

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 219



Metsänhoidon tutkimusosasto



Risto Viitala

ERIRAKENTEISEN METSÄN HOIDOSTA

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN

TIEDONANTOJA

219

METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTO

ERIRAKENTEISEN METSÄN HOIDOSTA

Risto Viitala

(toim.)

Helsinki 1986

ISBN 951-40-0889-8

SAATTEEKSI	3
HÄRKÖNEN, KERTTU:	
ERI-IKÄISMETSIIEN KASVATUKSESTA POHJOIS-AMERIKASSA	4
VIITALA, RISTO:	
SKANDINAVIAN ERI-IKÄISRAKENTEISISTA METSISTÄ	49
LÄHDE, ERKKI:	
PROF. RISTO SARVAKSEN HARSINTATUTKIMUS	78
LÄHDE, ERKKI:	
HARSINNASTA JATKUVAAN KASVATUKSEEN	89
LÄHDE, ERKKI JA SORAMÄKI, ARJA:	
PROF. HANS LEIBUNDGUTIN NÄKEMYKSIÄ METSÄNHOIDOSTA	106
LAIHO, OLAVI:	
PUUSTON RAKENTEEN VAIKUTUS METSIKÖN KASVATUSTIHEYTEEN	121
NOROKORPI, YRJÖ:	
POHJOIS-SUOMEN LUONNONTILAIKSTEN VANHOJEN PUUSTOJEN RAKENTEESTA	143

SAATTEEKSI

Metsänhoidon tutkimusosastossa on järjestetty sisäisiä koulutustilaisuuksia, joissa pidetään alustuksia kulloinkin erikseen sovittavasta aihepiiristä. Tällainen tilaisuus järjestettiin esimerkiksi keväällä 1985 Vesijaon kokeilualueessa. Aihepiirinä oli erirakenteisten metsien hoidon vaihtoehdot. Tämä raportti koostuu osasta em. tilaisuudessa pidetyistä alustuksista. Raporttia on täydennetty aihepiiriä käsittelevillä kirjallisuuskatsauksilla.

Helsingissä tammikuussa 1986

Erkki Lähde

Kerttu Härkönen

ERI-ikäismetsien kasvatuksesta Pohjois-Amerikassa

1. Historiaa	5
2. Eri-ikäismetsätalouden määrittely	8
3. Sovellutusalueet	11
4. Eri-ikäiskasvatuksen käytäntöä	16
41. q-arvo	16
42. Kasvatettavien puiden maksimikoko	17
43. Jäävän puuston tilavuus	19
5. Eri-ikäiskasvatuksen vertailua	24
tasaikäiskasvatukseen	24
51. Puuntuotos	24
52. Puunkorjuu	30
53. Uudistuminen	31
6. Yhteenvetoa	32
7. Lähdeluettelo	33
8. Muuta aiheeseen liittyvää kirjallisuutta	42

1. HISTORIAA

Eri-ikäisrakenteiset metsät Pohjois-Amerikassa ovat tulosta tuli- ja hyönteistuhosta, hakkuista, vanhojen metsien ränsistymisestä ja luontaisesta poistumasta. On myös metsiä jotka ovat syntyneet eri-ikäisinä ja joiden kehitys on sellaisena jatkunut (Alexander ja Edminster 1977). Niitä synnyttäneet hakkuut ovat luonteeltaan olleet valintahakkuita. Valintahakkuut ('selection' tai 'selective cuttings') on Pohjois-Amerikassa nähty metsätalouden ensimmäisenä kehitysvaiheena, josta monien muiden menetelmien kautta edetään kohti tasaikäismetsätaloutta ja avohakkuita (Graves 1908, 1911). Etenkin metsänkäyttöä aloitettaessa turvauduttiin usein määrämittahakkuihin, parhaat puut poimien, aikomuksena palata korjaamaan myös kasvaamaan jäävää puustoa myöhemmin. Tämä jäi usein tekemättä puuston vähyyden vuoksi (Carter 1908, Hofman 1924, Munger 1950, Doolittle 1978). Esimerkkinä ovat etelävaltioiden laaja-alaiset *Pinus palustris*-metsät. Suuret puut yksinkertaisesti loppuivat sen jälkeen, kun alkuperäinen puusto oli hakkuin läpikäyty. Puhdas voitontavoittelu ei aina ollut ainoa toimintaa ohjaava tekijä. Zon ja Garvera'n (ks. Mustian 1978) mukaan: "Valintahakkuissa valikoidaan erittäin huolella poistettavat puut. Nämä hakkuut täyttävät sekä metsänhoidolliset että nykyajan taloudelliset vaatimukset metsää säilyttäen ja parantaen sekä ylläpitäen ja lisäten omistajan voittoja. Tarkoitus on poistaa alhaisimmilla

mahdollisilla kustannuksilla ja vähimmällä tilavuuden poistolla suurin mahdollinen rahallinen arvo ja säilyttää metsä terveenä ja kasvukuntoisena." Valintahakkuut olivat itävaltioissa vallitsevina 1930-luvulta 1950-luvulle (Doolittle 1978) ja myös luoteis-USA:ssa valintamenetelmää pidettiin avohakkuuta suositeltavampana. Länsirannikon douglaskuusimetsissä valintahakkuut syrjäyttivät siihenastiset avohakkuut 1930-luvulla.

1950-luvulla tilanne muuttui. Esim. länsirannikolla oli Mungerin (1950) mukaan jouduttu osittaishakkuiden labyrinttiin eikä staattisia, kasvussaan pysähdyneitä douglaskuusimetsiä ollut pystytty muuttamaan kasvaviksi. Avohakkuu ja sen jälkeinen joko luontainen uudistaminen tai viljely tulivat käytännöksi. Valtionmetsissä metsänkäsittely muutettiin v. 1968 eri-ikäisyyteen perustuvasta tasaikäistaloudeksi. Tämän päätöksen taustalla olivat yli 30 v jatkuneet tutkimukset pohjoisvaltioiden lehtipuumetsistä, joille tasaikäisyys osoittautui toivottavimmaksi kasvatusmenetelmäksi (Vrablec 1977). Hann ja Bare (1979) luettelevat tasaikäismetsätalouden perusteiksi USA:ssa nykyään seuraavaa: vanhat, huonokuntoiset metsät on näin helppo muuttaa säätelyn alaisiksi talousmetsiksi; intensiivinen metsänhoito 1950-luvulta alkaen on tuottanut "reseptejä", joita on helppo soveltaa; sekä vanhastaan vallitseva eri-ikäismetsänkasvatuksen käytännön ohjeiden puute laajoille metsäalueille.

Viime vuosikymmenen aikana valintahakkuut ovat taas nousseet keskusteltaviksi. Avohakkuut ovat johtaneet konflikteihin yleisen mielipiteen kanssa ja niiden aloja on jouduttu supistamaan (Vrablec 1977). Tasai-käiskäsittelyä kohtaan esiintyy paljon kritiikkiä. Se rinnastetaan metsänhävitykseen (Gould 1975), ja sitä on vaikea 'myydä' ihmisille. Metsien virkistyskäyttö- ja esteettiset arvot ovat nousseet puuntuotannon rinnalle ja metsänkäsittelystä vastaavien on pohdittava vaihtoehtoja (Smith 1972, 1975). Eri-ikäiskasvatuksen sovel-lutusalueina mainitaan moninaiskäytön metsät: matkai-lureittien varret, suojeltavat valuma-alueet, maisemal-lisesti kauniit alueet, metsänsuojaa vaativien riista-lajien oleskelualueet (Gibbs 1978); alueet joilla metsää tulee käsitellä kevyesti maaperän laadun tai maaston jyrkkyyden tähden tai kun esteettisistä syistä halutaan tinkiä 'täydellisestä metsänkäsittelystä' (Doolittle 1978). Kauneusseikat ovatkin pääsyynä avo-hakkuiden välttämiseen (Portenfield ja von Segel 1975, Echelberger 1975). Eri-ikäistalouden joustavat hakkuu-mahdollisuudet sopivat pienten tai keskikokoisten met-säomaisuuksien haltijoille (n. 4-200 ha:n omistajat), jotka eivät pääasiallisesti ole kiinnostuneita puuntuo-tannosta. Näiden omistajien katsotaan jatkossakin luottavan lähinnä luontaiseen uudistamiseen. Metsänkäsittely on lähinnä eri-ikäistaloutta etenkin lehti-havupuusekametsissä tai lehtipuumetsissä (Dodge 1977). Avohakkuiden välttäminen voisi saada omistajat kiinnostumaan metsänhoidosta. Esim. pohjoisvaltioiden

lehtimetsissä hakkuut ovat vain n. 80 % kasvusta. Eri-ikäisestä metsästä on myös yleensä helpointa hakata kulloisenkin markkinatilanteen mukaan (Smith ja DeBald 1978).

2. ERI-IKÄISMETSÄTALOUDEN MÄÄRITTELY

Eri-ikäismetsätaloudessa metsää käsitellään jatkuvan metsänpeitteen säilyttämiseksi, toivottujen lajien jatkuvan uudistumisen turvaamiseksi sekä puiden järjestelmälliseksi kehittymiseksi halutussa ikä- ja läpimittaluokajakaumassa. Puita korjataan yksitellen tai pienissä ryhmissä. Harvennukset ja viljelytoimet tehdään korjuun yhteydessä (Gibbs 1978). Gingrichin (1978) mukaan päätarkoituksena eri-ikäiskasvatuksessa on luoda tasapainoinen läpimittajakauma, josta voidaan säännöllisesti hakata tasasuuria määriä puutavaraa. Määritetään puuston tilavuus, joka on paras tietylle tyyppille ja kasvupaikalle. Hakkuilla poistetaan kasvu, joka on kertynyt sitten edellisen hakkuun. Jäävää puustoa harvennetaan tarpeen mukaan. Roach (1974) määrittelee: "Jos uudistamismenetelmät ovat keskittyneet tiettyyn aikaan ja paikkaan, on kyseessä tasaikäinen metsä; jos ne taas ovat hajallaan ajassa ja paikassa, puhutaan eri-ikäismetsästä." Hann ja Bare (1979) kuvailevat: "Eri-ikäismetsiköissä eri-ikäiset puut kehittyvät keskenään yhdessä. Filosofia on peräisin pääasiassa Ranskasta ja Sveitsistä. Eri-ikäismetsänhoito perustuu metsänkäsittelijän tieteellis pohjaiseen ekologi-

seen kokemukseen ja metsänhoidolliseen harkintaan." Suuri paino asetetaan metsänhoitajan kokemukselle ja arvostelukyvyille (Meyer ym. 1961, Davis 1966). Korostetaan suojelua, vakaana pysyvän metsäympäristön parantamista, jatkuvuutta, sekä suurikokoisen, hyvälaatuisen puutavaran tuottamista.

Eri-ikäismetsätaloudessa voidaan erottaa lähinnä kahdenlaisia hakkuita. Yksinpuinvalinnassa ('single tree selection') poistetaan yksittäisiä puita useista tai kaikista läpimittaluokista. Korjuun kohteeksi joutuvat hakkuukypsät puut, mukaanlukien riskialttiit ja huonolaatuiset (Smith ja Lamson 1982). Tämä hakkuutapa tuottaa tilaa niin, että uudistusainesta syntyy ja jäljellä olevat puut kehittyvät kaupalliset mitat täyttäväksi puutavaralajeiksi. Roachin mukaan (1974) tällaiset valintahakkuut takaavat kestävän tuotoksen, vaikkakin niitä on vaikea soveltaa. Tuloksena on metsä, joka on sekoitus eri-ikäisiä ja -kokoisia puita, yleensä varjopuulajeja (USDA 1973, Trimble 1965, 1970). Puhtaimmillaan yksinpuinvalintahakkuut tuottavat lopulta metsiköitä joissa vallitsevat kasvupaikan kaikkein varjoasietävimmät puulajit.

Ryhmävalinnassa ('group selection') puita korjataan pieninä muutaman puun ryhminä, jolloin valopuulajien osuus syntyvissä aukoissa kasvaa. Ryhmävalintahakkuut ovat lähellä pieniä aukkohakkuita - aukkojen koko on pidettävä 0.4-1 ha:ssa, jotta pysyttäisiin

eri-ikäisrakenteessa. Marquis (1978) esittää aukkojen alarajaksi 0.1 ha. Joskus tätä metsänkäsittelymuotoa on kutsuttu tasaikäismetsätaloudeksi eri-ikäiskäsittelyllä. Roachin mukaan (1974) ryhmävalinta on "hybridi" valintahakkuiden ja tasaikäismenetelmien välillä. Kyse on tasaikäiskäsittelystä pienin avohakkuin. Hänen mielestään ryhmävalinta ja valintahakkuut eivät ole yhteensovittavissa, elleivät joko ryhmät ole hyvin pieniä verrattuna metsäalueen kokoon, tai suuria ja niitä käsitellä tasaikäismetsikköinä, jolloin ei enää olekaan kyse amerikkalaisesta ryhmävalinnasta.

Gibbsin (1978) mukaan ryhmävalinta on sovelias korjuu- tai uudistusmenetelmä pienillä metsäomaisuuksilla, mutta myös suurilla, jos hakkuita ei säädellä. Sitä ei voida pitää metsänhoitojärjestelmänä, johon sopisivat kestävyyttä varten harjoitetun eri-ikäismetsätalouden rajoitteet, koska tähän mennessä ei ole realistista metodia pienten ryhmävalintahakkuiden säätelämiseksi eikä ole kehitetty sovellutusohjeita, jotta varmistettaisiin tarpeellinen tiheys sekä yksittäisten puiden hyväksyttävä kasvu (Alexander ja Edminster 1978). Filip (1978) suosittelee ryhmävalintahakkuita yhdessä yksinpuinvalinnan kanssa pohjoisvaltioiden pyökkivaltaisiin lehtisekametsiin. Tällöin saavutettaisiin metsikön kehityksen kontrolli ja lisättäisiin arvokkaiden valko- ja paperikoivun sekä valkosaarnen osuutta valintahakkuiden myötä.

Yleensä myönnetään, että käsitteet sekoittuvat ja tulevat epäselvemmiksi ryhmävalinnasta puhuttaessa. Joidenkin mielestä se on vain uudistusmenetelmä, jolla varmistetaan arvokkaiden valopuulajien synty. Toisten mielestä se on vastaus kaikkien puulajien, paitsi kaikkein valoavaativimpien, kasvatukseen (Gibbs 1978). Se on sekoitus, jossa yritetään käyttää tasaikäisen metsän säätelymenetelmää alueella, joka koostuu pienistä tasaikäismetsiköistä. U.S. Forest Servicen analyysin mukaan v:ltä 1975 95 % metsistä tulisi käsitellyksi ryhmävalintahakkuilla, jos valinta olisi niiden ja yksinpuinvalintahakkuiden välillä (Marquis 1978).

Yksinpuinvalinta tarjoaa maksimaalisen joustavuuden hakkuissa. Ryhmävalinnassa joustavuus hieman kärsii, mutta toisaalta niiden avulla on mahdollista käyttää hyväksi vapautuva alikasvos (Alexander ja Edminster 1977).

3. SOVELLUTUSALUEET

Marquis (1978) luettelee yksinpuinvalintahakkuihin soveltuviksi puulajeiksi seuraavat:

USA:n itäosissa:

Acer saccharum Marsh. (sugar maple, sokerivaahtera)

Fagus grandifolia Ehrh. (beech, amerikanpyökki)

Tsuga canadensis L.(Carr.) (hemlock, kanadanhemlockki)

Picea rubens Sarg. (red spruce, punakuusi)
Abies balsamea (L.) Mill. (balsam fir, balsamijalokuusi)

USA:n länsiosissa:

Tsuga heterophylla (Raf.) Sarg. (western hemlock,
 vuorihemlokki)
Thuja plicata Donn ex D. Don (Western redcedar,
 jättiläistuija)
Abies amabilis (Dougl. ex Loud.) Dougl. ex Forb.
 (Pacific silver fir,
 purppurajalokuusi)
Abies grandis (D. Don.) Lindl. (grand fir,
 jättiläisjalokuusi)
Abies magnifica A. Murr. (red fir)
Abies concolor (Gord. _Glend.) Lindl. ex Hildebr.
 (white fir,
 harmaajalokuusi)
Abies lasiocarpa (Hook.) Nutt. (subalpine fir,
 lännenjalokuusi)
Libocedrus decurrens Torr. (incense cedar)
Picea engelmannii Engelm. (Engelmann spruce,
 engelmanninkuusi)

joskus myös:

Pseudotsuga menziesii var. glauca (Beissn.) Franco
 (Douglas fir,
 douglaskuusi)

Sequoia sempervirens (D. Don.) Endl. (redwood, punapuu)

Länsi-USA:ssa eri-ikäiskasvatus on käyttökelpoisin sekahavupuumetsissä, kuten

- lounais-Oregonin sekahavumetsät
- jalokuusi-vuorihemlokki -metsät
- jalokuusimetsät
- engelmänninkuusi-lännenjalokuusi-metsät

muualla mm.:

- lounais-USA:n sekahavupuumetsät
- pohjois-USA:n lehtipuumetsät
- itä-USA:n kuusi-jalokuusimetsät
- Appalakkien vuoriston korkeiden kasvupaikkojen hyväntuottoiset sokerivaahtera-lehtimetsät

(USDA 1973).

Toistuvat valintahakkuut suosivat ja stimuloivat varjolajeja. Ongelmana on se, että varjoasietävät puulajit ovat usein vähiten toivottavia (Fowells 1965, Gordon 1978, Filip 1973, Tubbs 1968, Leak ym. 1969a, Trimble 1973, Harkin 1972, Metzger ja Tubbs 1971). Kirkland (1911) totesi jyrkästi, että valintamenetelmä on mahdoton, ellei metsänhoitaja ole tyytyväinen alitiheään vähäarvoisten puulajien metsikköön. Edellytys eri-ikäiskasvatukselle on siten se, että paikalla kasvavat varjoasietävät puulajit ovat markkinakelpoisia.

Näitä ovat esim. itävaltioiden pyökki, sokerivaahtera ja punavaahtera, joilla tosin on hitaampi kasvurytmi ja pienempi runkotilavuus kuin valopuulajeilla (Smith ja Lamson 1982). Pähkinäpensaat, tammet ja hikkori mainitaan ei-toivottuina varjopuulajeina (Tubbs 1978). Valopuulajeille valintahakkuut sopivat heikoilla kasvupaikoilla, joilla ne ovat kliimakslajeja (esim. ponderosamänty). Valintahakkuut eivät tule kysymykseen, jos paikalla on voimakasti leviäviä ei-toivottuja varjopuulajeja. Esimerkkinä mainitaan länsirannikon douglaskuusimetsät, jotka eivät säilyisi ennallaan, vaan joissa vuorihemlokki, jättiläistuija ja purppurajalokuusi valtaisivat kasvupaikan. Itävaltioiden lehtimetsissä erittäin hyvillä kasvupaikoilla sokerivaahtera ja pyökki ovat vallitsevia, mutta keskinkertaisilla paikoilla punavaahtera korvaa sokerivaahteran (Blum 1978). Kasvupaikan laatu on ensisijainen tekijä puulajisuhteiden muutosten kannalta. Yleistäen kahdessa laajassa luokassa voidaan sanoa, että kuivat, kuumat kasvupaikat ovat soveliaita valintahakkuille, kun taas kosteilla, hyväkasvuisilla paikoilla valintahakkuiden seurauksena on pahimmassa tapauksessa pensoittuminen ja ruohottuminen eikä toivottuja puulajeja saada uudistumaan (Franklin 1978).

Esimerkkinä onnistuneesta eri-ikäismetsänkäsittelystä ovat loblollymännyn (Pinus taeda L.) yksinpuinvallintahakkuut Arkansasissa (Reynolds 1969). Toimenpiteet aloitettiin määrämittahakkuin käsitellyistä met-

sistä, joissa monissa oli enemmän lehtipuita kuin mäntyä. Lehtipuut poistettiin (hakkuu, kaulaus, herbi-
sidi) ja läpimittajakauman ohjailu aloitettiin. Ta-
voitteena on ollut kasvattaa suurin mahdollinen tila-
vuus korkealuokkaista tukkipuuta, jolloin sivussa saa-
daan pinotavaraa. Hakkuusuunnitteen rajoissa poiste-
taan heikkoja ja biologisesti kypsiä yksilöitä. Kasva-
maan jätetään kehityskelpoiset 10-28 cm läpimittaiset
puut. Hakkuukypsyyden raja on 30 cm. Männyn uudistu-
misessa ei ole ollut ongelmia. Valintahakkuuta pide-
tään erinomaisena kasvatuskeinona loblollymännylle. E-
tuina ovat mm. markkinointivaihtoehtojen lisäänty-
minen, puuston tilavuuden kasvu pinta-alayksikköä kohti
sekä puiden järeytyminen.

Tasaikäiskasvatusta on tutkimusten mukaan kui-
tenkin käytettävä yli-ikäisissä, rappeutuneissa met-
sissä (Alexander 1954, -73, Hatch 1967, Issac 1956).
Hatchin esimerkissä poistettiin 120-160-vuotiaasta kon-
tortamänniköstä länsi-Montanassa 69 % tilavuudesta, li-
säksi 4 % poistui hakkuuvaurioiden myötä. 11 vuoden
aikana hakkuun jälkeen kuolleisuus oli n. 4 x brutto-
kasvu ennenmuuta tuulivahinkojen takia. Tuloksena oli
hyvin sairas (mistelin vaivaama), ikäluokittain sekava
metsä, jossa ei ollut kuutiomäärää eikä arvoa taloudel-
lisiä hakkuita varten. Stenekerin (1974) esimerkissä
käsiteltiin 75-100-vuotiaasta valkokuusi-haapa-seka-
metsää Saskatchewanissa kuusen vapautushakkuilla. 10 v
hakkuiden jälkeen ei ollut huomattavissa lisäystä val-

kokuusen tilavuuskasvuun, ja myös yksittäisten kuusten reaktiot olivat vähäisiä. Sensijaan nuoremmat valko-kuusikot (alle 60-vuotiaat) reagoivat selvästi vapauttamiseen. Reaktio on ollut voimakkain 3 v hakkuun jälkeen.

4. ERI-ikäISKASVATUKSEN KÄYTÄNTÖÄ

Eri-ikäisrakenteisessa metsässä ovat edustettuina kaikki kokoluokat, uudistusaineksesta kiertoajan lopulla oleviin puuyksilöihin. Näiden metsien säätelyssä tulevat esille kolme toisiinsa liittyvää tekijää: (esim. Gibbs 1978, Marquis 1978, Leak 1978, Smith ja Lamson 1982):

- 1) metsikön runkolukusarja, joka saadaan ns. q-arvon avulla
- 2) kasvatettavan puun maksimikoko sekä
- 3) jäävän puuston tilavuus.

41. q-ARVO

q on suhdeluku, joka kuvaa puiden määrää perättäisissä läpimittaluokissa. q-arvolla asetetaan metsikölle runkolukusarjatavoitteet. Se on vakio monissa luonnontilaisissa eri-ikäismetsissä (Meyer 1952).

q määritellään seuraavasti:

$$q = \frac{\text{puiden lukumäärä, } d_{1.3} \text{ n cm}}{\text{puiden lukumäärä, } d_{1.3} \text{ (n+1) cm}}$$

Absoluuttisina puiden määrinä ilmaistuna runkolukusarja on käänteis-J-käyrä. Lämpimittajakauma voidaan ilmaista matemaattisesti sovittamalla siihen logaritmiyhtälö. Puolilogaritmi-paperille piirrettynä puiden määrän logaritmi kokoluokissa on tällöin suora, jonka kulmakerroin = q . Esimerkiksi $q:n$ arvo 1.3 tarkoittaa, että joka läpimittaluokassa on 1.3 kertaa niin paljon puita kuin seuraavaksi suurimmassa läpimittaluokassa. Pienet $q:n$ arvot merkitsevät pieniä eroja erikokoisten puiden määrissä, ja kasvutila on isompien, arvokkaampien puiden käytössä. Toisaalta tällainen $q:n$ arvo aiheuttaa kustannuksia, sillä pieniä puita on poistettava usein. Suuremmat $q:n$ arvot sallivat runsaasti puita pienissä läpimittaluokissa ilman että harvennuksiin ryhdytään. Yleisimmin $q:n$ arvot ovat välillä 1.3-1.5 (Alexander ja Edminster 1977). On myös esitetty "kahden $q:n$ systeemiä", jolloin q -arvoa vaihdeltaisiin eri läpimittaluokissa: se olisi pieni tukkipuille ja suurempi pienpuille.

42. KASVATETTAVIEN PUIDEN MAKSIMIKOKO

Kasvatettavien puiden maksimikoosta päätettäessä tulevat esille taloudelliset kriteerit ja taloudellisen kypsyyden käsite. Puita pidetään pääomainvestointeina, jotka on likvidoitava, kun ne eivät enää tuota hyväksyttävää korkoa (Trimble ym. 1974). Iän ja läpimitan sijasta päätösten perustana ovat puun biologinen elinvoima, vallitsevat taloudelliset olot sekä metsien hyö-

dyntämiskäytäntö. Päämääränä ovat tasasuuret vuotuis-
tuotokset pitkällä tähtäyksellä (Nautiyal 1983). Mo-
nista itävaltioiden lehtipuista on saatavilla tietoa
taloudellisesti kannattavimmasta kiertoajasta:

Quercus rubra L. (northern red oak, amerikanpunatammi)

Quercus alba L. (white oak)

Quercus prinus L. (chestnut oak)

-Trimble ja Mendel 1969

Prunus serotina Ehrh. (black cherry, kiiltotuomi)

Acer rubrum L. (red maple, punavaahtera)

Fraxinus americana L. (white ash, valkosaarni)

-Grisez ja Mendel 1972

Acer saccharum Marsh. (sugar maple, sokerivaahtera)

-Mendel ym. 1973

-Nautiyal 1983

Betula alleghaniensis Britton (yellow birch, keltakoivu)

-Leak ym. 1969b

Trimble ym. (1974) mukaan sokerivaahteraa voidaan kasvattaa 81 cm:n vahvuiseksi, jos 2 % korko pääomalle riittää, mutta vain 46 cm:iin, jos halutaan 6 % korkoa. Alexander ja Edminster (1977) mainitsevat tasaikäistaulukoista saaduksi kasvatettavan puun maksimiläpimitaksi 61 cm.

Hall (1983) esittää taloudellisen kypsyyden las-
kentakaavaksi sekä tasa- että eri-ikäisille
metsiköille:

$$\frac{\Delta R}{(L + K + R(t))}$$

R = nettotulot

L = paljaan maan pääoma

K = metsikön pääoma

t = kiertoaika

p = käypä ulkoinen korkokanta

Jos arvo $<p$, ratkaisuna on puunkorjuu ja uudistaminen. Jos taas arvoksi saadaan $>p$, metsikköä kasvatetaan tulevaa arvokasvua varten.

Hakkuukierron pituus riippuu metsänhoidon intensiteetistä sekä kasvunopeuden suhteesta taloudellisiin rajoitteisiin. Vaikuttavia tekijöitä ovat puulajien kasvunopeus, jäävän puuston tilavuus, kasvupaikan laatu sekä hakkuukelpoisen puuston määrä. Yleensä hakkuukierto on (10-)15-25 v. (Alexander ja Edminster 1978).

43. JÄÄVÄN PUUSTON TILAVUUS

Metsät on toivottavaa säilyttää minimitilavuudessa, kuitenkin niin ettei kokonaiskasvuun vielä tule menetyksiä. Tilavuus voidaan laskea 60-70 %:iin ko. kasvupaikan ohjetilavuudesta kasvun silti pysyessä samana kuin jos metsikkö olisi täystiheä. Tällöin kasvu kuitenkin saadaan keskittymään parhaisiin puuyksilöihin. Tarpeeksi alhainen kasvutiheys on tärkeää uudistamisen kannalta. Lisäksi se vähentää aikaa, joka

tarvitaan yksittäisten puiden kasvattamiseksi täysiko-
koisiksi sekä maksimoi korkotulot pitämällä inves-
toinnit kasvavaan puustoon minimissään (Marquis 1978).

Ohjetilavuuksia jäävälle puustolle on annettu mm.
seuraavasti:

-eräät metsätyypit Keski- ja Etelä-Kalliovuorilla,

läpimittaluokissa >25 cm: 18 m²/ha

(Alexander 1974, Myers 1974)

-Appalakkien lehtimetsät hyvillä kasvupaikoilla

16-20 m²/ha

(Trimble ym. 1974)

-New Englannin pohjoiset lehtimetsät

läpimittaluokissa >13 cm: 16-18 m²/ha

(Leak ym. 1969a)

-järvivalttioiden pohjoiset lehtimetsät

18-21 m²/ha

(Arbogast 1972)

-länsi-USA:n hoidetut kuusi-jalokuusimetsät

18-28 m²/ha

(Alexander ja Edminster 1978)

-Kalliovuorten lounaisosien ponderosamänty

23 m²/ha

(Alexander ja Edminster 1978)

Oppaita ovat laatineet mm. Gingrich (1967), Mar-
quis ym. (1969), Leak ym. (1969a), Frank ja Bjorkbom
(1973), Roach (1974).

Kun em. kolme arvoa - q-arvo, kasvatettavan puun maksimikoko ja jäävän puuston tilavuus - on valittu, metsikön haluttu rakenne voidaan laskea. Vertaamalla sitä inventoinneissa saatuun kasvupaikan runkolukusarjaan päätetään hakkuista ja niiden kohdistamisesta. Inventointien tulee olla usein toistuvia, intensiivisiä ja yksityiskohtaisia (Gibbs 1978). Korostus tässä kasvatusmuodossa on yksittäisellä puulla, jonka kasvu ja kehitys on tärkeää. Kasvatettavat puut on valittava aikaisessa vaiheessa. Leimaus eri-ikäismetsässä on vaativa toimenpide: yhden käynnin perusteella on päätettävä lähtevät ja jäävät puut sekä sovellettava hyvää metsänhoitoa pitäen mielessä taloudelliset rajoitukset. Tulosta on tarkkailtava silloin tällöin, jotta läpimitajakauma olisi suunnilleen oikea.

