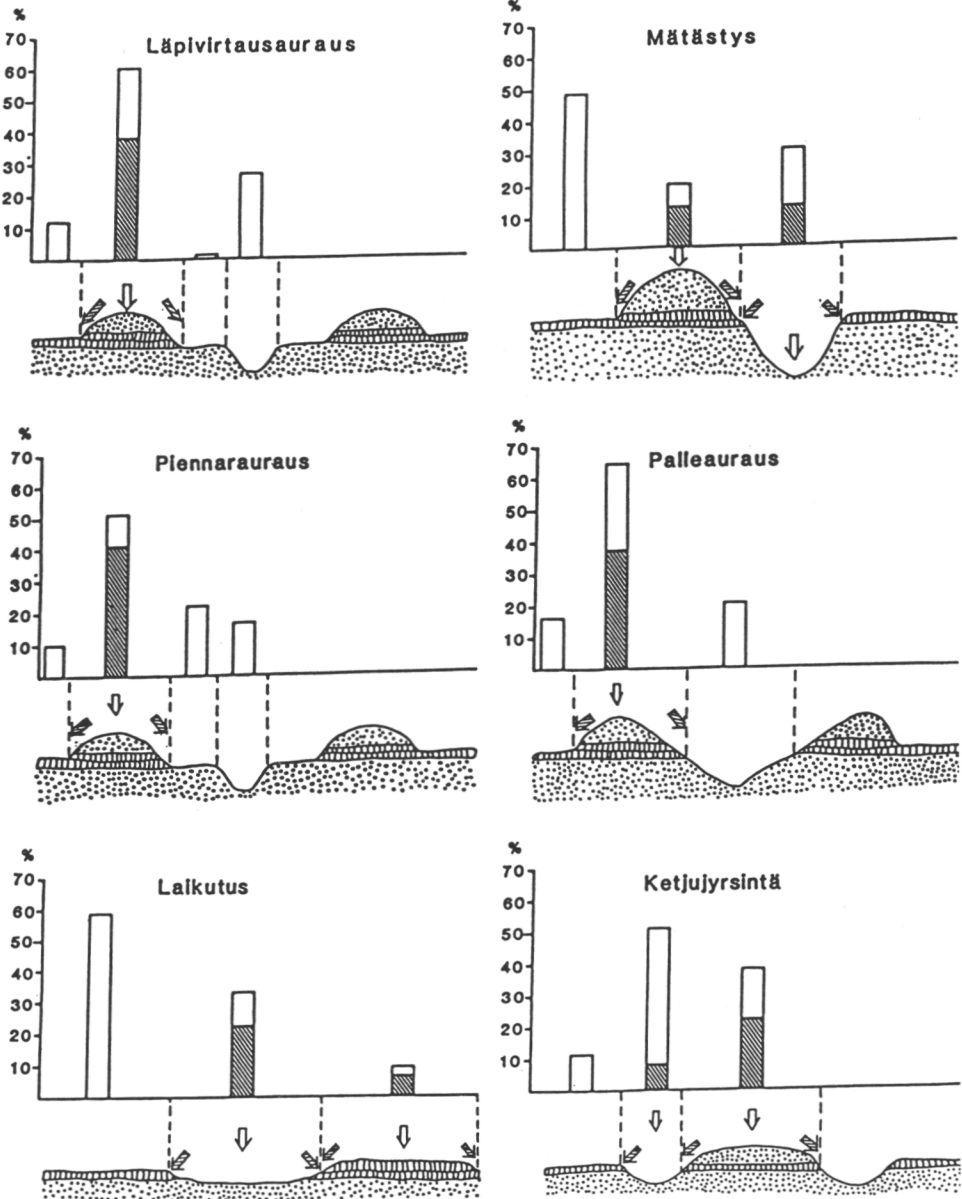


Kuva 2. Kuusen taimet maankäsittelyittäin, kpl/m². 1 = käsittely, 2 = käsittelemätön pinta.

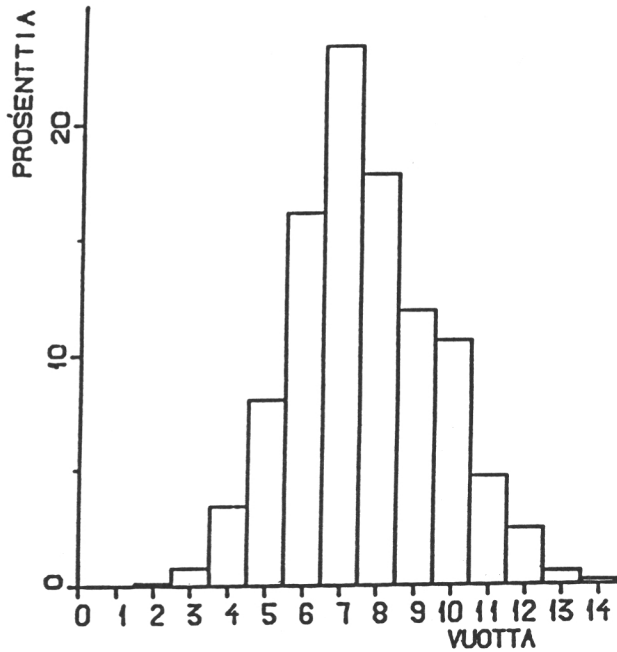
Laikutus- ja mätästysruutuja lukuunottamatta kuusen taimia kasvoi enemmän käsitellyllä kuin käsittelemättömällä pinnalla, jossa kasvoi keskimäärin vain noin 10 % taimista (kuva 3). Tarkasteltaessa taimien tarkkaa sijaintia laikuissa voitiin havaita, että noin 2/3 taimista kasvoi laikun reuna-alueella, lähellä kivennäismaa- ja käsittelemättömän pinnan rajaa. Sama ilmiö oli havaittavissa ketjujyrsinnän penkeissä, joissa kuusen taimista yli puolet kasvoi kapealla vyöhykellä vaon reunalla; eniten taimia kasvoi kuitenkin matalissa vaoissa (kuva 3). Piennar- ja palleaurauksen palteissa, joihin tässä esityksessä on laskettu mukaan myös reuna-alueet palteiden molemmin puolin, reuna-alueiden hyvä taimettuminen tuli myös selvästi esille. Kuusen taimien keski-ikä oli 8 vuotta (kuva 4). Ennen hakkuita syntyneiden taimien osuus jäi alle 5 %:n.

Valtapituudella tarkoitetaan tässä esityksessä 1000 taimen keskipituutta hehtaarilla (1 taimi/koeala). Kaiken kaikkiaan kuusen pituuskehitys oli ollut hidasta. Vuonna 1986, 15 kasvukautta maankäsittelystä, oli kuusten valtapituus suurin palleauratuissa ruuduissa, 56 cm (kuva 5). Muissa aurausruuduissa valtapituus ylitti myös 50 cm:n rajan. Laikutetuissa ruuduissa valtapituus oli pienin eli vajaan 40 cm. Palle- ja läpivirtausaurauksessa valtataimien kasvu oli ollut voimakainta: noin 15 cm kahdessa kasvukaudessa.

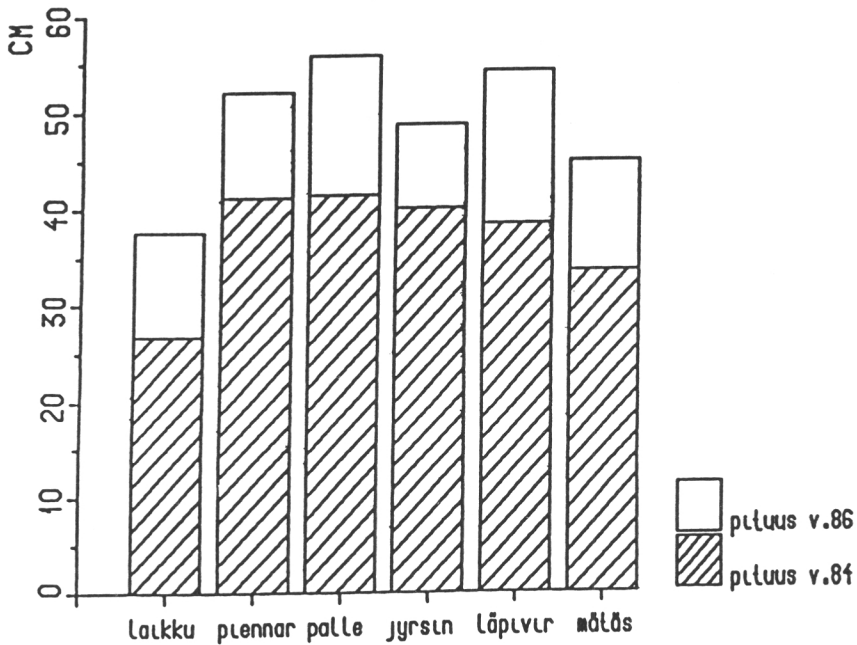
Hieskoivun valtapituus oli kesällä 1984 huomattavasti kuusen valtapituutta pienempi. Parhaissa käsittelyissä, piennar- ja läpivirtausaurauksessa sekä ketjujyrsinnässä se oli yli 25 cm ja heikoimmassa eli laikutuksessa vain noin 17 cm. Palleaurauksenkin ruuduissa koivun valtapituus jäi alle 20 cm:n.



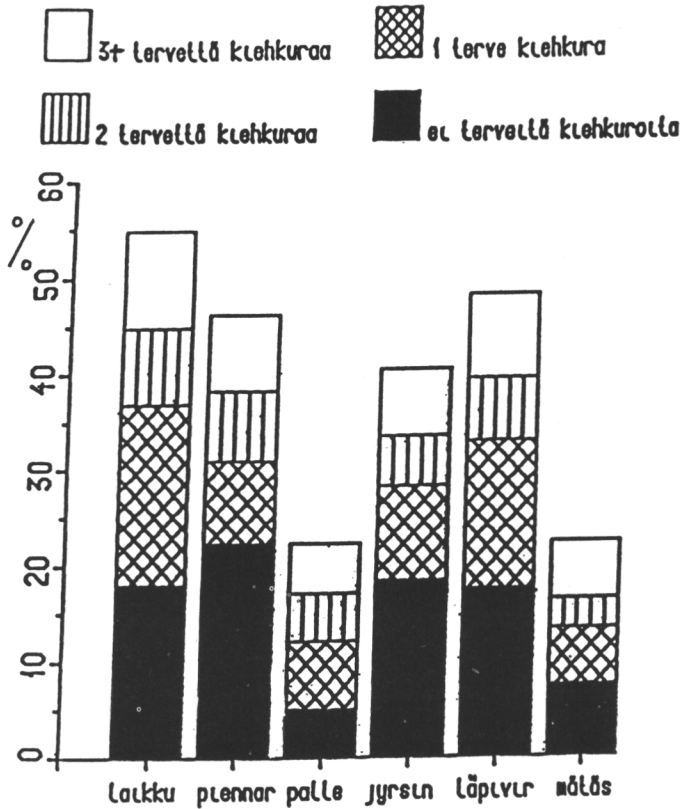
Kuva 3. Yli 10 cm:n pituisten kuusen taimien sijainti käsittelyjäljessä maankäsittelyittain. Varjostettu pylväs = reuna-alueella sijaitsevat taimet. Reuna-alueet on merkitty varjostetulla nuolella.



Kuva 4. Kuusen taimien ikäjakauma (%).



Kuva 5. Kuusen valtataimien (1 taimi/koeala) keskipituus maankäsittelyittäin vuosina 1984 (varjostettu pylväs) ja 1986.



Kuva 6. Lumikaristeiset yli 10 cm:n pituiset kuusen taimet (%) maankäsittelyittäin. Lumikaristeiset taimet on jaettu edelleen 4 tuholuokkaan (tuholuokkien kuvaukset tekstissä).

Pahin kuusten tuhonaiheuttaja oli kuusen lumikariste (Lophophacidium hyperboreum). Eniten, noin 55 %:ssa taimista, lumikaristetta esiintyi laikutetuissa ruuduissa (kuva 6). Palleauraus- ja mätästysruuduissa 25 % yli 10 cm:n pituisista kuusista oli lumikaristeen vaivaamia. Kuvassa 6 karisteiset taimet on jaettu tuholuokkiin sen mukaan, kuinka monta

tervettä oksakiehkuraa latvasta alaspäin lukien taimissa oli. Ylimmän karisteenkorkeuden alapuolella saattoi tosin esiintyä vaihteleva määrä eläviä neulasia. Peräti 25 % piennaraurausruuduissa kasvaneista taimista oli taimia, joissa ei ollut yhtään täysin tervettä oksakiehkuraa keväällä 1985. Sen sijaan palleauraus- ja mätästysruuduissa näiden taimien osuus jäi alle 10 %:n. Lumikaristeen korkeus maanpinnasta voidaan esittää myös suhteellisena osuutena taimien koko pituudesta. Karisteen suhteelliset korkeudet olivat pahimmasta tuholuokasta lievimpään 98, 81, 66 ja 46 %. Vastaavasti taimista oli kituvia tai heikentyneitä 88, 52, 29 ja 19 %. Hieskoivun pahimpia tuhonaiheuttajia olivat porot, jotka toistuvasti olivat pureskelleet koivun versoja.

TULOSTEN TARKASTELUA

Erilaiset kohoumat, pientareet ja laikkujen keskiosat olivat tämän tutkimuksen mukaan taimettuneet heikosti ottaen huomioon niiden osuus käsitellystä kokonaispinta-alasta. Taimettumista oli vaikeuttanut mm. pintamaan routiminen eli rouste, jota esiintyy etenkin syksyisin kostean kivennäismaapinnan jäätyessä öisin. Myös keväisin voi roustetta muodostua erityisesti kohoumilla, joilta lumi ensimmäisenä sulaa. Rousteen alhaaltapäin kasvavat jääneulaset aiheuttavat pintamaan kohoilua, mikä nostaa pieniä taimia juurineen maasta tai aiheuttaa niille vähintäänkin erilaisia juuristovaurioita. Lämpöolot ovat kohoumilla äärevät verrattuna käsittelemättömään maahan (Ritari & Lähde 1978). Äärevät lämpöolot yhdessä hienojakoisen maalajin ja koekentän korkean sijainnin kanssa aiheuttavat suuren roustetuhoriskin. Koekentällä tehdyissä männyn viljelykokeissa rouste olikin selvästi pahin männyn kylvö- ja istutustaimien tuhonaiheuttajista. Pahimmat tuhot havaittiin palteilla, mättäillä ja pientareilla (Mäkitalo 1983). Rousteen ohella sade- ja sulamisvesien aiheuttama

eroosio voi tuhota pieniä taimia etenkin pientareilla ja vaoissa.

Kohoumien, kuten palteiden ja mättäiden on havaittu olevan pitkien poutakausien jälkeen haitallisen kuivia pienten taimien menestymisen kannalta (Ritari & Lähde 1978). Erityisen vaarallista pintamaan kuivahtaminen on itäville siemenille, jos sirkkataimi on jo tunkeutunut esiin (Vaartaja 1954).

Rouste, eroosio ja kuivuus hidastavat myös kasvipeitteen kehittymistä käsitellyille pinnoille. Palteilla kasvipeitteen kehityksen onkin havaittu olevan hitaampaa kuin pientareissa ja vaoissa (esim. Ferm & Sepponen 1981). Kasvipeite sitoo maa-aineksia eroosioaltille kivennäismaapinnoilla ja tasoi- soittaa ääreviä lämpö- ja kosteusoloja. Paljas, syksyisin ja keväisin routiva ja kesäisin kuivuva kivennäismaapinta on kuusen taimien syntymien ja kehityksen kannalta epäedullinen kasvialusta.

Suurin osa taimista kasvoi käsitellyllä pinnalla; tulokset olivat näin yhdenmukaisia aiempien tutkimustulosten kanssa (esim. Yli-Vakkuri 1961, Manninen & Lähde 1981, Hassinen 1982). Laikutus- ja mätästysruuduissa tilanne oli päinvastainen. Niissä oli tosin käsittelemätöntä pintaakin käsiteltyä enemmän. Lisäksi laikutuksen ja mätästykseen yhteydessä työko- neet rikkovat kasvipeitettä. Auras- ja jyrsintäruuduissa nämä taimettumista edistävät jäljet jäivät useimmiten paltei- den ja jyrsinvakojen alle.

Parhaiten olivat taimettuneet erilaiset kapeat reuna-alueet, joita esiintyy käsittelyjäljen ja käsittelemättömän pinnan välissä sekä muokkausjäljen eri pienmuotojen välissä. Reu- na-alueiden hyvä taimettuminen on jo pitkään otettu huomioon kylvöohjeita laadittaessa (esim. Kalela 1961). Keskimäärin joka kolmas taimi kasvoi näillä alueilla, joiden osuus käsi-

tellystä kokonaispinta-alasta oli vähäinen. Reuna-alueiden yhteispituus käsiteltyä neliometriä kohti selitti suuren osan käsittelymenetelmien välisestä vaihtelusta pinta-alayksikköä kohti lasketuissa taimimäärissä. Laikuissa reunapintaa oli noin kolme kertaa enemmän neliometrillä kuin palleaurauksen käsittelyjäljissä.

Reuna-alueilla läheinen humuskerros ja kasvipeite tasoittavat ääreviä lämpö- ja kosteusoloja. Koska kasvipeite ei liiaksi kilpaile pienten kuusentaimien kanssa koekentän korkean ja pohjoisen sijainnin takia, olosuhteet taimien syntymiselle ja kasvulle ovat reuna-alueilla suotuisammat kuin käsittelemättömällä tai paljaalla, kasvipeitteettömällä pinnalla. On myös mahdollista, että sade- ja sulamisvedet kuljettavat siemeniä reuna-alueille etenkin paljailta kohoumilta. Lisäksi reuna-alueiden kasvipeitteessä ja humuksessa oli todennäköisesti runsaasti itämiskelpoista siementä hakkuuvuotta edeltäneen erittäin hyvän siemenvuoden (1971) seurauksena.

Pienten, etenkin käsittelemättömässä kasvipeitteessä kasvien kuusentaimien iän määrittäminen oksakiehkuroista on karkea menetelmä, jolla taimien ikä yleensä arvioidaan liian pieneksi (Heikinheimo 1920a). Tässäkin tutkimuksessa ennen hakkuita syntyneiden taimien määrä arvioitiin ilmeisesti todellista määrää pienemmäksi lähinnä käsittelemättömän pinnan osalta.

Kuusten ikäjakaumasta voitiin päätellä, että valtaosa taimista oli syntynyt 1970-luvun alkupuoliskon hyvien siemensatojen seurauksena. On kuitenkin mahdollista, että taimia oli syntynyt hyvien siemenvuosien jälkeenkin lähes vuosittain. Vaikka kuusella onkin Pohjois-Suomen korkeilla mailla siemensatoja harvoin eivätkä täydelliset katovuodetkaan ole harvinaisia, voi keskinkertaisten ja heikkojenkin siemenvuosien tuloksena olla kohtalainainen taimettuminen, mikäli sääolosuhteet ovat siementen itämiselle ja sirkkataimien kehitykselle

otolliset. Pohjois-Suomea vastaavissa oloissa Ruotsissa on männyn ohella myös kuusella todettu esiintyvän varsin yleisesti siementen jälki-itämistä (Tiren 1952).

Kuusten pituuskehitys oli ollut hidasta. Parhaiten taimet olivat kasvaneet muokkausjäljissä, joissa mm. kasvukauden lämpötila ja maan ilmatila olivat taimien kehityksen kannalta suotuisimmat (Ritari & Lähde 1978). Männynviljelykokeista saadut tulokset olivat pituuskehityksen osalta samansuuntaisia edellä esitettyjen kanssa (Mäkitalo 1983). Pureskelutuhot hidastivat selvästi hieskoivujen pituuskehitystä.

Kuusen lumikaristetta esiintyy Pohjois-Suomessa Kainuusta kuusen pohjoisrajalle saakka (Kurkela & Norokorpi 1975). Sieni infektoi neulasia syksyllä, kun lumi peittää neulaset. Saastuneista neulasista sienen rihmasto kasvaa lumen läpi terveisiin neulasiin. Sienen leviämistä kuusen taimissa hidastanee jonkin verran se, että saastumista seuraavan kesän kuluessa lähes kaikki saastuneet, väriltään suklaanruskeat neulaset varisevat maahan (Kurkela 1980). Muutamista taimeen jääneistä saastuneista neulasista sienen leviäminen kuitenkin jatkuu. Tiheissä kuusen kasvustoissa lumikariste leviää tehokkaasti taimesta toiseen. Tähän viittasi lumikaristeen runsas esiintyminen laikuissa, joissa taimet enimmäkseen kasvoivat tiheässä asennossa laikkujen kapeilla reuna-alueilla.

Edellä esitettyjen tutkimustulosten perusteella kuusi uudistuu kaistalehakuilla ja muokatuilla, Poksaselän kaltaisilla korkeilla mailla vähintäänkin tyydyttävästi. Tulokset ovat eräiltä osiltaan jopa parempia kuin alemmilta korkeuksilta saadut tulokset (ks. Manninen & Lähde 1981, Hassinen 1982). Hakuu- ja muokkausajankohta ajoittuivat tässä tutkimuksessa edullisesti hyvien 1970-luvun alun siemenvuosien suhteen, mikä rajoittaa tulosten yleistettävyyttä. Kaiken kaikkiaan on

kuitenkin korostettava, että tutkimuksen tulokset ovat alustavia. Erityisesti lumikaristeen suuri esiintymistiheys pienissä, vielä vuosia lumirajan alapuolella kasvavissa kuusentaimissa on tekijä, jonka merkityksen kuusen luontaiselle uudistumiselle Poksaselän ankarissa oloissa vasta jatkotutkimukset selvittävät.

KIRJALLISUUS

- Ferm, A. & Sepponen, P. 1981. Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. *Folia For.* 493:1-19.
- Hassinen, K. 1982. Kuusikoiden kaistalehakkuaalojen taimettuminen Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 83 s.
- Heikinheimo, O. 1920a. Kuusen iän määrittämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. *Commun. Inst. For. Fenn.* 2(3):1-29.
- " 1920b. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. *Commun. Inst. For. Fenn.* 3(2):1-170.
- " 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. *Commun. Inst. For. Fenn.* 5(2):1-132.
- " 1939. Kokemuksia paksusammaltypin metsien käsittelystä. *Silva Fenn.* 52:121-139, 292.
- Kalela, E. 1961. Metsät ja metsien hoito. WSOY. Porvoo - Helsinki. 368 s.
- Kurkela, T. 1980. Metsäntaudit. Helsingin yliopiston kasvipatologian laitos. Moniste 152 s.
- " & Norokorpi, Y. 1975. Kuusen lumikaristesienen "Lophophacidium hyperboreum Lagerb.) esiintyminen Suomessa. *Folia For.* 248:1-7.
- Leikola, M. 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa II. Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948-1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 60:1-198.

- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23:1-32.
- Mäkitalo, K. 1983. Koetuloksia männyn viljelyn onnistumisesta eri tavoin käsitellyllä paksusammaltyypin maalla Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105:98-110.
- Norokorpi, Y. 1973. Kuusipuuston kasvusta ja lahoamisesta Pomokairan alueella. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 2:37-49.
- " 1979. Peräpohjolan vanhojen kuusikoiden alikasvos. Metsänhoitotieteen sivulaudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Konekirjoite. 88 s.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Perä-Pohjolan piirikunnassa. 1985. Metsähallitus, n:o Mh. 110. Moniste. 47 s.
- Pohtila, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland Commun. Inst. For. Fenn. 91(4):1-98.
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of soil in a thick-humus spruce stand. Commun. Inst. For. Fenn. 92(7):1-36.
- Siren, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Acta For. Fenn. 62(4):1-408.
- Tiren, L. 1952. Om försök med sådd av tall- och granfrö i Norrland. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 41.
- Vaartaja, O. 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. Acta For. Fenn. 62.
- Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Acta For. Fenn. 75 (1):1-122.

SVENSK SKOGSFORSKNING, MED INRIKTNING PÅ SKOGSFÖRYNGRING,
I SVÅRA KLIMATLÄGEN

Clas Fries

INLEDNING

Svåra klimatlägen kan definieras på olika sätt. För forskare och skogsfolk verksamma i norra Sverige eller Finland är det självklart vad som menas med svåra klimatlägen. Lokalt kan dock finnas klimatlägen som är besvärliga för skogsföryngring betydligt längre söderut. Det kan röra sig om plana marker, ofta sediment, eller försänkningar i terrängen med mycket svåra frostproblem under perioder av plantans utveckling. I denna uppsats används begreppet svåra klimatlägen för områden på nordliga latituder eller belägna högt över havet.

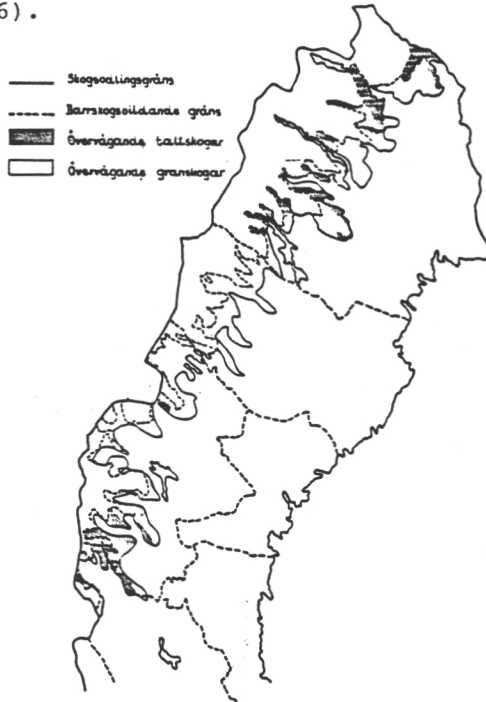
I norra Sverige kan vi använda "gränsen för svårföryngrad skog" (figur 1) eller "Domänverkets f.d. skogsodlingsgräns" (figur 2) för att avgränsa områden med särskilt svåra skogsföryngringsproblem. F.d. skogsodlingsgränsen används i dag på så sätt att området mellan den och fjällbarrskogen allmänt kallas för "det fjällnära skogsområdet".

Gränsen för svårföryngrad skog har rättsverkan genom att i norra Sverige får ingen avverkning ske väster om den, utan skogsvårdsstyrelsens tillstånd. En prövning sker från fall till fall om ny skog anses kunna erhållas eller ej efter avverkning. I området för svårföryngrad skog är hyggesstorleken begränsad till 40 ha (Skogsstyrelsen 1986).

Domänverket, d.v.s. förvaltaren av statens skogar, drog under början av 1950-talet upp en "skogsodlingsgräns". Bakgrunden var att man skulle påbörja ett omfattande arbete med att restaurera de sönderhuggna och glesa skogarna i Norrland.



Figur 1. Området för svärförnygrad skog (Skogsstyrelsen 1986).



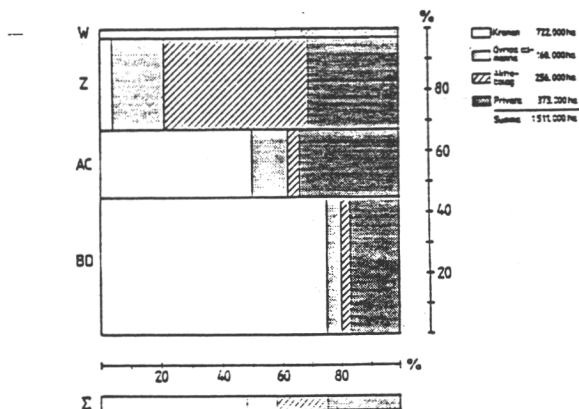
Figur 2. Det fjällnära skogsområdet (efter Kullman 1984).

Ovanför gränsen fick inget skogsbruk av någon större omfattning bedrivas. Gränsen hade både en biologisk och ekonomisk grund. Dels ansåg man sig inte ha tillräckliga kunskaper för att återbeskoga marker i så svåra klimatlägen, dels är en investering i form av exempelvis plantering i detta område mindre lönsam än närmare kusten.

Temperatursumman i det fjällnära skogsområdet är lägre än ca 700 dd gränsen för svärföringrad skog sammanfaller ungefär med isolinjen för 800 dd (+5^o C) (efter Odin et al 1983).

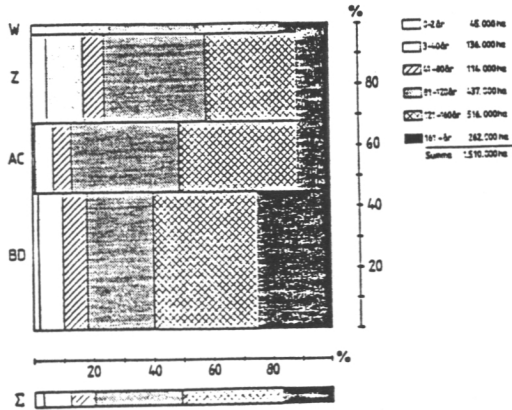
Uppgifter om ägarförhållanden, beståndens åldersstruktur etc är lättast att ta fram för den fjällnära skogen, d.v.s. området ovanför f.d. skogsodlingsgränsen, varför jag har valt att presentera uppgifter om detta område.

Av figur 3 framgår att kronan (svenska staten) är den helt dominerande ägaren de två nordligaste länen (Västerbotten (AC) och Norrbotten (BD)). I Jämtland dominerar bolagsskogen, främst representerad av SCA.



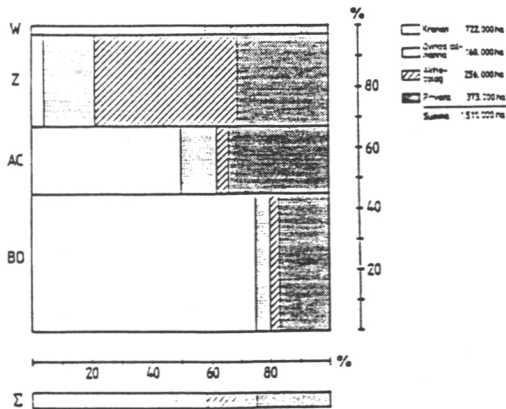
Figur 3. Skogsmarken ovan skogsodlingsgränsen fördelad på län och ägargrupp.

Om man gör den förenklingen att de mycket olikåldriga fjällnära skogarna kan inordnas i åldersklasser visar figur 4 att ca 80 % av skogsmarksarealen täcks av skog som är äldre än 80 år. Om man betraktar området för svårföryngrad skog minskar dock denna andel väsentligt. Här finns stora arealer där skog anlades från 1950-talet och framåt, d.v.s. bestånd i åldersklassen 0-40 år.



Figur 4. Skogsmarkens fördelning på län och åldersklasser ovan skogsodlingsgränsen.

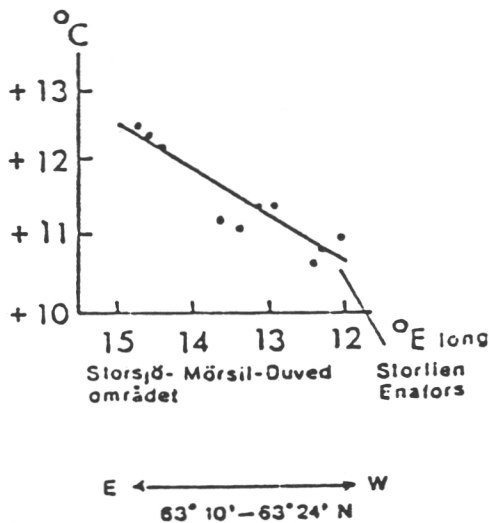
I Norrbottens län (BD) dominerar fattigare ståndorter som lav- och ristyper (figur 5). I Västerbottens (AC) och Jämtlands (Z) län finns stora områden med örttyper, d.v.s. rikare mark. Det senare är ett resultat av inflytande från siluriska bergarter och maritimt klimat.



Figur 5. Skogsmarkens fördelning på län och skogstyp ovan skogsodlingsgränsen.

De genomsnittliga virkesförrådena i den fjällnära skogen varierar från 65 m³sk i Norrbottens län till 90 m³sk i Västerbottens län.

Klimatiskt sätt finns det stora variationer i det fjällnära området, men även längre ner i området för svårföryngrad skog. Det är främst två faktorer som orsakar detta. Först och främst är topografin mycket varierande, med djupa älvdalar omgiva av höga bergsområden (se även figur 2). Beroende på vår fjällkedjas geografiska läge påverkas det fjällnära området, särskilt i Jämtland och Västerbotten, av både maritim och mer kontinental väderlekstyp. Det maritima inslaget kan illustreras i figur 6, där det framgår att somarmedeltemperaturen 500 m.ö.h. sjunker när man rör sig efter en öst-västlig linje i Jämtland.



Figur 6. Medeltemperaturen 500 m.ö.h. för juni-augusti 1931-1960 längs ett öst-västligt snitt genom Jämtland.

Ett annat klimatologiskt drag som kännetecknar det fjällnära området är att temperaturklimatet varierar mer mellan extremer, än i övriga delar av Sverige (tabell 1). Det påverkar naturligtvis förutsättningarna att föryngra skog under olika år.

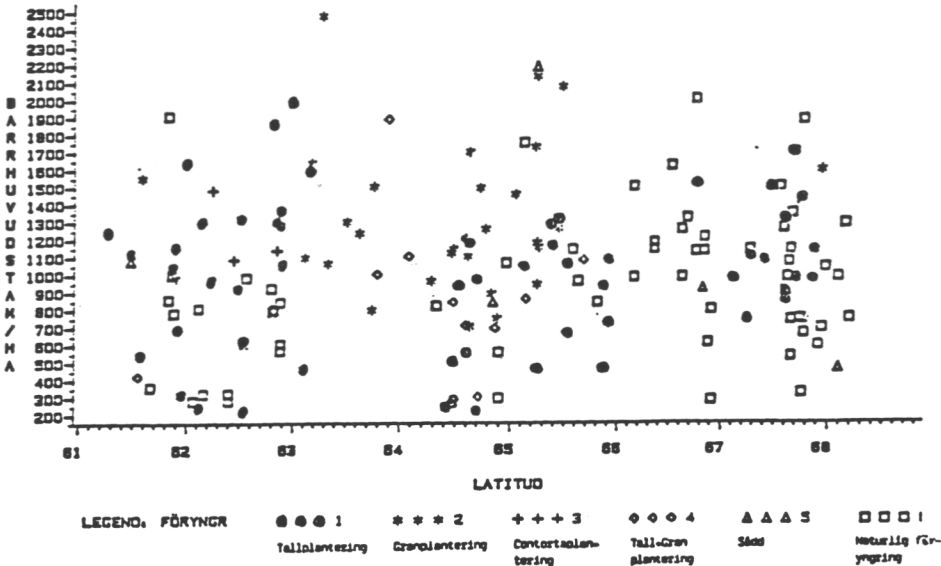
Tabell 1. År med julimånader som varit minst $0,5^{\circ}$ varmare respektive $0,5^{\circ}$ kallare än 30-årsmedelvärdet 1951-80 i västra Norrland (efter Odin 1984).

<u>Varmare</u>	<u>Kallare</u>
1954-57	1951-52
1959-60	1958
1972-73	1962-65
1980	1967-68
	1971

Ett intressant mått för den skogligt intresserade är hur tillståndet är i ungskogar i svåra klimatlägen. Skogsstyrelsen initierade en undersökning i början av 1980-talet där bl.a. stamantal/ha bestämdes i 172 st 10-40 år gamla bestånd i "höglägen" i Norrland. Antalet barrhuvudstammar var i medeltal 1100/ha och enligt skogsvårdslagens krav var 85 % av de undersökta bestånden godkända (Olofsson 1985). Huvudresultatet framgår i övrigt av figur 7.

HÖGLÄGESOBJEKT

SD-AC-Z- OCH V-LÄN



Figur 7. Barrhuvudstammar vid olika breddgrad för olika förnygringsgrupper (efter Olofsson 1985).

Av figur 7 framgår också att ungskogsbestånden har mycket varierande stamantal, från ca 200 till ca 2500/ha. Det är främst naturlig förnygring i den södra delen av undersökningsområdet och tallplantering som representerar bestånd med lågt stamantal. Gran- och contortaplantering har mestadels givit gott resultat.

FORSKNINGSRESULTAT

Jag tänker behandla forskningen ämnesvis med följande huvudområden och redovisar resultat främst för de två sistnämnda grupperna:

- Skogsbiologiska studier
- Proveniensforskning
- Klimatforskning
- Skador av patogener på förnygringar
- Förnygringsmetoder.

Den ordningen svarar till stor del forskningsinriktningens kronologi. Här och var ska jag också kommentera praktiska erfarenheter, vilka ju också är viktiga för skogsskötaren.

Omfattande skogsbiologisk forskning utfördes i områden mellan Bottenhavskusten och fjällbarrskogen från slutet av 1800-talet till våra dagar. Forskare som örtenblad (1893), Holmgren (1904, 1908), Hesselman (1910, 1917, 1926, 1933, 1935, 1937), Arnborg (1941, 1942a, 1942b, 1943, 1952) och Sjörs (1965) är välkända för oss svenskar. De har gjort noggranna beskrivningar av både gran- och tallskogsbiotoper, samt i många fall studerat villkoren och resultaten av naturlig föryngring. Ett viktigt resultat av deras arbeten var att självföryngringen efter de omfattande dimensionsavverkningarna, eller timmerblädningarna, i både tall och gran, inte infann sig på önskvärt sätt. Den felaktiga formen av blädning som utfördes var alltså mera en exploitering av skogen i norr, än ett långsiktigt skogsbruk.

Det höjdes röster för att införa andra skogsbruksmetoder. Förvaltaren pö Domänverkets revir i Malå i norra Västerbotten, Joel Wretlind, hade under 1920-talet börjat tillämpa hyggesbränning under fröträd av tall (Wretlind 1934). Han nådde utmärkta resultat. Inom parentes kan sägas att han var nära att mista sin tjänst p.g. av sina oortodoxa metoder. Men när så småningom de dåliga återväxtresultaten efter dimensionsavverkningarna började komma fram i dagen, blev hans metoder mer accepterade och till och med lovprisade.

Det är en annan sak att vi i Sverige i dag sällan använder oss av bränning. Det beror till stor del på att det anses resurskrävande och att andra goda markberedningsmetoder finns tillgängliga.

1948 infördes i Sverige en ny skogsvårdslag som innebar en radikal övergång till trakthyggesbruk. Forskningen hade i detta fall varit förutseende. Professor Lars Tiréns omfattande förnygringsforskning ledde till några övergripande slutsatser som fått stor betydelse för skogsbruket i norra Sverige (Tirén 1949):

Kalhugg och markbered. Under 300 m.ö.h. kan man använda naturlig förnygring med fröträd av tall. Bättre resultat ger dock sådd eller plantering. Över 300 m är det nödvändigt att så eller plantera. Viktiga orsaker till detta var naturligtvis de nyvunna kunskaperna om frömognad och frögroning vid låga temperaturer.

Proveniensforskningen började redan under 1910-talet i Sverige. Schotte redovisade 1923 resultat från proveniensstudier för tall. Langlet (1936, 1945, 1957) utvidgade arbetet och under en lång period gällde hans förflyttningsschema för tallprovenienser. Eiches (1966) och Remröds (1976) forskning om provenienser under 60- och 70-talen resulterade i de nu gällande förflyttningssmallarna för bl.a. tall. I stort sett kan sägas att svenskt skogsbruk nu fått redskap för att förflytta tall, och även gran, i norra Sverige.

