

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA**

235

PARKANON TUTKIMUSASEMA



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ TAMPEREELLA 1985

PARKANO 1986

Kansikuva: Ylävän alueen (190 m mpy.) kylmä notkelma, jossa mänty tuhoutumassa versosyöpään.
Koivikon kasvu hyvä ja sen alikasvoksena kuusinuorennosta. Kuru, Itä-Aure. Valok. elok.
1985 Olavi Laiho.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 235

Parkanon tutkimusasema

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Jalostusosasto

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ TAMPEREELLA 1985

Parkano 1986

SISÄLLYS

	sivu
LUKIJALLE.....	3
Eero Paavilainen TURPEEN PAKSUUS JA OJITUKSEN AJANKOHTA TYPPILANNOITUKSEN TARPEESEEN VAIKUTTAVINA TEKIJÖINÄ KARUILLA RÄMEILLÄ.....	4
Kaarlo Kinnunen ja Mikko Riikilä TUOREIDEN JA LEHTOMAISTEN KANKAIDEN 6-8 VUOTIAIDEN TAIMIKOIDEN TILA PIRKKA-HÄMEESSÄ.....	15
Olavi Laiho LÄMPÖOLOJEN PAIKALLISVAIHTELU JA SEN MERKITYS METSÄN- UUDISTAMISESSA.....	25
Antti Uotila MÄNNYNVERSOSYÖPÄTUHOT.....	35
Eeva-Liisa Jukola Sulonen HAVUPUIDEN HARSUUNTUMINEN ETELÄ- JA KESKI-SUOMESSA 1985...	41
Seppo Kaunisto TAIMITARHALLA TODETUN KASVUHÄIRIÖN VAIKUTUS MÄNNYNTAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN MAASTOSSA.....	42
Seppo Kaunisto ja Jorma Tukeva KASVATUSTIHEYDEN VAIKUTUS TAIMIKKO- JA RIUKUVAIHEEN ISTUTUSMÄNNIKÖIDEN KEHITYKSEEN TURVEMAILLA.....	43
Teuvo Levula MUOKKAUKSEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYNTAIMIEN ALKU- KEHITYKSEEN.....	45
Hannu Raitio ja Eero Tikkanen MÄNNYNTAIMIEN TUHOUTUMINEN KUIVALLA KANKAALLA.....	47

ISBN 951-40-0873-1

ISSN 0358-4283

Ylä-Satakunnan Sanomalehti Oy
Parkano 1986

LUKIJALLE

Parkanon tutkimusaseman tutkimuspäivä järjestettiin viime joulukuussa Tampereella. Se oli tarkoitettu erityisesti Pirkka-Hämeen metsäammattimiehille. Osanottajia oli paikalla ennätysmäisen runsaasti, yli 300.

Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on pyritty ottamaan huomioon keskustelussa esitetyt näkökohdat. Mahdollisuuksien mukaan niitä on muutenkin täydennetty. Esitelmistä puuttuu osa, koska niiden sisältö on jo varhemmin julkaistu (Seppo Kaunisto, ks. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 144 ja 202; Hannu Raitio, ks. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 225; Seppo Kaunisto ja Jorma Tukeva, ks. Folia For. 646) tai julkaistaan lähiaikoina (Teuvo Levula, ks. Folia For.), mutta niidenkin tiivistelmät ovat tämän tiedonannon lopussa.

Esitelmien käsikirjoitukset ovat tarkastaneet professorit Timo Kurkela, Erkki Lähde, Eino Mälkönen ja Eero Paavilainen, kukin oman tutkimusalansa osalta. Kiitän Parkanon tutkimusaseman puolesta edellämainittuja, kaikkia tutkimuspäivän järjestelyihin ja tämän tiedonannon valmisteluihin osallistuneita sekä tutkimuspäivän osanottajia.

Parkanossa 5.6.1986

Olavi Laiho
Tutkimusaseman johtaja

TURPEEN PAKSUUS JA OJITUKSEN AJANKOHTA TYPPILANNOITUKSEN
TARPEESEEN VAIKUTTAVINA TEKIJÖINÄ KARUILLA RÄMEILLÄ
Eero Paavilainen

JOHDANTO

Pyrittäessä lisäämään lannoituksella puuston kasvua karuilla rämeillä joilla turpeen typpipitoisuus on alhainen, on käytettävä fosforin ja kaliumin lisäksi yleensä myös typpeä. Näin on asianlaita etenkin pohjoisissa ilmasto-oloissa, joissa turpeen typen mineralisaatio on hidasta. Myös ohutturpeisuuden katsotaan lisäävän typpilannoituksen tarvetta.

Käytännössä lannoitus aloitetaan aikaisintaan 5-10 vuotta uudistusojituksen toteuttamisen jälkeen, jolloin ojitus on jo ehtinyt nopeuttaa ravinteiden mineraalisaatiota turpeessa ja puusto alkanut elpyä kuivatuksen vaikutuksesta (esim. Ohjekirje... 1982).

Kun edellä mainittujen tekijöiden, turpeen paksuuden ja ojituksen ajankohdan, vaikutuksesta karujen rämeiden typpilannoituksen tarpeeseen on vähän tutkimuksiin perustuvia tietoja, mitattiin v. 1982 kaksi näitä kysymyksiä selvittävää metsäntutkimuslaitoksen kenttäkoetta. Toinen kokeista, josta on jo julkaistu alustavia tuloksia (Paavilainen 1976), sijaitsee Kannuksessa ja toinen Parkanossa. Tässä julkaisussa esitetään uusimmasta mittauksesta saadut tulokset.

Mittausryhmien johtajina toimivat erikoisteknikko Kalle Nevanranta Parkanossa ja kenttämestari Markku Tiainen Kannuksessa. Tulosten ATK:sta vastasivat FK Riitta Heinonen ja operaattori Inkeri Suopanki. Käsikirjoituksen lukivat MMT Seppo Kaunisto ja MML Kimmo Paarlahti. Parhaat kiitokseni.

TUTKIMUSALUEET

Kannuksen koe sijaitsee Metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen koekielualueen Mutkalammin lohkolla, Kälviän kunnassa (64°04'N, 23°59'E). Alue ojitettiin talvella 1967 n. 50 m:n levyisiin sarkoihin. Peruslannoitus annettiin kevättalvella 1969 saroit-
tain. Käsittelyt olivat:

	Oulunsalpietari (25%N) kg/ha	Suometsien PK-lannos (10,4%P,12,4%K) kg/ha
1.	-	-
2.	-	250
3.	-	500
4.	-	1000
5.	200	250
6.	400	500
7.	800	1000

Keväällä 1973 erotettiin alueelle 211 koealaa rämeiden typpi-
lannoituksen perusteita koskevia tutkimuksia varten. Perät-
täisten koealojen väliin tehtiin matala jyrsinoja.

Koealojen jatkokäsittely arvottiin saroit-
tain siten, että jokaiselle peruslannoitetulle saralle sijoitettiin seuraavat
käsittelyt yhtenä tai useampana toistona:

1. Ei jatkolannoitusta
2. Oulunsalpietaria 400 kg/ha v. 1973
3. Oulunsalpietaria 400 kg/ha v. 1977

Erilaisen peruslannoituksen saaneita koealoja mitattiin v. 1982
kahdelta suotyyppiltä yhteensä 100 kpl (liitetaulukko 1).

Ohutturpeisella piensararämeellä pintaturpeen (0-20 cm) typen ja kalsiu-
min kokonaismäärät sekä pH-arvo olivat, kuten seuraava jaotel-
ma osoittaa, pienemmät, mutta fosforin ja kaliumin kokonais-

määrät suuremmat kuin tupasvillaraameella.

	pH	Ntot	Ptot	Ktot	Catot
		90		mg/l	
OtPsR	4,1	1,21	457	165	418
TR	4,3	1,74	214	74	1207

Puuston tilavuus vaihteli peruslannoitusta suoritettaessa OtPsR:llä 7,3-11,3 m³/ha ja TR:llä 2,8-5,3 m³/ha.

Parkanon koe sijaitsee Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualueessa Alkkiassa (66°20'N, 23°45'E). Koe perustettiin vuosina 1973-1978. Yhdessä lohkoissa lannoitus tapahtui viisi vuotta ennen ojitusta, toisessa lohkoissa ojitusvuonna ja kolmannessa viisi vuotta ojituksen jälkeen (liite 1). Sarkaleveys oli 30 m. Arvotut lannoituskäsittelyt olivat kaikissa lohkoissa:

- O = Lannoittamaton
- N = Oulunsalpietaria (26 % N) 400 kg/ha
- PK = PK-lannosta (10,4 % P, 12,4 % K) 500 kg/ha
- NPK = Os. 400 kg/ha + PK 500 kg/ha

Mitattuja koealoja oli kaikkiaan 146 kpl. Suotyyppi vaihteli kokeessa jonkin verran, mutta oli suurimmassa osassa aluetta isovarpuinen räme. Puuston tilavuudessa oli huomattavaa vaihtelua eri koealojen välillä. Myös puuston keskimääräinen tilavuus oli erilainen eri lohkoissa, kuten seuraavasta ilmenee:

Lohko	Ojitus	Lannoitus	Puuston tilavuus v. 1972 m ³ /ha
I	1973	1973	45,3 (5,9-130,2, s.d. 31,2)
II	1973	1978	26,7 (1,4-85,6, s.d. 20,7)
III	1978	1973	18,8 (1,1-87,7, s.d. 21,1)

MITTAUKSET JA AINEISTON KÄSITTELY

Puusto mitattiin syksyllä 1982. Koepuut kairattiin rinnankorkeudelta. Vuotuiset sädekasvut mitattiin Kannuksen kokeessa vuoteen 1964 ja Parkanon kokeessa vuoteen 1968 asti. Puuston tilavuus ja muut tunnuksat laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen koealojen peruslaskentaohjelmalla (KPL, ks. Heinonen 1981).

Laskettaessa käsittelyjen vaikutusta puuston kasvuun käytettiin puuston tilavuuden ja kasvun lähtötasoerojen tasoittamiseksi kovarianssianalyysia. Regressiomuuttujana oli puuston tilavuuskasvu ennen käsittelyä, Kannuksessa vuosina 1964-1968 ja Parkanossa vuosina 1968-1972 sekä Parkanossa lisäksi turvekerroksen paksuus.

TULOKSET

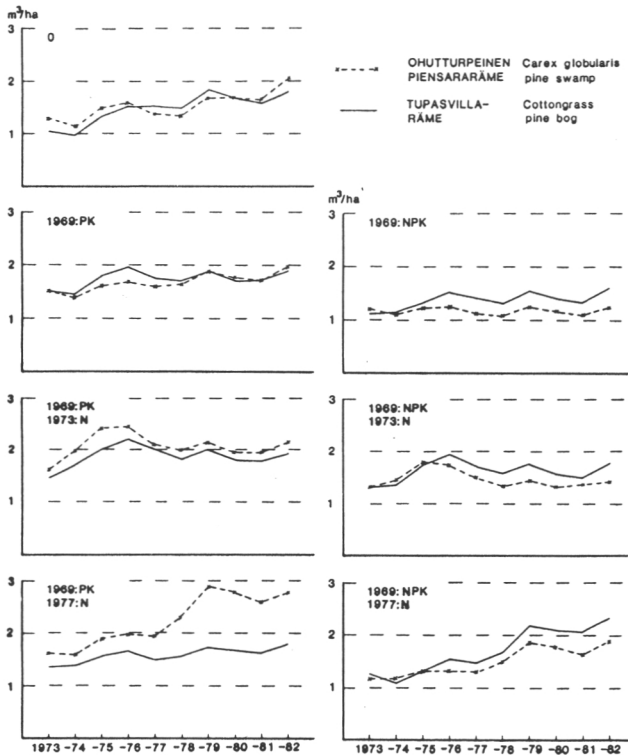
Kannuksen kokeessa ensimmäinen lannoitus ei vaikuttanut ohuturpeisella piensararämeellä viiden vuoden aikana juuri lainkaan puuston tilavuuskasvuun, kuten seuraavasta jaotelmasta havaitaan. Tässä tarkastelussa eri lannoitustasot yhdistettiin käsittelyttäin.

	OtPsR	TR
Lannoitus	Tilavuuskasvu vv. 1969-1972	
	$\text{m}^3/\text{ha}/\text{a}$	
O	0,46	0,25
PK	0,54	0,45
NPK	0,38	0,37

Tupasvillarämeellä puuston kasvu parani jonkin verran lannoituksen vaikutuksesta. Absoluuttinen kasvunlisäys jäi kuitenkin TR:lläkin vähäiseksi. Kummallakin suotyypillä PK-lannoituksen saaneiden koealojen puusto kasvoi hieman paremmin kuin NPK:lla lannoitettujen.

Lannoittamattoman puuston kasvu oli seuraavana kymmenen vuoden tutkimusjaksona (1973-1982) OtPsR:llä keskimäärin $1,52 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja TR:llä $1,48 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa (kuva 1). Vuonna 1969 PK:lla lannoitetuilla koealoilla puusto kasvoi hieman paremmin kuin lannoittamattomilla. Kasvunlisäys oli OtPsR:llä keskimäärin $0,15 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa. NPK-peruslannoituksen saaneilla koealoilla puusto kasvoi edelleen paremmin kuin lannoittamattomilla.

