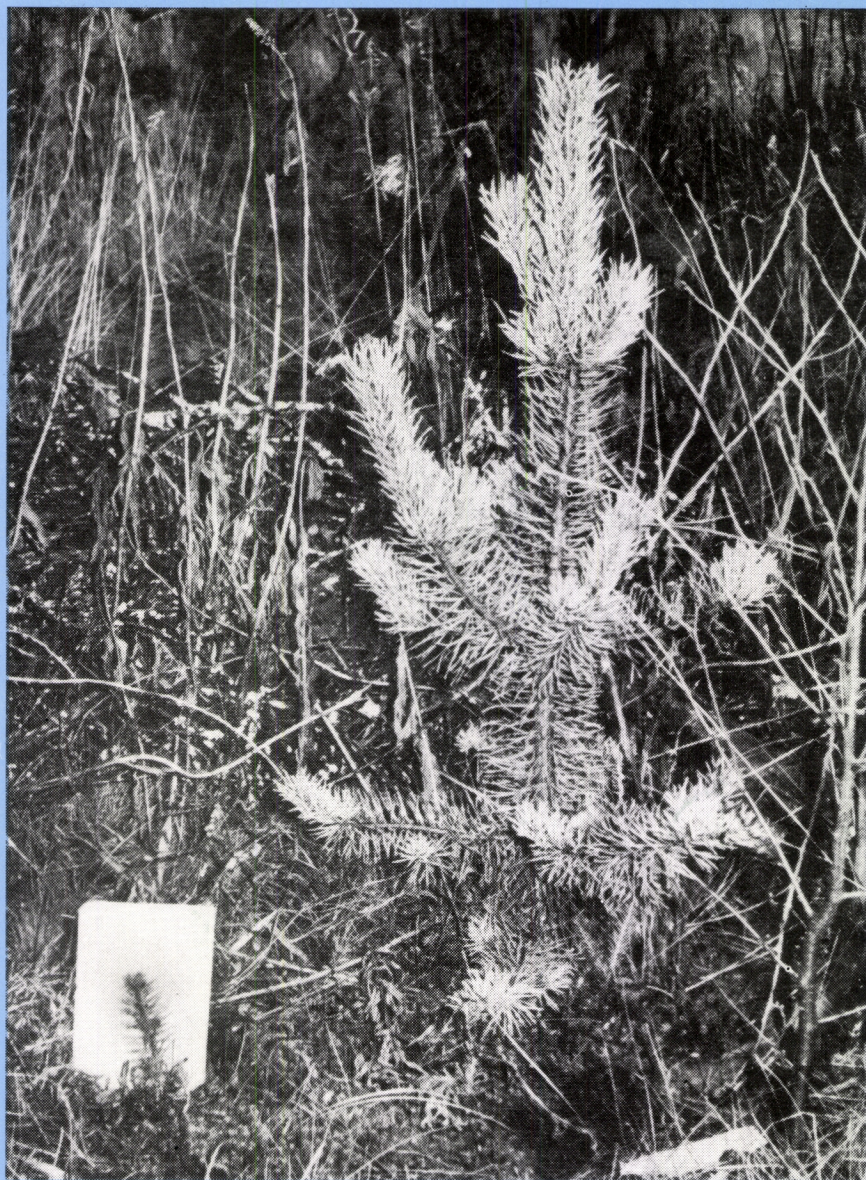


METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

158

MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ
OULUSSA 1984

MUHOS 1984

KANSIKUVA: Luontainen uudistaminen, traktorilaikutus, ikä kuusi kasvukautta. Sekä mänty että kuusi siementyivät heti laikutuksen jälkeen. Kuusi 15 cm, mänty 100 cm. Ylivieska 55 m, 1035 d.d.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 158

Muhoksen tutkimusasema

Metsäntutkimuspäivä Oulussa 1984

Muhos 1984

LUKIJALLE

Muhoksen metsäntutkimusasema järjesti ensimmäisen alueellisen metsäntutkimuspäivän Kuusamossa 1975. Vuosittain sen jälkeen on kutsuttu koolle tietyn kuntaryhmän metsäammattimiehet ja heidän esimiehensä kuulemaan uusimpia tutkimustuloksia ja keskustelemaan niistä. Tähän mennessä maakunnallisia tutkimuspäiviä on pidetty 11 kertaa, ja niihin on osallistunut yhteensä arviolta n. 1 500 henkeä.

Tämän tiedonannon seitsemän esitelmää on pidetty Oulun yliopiston tiloissa Linnanmaalla 29.11.1984, jolloin tutkimuspäivä järjestettiin 12. kerran. Esitelmistä neljä on tutkimusaseman oman väen työn tuloksia, yhden kirjoittaja on prof. Sirkka Kupila-Ahvenniemi Oulun yliopiston kasvitieteen laitokselta ja kahden esitelmän kirjoittajat - prof. Kullervo Kuusela ja prof. Eero Paavilainen - ovat Metsäntutkimuslaitoksesta Helsingistä.

Jukka Valtanen
tutkimusaseman johtaja

SISÄLLYS

	sivu
Pekka Pietiläinen	
Kasvupaikan ja neulasten ravinteiden keskinäiset suhteet	1
Eero Kubin	
Kulotuksen välitön vaikutus kangashumuksen liukoisten ravinteiden määrään	10
Sirkka Kupila-Ahvenniemi	
Männyn kukkiminen	22
Jukka Valtanen	
Männyn luontaisen uudistamisen mahdolli- suudet	37
Pentti Savilampi	
Muhoksen ja Kälviän viljelytaimikoiden inventointituloksia	51
Eero Paavilainen	
Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suometsät vuosina 1951 - 1983	65
Kullervo Kuusela	
Pohjois-Pohjanmaan nuoret metsät	67

Pekka Pietiläinen

KASVUPAIKAN JA NEULASTEN RAVINTEIDEN KESKINAISET SUHTEET

1. JOHDANTO

Turvemailla maa-analyysien käyttö lannoitustarpeen määrittämisessä on ollut varsin suppeata kivennäismaihin verrattuna. Joidenkin mielestä maa-analyysiä voidaan käyttää määrittäessä lannoitustarvetta (esim. Aaltonen 1950). Useimmat tutkijat ovat joko sitä mieltä, että maa-analyysiä voidaan käyttää neulasanalyysin apuna (esim. Smith 1962), tai se ei sovellu ollenkaan lannoitustarpeen määrittämiseen turvemailla (esim. Leyton 1957).

Paarlahden, Reinikaisen ja Veijalaisen (1971) esittämissä tuloksissa turpeen pintakerroksen makroravinteiden fosforipitoisuus korreloi parhaiten neulasten fosforipitoisuuden kanssa. Muiden ravinteiden osalta ei saatu merkittäviä korrelaatioita. Veijalaisen (1977) esittämissä tuloksissa hivenravinteiden korrelaatiot jäivät pieniksi.

Kyseisessä tutkielmassa on pyritty hyödyntämään vanha maa- ja neulasanalyysisarja esitutkimuksen tapaisesti ja selvittämään, onko rehevän (SsR) ja karun (PsR) rämeen turpeen vaihtuvien ja liukoisten ravinteiden ja kyseisten kasvupaikkatyyppien puustojen neulasten välillä korrelaatioita.

2. MATERIAALI JA MENETELMÄT

21. Turve- ja neulasnäytteet

Lannoituksen vaikutus metsäekosysteemiin - projektin koekenttien perustamisen yhteydessä otettiin syksyllä 1979 turve- ja neulasnäytteet ojitetuilta karuilta (PsR) ja reheviltä (SsR) rämeiltä Ilomantsista, Tamme-lastasta, Lammilta, Saarioisilta, Saarijärveltä ja Muhokselta. Turvenäytteistä määritettiin taulukoissa 1 ja 2 esitettyjen ravinteiden vaihtuvat, helppoliukoiset ja happoliukoiset sekä vesiliukoiset pitoisuudet Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Neulasnäytteistä määritettiin taulukoissa 3 ja 4 esitettyjen ravinteiden kokonaispitoisuudet myös Viljavuuspalvelu Oy:ssä.

Tulosten laskennassa käytettiin eri paikkakuntien koekentiltä otettujen turvenäytteiden 0 - 20 cm:n pintakerroksen ravinnepitoisuuksien keskiarvoja mahdollisten kasvualustan ja puuston neulasten ravinteiden välisten korrelaatioiden selvittämiseksi. FK Tapani Matala-aho suoritti laskennat Oulun yliopistolla.

3. TULOKSET

31. Turpeen ja neulasten ravinnepitoisuudet

Suursaraisen rämeen keskimääräiset vaihtuvat ja helppoliukoiset sekä happoliukoiset ravinteet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suursararämeen liukoiset ravinne-
pitoisuudet 0 - 20 cm pintakerroksessa.
(n = 6)

Ravinne mg/l	\bar{x}	min	max
pH	4,6	4,3	4,7
vaihtuva Ca	159,5	81,0	216,0
" K	80,0	62,0	101,0
helppoliuk. P	7,3	5,6	9,0
vaihtuva Mg	25,7	19,0	35,0
NH ₄ -N	32,8	21,3	42,1
NO ₃ -N	9,4	5,4	15,8
vesiliuk. B	0,3	0,2	0,3
happoliuk. Cu	2,0	1,3	3,0
vaihtuva Mn	16,4	5,2	28,3
happoliuk. Zn	14,8	11,5	18,1
helppoliuk. S	6,2	2,5	8,8
happoliuk. Mo	0,41	0,26	0,54
" Co	1,1	0,67	1,80

Piensaraisen rämeen keskimääräiset vaihtuvat ja help-
poliukoiset sekä happoliukoiset ravinteet on esitetty
taulukossa 2.

Taulukko 2. Piensararämeen liukoiset ravinne-
pitoisuudet 0 - 20 cm pintakerroksessa.
(n = 6)

Ravinne mg/l	\bar{x}	min	max
pH	4,3	4,2	4,4
vaihtuva Ca	226,0	132,0	290,0
" K	10,7	8,5	12,4
helppoliuk. P	9,3	6,4	13,0
vaihtuva Mg	33,8	27,0	42,0
NH ₄ -N	41,9	36,4	49,6
NO ₃ -N	7,5	2,9	12,6
vesiliuk. B	0,3	0,2	0,3
happoliuk. Cu	1,5	1,3	2,0
vaihtuva Mn	31,5	21,0	37,9
happoliuk. Zn	12,9	5,7	18,5
helppoliuk. S	9,8	6,2	15,8
happoliuk. Mo	0,28	0,20	0,34
" Co	2,8	1,1	4,8

Taulukossa 3 on esitetty suursaraisen rämeen puuston neulasten kokonaisravinteiden keskimääräiset pitoisuudet.

Taulukko 3. Ravinteisuustasoltaan suursararämeen puustojen neulasten ravinnepitoisuudet.

(n = 6)

Ravinne	SsR	min	max
N tot %	1,30	1,21	1,47
P mg/g	1,45	1,41	1,50
K mg/g	4,33	3,33	5,00
B µg/g	16,3	12,0	20,0
Zn µg/g	55,3	52,0	62,0
Mn µg/g	676,7	410,0	1100,0
Cu µg/g	3,0	2,7	3,3

Taulukossa 4 on esitetty piensaraisen rämeen puuston neulasten kokonaisravinteiden keskimääräiset ravinnepitoisuudet.

Taulukko 4. Ravinteisuustasoltaan piensararämeen puustojen neulasten ravinnepitoisuudet.

(n = 6)

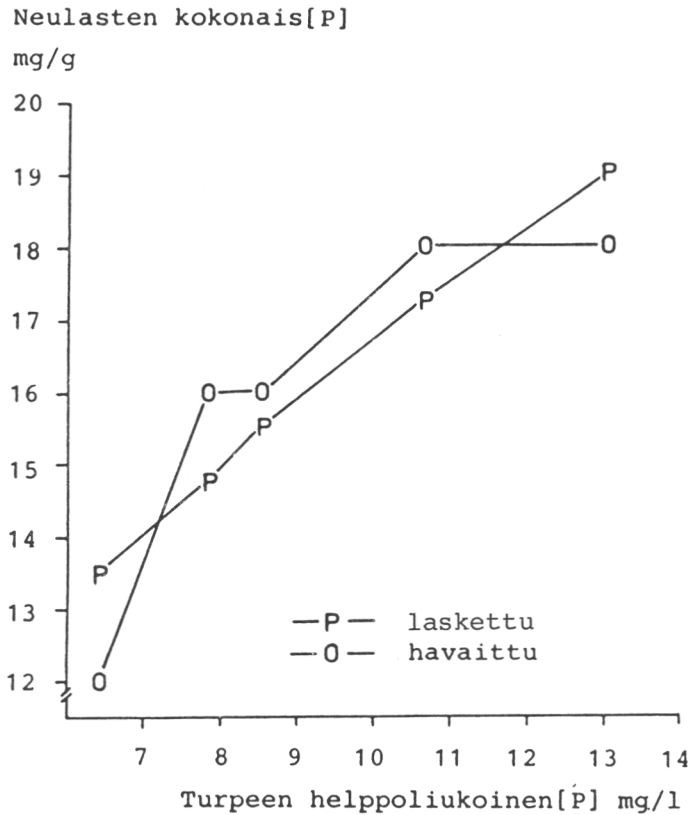
Ravinne	PsR	min	max
N tot %	1,27	1,21	1,35
P mg/g	1,60	1,20	1,80
K mg/g	4,62	3,40	5,50
B µg/g	12,2	4,0	17,0
Zn µg/g	41,2	26,0	51,0
Mn µg/g	710,0	185,0	1000,0
Cu µg/g	2,7	2,4	3,3

32. Kasvualustan ja neulasten väliset korrelaatiot

Kasvualustan neulasten ravinteiden välillä oli vähän korrelaatioita. Suursararämeellä turpeen happamuuden ja neulasten ravinteiden välisistä korrelaatioista merkittävimmät olivat pH/Zn, jossa $R = 0,784$ ja pH/Mn, jossa $R = 0,811$. Ainoastaan turpeen vaihtuvan kaliumin ja neulasten kokonaiskaliumin välillä oli merkittävä negatiivinen korrelaatio ($R = -0,761$).

Piensararämeellä kasvualustan happamuuden ja puuston neulasten ravinteiden välisistä korrelaatioista merkittävin oli pH/Cu, jossa $R = 0,811$. Piensararämeellä kasvualustan vaihtuvien ja neulasten kokonaisravinteiden välillä oli merkittävät positiiviset korrelaatiot fosforipitoisuuksissa ($R = 0,864$) ja booripitoisuuksissa ($R = 0,864$). Kaliumipitoisuuksissa oli negatiivinen korrelaatio ($R = -0,856$) kuten suursararämeellä.