De viktigaste resultaten från proveniensforskningen för nordligaste Sverige är:

- * Även sydliga provenienser kan överleva några år i svårt klimat.
- * Förr eller senare kommer dock något eller några år som ger klimatskador p.g. av bristande härdighet.
- * Klimatskador initierar andra skador som snöskytte (Phacidium infestans) och Norrländs tallkräfta (Lachnellula pini).

- * Avgångar i tall kan pågå ända upp till 20 års ålder.
- * Ju kärvare klimatet är, desto lägre är överlevnaden hos den lokala proveniensens.
- * För hög överlevnad hos tall krävs material som kommer från områden norr om odlingsplatsen eller från högre altitud.
- * Skogsodlingsmaterial för tall saknas för de nordligaste och mest högt belägna områdena i Sverige.

Med början under 1960-talet utfördes omfattande klimatstudier i svåra klimatlägen, främst av Hans Odin som nu är verksam vid Skogshögskolan i Umeå. Forskningen ökade kunskapen väsentligt om bl.a. variationen i temperaturklimat vid olika exponering, höjd över havet och mellan olika år (Odin 1984). Några av de viktigaste resultaten är omnämnda i inledningen.

De kunskaper som forskningen och praktiken förvärvat gällande skogsföryngring i svåra klimatlägen fram till ca 1970 har sammanfattats av Ebeling (1972).

Det finns anledning att nämna två omfattande arbeten som behandlar patogener på Pinus sylvestris och även på P. contorta.

1948 publicerade Björkman, senare professor vid Skogshögskolan, sin doktorsavhandling om snöskytte på tall. Hans huvudresultat var att man i norra Sverige skulle tillskapa stora kalytor utan täta plantgrupper, hyggesavfall eller skärmträd. Det skulle medföra att snötäcket inte blev alltför djupt, vilket minskar snöskytteangreppen. Tall visade vara särskilt känslig och gran skulle huvudsakligen användas på nordsluttningar. Dessa resultat kom att stödja tankegångarna i den nya skogsvårdslagen från 1948, vilken innebar en radikal övergång till trakthyggesbruk.

Margareta Karlman, vid min institution, doktorerade på en avhandling om "Pathogens and other threats to Pinus contorta in northern Sweden" (1984). Hon visar att P. contorta ofta drabbas av klimatskador i nordligaste Sverige och att dessa skador gör plantorna mycket mottagliga för Gremmeniella abietina, knopp- och grentorka. Phacidium infestans är mindre korrelerad med klimatskador, men kan drabba både tall och contorta i nordligaste Sverige.

Tillsammans med skogsgenetiker framför hon numera budskapet att även användning av nordliga provenienser av Pinus contorta i svåra klimatlägen kan vara förenad med stora risker (Lindgren 1985). Trots det planteras i dag stora arealer i nordligaste Sverige.

Vid Skogshögskolan pågår även forskning rörande snöbrottsfrekvensens ökning hos gran, när vi rör oss upp utefter en sluttning. Preliminära resultat visar tydligt att det på den undersökta lokalen finns ett samband mellan h.ö.h, snöbelastning och snöbrottsfrekvens. Det har också gått att finna en brytpunkt där snöbrottsfrekvensen ökar markant.

Den svenska forskningen för att utveckla föryngringsmetoder för svåra klimatlägen är inte, och har heller inte varit särskilt omfattande. Här har vi i Sverige säkert mer att lära av er i Finland, än tvärtom.

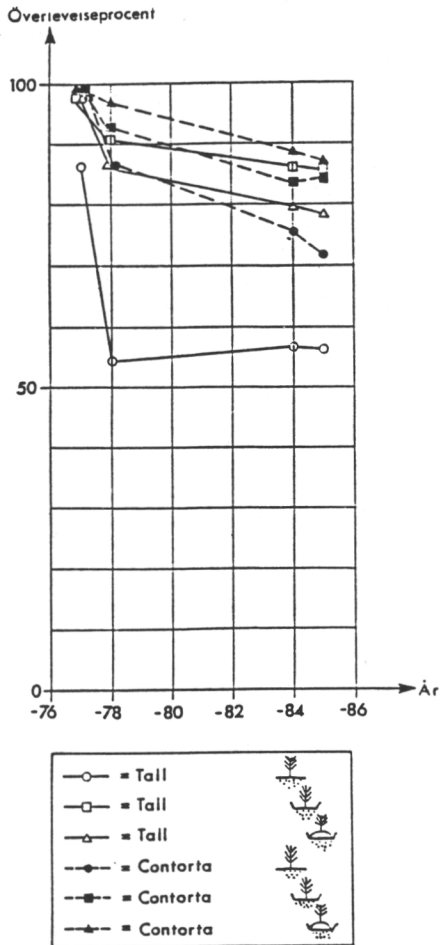
Själv har jag börjat utvärdera några föryngringsförsök anlagda i Norrbotten av professor Gustaf Sirén under 1960- och 70-talen. I ett av försöken visar preliminära resultat att högskärmar av ex.vis björk utgör ett skydd för plantering av gran, men att skyddet övergår i konkurrens efter 10-20 år, trots att skärmen består av knappt 100 träd/ha. Det finns flera intressanta försök anlagda av Gustaf Sirén, som kommer att analyseras.

Professor Mats Hagner vid Umeå Universitet har under många år studerat föryngringsmetoder i svåra klimatlägen. Vid studier av ett brandfält är ett intressant resultat att de skogsbränder vi hade förr i tiden gav mycket gynnsamma betingelser för föryngring. De döda träden bildar en skyddande skärm som varken konkurrerar om näring eller vatten och de kvarstående, levande tallarna kan ge en god insådd av frö (Hagner 1980).

Hagner har också studerat mikrolokalens betydelse för plantetableringen i svåra klimatlägen. Han sammanfattar med att upphöjda och icke fuktiga platser som har en S-SV-exponering är gynnsam för tallens etableringen (Hagner 1985). Detta har en större betydelse i nordligare lägen än i varmare klimat.

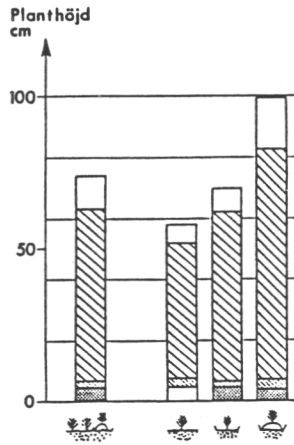
Vi har några mindre markberedningsförsök i nordligaste Sverige. Resultaten av dessa är inte entydiga, kanske beroende på att de inte är gamla nog. Man kan säga att höjdtillväxten hos plantorna gynnas av radikal markberedning som hyggesplogning, men vad gäller överlevnad är vi inte riktigt lika säkra (Domänverket 1985, Juntti in prep.).

Juntti (in prep.) visar att nio år efter plantering har markberedning varit klart fördelaktigare för överlevnaden hos tall i ett svårt klimatläge i Norrbotten än om man inte markberett (figur 8). Överlevnaden är 86 % (fläckupptagning), 78 % (högläggning), respektive 57 % (ej markberedning). För contorta är skillnaderna mindre, men även här är överlevnaden sämst utan markberedning.

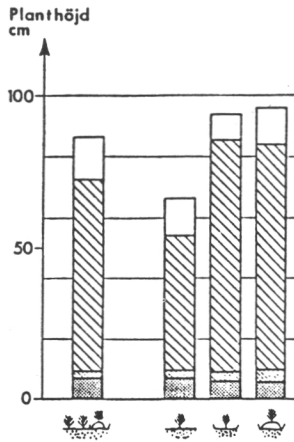


Figur 8. Överlevnad hos tall och contorta vid olika markbehandling nio år efter plantering. $66^{\circ}49'$, 420 m.ö.h.

Höjdtillväxten i samma försök har för både tall och contorta varit störst vid högläggning. Därefter kommer fläckmarkberedning och sämst har höjdtillväxten varit utan markberedning (figurerna 9 och 10).



Figur 9. Planthöjd hos tall vid olika markberedning nio år efter plantering. $66^{\circ}49'$, 420 m.ö.h.



Figur 10. Planthöjd hos contorta vid olika markberedning nio år efter plantering. $66^{\circ}49'$, 420 m.ö.h.

En skogsbruksmetod som förekommer i delar av den svenska fjällnära skogen är "fjällskogsblädning". Det finns en stor praktisk erfarenhet av denna metod, som endast är tillämplig i olikåldriga granbestånd, och i ett examensarbete (Lindman 1984) visas bl.a. att ett försiktigt blädningsingrepp (ca 50 % av grundytan) medfört att grundytetillväxten efter tolv år var lika hög som före avverkningen.

Jag vill också nämna något om forskningen rörande främmande trädslag. Pinus contorta börjar vi känna ganska väl, åtminstone i unga åldrar. Även Picea mariana, svartgran, och Picea glauca, vitgran, är två trädslag från Nordamerika som vi studerar och har ganska goda förhoppningar om att kunna använda i svåra klimatlägen (Rosvall 1985). Våra kunskaper och vårt intresse för Larix-släktet är dock inte så stort som i Finland.

En stor del av forskningen och försöksverksamheten med främmande trädslag utförs vid Institutet för Skogsförbättring i Sävar, norr om Umeå (Rosvall 1985). Här föreligger även ett nordiskt samarbete.

En god resurs för skogsforskningen i norr är Ätnarova försökspark utanför Gällivare (67°N), inrättad 1961 (Anon 1977). Där finns ett flertal äldre försök som kommer utvärderas. Ett stort försöksfält, ca 50 ha, har från början av 1980-talet använts för olika föryngringsförsök, vilka förhoppningsvis kommer att ge värdefull kunskap i framtiden.

FRAMTIDA FORSKNING

Svensk skogsföryngringsforskning i svåra klimatlägen har för närvarande inte särskilt stora resurser. Det finns heller

inte något sammanhållet forskningsprogram, även om det skulle vara önskvärt. Men jag tror att vi i framtiden framför allt kommer att arbeta med:

- utvärdering av äldre föryngringsförsök,
- markberedningsmetoder för svåra klimatlägen,
- utnyttjande av beståndsföryngring som komplement till kulturplantor,
- "skonsamma" skogsodlingsmetoder, vilka kan accepteras av andra intressen, som rennäringen, turism och naturvård,
- främmande trädslags odlingsvärde i svåra klimatlägen.

REFERENSER

- Anon. 1977. Ätnarova försökspark. Skogshögskolan, Inst för skogsföryngring. Rapporter och uppsatser Nr 87.
- Arnborg, T. 1941. Lappländska urskogar. Bygd och Natur, Årsbok 1941.
- 1942. Högproduktiva fjällskogsmarker. Norrlands Skogsvårdsförb. Tidskr. 1942.
 - 1942. Lågaföryngringen i en sydlappländs granurskog. Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr. 40.
 - 1943. Granberget. Norrl. Handbibl. 14. Uppsala.
 - 1952. Något om Frostvikens skogar, deras vegetation och föryngringsproblem. Norrlands Skogsvårdsförb. Tidskr. 1952.
- Björkman, E. 1948. Studier över snöskyttetsvampens (Phacidium infestans Karst) biologi samt metoder för snöskyttets bekämpande. Medd. från Statens Skogsforskningsinstitut. 37(2):1-128.
- Domänverket. 1985. Försök med olika markberedningsmetoder. Storlandets revir, krp Högmyren, Naulavägen. Stencil.
- Ebeling, F. 1972. Norrländska skogsvårdsfrågor. Stockholm.

- Eiche, V. 1966. Cold Damage and Plant Mortality in Experimental Provenance Plantations with Scots Pine in Northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36.
- Hagner, M. 1980. Den naturliga föringringen i den brända skogen jämfört med skogsmannens kultur på angränsande hygge. Umeå Universitet, Inst för skoglig produktionslära. Rapportserie Reivoprojektet Nr 12.
- 1985. The influence of microenvironment upon survival and growth in Pinus sylvestris. Rapport presenterad vid IUFRO-konferens "Forest Regenerations at Northern Latitudes close to a timberline 16-20 June 1985".
- Hesselman, H. 1910. Studier öfver de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. I. Medd. St. Skogsförsöksanst. 7.
- 1917. Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor. II. Medd. St. Skogsförsöksanst. 13-14.
 - 1926. Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. Medd. St. Skogsförsöksanst. 22.
 - 1933. Skogarna i norra Sveriges höjdlägen i statistisk belysning av riksskogstaxeringen. Norrlands Skogsvårdsförb. Tidskr. 1933.
 - 1935. Barrskogens arealfördelning på tall-, gran- och barrblandbestånd i Norrland och Dalarna. Medd. St. Skogsförsöksanst. 28.
 - 1937. Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik Vaccinium-typ och dess inverkan på skogens föryngring och tillväxt. Medd. St. Skogsförsöksanstalt. 30.
- Holmgren, A. 1904. Skogsbiologiska studier inom Arjeplougs och Jockmocks lappmarker. Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr. 2.
- 1908. Bidrag till kännedom om norra Jämtlands fjällskogar. Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr. 5-6.
- Juntti, K. In prep. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst för skogskötsel. Examensarbete.

- Karlman, M. 1984. Pathogens and other threats to Pinus contorta in northern Sweden. Umeå Universitet, Inst för ekologisk botanik. Doktorsavhandling.
- Kullman, L. 1984. Den fjällnära barrskogen - en växtekologisk översikt. Särtryck ur "Urskogar. Inventering av urskogsartade områden i Sverige. 5. Fjällregionen". Statens Naturvårdsverk PM 1511.
- Langlet, O. 1936. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. Medd. St. Skogsför-söksanst. 29:4, 219-470.
- 1945. Om möjligheterna att skogsodla med gran- och tallfrö av ortsfrämmande proveniens. Sveriges Skogsvårstidn. 43, 68-78.
 - 1957. Vidgade gränser för förflyttning av tallproveniens till skogsodlingsplatser i norra Sverige. Skogen 44, 319.
- Lindgren, D. 1985. Contortatall - varifrån och vart? Ur: Skogsodlingsmaterial för hårda nordliga lägen. Föredrag från ett seminarium i Umeå 19-20 februari 1985. (Ed. Nilsson, J.-E.). 159-168.
- Lindman, J. 1984. Fjällskogsblädning. Tillväxtstudier i fyra bestånd. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst för skogs-skötsel. Examensarbete 1984-5.
- Odin, H. 1984. Förutsättningar för skogsförnyelse och skogsproduktion i fjällnära områden. Klimat. Ur: Skogsförnyring i fjällnära skogar. Forskarrapport. (Redaktör Bäckström, P.-O.). 6-16.
- , Eriksson, B. och Perttu, K. 1983. Temperaturklimatkartor för svenskt skogsbruk. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst för skoglig marklära. Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära. 45.
- Olofsson, G. 1985. Forest regeneration at high altitudes in northern Sweden. Proceedings IUFRO S 1.05.12, 16-20 June 1985. University of Alaska, Fairbanks.

- Remröd, J. 1976. Val av tallprovenienser i norra Sverige. Skogshögskolan, Inst för skogsgenetik. Rapporter och Uppsatser Nr 19.
- Rosvall, O. Pågående verksamhet inom skogsträdsförädlingen i Norrland. Ur: Skogsodlingsmaterial för hårda nordliga lägen. Föredrag från ett seminarium i Umeå 19-20 februari 1985. (Ed. Nilsson, J.-E.). 25-41.
- Schotte, G. 1923. Tallfröets proveniens - Norrlands viktigaste skogsodlingsfråga. Medd. St. Skogsförsöksanst. 20.
- Sjörs, H. 1965. Forest Regions. Acta Phytogeogr. Suecica 50.
- Skogsstyrelsen, 1986. Skogsstyrelsens författningssamling. SKSFS 1986:6.
- Tirén, L. 1949. Om den naturliga föryngringen på obrända hyggen i norrländs granskog. Medd. St. Skogsförsöksanst. 38:9.
- Wretlind, J. E. 1934. Bidrag till belysande av föryngringsbetingelserna på övre Norrlands tallhedsmarker. Norrlands Skogsvårdsförb. Tidskr. 1934.
- Örtenblad, T. 1893. Berättelse om skogsundersökningar i Norrbottens län 1892. Tidskr. Skogshushålln. 21.

KUUSEN ALKUPERÄSIIRROT KORKEILLA MAILLA

Seppo Ruotsalainen

JOHDANTO

Kiinnostus kuusen viljelyyn on lisääntynyt Lapissakin, kun on huomattu, että mänty menestyy huonosti tietyillä kasvupaikoilla. Männyn viljelyyn on suhtauduttu varauksin erityisesti korkealla sijaitsevilla tiiviillä mailla (Ohjekirje metsien ..., Pohtila ja Valkonen 1985). Toisaalta lehdoissa kuusen tuotos voi olla varsin hyvä. Tästä on esimerkkinä Kittilän Homevuotson kuusikko, jossa on 200-250 v. iällä kasvavaa puustoa $460 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Erkki Numminen, julkaisematon aineisto). Myös Pohjois-Norjassa voi kuusen kasvu nousta Etelä-Suomen OMT:tä vastaaviin lukuihin (Valkonen 1986). Tällaiselle kasvulle on edellytyksenä hyvä maaperä ja rinnemaasto, jossa virtaava vesi tuo jatkuvasti uusia ravinteita.

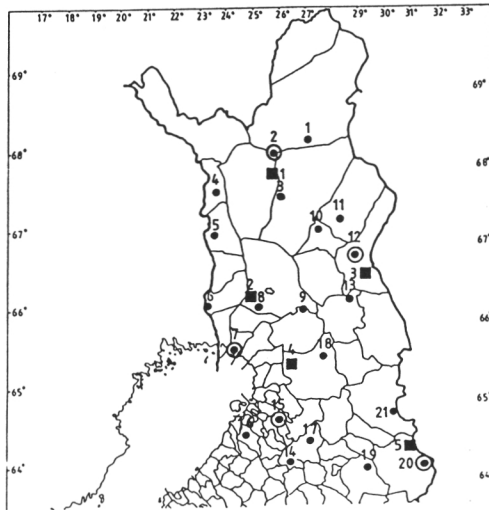
Sen sijaan yleisimmillä pohjoissuomalaisilla metsätyypeillä luontaisesti syntyneiden kuusikoiden tuotos jää selvästi mäntyä huonommaksi. Kuusen kasvu myös huononee mäntyä enemmän etelästä pohjoiseen siirryttäessä. Tämä johtuu erityisesti kuusen hitaammasta alkukehityksestä (Ilvessalo 1937).

Alkuperä- l. provenienssiirtoja pidetään helpoimpana ja usein suurimman hyödyn antavana metsänjalostusmenetelmänä (Zobel ja Talbert 1984). Kuusen alkuperäkysymystä on tutkittu jo yli 100 vuotta ja Pohjois-Suomeenkin ensimmäiset kuusen provenienssikokeet perustettiin yli 50 vuotta sitten. Etelä-Suomessa ja -Ruotsissa käytetään menestyksellisesti etelämpää siirrettyjä alkuperiä. Myös Norlantiin on laadittu kuusen siemenen siirto-ohjeet 70-luvulla (Remröd 1974). Niiden mukaan aina napapiirille asti on käytettävänä 1,5 - 3,5 leveysastetta eteläisempää alkuperää.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Kokeet 441 ja 442 sisältävät pohjoissuomalaisia kuusialkuperiä Inarista Kuhmoon (kuva 1). Koepaikkoja on viisi, joista kolmea pohjoisinta (Kittilä, Rovaniemi, Salla) käsitellään tässä yhteydessä (taulukko 1). Kokeet sijaitsevat Metsähallituksen maalla. Koe 442 on perustettu kylvämällä v. 1972 ja koe 441 seuraavana keväänä istuttamalla kaksivuotiailla koulituilla taimilla. Istutuskokeessa on mukana vain viisi alkuperää. Kokeet on perustettu satunnaistettujen lohkojen menetelmällä. Lohkoja kaikissa kokeissa on viisi. Vesakon, heinittymisen tai muun epäyhtenäisyyden vuoksi jouduttiin joissakin kokeissa osa toistoista hylkäämään. Viljelytiheys on ollut 4900 tainta tai kylvölaikkua hehtaarilla. Yksittäisen koeruodun koon ollessa yksi aari, on ruudussa 49 viljelypaikkaa.

- 3
 ● = Alkuperä ja sen eränumero, koe 442
 ○ = Alkuperä, koe 441
 ■ = Koepaikka ja osakokeen numero
 3



Kuva 1. Kuusen proveniensiikkokeiden 441 ja 442 alkuperien ja koepaikkojen sijainti

Taimien pituudet on mitattu molemmissa koesarjoissa 5 ja 10 kasvukauden kuluttua viljelystä. Kylvökokeesta on mittaukset ehditty tehdä myös 15 v. iällä. Samoin istutuskokeista Kittilän ja Rovaniemen kokeet on mitattu 14 v. ikäisinä. Elossa-oloprosentit ovat käytettävissä em. pituusmittauskertojen lisäksi ensimmäisenä syksynä suoritetuista inventoinneista. Kittilän ja Rovaniemen istutuskokeissa tehtiin syksyllä 1986 (14 v. iällä) hallatuhoinventointi. Kittilän kokeessa inventoitiin lisäksi lumikaristeen esiintyminen ja latvanvaihdot.

Mukana ovat myös Rovaniemelle Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon tutkimusalueelle v. 1932 istutetut provenienssikokeet. Viljely tehtiin kuusivuotiailla taimilla. Istutustiheys oli 2500 (ylempi koe) tai 4900 (alempi) tainta hehtaarilla.

Nuoremmista kokeista Kittilän ja Sallan kokeita voidaan pitää korkeilla mailla sijaitsevinä (taulukko 1). Kivalon provenienssikokeista ylempi sijaitsee 225 m korkeudessa ja alemman korkeus on 150 m merenpinnasta.

Taulukko 1. Perustietoja kuusen provenienssikokeista 441 ja 442. Kokeen 441 mittaustiedot 14 v. iältä (paitsi Sallassa 10 v.) ja kokeen 442 15 v. iältä (Kittilässä 5 v.)

Paikka- kunta	Leveys- aste	Korkeus m m.p.y.	Lämpö- summa	Metsä- tyyppi	Maa- laji	Istutuskoe 441		Kylvökoe 442		
						elossa %	pituus cm	elossa %	elossa %)	pituus cm
Kittilä	67° 55'	365	640	HMT	hiekkahietamoreeni	42	95	(42)	(63)	(5)
Rovaniemi	66° 23'	100	910	VMT	hietahiesumoreeni	60	122	66	75	70
Salla	66° 41'	300	730	HMT	hietahiesumoreeni, hiesu	(74)	(94)	37	50	68

1) Ensimmäisen kasvukauden kuolleisuutta ei huomioitu

Kokeissa 441 ja 442 erojen tilastollista merkitsevyyttä testattiin varianssianalyysillä. Kylvökokeessa (442) alkuperien välisiä eroja elossaolossa ja pituuskasvussa selitettiin korrelaatio- ja regressioanalyysillä. Selittäjinä käytettiin mm.

alkuperän kotipaikan leveysastetta, lämpösummaa ja siemenerän tuhatsiemenpainoa. Kylvökokeessa käytettiin elossaoloprosentteja laskettaessa lähtökohtana viljelykesän lopulla inventoinnissa havaittua elossaolevien taimien määrää.

TULOKSET

Korkealla sijaitsevissa istutuskokeissa (koesarja 441) elossaolo oli aina 10. ikävuoteen asti parempi kuin Rovaniemen mlk sijaitsevassa rinnakkaiskokeessa. 14 vuoden iällä tilanne oli kuitenkin kääntynyt selvästi alemman koepaikan eduksi. Tähän on syynä alempana sijaitsevalla koepaikalla heti ensimmäisenä kesänä tapahtunut - ilmeisesti pintakasvillisuudesta johtunut - suuri taimien kuoleminen. Sen jälkeen alempana ei taimia paljon kuollutkaan, mutta ylemmillä koepaikoilla kuolleiden taimien osuus lisääntyi jatkuvasti. Kylvökokeessa ylemmät koepaikat olivat Rovaniemen mlk:a huonompia jo alussa, ja niillä kuoleminen jatkui 15. ikävuoteen saakka.

Pituuskasvussa eivät korkeiden maiden kokeet poikenneet alempana sijaitsevista kokeista. Tämä johtunee heinikon ja vesakon kilpailusta alempana sijaitsevilla kokeilla.

Kylvökokeessa taimien kuolleisuus oli suuri kylvökesänä, mutta sen jälkeen se oli verrattavissa istutuskokeisiin. Pituuskasvussa kylvötaimet olivat jäljessä istutustaimista yli 5 v. Kuusen kylvöjen pituuskehitys oli hidasta, vaikka 1/2 m pituus saavutettiin sentään hieman aiemmin (10 - 15 v. iällä) kuin Pohtilan ja Pohjolan (1983) aineistossa.

Kylvökokeessa koe-erien väliset erot elossaolossa ovat olleet tilastollisesti vähintään jokseenkin merkitseviä lähes kaikilla koepaikoilla ja inventointikerroilla (taulukko 2). Erot

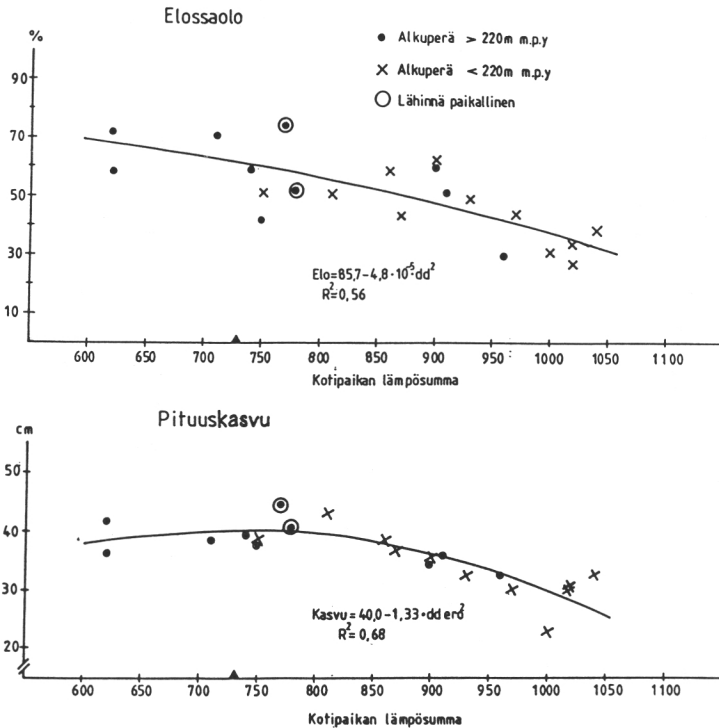
eivät kuitenkaan tavallisesti ole ensimmäisten 10 vuoden aikana riippuneet tutkituista alkuperätekijöistä. 5 ja 10 vuoden iällä Rovaniemen kokeessa painavasiemeniset alkuperät olivat parhaiten elossa (taulukko 3). Muoniolaisen alkuperän kuolleisuus oli syystä tai toisesta hyvin suuri ensimmäisinä vuosina kylvön jälkeen.

Taulukko 2. Kokeiden 441 ja 442 viimeisimpien mittaustulosten varianssianalyysit.

Koe ja paikka-kunta	Ikä, v. vil-jelystä	Vaihtelu-lähde	Elossaolo			Pituus		
			keski-neliö	vapaus-asteet	F	keski-neliö	vapaus-asteet	F
441/1 Kittilä	14	alkuperä	361,5	4	10,69**	404,3	4	9,28**
		toisto	34,5	2	1,02	193,3	2	4,44
		jäännös	33,8	8		43,6	8	
442/1 Kittilä	5	alkuperä	100,6	20	1,80*	0,82	20	0,65
		toisto	4080,2	4	73,14***	24,6	4	19,55***
		jäännös	55,8	80		1,26	80	
441/2 Rovaniemi mlk	14	alkuperä	12,2	4	0,49	238,6	4	0,85
		toisto	300,0	3	12,08***	4130,3	3	14,66***
		jäännös	24,8	12		281,7	12	
442/2 Rovaniemi mlk	15	alkuperä	48,4	20	0,76	152,4	20	2,01*
		toisto	718,3	2	11,20***	117,4	2	1,55
		jäännös	64,1	40		76,0	40	
441/3 Salla	10	alkuperä	134,6	3	2,15	25,6	3	0,33
		toisto	18,8	4	0,30	156,3	4	2,00
		jäännös	62,7	12		78,3	12	
442/3 Salla	15	alkuperä	180,2	20	4,48***	287,4	20	2,19**
		toisto	264,6	4	6,58***	281,1	4	2,14
		jäännös	40,2	80		131,4	80	

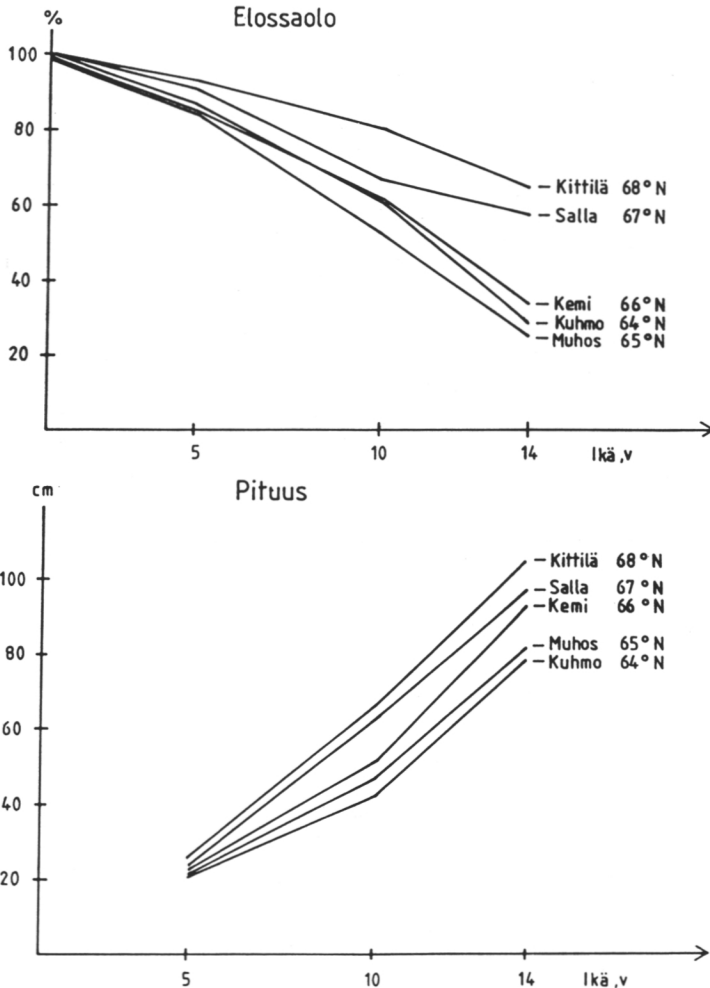
Kittilän kokeessa alkuperätekijöillä oli suuri vaikutus jo 5 vuoden iässä - pohjoiset alkuperät olivat parhaiten elossa. Toisella korkean maan koealalla, Sallassa, korrelaatio oli selvä 15 v. iällä (taulukko 3). Alkuperän kotipaikan lämpösumman avulla voitiin selittää alkuperien välisestä elossaolon vaihtelusta 56 % (kuva 2). Parhaasta alkuperästä (Salla) oli elossa 74 % ja huonoimmasta (Paavola) 27 %. Rovaniemellä

elossaolo ei korreloinut 15 v. iälläkään alkuperätekiäjöiden kanssa. Huono korrelaatio voi osaksi johtua erilaisista häiriötekijöistä, kuten pintakasvillisuuden kilpailusta ja luonnontaimista. Rovaniemellä aiemmin havaittu korrelaatio siemenen painon ja taimien elossaolon välillä hävisi. Tarkasteltaessa yksittäisiä metsiköitä kaikilla koepaikoilla oli löydettävissä parempiakin eria kuin maantieteellisesti lähinnä paikalliset. Sen sijaan jos siirtoja tarkastellaan lämpösummavyöhykkeittäin, Sallan kokeessa ovat likipitään paikalliset tai sitä pohjoisemmat parhaita.



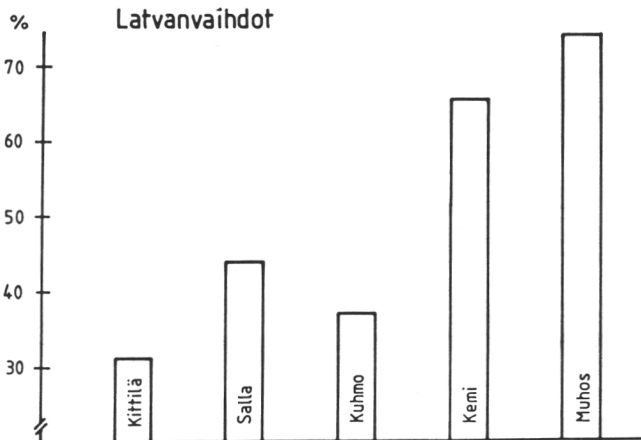
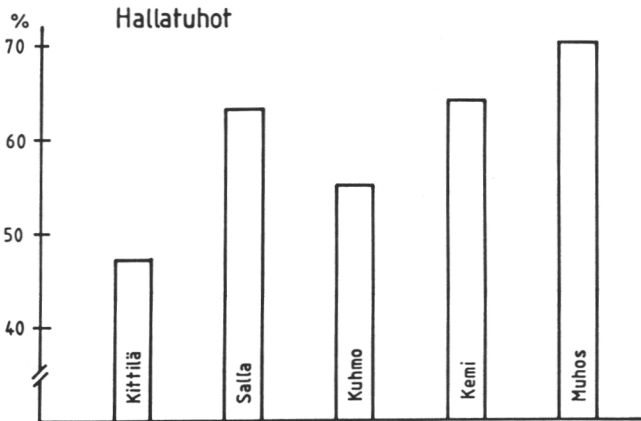
Kuva 2. Elossaolon ja viimeisten 5 vuoden pituuskasvun riippuvuus alkuperän kotipaikan lämpösummasta 15 v. iällä kuusen proveniensiikokeessa 442/3 Sallassa.

Istuttamalla perustetussa koesarjassa alkuperien väliset erot elossaolossa olivat 10 v. iässä tilastollisesti merkitseviä vain Kittilässä. Siellä paikallinen erä oli paras ja kaikkein lämpimimmältä paikalta - Muhokselta - peräisin oleva erä huonoin. Tässä kokeessa kolmen eteläisimmän alkuperän elossaolo



Kuva 3. Eri alkuperien elossaolon ja pituuden kehitys kokeessa 441/1 Kittilässä.

laski jyrkästi 10 ja 14 kasvukauden välillä (kuva 3). Syynä tähän oli ilmeisesti lumikariste, jota tavattiin alueelta runsaasti syksyllä 1986. Jäljellä olevissa taimissa lumikaristetta tai jälkiä siitä oli havaittavissa 80 - 90 % alkupe-
räästä riippumatta. Hallatuhoja ja latvavaurioita oli eteläisillä alkupe-
rillä selvästi enemmän kuin kahdella pohjoisim-
malla erällä (kuva 4), vaikka erot eivät olleetkaan tilastol-
lisesti merkitseviä.



Kuva 4. Eri alkuperien kesän 1986 hallatuhot ja latvanvaihdot kokeessa 441/1 Kittilässä.

Kummassakaan kokeessa ei voi selvästi havaita, että siemenen alkuperän korkeus merenpinnasta vaikuttaisi elossaoloon. Tosin aineistossa ei ollutkaan kovin korkealta peräisin olevia alkuperiä, ylin oli 300 metristä.

Pituuskasvussa ei kylvökokeessa yleensä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ennen 15. ikävuotta. Tällöin Rovaniemellä ja erityisesti Sallassa eteläisimpien alkuperien pituuskasvu oli pohjoisia heikompi (taulukko 3). Erityisen selvästi tämä riippuvuus tuli näkyviin tarkasteltaessa viimeisten 5 vuoden pituuskasvua.

Paikalliset erät olivat yleensä parhaiden joukossa. Alkuperien välisistä pituuskasvueroista voitiin kotipaikan lämpösumman avulla selittää Sallassa 59 %. Viimeisten 5 vuoden pituuskasvusta pystyttiin selittämään jopa 68 % (kuva 2). Rovaniemen kokeessa paras selittäjä oli kotipaikan leveysaste. Sen avulla voitiin kokonaispituuden vaihtelusta selittää 28 % ja viimeisten 5 vuoden kasvusta 30 %. Pituuskasvussa paikalliset erät olivat yleensä parhaita myös metsiköittäin tarkasteltuna. Koepaikkaa selvästi pohjoisempien pituuskasvu oli hieman paikallisia huonompi. Istutuskokeessa alkuperien väliset erot pituuskasvussa olivat tilastollisesti merkitseviä Kittilässä ja Rovaniemellä (taulukko 2, kuva 3). Molemissa kokeissa pohjoisimmat erät olivat pisimpiä.

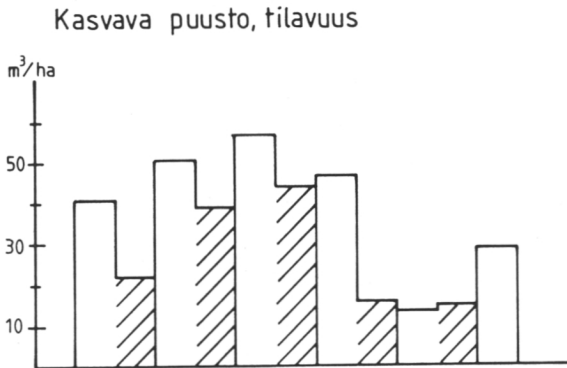
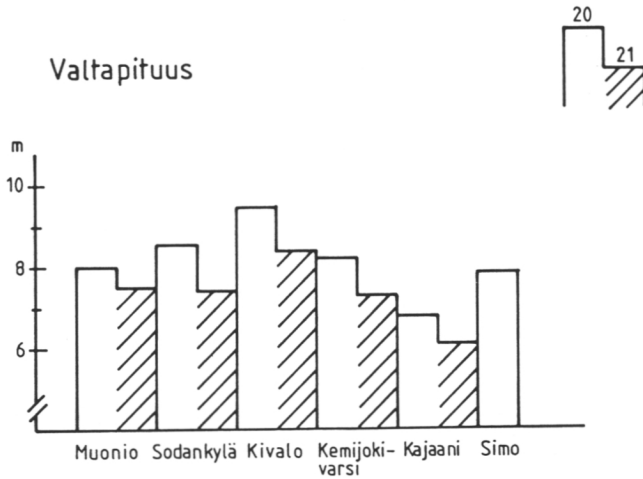
Taulukko 3. Elossaolon ja pituuskasvun korrelaatioita alkuperätunnusten kanssa kokeessa 442.