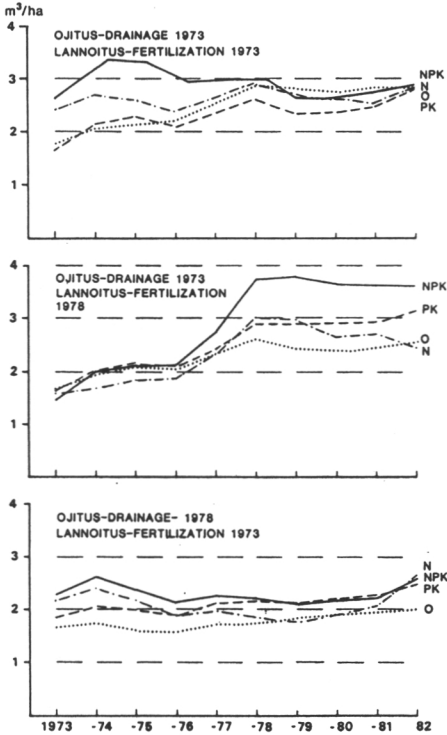
Typpijatkolannoitus lisäsi puuston kasvua OtPsR:llä. Eri käsittelyjen välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä (liite 2). Suurin kasvunlisäys saatiin koealoilla, jotka oli lannoitettu PK:lla v. 1969 ja tyypellä v. 1977 (kuva 1). TR:llä typpi-jatkolannoituksen vaikutus oli selvästi heikompi kuin OtPsR:llä, eivätkä eri käsittelyjen väliset erot olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 1. Puuston lannoitusta edeltäneen kasvun suhteen kovarianssikorjattu tilavuuskasvu Kannuksen kokeessa.

Parhaan tuloksen antanut käsittely oli OtPsR:llä siis PK-lannoitus ojituksen yhteydessä ja N-jatkolannoitus 8 vuotta myöhemmin. Puuston kasvu lisääntyi tämän käsittelyn vaikutuksesta 15 vuoden aikana kaikkiaan $7,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ lannoittamattomaan vaihtoehtoon verrattuna. TR:llä paras käsittely (PK v. 1969 ja N v. 1973) lisäsi puuston kasvua vastaavana aikana $4,9 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Parkanon kokeen tuloksista ilmenee, että lannoitus ennen ojitusta vaikutti varsin vähän puuston kasvuun (kuva 2). Ojituksen yhteydessä annettu NPK-lannoitus lisäsi selvästi kasvua ja pelkkä typpilannoituskin jonkin verran. PK-lannoitus yksinään ei sitä vastoin parantanut kasvua.



Kuva 2. Puuston lannoitusta edeltäneen kasvun suhteen kovarianssikorjattu tilavuuskasvu Parkanon kokeessa.

Annettaessa lannoitus viisi vuotta ojituksen jälkeen saatiin NPK-lannoituksella samoin paras tulos. Muutkin lannoituskäsittelyt (N, PK) lisäsivät kasvua, mutta tuntuvasti vähemmän kuin NPK. Vuonna 1973 ojitetulla ja viisi vuotta myöhemmin lannoitetulla isovarpurämeellä puuston korjattu tilavuuskasvu oli vuosina 1978-1982 keskimäärin $3,68 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja samaan aikaan ojitetulla, mutta lannoittamattomalla rämeellä $2,47 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa. Todettakoon vertailuna, että vuonna 1978 ojitetulla ja sittemmin lannoittamattomalla alueella puuston tilavuuskasvu oli em. aikana keskimäärin vain $1,87 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa.

Lannoituksen vaikutus heikkeni hieman turvekerroksen paksuuden kasvaessa. Turpeen paksuuden lisääntyessä 10 cm puuston vuotuinen tilavuuskasvu pieneni $0,05-0,09 \text{ m}^3/\text{ha}$.

TULOSTEN TARKASTELUA

Rämeiden puustolle ominainen tilavuuden ja kasvun suuri vaihtelu aiheuttaa puustomittausten tuloksiin hajontaa ja vaikeuttaa siten niiden tulkintaa. Kannuksen kokeesta saatiin kuitenkin viite siitä, että typpilannoituksen tarve on karulla ohutturpeisella rämeellä aikaa myöten suurempi kuin isovarpuisella rämeellä etenkin käytettäessä PK-lannoitusta ojituksen yhteydessä. Tässä suhteessa tulokset näyttävät tukevan käsitystä, jonka mukaan ohutturpeisuus lisää typpilannoituksen tarvetta (esim. Paavilainen 1979). Toisaalta taas NPK-lannoituksen heikompi tulos PK-lannoitukseen verrattuna ei osoita suurta tyyntä puutetta ainakaan pian ojituksen jälkeen, toisin kuin tämän kokeen ensimmäisten sädekasvun mittaukseen perustuvien tulosten perusteella pääteltiin (ks. Paavilainen 1976).

Parkanon kokeessa lannoitus ennen ojitusta antoi heikon tuloksen. Ojituksen on tämän mukaan oltava kunnossa pyrittäessä lisäämään puuston kasvua lannoituksella. Tuloksista saadaan myös tukea suositukselle, että lannoitus olisi edullisinta suorittaa vasta muutaman vuoden kuluttua ojituksesta, jolloin puusto on ehtinyt elpyä.

NPK-lannoitus lisäsi eniten puuston kasvua Parkanon kokeessa, kuten yleensäkin karuilla rämeillä. Merkille pantavaa on, että ojituksen seurauksena turpeen typen mineraalisaatio ilmeisesti vähentää typpilannoituksen tarvetta. Voitiinhan pelkällä PK-lannoituksella lisätä puuston kasvua suoritettaessa lannoitus viiden vuoden kuluttua ojituksesta, kun taas ojituksen yhteydessä annettu vastaava lannoitus ei vaikuttanut kasvua parantavasti. Tämän kysymyksen tarkempi tutkiminen turveanalyysien perusteella olisi tarpeen. Myös turpeen paksuuden merkitystä on syytä lähemmin tutkia, sillä kovarianssi-analyysin mukaan lannoitusvaikutus heikkeni turpeen paksuuden kasvaessa.

Koetulokset osoittavat, ettei heikkopuustoisten karujen rämeiden lannoitus ojituksen yhteydessä ole kovinkaan edullista. Näillä kasvupaikoilla onkin ojitus ensisijainen metsänparannuksen toimenpide ja mahdollinen lannoitus tulisi ajoittaa siihen vaiheeseen, jolloin puusto on hyvin elpynyt ja saavuttanut riittävän taloudellisen tuloksen turvaavat mitat.

KIRJALLISUUS

- HEINONEN, J. Kirjallisuus 1981. Koealojen peruslaskenta. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, matemaattinen osasto. 38 s. Ohjekirje metsänlannoituksesta. Metsähallitus, metsänhoito-osasto. N:o Mh. 305, 1982.
- PAAVILAINEN, E. 1976. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. Summary: Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps. *Folia For.* 272:1-16.
- " 1979. Metsänlannoitusopas. 112 s.

Liite 1. Koealojen lukumäärä.

Ojitus	Lannoitus			Mutkalampi	
	1969	1973	1977	Ohutturpeinen piensararäme	Tupasvillaräme
1967					
"	O	O	O	4	7
"	PK	O	O	9	7
"	PK	N	O	9	7
"	PK	O	N	8	5
"	NPK	O	O	6	10
"	NPK	N	O	6	12
"	NPK	O	N	5	5
				Yhteensä	47
					53

1973	1978		Alkkia	
	1973	1978	Isovarpuinen räme	
"	O	O	13	
"	N	O	12	
"	PK	O	15	
"	NPK	O	12	
"	O	O	13	
"	O	N	8	
"	O	PK	14	
"	O	NPK	17	
1978	O	O	5	
"	N	O	4	
"	PK	O	13	
"	NPK	O	20	
			Yhteensä	146

Liite 2. Lannoituksen vaikutusta osoittavat kovarianssianalyysin F-arvot ja niiden merkitsevyys Kannuksen kokeessa.

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
	Vuosi									
	OtPsR									
1. Peruslannoitus	0,08	0,13	0,20	0,97	2,54	5,23*	6,81*	5,14*	5,09*	3,38
2. Jatkolannoitus	0,48	2,56	7,58**	5,43**	1,47	5,04*	11,80***	11,09***	7,73**	5,22*
1 x 2	0,63	0,06	0,22	0,16	0,67	1,45	1,68	1,59	1,80	1,93
Selitysaste 100.R ²	73,4	84,6	87,9	87,0	86,6	88,1	84,6	81,8	81,5	74,2
	TR									
1. Peruslannoitus	0,84	2,88	1,43	0,67	0,31	0,11	0,32	0,37	0,14	0,70
2. Jatkolannoitus	1,08	1,80	2,35	2,31	1,75	0,13	0,21	0,68	0,87	0,53
1 x 2	1,25	1,14	1,12	0,55	0,20	0,40	0,61	0,40	0,69	0,48
Selitysaste 100.R ²	76,4	78,7	79,3	74,5	73,1	75,7	77,0	73,9	70,7	61,4

Liite 3. Lannoituksen vaikutusta osoittavat kovarianssianalyysin F-arvot ja niiden merkitsevyys Parkanon kokeessa.

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1. Ojitus- ja lannoitusvuosi	29,26***	27,98***	16,55***	16,33***	13,11***	21,67***	19,50***	15,42***	12,78***	2,45
2. Lannoitus	20,68***	23,40***	12,66***	9,79***	6,75***	5,30**	3,88*	4,45**	3,63*	2,76*
1 x 2	7,12***	7,93***	4,56***	2,83*	0,85	2,15	3,85**	4,03***	3,13**	1,23 $\frac{4}{4}$

Regr. 1. = Käsitteilyä edeltänyt kasvu 1068,59*** 761,89*** 524,17*** 587,05*** 489,36*** 288,12*** 250,62*** 259,38*** 241,90*** 130,38***

Regr. 2. = Turpeen paksuus 20,59*** 30,14*** 14,80*** 19,07*** 17,43*** 10,15** 9,92** 16,66*** 11,33*** 12,31***

Selitysaste 100.R² 95,8 95,0 92,8 93,5 92,3 88,4 86,9 87,8 86,5 78,4

TUOREIDEN JA LEHTOMAISTEN KANKAIDEN 6-8 VUOTIAIDEN
TAIMIKOIDEN TILA PIRKKA-HÄMEESSÄ
Kaarlo Kinnunen ja Mikko Riikilä

TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

Kesällä 1984 suoritettun inventoinnin kohteena olivat pääosin vv. 1976-78 käytännön työnä perustetut uudistusalat yksityismetsissä, joista satunnaisesti, ositettua otantaa käyttäen valittiin 67 taimikon otos, joka tutkittiin melko monipuolisesti, mutta tässä esitetään vain päätulokset. Yksityiskohtaisemmat tulokset Riikilä (1985) on esittänyt pro gradu -työssään. Pääosa tutkituista taimikoista sijaitsi tuoreilla kankailla, loput 6 kpl lehtomaisilla kankailla. Enin osa taimikoista oli istutettuja, mutta mukana oli myös kylvettyjä ja luontaisesti uudistettuja mäntytaimikoita (taulukko 1).

Tutkimusmenetelmänä oli Saksan (1983) kehittämä linjoittainen ympyräkoealamenetelmä, jossa koealan koko oli 10 m². Samaa menetelmää on viime aikoina käytetty useimmissa Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston suorittamassa taimikoiden inventointitutkimuksissa, jotta niiden tulokset saataisiin vertailukelpoisiksi keskenään. Kasvatuskelpoisiksi puulajeiksi hyväksyttiin vain mänty, kuusi ja siemensyntyinen rauduskoivu ja 10 m²:n koealalle hyväksyttiin enintään 4 tainta kasvatuskelpoiseksi.

Taulukko 1. Tutkittujen taimikoiden lukumäärä, metsätyyppi, puulaji sekä muokkaus- ja uudistamismenetelmä.

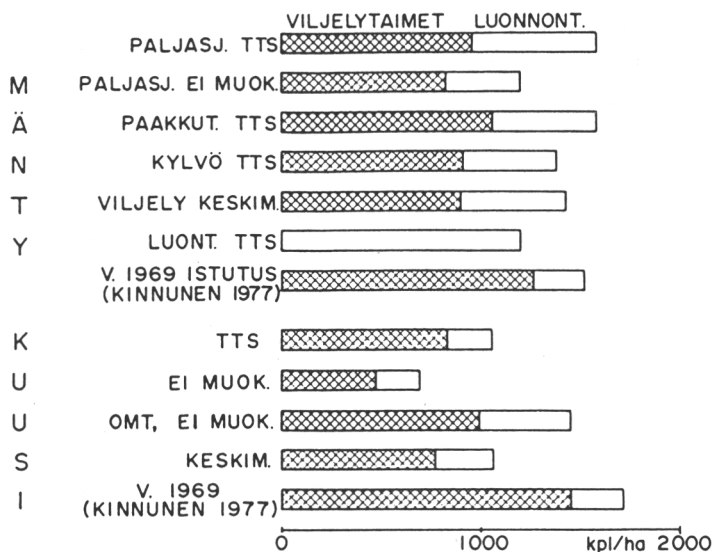
Osite	Kpl	Metsä- tyyppi	Puulaji	Muokkaus- menetelmä	Uudistamis- menetelmä
1	8	MT	Mänty	Lautasaur.	Istutus paljasj. taimilla
2	8	"	"	Ei muok.	"
3	16	"	"	Lautasaur.	Istutus paakkutaimilla
4	7	"	"	"	Kylvö
5	7	"	"	"	Luontainen uudistaminen
6	8	"	Kuusi	"	Istutus paljasj. taimilla
7	7	"	"	Ei muok.	"
8	6	OMT	"	"	"

TULOKSET

Taimimäärä

Kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä vaihteli mäntytaimikoissa 814-1052 taimeen/ha (kuva 1). Eniten niitä oli paakkutaimilla istutetuissa taimikoissa ja vähiten kylvötaimikoissa. Istutus muokatulle maalle oli onnistunut hieman paremmin kuin muokkaamattomalle, mutta kaiken kaikkiaan kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä oli alhainen jääden selvästi pienemmäksi kuin esim. yhdeksän vuotta aikaisemmin tehdyn viiden kasvukauden ikäisenä inventoidun istutuksen tulos (Kinnunen 1977). Kasvatuskelpoisten luonnontaimien lukumäärä oli kuitenkin tässä inventoinnissa niin paljon suurempi kuin em. inventoinnissa, että kasvatuskelpoisten taimien yhteismäärä oli molemmissa inventoinneissa likimain sama. Noin puolet kasvatuskelpoisista luonnontaimista oli kuusia, kolmannes mäntyjä ja loput rauduskoivuja.