Eri-ikäiskasvatusta aloitettaessa ohjailu ja säätely on tehtävä laajoissa läpimittaluokissa muuttuen kapeampiin luokkiin myöhemmin (Tubbs 1978). Filipin (1977) mukaan luokat voisivat olla esim. riukupuu (15-25 cm), pieni tukkipuu (30-36 cm), keskikokoinen tukkipuu (41-46 cm) sekä suuri tukkipuu (>51 cm). Leak (1978) korostaa, että halutusta metsän rakenteesta on oltava tarkat suunnitelmat ja leimaus on tehtävä tarkasti. Simulaatioita ja malleja metsän rakenteesta ovat laatineet mm. Hart 1964, Eyre ja Zillgitt 1953, Trimble 1961, 1970 sekä Adams ja Ek 1974. Monilla eri hakkuutavoilla sanotaan päästävän kestävään tuotokseen eri-ikäisrakenteisesta metsästä. Leakin (1978) mukaan

ei ehkä ole aina välttämätöntä hakata kaikista läpimit-
taluokista, vaan optimaalinen puuston rakenne voidaan
saavuttaa ja säilyttää myös pelkkien tukkipuiden hak-
kuilla. Roach (1974) puolestaan korostaa, että on ha-
kattava myös keskivälin läpimittalukuista, sillä jos
hakataan vain suuria puita, metsikkö muuttuu tasaikäis-
rakenteiseksi. Gibbsin (1978) mielestä eri-ikäisraken-
teen kontrolloimiseksi ja säilyttämiseksi on tarpeen
poistaa puita joka läpimittalukasta. Näin uudistumi-
selle syntyvät suotuisat olosuhteet ja jäävän puuston
kasvua edistetään. Pienimpien puiden hakkuista on
kaksi näkökantaa: Roachin (1974) mielestä niistä ei
ehkä tarvitse hakata. Perusteluina ovat runsaat kus-
tannukset (myös Alexander ja Edminster 1977). Tämän
seurauksena joudutaan voimakkaisiin hakkuisiin puiden
ylittäessä markkinakelpoisuuden kynnyksarvon, ja sitä
paitsi ne vievät runsaasti kasvutilaa. Usein todetaan,
että etenkin eri-ikäiskasvatusta aloitettaessa on tär-
keintä kunnostaa metsikkö ja pitää metsän laatua tärke-
ämpänä kuin ihannerakennetta (Engle 1978, Alexander ja
Edminster 1978).

Tasaikäisrakenteisten metsien muuttamista eri-i-
käisiksi on myös harjoitettu. Tällainen muuttaminen on
tosin hidasta. Se muuttaa puulajikoostumusta ja voi
aiheuttaa kasvunmenetyksiä, koska eri puulajeilla on
hyvin erilaiset kasvutilavaatimukset. Näin on ainakin
itävaltioiden tammimetsissä, joissa vaahtera ja hikkori
lisääntyvät (Gingrich 1978). Samasta ilmiöstä raportoi

Trimble (1965), joka toteaa, että tasaikäisten haapa-tuomi-tammimetsien valintahakkuut muuttavat metsiä enemmän tilaa vaativiksi ja hidaskasvuiseemmiksi vaahtera- ja pyökkimetsiksi. Puulajikoostumuksessa ajan myötä tapahtuvat muutokset täytyy ottaa huomioon laskettaessa eri-ikäismetsille tuotosta kiertoaikaa kohti. Esim.

(Roach 1974) kiiltotuomi, valkosaarni ja keltapopeli tarvitsevat paljon vähemmän kasvutilaa kuin soke-rivaahtera, pyökki ja niiden seuralaislajit. Jos keskiläpimitaltaan 25 cm metsikössä ei ole ensinmainittuja lajeja, se voidaan hakata tiheyteen 17 m²/ha, mutta jos em. lajeja on 80 %, sitä ei saa hakata alle ppa:n 25 m²/ha. Tosin pohjoisissa lehtipuumetsissä puun laatu on usein tärkeämpi kuin puulaji, joten näissä metsissä kiinnitetään vähemmän huomiota tietyn puulajisekoituksen ylläpitoon kuin puiden laadun ja arvon lisäämiseen. Laatuyksilöitä jätetään kasvamaan puulajista riippumatta (Tubbs 1978). Trimblen ym. (1974) mukaan jäävän puuston tilavuus saa olla hieman suosituksia korkeampi eri-ikäiskasvatusta aloitettaessa.

Jos eri-ikäisyys on tavoitteena, metsikköä voidaan ohjata siihen suuntaan sen ikääntyessä. Esim. Weetmanin ja Algarin (1976) mukaan eräissä metsissä Quebecissa eri-ikäisrakenne syntyy, kun n. 100-vuotias mustakuusikko (Picea mariana) alkaa rappeutua ja balsami-pihta tunkeutuu alle. Ohjailutoimiin kuuluvat tällöin

yksinpuinvalinta ja huolellinen leimaus ja korjuu, jossa poistetaan 20-50 % tilavuudesta.

Alikasvosten elpymiskyvyssä puulajien kesken on eroja (Blum 1978). Esim. tammella vapauttaminen aiheuttaa pienen viivästymisen pituuskasvun alkamisessa ja vielä 4 v vapauttamisen jälkeen kasvu on vähäisempi kuin vapaasti kasvaneissa puissa. Balsamipihdan on todettu reagoivan vapauttamiseen nopeasti, nuorten puiden nopeammin kuin vanhempien (Hatcher 1967). Sokerivaahteralla on havaittavissa muodon paranemista paranevan kasvun myötä. Yleinen toteamus on, että on runsaasti näyttöä siitä, että varjopuulajien alikasvostaimet reagoivat vapauttamiseen positiivisesti (Trimble 1973).

5. ERI-ikäISKASVATUKSEN VERTAILUA TASAikäISKASVATUKSEEN

51. PUUNTUOTOS

Tasaikäisen ja eri-ikäisen metsän tuotoksen eroista ei ole paljon tietoa. Pitkäaikaisia vertailuja ei ole. Tehdyt vertailut ovat suuressa määrin teoreettisia ja tavallisesti tiettyyn yksittäistapaukseen pohjautuvia (Smith ja DeBald 1978). Joitain arvoja on esitetty. Marquisin (1978) mukaan eri-ikäiskasvatuksessa puuntuotos ja tuotoksen arvo ovat hieman alhaisemmat, mutta kustannukset hieman korkeammat kuin tasaikäistaloudessa. Tämä korvautuu monilla alueilla es-

teettisinä ja virkistyskäyttöetuina. Eräiden laskelmien mukaan siirtyminen eri-ikäismetsätalouteen valtiometsissä yksinpuin- ja ryhmävalintahakkuita käyttäen laskisi puun tuotosta 13 %, tuotoksen arvoa 31 % ja nostaisi hallintokuluja 9 % (USDA 1975). Joidenkin tutkimusten mukaan puiden läpimitan kasvussa ei ole paljon eroa eri kasvatuseräillä (Smith 1962, Meyer ym. 1961, Smith ja DeBald 1978), mutta koko metsikön tilavuuskasvussa on eroa puulajikoostumuksen muutoksen vuoksi. Eri-ikäismetsien säätely on vaikeampaa ja kalliimpaa kuin tasaikäisten (James 1974, Smith 1975, Roach 1974), mutta paljon riippuu käsittelyn intensiteetistä. Tasaikäisissä metsissä harvennushakkuut aiheuttavat toistuvia kustannuksia. Rahallinen tuotto riippuu paljon markkinahinnoista. Jos hinnat suosivat korkealuokkaisen tukki- tai vaneripuun kasvatusta, eri-ikäiskasvatus on tuottoisaa. Toisaalta pitkän ajan kuluessa tasaikäiset metsiköt tuottavat potentiaalisesti enemmän ja parempilaatuista puuta pinta-alayksikköä kohden (Trimble ja McClung 1966, Doolittle 1966, Trimble 1968, Smith ja DeBald 1978). Trimblen ja Manthyn simulointimalli (1966) Appalakkien lehtimetsille näytti tasaikäiskasvatuksen olevan 1.5-2 kertaa kannattavampaa riippuen tuotteista ja hakkuiden soveltamistavasta. Curtis (1978) viittaa Assmaniin (1970), jonka mukaan myös tasaikäiskasvatus tuottaa ylipitkällä kasvatusajalla saman määrän tukkipuuta kuin eri-ikäiskasvatus.

Smithin ja DeBaldin (1978) mukaan yleistäen ja yksinkertaistaen voidaan sanoa, että tasaikäismetsänkasvatus vaatii enemmän pääomaa, epävarmuus siinä on suurempi ja tulojen saantiin kuluva aika pitempi kuin eri-ikäismetsätaloudessa. Gibbsin (1978) mukaan on vaikea määritellä kokonaistuotoksen eroja näiden kahden metsänkäsittelymuodon välillä. Monet eri-ikäiset metsät ovat määrämittahakkuiden tuloksina syntyneitä ja kestää jonkin aikaa ennen kuin niiden täysi tuotoskyky ilmenee. Hän osunee asian ytimeen lausuessaan mielipiteenään, että kysymys on lähinnä akateemisesta ongelmasta, koska metsänkäsittelymenetelmää valittaessa perusteina ovat pikemminkin käsittelyn tavoitteet ja biologiset rajoitteet kuin kokonaistuotos.

Esimerkkeinä vertailututkimuksista eri hakkuutapojen välillä esitetään seuraavassa muutamia. Ondro ja Love (1979) vertailivat kolmea hakkuutapaa ontariolaisessa pyökki-sokerivaahtera-keltakoivu-metsikössä. Hakkuut olivat 1) yksinpuinvalintaan perustuva kevyt kunnostushakkuu, 2) ryhmävalintaan perustuva kunnostushakkuu sekä 3) kaupallinen hakkuu. N. 20 % tilavuudesta poistettiin. Kaupallinen hakkuu tuotti suurimman läpimitan kasvun, ja ryhmävalinta suuremman kuin yksinpuinvalinta.

Hasse ja Ek (1981) vertailivat tasa- ja eri-ikäisiä sokerivaahtera-koivu-lehtimetsiä Wisconsinissa vuotuisen keskikasvun, pohjapinta-alan, kokonaisrunko-

puun, kuutiojalkojen ja lautajalkojen (board feet) suhteen. Analyysi näytti, että eri-ikäiskasvatus voi olla merkittävästi tuottoisampaa kuutio- ja lautajalkojen kannalta, mutta kokonaisrunkopuun tuotos oli yhtäsuuri kaikilla menetelmillä. Tasa-ikäiskasvatus tuotti merkittävästi suuremman pohjapinta-alan kasvun. Eri-ikäiskasvatuksen tuotos näyttää riippuvan käsittelyohjeista tai läpimittajakaumasta.

Thompson (1977) vertaili kolmen eri hakkuutavan tuloksia 70-v. metsässä, jossa oli tuija- hemlokkialikasvos ja ylemmässä latvuserroksessa valkomäntyä, douglaskuusta ja lehtikuusta. Hakkuutavat olivat 1) kunnostushakkuu (harvennus, runkojen vapauttaminen), 2) määrämittahakkuu sekä 3) eräänlainen valintahakkuu, jossa poistettiin valikoiden valkomänty, lehtikuusi ja lehtipuut ja jätettiin alikasvos. Viimeksimainittu oli onnistunein käsittely. Se tuotti suurimman nettoliikkeen kuutiokasvuun ja antoi suurimman hakkuupoistuman. Tällaisen hakkuun katsotaan sopivan alueille, joilla avohakkuu ei ole toivottavaa. Hakkuukertymä on pienehkö ja hakkuut vaativat huolellisuutta. Toisaalta poistettava puutavara on arvokasta. Alat ovat myös taimettuneet hyvin eli 90 %:sesti (vrt. kontrolli 42 %, määrämittahakkuu 62 %, kunnostushakkuu 64 %).

McDonald (1976) vertailee 9-vuotiaita taimikoita, joiden perustamistapana oli 5 erilaista hakkuutapaa: 1) avohakkuu ja kulotus, 2) siemenpuuhakkuu ja hakkuu-

tähteiden levitys, 3) suojuspuuhakkuu ja hakkuutähteiden levitys, 4) ryhmävalintahakkuu ja kevyt maanmuokkaus sekä 5) yksinpuinvalinta ja hakkuutähteiden levitys. Aloilla kasvavat havupuut olivat ponderosa- ja sokerimänty, harmaajalokuusi, douglaskuusi ja tuija. Lehtipuita olivat mustatammi (*California black oak*, *Quercus kelloggii*), tanoak (*Lithocarpus spp.*) ja Pacific madrone (*Arbutus menziesii*). Yksinpuinvalinnalla ponderosamänty siementyi suhteellisen hyvin, mutta sen pituuskasvu oli pienempi kuin millään muulla lajilla tai millään muulla hakkuutavalla. Ryhmävalinnalla saatiin kaksinkertainen määrä taimia, kaksinkertainen pituuskasvu ja paremmin jakautunut taimikko; silti nämä arvot olivat vain 1/3 - 1/6 siemen-, suojus- tai avohakkuualojen vastaavista arvoista. Varjoa sietävien lajien (sokerimänty, douglaskuusi, jalokuusi) taimitiheys oli valintamenetelmiä käytettäessä paras. Lehtipuiden taimet, vaikkakin niitä oli runsaasti, kärsivät huonosta jakaantumisesta, korkeasta kuolleisuudesta sekä hitaasta kasvuvauhdista. Ainoastaan yksinpuinvalintametsissä lehtipuut tulisivat todennäköisesti olemaan sekä lukuisampia että nopeammin kasvavia kuin havupuut.

Wing (1977) luettelee 40 vuoden kokemuksiinsa perustuen valintahakkuiden edut maanomistajalle Mainen osavaltion kuusi-jalokuusimetsissä:

- parempi ja tasaisempi kasvuvauhti,
- ei "vadelmavaihetta"

- vähentynyt palonalttius
- parempi maan ja veden suojele
- parempi kontrolli toivotun lajisekoituksen säilyttämiseksi jäävässä puustossa sekä luontaisesti syntyvässä taimikossa
- lajisekoituksen kontrolli auttaa vähentämään hyönteistuhojen riskiä
- paremmat olosuhteet riistalle
- tulot pinta-alayksikköä kohden nousevat, koska kasvatetaan sahatavaraa
- maan myyntiarvo säilyy korkeana, koska alalla aina myyntikelpoista puuta
- useammin toistuvat ja tasaiset kantohintatulot
- esteettiset arvot joillekin ensisijaisia

Vaikeuksia on ollut hakkuiden koneellistamisessa.

52. PUUNKORJUU

Puunkorjuun hankaluutta pidetään tärkeimpänä eri-ikäiskasvatusta rajoittavana tekijänä, jopa enemmän kuin biologisia syitä (Wing 1977, Franklin 1978, Smith ja DeBald 1978, Marquis 1978). Jäävä puusto vaurioituu valintahakkuissa. Eräässä esimerkissä New Yorkin osavaltiossa osahakkuu vaurioitti 30 %, vakavasti 20 % jäävästä puustosta. Kaato aiheutti enemmän vahinkoa kuin lähikuljetus. Jäävää puustoa ja alikasvosta voidaan kaadon yhteydessä suojella esim. suunnatuilla kaadoilla, huolellisella ajourien suunnittelulla sekä tarkalla valvonnalla.

Hakkuukustannukset nousevat valintahakkuissa (Filip 1967, Harkin 1972, Gould 1974). Tasaikäismetsässä voidaan käyttää tehokasta, työtä säästävää koneistoa ja hakkuukertymä pinta-alayksikköä kohden kasvaa. Toisaalta Smith ja DeBald (1978) arvelevat, että hakkuukustannukset pinta-alayksikköä kohti eri-ikäismetsässä voisivat olla jopa hieman pienemmät, koska yleensä hakataan suuria runkoja. Hakkuutähdettä syntyy vähemmän (Martin 1975, Portenfield ja von Segel 1975). Tienrakennuksen kustannukset peittyvät hitaammin, koska tietty puumäärä on haettava suuremmalta pinta-alalta (James 1974, Gould 1974). Toisaalta yksittäistä metsikköä koskien asia ei ehkä ole näin: harvennukset tasaikäisessä metsässä ovat verrattavissa puunkorjuuseen eri-ikäisessä. Pitkällä tähtäyksellä hakkuutavalla on

luultavasti vain vähän vaikutusta tiekustannuksiin, ja samanlaisissa maasto-oloissa kustannusten pituusyksikköä kohti pitäisi olla sama (Hall 1978).

53. UUDISTUMINEN

Eri-ikäiskasvatuksessa uudistuminen on jatkuva tai toistuva, joka korjuun yhteydessä tapahtuva prosessi (Alexander 1971, 1972, Twight 1973, McDonald 1966). Se perustuu halpaan luontaiseen kylvöön tai vesontaan. Ulkopuolista, geneettisesti jalostettua materiaalia ei voida käyttää. Kilpailu valosta ja tilasta, sekä vaaka- että pystysuorassa suunnassa vaikuttaa laatua parantavasti. Kuitenkaan uudistumiskyky ja alkuaikojen selviytyminen kilpailussa eivät varjopuulajeillakaan merkitse samaa kuin kasvukyky ja nopea kehittyminen jatkossa. Nykyistä harvempia kasvatusmalleja esitetään (Gibbs 1978).

Varjonkestävyys on tärkeitä syntyvälle uudistusainekselle (Sander ja Clark 1971). Foiles (1978) mainitsee, että hakkuiden täytyy olla tarpeeksi voimakkaita, jotta valopuulajit menestyisivät. Toisaalta, jos tarkoituksena on kasvupaikan suojeleminen tai kauneusarvojen säilyttäminen, valopuulajit voidaan uhrata ja pienemmät aukot ovat riittäviä.

Seidel ja Head (1983) tarkastelivat uudistumista 5-10 v osittaishakkuiden jälkeen länsi-USA:ssa. Jätti-

läisjalokuusimetsät olivat yleensä hyvin taimettuneet (n. 5400 tainta/ha). Sekametsät, joissa valtapuuna oli joko ponderosamänty, douglaskuusi tai jättiläisjalokuusi, taimettuivat heikommin (n. 1880 tainta/ha). Taimista oli luontaisesti hakkuun jälkeen syntyneitä jalokuusimetsissä 77 %, sekametsissä 57 %.

6. YHTEENVETOA

Eri-ikäismetsän kasvatus käsitetään vielä enemmän taiteeksi kuin tieteksi, mutta siihen voidaan sisällyttää enemmän tiedettä kuin on ajateltukaan (Hann ja Bare 1979). Tasa- ja eri-ikäismetsätalouden suhteelliset arvot ovat vielä pitkälti mielipidekysymys. Ilmeisenä pidetään kuitenkin, että aikaavievää valvontaa ja suunnittelua vaativa eri-ikäismetsätalous on erikoistapaus. Kun ollaan ensisijaisesti kiinnostuneita puuntuotoksesta ja korjuumääristä, korostetaan metsien kasvatusta tasaikäisinä (Gordon 1978). Jos metsän peitteellisenä säilyttäminen on tärkeää, valintahakkuut ovat sopiva vaihtoehto.

7. LÄHDELUETTELO

- Adams, D. M. & Ek, A. R. 1974. Optimizing the management of uneven-aged forest stands. *Can. J. For. Res.* 4:274-287.
- Alexander, R. R. 1954. Mortality following partial cutting in virgin lodgepole pine. *USDA Forest Serv. Res. Pas. RM-16.* 9 s.
- Alexander, R. R. 1971. Initial partial cutting in old-growth spruce-fir. *USDA Forest Serv. Res. Pas. RM-76.* 8 s.
- Alexander, R. R. 1972. Partial cutting practices in old-growth lodgepole pine. *USDA Forest Serv. Res. Pas. RM-92.* 16 s.
- Alexander, R. R. 1973. Partial cutting in old-growth spruce-fir. *USDA Forest Serv. Res. Pas. RM-110.* 16 s.
- Alexander, R. R. 1974. Silviculture of subalpine forests in the the Central and Southern Rocky Mountains - the status of our knowledge. *USDA Forest Serv. Res. Pas. RM-120.* 36 s.
- Alexander, R. R. & Edminster, C. B. 1977. Uneven-aged management of old growth spruce-fir forests: cutting methods and stand structure goals for the initial entry. *USDA Forest Serv. Res. Pas. RM-186.* 12 s.
- Alexander, R. R. & Edminster, C. B. 1978. Regulation and control under uneven-aged management. *Teoksessa: USDA 1978.*
- Assmann, E. 1970. The principles of forest yield study. *Pergamon Press.* 506 s.

- Blum, B. M. 1978. Regeneration and uneven-aged silviculture - the state of the art. Teoksessa: USDA 1978 s. 67-87.
- Carter, E. E. 1908. The silvicultural results of marking timber in the National Forests. Soc. Amer. For. Proc. 3:18-28.
- Curtis, R. O. 1978. Growth and yield in uneven-aged stands. Teoksessa: USDA 1978, s. 186-201.
- Davis, K. P. 1966. Forest management: regulation and valuation. 2nd ed. 519 s. McGraw-Hill, New York.
- Dodge, A. G. jr. 1977. Natural regeneration - small ownerships. From concept to practice. Teoksessa: USDA Gen. Tech. Res. NE-29. s. 73-76.
- Doolittle, W. T. 1966. Some implications of even-aged management and the production of Appalachian hardwoods. For. Prod. J. 16:25-28.
- Doolittle, W. T. 1978. Constraints on forest management in the eastern hardwood region. Teoksessa: USDA 1978 s. 63-66.
- Echelberger, H. E. 1975. Public reaction to different timber harvesting practices. Proc. Logging Residue Conf., Morgantown, W. V. June 4-6, 1975.
- Engle, L. G. 1978. Regulation of cut. Teoksessa: USDA 1978. s. 142-151.
- Eyre, F. H. & Zillgitt, W. M. 1953. Partial cuttings in northern hardwoods of the Lake States. USDA Tech. Bull. 1076. 124 s.
- Filip, S. M. 1967. Harvesting costs and returns under four cutting methods in mature beech-birch-maple stands in New England. USDA Forest Serv. Res. Pas. NE-87.

14 s.

Filip, S. M. 1973. Culturing and culture methods for managing northern hardwoods in the northeastern United States. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Res. NE-5. 5 s.

Filip, S. M. 1977. How applicable is uneven-age management in northern forest types? Teoksessa: USDA Forest Serv. Gen. Tech. Res. NE-29. s. 53-62.

Filip, S. M. 1978. Impact of beech bark disease on uneven-aged management of a northern hardwood forest (1952 to 1976). USDA Forest Serv. Gen. Tech. Res. NE-45. 7 s.

Foiles, M. W. 1978. Stand structure. Teoksessa: USDA 1978, s. 176-185.

Fowells, H. A. 1965. Silvics of forest trees of the United States. USDA Agric. Handbook. 271. 762 s.

Frank, R. M. & Bjorkbom, J. C. 1973. A silvicultural guide for spruce-fir in the Northeast. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Res. NE-6. 29 s.

Franklin, J. F. 1978. Effects of uneven-aged management on species composition. Teoksessa: USDA 1978, s. 169-175.

Gibbs, C. B. 1978. Uneven-aged silviculture and management? Even-aged silviculture and management? Definitions and differences. Teoksessa: USDA 1978, s. 18-24.

Gingrich, S. F. 1967. Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forests in the Central States. Forest Sci. 13:38-53.

Gingrich, S. F. 1978. Growth and yield. Teoksessa: USDA

- 1978, s. 115-124.
- Gordon, D. T. 1978. Regeneration. Teoksessa: USDA 1978, s. 159-168.
- Gould, E. M. 1974. Clearcutting and economics. Teoksessa: Howitz 1974. s. 45-46.
- Gould, E. M. 1975. Aesthetics and land use. Proc. Logging Residue Conf., Morgantown. West Virg. June 4-6, 1975.
- Graves, H. S. 1908. Present condition American silviculture. Soc. Amer. For. Proc. 3:29-40.
- Graves, H. S. 1911. The selection system. Soc. Amer. For. Proc. 5:1-17, illust.
- Hall, D. O. 1978. Benefits and costs of uneven-aged regulation. Teoksessa: USDA 1978. s. 202-216.
- Hall, D. O. 1983. Financial maturity for even-aged and all-aged stands. Forest Sci. 29:833-836.
- Hann, D. W. & Bare, B. B. 1979. Uneven-aged forest management: State of the art (or science?) USDA Forest Serv. Gen. Tech. Res. INT-50. 18 s.
- Harkin, D. A. 1972. Clearcut or selection: what kind of cost? J. For. 70:420-421.
- Hart, A. C. 1964. The Penobscot management-intensity demonstration plots. USDA Forest Serv. Res. Pas. NE-25. 24 s.
- Hasse, W. D. & Ek, A. R. 1981. A simulated comparison of yield for even- versus uneven-aged management of northern hardwood stands. J. Env. Manag. 12:236-246.
- Hatch, C. R. 1967. Effect of partial cutting in overmature lodgepole pine. USDA Forest Serv. Res.

- Note INT-66. 7 s.
- Hatcher, R. J. 1967. Balsam fir advance growth after cutting in Quebec. For. Chron. 40:1.
- Hofman, J. V. 1924. The natural regeneration of Douglas-fir in the Pacific Northwest. USDA Bull. 1200. 62 s.
- Issac, L. A. 1956. Place of partial cutting in old-growth stands of the Douglas-fir region. USDA Forest Serv. Res. Pap. NW-16. 48 s.
- James, L. M. 1974. Clearcutting in the public forests of the North Central Region. Teoksessa: Howitz 1974, s. 45-46.
- Kirkland, B. P. 1911. The need of a vigorous policy of encouraging cutting on the national forests of the pacific coast. Coast. For. Quart. IX:375-390.
- Leak, W. B. 1978. Stand structure. Teoksessa: USDA 1978, s. 104-114.
- Leak, W. B., Solomon, D. S., & Filip, S. M. 1969a. A silvicultural guide for northern hardwoods in the Northeast. USDA Forest Serv. Res. Pas. NE-143. 34 s.
- Leak, W. B., Solomon, D. S., & Filip, S. M. 1969b. Rate of value increase for yellow birch in New England. USDA Forest Serv. Res. Pas. NE-120. 11 s.
- Marquis, D. A. 1978. Application of uneven-aged silviculture on public and private lands. Teoksessa: USDA 1978, s. 25-61.
- Marquis, D. A., Solomon, D. S. & Bjorkbom, J. C. 1969. A silvicultural guide for paper birch in the Northeast. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-130. 47 s.

- Martin, A. J. 1975. Volume of logging residue available for harvesting Appal. Proc. Logging Residue Conf., Morgantown, WV, June 4-6, 1975.
- McDonald, P. M. 1966. Seed fall and regeneration from a group selection cut - first year results. USDA Forest Serv. Res. Note PSW-113. 6 s.
- McDonald, P. M. 1976. Forest regeneration and seedling growth from five cutting methods in north central California. USDA Forest Serv. Res. Pap. PSW-115. 10 s.
- Metzger, F. T. & Tubbs, C. H. 1971. The influence of cutting method on regeneration of second-growth northern hardwoods. J. For. 69:559-564.
- Meyer, H. A. 1952. Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. J. For. 50:85-92.
- Meyer, H. A., Rechnagel, A. B., Stevenson, D. D. & Bartoo, R. A. 1961. Forest management. 2nd ed. Ronald Press, New York. 282 s.
- Munger, T. T. 1950. A look at selective cutting in Douglas-fir. J. For. 48:97-99. Survey-Arkansas. SE Area, State and Private Forestry. USFS, Atlanta, GA.
- Myers, C. 1974. Multipurpose silviculture in ponderosa pine stands of the montane zone of central Colorado. USDA Forest Serv. Res. Pap. RM-132. 15 s.
- Mustian, A. P. 1978. History and philosophy of silviculture and management systems in use today. Teoksessa: USDA 1978. s. 1-17.
- Nautiyal, J. C. 1983. Towards a method of uneven-aged forest management based on the theory of financial maturity. Forest Sci. 29:47-58.

- Ondro, W. J. & Love, D. V. 1979. Growth response of northern hardwoods to partial cutting in southern Ontario. *For. Chron.* 55:13-16.
- Porterfield, R. L. & von Segel, W. W., 1975. Utilization efficiency during harvesting and primary manufacturing in Arkansas. Final Report. General Forestry Assoc. Project. Wood Utilization Survey-Arkansas. SE Area, State and Private Forestry. USFS, Atlanta, GA.
- Reynolds, R. R. 1969. Twenty-nine years of selection timber management on the Crossett Experimental Forest. USDA Forest Serv. Stn. Pap. SO-40.
- Roach, B. A. 1974. Selection cutting in group selection. St. Univ. NY, Col. Env. Sci. and For. AFRI Misc. Pap. 5, 9 s.
- Sander, I. L. & Clark, F. B. 1971. Reproduction of upland hardwood forests in the Central States. USDA Handbook 405.
- Seidel, K. W. & Head, S. C. 1983. Regeneration in mixed conifer partial cuttings in the Blue Mountains of Oregon and Washington. USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-310. 14 s.
- Smith, D. M. 1962. The practice of silviculture. John Wiley & Sons, New York. 578 s.
- Smith, D. M. 1972. Clearcutting, selection cutting and some pathways between. *CT Woodlands* 36:3-7.
- Smith, D. M. 1975. Dangers in over-simplification of forestry. *North. Logger and Timber Proc.* 23:12,13,38.
- Smith, H. C. & DeBald, P. S. 1978. Economics of even-aged and uneven-aged silviculture and management

- in eastern hardwoods. Teoksessa: USDA 1978, s. 125-141.
- Smith, H. C. & Lamson, N. I. 1982. Number of residual trees: a guide for selection cutting. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. NE-80. 9 s.
- Steneker, G. A. 1974. Selective cutting to release white spruce in 75 to 100-year-old white spruce -trembling aspen stands, Saskatchewan. Inf. Res. Northern For. Res. Centre No. NOR-X-121. 13 s.
- Thompson, C. F. 1977. Partial cutting in a mixed wet-belt type. Prov. of British Columbia, Forest Serv. Res. Note 78. 9 s.
- Trimble, G. R. jr. 1961. Managing mountain hardwoods - a ten-year appraisal. USDA Forest Serv. NEFES Pap. 143. 25 s.
- Trimble, G. R. jr. 1965. Species composition changes under individual tree selection cutting in cove hardwoods. USDA Forest Serv. Res. Note NE-30. 6 s.
- Trimble, G. R. jr. 1968. Research findings on even-aged management in hardwoods in the Appalachian area of the Central States.
- Trimble, G. R. jr. 1970. Twenty years of intensive uneven-aged management: effect on growth, yield and species composition in two hardwood stands in West Virginia. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-154. 12 s.
- Trimble, G. R. jr. 1973. The regeneration of Central Appalachian hardwoods with emphasis on the effect of site quality and harvesting practice. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-282.