Kuvassa 1 on otettu esimerkinomaisesti esille piensararämeen turpeen ja neulasten fosforipitoisuuksien välisestä korrelaatiosta.



Kuva 1. Kasvualustan helppoliukoisen fosforin ja neulasten kokonaisfosforin riippuvuus.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tuloksiin vaikutti eniten maantieteelliset erot. Suursara- ja piensararämeiden ravinteisuuksien pienet erot johtuivat turpeen laadusta ja soiden turpeen paksuudesta. Suursaraiset alueet olivat paksuturpeisempia ja saraturpeisia nevamaisia rämeitä. Piensaraiset alueet olivat ohutturpeisempia rahkasaraturpeisia reunavaikutteisia rämeitä. Puuston neulasten keskimääräisissä ravinteissakaan ei ollut merkittäviä eroja. Neulasten ravinnepitoisuudet olivat alhaiset.

Kasvualustan ja neulasten välisissä korrelaatioissa näyttäisi happamuudella olevan suurin merkitys suursaraisilla rämeillä ravinteiden otossa ja suhteissa. On mahdollista, että karun rämeen sararakaturpeen suuremmalla vaihtokapasiteetilla on osuutensa korrelaatioihin.

Aineistosta ei saatu varsinaisesti viitteitä suuntaan eikä toiseen turpeen vaihtuvien ravinteiden vaikutuksesta neulasten kokonaisravinteisiin paitsi kaliumin, fosforin ja boorin suhteen. Paarlahti, Reinikainen ja Veijalainen (1971) saivat merkittävimmän korrelaation kasvualustan ja neulasten fosforipitoisuuksille. Edelleen heidän tuloksissaan neulasten ravinnepitoisuudet korreloivat parhaiten kasvun kanssa, osoittaen neulasanalyysin olevan merkittävä apu lannoitustarpeen määrittämisessä kasvipeitekuvauksien ja puutosoireiden kanssa (Heikurainen 1980, Huikari 1952, Eurola ja Kaakinen 1978, Reinikainen 1968 ja Veijalainen 1977).

5. KIRJALLISUUS

- Aaltonen, V.T. 1950. Die Blallanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodeus. Commun. Inst. For. Fenn. 37.8: 1-41.
- Eurola, S. Kaakinen, E. 1978. Suotyypipiopas. 87 pp. Helsinki-Porvoo-Juva.
- Heikurainen, L. 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. 378 pp. Porvoo-Helsinki.
- Huikari, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mine types especially considering their chainage value for agriculture and forestry. Silva Fenn. 75: 1-22.
- Leyton, L. 1957. The diagnosis of mineral deficiencies.

cies in forest crops. British Commonwealth Forestry Conference, Seventh Conference.

Paarlahti, K., Reinikainen, A. ja Veijalainen, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. Comm. Inst. For. Fenn. 74.5: 1-58.

Reinikainen, A. 1968. Ravinteiden puutosoireista puulajeilla. In: Jamalainen, E.A. Kasvien puutostaudit. Helsinki Kirjayhtymä, p. 101-109.

Smith, P.F. 1962. Mineral analysis of plant tissue. An. rev. of Plant Physiol. 13.

Veijalainen, H. Use of needle analysis for diagnosing micronutrient deficiencies of Scots pine on drained peatlands. Commun. Inst. For. Fenn. 92(4): 1-32.

Eero Kubin

KULOTUKSEN VALITON VAIKUTUS KANGASHUMUKSEN LIUKOISTEN
RAVINTEIDEN MAARAXN

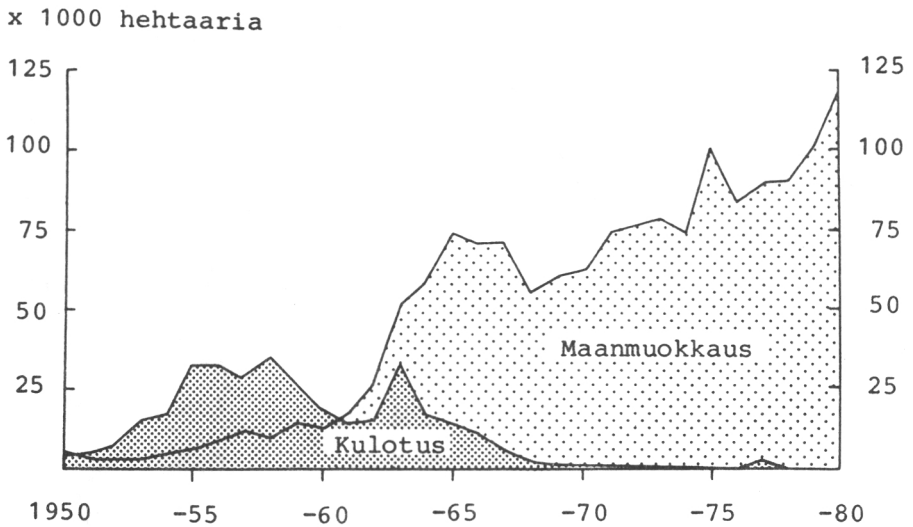
1. JOHDANTO

Tuli on ollut kautta aikojen luonnonmetsien kehitykseen voimakkaasti vaikuttanut tekijä. Ennen pysyvää asutusta salama oli ilmeisesti lähes ainut palojen aiheuttaja, sillä vielä vuosina 1911 - 1921 valtionmailla Pohjois-Suomessa syttymissyyltään tunnetuista kuloista peräti 42 % ja Etelä-Suomessa 14 % syttyi salamasta (Saari 1923). Vakuutetuissa metsissä ja yksityismailla vuosina 1925 - 1934 sattuneista kuloista salaman sytyttämiä oli 10 % (Kalela 1937). Kulojen toistuvuudesta tiedetään, että samat kuviot ovat saattaneet palaa useaan kertaan (esim. Siitonen 1976).

Metsäpaloilla on ollut huomattava vaikutus metsikön rakenteeseen. Pienikin kulo nykyistenkin kokemusten mukaan on nimittäin tuhonnut lähes poikkeuksetta kaikki kuuset, mutta useimmiten säästänyt ainakin paksukaarnaisimpia mäntyjä. Metsikön palonjälkeinen puusto on siten palossa muuttunut rakenteeltaan yksinkertaisemmaksi, mutta ankarimpia kuloja lukuunottamatta saattanut useasti ja varsinkin mäntyvaltaisilla kankailla säilyä suhteellisen peitteellisenä. Kun palossa säästyneet männyt ovat sitten siementäneet uuden mäntyjakson, metsiköt ovat säilyneet tällä tavalla mäntyvaltaisempina kuin mitä olisi ollut ilman kuloja (Aaltonen 1919, Hilden 1930, Cajander 1933). Koivu puolestaan ei tuhoutu kulossa niin perusteellisesti

kuin kuusi ja niinpä kuivahkojen kankaiden taimikoihin on todettu tulleen runsaasti sekä vesa- että siemen-syntyistä koivua (Sarvas 1938).

Tulen käytön aikakauden meidän metsänuudistamisen historiassa voidaan katsoa alkaneen vuonna 1863, kun silloinen Evon metsäopiston lehtori, A.G. Blomqvist, anoi lupaa kaskeamalla uudistaa metsää (Helander 1938) ja kehitti aikanaan tästä menetelmän, josta sittemmin on käytetty nimitystä metsänhoidollinen kulotus. Vuosittaiset kulotusalat pysyivät kuitenkin vielä pitkään tämän vuosisadan puolella pieninä, ja vasta 1950-luvun lopulla elettiin niinsanotusti kulotuksen valtakautta, jolloin vuotuinen kulotusala saattoi olla yli 30 000 ha. Tuohon aikaan alkanut koneellinen maanmuokkaus syrjäytti kulotuksen käytännön toimenpiteenä 1970-luvulla lähes kokonaan (kuva 1), joskin viime vuosina kulotetut pinta-alat ovat olleet vähäisessä nousussa (Metsätilastollinen ... 1983). Kun kulotus käytännön toimenpiteenä näytti miltei kokonaan loppuvan, asetettiin meillä toimikunta miettimään kulotuksen etuja, haittoja ja toteuttamismahdollisuuksia (Komiteamietintö 1980).



Kuva 1. Kulotetun ja muokatun maan pinta-alat vuosina 1950 - 1980.

Kulotuksen ekologisten vaikutusten tarkastelussa voidaan meillä katsoa eräänlaiseksi perustyöksi Viron (1969) julkaisu, jossa laajassa selvityksessä todettiin mm. kulotuksen maan happamuutta pienentävä vaikutus hyvin pitkäaikaiseksi. Yleisesti ottaen kiinnostus kulotuksen käyttöön onkin meillä säilynyt ja myös tutkimusta kulotuksen vaikutuksesta metsän uudistamiseen on tehty. Niin ikään kansainvälisestä kirjallisuudesta käy ilmi, että muuallakin maailmassa ol-

laan kiinnostuneita tulen käytöstä ja vaikutuksista (esim. Dyrness ja Norum 1983, Johnson 1984).

Tässä esityksessä tarkastellaan kulotuksesta välittömästi aiheutuvia ravinnemuutoksia siten, että tarkastelun kohteena on kangashumuksen liukoisten ravinteiden määrä välittömästi ennen kulotusta ja kulotusta seuranneena päivänä sekä 4 kk kulotuksen jälkeen. Työn tavoitteena on saada ekologista tietoutta kulotuksesta yleensä ja erityisesti metsänuudistamista ajatellen.

2. AINEISTO JA MENETELMAT

Kulotus tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken kokeilualueessa 5.6.1984. Pinta-alaltaan 1,5 ha suurista reunoilta lievästi soistunutta EVT-kangasta kulotettiin noin 0,7 ha. Hakkuu tehtiin edellisenä talvena ja hakkuukertymä oli $100 \text{ m}^3/\text{ha}$, josta mäntyttukia 61 %, mäntykuitua 32 % ja koivua 8 %.

Ennen kulotusta kohteeseen rajattiin 5 aarin koealaa, joilta otettiin yhteensä 20 humusnäytettä ja tehtiin hakkuutähteiden määrän selvitys. Vastaavat työt tehtiin kulotuksen jälkeen. Ravinnemäärityksiä varten näytteet kerättiin ennen kulotusta ja seuraavana päivänä sekä 8.10. eli noin 4 kk kulotuksen jälkeen. Uusi näyte otettiin aina samalta linjalta 0,5 m:n päästä edellisestä näytteestä. Analyysit tehtiin Muehoksen tutkimusasemalla kemisti Harri Lipon johdolla Metsäntutkimuslaitoksessa käytössä olevin menetelmin (Halonen ja Tulkki 1981). Ravinnemääritykset tehtiin tuoreesta näytteestä.

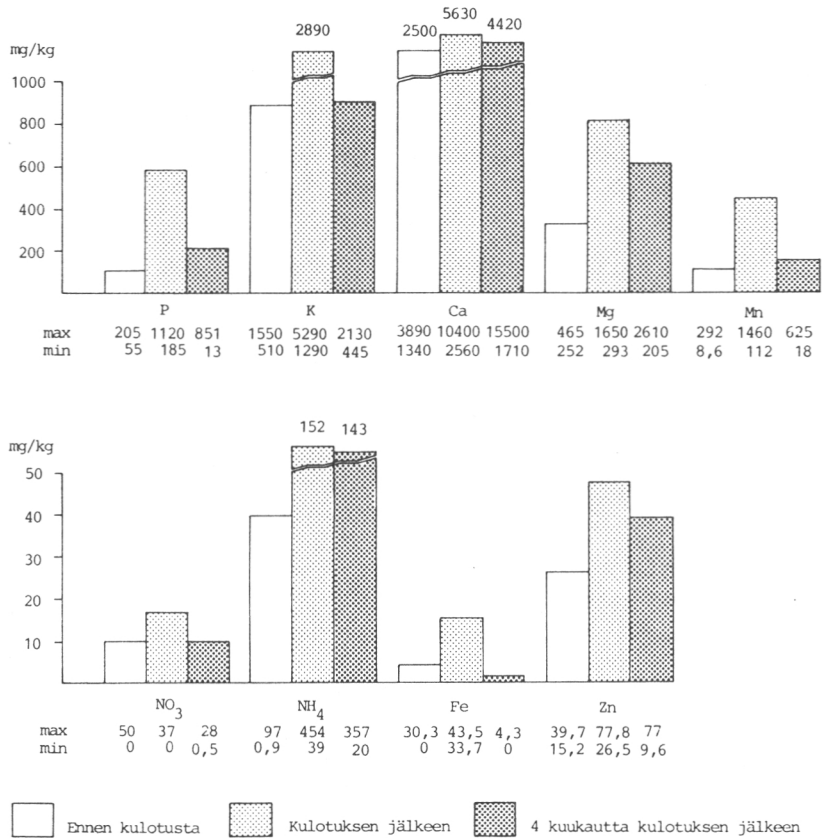
3. TULOKSET

31. Happamuus ja johtoluku

Yleisesti tiedetään se, että humuksen pH-luku on kangasmailla lehtoja ja lehtomaisia kankaita lukuunottamatta varsin alhainen. Näin oli myös tutkimuskohteessa, kuten seuraavasta 20 mittauksen keskiarvoon perustuvasta asetelmasta käy ilmi:

	pH-luku	Johtoluku (μS)
	-----	-----
- ennen kulotusta	3,93	81
- kulotuksen jälkeen	4,91	416
- 4 kk kulotuksesta	4,19	85

Kulotuksen välitön vaikutus humuksen happamuuden lieventäjänä on selvä. Keskimäärin pH-luku nousi yhden yksikön. Kulotuksen vaikutusta kuvastaa keskiarvojen lisäksi selvästi aineiston ääriarvot, jotka ennen kulotusta olivat 3,93 - 4,13 ja kulotuksen jälkeen 4,14 - 6,04 sekä 4 kk kuluttua 3,40 - 5,25. Merkille pantavaa on se, että 4 kk kuluttua kulotuksesta peräti 6 havaintoa olivat ennen kulotusta mitattua minimiarvoa pienempiä. Niin ikään johtoluku, joka kuvastaa liukoisten ionien kokonaismäärää, kasvoi kulotuksen vaikutuksesta hyvin selvästi, mutta laski syksyyn mennessä lähes kulotusta edeltäneelle tasolle.



Kuva 2. Kulotuksen vaikutus humuskerroksen liukoisten ravinteiden määrään. Tulokset on ilmoitettu mg/kg kuivaa humusta. Jokaista näytekertaa kohti on tutkittu 20 humusnäytettä.

