

# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 94

PARKANON TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



TUTKIMUSPÄIVÄN 1982 ESITELMÄT

PARKANO 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

Kansikuva: Kuusi viihtyy hyvin koivikon alikasvoksena

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 94

Parkanon tutkimusasema ISSN 0358-4283

TUTKIMUSPÄIVÄN 1982 ESITELMÄT

Parkano 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

SISÄLLYS

	sivu
LUKIJALLE.....	3
Seppo Kaunisto PUUSTON TYPPILANNOITUSTARPEEN ARVIOIMINEN TURVEMAILLA.....	4
Hannu Raitio MÄNNYNTAIMIEN KASVUHÄIRIÖT TAIMITARHOILLA.....	20
Kaarlo Kinnunen YLI 10-VUOTIAIDEN MÄNTYTAIMIKOIDEN TILA LÄNSI-SUOMESSA.....	26
Olavi Laiho KUUSEN LUONTAISESTA UUDISTUMISESTA.....	32
Olavi Laiho LAHON ALKUUNPÄÄSY PYSTYPUUSTON VAURIOISTA JA SEN ESTÄMINEN.....	42

LUKIJALLE

Parkanon tutkimusaseman tutkimuspäivä järjestettiin viime vuonna ensimmäisen kerran Tampereella. Se oli tarkoitettu erityisesti Pirkka-Hämeen metsäammattimiehille, joita olikin paikalla ilahduttavan runsaasti.

Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on mahdollisuuksien mukaan otettu huomioon vilkkaassa keskustelussa esitetyt näkökohdat. Kaksi pidetyistä esitelmistä kuitenkin puuttuu, koska niiden sisältö on joko varhemmin julkaistu (Michael Starr ja Teuvo Levula: Muokkauksen vaikutus ravinteiden mobilisaatioon ja taimien alkukehitykseen. Katso Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja no:t 11 ja 51) tai julkaistaan lähiaikoina muualla (Erkki Ahti: Lannoituksen vaikutus fosforin ja kaliumin huuhtoutumiseen ojitetulta suolta. Ilmestyy lähiaikoina Comm. Inst. For. Fenn.-sarjassa).

Esitelmien käsikirjoitukset ovat tarkastaneet professorit Tauno Kallio, Erkki Lähde ja Eero Paavilainen, kukin oman tutkimusalansa osalta. Kiitän Parkanon tutkimusaseman puolesta edellämainittuja, kaikkia tutkimuspäivän järjestelyihin ja tämän tiedonannon valmisteluun osallistuneita sekä tutkimuspäivän osanottajia.

Parkanossa 30.3.1983

Olavi Laiho  
tutkimusaseman johtaja

## PUUSTON TYPPILANNOITUSTARPEEN ARVIOIMINEN TURVEMAILLA

Seppo Kaunisto

## 1. JOHDANTO

Turvemailla voidaan yleensä lisätä puuston kasvua fosfori- ja kaliumlannoituksella. Lannoitusvaikutuksen kesto aika näyttää kuitenkin olevan riippuvainen suon typpitaloudesta.

Runsastyypisillä soilla saattaa fosforilannoituksen vaikutus kestää jopa 15-20 vuotta (Paavilainen & Simpanen 1975, Paavilainen 1979), kun taas vähätyypisillä soilla fosfori- ja fosfori-kalilannoituksen vaikutus voi rajoittua vain 5-8 vuoteen (Karsisto 1974, Paavilainen 1977) tai, kaikkein karuimmilla kasvualustoilla, olla lainkaan lisäämättä kasvua (Kaunisto 1971), koska typen vähäisyys on kasvua rajoittava minimitekijä. Karuimmilla avosoilla saattaa NPK-lannoituksenkin vaikutus kestää vain 5-6 vuotta (Kaunisto 1977). Näillä tarvitaan siis aina kaikkien pääravinteiden lisäys.

Pyrittäessä 100 kg:an hehtaaria kohden vaikuttavaa ainetta lisää NPK-lannoitus PK-lannoitukseen verrattuna lannoituskustannuksia 60-80 %:a riippuen lannoitevalinnasta ja levitystavasta (taulukko 1).

Taulukko 1. Lannoituksen kustannukset käytettäessä pääravinteita 100 kg/ha N:nä,  $P_2O_5$ :na ja  $K_2O$ :na. Laskettu kuljetuksen ja levityksen osalta Metsähallituksen v:n 1982 normien mukaisesti. Lannoitteiden hinnat säkkitavarana.

Lannoiteyhdistelmä	TRAKTORILEVITYS		MIESLEVITYS	
	Kustannus mk/ha	Suhdeluku	Kustannus mk/ha	Suhdeluku
PK	537	100	557	100
Urea + PK	869	162	894	161
OS + PK	952	177	1010	181
NPK	984	183	1010	181

Lannoitettaessa karuja ja karuhkoja soita joudutaan siis suurempien kertainvestointien lisäksi useammin toistuviin investointeihin. Näistä syistä suometsien lannoitustoiminta tulisikin pyrkiä suuntaamaan ensisijaisesti runsastyyppisille soille, joilla puusto saa typen turpeen luontaisista tyyppivaroista ja joilla tyyppilannoitus näin ollen on tarpeeton tai tarpeen ehkä vain puuston kaikkein voimakkaimmassa kehitysvaiheessa.

Seuraavassa tarkastellaan mahdollisuuksia arvioida puuston tyyppilannoituksen tarvetta osittain kirjallisuuden, mutta pääasiassa eräiden Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueenmaille perustettujen avosuon viljely- ja lannoituskokeiden pohjalta (Kaunisto 1982).

## 2. AINEISTO

Kauniston (1982) aineisto on kerätty neljältä v. 1973 perustetulta avosuon metsänviljelykokeelta Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueessa. Kasvupaikkojen ominaisuuksia esitellään taulukoissa 2 ja 3 sekä koesuunnitelmakaavio taulukossa 4.

Taulukko 2. Koealueiden suotyypit ja turvesyvyys. (Kaunisto 1982).

Koe	Koodi	Suotyypit	Ojitusvuosi	Turpeen syvyys, m	
				Vaihtelu	$\bar{x}$
Ylimysneva 109 B	1	RLkN, LkN, SSN	1970	0,6-2,3	1,6
Kartiskakorpi	2	RLkN, LkN, SSN	1967	0,3-3,4	2,0
Valkoinen keidas	3	LkN	1968	4 +	4 +
Ylimysneva 109 A	4	RiSSN	1970	0,2-1,9	0,6

Taulukko 3. Koealueiden turpeen ominaisuuksia eri syvyyksillä. (Kaunisto 1982).

Koe	Maatuneisuus (v. Post)				Turpeen tyyppipitoisuus, % kuiva-aineesta					
	5 - 10 cm		15 - 20 cm		5 - 10 cm		15 - 20 cm		30 - 35 cm	
	Vaihtelu	$\bar{x}$	Vaihtelu	$\bar{x}$	Vaihtelu	$\bar{x}$	Vaihtelu	$\bar{x}$	Vaihtelu	$\bar{x}$
1	1-4	2,2	2-5	2,8	0,43-1,75	1,05	0,59-1,85	1,35	0,82-2,00	1,32
2	1-5	2,2	1-6	3,2	0,57-1,85	1,12	0,82-2,22	1,63	0,94-2,26	1,81
3	1-2	1,4	1-2	1,7	0,68-1,35	0,87	0,78-1,37	1,04	0,96-1,84	1,22
4	5-6	5,2	5-6	5,5	1,08-3,05	1,99	1,59-2,96	2,11	-	-1

Taulukko 4. Käsittelykaavio ja koealojen lukumäärä kussakin käsittelyssä. Luvut ilmoittavat kaikkien neljän kokeen yhteisen koealojen lukumäärän kussakin käsittelyssä. (Kaunisto 1982).

Kalkitus	Muokkaus	Lannoitustapa	Lannoitus		
			0	PK	NPK
Kontrolli	Kontrolli	Pintaan, hajalevitys	13	13	13
	Kaistajyrsintä	Pintaan, hajalevitys	12	14	11
	Kaistajyrsintä	Sijoitus, hajalevitys	12	11	11
	Täysjyrsintä	Sijoitus, hajalevitys	9	13	10
	Kaistajyrsintä	Sijoitus, kaistaleveys	13	12	12
Kalkitus 1000 kg/ha	Kontrolli	Pintaan, hajalevitys	10	13	11
	Kaistajyrsintä	Pintaan, hajalevitys	9	11	11
	Kaistajyrsintä	Sijoitus, kaistalevitys	13	13	11
		Yhteensä	91	100	90

PK = SUO-PK (0-24-15) 400 kg/ha sisältäen 42 kg fosforia raaka-fosfaattina ja 50 kg kaliumia kaliumkloridina

NPK = PK+Oulunsalpietaria 400 kg/ha sisältäen 52 kg  $\text{NH}_4^-$  ja 52 kg  $\text{NO}_3^-$ -tyyppiä

Koealueelta mitattiin istutustamien pituus v. 1978 ja viiden viimeisen vuoden pituuskasvu. Lisäksi jokaiselta koealalta otettiin turvenäytteet ja analysoitiin kokonais- ja ammonium-typpeä, pH sekä kahdessa kokeessa maatuneisuus (v. Postin mukaan).

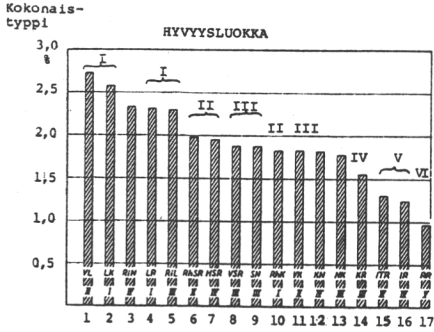
### 3. KASVUALUSTA

#### 31. Suotyyppi

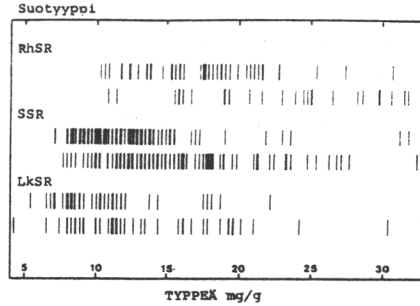
Suomessa on turpeen typpitaloutta kuvattu perinteisesti pinta-kasvillisuuden (suotyyppin) avulla. Tällainen, alunperin Cajanderin (1909 ja 1913) kehittämä kasvupaikkaluokittelu korreloi verrattain hyvin turpeen typpipitoisuuden kanssa (Vahtera 1955 ja Westman 1981). Huikari ja Paavilainen (1972) ja Paavilainen (1979) totesivat typpilannoituksen tarpeettomaksi suur-saraisilla ja sitä paremmilla suotyypeillä. Toisaalta yllämainituissa Vahteran ja Westmannin tutkimuksissa vaihtelu suo-



tyypin ja turpeen typpipitoisuuden välillä oli varsin laaja (kuvat 1 ja 2).



Kuva 1. Suotyyppien kasvualustan keskimääräiset N-pitoisuudet (Vahtera 1955).



Kuva 2. Turpeen kokonaistyppipitoisuuden vaihtelu eräillä rämetyypeillä (Westman 1981).

Ojituksen ikääntyessä pintakasvillisuus on pitkäaikaisen, mahdollisesti koko puuston kiertoajan kestävän muutoksen alaisena (Sarasto 1962). Mahdolliset lannoitukset muuttavat vielä pintakasvillisuutta voimakkaasti (esim. Päivänen 1970, Raitio 1976).

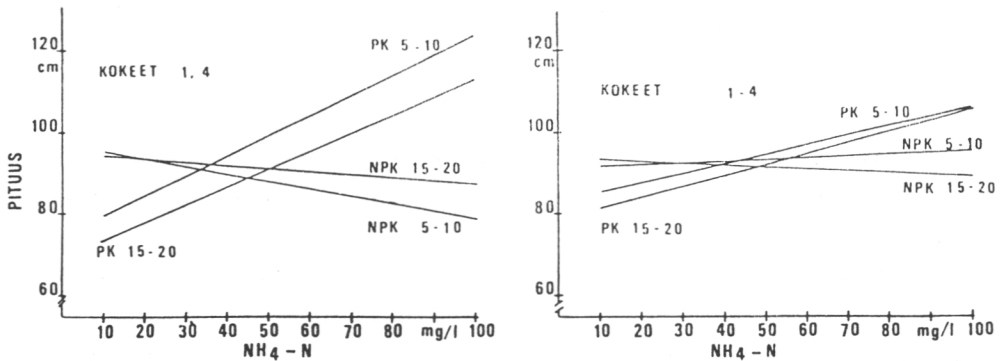
Yllämainituista syistä pelkästään pintakasvillisuuteen perustuva puuston typpitarpeen arviointi saattaa johtaa virheellisyyksiin.

### 32. Turpeen ominaisuudet

#### Ammoniumtyppi

Pääosa turpeen tpeestä on sitoutunut orgaaniseen ainekseen ja vain osa on kasveille käyttökelpoisessa muodossa ammonium- tai nitraattityypinä. Happamissa turpeissa valtaosa on ammoniumina. Koska ammoniumtyppi on suoraan käyttökelpoisessa muodossa, voitaisiin olettaa, että ammoniumtyypin määrä kasvualustassa korreloi puuston kasvun kanssa. Ammoniumtyypin määrä kasvualustassa on kuitenkin dynaaminen suure, jonka suuruus määräytyy toisaalta ammoniumtyypeä tuottavien (mikrobitoiminta) ja toisaalta ammoniumtyypeä kuluttavien (mikrobitoiminta, pintakasvillisuus, puusto) prosessien välisenä taseena.

Kauniston (1982) kokoamassa aineistossa kerättiin maanäytteet myöhään syksyllä kasvukauden päätyttyä, jolloin voidaan olettaa, että maassa vallitseva tilanne on verrattain tasapainoinen. Kyseisessä aineistossa taimien pituuskasvu lisääntyi PK-lannoitetuilla koealoilla turpeen ammoniumtyppipitoisuuden kohotessa. Sen sijaan NPK-lannoitetuilla koealoilla kasvu oli joko ammoniumtyypen määrästä riippumaton tai huononi ammoniumtyypen lisääntyessä tilastollisesti merkitsevissä tapauksissa. Määritettäessä PK-lannoitetuilla ja NPK-lannoitetuille koealoille erikseen suorat pituuskasvun ja turpeen ammoniumtyppipitoisuuden välillä todettiin suorien leikkaavan toisensa välillä 29-60 mg/l aineistosta ja aineiston ryhmittelystä jonkin verran riippuen (kuva 3, taulukko 5).



Kuva 3. Taimien pituuden riippuvuus turpeen NH<sub>4</sub>-typpipitoisuudesta eri turvekerroksissa (numerot) eri tavoin ryhmitellyissä aineistoissa.