- Trimble, G. R. jr & Manthy, R. S. 1966. Implications of even-aged management on timber. Teoksessa: Trends from selection cutting to even-aged management. Soc. Am. For., Allegheny Sect. Proc. 1965, 62-75.
- Trimble, G. R. jr & McClung, L. 1966. Clearcutting profitable. West Virg. Conserv. 30:2-4.
- Trimble, G. R. jr., Mendel, J. J. & Kennell, R. A. 1974. A procedure for selection marking in hardwoods combining silvicultural considerations with economic guidelines. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-292. 13 s.
- Tubbs, C. H. 1968. Natural regeneration. USDA Forest Serv. NCFES Sugar Maple Conf. Proc. s. 75-81.
- Tubbs, C. H. 1978. Stand composition in relation to uneven-aged silviculture. Teoksessa: USDA 1978, s. 88-103.
- Twight, P. A. 1973. Ecological forestry for the Douglas-fir region. Nat. Parks & Conserv. Assoc. 16 s.
- USDA Forest Service. 1973. Silvicultural systems for the major forest types of the United States. USDA Forest Serv. Agron. Handbook 445. 114 s.
- USDA Forest Service 1975. The impact of several cutting alternatives on national forest resource values. Unpubl. policy paper pres. for the Forest and Rangeland Renew. Resourc. Planning Act of 1974.
- USDA Forest Service. 1978. Uneven-aged silviculture and management in the Unites States. Proc. of two In-Service Workshops held in Morgantown, W.V. July 15-17, 1975, and in Redding, CA., Oct. 19-21, 1976.

- Timber Management Research, USDA, Wash., D.C. Gen. Tech. Rep. WO-24. Washington, D. C. 234 s.
- Vrablec, J. J. 1977. Public lands - from concept to practice. Ks. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. NE-29. s. 77-81.
- Weetman, G. F. & Algar, D. 1976. Selection cutting in over-mature Spruce-Fir stands in Quebec. Can. J. For. Res. 6:69-77.
- Wing, M. R. 1977. Silvicultural systems - uneven-aged management. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. NE-29. s. 67-72.

8. MUUTA AIHEESEEN LIITTYVÄÄ KIRJALLISUUTTA

- Adams, D. M. 1976. A note on the interdependence of stand structure and best stocking in a selection forest. Forest Sci 22:180-184.
- Anderson, I. V. 1934. Clearcutting of ponderosa pine versus selective cutting. J. For. 32:886.
- Arbogast, C. Jr. 1972. Marking guides for northern hardwoods under the selection system. USDA Forest Serv. Res. Pas. Lake States No. 56. 20 s.
- Berry, A. B. 1963. Developing an ideal growing stock for tolerant hardwoods in Central Ontario. For. Chron. 39:467-476.
- Berry, A. B. 1981. A study in single-tree selection for

- tolerant hardwoods. Can. For. Serv. Inf. Res. PI-X-8, 11 s.
- Botkin, D. B., Janak, J. F. & Wallis, J. R. 1972. Some ecological consequences of a computer model of forest growth. J. Ecol. 60:849-872.
- Bruner, H. D. & Moser, J. W. jr. 1973. A Markow chain approach to the prediction of diameter distributions in uneven-aged forest stands. Can. J. For. Res. 3:409-417.
- Buongiorno, J. & Michie, B. R. 1980. A matrix model of uneven-aged forest management. Forest Sci 26:609-625.
- Carvell, K. 1967. The response of understory oak seedlings to release after partial cutting. West Virg. Univ. Agric. Exs. Stn. Bull. 553.
- Chang, S. J. 1981. Determination of the optimal growing stock and cutting cycle for an uneven-aged stand. Forest Sci 27:739-744.
- Duerr, W. A. & Bond, W. E. 1952. Optimum stocking of a selection forest. J. For. 50:12-16.
- Duerr, W. A., Fedkiw, J. & Guttenberg, S. 1956. Financial maturity: A guide to profitable timber growing. USDA Tech. Bull. 1146. 74 s.
- Dykstra, D. s. 1976. Production rates and costs for yarding by cable, balloon, and helicopter compared for clearcutting and partial cuttings. Oregon State Univ. Forest Res. Lab. Res. Bull 22. 44 s.
- Ek, A. R. 1974. Nonlinear models for stand table projection in northern hardwood stands. Can. J. For. Res. 4:23-27.
- Ek, A. R. & Monserud, R. A. 1979. Performance and

- comparison of stand growth models based on individual tree and diameter- class growth. *Can. J. For. Res.* 9:231-244.
- Greeley, W. B. 1925. Forest management on Federal Lands. *J. For.* 23:223-235.
- Griffin, R. H. 1977. How applicable is even-aged silviculture in the North-East? Teoksessa: USDA Forest Serv. Gen. Tech. Res. NE-29. s.43-51.
- Grisez, T. J. & Mendel, J. J. 1972. The rate of value increase for black cherry, red maple and white ash. USDA Forest Serv. Res. Pas. NE-231. 26 s.
- Holt, H. A. & Fischer, B. C. (Eds.) Proc. of the 1979 John S. Wright Forestry Conference: Regenerating oaks in upland hardwood forests. Purdue University, Indiana.
- Howitz, E. C. J. 1974. Clearcutting - a view from the top. Acropolis Book Ltd, Wash. D. C.
- Hush, B., Miller, C. I. & Beers, T. W. 1972. Forest mensuration. 2nd ed. Ronald Press, New York. 410 s.
- Josephson, H. R. 1941. Factors affecting income from second-growth forests in the western Sierra Nevada. Univ. Calif. Coll. of Agric., Agric. Exs. Stn. Bull. 658.
- Kirkland, B. s. & Brandstrom, A. J. F. 1936. Selective timber management in the Douglas-fir region. USDA Forest Serv. 122 s.
- Larson, R. W. & Goforth, M. H. 1974. TRAS- a timber volume projection model. USDA Forest Serv. Tech. Bull. 1508. 15 s.
- Leak, W. B. 1963. Calculation of "q" by the least squares

- method. J. For. 61:227-228.
- Leak, W. B. & Filip, S. M. 1975. Unevenaged management of northern hardwoods in New England. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-338. 74 s.
- Leak, W. B. & Graber, R. E. 1976. Seedling input, death and growth in uneven-aged northern hardwoods. Can. J. For. Res. 6:368-374.
- Leary, R. A. 1970. System identification principles in studies of forest dynamics. USDA Forest Serv. Res. Pap. NC-45. 38 s.
- Little, E. L. 1980. The Audubon Society Field Guide to North American Trees. Eastern Region. 714 s. Alfred A. Knopf, New York.
- Little, E. L. 1980. The Audubon Society Field Guide to North American Trees. Western Region. 639 s. Alfred A. Knopf, New York.
- Lorimer, C. G. 1983. Eighty-year development of northern red oak after partial cutting in a mixed-species Wisconsin forest. Forest Sci 29:371-383.
- Lähde, E., Werren, M., Etholen, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Comm. Inst. For. Fenn. 125. 86 s. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland.
- Mayer, H. 1969. Long term rationalization of forest enterprises by way of silviculture. Allg. Forstzeitschr. 23:40-45. Ks. Forestry Abstr. 30:339, no.2893.
- McCauley, O. D. & Trimble, G. R. jr. 1972. Forestry returns evaluated for uneven-aged management in two

- Appalachian woodlots. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-244. 12 s.
- McCauley, O. D. & Trimble, G. R. jr. 1975. Site quality in Appalachian hardwoods: the biological and economic response under selection silviculture. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-312. 22 s.
- Mendel, J. J., Grisez, T. J. & Trimble, G. R. jr. 1973. The rate of value increase for sugar maple. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-250. 19 s.
- Michigan Technological University. 1969. Proc. Sugar Maple Conf., Aug. 20-22, 1968. Houghton, MI. 166 s.
- Minckler, L. S. 1975. Woodland Ecology. Environmental forestry for the small owner. Syracuse Univ. Press, Syracuse, New York. 229 s.
- Minore, D. & Carkin, R. E. 1978. Vegetation indicators, soils, overstory canopy and natural regeneration after partial cutting on the Dead Indian Plateau of southwestern Oregon. USDA Forest Serv. Res. Note PNW-316. 9 s.
- Moser, J. W. jr. & Hall, O. F. 1969. Deriving growth and yield functions for uneven-aged forest stands. Forest Sci. 15:183-188.
- Moser, J. W. jr. 1972. Dynamics of an uneven-aged forest stand. Forest Sci. 18:184-191.
- Moser, J. W. jr. 1976. Specification of density for the inverse J-shaped diameter distribution. Forest Sci. 22:177-180.
- Moser, J. W. jr, Tubbs, C. H. & Jacobs, R. D. 1979. Estimation of a growth projection system for uneven-aged northern hardwoods. J. For. 77:421-423.

- Murphy, P. A. & Farrar, R. M. 1982. Calculation of theoretical uneven-aged stand structures with the exponential distribution. *Forest Sci.* 28:105-109.
- Reynolds, R. R. , Bond, W. E. & Kirkland, B. P. 1944. Financial aspects of selective cutting in the management of second-growth pine-hardwood forests west of the Mississippi River. *USDA Tech. Bull.* 861.
- Reynolds, R. R. 1954. Growing stock in all-aged forests. *J. For.* 52:744-747.
- Rindt, C. A. 1966. Trends from selection cutting to even-aged management - the national picture. *Allegheny Sect. Soc. Amer. For. Proc.* Feb. 10-11:3-7.
- Schier, G. A. & Smith, A. D. 1979. Sucker regeneration in a Utah aspen clone after clearcutting, partial cutting, scarification and girdling. *USDA For. Serv. Res. Note INT-253*, 6 s.
- Schlesinger, R. C. 1976. 16 years of selection silviculture in upland hardwood stands. *USDA Forest Serv. Res. Pap. NC-125*. 6 s.
- Shugart, H. H. & West, D. C. 1977. Development of an Appalachian deciduous forest succession model and its application to assessment of the impact of the chestnut plight. *J. Environ. Managem.* 5:161-179.
- Solomon, D. S. 1977. Growth rates of northern hardwoods under uneven-aged management. *Northern Logger and Timber Processor*, 25,8,18,38.
- Stage, A. R. 1973. Prognosis model for stand development. *USDA Forest Serv. Res. Pap. INT-137*. 32 s. *Monongabela NF Timber Management Conf. Proc.*, 15 s.
- Trimble, G. R. jr. & Mendel, J. J. 1969. The rate of

value increase for northern red oak, white oak and chestnut oak. USDA Forest Serv. Res. Pap. NE-129. 29 s.

USDA Forest Service 1977. Proceedings of the symposium on intensive culture of northern forest types. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Res. NE-29.

Walters, J. W., Hinds, T. E., Johnson, D. W. & Beatty, J. 1982. Effects of partial cutting on diseases, mortality, and regeneration of Rocky Mountain aspen stands. USDA Forest Serv. Res. Pap. RM-240. 12 s.

Willis, G. L. & Johnson, J. A. 1978. Regeneration of yellow birch following selective cutting of old growth northern hardwoods. Ford Forestry Centre, Michigan Technological University, Res. Note 26. 13 s.

Ziemer, R. R. 1981. Storm flow response to road building and partial cutting in small streams of northern California. Water Resources Research 17:907-917.

Risto Viitala

SKANDINAVIAN ERI-ikäISRAKENTEISISTA METSISTÄ

1. Johdanto	50
2. Termeistä ja käsitteistä	51
3. Metsien käsittelystä Ruotsissa	57
4. Metsien käsittelystä Norjassa	65
5. Harsintametsätalouden tutkimus Ruotsissa . .	67
6. Kirjallisuutta	75

1. JOHDANTO

Virallisesti Skandinaviassa ymmäretään Kölin vuoriston eli Skandien maita Ruotsia ja Norjaa. Skandinavian ja etenkin sen mantereisemmän puolen Ruotsin metsätalous on aina kiinnostanut suomalaisia. Metsätalouden tärkeä asema kansantaloudessa sekä metsien kasvupaikkatekijöiden ja ympäristöolosuhteiden yhdenvertaisuus Suomen kanssa mahdollistavat useissa tapauksissa ruotsalaisten tutkimustulosten soveltamisen myös Suomessa. Tässä kirjallisuuskatsauksessa keskitytään lähinnä ruotsalaiseen kirjallisuuteen.

Ruotsissa, kuten Suomessa, on viime vuosina aika ajoin käyty kiivasta keskustelua metsätalouden käyttämisestä menetelmistä. Vaikka metsien käyttöaste on Ruotsissa Suomeen verrattuna alhainen, käytössä olevia alueita hoidetaan tehokkaasti. Eri yhteiskuntaryhmät ovat esittäneet toivomuksia, että ns. metsätalouden erikoisalueilla kuten suojametsäalueilla, saaristometsissä, rannikkoalueilla, taajamametsissä ja eläimistönsä tai kasvillisuutensa takia suojelun arvoisissa metsissä käytettäisiin vallitsevasta nykymetsänhoidosta poikkeavia menetelmiä. Tällaisilla erikoisalueilla tulisi korostaa muita kuin puuntuotannollisia tavoitteita. Poronhoito-, marjatuotanto- ja ulkoilualueilla tai kauniissa maisemakohteissa eivät nykyiset metsänhoitomenetelmät aina riitä, vaan tarvitaan myös muita viahtoeh-

toja. Ratkaisuksi tällaisille alueille on esitetty peitteisen metsän säilyttävää rungoittaista harsintamenetelmää tai tunturimetsäharsintaa.

2. TERMEISTÄ JA KÄSITTEISTÄ

Sekava metsäterminologia on myös Ruotsissa osaltaan vaikeuttanut tuloksellisen keskustelun käymistä tästä hyvinkin kiistanalaisesta, tunteita kuohuttavasta, mutta vähän tutkitusta aiheesta. Harsinta (blädning) -loppuisia metsänkäsittelymenetelmiä löytyy ruotsalaisesta metsäkirjallisuudesta useita:

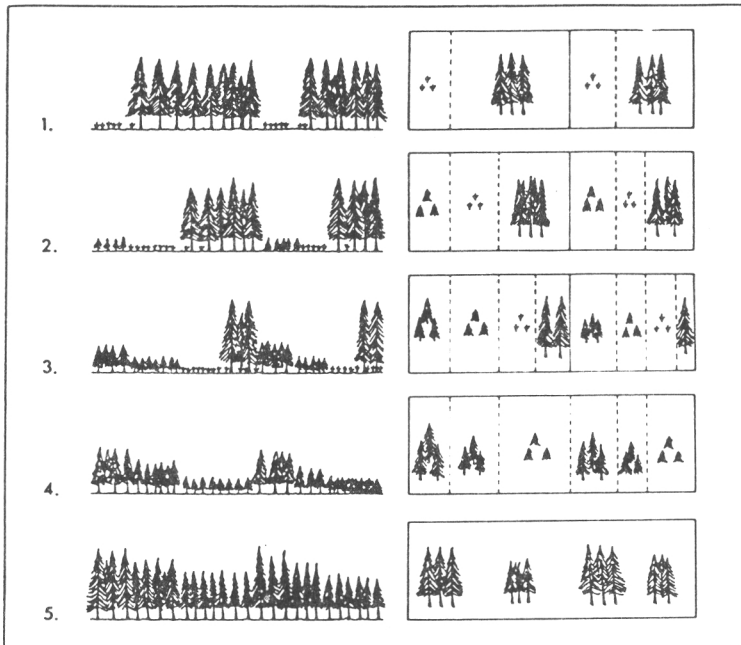
- timmerblädning
- dimensionsblädning
- oordnad blädning
- kantblädning
- luckvis blädning
- gruppvis blädning
- traktblädning
- ordnad blädning
- Wallmo -blädning
- Wagner -blädning
- ren blädning
- stamvis blädning
- äkta blädning
- individ blädning
- fjällskogsblädning

Lundqvist (1984) jakaa edellä mainitut hakkuutavat kolmeen ryhmään:

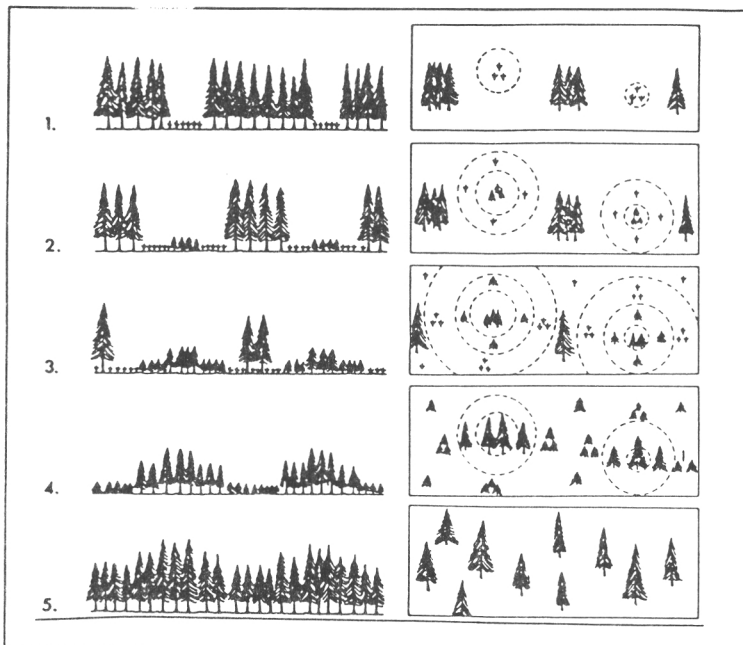
1. vaiheittaiset päätehakkuumenetelmät
2. harsintamenetelmät
3. määrämittahakkuumenetelmät

Vaiheittaiset päätehakkuumenetelmät soveltuvat yksijaksoisten puustojen uudistusmenetelmäksi. Metsäsana-kirjan (Skogsordlista 1978) mukaan päätehakkuumenetelmällä olemassa olevan puuston kehitys keskeytetään mahdollisen siemenpuuvaiheen jälkeen. Olemassa olevalla puusukupolvella tarkoitetaan nimenomaan yhtä puusukupolvea. Kyseessä on siis yksijaksoinen metsä. Tässä yhteydessä usein puhutaan tasaikäisestä metsästä, mutta koska seuraava puusukupolvi voi syntyä hyvinkin pitkän ajan kuluessa on täsmällisempää puhua yksijaksoisesta, ei tasaikäisestä, metsästä. Tähän vaiheittaisten päätehakkuumenetelmien ryhmään kuuluvat nykyisessä ruotsalaisessa kuvioittaisessa metsikkötaloudessa (trakthugningbruk) käytetyt kaistalehakuu- (kanthugning, kuva 1) ja lohkohakkuumenetelmät (luckhugning, kuva 2). Näiden synonyymeinä voidaan pitää harsintaterminologia-listasta (sivu 51) seuraavia:

- kantblädning
- luckblädning
- luckvis blädning
- gruppvis blädning
- traktblädning
- ordnad blädning
- Wallmo -blädning
- Wagner -blädning



Kuva 1. Kaistalehakuuvaiheiden sivu- ja ylä-
projektiot (Julkaisulähde: Lundqvist 1984).



Kuva 2. Lohkohakuuvaiheiden sivu- ja ylä-
projektiot (Julkaisulähde: Lundqvist 1984).

Wagner -blädning muistuttaa lähinnä kaistalehakkua tai Heikinheimon (1932) mukaista 'uudistumisrintaman vyörytystä' (Wagner 1912). Wallmo-blädning⁽¹⁾ puolestaan muistuttaa nykyistä suojuspuumenetelmää. Wallmo ei uskonut rungoittaisen harsinnan tuovan tulosta, vaan eri-ikäisyyden tuli hänen mukaansa olla ryhmittäistä ts. suojuspuumenetelmän kaltaista vaiheittaista loppuhakkua (Wallmo 1945). Ryhmittäisestä harsinnasta mainitsee mm. Roach (1974), että se ei ole varsinaista harsintaa vaan eräs lohkokakuun muoto.

Muut edellä mainitun listan termeistä ovat ehkä yksikäsitteisiä paitsi ornad blädning, jonka Amilon (1923) määrittelee synonyymiksi Wallmo-blädningin kanssa.

-
- 1) Viime vuosisadan puolelta aina 1940 luvulle vaikuttanut norlantilainen ylimetsänhoitaja Uno Wallmo oli kiistetty ja osittain väärinymmäretty käytännön metsätalouden vaikuttaja, joka kannatti voimakkaasti lohkoittaisen uudistushakkuumenetelmän (ns. Wallmo -blädning) käyttämistä vanhojen yli-ikäisten metsien uudistamisessa. Vuonna 1945 hän kirjoitti: "Ryhmittäinen eri-ikäismetsä on kaikista edullisin. On mahdotonta osoittaa jotakin muuta metsikkömuotoa, joka yhtä edullisesti voisi vaikuttaa maan kuntoon ja säännöstellä valon, ilman, lämmön ja veden pääsyä maahan. Vapaa harsinta sovellettuna jokaisessa erityistapauksessa ympäristön mukaan on ainoa järkevä tähän asti tunnettu hakkuumuoto". Wallmon suosittelema harsinta oli itse asiassa suojuspuumenetelmän kaltainen päätehakuu, jossa tavoitteena oli vaihtaa puusukupolvi uuteen. Wallmo vastusti ankarasti avohakkua, joiden käyttämistä hän nimitti kansalliseksi häpeäksi.

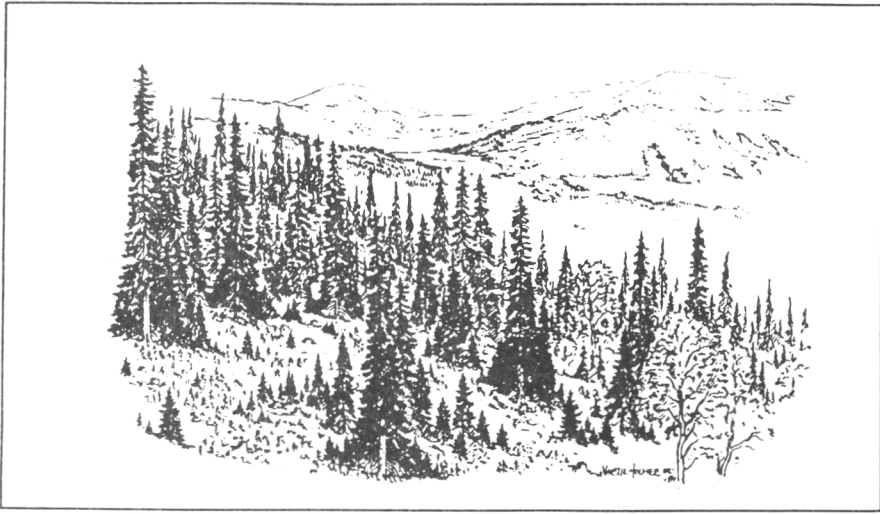
Varsinaisiksi harsintamenetelmiksi Lungvist (1984) määrittelee hakkuumuodot, jotka edellyttävät ja ylläpitävät jatkuvaa kehitystä monijaksoisessa metsikössä. Kaikista pituus- ja läpimittaluokista löytyy taimia ja puita läpi koko metsän. Tällaisen monijaksoisen (erikäisen), monta puusukupolvea sisältävän metsän käsittelyä hän kutsuu harsintametsätaloudeksi.

Tähän ryhmään voidaan lukea seuraavat:

- ren blädning
- vanlig blädning
- äkta blädning
- individ blädning
- stamvis blädning
- fjällskogsblädning

Nämä voidaan jakaa kahteen erilliseen harsintamuotoon; rungoittaiseen (stamvis blädning) ja tunturimetsien harsintaan (fjällskogsblädning). Rungoittaisessa harsinnassa hakkuu suoritetaan säännöllisin väliajoin (5...15 vuotta), jolloin hakkuu kohdistuu kaikkiin pituus- ja läpimittaluokkiin läpi koko metsän. Rungoittaisen harsinnan synonyymejä ovat ren blädning, vanlig blädning, äkta blädning ja individblädning.

Tunturimetsien harsinta on tarkoitettu monijaksoisten, kostean paikan kuusikoiden hakkuumenetelmäksi. Menetelmä rajataan käytettäväksi korkeilla sijaitsevilla metsämailla vähintään 150 m havumetsärajan alapuolella (Lundqvist 1984, kuva 3).



Kuva 3. Martin Holmerin näkemys tunturimetsäharsinnasta.
(Julkaisulähde: Lundqvist 1984).

Suurin osa ruotsalaisesta "harsinta kirjallisuudesta" ei kuitenkaan käsittele varsinaista rungoittaista harsintaa tai tunturimetsien harsintaa vaan vaihteittaisia päätehakkumenetelmiä.

Viimeinen ryhmä eli määrämittahakkuut erotetaan edellisistä siinä, että niiden käyttöä ohjaavat puhtaasti taloudelliset tekijät, eikä menetelmän biologisia vaikutuksia oteta huomioon. Toisin sanoen hakkuupäätöstä tehdessä metsikön uudistamisesta ja tulevasta tuotosta ei välitetä. Tähän ryhmään kuuluvat timmer-, dimensions- ja oordnad blädning.

3. METSIEN KÄSITTELYSTÄ RUOTSISSA

Tarkasteltaessa Ruotsin metsänkäytön historiaa voidaan maa jakaa kolmeen, selvästi erillaiseen alueeseen. Jokaisella alueella on ollut oma metsien käyttöä ohjaava yhteiskunnallinen taustansa. Etelä-Ruotsissa tiheä asutus alisti metsät tukemaan maataloustuotantoa. Keski-Ruotsin vahva vuoriteollisuus käytti hyväkseen myös pienpuuta ja loi näin mahdollisuudet kuvioittaisen metsikkötalouden harrastamiselle hyvin varhaisessa vaiheessa. Harvaan asutussa Norlannissa (Pohjois-Ruotsissa) metsien käsittelyä ohjasi saha- ja massateollisuuden kehitys. 1800-luvun puolivälissä syntynyt saha-teollisuus laajeni voimakkaasti keräten puuta Norlannin metsistä määrämittahakkuin. Vasta massateollisuuden synty ja laajeneminen loivat perustan pienpuun hakkuille, sekä tarpeen kuvioittaiseen metsätalouteen siirtymiselle.

Asutustoiminnan voimakas kasvu 1800-luvun alkupuolella johti vanhojen metsien häviämiseen Etelä-Ruotsista. Polttopuuhakkuu, kaskeaminen ja ankara laiduntaminen aiheuttivat metsien heikkenemisen. Suuret alueet muuttuivat harvoiksi, aukkoisiksi metsiköiksi tai puuttomiksi nummiksi (Skogsbruks metoder 1978). Etelä-Ruotsin metsien käsittelylle oli pitkään ominaista voimakas määrämittaharsinta, jolla vähennettiin usein tietoisesti puustoa heinän kasvun ja laidunmahdollisuuksien parantamiseksi. Vielä 1920-luvulla mm. Smoolan-

nissa viidesosa metsistä oli hakamaita, samoin monissa muissa Etelä-Ruotsin lääneissä (Hedenfalk 1961).

Hävittävien hakkuiden ja laiduntamisen vaikutuksesta syntyneitä Etelä-Ruotsin nummia metsitettiin jo varhaisessa vaiheessa. Vuosina 1868...1878 perustettiin kaksi valtion kokeilualuetta (n. 800 ha) Länsi-Göötanmaan nummialueille. Ne metsitettiin kylvämällä paikallista siementä ja istuttamalla paikallista alkuperää olevia taimia (Carbonnier 1978). Metsittäminen onnistui hyvin ja se osaltaan herätti ruotsalaisten metsämiesten mielenkiintoa metsänviljelyä ja ylipäätään kuvioittaista metsikkötaloutta kohtaan.

Varsinaisia päätehakkuita 1800-luvun alkupuolella harjoitettiin siellä, missä pienpuulla oli riittävästi kysyntää poltto- ja hiiletystarkoituksiin. Keski-Ruotsin rautateollisuuden käyttämä pienpuu johti jo varhaisessa vaiheessa kuvioittaiseen metsien käsittelytapaan näillä seuduilla (Nordqvist 1955, Tillander 1955). Sen seurauksena syntyneet kauniit nuoret metsät herättivät myös asiantuntijoiden kiinnostuksen päätehakkuiden edistämiseksi, samalla kun tyytymättömyys harsintametsätalouden tuloksiin lisääntyi. Erään metsien tilaa käsitelleen selvityksen mukaan vuonna 1905 suurin osa hyvistä nuorista metsistä oli syntynyt hiilleytyksen ansiosta (Nordqvist 1955).

1800-luvun lopussa määrämittahakkuut vallitsivat Poh-

jois-Ruotsin metsänhoitoa, kun taas Etelä- ja Keski-Ruotsissa noudatettiin useimmiten kuvioittaisia päätehakkuumenetelmiä. Näinä aikoina Ruotsin sahateollisuus oli voimakkaasti keskittynyt Norlantiin, jossa tuotettiin vielä 1900-luvun taitteessa suurin osa Ruotsin vuosittain viemästä sahatavarasta (Ebeling 1972). Koska vain riittävän järeillä sahatukeilla oli tarpeeksi kysyntää, määrämittaharsinta oli ainoa kannattava hakkuutapa varsinkin syrjäisillä seuduilla. Vaikka sahat kelpuuttivat raaka-aineekseen yhä pienempiä tukkeja, aiheutti puupula runsaasti sahatuolemia Norlannin rannikolla 1930-luvulla (Nyblom 1955).

Metsähallituksen kiertokirjeessä vuodelta 1867 suositellaan järjestettyä harsintaa. Ohjeessa metsät käskettiin jakaa harsintalohkoihin, joilla hakkuut toistuisivat joko 40,60 tai 80 vuoden välein riippuen metsän iästä: lyhyempi väli varttuneissa ja pitempi väli nuorissa metsissä. Siinä määriteltiin myös tukkipuiden ja tukin aiheiden (nk. hirrenaiheiden) minimiläpimitat (Carbonnier 1978). Vuoden 1902 ohjekirjeessä kehoitetaan välttämään päätehakkuita. Kymmenen vuotta myöhemmin ilmestyneessä ohjekirjeessä ne sallittiin joissakin tapauksissa, suurempia avohakkuita lukuunottamatta (Ebeling 1955).

Harsittujen metsien jälkikasvu aiheutti kritiikkiä, ja yleisesti vaadittiin varsinaisiin päätehakkuisiin siirtymistä. Vuonna 1931 metsähallitus neuvoi edelleen

käyttämään poimintahakkuita paksun humuksen alueilla sekä yli-ikäisiä puustoja hakattaessa (Nyblom 1955). Kirjallisuudesta löytyy useita mainintoja siitä, että määrämittaharsinta oli yleisin hakkuutapa Norlannin metsissä 1800-luvun puolesta välistä 1900-luvun alkuvuosikymmenille (Holmerz 1877, Kallin 1926, Welandner 1938).