Ominaisuus	Ikä	Koe- paikka	Alkuperätunnus		
			leveysaste	lämpösumma	1000-siem.paino
elossaolo	5 v.	Kittilä	0,72***	-0,56**	-0,24
		Rovaniemi	-0,11	0,10	0,48*
		Salla	0,36	-0,43*	0,13
	15 v.	Rovaniemi	-0,20	0,11	0,33
		Salla	0,71***	-0,73***	-0,08
pituus	5 v.	Kittilä	0,50*	-0,60**	-0,12
		Rovaniemi	0,04	-0,09	0,52*
		Salla	0,26	-0,34	0,30
	15 v.	Rovaniemi	0,53*	-0,35	-0,02
		Salla	0,56**	-0,63**	0,15
pituus- kasvu	15- 10 v.	Rovaniemi	0,54*	-0,35	-0,26
		Salla	0,66**	-0,75***	0,15

Kittilän osakokeessa em. riippuvuus oli havaittavissa jo 5 v. iässä taimien ollessa keskimäärin 5 cm pitkiä. Sallan osakokeessa ne erät, jotka olivat säilyneet parhaiten elossa, olivat myös pisimpiä. Rovaniemen osakokeessa 10 v. iässä havaittu positiivinen korrelaatio elossaoloprosentin ja pituuskasvun välillä hävisi 15 v. mennessä. Eri osakokeiden välisistä korrelaatioista voidaan päätellä, että Kittilän ja Sallan kokeet edustavat elossaolon kannalta samankaltaista ympäristöä ja poikkeavat Rovaniemen koealasta. Pituuskasvun suhteen koealat ovat jakautuneet samalla tavalla, vaikka korrelaatiot ovatkin huonot. Viimeisessä mittauksessa Rovaniemen koeala näyttää siirtyneen enemmän Sallan koealan suuntaan ($r = 0,59^{**}$). Tästä voidaan päätellä, että taimien elossaolon kannalta ratkaisevat geneettiset erot tulevat esille vain ilmastollisesti epäsuotuisissa olosuhteissa. Paremmassa ympäristössä menestymisen ratkaisevat satunnaiset ympäristötekijät, siemenen paino tms. Pituuskasvun suhteen sen sijaan näyttäisivät sekä suotuisat että ankarat olosuhteet antavan yhtäläisemmän tuloksen. Pituuskasvuerojen esille tulemista joutuu vain odottamaan pidempään.

Vanhimmat kuusen alkuperäsiirtoja valaisevat tiedot Pohjois-Suomessa saadaan Kivalon provenienssikokeista. Ylempänä (225 m) rinteessä sijaitsevalla koealalla on vielä kaikkia keskieuropalaisiakin alkuperiä hengissä. Alemmalta koealalta (150 m) sen sijaan nuoruusvaiheen hallat ovat tuhonneet eteläsuomalaisetkin alkuperät (Kalela 1937). 40 v. iällä molemmilla koealoilla tuotokseltaan paras oli Kivalon alkuperä (kuva 5). 50 v. iällä ylempällä koealalla sen kokonaistilavuus oli hehtaarikohtaiseksi muunnettuna $85 \text{ m}^3/\text{ha}$. Ylempällä koealalla se on ollut ensimmäistä mittauskertaa lukuunottamatta aina paras. Alempana se saavutti parhaan sijan vasta 40 v. iällä. Muiden alkuperien järjestys vaihteli suuresti mittauskerrasta toiseen, ja ylempällä koealalla hyvinkin eteläiset alkuperät saattoivat olla parhaiden joukossa.

Huomiota herättävää on kajaanilaisen ja aivan läheltä Kemi-joen varresta peräisin olevien alkuperien huono menestyminen.



Kuva 5. Valtappituus ja kasvavan puuston tilavuus Rovaniemen mlk:ssa Kivalolla sijaitsevista kuusen proveniensiikokeissa 40 v. iällä. Mukana ovat vain alemmassa kokeessa (20) elossa säilyneet alkuperät.

Näistä Kivalon kokeista ylempi edustaa pienilmastollisesti edullisempaa kasvupaikkaa. Näin ollen siellä ovat voineet

menestyä hyvinkin eteläiset alkuperät. Niiden alkumenestymiseen on ilmeisesti vaikuttanut myös viljelyaikaan 30-luvulla vallinnut lämmin ilmastojakso. Kun yhdistetään molempien koealojen tiedot, saadaan tulokseksi, että pienilmastollisesti vähänkin ankarammilla alueilla vain suhteellisen pohjoiset alkuperät selviytyvät, ja niistä paras on paikallinen.

PÄÄTELMIÄ

Korkealla sijaitsevilla, ilmastollisesti epäsuotuisilla viljelyaloilla on alkuperätekiöillä selvä vaikutus elossaoloon. Paikalliset alkuperät näyttävät varmimmalta valinnalta. Myöskään kasvun suhteen ei voida osoittaa, että alkuperäsiirroilla saavutettaisiin jotain hyötyä. Mikäli samalta ilmastoalueelta peräisin olevien metsiköiden välinen vaihtelu on yhtä suurta myös istutusmateriaalilla kuin se on tässä esitetyssä kylvöaineistossa, aiheutuu siitä omat hankaluutensa käytännön viljelytoiminnalle. Erilaisten tuhojen kannalta eteläiset alkuperät ovat huonompia. Pienilmastollisesti suotuisalla kasvupaikalla alkuperällä ei ole niin suurta merkitystä, vaan siellä eteläisetkin kuuset voivat menestyä. Kuusen viljelyssä on ilmeisesti suuri merkitys käytettävän viljelymateriaalin koolla (ks. Pohtila ja Pohjola 1983). Kuusen kylvötaimien pituuskehitys on ollut hyvin hidasta. Sen sijaan istutettujen kuusikoiden pituus- ja tilavuuskasvu oli parempi kuin luontaisesti syntyneissä kuusikoissa (Ilvessalo 1937, Siren 1955). Näin siitä huolimatta, että sekä nuoremmat kokeet, että Kivalon kokeet on perustettu entiselle kuusimaalle.

Tässä esitetyt eri alkuperien menestymistä koskevat tulokset sopivat hyvin yhteen Heikinheikon (1949) tekemien suositusten ja Metsähallituksen käyttämien siirto-ohjeiden (Ohjekirje metsien ...) kanssa. Sen sijaan ne poikkeavat selvästi Pohjois-Ruotsiin laadituista kuusen alkuperien siirto-ohjeista (Remröd 1974).

KIRJALLISUUS

- Heikinheimo, O. 1949. Tuloksia kuusen ja männyn maantieteellisillä roduilla suoritetuista kokeista. Summary. Results of experiments on the geographical races of spruce and pine. Comm. Inst. For. Fenn. 37.2.
- Ilvessalo, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in Central North-Suomi (Finland). Comm. Inst. For. Fenn. 24.2.
- Kalela, A. 1937. Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Selostus: Puulajien ilmastorotuja koskevista kokeellisista tutkimuksista. Comm. Inst. For. Fenn. 26.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Perä-Pohjolan piirikunnassa. Metsähallitus, Helsinki 1985.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970-1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970-1972. Silva Fenn. 17(3):201-224.
- 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 For. 631.
- Remröd, J. 1974. Resultat från granproveniensförsök i norrländska höglägen. Förening Skogsträdsförädling, årsbok 1974: 117-135.
- Siren, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in Northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62.4.
- Valkonen, S. 1986. Norjassa kuusikoita Kilpisjärven korkeudella. Lapin Kansa 8.12.1986.
- Zobel, B. J. & Talbert, J. T. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons. New York.

MÄNNYNSIEMENEN SIIRROT POHJOIS-SUOMESSA

Sinikka Mononen

JOHDANTO

Runsaat, laadultaan hyvät siemensadot harvinaistuvat pohjoiseen mentäessä ja tämän vuoksi Pohjois-Suomessa on käytetty etelästä siirrettyjä alkuperiä. Alkuperältään tunnettujen eteläisten taimien tuhoutuminen Lapissa (Numminen 1975) on synnyttänyt käsityksen, että metsänviljelyn epäonnistumisen syy on liian eteläinen alkuperä. Käytännön metsänviljelyssä käytetyistä taimista ja siemeneristä alkuperätiedot puuttuvat, joten asia on jäänyt avoimeksi. Ruotsalaisissa provenienssikokeissa pohjois-eteläsuuntaisten siemensiirtojen on todettu parantavan elävyyttä (Remröd 1976, Eriksson ym. 1980).

Sarvaksen (1966) lisääntymisbiologisten tutkimusten mukaan männyn sopeutuneisuus kasvukauden pituuteen ei ratkaisevasti muutu Pudasjärvi-Kajaani -linjan pohjoispuolella. Tämän perusteella siemensiirrot Pohjois-Suomessa eivät vaikuttaisi viljelytulokseen. Keskusteluissa Sarvas kuitenkin esitti, että valoilmaston muutos saattaisi vaikuttaa kasvulliseen sopeutumiseen myös marginaalipopulaatioissa.

Harvinaisen lämpimien kesien vaikutuksesta 1970-luvun alussa voitiin tuleentunutta männyn siementä kerätä aina metsänrajaa myöten. Tällöin MH Eero Malmivaara suunnitteli koesarjan, jossa alkuperäsiirtoja tehtiin kaikissa pääilmansuunnissa. Tässä kirjoituksessa esitetään päätulokset kenttäkokeista kymmenen vuoden kuluttua niiden perustamisesta.

AINEISTO JA MENETELMÄT

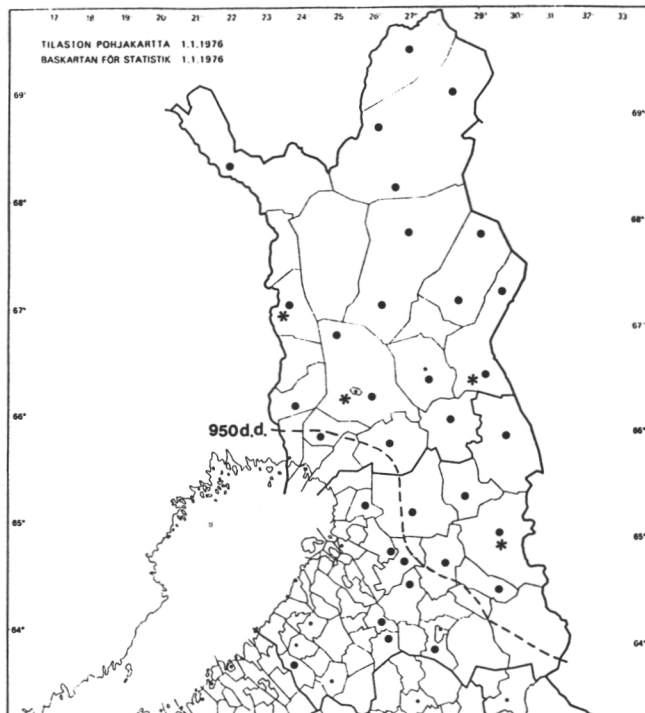
Kokeessa oli mukana 34 alkuperää eri puolilta Pohjois-Suomea. Alkuperä- ja koepaikkakunnat on esitetty kuvassa 1. Kokeista neljä oli perustettu istuttamalla ja kolme kylvämällä. Koepaikkatiedot ovat taulukossa 1. Siemenet on kerätty pääasiassa v. 1972, mutta eräillä eteläisimmillä alkuperillä käytettiin myös vuosien 1969-1971 siementä. Suurin osa siemeneneristä on kerätty ohjattuna siemenkeräyksenä (B3), mutta mukana oli myös yleiskeräyssiemmentä (B4). Sekä istutus että kylvö suoritettiin viiden metrin välein aurattujen vakojen pientareeseen. Toistoja oli 5 - 6 ja kussakin ruudussa oli 49 tainta.

Tuloksia käsiteltiin askeltavalla regressioanalyysillä. Selittävinä muuttujina käytettiin elävyysprosenttia ja pituussummaa. Pituussumma = elävyysprosentti * keskipituus. Marklundin (1981) mukaan taimien pituussummiin perustuva järjestys säilyy männyllä kohtalaisen hyvin tukkipuuvaiheeseen saakka. Selittävinä muuttujina olivat leveysaste- (dL) ja korkeusero (dA), molempien neliöt (dL^2 , dA^2) ja niiden tulo ($dL \cdot dA$).

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Elävyys

Elävyys yksittäisissä osakokeissa määräytyi lähes yksinomaan leveysaste-eron perusteella (kuvat 2 ja 3). Paikalliselle provenienssille laskettu elävyys vaihteli istuskokeessa 50 %:sta 75 %:iin. Kylvöaloilla elävyydet olivat 10 - 15 % pienemmät, vaikka kylvö onnistui hyvin. Tämä johtui todennäköisesti routavaurioista hiekka- ja hietamoreenilla. Sallan kylvökokeen routa ja porot tuhosivat muutamassa vuodessa. Männyn kylvön on aiemminkin todettu epäonnistuneen hienolajitteisilla mailla (Pohtila ja Valkonen 1985).



Kuva 1. Kokeessa käytettyjen siemenerien keräyspaikat (pisteet) ja koealojen sijainti (tähdet).

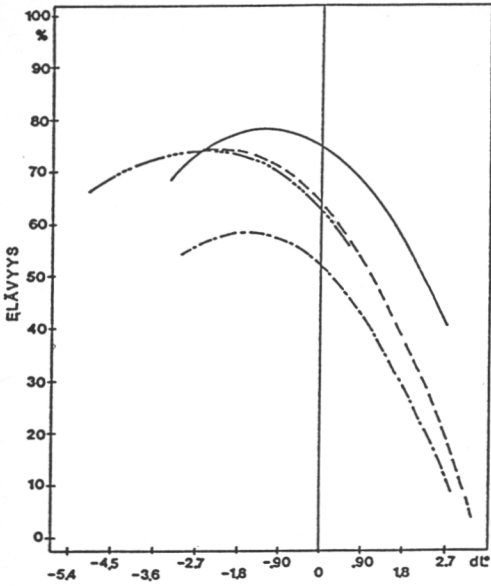
Taulukko 1. Koealojen maantieteellinen sijainti ja keskimääräinen lämpösumma.

N:o	Nimi	Leveysaste	Pituusaste	Korkeus mpy m	Keskimääräinen lämpösumma d.d.
508/1 511/1	Kolari	67°03'	24°27'	200	839
508/2 511/2	Rovaniemi	66°29'	25°13'	100	919
508/3	Salla	66°39'	28°22'	270	760
508/5 511/5	Suomussalmi	64°42'	29°48'	230	896

Vakiokorkeudessa suoritettut siemensierrot vaikuttivat taimien elävyyteen kylvö- ja istutuskokeessa samalla tavoin, mutta koepaikkojen välillä oli eroja. Pohjois-eteläsuuntaiset sierrot paransivat elävyyttä selvimmin Kolarissa ja Suomussalmella. Pohjoisesta siirrettyjen provenienssien elävyys oli 15 - 20 % paikallisen provenienssin elävyyttä parempi ja elävyys kääntyi laskuun vasta 2.5^o pitemmissä sierroissa (kuvat 2 ja 3). Rovaniemen osakokeissa paikalliset provenienssit menestyivät hyvin ja sierrot paransivat taimien elävyyttä vain vähän. Sallan istutuskokeessa sekä paikalliset että pohjoiset alkuperät menestyivät heikommin kuin muilla koepaikoilla. Sekä Rovaniemellä että Sallassa elävyys kääntyi laskuun 1.5^o pitemmissä sierroissa.

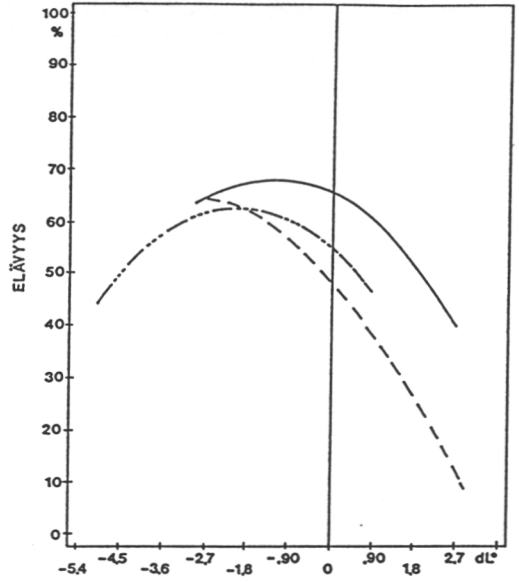
Siemensierrot paransivat elävyyttä eniten ilmastollisesti keskimääräisillä kasvupaikoilla, joissa valinta vaikuttaa tehokkaimmin. Suotuisilla kasvupaikoilla paikallisten ja jopa eteläisten alkuperien taimet selviytyivät suhteellisen hyvin. Toisaalta osa taimista kuolee aina satunnaisesti, eikä 100 % elävyyttä saavuteta pohjoisiakaan alkuperiä käytettäessä. Ankarilla kasvupaikoilla myös kestävien provenienssien taimia tuhoutui runsaasti, ja elävyydet jäivät alhaisiksi.

Yhdistetyssä istutusaineistossa samoin kuin yhdistetyssä kylvöaineistossa osoittautui leveysaste-eron ohella myös korkeus merkitseväksi selittäjäksi (kuvat 4 ja 5). Koe-eristä valtaosa on peräisin 125 - 200 m korkeudelta. Tätä korkeampaa tai alemmaa on vain muutamia alkuperiä, ja tämän vuoksi hajonta peitti korkeuseron vaikutuksen yksittäisissä osakokeissa. Korkeussuuntaisten siirtojen niukkuus johtuu siitä, että korkeuseron vaikutusten selvittäminen ei kuulunut tutkimussuunnitelmaan kokeiden perustamisvaiheessa.



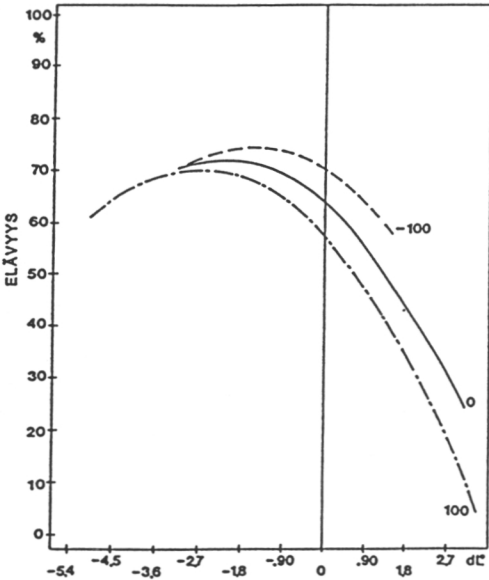
Kuva 2. Vakjokorkeudessa suoritettujen siemen-siirtojen vaikutus elävyyteen istutusaloilla. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen.

Kolari	(---)	$R^2 = 0.84$
Rovaniemi	(—)	$R^2 = 0.76$
Salla	(- - -)	$R^2 = 0.80$
Suomussalmi	(- · - · -)	$R^2 = 0.60$

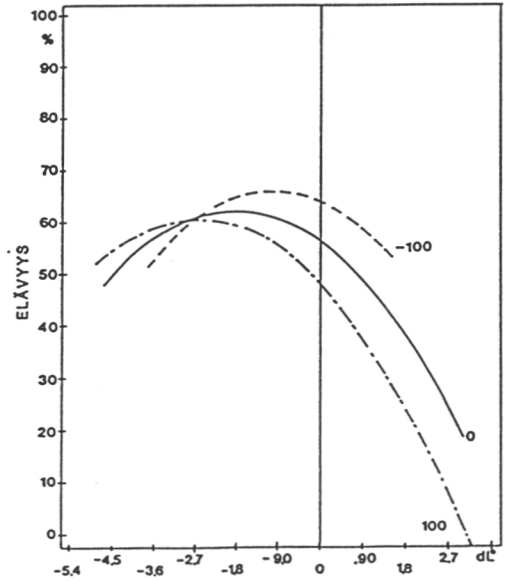


Kuva 3. Vakjokorkeudessa suoritettujen siemen-siirtojen vaikutus elävyyteen kylvöaloilla. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen.

Kolari	(---)	$R^2 = 0.89$
Rovaniemi	(—)	$R^2 = 0.61$
Suomussalmi	(- · - · -)	$R^2 = 0.58$
Salla	(- - -)	



Kuva 4. Siemensiirtojen vaikutus elävyyteen istutuskokeessa. Yhdistetty aineisto. $R^2 = 0.73$. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen tai korkeussuunnassa alhaalta ylös.



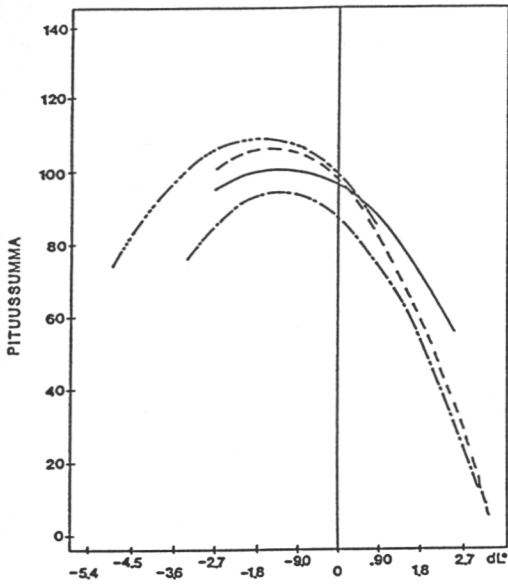
Kuva 5. Siemensiirtojen vaikutus elävyyteen kylvökokeessa. Yhdistetty aineisto. $R^2 = 0.77$. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen tai korkeussuunnassa alhaalta ylös.

Elävyys parani vakiokorkeudella suoritetuissa, korkeintaan 2.5° pituisissa pohjois-eteläsiirroissa parhaimmillaan n. 7 %. Pitemmissä siirroissa elävyys heikkeni. Ilmasto on koko Suomessa mantereinen. Jäämeren vaikutuksesta kevät ja syksy aivan pohjoisimmassa Suomessa ovat kuitenkin leudompia kuin pohjoisen sijainnin johdosta voisi olettaa (Kolkki 1966). Inarin ja Utsjoen alkuperien siirto etelään ei siten välttämättä merkitse niille suotuisampia kasvuolosuhteita. Siirretäessä alkuperiä 100 m korkeussuunnassa ylhäältä alas parani elävyys keskimäärin 7 - 8 %. Alhaalta ylös -siirto heikensi elävyyttä, mutta samanaikainen siirto pohjoisesta etelään kompensoi alavien alkuperien heikompaa elävyyttä. Korkeat alkuperät kestivät myös lyhyitä siirtoja etelästä pohjoiseen.

Pituussumma

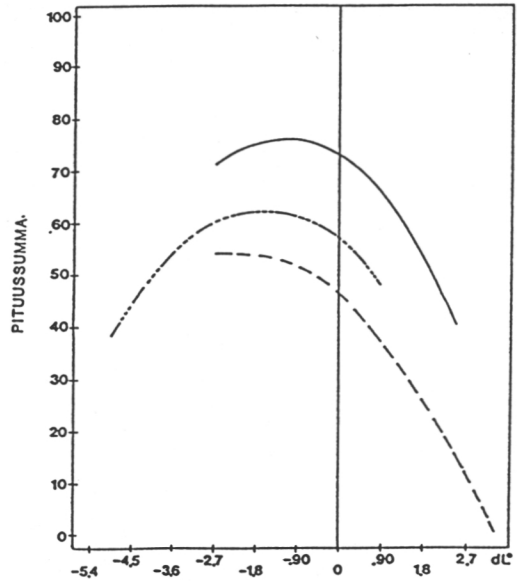
Leveysasteen vaikutus pituussummaan on esitetty kuvissa 6 ja 7. Kuvaajat noudattavat pääpiirteissään elävyysskäyriä. Tämä oli odotettua, koska pituuserot proveniensiensien välillä olivat pieniä (taulukko 2). Korkeintaan 100 km pohjoisesta tai etelästä siirretyt alkuperät kasvoivat parhaiten, pitemmät siirrot lyhensivät keskipituutta. Samoin todettiin korkeuseron ja taimien pituuden välillä negatiivinen riippuvuus. Pisimmän pituussummaa kasvattavan siirron pituus vaihteli $1.5 - 3^{\circ}$. Viljelytuloksen heikkeneminen pitemmissä siirroissa johtui etenkin hitaammasta kasvusta, mutta jossain määrin myös heikommasta elävyydestä.

Yhdistetyssä aineistossa korkeussuuntaiset ylhäältä alas -siirrot paransivat viljelytulosta (kuvat 8 ja 9). Siirrot vakiokorkeudella sen sijaan kasvattivat pituussummaa vain vähän. Paikallisen proveniensiensin suuruinen tai vähän parempi pituussumma saavutettiin siirtämällä siementä pohjoisesta



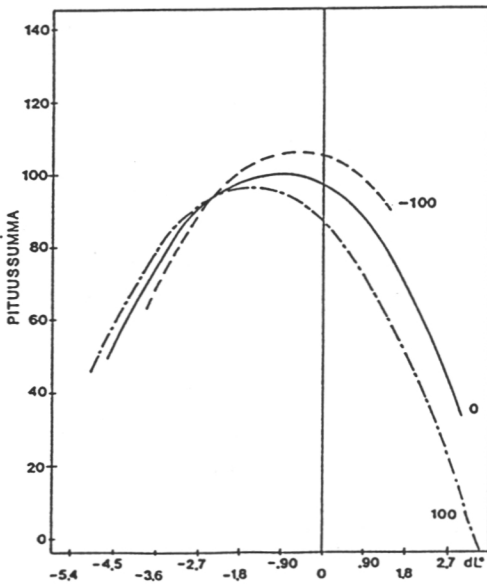
Kuva 6. Vakiokorkeudessa suoritetujen siemen-siirtojen vaikutus pituussummaan istutuskokeessa. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen.

Kolari	(---)	$R^2 = 0.81$
Rovaniemi	(—)	$R^2 = 0.71$
Salla	(-·-·-)	$R^2 = 0.77$
Suomussalmi	(····)	$R^2 = 0.53$

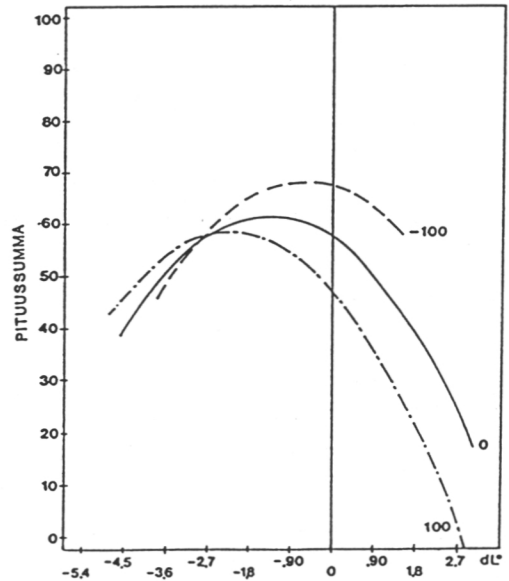


Kuva 7. Vakiokorkeudessa suoritetujen siemen-siirtojen vaikutus pituussummaan kylvökokeessa. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen.

Kolari	(---)	$R^2 = 0.87$
Rovaniemi	(—)	$R^2 = 0.56$
Suomussalmi	(-·-·-)	$R^2 = 0.54$



Kuva 8. Siemen-siirtojen vaikutus pituussummaan istutuskokeessa. Yhdistetty aineisto. $R^2 = 0.79$. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen tai korkeussuunnassa alhaalta ylös.



Kuva 9. Siemen-siirtojen vaikutus pituussummaan kylvökokeessa. Yhdistetty aineisto. $R^2 = 0.69$. + -merkki osoittaa siirtoa etelästä pohjoiseen tai korkeussuunnassa alhaalta ylös.

korkeintaan 1.5°. Etelä-pohjoissuuntaisissa siirroissa viljelytulos heikkeni jyrkästi siirron pituuden kasvaessa, ainoastaan korkeat alkuperät kestivät lyhyitä siirtoja pohjoiseen. Samanaikainen siirto alhaalta ylös ja pohjoisesta etelään kiinnostaa siksi, että Inarin altaassa siemen tuleentuu useammin kuin sen eteläpuolisilla korkeammilla alueilla. Tällä tavoin siirretyt alkuperät menestyivät kohtalaisesti, mutta eivät aivan yhtä hyvin kuin paikalliset alkuperät.

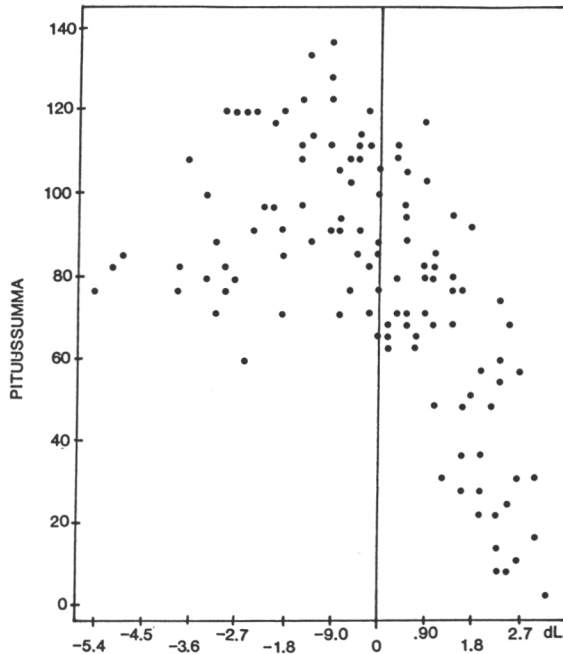
Taulukko 2. Taimien elävyyden ja pituuden keskiarvot sekä variaatiovälit eri osakokeissa.

Koeala	Elävyys %	Variaatio- väli	Pituus cm	Variaatio- väli
ISTUTUSKOE				
Kolari	47	5 - 82	148	128 - 168
Rovaniemi	67	38 - 83	135	121 - 155
Salla	41	7 - 70	160	130 - 185
Suomussalmi	65	44 - 81	156	122 - 183
KYLVÖKOE				
Kolari	36	5 - 71	91	74 - 107
Rovaniemi	60	30 - 78	107	93 - 124
Suomussalmi	54	38 - 76	94	74 - 110

Lämpötila on Lapissa puuston kasvua eniten rajoittava tekijä. Merenpinnan tasoon redukoitu lämpösumma muuttuu Lapissa 50 - 100 d.d. -yksikköä/1° (Heikurainen 1973), kun korkeussuunnassa lämpösumman gradientti on 100 d.d. -yksikköä/100 m (Poso ja Kujala 1973). Tämän mukaan 100 m korkeussuunnassa vaikuttaa lämpösummaan saman verran kuin 1 - 2° pohjois-eteläsuunnassa, mikä osaltaan selittää korkeuden vaikutuksen puuston

kasvuun. Korkeussuuntaisten siirtojen edullinen tulos johtuu osittain sattumasta. Kokeessa mukana olevat korkeat alkuperät ovat todennäköisesti keskimääräistä parempia. Käytännössä korkeussuuntaisilla siirroilla saavutettava hyöty voi jäädä pienemmäksi.

Siemensierrojen edullisuus riippuu paikallisista olosuhteista. Mutta yksittäisissä osakokeissakin leveysaste- ja korkeusero selittivät pituussumman varianssista ainoastaan 53 - 87 %. Kuvassa 10 on esitetty yhdistetyn istutusaineiston alkuperäiset pituussumma-arviot. Yhden osakokeen sisällä provenienssien välinen vaihtelu on vähäisempää, mutta leveysaste- ja korkeuserosta riippumaton hajonta on silti suuri. Mallit ennustavat ainoastaan siemensierrojen keskimääräisen tuloksen. Yksittäisen provenienssin käyttäytyminen voi poiketa keskiarvosta huomattavasti.



Kuva 10. Alkuperäiset pituussummat yhdistetyssä istutusaineistossa.

PÄÄTELMÄT

Männyn sopeuma- ja kasvuominaisuuksissa on eroja myös Pohjois-Suomessa. Tulosten perusteella pohjois-eteläsuuntaiset siirrot vakiokorkeudessa on rajoitettava 150 km:iin. Viljelytulos paranee paremman elävyyden ansiosta korkeussuuntaisissa ylhäältä alas -siirroissa. 100 m pitemmissä siirroissa hidas kasvu voi kuitenkin heikentää viljelytulosta. Lapin olosuhteissa harvoin tarjoutuu tilaisuuttakaan näin pitkiin korkeussuuntaisiin siirtoihin. Korkeampia alkuperiä käytettäessä on samanaikainen pohjois-eteläsiirto rajoitettava 100 km:iin. Vakiokorkeudessa siementä on siirrettävä vain pohjoisesta etelään. Kuitenkin 70 - 100 m korkeampia alkuperiä voidaan siirtää etelästä pohjoiseen enintään 50 km. Tässä käsitellyt kenttäkokeet ovat vielä nuoria ja ne edustavat vain yhtä ikäluokkaa. Tarkkojen kasvuennusteiden tekeminen niiden pohjalta on mahdotonta. On mahdollista, että kokeiden varttuessa tuloksia joudutaan tarkistamaan.

Metsähallituksen ja keskusmetsälautakunta Tapion suositukset ovat sopusoinnussa tässä esitettyjen tulosten kanssa. Metsähallituksen ohjeet edellyttävät, että Pohjois-Suomessa käytetään paikallista tai mieluummin ilmastollisesti vaikeammista olosuhteista peräisin olevaa männyn siementä (Ohjekirje metsien ... 1981). Ohje ei kuitenkaan määrittele, mitä paikallisella siemenellä tarkoitetaan. Myös Tapio suositaa lievää siirtoa pohjois-eteläsuunnassa tai korkeussuunnassa ylhäältä alas (Tapion taskukirja 1983). Ruotsissa männyn siementä siirretään pitempiä matkoja kuin meillä ja suositusten mukaan siirtojen tulee olla sitä pitempiä mitä pohjoisempana tai lähempänä puurajaa viljelyala sijaitsee (Remröd 1976). Yhtä pitkät siirrot meillä johtaisivat selviin tuotostappioihin. Vuoristoista Norlantia varten laadittuja ohjeita ei voida soveltaa Suomen Lappiin.

Provenienssien välinen vaihtelu on suuri. Keskimäärin edulliseksi todetuissa siirroissa viljelytulos voi käytännössä jopa heikentyä, mutta toisaalta myös paikallinen siemen voi olla huonosti sopeutunutta. Millään alkuperällä ei päästä yhtä korkeisiin elävyyssarvoihin kuin Etelä-Suomessa. Suomen Lappi on ilmastollisesti epävakaata aluetta ja viljelytulos samalakin paikalla voi vuosittain vaihdella huomattavasti. Siemensiirrot eivät ratkaise Pohjois-Suomen metsänviljelyn ongelmia. Silloin kun pohjoisia alkuperiä saadaan, siemensiirroilla voidaan kuitenkin paikallisesti helpottaa siemenhuoltoa.

KIRJALLISUUS

- Eriksson, G., Andersson, S., Eiche, V., Ifver, J. & Persson A. 1980. Severity Index and Transfer Effects on survival and Volume Production of *Pinus sylvestris* in Northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 156. 32 s.
- Heikurainen, L. 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. *Acta Forestalia Fennica* 131. 35 s.
- Kolkki, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931-1960. Tables and maps of temperature in Finland during 1931-1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan. Ilmatieteellinen keskuslaitos. 42 s.
- Marklund, E. 1981. Äldre proveniensförsök ger underlag för produktionsprognoser. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 5:9-14.
- Numminen, E. 1975. Männyn provenienssikokeen 232 taimien säilyminen elossa Pohjois-Suomen koealoilla. Metsäntutkimuslaitos. Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 7. 9 s.

- Ohjekirje metsien käsittelystä Perä-Pohjolan piirikunnassa. 1981. Metsähallitus. No. Mh. 307. 33 s.
- 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 privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Poso, S. & Kujala, M. 1973. The effect of topography on the volume of forest growing stock. *Seloste. Topografian vaikutus puuston kuutiomäärään. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 78(2):1-29.
- Remröd, J. 1976. Val av tallprovenienser i Norra Sverige - analys av överlevnad, tillväxt och kvalitet i 1951 års tallproveniensförsök. Skogshögskolan, institutionen för Skogsgenetik, rapporter och uppsatser 19. 132 s.
- Sarvas, R. 1966. Temperature sum as a restricting factor in the development of forest in the subarctic. *Ecology and conservation 1. Ecology of the subarctic regions. Proceedings of the Helsinki symposium. Unesco* s. 79-82.
- Tapion taskukirja. 1983. Kirjayhtymä. Helsinki. 597 s.

RÖNTGENANALYYSI METSÄPUIDEN SIEMENTEN ITÄVYYSKELPOISUUDEN MITTARINA

Erkki Numminen ja Hely Häggman

JOHDANTO

Vuosien kuluessa siementen itämiskelpoisuuden testaamiseksi on kehitetty useita menetelmiä. Kuitenkin käytännön kannalta vain nopeat menetelmät ovat hyödyllisiä. Tällaisista nopeista menetelmistä (TTC-tetrazolium-menetelmä, indigokarmiinimenetelmä ja röntgenanalyysi) ylivoimaiseksi on osoittautunut röntgenanalyysi.

Ensimmäisen kerran röntgensäteitä käytti siementen laadun määrittämiseen professori Lundström Uppsalan yliopistosta 1900-luvun alussa (Kamra 1964), mutta ilmeisesti, koska hän piti menetelmää liian työläänä ja vaikeana, menetelmä unohtui pariksi kymmeneksi vuodeksi.

1920-luvulla röntgensäderadiografiaa käytettiin hyönteistoukkien havaitsemiseksi puuvillan, herneiden, pajujuen, ruusujen ym. siemenissä (Kamra 1964). Vasta vuonna 1953 Simak ja Gustafsson esittivät pitemmälle kehitetyn röntgenmenetelmän metsäpuuiden siementen itämiskelpoisuuden testaamiseksi. Menetelmä perustuu siementen luokitteluun alkion koon mukaisesti. Myöhemmin on tutkittu esim. säteilyn vaikutusta siemeniin, sen sopivuutta jalostustarkoituksiin ym. Menetelmää on myös kehitetty esim. käyttämällä erilaisia varjoaineita kuten bariumkloridia, natriumjodidia ja haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (Simak 1957, 1980, Kamra 1963, 1971).

Nykyisin röntgensäderadiografia on käytössä lukuisissa siemenlaboratorioissa. Erityisen paljon sitä käytetään, kun halutaan tietoja havupuiden siementen kehityksestä, tuleentumisesta ja laadusta. Suomessa menetelmä on otettu käyttöön

1950-luvun lopulla. Sitä on käytetty eniten männyn siemenen kehityksen ja tuleentumisen tutkimiseen. Pohjois-Suomessa menetelmää on käytetty esim. männyn ja kuusen vuosittaisen tuleentumisrajan määrittämisessä.

RÖNTGENKUVAUKSEN TEORIAA

Röntgensäteet kulkevat samalla nopeudella kuin valo, mutta niiden aallonpituus on $1/10\ 000$ - $1/100\ 000$ valon aallon pituudesta. Röntgensäteiden ominaisuuksiin kuuluu, että ne voivat tunkeutua erilaisiin materiaaleihin, jotka absorboivat tai heijastavat näkyvää valoa.