Luontaisesti uudistetuissa mäntytaimikoissa kasvatuskelpoisia taimia oli vähemmän kuin viljelytaimikoissa. Viljelytaimikoiden paremmuus oli kuitenkin luontaisen täydennyksen ansiota, pelkkä viljelytulos oli heikempi kuin luontaisen uudistamisen tulos.



Kuva 1. Kehityskelpoisten taimien määrä kpl/ha.

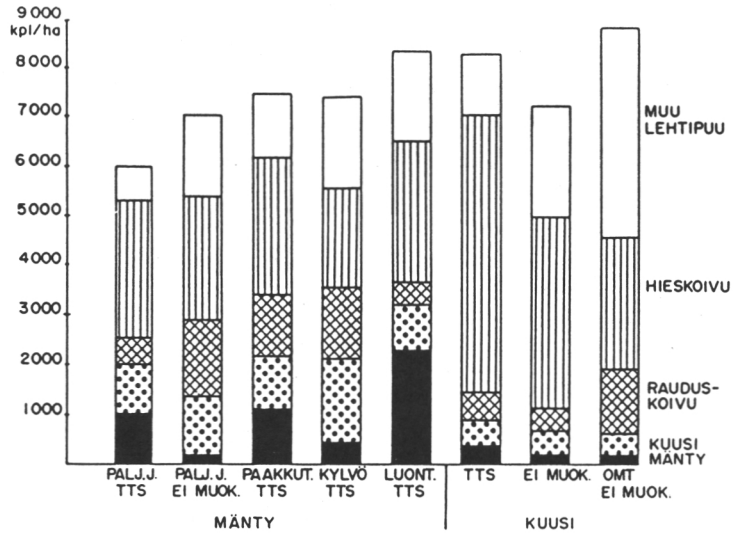
Kuusen istutus tuoreilla kankailla oli onnistunut huonosti, erityisesti muokkaamattomalla maalla (kuva 1). Kun lisäksi kasvatuskelpoisten luonnontaimien lukumäärä jäi selvästi pienemmäksi kuin mäntyaloilla, kokonaistulos jäi heikoksi. Lehtomaisten kankaiden kuusitaimikoissa kasvatuskelpoisten taimien yhteismäärä oli liki sama kuin tuoreiden kankaiden männyn viljelytaimikoissa. Kuusen osalta uudistamistulos oli tässä inventoinnissa selvästi heikompi kuin aiemmassa inventoinnissa (Kinnunen 1977).

Kasvatuskelpoisten taimien lisäksi lähes kaikilla uudistusaloilla oli melko paljon kasvatuskelvottomia luonnontaimia. Kasvatuskelvottomuuden syy oli yleensä joko väärä puulaji (lehtipuista vain siemensyntyinen rauduskoivu hyväksyttiin kasvatuskelpoiseksi) tai ryhmittäisyys; taimet olivat joko liian lähellä toisiaan (alle 0,8 m) tai niitä oli koealalla liikaa (yli 4 kpl/10 m²:n koeala). Puulajeista runsaslukuisin oli hieskoivu, jota oli paljon erityisesti kuusitaimikoissa (kuva 2). Mäntytaimikoissa puolestaan havupuita oli enemmän kuin kuusitaimikoissa. Muokkaus ei näyttänyt juuri vaikuttavan luonnontaimien yhteismäärään. Muokkaus tuhoaa osan alikasvostaimista, joten ilmeisesti muokatuille aloille on kuitenkin hakkuun jälkeen syntynyt enemmän taimia kuin muokkaamattomalle. Männyntaimia oli enemmän muokatuilla kuin muokkaamattomilla aloilla.

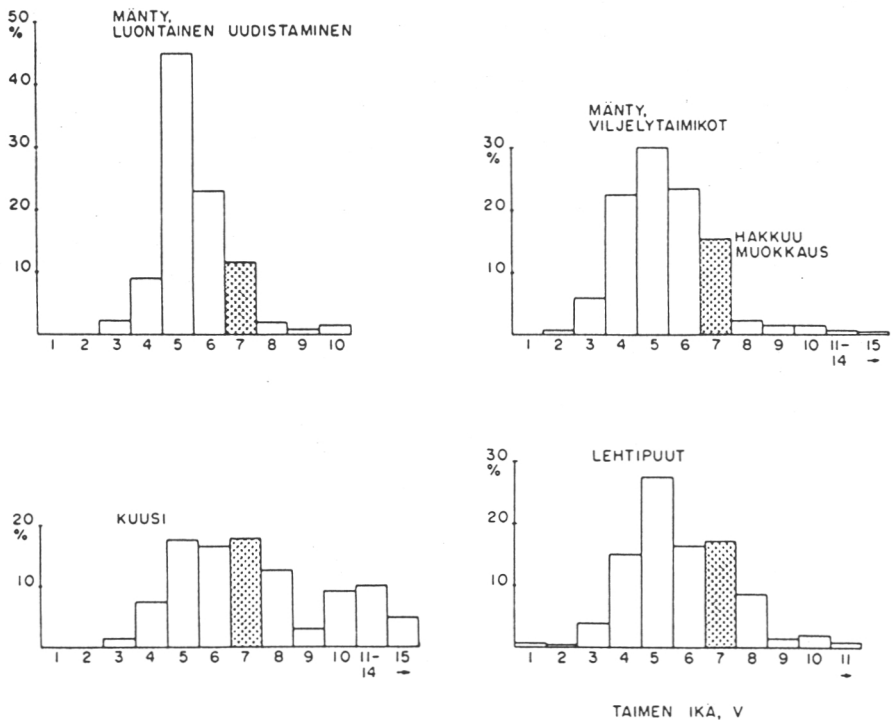
Taimien ikä ja pituus

Viljelytaimien ikä oli kuusi kasvukautta + viljelyikä, joka oli männyn istutustaimilla 2-3 kasvukautta ja kuusen taimilla 4 kasvukautta. Luontaisten taimien ikä vaihteli melko paljon, mutta pääosa männyn ja lehtipuiden taimista oli 4-7 kasvukauden ikäisiä, keski-ikä ollessa 5-6 kasvukautta (kuva 3). Eniten männyn ja lehtipuiden taimia oli syntynyt 2-3 kasvukautta uudistushakkuun ja muokkauksen jälkeen. Luontaisten kuusentaimien ikäjakauma oli taiseempi ja jakautui pitemmälle ajalle kuin muilla puulajeilla. Myös taimien keski-ikä oli n. kaksi kasvukautta suurempi kuin muilla puulajeilla.

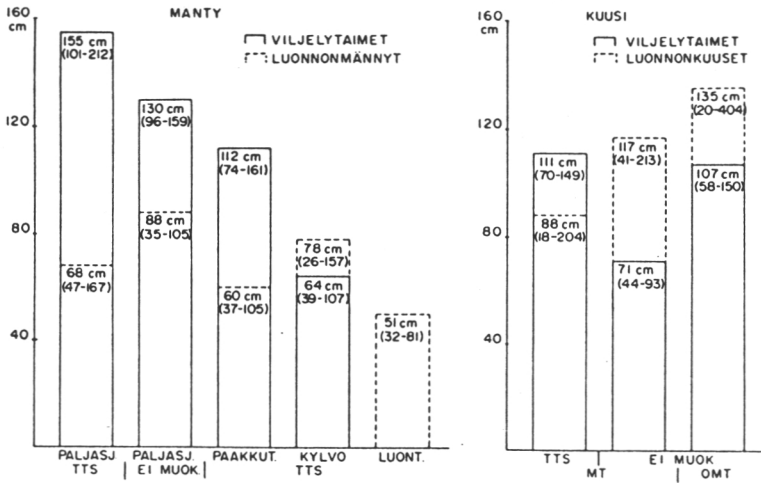
Pisimpiä olivat muokatulle maalle paljasjuurisilla taimilla istutetut mäntytaimikot (kuva 4). Muokkaamattomilla aloilla taimikot



Kuva 2. Luonnontaimien yhteismäärä puulajeittain.



Kuva 3. Luontaisesti syntyneiden taimien ikäjakaumat.



Kuva 4. Kasvatuskelpoisten taimien keskipituus ja taimikoiden keskipituuden vaihtelurajat (suluissa).

olivat lyhyempiä kuin muokatulla ja paakkutaimilla istutetut taimikot olivat paljasjuurisilla istutettuja lyhyempiä. Luontaisesti uudistettujen taimikoiden keskipituus oli pienin. Kylvötaimikot olivat hieman näitä pitempiä. Kasvatuskelpoisten luontaisten taimien keskipituus oli samaa tasoa tai hieman suurempi kuin kylvötaimikoiden. Päinvastoin kuin viljelytaimilla luontaisten taimien pituus oli muokkaamattomilla aloilla suurempi kuin muokatuilla. Tämä johtunee siitä, että muokkaus on tuhonnut vanhempia taimia.

Kuusen istutustaimikot olivat lyhyempiä kuin männyn (kuva 4). Myös kuusen istutustaimet olivat muokatuilla aloilla pitempiä kuin muokkaamattomilla (tuoreilla kankailla). Lehtomaisilla kankailla istutustaimien pituus oli muokkaamattomilla aloilla sama kuin muokatuilla tuoreilla kankailla. Aivan kuten mäntytaimikoissa kuusenkin kasvatuskelpoiset luonnontaimet olivat muokkaamattomilla aloilla pitempiä kuin muokatuilla, ollen jopa pitempiä kuin viljelytaimet. Kasvatuskelpoiset rauduskoivun taimet olivat sekä istutettuja että luontaisesti uudistuneita havupuun taimia pitempiä. Mäntytaimikoissa kasvatuskelpoisten rauduskoivujen keskipituus oli 210 cm ja kuusitaimikoissa 180 cm.

Taimien elinvoimaisuus ja sitä heikentäneet tekijät

Viljelykuusista oli vähiten täysin terveitä ja lehtipuista eniten. Enimmäkseen kuusellakin vauriot olivat lieviä, mutta jonkin verran myös heikentyneitä ja kituvia istutuskuusia esiintyi (asetelma).

	Elinvoimaisuus, %			
	Terve	Lievä vaurio	Heikentynyt	Kituva
Viljelymännyt	78	12	8	2
Luonnonmännyt	72	20	7	1
Viljelykuuset	34	40	14	12
Luonnonkuuset	62	28	6	4
Lehtipuut	98	2	-	-

Halla oli yleisin vaurionaiheuttaja. Kuusen ohella halla oli viukuuttanut myös männyntaimia, erityisesti luonnonmäntyjä (taulukko 2). Hirvi oli aiheuttanut vaurioita viljelymännuille ja lehtipuulle. Hyönteis- ja sienituhot olivat yleisimmät männyllä, etenkin viljelytaimilla. Toiset taimet aiheuttivat eniten haittaa luonnonmännuille. Pintakasvillisuus ja vesat haittasivat sekä viljelymäntyjen että -kuusten ja myös luonnonmäntyjen kehitystä. Lukuisia muitakin vaurionaiheuttajia taimista kirjattiin, mutta niiden merkitys oli melko vähäinen.

Taimikoiden kehityskelpoisuus

Taimikot jaettiin kehityskelpoisuusluokkiin lähinnä kasvatuskelpoisten taimien lukumäärän perusteella KML Tapion ohjelukuja käyttäen (kuva 5). Kolme taimikkoa siirrettiin luokkaa alemmaksi myös suuren tyhjäruutusadanneksen takia.

Vähiten huonoja taimikoita oli muokatuille aloille istutetuissa mäntytaimikoissa ja eniten luontaisesti uudistetuissa taimikoissa, joissa ei ollut lainkaan tyydyttäviä taimikoita. Kylvötaimikoissa oli runsaasti tyydyttäviä taimikoita, mutta myös paljon huonoja, joten välttävien taimikoiden osuus jäi vähäiseksi.

Tuoreilla kankailla kuusitaimikoiden kehityskelpoisuus oli erittäin paljon huonompi kuin männyn viljelytaimikoiden ja jopa huonompi kuin männyn luontaisen uudistamisen. Lehtomaisilla kankailla oli paljon välttäviä taimikoita ja vähän huonoja sekä tyydyttäviä taimikoita.

Taulukko 2. Vaurionaiheuttajat eri taimilla (%).