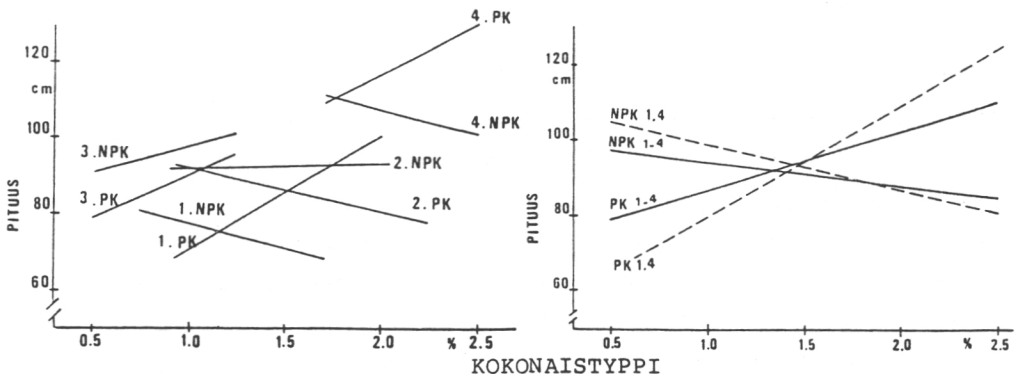
Taulukko 5. Kovarianssianalyysillä lasketut turpeen NH<sub>4</sub>-tyypen raja-arvot, joiden alapuolella typpilannoitus oli tarpeeton eri tavoin ryhmitellyissä aineistoissa. Sisältää vain tapaukset, joissa suorien kulmakerroimet ovat poikenneet tilastollisesti merkitsevästi 0:sta jommankumman tai molempien ravinneyhdistelmien aineistoissa. (Kaunisto 1982).

Koe	Leikkauspiste, mg/l NH <sub>4</sub> -N			
	Pituus 1978		Kasvu 1978	
	Turvekerros, cm		Turvekerros, cm	
	5 - 10	15 - 20	5 - 10	15 - 20
1	-	29,0	-	29,8
3	29,3	-	-	10,3
4	34,0	-	-	59,7
1 + 4	33,4	50,1	33,9	50,1
1 + 2 + 3 + 4	52,6	-	48,0	44,7

## Kokonaistyyppi

Orgaanisesti sitoutunut typpi voi vapautua kasveille käyttökelpoiseen muotoon ( $\text{NH}_4$ - ja  $\text{NO}_3$ -typpi) vain mikrobien hajoitustyön tuloksena. Vapautuneen typen ensisijaisia käyttäjiä ovat kuitenkin mikrobit (esim. Alexander 1967) ja vasta sen jälkeen kasvit. Mitä suurempi osuus turpeessa on tyyppiä sitä enemmän vapautuvasta tyypestä jää kasvien käyttöön.

Kauniston (1982) aineistossa taimien pituuskasvu lisääntyi PK-lannoitetuilla koealoilla turpeen kokonaistyyppipitoisuuden kohotessa, mutta NPK-lannoitetuilla koealoilla oli kokonaistyyppipitoisuudesta riippumaton tai huononi tilastollisesti merkitsevissä tapauksissa (kuva 4, taulukko 6). Erikseen PK- ja NPK-lannoitetuille koealoille laskettujen taimien pituuskasvun ja turpeen kokonaistyyppipitoisuuden välistä riippuvuutta kuvaavien suorien leikkauspisteet vaihtelivat verrattain laajoissa rajoissa riippuen aineiston ryhmittelystä. Kokeessa 1 suorien leikkauspisteen kohdalla turpeen kokonaistyyppipitoisuuden arvo (5-10 cm:n turvekerroksessa) oli matalin (1,15 %). Tässä kokeessa em. turpeen kokonaistypen arvoa suuremmilla tyyppipitoisuuksilla tyyppilannoitus oli siis tarpeeton. Turpeen tyyppipitoisuus 5-10 cm:n kerroksessa selitti kasvua paremmin kuin tyyppipitoisuus 15-20 cm:n kerroksessa.



Kuva 4. Turpeen kokonaistyyppipitoisuuden 5-10 cm:n syvydessä vaikutus taimien pituuteen eri tavoin ryhmitellyissä aineistoissa. 1,4 = kokeiden 1 ja 4 yhteisanalyysi. 1-4 = kaikkien kokeiden yhteisanalyysi.

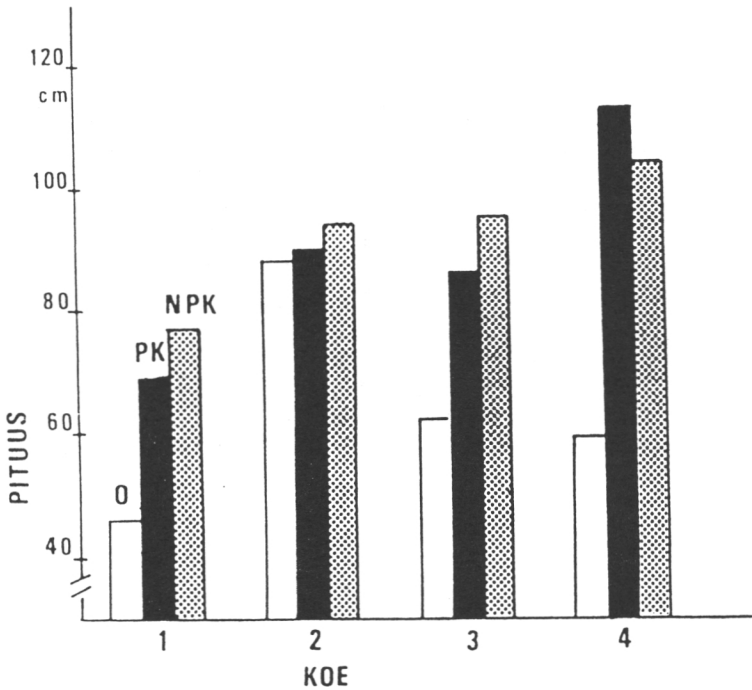
Taulukko 6. Kovarianssi- (Cov.) ja regressioanalyysillä (Reg.) lasketut turpeen kokonaistyyppipitoisuuden raja-arvot, joiden alapuolella typpilannoitus oli tarpeeton eri tavoin ryhmitellyissä aineistoissa. Sisältää vain tapaukset, joissa suorien kulmakertoimet ovat poikenneet tilastollisesti merkitsevästi 0:sta jommankumman tai molempien ravinneyhdiskemien aineistossa. (Kaunisto 1982).

Koe	Leikkauspiste, % totaalityppeä			
	Pituus v. 1978		Kasvu v. 1978	
	Reg.	Cov.	Reg.	Cov.
1	1,23	1,15	1,21	1,15
4	-	1,74	-	1,68
1 + 4	1,21	1,45	1,28	1,41
1 + 2 + 3 + 4	1,22	1,36	1,24	1,30

Kuvassa 5 on esitetty lannoituksen vaikutus Kauniston (1982) esittämässä aineistossa. Kuvasta todetaan, että kokeessa 1-3 NPK-lannoitus paransi kasvua PK-lannoitukseen verrattuna, mutta kokeessa 4 huononsi sitä. Kokeiden keskimääräiset turpeen kokonaistyyppipitoisuudet on esitetty taulukossa 7, jossa on tarkasteltu NPK- ja PK-lannoituksen vaikutusta puiden kasvuun myös eräiden muiden tutkimusten perusteella. Taulukon lukujen mukaan turpeen kokonaistyyppipitoisuuden ollessa yli 1,90 %:a typpilannoitus (PK:n ohella) on alentanut kasvua, sen ollessa 1,10 %:a tai vähemmän, kasvu on lisääntynyt ja turpeen typpipitoisuuden ollessa välillä 1,31 %:a ja 1,87 %:a typpilannoituksella ei ole ollut merkitystä.

#### Maatuneisuus

Maatuneisuus sekä turpeen kokonais- ja ammoniumtyppi korreloivat voimakkaasti positiivisesti keskenään (kuva 6). Tämän vuoksi on ymmärrettävää, että em. tutkimuksessa puiden pituuskasvu lisääntyi maatuneisuuden myötä (kuva 7). Maatuneisuuden osalta oli todettavissa sama kuin ammonium- ja kokonaistyyppipitoisuudenkin osalta. PK-lannoitetuilla koaloilla pituuskasvu lisääntyi, mutta NPK-lannoitetuilla vähentyi maatumisasteen kohotessa. Eri tavoin lannoitetuille koaloille laskettujen suorien (kasvu maatumisasteen funktiona) leikkauspisteessä maatumisaste oli 2,7 (v. Postin mukaan).



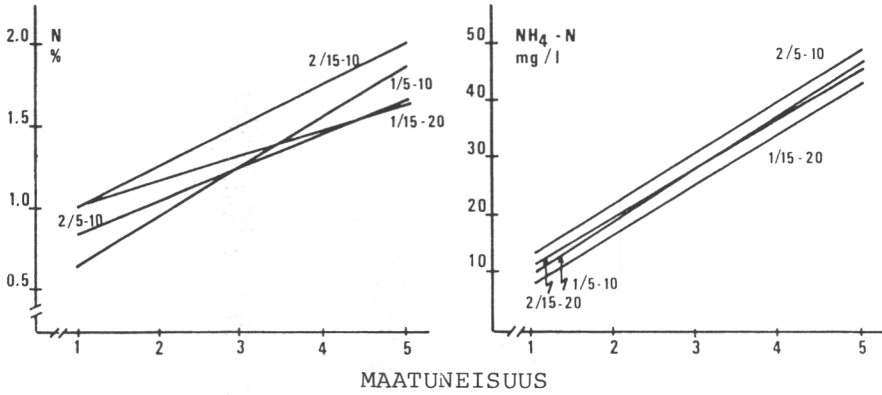
Kuva 5. Lannoituksen vaikutus taimien pituuteen eri kokeissa.

Taulukko 7. NPK-lannoituksen vaikutus männyn kasvuun PK-lannoitukseen verrattuna erilaisten turpeen totaalityppipitoisuuksien yhteydessä eräiden tutkimusten mukaan. (Kaunisto 1982).

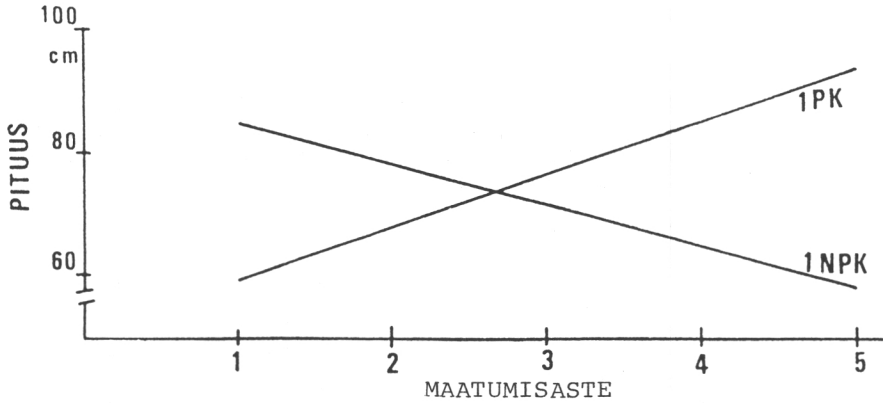
Tutkimus	N %	Vaikutus
Huikari & Paarlahti 1966	1,38	Ei
Kaunisto 1971	0,35	+
"	1,10 <sup>1)</sup>	+
"	1,90	-
Kaunisto 1972	0,63	+
Kaunisto 1979	1,31	Ei
"	1,87	Ei
Kaunisto 1982 <sup>2)</sup>	1,05 <sup>1)</sup>	+
"	1,12 <sup>1)</sup>	+
"	0,87	+
"	1,99	-

1) Ei tilastollisesti merkitsevä

2) Koekenttien keskiarvojen perusteella



Kuva 6. Turpeen totaali- ja NH<sub>4</sub>-typen riippuvuus turpeen maatumisasteesta (V. POSTIN mukaan). Numerot = Koe/Turvekerros.

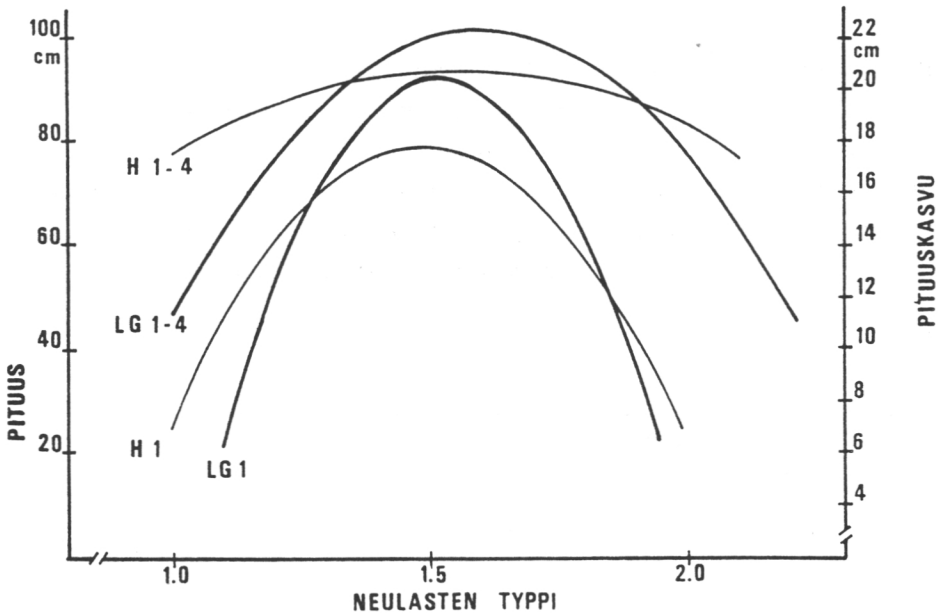


Kuva 7. Taimien pituuden riippuvuus turpeen maatumisasteesta (V. POSTIN mukaan) kokeen 1 PK- ja NPK-lannoitetuilla koealoilla.

## 4. PUUSTO

## 41. Neulasten typpipitoisuus

Kun puiden ravinnetalous muutoin on tasapainoinen, kuvaa neulasten typpipitoisuus verrattain hyvin puuston senhetkistä typen tarvetta. Typen puutosrajaksi ovat Paarlahti ym. (1971) esittäneet neulasten typpipitoisuuden 1,31 % ja Raitio (1978) 1,30 %. Neulasten optimaalinen typpipitoisuus on luonnollisesti korkeampi. Kauniston (1982) keräämässä aineistossa neulasten optimaalinen typpipitoisuus vaihteli välillä 1,47-1,60 (kuva 8). Mainittuja arvoja alemmilla neulasten typpipitoisuuksilla voidaan siis mäntytaimikoissa olettaa saatavan typpilannoituksella (fosforin ja kaliumin ohella annettuna) kasvunlisäystä, kuitenkin sitä vähemmän, mitä lähempänä näitä arvoja neulasanalyysiarvot ovat.



Kuva 8. Taimien pituuskasvun ja koko pituuden (H) v. 1978 riippuvuus neulasten typpipitoisuudesta kokeessa 1 ja kaikkien kokeiden yhteisanalyysissä.