Röntgensäteet muodostuvat röntgensädeputkessa, johon johdetaan korkeajännitteinen sähkövirta. Tällöin kuumentuneen katodin aktivoituneet elektronit törmäävät suurella nopeudella putken tyhjiön läpi anodin ns. polttopisteeseen, josta muodostuneet röntgensäteet ohjataan berylliumikkunan kautta kuvattavaan kohteeseen, jonka koostumuksesta, tiheydestä ja paksuudesta riippuu, paljonko säteilystä imeytyy siihen ja paljonko kulkee kohteen läpi alla olevalle röntgenfilmille, johon röntgenkuva muodostuu. Mitä tummempi kohta on kuvassa, sitä enemmän siihen on päässyt säteilyä kohteen läpi. Röntgenkuvan laadun määräävät tummenemisen määrä, kontrastit eli tummenemisen sävyerot ja yksityiskohtien terävyys.

Röntgenkuvien laatuun voidaan vaikuttaa säätämällä putkeen ohjatun sähkövirran jännitettä, voimakkuutta ja säteilytysaikaa sekä polttopisteen ja kuvauskohteen etäisyyttä filmistä, vähentämällä hajasäteilyä ja sopivan filmin valinnalla.

Kolarin tutkimusasemalla on männyn ja kuusen kuvaukseen käytetty 18 kV:n jännitettä, 10 mA:n virranvoimakkuutta ja 0,5 - 1,0 sekunnin valotusaikaa. Polttopisteen etäisyys filmistä on ollut 30 cm ja kuvauskohde on ollut suoraan filmin päällä.

Hajasäteilyongelmat ovat olleet verraten pieniä 18 kV:n jännitettä käytettäessä. Filminä on käytetty Agfa Gevaertin Strukturix D 4 DW-filmiä, joka on paketoitu päivän valoa läpäisemättömään paperiin ja on rakenteeltaan keskinkertaisen nopea filmi. Röntgenfilmin valinta riippuu siitä, millaista työtä tehdään. Esim. geneettisissä töissä on usein tarpeen välttää liian suuria röntgensädeannoksia, jolloin käytetään nopeita filmejä erotuskyvyn huononemisen kustannuksella. Julkaisuja varten taas hidaskin filmi on parempaa kuin nopea. Ruutiinomisessa siementen testauksessa tavallisesti käytetään keskinkertaisen nopeata filmiä.

RADIOGRAAFISISTA MENETELMISTÄ

Siemeniä voidaan röntgenkuvata työn tai tutkimuksen tarkoituksesta riippuen useilla eri tavoilla. Seuraavat menetelmät ovat yleisimmin käytössä.

1. Normaali röntgenkuvaus (n. X-radiografia) perustuu Simakin & Gustafssonin vuonna 1953 julkaisemaan menetelmään. Tällä menetelmällä siemenet eivät vaadi varsinaista esikäsitteilyä.

2. Kontrastiradiografiassa eli varjoainekuvauksessa siemenet esikäsitellään varjoaineella ennen röntgenkuvausta (Simak 1957, Kamra 1963). Tällä menetelmällä voidaan erottaa siemenestä elävät ja kuolleet solukot eli saadaan tietoa siementen fysiologisesta laadusta. Käytettävät varjoaineet ovat joko vesiliukoisia tai haihtuvia orgaanisia aineita. Vesiliukoisia varjoaineita käytettäessä siemeniä liotetaan ensin vedessä ja sitten vesiliukoisessa suolaliuoksessa (esim. BaCl_2 tai NaJ), jonka jälkeen siemenet kuivataan ja kuvataan. Varjoainevärijäys perustuu elävien solukalvojen puoliläpäisevyyteen l. semipermeabiliteettiin, joka estää ko. suolojen tunkeutumisen

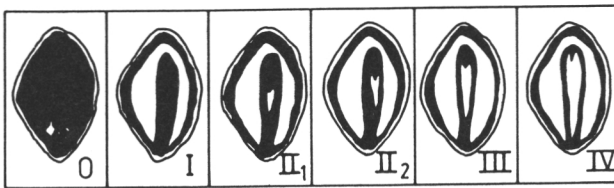
eläviin solukoihin ja nämä kuolleet osat näkyvät röntgenkuvassa vaaleina, koska röntgensäteet imeytyvät raskaisiin metalliatomeihin kuten bariumiin ja jodidiin.

SÄTEILYN VAIKUTUKSESTA SIEMENIIN

Eri lajien herkkyys röntgensäteisiin vaihtelee. Havupuiden siemenet, joilla on suuret kromosomit, ovat herkkiä röntgensäteille. Kuitenkin normaalissa siementen röntgenkuvauksessa männyn ja kuusen siementen saama säteilyannos (2 rads) ei aiheuta näkyviä fysiologisia tai geneettisiä vaurioita. Vertailun vuoksi mainittakoon, että männyllä havaitaan mitoosissa muutoksia jo 12 rads-säteilyannoksen jälkeen, kun taas 800 rads-säteilyannoksen ei ole havaittu vaikuttavan siementen itävyyteen (Kamra & Simak 1965, Simak 1980). Kuitenkin esim. geneettisessä työssä on suositeltavaa käyttää nopeaa filmiä, välttää tarpeettoman pitkiä valotusaikoja ja toistettavia kuvauksia.

HAVUPUIDEN SIEMENTEN RÖNTGENLUOKITUS

Suomessa (Ryynänen, M. 1973) on ollut tapana luokitella röntgenkuvatut siemenet alkion pituuden mukaan (kuva 3).



Kuva 1. Alkion pituuteen perustuva luokitus ns. alkioluokat

- 0 = tyhjä siemen, ei alkiota eikä endospermiä
- I = ei alkiota, endospermi ja alkio-ontelo ovat kehittyneet
- II = vajaasti tuleentunut, siemenvalkuainen, suurin alkio <math><1/2</math> alkio-ontelosta. Alkioluokituksessa II₁ alkion pituus <math><1/4</math> alkio-ontelosta ja II₂ alkion pituus $1/4 - 1/2$ alkio-ontelosta.
- III = vajaasti tuleentunut siemenvalkuainen ja yksi tai useampia alkiota, joista suurin $1/2 - 3/4$ alkio-ontelosta
- IV = täysi siemen, jossa yksi täysin kehittynyt alkio >math>>3/4</math> alkio-ontelosta.

Röntgenkuvien perusteella pystytään myös erottamaan hyönteistoukkia ja hyönteiseritteitä sisältävät sekä rikkinäiset ja epämuodostuneet siemenet. Tällaiset siemenet eivät pysty itämään.

Alkioluokkien itävyysprosentit edustavat sitä todennäköisyyttä, jolla tuore ja vaurioitumaton siemen itää ns. Jacobsenin idätysaltaassa +23^oC vakiolämpötilassa, 1000 luxin valaistuksessa (8 h/vrk) 21 vuorokauden aikana (Ista 1966, Sarvas 1950). Kolarin tutkimusasemalla on käytetty alkioluokkien itävyysprosentteina seuraavia arvoja:

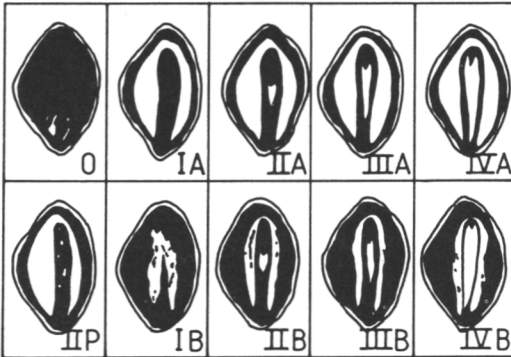
Alkioluokka	Mänty	Kuusi
I	0	0
II ₁	5	5
II ₂	30	25
III	88	77
IV	100	95

Odotettu itävyys eli ns. anatominen potentiaali voidaan laskea mille tahansa männyn tai kuusen siemenerälle edellyttäen, että näytteen alkioluokkien frekvenssit tunnetaan.

Esim. jos I = 2, II₁ = 5, II₂ = 20, III = 50, IV = 33 yhteensä 100 männyn siementä

$$A_p = \frac{(2 \times 0) + (5 \times 5) + (20 \times 30) + (50 \times 88) + (33 \times 100)}{100} = 83.3 \%$$

Alkioluokkien ohella voidaan siementen testauksessa käyttää myös kehitysluokkia (Simak 1980), jolloin luokittelussa otetaan alkion pituuden ohella huomioon siemenvalkuaisen kehittyneisyys (kuva 2).



A = Siemenvalkuainen täyttää lähes kokonaan siemenen ja erottuu hyvin röntgenkuvissa.

B = Siemenvalkuainen ei täytä siementä ja on usein kurtistunut tai muuten epämuodostunut. Erottuu huonosti röntgenkuvissa.

Kuva 2. Siemenvalkuaisen kehitykseen ja alkionpituuteen perustuva luokitus ns. kehitysluokat (DC-luokat).

Simak 1980 on käyttänyt näiden kehitysluokkien itävyysprosenttina eli ns. reduktiotekijöinä seuraavia lukuja:

Kehitysluokat	Mänty	Kuusi
I _A	0	0
II _A	50	36
III _A	88	82
IV _A	99	97
II _P	0	0
II _B	5	15
III _B	43	71
IV _B	68	92

Simakin luokituksesta poiketen on Ruotsissa Sävarin tutkimus-
asemalla annettu alkioluokille II_A, II_B ja II_P männyn ja kuu-
sen itävyysprosentiksi nolla röntgen- ja idätystestein entistä
paremman vastaavuuden saavuttamiseksi (henkilökohtainen tiedo-
nanto T. Lestanderilta).

On huomattavaa, että odotettava itävyys eli Ap vastaa todellista itävyyttä vain, mikäli siemenet ovat oikein kerättyjä, käsiteltyjä ja varastoituja, esim. jos siemenet ovat vaurioituneet lenninsiipiä poistettaessa, niin Ap-arvo on korkeampi kuin todellinen itävyys.

Taulukossa 1 on vertailtu alkio- ja kehitysluokkien mukaan laskettuja Ap-arvoja (odotettavaa itävyyttä) todelliseen itävyyteen eräässä tutkimusmännikkömateriaalissa. Todellisella itävyysprosentilla tarkoitetaan sitä osaa siemenistä, joka 21 päivän kestävä idätystestin jälkeen on itänyt ja voi tuottaa elinkelpoisia taimia.

Taulukko 1. Eri alkio- ja kehitysluokkien mukaan laskettujen Ap-arvojen vertailu todelliseen itävyyteen

Siemen- tunnus	Keräys- paikka	Tyhjä- siemen %	Odot. it. % = Ap alkio- luokit- tain	kehitys- luokittain (Sävar)	Ap (Simak)	Tod. it. %
G3-82-048	Kolari	15.9	18.0	8.2	25.1	12.8
G3-82-042	Pello	13.8	20.0	6.8	22.8	11.3
G3-82-035	Rovaniemi	11.7	19.3	7.0	24.1	10.8
G3-82-052	Salla	14.2	6.8	0.2	4.9	1.0
G3-82-006	Ylitornio	6.3	73.0	64.7	71.3	59.8
G3-82-022	Posio	24.6	6.6	1.5	6.6	2.5
G3-82-011	Pudasjärvi	9.5	61.6	52.0	62.3	69.3
G3-82-036	Muhos	19.5	71.8	68.4	70.2	78.3
G3-82-021	Suomussalmi	26.2	37.1	29.2	39.4	31.5
G3-82-033	Kuhmo	9.9	71.0	66.4	71.8	91.0

Taulukosta 1 havaitaan, että alkioluokituksen ja Simakin DC-luokituksen perusteella lasketut Ap-arvot ovat olleet todellisia itävyyssarvoja suurempia, kun taas Sävarin DC-luokituksen mukaan odotettavat itävyyssarvot ovat pienempiä kuin todelliset. Lisäksi kaikki Ap-arvot laskutavasta riippumatta poikkeavat suuresti todellisesta itävyydestä silloin, kun siemenen todellinen itävyys on pieni <20-30 %. Kolarin tutkimusasemalla tehtyjen vertailujen mukaan huonosti kehittyneitä siemenvalkuaisia oli IV-luokan siemenissä vain joitakin promilleja ja III-luokan siemenissä noin yksi prosentti. Luokitus ei siis juuri lainkaan muutu III- ja IV-luokkien kohdalla, vaikka siirryttäisiin alkion pituuden luokittelusta ottamaan huomioon myös siemenvalkuaisen kehittyneisyys. Erot Ap:ssä johtunevat suurimmaksi osaksi juuri II-luokan siementen vaihtelevista reduktiotekijöistä eri luokitustavoissa.

RÖNTGENANALYYSI ITÄVYYDEN MITTARINA

Siementen tuleentuneisuus ja samalla myös itävyys vaihtelevat suuresti metsikön sisällä lähinnä perinnöllisistä syistä ja puiden sijainnista johtuen. Myöskin puuyksilöiden siementen tuleentuneisuus vaihtelee latvuksen eri osissa (kts. esim. Numminen 1974 ja Bergman 1976), eri käpyjen välillä ja kävyn sisällä. Koska sekä puun sisäinen että puiden välinen vaihtelu metsikön sisällä on suurta, on näytteen ottoon ja näytekokoon kiinnitettävä erityistä huomiota. Virheet näytteen otossa ja liian pienet näytteet näkyvät helposti röntgenanalyysin odotetun itävyyden ja Jacobsenin laitteessa saadun todellisen itävyyden välisinä eroina.

Hyvin tuleentunut siemen saattaa myös vaurioitua joko jo puussa ollessaan tai käpyjen varastoinnin, karistuksen tai siemenen idätyksen aikana (Asplund et al. 1973). Liian korkea lämpötila karistuksessa erityisesti sen alkuvaiheessa, jolloin käpy on vielä aukeamatta ja siemenet hyvin kosteita kävyn sisällä (Kangas 1942). Kuiva siemen saattaa kuitenkin paljon korkeammassakin lyhytaikaisessa lämpötilassa jäädä eloon, mutta toisaalta kuiva siemen ei kestä iskuja. Lenninsiipiä voimakkaasti irrotettaessa siemenen itävyys alenee (Yli-Vakkuri 1959).

Pahimpia tuleentuneenkin ja erityisesti vajaasti tuleentuneen siemenen vaurioittajia ovat erilaiset taudit, joista pahimpia ovat homesienet. Ne uhkaavat siemeniä erityisesti käpyjen varastoinnin aikana, ellei tuuletuksesta pidetä huolta ja sitä enemmän mitä edullisempi lämpötila on sienille. Vajaasti tuleentunut siemen homehtuu ja kuolee myös helposti 21 vrk:n idätyksen aikana. Edellä mainitut vauriot voidaan nähdä myös röntgenanalyysissä (esim. Barrows-Broadus & Dwinell 1985).

Siemen saattaa myös sisältää perinnöllisiä letaalitekijöitä, jolloin siemen voi olla röntgenkuvassa täysin kehittyneen näköinen, mutta se ei kuitenkaan idä. Itsepölyttyneissä siemenissä näitä on mm. runsaammin kuin ristipölytyksessä syntyneissä (Koski 1972, Malmivaara 1971).

Elokuun lopulla ja syyskuussa kerätty siemen saattaa lämpimän kesän jälkeen olla anatomisesti hyvin kehittyneenä, mutta se itää huonosti Jacobsenin laitteessa. Siemen on tällöin vielä dormanssissa, joka purkautuu vasta kylmäkosteakäsittelyn jälkeen, joka kotimaisilla havupuillamme on kuitenkin lyhytaikainen. Tällainen dormanssissa oleva siemenkin itää Jacobsenin laitteessa, jos 1000 luxin ja kahdeksan tunnin päivä vaihdetaan pitkäksi päiväksi (Nygren 1986). Yleensä kotimaisen männyn varastossa talven yli säilytetty siemen ei enää keväällä tarvitse stratifiointia (Numminen 1977).

Kuten edellä olevasta on käynyt ilmi röntgenanalyysin tulokset vastaavat todellista itävyyttä vain tietyissä tapauksissa. Menetelmä on kuitenkin nopea ja muihin menetelmiin verrattuna luotettava. Lisäksi röntgenkuvatut siemenet voidaan tarpeen niin vaatiessa käyttää uudelleen tutkimuksen tai käytännön tarpeisiin. Normaalialia röntgenkuvausta hieman hitaampi varjoainekuvaus, jota tähän asti on lähinnä käytetty tutkimuksessa tai erityisongelmien ratkaisemisessa, antaa tietoja myös siementen fysiologisesta tilasta.

Esimerkiksi Lapissa siementen tuleentumisrajaa määriteltäessä paras mahdollinen menetelmä on normaali röntgentulkinta. Yhdessä lämpösummatietojen kanssa röntgentulkinta antaa melko luotettavan kuvan siementen tuleentumisesta. Käytännön kannalta menetelmän tärkein etu on sen nopeus. Tuleentumistiedot saadaan nopeasti, jolloin mahdollisten käpykeräysten organisointi voidaan aloittaa ajoissa.

KIRJALLISUUS

- Asplund, K., Lähde, E. & Numminen, E. 1973. Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana. Summary: on the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. *Folia For.* 1985:1-12.
- Barrows-Broadbent, J. & Dwinell, L. D. 1985. Branch dieback and cone and seed infection caused by *Fusarium moniliforme* var. *Subglutinans* in a loblolly pine seed orchard in South Carolina. *Phytopathology*. The official journal of the American phytopathological society. 75(10):1104-1108.
- Bergman, F. 1976. Kott- och fröegenskaper i skilda krondelar hos tall *Pinus silvestris* L. i norra Sverige. Abstract: Characteristics of cone and seed from different parts of the crown in Scots pine *Pinus silvestris* L. in Northern Sweden. Skogshögskolan, Inst. för skogsförnyring, rapporter och uppsatser 68.
- Ista, 1966. International rules for seed testing. *Proc. Intern. Seed Test Assoc.* 31(1):1-152.
- Kamra, S. K. 1963. Studies on a suitable contrast agent for the x-ray radiography of Norway spruce seed. *Proc. Intern. Seed Test Assoc.*, 28(2): 197-201.
- " 1964. Determination of seed quality by x-rays. *Advancing frontiers of plant sciences*. Edited by Lokesh Chandra. Vol. 9:119-130. New Delhi.
- " 1971. The x-ray contrast method for testing germinability of *Picea abies* L. Karst. seed. *Stud. For. Suec.*, 90:1-28.
- " & Simak, M. 1965. Physiological and genetical effects on seed of soft x-rays used for radiography. *Botaniska Notiser*, 118(2): 254-264.
- Kangas, E. 1942. Karistuslämmön vaikutuksesta männyn siemenen karisemiseen ja itämiseen. Referat: Über den Einfluss der Darrhitze auf die Ausklemmung und Keimung des Kiefernensamens. *Acta. For. Fenn.* 50(14):1-42.

- Koski, V. 1972. Embryonic lethals of Picea abies and Pinus sylvestris. Suomenkielinen selostus: Alkioletaalit ja tyhjät siemenet kuusella ja männyllä. Comm. Inst. For. Fenn. 75(3):1-20.
- Malmivaara, E. 1971. Metsänrajakuusikoiden sukusiitoksesta Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 15.12.1971. 1-10.
- Numminen, E. 1974. Rinteen ja latvuksen ilmansuunnan vaikutus männyn siemenen tuleentumiseen ja siemensadon määrään Pohjois-Suomessa. Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 6:1-8.
- " 1977. Männyn siemenen keväistämiskoe Länsi-Lapissa. Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 9:1-14.
- Nygren, M. 1986. Männyn siementen suurkeräys. Käpyjen kylmävarastoinnin ja idätysolosuhteiden vaikutus itävyyteen. Summary: Autumn harvested Scots pine seeds: The effect of cone storage and germination conditions on germination capacity. SF 20(1):59-73.
- Ryynänen, M. 1973. Vajaasti tuleentuneiden männyn alkoiden luokittelu ja kasvatust. Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 27.12.1973. 1-21.
- Sarvas, R. 1950. Effect of light on the germination of forest tree seeds. Oikos 2:109-119.
- Simak, M. 1957. The x-ray contrast method for seed testing Scots pine - Pinus sylvestris. Medd. Statens Skogsforskningsinst., 47(4):1-22.
- " 1980. X-radiography in research and testing of forest tree seeds. Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Dept. of Silviculture, Res. Notes 3:1-34.
- " & Gustafsson, Å. 1953. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. Hereditas 39:458-468.
- Yli-Vakkuri, P. 1959. Siemensiipien hankaaajista ja niiden vaikutuksesta siementen itävyyteen. Summary: on machines for abrading seed wings and their influence on the germinative capacity of the seed. Acta. For. Fenn. 68(4):1-13.

MÄNNYN SIEMENEN SYNTYPAIKAN JÄLKIVAIKUTUS TAIMIEN KEHITYKSEEN

Hely Häggman

JOHDANTO

Jälkivaikutukset (ns. after effects) ovat vanhempien kasvuym-
päristöstä johtuvia vaikutuksia, jotka tulevat esiin kehityk-
sen myöhemmissä vaiheissa.

Vanhempien kasvuympäristöstä johtuvia jälkeläistössä näkyviä
jälkivaikutuksia on kasvifysiologisissa tutkimuksissa havait-
tu ja tutkittu jo pitkään, aina 50-luvulta lähtien. Useiden
eri tekijöiden kuten lämpötilan, ravinteiden, päivänpituuden
ja hormonien on todettu aiheuttavan jälkivaikutuksia jälke-
läistössä. Jälkivaikutuksia on lisäksi havaittu useilla eri
kasveilla ja joissakin tapauksissa niiden on todettu kestä-
neen useiden sukupolvien ajan (esim. Higkin 1960).

Tutkimuksellisesti jälkivaikutukset ovat perinnöllisyystie-
teen ja kasvifysiologian välimaastossa ja ne tekevät tavalli-
sesti perinnöllisyystieteessä esitetyn kaavan

PERIMÄ (GENOTYYPPI) + YMPÄRISTÖ = ILMIASU (FENOTYYPPI)
monimutkaisemmaksi ja se olisikin näissä tapauksissa kirjoi-
tettava muotoon

PERIMÄ + YMPÄRISTÖ + VANHEMPIEN YMPÄRISTÖ = ILMIASU

Siemenviljelykset ovat Suomessa, kuten monissa muissakin
maissa, perustettu ilmastoltaan edullisiin olosuhteisiin maan
keski- ja eteläosiin kukkimisen ja siemensadon varmistamisek-
si. Vuosien varrella on kuitenkin toisinaan epäilty jälkivai-
kutusten vähentävän siemenviljelysjälkeläistöjen sopeutunei-
suutta suunnitellulle viljelyalueelle. Ensi kerran asian toi
esiin Stan Rowe vuonna 1964 ja hän arveli, että mikäli sie-
menviljelykset sijaitsevat kaukana siementen käyttöalueelta,

on jälkivaikutuksia odotettavissa. Rowe ei kuitenkaan testannut hypoteesiaan käytännössä, vaan toi ainoastaan esiin tämän mahdollisuuden.

Kokeellisia fytotroni- ja taimitarhatuloksia aiheesta esitteli Bjørnstad vuonna 1981 tutkimuksessaan, joka käsitteli siemenviljelyksen sijainnista johtuvia mahdollisia jälkivaikutuksia kuusen siemeniin. Menetelmällisesti hän vertaili siemenen syntypaikan päivänpituuden vaikutusta siemenpainoon, itämiseen, taimien pituuskasvuun ja silmumuodostukseen. Tuloksista havaittiin verrattaessa siemenviljelyssiementä (pölytys siitepölyseoksella) ja vastaavaa pohjoista vapaapölytyssiementä, että vuoden 1967 siemenviljelyssiemen oli 14 - 65 % raskaampaa kuin vastaava pohjoinen siemen vuodelta 1970, mutta vuoden 1978 siemenviljelyssiemenellä tällaista eroa ei ollut havaittavissa. Mitä tulee itämisnopeuteen ja itämisprosenttiin havaittiin vuoden 1976 siemenviljelyssiemenen itävän hitaammin ja huonommin kuin vastaavat vuoden 1970 pohjoiset erät. Vuoden 1978 siemenviljelyssiemeneneristä taas kaksi kolmesta poikkesi edellämämainitusta johtuen ilmeisestikin siementen iästä. Taimien pituuskasvussa ei havaittu siementen syntypaikasta johtuvia eroja. Pohjoiset taimet saattoivat kasvaa yhtä hyvin kuin siemenviljelystaimet, joskin puolessa tapauksista näin ei tapahtunut. Silmunmuodostuksessa havaittiin selkeät erot siemenviljelystaimien ja pohjoisten taimien välillä. Kaikissa tapauksissa silmut muodostuivat hitaammin ja niitä muodostui vähemmän siemenviljelystaimiin kuin vastaaviin pohjoisiin taimiin. Suurimmillaan viive silmunmuodostuksessa oli yli kolme viikkoa. Johnsenin mukaan (1984) siemenviljelyseristä syntyneet kuusen taimet kestivät huonommin kylmää kuin vastaavat pohjoiset taimet ja tällaiset jälkivaikutukset kestivät vähintään neljä kasvukautta.

Männyn osalta varsinaisia tutkimustietoja mahdollisesta siemenviljelyksen sijainnista aiheutuvista jälkivaikutuksista on

vähän ja nekin lähinnä kokouksissa esitettyjä alustavia tiedonantoja. Lindgrenin & Quiyun mukaan (1985) männyn taimien ensimmäisen kasvukauden pituuskasvussa on havaittavissa lievää jälkivaikutusta ja toisaalta eräissä ruotsalaisten kokeissa (henk.koht. tiedonanto) etelässä syntyneistä siemenistä peräisin olevien männyn taimien kylmänkestävyys oli lievästi huonompi kuin vastaavien pohjoisten taimien.

Suomessa tällaista tutkimusta ei aikaisemmin ole tehty, joskin epäsuoraa tietoa aiheesta on saatavissa. Sekä Mikola (1984 a) että Rousi (1983) toteavat tuloksissaan Pohjois-Suomen siemenviljelysten risteytysjälkeläisten elinkelpoisuuden olevan yhtä hyvän kuin paikallisten vertailuerien ja, että parhaiden pluspuiden jälkeläistöt kasvoivat ainakin alkuvuosina selvästi paremmin kuin paikalliset vertailuerät. Lisäksi Mikolan (1984 b) mukaan eräässä kokeessa ensimmäisen kasvukauden aikana tietyn isäpuun jälkeläisten kasvurytmissä voitiin epäillä fysiologisia jälkivaikutuksia, mutta myöhemmässä kenttäkestävyydessä ei tällaisia haitallisia vaikutuksia kuitenkaan havaittu.

Koska siis tiedot männyllä mahdollisesti esiintyvistä jälkivaikutuksista ovat toistaiseksi olleet vähäisiä, katsottiin aiheelliseksi selvittää, onko männyn siemenen syntypaikalla merkitystä taimien kasvussa ja kehityksessä eli toisin sanoen poikkeavatko Etelä-Suomen siemenviljelyksissä pohjoista alkuperää olevien vartteiden risteytysjälkeläiset vastaavista Pohjois-Suomessa kasvavien puiden jälkeläisistä. Koe suoritettiin esikokeen luonteisena, jolloin havainnoitiin ensimmäisen kasvukauden ominaisuuksia.

MATERIAALI JA MENETELMÄT

Etelässä syntyneet siemenet olivat peräisin Vilhelminmäellä Jämsänkoskella olevalta siemenviljelykseltä no. 21. Nämä siemenet olivat Pellossa ja Kolarissa kasvavien pluspuukloonien ja neljän eri Kolarin Pirttivaarassa kasvavien metsikköpuun siitepölyllä keinollisesti risteytetyjä jälkeläisiä. Siemenet olivat tuleentuneet vuonna 1973.

Pohjoisessa syntyneet siemenet olivat kolmen eri Pellossa ja Kolarissa kasvavan pluspuun ja Kolarissa Teuravuomalla olevien vastaavien pluspuukloonien vapaapölytysjälkeläisiä. Pluspuut olivat samoja, joita käytettiin ym. keinollisissa risteytyksissä. Nämä siemenet olivat tuleentuneet vuosina 1980, 1981 ja 1983.

Lisäksi käytettiin vertailuerinä Muonion Mustivinsan ja Kolarin Pikkutarvasen vuonna 1972 tuleentunutta metsikkösiementä.

Siemenet kylvettiin kolmessa erässä, huhtikuussa (15.4.), toukokuussa (15.5.) ja kesäkuussa (15.6.). Jokaisessa kylvössä oli kolme toistoa paitsi metsikkösiemenerissä, joissa oli kahdeksan toistoa. Huhtikuun ja toukokuun siemenerät kylvettiin kasvatuskaappeihin ja siirrettiin muovihuoneeseen 31.5. Kesäkuun siemenerät kylvettiin suoraan muovihuoneeseen.

Kesän kuluessa havainnoitiin mm. siementen itämistä ja taimien kasvua. Syksyllä määritettiin silmunmuodostus, testattiin taimien kylmänkestävyyttä ja määritettiin laboratoriossa versonkärkien proliinipitoisuudet.

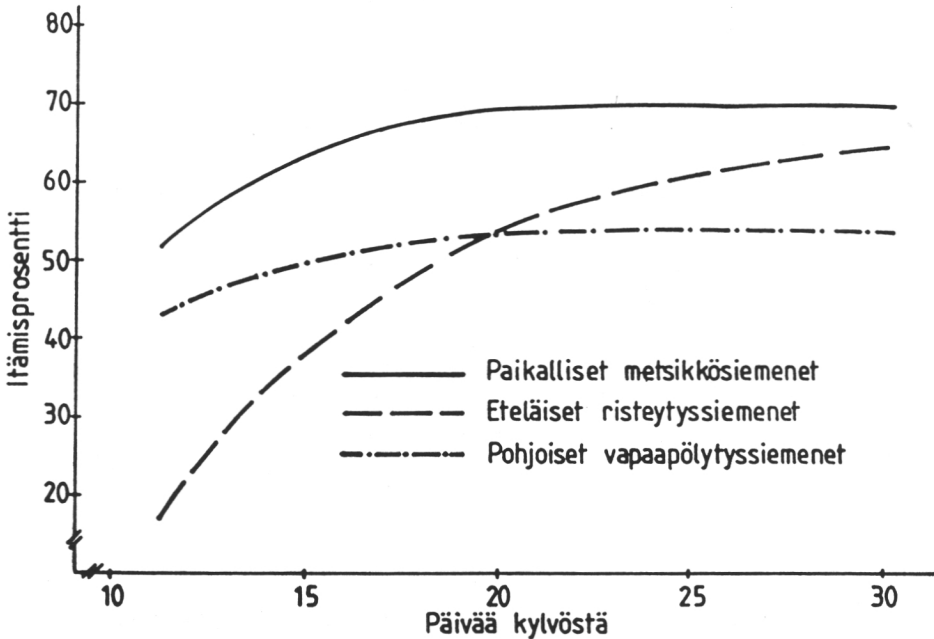
TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Eteläiset risteytyssiemenet olivat vastaaviin pohjoisiin siemeniin sekä paikallisiin metsikkösiemeneriin verrattuna painavampia (taulukko 1) ja niiden röntgenanalyysillä määritetty odotettava itävyyssprosentti oli kaikissa lähes sata. Pohjoiset vapaapölytyssiemenet ja paikalliset metsikkösiemenet olivat sen sijaan tuhatjyväpainoltaan keskenään samaa luokkaa.

Taulukko 1. Siementen tuhatjyväpainot ja röntgentulkintaan perustuvat odotettavat itävyydet

	tuhattjyvä- paino g	odotettava itävyys-%
eteläiset risteytyssiemenet	7.15	99.6
pohjoiset vapaapölytyssiemenet	4.80	86.2
paikalliset metsikkösiemenet	4.99	79.0

Siementen itämistä määritettäessä havaittiin, että eteläiset risteytyssiemenet itivät kaikissa kylvöissä hitaammin kuin vastaavat pohjoiset vapaapölytyssiemenet tai paikalliset metsikkösiemenet (kuva 1). Eteläisistä siemenistä iti keskimäärin 65 %, pohjoisista 62 % ja paikallisista metsikköeristä 72 %. Nämä odotettua itävyyttä heikommät todelliset itävyydet johtunevat siementen iästä (Ryynänen 1980). Samaten itämisen hitaus selittyy osittain siementen iällä, mutta ei kokonaan, sillä verrattiinpa etelässä syntyneiden siementen itämistä vastaaviin iältään nuorempiin pohjoisiin siemeniin tai saman ikäisiin paikallisiin metsikkösiemeniin, itivät eteläiset selvästi hitaammin. Samanlaisen tuloksen sai myös Bjørnstad (1981) tarkastellessaan etelässä ja pohjoisessa syntyneiden kuusen siementen itämistä.



Kuva 1. Itämistulokset. Itämisprosentit ovat huhti-, touko- ja kesäkuun kylvöistä laskettuja keskiarvotuloksia.

Taimien pituudet vaihtelivat kesän lopulla kylvöittäin. Lyhimpiä taimet olivat kesäkuun kylvössä ja pisimpiä huhtikuun kylvössä (taulukko 2). Paikalliset metsikköalkuperät olivat kaikissa kylvöissä lyhimmät. Tällaiset tulokset olivatkin odotettavissa jo vertailtaessa eri paikoissa syntyneiden siementen tuhatjyväpainoja (kts. taulukko 1) keskenään. Näistä tuloksista poiketen Lindgren & Quiyu (1985) havaitsivat männyn taimien ensimmäisen vuoden kasvussa lievän jälkivaikutuksen eli etelässä syntyneistä siemenistä kasvaneet taimet olivat hieman lyhyempiä kuin vastaavat pohjoiset. Tällainen tulos selittynee sillä, että Lindgrenin & Quiyun tutkimuksessa lähtömateriaalina olevat siemenet olivat samanpainoisia.

Taulukko 2. Taimien keskimääräiset pituudet kesän lopulla kylvöittäin. T-testin antamat tilastolliset erot on esitetty tähtinä.

Kylvöaika	Taimien pituus cm		
	eteläiset	pohjoiset	paikalliset
Huhtikuu	8.9 ↑	** 8.2	* 7.5 ↑
	↑-----***-----↑		
Toukokuu	7.8 ↑	7.5	7.3 ↑
	↑-----**-----↑		
Kesäkuu	4.6 ↑	*** 5.1	* 4.4 ↑
	↑-----*-----↑		

Muodostuneiden silmujen määrä vaihteli paitsi kylvöjen myös siementen syntypaikan mukaan. Huhti- ja toukokuun kylvöissä oli molemmissa enemmän silmuja kuin kesäkuun kylvössä ja pohjoiset vapaapölytysjälkeläiset samoin kuin paikalliset metsikköalkuperät omasivat enemmän silmuja kuin eteläiset risteytysjälkeläiset (taulukko 3).

Taulukko 3. Silmujen määrä kesän lopulla kylvöittäin ja siemenalkuperittäin

Kylvöaika	Silmuja %		
	eteläiset	pohjoiset	paikalliset
Huhtikuu	14.2 ↑	* 30.2	20.9 ↑
	↑-----*-----↑		
Toukokuu	3.3 ↑	* 15.6	21.3 ↑
	↑-----*-----↑		
Kesäkuu	1.1 ↑	* 7.1	6.4 ↑
	↑-----*-----↑		

Myös Bjørnstad (1981) havaitsi tutkimuksessaan, että kuusella etelässä syntyneistä siemenistä kasvatettuihin taimiin muodostuivat silmut hitaammin ja niitä muodostui vähemmän kuin vastaaviin pohjoisiin taimiin. Mikolan (1982) mukaan männyllä silmut muodostuvat sitä aikaisemmin mitä pohjoisempaa ko. alkuperä on lähtöisin. Jos pelkästään männyn alkupe-
rällä olisi merkitystä, ei (kts. taulukko 3) eteläisten ja pohjoisten siementen välillä olisi pitänyt olla eroa. Tosin erot olivat tilastollisesti vain lievästi merkitseviä (kts. taulukko 3) ja toisaalta on muistettava, että tämän tutkimus-
aineiston todistusvoima ei ole täysin aukoton, koska käytetyt siemenerät eivät ole peräisin samalta vuodelta, eivätkä geneettisesti täysin identtisiä. Lisäksi päivänpituuden vaikutus silmumuodostukseen ei tutkimusten mukaan ole männyllä yhtä määrättyä kuin kuusella (Ekberg et al. 1979).

Taimien pakkasenkestävyyttä testattiin (muovihuone \rightarrow 4 h $+10^{\circ}\text{C}$ \rightarrow 4 h -10°C \rightarrow 16 h $+10^{\circ}\text{C}$ \rightarrow muovihuone) elokuussa aikana, jolloin suunnilleen puolet taimista kesti kylmäkäsitteilyn ilman havaittavia paleltumisvaurioita. Kesäkuussa kylvetyt taimet kestivät selvästi parhaiten verrattuna huhti- ja toukokuussa kylvettyihin. Sen sijaan huhti- ja toukokuussa kylvettyjen taimien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Kaikissa kolmessa kylvössä olivat pohjoiset vapaapölytysjälkeläiset hieman kestävämpiä kuin eteläiset risteytysjälkeläiset, mutta pienestä aineistosta ja suuresta hajonnasta johtuen erot eivät olleen tilastollisesti merkitseviä (taulukko 4).

Taulukko 4. Taimien keskimääräinen pakkasenkestävyys ja verson kärkien proliinipitoisuudet $\mu\text{mol}/\text{tpg}$ syyskesällä

Kylvöaika	Vaurio %		Proliinia $\mu\text{mol}/\text{tpg}$	
	eteläiset	pohjoiset	eteläiset	pohjoiset
Huhtikuu	64.3	57.5	0.626	0.616
Toukokuu	67.8	53.5	0.710	0.719
Kesäkuu	48.3	43.8	0.949	1.287

Johnsenin (1984) kuusella tekemät pakastuskokeet antoivat samansuuntaisia tuloksia verrattaessa etelässä ja pohjoisessa syntyneitä taimia keskenään. Myöskin ruotsalaiset (henk.koht. tiedonanto) ovat joissakin kokeissa saaneet lievästi merkitseviä eroja männyn pakkasenkestävyydessä verrattaessa samaa alkuperää olevia pohjoisessa ja etelässä syntyneitä männyn taimia keskenään.

Verson kärkien proliinipitoisuudet $\mu\text{mol}/\text{tpg}$ määritettiin laboratoriossa samanaikaisesti kun rinnakkaistaimet olivat pakkasenkestävyydestestissä. Versonkärkien proliinipitoisuudet vaihtelivat kylvöittäin. Eniten proliinia oli kesäkuussa kylvetyissä taimissa eli siis muihin taimiin verrattuna nuorimmissa taimissa ja vähiten huhtikuussa kylvetyissä taimissa (taulukko 4). Sen sijaan eteläisten ja pohjoisten taimien proliinipitoisuuksissa ei ollut missään kylvössä tilastollista eroa. .

Kaiken kaikkiaan idätystulosten, silmumuodostuksen ja taimien pakkasenkestävyyden perusteella vaikuttaa siltä, että myös männyllä on lieviä jälkivaikutusilmiöitä havaittavissa ainakin ensimmäisen kasvukauden aikana.