	Viljely- männyt	Viljely- kuuset	Luonnon- männyt	Luonnon- kuuset	Lehti- puut
Ei vaurioita	55	30	60	61	86
Pintakasvill.	2	9	4	1	△
Vesat	6	4	6	1	1
Puusto	△	2	△	△	1
Toiset taimet	4	1	10	2	△
Karisteet	6	-	1	△	-
Ruosteet	7	-	2	-	△
Männynverso- syöpä	1	-	-	-	-
Tukkikärsäk- käänt	3	-	1	-	-
Pihkakääri- äinen	2	1	-	-	-
Pistiäiset	-	-	-	-	-
Hirvi	8	-	1	-	11
Jänis	△	-	△	-	△
Myyrä	△	-	△	-	△
Halla	2	48	14	31	△
Kuivuus	△	-	-	△	-
Märkyys	1	1	△	△	△
Lumi	3	-	1	-	△
Huono istutus	1	1	-	-	-
Vesakon tor- junta	-	1	-	-	△
Hakkuu	-	-	△	1	-

TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Männyn osalta tuloksia voi pitää odotettuina, joskaan ei tyydyttävänä. Koska inventointi tehtiin vasta 6 kasvukautta viljelyn jälkeen ei voitu enää selvittää, kuinka paljon ja minkä takia viljelytaimia oli kuollut tai kylvöpisteitä jäänyt tyhjäksi. Kaikissa inventoinneissa, joissa on välittömästi viljelyn jälkeen tutkittu viljelytiheyttä, on todettu, että viljelytiheys on jäänyt tavoiteltua pienemmäksi. Esim. Kinnusen (1977) mukaan todellinen viljelytiheys Pirkka-Hämeessä oli vain 76 % tavoitellusta. Jos oletetaan, että suhde on pysynyt samana, tämän tutkimuksen viljelytiheydeksi saataisiin n. 1500 tainta/ha ja tällöin männyn viljelytaimien keskimääräinen elossaolosadannes olisi 61, joka ei ole erityisen hyvä, mutta luontaisen täydennyksen ansiosta riittää pitämään kasvatuskelpoisten taimien määrän liki oletetun viljelytiheyden suuruisena. Mäntytaimikoissa viljelytiheyttä onkin pidettävä avainkysymyksenä tyydyttävien taimikoiden aikaansaamisessa. Olisi entistä paremmin valvottava, että viljelyssä päästäisiin tavoiteltuun tiheyteen. Samaten viljelytiheys-suositus olisi syytä myös yksityismetsissä nostaa samalle tasolle kuin Metsähallitus uusissa ohjeissaan (3.5.1985).

Männyn luontainen uudistaminen oli onnistunut selvästi huonommin kuin viljely. Valtanen (1984) on todennut, että tehokkaalla muokkauksella (=aurausta) männyn luontaisen uudistamisen tulosta tuoreilla kankailla voidaan parantaa. Aurausta kevyempi tapa tehostaa muokkausta on tihentää lautasaurausta ja tätä kautta parantaa taimettumisedellytyksiä.

Kaikkein vakavin tilanne oli tuoreiden kankaiden kuusitaimikoiden kohdalla. Erityisesti muokkaamattomilla aloilla tulos oli heikko. Alhainen viljelytiheys lienee kuusenkin kohdalla yksi merkittävä osasy huonoon tulokseen. Toinen lienee se, että verhopuita oli vain yhdellä uudistusosalalla, joten halla on päässyt vikuuttamaan ja tuhoamaan taimia. Etenkin kuusitaimikoiden saattaminen tyydyttävään kuntoon täydennysistutusta käyttäen näyttää kohtuuttoman suurelta urakalta. Vaikka koivukuitupuun krooniset menekkivaikeudet ja muita puutavaralajeja alhaisempi hinta ei olekaan omiaan

suosimaan hieskoivun kasvatusta näyttää kuitenkin siltä, että hieskoivuakin joudutaan käyttämään apuna sekä kuusentaimien suo- jana hallaa vastaan että aukkopaikkojen täydentäjänä, jotta kuusi- taimikot saataisiin edes välttävään kuntoon.

VIITTEET

- KINNUNEN, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alku- kehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Folia For. 318:1-25.
- RIIKILÄ, M. 1985. Tuoreille ja lehtomaisille kankaille perus- tettujen 6-8 vuotiaiden mänty- ja kuusitaimikoiden tila Pirkka- Hämeen piirimetsälautakunnan yksityismetsissä vuonna 1984. Moniste HY:n metsänhoitotieteen laitoksessa. 72 s.
- SAKSA, T. 1983. Muokattujen uudistusalojen inventointimenetelmä. Moniste. Suonenjoen tutkimusasema. 18 s.
- VALTANEN, J. 1984. Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158:37-50.

LÄMPÖOLOJEN PAIKALLISVAIHTELU JA SEN MERKITYS METSÄNUUDISTAMISESSA

Olavi Laiho

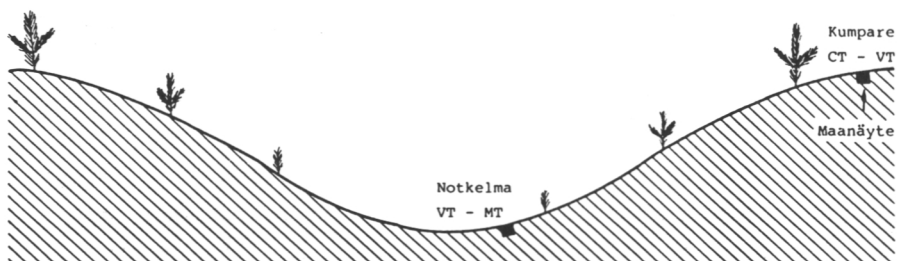
Maamme metsissä esiintyy runsaasti alavia kohtia, jotka metsittyvät ympäristöönsä heikommin vaikeivat olisi tulvaveden vaivamiakaan. Ilmiö näkyy niin viljelyaloilla kuin paljaaksihakatuilla luontaisesti uudistettavilla aloilla. Kohteet vaihtelevat kooltaan, muodoltaan ja korkeuseroltaan käsittäen syviä harjukuoppia, kumpumoreeneja, laajoja ojanotkelmia ja hyvinkin vähäisiä, vajaan metrin ympäristöönsä alempia painanteita. Pienikumpuisella paljaaksihakatulla kankaalla ylävät taimettuneet kohdat ja taimettomat painannekohdat saattavat vaihdella hyvin säännöllisenä mosaiikkina.

Syitä tähän ilmiöön on useasti pohdittu varmaa vastausta saamatta. Mahdollisia ovat sekä maaperäiset että ilmastolliset kasvupaikatekijät. Kesän 1984 sääolot antavat erityisen hyvän taustan lämpöolojen merkityksen arvioinnille.

MAAN OMINAISUUDET

Yleiskuvan saamiseksi ongelmakohtien maasta niistä otettiin yhteensä 32 maanäytettä. Ne otettiin parittain, toinen alavasta soistumattomasta kohdasta ja toinen viereiseltä kumpareelta tai yläväältä tasamaalta. Tutkimusalueina olivat Hämeen kangas Jämijarvella ja kolmas Salpausselkä Kiikalassa. Kohteet vaihtelivat syvästä suppasta (korkeusero 35 m) vähäisiin metrin painanteisiin. Useimmat kohteet oli hakattu paljaaksi ja vain ylempään näytteen kohdalla uudistaminen oli onnistunut alaosan ollessa taimeton. Lisäksi oli mukana kolme varttunutta puustoa kasvavaa metsikköä. Kaikki kohteet olivat korkeimman rannan alapuolisia.

Näytteeksi otettiin kivennäismaan pintaa 10 cm syvyydelle. Näin ollen siihen tuli mullaskerros, huuhtoutumiskerrosta ja jossain tapauksessa rikastumiskerroksen yläosaakin. Näytteistä analysoitiin tavanomaisin menetelmin (Halonen ja Tulkki 1981) raekoostumus ja eräitä kemiallisia tunnuksia (kuva 1).



Raekoostumus	Sora (> 2 mm)	8	17
	KHk (0.6 - 2 mm)	32	36
	HHk (0.2 - 0.6 mm)	38	36
	KHt (0.06 - 0.2 mm)	14	7
	Hienomaa (< 0.06 mm)	8	4
Kemialliset ominaisuudet	pH	4.5	4.4
	Org. ainesta %	4.0	3.5
	N % org. aineesta	1.5	1.2
	P mg/l	13	10
	K mg/l	17	24
	Ca mg/l	17	28

Kuva 1. Maanäytteiden analyysitulokset.

Viljavuuden kannalta keskeistä lajitetta, hienomaata oli notkelmissä keskimäärin 8 % (vaihteluväli 2-21), ylempänä vastaavasti 4 % (1-8). Näin hienomaan osuus notkelmissä oli kumpareihin verrattuna kaksinkertainen ja vertailupareittain tarkastellen yhtä poikkeusta lukuunottamatta aina notkelmassa suurempi kuin ylempänä. Vastaavanlainen ero oli karkean hiedan osalta soran osuuden jakautuessa päinvastoin. Enimmät näytteet olivat hiekkamaata, moreeneja oli vain kaksi näyteparia.

Kemiallisilta ominaisuuksiltaan näyteparit myös erosivat toisistaan joskaan ei yhtä selvästi kuin raekoostumukseltaan. Notkelmat olivat reaktioltaan lievästi kumpareita neutraalimpia ja sisälsivät enemmän ja runsastyyppisempää orgaanista ainesta. Analysoiduissa ravinteissa ei ollut mainittavia eroja.

Metsätyypiltään notkelmat olivat johdonmukaisesti harjanteita parempia. Eräissä tapauksissa ero oli yhden metsätyypin suuruinen. Näin kasvillisuus, maan raekoostumus ja kemialliset omi-

naisuudet kaikki johdonmukaisesti osoittivat notkelmat kumpareita viljavammiksi. Tulos on yhdenmukainen metsämaidemme jääkauden jälkeisen kehityksen kanssa (Donner 1978). Merestä noustessa lakimaista huuhtoutui hienomaata, joka laskeutui läheisiin notkelmiin. Näin ollen notkelmat eivät voi olla huonoja uudistumaan siksi, että niiden maa olisi metsänkasvatukseen sopimatonta.

LÄMPÖLOT

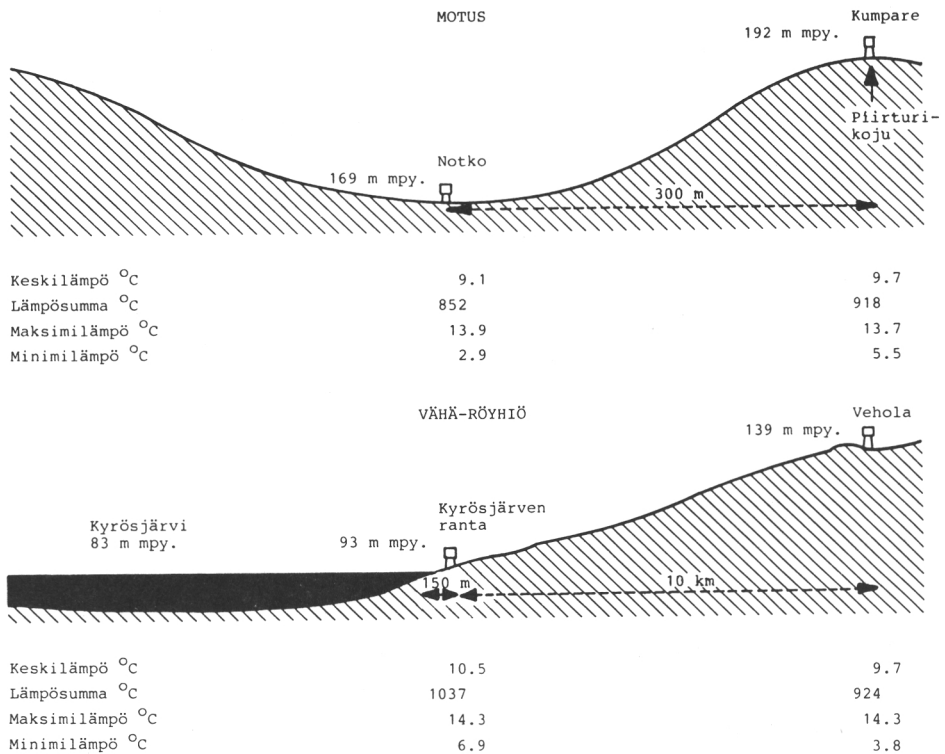
Lämpöolojen kartoittamiseksi tehtiin vertailevia mittauksia keuhalla 1985 useissa metsänuudistamisen suhteen ongelmallisissa kohdissa. Ne tehtiin termografilla käyttäen normaalia sääkojua ja kahden metrin korkeutta. Vastaavanlaisia mittauksia on tehty myös muutamana edellisenä vuotena (Ojanen 1978, Koskela 1985). Tässä yhteydessä tarkastellaan lähemmin oheisia kahta mahdollisimman erilaista kohdetta.

Motus on laakea pohjois-eteläsuuntainen Kurun Itä-Aureessa sijaitseva soistunut ojanotko, jossa mittauspisteinä olivat notkon v. 1980 versosyöpätuhojen vuoksi nuorena harvennusmetsänä paljaaksihakattu pohja ja vertailuna sen viereinen v. 1982 kiertoajan täyttyessä paljaaksihakattu kumpare. Ikaalisten Vähä-Röyhiön mittauspisteet olivat kumpikin peitteisessä maastossa. Toinen nuorena aukkoisessa lehtosekametsässä (ku-lehtip.) Kyrsjärveen viettävällä (kalt. 7 %) rantavyöhykkeellä ja toinen siitä kymmenen kilometrin päässä ylävällä kylmäksitunnetulla Veholan alueella hieman ympäristöään alempana harvassa hallasta, versosyövästä ym. tuhoista kärsineessä puolukkatyyppin mäntytaimikossa.