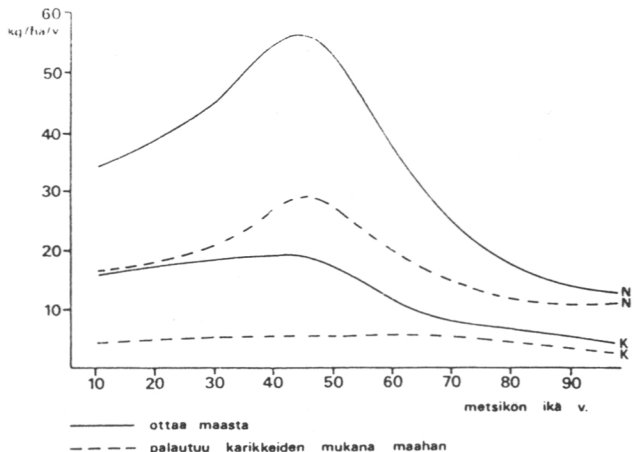
## 42. Puulaji

Kauniston (1982) aineistossa on tarkasteltu turpeen typpitalouden merkitystä mäntytaimikossa. Puulajien typpentarve vaihtelee kuitenkin varsin runsaasti. Kivennäismaiden lannoituskokeiden perusteella Viro (1974) totesi, että mänty tarvitsee vähemmän typpeä kuin koivu ja koivu taas vähemmän kuin kuusi. Mänty- ja koivumetsiköiden ravinteiden kiertokokeisiin perustuen Mälkönen (1974 ja 1977) totesi koivun käyttävän yli kaksinkertaisen määrän typpeä tuotettua kuiva-aineyksikköä kohden mäntyyn verrattuna. Vielä enemmän typpeä käyttää esim. energiapuuntuotannossa kokeillut pajulajit (Pohjonen 1980, Kaunisto 1983). Brittein saarilla karulla kasvualustalla *Pinus contorta* kasvaa tyydyttävästi ilman typpilannoitusta, kun taas *Picea sitchensis* tarvitsee kasvaakseen typpilannoituksen 3-4 vuoden välein (Dickson & Savill 1974). Turpeen typen riittävyys biomassan tuotantoon joudutaan näin ollen määrittämään puulajikohtaisesti.

## 43. Puuston kehitysvaihe

Edellä esitetyt tulokset (kts. Kaunisto 1982) on saatu taimikkovaiheen metsiköistä. Tällöin puuston ravinteiden käyttö on pienimmillään kohoten puuston kasvun lisääntyessä. Kasvun kulminaatiovaiheessa myös puuston typen tarve on suurin (kuva 9, Remetzov 1965) ja tällöin puuston kasvualustalle asettamat typpitalousvaatimukset ovat taimikkovaihetta suuremmat.

Kuva 9. Männikön ravinteiden käyttö puuston eri kehitysvaiheissa (Remetzov 1965).





## 5. PÄÄTELMIÄ

Edellä on tarkasteltu mahdollisuuksia selvittää puuston typpilannoituksen tarvetta pintakasvillisuuden, maasta mitattujen suureiden ja neulasten typpipitoisuuden avulla.

Ojituksen ikääntyessä pintakasvillisuus on jatkuvassa muuttumistilassa, johon mahdollinen lannoitus vielä aiheuttaa omia hyvinkin voimakkaita muutoksiaan. Pelkästään pintakasvillisuuteen perustuva typpilannoitustarpeen arviointi saattaa näin muodostua vaikeaksi. Esitetyn perusteella männyn taimikon typpilannoitustarvetta voidaan kuitenkin verrattain hyvin arvioida turpeen kokonais- ja ammoniumtyppipitoisuuden, maatuneisuuden, samoin kuin neulasten typpipitoisuudenkin avulla.

Neulasten typpipitoisuus ilmaisee lähinnä näytteenottohetken typpitilanteen (edellyttäen, että ravinnetalous muutoin on kunnossa), mutta sillä ei ole pitemmän aikavälin ennustearvoa. Sen sijaan turpeen kokonaistypen määrä samoin kuin maatuneisuuskin kuvaavat paremmin turpeen potentiaalista mineraalitypen tuottamiskykyä. Näillä suureilla on sen vuoksi ennustearvoa puuston typpilannoituksen tarvetta arvioitaessa pitemmälläkin aikavälillä.

Ajateltaessa samaa aluetta puuston kehittyessä vähitellen taimikkovaiheesta eteenpäin myös turpeen maatumisaste kohoaa mikrobiston hajoitustoiminnan tuloksena. Näin ollen turpeen potentiaalinen kyky tuottaa lisääntyviä määriä typpeä kasvaa samanaikaisesti, kun puuston typenkäyttö lisääntyy. Toisaalta turpeen sisältämä typen kokonaismäärä (kg/ha) samanaikaisesti vähenee (Karsisto 1979) ja vaikeasti hajaantuvien typpiyhdisteiden osuus kasvaa.

Tutkituissa tapauksissa on ilmeistä, että nuori (7 v) männyn taimikko sai turpeesta riittävästi mineraalityppeä verrattain alhaisissakin turpeen kokonaistyppipitoisuuksissa (1,15 % 5-10 cm:n kerroksessa). Toisaalta voitiin todeta, että turpeen sisältäessä runsaasti typpeä, typen lisääminen lannoittamalla

saattaa jopa huonontaa taimien pituuskasvua. Väliin jää verrattain laaja turpeen typpipitoisuusalue, jossa typpilannoituksella ei ole merkitystä. Tällä alueella typpeä voidaan lisätä aiheuttamatta haittavaikutuksia, mutta koska toisaalta kasvu ei lisäännä, se ei ole taloudellisesti järkevää.

Pyrittäessä soveltamaan tuloksia käytäntöön tulee muistaa, että saadut tulokset perustuvat verrattain pieneen männyntaimikosta kerättyyn aineistoon eivätkä siten ole sellaisinaan sovellettavissa esim. varttuneempaan puustoon tai muuhun puulajiin. Esim. Paavilainen (suullinen tieto) on Pohjanmaalta keräämässään aineistossa todennut varttuneen rämemännikön kasvun lisääntyneen pelkällä typpilannoituksella verrattain korkeissakin turpeen kokonaistyppipitoisuuksissa (kokonaistyyppi n. 2,2 %).

Turpeen ominaisuuksien käyttämiseksi puuston typpilannoitustarpeen ilmentäjänä tarvitaan edelläesitetyn kaltaisia tutkimuksia erilaisissa puustoissa ja eri puulajeilla, ennenkuin voidaan antaa käytännölle selviä ohjearvoja.

## KIRJALLISUUS

- ALEXANDER, M. 1967. Introduction to soil microbiology. New York, p. 472.
- CAJANDER, A. K. 1909. Über Waldtypen. Acta For. Fenn. 1.1:1-175.  
" 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta For. Fenn. 2. 3:1-208.
- DICKSON, D. A. & SAVILL, P. S. 1974. Early Growth of Picea sitchensis (Bong.) Carr. on Deep Oligotrophic Peat in Northern Ireland. Forestry 47, (1):57-88.
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus. Helsinki. p. 68.
- KARSISTO, K. 1974. On the duration of fertilization influence in peatland forests. Int. Symp. Forest Drainage. Proc. 1974 Jyväskylä, Finland. 309-321.
- KARSISTO, M. 1979. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikrobien aktiivisuuteen suometsissä. Osa II. Tuhkalannoituksen vaikutus. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing micro-organisms in forested peatlands. Part II. Effect of ash fertilization. Suo 30, (4-5):81-91.
- KAUNISTO, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla Kasvihuoneessa suoritettu tutkimus. Summary: Effect of fertilization, soil preparation, and distance of water level on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings on peat. A study performed in greenhouse. Commun Inst. For. Fenn. 75.2:1-70.
- " 1977. Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla. Summary: Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic Sphagnum bogs. Folia For. 317:1-31.
- " 1982. Afforestation of peat cut-away areas in Finland. Proc. Int. Symp. IPS commissions IV and II Minsk 1982:144-153.

- KAUNISTO, S. 1982. Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. Seloste: Männyn istutustaimien kehityksen riippuvuus eräistä turpeen ominaisuuksista sekä lannoituksesta, muokkauksesta ja kalkituksesta ojitetuilla avosoilla. Commun. Inst. For. Fenn. 109 painossa.
- " 1983. Koripajun (Salix viminalis) biomassatuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö eri tavoin lannoitetuilla turpeilla kasvihuoneessa. Summary: Biomass production of Salix viminalis and its nutrient and water consumption on differently fertilized peats in greenhouse. Folia For. Käsikirjoitus.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Commun. Inst. For. Fenn. 84(5):1-87.
- " 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku eräässä koivikossa. Commun. Inst. For. Fenn. 91(5):1-35.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisestä. Commun. Inst. For. Fenn. 74.5:1-58.
- PAAVILAINEN, E. 1977a. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. Folia For. 327:1-32.
- " 1977b. Männyn istutus suopeltojen metsityksessä. Abstract: Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields. Folia For. 326:1-27.
- " 1979. Jatkolannoitus runsastyypisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. Folia For. 414:1-23.

- PAAVILAINEN, E. & SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 86.4.1-70.
- POHJONEN, V. 1980. Energiapajujen viljelystä vanhoilla turvetuotantoalueilla. Summary: On the energy willow farming on the old peat industry areas. Suo 31(1):7-9.
- POST, L. von, 1922. Sveriges geologiska undersöknings torvinventering och några as dess hittills vunna resultat. Sveriges Mosskulturforeningens Tidskr. 1.
- PÄIVÄNEN, J. 1970. Hajalannoituksen vaikutus lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuden kenttäkerrokseen. Summary: On the influence of broadcast fertilization on the field layer of the vegetation of open low-sedge bog. Suo 21(1):18-24.
- RAITIO, H. 1976. Muokkauksen, lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutuksesta rahkaisen lyhytkortisen nevan pintakasvillisuuden kenttäkerrokseen. Oulun Yliopisto, Kasvitieteen laitos.
- " 1978. Pääravinnelannoituksen vaikutus männyn neulasten rakteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla karulla avosuolla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 7.5:1-9.
- REMEZOV, N.P. & POGREBNIAK, P. S. 1965. Lesnow Potsvovedenie.
- SARASTO, J. 1962. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Seloste: Metsän kasvattamiseksi ojitettujen soiden luokittelusta. Acta For. Fenn. 74.5:1-57.
- VAHTERA, E. 1955. Metsänkasvatusta varten ojitettujen soitten ravinnepitoisuuksista. Referat: Über Nährstoffgehalte der für Walderziehung entwässerten Moore. Commun. Inst. For. Fenn. 45.4:1-108.
- WESTMANN, C.J. 1981. Fertility of surface peat in relation to the site type and potential stand growth. Seloste: Pintaturpeen viljavuustunnukset suhteessa kasvupaikkatyyppiin ja puuston kasvupotentiaaliin. Acta For. Fenn. 172:1-77.
- VIRO, P.J. 1974. Fertilization of birch. Seloste: Koivun lannoitus. Commun. Inst. For. Fenn. 81(4):1-38.

## MÄNNYNTAIMIEN KASVUHÄIRIÖT TAIMITARHOILLA

Hannu Raitio

Maamme taimitarhoilla on havaittu 1970-luvun lopulta lähtien, eritoten avomaalla kasvatetuissa paljasjuurisissa männyntaimissa kasvuhäiriöitä, joille on luonteenomaista kärkikasvupisteiden kuoleminen ja siitä seuraava lukuisien, uusien sivusilmujen puhkeaminen. Lopputuloksena tällöin on monilattvainen, pituus- kasvultaan tyrehtynyt, rehevä pensasmainen taimi. Muovihuoneessa kasvatetuissa männyntaimissa ilmiö ei ole aniharvoja poikkeuksia lukuunottamatta esiintynyt laaja-alaisena, vaan sitä on ilmennyt ainoastaan harvoissa yksittäisissä yksilöissä. Tämän- tyyppisiä kasvuhäiriöitä on toistaiseksi tavattu taimitarhoilla ainoastaan männyntaimilla.

Kasvuhäiriöt ilmenevät jo yksivuotiaissa avomaalla kasvatetuissa taimissa. Häiriöt ilmenevät useimmiten yksittäisissä taimissa tai pieninä laikkuina. Pahimmissa tapauksissa kaikki taimet ovat olleet häiriytyneitä. Epänormaalit yksilöt erottuvat normaalia lyhyempinä varsin selvästi taimipenkistä. Taimipenkissä, missä ilmenee kasvuhäiriöitä, yleensä myös itävyys on ollut varsin heikko, ts. kylvös on harva. Myöhemmässä taimikasvatus- vaiheessa koulituilla aloilla kasvuston epätasaisuus paljastaa usein kasvuhäiriöiden olemassaolon.

Kasvuhäiriö paljastuu useimmiten jo muutaman viikon kuluttua itämisestä. Tällöin on selvästi havaittavissa kärkikasvupisteessä nekroottisten solujen rykelmä, ts. kärkikasvupiste on kuollut. Kärkikasvupisteen kuolemista on seurauksena paitsi pituuskasvun tyrehtyminen, niin myös lukuisien uusien sivusilmujen puhkeaminen. Tällöin taimiin muodostuu vielä saman kesän aikana lukuisia latvakasvaimien asemasta kilpailevia tasaveroisia haaroja. Häiriön toistuessa seuraavina vuosina on tuloksena varsin monihaarainen taimi. Näyttää ilmeiseltä, että taimien on varsin vaikea löytää taimitarhaolosuhteissa normaalia kärkidominanssia, mikäli kärkikasvupiste kuolee ensimmäisenä kasvukautena. Vasta myöhemmin vuosien myötä metsään istutuksen jälkeen se näyttää mahdolliselta, mikäli taimi säilyy elossa.

Kasvuhäiriöisten taimien neulaset ovat 2A-1A-vaiheessa varsin reheviä, pitkiä, tummanvihreitä ja eri tavalla kiertyneitä. 1A-taimivaiheesta lähtien huomattavimpia mikroskooppisia oireita ovat solujen eriasteinen liikakasvu, solukoiden epäjärjestys sekä voimakas ontelomuodostus.

Epänormaalien taimien makro- ja mikroskooppinen oireisto muistuttaa suuresti aiemmin taimistovaiheessa todettujen männyn kasvuhäiriöiden oireita (ks. Raitio & Rantala 1977, Raitio 1979, 1981). Tähänastisten havaintojen pohjalta oireisto luonnehtii sekä boorin että molybdeenin puutetta (ks. Bergmann & Neubert 1976, Kolari 1979), joskaan pelkän oireiston pohjalta selvää syyllistä ei voida osoittaa, koska eri hivenravinteilla puutos- ja myrkytysoireet ovat hyvin samankaltaisia. Ilmiön luonne ja oireisto viittaavat kuitenkin ravinne-epätasapainoon ja mahdollisiin hivenravinnepuutoksiin. Vertailevissa ravinneanalyysissä on ilmennyt, kuten taulukosta 1 näkyy, että häiriytyneissä taimissa on ennenkaikkea korkeat rautapitoisuudet. Yleensä myös pääravinne-, lähinnä typpipitoisuudet ovat olleet arveluttavan korkeita (ks. Raitio & Rikala 1981). Joissakin tapauksissa myös mangaanipitoisuudet ovat olleet varsin korkeita.

Alakärpän ja Juuan taimitarhoilla, missä kasvuhäiriöilmiö on erittäin vakava ongelma, kasvualusta on ollut suhteellisen vähän orgaanista ainetta sisältävää tasarakeista hienoa hiekkaa tai karkeaa hietaa (taulukko 2). Tällöin vesitalouden nopeat vaihtelut ovat mahdollisia. Kasvualustan pH on kyseisillä taimitarhoilla  $4.0 \pm 0.3$ .

Alustavien ravinneanalyysien perusteella näyttää kuitenkin siltä, että kasvuhäiriöiden syynä taimitarhoilla ei olisi ainakaan absoluuttinen boorin puute. Myöskään Juuan taimitarhalla ke-sällä 1982 tehdyt alustavat boorilannoituskokeet eivät ole parantaneet riittävästi tilannetta. Molybdeenin osalta vertailevia ravinneanalyysijä ei toistaiseksi ole tehty. Runsaan rauta-, alumiini- ja mangaanitilanteen on todettu monissa tutkimuksissa vaikeuttavan kasvien molybdeenin saantia. Samoin kuivuus vaikeuttaa molybdeenin saantia. Taimitarhaolosuhteissa

Taulukko 2. Alakärpän ja Juuan taimitarhan maaperän lajitekoostumus (%).