Ruotsin Metsäinstituutin perustaja I.A.Ström oli kuviointaisen metsätalouden varhaisimpia puolesta puhujia. Ensimmäisen kerran Norlannin harsintahakkuita kritisoi Örtenblad vuonna 1893 (Carbonnier 1978). Hänen mielestään harsintametsiköiden huono taimettuminen johtui valon puutteesta. Näiden vaikutusvaltaisten miesten mielipiteet eivät kuitenkaan tuottaneet tulosta vielä pitkään aikaan pienpuun heikon menekin vuoksi.

Vuosisadan alussa alkoivat eräät tutkijat sekä käyttännön metsätalouden vaikuttajat arvostella voimakkaasti määrämittaharsintoja - tai niin kuin he sen ilmaisivat: "harsintametsätaloutta". Vuonna 1913 Holmgren esitteli tekemiään kokeita Ruotsin metsäyhdistykselle. Hän piti ongelmana pohjoisten havumetsien sitkeää raakahumusta, joka estää siemenen itämisen ja taimien kasvun harsitussa metsässä. Raakahumus aktivoituu ainoastaan avohakkuun jälkeen, jolloin varvut ja sammaleet korvautuvat heinillä ja ruohoilla. Samoihin aikoihin Hesselmanin julkaisemat tutkimukset osoittivat, että maan käyttökelpoisen tyyppien määrään voidaan

vaikuttaa metsänhoidollisilla toimenpiteillä. Suotuisilla, esimerkiksi kalkkipitoisilla alueilla harsinnasakin syntyvät pienet aukot saavat aikaan vilkkaan nitrifikaation ja mahdollisesti taimettuvat. Jotta paksun raakahumuksen peittämät alueet Pohjois-Ruotsissa muuttuisivat taimettumiselle suotuisiksi, vaativat ne voimakkaita toimenpiteitä: avohakkuu ja maanmuokkaus tai kulotus (Carbonnier 1978). Lisäksi Hesselmannin mukaan harsinnalla aikaan saaduissa aukoissa maaperä köyhtyy, kun ympäröivät puut imevät ravinteita siitä ja köyhdyttävät maata happamalla karikkeilla. Samoin aukoissa kasvavat varvut heikentävät hänen mukaansa maata. Ainoana keinona aktiivisuuden lisäämiseksi olisi avohakkuu ja kulotus (Hassenkamp 1955). Holmgrenin ja Hesselmannin ajama linja sai kannatusta, mutta esimerkiksi Norlannissa vaikutti vielä ylimetsänhoitaja Uno Wallmo, joka oli tarmokas kuvioittaisen metsätalouden vastustaja.

Schager mainitsee vuonna 1925, että määrämittahakkuu oli traditionaalinen hakkuutapa ruotsalaisessa talonpoikaismetsässä, vaikkakin se oli saanut yhä enemmän väistyä muiden hakkuutapojen tieltä (Sarvas 1944).

Monien asiantuntijoiden vastustuksesta huolimatta harsintaan perustuvat hakkuutavat pysyivät metsäviranomaisten ohjeissa pitkään 1930-luvulle saakka. Syynä tähän oli mm. se, että näin estettiin yli-ikäisen puustopääoman liian nopea hakkuu. Lisäksi taloudel-

liset tekijät olivat korostetusti esillä: järeän puun korjuun kannattavuus sekä metsätalouden kannattavuuslaskelmiin liitetty maankorkoteoria (Faustmanin kaava) sai harsinnan tuntumaan edulliselta viljelyyn verrattuna. Varsinkin 1930-luvun talouslaman aikana viljelykustannukset tuntuivat erityisen raskailta; harsinnan suosio kohosi jälleen. Myös valtio toivoi 1930-luvulla harsinnantapaisten hakkuiden suorittamista Norlannin vanhoissa luonnon metsissä. Tarkoituksena oli yhtäältä yli-ikäisten metsien torjunta ja toisaalta taloudelliset syyt, jotka painottivat nopeinta mahdollista menetelmää yli-ikäisten ja tuhonalaisten metsien hyödyntämisessä (Ebeling 1972).

Määrämittahakkuita toteutettiin laajassa mitassa Norlannissa 1800-luvun puolivälistä 1920-luvulle. Uudistamisen kannalta tyydyttäviin tuloksiin päästiin vain Ruotsin Lapissa, jossa luonnostaan harvoista ja pienikasvuisista metsistä voitiin käyttää vain suurimmat puut. Muualla harsittujen metsien huono jälkikasvu aiheutti arvostelua ja vaatimuksia varsinaisiin päätehakkuisiin siirtymisestä. Myöskin harsinnan kannattajat olivat valmiita kehittämään menetelmää uuditustulosten parantamiseksi. Harsintamenetelminä esiteltiin suojuspuumenetelmiä (luckhuggning: Örtenblad 1891, Amilon 1923, Lindner 1927) ja kaistalehakkuumenetelmiä (kanthyggning: Wagner 1906 ja 1912, Alarik 1925, Petrini 1931), jotka Lundqvist lukee nykyisin varsinaisiin päätehakkuisiin kuuluviksi. Harsintametsätalouden vaihto-

ehtona esitettiin myös rungoittaista harsintaa (stamvis blädning) määrämittahakkuiden tilalle (Wahlgren 1914, Leijonhufvud 1921, Amilon 1923, Lindner 1927).

Voimakkaana avohakkuiden kannattajana Hassenkamp kirjoitti vuonna 1955: "Skandinaviassa on puoli vuosisataa yritetty siirtyä säännöttömästä harsinnasta säännölliseen. Siitä ei ole hyötynyt luonto sen enempää kuin metsämiehetkään." Hänen mukaansa edellytykset harsintatalouden harjoittamiselle -voimakaskasvuiset maat, korkea sademäärä ja harsintaan soveltuvat puulajit - löytyvät ainoastaan Skandinavian eteläosista. Myös näillä alueilla siirtyminen harsintataloudesta metsikkötalouteen oli käynnissä kuten Hassenkamp (1955) kirjoittaa. Samaisessa kirjoituksessa hän täsmensi niitä argumentteja, jotka vuosisadan alkupuoliskolla oli esitetty harsinnasta luopumisen syiksi. Puustoisissa metsiköissä maan lämpötila on pieneliöstön kannalta kaikkein kauimpana optimista. Tämä johtaa inaktiiviseen raakahumuskerrokseen. Hakkaamalla alue aukeaksi maaorganismien olosuhteet paranevat, ja sitkeästä raakahuksesta tulee huokoista. Samoin pintakasvillisuus (Deschampsia flexuosa, Rubus sp. ym.) edistää osaltaan humuksen aktivoitumista runsaasti tyypeä sisältävillä, helposti hajoavilla karikkeilla ja sillä suojalla, jonka ne antavat bakteereille lämpö- ja kosteusvaihte- luita vastaan. Täten nuorissa metsissä humuksen N-mobilisaatio on vilkkaampaa kuin vanhoissa. Hassenkamp mainitsee vielä, että harsintataloudessa kasvatavoit-

teet yleensä toteutuvat, mutta uudistaminen tuottaa pettymyksen. Hänen mukaansa rungoittainen harsinta ei ole vaihtoehto määrämittaharsinnalle, koska ne eivät vaikuta eri tavoin maaperän biologiseen tilaan (Hassenkamp 1955).

Harsintamenetelmien lopullinen väistyminen tapahtui 1940-luvulla. Metsikkötalouteen siirtymisessä osaltaan auttoi toisen maailmansodan aikainen polttopuutarve ja ennen muuta massateollisuuden kasvusta aiheutunut pienpuun kysynnän kasvu.

Viimeiset vuosikymmenet Ruotsin metsätaloudessa ovat olleet kuvioittaista tasajaksoisuuteen perustuvaa metsikkötaloutta (trakthyggning). Hakkuukypsät metsät on päätehakkuin käsitelty kuvioittain, ja metsä on uudistettu istuttamalla, kylvämällä tai luontaisesti. Siten metsäntutkimus on kokonaan kohdistettu näihin liittyvien ongelmien ratkaisuun.

Nykyisin Ruotsissa ollaan sitä mieltä, että harsintahakkuu ei ole metsänhoitolain edellyttämä tarkoituksenmukainen hakkuumuoto. Se on siksi luvallinen vain poikkeustapauksissa (Södeström 1971, Lundqvist 1984).

4. METSIEN KÄSITTELYSTÄ NORJASSA

Skandien hallisemassa vuoristoisessa Norjassa metsien osuus koko maapinta-alasta on vain 21 % eli noin 6.5 milj. ha. Näistä yli puolet (54 %) on kuusivaltaisia metsiä ja noin 16 % metsäpinta-alasta on tuotoltaan 6.5 m³/ha/v tai sitä parempia maita (Braathe 1965). Koskeilla Länsi-Norjan rinteillä on suotuisimmat ilmasto-olosuhteet kuin samalla leveyspiirillä sijaitsevalla Suomella.

Kuten Ruosissa puuraaka-aineen tarvesaneli Norjan hakkuiden luonteen aina 1930-luvulle. Hakkuut olivat määrämittahakkuuta, koska vain järeällä puulla oli menekkiä. Puuraaka-aineen alhaisen hinnan vuoksi ei ollut mahdollisuutta varsinaisiin metsänhoidollisiin toimempiteisiin. Massateollisuuden kasvun myötä myös norjalainen pienpuu alkoi kelvata. Metsien puuntuotos kohosi. Harsinnanluontoiset hakkuut kuitenkin vielä osittain jatkuivat (Barth 1920, Borset 1963).

1930-luvulla käytiin kiivaita kiistoja metsänhoidon periaatteista. Sekä harsintarakenne että tasajaksoinen metsikkötalous sai kannatusta (Borset 1963). Siksi Norjassa siirtyminen harsintataloudesta tasajaksoiseen metsikkötalouteen kävi erityisen hitaasti ja vaivalloisesti (Hassenkamp 1955).

Toisen maailmansodan jälkeinen tekninen kehitys ja

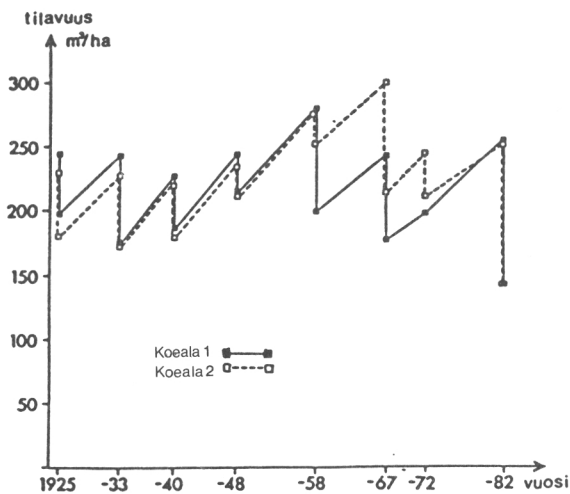
palkkatason nousu johtivat metsätalouden nopeaan koneellistumiseen. 1950-luvun lopulta lähtien uudistusalasta yli puolet on uudistettu viljellen, eräinä vuosina jopa yli 75 % (Skinnemoen 1969).

Tasajaksoiseen metsikkötalouteen siirtyminen Norjassa ei ole kuitenkaan tapahtunut sellaisessa yhteisymmärryksessä, kuin Ruotsissa ja Suomessa 1940-luvun jälkeen. Mm. Borset (1965) jakoi metsänkasvatuksen ja -uudistamisen kahteen päälinjaan: biologis-dynaamiseen eli ns. keski-eurooppalaiseen tyyliin ja matemaattis-mekaaniseen. Jälkimmäisen tyylin hän näki voimakkaasti levinneen Norjaan ja etenkin Ruotsiin. Tämän seurauksena esimerkiksi avohakkuita on suoritettu erittäin korkeilla alueilla, mitä hän piti vaarallisena. Näillä alueilla hänen mukaansa yläharvennus tuottaisi hyvän taloudellisen hakkuutuloksen, sekä uudistetulle metsälle huomattavasti paremmat tuotantomahdollisuudet, kuin avohakkuu-istutus menetelmä.

Norjalaisissa metsänhoidon oppikirjoissa harsintametsätalouden esittely on säilynyt vielä näihin päiviin saakka, vaikkakaan sen käyttöä ei suositella lähinnä teknisistä syistä. Ruotsissa ja Suomessa harsintametsätaloutta vastustetaan lähinnä biologisista syistä (Skinnemoen 1969, Nedkvitne og Arvesen 1978).

5. HARSINTAMETSÄTALouden TUTKIMUS RUOTSISSA

Harsintametsätalouden menetelmiä, jotka tässä yhteydessä ymmäretään Lundqvistin määritelmän mukaisesti ja tarkoittavat siis rungoittaista ja tunturimetsäharsintaa on tutkittu melko vähän. Näistä aiheista on varsinaisesti vain kaksi opinnäytetyötä: Klensmeden, Stambvis blädning (1984) ja Lindman, Fjällskogsblädning (1984). Molemmissa töissä korostetaan tutkittavien alueiden pienuutta ja varotaan tekemästä pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

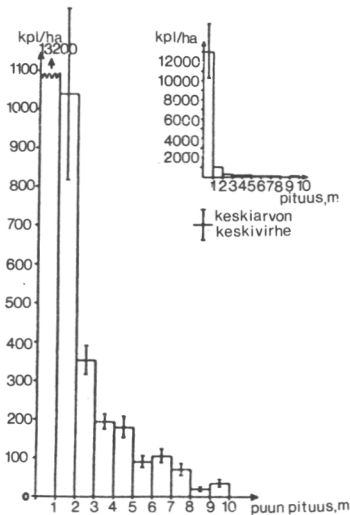


Kuva 4. Harsittujen tutkimusmetsiköiden puuston tilavuuden kehitys (Julkaisulähde: Klensmeden 1984).

Klensmeden tutki kaksi pysyvää koealaa, jotka sijaitsivat Skogshögskolanin Taalimaan tutkimusalueella (Siljanfors) lähellä Mora. Metsiköitä on hakattu rungoittaisen harsinnan mukaisesti jo vuodesta 1925 (kuva 4).

Vuonna 1982 tutkituissa harsintametsissä oli puuston määrä $250 \text{ m}^3/\text{ha}$, joista 90 % oli kuusia. Kasvupaikan boniteetiksi arvioitiin noin $6 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa. Koealoja on seurattu huolella ja keskikasvuksi molemmille koealueille on saatu samat $6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$.

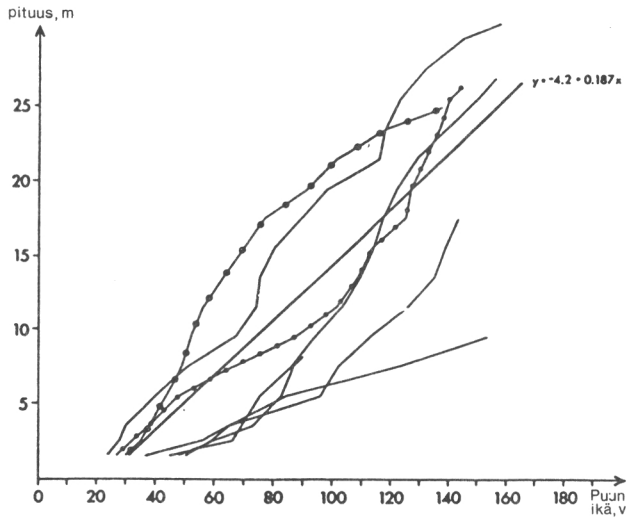
Runkoluku oli tutkimuskesänä noin 15 000 kpl/ha, joista 85 - 90 % oli pituudeltaan alle metrin (kuva 5).



Kuva 5. Harsitun metsän pituusjakauma. Pienemmässä kuvassa toinen mittakaava. Yli 10 m puita ei ole mukana (Julkaisulähde: Klensmeden 1984).

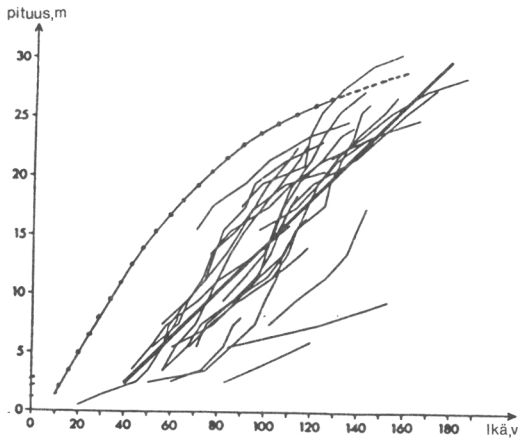
Päällyspuuston määrä ei ollut esteenä uudistumiselle, vaikkakin taimien tilajärjestys oli hyvinkin klusteroitunut. Sen sijaan taimien alkukehitys oli hidasta. Rinnankorkeusmitan saavuttaakseen taimet kasvoivat keskimäärin 46 vuotta. Puiden pituuskehitys oli hyvinkin erilainen riippuen niiden sijainnista muihin puihin nähden. Esimerkinomaisesti kuvassa kuusi on muutamien

puiden pituuskehityksiä. Verrattaessa kahden merkityn puun kehitystä havaitaan, että puut ovat olleet samantuisia sekä 40 että 140 vuoden iässä, kun taas sadan vuoden iässä toinen on ollut lähes puolta pidempi. Ikäpituuden selittäjänä on siten heikko.

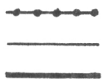


Kuva 6. Muutaman valitun puun pituuskehitys.
(Julkaisulähde: Klensmeden 1984).

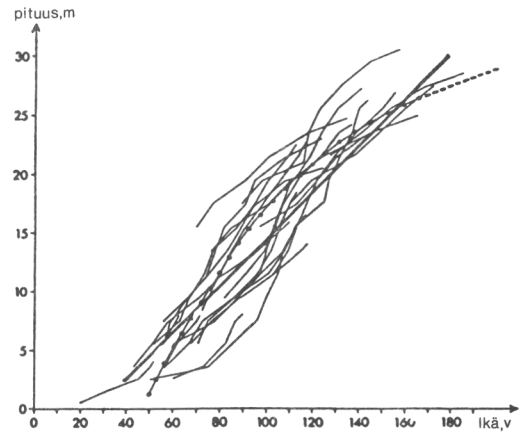
Verrattaessa tasaikäisen puuston kehityssarjaa harsittujen puiden pituuskehityksen kanssa voidaan havaita, että pituuden kehityksessä alikasvosvaiheesta muodostuu noin 40 vuoden viive (kuvat 7 ja 8).



Kuvat 7.



Tasaikäisen metsän valtapuiden pituuskehitys Hägglundin (1972) mukaan.
 Harsitun metsän puiden pituuskehityksiä.
 Harsittujen puiden pituuskehitysten regressiosuora. (Julkaisulähde: Klensmeden 1984).

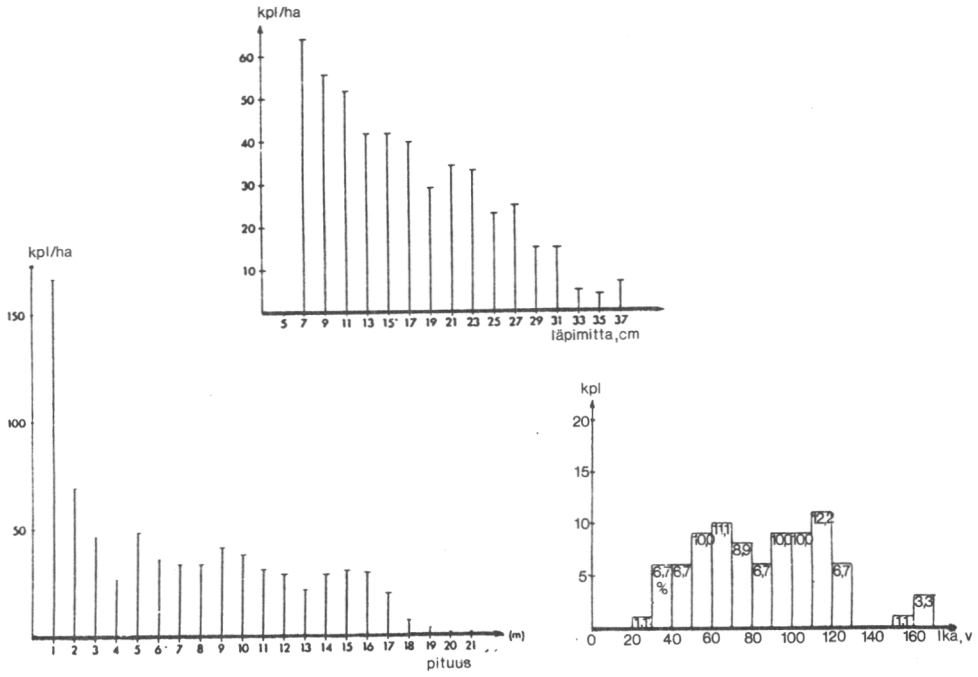


Kuva 8.

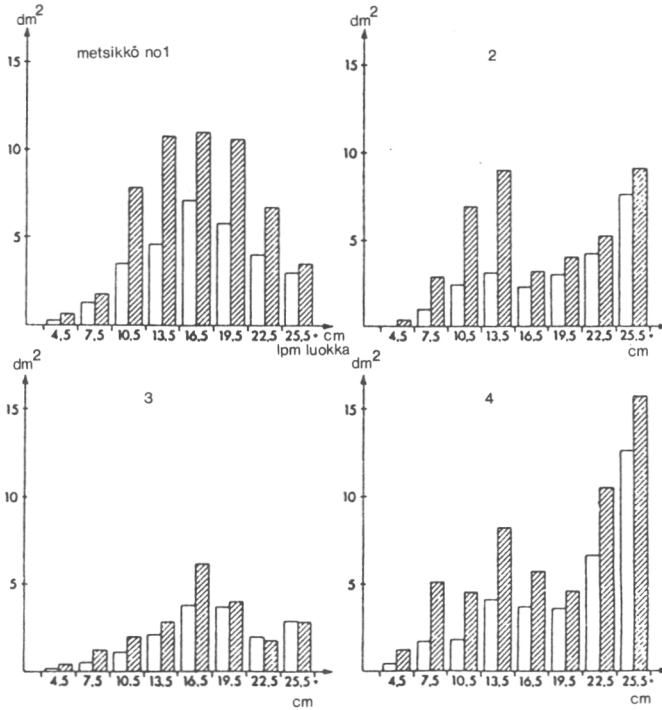
Tällaisen viiveen vaikutus tuotosta alentavana tekijänä alenee sitä mukaa mitä kauemmin menetelmällä metsää käsitellään. Toisin sanoen keskimääräinen tuotos hiukan kohoaa mitä pidemmällä aikajaksolla tuotosta keskimääräisen hakkuupoistuman avulla lasketaan.

Lindman tutki puuston kasvua ennen ja jälkeen tunturimetsäharsinnalla hakattua neljää metsikköä Jämtlannissa ja Västerbottenissa (liite 1). Metsiköt olivat vahvasti eri-ikäisiä, joissa oli suuri pituushajonta ja puita oli kaikissa läpimittaluokissa (kuvat 9...11).

Puut reagoivat voimakkaasti hakkuisiin. Kasvun lisäys oli voimakasta varsinkin pienillä puilla (kuva 12).

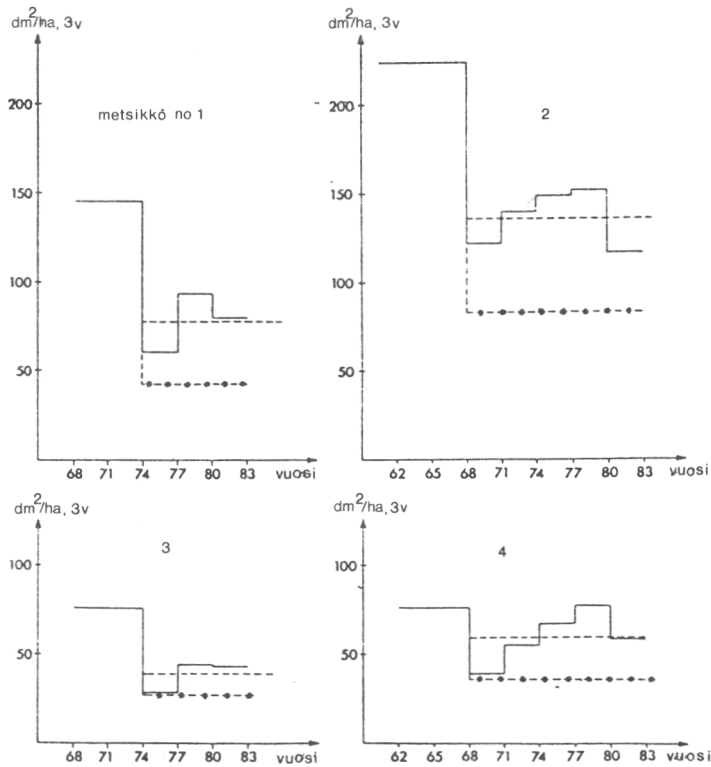


Kuvat 9, 10 ja 11. Tunturimetsäharsitun metsän pituus-
läpimitta- ja ikäjakaumat. (Julkaisulähde: Lindman 1984).



Kuva 12. Harsitun tunturimetsän jäljelle jääneen puuston pohjapinta-alankasvu ennen ja jälkeen harsinnan (Julkaisulähde: Lindman 1984).

Hakkuisaa poistettiin puiden pohjapinta-alasta 50...70 % (liite 1). Metsiköissä (no:t 1...3), joista poistettiin pohjapinta-alasta n. 2/3 pohjapinta-alan kasvu jäi 9...12 vuoden jälkeen hakkuusta 1/3 alhaisemmalle tasolle kuin ennen hakkuuta. Kun pohjapinta-alasta poistettiin noin puolet (metsikkö no. 4) kohosi pohjapinta-alankasvu lähes samalle tasolle, mikä se oli ennen hakkuuta ollut (kuva 13).



Kuva 13. Harsittujen tunturimetsien pohjapinta-alankasvu.
 — puiden ppa:n kolmen vuoden keskkasvu
 - - - - puiden ppa:n keskkasvu harsinnan jälkeen
 ◄-◄-◄ puiden ppa:n keskkasvu ilman kasvureaktiota
 (Julkaisulähde: Lindman 1984).

Edellä esitellyt esimerkit osoittavat, että harsintaluontoisilla hakkuumenetelmillä on ainakin joissakin

tapauksissa, jopa hyvinkin erillaisissa kohteissa mahdollista säilyttää metsän peitteisyys menettämättä tuotoksessa jaksolliseen kasvatukseen verrattuna. Täten menetelmien tutkiminen; niiden biologisten sekä taloudellisten vaikutusten selvittäminen on haaste metsätutkimukselle.

Liite 1. Harsittujen tunturimetsien yleistiedot.
(Julkaisulähde: Lindman 1984).

	Metsikkö 1	Metsikkö 2	Metsikkö 3	Metsikkö 4
Kasvupaikkaindeksi	G16-G20	G21	G14	G14
Vuotuinen keskikasvu, m ³ /ha/v	2.19-4.2	4.5	2.4	2.4
Puuston tilavuus, m ³ /ha	35	82	44	69
Puuston pohjapinta-ala, m ² /ha	7.3	16.2	8.6	12.9
Keskipituus, m	9.4	9.6	10.0	10.5
Keskiläpimitta, cm	15.4	13.5	15.3	16.7
Runkoluku, kaikki, kpl/ha	338	1027	348	462
Runkoluku, kuusi, kpl/ha	302	797	265	390
Runkoluku, koivu, kpl/ha	36	230	83	72
Rinnankorkeusikä, v	60	46	78	86
Puuston pohjapinta-ala ennen hakkuuta, m ² /ha	17	22.4	15.8	18.9
Puuston pohjapinta-ala hakkuun jälkeen, m ² /ha	4.9	10.5	5.5	8.9
Hakkuupoistuma (pohjapinta-alasta), %	71	63	65	53
Runkoluku ennen hakkuuta, kpl/ha	653	1490	711	721
Hakkuupoistuma (runkoluvusta), %	48	31	51	36
Keskiläpimitta ennen hakkuuta, cm	16.4	13.8	16.8	18.3
Poistettujen puiden keskiläpimitta, cm	22.0	19.7	19.0	22.1
Jäljelle jääneiden puiden keskiläpimitta, cm	12.4	10.1	14.2	15.7
Alikasvoksen lukumäärä (<3 m), kpl/ha	315	1109	120	283

6. KIRJALLISUUTTA

- Alarik, A. 1925. Moderna huggningsformer på Finspong. Skogen 12, s. 211...243.
- Amilon, J.A. 1923. Skogsskötseln och dess förutsättningar. Stocholm.
- Barth, A. 1920. Skogbrukslaere. I. Hugstsystemene og skogens naturlige foryngelse. Kristiania.
- Børset, O 1963. Skogskjøtsel og skogpleie gjenuom 50 år.
- Børset, O. 1965. Hogstsystemene - skogens pleie og fornyelse. Landbruket årbok.
- Braathe, P. 1965. Metsien uudistaminen Norjassa. Metsätal. Aikakausl. 1/66.
- Carbonnier, C. 1978. Skogarnas vård och förnygring. Teoksessa: Skogshögkolan 150 år. Sveriges Lantbruksuniversitet. Allmänna skrifter nr 2. Uppsala. s. 85...126.
- Ebeling, F. 1972. Norrländska skogsvårdsfrågor. Skogsstyrelsen. 155 s.
- Hassenkamp, W. 1955. Das Scheitern der lenterwirtschaft in Skandinavien. Forst Archiv 26.
- Hedenfalk, Å. 1961. Beståndsbehandling innan sydsvenskt skogsbruk. Skogen och skogsbruk. Stockholm.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia n:o 22. Helsinki.
- Holmerz, C.G. 1877. Handledning för skogsskötseln i Norrland. Stockholm.
- Hägglund, B. 1972. Om övre höjdens utveckling för gran i norra Sverige. Skogshäggskolan, Inst. för

- skogproduktion, Stocholm Rapport nr. 21.
- Kallin, K.E. 1926. Föryngringsstudier i Norrlands skogar. Utfönda under åren 1922...1924. Stockholm.
- Klensmeden, U. 1984. Stamvis blädning - Några studier på två försöksytor i Dalarna. Examensarbete 1984-6, Inst för Skogsskötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå.
- Leijonhufvud, W. 1921. Skogens föryngring. Skogen 8, s. 105...120.
- Lindman, J. 1984. Fjällskosblädning - En tillväxstudie i fyra bestånd. Examensarbete 1984-5, Inst. för Skogsskötse, Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå.
- Lindner, J. 1927. Skogsskötsel. Göteborg.
- Lundqvist, L. 1984. Blädning och etappvis slutavverkning - litteraturstudie. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift nr 6/84. s. 27...40.
- Nedkvitne, K. og Arvesen, A. 1978. Skogbrukslaere. Landbruksforlaget. Oslo. 389 s.
- Nordqvist, M. 1955. Några drag i svensk skogshushållning under 50 år. Teoksessa: Våra skogar under ett halvsekel. s. 9...28. Uppsala.
- Nyblom, E. 1955. Avverkningsformer och beståndsvård. Teoksessa: Våra skogar under ett halvsekel. s. 41...66. Uppsala.
- Petrini, S. 1931. Lanforsbeståndet - ett försök med naturlig beståndsföryngring. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanst. 26, s. 409...514.
- Roach, B.A. 1974. What is selection cutting and how do you make it work - What is group selection and where can it be used. AFRI Misc. Report no 5, State University of New York, College of Environmental Science and

Forestry.

- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Comm. Inst. Forest. Fenn. 33,1. 268 s.
- Skinnehoen, K. 1969. Skogskjøtsel. Landbruksforlaget. Oslo. 724 s.
- Skogsbruks metoder. 1978. Sveriges Skogsvårdsförbund. 165 s.
- Skogsordlista. 1978. 2:a omarbetade utgåvan. Tekniska nomenklaturcentrales publikationer nr. 71. Stockholm.
- Södeström, V. 1971. Ekonomisk skogsproduktion. Borås. s. 268...269.
- Tillander, T. 1955. Skogens förnygringsfråga under 50 år. Teoksessa: Våra skogar under ett halvsekel. Uppsala. s. 67...86.
- Wagner, C. 1906. Die Grundlagen der räumliche Ordnung im Walde. Tübingen.
- Wagner, C. 1912. Der Blendersaumschlag und sein System. Berlin.
- Wahlgren, A. 1914. Skogsskötsel. Stockholm.
- Wallmo, U. 1945. Rationell blädning och dess innebörd. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift.

Erkki Lähde

PROF. RISTO SARVAKSEN HARSINTATUTKIMUS

1. Johdanto	79
2. Sarvas tutki määrämittaharsintaa	79
3. Alikasvokset elpymiskykyisiä	81
4. Voimakas määrämittahakkuu lähellä avohakkuuta ...	83
5. Kuusikot erirakenteisia	83
6. Onko metsänhoito edes välttämätöntä ?	85
7. Määrämittaharsinta ei ole jatkuvaa kasvatusta ..	86

1. JOHDANTO

Harsintajulkilausuman (v. 1948) perustana oli meillä Risto Sarvaksen (v. 1944) tutkimus: Tukkipuiden harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Myöhemmin Sarvakselta ilmestyi myös kaksi muuta harsintaa käsittelevää julkaisua, nimittäin v. 1946: Huomioita kaivospuun ja paperipuun määrämittahakkuilla käsitellyistä metsiköistä ja v. 1950: Tutkimuksia Perä-Pohjan harsimalla hakattujen yksityismetsien uudistamisesta. Kaikki nämä kolme julkaisua käsittelevät määrämittaharsintaa eli määrämittahakkuuta. Ensinmainittua eli vuoden 1944 julkaisua voidaan pitää määrämittaharsintaa käsittelevänä päätutkimuksena. Seuraavassa referoidaan tätä päätutkimusta sekä verrataan lyhyesti määrämittaharsintaa jatkuvaan kasvatukseen.

2. SARVAS TUTKI MÄÄRÄMITTAHARSINTAA

Julkaisunsa alussa Sarvas toteaa, että "tutkimuksessa on asetettu tehtäväksi sen vaikutuksen selvittäminen, joka tukkipuun harsinnoilla sekä niihin läheisesti liittyvillä hakkuutavoilla on ollut Suomen eteläpuoliskon yksityismetsiin, lähinnä niiden metsänhoidolliseen tilaan". Edelleen hän kertoo, että "Tukkipuiden harsinnoiksi (tai lyhyesti harsintahakkuiksi) on luettu sellaiset hakkuut, joissa hakkuuperusteena on ensi sijassa ollut hakattaville tukkipuille asetetut teknilliset vaatimukset (minimikoko ja laatu) ja jossa tätä

puutavaralajia on hakattu enemmän tai vähemmän määrämittäen. Tukkipuiden ohella on usein hakattu pinotavaraakin. Metsikön metsänhoidollisiin vaatimuksiin ei näissä hakkuissa ole kiinnitetty huomiota". Erityisesti hän korostaa, että "Metsänhoidollinen harsinta eri muotoineen ei sisälly käsillä olevaan tutkimukseen". Sarvas toteaa, että "Yksityismetsissämme käytettyjen hakkuutapojen kehityksen ovat määränneet lähinnä menekki-suhteet".

Tutkimus sisältää kanerva- (23 koealaa), puolukka- (65), mustikka- (62) ja käenkaali-mustikka- (9) tyyppin koealoja. Kohteet valittiin nimenomaan voimakkaasti hävittäen hakatuista yksityismetsistä Keskusmetsäseura Tapion välityksellä. Eri-ikäisrakenteisia metsiä ei valittu kohteiksi. Sarvaksen arvio oli, että metsiköt edustivat keskimääräistä heikompaa tasoa. Metsiköiden koko, josta koealat valittiin, oli 50 - 2 000 ha. Koealat keskitettiin pieniin ryhmiin mm. myöhempiä retkeilyjä varten. Koealat olivat kertamittausaloja. Mitään toistuvaa seuranta ei tehty. Koealoilta mitattiin kaikista puista D1,3 ja luettiin taimet (0,1 - 1,3 m) ja taimiaines (<0,1 m). Kantojen ja tiedustelujen perusteella selvitettiin aiemmat hakkuut. Myös luontainen poistuma arvioitiin. Koepuista mitattiin useita tunnuksia (esim. ikä, kapeneminen, kuoren paksuus ja 5 vuoden kasvu).

Sarvas jakaa aineistonsa seuraavasti:

- Kuivien kankaiden harsintamänniköt
 - nuorena harsitut männiköt
 - vanhana harsitut männiköt
- Kuivien kankaiden harsintakuusikot
 - nuorena harsitut kuusikot
- Tuoreiden kankaiden mänty-koivu-
harsintametsiköt

Sarvaksen mukaan "Kuvaavaa käytetylle hakkuutavalle on, että niin pian kuin puut saavuttavat tukkipuun koon, ne jokseenkin järjestään hakataan pois. Määrävin leimausperuste on ilmeisestikin hakattavien puiden koko".

3. ALIKASVOKSET ELPYMISKYKYISIÄ

Sarvaksen tulosten mukaan nuorena harsituissa kuivan kankaan männiköissä "Sädekasvun elpyminen näyttää yleisimmin alkavan toisena hakkuuta seuraavana vuotena. Tämän jälkeen sädekasvu kohoaa ja saavuttaa 5 - 10 vuoden kuluttua maksimin... Merkillepantavaa on, että elpyminen on absoluuttisesti voimakkainta suurimmissa puissa". Edelleen hän toteaa, että "tukkipuun harsinnat alkavat jo niissä metsikön kehitysvaiheissa, joissa puuston pituuskasvu on vielä miltei parhaimmillaan" ja jatkaa sen perusteella, että "Luonnolliselta tuntuisi kuitenkin asettaa raja" (nuoren kasvuisan ja hakkuukypsän metsän) "johonkin sellaiseen ajankohtaan, jossa metsikön valtapuiden kasvu alkaa silmiinnähtävästi taantua". Siten "tukkipuun harsinnat nuorena

harsituissa männiköissä kohdistuvat ainakin pituutensa puolesta nuoriin kasvuisiin metsikköihin". Latvuksen kehityksen osalta Sarvas esittää mm., että "Itse asiassa on sanottava, että metsänhoidollisesti suoritettuina voimakkaat harsintahakkuut, jotka avaavat valolle tien syvälle puuston sisään, voisivat tarjota hyvätkin mahdollisuudet pitkien latvusten syntymiselle".

Tuotoksesta Sarvas arvioi, että "Kanervatyypin männiköissä saadaan 110 vuoden kiertoajan mukaan laskien 42 m³/ha ja puolukkatyypin harsintamänniköissä 80 vuoden kiertoajan mukaan 58 m³/ha keskikuutioksi (kuorineen)". Kokonaistuotoksi (biologiseksi) hän saa edellisessä tapauksessa 143 m³/ha kuoretta (110 v) ja jälkimmäisessä 224 m³/ha (80 v). Kantojen perusteella taaksepäin (16 vuotta) mitaten hän saa vastaaviksi lukemiksi 209 ja 304 m³/ha.

Hän jatkaa, että "Ilmeistä onkin, ettei harsintamänniköiden pieni puuvarasto ja siihen liittyvä vähäinen kasvu johdu kiertoajan lyhyydestä, vaan siitä, että tukkipuun harsinnat voimakkaina kohdistuvat jo nuoriin, keskenkasvuisiin metsikköihin"... "Tukkien suhteellisen vähäinen osuus kokonaishakkuumäärästä johtuu nähtävästi pohjimmiltaan siitä, että tukkipuun harsinnat aloitetaan voimakkaina jo nuorissa, keskenkasvuisissa metsiköissä".

Vanhana harsituista männiköistä Sarvas toteaa, että "kun tukkipuun harsinnat alkavat vanhana harsituissa männiköissä, hakkuut muodostuvat heti niin voimakkaiksi, että tavallisesti jo ensimmäisestä tulee paljastava hakkuu"... "Niitä voitaisiin paremminkin verrata jonkinlaiseen naamioituun paljaasihakkuuseen"... "Mikäli metsikköä sen kehitysaikana on käsitelty jonkinlaisilla alaharvennuksenluontoisilla kasvatushakkuilla, jää paljastavasta hakkuusta vain niukka puusto jäljelle. Mikäli metsikkö taas on saanut kasvaa suurinpiirtein luonnontilassa, jää jäljelle runsaasti hoikkaa puustoa".

Kuivien kankaiden mänty-kuusiharsintametsiköistä Sarvas rajoittuu tarkastelemaan puolukkatyyppin metsiköitä. "Puolukkatyyppin mänty-kuusisekametsiköissä mänty ja kuusi tavallisesti kuuluvat eri kehitysjaksoihin. Osa kuusesta tosin saattaa olla samanikäistä männyn kanssa, jopa sitä vanhempaakin, mutta pääosa kuusesta on kuitenkin tavallisesti nuorempaa kuin vallitseva mänty"... "Kuusetuneita mäntyjätemetsiköitä onkin suurin osa tutkituista mänty-kuusiharsintametsiköistä ollut".

5. KUUSIKOT ERIRAKENTEISIA

Tuoreiden kankaiden harsintakuusikoista Sarvas kertoo mm., että "kuusikkojen erilaisesta syntytavasta johtuu, että käsillä olevassa tutkimuksessa on metsikkölajiin "kuusikot" täytynyt yhdistää melkoisestikin erilaisia

aineksia"... "Kuvaavaa kuusikoittemme epähomogeenisuudelle on, että esim. säännöllisesti kehittyneiden, luonnon normaalienkin kuusikoiden löytäminen on tuotto- tauluja laadittaessa tuottanut vaikeuksia" (viittaus Blomqvistiin ja Ilvessaloon)... "tukkipuiden ohella harsitaan runsaasti kuusipaperipuuta"... "Harsintakuusikon tasoittuminen riukumetsäkautena yksijaksoiseksi osoittaa, että harsintahakkuut kuusikoissa johtavat jaksoittaiseen metsikön kehitykseen". ... "kuusen taimia ilmaantuu runsaasti jo verrattain taajojenkin päällyspuustojen alle"... "Kuvaavaa käytetylle hakkuutavalle on, että tukkipuut hakataan yleisesti minimimittaisina pois"... "hakkuut kohdistuvat pituutensa puolesta keskenkasvuisiin metsikköihin"... "alikasvoskuuset ovat varsin elpymiskykyisiä. Jo välittömästi voimakasta hakkuuta seuraavana kasvukautena pituuskasvun lisääntyminen on selvä. Useissa tapauksissa se saavuttaakin jo silloin täyden määränsä. Pisimmät alikasvoskuuset näyttävät olevan elpymiskykyisimpiä".

Tuotoksesta Sarvas toteaa esim., että "tukkipuun harsinnat kohdistuvat harsintakuusikkoon voimakkaina jo sellaisessa metsikön kehitysvaiheessa, jossa vielä olisi olemassa hyvät biologiset edellytykset puuvastaston nopeallekin lisääntymiselle". "Biologisen kokonaistuoton" määräksi hän arvioi n. $260 \text{ m}^3/\text{ha}$ (kuoretta) (70 v kiertoaika) eli keskimääräiseksi vuotuisiksi kasvuksi $3,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ kuoretta.

Uudistumisen edellytyksistä Sarvas kertoo edelleen, että "sammalpeite harsintakuusikoissa on suhteellisen ohut"... "ruohottumisen ja heinittymisen pysyminen kuusen taimimisen kannalta kohtuuden rajoissa näyttää olevan myönteisimpiä tekijöitä mustikkatyypin harsintakuusikoiden uudistumistapahtumassa"... "harsintakuusikoissa on taimia metsikön kaikkina kehityskausina, riukumetsäkautenakin"... "nuoria ikäluokkia tavataan metsikön kaikissa kehitysvaiheissa"... "Harsintakuusikko näyttää näin ollen tarjoavan verrattain hyvän suojan hallaa vastaan".

6. ONKO METSÄNHOITO EDES VÄLTTÄMÄTÖNTÄ?

Johtopäätöksissään Sarvas esittää mm., että "Ilmeisesti olisi maamme metsätalouden kannalta mitä suotavinta, että suunnittelemattomista tukkipuun harsinnoista ja niihin läheisesti liittyvistä hakkuutavoista luovuttaisiin kokonaan ja siirryttäisiin metsänhoidollisen arvostelun kestäviin hakkuutapoihin". ..."valiopuiden säästämisen" (jo harsituista metsiköistä) "voidaan katsoa merkitsevän siirtymistä suunnittelemattomasta tukkipuiden harsinnasta metsänhoidolliseen (ylä-) harvennukseen. Voidaanko tätä askelta toistaiseksi pitää tyydyttävänä vai onko tästä mentävä vielä askel eteenpäin, ei kuulu käsillä olevan tutkimuksen piiriin"... "Mustikkatyypin harsintakuusikoiden uudistaminen ei yleensä tuota erityisiä vaikeuksia". "Puhdistushakkuuta ja hakkuualojen raivauksia suoritettaessa on

syitä noudattaa varovaisuutta. Jos hakkuualalle ei ole jäänyt riittävästi hyvälaatuista puustoa estämään maan ruohottumista, voidaan sen sijaan jättää huonompaa". Hän toteaa, että "tukkipuun harsinnat siitä huolimatta, että ne hyvinkin ovat harsintahakkuita, eivät meikäläisissä metsiköissä kuitenkaan kehittä puustoon harsintarakennetta"... "Voitaneen sanoa, että ehkäpä metsien hoito ei olekaan niin välttämätöntä kuin ammattimiesten taholta teroitetaan. Voivathan yksityismetsämme tarjota paljon esimerkkejä täysin järjestämättömien hakkuuiden jäljille nousseista kauniista ja tuottoisista metsiköistä".

7. MÄÄRÄMITTAHARSINTA EI OLE JATKUVAA KASVATUSTA

Todettakoon, että Sarvas on tutkinut tarkoituksellisesti vain määrämittahakkuilla eli määrämittaharsinnoilla käsiteltyjä metsiköitä kertamittausmenetelmällä. Hän on nimenomaan valinnut aineistonsa pahiten hävitettyistä metsistä. Hän itse korostaa, että metsänhoidollinen harsinta ei sisälly hänen tutkimukseensa. Siitä huolimatta on toistuvasti harsinnasta ja viime vuosina jatkuvasta kasvatuksesta käydyssä keskustelussa metsäammattimiestenkin taholta vedottu juuri Sarvaksen tutkimuksiin ja sekoitettu metsänhoidollinen harsinta ja jatkuva kasvatus määrämittahakkuihin. Määrämittahakkuuta eniten muistuttava nykyaikainen hakkuumenetelmä on avohakkuu, sillä kaikenkokoisella puulla on nykyisin menekkiä. Avohakkuun jäljet tosin pyritään paikkaamaan

viljelyllä tai joskus myös luontaisella uudistamisella.

Jatkuva kasvatus, jota voidaan vanhoista hakkuutavoista verrata lähinnä metsänhoidolliseen harsintaan, voidaan määritellä lyhyesti seuraavasti: Jatkuvan kasvatuksen hakkuussa poistetaan "kypsät", kasvunopeudeltaan jo hidastuneet puuyksilöt ja jätetään kasvamaan nuoremmat ja muutoin kasvuansa vielä lisäämään pystyvät puut. Liian tiheet kohdat harvennetaan ja vialliset puut poistetaan. Näin menetellen voidaan kasvattaa runsaasta määrästä yksilöitä arvopuun mitat täyttäviä ja suunnata kasvu parhaan kasvunopeuden puihin. Kysymyksessä on kaikenkokoisten puiden eli koko metsän hoito. Jatkuva uudistuminen tapahtuu luontaisesti eri-ikäisestä alikasvoksesta ja pienistä aukoista. Puustoa ei saateta vajaatuottoiseksi, vaan kuutiomäärä säilytetään koko ajan suurin piirtein vastaavan kasvupaikan jaksollisen kasvatuksen (alaharvennus-päättehakkuu-uudistaminen) kiertoajan keskimääräisellä tasolla. Näin vältytään jaksolliseen kasvatukseen sisältyvästä uudistamisen jälkeisestä pitkäaikaisesta vajaatuottoisuusvaiheesta ja niiltä ongelmilta, joita metsän peitteellisuuden rikkominen aiheuttaa esimerkiksi ekologisesti tai monikäyttöllisesti aroissa kohteissa.

Jatkovaa kasvatusta voidaan käyttää kohteissa, joissa metsä on eri-ikäistä ja -kokoista sisältäen siten kaikenkokoisia puita taimista tukkipuihin tai niitä lähenteleviin kokoluokkiin. Parhaiten tällaisiksi kohteiksi

sopivat viljavimpien kasvupaikkojen kuusivaltaiset sekametsät ja karuimpien kasvupaikkojen männiköt.

Metsänhoidon tutkimusosastossa on muutaman viime vuoden kuluessa mitattu useita koealoja lähinnä eri-ikäisrakenteisista sekametsistä. Tähänastisten tulosten perusteella voidaan todeta, että erirakenteisuus on valitseva metsän rakenne kaikilla kasvupaikoilla, jos metsä on saanut kehittyä luonnonmukaisesti, jos se on säilynyt vuosikymmeniä käsittelemättä tai sitä on käsitelty metsänhoidollisen harsinnantapaisilla hakkuilla.

Erkki Lähde

HARSINNASTA JATKUVAAN KASVATUKSEEN

1. Harsinnan käsitteestä	90
2. Harsintametsikön rakenne	95
3. Harsintametsikön uudistaminen ja kasvatus ..	96
4. Harsintametsikön tuotos ja taloudellisuus ..	98
5. Harsintahakkuun sovellutusosalasta	99
6. Yhteenveto	101
7. Kirjallisuutta	103

1. HARSINNAN KÄSITTEESTÄ

Harsinnalle ei ole olemassa yksiselitteistä merkitystä suomalaisessa metsäkirjallisuudessa, vaan useita eri tulkintoja. Usein se sekoitetaan määrämittahakkuuseen. Hannikainen (1919) määritteli kirjassaan "Metsänhoitoppi" käsitteensä METSÄNHOIDOLLISESTA HARSINNASTA, "millä tarkoitetaan semmoista hakkuutapa eri-ikäisissä, nuorempia ja vanhempia puita sekaisin kasvavassa metsässä, jonka kautta metsästä poimitaan valmistuneimmat puut pääasiallisesti yksitellen ja sillä tavoin, että niiden vieressä ja varjostamina kasvavat nuoremmat puut pääsevät hyvin kasvamaan".

Cajander kirjoitti jo v. 1910, että "harsintahakkuuksen tarkoituksena on korjata valmistunut puutavara, valmistaa sijaa uudelle kasvulle ja hankkia metsän terveille, kasvaville puille paremmat kehitysmahdollisuudet". Hänen mukaansa "harsinta käsittää kaksi eri hakkausta, jotka toimitetaan joko kerralla tai kahtena peräkkäisenä hakkauksena. Ensin kaadetaan valmiit tukkipuut, jotka ovat terveitä ja määrätyn mitan saavuttaneita. Sen jälkeen suoritetaan puhdistushakkaus, jossa poistetaan kaikenlaista etupäässä pienempiä puita".

MÄÄRÄMITTAHARSINTA-nimitystä on käytetty menetelmästä, jossa hakataan tietyn vähimmäiskoon saavuttaneet puut. Sarvas (1944) on käyttänyt tästä menetelmästä nimitystä TUKKIPUUN HARSINTA. Sarvaksen mukaan tukkipuun harsin-

naksi on "luettu sellaiset hakkuut, joissa hakkuun perusteena on ensi sijassa ollut hakattaville tukkipuille asetetut tekniset vaatimukset (minimikoko ja laatu) ja joissa tätä puutavaralajia on hakattu enemmän tai vähemmän määrämittaan. Metsikön metsänhoidollisiin vaatimuksiin ei näissä hakkuissa ole kiinnitetty huomiota". Hakkuumenetelmää on kutsuttu myös TALONPOIKAISHAKKUUKSI.

Härsintahakkuut tuomittiin Suomen oloihin sopimattomiksi Metsätaloudellisessa aikakauslehdessä v. 1948 esitetystä julkilausumassa. Samalla se virallisesti lopetti varsinaisen härsintakauden Suomen metsissä, vaikka julkilausumaa ei vahvistettukaan viranomaisten toimesta. Silloisissa oloissa julkilausuman sanoma oli ehkä paikallaan, sillä olihan Suomen metsistä hakattu määrämittahakkuulla sahapuita viime vuosisadan loppupuolella vauhtiin päässeelle sahateollisuudelle. Julkilausuman tarkoituksena oli saada määrämittahakkuu loppumaan, mutta koska oli ilmeisesti vaikeaa vetää rajaa härsinnan ja määrämittahakkuun välillä, tuomittiin härsinnan kaikki muodot. Ne vähäiset tutkimukset, joihin julkilausuma pohjautuu, käsittelevät vain määrämittahakkuuta eli tukkipuuhärsintää (esim. Sarvas 1944). Sarvaksen em. tutkimuksessa mainitaankin, että "metsänhoidollinen härsinta eri muotoineen ei sisällä käsillä olevaan tutkimukseen". Julkilausuma ei siten perustu mihinkään tieteelliseen tutkimukseen.

Ammonin (1951) mukaan harsintaperiaatteella ei ole ymmärrettävä jotain uudenlaista kaavaa, jota voitaisiin matemaattisen tarkasti ilmaista ja tunnettuja kuvauksia hyväksi käyttäen muodostaa, vaan sillä on ymmärrettävä ihmisen tarpeita vastaavaa, järjestelmälliseen valintaan perustuvaa metsän luonnonvoimien hyväksikäyttöä. Se johtaa taloudellisten päämäärien sekä kasvupaikan ja puulajin mukaan vahvastikin vaihteleviin metsiköihin. Siten kaikki samanmuotoisuus on mahdotonta. Ehdoton ohjenuora on vain mahdollisimman keskeytymätön maksimaalinen arvotuotto kussakin tapauksessa. Harsintaperiaatteen tulisi hänen mukaansa olla vaihtoehto hakkuutaloudelle (avohakkuu), jossa jätetään kasvupaikalla huomattava määrä tilaa maassa ja ilmassa vuosikymmeniksi käyttämättä.

Leibundgutin (1945) mukaan harsiminen oli alunperin hakkuumuoto, jolla ei ollut mitään tekemistä metsänhoidon tai edes metsän säilyttämisen kannalta. Myöhemmin talonpojat tekivät siitä metsää säilyttävän menetelmän, josta metsänhoidon mestarit ovat kehittäneet hienon, syvällisen metsänolemuksen tuntemuksen ja ymmärryksen sisältävän metsänkäytön menetelmän. Metsää voidaan samanaikaisesti hoitaa ja uudistaa. Siinä tulee leekin harsintametsikön erikoisluonne esiin. Harsintaa ei voida koskaan laittaa tiukkoihin kaavoihin, vaan jokaisen käyttäjän on harkittava, kuinka sitä sovelletaan kussakin kohteessa. Kun viime vuosisadalla alettiin suositella metsiköiden kasvattamista tasaikäisinä,

koettiin metsä yksipuolisen mekaaniseksi, eikä äärimmäisen mutkikasta yhdyselämää sisältäväksi eläväksi systeemiksi (Leibundgut 1951). Avohakkuiden ja keino-tekoisten uudistusten johtaessa kaikenlaisiin takaiskuihin kirjoitti Gayer (Köstler 1950, Leibundgut 1972) jo 1900-luvun alkupuolella metsänhoidon oppikirjassaan: "Olemme hukanneet luonnon polun. Jos haluamme löytää sen uudelleen täytyy meidän palata harsintametsiin". Gayer perusteli mielipiteensä seuraavasti:

1. tyypillisessä harsintametsikössä kasvupaikan ekologiset suhteet ovat edullisessa muodossa. Harsintametsiköllä on nimittäin paljon yhteistä luonnonmetsän kanssa, mikä puuttuu muilta talousmetsiltä.

2. Harsintametsikössä säilyy maaperän tuottokyky parhaiten. Mitä vanhemmasta harsintametsiköstä on kyse, sitä paremmin tulee esille maan tuottokyvyn paras mahdollinen säilyminen.

3. Harsintametsikössä on aina suhteellisen suuri puuvarasto, joka on myös laadultaan korkeatasoista.

4. Harsintametsiköt ovat paljon pienemmässä määrin luonnontuhoille alttiita kuin muunlaiset metsiköt.

Ammonin (1937, 1951) mukaan harsintametsiköllä ei ole kiertoaikaa ja sen olennaisiin tuntomerkkeihin kuuluu, että metsänhoito ja uudistus eivät voi olle toisistaan erotettuina (vrt. myös Köstler 1950).

Hakkuu ei saa rajoittua vain vahvimpiin runkoihin, vaan sen tulee ulottua myös muihin puuryhmiin, jotta päästäisiin mahdollisimman hyvään harsintarakenteeseen ja jotta huonokasvuiset ja sairaat puut tulisivat ote-
tuiksi pois. Samoin kuivien oksien karsiutuminen tulevasta "eliittipuista" ja hyvien käyttöpuiden säilyttäminen on tärkeää (Köstler 1953). Harsintametsikön hoidolle on luonteenomaista, että se myös tulevaisuudessa muodostaa harsintarakenteisen metsikön (Mitscherlich 1961).
Puuvaraston liikaa pienentämistä on harsintametsikössä varottava. On jopa pyrittävä jatkuvasti melko suureen puuvarastoon ja pantava raja sille kohtaa, missä metsikön oikean kehityksen ja uudistamisen varmuus vaarantuisi. Taimikon ryhmittäisyys edistää puiden alarungon karsiutumista. Taimikon tehtävä ei rajoitukaan harsintametsikössä pelkästään uuden sukupolven luomiseen, vaan se kasvaessaan edistää myös isojen puiden karsiutumista ja suojaa niiden oksatonta alarunkoa mm. auringonpaahteelta.

2. HARSINTAMETSİKÖN RAKENNE

Paras mahdollinen harsintamuoto olisi Köstlerin (1956) mukaan ryhmittäin ja eri puulajeittain rakentunut metsikkö. Metsikön käsittelyssä voisi suositella joko vuosittaista tai jaksottaista hakkuuta, joka käsittäisi noin kuuden kuutiometrin vuotuisen poiston. Harsintametsikössä ovat jatkuvasti ja kestävästi edustettuina kaikki mahdolliset ikäluokat yksivuotisesta sirkkataimesta aina järeään puustoon saakka joko yksittäisenä tai ryhmittäisenä sekoituksena (Gayer 1898, Ammon 1937).

Leibundgutin (1956) mukaan harsintakäsittelylle ei ole tosin olemassa mitään ehdotonta kaavaa, minkä mukaan se tulisi rakentaa, mutta harsintametsiköksi voidaan lukea kaikki ne metsiköt jotka täyttävät seuraavat ehdot:

- metsikön hoidossa ja käytössä pidetään jokaista yksittäistä puuta eikä pelkästään metsikköä tuotantotekijänä
- erilliset kasvatus- ja uudistamishakkuukäsitteet ovat merkityksettömiä, sillä jokainen harsintahakkuu merkitsee samalla metsikön kasvatusta ja uudistamista
- periodisen sukupolvenvaihdoksen sijasta on kyseessä siten jatkuva ja alituiseen muuttuva sekä luontaisesta siemennyksestä uudistuva metsä
- metsänhoidossa pyritään käyttämään keskeytyksettä tuotantotekijöitä korkealla tasolla.

3. HARSINTAMETSİKÖN UUDISTAMINEN JA KASVATUS

Sarvas (1950) on päätellyt, että ainakin "Perä-Pohjolan kuivien kankaiden harsintamänniköissä tapahtuu uusiutuminen ehkä useimmissa tapauksissa ja metsänhoidollisesti katsoen tyydyttävän lyhyenä pidettävän ajan kuluessa". Sarvaksen tutkimukset (1967) osoittavat edelleen, että metsikön kookkaimmat puut ovat ns. pitkän periodin puina huonoja siemenen tuottajia siitä syystä, että ne ovat keskittyneet runkopuun tuottamiseen. Näin on pudonnut pohja siltä harsintaa vastustavalta väitteeltä, että alaharvennuksella turvataan hyvärotuinen ja nopeakasvuinen uusi sukupolvi, sillä taimiaines syntyy keskivahvojen yksilöiden toimesta. Sen sijaan toistuvilla alaharvennuksilla karsitaan kuusella pitkällä aikavälillä pois valoa vähän vaativia ja varjoa parhaiten kestäviä rotuja. Alaharvennuksella karsitaan myös ilmeisesti voimakkaasti kilpailua ja samalla tuhoja kestäviä perintötekijöitä.