Mittausjakson keskilämpö oli Motuksen kumpareella $9,7^{\circ}\text{C}$ ja ylitti heinä-elokuussa 14°C . Notkossa keskilämpö oli puolisen astetta alempi. Vastaavasti lämpösumma oli 7 % alempi. Ilmatieteen laitoksen mittauksen (Heino ja Hellsten 1983, Kuukausikatsaus... 1985) perusteella lämpösummat voidaan täydentää kasvukautisiksi, jolloin todetaan notkon olleen 74°C (lämpösummayksikköä) kylmempi (kumpare 1038°C , notko 964°C). Alemmasta sijainnista (23 km) johtuen sen olisi tullut olla 21 yksikköä lämpimämpi (Tapion taskukirja 1983).

Näin ollen notkon pienilmastollisesti epäedullinen muoto hävitti alemmasta korkeustasosta aiheutuvan edun ja sen lisäksi alensi lämpösummaa $74\text{ }^{\circ}\text{C}$. Yhteensä tämä tekee $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ eli 9 % kumpareen lämpösummasta. Ennätyssuuri tämä alenema ei silti ole. Hämeen-kankaan supista on mitattu vieläkin suurempia alenemia (Rajakorpi 1984). Lämpösumman aleneminen $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ vastaa 106 m ylävämpää tai samalla korkeustasolla pysyen 120 km pohjoisempaa sijaintia (Tapijon taskukirja 1983). Metsän uudistamiselle ei kyseinen alen-tunutkaan lämpösumma olisi kuitenkaan sellaisenaan esteenä. Kriittiseksi tilanteen tekee öiden kylmyys, hallaisuus (kuva 2).

Maksimilämpö oli kummassakin havaintopisteessä samaa suuruusluok-kaa. Heinäkuun arvot ylittivät $19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lievänä tendenssinä oli kautta mittausjakson notkon hieman kumparettä korkeampi maksimi-lämpö. Maksimilämmön samanlaisuus eri kohteissa on todettu lu-kuisissa varhemmissakin tutkimuksissa (Koskela 1985). Vain sy-vissä jyrkkäreunaisissa supissa on päivälläkin ympäristöä sel-västi kylmempää (Rajakorpi 1984).



Kuva 2. Mittausjakson (1.6. - 16.11.1985) lämpöolot Motuksessa ja Vähä-Röyhiössä.

Minimilämmöissä ero puolestaan oli suuri, keskimäärin $2,6^{\circ}\text{C}$. Notko oli kautta kasvukauden kumpareta viileämpi. Heinäkuussa ero oli jopa $3,9^{\circ}\text{C}$. Kesä-syyskuun keskiminimit notkossa olivat $2,8$, $4,6$, $8,3$ ja $1,1^{\circ}\text{C}$ eli keskikesää lukuunottamatta varsin lähellä nollaa. Öiden kylmyydestä johtuvatkin notkossa todetut kumpareta alhaisempi keskilämpö ja lämpösumma. Päivien lämpiyys ja öiden kylmyys merkitsee lämpöolojen äärevyyttä kuten koverilla pinnoilla säännönmukaisesti tapaa ollakin (Franssila 1949). Ulossäteilyn jäädyttämä ilma valuu raskaampana alaviin paikkoihin ja muodostaa niihin ikään kuin kylmän ilman järviä, joissa kylmintä on maan rajassa ja ylöspäin siirryttäessä lämpötila asteittain kohoaa (Koskela 1985).

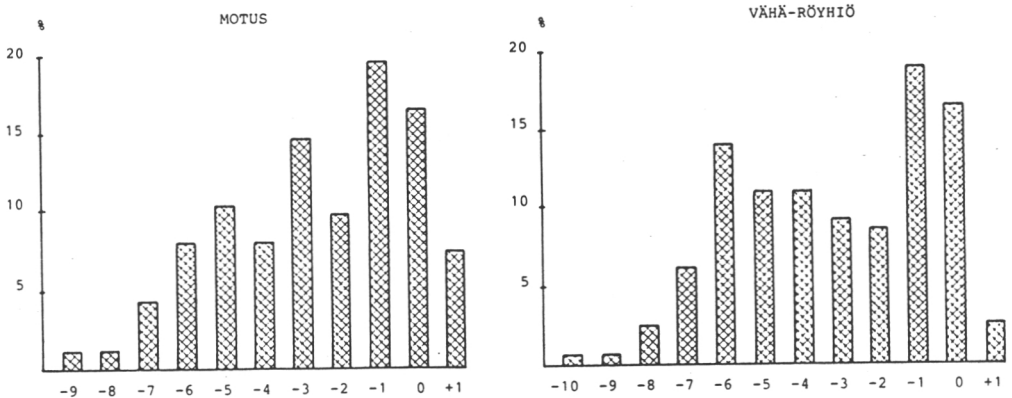
Vähä-Röyhiön mittauspisteet olivat toisistaan kaukana ja vailla keskinäistä kylmän ilman valumismahdollisuutta. Lisäksi toinen mittauspiste oli lähellä suuren järven rantaa. Siltikin maksimilämmöt olivat keskenään samaa luokkaa yhdenmukaisesti esim. Elomaan (1976) tutkimusten kanssa. Keskikesällä ne olivat kylmäksi tunnetussa Veholassa hieman korkeammatkin kuin Kyrösjärven rannalla, mutta keväällä ja syksyllä tilanne oli päinvastainen viitaten Veholan lyhyempään kasvukauteen. Eteläisemmästä ja alemmasta sijainnista johtuen maksimilämpö oli Vähä-Röyhiössä keskimäärin puoli astetta korkeampi kuin Motuksessa ja ylitti heinäkuussa 20°C .

Samaten minimilämmöt olivat keskimäärin runsaan asteen Motusta korkeammat. Tässä tapauksessa kylmempää oli ylempänä sijaitsevassa havaintopisteessä Veholassa. Kesä-syyskuun minimit olivat siellä $5,2$, $6,9$, $8,7$ ja $2,0^{\circ}\text{C}$. Ero Kyrösjärven rantaan oli keskimäärin kesällä $3,5^{\circ}\text{C}$ ja myöhäissyksyllä 2°C . Tässäkin tapauksessa osoittautui kylmän kasvupaikan tunnusmerkiksi yölämpötilojen mataluus. Keskilämpöjen eroksi muodostui Kyrösjärven rannan ja Veholan välillä $0,8^{\circ}\text{C}$. Ero on varsin suuri, joskaan ei ennestään tuntematon (Elomaa 1976). Kasvukautisiksi täydenneetyt lämpösummat olivat 1172 ja 1045°C . Niiden välinen 12% ero vastaa 142 metrin korkeuseroa tai 160 kilometrin etäisyyttä pohjois-eteläsuunnassa samalla korkeustasolla pysyen. Havaintopaikkojen korkeuseron ollessa vain 46 m, jää selittämätöntä lämpösummaa

86 °C eli lähes yhtä paljon kuin Motuksessa. Tärkeimpänä selittäjänä on varmaankin Veholan avoimempi ja ympäristöä hieman alavampi sijainti. Muitakin kylmyyttä aiheuttavia maastotekijöitä Veholan alueeseen saattaa liittyä ja toisaalta vertailumittaukset tehtiin suuren sisäjärven rantavyöhykkeessä.

Em. tulosten mukaan kylmää voi olla sekä yläväällä että alavalla paikalla. Yläväällä siksi, että ilmasto ylöspäin siirryttäessä viilenee. Alavalla taas siksi, että kylmä ilma öisin valuu alas notkopaikkoihin. Kummassakin tapauksessa kylmyys merkitsee öiden viileyttä maksimilämpöjen ollessa lähes samat.

Lämpöolojen paikallisvaihtelua on aihetta tarkentaa vielä vuorokausikohtaisella tarkastelulla. Maksimilämmöt olivat vertailualueilla enimmäkseen samat tai asteen verran suuntaan tai toiseen poikkeavat. Minimilämpöjen osalta hajonta oli täysin eri suuruusluokkaa (kuva 3). Kylmät kohteet (Motuksen notko, Vehola) olivat joinakin öinä jopa vertailupariaan lämpimämmät, mutta yleensä oli selvästi toisin. Puolet öistä oli sellaisia, jolloin minimien ero ylitti 3 °C. Ääritapauksissa ero oli 9-10 °C. Näin siitä huolimatta, että Motuksessa havaintokohtien välimatka oli vain 300 m ja suurilmasto siten sama. Suuria lämpötilaeroja oli kautta havaintojakson kesäkuun alusta marraskuun puoliväliin. Suuruudes-



Kuva 3. Vuorokausiminimien erotusjakauma (Motus: Kumpare - notkelma; Väähä-Röyhiö: Kyrösjärven ranta - Vehola) ajalla 1.6.-16.11.1985.

taan huolimatta havaitut erot eivät ole ennätyskellisiä, vastavia on mitattu mm. Pohjois-Savon mäkimaastossa (Huovila 1964) ja Lammin pääjärvellä (Elomaa 1976). Näin ollen ilmaston paikallisvaihtelu voi olla huomattavan suurta. Erojen muodostumista edesauttaa mm. tuuleton ja kirkas sää sekä ilman alhainen suhteellinen kosteus (Franssila 1949, Elomaa 1970).

Öiden kylmyys merkitsee hallanvaaraa. Halla olikin mittauspisteissä yleinen, vaikkei kasvukausi 1985 poikkeuksellisen hallainen ollutkaan (Heino ja Hellsten 1983, Kuukausikatsaus... 1985; taulukko 1). Motuksen notkossa hallaöitä oli joka kuukausi ja lähes sama oli tilanne Veholassa. Vertauskohdissa ei hallaa heinä-elokuussa esiintynyt. Ottaen huomioon, että lämpötila hallaöinä maanrajassa on 2-5 °C alhaisempi kuin kahden metrin korkeudessa (Franssila 1949, Heino ja Hellsten 1983) oli Motuksen notkossa myös v. 1985 keväällä kova halla.

Taulukko 1. Hallaöiden esiintyminen (lukumäärä ja kuukauden alin lämpötila) Motuksessa ja Vähä-Röyhiössä ajalla 1.6. - 16.11.1985.

	Motus				Vähä - Röyhiö			
	Kumpare		Notkelma		Kyrösjärven ranta		Vehola	
	kpl	°C	kpl	°C	kpl	°C	kpl	°C
Kesäkuu	5	-3.9	9	-5.9	1	-0.4	2	-1.9
Heinäkuu	-		6	-1.4	-		-	
Elokuu	-		1	-0.4	-		2	-0.9
Syyskuu	3	-3.5	13	-6.9	-		13	-5.9
Lokakuu	7	-9.9	18	-12.2	8	-7.1	17	-11.9
Marraskuu	10	-6.2	13	-5.4	13	-7.9	14	-13.9

HALLA JA UUDISTUMINEN

Kuusi tiedetään puulajeistamme yleisesti hallanaraksi, paleltuuhan se monilla kasvupaikoilla taimikkovaiheessa muutaman vuoden

välein. Mäntyä puolestaan on totuttu pitämään lähes hallankestävänä. Tosin mm. Kalela (1945) korostaa tunnetussa oppikirjassaan hallan olevan metsässä pahempi tuhonaiheuttaja kuin yleisesti ottaen ymmärretäänkään. Äskettäin kesäkuun 1984 "vuosisadan" halla opetti kovalla kädellä hallan vaarallisuuden. Tuho kohtasi erittäin pahana männyntaimia mutta samalla kaikkia lehtipuita ynnä lisäksi pintakasvillisuutta. Kuusi puolestaan ei kärsinyt erityisen pahoin.

Mäntyä ajatellen on tärkeää hallan ajankohta. Mänty ei ole hallalle arka kasvukauden alussa. Niinpä Karvian Alkkiassa oli v. 1975 toukokuun lopussa kolme paha perättäistä hallayötä ($-4 - -8$ °C). Kuusen ja männyn pituuskasvu oli alullaan ja lämpösummakertymä oli 162 °C. Kuusi paleltui erittäin pahoin, männyntaimilla paleltumia ei havaittu. Vuoden 1984 kesäkuussa Alkkiassa oli neljä vastaavanlaista hallayötä (9-12 pv). Lämpösummakertymä oli 330 °C vastaten kesäkuun lopun tilannetta normaalivuonna. Männyn pituuskasvu oli lähellä päättymistään, mutta laajoilla taimikkoalueilla halla pysähdytti sen sillä hetkellä aiheuttaen paikoin totaalista tuhoa. Näin ollen männyn hallanarin vaihe ajoittuu lähelle sydänkesää, jolloin hallat ymmärrettävästi ovat harvinaisia. Muulloinkin syntyy vähäisiä, esim. solutason vaurioita, joiden vaikutus taimien kehitykseen on ilmeisen haitallinen (Raitio 1985). Niinpä v. 1984 pahoilla tuhoalueilla oli pääteltävissä männyntaimien jo varhemminkin kärsineen hallasta. Hallan seuraustuhoina esiintyy yleisesti mm. muotovikoja, kasvuhäiriöitä ja versosyöpää.

Kylmiä alueita ajatellen uudistamisvaihe on ongelmallisin. Maan hyväkään taimettumiskunto ei auta, jos halla tuhoaa taimet tai vikuuttaa niitä. Kyseisillä kohdilla taimet ovat pitkään hallalle alttiina ja pahimmilla keväthalloja sattuu melkein vuosittain. Saatuaan viimein latvansa hallakerroksen yläpuolelle puiden kehitys normalisoituu ja ne kasvavat maan viljavuuden mahdollistamalla nopeudella. Tästä voi vakuuttua tarkastelemalla kyseisissä notkelmissä kasvaneiden hyvinkin suurten puiden kantoja.