32. Ravinteet

Jo happamuuden muuttumisen perusteella voidaan olettaa, että varsinkin emäksisiä ioneja täytyy olla kulotuksen jälkeen enemmän kuin ennen kulotusta. Välittömästi kulotuksen jälkeen mitatut tulokset olivat selvästi tämänsuuntaisia (kuva 2).

Keskiarvojen mukaan kulotus lisäsi kaikkein eniten, yli 5-kertaisesti, fosforipitoisuutta. Mangaani- ja ammoniumtyppipitoisuus kasvoi noin 4-kertaisesti sekä kalium- ja rautapitoisuus noin 3-kertaisesti. Myös kalsiumin ja mangesiumin liukoisen muodon osuus kaksinkertaistui reilusti. Vähäisintä oli nitraattipitoisuuden nousu, vain 1,7-kertaiseksi ja lisäksi osa tuloksista oli 0-havaintoja, eli mitattavaa määrää nitraattia ei näissä näytteissä ollut. Keskimääräisesti kulotus siis kuitenkin lisäsi sekä nitraattipitoisuutta että muiden ravinteiden pitoisuuksia, sillä yksikään keskiarvo välittömästi kulotuksen jälkeen ei ollut pienentynyt kulotusta edeltäneestä tilanteesta.

Kulotusta seuranneiden 4 kk kuluessa pitoisuudet laskevat lähes poikkeuksetta varsin selvästi. Kuitenkin vain Fe-pitoisuus putosi kulotusta edeltänyttä tilannetta alemmaksi ja nitraattitypen määrä kulotusta edeltäneelle tasolle. Nitraattipitoisuudessa ei aineistossa nyt ollut 0-havaintoja, mutta raudan suhteen niitä oli useita. Mielenkiintoista oli se, että ammoniumtyppipitoisuus pysyi syksyyn tultaessa hyvin lähellä sitä tasoa, missä se oli heti kulotuksen jälkeen.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tulokset osoittavat sen, että hakkuutähteiden ja osan humuksesta palaessa vapautuu ravinteita sellaiseen muotoon, joka ilmenee ns. liukoisten ravinteiden analyysissä selvänä ravinnepitoisuuden kasvuna. Kulotuksen aikaansaama pitoisuuden lisäys ei tässä esimerkkitapauksessa näytä kuitenkaan pysyvältä, vaan jo 4 kk kuluessa pitoisuudet yleensä laskivat tuntuvasti. Ehkä yllättävintä oli pH-luvun aleneminen, sillä esim. Viron (1969) mukaan kulotetun alan pH-luku oli vielä toisen kasvukauden jälkeen n. 6,5, kun se vastaavasti kontrollialalla oli n. 4,8. Sen sijaan ammoniumtypipitoisuus laski Viron aineistossa jo ensimmäisen kasvukauden jälkeen puoleen kulotusta seuranneesta huippuarvosta, mikä tulos puolestaan oli päinvastainen tämän tutkimuksen tuloksiin nähden. Pääpiirteissään tämän tutkimuksen tuloksissa oli kuitenkin selvää yhdenmukaisuutta Viron aineiston nuorimpien kuloalojen havaintojen kanssa mm. kalsium- ja magnesiumpitoisuuksien nousun osalta.

Verrattaessa kulotuksen vaikutusta auraukseen, on kulotuksella esim. humuksen nitraattipitoisuuteen selvästi erilainen vaikutus, sillä välittömästi aurausta seuraavina vuosina nitraattipitoisuus moninkertaistuu palteen alle jääneessä humuksessa hakkaamattoman metsän humukseen verrattuna (Kubin 1979). Metsikön humuksen ja hakkuutähteiden kokonaistypimäärää kulotus puolestaan pienentää noin 50 % ja vähäistä häviötä on myös muiden ravinteiden osalta (Kubin 1984).

Yhtenä tämän aineiston keskeisenä tuloksena voitaneenkin pitää sitä, että kulotus lisää varsin selvästi ammoniumtypen saatavuutta humuksessa ja että nitraattipitoisuus pysyy suhteellisen lähellä sitä tasoa,

mikä vallitsi ennen kulotusta. Kasvien kasvutapahtumaan liittyvänä oppikirjatietona tiedetään (esim. Devlin 1969), että nitraattimuotoinen typpi on kasvin ensin pelkistettävä ammoniumtypeksi, ja vasta sen jälkeen sitä pystytään käyttämään kasvien rakenneosassa. Tässä suhteessa maaperässä oleva ammoniumtyppi tulee nitraattia paljon nopeammin hyödynnetyksi. Toisaalta typpi on vain yksi osa ravinteista, ja ravinteiden tarjonnan ohella kasveille välttämättömien ravinteiden määrät ja suhteet ovat kasvutapahtuman kannalta yhtä lailla olennaisia.

Arvioitaessa kulotuksen ravinne- ja happamuusvaikutuksia, jotka Viron (1969) mukaan yltyvät vuosikymmenten päähän, on emäksisten aineiden osuuden lisääntymisellä epäilemättä keskeinen merkitys ilman epäpuhtauksien torjunnassa metsänhoidon keinoin (Leikola 1984). Toisaalta meidän on ilmeisesti myös syytä punnita kokonaisvaltaisesti kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka myötävaikuttavat happamuutta estävien aineiden poiskulkeutumiseen kasvupaikalta tai joutumasta niin syväälle maahan, että ne ovat juuriston ulottumattomissa. Tämän tutkimuksen tulokset viittaisivat siihen suuntaan, että kulotuksella toisaalta on ainakin ensimmäisen kasvukauden aikana selvä humuksen liukoisia ravinteita lisäävä vaikutus, mutta samanaikaisesti myös tapahtuu tuntuvaa ravinteiden menetystä. Onkin ilmeistä, että kulotuksen jälkeen sattuvilla sateilla on tässä suhteessa keskeinen merkitys. Tämä, sekä pysyvämpimuotoisten emäksisten yhdisteiden osuus ratkaisevat siten kulotuksen ravinnevaikutuksen pitkäaikaisuuden.

Esitetyt tulokset ilmaisevat - sitä korostettakoon - kulotuksen välitöntä vaikutusta humukseen yhden esimerkkikokeen perusteella. Tästä johtuen tulosten

yleistettävyydessä erilaisille kasvupaikoille on syytä olla varovainen. Esim. runsaasti hakkuutähteitä sisältävällä ja riittävän tehokkaasti poltetulla alalla pitoisuudet epäilemättä ovat suuremmat ja päinvastaisissa tapauksissa pienemmät. Esillä oleva aineisto pyrkiikin vain osoittamaan sen muutoksen, mikä taimien kasvun kannalta keskeisten ravinteiden määrässä tapahtuu kulotuksen vaikutuksesta ja samalla sen, millaiseen ympäristöön tässä suhteessa kulotetulle alalle tehty kylvö tai istutetut taimet joutuvat kulottamattomaan alaan verrattuna.

5. KIRJALLISUUS

- Aaltonen, V.T. 1919: Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland I. - Commun. Inst. Quaest. For. Finlandie 1: 1-319.
- Borg, A. 1930: Metsänviljelys. Teoksessa Sauli, J.O., Pöijärvi, I., Cajander, E., Willandt, O.W., Ilvessalo, L., Ilvessalo, Y. ja Laitakari, E. 1930. Maa ja metsä IV (2): 382-402.
- Cajander, A.K. 1933: Metsänhoidon perusteet I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. 735 s. Porvoo.
- Devlin, R.M. 1969. Plant physiology. 2. painos. 446 s. New York.
- Dyrness, C.T. ja Norum, R.A. 1983. The effects of experimental fires on black spruce forest floors in interior Alaska. - Can. J. For. Res. 13: 879-893.
- Halonen, O. ja Tulkki, H. 1981: Ravinneanalyysien

- työohjeet. - Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36: 1-23.
- Helander, A. Benj. 1938. A.G. Blomqvist ja hänen aikalaisensa. Referat: Anton Gabriel Blomqvist. - Acta For. Fenn. 42(2): 1-343.
- Hilden, N.A. 1930: Kulovalkeat. Teoksessa: Sauli, J.O., Pöijärvi, I., Cajander, E., Willandt, O.W. Ilvessalo, L., Ilvessalo, Y. ja Laitakari, E. 1930. Maa ja metsä IV (2):625-639.
- Johnson, V.I. 1984. Prescribed burning. Requiem or renaissance? - Journal of Forestry, February 1984: 82-91.
- Kalela, E.K. 1938. Vakuutetuissa metsissä vuosina 1925 - 34 sattuneista kuloista. Referat: Über die in finnischen Privatwäldern in der Periode 1925 - 34 eingetroffener Waldbrände. - Acta For. Fenn. 46(2): 1-55.
- Komiteamietintö 1980. Kulotustoimikunnan mietintö. 79 s. + liite 22 s. Helsinki.
- Kubin, E. 1979: Avohakkuun ja aurauksen vaikutus tuoreen kangasmetsän maan ravinteisuuteen. Pro gradu. Helsingin yliopisto. 68 s.
- Kubin, E. 1984: Kulotuksen ja metsämaan aurauksen vaikutuksesta maaperän ravinteisiin. Esitelmä. - Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja: Painossa.
- Leikola, M. 1984: Mahdollisuutemme torjua happamointumista metsänhoidon keinoin. Metsänhoitaja 5: 11-14.
- Metsätilastollinen ... 1983. Metsätilastollinen vuosikirja. Folia For. 590: 1-224.
- Saari, E. 1923. Kuloista, etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Summary: Forest fires in Finland, with special reference to State forests. - Acta For. Fenn. 26(5): 1-155.
- Sarvas, R. 1938. Kuloalojen luontaisesta metsittymi-

sestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. - Acta For. Fenn. 46(1): 1-147.

Siitonen, P. 1976: Kulojen esiintyminen ja vaikutukset Ulvinsalon luonnonpuistossa. - Pro gradu. Helsingin yliopisto. 69 s.

Viro, P.J. 1969: Prescribed burning in forestry. - Commun. Inst. For. Fenn. 67 (7): 1-49.

Sirkka Kupila-Ahvenniemi

MÄNNYN KUKKIMINEN

1. JOHDANTO

Kiinnostus männyn kukkimiseen johtuu osittain tieteellisestä uteliaisuudesta, osittain siitä, että mänty siementää hyvin epätasaisesti eri vuosina. Vallankin Pohjois-Suomessa hyvä siemensato on enemmän poikkeus kuin sääntö. Jokainen tietää, että ellei puu kuki, siemeniä on turha odottaa ja niinpä männyn kukinnan lisääminen on eräs metsänviljelyn tavoitteista.

Kun männyn kukinnot alkukesällä aukenevat, niillä on jo takanaan 9 - 11 kk mittainen kehityskausi. Jos kukintaan aiotaan vaikuttaa, on syytä tietää, missä kohdassa ja mihin aikaan kukat syntyvät sekä mitkä tekijät määräävät niiden erilaistumista. Tulen esityksessäni käsittelemään lähinnä näitä kolmea kysymystä. Lopuksi mainitsen lyhyesti kukkimisen jälkeisestä käpyjen ja siementen kehityksestä.

2. EMI- JA HEDEKUKINTOJEN SYNTYKOHDAT

Emikukinnot eli kävynaiheet pistävät kesäkuun alussa silmään pieninä, punaisina, ylöspäin sojottavina pallosina uusien vuosikasvainten kärkiosissa. Hyvinä kukkimisvuosina niitä voi vuosikasvaimessa olla kahdesta viiteen, huonoina kukkimisvuosina yksi tai ei lainkaan. Yleisimmin emikukintoja on latvuksen yläosissa. Numerollista tietoa tästä on saatu mm. Punka-

harjulla vv. 1975 - 77 tehdyssä tutkimuksessa, jossa on seurattu 16-vuotiaiden vartteiden kukintaa (Bhumibhamon 1978). Kun vartteiden latvus oli jaettu korkeussuunnassa neljään osaan, eniten emikukkia (58 %) oli ylhäältä lukien toisessa osassa. Samassa tutkimuksessa todettiin, että puun eteläisellä puolella syntyi kaksi kertaa enemmän emikukintoja kuin pohjoisella puolella.

Hedekukinnot, jotka kukkimisaikaan näkyvät keltaisten hedekukkien ryppäinä, kehittyvät vuosikasvainten alaosissa. Kun kukat ovat täyttäneet tehtävänsä siitepölyn tuottajina, ne kuivuvat ja putoilevat pois. Oksaan jää silloin paljas kohta ja niinpä tällaiset oksat näyttävätkin harsuilta. Hedekukkia ei yleensä synny samoihin vuosikasvaimiin kuin emikukintoja. Yllämainitussa Bhumibhamonin (1978) vartetutkimuksessa latvuksen alemmassa puoliskossa todettiin olevan lähes kaksi kertaa enemmän hedekukintoja kuin ylemmässä puoliskossa. Ilmansuunnat eivät paljonkaan vaikuttaneet hedekukintojen runsauteen. Pohjoisen puoleisissa oksissa oli ainakin yhtä paljon kukintoja kuin etelän puoleisissa oksissa, muihin ilmansuuntiin sojottavissa oksissa vähän vähemmän.

3. KUKINTOJEN KEHITTÄMISEN AIKATAULU

Männyn vuosikasvaimet kaikkine aiheineen saavat alkunsa kesän ja alkusyksyn kuluessa. Vuosikasvain kehittyy ruskeiden silmusuomujen suojassa ja pysyy silmun sisällä aina seuraavaan kevääseen saakka. Kusakin vuosikasvaimessa on varsiosa ja siinä kiinni kalvomaisia suomuja. Neulasia kantavien kääpiöversojen aiheet, pitkäversojen aiheet ja erilaiset kukan tai kukintojen aiheet syntyvät näiden suomujen han-

koihin. Kun talvi tulee ja kasvu silmun sisällä pysähtyy, vuosikasvaimessa ovat pienoiskoossa kaikki ne osat, jotka tulevat näkyviin keväällä silmun puhjetessa. Jos vuosikasvaimen alaosaan kehittyy hedekukkia, sen kärkiosaan erilaistuu aina myös kääpiöversojen aiheita. Jos kärkeen kehittyy emikukintoja, koko alempi osa on kääpiöversojen aiheiden peitossa. Puussa on tietenkin aina sellaisiakin silmuja, joihin ei synny lainkaan kukkien tai kukintojen aiheita.