Köstlerin (1950) mukaan sirkkataimien kehittymisen edellytykset ovat luonnonmetsissä, mutta myös harsintametsiköissä erinomaiset. Harsintametsiköiden maan lämpötilassa ei tapahdu niin voimakkaita muutoksia kuin päätehakkuumetsiköissä. Lämpösuhteet maassa ovat harsintametsikön alla tasaiset. Lämpiminä ja aurinkoisina päivinä on harsintametsikössä huomattavasti viileämpää, mutta kirkkaina öinä lämpimämpää kuin avohakkuualalla. Hallanvaara on harsintametsikössä sellaisten paikkojen

vieressä, joihin ei sateesta tule paljon vettä maahan, taas vastaavasti paikkoja, joihin sataa erityisen paljon, kun taas yksinomaan alaharvennuksella hakatussa metsässä suhteet ovat tasaisemmat. Nämä suuret erot harsintametsikössä ovat erityisen suotuisat metsän uudistumiselle, sillä eri vuosina sääoloista riippuen on vaihtelevissa paikoissa parhaat uudistumismahdollisuudet.

Säteilyn keskimääräinen voimakkuus on molemmissa metsänkäsittelyissä suurin piirtein sama (Mitscherlich 1963a), mutta koska harsintametsikössä on tiheitä ja harvoja paikkoja, on siellä myös paikkoja, joissa säteilyä on paljon ja päinvastoin. Metsän uudistumiselle tämä säteilyn voimakkuuden ero on harsintametsikössä erittäin edullinen, sillä siten kasvaa todennäköisyys, että suotuisat säteily-, lämpö- ja kosteusolot sattuvat kohdalleen. Ammonin (1951) mielestä: "Hyvillä mailla on ilo harjoittaa harsintaa, mutta huonoilla mailla siihen on pakko ryhtyä". Esimerkkinä hän mainitsee Thunin piirin, missä luovutettiin lohkokakkauksesta harsinnan hyväksi alueella, jossa oli 80 % kuusta ja 20 % mäntyä sekä maa karua ja tasaista.

4. HARSINTAMETSİKÖN TUOTOS JA TALOUDELLISUUS

Mitscherlichin (1952) mukaan harsintametsikön todellinen kannattavuus riippuu aina järeiden puiden kysynnästä sekä niiden ja ohuiden kuitupuiden hintasuhteista. Mikäli järeä puu on arvokasta ja sitä kysytään, on harsintametsikkö erittäin edullinen. Eckhartin ym. (1961) tutkimukset Itävallassa ovat osoittaneet, että harsintametsiköllä olisi huomattavasti parempi kasvukyky päätehakuumetsiin verrattuna.

Mitscherlichin (1963b) tutkimuksista ilmeni, että harsintametsiköiden käyttöpuustosta on ainakin 70 % tukkipuuta, kun taas päätehakuumetsiköissä sitä on vain 40-50 %. Siten hakkuiden yhteydessä saatava rahamäärä on harsintametsällä suurempi kuin päätehakuumetsällä. Jos siihen lisätään viljely- ja hoitokustannukset, joita harsintametsikössä ei ole, on erittäin todennäköistä, että harsintametsikkö mahdollisesti pienemmästä kuutiokasvustaan huolimatta on tasaväkinen päätehakuumetsän kanssa, ellei parempikin, kun ottaa huomioon myös tuuli- ja lumivahingot. Harsintametsiköllä on vähiten lumi- ja tuulivahinkoja, koska sillä on hyvin suojattu asteittain rakennettu puusto (Köstler 1956, Assmann 1961).

5. HARSINTAHAKKUUN SOVELLUTUSALASTA

Martti Tertti (1938) on kirjoittanut: "On kuitenkin aina muistettava, että pelkkä yläharvennus tai pelkkä kaavamainen alaharvennus tuskin koskaan on tarkoitustaan vastaava, vaan on yläharvennuksen ohessa suoritettava myöskin alhaalta päin ottoa ja alaharvennuksen ohessa päältä päin ottoa. Hakkauksen luonne on kohta kohdalta ja runko rungolta ratkaistava".

"Metsälön suuruuden kannalta arvosteltaessa on ilmeistä, että pienmetsätaloudessa, jossa tahdotaan pitää kiinni kestävyuden periaatteesta, metsänhoidollinen harsinta on luonnollisin kuusimetsän uudistushakkautapa"... "Kestävässä pienmetsätaloudessa aukko-, ryhmä- ja kaistalehakkauksia tuskin voidaan pitää sopivina menettelytapoina kuusta uudistettaessa".

"Meikäläistä kuviorakennelmaa ajatellen on harsinnan luontoisia hakkauksia sekä aukko- ja ryhmähakkauksia pidettävä sopivina kuusimetsän uudistamistapoina. Kaavamainen kaistalehakkautus, niin kaistaleittain paljaaksi- kuin siemenpuuhakkautus samoin kuin kaistaleharsinta ovat suhteellisen harsoissa tapauksissa suositeltavia".

"Nimenomaan kuusimetsän käsittelyssä on hoidon yksikkönä useinkin puuryhmä eikä laajempi metsikkö. Siten on meidän metsissämme niin tavallisia kuusen taimi-

ryhmiä hoidettava ja kehiteltävä edelleen. Erillään olevien taimiryhmien välissä oleviin vanhan metsän vyöhykkeisiin on niiden puustoa harsimalla saatava syntymään taimia ja täten alkuaan erilliset taimiryhmät vähitellen sidottava yhteen".

Harsintahakkuita on erityisesti suositeltu käytettäväksi ääriolosuhteissa, kuten saaristo-, suoja- ja lakimetsissä, jos niissä yleensä on tarvetta hakkuisiin (vrt. Numminen 1981, Roiko-Jokela 1981, Valtanen 1981). Numminen edellyttää eri-ikäisen eli harsintarakenteen säilyttämistä lakimetsissä ja Roiko-Jokela toteaa, että "Lakimetsien käsittelyssä voidaan metsähygieniää parantavana toimenpiteenä ajatella harsintahakkuita, joissa muutoin lahoava vanha puusto korjataan talteen". Valtasen mukaan harsinnan edellytyksenä tulee olla harsintarakenne, puuston elinvoimaisuus ja koivun osuuden tulee olla riittävän suuri.

Metsien virkistyskäytön kannalta hakkuumenetelmän valinnalla on suuri merkitys. Harsintametsikköhän on hyvin lähellä luonnonmukaista metsikkörakennetta, mutta siinä ei tarvitse tinkiä talousmetsille asetettavista puuntuotannollisista tavoitteista virkistysarvon kustannuksella. Harsintametsikkö vastaa pitkälle Pitkäniemen (1972) virkistysalueiden metsien tavoitteeksi asetettuja vaatimuksia: luonnonmukaisuus, kauneus, vaihtelevuus, jatkuvuus, elinvoimaisuus, korkea puuntuotto ja viihtyvyys.

6. YHTEENVETO

Metsänhoidollinen harsinta, joka parhaimmillaan on korkeata ammattitaitoa ja metsäluonnon tuntemusta vaativa menetelmä, on oikein ymmärrettynä erinomainen vaihtoehto eri-ikäisissä ja siten erirakenteisissa lähinnä viljavien kasvupaikkojen sekametsissä. Lähes ainoa oikea menetelmä se on pohjoisen tai saariston suojametsissä sekä lakimetsissä, jos niissä on tarpeen tehdä hakkuita.

Korkeata ammattitaitoa vaativien harsintamenetelmien kehittämistä ja tutkimustyötä tulisi kiireellisesti ja tehostetusti voimistaa, ennenkuin yksityismetsätkin ehditään yksipuolisilla menetelmillä siten käsitellä, että harsintaa ei voida edes harkita hakkuun yhtenä vaihtoehtona. Jos harsintatermillä on vielä nykypäivänäkkin metsäammattikunnassa niin paha kaiku tai sen hyväksyminen on arvovaltasyyistä liian vaikeata, tulisi nimikysymys hoitaa ottamalla metsänhoidolliselle harsinnalle uusi käyttökelpoinen ja kuvaava nimi.

Yhtenä vaihtoehtona voisi olla JATKUVAN KASVATUKSEN HAKKU, sillä parhaimmillaanhan harsintaa käyttäen voidaan siihen soveltuvissa metsiköissä luopua selväpiirteisestä ja tuotoksen pitkiksi ajoiksi hyvin vähäiseksi pudottavasta päätehakuusta ja runsaasti kustannuksia aiheuttavasti uudistamisvaiheesta. Edellytyksenä tietenkin on eri-ikäisyyden, erirakenteisuuden ja ainakin

osittaisen sekametsärakenteen säilyttäminen. Luonnollisesti jatkuvan kasvatuksen hakkuumenetelmää käyttöön otettaessa on kehitettävä sellaisia korjuumenetelmiä, joilla voidaan jäljelle jääviä puita vikuuttamatta korjata puita poimien talteen. Näitä menetelmiä tarvitaan joka tapauksessa ylispuiden poistossa ja muissa kasvatusvaiheen hakkuissa, joiden määrä lisääntyy lähivuosina voimakkaasti.

Maaseudun pienmetsänomistaja tarvitsee usein toistuvia hakkuutuloja. Hänen talouteensa sopii hyvin jatkuvan kasvatuksen periaate. Silloin kun metsänomistaja jättää metsänsä mieluummin hakkaamatta kuin hyväksyy avohakkuun, merkitsee jatkuvan kasvatuksen hyväksyminen vaihtoehtona siihen soveltuvissa kohteissa puun teollisuuden saannin helpottumista.

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

7. KIRJALLISUUTTA

- Ammon, W. 1937. Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft. Verlag Paul Haupt. 108 s.
- 1951. Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft. 3. painos. Verlag Paul Haupt. 160 s.
- Assmann, E. 1961. Waldertragskunde. BLV - Verlagsgesellschaft. 490 s.
- Cajander, A. K. 1910. Metsiemme uudistushakkaukset toisiinsa verrattuina. OTAVA. 54 s.
- Eckhart, G., Frauendorfer, R. & Nather, J. 1961. Die Wälder der Gemeinde Julbach, unter besonderer Berücksichtigung der stufig ausgebauten Mischwälder. Mitt. Forstl. Bundes-Vers. Anst. Mariabrunn 58:1-93.
- Gayer, K. 1898. Der Waldbau. 4. uud. painos. Verlag Paul Parey. 626 s.
- Hannikainen, P.W. 1919. Metsänhoito-oppi. 4. painos. OTAVA. 286 s.
- Köstler, J.N. 1950. Waldbau. 1. painos. Verlag Paul Parey. 418 s.
- 1953. Waldpflege. Verlag Paul Parey. 200 s.
- 1956. Allgäuer Plenterwaldtypen. Forstwiss. Centralbl. 75 (9/10):423 - 458.
- Leibundgut, H. 1945. Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forst. Versuchsw. 24 (1):219 - 297.

- 1951. Der Wald. 1. painos. Buchergilde Gutenberg. 222 s.
 - 1956. Ueber Grundlagen und Geltungsbereich der Plenterprinzipe. Referate, vortragen an der wissenschaftlichen Konferenz über Plenterwälder in Slowakei. (Sliac 2. - 5.10.1956).
 - 1972. Struktur eines Emmentaler Plenterwaldes. Forstwiss. Centralbl. 91 (4/5):222 - 237.
- Mitscherlich, G. 1952. Der Tannen-Fichten-(Buchen)Plenterwald. Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt 8. 42 s.
- 1961. Untersuchungen in Plenterwäldern des Schwarzwaldes. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 132 (4):85 - 95.
 - 1963a. Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Waldluft im Plenterwald und Fichtenreinbestand. Allgemeine Forst- und jagdzeitung 134 (11):281 - 290.
 - 1963b. Untersuchungen in Schlag- und Plenterwäldern. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 134 (1):1 - 12.
- Numminen, E. 1981. Metsänrajamänniköt ja niiden uudistaminen mielipiteiden ristiaallokossa. Teollisuuden metsäviesti 6-7:18 - 21.
- Pitkämäki, M. 1972. Helsingin kaupungin ulkoilualueiden metsäluonnon hoito. Kiinteistöviraston metsäosaston moniste. 63 s.
- Roiko-Jokela, P. 1981. Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa. Summary:

- The effect of altitude on the forest yield in northern Finland. *Folia Forestalia* 452:1 - 21.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Sudfinnlands. *Commun. Inst. For. Fenn.* 33.1. 268 s.
- 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 38.1. 95 s.
 - 1967. Viljelymetsä. Juhlaesitelmä Metsäntutkimuslaitoksen 50-vuotisjuhlassa Helsingin yliopiston juhlasalissa 24.10.1967. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 84 (10):288 - 291.
- Tertti, M. 1938. Näkökohtia kuusimetsän hoidosta. *Silva Fenn.* 52:278 - 286.
- Valtanen, J. 1981. Metsäntutkimuspäivät Taivalkoskella 1981. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 24:66 - 77.

Erkki Lähde ja Arja Soramäki

PROF. HANS LEIBUNDGUTIN NÄKEMYKSIÄ METSÄNHOIDOSTA

1. Johdanto	107
2. Metsänhoidon tavoitteet	107
3. Luonnonläheinen metsänhoito	109
4. Luonnonläheisen ja keinotekoisien metsätalouden erot	110
5. Tehostamistoimenpiteiden mahdollisuudet ..	113
6. Ihanteellinen metsän rakenne ja hoito	115
7. Viitteet	118

1. JOHDANTO

Sveitsissä prof. Hans Leibundgutin kotimaassa oli 1800-luvun lopulla metsänhoidon esikuvana maanviljelys. Metsää yritettiin viljellä suurin piirtein samalla tavalla kuin perunoita. Silloin alettiin suosia puhtaita, yhdestä puulajista koostuneita metsiä. Yhden puulajin metsät eivät osoittautuneet kuitenkaan kestäviksi. Niissä ilmeni maan huononemista, kasvuhäiriöitä uudistumisvaikeuksia ja muita vaivoja enemmän kuin sekametsissä. Metsänhoidolle ei siten voida ottaa oppia maataloudesta, koska sekä vaikuttimet, että päämäärät ovat erilaiset. Maataloudelle ovat tyypillisiä lyhyen tähtäyksen toiminnat, kun taas metsätaloudessa kasvatetaan puuta pitkällä tähtäyksellä kaukaista tulevaisuutta varten (2, 4, 18,).

2. METSÄNHOIDON TAVOITTEET

Koska keinotekoisilla metsikkörakenteilla on paljon haittapuolia, metsänhoidossa on yritetty kehittää jo vuosikymmenien ajan kasvatusmenetelmiä, joilla voitaisiin säilyttää luonnollisia, toimivia, terveitä ja jatkuvasti tuottokykyisiä metsiä. Tavoitteena on luonnonmetsän kestävyys ja kauneus, mutta samanaikaisesti myös taloudellisuus (9). Metsänhoidossa tuleekin yhdistää luonnonvoimat ja niiden vaikutukset siten, että paras mahdollinen päämäärä voitaisiin saavuttaa mahdolli-

simman pienillä kustannuksilla. Metsäluonnon omana päämääränä on tuottaa keskeytyksettä mahdollisimman paljon arvokasta puuta ja säilyttää samalla metsän tila terveenä ja elinvoimaisena (3).

Esimerkillisen metsänhoidon päämäärät koostuvat tämän hetken ja tulevaisuuden taloudellisista, sosiaalisista ja kulttuurillisista tavoitteista. Määräävänä tekijänä ovat ennenkaikkea pitkän tähtäyksen metsäpoliittiset päämäärät. Metsänkäytön pitäisi merkitä oikeastaan metsänhoitoa, jolla pyritään metsän laadulliseen parantamiseen, rakenteelliseen kokonaisuuteen ja korkeaan arvotuottoon (10, 15).

Luonnollisen metsäekosysteemin tutkiminen ja ymmärtäminen on metsänhoidon ensimmäinen lähtökohta (1). Luonnonmetsän malli yritetään antaa talousmetsille seuraavista syistä:

- Luonnonläheisessä metsässä säilytetään kasvupaikan tuotto ja arvo mahdollisimman korkealla.
- Luonnonmetsissä on yksittäisten puulajien välillä tietty kilpailutasapaino, joten puulajisekoituksen säilyttäminen vaatii vähiten metsänhoidollisia toimenpiteitä.
- Luonnonläheisissä metsissä on edullisimmat edellytykset tulokseksikaalle metsänkasvatukselle.
- Luonnonmetsät uudistuvat jatkuvasti luontaisesti.
- Luonnonmetsissä ei tarvita kuluja metsikön ylläpitämiseksi. Luonnonvoimat työskentelevät ilmaiseksi ja

siten metsänhoidolliset toimenpiteemme tuottavat korkeimman mahdollisen hyödyn.

Luonnonmetsissä puunkasvu on vain keino metsän säilymiselle. Elämänrytmi ja säännönmukaisuus säilyvät häiriintymättöminä ja vastaavat vaatimuksiamme tuottaa jatkuvasti paljon ja samalla korkealaatuista puuta. Luonnonmukainen valinta on talousmetsissä korvattu taloudellisella valinnalla. Me tavoittelemme metsäluontoon puuttumalla korkeimman mahdollisen arvotuoton vaiheen laajenemista ja pyrimme sitä jatkuvasti ylläpitämään. Metsänhoito ei silloin ole vain sovellettua kasvisosiologiaa, vaan se on ennenkaikkea taloustiedettä. Sen päämäärä on taloudellisuus (4).

3. LUONNONLÄHEINEN METSÄNHOITO

Leibundgut ei puhu mielellään luonnonmukaisesta vaan luonnonläheisestä metsänhoidosta tarkoittaessaan talousnäkökohdat huomioonottavaa metsänhoitoa, jossa käytetään luonnonmetsistä saatavia malleja esikuvana. Todella luonnonmukaisen metsän ekologisen rakenteen määräävät vain luonnontekijät eli metsäekosysteemi kokonaisuutena. Puhdas luonnonmetsä on dynamiikastaan ja toistuvista paikallisista rakennemuutoksistaan huolimatta pitkällä tähtäyksellä jatkuva ja säilyvä. Ihmisten tarpeita se ei kuitenkaan kokonaisuudessaan tyydytä.

Luonnonläheisessä metsänhoidossa sensijaan vaikutetaan metsän moniin tapahtumiin ratkaisevasti kuitenkin siten, että metsän luonnollinen olemus säilyy ja että luonnon omat tapahtumat tulevat parhaalla mahdollisella tavalla käytetyiksi hyödyksi. Luonnonläheinen metsänhoito käyttää metsän itsestään ohjautuvaa dynamiikkaa hyödykseen niin kauan kuin sen suunta on yhteneväinen metsätalouden päämäärän kanssa. Vain poikkeavissa tilanteissa puututaan luonnon kehitykseen. Metsän optimaalinen käyttö ei ole siten pelkästään luonnonmukaista kehitystä noudattavaa, vaan määrätietoista metsän kehityksen ohjausta. Tunnusomaisinta ja keskeisintä luonnonläheiselle metsänhoidolle on kuitenkin kaikissa toiminnoissa ekologisesti suuntautunut ajattelutapa (15, 18).

Luonnonläheinen ja keinotekoinen eli luonnolle vieras metsikkörakenne eivät eroa toisistaan kaikilta osin kuten usein luullaan. Eroa on ensisijaisesti perusasteissa ja -käsitteissä, jotka koskevat metsätalouden olemusta ja metsänhoidon painopistettä.

4. LUONNONLÄHEISEN JA KEINOTEKOISEN METSÄTALouden EROT

Luonnonläheisen metsätalouden tavoitteena on:

- Saavuttaa ja säilyttää sellainen metsikkörakenne, jossa olisi mahdollisimman suuri tuottokyky ja jossa tuotantoprosessi pystyisi jatkuvasti luonnonmukaiseen itsesäätelyyn.

- Korostaa puun laatua parantavia toimenpiteitä. Luonnonläheinen metsänhoito tarjoaa tähän hyvät mahdollisuudet mm. suurien valintamahdollisuuksien johdosta.
- Sopeuttaa pitkällä tähtäyksellä jatkuva ja liukuva metsikkörakenne kulloisiinkin taloudellisiin tarpeisiin ja muutoksiin, joita joudutaan tekemään, koska eri puutavaralajien arvonkehityksen ennustaminen on vaikeaa. Luonnonläheinen metsänhoito tarjoaa edellytykset talouden sopeutumiseen uusien, muuttuvien päämäärien vaatimuksiin.
- Tarjota keinotekoiseen metsikkörakenteeseen verrattuna luonnonläheisen metsikön suotuisat olosuhteet luontaiselle uudistukselle, jota voidaan siirtää enemmän tai vähemmän metsikön luonnollisesti kehitysvaiheesta eteenpäin (15, 17).

Tärkeintä on, että metsää ei pidetä metsätalouden tuotteenä, vaan jatkuvasti toimivana tuotantovälineenä. Puunkorjuu on samalla väline metsän uudistamiseen, tuotantokyvyn kohottamiseen ja metsän rakenteen muotoiluun. Metsän uudistamiseen käytetään luonnollista siemennystä, missä se on mahdollista, sillä se tarjoaa viljelymetsään verrattuna huomattavia etuja kuten eri puulajien jakautuminen kullekin parhaiten sopivalle paikalle, lukuisat mahdollisuudet kantapuiden valinnalle, vähäinen herkkyys juurisairauksille, hyvä sopeutuminen paikallisiin valo- ja maaperäolosuhteisiin (18).

Luonnonläheisen metsänhoidon etuja ovat mm:

- Varmistetaan metsän kyky tuottaa erilaisia hyödykkeitä jatkuvasti (puu, riista, marjat, virkistyskäyttö).
 - Ilmaiset käytössäolevat tuotantotekijät tulevat parhaiten hyödynnetyiksi.
 - Toimenpiteillä saavutetaan korkein välitön hyöty eri ajankohtina.
 - Tavoitteiden muutoksiin on helppo sopeutua.
 - Biologiset ja taloudelliset riskit ovat vähäisiä.
- Luonnonläheisen metsänhoidon etuja on myös se, että tuotannon lisäys ja metsän monikäyttö eivät ole ristiriidassa keskenään. Haittapuolena luonnonläheisessä metsänhoidossa on lähinnä vain teknisten korjuutoimintojen hankaloituminen (15, 18).

Keinotekoisesti uudistetut metsät kaipaavat usein maanparannusta. Vaikka ne pitkään ja monella tavalla käyttävät entisen luonnonmetsän voimavaroja, heikkenee mm. maan ravinnepitoisuus ja maan tärkeät fysikaaliset ja biologiset ominaisuudet kuten esim. vesitalous, ilmanvaihto ja biologinen aktiivisuus. Muutaman keinollisesti uudistetun puusukupolven jälkeen on seurauksena häiriöitä ja uudistamisvaikeuksia. Samoin lisääntyvät erilaiset sairaudet ja kyky vastustaa ilmastollisia haittavaikutuksia, kuten myrskyjä, kylmyyttä, kuumuutta ja kuivuutta, heikkenee elinvoimaisuuden vähetessä. Korkeimmillaan biologinen aktiivisuus on luonnonmukaisissa metsissä, missä edulliset ominaisuudet ovat maan,

ilmaston ja koko ekosysteemin yhteisvaikutuksen seurausta. Sveitsissä on todettu, että vuosisatoja intensiivisesti käytetyssä, mutta luonnonläheisenä säilytetyssä talousmetsässä metsän tuotantokapasiteetti on pysynyt muuttumattomana (2, 4, 18).

5. TEHOSTAMISTOIMENPITEIDEN MAHDOLLISUUDET

Metsämaan hyviä ominaisuuksia ei voida saavuttaa eikä pitkäaikaisesti säilyttää pelkästään muokkauksella ja lannoituksella. Kaikki toimenpiteet tulisi suunnata ensisijaisesti siten, että "maan elämää" voimistettaisiin ja maan hedelmällisyys varmistettaisiin luonnollisilla maan, ilmaston, kasvillisuuden ja eläimistön vuorovaikutuksilla (4), koska eloyhteisö osoittaa sitä voimakkaampia itsesääteliviä voimia, mitä useammanlaisia tekijöitä sen rakentamiseen osallistuu (13). Luonnonläheisen ekosysteemin itsesäätelykyky on toiminnassa myös luonnonläheisesti hoidetuissa metsissä. Kaikille luonnonmukaisille puulajeille on näissä metsissä hyvät elinehdot ilman erityisiä lisätoimenpiteitä. Maanmuokkaus, lannoitus, kemiallinen tuholais-torjunta ja muut toimenpiteet ovat turhia, ellei ole kyse luonnollisen tuottokyvyn nostamisesta. Metsänomistajalle on ennenkaikkea taloudellisista syistä hyödyllistä saavuttaa ja ylläpitää luonnollisen eloyhteisön rakenne metsässään, koska nämä toimenpiteet ovat vaikutuksiltaan lyhytaikaisia ja usein vaikeasti suoritettavia ja kalliita. Luonnonläheisessä metsässä voi

metsänomistaja pienillä kustannuksilla ohjata kasvupaikkatekijöitä siten, että puulajisekoitus, metsikön rakenne ja aineellinen arvotuotto ovat toivottuja (17).

Pitkällä tähtäyksellä taloudellisesti kannattavia keinollisia toimenpiteitä voidaan tehdä vain erikoistapauksissa. Kalliit keinolliset metsämaan parannukset ovat Sveitsin oloissa oikeutettuja vain siellä, missä kasvupaikalle ominaisten puulajien takaisin saaminen kohtaisi suuria vaikeuksia maan kunnan vuoksi. Kaikissa tapauksissa ei kuitenkaan ole syytä vastustaa lannoitusta ja maanmuokkausta. Siellä, missä vaikeasti hajaantuvaa kangashumusta kerääntyy maahan, voi kalkitseminen vaikuttaa epäilemättä edullisesti ja siellä, missä yleinen ravinteiden puute on luonteenomaista, olisi täyslannoitus suositeltavaa. Kuitenkaan ei saa unohtaa, että maaperän laadun pysyvä kohottaminen ei ole pelkillä lannoitustoimenpiteillä mahdollista.

Lannoitteisiin luotetaan helposti liikaa ja toivotaan suuria tuloksia niiden ansiosta. Lyhytaikaisista kokeista ei missään tapauksessa saisi tehdä yleistyksiä. Vaikka joillakin lannoitteilla saataisiin positiivisia tuloksia huonoravinteisen maan männikössä, ei tulosta voi soveltaa yleisesti huonoravinteisille paikoille (4).

Vaihtoehtona liialliselle lannoitukselle on luonnonläheinen metsikkömuoto, jossa sivupuulajeilla on biologi-

sesti tärkeä rooli maata hoitavana ja parantavana tekijänä, sekä muutenkin metsikköekosysteemin tärkeänä osana mm. alikasvoksessa. Maata parantavat vaikutukset saa parhaiten käytettyä Sveitsin oloissa hyödyksi, jos valtapuustossa on korkeatuottoisia puulajeja, kuten metsäsaarni, vuorivaahtera, vuorijalava, haapa, poppeli, tai jos alikasvoksena on ihanteellisia alikasvospuulajeja kuten lehmus, nurmivaahtera tai valkopyökki (5, 11).

Mitä köyhemmästä kasvupaikasta on kyse, sitä parempi on luonnonmetsä metsätalouden esikuvana. Myös hyönteis- ja sienituhojen vuoksi pitäisi pyrkiä luonnonläheisiin metsikkömuotoihin. Tosin luonnonläheisissäkin talousmetsissä on ajoittain paikallisia tuhoja kuten luonnonmetsissäkin, mutta niissä jonkin tekijän liiallinen lisääntyminen vaikuttaa aina luonnollisten vastavoimien voimistumisen. Tavallisesti jo lyhyen ajan sisällä saavutetaan jälleen biologinen tasapaino (4).

6. IHANTEELLINEN METSÄN RAKENNE JA HOITO

Yleensä on pantu liikaa painoa metsikön rakenteelle, sillä rakenne ei saa olla päämäärä, vaan vain toimintamme seuraus (1). Jokaisen metsän tuottokyky on rakenteestaan riippuvainen ja sen johdosta eri tavalla itsensä säilyttävä. Puulajisekoitus ei määrää vain puuntuotoksen määrää ja laatua, vaan myös vaadittavat kulut metsän ylläpitämiselle. Käytännön kokemus ja

luonnonmetsien tutkimus on osoittanut, että sekametsät ovat kestävämpiä kuin monokulttuurit, sillä luonto toimii voimakkaasti jokaista keinotekoista yksipuolisuutta vastaan, siksi maa- ja metsätalouden monokulttuureiden pelkkä säilyttäminen vaatii suuret kulut.

Puulajisekoitusta on mahdollista muuttaa kasvupaikan sallimissa rajoissa samoinkuin metsikön tiheyttä. Samoin voi ottaa kasvupaikalle sopivia puita vieraksi, vaikka ne eivät siinä luonnonmukaisina kasvaisikaan, josniillä ei ole mitään haitallisia vaikutuksia maaperään ja metsikön kehitykseen. Ennenkaikkea on tärkeää, että luonnonmukainen metsän rakenne ja luonnolliset puulajisuhteet eivät muutu liikaa. Alikasvos ja muu vallittu latvuskerros, joka koostuu suurehkoista vähemmän arvokkaista puista, toimittavat erittäin hyödyllistä tehtävää, sillä vallitsevat valiopuut voivat vain erirakenteisessa metsässä kehittyä korkealaatuisiksi. Vain vallitsevan ja vallitun latvuskerroksen yhteistyö antaa korkeimman yhteishyödyn (4, 6, 18).

Eri-ikäisen ja erirakenteisen metsän hoitotoimenpiteet vaativat kuitenkin perusteellista ammatillista tietoutta. Metsäalan koulutettua henkilökuntaa ei pidä kasvattaa ymmärtämään vain metsänhoidon teknistä puolta, vaan heidän pitäisi saada mahdollisimman laaja kokonaiskäsitys koko metsäekosysteemin toiminnasta. Koulutuksessa tulisikin ottaa entistä enemmän huomioon biologisia, ekologisia ja myös sosiologisia näkökohtia

klassisten teknisten tieteenhaarojen rinnalla (12).

Jokaisella luonnonläheisellä talousmetsällä, joista harsintametsiköt ovat yksi esimerkki, on oma erikoispiirteinen metsänhoitotekniikkansa. Uudistushakkuut näissä metsissä eivät saa olla mitään mekaanisia toimenpiteitä, vaan ne pitäisi järjestää luonnonläheisen metsänhoidon periaatteella ja ottaa päämääräksi parhaan mahdollisen kasvuvoiman hyväksikäyttö. Edut ja haitat biologisessa ja taloudellisessa mielessä määräytyvät tapaus kerrallaan kohteesta riippuen. Jos metsänhoidollista harsintaa ei voida käyttää, tarjoaa järjestetty lohkoharsinta lehtipuusekametsiköille ja yleensä valiopuulajeille hyvät edellytykset metsikön kasvatusta ja uudistusta varten. Tällainen menetelmä vaatii kuitenkin suorittajaltaan huomattavat ekologiset tiedot ja taidot (2, 4, 18).