Taimitarha	Orgaanista ainetta	Sora	Karkea hiekka	Hieno hiekka	Karkea hieta	Hieno hieta-saves
Alakärppä						
Palosuo	3.73	0.51	11.69	58.92	23.11	2.04
Aalikko	3.47	0.67	3.22	68.96	22.33	1.35
Juuka						
Lohko 24	3.35	0.39	1.74	10.72	73.73	10.07
Lohko 2	3.42	0.77	1.38	29.98	58.82	5.63

vaikeudet vesitaloudessa voivat olla seurausta maaperän huonosta fysikaalisesta rakenteesta ja/tai taimien juurten rakennemuutoksista - versoon nähden pieni juuristo, heikko mykoritsamuodostus, anatomialtaan vaurioitunut juuristo. Taimitarhoilla käytettävät sulfaattipohjaiset lannoitteet voivat vaikeuttaa myös taimien molybdeenin saantia, koska sulfaatti-ioni on molybdeenin kanssa kilpaileva ioni. Toisaalta sulfaatti alentaa maan pH:ta, jolloin molybdeenin käyttökelpoisuus laskee, ollen heikoimmillaan pH 4:ssä (Bergman & Neubert 1976, Mengel & Kirkby 1979, Amberger 1979).

Kasvuhäiriöiden oireisto, taimitarhamaiden fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet sekä taimista tehdyt vertailevat ravinnanalyysit viittaavat siihen, että kasvuhäiriöiden syynä olisi joko boorin tai molybdeenin puute. Puutteen ei välttämättä tarvitse olla absoluuttinen, vaan seurausta toisaalta runsaasta typpi-, rauta-, alumiini-, mangaani- ja sulfaattitilanteesta ja toisaalta vesitalouden nopeista vaihteluista. Sama syy on mahdollinen myös kivennäismailla ilmenneihin taimien kasvuhäiriöihin (kuva 1).

Koulinnan yhteydessä voidaan monilatvaisuutta vähentää valinnan avulla. Sillä ei kuitenkaan ongelmaa voida täysin poistaa, koska taimipenkissä, missä on ilmennyt kasvuhäiriöisiä taimia, myös ns. terveennäköiset taimet ovat enemmän tai vähemmän sai-

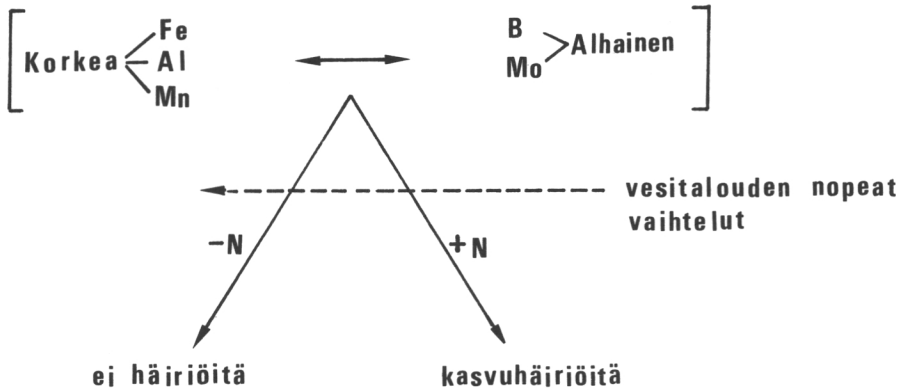


Taulukko 1. Männen taimien (1A) ravinnepitoisuudet eräillä taimitarhoilla syksyllä 1982.

Taimitarha	Alkuperä	Keruu- ajankohta	Häiriö- aste	N %	P mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	Fe ppm	B ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Mo ppm	Al ppm
Keuruu	Konginkangas	16.9.82	Terveet	2.42	2.80	10.4	1.46	1.22	82	23.7	7.3	52	606	-	-
Alakärppä	Ylitornio	16.9.82	Terveet vaurioituneet	2.96	3.06	11.1	0.90	1.10	101	21.1	7.0	61	628	-	-
Patama	Herrasanaho	16.9.82	Terveet vaurioituneet	2.74	2.86	13.4	1.20	0.87	289	17.6	11.5	87	344	-	-
"	"	16.9.82	Huonot	2.76	2.79	13.0	1.42	0.93	506	18.7	11.2	98	322	-	-
Juuka	Juuka	13.9.82	Huonot	2.50	3.07	12.2	2.19	1.22	272	51.7 <sup>1)</sup>	10.8	171	901	-	-
Luontaisesti syntyneet taimet, Karvia, VT, 27.7.1982. Alueella runs. kasvuhäiriöitä Analysoidut taimet 'terveennäköisiä'															
				1.54	1.95	6.7	1.71	0.97	31.6	9.5	5.5	43.2	158	0.025	263
														alle	

1) Lannoitettu soluboorilla kesällä 1982

raita. Tällöin koulinnan jälkeen häiriö voi puhjeta ulospäin näkyväksi. Jos taas koulitaan täysin terveitä taimia ongelmalueille, niin häiriöt eivät ilmene taimitarhavyöhykkeessä lainkaan, mutta saattavat tulla esiin ensimmäisinä vuosina metsään istutuksen jälkeen. Käytännön viljelyssä lisäämällä maatumatonta rakkurvetta kasvualustaan sekä alentamalla lannoitustasoa on saatu positiivisia tuloksia häiriöiden torjumiseksi.



Kuva 1. Hypoteesi taimien kasvuhäiriöiden synnystä.

#### KIRJALLISUUS

- AMBERGER, A. 1979. Pflanzenernährung. 237 s. Stuttgart. Eugen Ulmer GmbH & Co.
- BERGMANN, W. & NEUBERT, P. 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen. 711 s. Jena. Gustav Fischer Verlag.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. 1979. Principles of plant nutrition. 593 s, Bern. International Potash Institute.
- RAITIO, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms. Folia For. 412:1-16.

- RAITIO, H. 1981. Pääravinlannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla. Summary: Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog. *Folia For.* 456:1-10.
- " & RANTALA, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine. Description and interpretation. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(1):1-29.
- " & RIKALA, R. 1981. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 15:1-28.

## YLI 10-VUOTIAIDEN MÄNTYTAIMIKOIDEN TILA LÄNSI-SUOMESSA

Kaarlo Kinnunen

### Aineisto

Esitys on yhteenveto kahdesta tutkimuksesta, jotka tehtiin Satakunnan, Pirkka-Hämeen, Etelä-Pohjanmaan ja Vaasan piirimetsälautakuntien alueella 1979-80. Toisessa tutkimuksessa inventoitiin ryväsotannalla, 4 m<sup>2</sup>:n koealaa käyttäen, 91 istutustaimikkoa, jotka oli viljelty 1969. Kylvötaimikoita tutkittiin 38 kpl ja luonnontaimikoita 27 kpl. Näiden inventoinnissa käytettiin linjoittaista otantaa ja 10 m<sup>2</sup>:n koealakokoa, jolle kehityskelpoiseksi hyväksyttiin enintään kolme tainta. Pääosa kylvötaimikoista oli viljelty samana vuonna kuin istutustaimikot, samaten suurimmalla osalla luonnontaimikoista hakkuusiemenpuuasentoon oli tehty 1968-69. Koska kaikki kylvö- ja luonnontaimikot olivat mäntyaloja, istutustaimikoistakin tarkastellaan tässä yhteydessä vain mäntyaloja samoilla metsätyypeillä, joilla kylvö- ja luonnontaimikot sijaitsivat. Eniten tutkittuja aloja oli puolukkatyypillä ja toiseksi eniten mustikkatyypillä (taulukko 1). Istutus- ja kylvötaimikot oli perustettu suurelta osin (70 ja 60 %) entisiin kuusivaltaisiin metsiköihin ja luonnontaimikoistakin 20 %. Istutusaloilla humuskerros oli paksumpi kuin kylvö- ja luontaisilla aloilla.

### Taimikoiden tiheys

Mustikka- ja kanervatyypin istutus- ja kylvötaimikoissa oli keskimäärin yhtä paljon kehityskelpoisia viljelytaimia (kuva 1). Puolukkatyypillä kylvötaimikoissa niitä oli vähän enemmän kuin istutustaimikoissa. Puolukkatyypillä myös kehityskelpoisten taimien yhteismäärä oli kylvötaimikoissa vähän suurempi kuin istutus- ja luonnontaimikoissa. Mustikkatyypillä eniten kehityskelpoisia taimia oli luonnontaimikoissa, kanervatyypillä puolestaan istutustaimikoissa. Kaikenkaikkiaan voidaan todeta, että kehityskelpoisten taimien määrät olivat hyvin lähellä toisiaan eri tavoin uudistetuissa taimikoissa, kun viljelytaimikoissa otettiin mukaan kehityskelpoiset luonnontaimet.

Taulukko 1. Taimikoiden metsätyyppijakauma (kpl).

	OMT	MT	VT	CT	Yhteensä
Istutus	-	10	41	2	53
Kylvö	2	11	15	10	38
Luontainen	-	3	19	5	27

Taulukko 2. Taimikon hyvyysluokan määrittäminen taimien lukumäärän ja metsätyyppin perusteella.

Metsätyyppi	Taimikon kehityskelpoisuus		
	Hyvä	Välttävä	Heikko
MT + OMT	> 1600	1600 - 1000	< 1000
VT	> 1400	1400 - 900	< 900
CT	> 1200	1200 - 800	< 800

Taulukko 3. Taimikoiden jakautuminen hyvyysluokkiin kasvupaikoittain (%).

		Hyvä	Välttävä	Heikko
MT+OMT	Istutus	50	50	-
	Kylvö	46	46	8
	Luontainen	100	-	-
VT	Istutus	75	15	10
	Kylvö	80	20	-
	Luontainen	68	21	11
CT	Istutus	100	-	-
	Kylvö	70	20	10
	Luontainen	80	20	-
Keskim.	Istutus	72	21	7
	Kylvö	65	30	5
	Luontainen	74	19	7

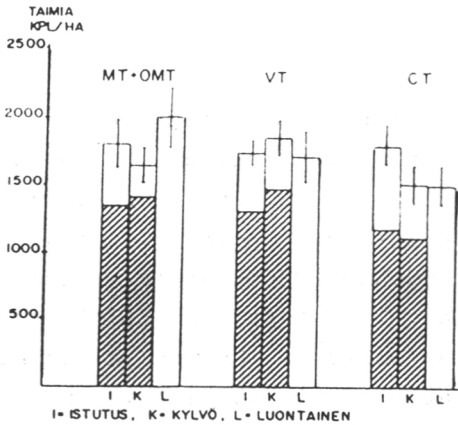
Taimikot jaettiin hyvyysluokkiin hehtaariohtaisen taimimäärän perusteella (taulukko 2). Käytetyn luokittelun mukaan heikkoja taimikoita oli varsin vähän ja valtaosa taimikoista oli hyviä (taulukko 3). Pienet erot uudistamismenetelmien välillä olivat samansuuntaisia kuin kehityskelpoisten taimien keskimäärässäkin.

#### Taimikoiden pituus

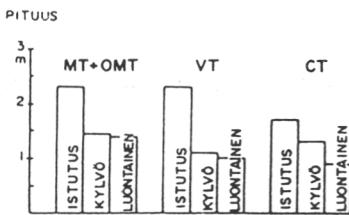
Kylvötaimikoiden keskipituus oli 11 kasvukauden kuluttua viljelystä keskimäärin 0,4-1,2 metriä pienempi kuin istutustaimikoiden (kuva 2). Vertailuna käytetyt istutukset oli pääosin tehty 2A+1A- ja 1M+1A-taimilla, joten pitusero on likimain viljelyiän edellyttämä kuitenkin siten, että yksi kasvukausi muovihuoneessa vastaa kahta kasvukautta avomaalla. Luonnontaimikoiden keskipituus jäi hiukan kylvötaimikoista jälkeen. Kuvahakoilla kankailla keskipituus vaihteli 0,4-2,1 metrin ja kuvilla kankailla 0,5-1,1 metrin välillä. Keskipituuden suureen vaihteluun on syynä se, että uudistusaloille oli syntynyt taimia jo ennen uudistushakkuita. Samaten vaihtelua aiheuttivat esim. maanmuokkaus, soistuneisuus ja taimien kunto.

#### Taimien elinvoimaisuus ja tekninen laatu

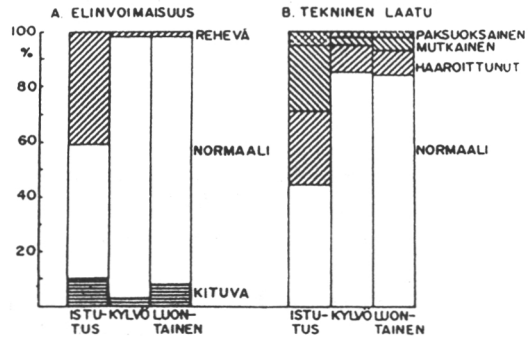
Kehityskelpoisissa istutustaimissa oli selvästi eniten reheviä taimia, kylvötaimissa puolestaan oli vähiten kituvia taimia (kuva 3A). Kylvö- ja luonnontaimissa oli vähän reheviä taimia. Istutustaimissa oli selvästi enemmän teknisiä laatuviikoja kuin kylvö- ja luonnontaimissa (kuva 3B). Yleisin laatua heikentävä tekijä oli rungon haaroittuminen. Mutkaisuus oli istutustaimissa lähes yhtä yleistä kuin haaraisuus, kylvö- ja luonnontaimissa sensijaan selvästi harvinaisempi. Paksuoksisiksi luokitettiin viisi sadasta istutustaimesta ja kaksi sadasta kylvö- ja luonnontaimesta. Istutustaimien rehevyys ei sinänsä aiheuttanut heikkoa laatua, rehevissä istutustaimissa oli jopa eniten tekniseltä laadultaan normaaleja taimia ja kituvissa vähiten (taulukko 4). Tämä johtui rehevien taimien vähäisestä haaroittumisesta; mutkaisuutta, paksuoksisuutta ja paksutyvisyyttä niissä oli eniten.



Kuva 1. Kehityskelpoisten viljelytaimien määrä (vino-viivoitettu) ja kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä. Jana pylvään päässä kuvaa keskiarvon keskivirhettä.



Kuva 2. Taimikoiden keskipituus eri metsätyypeillä.



Kuva 3. Taimien elinvoimaisuus ja tekninen laatu.

### Tuhonaiheuttajat

Yleisimmät tuhonaiheuttajat olivat vesottuminen, heinittyminen, jättöpuut, männynversoruoste, männynkariste, lumikariste, hirvi ja liika märkyys. Hyönteistuhoja tavattiin satunnaisesti, pääasiassa pihkakääriäisen tuhoja. Yleisesti ottaen taimikot olivat varsin terveitä, eikä niissä esiintynyt laaja-alaisia tuhoepidemioita, vaan tuhot ilmenivät enimmäkseen yksittäisissä taimissa. Istutustaimikoiden kehityskelpoisissa taimissa oli enemmän viallisia (35 %) kuin kylvö- ja luonnontaimikoiden taimissa (4-5 %). Tämä johtunee suurelta osin siitä, että viimeksimainituissa voitiin paremmin valita terveitä taimia, kun taas istutustaimissa valintamahdollisuus oli pienempi. Ilmeistä myös on, että eri määrittäjän toimesta istutustaimikoissa kirjattiin tarkemmin pienetkin vioittumat.