TULOSTEN KÄYTÄNNÖN MERKITYKSESTÄ

Kysymys on tärkeä etenkin kun lähivuosina saadaan siemenviljelyksiltä siementä käytännön tarpeisiin yhä enenevässä määrin. Kuitenkin merkitys on toistaiseksi metsänhoidon ja siemenviljelysten sijainnin kannalta epävarma. Todennäköiseltä vaikuttaa tämän ja ruotsalaisten tutkimusten perusteella, että jälkivaikutukset ovat männyllä kuuseen verrattuna lievempiä ja niiden merkitys on vähäinen geneettisiin eroihin verrattuna. Kuitenkaan tällä hetkellä ei vielä tiedetä esim. näiden jälkivaikutusten kestoja. Tosin testaustarhakoissa Kittilässä Pohjois-Suomen siemenviljelysristeytysjälkeläistöjen elinkelpoisuus oli yhtä hyvä kuin paikallisten vertailuerien (Mikola 1984 a, Rousi 1983).

Tällä hetkellä voidaan vain todeta, että fysiologisilla jälkivaikutuksilla voi olla merkitystä jälkeläistestauksessa ja ne olisikin hyvä pitää mielessä jälkeläistestien tuloksia tarkasteltaessa.

KIRJALLISUUS

- Bjørnstad, Å. 1981. Photoperiodical after-effects of parent plant environment in Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) seedlings. Meddr Norsk inst. skogforsk. 36(6):1-30.
- Ekberg, I., Eriksson, G. & Dormling, J. 1979. Photoperiodic reactions in conifer species. Holarctic Ecol. 2:225-263.
- Higkin, H.R. 1960. The Effect of constant temperature environments and of continuous light on the growth and development of pea plants. In: Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol. 25:231-238.
- Johnsen, Ø. 1984. Recent results from the after-effects studies in Norway spruce. The meeting of the nordic group for tree breeding in Finland 27.-30.8.1984. Esitelmä 4 s.

- Lindgren, D. & Quiyu, W. 1986. Are genetic results influenced by the environment during seed maturation? -Presentation of a nursery study with Scots pine. IUFRO conference proceedings. October 13-17, Williamsburg, Virginia. 192-199.
- Mikola, J. 1982. Bud-set phenology as an indicator of climatic adaptation of Scots pine in Finland. *Silva Fenn.* 16(2):178-184.
- 1984 a. Performance of controlled crosses of Scots pine in relation to natural stand material in north Finland. The meeting of the nordic group for tree breeding in Finland 27.-30.8.1984. Esitelmä 6 s.
 - 1984 b. First-year growth rhythm of Scots pine progenies in north Finland and their five-year field survival in north Finland. The meeting of the nordic group for tree breeding in Finland 27.-30.8.1984. Esitelmä 5 s.
- Rousi, M. 1983. Pohjois-Suomen siemenviljelysjälkeläistöjen menestymisestä Kittilässä. Summary: The thriving of the seed orchard progenies of northern Finland at Kittilä. *Folia For.* 547:1-14.
- Rowe, S.J. 1964. Environmental preconditioning with special reference to forestry. *Ecology* 45:399-403.
- Ryynänen, L. 1980. Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen. Abstract: Storage of Scots pine seed and seed ageing. *Folia For.* 428:1-11.

VOIKO MÄNNYN SIEMEN JÄLKI-ITÄÄ?

Juhani Häggman

JOHDANTO

Metsäihmisten kokoontuessa on usein tullut esille kysymys voiko havupuiden siemen säilyä maahan pudottuaan itämiskelpoisena seuraavaan kasvukauteen saakka tai vieläkin kauemmin? Näytti vielä siltä ettei asiaa oltu tutkittu tai jos oli, niin tutkimustulokset olivat hautautuneet kirjastojen kätköihin. Koska aihe tuntui mielenkiintoiselta katsoin aiheelliseksi tutkia asiaa tarkemmin. Tätä varten aloin käydä lävitse vanhempaa metsäkirjallisuutta josko sieltä löytyisi mainintaa jälki-itämisestä. Kirjallisuuteen tutustuminen tuottikin tulosta, sillä tietoja jälki-itämisestä löytyi yllättävän paljon.

JÄLKI-ITÄMISTUTKIMUKSEN HISTORIAA

Ensimmäiset maininnat jälki-itämisestä löytyvät jo viime vuosisadan puolelta. Tubeuf totesi nimittäin 1890-luvulla, että havupuiden siemen voi olla siemenlevossa maahan pudottuaan. Varsinaisia järjestelmällisiä kokeita ei asiasta kuitenkaan vielä ollut. Kokeellinenkin toiminta käynnistyi varsin pian, kun Suomen Metsänhoitoyhdistyksen jäsen, forstmästare Cannelin, kylvi männyn siemeniä Mustialaan kesäkuussa 1896 tarkkaillakseen mahdollista jälki-itämistä. Kylvetyistä siemenistä vain 48 iti kylvökesänä, kun taas seuraavana kesänä iti peräti 70 kpl ja vielä kesällä 1898 2 kpl.

Myöskin metsänrajametsiemme tutkimuksen pioneeri August Renvall kiinnittää huomiota männyn siemenen jälki-itämiskykyyn.

Jo klassikoksi muodostuneessa artikkelissaan "Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Wald Gränze" hän nimittäin toteaa: "Olen huomannut kokeissani, että vain osa siemenistä itää ensimmäisenä vuonna. Usein itäminen tapahtuu vasta toisena tai kolmantena kesänä. Inarissa olen jopa havainnut, että siemen iti vasta viidentenä kesänä." Renvall ei kuitenkaan suorittanut varsinaisia jälki-itämiskokeita ja Cannelininkin tutkimus tehtiin varsin pienellä siemenmäärällä. Todistusvoimaisempaa koesarjaa saatiin odottaa jonkin aikaa.

Vuonna 1911 saapui Kolariin metsänhoitajaksi nuori maisteri Ilmo Taavetti Lassila, josta myöhemmin tuli Helsingin yliopiston ensimmäinen metsäteknologian professori ja hänet valittiin myöskin Suomen Metsänhoitajaliiton ensimmäiseksi puheenjohtajaksi. Lassila julkaisi varsin ansiokkaan tutkimuksen mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. Tähän tutkimukseen sisältyi yhtenä osana varsin mittava jälki-itämiskoe.

Idean kokeen perustamiseen Lassila sai siitä, kun hän vuonna 1911 oli toimituttanut metsäkylvön Mäntyvaara-nimisellä metsämaalla, joka sijaitsi Kolarin pitäjässä noin 2 km Sieppijärvestä itään. Keväällä 1912 näkyi taimia vain muutamassa kylvöruudussa, kun taas kesällä 1913 niitä oli miltei jokaisessa kylvöruudussa. Kyseessä täytyi olla jälki-itäminen, koska uutta siementä ei ollut voinut saapua ainakaan mainittavia määriä kokeen ulkopuolelta, sillä itse Mäntyvaara oli täysin metsätön ja läheisimpään metsikköön oli matkaa yli 2 km. Sitäpaitsi kyseisessä männikössä ei ollut laisinkaan käpyjä vuosina 1912 eikä 1913. Tässä yhteydessä mainittakoon, että prof. Heikinheikon tutkimuksen mukaan havupuiden siemen voi suotuisissa oloissa lentää tuulen mukana korkeintaan 200 m. Tosin talvisin on mahdollista, että siemen voi hangen pintaa pitkin levitä tuulen avulla huomattavasti pitempiäkin matkoja.

Selvittääkseen jälki-itämistä tarkemmin Lassila perusti keväällä 1912 laajahkon kokeen Kolarin Lakkarovaan. Jotta ulkopuolisen siemenen tulo olisi saatu eliminoitua, perustettiin koe koivikkoon. Koe käsitti kaikkiaan 1000 kylvöruutua (0.5 x 0.5 m). Kunkin ruudun lävistäjille tehtiin 40 cm pitkä kylvövako, joihin siemenet kylvettiin 5 cm välein. Ruudut inventoitiin vuosittain ja kesällä 1914 oli 1-vuotiaita taimia 11.5 %, 2-vuotiaita 18.5 % ja 3-vuotiaita 70 %. Jälki-itäminen oli selvä asia.

Tuloksia pohtiessaan Lassila toteaa siemenlevon olevan yleisempää kuin luullaan. Lassilan mukaan sitä todistaa mm. seikka, jonka jokainen metsänuudistuksessa työskennellyt henkilö tuntee.

Metsäkylvöt näyttävät usein parina ensimmäisenä vuonna ja usein pitempänäkin aikana kylvön jälkeen menneen täysin hukkaan. Usein se johtaa siihen, että ala kylvetään uudelleen ja ihmeeksi nähdään jonkin ajan kuluttua taimet molempien kylvöjen ruuduissa. Kyseessä on jälki-itäminen, joka on johtunut epäedullisista kasvuolosuhteista kylvökesänä ja mahdollisesti vielä seuraavanakin kesänä. On vielä muistettava, että luonnonoloissa itämisalusta ei ole niin edullinen kuin kylvöruutu. Siemenen tie käyvystä itämiselle otollisiin oloihin on pitkä ja aikaa vievä. Niinpä esim. kevätkosteus maasta voi olla jo loppunut ja jos vielä kesäkin on kuiva ja syksy tulee varhain, siirtyy itäminen ainakin seuraavaan vuoteen.

Lassilan loppupäätelmä on, että Lapissa, jossa siemen tulee harvoin ja ilmastolliset olosuhteet voivat peräkkäisinä kesinä olla itämiselle epäedulliset, jälki-itäminen on edellytys sille, että luontainen uudistuminen on laisinkaan mahdollista.

Ruotsissa on myöskin tutkittu jälki-itämistä. Edvard Wibeck suoritti laajoja kokeita Norrlannin siemenellä. Koetuloksistaan hän teki päätelmiä, joita hän kutsuu jälki-itämislaeiksi.

1. Jos samaan paikkaan kylvetään eri leveysasteilta peräisin olevaa siementä, saadaan niistä siemenistä, jotka ovat peräisin ilmastollisesti ankarammista oloista eniten jälki-itäneitä taimia (taulukko 1.).
2. Jos samaa alkuperää olevaa siementä kylvetään eri leveysasteilla sijaitseville paikkakunnille, on jälki-itäminen voimakkainta siellä, missä vallitsevat ankarimmat ilmastot-olot (taulukko 2.).

Yksityiskohtana voidaan mainita, että osa Ruotsin tunturi-alueelta peräisin olevista vuoden 1918 siemenieristä jälki-iti 100 %. Wibeck arvelee kuitenkin jälki-itämisellä olevan merkitystä metsittymistä ajatellen vain Norrlannissa.

Lassilan ja Wibeckin tutkimukset ajoittuvat normaalia kylmemmälle ilmastojaksolle, jolloin jälki-itämisen merkitys on luonnollisesti korostunut. Myöhemmät tutkimukset ovatkin osoittaneet alhaisempia jälki-itämisarvoja. Tirén (1952) sai Norrlannin siemenen jälki-itämisprosentiksi vain 10.

Suomessa prof. Gustaf Sirén havainnoi myöskin jälki-itämistä Peräpohjolan valtion maille vuosina 1948-50 suorite-
tuista männyn kylvöistä. Hänen mukaan jälki-itäminen oli voimakkainta toisena kasvukautena ollen 39 %. Sen jälkeen se putoaa ollen 3. kesänä 7 % ja 4. kesänä 4 %. Sirénin mukaan jälki-itäminen alkaa vaikuttaa metsittymisarvoon vasta kolmannen kasvukauden jälkeen. Tämä siitäkkin huolimatta, että jälki-itäminen oli voimakkainta toisena kesänä. Sirén mainitsee tämän johtuvan siitä, vaikka jälki-itäminen lisääkin

Taulukko 1. Eri ilmastovyöhykkeiltä peräisin olevan männyn siemenen jälki-itäminen Jällivaarassa ja Bispgårdenisissa (Wibeck 1920).

Siemenen alkuperäalueen vuotuinen keskilämpötila	Jällivaara (67°08')	Bispgården (63°00')	Jälki-itämis-%
alle -1°C	76.8		19.4
+1°C - -1°C	74.9		21.2
+3°C - +1°C	66.3		15.2
yli +3°C	25.1		4.5

Taulukko 2. Sorselen (65°30') siemenen jälki-itäminen Jällivaarassa ja Bispgårdenisissa (Wibeck 1920)

Jällivaara (67°08')	Bispgården (63°00')
70%	15-20%

toisena kesänä taimimäärää kaksinkertaiseksi roudan tuhoamiin taimiin verrattuna, valtaosa jälki-itäneistä taimista on noussut kylvökohteisiin, joissa jo ennestään on riittävästi taimia ja itämisolosuhteet edelleenkin suotuisat.

Sarvas puolestaan (1937) toteaa, vaikka männyn siemen säilyttää itämiskykynsä 3-4 vuotta, ei jälki-itämisellä ole merkitystä Lapin kuloalojen uudistumiseen. Lähellä pintaa olevat siemenet tuhoutuvat palossa, ja kun hyviä siemenvuosia on harvoin, supistuu jälki-itämisen merkitys olemattoman pieneksi.

TULEENTUMISASTEEN VAIKUTUS JÄLKI-ITÄMISEEN

Koejärjestely

Aikaisemmissa tutkimuksissa oli epäsuorasti havaittu, että huonommin tuleentunut siemen ehkä jälki-itää runsaammin kuin täysin tuleentunut siemen. Tämän asian selvittämiseksi perustettiin keväällä 1985 jälki-itämiskoe Kolarin Pohjasenvaaraan. Kokeeseen valittiin kolme eriasteiseksi tuleentunutta siemenerää Kolarin kunnan alueelta:

1. Pohjasenvaara 1980	tuleentumis-%	yli 90
2. Yllästunturi 1980	"	61
3. Pohjasenvaara 1981	"	24

Koe käsitti kaksi erillistä koealaa, joista toinen oli suojattu verkolla ulkoisen siemenen eliminoimiseksi ja toinen oli suojaamaton. Kummassakin koealassa oli 12 kylvöruutua eli kustakin siemenerästä oli neljä toistoa. Ruudun sisällä siemenet kylvettiin kolmeen vakoon, kuhunkin 30 siementä, joten yhdessä ruudussa oli kaikkiaan 90 siementä. Täten koko kokeessa oli 720 siementä kustakin siemenerästä. Syntyneet taimet laskettiin syksyllä 1985 ja taimet poistettiin. Sama tehtiin seuraavana syksynä jälki-itämisen selvittämiseksi.

TULOKSET

Tulokset on esitetty taulukossa 3.

Verkolla suojatun ja suojaamattoman koealan välille ei saatu eroja. Kaikkiaan jälki-itäminen oli melko vähäistä. Kuitenkin tulokset osoittavat selvästi, että mitä huonommin tuleentunut siemen on, sitä voimakkaampaa on jälki-itäminen. Toisin sanoen näyttää siltä, että itääkseen huonompi siemen tarvitsee suotuisammat kasvuolosuhteet kuin tuleentunut siemen.

Kaikista edellä olevista tiedoista voitaisiin päätellä, että männyn siemenen jälki-itämisellä saattaa olla merkitystä Lapin metsittymisessä pitemmällä aikavälillä, varsinkin kylmempien sääjaksojen vallitessa.

Taulukko 3. Eriasteisesti tuleentuneen männyn siemenen jälki-itäminen Kolarin Pohjasenvaarassa toisena kasvukautena kylvöstä (Häggman 1987).

Siemenen alkuperä	Tuleentumis-%	Jälki-itämis-%
Pohjasenvaara 1980	yli 90	0.9
Yllästunturi 1980	61	1.5
Pohjasenvaara 1981	24	5.7

KIRJALLISUUS

- Cannelin, T. H. 1900. Utdrag ur berättelsen om några forstliga undersökningar och försök vid Mustiala åren 1896, 1897 och 1898. Finska forstföreningens meddelanden 16:235-261.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistuminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirja N:o 22, Helsinki.
- Lassila, I. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. Acta Forestalia Fennica 14:1-95.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an den polaren Wald Gränze. Acta Forestalia Fennica 1:1-154.
- Sarvas, R. 1938. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Acta Forestalia Fennica 46:87-146.
- Sirén, G. 1952. Havainnot Peräpohjolan valtion mailla vuosina 1948-50 suoritetuista männyn kylvöistä. Silva Fennica 78:1-40.
- Tirén, L. 1952. Om försök med sädd av tall- och granfrö i Norrland. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 41:1-97.
- Tubeuf, K. 1891. Samen. Früchte und Keimlinge. Berliini 1891.
- Wibeck, E. 1917. Om eftergroning hos tallfrö. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt 13-14:201-234.
- " 1920. Det norrländska tallfröets grobarhet. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt 17:1-20.

PERÄPOHJOLAN KUUSENTAIMIKOIDEN PERKAUSMENETELMÄT

Yrjö Norokorpi ja Jouni Puoskari

JOHDANTO

Kahden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella on pieniä kuusentaimikoita 20 000 ha ja varttuneita kuusentaimikoita 32 300 ha eli kuusentaimikoita on yhteensä 52 300 ha (Kuusela ym. 1986). Kuusenviljelyn pinta-ala on ollut tämän vuosikymmenen alkupuolelle asti kuitenkin enintään muutama sata hehtaaria vuodessa. Valtaosa kuusentaimikoista onkin syntynyt luontaisesti alikasvoksena koivu- ja mäntypuustojen alle tai myös jossain määrin reunametsän siemennyksestä avoalalle. Kiinnostus kuusenviljelyyn on lisääntynyt viime vuosina, koska puulajin valintaa pidetään entistä tärkeämpänä viljavilla kasvupaikoilla ja korkeilla alueilla.

Kuusentaimikoiden hoitomenetelmiä ei ole aiemmin tutkittu Pohjois-Suomessa. Verhoppuustoa on tavallisesti käytetty kuusen taimikon suojana, mutta sen merkityksestä etenkin Peräpohjolassa ja Lapissa on vaihtelevia käsityksiä. Hallariski vähenee olennaisesti 65^o:n leveyspiiriltä pohjoiseen (Rikala ja Tervo 1979). Koivuverhoppuuston vaikutusta metsikön lämpöoloihin on tutkittu Etelä-Lapissa Kivalon tutkimusalueella (Leikola 1975). Pohtila (1977) on selvittänyt verhoppuuston merkitystä metsänviljelyn onnistumisen kannalta Pohjois-Suomessa. Tutkimustiedon vähäisyyden vuoksi käytännön menetelmät kuusentaimikoiden hoidossa ovat olleet vaihtelevia: täysperkauksesta eri tiheyttä olevien verhoppuustojen käyttöön asti.

Metsänhoidon tutkimusosaston toimesta perustettiin v. 1972 kuusentaimikon perkauskoesarja Lapin kolmion alueelle. Tässä tutkimusraportissa esitellään mittaustuloksia eri käsittelyjen vaikutuksesta taimikon kehitykseen 10 vuoden aikana perkauksen jälkeen.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Koe perustettiin kolmena toistona, joista kaksi sijaitsee Keiminmaan kunnassa ($65^{\circ}54'N$; $25^{\circ}01'E$) ja yksi 18 km:n etäisyydellä Tervolan kunnassa ($66^{\circ}01'N$; $25^{\circ}17'E$). Alueiden korkeus merenpinnasta on 110 - 115 m ja keskimääräinen lämpösumma 930 d.d. Kasvupaikka on alueelle tyypillistä tuoretta kangasta, joka Tervolan puolella oli selvästi soistunutta. Maalaji on hieta-hiekkamoreenia. Alueet aurattiin vuosina 1966 - 1967 ja istutettiin paljasjuurisilla, koulituilla kaksivuotiailla kuusentaimilla vuoden kuluttua maankäsittelystä. Taimien siemenalkuperä on paikallinen. Viljelytiheys oli 2000 tainta/ha.

Kokeen perustamishetkellä kuusenviljelystä oli kulunut 5 - 6 vuotta. Alueella kasvoi 23 000 - 25 000 lehtipuun tainta tai vesaa/ha, joista valtaosa oli hieskoivua. Lehtipuista 73 % oli siemensyntyisiä. Kuusia oli keskimäärin 1500 kpl/ha, joista 20 % oli syntynyt luontaisesti. Mäntyjä oli noin 280 kpl/ha jäljellä ennen aurausta tehdystä epäonnistuneesta viljelystä. Kuusen keskipituus oli 45 - 55 cm ja lehtipuiden 160 cm. Koivun valtapituus laskettuna hehtaarin 800 paksuimman puun keskiarvona oli noin 440 cm.

Vertailtavat käsittelyt olivat seuraavat:

1. Täysperkaus: poistettiin kaikki lehtipuut
2. Yläperkaus: poistettiin kaikki etukasvuiset lehtipuut.
Lehtipuita jäi kasvamaan keskimäärin 6650 kpl/ha. Niiden keskipituus oli 160 cm ja maksimipituus 290 cm.
3. Alaperkaus: kasvamaan jätettiin etukasvuisia lehtipuita 800 - 1000 kpl/ha keskipituudeltaan 380 cm.
4. Käsittelemätön vertailuala

Vesomisen estämiseksi lehtipuiden kannot siveltiin 10-prosenttisella Vesakontuho Special -valmisteella (tehoaine 2,4,5-T 750 g/l iso-oktyyliesterinä). Koeruutujen koko oli kahdessa toistossa 0,25 ha ja yhdessä toistossa 0,11 ha.

Puusto mitattiin v. 1972 ennen ja jälkeen perkauskäsittelyn ja viimeksi 10 vuotta kokeen perustamisen jälkeen. Mittauksessa käytettiin 100 m²:n ympyräaloja täys- ja alaperkausruuduilla sekä 25 m²:n ympyräaloja muilla koeruuduilla. Niitä tuli neljä jokaiseen koeruutuun niin, että ruudun neljännes-ten keskipisteet olivat ympyröiden keskipisteinä.

TAIMIKON KEHITYS

Runkoluku

Käsitlemättömällä alalla kuusentaimien määrä oli pienentynyt 3 %, mutta silti se oli edelleen suurin (kuva 1). Muilla aloilla kuusia oli syntynyt luontaisesti lisää seuraavasti: täysperkaus 2 %, alaperkaus 3 % ja yläperkaus 13 %. Taimetumiseen vaikutti olennaisesti pintakasvillisuuden määrä, jota oli eniten täysperkauksessa. Myös käsitlemättömälle alalle oli syntynyt luontaisesti taimia kokeen perustamisen jälkeen, mutta vähemmän kuin taimia oli kuollut lehtipuuston voimakkaan kilpailuvaikutuksen vuoksi.

Lehtipuiden määrä oli vähentynyt itseharvenemisen vuoksi 5 % käsitlemättömällä alalla (kuva 2). Perkausalaloilla vesominen oli voimakasta kantokäsittelystä huolimatta. Se oli suoraan verrannollinen perkauksessa poistettujen lehtipuiden määrään. Täysperkauksessa vesoja oli syntynyt lähes 21 000 kpl/ha ja lehtipuuston tiheys oli noin 1500 kpl/ha suurempi kuin ennen käsittelyä. Vain alaperkauksessa lehtipuiden runkoluku jäi pienemmäksi kuin ennen käsittelyä.

Pituus ja pituuskasvu

Kuusentaimien valtapituus laskettiin sekä 800:lle, 400:lle että 100:lle paksuimmalle puulle hehtaarilla. Valtapituudet olivat suurimmat käsitlemättömällä ja pienimmät täysperkausalalla (kuva 3). Muissa perkauksissa pituudet olivat

suunnilleen yhtä suuret valtapuuryhmittäin. Kuitenkin oli havaittavissa, että yläperkaus oli edistänyt pisimpien kuusten pituuskehitystä enemmän kuin pienempien verrattuna alaperkaukseen, jossa asetelma oli päinvastainen. Vaikka valtapituuden H100 vaihteluväli oli 425 - 550 cm käsittelyittäin, ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Tilanne oli sama myös muiden valtapituuksien osalta.

Alle kaksimetristen kuusten keskipituus oli pienin käsittelemättömällä (106 cm) ja suurin täysperkausalalla (118 cm). Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kaikkien kuusten keskipituuden vaihteluväli oli käsittelyittäin 155 - 169 cm.

Pisimpien valtapuiden (H100) pituuskasvu oli suurinta yläperkaus- ja pienintä täysperkausaloilla (kuva 4). Yli kaksimetristen kuusten sekä yhden että viiden vuoden pituuskasvu oli parhainta yläperkausalalla ja pienintä käsittelemättömällä alalla. Erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Ero oli merkitsevää myös ylä- ja täysperkauksen vertailussa latvakasvaimen osalta. Valtapuiden viimeisen vuoden pituuskasvut eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi käsittelemättömässä ja täysperkauksessa, mutta viiden vuoden pituuskasvuissa erot olivat merkitseviä.

Pituus- ja kasvutunnusten perusteella on pääteltävissä, että kuusen kehitys oli parhainta käsittelemättömällä alalla noin viisi vuotta kokeen perustamisen jälkeen, mutta lisääntyvä varjostus alkoi hidastaa kasvua jälkimmäisellä viisivuotiskaksolla. Kaikkien kuusten keskimääräinen kasvu oli suurinta alaperkausalalla etenkin keskipituutta pienempien kuusten parhaimman kasvun vuoksi.

Lehtipuuston valtapituudet olivat käsittelemättömällä alalla 9 - 11 m, mikä on 3 - 4 m enemmän kuin yläperkausalalla.

Erot alaperkauksen valtapituuksiin olivat 1,5 - 3,0 m. Yli kaksimetrisen lehtipuuston keskipituus oli käsittlemättömällä 500 cm, yläperkausalalla 412 cm ja alaperkausalalla 471 cm. Pisimmät koivut (H100) kasvoivat pituutta 10 vuoden aikana yli 5 m käsittlemättömällä, 4,5 m yläperkausalalla sekä 3,5 m alaperkausalalla. Todennäköisesti ero selittyy lehtipuuston tiheyden perusteella siten, että harvassa asennossa hieskoivun kasvu keskittyy enemmän oksiin pääranan asemesta kuin tiheissä asennoissa.

Runkomuoto

Kuusentaimien läpimittojen kehitys oli erittäin merkitsevästi nopeampaa täysperkausalalla kuin muilla aloilla. Sen sijaan käsittlemättömän sekä ala- ja yläperkausaloiden valtakusten (H400) läpimitat eivät eronneet tilastollisesti toisistaan. Täysperkauksessa etenkin tyviläpimitan kehitys oli voimakasta. Ylä- ja täysperkausaloiden valtakusten keskipituus (H400) oli sama, mutta tyviläpimitassa oli 9 mm:n ero. Alle kaksimetristen kuusten läpimittojen erot käsittelyittäin olivat vastaavanlaiset, mutta vieläkin selvemmat.

Pituuden ja tyviläpimitan suhteena ilmaistu kuusen solakkuusaste oli merkitsevästi suurempi käsittlemättömällä alalla kuin muilla aloilla. Se oli pienin täysperkausalalla. Ero oli merkitsevä muihin käsittelyihin verrattuna. Ylä- ja alaperkauksen välillä ero ei ollut merkitsevä.

Myös koivut kehittyivät erittäin merkitsevästi solakammiksi käsittlemättömällä alalla kuin ylä- ja alaperkausalajoilla.

Runkotilavuus ja käyttöpuun osuus

Kuusen runkotilavuus oli suurin käsittlemättömällä, 2,3 m³/ha ja pienin alaperkausalalla, 1,6 m³/ha. Runkolukujen

erot huomioon otettuina tilavuudet olivat suunnilleen yhtä suuret.

Lehtipuuston runkotilavuuksissa oli sitävastoin hyvin huomattavia eroja (kuva 5). Käsitlemättömällä alalla se oli noin $79 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja täysperkausalalla vajaa $1,5 \text{ m}^3/\text{ha}$, joka koostui alle kaksimetrisistä vesoista. Yläperkausalalla lehtipuuston runkotilavuus oli $25 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja alaperkausalalla selvästi enemmän, $31 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Nykyisin Lapin metsäteollisuuden kokopuuna ostaman koivun minimiläpimitta on rinnankorkeudelta 66 mm (7 cm :n tasaava luokka). Käyttöpuun mitat täyttäviä lehtipuita oli käsitlemättömällä alalla $1566 \text{ kpl}/\text{ha}$, joiden runkotilavuus oli $55 \text{ m}^3/\text{ha}$. Yläperkausalalla vastaavat tunnusluvut olivat $433 \text{ kpl}/\text{ha}$ ja $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ sekä alaperkausalalla $743 \text{ kpl}/\text{ha}$ ja $27 \text{ m}^3/\text{ha}$ (kuva 6).

Latvuston karsiutuminen

Kuusten karsiutuminen oli käsittelystä riippumatta vähäistä. Elävän latvuksen osuus oli käsitlemättömällä alalla keskimäärin 89% ja täysperkausalalla 91% .

Lehtipuiden elävän latvuksen osuudessa oli käsittelyittäin jonkin verran eroja. Käsitlemättömällä alalla karsiutuminen oli edennyt pisimmälle. Latvusprosentti oli kuitenkin yli kaksimetrisillä puilla vielä riittävä, noin 60% . Pienemmillä puilla karsiutuminen oli supistanut latvuksen osuuden alle puoleen koko pituudesta. Karsiutuminen oli vähäisintä alaperkausalalla. Keskimääräinen latvussadannes oli 73% , mutta etukasvuisilla koivuilla se oli yli 10% -yksikköä suurempi ja latvusrajan korkeus oli vain noin 1 m (kuva 7). Yläperkauksessa latvusprosentti oli keskimäärin 65 yli kaksimetrisillä lehtipuilla.

Puiden elinvoimaisuus ja tuhot

Kuusten elinvoimaisuus oli varsin hyvä. Eniten normaalin elinvoimaisia oli alaperkausalalla, 79 % taimien kokonaismäärästä, ja vähiten täysperkausalalla, 66 % (kuva 8). Käsittelemätön edusti keskiarvoista tilannetta. Heikentyneiden ja kituvien taimien osuus oli käsittelystä riippumatta parin prosentin luokkaa.

Myös koivujen elinvoimaisuus oli paras alaperkausalalla, missä latvusprosenttikin oli suurin. Käsittelemättömällä alalla normaalin elinvoimaisten koivujen osuus oli noin 20 %-yksikköä pienempi (57 %) kuin alaperkausalalla.

Taulukko 1. KUUSENTAIMIEN TUHONAIHEUTTAJAT KÄSITTELYITTÄIN, % TAIMIEN KOKONAISMÄÄRÄSTÄ

Tuhonaiheuttaja	Käsittele- mätön	Täys- perk.	Ylä- perk.	Ala- perk.	Keski- määrin
Pintakasvillisuus	0	1		1	1
Puut ja pensaat	7	1	4	2	4
Sienitaudit	2	1	1	2	2
Hyönteiset		1	1	1	1
Myyrät		4	2	1	2
Hirvi	7	9	6	3	6
Lumi	3	4	3	1	3
Muut mekanoosit	1	1	1		1
Halla					
Maan liikkuminen	3	1	2	1	2
Muu	7	13	8	11	10
Terveitä taimia, %	72	66	75	79	73

Keskimäärin 73 % kuusentaimista oli terveitä. Eniten terveitä taimia oli alaperkausalalla ja vähiten täysperkausalalla (taulukko 1). Yleisin määritetyistä tuhonaiheuttajista oli hirvi, joka oli aiheuttanut mekaanisia vaurioita kuusentaimiin liikkueensa alueella syömässä koivun vesoja. Hirvituhoja oli eniten täysperkausalalla, jossa pieniä vesoja oli eniten. Lehtipuuston aiheuttamia mekaanisia vioituksia oli

odotetusti eniten käsittelemättömällä alalla, jossa niitä todettiin 7 %:ssa kuusentaimista (taulukko 1). Muillakin aloilla mekaanisten vioitusten määrä oli suoraan verrannollinen lehtipuuston tiheyteen. Myyrätuhojen määrä korreloi pintakasvillisuuden rehevyyden kanssa. Niitä esiintyi eniten täysperkausalalla eikä ollenkaan käsittelemättömällä alalla. Lumituhoja oli vähiten alaperkaus- ja eniten täysperkausalalla. Määrittämättömien tuhojen määrä oli kääntäen verrannollinen lehtipuuston määrään.

TARKASTELU

Kuusentaimet menestyivät odotettua paremmin tiheän ja pitkän lehtipuuston alla. Tosin kuusi on tunnetusti hyvin varjostusta sietävä puulaji varsinkin taimivaiheessa (Folkesson ja Barring 1982). Ensimmäiset viisi vuotta perkauksen jälkeen eli 10 vuotta viljelystä taimet kasvoivat paremmin kuin perkausalajoilla. Varjostus ja muut kilpailutekijät alkoivat sen jälkeen hidastaa taimien kasvua. Niiden elinvoimaisuus oli silti hyvä ja lehtipuiden aiheuttamat mekaaniset vauriot vähäisiä ja lieviä. Koivikon itseharveneminen oli voimistumassa ja erityisesti alle kaksimetrisiä lehtipuita oli tuhoutumassa. Vallitsevan latvuskerroksen koivuilla kasvu näytti pysyvän edelleen hyvänä. Kymmenen vuoden aikana keskimääräinen tilavuuskasvu oli yli $7 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$. Käsittelemättömällä alalla oli kertynyt jo huomattavasti ainespuuta.

Ylä- ja alaperkausalajoilla kuusen kehitys oli nopeampaa kuin täysperkausalalla. Elinvoimaisuus- ja pituuskasvutunnusten perusteella on pääteltävissä, että kehitys jatkuu ainakin toistaiseksi suotuisana lehtipuuston suuresta tiheydestä huolimatta. Molemmilla aloilla tiheys oli yli 20 000 lehtipuita/ha. Alaperkauksessa runkoluku oli pienempi, mutta lehtipuiden pituus suurempi kuin yläperkauksessa.

Tämän kokeen koealojen läheisyydessä on samanlaisella kasvupaikalla samanikäinen männynperkausko, johon kuuluu vastaavanlaiset käsittelyt. Männyn runkotilavuus oli runsaan kuolleisuuden vuoksi jäänyt vähäiseksi, ja se oli suunnilleen yhtä suuri kuin kuusen runkotilavuus tässä kokeessa. Myös lehtipuuston runkotilavuudet olivat käsittelyittäin vastaavan suuruiset (ks. Ikäheimo ja Norokorpi 1986). Lisäksi luontaisesti syntyneiden kuusentaimien pituuden ja pituuskasvun tunnusluvut olivat hyvin samansuuntaisia tämän kokeen kanssa kahdella muullakin alueella, Rovaniemen mlk:ssa ja Kittilässä. Hieskoivutiheiköiden kehityksestä on saatu samanlaisia tuloksia myös Keski- ja Pohjois-Suomen turvemailla, joilla metsiköt ovat olleet enimmäkseen vesasyntyisiä. Niiden keskimääräinen runkotilavuus on ollut 15 vuoden iällä 70-80 m³/ha (Hakkila 1985).

Kuusentaimikoiden hoidossa on valittavana useita vaihtoehtoja: täysperkauksesta erilaisiin valikoiviin perkauksiin ja verhopuuasentoihin, jopa täystiheän koivikon kasvattamiseen asti. Täysperkaus varsinkin aikaisessa vaiheessa johtaa voimakkaaseen vesomiseen ja heinittymiseen. Lehtipuusto vaikuttaa suotuisasti havupuuston kehitykseen (esim. Sirén 1955). Lehtikarikkeen, juuristo- ja muun lehtipuubiomassan lahotessa syntyy ravinnepitoista ja biologisesti aktiivista humusta, joka vähentää maan happamuutta (Aaltonen 1932). Sen merkitys korostuu aurasaloilla, missä taimien kasvualustan happamuuden lisääntyminen ja humuksen väheneminen voivat aiheuttaa Tikkasen (1987) mukaan vakavia taimien ravinnetasapainohäiriöitä ja tuhoutumista. Maan lämpötilan äärevä vaihtelu palteissa ja mättäissä voi jatkua aina latvuston sulkeutumiseen asti eli hyvin pitkään, jos lehtipuustoa ei käytetä hyväksi kuusen uudistusaloilla.

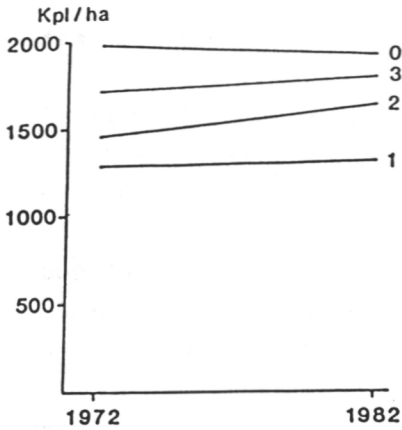
Verhopuustoa käytetään vähentämään pintakasvillisuuden kilpailua ja erityisesti suojaamaan kuusia hallatuhoilta. Sen

latvuspeittävyys on tällöin oltava vähintään 70 % (Leikola ja Pylkkö 1969). Metsähallituksen ohjeissa suositellaan verhopuuston tiheydeksi 600 - 800 runkoa/ha (Ohjekirje metsien... 1985). Se pyritään kasvattamaan ainespuumittoihin, mutta poistetaan taimikon pituuden saavutettua 2 - 3 m. Taimikon vapauttamisesta on vaihtelevia ohjeita. Leikolan ja Rikalan (1983) mukaan se tulee tehdä 5 - 10 vuoden kuluttua istutuksesta, kun kuusen taimet ovat 1,5 - 2 m. Etelä-Suomen viljavilla turvemilla paras tulos on saatu silloin, kun kuusikko on ollut noin 4 metrin mittaista ja 20 vuoden ikäistä (Heikurainen 1985).

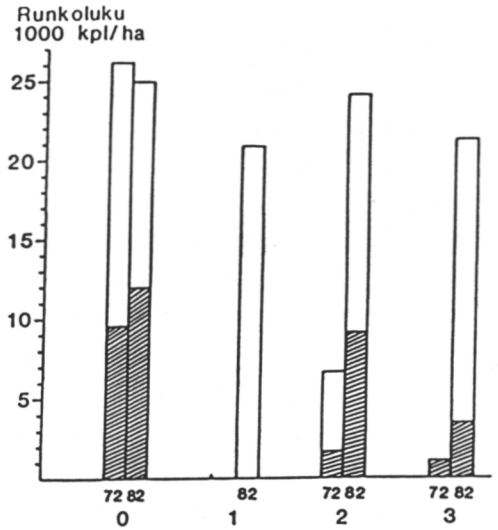
Lehtipuusto ei kuitenkaan estä kuusen kehitystä, koska luonnon sukkessiossa ensimmäinen kuusisukupolvi varttuu aina varsin tiheän puuston alla (Sirén 1955). Ilmeisesti monet tekijät vaikuttavat siihen, mikä kulloisissakin oloissa on ekologisesti paras verhopuusto. Pohjois-Suomen viljavilla, tuoreilla tai kosteilla kasvupaikoilla etukasvuiseksi kehittyvä siemensyntyinen hieskoivutiheikkö mahdollistaa varsin suuren säätelyvaran ilman, että sen alla kehittyvän kuusentaimikon kasvu häiriintyy. Siksi kuusen uudistusalalla on suositeltavaa kasvattaa aluksi täystiheä koivikko maan kasvukunnan parantamiseksi. Samalla lisätään huomattavasti puuntuotosta. Hieskoivun kasvatus edellyttää alkuvaiheessa suurta tiheyttä, mieluummin 6000 runkoa/ha. Perkausta ja harvennusta voidaan hyvin siirtää lehtipuuston 4 - 6 metrin valtapituusvaiheeseen, jolloin ei ole enää vesomisongelmia. Tätä ennen voidaan poistaa mekaanisesti kuusentaimia haittaavia lehtipuita. Harvennus olisi tehtävä viimeistään 9 - 10 metrin valtapituusvaiheessa, jolloin on mahdollista valikoivalla yläharvennuksella korjata talteen huomattava määrä ohutpuuta. Tämän tutkimuksen käsittelemättömällä alalla hakkuukertymä olisi siten ollut noin 45 m³/ha, jolloin jäljelle jäävä puusto olisi ollut 35 m³/ha. Harvennuksessa jätetään kasvamaan 3000 koivua/ha seuraavaan hakkuuseen. Tavanomainen verhopuustiheys, 800 - 1000 koivua/ha merkitsee tuntuvaa puuntuotoksen vähenemistä ja oksikkaan lehtipuuston kasvattamista.