Tähän mennessä suurin saavutettu tutkimustulos Leibundgutin mielestä on se, että emme kykene hallitsemaan luontoa, vaan meidän täytyy tyytyä vain ohjailemaan sen kehitystä. Meidän tulisikin pyrkiä enemmän luonnonläheisiin metsikkömuotoihin, joiden kehitystä voisimme ohjailla luonnon säätämässä rajoissa omien taloudellisten päämääriemme mukaisesti. Siten voisimme saada suurimman mahdollisen hyödyn luonnonvoimien ilmaisesta työskentelystä (3, 4, 15, 17, 18).

7. VIITTEET

(numerointi vastaa tekstissä esitettyjä viittauksia)

1. Leibundgut, H. 1948. Über Grundlagen der waldbaulichen Betriebsführung, Wald und Holz 29.
2. " 1950. Biologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte im schweizerisches Waldbau. Allg. Forstzeitung 61.
3. 1951. Der Wald. Zurich 1951.
4. " 1951. Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz. Bern 1951.
5. " 1953. Die rolle der Nebenbaumarten im Wirtschaftswald. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 129.
6. " 1954. Waldbau im Privatwald - Sonderdruck aus Heft 1. "Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte" XXXII Jg.
7. " 1956. Über Grundlagen und Geltungsbereich der Plenterprinzipe. Referate, vorgetragen an der wissenschaftlichen Konferenz über Plenterwälder in der Slowakei. (Sliac 2.-5.10.1951).
8. " 1957. Waldbauliche Mittel zur Ertragssteigerung. - Separatdruck aus dem Beiheft nr. 28 der "Schweizerische Zeitschr. f. Fortwesen".
9. " 1961. Wald, Wild und Landschaft als Einheit. Allg. Forstzeitung 72.

10. " 1963. Baumartenwahl. Schweiz. Ztsch.f.Forstwesen
11. " 1966. Die Waldpflege. Bern 1966.
12. " 1970. Die schweizerische Forstwirtschaft im
Jahre 2000. Schweiz. Ztsch.f.Forstwesen 121.
13. " 1970. Waldwirtschaft und Landschaftspflege.
- HESPA Mitteilungen.
14. " 1971. Ergebnisse von Durchforstungsversuchen
1930-65 im Sihlwald. Schweizerische
Anstalt f.d. forstliche Versuchswesen.
Heft 4.
15. " 1973. Rationalisierung und naturnahe Waldwirt-
schaft. Forst- und Holzwirt 28.
16. " 1973. Das zeitgemässe Waldbauideal. Schweiz.
Ztsch.f.Forstwesen 124.
17. " 1976. Der naturwissenschaftlich bestimmte
Waldbau. Allg. Forstzeitschrift.
18. " 1977. Die Notwendigkeit naturnahen Waldbauens.
Schweiz. Ztsch.f.Forstwesen.

Lisäksi on ilmestynyt mm. v. 1979 kokoomateos
"Wald-Mensch-Waldbau. Eine Sammlung von Aufsätzen und
Reden von Prof. Dr. Drs. h.c. H. Leibundgut.
Schweiz. Ztsch.f.Forstwesen. Nr. 9/10.

Eläkkeellä oleva tunnettu ja erittäin arvostettu professori Hans Leibundgut on syntynyt vuonna 1909 Emmentalissa Sveitsissä ja valmistunut Zürichin teknisestä korkeakoulusta (ETH) vuonna 1932 metsädiplomi-insinööriksi. Leibundgut toimi ETH:ssä eri tehtävissä vuoteen 1937 asti, minä aikana hän väitteli tohtoriksi aiheenaan vuoristometsätalouden ongelmat. Leibundgut toimi vuosina 1937-40 metsänhoitajana Buren an der Aaressa, jonka jälkeen hän sai viran vakinaisena professorina ja metsänhoidon laitoksen johtajana ETH Zürichissä. Hän toimi useaan otteeseen metsätaloudellisen osaston esimiehenä ja vuosina 1965-69 ETH:n rehtorina. Tieteellisestä työstään luonnonsuojelun ja maisemanhoidon hyväksi Leibundgut on saanut Münchenin yliopiston ja Wienin teknisen korkeakoulun (für Bodenkultur) kunnia-tohtorin arvon ja myös Freiburgin (BRD) yliopiston Wilhelm-Leopold-Pfeil palkinnon. Lisäksi hänet on kutsuttu kunniajäseneksi useisiin akatemiaoihin ja metsätieteellisiin seuroihin sekä ulkomailla että Sveitsissä.

Olavi Laiho

PUUSTON RAKENTEEN VAIKUTUS METSIKÖN KASVATUSTIHEYTEEN

1. Johdanto	122
2. Tasaikäisrakenne	123
3. Luonnonnormaali rakenne	127
4. Tasapäisrakenne	131
5. Sekametsärakenne	133
6. Jaksottaisrakenne	134
7. Eri-ikäisrakenne	136
8. Päätelmät	138
9. Kirjallisuutta	140

1. JOHDANTO

Kasvatustiheyttä säädellään harvennushakkuin tavoitteena tuoton maksimointi. Siihen päästään tuottamalla mahdollisimman paljon mahdollisimman hyvälaatuista puuta. Kysymys siitä, millaisilla metsikkörakenteilla ja kasvatustiheyksillä siihen kulloinkin päästään on metsänhoidon keskeisimpiä.

Yksityismetsätalouden ohjeissa (Takala 1983) todetaan, että harvennuksella ei kyetä lisäämään metsiköstä saatavan puuston kokonaismäärää. Niiden anniksi jäisi näin ollen kuolevien puiden talteenotto, järeyskehityksen nopeuttaminen ja kiertoajan lyhentäminen, kaikki toki tärkeitä tekijöitä nekin.

Toisaalta viimeaikainen tutkimus näyttää verrattain yksimieliseltä siitä, ettei harvennustavallakaan ole vaikutusta kasvuun (Vuokila 1985). Puustotason ollessa vakio alaharvennus ja voimakkaasti harsiva yläharvennus näyttävät antavan sekä männiköillä että kuusikoilla saman tilavuuskasvun poikkeuksena vain koivu, jolle yläharvennus ei näy sopivan. Myöskään käytäväharvennus ei ole aiheuttanut juurikaan kasvutappiota.

Edelläolevan valossa oikea metsänhoito ei näytä kovinkaan vaikealta. Hakata voi suuresti toisistaan poikkeavin menetelmin ja käyttää hyvinkin erilaisia puustoti-

heyksiä. Voipa metsänsä jättää harventamattakin ilman että kasvutappiota syntyy.

Jyrkästi vastakkaisen kuvan antaa huoli harvennusten, erityisesti ensiharvennusten viivästyemisestä. Miksi kantaa huolta muutamien vuosien viivytyksestä. Luonnonpoistuma on tuolloin pieni ja vähäarvoista pinotavaraa. Latvusten liikaa supistumistakaan tiheässä varjostuksessa ei tarvitse pelätä, koska kokonaiskasvu ei voi pienetä.

2. TASAİKÄISRAKENNE

Tälle rakenteelle on ominaista, että metsikön puut ovat lähes samanikäisiä. Niiden varttuessa ja keskenään kilpaillessa tapahtuu erilaistumista vallitseviin ja vallittuihin latvuserroksiin ynnä itseharvenemista. Puhtaiden tasaikäismetsien optimaalista kasvatustiheyttä on aikojen kuluessa tutkittu paljon ja jossain määrin ristiriitaisin tuloksin.

Harvennus merkitsee jäljellejääneiden puiden kasvutilan lisääntymistä ja myös hakkuutähteiden ja kuolevien juurten aiheuttamaa lannoitusta. Ellei jäävien puiden kasvu riittävästi parene, harvennus johtaa kasvun alenemiseen. Jos kasvunlisäys ylittää poistettujen puiden kasvun, tällöin kokonaiskasvu lisääntyy. Näin on ollut laita mm. eräissä saksalaisissa, osin ruotsalaisis-

sakin (Assmann 1961, Carbonnier 1957) tutkimusmetsä-
köissä. Kasvu ei niissä ole ollut korkeimmillaan ilman
harvennusta vaan kohonnut harvennuksen seurauksena.
Korkeimman kasvun antanut puustotiheys on ollut kapea-
alainen ja sitä voimakkaammat harvennukset ovat johta-
neet kasvun selvään laskuun.

Useimmiten harvennuskokeet ovat antaneet tulokseksi
saman tilavuuskasvun laajalla tiheysalueella (Moller
1954). Vasta ylivoimakkaat harvennukset ovat johtaneet
merkittävään kasvatappioon. Näin on havaittu olevan
myös meillä (Vuokila 1980b). Niinpä kun 14-metrinen
männikkö on harvennettu tiheydestä 26 m^2 /ha tiheyteen
 18 m^2 /ha kasvatappiota ei ole syntynyt. Neljän m^2 :n
lisäpoisto on aiheuttanut 7 %:n ja edelleen 4 m^2 :n li-
säpoisto yhteensä 28 % kasvatappion (Vuokila 1981).

Käytännön sovellutuksena on harvennuskokeiden tulok-
sista valvontaviranomaisten toimesta kehitetty harven-
nusmallit (Takala 1983). Alinta täysituottoisuuden ta-
kaavaa pohjapinta-alaa nimitetään niissä termillä mi-
nimi korjuun jälkeen. 28-64 % ko. käyrän yläpuolella
sijaitsee toinen käyrä, leimausraja. Se osoittaa poh-
japinta-alan, jonka ylittämisen jälkeen voidaan harven-
nukseen ryhtyä. Se ei ole ylitiheys- eikä itseharve-
nisraja vaan sen käyttö takaa riittävän harvennusker-
tymän ja täysituottoisuuden säilymisen (Vuokila 1980b).

Korjuuminimikäyrän alapuolella 15 % on yksityismetsä-

lain mukaisen metsänrauhhoittamisen raja (Vuokila 1980b). Jos korjuuminimikäyrä alittuu yli 40 % tulee metsikkö vajaatuottoisena välittömästi uudistaa (Takala 1983). Vajaatuottoisuus määritellään (markoissa las- ketun) tuoton putoamisena alle 60 % hoidetun metsikön tuotosta. Tämä ehto ei harvennuskokeiden mukaan kuitenkaan toteudu. Mollerin (1954) mukaan kyseinen tilavuuskasvutappio saattaa jäädä 15 %:in. Vuokilan tutkimissa nuorissa männiköissä (1981) 40 % korjuuminimin alittava harvennus aiheutti n. 24 % tilavuuskasvutappion. Nopeutuvan järeyskehityksen vuoksi tuottotappio jää paljon vähäisemmäksi. Jos harvennus jää vain "ker- takäynniksi" vajaatuottoisuusrajalla, metsikkö kehittyy levolla täysitiheäksi ja kiertoajan tuottotappio jää vähäiseksi. Mahdotonta ei ole positiivinenkaan tulos.

Metsikön ikä vaikuttaa kasvatustiheyteen siten, että nuorissa metsiköissä on eniten "pelivaraa" (Vuokila 1980b). Ne reagoivat harvennukseen vanhoja nopeammin ja voimakkaammin. Näistä syistä ynnä puustopääoman al- haisuuden takia ylivoimakkaan harvennuksen aiheuttama kasvutappio jää nuorissa selvästi vanhoja metsiköitä pienemmäksi.

Harvennuskokeiden antamat tulokset riippuvat myös seur- rantajakson pituudesta. Vuosien myötä puut täyttävät yhä tarkemmin kasvutilansa. Mitä pitempi aika harven- nuksesta kuluu, sitä parempi reaktio saadaan.

Tärkeää on myös se, millä menetelmällä harvennuskokeet tehdään. Käytettäessä kiinteää prosenttiasteikkoa toistuvasti vertailukohtana harventamaton täysitiheä metsikkö nousevat pohjapinta-alat kokeen vanhetessa niin, että harvimmatkin asennot ylittävät edellä määritellyn täysituottoisuusrajan. Kun harventamattoman metsikön pohjapinta-ala lähentelee 50 m² /ha (Vuokila 1980a) merkitsee 60 %:n taso lähes 30 m² /ha eikä enää voida puhua harvennuskokeesta.

Tuloksiin vaikuttaa keskeisesti sekin, miten koemetsiköt valitaan. Ne tavataan valita suurella huolella kelpuuttaen mukaan vain metsänhoidollisten normien mukaan peratut ja harvennetut taimikot. Joskus on ehditty suorittaa jo ensiharvennuskin. Lyhytkestoisissa harvennuskokeissa ei tällöin edes ehdi tapahtua ylitiheyden vuoksi oleellista taantumista kasvussa. Toisin sanoen ko. kokeiden perusteella ei tiedetä mitä tapahtuisi, jos lähtökohta olisi oleellisesti tiheämpi.

Ylitiheiden taimikoiden kehityksestä saadaan viitteitä kuitenkin eräistä muista aineistoista. Männyn viljelytiheys on eräissä kokeissa ollut jopa 60 000 kpl/ha (Huuri ym. 1984), joista 20-vuotiaana oli jäljellä vielä yli 40 000 kpl/ha. Tämä tihein asento oli tuohon mennessä tuottanut eniten ja useita kymmeniä kuutiometrejä enemmän kuin 2000 kpl/ha (Lähde 1985).

Myös nuorista koivikoista on mitattu erittäin korkeita

tuotoksia mm. suonpohjan turpeelle luontaisesti syntyneistä metsiköistä (Ferm ja Kaunisto 1983). Alkuperäinen tiheys lienee ollut kymmeniätuhansia taimia hehtaarilla, mutta itseharveneminen oli mittaushetkellä (rinnankorkeusikä 14 v) jo pitkällä. Runkopuun tuotos oli korkein tiheydessä 6000 - 10 000 kpl/ha ja se jatkui mittaushetkellä parhaimmillaan vuosivauhdilla 7.7 t/ha.

3. LUONNONNORMAALI RAKENNE

Miten sitten yleisesti kehittyvät tiheät hoitamattomat metsät? Laajin niitä koskeva aineisto on koottuna luonnonnormaalien metsien kasvu- ja tuottotauluihin. Niiden pääpiirteet on tiivistetty taulukkoon 1.

Taulukko 1. Luonnonnormaalien metsiköiden tunnuksia suurimman kasvun kiertoaajan päättyessä (Ilvessalo 1920b).

	Kiertoaika v.	Runkoluku Alussa kpl/ha	Runkoluku Lopussa kpl/ha	Pohjapinta- ala m ² /ha	Runko- tilavuus m ³ /ha	Luonnon- poistuma m ³ /ha
MÄNTY						
OMT	80	9800	778	38.9	458	190
MT	80	16800	940	35.7	407	188
VT	85	12300	1030	30.6	314	157
CT	130	16600	835	26.3	266	145
ClT	140	(5700)	1170	22.1	180	37
KUUSI						
OMT	90	10400	1620	37.8	461	107
MT	100	14800	1445	38.0	445	179
KOIVU						
OT	70	12900	870	27.2	313	225
OMT	60	(20200)	1640	24.6	228	111
MT	70	(20600)	1320	23.7	223	105
VT	75	7400	1470	23.5	166	85

Taulukoiden mukaan suomalainen metsä kehittyy tasaisen hyvin vaikkei sitä hoidetakaan. Runkoluvulle on ominaista jyrkkä aleneminen kymmentuhantisesta massasta kiertoajan päättymishetkiseen tiheyteen 500 - 1 200 kpl/ha. Nopeinta aleneminen on ensimmäisinä vuosikymmeninä. Kaikkien puulajiemme itseharvenemiskyky on aineiston valossa hyvä (Vert. Aaltonen 1925). Samanpituisia metsiköitä verrattaessa runkoluku on männiköissä selvästi pienin ja kuusikoissa jossain määrin suurempi kuin koivikoissa.

Hyvän itseharvenemisen puolesta puhuvat myös pohjapinta-alat. Ne jäävät useimmiten alle 30 m²/ha eivätkä paljoa ylitä leimausrajaa (mänty keskim. 3, kuusi 7 ja koivu 5 m²/ha). Kuutiomäärälle on ominaista tasaisen varma katastrofiton lisääntyminen. Luontaisen poistuman osuus vaihtelee välillä 17-42 % kokonaiskasvustan ollen männyllä keskimäärin 29 %, kuusella 24 % ja koivulla 35 %. Se nousee lievästi kiertoajan loppua kohden.

Edellisen mukaan suomalainen metsä hoitamatta jätettynä kehittyy niin edullisesti, ettei voi nähdä syytä miksi harventaen päästäisiin parempaan tilavuuskasvuun. Toisaalta taulut herättävät useitakin kysymyksiä. Eikö suomalainen metsä voi kehittyä ylitiheäksi ja mennä pilalle? Missä määrin saman metsätyyppin eri-ikäiset metsiköt edustavat samaa kehityssarjaa? Onko mahdollista, että vain pieni vähemmistö metsiköistä kehittyy luonnonnormaalisti?

Kasvu- ja tuottotaulut perustuvat 467 kertakoealaan. Niiksi kelpuutettiin vain säännöllisesti kasvaneita, mahdollisimman hakkaamattomia, täysitiheitä puhtaita metsiköitä. Aineiston käsittelyn yhteydessä siitä poistettiin vielä 20 % epänormaaleimpia koealoja. Ehdot täyttävien metsiköiden, eritoten vanhimpien löytäminen oli hyvin työlästä (Ilvessalo 1920a).

Vanhojen metsiköiden vaikea löydettävyys johtui tärkeältä osalta epäilemättä hakkuista. Toinenkin syy on silti ilmeinen. Nuorena luonnonnormaalit metsiköt eivät varttuneina välttämättä sitä enää olleet vaan ne olivat kehittyneet toisin. Tällaisena mahdollisuutena on ensisijaisesti mainittava "tukehtuminen" ylitiheyteen. Näin tapahtuu sitä varmemmin, mitä tasakokoisempia puut ovat. Tällöin niiden latvukset supistuvat, rungot jäävät heikoiksi ja lumi-, myrsky- ym. tuhojen uhka kasvaa. Luonnollisesti tuhot pystyvät rikkomaan elinvoimaisenkin puuston rakenteen niin, ettei se enää näytä luonnonnormaalilta. Toisaalta pahankin tuhon (esim. lumituho) harventama ja kehityksessään nopeuttama metsikkö voi kiertoajan päättyessä näyttää ikänsä luonnonnormaalina kasvaneelta.

Sisäisen rakenteen selvittämiseksi on aihetta tarkastella luonnonnormaalien metsiköiden runkolukujakautumia. Näyte niistä on taulukossa 2.

Taulukko 2. Tasaikäisen luonnonnormaalin MT-metsikön runkoluku- ja pituusjakauma 60-vuotiaana (Ilvessalo 1920b).

Dl.3 cm	MÄNTY		KUUSI		KOIVU	
	Kpl/ha	Pit. m	Kpl/ha	Pit. m	Kpl/ha	Pit. m
1	-	-	151	2	30	3
3	8	5	269	4	75	5
5	26	8	468	6	136	8
7	58	11	643	9	197	11
9	104	13	717	11	244	14
11	151	15	673	13	245	16
13	188	17	545	14	225	17
15	202	18	377	15	188	18
17	191	19	220	16	145	18
19	163	20	104	17	102	19
21	126	20	40	17	64	20
23	90	21	11	18	35	20
25	56	22	2	18	16	21
27	31	22	-	-	6	22
29	15	23	-	-	-	-
31	6	23	-	-	-	-
Yht.	1415		4220		1710	

Taulukkoarvot eivät tietenkään kuvaa mitään metsikköä sellaisenaan, mutta yleiskuvan ne antavat. Nähdään männyn kehityksen olleen nopeinta ja kuusen kehityksen selvästi hitainta. Erityisen voimakkaana tulee esiin kuusen varjopuuluonne, sillä pienimpiä yksilöitä on mäntyyn ja koivuun verrattuna ylivertaisen paljon. Kaikille puulajeille yhteistä on runkolukusarjan tasaisuus. Vaikka alispuuluonteiset yksilöt jätettäisiin poisikin läpimittavaihtelu on peräti 20 cm:n suuruusluokkaa ja vastaava pituusvaihtelu runsaat 10 m. Tämä kertoo hyvästä itseharvenemiskyvystä ja on sopusoinnussa pohjapinta-alojen alhaisuuden kanssa. Ehkä ylitteet tasakokoiset (tasapäiset) metsiköt eivät ole kasvu- ja tuottotauluaineistoon kelvanneet. Joka ta-

pauksessa mukaantulleista taajimmat metsiköt olivat Ilvessalon (1920a) mukaan muissakin suhteissa poikkeuksellisimmat.

4. TASAPÄISRAKENNE

Metsikön itseharveneminen tapahtuu siten, että keskinäisen kilpailun vaikutuksesta puissa tapahtuu erilaistumista ja vallitsevista latvuskerroksista "putoaa" puita vallittuihin latvuskerroksiin. Ennen pitkää ne kuolevat tilan, valon ja ravinteiden puutteeseen. Metsikön kehitys on sitä häiriöttömämpää mitä helpommin itseharveneminen tapahtuu. Tasapäisrakententeisissä tiheiköissä erilaistuminen ei etene. Siten ne ovat taikämetsien erikoistapauksia. Kaikki puut pyrkivät samaa vauhtia ylös valoon ja riutuvat hoikiksi tupsulatvoiksi. Tällöin niiden kasvu on vähäinen, reagointi harvennukseen heikko ja tuhoriski suuri käsittelystä riippumatta.

Tasakokoisten ylitiheiden metsiköiden syntyä edesauttaa homogeeninen kasvualusta, niin myös maan hyvä uudistuskunto sekä siemensadon runsaus ja edulliset sääolot. Heikko itseharveneminen voinee olla myöskin geneettinen ominaisuus.

Missä määrin meillä on heikosti itseharvenevia ylitiheitä metsiköitä, on huonosti tunnettua. Kysymystä ei

ole juurikaan selvitetty. Vain muiden tutkimusten yhteydessä se on tullut esiin. Pöntynen (1929) on tehnyt havaintoja tiheistä kuusirigeikoista. Karuilta mäntykankailta on myös helppo löytää ylitiheyttä ja tasapäisyttä (Aaltonen 1925, Vuokila 1980b). Kansallis- ja luonnonpuistoissa näkee kehityksen myöhempiä vaiheita. Ne eivät jätä epäilyksenalaiseksi kasvun romahtamista. Mäntytiheikköjä on soillakin, mutta niissä tapaa olla myös eri-ikäisyyttä. Yleisintä tiheikkömuodostus on koivulla. Kosteikoissa ja turvemaidella tiheät koivuviidat ovat hyvin luonteenomainen näky. Samalla koivu on varjostukselle arin, menettää alaoksansa ja raip-paantuu. Toisaalta koivikoiden kehityksen varmistaa monessa tapauksessa se, että hieksen seassa kasvaa raudusta, joka nopeampikasvuisena valituu vallitsevaksi latvuskerrokseksi.

Jos metsikkö on harva ei tasapäisyys tule ongelmana esiin. Kaikilla yksilöillä on tilaa. Ongelma ei ole myöskään tiheikköjen varhaisvaihe. Tällöin kasvu on paras mahdollinen. oksat hennot ja karsiutuminen hyvä. Metsikön oikea-aikainen harventaminen on kuitenkin välttämättömyys. Oikea-aikaisuus tarkoittaa vaihetta, jolloin karsiutuminen on edennyt riittävästi eikä puiden elpymiskyky ole vielä mennyt. Harvennuksen pahoin viivästyessä puiden elpymiskyky romahtaa.

Käytännössä useimmat tasaikäismetsiköt kehittyisivät hoitamattomina ylitiheiksi ja niiden kasvu kulminoi-

tuisi ennenaikaisesti. Sen verran niissä esiintyy häiritsevää tasapäisyyttä, ainakin laikuttaisena. Hoidon viivästymistä ja sen riskejä ajatellen tulisi pyrkiä saamaan taimikoihin kokovaihtelua. Harvennuskokeisiin tulisi ottaa mukaan myös "todellinen" kontrolli eli harventamaton taimikko. Vasta tällöin hoidon kokonaisvaikutus ja täysi harvennusreaktio saadaan selville.

5. SEKAMETSÄRAKENNE

Puulajien harvalukuisuudesta huolimatta sekapuustot muodostavat meillä tärkeän ryhmän tasaikäisiä metsiä. Ne syntyvät kokonaan luontaisesti tai siten, että niiden yksi puulaji on viljelty. Hoidoltaan ne ovat puhtaita metsiköitä ongelmallisempia. Samalla niiden hoidolla voittaa paljon ja vastaavasti sen laiminlyömisellä voi menettää.

Sekametsikkö merkitsee ilmatilan ja juuristotilan tehokasta hyödyntämistä. Eri puulajien juuristot ovat osittain eri syvyydellä ja latvusten kerrostumistavassa on eroja. Puulajiosakkaiden ikäkään ei useimmiten ole aivan sama ja niillä on oma kehitysrytminsä. Näiden seikkojen taitava hyväksikäyttö johtaa puhtaita metsiköitä parempaan kasvuun

Parhaiten tunnetaan mänty-koivumetsien kehitys (Mieliäinen 1980), joskin monessa suhteessa aivan liian va-

javaisesti sekin. Rauduskoivu saattaa lisätä nuoren sekametsikön kasvua männikköön verrattuna 25 %. Tiheys voi nuorena olla paljonkin hoidetun männikön tiheyttä suurempi (Mielikäinen 1980). Tämä edistää laatukehitystä. Samalla se mahdollistaa myöhemmin metsikön kehittämisen lähes puhtaaksi männiköksi koivun lyhytikäisempänä tullessa korjuukypsäksi mäntyä aikaisemmin.

Hyviä sekametsiä voi kasvaa hoitamattakin kuten monilla entisillä kaskialoilla nähdään. Asiantuntevalla kasvatuksella päästään aina hyvään tulokseen. Latvusten hoitoon tulee kiinnittää paljon tavallista suurempaa huomiota. Harventamatta jättäminen saattaa johtaa erittäin pahoihin tuotostappioihin. Esim. tiheä etukasvuinen koivu estää havupuuston kehittymisen piiskaamalla sen latvuksia. Haitallisin on tilanne koivun ollessa huonolaatuista vesasyntyistä hiestä. Sekametsiköiden hoidon keskeinen johtolanka on eri puulajien luontaisen kehityksen tunteminen ja niiden biologisten ominaisuuksien ynnä taloudellisen arvon tasapainoinen hyväksikäyttö.

6. JAKSOTTAISRAKENNE

Milloin metsässä on enemmän kuin yksi latvuserros puhutaan jaksoittaisrakenteesta. Se on tasaikäismetsän erikoistapaus. Useimmiten on kysymys alikasvoksen ja vallitsevan jakson muodostamasta kokonaisuudesta. Alikasvosten määrä on metsissämme ilmeisen suuri ja rooli

tärkeä (Laiho 1984).

Alikasvokset ovat luontaisesti syntyneitä. Niitä voi syntyä tiheikköihinkin ja tällöin ne ovat elinkelpoisia suurissakin kasvatustiheyksissä. Esim. kuusi tulee herkästi alikasvokseksi männiköihin ja erityisesti koivikoihin eikä tuhoudu, vaikka vallitseva puusto kehityisi ylitiheäksi. Etenkin kosteikoissa ja turvemailta tavataan myös koivualikasvoksia varsin tiheissä männiköissä.

Metsiköitä, joissa on kehityskelpoinen alikasvos ei ole aihetta kasvattaa päällyspuustoltaan ylitiheinä. Jaksollisuus merkitsee kasvupaikan poikkeuksellisen tehokasta hyödyntämistä eikä lisäkasvua saa ahnehtia vallitsevaan puustoon ylitiheyttä keräten. Jaksojen yhteistiheys muodostuu siltikin aina suureksi. Monesti on ainekset kahteenkin vallitsevaan jaksoon. Jaksollisten metsien järkevä käsittely edellyttää kaikkien jaksojen huomioonottamista ja niiden luontaisen kehityksen tuntemista.

Tavoitteena tulee olla vallitsevan puuston ja alikasvoksen yhteisen kehityksen optimointi. Tähän pääsemiseksi on tarpeen lisätä jaksollisten metsien arvostusta ja tuntemusta, ehkä muuttaa niitä koskevia määritelmiäkin. Nykytilannetta kuvaa, ettei Tapion taskukirjassa (1983) ja Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeissa (1981) edes mainita jaksollisia metsiä.

Joskus voi olla tarpeen jarruttaa alikasvoksen ennenai-
kaista kehittymistä. Tällöin ylitiheys on siihen hyvä
lääke. Toisaalta alikasvos hidastaa päällyspuuston
kasvua. Isomäen (1979) tutkimassa tukkimännikössä
tiheä alikasvoskuusikko (20 000 kpl/ha) hidasti vallit-
sevan puuston kasvua keskimäärin $1 \text{ m}^3/\text{v}$. Toisaalta
kaksimetrisen alikasvos kehittyi kyseisenä 25 vuoden
aikana kahdeksanmetriseksi, säilyi päätehakkuussa ja
elvyi vapauttamisensa jälkeen erittäin hyvään kasvuun.
Yleisesti ottaen tietomme kaksijaksoisten metsiköiden
kasvatuksesta ovat pahoin puutteelliset. Tämän metsik-
körakenteen edullisuus on kuitenkin ilmiselvä jopa ta-
pauksessa, että hieskoivu on toisena osapuolena (Kelti-
kangas ja Seppälä 1977). Lisätutkimuksin on mahdol-
lista oppia käsittelemään jaksollisia metsiä paljon ny-
kyistä paremmin ja korjuuta kehittämällä ynnä asenteita
muuttamalla saada alikasvokset säilymään hakkuissa
riittävän hyvin.

7. ERI-ikäISRAKENNE

Eri-ikäismetsälle on nimensä mukaisesti ominaista kai-
kenikäisten ja -kokoisten puiden olo samassa metsässä
vieri vieressä. Puulajeja voi olla yksi tai useampia.
Viimemainitussa tapauksessa eri-ikäismetsät liittyvät
läheisesti jaksollisiin metsiin.

Eri-ikäismetsä käyttää jaksollisen tavoin tehokkaasti
ilmatilan hyväkseen. Puustoltaan se on harvanlainen,

vaikka sopivissa olosuhteissa se voi syntyä tiheänäkin. Harventamattomuus ei sille sovi. Ylitiheys johtaisi pienimpien puiden kuolemaan ja tasaikäisrakenteeseen. Samasta syystä ei voida käyttää myöskään alaharvennusta.