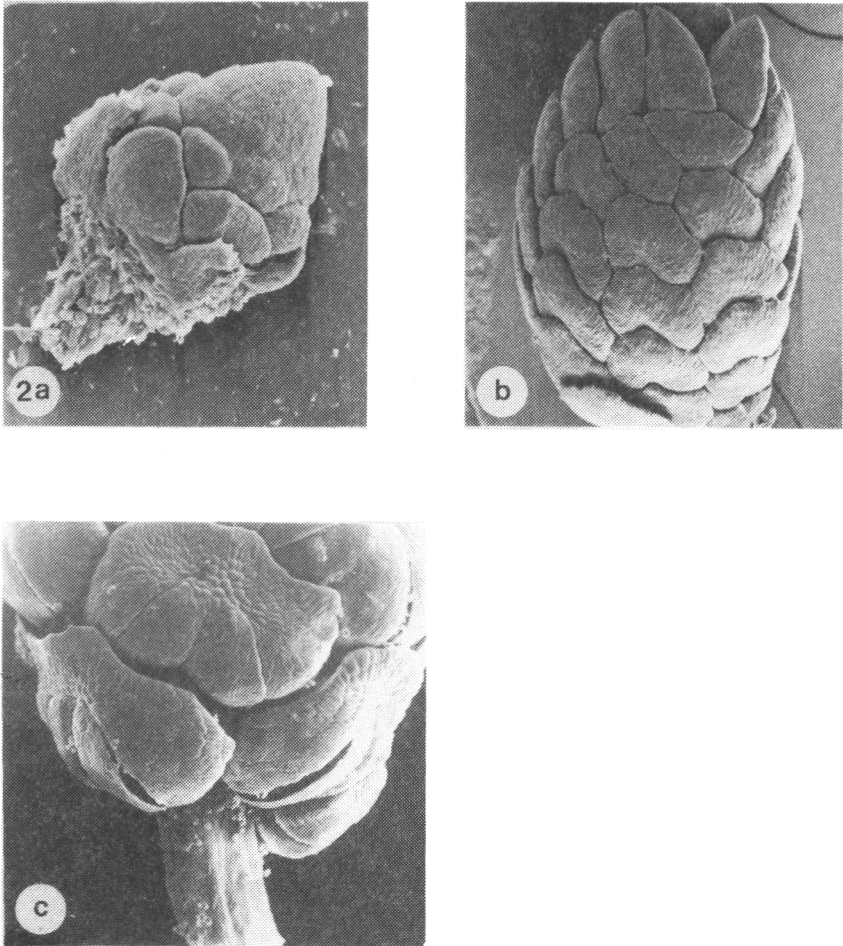
Männyn silmujen kehitysrytmi



Kuva 1. Ulkoisten havaintojen ja valo- ja elektronimikroskooppisten tutkimusten perusteella hahmoteltu männynsilmuissa syntyvien vuosikasvaimien kehitysrytmi.

Monien vuosien kuluessa, lähinnä Oulusta keräämäni aineiston pohjalta, olen laatinut silmun eri osien kehitysrytmiä kuvaavan piirroksen (kuva 1). Piirroksesta näkyy, että uusi vuosikasvain alkaa kehittyä suunnilleen juhannuksen tienoilla. Hedekukkien aiheita (kuva 2a) syntyy noin elokuun puoliväliin asti (Kupila-Ahvenniemi et al. 1980). Syntyneet kukanalut kasvavat ja erilaistuvat syksyn mittaan niin, että talven tullessa ne ovat lähes lopullisen muotoisia pienoiskukkia (kuva 2b). Suomumaisiin hedelehtiin on jo syksyllä erilaistunut kaksi pölylokeroa eli mikrosporangiota, joiden soluista keväällä meioosin tuloksena syntyy siitepölyä.

Talvella hedekukat nököttävät silmun sisällä kasvatta ja näennäisesti muuttumatta. Elektronimikroskooppiset ja biokemialliset työt, joita olemme jo vuosia tehneet useita kertoja talvessa kerätyillä silmuaineistoilla (Kupila-Ahvenniemi et al. 1978, Kupila-Ahvenniemi ja Hohtola 1979, 1980, Hohtola et al. 1984, Kupila-Ahvenniemi et al. 1984) ovat osoittaneet, että solut muuttuvat talven mittaan ja niissä on kylmimpinäkin aikoina solutason toimintaa. Samanlaisia tuloksia on hiljattain julkaistu Yhdysvalloissa (Cecich 1984). Olen vakuuttunut, että soluissa on talven kuluessa sellaisiakin muutoksia, jotka ovat edellytyksenä siitepölyn valmistumiselle.



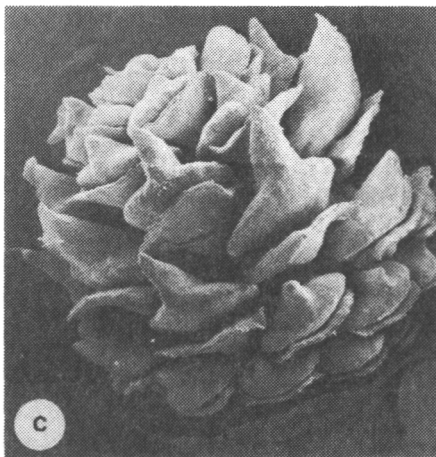
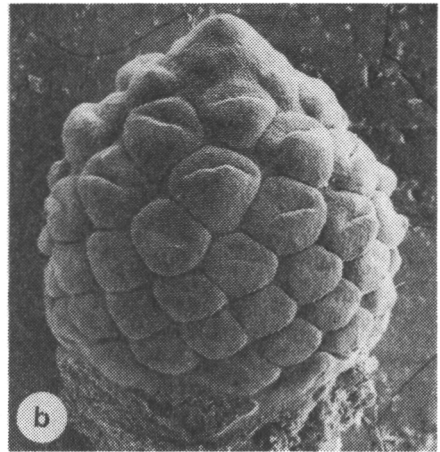
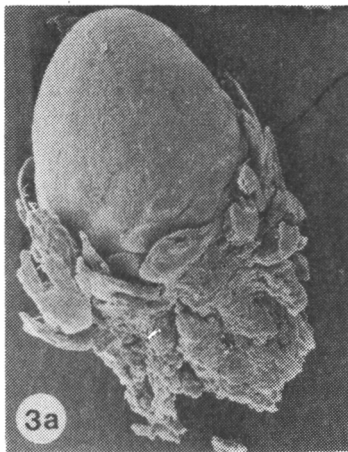
Kuva 2. Pyyhkäisyelektronimikroskoopilla kuvattuja männyn hedekukkia. a. Kesällä kerätty kukkanaihe. b. Talvella kerätty pienoiskukka. c. Osa kukkimisvaiheessa olevasta kukasta. Varsiosassa näkyy siitepölyhiukkasia, jotka ovat peräisin osittain auenneista pölyloke-roista.

Hedekukkien aineenvaihdunta lisääntyy selvästi huhtikuun puolivälissä, vaikka silmuissa ei mitään ulkonaisia muutoksia näykään. Kypsyysjakso, joka Oulun korkeudella alkaa toukokuun alussa on tällä noin kuu-kauden kestävä prosessi. Kukat voivat kasvaa jonkin verran tässä vaiheessa, mutta lopullisen kokonsa ne saavuttavat vasta, kun koko vuosikasvain alkaa pidentä. Hedelehdet ovat silloin hieman erillään toisistaan. Siitepöly pääsee lentoon, kun pölylokerot kauniilla ilmalla avautuvat (kuva 2c).

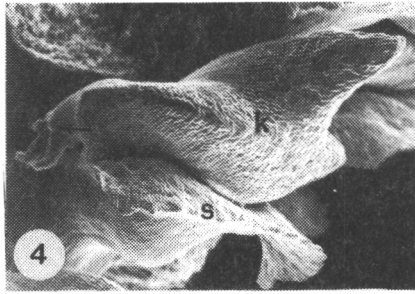
Emikukintojen eli kävynaiheiden kehitys on hitaampaa kuin hedekukintojen. Se myös rytmittyy toisin kuin hedekukintojen kehitys. Emikukintojen aiheet syntyvät yleensä syyskuussa. Avatussa silmussa aiheet näkyvät pieninä, nuppineulanpään kokoisina palloina (kuva 3a). Pallonen vastaa kukinnan varsiosaa ja vaikka siihen voikin syksyllä kehittyä joitakin kohoumia, yksittäisten kukkien alut syntyvät vasta keväällä. Tiedossani ei ole, missä määrin kukinnan varsiosassa talvella tapahtuu solutason muutoksia. Emikukintojen aiheiden kerääminen on siksi vaivalloista puuhaa, että emme ole työryhmässäni ryhtyneet tätä osuutta selvittämään. Se kuitenkin tiedetään, että huhtikuun puoliväli on myös näiden yksikköjen elintoimintojen aktivoitumisen aikaa (Kupila-Ahvenniemi 1966).

Kun männynsilmut alkavat keväällä turvota, emikukinnoissa ei vielä ole paljon muuta kuin pikkuinen varsi. Kun varsi kasvaa kokoa, siihen syntyy kohoumia, jotka nopeassa tahdissa erilaistuvat suomuiksi ja niihin kiinnittyneiksi kukiksi (kuvat 3b ja c). Kasvu ja erilaistuminen vie vain jonkin päivän (Kupila-Ahvenniemi et al. 1980, Chung 1981). Yksittäiset kukat ovat pieniä lintumaisia muodostumia, joiden siitepölyä vastaanottavat siitereiät ovat kukinnon varsiosan puolella (kuvat 3c ja 4). Saattaisi luulla, että siitepölyn kiinnisaamisen kannalta tällainen kukinnon muoto olisi epätydyttävä. Eräässä amerikkalaisessa tutkimuksessa (Niklas ja Tha Paw 1983) on kuitenkin osoitettu, että kukinto on aerodynaamisesti niin rakennettu, että tuulipyörteet kuljettavat siitepölyn siiterekien kohdalle.

Kukintojen määrä ei sellaisenaan kerro puun mahdollista siementuottokapasiteettia. Eri puolelta Suomea peräisin olevien puiden kukintojen koossa on eroa eikä mikään kukinto ole kokonaisuudessaan fertiili (Hagman 1972, Chung 1981). Vain noin kolmannes kukinnon kukista on täydellisesti kehittyneitä ja niin ollen potentiaalisia siementuottajia.



Kuva 3. Pyyhkäisyelektronimikroskoopilla kuvattuja männyn emikukintoja. a. Syksyllä kerätty kukinnan aihe, jossa on pelkästään pieni varsiosa. b. Toukokuun lopulla kerätty kukinnan aihe, jossa varren pinnalle on kasvanut ulkonemia. Ulkonemien alemmista osista kasvaa suomu, ylemmistä osista kukka. c. Kesäkuussa kerätty auennut kukinto.



Kuva 4. Pyyhkäisyelektronimikroskoopilla kuvattu männyn emikukka (k) suomuineen (s). Vasemmalla näkyy toinen kukan kahdesta siiteiriästä (nuoli).

4. KUKANAIHEIDEN SYNTYYN JA ERILAISTUMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Puilla on nuoruusvaiheensa, jolloin ne eivät kuki tai kukkivat vain erikoiskäsittelyillä (Ross ja Greenwood 1979, Wheeler et al. 1980, Greenwood 1984). Aikuis-tuvat männyt saavat ensin emikukintojen tuottokyvyn ja vasta vanhemmat puut tuottavat hedekukkia.

Kukkien synnystä yleensä puhuttaessa tuodaan esiin ensinnäkin ulkoiset tekijät, kuten päivänpituus, lämpösumma ja monilla kasveilla myös kylmäperiodin tarve. Toisaalta kukkimiseen vaikuttavat monet sisäiset tekijät, kuten hormonitasapaino, sokerin määrä ja typen ym. epäorgaanisten aineiden määrä. Männyn kukkimista

ovat tässä suhteessa tutkineet mm. Sarvas (1962, 1972, 1974), Koski ja Tallqvist (1978) ja Luukkanen ja Johansson (1979). Tarkkaa tietoa siitä, mitkä kaikki tekijät vaikuttavat männyn kukintojen syntyyn ja kehitykseen ei kuitenkaan vielä ole.

Kun tarkastelee kuvassa 1 esitettyä kukintojen synnyn ja erilaistumisen aikataulua, havaitsee, ettei niiden kehitys voi olla riippuvainen vain yhdestä tekijästä ja yhden vuodenajan olosuhteista. Kun tutkitaan hedekukintojen kehitystä, todetaan niiden määräytyvän viimeistään silloin, kun varren kärki silmun sisällä alkaa tuottaa uutta vuosikasvainta. Mikäli päivänpituus on vaikuttava tekijä, kukat ovat eittämättömästi pitkänpäivänkukkia. Tätä tukee se, että kukanaiheiden synty loppuu elokuun puolivälin tienoilla ja silmu tekee sen jälkeen kääpiöversojen ja lopuksi pitkänversojen aiheita. Mikäli lämpösumma vaikuttaa, niin kuin monet tutkijat uskovat, kyseessä täytyy olla ensiksikin n. juhannukseen mennessä kertynyt lämpösumma (määrää sen, alkaako silmu lainkaan tuottaa hedekukkia) ja sitten heinäkuun ja elokuun alun kuluessa kertyvä lämpösumma (määrää sen, paljonko hedekukkia kuhunkin kukintoon syntyy). En luule, että kaikista näistä yksityiskohdista on vielä riittävästi tietoa.

Hormonikäsittelyistä tiedetään, että määrätyillä gibberelliineillä voidaan vaikuttaa hedekukintaan, kun käsittely tehdään kesäkuussa, siis ennen kuin silmut alkavat kehittyä (Haqqvist 1983). Hedekukintojen suhteen on merkillepantavaa, että niissä syntyvät aiheet ovat nimenomaisesti kukkien aiheita. Kukat erilaistuvat muodoltaan jo syksyn kuluessa hyvin pitkälle. Oikeastaan kevääseen jää vain siitepölyn valmistaminen ja kukkien kasvaminen lopulliseen kokoon. Tämän keväisen tapahtuman aikatauluun tiedetään vuoden alusta

saakka kertyvän lämpösumman vaikuttavan hyvinkin merkittävästi (Chung 1981, Luomajoki 1982). Kukkien määrää kevään mahdollinen lämpimyyks ei kuitenkaan enää voi lisätä.

Emikukintojen aiheet syntyvät tai jäävät syntymättä kesän lopussa. Syntymisaikatauluun saattaa vaikuttaa päivien lyheneminen, kukinnonaiheiden määrään puolestaan lämpösumma (joko koko vuonna kertynyt lämpösumma tai silmun kehityksen alkamisesta kertynyt lämpösumma). Kokeellisesti on kasvukauden puolivälin jälkeen tehdyillä hormonikäsittelyillä voitu lisätä emikukintojen aiheiden määrää (Hagqvist 1983).