## Taimikoiden hoito

Perkausta/harvennusta oli tehty eniten ja sitä arvioitiin myös jatkossa tarvittavan eniten (taulukko 5). Istutustaimikoita oli perattu eniten ja luonnontaimikoita vähiten. Perkaustarve puolestaan oli suurin kylvötaimikoissa ja pienin luonnontaimikoissa. Istutustaimikoita oli täydennetty eniten ja niinpä täydennystarve niissä oli vähäinen. Istutustaimikot olivat jo kooltaankin huonosti täydennykseen sopivia. Kylvö- ja luonnontaimikoita ei oltu juuri täydennetty, joten tarve täydennykseen oli etenkin kylvötaimikoissa melko suuri. Uusintaviljelyä ei oltu tehty lainkaan, tarvetta sensijaan oli jonkin verran, eniten istutustaimikoissa.

Taulukko 4. Istutustaimien tekninen laatu elinvoimaisuusluokittain.

Elinvoimaisuus	Normaali	Paksu-tyvinen	Haaroittunut	Mutkainen	Paksu-oksainen
Kituva	19	-	63	18	0
Normaali	47	0	30	20	3
Rehevä	52	2	12	25	9

Taulukko 5. Tehdyt ja tarpeelliseksi arvioidut metsänhoitotyöt, prosenttia pinta-alasta.

	Tehty			Arvioitu tarpeelliseksi		
	Istutus	Kylvö	Luont.	Istutus	Kylvö	Luont.
Perkaus/harvennus	75	51	20	43	59	18
Täydennys	16	0	-	1	27	15
(Uusinta)viljely	-	-	-	8	5	4



## Päätelmät

Kylvö- ja luonnontaimikot inventoitiin samalla menetelmällä saman työryhmän toimesta, joten niiden vertailukelpoisuus on varsin hyvä. Sensijaan istutustaimikoissa käytettiin hieman eri menetelmää ja eri työryhmää. Siksi on selvää, että etenkin silmävaraisten luokittelujen osalta istutustaimikoiden vertaamiseen muihin on suhtauduttava varoen. On muistettava myös, että käytännön työssä eri uudistusmenetelmät hakeutuvat samankin metsätyypin puitteissa esim. entisen metsän osalta erilaiselle kasvupaikalle, joten inventointitutkimuksella ei saada suoraa vastausta, miten eri uudistamismenetelmät soveltuvat samanlaiselle kasvupaikalle. Tämän kysymyksen selvittämiseen soveltuu kokeellinen tutkimusmenetelmä paremmin. Suuntaantavaa ja nimenomaan kokeellista tutkimusta täydentävää tietoa inventointitutkimuksella kuitenkin saadaan. Samalla se kartoittaa myös sitä, kuinka hyvin käytännössä on onnistuttu uudistamismenetelmän valinnassa.

Mitattuja suureita olivat taimimäärä ja pituus. Kehityskelpoisten taimien määrä oli eri uudistamismenetelmiä käytettäessä varsin sama. Pituudessa oli selvä ero istutustaimien hyväksi, mikä selittyy suurimmaksi osaksi taimien iällä. Istutustaimet olivat viljelyiän (2-3 vuotta) verran vanhempia kuin kylvötaimet. Luonnontaimien keskipituus jäi vain hiukan kylvötaimista jälkeen, joten uudistuminen oli tapahtunut varsin nopeasti ja osittain taimiaines oli jo valmiina ennen siemenpuuhakkuuta.

Arvioitaessa taimien elinvoimaa ulkonäön perusteella eniten reheviä taimia oli istutustaimikoissa, mutta myös eniten teknisesti laadultaan vikaisia taimia. On vaikea sanoa, mikä ennustearvo näin varhaisessa vaiheessa tehdyllä laatuarviolla on taimikosta saatavan tukkipuuston lopulliseen laatuun nähden. Kiintoisaa oli kuitenkin, että luonnon- ja kylvötaimien välillä laatueroa ei tässä vaiheessa havaittu, sensijaan istutustaimiin ero oli selvä. Tämä merkitsee sitä, että istutustaimikoiden jatkokasvatuksessa laatu- ja laatuolosuhteita joudutaan kiinnittämään enemmän huomiota kuin kylvö- ja luonnontaimikoissa.

## KUUSEN LUONTAISESTA UUDISTUMISESTA

Olavi Laiho

## Metsiemme kuusettuminen

Inventointien ansiosta tunnetaan metsiemme kehitys tällä vuosisadalla tarkasti (Kuusela 1972). Niinpä 1920-luvun alussa oli 10-vuotiaita taimikoita 7 %, mutta 40 vuotta myöhemmin oli 50-vuotiaita metsiköitä 28 %. Metsä ei välttämättä vanhene kalenterivuosien mukaan. Tärkeimpänä syynä tähän on kuusen sitkeys alikasvoksena ja sen taipumus muodostaa kaksijaksoisia metsiköitä (Nyyssönen 1963, Mikola 1965). Vallitsevan puuston alla olevaa alikasvosta ei ole tilastoitu "virallisena" taimikkona ja päällyspuustosta vapautuessaan se on usein ollut jo 20-40-vuotiasta.

Kuusta on itsenäisyytemme aikana hakattu runsaasti, välillä jopa vihaten (esim. kamppanja "kuusi pois kuivilta kankailta"). Silti sen määrä on suuresti noussut. Vuonna 1921 oli Etelä-Suomessa kuusta 28 % kuutiomäärästä ja 1951 39 %. 1960-luvulla se nousi 42 %:iin, jossa edelleen on. Etelä-Pohjanmaalla kuusta on 34 %, Satakunnassa 48 %, Pirkka-Hämeessä 54 % ja Uudellamaalla peräti 58 %.

Syynä kuusen lisääntymiseen on metsiemme luontainen puulajikehitys. Vuosisadan alussa oli paljon männyn ja koivun vallitsevia kaskimetsiä, joihin kuusialikasvos oli tunkeutumassa (Heikinheimo 1915). Sittemmin ovat valopuut ehtineet hävitä ja varjoa sietävä kuusi muuttua vallitsevaksi puustoksi. Kuusettumisen kulkua on yksityiskohtaisesti selvittänyt mm. Kalela (1952).

## Uudistuminen kuusikkoon

Kuusta on meillä mainittavasti viljelty vain viimeksi kaske-  
tuilla lepikköalueilla. Luontaisessa uudistamisessa kuusi on osoittautunut yllätykselliseksi puulajiksi. Uudistettaessa mentyä siemenpuuhakkuulla ei varhemmin juurikaan voitu käyttää

maanpinnan laikutusta. Se rajoitti männyn taimettumista etenkin moreenimailla, jotka tapaavat olla suhteellisen paksukunttaisia. Niille muodostui yleisesti kuusen taimikoita. Kuusen hyvä taimiminen männyn alla on jo pitkään ollut meillä tunnettu (Blomqvist sit. Pöntynen 1929).

Sotien jälkeen kuusta alettiin uudistaa monivaiheisin suojuspuuhakkuuin (Sarvas 1956). Tulokset muodostuivat odottamattoman huonoiksi. Aina ei vuosikymmenienkään seisottaminen johtanut taimettumiseen, (Mikola 1965), ainoastaan vajaatuottoisuuden lisääntymiseen tuulenkaatojen myötä.

Nykyisin kuusta uudistetaan edelleen suojuspuumenetelmällä. Edellytyksenä on, että alueella jo suojuspuuhakkuuseen ryhdyttäessä on runsaasti kehityskelpoisia taimia (Etelä-Suomen metsien...). Se parantaa menetelmän onnistumismahdollisuuksia, samaten kuin em. ohjeiden toivomus, että suojuspuusta olisi suotavaa vähintään joka neljännen olla mäntyä ja/tai koivua.

Kuusen uudistamiseen kuusikon jälkeen liittyy riski maan väsymisestä. Toisen sukupolven paksusammalkuusikko kasvaa vain 70 % siitä, mitä ensimmäinen (Siren 1955). Sama ilmiö pätee Etelä-Suomessakin, vaikkei vastaavia mittauksia olekaan. Esim. lepiköstä vapautettuna kuusi kasvaa ennätysmäisen hyvin, jopa metrin kasvaimin. Ennen pitkää kuusen piihappopitoinen karike johtaa maan happanemiseen, kunttautumiseen, ravinteiden lukkiutumiseen, kylmenemiseen, jopa soistumiseen. Samalla lahottajasisienet lisääntyvät ja viimeistään toisen kuusisukupolven päättyessä tilanne saattaa jo olla katastrofaalinen, kuten Etelä-Suomessa monin paikoin on nähtävissä.

Parhaiten kuusen pitkäaikaista kasvatusa kestävätkin lehdot ja lehtomaiset maat. Niin kauan kuin päällyspuusto niillä on tervettä ja hyväkuntoista sekä taimikko virkeätä, ei estettä kuusikon kasvattamiselle ole. Huonommilla kasvupaikoilla tulisi yhden kuusisukupolven riittää. Kaikissa tapauksissa tulisi kuusen taimikoissa säilyttää sekapuustoa mahdollisimman pitkään. Se suojaa kuusta hallalta ja paahteelta sekä parantaa maata. Etukasvuista koivua on helppo kasvattaa pitempäänkin, esim.

ensiharvennukseen asti, ellei katsota taloudelliseksi kasvattaa sitä koko kiertoaikaa.

#### Uudistuminen muihin metsiköihin

Metsässä liikkussa saa helposti vaikutelman, että elinvoimaisia kuusen taimia on kaikkialla muualla paitsi kuusikoissa. Niihinkin toki taimia syntyy, mutta ne kuolevat pääosin nuorena, ns. vaihtuvana taimiaineena (Sarvas 1956). Parhaat eloonjäämismahdollisuudet niillä on lehtomaisilla ja lehtomaille, joilla ne ovat myös suhteellisen hyväkuntoisia. Tiheään kuusikon varjosta vapautettuina ne ovat aina vaarassa kuolla auringonpaahteeseen.

Muiden puulajien metsiköihin kuusi taimettuu erityisen hyvin, tietenkin edellyttäen, että siementävää puustoa on riittävän lähellä. Näin kuusettuneilla alueilla yleensä on laita, etenkin monivivahteisissa ja pienikuvioisessa yksityismetsässä. Taimet saattavat tuhoutua ruohojen ja heinien alle, mutta mänty ja lehtipuuteivät kuusta pahoin varjosta. Tästä syystä alikasvotaimien kunto on, tiheimpiä lepiköitä lukuunottamatta hyvä tai tyydyttävä. Pituuskasvu sensijaan voi olla hyvinkin vähäinen, jos päällyspuusto on tiheää ja kasvupaikka karu.

Kuusialikasvosta muodostuu lähes kaikille metsätyypeille, jopa kanervatyypille. Se on yleensä nuorempaa kuin päällysmetsä, syntynyt pahimman tiheikkövaiheen mentyä ohi. Edelleen sille on ominaista eri-ikäisyys, alikasvosta tapaa syntyä lisää vuosikymmenien kuluessa ja metsän väljetessä.

Ojitetuilla soilla kuusettuminen on sekä yleinen että tavoiteltu metsikkökehitys (Seppälä ja Keltikangas 1978). Kovilla mailla kuusialikasvosta on hakkuiden yhteydessä hyvän metsänhoidon vaatimusten mukaisesti raivattu. Usein alikasvos muodostuu paikalle nopeasti uudelleen. Viimeistään silloin on syytä pysähtyä miettimään raivauksen mielekkyyttä.

## Näkökohtia tuotoksesta

Nykyiset kuusikkomme ovat syntyneet alikasvoksesta. Se tulee valopuiden muodostamiin metsiköihin uudistamatta, säilyy hoidtamatta ja usein kehitys johtaa täysipainoiseen kaksijaksoiseen metsikköön, jossa sekä päällyspuusto että alikasvos, kumpikin erikseen olisivat riittävät muodostamaan vallitsevan puuston. Kaksijaksoinen metsä on realiteetti ja samalla monen metsänkasvattajan tavoite ja ihanne. Taulukossa 1 on pari esimerkitapausta. Koivikko on erittäin ylitieheä ja ollut kauan hakaamatta, männikössä on ollut jo väljennyshakkuu.

Taulukko 1. Hyvin kehittyneitä kaksijaksoisia metsiköitä. MT, Suomusjärvi.

Vallitseva puusto	Mänty	Rauduskoivu
Rinnankorkeusikä, v	75	80
Pituus, m	22-24	22-28
Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> /ha	18	32
Kuutiomäärä, m <sup>3</sup> /ha	190	360
Alikasvos	Kuusi	Kuusi
Rinnankorkeusikä, v	1-50	1-45
Pituus, m	1-17	1-15
Runkoluku, kpl/ha	1500	1600

Onko kaksijaksoisen metsikön kasvatus hyvää vai huonoa metsänhoitoa, valaisee osaltaan Isomäen (1979) tutkimus. Pyrolatyypin peltoon kylvetyneeseen männikköön muodostui runsaat 40 vuotta myöhemmin erittäin tiheä (20 000 kpl/ha) kuusialikasvos. Männikköä kasvatettiin tavanomaisin harvennuksin sekä alikasvoksen kanssa että ilman. Alikasvos hidasti männikön kehitystä 25 m<sup>3</sup>/ha eli kuutiometrin vuodessa. 10 vuotta päätehakkuun jälkeen alikasvos oli 13 metristä täysitiheää nuorta kasvatusmetsää. Sen biologinen ikä oli runsaat 45 vuotta ja se vastasi pituudeltaan 30-35 vuotiasta kuusikkoa eri kasvu- ja tuotos-taulukoiden mukaan. Vertailukoealalla kasvoi metrinen, hieman harva männyn istutustaimikko.

Viljelykustannusten vastaessa hyvinkin 25 m<sup>3</sup>:n kantohintaa voidaan yleispiirteinen vertailu tehdä em. tapauksessa suoraan taimikkojen kesken. Kuusikon etumatka on erittäin suuri, noin 30 vuotta ja sen edullisuus kiistaton. Jos istutus olisi tehty heti alikasvoksen synnyttyä, olisivat taimikot samankokoiset, mutta männikköä rasittaisivat viljelykustannukset. Alikasvoksen varttuminen on antanut sille toisin sanoen lähes vastaavan määrän vuosia etumatkaa viljelyvaihtoehtoon verrattuna. Näin siitäkin huolimatta, että alikasvos oli hyvin tiheä ja päällyspuuston ohella lienee hidastanut omaakin kehitystään. Valitettavasti vastaavanlaista vertailuaineistoa ei juurikaan ole enempää. Tämä aineisto viittaa siihen, että alikasvoksen ilmestyminen metsikköön ei ainakaan kasvu- ja tuotosopillisesti edellytä pikaista uudistamista, pikemminkin päinvastoin.

#### Alikasvoksen vapauttaminen

Alikasvoksen vapauttaminen on puhdasta määrämittahakkuuta, jos niin halutaan sanoa. Se on myös jatkuvaa kasvatusta, kirjaimellisestikin. Viimeistään sillä hetkellä, kun alikasvosta käydään vapauttamaan, käsitetään siihenastinen vallitseva jakso ylispuustoksi ja sen poistaminen on kasvatushakkuuta. Kalelan (1945) oppikirjassa kehoitetaan väljentämään päällä olevaa mäntyä ja odottamaan, kunnes kuusialikasvos tavoittaa lähimain sen pituuden. Uudistaminen suositeltiin tehtäväksi kuuselle keskitettyä harsintaa käyttäen. Selväpiirteisempää on antaa alikasvoksen edetä luontaisen puulajikierron mukaisesti puhtaaksi kuusikoksi ja ratkaista vasta aikanaan, mitä kasvattaa sen jälkeen. Luullakseni on mänty monasti jätetty kuusikkoon ylispuuksi siksi, että sen poistamista on pidetty harsintana.