KIRJALLISUUS

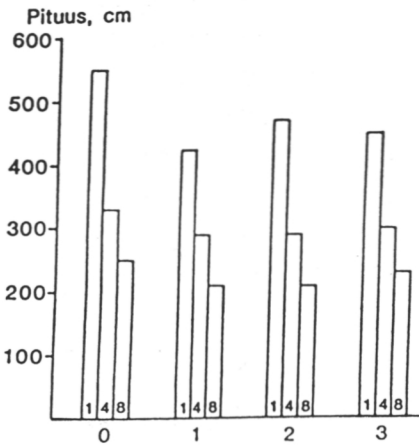
- Aaltonen, V. T. 1932. Puulajin vaikutuksesta maaperään. *Met-sätietoa* 1(3):85-91.
- Folkesson, B. & Barring, U. 1982. Exempel på en riklig björkförekoms inverkan på utvecklingen av unga tall- och granbestånd i norra Sverige. *Sver. Lantbruksuniv. Avd. f. Skogl. herbologi. Rapp.* 1:1-64.
- Hakkila, P. (toim.) 1985. Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. *Folia For.* 624:1-86.
- Heikurainen, L. 1985. Verhoppuuston vaikutus kuusitaimikon kehitykseen. *Silva Fenn.* 19(1):81-88.
- Ikäheimo, E. & Norokorpi, Y. 1986. Perkauksen vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen, laatuun ja tuhoihin Pohjois-Suomessa. *Folia For.* 647:1-49.
- Kuusela, K., Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982 - 1984. *Folia For.* 655:1-86.
- Leikola, M. 1975. Verhoppuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin Pohjois-Suomessa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 85(7):1-33.
- & Pylkkö, P. 1969. Verhoppuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. *Silva Fenn.* 3(1):20-32.
- & Rikala, R. 1983. Verhoppuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen. *Folia For.* 559:1-33.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Perä-Pohjolan piirikunnassa. 1985. Metsähallitus. Nr. Mh. 110:1-47 + 2 liit.
- Pohtila, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(4):1-100.
- Rikala, R. & Tervo, L. 1979. Verhoppuuston käyttö ja korjuu. *Käytännön maamies* 4:110-112.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. *Acta For. Fenn.* 62(4):1-408.
- Tikkanen, E. 1987. Aurauksen vaikutuksia ravinnetalouteen. Saastamoinen, O. (toim.). *Lapin metsäkirja*. Lapin tutkimusseura, Rovaniemi (painossa).



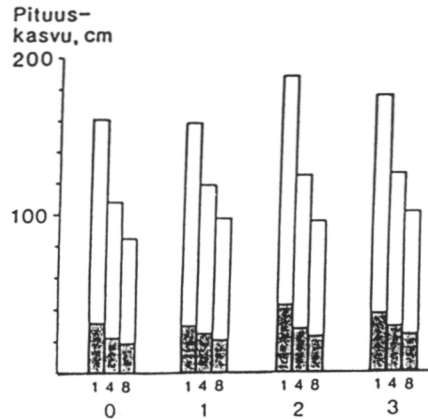
Kuva 1. Kuusentaimien määrä heti perkauksen jälkeen ja 10 vuotta myöhemmin. 0 = käsittelemätön, 1 = täysperkaus, 2 = yläperkaus, 3 = alaperkaus



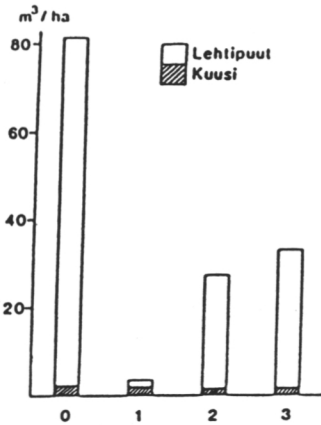
Kuva 2. Lehtipuiden runkoluku heti perkauksen jälkeen ja 10 vuotta myöhemmin. Yli kaksimetrinen osuus rasteroitu.



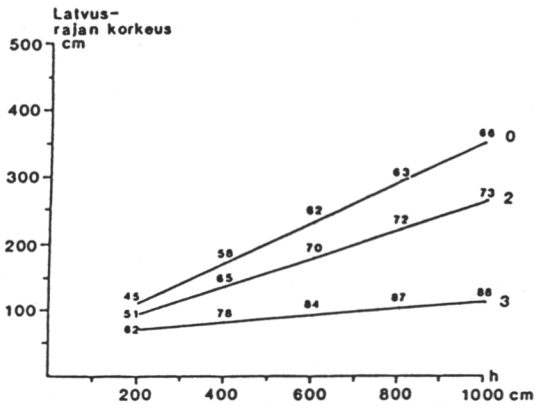
Kuva 3. Kuusen valtapituus valtapuuryhmittäin: H100 (1), H400 (4) ja H800 (8) paksuinta puuta hehtaarilla.



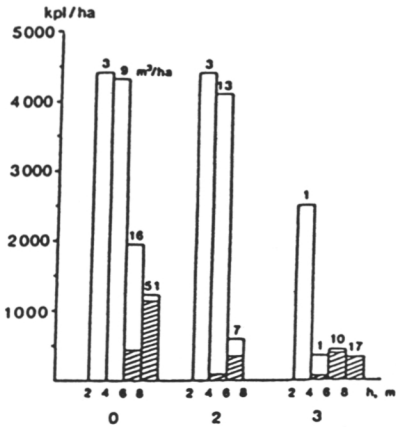
Kuva 4. Kuusen 1 vuoden (lyhyempi pylväs) ja 5 vuoden (pitempi pylväs) pituuskasvu valtapuuryhmittäin.



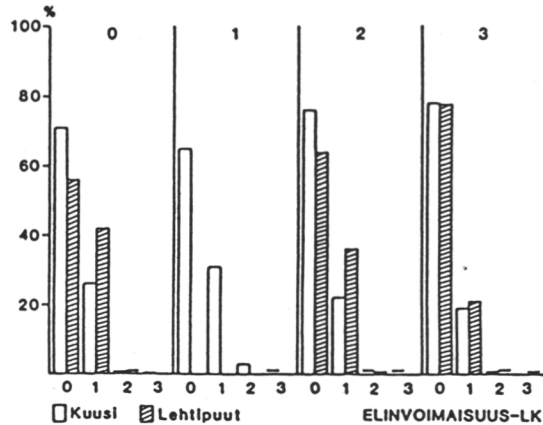
Kuva 5. Kuusen ja lehtipuuston runkotilavuus käsittelyittäin. 0 = käsittelemätön, 1 = täysperkaus, 2 = yläperkaus, 3 = alaperkaus



Kuva 7. Lehtipuiden latvusrajan korkeuden riippuvuus puun pituudesta käsittelyittäin. Latvusprosentti merkitty kahden metrin pituusvälein.



Kuva 6. Yli kaksimetristen lehtipuiden runkoluvun ja runkotilavuuden jakauma pituusluokkiin käsitteilyittäin sekä käyttöpuun osuus runkoluvusta ($d_{1.3}$ -lk ≥ 7 cm, raste-roitu).



Kuva 8. Kuusen ja koivun elinvoimaisuusjakauma käsittelyittäin. Luokitus 0 - 4: 0 = terve, 4 = kuollut.

FOSFORILANNOITTEET SUOMETSIIEN LANNOITUKSESSA POHJOIS-SUOMESSA

Timo Penttilä ja Mikko Moilanen

JOHDANTO

Metsänkasvatuksen keskeisen ongelman ojitetulla turvemaalla muodostaa kasvualustan heikko ravinnetalous. Yleensä puitten saatavilla on riittämättömästi fosforia ja kaliumia, usein myös typpeä. Turpeen fosfori on lisäksi suurelta osin sitoutunut orgaanisesti ja kompleksiyhdisteisiin raudan, alumiinin tai kalsiumin kanssa, ts. kasveille käyttökeltomaan muotoon (Kaila 1956, Puustjärvi 1956). Fosforin puute onkin osoittautunut useissa lannoitustutkimuksissa puuston kasvun minimitelijäksi etenkin metsikön nuorella iällä tai ensimmäisellä lannoituskerralla (esim. Huikari ja Paarlahti 1966, Huikari 1973, Karsisto 1973, Paavilainen 1979). Käytännön metsänlannoituksessa fosfori annetaan suolla yleensä Suomet-sien PK-lannoksessa (P 9 %, K 17 %) ja käyttösuositus on 400 - 600 kg/ha.

Ensimmäiset kokeilut fosforia sisältävillä maanparannusai-neilla tehtiin maassamme jo 1930-luvulla. Kokeissa käytettiin mm. puuntuhkaa, jonka vaikutus osoittautuikin myöhemmin voi-makkaaksi ja pitkäaikaiseksi (esim. Silfverberg ja Huikari 1985). Lannoiteteollisuuden kehittymisen myötä markkinoille ilmestyi 1950-luvulla erityyppisiä fosforilannoitelajeja, joitten soveltuvuutta metsäkäyttöön alettiin selvittää vuo-desta 1961 alkaen. Vertailtavina on ollut liukoisuudeltaan ja jalostusasteeltaan toisistaan poikkeavia valmisteita (super-, kotka-, thomas-, hieno-, raaka- ja kaliummetafosfaatit) (Kar-sisto 1968, 1973, 1976, Paarlahti ja Karsisto 1968).

Siilinjärven ja Savukosken Sokliojan fosforiesiintymien löytymisen seurauksena kiinnostus fosforin omavaraisuusasteen kohottamiseen lisääntyi. Näitä hidasliukoisia apatiitti- ja fosforiittituotteita käytettiin METLAN suontutkimusosaston lannoituskokeissa ensimmäisen kerran jo 1960-luvulla (Karsisto 1976, 1977, Paarlahti ja Pietiläinen 1981).

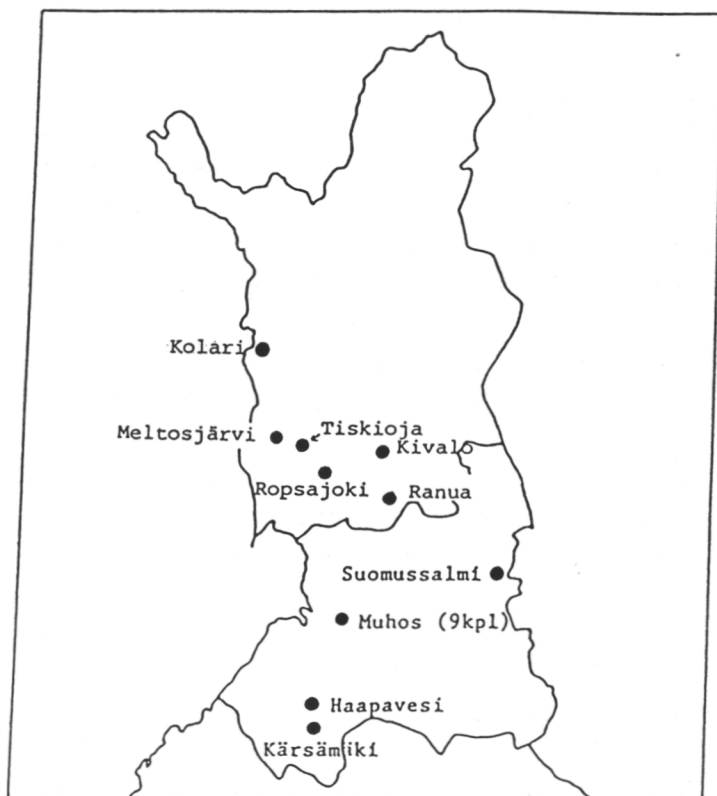
Tässä esityksessä julkaistaan ennakkotuloksia METLAN ja Lapin lääninhallituksen väliseen tutkimussopimukseen perustuvasta tutkimuksesta "Soklin malmin pitkäaikaiset lannoitusvaikutukset suometsissä". Osittain Lapin lääninhallituksen kehittämismäärärahoihin rahoitetulla, keväällä 1987 päättyvällä projektilla on ollut seuraavat tavoitteet:

- Selvittää fosforilannoituksen ja eri fosforilajien vaikutus suometsissä Pohjois-Suomessa
- Selvittää lannoitteena annettujen typen, fosforin ja kaliumin sekä tiettyjen hivenaineiden yhdysvaikutuksia eri lannoitetasoilla ja käytettäessä eri fosforilajeja
- Tuottaa käytännön metsätaloudessa soveltamiskelpoisia lannoitusvaikutuksen ennustemalleja Pohjois-Suomea varten

Projektin puitteissa on kevästä 1986 lähtien mitattu ja analysoitu puuston kasvua 19 eri vaiheissa perustetulta fosforilannoitelajikokeelta Lapin ja Oulun läänin alueella (kuva 1) sekä selvitetty koemetsiköiden ravinnetaloutta neulas- ja turveanalyysin avulla. Tässä tarkastelussa keskitytään puuston kasvureaktioihin liittyviin kokeittaisiin päätuloksiin eri fosforilajien vaikutuksesta.

AINEISTO

Valtaosa kokeista on muuttumavaiheen rämeillä, joiden ravinteustaso vaihtelee tupasvillaisesta ruohoiseen. Lannoitettaessa puustot ovat olleet yleensä tiheähköjä taimikoita,



Kuva 1. Pohjois-Suomen fosforilannoitelajikokeiden sijainti.

riukuvaiheen metsiköitä tai nuoria kasvatusmetsiä. Oulun läänin kokeista viisi oli metsitettyjä nevoja, yksi kuuselle viljelty turvepelto, ja loput kohteet alkuaan puustoisia rämeitä. Kokeista 8 oli kertaalleen lannoitettuja ja 3 kahdesti lannoitettuja. Lapin kokeista 5 oli jatkolannoituskokeita ja vain yksi ensikertaista lannoitusta selvittävä koe, jonka tulokset saatiin valmiina käyttöön MML Erkki Nummiselta. Kokeita koskevia yleistietoja on esitetty taulukossa 1.

Lohkottain arvotuissa kokeissa on verrattu puuston kasvua N-, P-, K-, NK- tai NPK-lannoituksen saaneilla käsittelyillä lannoittamattoman metsän kasvuun. Lisäksi on joissakin kokeissa käsittelynä hivenseoslannoitus.

TULOKSET

Kokeittaiset tulokset on esitetty taulukoissa 2 ja 3 suhteellisina lukuina siten, että lannoittamattoman käsittelyn puuston kasvu on saanut suhdeluvun 100. Tätä vastaava absoluuttinen, mittausjakson keskimääräinen vuotuinen kasvu on myös merkitty näkyviin. Lannoitusvaikutuksen vuotuista kehittymistä havainnollistavat kuvat 2-4, joissa esitetään puuston tilavuuskasvu kolmelta Muhoksen kokeelta.

Kertaalleen lannoitetut kokeet

Fosforilannoituksella saadun kasvunlisäyksen suuruus riippui toisaalta kasvupaikkatyypistä ja toisaalta turvekerroksen vahvuudesta. Tupasvilla- ja piensaratason soilla fosforin vaikutuksen kesto jäi noin kymmeneen vuoteen. Syynä voi pitää typen niukkuutta, mikä "peitti" fosforin vaikutuksen. Viljavilla, etenkin nevaisilla soilla saavutettiin pitkäaikainen, jopa yli kaksikymmentä vuotta kestänyt reaktio. Lannoitusvaikutus oli sitä pitempi mitä suurempaa fosforimäärää käytet-

Taulukko 1. Kokeiden yleistietoja.

KOE	Pääpuulaji	Kasvu-palkka-tyyppi 1)	Ojitusvuosi	Sarka-2) leveys, m	Turpeen syvyys, cm	Lannoitushetken puuston keski-tilav. ptt. m ² /ha	Puuston syntytapa	Puuston viimeisin käsittely	Metsikön laatu 3)	Lannointus kk/v	Kocaloja toistoja	Neulasnäyte kk/v	Maa-näyte kk/v	Mittaus-ajankohdan tunnus 4)
1. Haapavesi	Mä	TR-Psr-Tn	1968	20, 40	90	1,0	-	-	2 - 3	9/70	88/2-6	9/71 11/72 10/77 3/86	10/76 10/86	10/06, H
2. Muhos, Kantosuo	"	Psr-Ssr	1966, -73	40-60	35	4,5	18	Taim, perk. 1971	1 - 2	6/70 6/74	47/3-5	3/72 3/84	10/86	6/84, V
3. Muhos, Ickusuo 33c	"	Ssr	1932, -71	100→20	30	4,2	9	Mä kylvä 4/-35 1973	1 - 2	6/71	24/4	3/86	10/86	10/86, V
4. Muhos, Ickusuo 33e	"	RamTR	1932, -71	100→10	55	2,5	3	Mä kylvä 6/-35 1973	1	6/71	24/3	3/86	10/86	10/86, V
5. Kärsämäki	"	Psr, TR	1933, -62	45	70			N. 1962	1	5/71	14/2	3/86	11/86	11/86, V
6. Muhos, Ickusuo 6d	Ku	Ent. pelto	1932	60 (10)	70		G: 7,7	Harv.hakkuu 6/-33 1984	1	5/71	15/3	3/86	3/86	9/86, V
7. Muhos, Ickusuo 33g	Mä	TR-Psr	1932, -71	120→10	35	2,5	2	Mä kylvä 5/-36	1 - 2	6/72	33/3	3/83 3/86	11/86	11/86, V
8. Muhos, Oisava 55	"	Ssr	1932, -70	100→30	130	4,2	13	Mä kylvä 6/-39 1973	1 - 2	8/61 6/72 6/65	40/2-3	3/73 3/73 3/70 12/77 3/86	10/86 9/73 10/86	9/86, V 10/86, V
9. Muhos, Ickusuo 33b	"	TR	1932, -64, -79	100→20	75		5	Mä kylvä 6/-35 1973	1	11/76	84/3	3/70 12/77 3/86	10/86	10/86, V
10. Muhos, Oisava	"	TR	1967	40-60	150+	2,2	-	-	2	6/75	24/3	11/86	11/86	11/86, H
11. Suomussalmi	"	RamTr-Psr	1976	20-30	130	1,5	-	Ylisp.poisto 1976	2 - 3	10/77	28/3-4	3/84	11/86	11/86, H
12. Muhos, Häikiö	"	TN	1974	40	100+		-	-	1	6/80	16/3	3/86	11/86	10/86, H
13. Muhos, Viitasuo	"	TR-Psr	1967, -82	30-45	140	1,0	-	Ylisp.poisto 1968	1	5/74 5/83	28/3-4	3/86	3/86	10/86, H
14. Ylitornio, Meitosjärvi	"	Ssr	1938, -69	80-120 (20)	100	1-7 3-8	-	-	1 - 2	6/65 6/75	42/3	4/86	8/86	7/86, V
15. Rovaniemi, Ropsajoki	"	Ssr	1961	50 (20)	65	3-5 5-7	-	-	1 - 2	6/65 6/75	42/3	4/86	6/86	6/86, V
16. Rovaniemi, Kivalo	"	Ssr-LR	1932, -78	70→35 (20)	150+	3-5 5-7	-	Taim, perk. 1983	1 - 2	6/65 6/75	42/3	11/86	8/86	8/86, V
17. Ranua, Herva	"	TR-Ssr	1963	50 (20)	150+	3-5 4-6	-	-	1 - 3	7/75	58/4	10/86	9/86	9/86, V
18. Rovaniemi, Tiskioja	"	(VSR-) Rhr	1967, 1982	30-50	70		14	Harv.hakkuu 1983	1	/68 6/83	30/3	3/86	8/86	9/86, V
20. Kolari, Palosaaajo	"	Psr-Ssr	1972	n. 40		3-4	-	-	2 - 3	/72	36/4	11/86	-	8/81 G

4) H - pituuskasvu
V - tilavuuskasvu
G - pohjajäpinta-alan kasvu

3) 1 - hyvä
2 - tyydyttävä
3 - vajaapuustoinen

2) sulkuihin merkitty
koealoja erottavien
naveroiden (syv. n. 30 cm)
välimatka

1) TN - tupasvillaneva
TR - tupasvillaräme
Ps - piensararäme
Ssr - suursararäme
Rhr - ruohoräme
LR - lettioräme
Ram - rakkamättäinen

Taulukko 2. Kovarianssikorjatut suhteelliset kasvut lannoituskäsitellyttäin kertaalleen lannoitetuilla kokeilla.

KOE	SUHT. ARVOA	J A K S O N K E S K I H Ä K Ä R Ä I N E N S U H T E E L L I N E N K A S V U																					
		L A N N O I T U S K Ä S I T T E L Y																					
		RAVINTEET ¹⁾ P-LAJI 2)	O	N	K	NK	P	Sf	Rf	SO ₂	PK	So ₂	So ₃	Rf	Hf	Sf	RE	NPk	So ₁	So ₂	So ₃	Ap	
1	19,6 cm/v		100	107	107	102	110	108	108						108	108	114	106	109	125	114	109	
2 [*]	1,59 m ³ /ha/v		100											134		164	122						128
3	1,72 m ³ /ha/v		100			141									151	168	168						168
4	1,90 m ³ /ha/v		100			143										213	213						236
6	0,39 m ³ /ha/v		100			109				153			123										
7	0,71 m ³ /ha/v		100										248										219
10	12,4 cm/v		100												198	155	286	189			252		187
11	16,0 cm/v		100									138				144					122		
13	16,0 cm/v		100							126		122									141		
20	1,52 cm ³ /puu		100			112								146		146	139						134

*) - NK uusittu -74

1) N - urea (100 kg N/ha)
kokeet 2, 10, 11
N - oullunsaipietari 1, 3, 4, 7
K - kalisuola
P - fosforilannoitteet

2) HF - hienofosfaatti
SF - superfosfaatti
Rf - raakafosfaatti
Mf - kalliimetafosfaatti
Ap - Siilinjärven apatiitti
So - Soklin fosforiitti
So₁ - " - " - kokkareinen
So₂ - " - " - jauhettu (Fe 2,5 %)
So₃ - " - " - jauhettu (Fe 10,5 %)

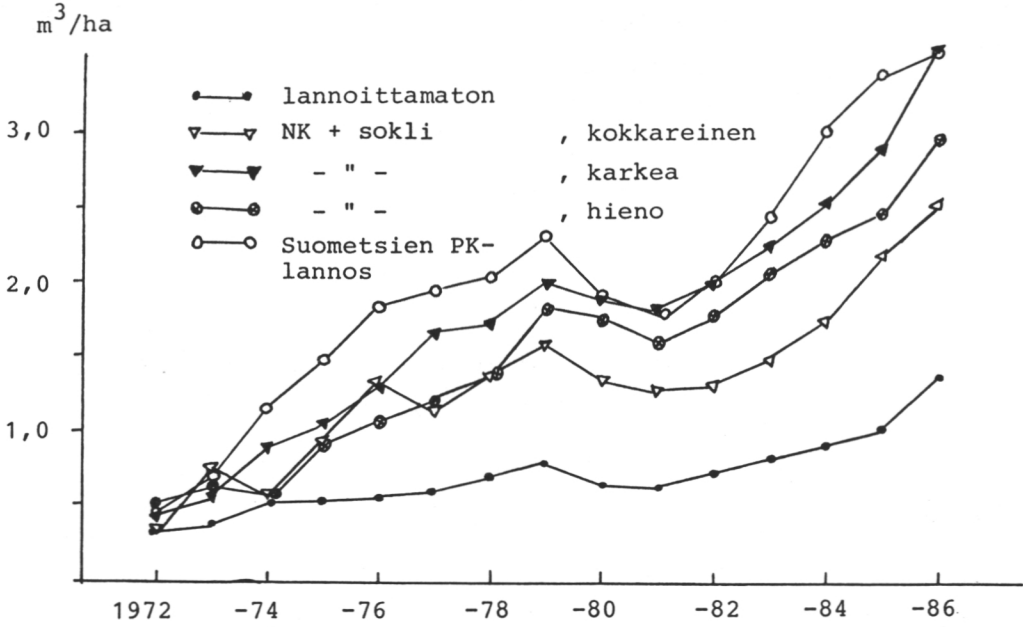
Taulukko 3. Kovarianssikorjatut suhteelliset kasvut lannoituskäsittelyittäin kahdesti lannoitetuilla kokeilla.

SUHT. ARVOA	JAKSON KESKIMÄÄRÄINEN, SUHTEELLINEN KASVU																		
	PERUS - / JATKOLANNOITUSKÄSITTELY																		
	RAVINTEET 1)	0/0	NPK/N			NPK/NK			NPK/PK			NPK/NPK			O/NPK				
KOE	100	22/-	65/-	44/-	22/42	44/42	65/42	44/44	22/22	44/44	22/22	44/44	22/22	44/44	22/22	44/44	22/22	44/44	
VAST. ARVO	P-TASO kg/ha	HF/-	HE/-	SF/-	ME/-	RF/-	MF/-	HF	HE	SF	ME	RF	MF	SF	ME	RF	MF	SF	ME
m ³ /ha/v	JAKSO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9.	2,09	100	143	131	172	175	148	160	154	138	159	197	152	160	160	160	160	160	160
14.	2,66	100	82	102	103	99	91	95	85	103	93	113	95	103	110	110	110	110	110
15.	4,28	100	101	108	111	109	99	104	93	103	99	102	91	85	109	109	109	109	109
16.	1,18	100	117	139	156	163	190	168	185	166	144	160	166	165	155	155	155	155	155
17.	2,24	100	92	98	96	95	117	106	91	94	102	82	109	93	101	101	101	101	101

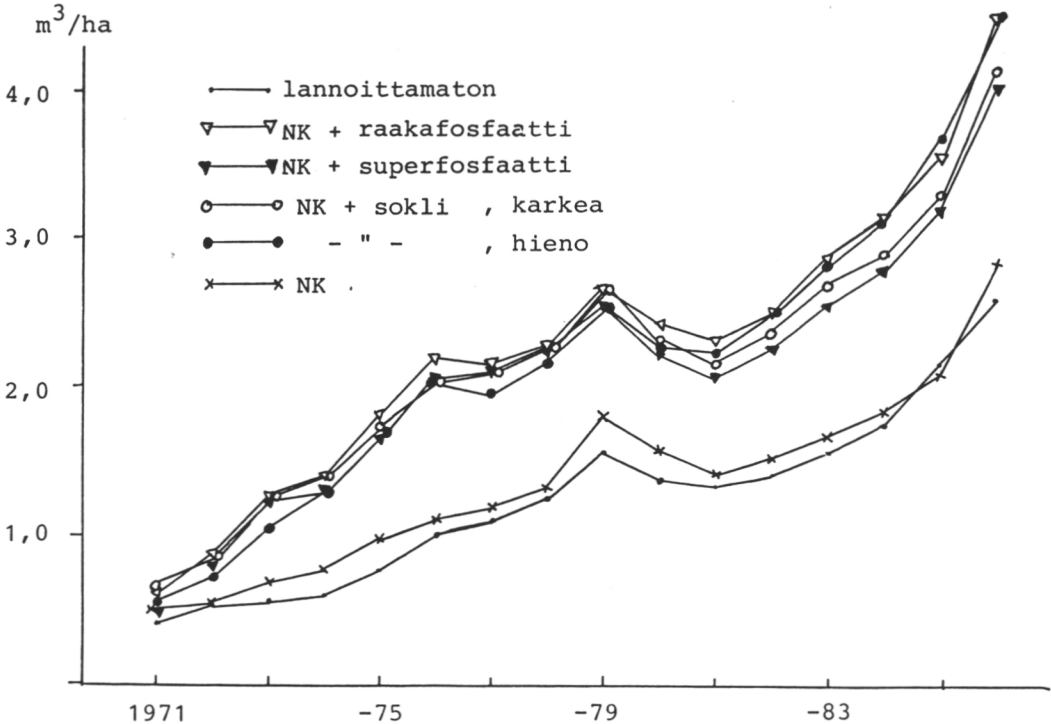
142

SUHT. ARVOA	P K / P K																		
	P K / P K																		
	RAVINTEET 2)	0/0	PK/O			44/44			50/44			43/44			44/65			50/44	
KOE	100	50/-	44/-	43/-	44/22	44/44	50/44	43/44	44/65	50/44	43/44	44/65	50/44	43/44	44/65	50/44	43/44	44/65	
VAST. ARVO	P-TASO kg/ha	HF/-	HE/-	SF/-	ME/-	RF	SO ₂	SO ₃	RF	SO ₂	SO ₃	RF	SO ₂	SO ₃	RF	SO ₂	SO ₃	RF	
m ³ /ha/v	P-LAJI 3)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8.	12,8 cm/v	100	191	185	181	189	395	395	755	735	650	650	650	650	650	650	650	650	650
18.	0,83 m ³ /ha/v	100	440	365	450	395	395	395	755	735	650	650	650	650	650	650	650	650	650
	2,14 m ³ /ha/v	100	100	89	88	89	88	88	109	100	82	103	104	102	103	104	102	103	104

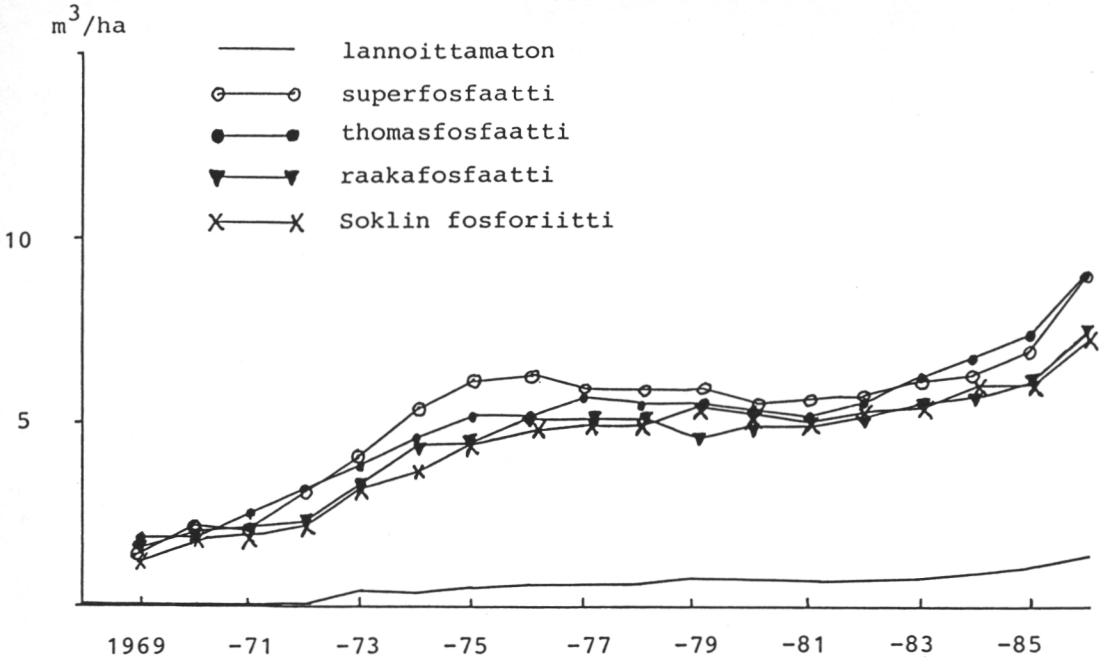
- 1) N - urea (100 kg N/ha)
 kokeet 14, 15, 16, 17, 18
 N - oulunsalpietari
 kokeet 8, 9
 K - kalisuola
 P - fosforilannoitteet
- 2) HF - hienofosfaatti SO - Soklin fosforiitti
 SF - superfosfaatti SO₂ - " - "
 RF - raakafosfaatti jauhettu (Fe 2,5 %)
 MF - kaliummetafosfaatti SO₃ - Soklin fosforiitti,
 Ap - Siilinjärven apatiitti jauhettu (Fe 10,5 %)
 Tk - Tuomaskuona



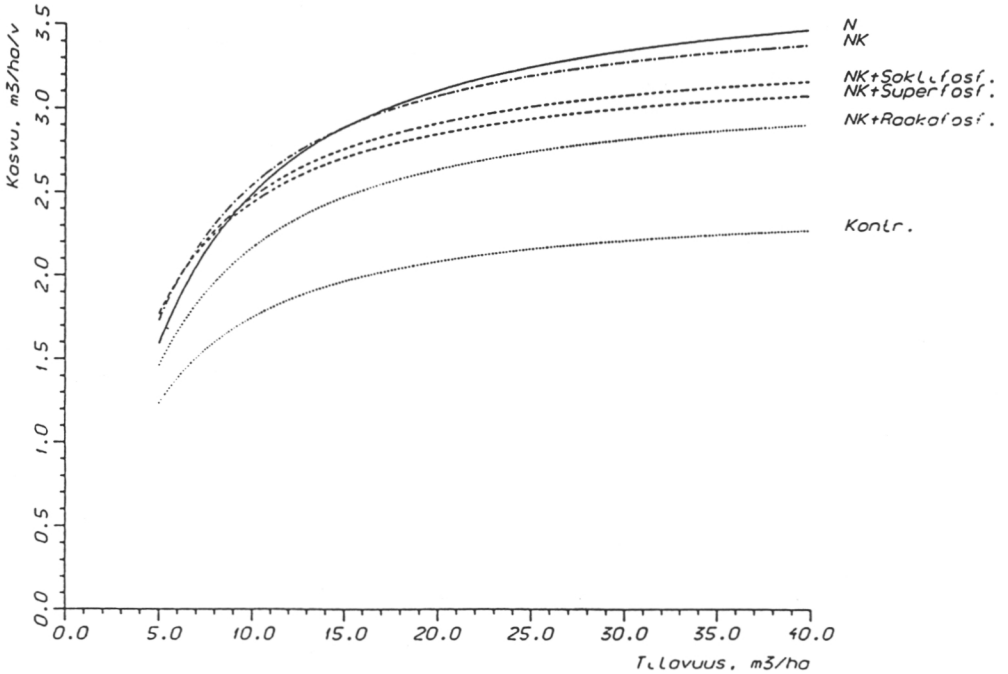
Kuva 2. Puuston tilavuuskasvu kokeella no 7, Muhos, Itkusuo 33 g.
Lannoitus kesäkuussa 1972.



Kuva 3. Puuston tilavuuskasvu kokeella no 3, Muhos, Itkusuo 33 c.
Lannoitus keväällä 1971.



KUVA 4. Puuston tilavuuskasvu kokeella no 8, (Oisava 55).
Peruslannoitus 1961, jatkolannoitus 1972.



KUVA 5. Puuston keskimääräinen vuotuinen kasvu jaksolla 1975-1982
vuoden 1975 tilavuuden funktiona kokeilla 14-17. Fosforitasot
yhdistetty. Jatkolannoitus v. 1975.

tiin. Ohutturpeisilla kohteilla puusto ilmeisesti sai tarvitsemansa fosforin suurelta osin pohjamaasta, ja lannoitusreaktio jäi vähäiseksi.

Eri fosforilannoitelajeista olivat vertailtavina super-, hieno-, raaka-, thomas- ja kaliummetafosfaatti sekä kotimaiset Siilinjärven apatiitti ja Soklin fosforiitit. Lannoituksella saatu kasvunlisäys muodostui lähes samansuuruiseksi kaikilla tutkituilla fosforilajeilla, vaikkakin alkuvaiheessa vesiliukoinen superfosfaatti antoi hieman voimakkaamman reaktion kuin muut, hidasliukoiset fosforilannoitelajit.

Kahdesti lannoitetut kokeet

Uusintalannoituksessa kymmenen vuoden kuluttua peruslannoituksesta fosfori ei yleensä lisännyt kasvua verrattuna NK-jatkolannoitukseen. Tosin useissa kokeissa sekään ei lisännyt kasvua merkittävästi. Kokeista 14 - 17 yhdistetyssä aineistossa, josta karsittiin ohutturpeiset koealat, saatiin kuitenkin selkeä ero kokonaan lannoittamattoman käsittelyn ja muiden, eli N-, NK- tai NPK-jatkolannoituksen välille (kuva 5). Kun kaikki mainitut jatkokäsittelyt oli v. 1965 kertaalleen lannoitettu NPK:lla, on fosforin vaikutus todennäköisesti jatkunut jaksolle 1975-1986. Tähän viittaavat myös neulasten fosforipitoisuudet v. 1986 (taulukko 4). Kun fosfori ei ole ollut minimiravinne, jatkolannoituskokeiden perusteella ei ole voitu tehdä päätelmiä fosforilannoitelajien mahdollisista eroista.