Tieto siitä, että emikukintojen aiheet jäävät syksyllä varsiasteelle, antaa pohjan oletukselle, että itse kukanaiheiden synty vaatii kylmäkauden, ts. niiden täytyy vernalisoitua. Kokeellisia todisteita tästä ei tietääkseni ole. Itse kukanaiheiden synty keväällä on ainakin ajankohdan suhteen riippuvainen vuoden alusta asti kertyneestä lämpösummasta (Chung 1981). Lämpösumma ei vaikuttane kukinnossa olevien fertiilien kukkien lukumäärään (Hagmann 1972). Julkaistuja hormonikäsittelykokeita, joissa kukintojen fertiilejä osia olisi onnistuttu lisäämään, ei ole tiedossani.

5. KUKKIMISEN JALKEINEN KÄVYN JA SIEMENTEN KEHITYS

Kun kukkiminen on ohi, kukat turpoavat ja painuvat toisiinsa kiinni. Kukinto muuttuu ruskeaksi, pallomaiseksi kävyksi. Kukan naaraspuolinen solukko ei kuitenkaan ole tässä vaiheessa valmista. Kestää vuoden, ennen kuin kasvaneessa kävyssä on hedelmöitymiskykyiset munasolut. Koko tämän vuoden siitepöly säilyy elossa kävyn sisällä.

On selvää, että kun kukkimisen jälkeen kuluu vuosi hedelmöitykseen ja siitä vielä kesä ja syksy siementen valmistumiseen ja tuleentumiseen, monenlaiset tekijät voivat runsaankin kukkimisen jälkeen aiheuttaa siemensadon epäonnistumisen. Siementen kehityksen eri vaiheita on tutkittu melkoisen paljon alkaen siitepölyn merkityksestä (Plym Forshell 1974) pohjoisen Lapin lämpösummiin asti (Numminen 1982).

KIRJALLISUUS

- Bhumibhamon, S. 1978. Studies on Scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of the seed. - Commun. Inst. For. Fenn. 94(4): 1-118.
- Cecich, R.A. 1984. The histochemistry and ultrastructure of jack pine microsporangia during the winter. Amer. J.Bot. 71(6): 851-864.
- Chung, M-S. 1981. Flowering characteristics of *Pinus sylvestris* L. with special emphasis on the reproductive adaptation to local temperature factor. Acta Forest. Fenn. 169: 1-68.
- Greenwood, M.S. 1984. Phase change in loblolly pine: Shoot development as a function of age. Physiol. Plant. 61: 518-522.
- Haqmann, M. 1972. On some Factors Influencing the Yield from Seed Orchards of *Pinus sylvestris* L. and their Interclonal and Intraclonal Variation. Forest Tree Improvement. 4: 67-83.
- Haqgvist, R. 1983. Männyn vartteiden kukinnan lisääminen gibberelliineillä. Metsänhoitotieteen laudatur-työ metsätutkintoa varten.
- Hohtola, A., Kupila-Ahvenniemi, S. Ohtonen, R. 1984. Seasonal changes in the cytoplasmic structures of sporogenous cells of the Scotch pine. Ann. Bot. Fenn. 21: 143-149.
- Koski, V. ja Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Folia Forestalia 364, 1-60.
- Kupila-Ahvenniemi, S. 1966. Physiological and morphological study on the vegetative and dormancy and the period of bud enlargement. Aquilo Ser. Bot. 4: 59-79.
- Kupila-Ahvenniemi, S. Hohtola, A. 1979. Structure

- of the Nucleoli of Developing Microsporangiate Strobili and Root Tips of Scotch Pine. *Protoplasma* 100, 289-301.
- Kupila-Ahvenniemi, S. Hohtola, A. 1980. Nucleoli of the Overwintering Strobilal Cells of Scotch Pine. *Protoplasma* 105, 107-119.
- Kupila-Ahvenniemi, S., Pihakaski, S. Pihakaski, K. 1978. Wintertime Changes in the Ultrastructure and Metabolism of the Microsporangiate Strobili of the Scotch Pine. *Planta* 144, 19-29.
- Kupila-Ahvenniemi, S., Taanila, A. Hohtola, A. 1980. Structure of the strobili of Scotch pine from initiation to opening. *Aquilo Ser. Bot.* 17: 1-10.
- Kupila-Ahvenniemi, S., Taanila-Kukka, A. Rautiainen, L. 1984. Effect of hormone treatments and unusual temperature conditions on the structure of cells in pine buds during the fall and the early winter. *Aquilo Ser. Bot.* 20: 24-34.
- Luomajoki, A. 1982. Temperature and dates of male meiosis in trees. *Hereditas* 97: 167-178.
- Luukkanen, O. and Johansson, S. 1979. Flower induction with gibberellins in *Pinus sylvestris*. - Sammandrag SPPS XII Nord. Kongr. Plantefysiol. Tromsö, p. 56.
- Numminen, E. 1982. Pohjois-Lapin metsäpuiden siementuotanto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 77: 1-13.
- Niklas, K.J. and Kyaw Tha Paw U. 1983. Conifer ovulate cone morphology: Implications on pollen impaction patterns. *Amer. J. Bot.* 70: 568-577.
- Plym Forshell, C. 1974. Seed development after self-pollination and cross-pollination of Scots pine, *Pinus sylvestris* L. *Studia forestalia suecica* nr. 118, 1-37.
- Ross, S.D. and Greenwood, M. 1979. Promotion of

- flowering in the Pinaceae by gibberellins, II. Grafts of sexually mature and immature *Pinus taeda* L. *Physiol. Plant.* 45: 207-210.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Commun. Inst. Forest. Fenn.* 53(4): 1-198.
- " 1972. Investigations on the annual cycle of development of forest trees. Active period. *Commun. Inst. Forest. Fenn.* 76(3): 1-110.
- " 1974. Investigations on the annual cycle of forests trees II. Autumn dormancy and winter dormancy. *Commun. Inst. Forest. Fenn.* 84(1), 1-101.
- Wheeler, N.C., Wample, R.L. Pharis, R.P. 1980. Promotion of flowering in the Pinaceae by gibberellins. *Physiol. Plant.* 50: 340-346.

Jukka Valtanen

MÄNNYN LUONTAISEN UUDISTAMISEN MAHDOLLISUUDET

Rajoitus

Tarkastelu rajoitetaan käytettävissä olevien mittaus- tulosten mukaan vain männyn taimettumiseen ja taimikon alkukehitykseen n. yhden metrin pituuteen asti. Vain pieneltä osalta tutkimus ulottuu pitemmälle ja oikeuttaa päättelemään kookkaamman taimikon kehitystä ja lopullista metsittymistä.

1. TUTKIMUKSET

Muhoksen tutkimusaseman työohjelmaan on vuodesta 1971 alkaen kuulunut männyn luontaisen uudistamisen tutkimus. On inventoitu siemenpuualojen taimettumistuloksia ja perustettu koealoja uudistamisen onnistumisen selvittämiseksi. Seuraavat työt on tehty tai ovat menossa:

1. Laikutusalueiden tarkastus 1971 Oulun läänissä. Tarkastettiin 83 vuosina 1957 - 70 laikutettua aluetta, yhteensä 830 ha.
2. Edellisistä 83 alueesta tarkastettiin 35 uudestaan v. 1983.
3. Perustettujen koealojen avulla tapahtuva tutkimus vuodesta 1974 alkaen. Siemenpuiden tiheys on 20, 40 tai 80 r/ha ja muokkaukset nolla, TTS-äestys ja metsä- aeraus. Koekenttiä on viisi (Lestijärvi, Pyhäntä,

Muhos, Kuhmo, Taivalkoski).

4. Käytännön TTS-alueiden inventointi 1981 - 83 poikki Suomen ulottuvalla kaistalla Ii - Yli-Ii - Pudasjärvi - Suomussalmi. 2 - 6 vuotta aikaisemmin muokattuja siemenpuualueita tarkastettiin 227 kpl.

5. Sama työ tehtiin Keski-Pohjanmaalla 1984. Tarkastetut pitäjät olivat Lohtaja, Kannus, Sievi, Reisjärvi, Haapajärvi, Veteli ja Halsua. Alueita oli 113.

Näiden lisäksi on tehty vähäisempiä luontaiseen uudistamiseen liittyviä mittauksia ja havaintoja.

2. TULOKSIA

Laikutusalueiden tarkastuksessa 1971 saatiin seuraavia keskiarvotuloksia:

- kivennäispintaa oli paljastunut 15 %
- siemenpuita oli keskimäärin 43 kpl/ha
- taimia oli laikuissa 4,6 kpl/m²
- taimia oli koskemattomassa pinnassa 0,2 kpl/m²
- taimia oli muokkauspinnalla 25-kertainen määrä muokkaamattomaan pintaan verrattuna samalla alalla
- taimia oli yhteensä 8 325 kpl/ha
- Suomussalmen kirkonkylän pohjoispuolella ei taimia ollut syntynyt vuoden 1962 jälkeen

- siemenpuumäärä ei vaikuttanut taimimäärään
- yli 60 rungon tiheys esti taimikon kehitystä
- tuore ja hienojakoinen maa taimettui herkemmin kuin kuiva ja karkea maa.

35 alueen jälkitarkastus 12 vuotta myöhemmin 1983 osoitti, että siemenpuiden seisottamisella luontaisen uudistamisen aluksi hyvä tulos oli yleisesti tuhottu tai taimikko saatu epätasaiseksi ja aukkoiseksi. Siellä, missä siemenpuut oli poistettu ajoissa, taimikko oli hyvä. Asiaan palataan jäljempänä.

V. 1974 aloitetun tutkimuksen tulokset osoittavat mm. seuraavaa:

- TTS-äestyksellä kivennäispintaa syntyy 40 % ja metsäaurauksella kivisyydestä riippuen 44 - 78 %
- kivisyys ei estä TTS-muokkausta niin paljon kuin aurausta
- mitä enemmän kivennäispintaa paljastetaan, sitä enemmän taimia syntyy
- vaikka taimet TTS-vaossa syntyvät yleisesti kivennäisvaon ja humuksen rajaan ja tätä rajaviivaa on TTS-alueilla kaksinkertainen määrä aurasalueeseen verrattuna, taimettuu aurasalueen kivennäispinta neliöyksikköä kohden yhtä hyvin tai paremmin kuin TTS-kivennäispinta
- aurasalueilla taimia on enemmän kuin äestysalueilla
- taimimäärät ovat riittävät ja runsaat muokkausalu-

eilla muualla paitsi Taivalkoskella

- muokkaamattomaan pintaan ei yleensä synny taimia kohtuullisessa ajassa riittävästi
- Taivalkoskella on koeaikana keväästä 1978 alkaen kuutena vuotena tullut itävää siementä vain vähän, ja taimettuminen on siellä vajaa
- suotuisissa oloissa ja tehokkaasti muokatessa voidaan riittävä taimettuminen saada 1 - 2 vuodessa
- siemenpuumäärän nostaminen 20:stä 40:een lisää taimettumista selvästi. 80 puuta ei ole juuri parempi kuin 40.
- Muhoksen koekentältä syksyllä 1982 tuulenkaatopuista kerättyjen siementen itävyys oli aurasalueella n. 10 %-yksikköä alempi kuin muokkaamattomalla ja TTS-alueella.

Iin-Suomussalmen kaistalla 1981 - 83 tehdyssä inventoinnissa saatiin mm. seuraavia tuloksia:

- lämpösumma (topografinen korkeus) vaikuttaa taimettumiseen
- tuoreet ja hienojakoiset kivennäismaat ovat hyvä taimettumisalusta, mutta niissä vako sammaloituu umpeen 2 - 3 vuodessa
- 40 - 50 siemenpuuta on yleensä riittävä
- siemenpuiden määrän nostaminen sataan ja vähän yli

nopeuttaa taimettumista

- runsas siemenpuumäärä hidastaa jo 5 - 6 vuodessa muokkauksen jälkeen taimien pituuskehitystä
- jos siemenpuusto on heikko, voidaan taimettumistulosta parantaa lisäämällä muokkaustiheyttä
- TTS-muokkaus on riittävä muokkaustapa jos alue ei ole alava ja märkä
- 5 - 6 vuodessa saadaan yleensä riittävän tiheä ja riittävän tasainen taimiaines (4000 - 10000 tainta) edellyttäen, että muokkaus on tehty ohjeen mukaisesti
- jos männyn luontaista uudistamista yritetään korvessa, missä siemenpuusto on niukka ja huonolaatuinen ja kivennäismaata ei paljastu, taimia syntyy vain vähän
- alavilla mailla, missä siemenpuilla ei ole syväjuuria, myrskytuhojen riski on ilmeinen
- uudistusalan koolla ei tässä aineistossa todettu olleen vaikutusta tuulenkaatojen määrään.

Keski-Pohjanmaalla 1984 tehdyn inventoinnin tuloksia ei ole laskettu. Silmävaraisen arvion mukaan taimettuminen on hyvä. Alavilla mailla TTS-muokkaus on jokseenkin hyödytön, ainakin jos kesä on sateinen.

3. MAA

Kasvupaikkatyyppi ja maalaji vaikuttavat siten, että kostealla ja hienojakoisella maalla taimettuminen on

herkempää kuin kuivalla ja karkealla maalla. Havainto on looginen. Nykyiset ohjeet (Metsähallitus, Tapio) suuntaavat luontaisen uudistamisen vain kuiville maille. Ohjeet on syytä muuttaa tuoreita maita suosiviksi edellyttäen, että muokkaus on niin tehokas, että pintakasvillisuus ei tuhoa taimiainesta. Myös liikavesi on johdettava pois.

Maan ja kasvupaikan mukaan valitaan luontaisen uudistamisen maankäsittely seuraavasti:

- a. Rämeeellä ojitus
- b. Soistuneella maalla metsäauraus ja vesien poisjohtaminen tai vastaava työ kaivurilla (ojamaiden levittäminen edistäisi taimettumista)
- c. Vaihtoehtona soistuneella maalla joissakin tapauksissa on taimiaineksen syntyminen kosteaan muokkamattomaan pintaan, taimettumisen tapahduttua ojitus ja ojamaiden taimettumisen jälkeen siemenpuiden poisto
- d. Tuoreella kankaalla metsäauraus, johon liitetään vesien poisjohtaminen; äestys voi olla joissakin tapauksissa riittävä
- e. Kuivahkoilla mailla äestys
- f. Kuivilla mailla lievä maanpinnan rikkominen esim. ekoäkeellä tai vastaavalla tai ei maanpinnan käsittelyä lainkaan
- g. Hiekkamaat ovat ongelma, jota tarkastellaan erikseen.