Ihanteellinen menettely alikasvosta vapautettaessa olisi helikopterikorjuu. Puut nostettaisiin kannolta suoraan ilmaan, yhtään tainta ei vahingoittuisi. Tällaisin edellytyksen tuskin kukaan vastustaisi alikasvosten täysimääräistä hyödyntämistä. Helikopterin käyttö jäänee utopiaksi eikä hevosaikakauteenkaan liene paluuta. Liian usein on korjuussa käynyt niin, että lupaava taimikko on murskaantunut täysin. Eri vaihtoehdoista se on huonoin, päällyspuuston kasvu hidastuu ilman, että mitään

jää vastikkeeksi. Tähän tilanteeseen ei pidä tyytyä. Alikasvosten säästämällä on niin paljon voitettavissa, että siihen tulee kaikin mahdollisin keinoin pyrkiä.

Jo vanhastaan on totuttu korjaamaan istutuskuusten päältä pienikokoista verhopuustoa. Se onnistuu täysin tyydyttävästi. Tukkipuusto vahingoittaa taimikkoa enemmän, mänty ja koivu eivät kuitenkaan samassa määrin kuin suurilatvuksinen kuusi. Koivu luonnollisesti tulee kaataa lehdettömään aikaan. Talvella toimittaessa kaato tulee ajoittaa suojasäähän, pakkasella latvat katkeilevat vähäisestäkkin kosketuksesta. Pieniltä kuvioilta päällyspuusto voidaan kaataa ulospäin ja peltojen reunoista pellolle. Ajourat tulee suunnitella huolella ja suunnata latvukset mahdollisimman paljon niille. Hätätilassa voidaan toimia niinkin, että kaato ohjataan keskitetysti tiettyihin kohtiin, joista taimikko tuhoutuu, mutta vastaavasti muualla säästyy. Lopuksi kannattaa muistaa sekin, että monesti alikasvos on aivan liian tiheää rigeikköä (Pöntynen 1929) ja osan tuhoutuminen on vain hyödyksi.

Koskaan ei alikasvosta pidä harventaa eikä perata ennen vapauttamista, vaan vasta kun nähdään, mitä on jäljellä. Näin myös siinä tapauksessa, että vapautettavana on hakkuuikäinen metsä. Leimaus tulee suorittaa kahdessa vaiheessa, ensin ylispuut ja vasta niiden korjuun jälkeen mahdollinen harvennusleimaus. Se tosiasia, että vapauttaminen onnistuu parhaiten niiltä, joiden ammattitaito on vähäisin, eli metsänomistajilta paremmin kuin ammattimetsureilta, antaa viitteen siitä, mitä on saavutettavissa, jos todella yritetään.

Siinä lähiympäristössä, jossa itse olen varhemmin metsätyötä tehnyt ja sittemmin läheisesti seurannut, on kaikki luontaiseen puulajikiertoon sopivat terveet kuusialikasvokset käytetty hyväksi ja vapautettu. Työ on tehty em. ohjeita noudattaen eikä se kertaakaan ole epäonnistunut, vaikka mukana on ollut pystykauppojakin.

## Vapautettu alikasvos

Parhaimmillaakin vapautettu alikasvoskuusikko on ruma, vaurioitunut ja epätasainen, usein myös eri-ikäinen. Taulukon 2 esittelemä kuusikko on poikkeuksellisen eri-ikäinen (taimista tukkipuihin) ja pahoin koivun piiskaama. Lainvalvojan mieleen moinen näkyvä helposti tuo rauhoittamisen, jätemetsän paljaaksihakkuun ja viljelyn. Saman tyyppikuvion kaksi varttunutta kuusikkoa hakattiinkin paljaaksi ja viljeltiin männylle ja koivulle. Niiden alkukehitys on ollut hyvä, mutta niin on ollut alikasvoskuusikon toipuminenkin ja sen etumatka on tavoittamaton. Kiertöajan keskimääräinen kasvu ei voi jäädä pieneksi, jos se heti taimikon vapauttamisen jälkeisenä 10-vuotiskautena on  $8 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Taulukko 2. Saman tyyppikuvion eri lailla käsiteltyjen metsiköiden (A, B, C) alkukehitys. MT, Suomusjärvi.

Vuosi, toimenpide, tunnus	A	B	C
1970 Hakkuu, $\text{m}^3/\text{ha}$	Mänty 100 Koivu 100	Kuuski 300	Kuuski 200
Jäännöspuusto, $\text{m}^3/\text{ha}$	Kuuski 50	-	-
Edellisen kasvu, $\text{m}^3/\text{ha}$	2,3	-	-
1971 Lautasauraus	-	+	+
1972 Istutus	-	Rauduskoivu	Mänty
1982 Puusto, $\text{m}^3/\text{ha}$	Kuuski 147		
Kasvu vv. 1971-82, $\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$	8,1		
Keskkipituus, m		7	4

Edellinen esimerkki viittaa siihen, että alikasvosten ei tarvitse täyttää totunnaisia taimikoille asetettuja tiheys-, tasaisuus- ja kuntovaatimuksia (vrt. Osara 1936, Vuokila 1982). Muutaman metrin etukasvuisuus kompensoi monia puutteita. Eri-ikäisyys ei ole kuusella ehkä haittakaan, pikemminkin liiallinen tiheys ja tasapaisuus, jolloin päävaltapuut eivät pääse erottumaan (Pöntynen 1929). Jos taimikko on vapautuksen jälkeen liian harva, menee se vika nopeasti ja vähin kasvutappioiden ohi. Kuusi on hyvä lihomaan eikä sen laatuun tarvitse kiinnittää erityistä huomiota.



Kasvu- ja tuotostutkimuksissa on todettu, että mänty puolukkatyyppillä tuottaa kuusta enemmän. Verrattaessa jo olemassa olevaa kuusitaimikkoa vaihtoehtoon raivaus-muokkaus-männyn-viljely asetelma on aivan toinen (Vuokila 1977). Ei ole metsänhoidollinen virhe kasvattaa sukupolvi kuusta puolukkatyyppillä, jos hyväkuntoinen taimikko on sattunut syntymään. VT on laaja-alainen metsätyyppi ja käsittää hikeviäkin maita ja suhteellisen hyväkasvuisia kuusikoita. Huomattakoon lisäksi, että eräissä tyypilannoituskokeissa puolukkatyyppin kuusikot ovat antaneet jopa parhaan kasvunlisän (Saramäki ja Valtanen 1981).

### Muokkausalojen taimikot

Maanmuokkausaloilla on kehittynyt uudenlainen tilanne. Useimmiten on viljelty mäntyä, koivua tulee rikkoutuneeseen pintaan paljon luontaisesti, samoin myös kuusta (Taulukko 3). Vaikka mänty lähtisi hyvinkin, muodostuu koivu selvästi etukasvuiseksi. Kuusi sen sijaan juroo edellisten ja ruohon varjossa. Tällaisessa metsikössä on aineksia monenlaiseen jatkokehitykseen. Mielenkiintoinen kysymys on, voiko männyn ja koivun kanssa samanikäinen kuusi säilyä alikasvoksena riittävän elinvoimaisena ja muodostaa seuraavan puusukupolven. Tähän antaa valaisua Pöntyksen (1929) tutkimus. Raja-Karjalassa oli vuosisadan alussa runsaastikin kulo- ja kaskialueille samanaikaisesti männyn ja koivun kanssa syntyneitä kuusialikasvoksia, jopa satavuotiaitakin. Ylitiheinä ja runsaan päällyspuuston alla niiden kasvu oli vähäistä. Ajatellen tätä taustaa vasten koivun (Raulo 1981) ja männyn kasvatusta nykyisin kiertoajoin ja harvennuksin tuntuu mahdolliselta, suorastaan lupaavalta, kasvattaa seuraava sukupolvi edellisten kanssa samanikäisestä kuusesta.

Taulukko 3. Taimitilanne lautasauratulla nelivuotiaalla männyn istutusosalalla. MT, Suomensjärvi.

Puulaji	kpl/ha	Pituus, cm
Mänty	1800	90
Koivu	4000	150
Kuusi	6000	10

Kuusi on oikeaoppista metsänhoitoa "halveksien" sitkeydellään vallannut asemansa ja lisännyt merkittävästi metsiemme tuottoa. Tehokkaasti auttaen se pystynee vieläkin parempaan. Luontaisesti syntyneitä taimikoita ei saa tuhota, ne on opittava pelastamaan. Kaksijaksoinen metsä tulee nähdä tavoitteena eikä systeemeihin sopimattomana häirikkönä.

#### Kirjallisuutta

- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. Kml Tapio, 3/1981. 20 s.  
HEIKINHEIMO, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Acta Forestalia Fennica 4.
- ISOMÄKI, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. Folia Forestalia 392.
- KALELA, E.K. 1945. Metsät ja metsien hoito. WSOY, Porvoo.  
" 1952. Metsiemme kuusettumisesta erään esimerkin valossa. Comm. Inst. For. Fenn. 40.21.
- KUUSELA, K. 1972. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1964-70 sekä niiden kehittyminen 1920-70. Comm. Inst. For. Fenn. 76.5.
- MIKOLA, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistumisessa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 83(1):4-7, 16.
- NYSSÖNEN, A. 1963. Metsän ikärakenteen kehitys. Metsätaloudellinen aikakauslehti 80(12):508-510, 516.
- OSARA, N.A. 1936. Syrjäytämmekö metsänhoidollisissa hakkauksissamme eräitä taloudellisia näkökohtia? Metsätaloudellinen aikakauskirja ss. 237-243.
- PÖNTYNEEN, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksena Raja-Karjalan valtion mailla. Acta Forestalia Fennica 35.1.
- RAULO, J. 1981. Koivukirja. Gummerus, Jyväskylä.
- SARAMÄKI, J. ja VALTANEN, E. 1981. Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen. Folia Forestalia 479.
- SARVAS, R. 1956. Metsänhoidon tekniikka. Metsäkäsikirja 1:498-564.
- SEPPÄLÄ, K. ja KELTIKANGAS, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Suo 29(1):11-16.
- SIREN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä:

- Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta Forestalia Fennica 62.4.
- VUOKILA, Y. 1977. Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana. Folia Forestalia 324.
- " 1982. Antakaa luonnon auttaa. Metsä ja Puu 99(12):6-8.

## LAHON ALKUUNPÄÄSY PYSTYPUUSTON VAURIOISTA JA SEN ESTÄMINEN

Olavi Laiho

Hevosvetoisen metsätalouden aikakaudella ei pystypuuston ajo-  
vaurioita juurikaan syntynyt. Hakkuuvaurioita sen sijaan syntyi,  
vieläpä enemmän kuin nykyisin. Näin siksi, että paljaaksihakkuu  
oli vähäistä, varttuneiden puiden kerääminen poiminnanluonteises-  
ti yleistä ja jäävän puuston kunnostushakkuu saattoi jäädä teke-  
mättä.

Koneellistaminen on muuttanut tilannetta suuresti. Raskaat  
korjuukoneet vaurioittavat jäävää puustoa pahoin. Sulan maan  
aikana katkeavat märässä maassa ajourien kohdalta toisinaan kaik-  
ki juuret. Paljon vaurioita syntyy myös juurenniskan tienoille  
ja ylemmäksikin runkoon (Siren 1981). Lähivuosien laajat ensi-  
harvennukset tuovat vaurioitumisen yhä nuorempiin metsiköihin.  
Näin varsinkin, mikäli palstateiden välissä operoivat harvennus-  
monitoimikoneet yleistyvät. Vaurioita aiheuttaa myös pystypui-  
den karsiminen eikä kairaustakaan sovi tässä yhteydessä unohtaa.

Harvoin pelkkä mekaaninen vaurio aiheuttaa puunkäytön kannalta  
taloudellisia menetyksiä. Niitä aiheuttavat vaurioiden seuraus-  
vaikutukset. Kasvu vähenee ja puu saattaa kaatua tai kuivua  
pystyyn. Yleisin seuraustuho on lahon alkuunpääsy. Esim. kuu-  
sella vaurion seurauksena on lähes aina lahovika. Toisinaan  
se jää vähäiseksi, toisinaan se leviää vuodessa yli 50 cm, jopa  
lähes metrin. Isomäen ja Kallion (1974) aineistossa keskimää-  
räinen leviäminen oli 21 cm/v. Lahon leviämisenopeus riippuu  
tärkeältä osin siitä, mitkä pieneliöt kulloinkin ovat kysymyses-  
sä. Eräs pahimpia lahottajia on punainen verinahkasieni, joka on  
sekä yleinen että nopea vauriopuiden lahottaja (Kallio 1973, Roll-  
Hansen ym. 1981). Maannousemasieni sen sijaan ei iskeydy  
pystypuiden vaurioihin läheskään samassa määrin kuin vereksiin  
kantoihin.

Puuaineksen lahoasteen tarkan määrittämisen vaikeuden johdosta  
tavataan puhua värivioista. Ruskeaa värivikaa ja sen eri vivah-

teita voidaan pitää varsinaisena lahona (Hallaksela 1977, Bonnemman 1979). Sitä aiheuttavat monet vaaralliset puuta lahottavat kantasienet ja bakteeritkin. Sinistä värivikaa aiheuttavat sinistäjä sienet. Sinistymä voi olla hyvin tummaa, mutta myös aivan vaaleata, harmaatakin. Sinistymä ei heikennä puuta oleellisesti. Vaurio itsessään ja sen ympäristön pihkoittuminen estää veden nousun ja näin vaurioiden yläpuolella oleva mantopuu saattaa useiden metrien matkalta kuivua vaaleaksi, sydänpuuta muistuttavaksi. Läheskään aina siinä ei esiinny pieneliöstöä (Kallio 1973). Edellisten lisäksi voi esiintyä puun puolustautumisreaktioiden aiheuttamia värin muutoksia.

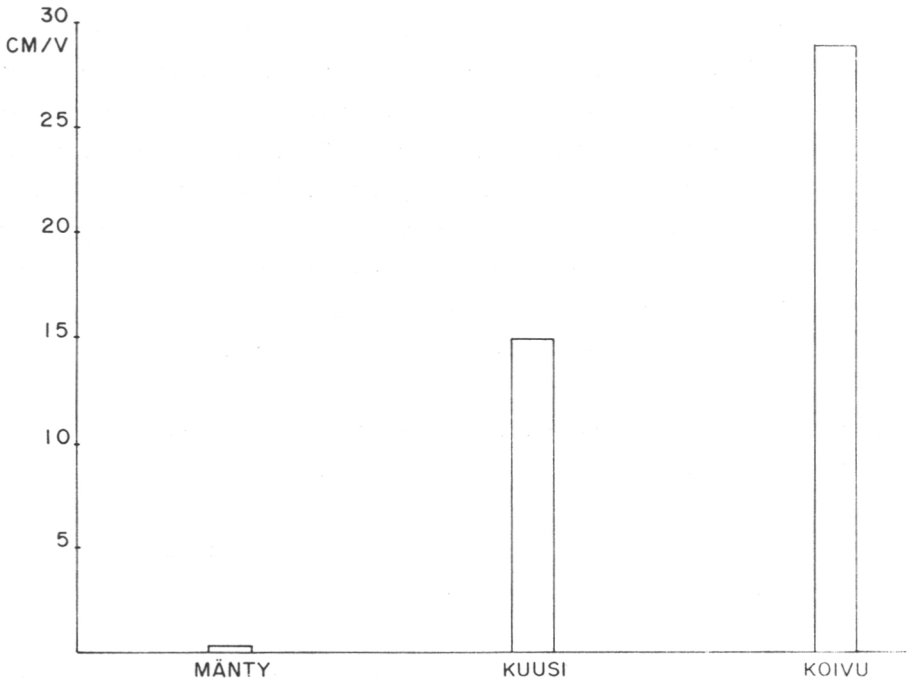
Tässä esiteltävissä tutkimuksissa meneteltiin siten, että selvät ruskeat sävyt erotettiin omaksi ryhmäkseen, siniset ja siniharmaat niinkään. Eräissä tapauksissa vm. yhdistettiin muutkin lievät väri viat, jolloin ryhmästä käytetään nimitystä vaalea. Valkea tarkoittaa sydänpuun väriseksi muuttunutta mantoa.