TULOSTEN TARKASTELUA

Selvityksessä tarkasteltiin fosforilannoituksen vaikutusta puuston kasvuun erilaisilla suotyypeillä yli kahdenkymmenen vuoden ajalta. Aineistoa voidaan pitää riittävän edustavana

Taulukko 4. Neulasten ja turpeen ravinnetunnuksia lannoituskäsittelyittain vuosina 1985-1986

Koe n:o	Käsittely	Vuosisia lannoituksesta	Neulaset N & P & K &	Turve N &
1.	O NK + SF NK + RF NK + SO	15	1,25 0,15 0,41 1,20 0,14 0,40 1,30 0,16 0,43 1,29 0,16 0,43 1,31 0,17 0,44	1,96
2.	O NK + SF NK + RF NK + SO	13	1,25 0,15 0,42 1,23 0,14 0,41 1,32 0,14 0,42 1,25 0,15 0,47 1,36 0,15 0,47	1,39
3. 4. 7.	O NK NK + RF NK + SO	15	1,38 0,13 0,37 1,39 0,14 0,37 1,45 0,17 0,50 1,40 0,16 0,47	1,85 2,10 2,40
5.	O NK + RF NK + SO	15	1,39 0,17 0,39 1,42 0,16 0,43 1,38 0,15 0,53	2,30
6.	O K + RF K + SO	15	1,50 0,15 0,35 1,50 0,20 0,35 1,42 0,18 0,36	2,22
8.	O P SF RF SO	25 perusl. 14 jätkol. 14 "	1,90 0,10 0,31 1,70 0,12 0,35 1,60 0,16 0,32 1,65 0,16 0,37 1,52 0,15 0,36	3,15
9.	O NK + SF NK + RF NK + SO	14	1,38 0,14 0,39 1,35 0,17 0,44 1,41 0,16 0,43 1,38 0,18 0,47	2,81
10.	O NK + SF NK + RF NK + SO	10	1,10 0,11 0,35 1,05 0,13 0,25 0,90 0,13 0,36 1,00 0,13 0,34	2,36
11.	O NK + SF NK + RF NK + SO	7	1,18 0,14 0,41 1,25 0,18 0,58 1,18 0,20 0,55 1,20 0,17 0,48	1,53
13.	O NK + RF NK + SO	12	1,25 0,11 0,39 1,30 0,15 0,46 1,27 0,15 0,43	1,28

KOE	Käsittely	vuotta perus-/ jatko- lannoit- uksesta	Neulaset N P K % % %	Turve N %
14	0 NPK/NK O/NPK NPK/SF + NK NPK/RF + NK NPK/So + NK	21/11	1,13 1,51 4,71 1,15 1,50 4,64 1,14 1,53 4,75 1,15 1,58 4,82 1,14 1,47 4,56 1,15 1,54 4,50	1,93
15	0 NPK/NK O/NPK NPK/SF + NK " /RF + NK " /So + NK	21/11	1,32 1,51 4,43 1,31 1,67 4,75 1,26 1,65 4,75 1,28 1,68 4,64 1,32 1,75 4,80 1,30 1,63 4,47	2,57
16	0 NPK/NK O/NPK NPK/SF + NK " /RF + NK " /So + NK	22/12	1,23 1,16 2,89 1,17 1,40 3,83 1,21 1,63 4,35 1,06 1,45 3,91 1,08 1,47 3,94 1,15 1,46 3,82	2,64
17	0 NPK/NK O/NPK NPK/SF + NK " /RF + NK " /So + NK	22/12	1,29 1,45 4,33 1,16 1,70 4,48 1,08 2,06 5,26 1,09 1,63 4,37 1,12 1,69 4,64 1,02 1,93 4,92	2,34
18	PK/O PK/RF + K PK/HSo ₂ + K PK/KSo ₂ + K	18/3	1,31 1,65 4,23 1,28 1,62 5,36 1,32 1,73 5,44 1,26 1,54 5,13	2,31
20	0 NK + SF NK + HF NK + RF NK + So1 NK + So2 NK + So3	15	1,10 1,50 4,17 1,04 1,27 3,78 1,11 1,54 4,44 1,10 1,48 4,47 1,08 1,49 4,38 1,13 1,50 4,13 1,09 1,43 4,34 1,06 1,40 4,16	

lannoituksen kokonaisvaikutuksen arvioimiseen. Käytäntöä varten on oleellista, että kasvunlisäykset kyettiin esittämään hehtaarikohtaisina tilavuuskasvuina.

Tulokset vahvistivat aikaisempia tuloksia fosforin tärkeydestä viljavien rämeiden ja ennen kaikkea nevaisten soiden puuston kasvulle. Mikäli tyypeä on kasvualustassa riittävästi, voidaan pelkällä fosforilannoituksella saavuttaa pitkäaikainen vaikutus. Useimmiten myös kaliumin lisäys on tarpeen. Karuilla soilla ja usein myös jatkolannoituksessa muiden pääravinteiden puute alkaa kuitenkin rajoittaa puiden kasvua. Jatkossa tulisi kehittää menetelmiä, joilla eri ravinteiden tarvetta ja niillä aikaan saatavia lannoitusvaikutuksia pystyttäisiin luotettavasti ennustamaan (turve- ja neulasanalyysi). Tämä koskee etenkin vanhoja ojitusalueita ja jatkolannoitettavia metsiköitä.

Kokonaisvaikutukseltaan fosforilajit eivät merkittävästi poikenneet toisistaan. Siten esim. hidasliukoinen Soklin malmi mekaanisesti jauhettuna murskeena oli yhtä tehokasta kuin kaupalliset fosforilannoitteet. Vesiliukoisen superfosfaatin käyttöä suometsien lannoitteena tulee kuitenkin välttää mm. vesistöhaittojen minimoimiseksi.

KIRJALLISUUS

- Huikari, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1973/1.
- " & Paarlahti, K. 1966. Kivisuon metsänlannoituskokeet. Kenttäopas. Helsinki.
- Kaila, A. 1956. Phosphorus in virgin peat samples. Maatal. tiet. aikak. kirja 28.

- Karsisto, K. 1968. Eri fosforilannoittelajien soveltuvuus suometsien lannoitukseen. Suo 19 (6).
- " 1973. Esituloksia suometsien fosforilannoittelajikokeista. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 4.
- " 1976. Fosforilannoittelajat suometsien lannoituksessa. Opinnäytetyö maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkintoa varten.
- " 1977. Kotimaisten fosforirikasteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Suo 28 (2).
- Paarlahti, K. & Karsisto, K. 1968. Koetuloksia kaliumfosfaatin, raakafosfaatin, hienofosfaatin ja superfosfaatin käyttökelpoisuudesta suometsien lannoituksessa. Folia For. 55.
- " & Pietiläinen, P. 1981. Soklin fosforiitti suometsälannoitteena. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24.
- Paavilainen, E. 1979. Metsälannoitusopas. Kirjayhtymä, Helsinki.
- Puustjärvi, V. 1956. Teuravuoman epätasaiseen kasvuun johtavista tekijöistä. Suo 1956 (1).
- Silfverberg, K. & Huikari, O. 1985. Tuhkalannoitus metsäojitetuilla turvemilla. Folia For. 633.

MYRSKYJEN SEURAUSTUHOT LAPIN METSISSÄ 1982-86 *

Hannu Saarenmaa

Tutkimuksessa selvitettiin kaarnakuoriaisten iskeytymistä ja lisääntymistä Mauri- ja Manta-myrskyjen kaatamissa puissa sekä puiden sinistymistä. Nämä myrskyt sattuivat syksyinä 1982 ja 1985.

Yleiskatsaus aineistoon on taulukossa seuraavalla sivulla. Se käsitti yhteensä 357 kaatunutta mäntyä Rovaniemen mlk Kumpukivalossa, Sodankylän Tähtelässä, Inarin Laanilassa ja Kittilän Pallasjärvellä. Vuosina 1983 ja 1984 otettiin kultakin paikalta 2 koalaa, toinen yhteen rytöön kaatuneita ja toinen hajanaisia puita. Puista otettiin kaksi puolen metrin pituista koepölkkyä, toinen tukkiosan alapäästä ja toinen yläpäästä. Koepölkkyistä laskettiin kaarnakuoriaisten käytävät ja kuoriutumisreiät sekä arvioitiin sinistymän %-peittävyys pinnasta ja poikkileikkauskiekosta. 1986 otettiin vain hajakoealoja.

Puissa tavattiin 13 nilaa syövää hyönteislajia, mutta vain pystynävertäjä (*Tomicus piniperda*) esiintyi merkittävässä määrin. Sen onnistuneita iskeytyksiä oli 1983 hyvin vähän, keskimäärin noin 10 kpl/m² kaarnapinta-alaa. Epäonnistuneita iskeytyksiä, joista vielä elinvoimaisten puiden pihka oli tappanut yrittäjät, oli noin 15 kpl/m². Vuonna 1984 pystynävertäjien määrä oli kasvanut ja onnistuneiden iskeytymien tiheys oli noin 40 kpl/m², mutta pihkaisia enää noin 20 kpl/m². Hajakoealoilla iskeytymistiheys oli hieman suurempi ja epäonnistuneiden iskeytymien osuus pienempi kuin rytökoaloilla. Vuonna 1986 iskeytymistiheys oli suuri Laanilassa, missä oli edellisen myrskyn jäljiltä suuri kaarnakuoriaiskanta, mutta

* Tämä on lyhennelmä tuloksista. Varsinainen tutkimus ilmestyy Folia Forestalia -sarjassa n:o 696.

Koealojen puista ja näytepölkkyistä mitattujen tunnusten keskiarvot

A = rytkökoela, B = hajakoela

	Rovaniemi				Sodankylä				Inari				Pallas	
	1983		1984		1982		1984		1983		1984		1986	1986
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	-	-
PUUT														
N	52	50	30	10	30	30	15	10	30	30	20	20	20	20
Pituus dm	150	144	150	147	146	154	136	144	151	132	139	139	153	184
Pituuskasvu mm	23	30	0	0	28	37	4	2	17	10	6	1	17	30
Tukin pituus dm	40	43	32	41	40	42	32	38	54	52	42	48	59	61
LATVAPÖLKKYT														
Läpimitta mm	154	157	149	169	157	176	151	153	201	191	184	189	225	247
Kaarnan paksuus mm x10	9	8	24	37	16	29	37	29	16	20	31	27	25	16
Sinistymä pinnasta %	0	0	29	53	0	0	9	3	0	4	8	7	5	0
Sinistymä kiekosta %	0	0	11	11	0	0	3	1	0	2	2	3	3	0
Tomicus piniperda:														
Iskeymiä /m ²	1	0	5	31	0	0	9	16	0	0	2	6	17	1
Pihkaisia iskeymiä /m ²	3	0	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	8	1
Peittävyys-%	0	0	5	33	0	0	9	5	0	0	3	6	6	0
Kuoriutumisreikiä /m ²	0	0	0	0	0	0	16	3	0	0	5	0	32	0
TYVIPÖLKKYT														
Läpimitta mm	198	213	186	215	218	234	193	203	281	267	246	252	313	344
Kaarnan paksuus mm x10	78	85	110	114	140	149	113	145	144	132	148	142	165	168
Sinistymä pinnasta %	0	0	32	37	2	0	19	14	0	1	18	35	9	1
Sinistymä kiekosta %	0	0	6	12	1	0	6	4	0	1	2	14	1	0
Tomicus piniperda:														
Iskeymiä /m ²	13	16	41	93	4	0	26	55	10	19	23	52	73	17
Pihkaisia iskeymiä /m ²	18	18	42	15	7	4	35	14	17	6	29	4	37	16
Peittävyys-%	3	2	31	49	8	3	27	33	8	19	20	39	44	13
Kuoriutumisreikiä /m ²	0	1	114	0	81	3	61	105	115	160	135	0	328	50

Pallasjärvellä, missä Mauri ei ollut vierailnut, iskeytymistiheys oli alhainen. Pystynävertäjän lisääntyminen oli kautta linjan heikkoa kylmien kesien ja iskeytymisen huonon onnistumisen vuoksi.

Vuonna 1983 sinistyneitä pölkkyjä oli enintään 20 % ja nekin suurimmaksi osaksi lieviä. Keskimäärin sinistymää tavattiin vain alle 5 % pölkyistä. Vuonna 1984 sinistymä peitti nilan pinnasta jo keskimäärin noin kolmasosan ja poikkileikkaukses-takin kymmenesosan. Pölkkyjä, jotka olivat säästyneet sinistymältä, oli 20...75 % paikasta riippuen. Vuoden 1986 aineis-tossa Pallasjärven koealalla oli sinistymää yhtä vähän kuin ensimmäisenä kesänä muilla koealoilla, mutta Laanilassa 15...60 % pölkyistä.

Yhteenvetona tuloksista voidaan esittää seuraavat säännöt: syysmyrskyn kaatamasta mäntysahapuusta, jota ei Lapissa myrskyn jälkeen korjata pois, menetetään ensimmäisen vuoden aikana noin 10 % ja toisena jo noin 60 %. Monet seikat modifioivat kuitenkin esitettyjä lukuja. Jos kesät ovat lämpimiä ja kuivia, menetykset ovat 10 - 20 % suurempia. Samoin, jos kaarnakuoriaiskannat ovat korkeita aikaisempien myrskyjen ja hakkuiden seurauksena. Edelleen Lapin eteläosissa pilaantumisnopeus on suurempi ja pohjoisosissa pienempi.

ERIASTEISTEN PUUNTUOTANNON RAJOITUSTEN PIIRISSÄ OLEVAT
METSÄHALLITUKSEN METSÄT LAPISSA

Eero Mattila

TIIVISTELMÄ

Valtakunnan metsien inventoinnin mukaan metsähallitus omistaa maata Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien alueella 6,18 milj. ha, mihin sisältyy 2,94 milj. ha (47,5 %) metsämaata. Elävän puuston tilavuus ja sen vuotuinen kasvu metsähallituksen mailla Lapissa ovat 159 milj. m³ ja 3,65 milj. m³/v. 88,7 % puustosta kasvaa metsämaalla.

Puuntuotannon piirissä metsähallituksella on Lapissa 1,97 milj. ha metsämaata ja 92 milj. m³ elävää puustoa, jonka vuotuinen kasvu on 2,28 milj. m³. Poissa puuntuotannosta on eri syistä 54 % maa-alasta, 33 % metsämaasta, 42 % elävästä puustosta ja 38 % puuston kasvusta.

Luonnon- ja kansallispuistot yms. sisältävät metsämaata 436 000 ha ja elävää puustoa 32 milj. m³. Vastaavat arviot puistojen ulkopuolisissa metsähallituksen lakimetsissä ovat 406 000 ha ja 27 milj. m³. Muut suojeluerät, kuten varaukset, poistavat puuntuotannosta 122 000 ha metsämaata ja 8 milj. m³ elävää puustoa.

Metsähallituksen mailla suojeltu metsäalue, jolla siis on metsämaata 964 000 ha ja elävää puustoa 67 milj. m³, on Lapin puuhuollon kannalta hyvin merkittävä. Vertailun vuoksi mainittakoon, että Kittilän ja Sodankylän kuntien alueella kaikkien omistajien mailla on metsämaata 1,18 milj. ha ja elävää puustoa 57 milj. m³.

JOHDANTO

Uusin valtakunnan metsien arviointi Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakunnissa tehtiin vuosina 1978 (Perä-Lappi) ja 1982-84. Inventoinnin pääjulkaisut ovat Folia For. -sarjan numerot 436, 655 ja 661 (Mattila ja Kujala 1980, Kuusela ym. 1986, Mattila 1986). Tuloksia on esitetty mm. eri omistajaryhmien talousmetsille sisällyttäen talousmetsäosaan myöskin metsähallituksen lakimetsät, jotka nykyisin ovat hakkuutoiminnan ulkopuolella. Tämä tulostuksen puute päätettiin poistaa Lapin Metsät 2000 -projektin yhteydessä. Erilaisiin lakimetsiin sattuvat inventoinnin koealat etsittiin metsähallituksen metsätaloukartojen avulla ja näin saatu tieto lisättiin inventoinnin atk-tiedostoihin. Koealatietoihin lisättiin myöskin uusi moninaiskäyttöä koskeva koodi, joka perustuu mm. seutukaavaliiton karttamateriaalin avulla tehtyyn selvitykseen. Täydennysten jälkeen inventoinnin näytteestä on voitu laskea metsävaratiedot niille metsähallituksen metsille Lapissa, jotka käytännössä ovat nykyisin puuntuotannon piirissä.

TULOSTEN ESITTÄMINEN

Metsähallituksen metsiä koskevat päätulokset Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien osa-alueissa esitetään taulukkoissa 1 ja 2. Metsävaratiedot annetaan viidellä puuntuotannon tasolla, jotka määritellään seuraavasti:

1. Kaikki metsät puuntuotannossa
2. Puuntuotannosta pois luonnon- ja kansallispuistot, aarnialueet, tieteelliset suojelualueet, puistometsät, luonnonhoitometsät ja rakennusten välittömässä läheisyydessä olevat metsät (vuoden 1982 tilanteen mukaisesti)
3. Puuntuotannon ulkopuolella edellä mainittujen suojelualueiden lisäksi suojametsäalueen lakimetsät (1986)

4. Puuntuotannon ulkopuolella kaikkien em. suojelualueiden lisäksi talousmetsäalueen lakimetsät (1986)
5. Puuntuotannon ulkopuolella kaikkien em. suojelualueiden lisäksi (1986)
 - ojitusrauhoidusalueiden turvemaat
 - soidensuojelualueet (perustetut ja suunnitteilla olevat)
 - asema-, rakennus- ja rantakaava-alueet sekä seutukaavavaraukset
 - 'säästiöt' (perustetut ja suunnitteilla olevat)
 - maisemallisesti arvokkaat tai sijainnin vuoksi varoista käsittelyä vaativat alueet
 - seutukaavaliiton LO- ja RA-alueet
 - suunnitteilla olevat luonnon- ja kansallispuistot

Tasolla 5 puuntuotannon piirissä katsotaan olevan mm. puolustusvoimain ampuma-alueet, ojitusrauhoidusalueiden kangasmaat ja ns. viimeiset erämaat. Vuosiluku 1986 (tasot 3 - 5) viittaa siihen, että ko. suojelualueiden osoittamiseen tarvittava tieto on kerätty Lapin Metsät 2000 -projektia varten vuonna 1986.

INVENTOINTIMENETELMÄ

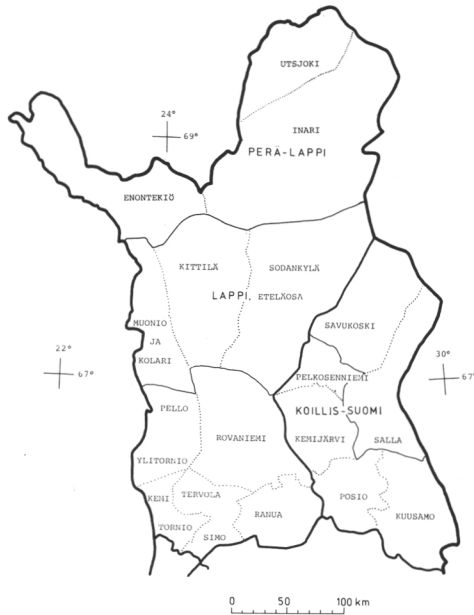
Lapin metsien inventoinnissa tulkitaan tiheä koealaverkko ilmakuvilta ja osa koealoista mitataan maastossa. Maastotiedot laajennetaan koko ilmakuvanäytteeseen, minkä ansiosta tuloksia voidaan laskea suhteellisen pienille osa-alueille. Siis pienillä alueilla osittain tukeudutaan alueen ulkopuolella mitattuun maastotietoon, mikä tekee mm. puuston rakennetta ja kasvupaikkojen laatua koskevat tunnusluvut harhaisiksi pienalueilla.

Perä-Lapissa yksityismailla mitattu maastotieto vaikuttaa metsähallituksen metsiä koskeviin tuloksiin ja päinvastoin. Samoin suojelualueilla mitattu maastotieto vaikuttaa talousmetsien tuloksiin ja päinvastoin. Tämä johtuu siitä, että maastotieto on aikoinaan laajennettu ilmakuva-äytteen pitämättä omistajaa ja metsän käyttöä ryhmittelytekijänä.

Tarkastelualueen eteläosassa ilmakuva- ja maastonäytteen yhdistäminen on tehty erikseen kaikilla puuntuotannon tasoilla ja kullakin tasolla erikseen metsähallituksen maille ja yksityismailla. Näin tuloksiin ei liity edellä mainittuja harhaisuuksia¹⁾, mikä lienee olennainen parannus tulosten käyttökelpoisuuden kannalta. Erillisistä yhdistämisistä johtuen arvioissa on enemmän satunnaisvaihtelua. Tämä tulee esille kahdesti mäntytykin tilavuusarvion yhteydessä taulukossa 1. Tilavuusarvio suurenee siirryttäessä alemmalle puuntuotannon tasolle, vaikka maa-alan ja metsämaan alan arviot pienenevät. Tämä johtuu siitä, että yhdistettäessä ilmakuva- ja maastonäytteet uudestaan alemman tason laskelmia varten mäntytykin keskitilavuusarvio sattumalta tulee paljon suuremmaksi kuin edellisellä tasolla.

Puuston kasvuprosentit arvioidaan puulajeittain koepuukairausten perusteella. Koepuiden pienestä määrästä johtuen kasvuprosentteja ei luotettavuussyistä kannata arvioida erikseen eri omistajaryhmille ja käytön perusteella rajattaville metsän osille. Prosentit on kuitenkin laskettu itsenäisesti viidessä osa-alueessa (kuva 1), jotka puulajirakenteen sekä omistussuhteiden ja metsän käytön osalta poikkeavat toisistaan. Näitä kasvusadanneksia soveltamalla puulajeittaisiin tilavuusarvioihin kasvuestimaattien harhaisuus vähenee tuntuvasti tarkastelualueen eteläosassa. Jäännösharha vaikuttaa siten, että suojelualueiden metsien kasvu tulee yliarvioitua.

1) Huom. kuitenkin kasvun arvio



Kuva 1. Tarkastelualueen jako tulostusalueisiin

TULOKSIA

Seuraavassa päätulosten lyhyessä esittelyssä osa-alueet merkitään LE = Lapin piirimetsälautakunnan eteläosa, KS = Koillis-Suomen piirimetsälautakunta ja PL = Perä-Lappi. Metsähallituksen maiden maa-alan (A) ja metsämaan alan (A_p) arviot puuntuotannon eri tasoilla ovat (ks. kuva 2):

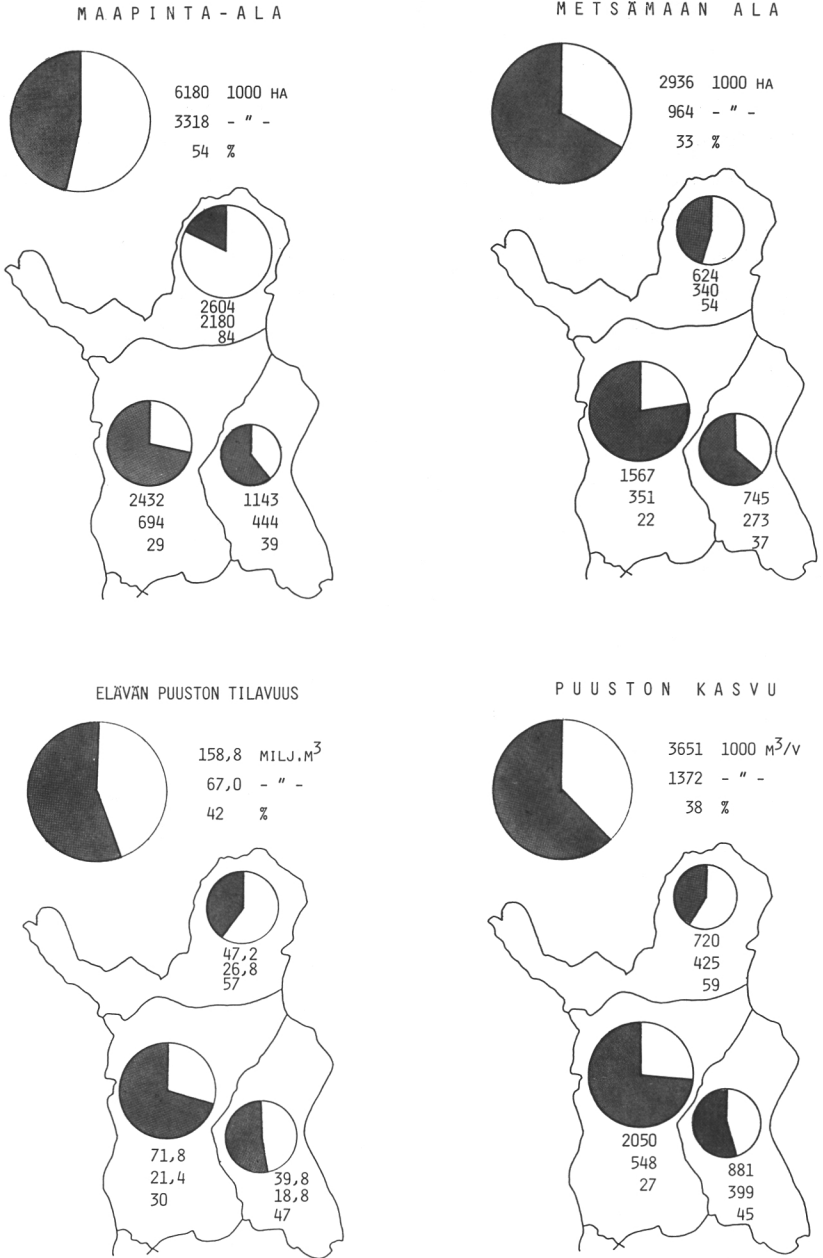
Taso	A				A_p			
	LE	KS	PL	Yht.	LE	KS	PL	Yht
	Km^2							
1	24322	11432	26042	61796	15670	7453	6239	29362
2	20037	9463	20966	50466	13772	6219	5014	25005
3	19208	8715	5220	33143	13239	5850	3433	22522
4	18211	7589	5099	30899	12533	5040	3371	20944
5	17377	6997	4237	28611	12156	4728	2841	19725

Eri suojeluerien suuruus saadaan selville vertaamalla peräkäisiä tasoja toisiinsa. Tasojen 1 ja 5 erotus ilmaisee suojelun kokonaisvaikutuksen. Suojelun piirissä on 3,32 milj. ha maata (54 % maa-alasta) ja 0,96 milj. ha metsämaata (33 % metsämaasta). Suurin suojeluerä maan osalta ovat puistojen (= luonnon- ja kansallispuistot yms.) ulkopuoliset suojametsäalueen lakimetsät. Metsämaata sen sijaan jää eniten puistoihin.

Inventoinnin mukaan puistojen ulkopuolisissa metsähallituksen lakimetsissä on metsämaata 406 000 ha. Metsähallituksen oman tilaston mukaan ko. pinta-ala Perä-Pohjolan piirikunnan alueella on 324 000 ha. Ero osittain selittyy sillä, että inventoinnin arvio maa-alasta kyseisessä ositteessa on 87 000 ha metsähallituksen arviota suurempi. Tulos on oikeasuuntainen, sillä inventointi kattaa myöskin Kuusamon kunnan, joka kuuluu Pohjanmaan piirikuntaan.

Elävän puuston tilavuus (V) ja sen vuotuinen kasvu (I) metsähallituksen metsissä eri puuntuotannon tasoilla inventoinnin mukaan ovat (ks. kuva 2):

Taso	V				I			
	LE	KS	PL	Yht.	LE	KS	PL	Yht.
	1000 m ³				1000 m ³ /v			
1	71776	39835	47188	158799	2050	881	720	3651
2	58996	30391	37718	127105	1705	678	574	2957
3	56117	29051	24506	109674	1637	657	355	2649
4	52860	23124	24063	100047	1567	530	348	2445
5	50369	20998	20408	91775	1502	482	295	2279



Kuva 2. Metsähallituksen metsiä koskevat päätulokset Lapin kolmessa päätulostusalueessa. VMI7 1978 (Perä-Lappi) ja 1982-84. Lukujen selitykset: ylin = kokonaismäärä (pinta-alaa tai tilavuutta), keskimäinen = suojelun piirissä oleva määrä ja alin = suojelun %-osuus kokonaismäärästä.
 ■ puuntuotannossa
 □ poissa puuntuotannosta

Elävän puuston tilavuus suojelualueilla on tällä hetkellä 67 milj. m³, mikä on 42,2 % elävän puuston koko määrästä metsähallituksen mailla. Puuston kasvu suojelualueilla on 1,37 milj. m³/v ja sen osuus kaikkien metsien kasvusta on 37,6 %. Osuuksista ilmenee, että suojelualueiden metsät ovat huonokasvuisempia kuin taloustoiminnan piirissä olevat metsät. Pääasiallinen syy ilmiöön on ikärakenteen eroissa ja suojelualueiden metsien sijainnissa huonommissa kasvuolosuhteissa.

Puistot yms. ovat suurin suojeluerä sekä puuston tilavuuden että kasvun osalta. Tämä on seurausta metsämaan suuresta pinta-alasta ko. suojelualueilla.

Elävän puuston tilavuus metsämaalla (V_p) ja käyttökelpoisen kuolleeseen puuston tilavuus (V_{kp}) puuntuotannon eri tasoilla inventoinnin mukaan ovat:

Taso	V_p				V_{kp}			
	LE	KS	PL	Yht.	LE	KS	PL	Yht.
1000 m ³								
1	66633	36166	34433	137232	3768	3572	3908	11248
2	55126	27837	28005	110968	2831	2604	3106	8541
3	52459	26858	22671	101988	2708	2587	2391	7686
4	49426	21454	22306	93186	2379	2071	2351	6801
5	47428	19607	18966	86001	2153	1885	1999	6037

Metsämaan elävästä puustosta on suojelun piirissä 37 %, mikä on selvästi vähemmän kuin kaikkien maaluokkien elävää puustoa koskeva vastaava osuusluku (42 %). Ero johtuu siitä, että kitumaan puustoja on suojelualueilla suhteellisesti paljon enemmän kuin talousmetsissä. Käyttökelpoisesta kuolleesta puustosta (kaikki maaluokat) jää suojelualueille 46 %. Tämä puolestaan on suhteellisesti enemmän kuin elävässä puustossa.

Ilmiö selittyy suojelualueiden metsien vanhemman ikärakenteen ja hoitamattomuuden kautta.

Esitettäköön vielä lopuksi eräitä tunnuslukuja tasolla 1 (kaikki metsät) ja tasolla 5 (varsinaiset talousmetsät), joista voi päätellä mihin suuntaan suojelualueiden metsät poikkeavat talousmetsistä.

Tunnusluku	Taso	LE	KS	PL
Metsämaan	1	64,43	65,19	23,96
osuus, %	5	69,95	67,58	67,06
Keskitilavuus	1	42,52	48,53	60,87
metsämaalla, m ³ /ha	5	39,02	41,46	66,75
Männyn osuus	1	55,45	46,14	81,18
puustosta, %	5	57,38	52,73	88,10
Kangasmaiden	1	59,53	65,93	78,50
osuus, %	5	58,63	59,26	79,60

Metsämaan osuus on talousmetsissä selvästi korkeampi kuin suojelualueilla. Tarkastelualan eteläosassa keskitilavuus metsämaalla on hakkuutoiminnan takia alempi talousmetsissä kuin suojelualueilla. Perä-Lapissa metsämaa on talousmetsissä puustoisempaa kuin suojelualueilla. Tämä on seurausta hakkuutoiminnan vähäisyydestä ja luonnonolosuhteista. Männyn osuus puustosta on kaikkialla korkeampi talousmetsissä. Suojelualueilla on suhteellisen runsaasti koivua Perä-Lapissa ja kuusta tarkastelualan eteläosassa. Koillis-Suomen piirimetsälautakunnassa kankaiden osuus suojelualueilla on paljon suurempi kuin talousmetsissä.

KIRJALLISUUS

- Kuusela, K., Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982-84. Summary: Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984. Folia For. 655:1-86.
- Mattila, E. 1986. Lapin metsävarat osa-alueittain. Valtakunnan metsien 7. inventointi vuosina 1978 ja 1982-84. Summary: The forest resources of Finnish Lapland by sub-areas. The 7th National Forest Inventory in 1978 and 1982-84. Folia For. 661. 77 p.
- & Kujala, M. 1980. Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978. Summary: Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978. Folia For. 436:1-21.

Taulukko 1. Metsähallituksen metsiä koskevia tunnuslukuja puuntuotannon eri tasoilla tarkastelualueen eteläosassa kuntaryhmittäin. VMI 7 1982-84.

Puun- tuotannon taso ¹⁾	Koko maapinta-alaa koskevat tunnusluvut ²⁾										Metsämaata koskevat tunnusluvut ²⁾									
	A Km ²	P %	V 1000 m ³	P _{mä}	P _{Ku}	P _{lp}	V _{Kp}	V _{mät} 1000 m ³	P _t	P _{Kg}	A _p Km ²	\bar{x} m ³ /ha	V _p 1000 m ³	A _u Km ²	P _{Vt} %	H m	DD O _c	P' kg		
1	7738	72,05	25598	58	22	20	1191	4410	23	54	5575	43,40	24196	1020	19,11	169	857	73,95		
2	7169	73,71	23152	57	22	21	964	4060	23	56	5284	41,52	21942	828	18,84	170	857	74,79		
3	7153	73,60	23142	57	22	21	956	4042	23	56	5265	41,67	21937	824	18,55	170	857	74,65		
4	6892	74,06	22400	59	21	20	896	41184	24	56	5104	41,89	21384	801	17,52	168	859	73,92		
5	16585	60,87	46177	54	26	20	2577	7715	24	62	10095	42,04	42437	3183	33,01	260	712	90,83		
2	12868	65,96	35843	51	28	21	1866	5437	23	61	8488	39,10	33184	2253	30,27	257	718	89,51		
3	12040	66,07	32964	52	27	23	1743	5160	23	60	7955	38,36	30518	2047	30,26	251	725	89,16		
4	11058	65,73	29718	53	27	22	1423	4933	22	59	7268	37,82	27489	1628	27,52	244	730	88,39		
5	10484	67,26	27969	56	22	22	1257	4781	21	60	7051	36,93	26044	1528	28,25	244	730	88,71		
1	3372	66,27	13020	45	39	16	878	1901	29	57	2235	52,96	11834	700	26,65	255	789	84,05		
2	3065	67,46	10796	48	36	16	766	1618	28	57	2068	48,36	9998	551	24,66	254	790	83,28		
3	2804	65,71	9265	50	34	16	628	1351	27	55	1843	45,70	8421	435	21,84	246	795	82,07		
4	2517	67,39	8396	48	35	17	555	1176	27	55	1697	45,92	7791	415	22,66	246	796	81,08		
1	8060	64,73	26814	47	38	15	2694	4771	31	70	5218	46,63	24332	2092	34,78	277	728	92,40		
2	6399	64,88	19595	47	37	16	1838	3517	31	67	4152	42,97	17838	1395	29,99	274	734	91,01		
3	5650	66,94	18255	52	31	17	1821	35434	29	64	3782	44,58	16860	1217	31,19	266	741	89,87		
4	4785	66,81	13859	53	28	19	1443	2733	30	61	3197	40,77	13033	941	28,86	254	748	89,70		
5	4479	67,69	12602	56	26	18	1330	2643	30	61	3032	38,97	11816	796	24,96	255	747	89,01		
1	35755	64,67	111610	52	30	18	7340	18796	26	62	23123	44,46	102799	6995	29,44	241	758	86,46		
2	29500	67,77	89386	51	29	20	5434	14633	25	61	19991	41,50	82962	5026	26,61	237	766	85,29		
3	27924	68,36	85168	53	28	19	5295	14381	25	60	19089	41,55	79318	4643	26,68	232	772	84,69		
4	25801	68,11	75984	55	25	20	4449	13060	25	58	17573	40,33	70880	3829	24,48	224	778	83,85		
5	24373	69,27	71367	56	24	20	4039	12718	24	59	16884	39,70	67035	3539	23,85	223	779	83,53		

1) Tasot selitety tarkemmin tekstissä. 1 = ei rajoituksia. Tulokset kuvaavat metsähallituksen kaikkia metsiä. 5 = kaikki käytännössä hakuuotoinnin ulkopuolella olevat metsät poistettu ennen tulosten laskentaa.

2) A = maapinta-ala
P = metsämaan osuus
V = elävän puuston tilavuus
P_{mä} = metsämaan osuus
P_{Ku} = männyn osuus puuston tilavuudesta
P_{lp} = kuusen osuus puuston tilavuudesta
P_t = lehtipuuden osuus puuston tilavuudesta
P_{Kg} = lehtipuuden osuus puuston tilavuudesta
P_{Vt} = elävän puuston keskitilavuus kuorineen.
Huom! Kaikki tilavuudet ovat kiintokuutiometriä kuorineen.

3) Osuus metsä-, kitu- ja joutomaan alasta.

4) Otantavirheestä johtuen tilavuusarvio suurempi kuin edellisellä tasolla. Asiaa sivutaan tekstissä.

V_p = elävän puuston tilavuus metsämaalla
A_u = uudistuskypsiensien pinta-ala
P_{Vt} = vajaanpuuttoisten metsien osuus
H = maaston keskikorkeus metsämaalla
DD = keskilämpösumma metsämaalla
P', kg = kankaiden osuus metsämaalla

Puun- tuotannon taso ¹⁾	Tunnusluku ²⁾							
	A Km ²	p %	V 1000 m ³	V _{kp} m ³	P _{kg} %	A _p Km ²	\bar{x}_p m ³ /ha	V _p 1000 m ³
	Inari							
1	13930	39,80	41291	3908	78	5544	62,10	34433
2	10727	41,75	32923	3106	79	4479	62,53	28005
3	5220	65,76	24506	2391	81	3433	66,04	22671
4	5099	66,12	24063	2351	81	3371	66,17	22306
5	4237	67,06	20408	1999	80	2841	66,75	18966
	Enontekiö							
1	7095	9,60	5155	257	75	681	50,67	3452
2	6089	8,60	4141	206	76	524	52,29	2738
	Utsjoki							
1	5018	0,26	741	7	85	13	69,16	91
2	4150	0,27	653	7	86	11	66,39	74
	Perä-Lappi							
1	26042	23,96	47188	4173	79	6239	60,87	37976
2	20966	23,91	37718	3319	80	5014	61,47	30816
3-5	Tasojen 3-5 metsiä vain Inarin kunnassa							

1) Katso taulukko 1, alaviitta 1

2) " " 1, " 2

Taulukko 2. Metsähallituksen metsiä koskevia tunnuslukuja puuntuotannon eri tasoilla Perä-Lapissa kunnittain. VMI7 1978.

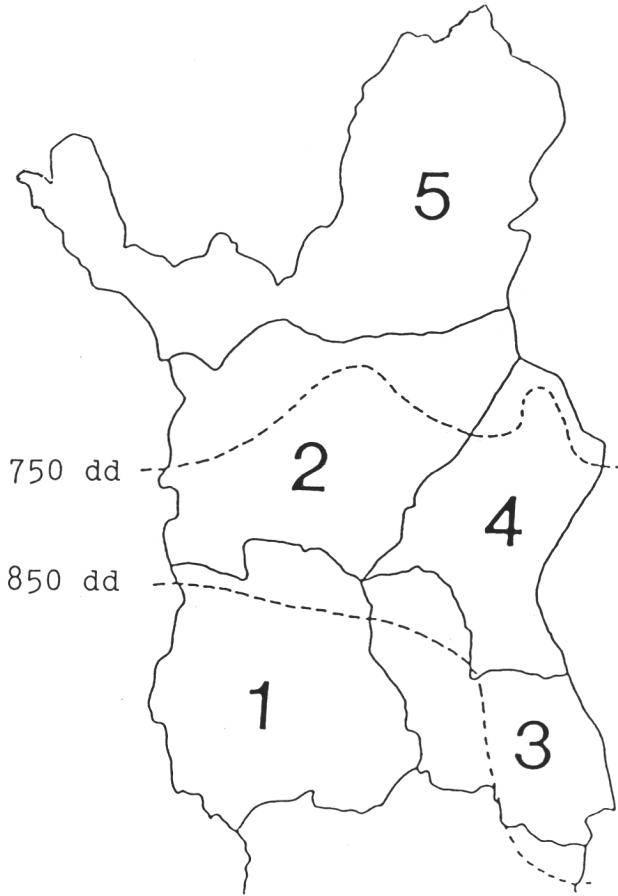
LAPIN SUOMETSÄT - VMI 7:N TULOKSIA

Timo Penttilä

JOHDANTO

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ja metsänarvioimisen tutkimusosaston yhteistyönä aloitettiin vuonna 1979 lähinnä metsätalouskäytössä olevia soita ja metsäojituksen vaikutuksia koskeva tutkimus, joka perustuu pääasiassa valtakunnan metsien 6. ja 7. inventoinnin aineistoihin, sekä 3. inventoinnista julkaistuihin tuloksiin. Kahtatoista eteläisen Suomen piirimetsälautakunnan aluetta ja edelleen Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun piirimetsälautakuntien aluetta koskevia suotuloksia on julkaistu jo aiemmin (Paavilainen ja Tiihonen 1984, 1985). Lisäksi on esitetty koko Suomen soita koskevia päätuloksia (Paavilainen 1986).