Kylmien maiden uudistamista suunniteltaessa on pienilmastolliset näkökohdat otettava vakavasti huomioon ja tarkkailtava hallan

esiintymistä alueella. Laajoja paljaaksihakkuita tulee kylmillä mailla mahdollisuuksien mukaan välttää, sillä hallariskin kannalta ne ovat vahingollisimmat. Verhopuusto parantaa lämpöoloja, mutta merkittävästi auttaakseen sen täytyy olla tiheä (Leikola ja Pylkkö 1969). Onneksi kuusi menestyy alikasvoksena täysitiheänkin puuston alla. Luonnostaan kuusta ja koivua kasvavien hallavesien, useimmiten korpijuotteja tai -painanteita, uudistamista männylle tulisikin välttää ja pitää ne jatkuvassa kuusi-koivukierrossa. Missään tapauksessa ei niissä tule pyrkiä puhtaaseen männikköön, sillä sen tuhouduttua ja maan kamaroiduttua ei uudistaminen tahdo onnistua millään puulajilla. Lievemmin hallaisilla mailla joudutaan luottamaan myös siihen, että männylle tuhoisia hallavuosia jatkossakin on harvoin.

KIRJALLISUUTTA

- DONNER, J. 1978. Suomen kvartäärigeologia. Helsingin yliopisto, geologian laitos. Moniste I. 264 s.
- ELOMAA, E. 1970. Pinnanmuotojen vaikutus lämpötilaeroihin Lammin Untulanharjulla kesällä 1968. Terra 82(3):97:107.
- " 1976. Pääjärvi representative basin: comparative studies of climatological land areas in 1969-1970. Fennia 146.
- FRANSSILA, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. Otava. Helsinki. 257 s.
- HALONEN, O. & TULKKI, H. 1981. Ravinneanalyysien työohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36.
- HEINO, R. & HELLSTEN, E. 1983. Tilastoja Suomen ilmastosta 1961-1980. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 80 1a - 1980. 73 s.
- HUOVILA, S. 1964. On precautions against crop damage due to radiation frost within hilly regions. Mitteilungen - Papers No 100, Department of Meteorology, University of Helsinki. 22 s.
- KALELA, E. K. 1945. Metsät ja metsien hoito. Porvoo-Helsinki. WSOY. 368 s.
- KOSKELA, T. 1985. Lämpöolojen paikallisvaihteluista kasvukauden aikana. Koekirjoite. Helsingin yliopiston meteorologian laitos. 49 s.
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Tammi - joulukuu 1985. Ilmatieteen laitos.
- LEIKOLA, M. & PYLKKÖ, P. 1969. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Silva Fennica 3(1):20-32.
- OJANEN, P. 1978. Mikroilmastollisia mittauksia erilaisissa Pohjois-Satakuntalaisissa metsiköissä Parkanossa kasvukautena 1976. Konekirjoite. Turun yliopiston maantieteen laitos. 72 s.
- RAITIO, H. 1985. Hallavauriot männyllä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184:25-34.
- RAJAKORPI, A. 1984. Microclimate and soils of the central part of the Hämeenkan gas interlobate complex in western Finland. Fennia 161:237-337.
- Tapion taskukirja. 1983. Kirjayhtymä. Helsinki. 19 p. 567 s.

MÄNNYNVERSOSYÖPÄTUHOT

Antti Uotila

Männynversosyöpää aiheuttaa Ascocalyx abietina -sieni. Se on tunnettu Suomessa 1860 -luvun lopulta lähtien. Versosyöpäsieni leviää suvullisten koteloitiöiden ja suvuttomien kuromaitiöiden avulla. Sieni iskeytyy mäntyyn todennäköisesti neulasparin tyvellä olevan suojuslehden ilmarakojen tai verson mekaanisten vioitumien kautta. Tartunta tapahtunee kasvukauden aikana, mutta sieni pysyy latenttina lepokauteen asti, jolloin se kasvaa verson kuorisolukkoon tappaen siten verson. Kasvukauden alettua toukokuussa sairaiden vuosikasvainten neulasat muuttuvat ensin harmaanvihreiksi ja helposti irtoaviksi. Vasta kesäkuussa neulasat ruskettuvat ja tauti tulee helposti havaittavaksi. Versosyövän kuromapesäkkeet ilmestyvät kuolleiden versojen kuorelle loppukesällä. Vähäisissä määrin kuromapesäkkeitä muodostuu myös neulasiin. Kuromat vapautuvat kostealla säällä seuraavana keväänä. Suvulliset kotelomaljat kehittyvät kuromapesäkkeitä myöhemmin ja alkavat vapauttaa itiöitä kesä-heinäkuussa. Sienen elinkierto on siis kaksivuotinen.

Versosyöpää esiintyy useilla havupuulajeilla mäntyjen ollessa altteimpia versosyöväille. Versosyöpä tappaa mäntyjä taimitarhaimesta tukkipuuhun. Etelä- ja Keski-Suomessa riukuvaiheen männiköt ovat kärsineet eniten versosyövästä, kun taas Pohjois-Suomessa pahiten ovat sairastuneet 1-2 m pituiset taimikot. Tukkipuissa versosyöpä tappaa yleensä vain alaoksia.

Tuhojen laajuus ja esiintyminen

Versosyövän takia avohakattavia männiköitä on koko maassa arviolta 1000 - 2000 ha. Kasvutappioita tauti lienee aiheuttanut yli 100000 ha:n alueella. Taulukossa 1 on esitetty kyselytutkimuksella saadut versosyöpätuhojen pinta-aratiedot kolmen piirimetsälautakunnan alueelta.

Taulukko 1. Versosyöpätuhot Satakunnan, Etelä-Pohjanmaan ja Pirkka-Hämeen piirimetsälautakuntien alueella.

	Kuollut, ha	Sairas, ha
Satakunnan pml	75	7648
Etelä-Pohjanmaan pml	26	1315
Pirkka-Hämeen pml	130	3817
Yhtiöt	54	2045
Metsähallitus	260	12338
Metsäntutkimuslaitos	3	156
Yhteensä	546	27319

Versosyöpä on myös yksi tärkeimmistä taimitarhojen tuhonaiheuttajista, esim. v. 1985 taimitarhoilla tuhoutui noin 6 milj. tainta. Kolme vuotta aiemmin voimakkaan versosyöpäepidemian aikana kuolleiden taimien määrä oli 20 - 30 milj. kpl. Taimitarhoilla näyttäisi merkittäviä tuhoja esiintyvän useammin kuin metsässä.

Pohjois-Suomen taimikoita versosyöpä on saastuttanut ankarasti n. 5000 - 10000 ha:n alalta 1980 -luvulla. Tuhotaimikot sijaitsevat lähes poikkeuksetta yli 250 m:n korkeudella HMT -tyypin hienojakoisilla ja melko runsasravinteisilla kuusimailla.

Viime vuosisadan ja tämän vuosisadan alkupuolen versosyöpätuhojen laajuudesta ei ole tarkkoja tietoja, mutta todennäköisesti ne eivät olleet yhtä laajoja kuin viime vuosien tuhot. 1960 -luvulla versosyöpä tuhosi tuhansin hehtaarein Pohjois-Suomen taimikoita, joissa oli käytetty liian eteläisiä mäntyalkuperiä tai väärää puulajia. Samaan aikaan ilmestyi vakavia tuhoja Etelä-Suomen taimitarhoille. Riukuvaiheen männiköissä tuhot olivat ensin rajoittuneita puronotkoihin ja suppiin, mutta 1970 -luvun loppupuoliskon epäedullisten kasvukausien seurauksena tuhoalueet laajenivat. Selvä versosyöpätuhojen huippu oli v. 1982. Tällöin versosyöpäsieni oli löydettävissä lähes joka männiköstä vähintään alaoksista. Sen jälkeen suotuisten kasvukausien seurauksena ytimennävertäjaseuraus-

tuhoista huolimatta valtaosa lievästi tai kohtalaisesti sairastuneista männiköistä on toipunut tyydyttävästi. V. 1985 ilmeni uusia versosyöpätuhoja hallaisilla kasvupaikoilla edellisen kesän ja syksyn hallojen seurauksena.

Versosyövän esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä

Versosyöpäsieni ei ole voimakas taudinaiheuttaja, vaan se tappaa ainoastaan heikkokuntoisia puita. Männyn altistuminen taudille on sairastumisen edellytys. Toisaalta versosyöpätuhoja edeltää säännöllisesti viileä ja sateinen kasvukausi ja ankarat tuhot esiintyvät ympäristöään kylmemmillä seuduilla. Siten kasvukauden sääoloja voidaan pitää merkittävimpinä versosyöpätuhoon altistavina tekijöinä. Versosyövän esiintymiseen vaikuttavia säätekijöitä ovat kokonaissäteily, lämpösumma, kasvukauden sademäärä ja kesä- ja syyshallat.

Metsikön sisällä varjostetut puut ja alaoksat sairastuvat ensin, mikä osoittaa säteilyn merkityksen versosyövänkestävyyteen. Lisäksi säteilyn määrässä esiintyy kasvukausien välistä vaihtelua; sateisina ja pilvisinä kesinä kokonaissäteilyn määrä saattaa jäädä jopa 20 % pienemmäksi kuin poutakesinä.

Versosyöpätuhoja esiintyy eniten korkeilla vedenjakaja-alueilla kuten Suomenselällä, joiden lämpösumma on 50 - 100 dd pienempi kuin ympäröivillä alueilla. Sateisena kesänä lämpösumma antaa liian hyvän kuvan kasvukauden sääoloista, esim. v. 1981 keskilämpötiloista laskettu lämpösumma oli Ähtärin sääasemalla n. 140 dd korkeampi kuin v. 1982, mutta vuorokauden maksimilämpötiloista laskettu lämpösumma olisi ollut korkeampi v. 1982 kuin v. 1981. Tämä selittää lämpöolojen osalta sen, että v. 1981 kesää seurasi ennennäkemättömät versosyöpätuhot ja, että v. 1982 kesän jälkeen tuhoja ei ilmaantunut, vaikka lämpösumma jäi pienemmäksi kuin v. 1981.

Kasvukauden sateisuus vaikuttaa maaperän ominaisuuksiin ja toisaalta edesauttaa sienien itiöiden leviämistä ja itämistä. Varsinkin hienojakoisilla tiiviillä mailla poikkeuksellisen runsaat kesä-

sateet saattavat aiheuttaa hapen puutetta puiden juuristolle ja siten hidastaa puiden elintoimintoja.

Kasvukauden aikaiset hallat vioittavat mäntyjen kasvaimia ja neulasia. Voimakkaat kesä- tai syyskallat voivat jopa tappaa männynversoja. Lievissä tapauksissa hallat aiheuttavat solukkovaurioita, jotka näkyvät neulasten tai versojen mutkaisuutena. Tällaiset solukkovauriot tarjonnevat versosyöpäsienelle infektiotien sen lisäksi, että ne heikentävät puun yleiskuntoa. Kasvukauden aikaiset hallat eivät ole kuitenkaan versosyöpätuhon edellytys, minkä osoittaa se, että v. 1981 kesällä ei ollut ankaria halloja ja toisaalta versosyöpää esiintyi myös korkealla latvustossa, jossa ei voinut olla hallaa kesän 1981 oloissa.

Näyttää siltä, että kasvupaikan ilmasto-oloihin nähden voimakas kasvu voi altistaa versosyövälle. Pituuskasvu määräytyy edellisen vuoden kasvukauden hyvyyden perusteella, ja jos seuraava kasvukausi on epäedullinen, versojen puutuminen, talveentuminen ja sitä kautta versosyövänkestävyys voivat jäädä heikoiksi. Joko luontainen tai lannoituksella aikaansaatu runsasravinteisuus lisää versosyöpäalttiutta. Tässä yhteydessä myös sadeveden mukana tulevilla saaste- päästöistä peräisin olevilla ravinteilla saattaa olla lievä vaikutus mäntyjen versosyövänkestävyyteen. Kaikki ilmasto- ja maaperätekijät yhdessä muodostavat kokonaisuuden, mikä ratkaisee, onko mänty altis versosyövälle vai ei.

Siemenen alkuperällä on selvä vaikutus versosyövänkestävyyteen. Etelästä pohjoiseen siirretyt alkuperät ovat alttiimpia kuin pohjoisesta etelään siirretyt alkuperät. Siemenen siirtomatkan tulee olla kuitenkin yli 150 km tai 100 dd etelästä pohjoiseen, ennenkuin versosyöpäalttius merkittävästi lisääntyy. Versosyövänkestävyydessä on myös puuyksilöiden välisiä eroja.

Versosyöpäsienien itiömäärä vaikuttaa lievästi taudin määrään. Itiömäärän merkitys on nähtävissä eräissä alkuperäkokeissa, joissa kotimaisten kestävien alkuperien joukkoon on istutettu kaukaa siirrettyjä alttiita alkuperiä. Ilmastoon sopeutumattomat alkuperät ovat tuhoutuneet täysin, mutta versosyöpää on esiintynyt kestävis-

säkin alkuperissä enemmän tuhoutuneiden ruutujen reunoilla kuin muualla.

Versosyöpä ja metsänhoito

Vaikka versosyöpään liittyvää tutkimustietoa on jo melko runsaasti, versosyövän täydelliseen torjuntaan ei ole keinoja, koska säätekijät ovat pääsyy tuhoihin. Toisaalta olemassa oleva tutkimustieto ei ole riittävän täsmällistä tai syvällistä, jotta pystyisimme käyttämään hyväksi kaikki mahdolliset metsänhoidolliset torjuntakeinot.