Parhaat onnistumisen edellytykset lienevät b- ja d-kohtien alueilla.

4. HIEKKAMAAT

Hiekkamaiden metsänhoitoa on yleensä kuvattu jokseenkin ongelmattomaksi. Näyttää siltä, että on helppoja paikkoja, mutta on myös hiekkakankaita, joissa uudistuminen on hidasta ainakin kaistaleissa ja avohakkuun jälkeen. Taimet eivät pääse alkua pitemmälle tai kituvat ja kuolevat 20 - 50 cm:n pituisina. Myös Oulun läänissä Kankaan (1937, MTJ 24.1) kuivien maiden männyntaimikoiden kitumis- ja autioitumisprosessi on siis totta, mutta täällä taimet eivät saavuta edes sitä pituutta (1 - 2 m), mihin ne etelässä ehtivät.

Esim. läänin lounaisella rannikkoseudulla arvioidaan sekä männyn istutus-, kylvö- että luontaisilla taimilla menevän n. 30 vuotta ennen kuin ne saavuttavat runsaan puolen metrin pituuden, jonka jälkeen ne vasta alkavat kasvaa. Paikoin Kainuussa taimiaineksen ilmaantumistakin saa odottaa pitkään. On mahdollista, että syynä on jyrkkä vuorokautinen lämpötilavaihtelu kesällä, maan karkeudesta johtuva kuivuus, rautapodoli ja eräät pintakasvillisuudesta johtuvat haitalliset maan kemialliset ominaisuudet. Myös lumikariste ehtii tehdä tehtävänsä hitaasti alkuunlähtevässä taimikossa estäen metsittymisen.

Hiekkamaille turvallinen uudistamistapa voi olla ylitiheän siemenpuuston käyttö ja puuston poistaminen 2 - 3 vaiheessa. Tämä merkitsee pitkää uudistamisvaihetta ja epätotunnaisen korkeata sadonkorjuukustannusta, mutta on parempi kuin tyhjäksi jäänyt uudistusala.

5. TODETTUJA VIRHEITÄ

Suurin virhe on ollut siemenpuiden seisottaminen 10 - 15 vuotta. Vuosien mittaan emopuu tekee taimikkoon usein 1 - 2 aarin aukon tai pesuvadin, jossa taimet ovat puolen metrin pituisia, kun ne ympärillä kohoavat 3 - 4 metriin. Puun lähiympäristön hitaasti nousevaan taimikkoon ehtii tulla lumikariste, joka tappaa osan taimista. Vesakoituminen on aukossa voimakasta. Kuivahkoilla ja kuivilla mailla vesakko on yleisesti haapaa, josta on oma erikoisharminsa. Vesakko haittaa vielä siemenpuiden poistonkin jälkeen taimikon kehitystä, ja pituusero ympärillä oleviin taimiin lisääntyy.

Jos siemenpuita on esim. 40 kpl/ha, on "pesuvateja" yhteensä n. 60 aaria ja hyvin kehittyvää taimikkoa n. 40 aaria mutkaisina vöinä ympäri hehtaaria.

Kerätyn aineiston mukaan siemenpuiden jättäminen yli 10 vuoden ajaksi oli tyypillistä metsähallinnon mailla (keskiarvo 12,2 v). Yksityismailla (keskiarvo 8,5 v) hajonta oli suuri: oli 5 - 6 vuoden seisotusaikaa ja toisaalta sellaisia alueita, missä siemenpuusto on unohdettu paikoilleen.

Toinen virhe oli siemenpuumenetelmän käyttäminen soistuneella ja alavalla maalla, jopa korvessa ja käyttämällä lievää muokkausta. Taimiaineksella ei ole ollut mahdollisuutta nousta märkyyden ja parissa vuodessa syntyvän sammaleen ja muun kasvillisuuden takia. Yritys johtaa luontaiseen hieskoivikkoon, jossa mäntyä on vain vähän. Näillä mailla myös tuulenkaadot ovat yleisiä.

Kolmas - tosin harvinainen - virhe on se, että yrite-

tään uudistamista liian heikolla siemenpuustolla. 20 pienilatvuksista ja elinvoimaltaan heikkoa puuta ei riitä paitsi silloin, kun olosuhteet ovat parhaat ja muokkaus ylitehokas.

6. SIEMENPUUSTO JA TAIMETTUMINEN

Tiheällä siemenpuustolla saadaan taimettuminen nopeimmin, sillä siemensato on suurin n. 150 rungon tiheydellä. 50 puuta tuottaa n. kaksi kolmannesta maksimista. Tiheästä puustosta on taimille kuitenkin nopeasti haittaa. Näyttää siltä, että yli 60 rungon tiheydellä taimien pituuskehitys tyrehtyy, taimia kuolee ja uusia syntyy niin pitkään kuin muokkauspinta on taimettumisherkkää. Haitta ilmenee jo 5 - 6 vuotta muokkauksen jälkeen.

Suurilatvuksinen siemenpuu tuottaa enemmän siementä kuin pienilatvuksinen. 20 hyvää valtapuuta on usein riittävästi, mutta pienilatvaisia tarvitaan ehkä 80 - 100 vastaavaan tulokseen pääsemiseksi.

Jos tuuleen tottumattomat puut vapautetaan harvaan asentoon ja siementä ei juuri siinä vaiheessa ole kehittymässä, menee useita vuosia, ennen kuin puut toipuvat hakkuun aiheuttamasta häiriöstä ja alkavat tuottaa runsaasti siementä. Tällä välin muokkausjälki yleisesti on sammaloitunut umpeen. Valtapuut eivät reagoi samalla tavalla, vaan ne säilyvät elinvoimaisina hakkuun jälkeen.

Yleisestä käsityksestä poiketen vanha mänty - jopa pyöreälatvainen aihki - tuottaa siementä ja kelpaa siemenpuuksi. Siemensato voi olla normaalin elinvoimaisen tukkipuun luokkaa ja enemmänkin.

7. SIEMENPUIDEN POISTO

Muokkausjälki sammaloituu TTS-alueilla 2 - 6 vuodessa. Sen jälkeen taimettumista ei tapahdu. Yleensä riittävä taimiaines syntyy 3 - 5 vuodessa (jopa 1 - 2 vuodessa), jonka jälkeen siemenpuut heti poistetaan. Kun pieniä taimia silmävaraisesti muokkausjälkeä tarkastellen tapaa yleisesti 1 - 2 metrin välein, on aika poistaa siemenpuut.

Kun uudistamismenetelmäksi on valittu siemenpuumenetelmä, on suunnitelma toteutettava johdonmukaisesti loppuun asti. Tavoitteena on uudistaminen, johon liittyy oikeaan aikaan tehty siementävän puuston poisto, eikä puiden kasvattaminen. Jos tavoitteeksi asetetaan mäntyjen järeyttäminen, on menetelmä valittava alusta alkaen sen mukaisesti. Uudistamista ei saa pilata siemenpuuston seisottamisella.

Siemenpuuston poiston ajankohta on talvi. Seuraavana keväänä taimia tuhoutuu latvusten alle jonkin verran. Tuhon määrä riippuu puuston tiheydestä ja latvusten suuruudesta.

Joissakin tapauksissa taimiaineista häviää siemenpuiden poiston jälkeen "itsestään" myös moreenimailla, ja metsittyminen jää vajaaksi.

8. TUULENKAADOT

Alavalla paikalla, missä männyn juuristo on pinnallinen laatta ja maan märkyyden takia syväjuuria ei muodostu, on myrskytuhon riski suuri. Esim. v. 1983 Iissä ja Yli-Iissä tarkastetuilla alueilla oli edellisen syksyn Mauri-myrsky (22.9.1982) kaatanut siemenpuista kolmanneksen. Pahimmalla alueella - ala 4 ha -

kaatui kaikkiaan 106 puusta 94 ja jäljelle jäi 12. Kasvupaikka oli alavaa soistunutta kangasta ja korpea.

Siemenpuuston tiheydellä voidaan tuulenkaatojen merkitystä taimettumisen kannalta luonnollisesti vähentää. Kuitenkaan tuulen voimaa ei saada hillityksi vielä 100 - 150 puun tiheydellä.

Tuulenkaatojen talteenotto on yksityismetsissä usein vaivaton tehtävä, mutta suurmetsätaloudessa myrskytuhojen riski on katsottu siemenpuumenetelmän käyttöä rajoittavaksi tekijäksi. Organisaatio ei enää nykyään saisi olla esteenä ajatustavan korjaamiseksi.

9. LUONTAISEN UUDISTAMISEN JA VILJELYN VERTAILUA

Luontaisella uudistamisella saadaan yleensä terve taimiaines ja hyvälaatuinen taimikko, jos siemenpuut on poistettu oikeaan aikaan. Aina ei kuitenkaan onnistuta, vaan taimiaines häviää ikäänkuin itsestään. Myös lumikariste ehtii joskus hävittämään nuoren taimikon ennen kuin se selviää yli lumirajan.

Istutustaimikon alkukehitys on selvästi nopeampaa kuin luontaisen taimikon. Alussa selostetun luontaisen uudistamisen tutkimuksen koealojen vierelle perustetuilla viljelyruuduilla on todettu, että istutustaimien saavuttaessa yhden metrin pituuden ovat kylvötaimet puolimetrisiä ja luontaiset taimet 20-senttisiä.

Kuitenkaan viljelytaimikon alkuvaiheen pituuskasvu ei osoita taimikon kehitystä kovinkaan pitkälle ainakaan Oulun läänin pohjoisosassa. Viljelytaimikoihin tulee yleisesti tuhoja 1 - 2 metrin pituudessa, ja taimikot harvenevat tuhanteen taimeen ja alle sen. Männyhver-

sosyöpä on viime vuosina ollut pahin tuhonaiheuttaja. Luonnontaimet ovat yleensä säilyneet terveenä. Männynversosyöpä on vakavasti otettava huomioon männyn uudistamistapaa valittaessa.

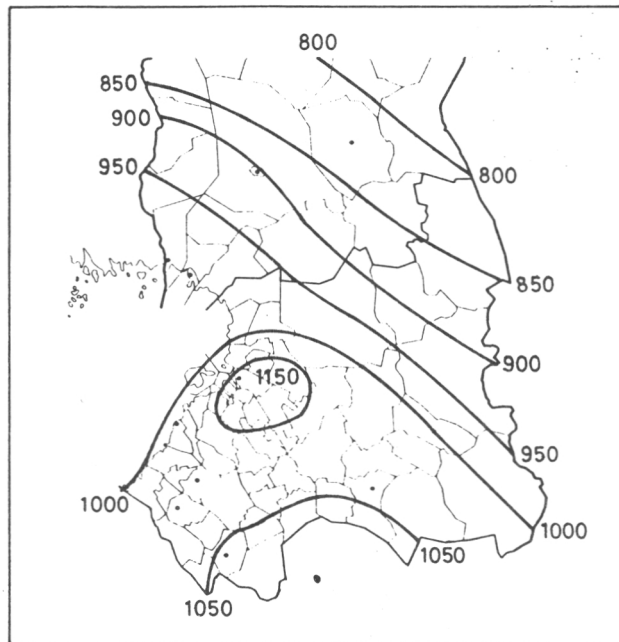
Runsaan taimiaineksen takia luontainen uudistaminen on edullinen, jos halutaan tuottaa korkealaatuista sahatavaraa. Luonnollisesti taimikkovaiheessa laatukehityksen kannalta tarpeellinen tiheys 6000 - 10000 puuta/ha voidaan saavuttaa luontaisen lehtipuuaineksen avulla myös viljelyaloilla, etenkin jos maanpintaa on paljastettu paljon tai maa on kosteata. Taimikonhoito on kuitenkin helpompaa silloin, jos suurin osa tiheään taimikon puista on mäntyä, kuin jos mäntyjä on esim. vain alle 2000 ja lehtipuuta kolminkertainen määrä.

Hitaan alkukehityksen takia luontaisessa uudistamisessa tarvitaan yleensä yksi taimikonperkauskerta enemmän kuin istutustaimikossa.

10. ALUEELLISUUS OULUN LÄÄNISSÄ JA SUOSITUS

Oulun läänin etelä- ja pohjoisosa ovat lähes kuin eri maailmat männyn uudistamista ajatellen. Eteläpuolisessa 950 d.d:n linjalle onnistuvat istutus, kylvö ja luontainen uudistaminen yleensä hyvin, jos toimenpiteet tehdään huolellisesti. Männyn siementä tulee oikeastaan joka vuosi. Välillä 950 - 900 d.d. alkaa olla vaikeuksia. Viljelytaimikkotuhot lisääntyvät ja luontaisessa uudistamisessa tulee heikkoja vuosia. Alle 900 d.d:n alueella on varauduttava viljelytaimikon tuhoutumiseen ja monivuotisiin siemenettömiin kausiin. (Toisaalta Perä-Pohjolassa on samalla lämpösomma-alueella taimettuminen yleensä onnistunut koh- tuullisessa ajassa).

Tutkimuksen tässä vaiheessa voidaan luontaisen uudistamisen käyttöalaa suositella lisättäväksi siten, että uudistettavan metsikön tarjoama mahdollisuus eli siemenpuusto käytetään hyväksi nykyistä yleisemmin ja aluetta laajennetaan tuoreille kankaille. Mitä vaikeampiin oloihin maaperän kosteutta, pintakasvillisuuden kilpailua, siemenpuuston määrää ja laatua sekä ilmastoa ajatellen mennään, sitä tehokkaampaa muokkausta



Kuva 1. Säähavaintoasemien mukaan piirretyt lämpösummakäyrät. Mittauskausi 1941 - 70.

on käytettävä ja kivennäispintaa on paljastettava enemmän. Kaksinkertainen muokkaustiheys voi useassa tapauksessa olla hyvä ratkaisu.

Suomussalmen ja Pudasjärven pohjoisosassa, Taivalkoskella ja Kuusamossa luontainen uudistaminen ei ehkä onnistu tyydyttävästi kohtuullisessa ajassa kylmän ilmaston takia, vaikka muut tekijät olisivat suotuisat. Luontaisella uudistamisella saatavan terveen taimikon ja hyvälaatuisen metsän toivossa riski kuitenkin kannattaa ottaa, sillä siellä ei ole varmuutta myöskään viljelyn onnistumisesta, vaan pikemminkin on kokemusta viljelyjen epäonnistumisesta. Selvästi riskialttiissa tilanteessa viljelyyn tarvittava rahansijoitus ei ole oikeata taloudenhoitoa. Jos myös luontainen uudistaminen epäonnistuu, on tilanne arvioitava uudestaan. Jos uudistaminen männylle asetetaan edelleenkin tavoitteeksi, on mahdollista suorittaa uusi muokkaus jo syntyneitä taimiryhmiä säästäen, tai siemenpuiden poisto ja täydennysistutus, jos sen onnistumiseen voidaan luottaa.