Äkillinen vaurioituminen on puun kannalta luonnoton. Lahonaiheuttajat pääsevät syvälle puun sisään ja aloittavat kasvunsa puun ehtimättä reagoida. Sen puolustusreaktiot vaikuttavat vasta myöhemmin, vuosien kuluttua. Erityiskysymyksiä, kuten puulajien lahonalttiutta, vaurioitumisen ajankohdan vaikutusta ym. seikkoja voidaan tutkia hieman lyhyemmässä ajassa.

#### Puulajin vaikutus

Tässä esiteltävien tutkimusten yhteydessä vaurioitettiin eri otteissa mäntyä, kuusta ja koivua. Vaurioita tehtiin sekä kirveellä että kasvukairalla. Vertailukelpoisten kokeiden tulokset on tiivistetty kuvaan 1.

Männyn vaurioittaminen johtaa ympäröivän puuainekseen voimakkaaseen pihkoittumiseen. Kairausreiän ympäristö pihkoittui muutaman sentin matkalta, mutta reikä itsessään ei välttämättä täyttynyt pihkalla. Pihkoittunut alue oli usein voimakkaasti sinistynyt. Toisinaan vaurion ympärillä havaittiin lievää vaaleanpunaista ja kellertävää värivikaa. Varsinaista lahoamiseen viittaavaa



Kuva 1. Ruskean värivian leviäminen kairausrei'istä ylöspäin. Kairaus rinnantasalle, syvyys 60 % puun säteestä. Kokeiden kesto 3-4 v. MT, puuston (mänty 50 kpl, kuusi 100 kpl, raudus+hies 50 kpl) ikä 50-80 v, Vesijaon ja Parkanon kokeilualueet.

värivikaa oli harvoin ja silloinkin pieninä, noin sentin läpimittaisina ylös-alassuunnassa edenneinä pylväänä. Niistä nopea- kasvaisin oli neljässä vuodessa levinnyt 15 cm:n verran. Voidaan näin ollen sanoa männyn puolustautumisreaktioiden hyvin tehokkaasti estävän lahon alkuunpääsyn ja leviämisen. Tämä on sopusoinnussa sen kanssa, että pihkan ohella mäntyä suojaavat sydänpuussa olevat pinosylviinit. Vastaavasti Vuokila (1976a, b) on todennut männyn kestävän hyvin sekä kairauksen että kuorta vahingoittavan karsimisen.

Koivu on männyn vastakohta suhteessaan vaurioihin. Värivika lähti liikkeelle välittömästi vaurioituksen jälkeen ja kahden kuukauden kuluttua se oli edennyt jo 3-5 cm sekä ylös- että alaspäin. Puolivuotisena värivika saattoi ylittää 30 cm ja

jo tässä vaiheessa siinä todettiin eräissä tapauksissa pehmeää lahoa. Pisimmälle levisi neljän vuoden tutkimusjakson aikana värivika 280 cm kairauksesta ylöspäin. Tämä antaa vuosileviämiseksi 70 cm. Keskimääräinen leviäminen oli 29 cm/v. Huomat- takoon, että värivika lähti poikkeuksetta kaikista vaurioista. Samoin oli laita Vuokilan (1976b) koivuaineistossa.

Kyseiset väriviat olivat kaikki ulkonäöltään oleellisesti samanlaisia. Värivian etenevässä kärjessä ja ulkoreunoilla oli hieman sinertävää vivahdetta, muilta osin väri oli punertava. Puuaineksen pehmetessä ja varsinaisen lahon muodostuessa väri vaaleni selvästi. Värivika oli samanlainen sydänpuussa ja man- nossa. Aivan uloinpaan mantoon ja vaurioituksen jälkeen muodos- tuneisiin vuosilustoihin se ei kuitenkaan levinnyt. Värivian kärjestä eristettiin säännöllisesti bakteereita ja sinistäjä- sieniä, usein myös itiöitä muodostamattomia rihmastoja, jotka kuitenkin jäivät tunnistamatta.

Kuusen lahoamisalttius jäi selvästi männyn ja koivun väliin. Parhaassa tapauksessa värivika eteni samaa vauhtia kuin koivulla, mutta toisaalta oli noin puolet sellaisia tapauksia, joissa värivian leviäminen oli hidasta, tai joissa ruskeaa värivikaa ei lainkaan muodostunut. Tästä syystä keskileviäminen jäi noin 15 cm:iin. Tämän aineiston antama kuva kuusen lahoamisesta on oleellisesti samanlainen kuin meillä jo varhemmin on todettu (Hakkila ja Laiho 1967, Isomäki ja Kallio 1974).

#### Vuodenajan vaikutus

Vuodenajan mahdollisen vaikutuksen selvittämiseksi värivikojen alkuunpääsyyn perustettiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueeseen Alkkiaan vaurioituskoe. Kohteeksi valittiin heikohkon mustikkatyyppin (hietamoreeni, 165 m mpy) kuusikko. Metsikkö oli hyvin eri-ikäinen. Siihen numeroitiin 240 puuta. Niistä arvottiin kullekin kuukaudelle 20 kpl siten, että mukaan tuli samassa suhteessa sekä pieniä että suuria puita. Kituvia väli- tai aluspuita aineistoon ei sisältynyt, kaikki olivat elinvoimaltaan normaaleja ja tunnuksiltaan seuraavanlaisia:

- Rinnankorkeusikä 91 v (46-141)
- Keskiläpimitta 19 cm (8-28)
- Keskipituus 18 m (7-22)

Ensimmäinen 20 puun ryhmä vaurioitettiin 25.9.1973 ja muut kuukauden välein. Vaurioittaminen tehtiin kasvukairalla. Kuhunkin puuhun kairattiin rinnankorkeudelle samanaikaisesti neljä reikää vastakkaisille puolille. Kairausryvyys oli 60 %:a puun säteestä ja siten kaikki kairaukset yltyivät sydänpuuhun.

Myrskytuhojen vuoksi koe jouduttiin lopettamaan maaliskuussa 1976. Ensimmäisistä kairauksista oli tuolloin kulunut 2 v 6 kk ja viimeisistä 1 v 7 kk. Alunperin koe oli tarkoitettu kestämään kaikkien puiden osalta 3 v.

Koetta lopetettaessa puut kaadettiin ja niistä sahattiin ohuita kiekkoja kairauskohdasta ja siitä ylöspäin 10 cm:n välein niin pitkälti kuin sinistymää tai ruskeaa värivikaa riitti. Kiekot säilytettiin pakastehuoneessa ja tarkastettiin sisätyönä. Tällöin kiekot palautettiin alkuperäiseen järjestykseen ja selvitettiin kustakin kairauksesta lähteneiden värivikojen ulottuvuus. Tulokset esitetään kunkin puun pisimmälle edenneenä värivikana.

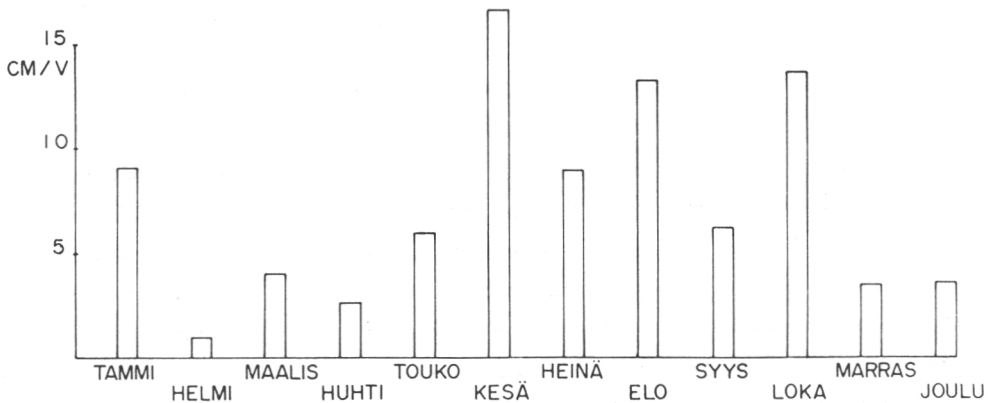
Ruskean värivian leviäminen (kuva 2) vaihteli suuresti sen mukaan, minä kuukautena vaurioitus suoritettiin. Vaihtelua lienevät aiheuttaneet mm. kulloisetkin sääolot, sieni-infektion sattumanvaraisuus, puuyksilöiden väliset erot ja aineiston vähäisyys. Selvänä tendenssinä on silti nähtävissä värivian runsaus kesäkautisissa vaurioissa ja vähäisyys talvikautisissa. Ruskeaa värivikaa oli talvikautisissa vaurioissa vain 39 % siitä, mitä kesäkautisissa ja ero on tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0,009$ ). Satunnaisuuk-sien vähentämiseksi aineisto yhdistettiin kahden kuukauden jaksoiksi. Kesän ja talven ero näkyy nyt entistä selvempänä (taulukko 1). Ruskean värivian kokonaismäärä (kaikkien puiden keskiarvo) oli kunakin kesäjaksona aivan eri suuruusluokkaa kuin talvijaksoina. Näin myös ruskea ja sininen värivika yhteensä. Sinistymän määrässä sen sijaan ei ollut eroa suuntaan tai toiseen.



Taulukko 1. Väriavikojen leviäminen (cm/v) vuodenaikakoikeessa kairausrei'istä ylöspäin.

Ajanjakso	Puita kpl	Kaikki puut			Väriavialliset puut		
		Ruskea	Sininen	Yht.	Ruskea	Sininen	Yht.
Touko-kesä	32	11.2	5.5	14.9	19.9	10.4	19.1
Heinä-elo	36	10.8	5.0	14.5	19.5	12.1	21.0
Syys-loka	40	10.1	2.9	10.8	16.2	8.8	14.9
Marras-joulu	35	3.6	4.2	5.7	8.9	7.7	9.0
Tammi-helmi	32	5.6	3.1	7.3	12.7	6.2	9.7
Maalis-huhti	31	3.5	4.9	6.5	10.7	20.8	9.2
Kesäkausi	108	10.7	4.2	13.1	18.4	10.1	17.9
Talvikausi	98	4.2	4.0	6.5	10.8	9.3	9.4
p <sup>1)</sup>		0.001	0.696	0.008	0.008	0.177	0.008

- 1) p < 0.05 ero melkein merkitsevä  
 < 0.01 ero merkitsevä  
 < 0.001 ero erittäin merkitsevä



Kuva 2. Ruskean väriavian leviäminen vuoden eri kuukausina kairautuista rei'istä ylöspäin. MT-kuusikko, Parkanon kokeilualue, Alkkia.

Tarkasteltaessa värivian leviämisenopeutta (mukana vain ne puut, joissa värivikaa esiintyi) havaitaan myös sen olleen sinistymää lukuunottamatta kesäkautisissa vaurioissa suuremman kuin talvikautisissa. Erot ovat johdonmukaisen selvät ja tilastollisesti merkitsevät, vaikkeivät yhtä suuret kuin värivian kokonaismäärässä.

Kesä- ja talvikausi erosivat myös värivikojen yleisyydessä. Ruskea värivika pääsi alkuun merkitsevästi useammin kesävaurioista kuin talvivaurioista (taulukko 2). Sinistymän osalta tilanne oli jossain määrin päinvastainen, sinistä värivikaa oli talvivaurioissa yleisemmin kuin kesävaurioissa. Värivikojen yleisyydessä kokonaisuudessaan ei ollut eroja. Oli kesä tai talvi, useimpiin puihin muodostui värivika, kesällä useammin nopeasti etenevä ja vaarallinen ruskea värivika, talvella hitaasti etenevä ja puuta lahottamaton sinistymä.

Taulukko 2. Värivikojen yleisyys (% puiden lukumäärästä) vuodenaikakoikeessa.

	Ruskea	Sininen	Yhteensä
Kesäkausi	58	41	73
Talvikausi	39	54	69
p	0.003	0.075	0.450

Hyvänä vertailukohtana em. tuloksille on Hakkilan ja Laihon (1967) tutkimus, jossa tukkikuisia leimattiin kirveellä kahden viikon välein toukokuun alusta syyskuun puoliväliin. Toukokuun alussa ja puolivälissä leimattuihin puihin lahoa muodostui vähän, vain neljäsosa aineiston keskimäärästä. Kesäkuussa leimattuihin puihin sitä muodostui keskimäärää enemmän. Näiden tulosten valossa toukokuun alkupuoli on kuusella suhteellisen turvallista vaurioitusaikaa. Jälkipuolella lahoriski nopeasti kasvaa ja jatkuu suurena myöhäsyksyyn vähetäkseen vasta talvella. Myös Isomäen ja Kallion (1974) tutkimuksessa talvivauriopoissa oli muita vähemmän lahoa, jos kohta vauriotkin lienevät olleet muita pienemmät. Talvella ilmassa on vähiten lahottajasienien

itiöitä (Kallio 1970) ja ilma on pieneliöstön kasvulle liian kylmä, varhaiskevällä puolestaan haitallisen kuiva.

Sään vuotuisvaihteluilla on värivikojen alkuunpääsyyn ilmeisen suuri vaikutus, samoin sijainnilla Suomenkin puitteissa. Hieman etelämpänä, Saksassa (Bonnemann 1979) tilanne on kuusella päinvastainen kuin meillä, kesä on turvallisin vaurioitusaika. Niin näyttää yllättävästi olevan laita myös meillä koivun osalta. Raulon (1981) mukaan turvallisinta karsinta-aikaa on kevät heti mahlanjuoksun jälkeen aina keskikesään asti ja myös elokuu.