Hakkuut toistuvat samanlaisina ja niissä poistetaan kaikenkokoisia puita. Valinnassa kiinnitetään huomiota jäävän puuston laatuun. Kasvatustiheyttä säätelee uudistuminen. Ei riitä, että muodostuu vaihtuvaa taimiainesta. Sen täytyy myös pystyä jatkamaan kehitystään ja säilyä elinvoimaisena. Lisäksi nuorennosta tulee olla runsaasti. Tästä syystä eri-ikäismetsissä voi olla tiheitä kohtia vain paikoittain ja ajoittain.

Eri-ikäismetsä ei missään vaiheessa kasva niin nopeasti kuin tasaikäismetsä täysipuustoisena. Toisaalta viime mainitun täysipuustoisuus ei kata koko kiertoaikaa. Näin ollen tasaikäismetsän koko kiertoajalle laskettu tuotoksellinen keskipohjapinta-ala jää selvästi alle korjuunjälkeisen minimitason, sillä sen ylityksellähän ei lisäkasvua tuottamattomana ole merkitystä. Edellyttäen, että eri-ikäismetsän kasvu on pohjapinta-alaa kohti tasaikäismetsän suuruinen, tulisi samaan tuotokseen pääsemiseksi eri-ikäismetsässä olla jatkuvasti em. keskimäärän verran puustoa.

Äskettäin on eri-ikäismetsille määritelty ohjeelliset kasvatustiheysarvot runkolukusarjoina ja pohjapinta-

aloina (Lähde ym. 1985). Niiden mukaan kuusi- ja koi-
vumailla pohjapinta-alaohje on 18-21 m²/ha ja mänty-
mailla selvästi alhaisempi, 9-16 m²/ha. Luvut lie-
nevät em. keskipohjapinta-alaa jonkin verran korke-
ammat. Käynnissä olevat tutkimukset tulevat antamaan
valaisua siihen, mitä kasvatustiheyksiä eri-ikäismet-
sissä voidaan käyttää ja millaisiin tuotoksiin pääs-
tään.

8. PÄÄTELMÄT

Puhdas hoidettu tasaikäismetsä kasvaa samalla nopeu-
della, jos pohjapinta-ala ei alita korjuunjälkeisen mi-
nimin ohjearvoa. Pohjapinta-alan alittaessa ko. mi-
nimin kasvu, vajaatuottoisuussäännöksistä poiketen
alenee selvästi puustomuutoksen edellyttämää vähemmän.

Ylitiheä metsä kasvaa nuorena muita nopeammin. Se voi
itseharveta luonnonnormaalisti kasvussaan paljoo taan-
tumatta. Toinen mahdollisuus sillä on menettää kehi-
tyskelpoisuutensa tasapäisenä riutuessaan. Vm. ta-
pauksessa oikea-aikaisen harvennuksen kasvua lisäävä
merkitys on erittäin suuri.

Hyviä sekametsiä voi kasvaa hoitamattakin (esim. monet
kaskimetsät), mutta vain niiden intensiivisellä hoi-
dolla puulajien luontainen kehitys huomioiden voidaan
epäonnistumiset välttää ja puhtaiden metsien tuotos

ylittää. Vieläkin edullisempi tulos saadaan jos puulajit muodostavat oman jaksonsa. Myös hoito on tällöin helpompaa, tiheyteen ja latvusten tarkkailuun ei tarvitse kiinnittää edellisen lailla huomiota. Sen sijaan huomiota vaatii korjuu.

Eri-ikäismetsän käsittelyä ei säätele se millä tiheydellä puusto parhaiten kasvaa. Tiheyden ohjenuorana on riittävä uudistuminen ja nuorennoksen säilyminen elinvoimaisena.

9. KIRJALLISUUTTA

- AALTONEN, V.T. 1925. Metsikön itseharvenemisesta ja puiden kasvutilasta luonnonmetsissä. Comm. Inst. For. Fenn. 9.5.
- ASSMANN, E. 1961. Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft. 490 s.
- CARBONNIER, C. 1957. Ett galringsförsök i planterad granskog. Statens Skogsforskningsinst. Upps.55.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. KML Tapio, 3/1981.
- FERM, A. & KAUNISTO, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Folia For. 558.
- HUURI, O., LÄHDE, E. & HUURI, L. 1984. Tiheyden vaikutus istutusmännikön laatuun. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 167.
- ILVESSALO, Y. 1920a. Tutkimuksia metsätyyppien taksatorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Acta For. Fenn. 15.3.
- " 1920b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Acta For. Fenn. 15.4.
- ISOMÄKI, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon.

- Folia For. 392.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatusta taloudellisena vaihtoehtona. Silva Fenn. 11.1:49-68.
- LAIHO, O. 1984. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182:39-50.
- LÄHDE, E. 1985. Metsikön perustamistiheys - puun määrän ja laadun avain. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181.
- " , NOROKORPI, Y. & OIKARINEN, M. 1985. Mikkelin ekoläänin metsien vaihtoehtoiset käsittelymallit. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 180.
- MIELIKÄINEN, K. 1980. Mänty- ja koivusekametsiköiden kehitys. Comm. Inst. For. Fenn. 99.3.
- MOLLER, C. 1954. The influence of thinning on volume increment. State Univ. New York, World For. Series Bul. 1.
- PÖNTYNEEN, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksena Raja-Karjalan valtionmailla. Acta For. Fenn. 35.1.
- TAKALA, P. 1983. Metsien käsittely. Tapion taskukirja, 19. p. s. 197-212.
- Tapion taskukirja. 1983. 19 p. Kirjayhtymä. 597 s.
- VUOKILA, Y. 1980a. Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen. Folia For. 448.

Vuokila, Y. 1980b. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. 256 s.

- " 1981. Nuoren männikön kasvurektio ensiharvennuksen jälkeen. Folia For. 468.
- " 1985. Varmentuvaa kasvu- ja tuotostietoa. Metsä ja Puu 7:14-15.

Yrjö Norokorpi

POHJOIS-SUOMEN LUONNONTILAISTEN VANHOJEN PUUSTOJEN
RAKENTEESTA

1. Johdanto	144
2. Kuusivaltaiset metsiköt	145
21. Puuston rakenteen kehitys	145
22. Puulajisuhteiden muuttumisen ekologiset vaikutukset	150
3. Mäntyvaltaiset metsiköt	153
4. Tarkastelua	155
5. Viitteet	156

1. JOHDANTO

Suomessa on selvitetty yllättävän vähän luonnontilaisten metsien puuston rakennetta ja kehitystä. Vielä vähemmän on tutkittu koko metsäekosysteemin sukkessiota. Ns. luonnonnormaalien metsiköiden kehityssarjat on pyritty mittaamaan mahdollisimman tasaikäisistä ja -rakenteisista puuston kohdista ja niissä huomio on kiinnitetty vallitsevan latvuskerroksen kehitykseen. Luonnontilainen metsä on kuitenkin peruspiirteiltään vaihtelevan rakenteinen.

Männiköitä pidetään havupuista selvimmin tasarakenteisina. Todellisuudessa metsäpalon jälkeen mäntykailla on jäljellä vaihteleva määrä vanhoja, paksukaaraisia mäntyjä eri tavoin ryhmittyneenä. Ne toimivat siemen- ja suojuspuustona pitkän aikaa, jolloin nuorennos voi syntyä usean siemensadon tuloksena. Vanhan, puhtaan kuusikonkin metsäpalossa jää jäljelle etenkin kosteisiin painanteisiin yksittäisiä puita ja puuryhmiä, jotka reunametsän ohella siementävät uuden puusukupolven. Pioneeripuulajina toimiva koivu pystyy nopeasti levittäytymään paloalueelle ja muodostamaan suhteellisen tasarakenteisen metsikön. Sen alle alkaa melko pian syntyä kuusialikasvosta, ja kokonaisuus huomioon ottaen puuston kehitys etenee jälleen eri-ikäisrakenteisena.

Luonnontilaisten metsäekosysteemien kehityksen tutkiminen antaa parhaat perusteet vertailla erilaisia metsänkäsittelyvaihtoehtoja ja mahdollisuuden selvittää monipuolisesti niihin liittyviä ekologisia lainalaisuuksia. Mm. jatkuvan kasvatuksen hakkuumenetelmä pohjautuu luonnonmetsien rakenteen hyväksi käyttöön ekosysteemin aktiivimmassa ja diversiteetiltään monipuolisimmassa kehitysvaiheessa.

Tässä raportissa tarkastellaan vain suppeasti joidenkin julkaisujen perusteella Pohjois-Suomen luonnontilaisten kuusikoiden puuston rakennetta ja kehitykseen olennaisesti liittyviä ekologisia piirteitä sekä esitetään alustavia tuloksia eri metsänhoitotutkimusten yhteydessä kertyneistä, etenkin mäntyä koskevista aineistoista.

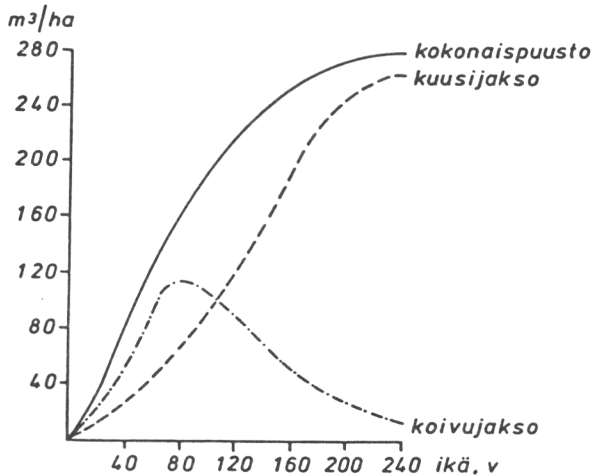
2. KUUSIVALTAISET METSIKÖT

21. PUUSTON RAKENTEEN KEHITYS

Luonnontilaisen metsikön kehitystä on toistaiseksi tarkemmin kuvattu maassamme Pohjois-Suomen tuoreilla kankailla (HMT) (Siren 1955, Norokorpi 1979a). Siren (1955) jakoi tuoreiden kankaiden kehityksen selvästi kahteen vaiheeseen: metsäpalon jälkeinen primäärimetsikkö ja sitä seuraava sekundäärimetsikkö. Tutkimuksen parhainta ja tarkinta kuvausta on primäärimetsikön kehitys runsaan 200 vuoden ikään asti. Sensijaan met-

sikön nopea raunioituminen noin 300 vuoden iällä on vain hypoteesi, jolla ei näytä olevan vastinetta luonnossa. Siirtyminen sekundäärimetsikkövaiheeseen on liukuva ja vähittäinen. Selkeästi tätä vaihetta ei ole erotettavissa ollenkaan, koska silloin kun viimeisinkin primäärikuusikon kuusi on kuollut, on jo syntynyt kolmannen perättäisen kuusisukupolven yksilöitä.

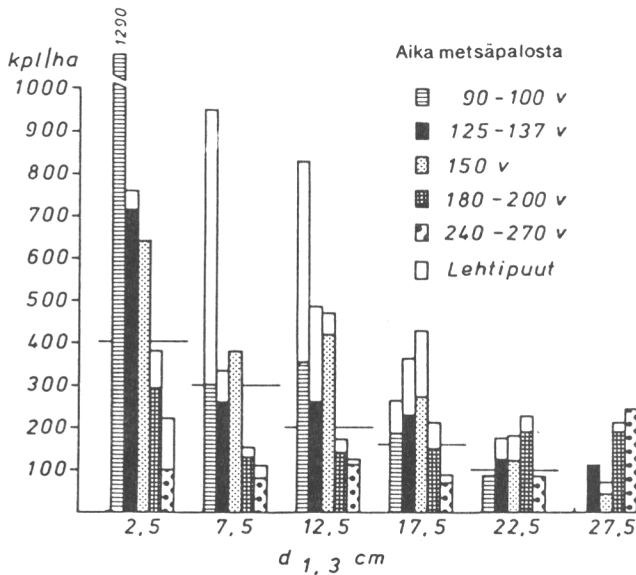
Metsäpalon jälkeen syntyvän koivikon puusto saavuttaa maksimitilavuutensa noin 80 vuoden iällä ja alkaa pienetä sen jälkeen puiden kuoleamisen ja lahoamisen vuoksi (kuva 1).



Kuva 1. Taystiheän, primäärivaiheen HMT-metsikön elävän puuston tilavuuden kehitys (Siren 1955).

Koivujakson alle syntyvän kuusijakson puuston tilavuus suurenee runsaan 200 vuoden iälle asti. Koivu- ja kuusipuuston tilavuudet ovat yhtä suuret noin 110 vuoden iällä. Kuusen nopeimman kasvun vaihe ajoittuu siitä

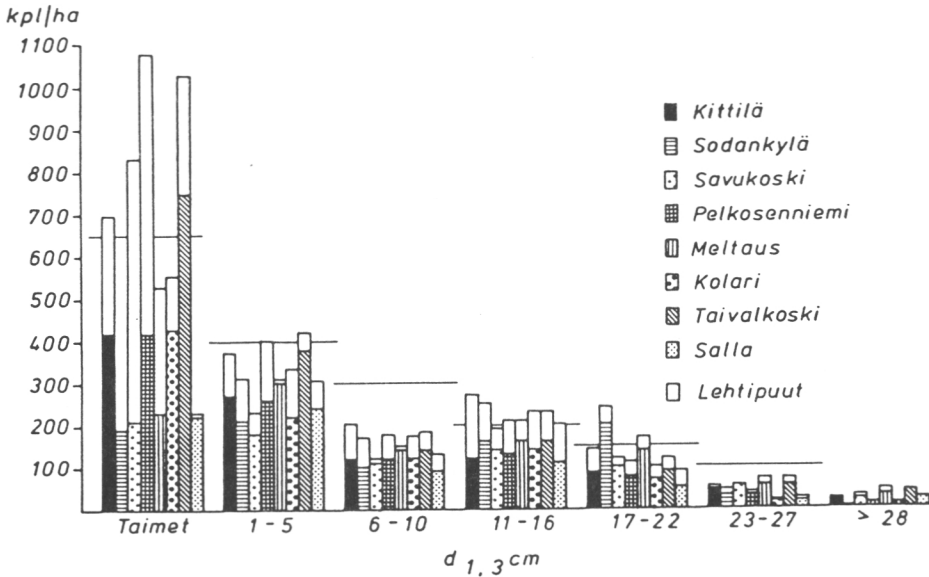
eteenpäin 50 - 60 vuotta, jona aikana koivun osuus pienenee 20 %:iin. Vuotuisen kasvun huippu on 130 - 150 vuoden iällä, jolloin koivun osuus on 25 - 35 %. Tällöin puuston rakenne on parhaimmin eri-ikäisrakenne, kun otetaan huomioon myös koivun jakauma eri läpimittaluokkiin ja kehityskelpoisten pienten puiden esiintyminen (kuva 2).



Kuva 2. Primäärivaiheen HMT-metsikön runkolukuja-kauma eri ikävaiheissa metsäpalosta kuluneen ajan mukaan, ns. keskitiheä kuusijakso (Siren 1955). Pitkällä poikkiviivalla on merkitty jatkuvan kasvatuksen käsittelyn jälkeinen tavoiterunkoluku (Lähde 1985).

Luontainen kehitys johtaa tästä eteenpäin paitsi kuusen osuuden lisääntymiseen myös pienten läpimittaluokkien puiden vähenemiseen. Kuusipuuston tilavuuden suureneminen pysähtyy siinä vaiheessa, kun koivun osuus laskee alle 10 %.

Pohjois-Suomen kuusivaltaisten metsiköiden eri-ikäisrakenne säilyy kehityksen myöhemmissäkin vaiheissa (kuva 3).



Kuva 3. Pohjois-Suomen vanhojen, sekundäärivaiheen kuusikoiden puuston runkolukujakauma (Norokorpi 1979a ja b). Pitkällä poikkiviivalla on merkitty jatkuvan kasvatuksen käsittelyn jälkeinen tavoiterunkoluku (Lähde 1985).

Puiden iän vaihteluväli voi kasvaa jopa yli 400 vuodeksi, koska vanhimmat kuuset elävät niin vanhoiksi ja kuolleiden puiden vapauttamaan kasvutilaan syntyy uusia taimia (Norokorpi 1979a ja b). Kuvissa 3 - 6 olevaa läpimittaluokitusta käytetään, koska se ilmentää samalla myös puuston jakautumista puujaksoihin ja latvuskerrokseen seuraavasti:

- I Ylispuusto $d_{1.3}$ yli 28 cm
- II Vallitseva jakso
 - Päävaltapuut $d_{1.3}$ 23 - 27 cm
 - Lisävaltapuut 17 - 22 cm

Välipuut 11 - 16 cm

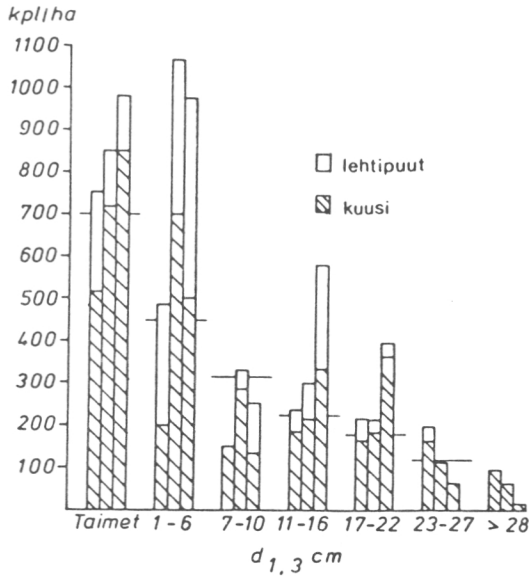
Aluspuut 6 - 10 cm

III Alikasvos

d_{1,3} 1 - 5 cm ja taimet alle 200 cm

Primäärimetsikön kehityssarjan perusteella paras puuston rakennemalli eri-ikäisrakenteiselle kuusi-koi-vusekametsälle noudattelee pääpiirtein metsikön rakennetta 120 - 150 vuoden iällä. Hakkuin ylläpidetään ekologisesti suotuisia puulajisuhteita (ks. luku 22), korjataan talteen se osa puustoa, mistä tulisi tässä vaiheessa muutoin luonnonpoistumaa sekä tehdään tilaa nuorennoksen syntymiselle poistamalla sairaita, viallisia ja kasvussaan hidastuneita puita.

Kokeellisesti luontaisten mallien soveltuvuutta metsänkäsittelyyn on alettu tutkia Suomessa varsinaisesti vasta viime vuosina. Käytännössä eräät metsäammattimiehet ja metsänomistajat ovat kuitenkin soveltaneet sellaisia malleja hakkuissa. Esimerkiksi tällaisesta käsittelystä sopii lehtomaisen kankaan kuusikko ns. Lapin kolmion alueelta. Pinta-alaltaan usean hehtaarin suuruista metsikköä on hoidettu toistuvien hakkuin muutamana kymmenenä vuotena. Metsiköstä mitattiin kolme koe-alarajaa, koska valtapuiden iässä oli liukuvarajaisesti pientä eroa (kuva 4).

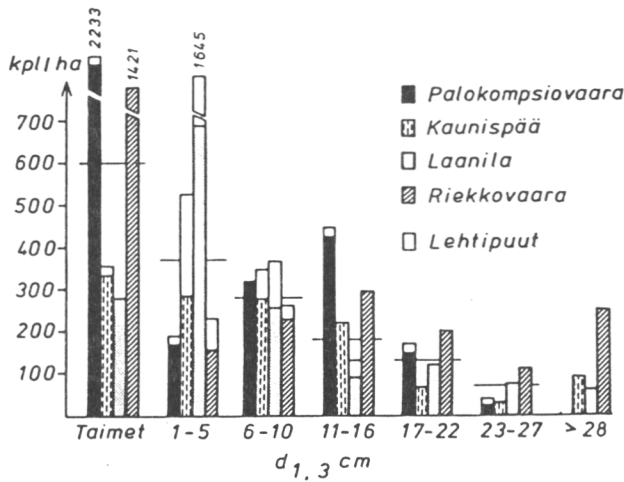


Kuva 4. Hakkuin käsitellyn, primäärivaiheen kuusikon runkolukujakauma lehtomaisella kankaalla Lapin kolmion alueella. Kolme rinnakkaista pylvästä kuvaavat metsikössä ilmeneviä, hieman toisistaan eroavia kehitysvaiheita vanhimmasta nuorimpaan. Pitkällä poikkiviivalla on merkitty jatkuvan kasvatuksen käsittelyn jälkeinen tavoiterunkoluku (Lähde 1985).

Runkolukusarja noudattelee varsin hyvin primäärimet-
sikön rakennetta 125 - 137 vuoden iällä (kuva 5) sekä
Lähteen (1985) laatimaa jatkuvan kasvatuksen tavoite-
runkolukusarjaa.

22. PUULAJISUHTEIDEN MUUTTUMISEN EKOLOGISET VAIKUTUKSET

Siren (1955) teki myös ekologisia vertailumittauksia primääri- ja sekundäärivaiheen metsiköissä. Hän totesi primäärivaiheessa lehtikarikkeen nopean vähenemisen ajoittuvan 120 ja 150 vuoden välille. Myös maassa muo-



Kuva 5. Luonnontilaisten ja käsiteltyjen männiköiden runkolukujakaumia kuivalla kankaalla Inarissa. Palokompsiovaaran ja Kaunispään metsiköt ovat hakkuin käsiteltyjä. Pitkällä poikkiviivalla on merkitty jatkuvan kasvatuksen käsittelyn jälkeinen tavoiterunkoluku (Lähde 1985).

dostuvien karikkeiden määrässä ilmenee selvä samansuuntainen muutos. Sammalet alkavat vallata alaa, karikkeiden hajaantumisnopeus hidastuu tuntuvasti ja raakahumuksen paksuus lisääntyy. Myös varpujen osuus suurenee ja niiden juuret valtaavat alaa erityisesti humuskerroksessa, johon myös kuusen juuret keskittyvät. Puiden juurien määrä saavuttaa maksiminsa jo 50 vuoden ikään mennessä, jolloin niiden yhteenlaskettu pituus on 1500 m/m^2 . Kuusen osuuden lisääntyessä juuriston keskisyvyys ja pituus pienenevät. Kuusivaltaisessa vaiheessa juurten yhteenlaskettu pituus on 900 m/m^2 , mikä merkitsee tavallaan maan vajaakäyttöä verrattuna koivuvaltaiseen vaiheeseen.

Primäärimetsikön maan lämpötila kivennäismaan pinnassa on 1 - 5 °C suurempi kuin sekundäärimetsikössä (Siren 1955). Myös metsikön ilman lämpötilassa on samansuuntainen ero puiden kasvun kannalta tärkeässä vaiheessa keväällä ja alkukesästä. Syyskesällä kuusikon ilman lämpötila on 1 - 2 °C korkeampi kuin koivuvaltaisessa metsikössä. Viimeiset lumi- ja routakerrokset sulavat kuusikosta selvästi myöhemmin. Koivikon suurempi haihdunta pitää kivennäismaan suhteellisen kuivana ja edullisena juurten kasvulle poikkeuksellisen sateisenakin kesänä. Kuusikossa lisäksi kunta- ja sammalkerros estävät haihduntaa maasta.

Koivikon voimakkaalla haihdunnalla ja maan suurehkolla valuvesimäärällä on edullinen vaikutus maan ilmanvaihtoon. Koivikon humuksesta erittyy selvästi enemmän hiilidioksidia kuin kuusikossa. Voimakas hiilidioksidin tuotos ilmentää hyvää kasvupaikkaa, koska sitä syntyy juurten hengitystoiminnassa ja orgaanisen aineksen lahotessa. Hiilidioksidi edistää vuorostaan puiden ja muun kasvillisuuden yhteyttämistoimintaa.

Primäärimetsikön ekologisten olojen voidaan päätellä muuttuvan melko ratkaisevasti myös taimettumisherkyyden kannalta 150 vuoden kuluttua metsäpalosta humuksen laadun, puulajisuhteiden, pienilmaston ja valaistuksen muuttuessa yhä epäedullisemmaksi.

3. MÄNTYVALTAISET METSIKÖT

Suoja- ja lakimetsiä koskevien tutkimusten yhteydessä on kertynyt aineistoa etenkin Inarin alueen metsistä (taulukko 1).

Taulukko 1. Männiköiden maantieteellinen sijainti ja kasvukauden keskimääräinen lämpösumma.

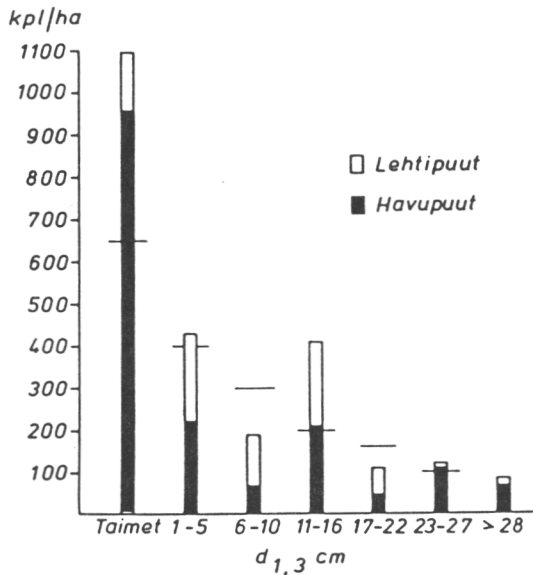
Metsikkö	Keskim. korkeus m mpy	N	E	Lämpö- summa, d.d.
Inari, Palokompsiovaara	195	68°30′	28°07′	690
Inari, Kaunispää	325	68°25′	27°28′	620
Inari, Laanila	290	68°23′	27°28′	630
Inari, Riekkovaara	280	68°27′	27°20′	630
Sodankylä, Seipäjärvi	240	67°11′	26°19′	760

Lisäksi mitattiin muutama tilapäiskoeala Sodankylän Seipäjärveltä käsitellystä kuivahkon kankaan mäntyvaltaisesta metsiköstä vertailuksi.

Mitatut Inarin metsiköt ovat puuston rakenteen puolesta yllättävän samankaltaisia, vaikka osa niistä on normaalin metsätaloustoiminnan piirissä. Palokompsiovaaran puusto on selvästi nuorinta ja se on syntynyt metsäpalon jälkeen varsin tiheänä. Hakkuussa on poistettu lähinnä ylispuustoa. Riekkovaaran puusto edustaa laajinta ikävaihtelua. Järeiden, vanhojen puiden suu-

rehkosta määrästä huolimatta taimia esiintyy runsaasti. Kaunispään alarinteen männikössä on yli kymmenen vuotta sitten tehdyn hakkuun jälkeen taimettuminen käynnissä. Suurin vaihtelu metsiköissä on lukumääräisesti alle kaksimetrisissä taimissa ja läpimittaluokassa 1 - 5 cm. Tarkasteltaessa niitä yhdistettynä alikasvosjaksoksi erot tasoittuvat melko hyvin.

Sodankylän Seipäjärven käsitelty mäntyvaltainen metsikkö edustaa hyvin samanlaista puustorakennetta kuin edellä mainitut Inarin metsiköt (kuva 6).



Kuva 6. Hakkuin käsitellyn kuivahkon kankaan männikön runkolukujakauma Sodankylässä. Pitkällä poikkiviivalla on merkitty jatkuvan kasvatuksen käsitellyn jälkeinen tavoiterunkoluku (Lähde 1985).

Puuston runsaudesta sekä suhteellisen paksusta sammal- ja humuskerroksesta huolimatta luontainen taimettuminen on ollut runsasta.

4. TARKASTELUA

Metsiköiden luontaisen, vaihtelevan rakenteen olisi luullut aikoinaan olleen vertailuperustana lähdetessä tutkimaan tasarakenteisten metsiköiden käsittelyä. Siihen aikaan on kuitenkin ymmärrettävistä syistä tuottanut vaikeuksia laskennallisesti mallittaa monimuotoisia metsikkörakenteita. Sitä suurempi syy on nykyisin muodostaa tarvittava käsitteistö sekä mittaus- ja kuvausmenetelmät myös eri-ikäisrakenteisia metsiköitä varten. Samalla niiden käsittelyvaihtoehtojen ymmärtäminen virheellisesti määrämittahakkuuksi vähenevät. Erilaisten metsikkörakenteiden ekologinen vertailu on myös tärkeää, koska se auttaa paremmin ymmärtämään metsäekosysteemin monimutkaisia vaikutussuhteita, joilla on keskeinen merkitys metsien hoidossa.

5. VIITTEET

- Lähde, E. 1985. Eri-ikäisrakenteisen metsän tavoitteelliset runkolukusarjat jatkuvaa kasvatusta käytettäessä leimauksen jälkeen. Metsä 2000 ohjelman metsien hoidon ja käsittelyn työryhmän vaihtoehtoista eli biologisekologista ohjelmaa varten laaditut taulukot ja kirje metsähallitukselle 17.4.1985.
- Norokorpi, Y. 1979a. Old Norway spruce stands, amount of decay and decay-causing microbes in northern Finland. Seloste: Peräpohjolan vanhat kuusikot, niiden lahoisuus ja lahottajat. Commun. Inst. for. Fenn. 97 (6):1-77.
- 1979b. Peräpohjolan vanhojen kuusikoiden alikasvos. Konekirjoite. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 88 s.
- Siren, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Seloste: Pohjois-Suomen paksusammalkaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62 (4):1-408.

METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTO

Tutkijaluettelo 1.2.1986 toimipaikoittain

HELSINKI

Lähde, Erkki, MMT, prof.
Raulo, Jyrki, FT, erikoistutkija
Hokkanen, Tatu, MMK
Jukola-Sulonen, Eeva-Liisa, FT
Linnilä, Kimmo, FK
Lyly, Olavi, FK, MMK
Rummukainen, Ukko, MMM
Savonen, Eira-Maija, FK

JOENSUU

Parviainen, Jari, MMT

MUHOS

Valtanen, Jukka, MML
Kubin, Eero, FT
Oikarinen, Matti, MH

PARKANO

Laiho, Olavi, MMT
Kinnunen, Kaarlo, MML
Raitio, Hannu, FM

ROVANIEMI

Norokorpi, Yrjö, MMT, erikois-
tutkija
Mäkitalo, Kari, MH
Sepponen, Pentti, FT
Tikkanen, Eero, FK

SUONENJOKI

Lappi, Juha, FK
Rikala, Risto, MH
Rossi, Pekka, MH
Saksa, Timo, MML

Sivulliset tutkijat

Huuri, Olavi, MMT, prof. h.c.
Jalkanen, Esko, MH
Kuusela, Juha, FM
Peltonen, Antti, MH
Repo, Tapani, FK
Sutinen, Marja-Liisa, FK
Tasanen, Tapani, MH
Vapaavuori, Elina, FL

Helsinki
Helsinki
Muhos
Helsinki
Suonenjoki
Rovaniemi
Muhos
Suonenjoki