Pentti Savilampi

MUHOKSEN JA KALVIÄN VILJELYTAIMIKOIDEN INVENTOINTI-TULOKSIA

1. JOHDANTO

Muhoksen tutkimusasema on vuodesta 1977 lähtien inventoinut toimialueellaan käytännön metsänviljelyalueita. Näistä on tuloksia esitetty useissa eri julkaisuissa (Valtanen 1980, Haverinen 1982, Savilampi 1982, Pelkonen ym. 1982 sekä Savilampi 1983).

Tuloksia on pyritty julkaisemaan aina kulloinkin pidettävien metsäntutkimuspäivien pitopaikan läheisyydestä tehdystä viljelyalojen tarkastuksesta. Tämänkertaiset tulokset ovat Kälviän ja Muhoksen inventoinneista, joista edellisen maastotyöt tehtiin v. 1982 ja jälkimmäisen vuotta myöhemmin. Kälviän inventoinnista päätulokset on julkaistu vuosi sitten ja siksi niiden tulosten käsittely jää nyt vähemmälle. Lisäksi Muhoksella nyt saatuja tuloksia verrataan viisi vuotta aikaisemmin samoilta viljelyaloilta saatuihin tuloksiin.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ

Kälviällä tarkastettiin 5- ja 10-vuotiaat ja Muhoksella edellä mainittujen lisäksi vielä 15-vuotiaat metsänviljelyt. Muhoksella tarkastetut 10 ja 15-vuotiaat viljelyt olivat jo vuoden 1978 inventoinnissa mukana, silloin vain viisi vuotta nuorempina.

Vuoden 1978 viljelyjä eli viiden vuoden vanhoja uudistusaloja oli Muhoksella vähän, joten tutkimusaluetta laajennettiin siltä osin naapuripitäjään Utajärvelle. Sieltä mitattiin 24 viljelyaluetta. Metsänviljelyalat siellä ovat lähes samanlaiset, esim. topografiassa ei ole suuria eroja.

Uudistusalojen lukumäärä ja pinta-alat jakaantuivat puulajin, viljelytavan ja ikäluokan mukaan pitäjittäin seuraavasti:

Kälviä

	5 v		10 v	
	ha	kpl	ha	kpl
Mä ist. pj.	31,9	29	33,6	32
" " kenno	29,7	14	1,2	1
" kylvö	20,5	7	18,1	17

Yht.	82,1	50	52,9	50

Muhos

	5 v		10 v		15 v	
	ha	kpl	ha	kpl	ha	kpl
Mä ist. pj.	6,9	5	15,6	6	3,9	6
" kylvö	76,1	24	3,5	4	4,5	3
Ku ist.	1,2	1	4,9	6	7,7	5
Ko "	-	-	6,5	2	-	-

Yht.	84,2	30	30,5	18	16,1	14

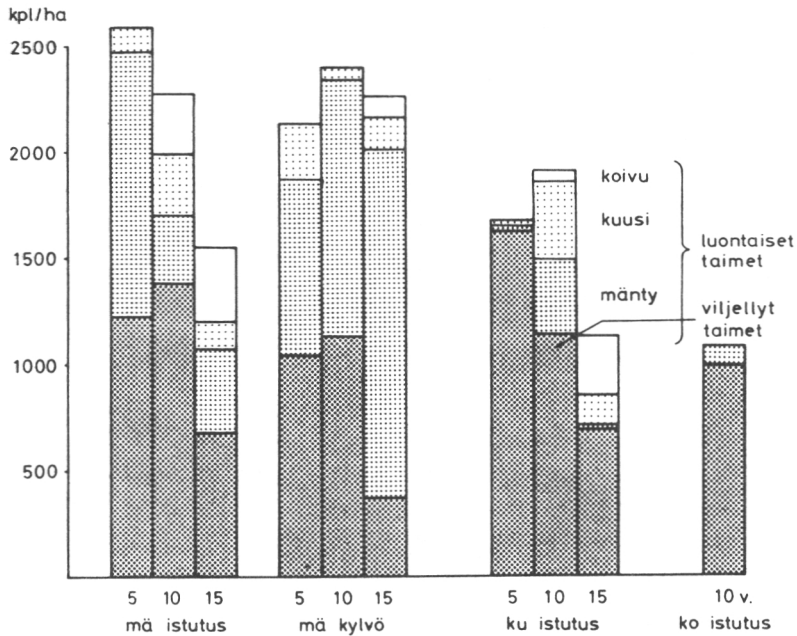
Kälviällä tarkastettiin 100 viljelyalaa, joiden pinta-ala on 135 ha. Muhoksella ja Utajärvellä vastaavat luvut ovat 62 kpl ja 131 ha, joissa on 10 pellon metsitysalaa, jotka kaikki ovat vanhemmilla uudistusalloilla. Yksi 0,4 ha suuruinen 10-vuotias kuusen viljelyala hylättiin laskentavaiheessa sen vuoksi, että viljely- ja luonnontaimia ei pystytty erottamaan enää toisistaan. Inventoija oli luokitellut viljelytaimiksi yli kaksinkertaisen määrän edelliseen tarkastukseen verrattuna.

Tutkimusmenetelmä on ollut pääpiirteittäin samanlainen linjoittainen ympyräkoela-arviointi, jossa koelan koko on ollut 10 m². Linja- ja koelaväliin sekä koelajen lukumäärään vaikutti uudistusalan pinta-ala. Kaikki alat olivat yksityisten mailla.

3. TULOKSET

31. Taimien elossaolo Muhoksella

Elossaolo laskettiin ilmoitetusta viljelytiheydestä, joka on 2000 kpl/ha. Kehityskelpoisten viljeltyjen ja luontaisten taimien määrät on esitetty kuvassa 1. Nuorimmasta ikäluokasta alkaen on kaikkien viljelytaimien keskimääräinen elossaolo 55, 60 ja 31 %. Kaikki uudistusalat yhdistettynä viljelytaimista on elossa 51 %.



Kuva 1. Kehityskelpoisia viljeltyjä ja luontaisesti syntyneitä taimia ikäluokittain.

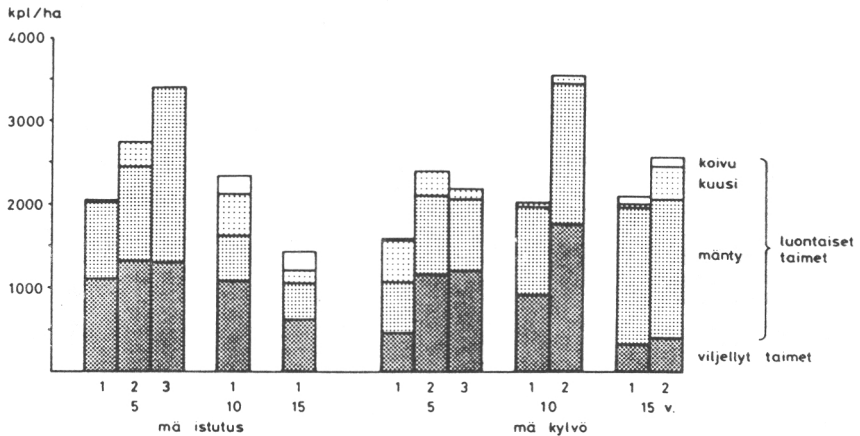
Männyn 5- ja 10-vuotiaista viljelytaimista on elossa 56 %. Istutus on 13 %-yksikköä parempi kylvöä. Männyn 15-vuotiaiden viljelyjen elossaolo on vain 29 %. Istutus on 16 %-yksikköä kylvöä parempi.

Vain kuusen 5-vuotiaat taimet ovat säilyneet elossa mäntyjä paremmin. Ikäjärjestyksessä nuorimmasta alkaen elossaoloprosentit ovat 81, 57 ja 35.

32. Maanmuokkauksen vaikutus elossaoloon

Seuraavassa tarkastellaan maanmuokkauksen vaikutusta elossaoloon sekä Muhoksella että v. 1982 Kälviällä tehdyissä vastaavissa inventoinneissa.

Muhoksella 10- ja 15-vuotisilla männynistutusaloilla on kuokkalaikutus ainoa maanpinnan käsittelymuoto. Vastaavan ikäisillä kylvöillä on lisäksi konelaikutusta, mutta aurausta ei ole (kuva 2). Kylvöillä konelaikutus on parempi kuin kuokkalaikutus.



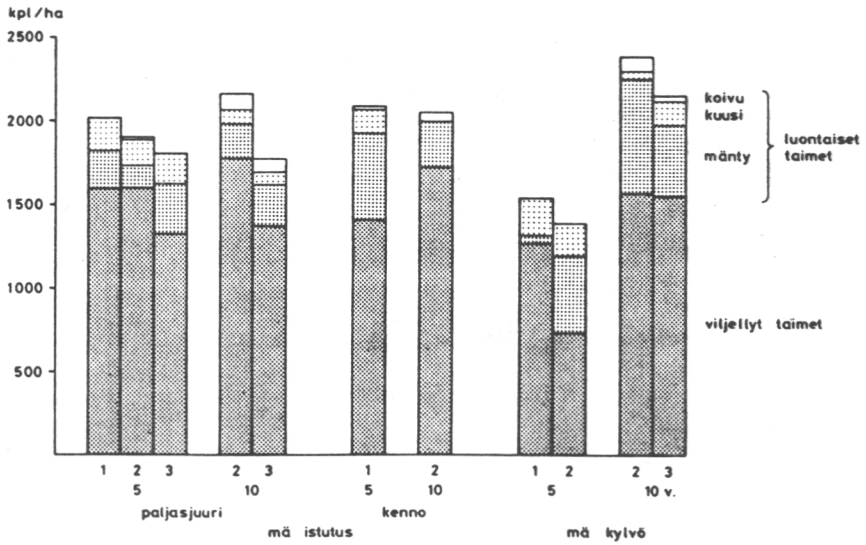
Kuva 2. Kehityskelpoisten viljeltyjen ja luontais-
ten taimien määrät maanpinnan käsittelyn
mukaan Muhoksella. 1 = kuokkalaikku,
2 = konelaikku ja 3 = auraus.

Männyn 5 vuoden ikäisillä istutus- ja kylvötaimilla ei aurauksen ja konelaikutuksen välillä ole eroa kuin 1 - 3 %-yksikköä. Kuokkalaikutus on jo selvästi heikoin, kylvöissä peräti 38 %-yksikköä huonompi kuin auraus.

Kuusen uudistusaloista vain yksi on laikutettu traktorilla. Tulos on 10 %-yksikköä parempi kuin kuokkatyöaloilla, verrattaessa samanikäisiä uudistusaloja keskenään.

Aineiston riittämättömyyden takia muokkauksen vaikutusta eri kasvupaikkatyypeillä ei voitu selvittää luotettavasti. Näyttää siltä, että eroa kasvupaikoittain ei juurikaan ole.

Kälviällä maanpintaa on rikottu äestämällä sekä laikuttaen koneella ja kuokalla. Kaikkia kolmea maanmuokkausta on vain 5-vuotisilla männyn istutusaloilla (kuva 3). Siellä kaksi ensin mainittua muokkaustapaa ovat lähes samanarvoiset. Samanikäisillä männynkylvöillä äestys on 27 %-yksikköä konelaikutusta parempi. Kuokkalaikutus on 10-vuotiasta männynkylvöä lukuunottamatta muualla heikompi.



Kuva 3. Kehituskelpoisten viljeltyjen ja luontaisten taimien määrät maanpinnan käsittelyn mukaan Kälviällä. 1 = äestys, 2 = konelaikku ja 3 = kuokkalaikku.

33. Vuosien 1978 ja 1983 inventointitulosten vertailua

331. Kasvatettavat viljelytaimet

Samat viljelyalat tarkastettiin vuosina 1978 ja 1983. Inventointien välisenä viiden vuoden aikana on taimien kuolemista jatkunut. Eniten taimien lukumäärä on pienentynyt vuoden 1968 männyn kylvöissä ja istutuksissa, ja vähiten nuoremmissa kylvöissä, joilla se on alle prosentin. Keskimääräisesti taimia on kuollut lisää 11 %-yksikköä (taulukko 1).

Taulukko 1. Viljelytaimia elossa.

Materiaali ja viljelyvuosi	Inventointivuosi				erotus %-yksikköä
	1978		1983		
	kpl/ha	%	kpl/ha	%	
Mä ist. 1973	1596	80	1382	69	11
Mä kylvö "	1142	57	1134	57	0
Ku ist. "	1286	64	1133	57	7
Ko ist. "	1302	65	994	50	15
Mä ist. 1968	1042	52	683	34	18
Mä kylvö "	800	40	367	18	22
Ku ist. "	842	42	694	35	7

Keskimäärin	1166	58	940	47	11

332. Kasvatettavat luontaiset taimet

Taulukko 2. Hyväksytyt luontaisia kasvatettavia taimia kpl/ha.

Materiaali ja viljelyvuosi	Inventointivuosi 1978/1983			
	mä	ku	ko	yht.
Mä ist. 1978	1243	122	-	1365
Mä kylvö "	831	257	5	1093
Ku ist. "	25	25	-	50
Mä ist. 1973	71/314	56/297	9/283	136/894
Mä kylvö "	589/1207	-/50	-/6	589/1263
Ku ist. "	181/364	178/362	-/59	359/785
Ko ist. "	-	-	131/90	131/90
Mä ist. 1968	139/392	6/122	207/355	352/869
Mä kylvö "	323/1641	-/157	-/98	323/1896
Ku ist. "	9/18	51/143	-/277	60/438

Niillä uudistusalueilla, joilla ei ollut tavoitettavuutta vastaavaa määrää viljelytaimia, valittiin luontaimista jokaiselle kasvupaikalle sopivaa taimiainesta lisää. Vuoden 1983 inventoinnissa on tapahtunut huomattavaa luontaisten kasvatettavien taimien lisäystä edelliseen inventointiin verrattuna. Eniten kasvua on ollut männyn kylvöissä (taulukko 2). Siihen vaikuttaneita syitä lienee mm. kasvatettavien taimien valinnassa tapahtunut muutos. On hyväksytty useampi taimi koealalle kuin ohjearvona ollut 2000 kpl/ha. Kyseinen ohjearvo saattaa olla liian pieni jos halu-

taan turvata paras laatu- ja määrätulos. Myöskin runsaammasta luontaisten taimien määrästä on ollut hyvä valita taimi aukkopaikkoihin.