Puulajivalinta on tärkeä versosyövän torjuntakeino uudistettaessa todennäköisiä tuhoalueita. E erityisesti Pohjois-Suomen korkeiden alueiden kuusimaat tulisi uudistaa kuuselle. Etelä- ja Keski-Suomessa versosyöpäalttiit kasvupaikat ovat yleensä hallanarkoja ja siten puulajikysymys on niissä ongelmallinen. Hieskoivu menestyy näillä kasvupaikoilla tyydyttävästi, ja hieskoivikon alle saat-
taisi muodostua kasvatuskelpoinen kuusikko hallaisellekin kasvupaikalle. Puulajin lisäksi viljelyssä tulee käyttää kasvupaikalle sopeutunutta alkuperää olevaa viljelymateriaalia.

Todennäköisten tuhoalueiden ja jo sairastuneiden metsiköiden lannoittamista kasvua lisäävillä lannoitteilla tulisi välttää.

Männiköiden harvennukset tulisi tehdä ajallaan, koska varjostus lisää versosyöpäalttiutta. Sairaiden metsiköiden paras harvennusajankohta on epidemiaa seuraava hakkuukausi, jolloin sairaat puut hakataan maahan, ennenkuin itiöt ovat ehtineet vapautua. Samalla ytimennävertäjien lisääntyminen niissä estyy, jos puut kuljetetaan metsästä pois kesään mennessä.

KIRJALLISUUTTA

- AALTO-KALLONEN, T. & KURKELA, T. 1985. Gremmiella disease and site factors affecting the condition and growth of Scots pine. Seloste: Versosyöpätauti ja ympäristö männyn kuntoon ja kasvuun vaikuttavina tekijöinä. Commun. Inst. For. Fenn. 126:1-28.
- KALLIO, T., HÄKKINEN, R. & HEINONEN, J. 1985. An outbreak of Gremmeniella abietina in central Finland. Eur. J. For. Path. 15:216-223.
- KURKELA, T. 1981. Versosyöpä riukuvaiheen männikössä. Folia For. 485:1-12.
- NEVALAINEN, S. & UOTILA, A. 1984. The susceptibility of Scots pine to Gremmeniella abietina. Växtskyddsnotiser (3-4):76-80.
- PATTON, R. F., SPEAR, R. N. & BLENIS, P. V. 1984. The mode of infection and early stages of colonisation of pines by Gremmeniella abietina. Eur. J. For. Path. 14:193-202.
- UOTILA, A. 1983. Physiological and morphological variation among Finnish Gremmeniella abietina isolates. Seloste: Suomalaisten Gremmeniella abietina -isolaattien fysiologisesta ja morfologisesta vaihtelusta. Commun. Inst. For. Fenn. 119:1-12.
- " 1984. Männynversosyövällä pitkät perinteet. Metsä ja Puu 2/1984.
- " 1985. Männynversosyövän leviämisestä tautipesäkettä ympäröiviin terveisiin mäntyihin. Silva Fenn. 19(1):17-20.
- " 1985. Siemenen siirron vaikutuksesta männyn versosyöpäalttiuteen Etelä- ja Keski-Suomessa. Folia For. 639.

HAVUPUIDEN HARSUUNTUMINEN ETELÄ- JA KESKI-SUOMESSA 1985

Eeva-Liisa Jukola-Sulonen

Kesän 1985 aikana Metsäntutkimuslaitoksen ILME-projekti on ensimmäistä kertaa koko valtakunnan tasolla kartoittanut havupuiden kuntoa 2500:lla valtakunnan metsien 8. inventoinnin pysyvällä koealalla. Aineisto kattaa koko Etelä- ja Keski-Suomen. Puiden kuntoa kartoitettiin arvioimalla harsuuntumista eli suhteellista neulaskatoa kuusella ja männyllä. Menetelmä on sama kaikissa Pohjoismaissa ja yhtäläisyyksiä on myöskin Saksan Liittotasavallassa käytettyyn menetelmään.

Harsuuntuneita puita (neulaskato 10 - 100 %) oli 24 %. Yhteensä 4700 puuta tarkastettiin. Näistä 1900 oli kuusia ja 2800 mäntyjä. Kummassakin puulajissa oli suurin piirtein saman verran harsuuntuneita. Pohjoismaisten luokitusten mukaan vaurioituneiksi luokitellaan yli 20 % harsuuntuneet. Tämän mukaan vaurioituneita oli 11 % puista, josta lievästi vaurioituneita (neulaskato 21 - 40 %) oli 9 %, vaurioituneita (41 - 60 %) 1 % ja vakavasti vaurioituneita ja kuolleita (60 - 100 %) 1 %. Ruotsin vuoden 1984 vastavaan harsuuntumisinventoinnin mukaan vaurioita oli n. 20 - 40 %:ssa kuusista.

Harsuuntumistuloksen tulkinta ei ole aivan yksiselitteinen. Neulasmassan määrää pidetään puun elinvoiman ja terveydentilan kuvajana. Kuitenkaan ei tarkkaan tiedetä, mitä on normaali neulasmassa ja sen vaihtelu eri kasvupaikoilla ja puun eri ikävaiheissa. Monet tekijät voivat vähentää puun neulasmassan määrää, yhtenä vaikuttavana tekijänä on kuitenkin ilmansaasteet. Neulaskato voi johtua muistakin tekijöistä kuten kuivuudesta, pohjaveden pinnan laskusta, tuulesta, puun korkeasta iästä ja monista tuholaisista sekä eri tekijöiden yhteisvaikutuksista.

Inventoinnin yhteydessä kartoitettiin useita muita vaikuttavia tekijöitä, joita ovat kasvupaikka, tuulen suunta, rinteiden kaltevuus, sien- ja hyönteistuhot ym. tekijät. Ilman epäpuhtaustietoja verrataan saatuihin tuloksiin. Tässä esitetyt tulokset ovat alustavia. Tarkemmat analyysit tehdään myöhemmin.

Inventoinnin tärkeä tavoite on saavutettu, kun on saatu kartoitettua metsien terveydentila jatkoseurantaa varten. Jatkossa on tarkoitus kehittää ilmansaastetutkimuksiin soveltuvia menetelmiä puuston terveydentilan jatkuvaa seuraamista ja mahdollisten muutosten rekisteröintiä varten.

Lyhennelmä perustuu osittain ILME-projektin tiedotustilaisuuden 13.1.1986 monisteeseen ("Mikä on metsien terveydentila?", MHO s. 4-16).

TAIMITARHALLA TODETUN KASVUHÄIRIÖN VAIKUTUS
MÄNNYNTAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN MAASTOSSA
Seppo Kaunisto

Taimitarhoillamme on viime vuosina tuotettu varsin paljon taimia, jotka eivät ole täyttäneet lain asettamia vaatimuksia, mikä puolestaan on johtanut joissakin tapauksissa hyvinkin korkeaan hylkäämisprosenttiin. On myös ollut epätietoisuutta taimien maastoon istutuksen jälkeisestä kehityksestä. Viimemainitusta on tähän mennessä tehty kolme eri selvitystä.

Kyseisten selvitysten perusteella voidaan todeta, että

- 1) silmutasapaino on palautunut normaaliksi vuoden tai kahden kuluessa istutuksesta. Myös istutettaessa normaalinnäköisillä taimilla voi ilmaantua silmutasapainohäiriöitä istutuksen jälkeen.
- 2) versotasapaino on korjaantunut karuilla kasvupaikoilla kahdessa maastokasvukaudessa. Runsastyyppisellä kasvualustalla versotasapainon korjaantuminen näyttää kestävän pitempään ja saattaa aiheuttaa mutkaisuutta ja poikaoksaaisuutta. Versotasapaino saattaa häiriintyä myös istutettaessa normaalinnäköisillä taimilla.
- 3) ensimmäisinä vuosina häiriötaimien (erityisesti pensasmaisten) kehitys on ollut hitaampaa kuin terveennäköisten, mutta kasvu on ollut hidasta myös istutushetkellä terveennäköisillä taimilla.
- 4) karuilla kasvupaikoilla kasvuhäiriö ei ole vaikuttanut kuolleisuuteen, mutta rehevillä kasvupaikoilla kasvuhäiriöisten taimien kuolleisuus on ollut suurempi kuin terveennäköisten. Kuolleisuuden lisääntyminen on johtunut lähinnä hitaammasta pituuskehityksestä, jonka seurauksena kasvuhäiriöiset taimet ovat olleet alttiimpia
 - a) pintakasvillisuuden kilpailulle
 - b) sienituhoille
 - c) vuonna 1984 kesähallalle.
- 5) taimitarhan lohkoissa, joissa kasvuhäiriöitä esiintyy, taimien lajittelu ei takaa välittömästi häiriötöntä jatkokehitystä, joskin edesauttaa sitä. Toisaalta valtaosalla taimista kehitys muuttuu normaaliksi muutaman vuoden kuluessa istutuksesta.

Lyhennelmä perustuu Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoihin 144 ja 202 sekä Risto Rikalan esitelmään "Monilatvaisten ja silmuhäiriöisten männyntaimien kehitys istutuksen jälkeen" Kasvinsuojeluseuran monisteissa nro 2, 1985, s. 32-39.

KASVATUSTIHEYDEN VAIKUTUS TAIMIKKO- JA RIUKUVAIHEEN
 ISTUTUSMÄNNIKÖIDEN KEHITYKSEEN TURVEMAILLA

Seppo Kaunisto ja Jorma Tukeva

Esityksessä selvitetään viljelytiheyden vaikutusta taimien elossapysymiseen sekä kasvatustiheyden (elävien taimien lukumäärän inventointihetkellä) vaikutusta puuston järeys- ja pituuskehitykseen, solakkuuteen, latvuksen rakenteeseen ja oksikkuuteen.

Aineisto kerättiin kahdeksalta Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla laadittujen koesuunnitelmien mukaisesti eri puolille Etelä-Suomea perustetulta viljelytiheys- ja riviviljelykokeelta. Koealoja oli yhteensä 268 kpl. Kasvupaikoista neljä oli karuja avosoita, yksi entinen suoviljelys, yksi suonpohja-alue sekä kaksi turpeenkuivatuskenttää. Alkuperäinen koejärjestely kattoi tiheysalueen 1600-10000 kpl/ha, mutta inventointihetkellä tiheys vaihteli välillä 833-8148 kpl/ha. Taimikot olivat mittaushetkellä 18-22 vuotiaita. Koealueet edustivat sekä varsinaisia taimikoita (2,4-3,6 m) että riukuvaiheen taimikoita (4,5-5,9 m). Mitattuja eläviä koepuita oli yhteensä 10791 kpl. Kaikista koepuista mitattiin $d_{1,3}$ ja kolmanneksesta lisäksi h, latvusrajan korkeus ja paksuimman elävän sekä kuolleen oksan läpimitta.

Elossaolosadannes vaihteli kokeittain välillä 56-85 %. Viljelytiheys ei vaikuttanut taimikuolleisuuteen. Nykyisillä käytännön viljelytiheyksillä päästiin aina täystiheisiin taimikoihin, mikäli kasvatusalustan ravinne- ja vesitalous olivat kunnossa.

Kasvatustiheyden vaikutus puiden keskiläpimittaan varsinaisissa taimikoissa oli vähäinen, mutta riukuvaiheen taimikoissa runkoluvun lisääntyessä järeyskehitys hidastui 2,0-3,5 cm kokeiden koko tiheysalueella. Tiheyden vaikutus pituusvaltataimiin oli vähäisempi. Käytettäessä 6 cm:n rinnankorkeusläpimittaa käyttörungon minimirajana tuottivat tiheimmät kasvatusasennot (> 3500 kpl/ha) suurimman käyttörunkojen lukumäärän (2400-3100 kpl/ha).

Kasvatustiheys ei vaikuttanut puuston keskipituuteen, mutta pituusvaltataimet olivat sitä pitempiä mitä tiheämpää puusto oli. Tiheäpuustoisimmilla koealoilla pituusvaltataimet (2000 kpl/ha) olivat n. 40-130 cm kookkaampia kuin harvimmassa asennoissa. Valtataimien solakkuus lisääntyi kasvatustiheyden lisääntyessä.

Kasvatustiheyden kohoaminen supisti enemmän keskimääräistä kuin valtataimien latvussuhdetta. Suurimminkin kasvatustiheyksissä valtataimien latvussuhde oli yhtä koetta lukuunottamatta vielä yli 55 %. Tämän tutkimuksen mukaan tasaikäistä viljelytaimikkoa voidaan kasvattaa varsin tiheänä ainakin 4,5-6,0 m:n keskipituuteen saakka aiheuttamatta valtataimien latvuksen liiallista supistumista.

Kaikkien puiden aineistossa sekä elävien että kuolleiden oksien läpimitta pieneni kasvatustiheyden lisääntyessä. Pituusvaltataimien osalta riippuvuus oli selvästi heikompi ja vain kahdessa kokeessa merkitsevä. Näissä kokeissa kasvatustiheyden lisääminen 2000:sta 4000:een taimeen hehtaarilla, mikä on edellyttänyt vil-

jelytiheyden lisääntymistä 2500-3000:sta n. 6000-7000 taimeen hehtaarilla, on vähentänyt valtataimien elävän oksan läpimittaa n. 20,5 mm:stä 18,5-19,5 mm:iin. Kun oksien läpimittaa tarkasteltiin tiheysluokittain $d_{1,3:n}$ funktiona, voitiin todeta, että oksien läpimitta oli riippuvainen lähinnä $d_{1,3}$:sta ja siten järeyskehityksestä. Kasvatustiheyden lisäys vaikutti valtataimien oksan paksuuteen lähinnä vain hidastamalla järeyskehitystä.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että viljelykustannukset huomiottaen ei liene perusteltua käyttää nykysuositusta suurempia viljelytiheyksiä puun laadun parantamiseksi. Toisaalta, mikäli istutustaimikot luontaisen uudistumisen kautta kehittyvät tiheämmiksi, voitaneen valtapuidenkin laatua jonkin verran parantaa suosimalla tiheitä kasvatusasentoja, joten samalla seurauksena on valtapuiden järeyskehityksen ja samalla myös tilavuuskasvun pieneneminen. Tutkimus julkaistu Folia Forestalian numerossa 646.

MUOKKAUKSEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS MÄNNYNTAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN

Teuvo Levula

Metsänviljelyn yhteydessä voidaan metsämaan ominaisuuksia koettaa parantaa puiden kasvun kannalta kulotuksen, maan muokkauksen tai lannoituksen avulla. Varsinkin muokkauksella mutta myös kulotuksella voidaan merkittävästi helpottaa metsän viljelyä.

Muokkauksen ja lannoituksen vaikutuksia puiden kasvuun ja maan ominaisuuksiin on tutkittu Suomessa 1960-luvulta alkaen. Monet kokeet ovat osoittaneet taimien pysyvän paremmin elossa ja puiden pituuskasvun parantuneen muokkauksen johdosta. Lannoituksen vaikutukset ovat olleet vähäisiä metsikön perustamisvaiheessa. Voimaperäisen muokkauksen vaikutukset metsässä voivat kestää hyvinkin kauan. Oikean muokkaus- ja lannoitustason löytämiseksi pitkän ajanjakson vaikutukset huomioiden, on vuodesta 1973 lähtien perustettu laaja muokkaus- ja lannoituskoesarja yhteistyönä Metsäntutkimuslaitoksen, Metsähallituksen ja Kemiran kesken. Kuusi vanhinna koetta on inventoitu kahdeksan kasvukauden kuluttua istutuksesta. Tässä työssä esitellään tämän inventoinnin tuloksia.

Vanhimmat kokeet ongelma-alueilla

Koetoiminta aloitettiin sieltä missä oli ilmennyt suurimpia vaikeuksia Metsähallituksen käytännön metsänviljelytyöissä. Vanhimmat kuusi koetta sijaitsevat Lapin, Koillismaan ja Pohjois-Karjalan alueella, keskikorkeus merenpinnasta n. 250 m. Kaikissa kokeissa on kolme pääkäsittelyä: muokkaamaton, auraus raskaalla metsänviljelyauralla ja sekoitusmuokkaus, jossa aurauksen jälkeen ketjujyrsimellä ajettiin auranvakoja pitkin siten, että vaon pohjan kohdalle muodostui kohouma. Alakäsittelyinä on neljä lannoitusta: lannoittamaton, peruslannoitus (=3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 kg raakafosfaattia/ha ennen viljelyä), typpilannoitus kolmen vuoden kuluttua viljelystä laikkulannoituksena 22 g oulunsalpietaria/taimi ja peruslannoitus + kolmen vuoden kuluttua 30 g typpi-rikasta Y-lannosta/taimi. Myöhemmin N- ja NPK-lannoitus uusitaan hajalevityksenä viiden vuoden välein. Kokeet viljeltiin kouli-
tuilla männyn-
taimilla muokkauskesän jälkeisenä keväänä. Siementen keräyspaikka oli viljelypaikkaa pohjoisempaa.

Muokkaus paransi taimien kasvua ja elossaoloa - lannoituksen vaikutukset pieniä

Muokkaus lisäsi taimien kasvua kaikilla kuudella kokeella. Kahdeksassa vuodessa syntynyt ero oli Lapissa ja Koillismaalla keskimäärin 56 cm eli n. 80 %, Pohjois-Karjalan kokeilla lisäys oli 45 cm ja 30 %. Sodankylän ja Pudasjärven kokeilla N ja NPK-lannoitus lisäsi hieman taimien kasvua varsinkin muokkaamattomilla ruuduilla. Kittilän ja Inarin ja Nurmeksen kokeilla lannoitus ei vaikuttanut taimien pituuskasvuun. Sotkamon kokeella CaP-lannoitus vähensi kasvua muokkaamattomilla ruuduilla.

Taimien elossaolo parani muokkauksen vaikutuksesta muilla paitsi Inarin ja Pudasjärven kokeilla. Kahdeksan vuoden kuluttua istutuksesta taimia oli elossa Inarissa 30 % ja Pudasjärvellä 54 % muokkauksesta riippumatta. Kittilässä muokatuilla ruuduilla eläviä taimia oli 82 % ja muokkaamattomilla 58 % sekä vastaavasti Sodankylässä 58 ja 17 %, Sotkamossa 63 ja 41 % ja Nurmeksessa 66 ja 54 %.

CaP-lannoitus vähensi eläviä taimia Kittilän ja Sodankylän kokeiden muokkaamattomilla ruuduilla ja N- ja NPK-lannoitukset Inarin kokeen kaikilla muokkaustasoilla.

Muokkaus lisäsi versosyöpää ankarissa olosuhteissa

Männynversosyöpää oli eniten Pudasjärven kokeella, jossa elossa-olevista taimista oli sairaita muokatulla maalla kaksi kolmesta ja muokkaamattomalla joka kolmas taimi. Myös Inarin kokeella muokkaus lisäsi versosyöpää: sairaita oli auratuilla 35 %, jyrsityillä 54 % ja muokkaamattomilla koeruuduilla 29 %. Muilla kokeilla ei muokkaus vaikuttanut sairaiden taimien osuuteen. Versosyöpää potevia taimia oli Sodankylässä 27 %, Sotkamossa 3 % ja Nurmeksessa 6 %. Kittilän kokeella ei ollut merkittävässä määrin sairaita taimia. Lannoitus ei vaikuttanut versosyöpätilanteeseen millään koelueella.

Männyn istutus epäonnistuu korkeilla alueilla

Koetaimikoiden tulevaisuus näyttää varsin erilaiselta eri koe-paikoissa. Pudasjärven, Inarin ja Sodankylän kokeilla on jo nyt liian vähän terveitä taimia. Näiden paikkojen ilmasto on epäedullinen männyn kasvatukseen. Niin kauan kuin taimet ovat lumen alla suurimman osan talvea, ne menestyvät hyvin. Ongelmat lisääntyvät taimien kasvaessa. Koska kesä on sama pienille ja isoille taimille, voidaan olettaa että näiden Itä- ja Pohjois-Suomen korkeiden alueiden mäntytaimikoiden ongelmat liittyvät tavalla tahi toisella talven kestävyteen. Olipa kysymyksessä lumi, viima tai kova pakkanen, on selvää, ettei ihminen voi niihin juuri vaikuttaa. Kaikkein vaikeimmissa olosuhteissa avohakkuualojen metsittäminen ei näytä onnistuvan männyn istutuksen avulla.

Kittilän ja Pohjois-Karjalan koelueilla on vielä kahdeksan vuoden kuluttua istutuksesta elossa kaksi tainta kolmesta ja ne ovat melko terveitä. Nämä kokeet ovat merenpinnasta laskien selvästi alempana kuin huonoimmin menestyneet alueet. Lannoitusten merkitys osoit-tautui varsin vähäiseksi taimikon kasvun ja kuolleisuuden osalta. Merkillepantavaa on, että lannoitus ei vaikuttanut versosyöpätilanteeseen, vaikka kokeissa on laaja valikoima erilaisia lannoituksia.

Muokkauksen merkitys riippuu suuresti siitä, miten edullisia sen vaikutukset ovat pitkän ajan kuluessa. Nuoren taimikon vähäisen ravinnetarpeen vuoksi ravinteita huuhtoutuu. Muokkaus lisää huuhtoutumista ja heikentää siten metsikön ravinnetasetta, varsinkin helposti vettä läpäisevillä karkeajakoisilla mailla. Muokkausmenetelmää valittaessa pitäisi varmistaa sen soveltuvuus kyseiseen paikkaan. Lautasauraus ei sovi märille maille eikä metsäauraus kuiville kankaille.

MÄNNYNTAIMIEN TUHOUTUMINEN KUIVALLA KANKAALLA

Hannu Raitio ja Eero Tikkanen

Viime vuosina on havaittu paikoin Hämeen- ja Pohjankankaalla jäkälä- ja kanervatyypin uudistusaloilla n. 30-vuotiaiden männyntaimien tuhoutumista. Ensimmäiset n. 15 vuotta taimet ovat kasvaneet kasvu- paikkaan nähden jokseenkin normaalisti. Seuraavat seitsemän kahdeksan vuotta pituuskasvu on ollut edeltäneitä vuosia huomattavasti voimakkaampaa. Viimeisinä kolmena kasvukautena pituuskasvu on taantunut selvästi. Tässä kasvuvaiheessa kesällä 1984 ankara halla tappoi osan taimista - osa taimista oli kuollut jo aiemmin. Joillakin taimista on todettavissa lisäksi heikko kärkidominanssi latvakatoineen. Sairaiden taimien neulasisto on kauttaaltaan ruskeankeltainen. Neulasvuosikertojen lukumäärä vaihtelee yhdestä kolmeen. Taimia vaivaavat lisäksi tuhohyönteiset mm. punalatikka sekä taudit. Ilmiötä esiintyy eniten notkelmissa, missä osa taimista on kitunut koko ajan. Paikoin niihin ei ole syntynyt taimia lainkaan.

Maa- ja neulasanalyysien perusteella ilmiön syynä on ennen kaikkea kalsiumin ja magnesiumin niukkuus. Samanaikaisesti juuriston kasvun kannalta haitallisten metallien kuten alumiinin ja raudan liukoisuus maassa on lisääntynyt. Taimien kalsium- ja magnesiumtalous häiriöt heijastuvat muihinkin pääravinteisiin etenkin typeen. Sairaissa taimissa neulasten typpipitoisuus on alhainen. Mm. kivennäismaan mineraalikoostumus, heikko ravinteiden pidätyskyky sekä heikkolaa- tuinen ja ohut humuskerros ovat syinä liukoisen kalsiumin ja magne- siumin niukkuuteen. Lukuisat metsäpalot ovat vuosisadan vaihteessa polttaneet mainituilla alueilla humuskerroksen paikoin olemattomiin. Lisäksi ennen kaikkea alueen kalsiumtalous on heikentänyt laajo- jen hakkuiden yhteydessä runkokuun mukana poistunut kalsium. Toi- saalta on myös muistettava, että noin 30 ikävuoden tienoilla pui- den kalsiumin tarve kasvaa huomattavasti puun alkaessa kasvattaa runkokuuta.

Hämeen- ja Pohjankankaalla vallitsevat länsi- ja lounaistuulet. Topografiasta aiheutuen alueen sademäärä on varsin korkea. Alueen sadeveden pH on nykyisin 4,6-4,8. Tämä jo yksistään kertoo, että sateen mukana tulevat ilman epäpuhtaudet rasittavat alueen luontoa. Vaikka männyntaimien tuhoutumisen syynä on kalsiumin ja magnesiumin niukkuus alumiiniin nähden, kuten nk. hapansadehypoteesissa ole- tetaan, ei ilman epäpuhtauksia voida tässä tapauksessa pitää yksin- omaisena syynä; samantapaisia tässä ikävaiheessa ilmeneviä taimi- tuhoja on todettu alueella jo 1930-luvulla. On vaikea osoittaa, mikä osuus ilman epäpuhtauksilla on tutkitun ilmiön syntyyn. Ilmeistä on, että tällaisissa olosuhteissa sateen mukana tulevat ilman epäpuh- taudet kohottavat aluksi juuristokerroksessa typen ja kalsiumin mää- rää kiihdyttäen kasvua. Kasvupaikan ominaisuuksista riippuu, miten pitkään kiihtyneen kasvun vaihe jatkuu. Selvää on, että Hämeen- ja Pohjankankaan tapaisilla karuilla kasvupaikoilla hapan- sateen haittavaikutukset ilmenevät ensimmäisenä edistään puustovau- rioiden syntyä.

Tutkimus on julkaistu Metsäntutkimuslaitoksen tiedonannoissa no 225.

Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja

- No. 1 Eero Paavilainen ja Veikko Koskela
Parkanon tutkimusasema 1961—1970. 1972.
- No. 2 Eero Paavilainen ja Seppo Kaunisto
Männyn koneellinen istutus Mara-istutuskoneella 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 kennotaimien 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.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja

- No. 94 Tutkimuspäivän 1982 esitelmät. 1982.
- No. 108 Kaarlo Kinnunen ja Ilkka Laurila
Erilaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreeniimailla. 1983.
- No. 116 Hannu Raitio
Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla. 1983.
- No. 137 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1983. 1984.
- No. 144 Seppo Kaunisto
Alustavia tuloksia kasvuhäiriöisten männyntaimien kehityksestä suonpohja turpeella. 1984.
- No. 177 Seppo Kaunisto
Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. 1985.
- No. 184 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1984. 1985.
- No. 202 Seppo Kaunisto ja Kaarlo Kinnunen
Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyn taimien alkukehitykseen maastossa.
- No. 215 Kaarlo Kinnunen
Männyn kylvötuppaiden harventamisesta. 1986.
- No. 225 Hannu Raitio ja Eero Tikkanen. Nuorten mäntyjen kalsium- ja magnesiumumtaluuden häiriö kuivalla kankaalla. 1986.

ISBN 951-40-0873-1
ISSN 0358-4283