Tässä julkaisussa esitetään Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien aluetta koskevia suotuloksia. Tarkasteltavien piirimetsälautakuntien alue on tässä yhteydessä jaettu viiteen osa-alueeseen (kuva 1). Pohjoisimmasta osa-alueesta, joka käsittää Enontekiön, Inarin ja Utsjoen kunnat, esitetään lähinnä vain soiden pinta-alaan liittyviä tuloksia. Muilta osa-alueilta tarkastellaan lisäksi soiden kasvupaikkatyyppeihin, kuivatusasteeseen, puulajisuhteisiin, kehitysluokkiin, metsänhoidolliseen tilaan ja käsittelyn tarpeeseen sekä puuston tilavuuteen ja kasvuun liittyviä tunnuksia ja jakaumia (taulukko 1). Yksityiskohtaisemmat tulokset tullaan lähiaikoina julkaisemaan Folia Forestalia -sarjassa, jolloin esitellään myös tulosten laskennassa sovellettuja menetelmiä.



Kuva 1. Tutkimusalueen jako osa-alueisiin ja tehoisa lämpösumma kaudella 1941-1970.

Taulukko 1. Keskeisiä soiden tunnuslukuja ja jakaumia valtakunnan metsien 7. inventoinnissa Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien alueella

TUNNUS	OSA-ALUE							
	1	2	3	4	1+3	2+4	1-4	5
SUOPINTA-ALA, yht. km ²	9043	9551	4612	4992	13655	14543	28198	6183
- ojitetut suot, km ²	4106	1280	1430	904	5536	2184	7726	43
- metsämaan suot, km ²	4152	1550	1495	1275	5647	2825	8473	13
- ojitetut metsämaan suot, km ²	3031	789	916	653	3947	1442	5309	8
SOIDEN OSUUS METSÄMAASTA, %	30	11	19	14	26	12	19	0,1
METSÄMAAN SOISTA KORPIA, %	43	47	24	48	38	47	41	8
- " - RÄMEITÄ, %	57	53	76	52	62	53	59	92
KASVUPAIKATYYPIET METSÄMAAN SOILLA, %								
1 Lehtoiset, lettoiset	5	8	3	1	4	5	4	
2 Ruohoiset	30	34	16	35	26	34	29	
3 Mustikkaiset, Suursaraiset	29	24	25	29	28	27	28	
4 Puolukkaistet, Piensaraiset	33	31	52	27	39	29	35	
5 Isovarpuiset, Tupasvillaiset	3	3	4	8	3	5	4	
PUULAJIVALTAISUUS mänty	9	4	24	6	11	5	9	
METSÄMAAN kuusi	41	63	28	57	39	60	47	
KORVISSA, % lehtipuut	41	29	36	33	40	31	36	
PUULAJIVALTAISUUS mänty	94	99	95	93	95	96	95	
METSÄMAAN kuusi	1	1	3	4	2	3	2	
RÄMEILLÄ, % lehtipuut	5	-	1	2	3	1	3	
METSÄMAAN aukeat, siemenp. 1	4	2	6	2	5	2	4	
SOIDEN pieni taimikko 2	4	6	2	4	3	5	4	
KEHITYSLUOKAT vartt. " 3	38	23	49	38	41	30	37	
nuori kasv.metsä 4	33	35	27	23	32	29	31	
vartt. "- 5	12	10	10	10	11	10	11	
uud.kypsä metsä 6	8	22	4	21	7	22	12	
suojuspuumetsä 7	0	1	1	2	0	1	1	
VAJAATUOTTOISTEN METSÄMAAN soilla	14	19	15	18	14	18	16	
METSİKÖIDEN OSUUS, % kankailla	22	30	21	32	22	31	27	
METSÄNHOIDOLLISTEN TOIMENPITEIDEN, TARVE (10 v) METSÄMAAN SOILLA, km ²								
- metsänviljely	386	107	175	125	561	232	793	
- kiir. taimikonhoito	538	46	33	78	571	124	695	
- ei kiir. "-	605	168	196	107	801	275	1076	
HAKKUUN TARVE METSÄMAAN SOILLA (10 v), km ²								
- kasvatushakkuu	524	197	205	153	728	349	1077	
- joista ylispuuhakkuita	178	73	86	72	264	145	411	
- uudistushakkuu	451	292	154	263	606	555	1161	
OJITUSTARVE METSÄMAAN SOILLA, km ²								
- uudisojitus	800	247	241	300	1041	547	1588	
- täydennysojitus (+ perkaus)	448	142	50	77	498	219	717	
- oijen perkaus	335	38	0	17	335	55	390	
ELÄVÄN PUUSTON KESKITILAVUUS METSÄMAALLA, m ³ /ha								
korvet	52	46	33	43	49	45	47	
rämeet	23	20	28	18	24	19	23	
suot	35	32	29	30	34	31	33	
kankaat	53	46	56	48	54	46	50	
RUNKOLUKU METSÄMAAN SOILLA, kpl/ha	1668	1520	1217	1162				
POHJAPINTA-ALA METSÄMAAN SOILLA, m ² /ha	7,9	7,5	6,5	6,6				
PUUSTON KOKONAISKASVU, 1000 m ³ /v								
metsämaan suot	715	171	165	105	881	276	1156	
kitumaan suot	94	90	46	43	140	133	272	
yht.	809	261	211	147	1020	408	1428	
PUUSTON KESKIKASVU METSÄMAALLA, m ³ /ha/v								
korvet	2,5	1,5	1,1	1,0	2,3	1,3	1,9	
rämeet	1,2	0,8	1,1	0,6	1,1	0,7	1,0	
suot	1,7	1,1	1,1	0,8	1,6	1,0	1,4	
kankaat	1,7	1,1	1,4	1,0	1,6	1,1	1,3	

TULOKSET

Pinta-alajakaumat

Yli kolmannes Lapin metsätalousmaasta on suota. Soiden osuus on suurimmillaan noin puolet maapinta-alasta alueen lounaisosassa ja pienenee pohjoista kohti.

Soiden ja soistuneiden kankaiden pinta-ala eri inventoinneissa oli seuraava:

Inventointi		Suot kaikkiaan	Ojitetut suot km ²	Soistuneet kankaat
1952-53	3.	36 260	866	4 152
1969-70	5.	35 580	4 753	4 121
1974-76	6.	34 820	6 760	3 979
1982-84	7.	34 381	7 765	3 781

Suoksi luokitellun maan pinta-ala on vähentynyt 1950-luvun alun ja 1980-luvun alun välisenä aikana lähes 200 000 ha.

Vuosista 1952-1953 vuosiin 1982-1984 on metsämaan soiden pinta-ala lisääntynyt 194 000 ha, joten ojituksen seurauksena kitu- ja joutomaan soita on siirtynyt metsämaaksi. Toisaalta metsätalousmaan soiden kokonaispinta-alan väheneminen osoittaa, että soita on siirtynyt joko muuhun käyttöön tai kankaiden luokkaan.

Vuosina 1982-1984 ojitettuja kankaita oli tutkimusalueella kaikkiaan n. 95 000 ha. Vuosista 1952-1953 vuosiin 1982-1984 soistuneiden kankaiden ala on vähentynyt n. 37 000 ha. Vertailu osoittaa, että ojitettuihin kankaisiin sisältynee myös aiemmin suoksi luokiteltuja kasvupaikkoja ehkä jopa n. 60 000 ha.

Koko alueen kaikista soista puolet oli rämeitä, kolmannes avosoita ja 17 % korpia. Korprien suhteellinen osuus metsämaan soista oli koko alueella n. 40 %. Korprien osuus kitu- ja joutomaan soista oli vähäinen. Kaikki suot mukaan lukien korpia oli määrällisesti ja suhteellisesti eniten osa-alueella 1. Rämeiden osuus oli vallitseva sekä metsämaan että etenkin kitumaan soilla. Suometsämaa oli rämevaltaisinta Koillis-Suomen pml:n eteläosassa. Määrällisesti eniten rämeitä oli kuitenkin Lapin pml:n eteläisimmässä osassa.

Koko tutkimusalueen suometsämaasta lähes puolet oli osa-alueessa 1. Loppuosa jakautui melko tasaisesti osa-alueille 2-4. Keski-Lapin osa-alueissa 2 ja 4 lähes puolet kaikista metsämaan soista ja yli puolet metsämaan korvista oli ojittamattomia. Eteläisissä osa-alueissakin ojittamattomien soiden osuus suometsämaasta oli lähes kolmannes. Koko tarkastelualueen suopinta-alasta yli kolme neljännestä oli ojittamattomia soita. Kitumaan soista oli ojitettuja koko alueella noin kuudennes eli 190 000 ha. Selvästi eniten ojitettuja kitumaan soita, n. 82 000 ha, oli osa-alueella 1. Joutomaan ojitettuja soita oli koko alueella n. 44 000 ha, josta yli puolet oli osa-alueella 1.

Tarkasteltaessa metsämaan ojitettuja soita oli ojikkojen osuus 14 %, muuttumien 78 % ja turvekankaiden 8 %. Ojitetuista metsämaan korvista turvekankaita oli 17 % ja rämeistä vain 3 %. Lettoisia, lehtoisia ja ruohoisia soita esiintyi koko alueella noin kolmannes kaikista soista. Kokonaisuudessaan Lapin pml:n suot ja varsinkin puuntuotannon kannalta tärkeät metsämaan suot olivat ravinteisuudeltaan parempia kuin Koillis-Suomen pml:n suot.

Metsämaan korvissa esiintyi parhaita ravinteisuusluokkia suhteellisesti runsaammin kuin metsämaan rämeillä. Yli puolet

metsämaan korvista kuului lehtoisiin, lettoisiin tai ruohoi-
siin tyyppeihin. Ruohoisuus oli yleisin korpien ravinteisuus-
luokka. Yleisin metsämaan rämeiden ravinteisuusluokka oli
piensaraiset rämeet, joita oli yli puolet kaikista metsämaan
rämeistä.

Puusto

Metsämaan soiden pinta-alasta 60 % oli mäntyvaltaisia, 20 %
kuusi- ja 16 % lehtipuuvaltaisia metsiköitä. Rämeet
olivat kaikissa osa-alueissa lähes kaikki mäntyvaltaisia met-
siköitä. Metsämaan korvista puolet oli koko alueella kuusi-
valtaisia metsiköitä. Lehtipuuvallitusten osuus oli runsas
kolmannes ja mäntyvaltaisia oli 9 %. Aukeiden alojen osuus
oli suuri, keskimäärin 7 %. Lehtipuuvallitusta korpia oli suh-
teellisesti ja määrällisesti eniten Lapin pml:n eteläosassa.
Korpiturvekankaista selvästi suurempi osuus oli lehtipuuvallit-
taisia kuin muiden kuivatusasteiden metsiköistä.

Puulajivaltaisuuksessa ei ole tapahtunut 6. ja 7. inventoinnin
välillä koko tutkimusalueen kaikilla metsämaan soilla suuria
muutoksia, kuten seuraavasta asetelmasta voidaan päätellä.
Lehtipuuvallitusten metsiköiden osuus on ehkä hieman lisääntyy-
nyt samalla kun aukeiden alojen osuus on vähentynyt.

Inventointi	Metsämaan alaryhmä	Vallitseva puulaji			
		aukea	mänty	kuusi	lehtip.
		% alasta			
6.	suot	5	59	22	14
7.		3	60	21	16
6.	suot ja	4	68	21	7
7.	kankaat	5	70	20	5

Koko tutkimusalueella (pl. osa-alue 5) lähes puolet suometsistä oli 7. inventoinnissa aukeita aloja, siemenpuumetsiköitä tai taimikoita. Kasvatusmetsien osuus oli runsaat 40 % ja uudistuskypsiä tai suojuspuumetsiköitä oli 13 %. Kankaisiin verrattuna soilla oli varttuneita kasvatusmetsiköitä ja uudistuskypsiä metsiköitä vähemmän ja vastaavasti varttuneita taimikoita ja nuoria kasvatusmetsiä selvästi enemmän.

Metsiköiden laatu ja käsittelytarve

Vajaatuottoisten metsiköiden osuus on metsämaan soilla selvästi pienempi kuin kankailla. Osa-alueilla 1-4 vajaatuottoisia suometsiköitä oli talousmetsissä n. 126 000 ha, josta lähes puolet oli osa-alueella 1. Korpien osuus vajaatuottoisista suometsiköistä oli 80 %. Korvissa turvekankaiden metsiköistä oli vajaatuottoisia puolet, luonnontilaisista soista kolmannes sekä ojikko- ja muuttumavaiheen metsiköistä noin neljännes. Luonnontilaisilla korvilla tärkein vajaatuottoisuuden syy oli yli-ikäisyys ja turvekankailla kasvupaikalle sopimaton puulaji (hieskoivu).

Metsänviljelyä on suometsiin ehdotettu kaikkiaan 79 400 ha, kiireellistä taimikonhoitoa 69 500 ha ja taimikonhoitoa toiselle 5-vuotisjaksolle 107 600 ha. Viljelyehdotukset on lähes kaikki tehty korpimetsiköille, joihin painottuu myös kiireellinen taimikonhoitotarve. Sen sijaan toisen 5-vuotisjakson taimikonhoitotarve painottuu rämeille. Osa-alueen 1 pinta-alaosuus on 49 % viljelytarpeesta ja 77 % kiireellisestä taimikonhoitotarpeesta.

Suometsiin ehdotettiin VMI 7:ssä hakkuita talousmetsiin kaikkiaan 224 000 ha eli noin neljännekselle suometsämaan alasta. Uudistushakkuuehdotukset painottuvat ojittamattomiin ja/tai vajaatuottoisiin korpiin. Kehityskelpoisten uudistuskypsi-

suometsiköiden hakkuuehdotus oli n. 40 000 ha. Kasvatushakkuuehdotus oli 108 000 ha, josta n. 72 000 ha kohdistui kehityskelpoisiin kasvatusmetsiin. Ylispuuhakkuuta ehdotettiin n. 40 000 ha alalle.

Uudisojitusta ehdotettiin metsämaan soille yhteensä 160 000 ha, josta puolet osa-alueelle 1. Lisäksi tehtiin uudisojitusehdotuksia kitumaan soille yli 260 000 ha ja joutomaan soille n. 24 000 ha. Pelkästään metsämaan soille tehty ehdotus on jo suurempi kuin mitä METSÄ 2000 -ohjelmassa ehdotettiin. Kunnostusojitustarvetta todettiin kaikkiaan n. 111 000 ha, josta kahdelle kolmannekselle ehdotettiin täydennysojitusta ja lopulle perkausta. Kunnostustarve painottuu vielä selvemmin osa-alueelle 1 kuin uudisojitustarve.

Puuston tilavuus

Metsämaan soiden elävän puuston keskitilavuus, $33 \text{ m}^3/\text{ha}$, oli selvästi pienempi kuin kangasmetsien keskitilavuus ($50 \text{ m}^3/\text{ha}$). Kaikkiaan metsä- ja kitumaan soilla oli elävää puustoa n. 39 milj. m^3 . Mäntyvaltaista osa-alueetta 3 lukuunottamatta puuston tilavuus jakautui metsämaan soilla lähes tasaisesti männyn, kuusen ja lehtipuiden kesken, kun taas kankaat olivat selvästi mäntyvaltaisia kaikilla osa-alueilla.

Elävän puuston keskitilavuus metsämaan korvissa oli $47 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja rämeillä $23 \text{ m}^3/\text{ha}$. Sekä korvissa että rämeillä ojittamattomat suot olivat keskimäärin puustoisempia kuin ojikot ja muuttumat. Korpiturvekankaille puustoa oli sen sijaan kertynyt keskimäärin peräti $69 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Eteläisillä osa-alueilla kaksi kolmannesta metsämaan korprien kokonaispuustosta oli ojitetuilla soilla. Pohjoisilla osa-alueilla puolestaan ojittamattomien korprien osuus kokonaispuustosta oli lähes kolme neljännestä. Metsämaan rämeilläkin yli kolmannes kokonaispuustosta oli ojittamattomilla soilla.

Kehitysluokittain tarkasteltuna kasvatusmetsät ja uudistuskypsät metsiköt olivat kankailla selvästi puustoisempia kuin soilla. Tämä johtunee pääosin suometsien puuston ryhmittäisyydestä ja aukkoisuudesta, mikä on tyypillistä tutkimusalueella yleisten nevakorpien ja -rämeiden puustoille. Soiden ja kankaiden kehitysluokkajakaumien eroa havainnollistaa se, että puuston kokonaistilavuus oli soilla suurin nuorten kasvatusmetsien luokassa, kun kankailla eniten puustoa oli uudistuskypsissä metsissä.

Puuston vuotuinen kasvu

Osa-alueilla 1-4 puuston kokonaiskasvu metsä- ja kitumaan kaikissa suometsissä oli n. 1,4 milj. m³/v. Kaikilla metsämaan soilla kokonaiskasvu oli 1,2 milj. m³/v ja keskikasvu 1,36 m³/ha/v. Ojittamattomien soiden osuus metsämaan soiden puuston vuotuisesta kasvusta oli koko alueella 27 %.

Vuosista 1952-53 vuosiin 1982-84 alueen suometsien vuotuinen kasvu on lisääntynyt n. 0,28 milj. m³ eli 25 %.

Metsämaalla sekä männyn että lehtipuuston osuus kasvusta oli keskimäärin 40 % ja kuusen osuus runsaat 20 %. Kuusen osuus kasvusta oli siten selvästi pienempi kuin sen osuus puuston tilavuudesta. Metsämaan korpien keskikasvu oli selvästi parempi kuin rämeiden, mikä osittain johtuu korpien runsaammas- ta puustosta ja kasvupaikkatyypijakaumien eroista, mutta osaksi ilmeisesti myös luontaisista eroista korpien ja rämeiden ravinteisuudessa samankin ravinteisuusluokan sisällä.

TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimusalueen suot käsittävät noin kolmanneksen koko maan suopinta-alasta. Ankaran ilmaston ja aapasuovyöhykkeelle ominaisen avosoiden suuren osuuden vuoksi alueen soiden hyödyntäminen metsätaloudessa on kuitenkin suhteellisesti vähäisempää kuin eteläisemmässä osassa Suomea. Pääosa ojituksista on tehty 1960-luvulta lähtien, ja uudisojitus on edelleenkin tärkeä metsänparannuksen työmuoto.

Soiden pinta-alan arvio on pienentynyt Lapissa, niinkuin muuallakin Suomessa ainakin osittain siksi, että ojituksen seurauksena ohutturpeisia soita on siirtynyt kankaiden luokkaan. Tästä syystä turvemaiden metsänparannuksen vaikutuksista saadaan lievä aliarvio, kun verrataan suometsien puustotunnuksia 3. ja 7. inventoinnissa. Selvää kuitenkin on, että suhteellinen kasvunlisäys Lapin suometsissä mainittuna ajaksona on pienempi kuin Etelä-Suomen sekä Pohjanmaan-Kainuun alueilla. Paitsi ilmastosta, ero johtunee osaksi myös siitä, että Lapissa ojitukset ovat keskimäärin nuorempia ja ojitusalueiden lähtöpuustot vähäisiä, varsinkin rämeillä.

Lapin ojitettujen soiden tyypillinen piirre on taimikoiden ja nuorten kasvatusmetsien runsaus. Metsät ovat kiihtyvän kasvun vaiheessa, jolloin on erityisen tärkeää huolehtia metsiköiden kehitystä tuottoisiksi talousmetsiksi ohjaavista metsänhoitotoimista - taimikonhoidosta ja kasvatushakkuista. Erityisen suuri hoitotarve on eteläisen Lapin ojitetuilla korpisoilla, joilla lehtipuuvaltaisuus näyttää lisääntyvän arvokkaamman havupuuston kustannuksella. Vanhemmilla ojitusalueilla hoitamattomuus on jo aiheuttanut vajaatuottoisuutta. Rämeillä lehtipuusto ei näyttäisi aiheuttavan Lapin oloissa suuria ongelmia. Pikemminkin näyttää siltä, että rämeiden puustot ovat turhankin harvoja, eikä niillä kasvatushakkuiden tarvetta ole

läheskään siinä määrin kuin eteläisemmässä Suomessa. Keskimäärin metsämaan soiden metsänhoidollinen tila on Lapissa, kuten etelämpänäkin selvästi parempi kuin kangasmetsissä. Sen seurauksena myös hehtaaria kohti laskettu keskikasvu on soilla hieman suurempi kuin kankailla, vaikka puuston keskitilavuus on kankailla selvästi suurempi kuin soilla.

VMI 7:ssä ehdotettiin Lappiin vielä varsin runsaasti uudisojituksia. Käytännössä lienee kuitenkin uuden metsänparannuslain voimaantulon myötä syytä valmistautua kunnostusojitusten lisääntymiseen jopa pääasialliseksi ojituksen työalajiksi Lapissaakin jo lähivuosina. Kiireellisin ojien kunnossapitotarve näyttäisi kohdistuvan samoille alueille kuin kasvatushakkuutarvekin, eli Lapin pml:n eteläosien korpimetsiin.

Tarkastelualueen metsämaan soiden pinta-ala on n. 18 % koko maan metsämaan soiden alasta, mutta suometsien kasvu vain 9 % koko maan suometsien vuotuisesta kasvusta. Monien muidenkin tunnusten vertailu koko maan arvoihin osoittaa näennäisesti, että Lapissa toimitaan kansantaloudellisesti kannattavan metsäojituksen äärirajoilla. Suometsien osuus Lapin talousmetsien vuotuisesta kasvusta on kuitenkin jo nyt yli neljännes ja osuus tulee vuosituhanen loppuun mennessä kasvamaan. Etelä-Lapissa vastaava osuus on kolmannes ja Lapin kolmion alueella peräti 45 %. Näin ollen maakunnan metsätalouden ja siten myös aluetalouden kannalta suometsillä on Lapissa, etenkin Etelä-Lapissa hyvin tärkeä merkitys.

KIRJALLISUUS

- Paavilainen, E. & Tiihonen P. 1984. Etelä- ja Keski-Suomen suometsät vuosina 1951-1981. Folia For. 580:1-20.
- " - & Tiihonen, P. 1985. Keski- ja Pohjanmaan sekä Kainuun suometsät vuosina 1951-1983. Folia For. 617:1-19.
- Paavilainen, E. 1986. Peatland Forests in Finland. In: Socio-economic impacts of the utilization of peatlands in industry and forestry. Proceedings of the IPS Symposium. Oulu, Finland, June 9-13, 1986.

LAPIN METSÄ 2000-PROJEKTIN ESITTELY

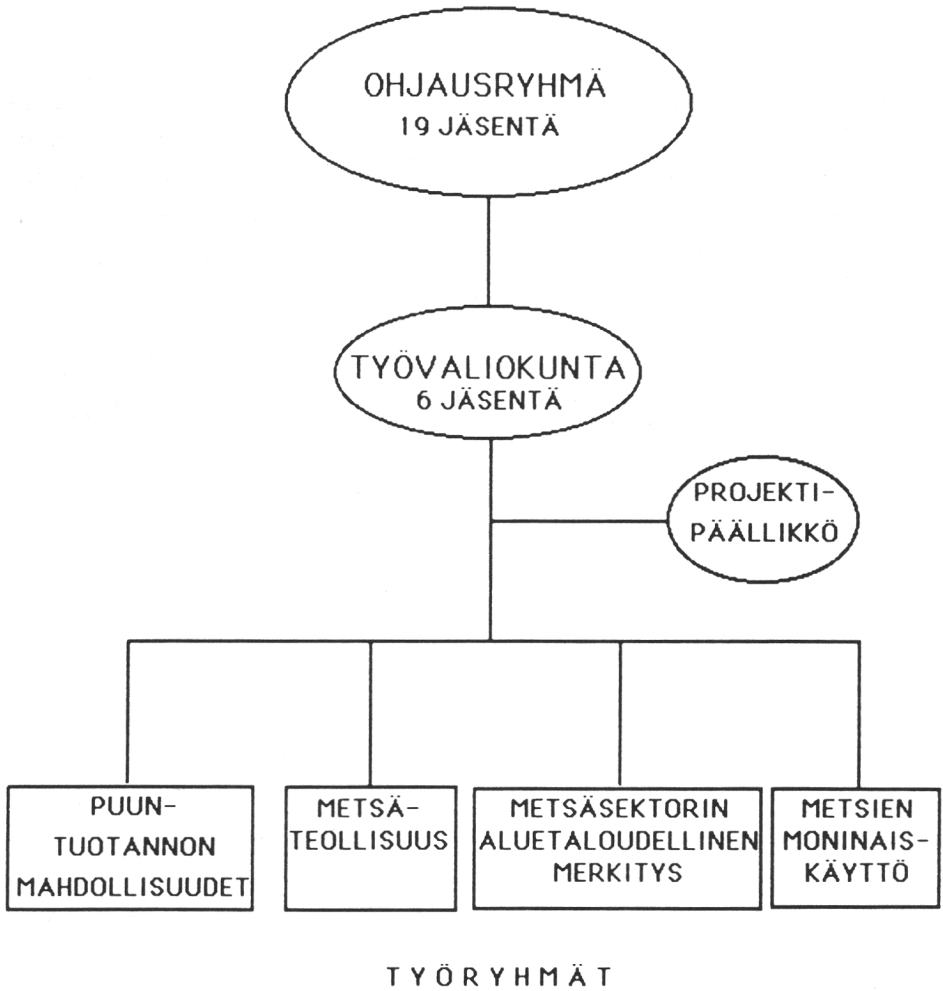
Martti Varmola

Lapin metsä 2000 -projekti on Lapin lääninhallituksen rahoittama, puolentoista vuoden mittainen hanke. Sen tavoitteena on tarkastella vaihtoehtojen pohjalta Lapin metsien tulevaa käyttöä ja metsäsektorin merkitystä. Erityisenä tavoitteena on puuntuotannon ja metsien muiden käyttömuotojen yhteensovittaminen.

Projektin työ jakaantuu neljän työryhmän kesken: puuntuotannon mahdollisuudet, metsäteollisuus, metsien moninaiskäyttö ja metsäsektorin aluetaloudellinen merkitys. Jokaisella työryhmällä on edustus työtä koordinoivassa työvaliokunnassa. Ylin päättävä elin on 19 hengen ohjausryhmä, joka viime kädessä valvoo projektin toteutusta. Organisaatiota havainnollistaa kuva 1.

Puuntuotannon mahdollisuudet -työryhmän työ jakaantuu metsien nykytilan selvittämiseen ja pitkän ajan puuntuotanto-ohjelmien laadintaan. Metsien nykytilanne kuvataan kunnittain tai kuntaryhmittäin 17 osa-alueella. Työryhmän työ painottuu kuitenkin pitkän aikavälin puuntuotantovaihtoehtojen laskentaan. Luotettavimmat tulokset saadaan ensimmäiselle 20-vuotiskaudelle, mutta tarkastelu ulotetaan aina 60 vuoden päähän. Laskelmissa käytetään Helsingin yliopistossa ja Metsäntutkimuslaitoksessa kehitettyä metsälaskelmaa (MELA), jota sovelletaan valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineistoon.

Puuntuotantovaihtoehtojen perustana ovat erilaiset maankäyttömuodot, taloudelliset tavoitteet ja metsänkäsittelymuodot. Valtakunnan metsien 7. inventoinnissa metsien moninaiskäyttöä aiheuttavat puuntuotannon rajoitukset on jaettu 7 luokkaan.



Kuva 1. Lapin metsä 2000 -projektin organisaatiokaavio

Lapin Metsä 2000 -projektissa jakoa on tarkennettu ja lisäksi korkeiden alueiden metsille ja ns. viimeisille erämaille on omat luokkansa. Jaon avulla toivotaan saatavan mahdollisimman tarkasti selville erilaisten metsänkäyttömuotojen vaikutus pitkän ajan puuntuotanto-ohjelmiin.

Puuntuotannon rajoitukset jaetaan neljään pääryhmään: puuntuotannossa, puuntuotannon rajoitukset lieviä, puuntuotannon rajoitukset voimakkaita, puuntuotannon ulkopuolella. Metsähallituksen luokituksessa kaksi ensiksi mainittua luokkaa ovat taloustoiminnan piirissä, kaksi viimeksi mainittua taloustoiminnan ulkopuolella. Jaossa on pyritty nykykäytännön mukaisiin luokkiin.

Erilaisia taloudellisia tavoitteita tarkastellaan lähinnä nykyisen käytännön mukaisilla puuntuotantopinta-aloilla. Metsätalouden suunnittelun eräänä lähtökohtana voidaan pitää kestävä ja edistävän metsätalouden vaatimusta. Taloudellisten laskelmien perustasona pidetään siten suurimman kestävä suunnitteen mukaista ohjelmaa. Lapin metsäteollisuuden arvioidun puunkäytön perusteella pyritään löytämään teollisuuden tarpeen tyydyttävä ohjelma. Metsänomistajan kannalta edullisin ainakin lyhyellä tähtäyksellä saattaa olla metsästä saatavien nettotulojen nykyarvon maksimoiva ohjelma.

Metsälaskelman metsänkäsittelyohjeet ovat metsälaskelmassa Tapion nykykäytännön mukaiset. Omistajaryhmittäin (valtio, muut) on kuitenkin eroavaisuuksia metsien käsittelyssä, uudistamisjärjestyksessä jne. Nämä tullaan ottamaan huomioon laskelmia tehtäessä. Metsälaskelma antaa jossain määrin mahdollisuuksia myös erilaisten metsänkäsittelymenetelmien vertailuun. Tarkoituksena onkin, että laskelmia tehdään myös ns. luonnonsuojeluvaihtoehdon pohjalta.

Suurin osa laskelmista tehdään piirimetsälautakuntatasolla kuten valtakunnallisessakin ohjelmassa. Lapissa suurimmat kunnat ovat kuitenkin Etelä-Suomen pienimpien piirimetsälautakuntien kokoisia ja kestäväää metsätaloutta vaaditaan jokaiseen kuntaan. Kun puuntuotanto-ohjelmissa on päästy muutamaan varteenotettavaan vaihtoehtoon, laskelmat tehdään kunta- ja kuntaryhmittäisellä tasolla, jolloin saadaan kuva alueittaisista hakkuumahdollisuuksista. Se, miten metsälaskelma soveltuu yksittäisen kunnan puuntuotanto-ohjelman laskentaan, on kuitenkin vielä tässä vaiheessa epävarmaa.

Puuntuotanto-ohjelmat ovat aina teoreettisia luonteeltaan eikä niissä voida ottaa huomioon esim. metsänomistajien puunmyyntikäyttäytymistä. Lapissa on kuitenkin keskimääräistä paremmat mahdollisuudet toteuttaa laskelmien mukaiset hakkuumahdollisuudet valtion metsien suuren osuuden ja yksityisten metsänomistajien puunmyyntihalukkuuden ansiosta.

Metsäteollisuus-työryhmän työn pohjana ovat teollisuuden kehittämisen vaihtoehdot. Tarkastelu pyritään ulottamaan 20 vuoden päähän nykyhetkestä. Metsäteollisuuden kehitysnäkymien pohjalta arvioidaan puuraaka-aineen tarvetta tulevaisuudessa. Kehitysnäkymien perusteella voidaan arvioida myös metsäteollisuuden työllistäväää vaikutusta.

Metsien moninaiskäyttö -työryhmän tavoitteena on laatia oma metsänkäyttely- ja maankäyttövaihtoehtoihin perustuva puuntuotanto-ohjelmansa, jonka avulla voidaan tarkastella moninaiskäytön vaikutuksia puuntuotantoon pitkällä aikavälillä. Metsien moninaiskäyttömuotojen taloudellista merkitystä arvioidaan kuntatasolla. Metsien eri käyttömuotojen merkitystä etenkin ei-taloudellisina arvoina mitataan kyselytutkimuksella, joka ulotetaan koko lääninä koskevaksi. Kyselyllä pyritään mittaamaan sitä, mitä metsät kaiken kaikkiaan merkitsevät Lapin läänin väestölle.

Valtakunnallisessa Metsä 2000 -ohjelmassa on jätetty arvioimatta metsäsektorin aluetaloudellinen merkitys. Lapissa metsätalous ja metsäteollisuus muodostavat yhdessä elinkeinoelämän tärkeimmän tuotantoketjun. Metsätalouden ja -teollisuuden kokonaisvaikutuksia selvitetään tarkastelemalla metsäsektorilla liikkuvia rahavirtoja.

Metsäsektorilla on tärkeä työllistävä vaikutus Lapin tuotantoelämässä. Työvoimatilanne selvitetään kunnittaisella tasolla. Hakkuusuunnitteiden ja metsäteollisuuden kehitysnäkymien perusteella arvioidaan metsäsektorin työllistävää vaikutusta. Työllisyysvaikutuksiin kuuluvat myös hakkuutoiminnan ja metsätöiden kehittämisen vaihtoehtojen tarkastelu, puukauppatapojen vertailu ja puunkuljetusmuotojen tarkastelu. Puuntuotanto-ohjelmien avulla voidaan tarkastella metsätalouden työllisyysvaikutuksia pitkällä aikavälillä.

Projektissa pyritään mahdollisuuksien mukaan kuntakohtaiseen tarkasteluun. Näitä ovat ainakin metsien ja metsävarojen nykytilan, metsäsektorin työllisyystilanteen ja metsien moniniskäyttömuotojen taloudellisen merkityksen selvittäminen kunnittain.

Projektin työkenttä on laaja. Projektiin on palkattu erilaisia selvityksiä varten kaikkiaan seitsemän tutkijaa. Suuri osa työstä tehdään kuitenkin eri laitoksissa ja virastoissa virkatyönä. Tämän on mahdollistanut eri tahojen myötämielinen suhtautuminen projektiin ja sen tavoitteisiin. Näyttää siltä, että jo projektin aloittaminen on osoitus siitä, että yhteinen linja Lapin metsien käytölle on mahdollista löytää.

Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 1. Metsänviljelytutkimuksen työryhmän retkeily Pohjois-Suomessa 24.—29.8.1970. 1970.
- N:o 2. Rovaniemen tutkimusaseman alustus- ja keskustelupäivillä pidetyt esitelmät. 1971. 1971.
- N:o 3. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1972. 1972.
- N:o 4. Kullervo Etholén ja Erkki Lähde. "Lapin männyn" kävyn koko. 1972.
- N:o 5. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1973. 1973.
- N:o 6. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1974. 1974.
- N:o 7. Erkki Lähde. Männyn taimistojen kunto ja maan lajitekoostumus Pohjois-Suomessa 1974.
- N:o 8. Erkki Lähde ja Tapani Pohjola. Maan käsittelyn vaikutus männyn ja kuusen alkukehitykseen. 1975.
- N:o 9. Kullervo Etholén. Kulotustekniikka. 1975.
- N:o 10. Eljas Pohtila. Alustavia tuloksia taimistonhoitokeista. 1975.
- N:o 11. Timo Helle. Porojen talvilaitumista havumetsävyöhykkeessä. Olli Saastamoinen. Hakkuutyömaista porojen ravintolahteenä vuoden 1974 keväällä. 1975.
- N:o 12. Timo Helle ja Olli Saastamoinen. Porojen laitumet ja lisäruokinta talvella 1974—1975. 1976.
- N:o 13. Teuvo Levula. Urean levitysjankohdasta Pohjois-Suomessa. 1976.
- N:o 14. Kullervo Etholén. Vaahtokäsittelyn käyttömahdollisuudet ja vesakkojen paljasversoruiskutus. 1976.
- N:o 15. Olli Saastamoinen. Näkökohtia Saariselän puuntuotannollisesta merkityksestä. 1976.
- N:o 16. Olli Saastamoinen. Havaintoja marjastuksen ja sienestyksen taloudesta. 1978.
- N:o 17. Jyrki Raulo ja Erkki Lähde. Rauduskoivun suojakylvö Lapissa. 1979.
- N:o 18. Teuvo Levula ja Risto Heikkilä. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. 1979.
- N:o 19. Mikko Hyppönen. Harvennuksen voimakkuuden vaikutus kasvatuksen liiketaloudelliseen edullisuuteen peräpohjolisessa männikössä. 1979.
- N:o 20. Leevi Lohi, Erkki Lähde ja Pentti Roiko-Jokela. Pintakasvillisuuden, maan ja puuston välisistä suhteista Ounasvaaralla. 1979.
- N:o 21. Olli Saastamoinen (toim.). Soiden marjatalous. 1979.
- N:o 22. Erkki Lähde ja Tapani Vartiainen. Männyn hajakylvökoee helikopterilla. 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 6. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1981. 1981.
- N:o 35. Päivi Hänninen. Sammalen kemiallinen torjunta taimitarhalla. 1981.
- N:o 58. Pohjois-Lapin metsät. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1982. 1982.
- N:o 65. Yrjö Norokorpi ja Pentti Sepponen (toim.). Kilpisjärven alueen maankäytön yleissuunnitelma. 1982.
- N:o 71. Päivi Hänninen. Alustavia päätelmiä kivivillan käytöstä männyntaimien kasvualustana muovihuoneessa 1982.
- N:o 77. Pohjois-Lapin metsien uudistaminen. 1982.
- N:o 95. Jarmo Nieminen. Varttuneet kontortametsiköt Kivalon kokeilualueella. 1983.
- N:o 105. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1983. 1983.
- N:o 148. Pentti Sapponen, Vuokko Pitkänen ja Helena Poikajärvi (toim.). Metsien kasvupaikkaluokitus. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1984. 1984.
- N:o 157. Erkki Kaila ja Markku Taipale. TUTKA-tiedonhallinta ohjelmisto. Tietokannan muodostus ja käyttö. 1984.
- N:o 165. Eero Tikkanen ja Hannu Raitio. Pohjois-Suomen aurasalueiden männyntaimien epänormaali kehitys ja oletamus sen syystä. Summary: A hypothesis on the cause of abnormal development of Scots pine saplings on ploughed sites in Northern Finland. 1984.
- N:o 186. Eero Tikkanen. Aurasalueen heikkokuntoisten männyntaimien ravinnetaloudesta Pohjois-Suomessa. Abstract: Nutrient metabolism of weakened Scots pine saplings on a ploughed site in Northern Finland. 1985.
- N:o 190. Erkki Kaila, Hilikka Kinnunen ja Tapio Timonen. BIB-viitetietokantaohjelmisto. Tietokannan muodostus ja käyttö. 1985.
- N:o 196. Olli Saastamoinen ja Helena Poikajärvi (toim.) Tietojärjestelmien kehittäminen metsäalalla ajankohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1985.
- N:o 226. Timo Penttilä ja Mikko Honkanen. Suometsien pysyvien kasvukoealojen (SINKA) maastotyöohjeet. 1986.
- N:o 242. Esa Taskinen ja työryhmä. Metsäkanalintujen elinympäristövaatimukset — kirjallisuuskatsaus 1986.
- N:o 243. Timo Penttilä ja Martti Varmola (toim.). Lapin kolmion puuntuotannolliset mahdollisuudet. 1987.
- N:o 253. Helena Poikajärvi (toim.). Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1986. 1987.

ISBN 951-40-0832-4
ISSN 0358-4283