333. Ylimääräiset taimet

Taulukko 3. Ylimääräiset luontaiset taimet kpl/ha.

Materiaali ja viljelyvuosi	Inventointivuosi			
		1978/1983		
	mä	ku	ko	ha
Mä ist. 1978	4973	223	8356	566
Mä kylvö "	692	478	4171	991
Ku ist. "	75	50	2525	-
Mä ist. 1973	415/682	281/899	8247/6664	534/470
Mä kylvö "	2457/1630	1595/674	1496/3451	425/134
Ku ist. "	506/551	581/865	2401/7680	1101/1176
Ko ist. "	8/104	-/29	1306/857	16/21
Mä ist. 1968	410/900	58/40	4036/5417	556/61
Mä kylvö "	364/2869	158/404	5101/9240	4813/2106
Ku ist. "	-/41	41/113	1205/3482	10/68

Taimet on luokiteltu ylimääräisiksi, jos niitä kasvu-tilan puutteen, kasvupaikalle sopimattoman puulajin tai muiden syiden vuoksi ei ole voitu hyväksyä kasvatettaviksi taimiksi. Näiden ylimääräisten taimien määrä on lisääntynyt edellisestä inventoinnista verrattaessa samojen viljelyalojen taimimääriä keskenään. Eniten sitä on tapahtunut v. 1968 viljelyssä (taulukko 3). Se johtunee nuoremmilla viljelyaloilla teh-

dyistä perkauksista. Taulukossa 3 olevat taimimäärät ovat kaikki luontaisia. Viljelytaimia hylättiin alle 2 %. Ylimääräisiä männyntaimia on yli kymmenkertaisesti enemmän v. 1978 männynistutusaloilla kuin mitä aikaisemmin oli samanikäisillä vastaavilla aloilla. Neljä uudistusalaa viidestä on kuivalla kasvupaikalla, mistä johtunee kyseisten taimien suuri määrä (taulukko 3).

334. Pituus

Koivuntaimet ovat kasvaneet parhaiten. Pituus on yli kaksinkertaistunut viiden vuoden aikana. Tulosta parantaneen jonkin verran kasvupaikka, sillä molemmat uudistusalat ovat pellolla. Toiseksi pisimmät ovat männyn istutustaimet, jotka ovat lähes kolme kertaa vastaavan ikäisiä koivuja lyhyempiä (taulukko 4).

Taulukko 4. Kasvatettavien viljely- ja luontaisten taimien pituus.

Materiaali ja viljelyvuosi	Viljellyt	Inventointivuosi 1978/1983		
		Luontaiset		
		mä	ku	ko
Mä ist. 1978	61	32	33	-
Mä kylvö "	16	24	21	25
Ku ist. "	65	105	132	-
Mä ist. 1973	84/153	93/103	83/69	154/71
Mä kylvö "	25/76	73/118	-/80	-/53
Ku ist. "	47/73	41/58	104/68	-/57
Ko ist. "	182/411	-/-	-/-	190/298
Mä ist. 1968	153/241	162/211	110/164	238/76
Mä kylvö "	85/179	149/118	-/72	-/94
Ku ist. "	86/132	95/343	224/220	-/92

Taimien ollessa viisivuotiaita ovat kylvötaimet pienimpiä. Niiden kasvu paranee kuitenkin myöhemmin, ja 15-vuotiaina kylvötaimet ovat 62 cm männyn istutus-taimia pienempiä ja kuusen taimia 47 cm pitempiä.

Viimeisessä inventoinnissa on joillakin luontaisilla kasvatettavilla taimilla pienempiä pituusarvoja kuin on ollut aikaisemmin. Viimeisessä tarkastuksessa hyväksytyt suuremmat kasvatettavat taimimäärät selittävät tällaisen tuloksen. Lukujen väliseen ristiriitaan vaikuttanee myös viljelyaloilla tehdyllä perkauksella, jolloin sieltä on lehtipuiden ohella poistettu havupuiden taimiakin.

Vuoden 1978 männyn viljelytaimet ovat pienempiä, mutta kuusen taas pitempiä, kun verrataan samanikäisiin v. 1973 viljelyihin. Luontaiset taimet ovat selvästi lyhyempiä.

4. TIIVISTELMÄ

Kirjoituksessa on esitetty Muhoksella v. 1983 tarkastettujen 5-, 10- ja 15-vuotiaiden viljelytaimikkojen inventoinnin tulokset. Kälviällä vuotta aikaisemmin tehdystä inventoinnista tarkastellaan vain maanmuokkauksen vaikutusta viljelyn onnistumiseen.

Tulokset on laskettu viljelyohjeeksi annetun 2 000 taimen tiheyden mukaan. Kaikki uudistusalat yhdistetynä viljelytaimista on elossa 51 %. Istutustaimet ovat kylvötaimia paremmin elossa. Kuusella viljelyn onnistumisprosentit ovat samaa luokkaa kuin männyllä.

Savat viljelyalat tarkastettiin vuosina 1978 ja 1983. Inventointien välisenä viiden vuoden aikana viljelytaimien määrä on pienentynyt viljelymenetelmästä riippumatta keskimäärin 11 %-yksikköä. Vastaavasti luontaisten taimien määrä on noussut ja siten parantanut viljelyn lopputulosta. Tavoitetiheys saavutettiin useilla aloilla. Niillä luontaisten taimien osuus on huomattava.

Koneellisen muokkauksen, aurauksen, äestyksen ja kone-laikutuksen vaikutus viljelytaimien elossaoloon on lähes sama. Kuokkalaikutus on usein heikompi edellisiin verrattuna.

5. KIRJALLISUUS

- Haverinen, R. 1982. Kymmenen vuotta vanhojen viljelytaimikoiden menestyminen Ristijärven pitäjässä. Metsänhoitotieteen laudaturtyö.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Folia For. 511.
- Savilampi, P. 1982. Kärsämäen viljelytaimikoiden inventointituloksia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 70.
- " 1983. Kuntakohtaisten viljelyinventointien yhdistelmä vuosilta 1977 - 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119.
- Valtanen, J. 1980. Kaustisen ja Muhoksen metsänviljelyalueiden inventointituloksia. Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 18.

Eero Paavilainen

KESKI- JA POHJOIS-POHJANMAAN SEKÄ KAINUUN SUOMETSÄT
VUOSINA 1951 - 1983

Esitelmä perustuu Eero Paavilaisen ja Paavo Tiihosen valmisteilla olevaan Folia Forestalia -sarjassa ilmestyvään julkaisuun. Koska yksityiskohtaiset tiedot ovat saatavissa sanotusta julkaisusta, tässä esitetään aiheesta oheinen tiivistelmä.

Vuonna 1979 aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ja metsänarvioimisen tutkimusosaston yhteistyönä soiden metsäojituksen vaikutuksia koskeva tutkimus, joka perustuu pääasiassa valtakunnan metsien 6. ja 7. inventoinnin aineistoon. Etelä- ja Keski-Suomea koskevat tulokset on jo julkaistu (Folia Forestalia 580). Seuraavassa esitetään eräitä ennakkotuloksia Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun piirimetsälautakuntien alueelta.

Suometsien puuston keskitilavuus on suurentunut 6. ja 7. inventoinnin välillä sekä metsä- että kitumaalla. Lisäys on aiheutunut paitsi metsänparannustöistä ja tehostuneesta metsänhoidosta myös pienehköistä hakkuumääristä.

Puuston kokonaistilavuus oli eri inventointien mukaan tutkimusalueella seuraava:

3. inventointi	60 milj. m ³
6. "	53 "
7. "	72 "

Suometsien puuston kokonaistilavuus on suurentunut 6. ja 7. inventoinnin välisenä aikana 36 % eli varsin runsaasti. Kokonaistilavuuden lisäys on itse asiassa vieläkin suurempi kuin tulossarjasta ilmenee. Siinä ei nimittäin ole otettu huomioon, että osa kolmannessa inventoinnissa soiksi luokitellusta pinta-alasta on eri tekijöiden vuoksi luettu 7. inventoinnissa kankaaseen tai muuhun maahan kuuluvaksi.

Kokonaiskasvun määräksi (kuorineen) saatiin seuraavat luvut:

3. inventointi	2,38 milj. m ³
6. "	2,59 "
7. "	3,90 "

Vuotuinen kokonaiskasvu näyttää lisääntyneen suometsissä 1950 - 70 -luvulla aluksi lievästi, mutta 6. ja 7. inventoinnin välisenä aikana lisäys on 3. inventoinnin tulokseen verrattuna 64 %. Lisäys koostuu pääosiltaan muuttumilta ja turvekankailta.

Tutkimuksessa on selvitetty paitsi puuston tilavuutta ja kasvua myös mm. soiden pinta-alaa, puulaji- ja kehitysluokkasuhteita, metsiköiden laatua sekä hakkuutarvetta.

Kullervo Kuusela

POHJOIS-POHJANMAAN NUORET METSÄT

Nuorilla metsillä tarkoitetaan tässä kehitysluokkiin pieni taimikko, taimikko ja riukuvaihe ja nuori kasvatusemetsä kuuluvia metsiä. Niiden yhteinen pinta-ala on puulajivaltaisuuden mukaan ryhmiteltynä:

mäntyvalt.	789 000 ha	osuus mä-valt.	69 %
kuusivalt.	44 000 "	" ku-"	20 %
lehtipuuvalt.	96 000 "	" lp-"	50 %

yhteensä	929 000 ha	osuus kaikista	67 %

Metsien historiasta ja ojituksella lisätyn metsämaan pinta-alan suhteellisesta suuruudesta johtuu, että Pohjois-Pohjanmaalla on poikkeuksellisen paljon nuoria metsiköitä. Tästä on se etu, että puuston kasvu on pitkälle tulevaisuuteen suureneva. Etuun sisältyy kuitenkin vastuu hoitaa nuoret metsät, sillä ellei niitä hoideta, pienenee tulevaisuuden puusadon arvo paljon hyvinhoidetun metsän arvosta.

	Vallitseva puulaji		
	Mänty	Kuusi	Lehtipuu
	% pinta-alasta		
Vallitsevaa puulajia yli 70 %	73	45	48
Vallitsevaa puulajia korkeintaan 70 %, mutta havu-(lehti-)puuvaltaisessa metsikössä havu-(lehti)-puustoa yli 70 %	8	22	10
Sekä havu- että lehtipuuston osuus alle 70 %	19	33	42

Yhteensä	100	100	100

Vaikka kasvuolosuhteet ovat niin karut, että luonnonmetsissä lähes puhtaat männiköt olisivat vallitsevia, niin puustolle on ominaista, kuten seuraava asetelma osoittaa, sekametsiköiden ja niiden luontoisten runsaus. Huurupäinen moite yhden puulajin silmää uuvuttavista puupelloista on ainakin Pohjois-Pohjanmaalla ylläamuttu.

Mäntyvaltaiset metsiköt		Pieni tai- mikko	Taimikko- ja riuku- vaihe	Nuori kasvatus- metsä
Pinta-ala	1000 ha	77	302	403
Ikä	v.	8	34	59
Runkotilavuus	m /ha	4	14	51
Osuus tilavuudesta				
Mänty	%	67	73	80
Kuusi	"	-	7	6
Lehtipuu	"	33	20	14

Yhteensä	%	100	100	100
Hakkuun tarve pinta-alasta				
1. 5-vuotiskausi	%	11	6	11
2. "	"	2	0	17

Yhteensä 10 vuodessa	%	13	6	28
"	1000 ha/v	1,0	1,8	11,3

Nuorien mäntyvaltaisten metsiköiden keskimääräinen runkotilavuus hehtaaria kohti on suhteellisen pieni. Tämä johtuu ojitetulla turvemaalla kasvavien metsiköiden runsaudesta. Niiden maa on paranemassa kohden täyttä kasvukuntoa ja puusto lisääntymässä. Mitä nuoremman ikäluokan metsiköistä on kysymys, sitä suurempi on lehtipuiden osuus. Tuotoksen arvon kannalta vähäarvoisen lehtipuun, pääasiassa hieskoivun osuus on liian suuri. Syynä tähän on perkauksen viivästyminen. Nuorissa kasvatusmetsiköissä tilanne on keskimäärin suhteellisen hyvä ja tuotoksen arvoa alentava rikkapuu on poistettavissa harvennushakkuissa.

Nuorissa kasvatusmetsiköissä harvennuksen tarve on lisääntymässä ja se saavuttaa täyden määränsä 1990- lu-

vulla, jolloin metsiköt lähestyvät täyttä kasvatustihyettä.

Taimikoissa ja riukuvaiheen metsiköissä tarvittava hakkuu on lähinnä ylispuiden poistamista. Tämän lisäksi niissä tarvitaan paljon taimikonhoitoa. Sen tarpeen arvio on kaikkien puulajien vallitsemissa metsiköissä 29 000 ha/v.

Suhteellisesti paljon pienemmästä määrästä kuusi- ja koivuvaltaisia kehityskelpoisia nuoria metsiköitä voidaan tässä todeta, että taimikonhoitoa tarvitaan myös niissä paljon, ja että harvennushakkuun suhteellinen tarve on niissä ja etenkin koivikoissa suurempi kuin männiköissä. Nuoren kasvatusvaiheen koivikoissa on 10 vuoden harvennushakkuun tarvetta 59 %:lla pinta-alasta eli noin 4 000 hehtaarilla vuotta kohti. Ensimmäisen 5-vuotiskauden tarpeen suuruus osoittaa, että osa nuorista koivikoista on yli-ikäistymässä.

Lehtipuuvaltaisten metsiköiden suuri heikkous on vajaatuottoisuus. Niiden pinta-alan arvio on 68 000 ha.

Metsätilaston mukaan v. 1982 tehtiin taimikonhoitoa 20 065 ha. Valtakunnan metsien inventoinnin tulosten mukaan vähimmäistarve on 30 000 ha/v.

Harvennushakkuuta tehtiin 7 831 ha v. 1982. Pelkästään nuorissa kasvatusmetsiköissä on lähimmän 10 vuoden harvennushakkuiden tarve noin 16 000 ha/v.

Nuoret metsät ovat suuri haaste Pohjois-Pohjanmaan metsistä vastuullisille metsänomistajille ja alan toimihenkilöille. Ne on hoidettava ja harvennettava, mikäli halutaan saada aikanaan kypsyvä suuri ja arvokas tukkituotos.

Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

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

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedon-
annot:

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

- N:o 101 Jarmo Poikolainen ja Eero Kubin. Tuloksia kapealatvaisen kuusen juurruttamisesta. 1983.
- N:o 119 Metsäntutkimuspäivä Suomussalmella ja Sotkamossa 1983.
- N:o 133 Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. 1984.