#### Vaurioiden suojaus kemikaaleilla

Sen selvittämiseksi, missä määrin on mahdollista käsitellä pysty-  
puuston vaurioita niin, ettei värivikoja muodostuisi, perustettiin vuosina 1977-78 joukko kokeita eri puolille Etelä-Suomea. Puita näihin kokeisiin sisältyi yhteensä noin 2000 edustaen sekä karuja että viljavia kasvupaikkoja (VT-OMT). Pääosin puulajina oli mänty, mutta mukana oli myös koivu. Vaurioittaminen tehtiin kirveellä. Rinnantasalle veistettiin leimaa muistuttava kuvio, jonka leveys oli puolet puun läpimitasta. Vaurio ei yleensä yltänyt sydänpuuhun. Osassa aineistoa vaurioitettiin myös joku suurimmista juurista noin 10-20 sentin etäisyydeltä juureniskasta. Vauriot käsiteltiin samana päivänä jollakin lahonsuojaukseen suositellulla aineella. Levitys suoritettiin pensselillä. Eri yhteyksissä kokeiltiin seuraavia aineita:

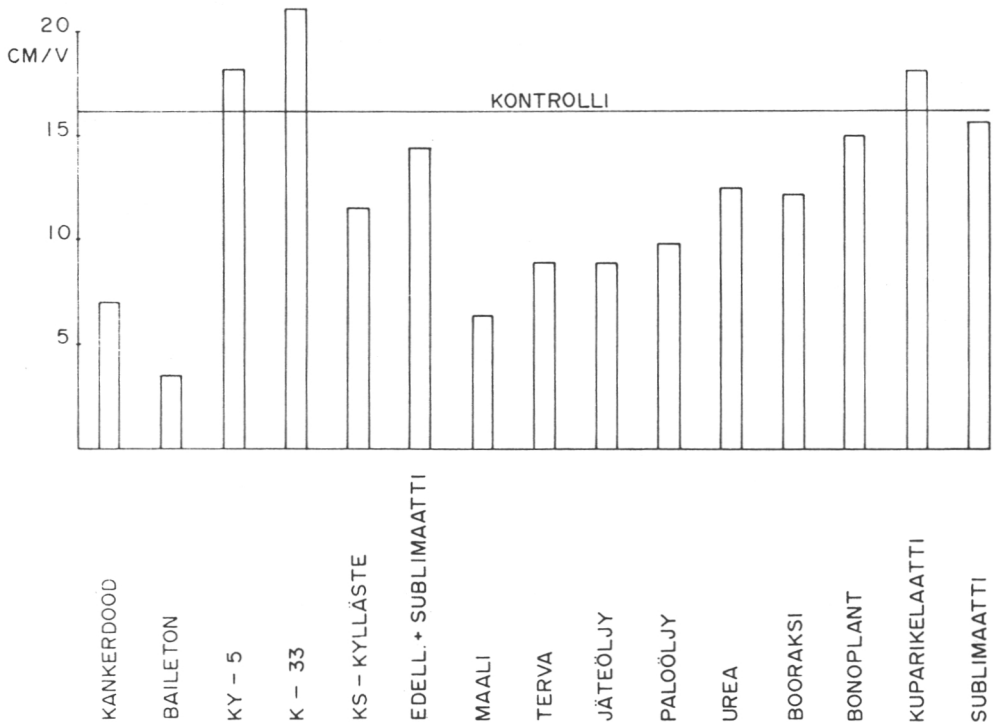
- Puiden haavanhoitoaineet: Baileton, kankerdood
- Kyllästysaineet: K-33, KS-kylläste, KY-5
- Lannoitteet: Urea, booraksi
- Metaferrex-maali, jäteöljy, paloöljy, terva
- Bonoplant, kuparikelaatti, sublimaatti

Vaikuttavana aineena edellisissä on mm. arseenia, bariumia, elohopeaa, kromia, kuparia, sinkkiä ja erilaisia orgaanisia yhdisteitä.

Puut kaadettiin 3-4 vuoden kuluttua vaurioituksesta. Väriviat

luokitettiin ja mitattiin samaan tapaan kuin edellä on esitetty, mutta näytekiekot otettiin hieman harvempaan, 25 cm:n välein.

Ruskea värivika levisi suojaamattomista vaurioista runkopuuhun samalla nopeudella kuin edellä esitellyissä tapauksissa (kuva 3). Suojauksittelyllä joko oli vaikutusta tai ei ollut. Parhaaseen tulokseen päästiin haavanhoitoaineilla sekä maalilla, tervalla ja jäteöljyllä. Näiden osalta suojaava vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä. Vähäisempää suojausvaikutusta oli mm. urealla (vrt. Hallaksela ja Nevalainen 1981) ja booraksilla. Puunkylästysaineet osoittautuivat täysin tehottomiksi tässä suhteessa.



Kuva 3. Ruskean värivian leviäminen kuusen runkovaurioista ylöspäin ja eri suojauskäsittelyjen vaikutus siihen. Etelä-Suomi, VT-OMT, puiden lukumäärä 1640 kpl, kokeiden kesto 3-4 v.

Vaalea värivika levisi selvästi edellistä nopeammin (taulukko 3). Sinistymän ohella se sisältää alkavaa lahoa. Sen määrää vähensivät samat käsittelyt kuin ruskeakin värivikaa. Valkeaan värivikaan ei suojauskäsittelyillä ollut mainittavaa vaikutusta. Tulos tukee käsitystä, että ko. värivian aiheutti lähinnä vaurio itse katkaisemalla kohdaltaan veden nousun.

Tehokaskaan suojauskäsittely ei juuri vähentänyt värivian leviämisenopeutta, ainoastaan sen yleisyyttä. Tämä nähdään taulukon 3 väriviallisia puita koskevista luvuista. Niinpä ruskea värivika eteni esim. tervalla käsitellyissä vauriopiissa samalla nopeudella kuin käsittelemättömissä. Sen sijaan tervausta vähensi ruskean värivian alkuunpääsyä noin puoleen kontrollista.

Lahonsuojausaineiden em. vaikutusta, vähentävät värivikojen alkuunpääsyä, mutteivät hidasta niiden leviämistä, on korostanut mm. Bonnemann (1979). Suojausaineen tulisi tästä syystä pysyä vaurion pinnalla mahdollisimman pitkään, ettei sateen huuhdottua suojan pois, lahonaiheuttajat voisi vaurioon iskeytyä. Edelleen on välttämätöntä, että suojauskäsittely tehdään erityisellä huolella. Vähäinenkin osa vaurioita ei saisi jäädä suojausta vaille, sillä juuri siihen kohtaan voi lahottajasiemen itiö osua. Esimerkkinä olkoon eräs tämän tutkimuksen koesarja, jossa kuusen kairausvauriot käsiteltiin kanker-doodilla. Suojausvaikutus oli hyvä, vain 2 % vaurioista sai ruskean värivian. Hal-kaistaessa ko. puut kairauksen kohdalta todettiin, ettei kanker-dood ollut levinnyt näissä tapauksissa aivan joka sopukkaan ja juuri niistä oli värivika lähtenyt.

Juurivaurioiden suojaaminen onnistui keskimäärin huonommin kuin runkovaurioiden. Myös hajonta oli selvästi suurempi. Ero saattaa johtua siitä, että juurivauriot likaantuivat heti tehtäessä ja suojauskäsittely saattoi jäädä vajavaiseksi. Joka tapauksessa tehokkaimpaan suojausvaikutukseen päästiin samoilla valmisteilla kuin runkovaurioiden osalta.

Lehtipuiden osalta tilanne oli pääpiirteissään sama kuin kuusella. Parhailla valmisteilla värivika aleni noin puoleen siitä, mitä

Taulukko 3. Värivikojen leviäminen (cm/v) ja yleisyys vaurioiden suojauskokeissa.

	Ruskea	Vaalea	Valkea	Yhteensä
	Kaikki puut, cm/v			
Kontrolli	16	43	62	70
Kankerdood	7	18	45	47
Baileton	4	20	53	54
Maali	6	23	44	51
Terva	9	23	53	55
Jäteöljy	9	25	53	55
	Värialliset puut, cm/v			
Kontrolli	30	45	69	70
Kankerdood	34	25	49	47
Baileton	16	22	57	54
Maali	35	31	49	51
Terva	30	33	55	55
Jäteöljy	30	33	55	55
	Väriallisia puita, %			
Kontrolli	54	94	90	100
Kankerdood	21	73	93	100
Baileton	22	88	94	100
Maali	18	74	90	100
Terva	30	71	97	100
Jäteöljy	29	78	96	100

kontrollipuissa. Huomiota kiinnittää se, etteivät haavanhoitoaineet olleet koivulla suhteessa tehokkaampia kuin kuusella, vaikka niitä nimenomaan lehtipuiden suojaukseen markkinoidaankin.

Vastaavissa ulkomaisissa tutkimuksissa on testattu näitä ja monia muita valmisteita (esim. Bonnemann 1979, Schönhar 1979). Täydelliseen suojausvaikutukseen ei ole millään valmisteella päästy, parhaimillaan kuitenkin 70-90 %:n suojaan. Tässä tutkimuksessa ei päästy aivan näin hyvään suojaustehoon, mikä saattaa johtua vaurioiden suuruudesta, syvyydestä ja ruhjeisuudesta. Mielenkiintoista on havaita, että vanhastaan vaurioiden suojaamiseen suositeltu terva (Ilvessalo ja Laitakari 1949) on täysin kilpailukykyinen uusimpien valmisteiden kanssa.

#### Vaurion syvyys

Monissa tutkimuksissa on todettu, että mitä suurempia vauriot ovat, sitä yleisemmin värivika pääsee liikkeelle ja sitä nopeammin se leviää. Vaurion syvyyden vaikutusta valaisevat osaltaan oheiset kairaustulokset (taulukko 4).

Taulukko 4. Ruskean värivian leviäminen (cm/v) kairausrei'istä ylöspäin. Kuhunkin 50 puuhun tehty rinnantasalle kaikki neljä käsittelyä. Kokeen kesto 2 v 4 kk. Eri-ikäinen MT-kuusikko, Parkanon kokeilualue, Alkkia.

Kairaussyvyys	Kaikki puut	Väriivalliset puut
Jäljen pinta	0	0
1 cm maastoon	0.8	19.4
60 % säteestä	4.8	30.2
Ytimeen	6.3	35.2

Kairaus kuoren läpi jäljen pintaan ei johtanut värivikaan. Tämä on yhdenmukaista sen kanssa, että värivika ei pahastakaan tyvilahosta leviä pintalustoihin. Mantopuuhun sentin ulottuvasta kairauksesta ruskea värivika pääsi parissa tapauksessa liikkeelle. Monin verroin enemmän sitä esiintyi kuitenkin

sydänpuuhun tai puun ytimeen yltävien kairausten jäljiltä. Tuloksesta saadaan käytännön ohjeeksi, että kairausta ei pidä ulottaa yhtään syvemmälle kuin kulloinkin on tarpeen tehdä.

#### Puun iän ja läpimitan vaikutus

Vaurioiden suojauskokeiden aineisto sisältää erikokoisia hitaasti ja nopeasti kasvaneita puita. Laskettaessa ruskean värivian määrä suoja-aineilla käsittelemättömissä kontrollipuissa em. tekijöiden suhteen päädytään taulukkoon 5. Sekä iän että läpimitan vaikutus on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Isoihin puihin ruskeaa värivikaa muodostui kolminkertainen määrä pieniin verrattuna ja nuoriin kaksinkertainen määrä verrattuna vanhoihin puihin. Kaikkein eniten värivikaa oli nopeasti kasvaneissa kookkaissa puissa ja vähiten pienikokoisissa iäkkäissä kitupuissa. Nopean kasvun edellyttäessä hyvää metsätyyppiä ja päinvastoin tukee tämä aineisto Isomäen ja Kallion (1974) saamaa tulosta lahon suhteellisen nopeasta leviämisestä viljavan maan kuusissa.

Taulukko 5. Ruskean värivian leviäminen (cm/v) eri kokoisissa ja ikäisissä kuusirungoissa. Aineistona 264 vaurioiden suojauskokeiden kontrollipuuta.

Läpimita \ Ikä	Alle 50 v	51-70 v	yli 70 v	Keskim.
Alle 12 cm	8	11	3	7
12 - 16 cm	19	19	13	17
yli 16 cm	31	25	16	24
Keskim.	20	18	11	

Lahon alkuunpääsyä ja leviämistä pystyvuuston vaurioista ei nykyisin tiedoin voida kokonaan estää. Verrattain hyvään suojausvaikutukseen kokeissa kuitenkin päästiin mm. käytettäessä bailettonia, kankerdoodia, tervaa, jäteöljyä ja maalia. Käytännön työmailla ei yhtä hyvään suojausvaikutukseen ole mahdollisuuksia. Sen estää jo vaikeus löytää ja puhdistaa vauriot ja



suojata ne riittävän nopeasti, epäilemättä myös korkeat kustannukset. Vain erityisen arvokkaissa metsiköissä korjuuvaurioiden lahosuojaus tulee kysymykseen. Kasvukairan aineuttamat vauriot sen sijaan voidaan suojata ja tulee suojata. Mänty ei tosin suojausta tarvitse ja koivua ei pidä kairata, mutta kuusen kairausreiät tulee välittömästi täyttää lahosuoja-aineilla ja välttää tarpeettoman syvälle kairausta.

Koska korjuuvaurioita ei voida suojata laholta, tulee niiden muodostumista kaikin keinoin välttää. Siinä on keskeistä huolellinen leimikkosuunnittelu. Kesäkautinen korjuu tulisi rajoittaa kantavapohjaisiin mäntyleimikoihin ja säästää talvikaudeksi hyväkasvuiset arvokkaat kuusikot ja heikosti kantavat maat. Kelirikkoaikana ei saisi ajaa lainkaan. Korjuukoneita tulee edelleen kehittää pienemmiksi ja parantaa kuljettajien ammattitaitoa koulutuksella.

#### KIRJALLISUUTTA

- BONNEMANN, I. 1979. Untersuchungen über die Entstehung und Verhütung von "Wundfäulen" bei der Fichte. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Forstlichen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen. Konekirjoite, 172 s.
- HAKKILA, P. ja LAIHO, O. 1967. Kuusen lahoaminen kirvesleimasta. Comm. Inst. For. Fenn. 64.3.
- HALLAKSELA, A-M. 1977. Kuusen kantojen mikrobilajisto. Acta Forest. Fenn. 158.
- " ja NEVALAINEN, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusen kannoissa. Folia Forestalia 470.
- ILVESSALO, L. ja LAITAKARI, E. 1949. Metsikön kasvatus. Suuri metsäkirja 1, (toim. E.K. Kalela), ss. 232-268.
- ISOMÄKI, A. ja KALLIO, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: Puunkorjuukoneiden aiheuttamien vaurioiden vaikutus kuusen lahoamiseen ja kasvuun. Acta Forest. Fenn. 136.

- KALLIO, T. 1970. Aerial Distribution of the Root-Rot Fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta Forest. Fenn.* 107.
- " 1973. *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee and wounded spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Seloste: Peniophora gigantea ja kuusen vauriot.* *Acta Forest. Fenn.* 133.
- RAULO, J. 1981. *Koivukirja.* 131 s. Gummerus.
- ROLL-HANSEN, F. and ROLL-HANSEN, H. 1980. Microorganisms which invade *Picea abies* in seasonal stem wounds. I. General aspects. *Hymenomyces.* *European Journal of Forest Pathology* 10(6):321-339.
- SCHÖNHAR, S. 1979. Erprobung von Wundschutzmitteln an der Fichte. *Forst- und Holzwirt* 1:12-14.
- SIREN, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. *Folia Forestalia* 474.
- VUOKILA, Y. 1976. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan. *Folia Forestalia* 281.
- " 1976. Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana. *Folia Forestalia* 282.

- No. 1. Eero Paavilainen ja Veikko Koskela.  
Parkanon tutkimusasema 1961-1970. 1972.
- No. 2. Eero Paavilainen ja Seppo Kaunisto.  
Männyn koneellinen istutus Mara-istutus-  
koneella verrattuna käsinistutukseen  
avosuon metsityksessä. 1973.
- No. 3. Tutkimuspäivän esitykset. 1976.
- No. 4. Seppo Kaunisto.  
Alkkian kenttäkokeet 1961-1975. 1976.
- No. 5. Kaarlo Kinnunen  
Kylvö- ja istutusajankohdan vaikutus kenno-  
taimien alkukehitykseen. 1977.
- No. 6. Kaarlo Kinnunen.  
Männyn kylvömenetelmien vertailua. 1977.
- No. 7. Tutkimuspäivän esitykset. 1978.
- No. 8. Tutkimuspäivän esitykset. 1979.
- No. 9. Tutkimuspäivän esitykset. 1980.

Metsäntutkimuslaitos  
Parkanon tutkimusasema

39700 Parkano  
puh. 933-2912

