

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA**

270

PARKANON TUTKIMUSASEMA



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ PORISSA 1986

PARKANO 1987

Kansikuva: Liiallinen typpi vaikeuttaa puiden talveentumista, jolloin seurauksena saattaa olla pakkasvaurioita (ruskeat neulaset). Kuvan tapauksessa osoittautui tärkeäksi neulasten N/P-suhde. Kuva on Ilomantsin Särkästä, runsastyypiseltä avosuolta (VSN), joka on jatkolannoitettu typellä, fosforilla ja kaliumilla edellisen vuoden keväällä.
Kuva 1986 Seppo Kaunisto.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
 TIEDONANTOJA 270
 Parkanon tutkimusasema

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
 Jaloetusosasto

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ PORISSA 1986

SISÄLLYS

Seppo Kaunisto MÄNTYTAIMIKOIDEN LANNOITUKSESTA PAKSUTURPEISILLA SOILLA..	3
Teuvo Levula UREA METSÄNLANNOITTEENA.....	10
Kaarlo Kinnunen ja Ari Vanamo MÄNNYN UUDISTAMISEN ONNISTUMINEN SATAKUNNASSA.....	14
Olavi Laiho KUUSEN LUONTAINEN UUDISTAMINEN.....	24
Eira-Maija Savonen SIEMENVILJELYKSEN PERUSTAMINEN JA SATAKUNNAN SIEMEN- VILJELYKSET.....	38
Hannu Raitio ja Eero Tikkanen NUORTEN MÄNTYJEN TYYPPI-, KALSIUM- JA MAGNESIUMTALOUDEN HÄIRIÖ KUIVALLA KANKAALLA.....	48
Timo Kurkela MÄNNYNVERSOSYÖPÄ.....	58

ISBN 951-40-0840-5

ISSN 0358-4283

LUKIJALLE

Parkanon tutkimusaseman tutkimuspäivä järjestettiin viime joulukuussa Porissa. Se oli tarkoitettu erityisesti Satakunnan metsäammattiväelle. Osanottajien määrä ylitti 200.

Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on otettu huomioon keskustelussa esitetyt näkökohdat. Mahdollisuuksien mukaan niitä on muutenkin täydennetty. Esitelmien käsikirjoitukset ovat tarkastaneet professorit Timo Kurkela, Erkki Lähde, Eino Mälkönen ja Eero Paavilainen, kukin oman tutkimusalansa osalta.

Tutkimuspäivän ajankohtana metsänhoidollinen keskustelu oli vilkasta. Metsälait olivat loppusuoralla. Metsäteollisuusyritykset vaihtoivat omistajaa ja fuusioituivat. Pörssikeinottelu kannatti paremmin kuin puunjalostus.

Markkinatilanne oli edellisvuoteen verrattuna päinvastainen. Kuusen kysyntä oli hyvä, koivun erinomainen ja tilanne metsänhoidon kannalta edullinen. Hakkuumäärä oli 20 milj. m³ kasvua pienempi. Satakunnassa jäi hakkaamatta kolmannes suunnitteesta.

Maamme tarvitsee lisää metsäteollisuutta. Lähes joka maakuntaan voitaisiin raaka-aineen puolesta perustaa uusi tehdas. Esteenä ei saa olla, etteivät tuotteet mahdu markkinoille. Kukaan ei jää ilman puuta, vaikka Suomi lopettaisi viennin, eivätkä markkinat toisaalta Suomen tuotteista tukehdu. Meillä on tietoa, työvoimaa, pääomaakin. Puutetta on etenkin asiakaskeskeisestä markkinoinnista ja eri osapuolten luottamuksesta.

Kiitän Parkanon tutkimusaseman puolesta kaikkia tutkimuspäivän järjestelyihin ja tämän tiedonannon valmisteluihin osallistuneita sekä tutkimuspäivän osanottajia. Tiedonantoa on saatavissa tutkimusasemalta (39700 Parkano, puh. 933-2912).

Parkanossa 27.8.1987

Olavi Laiho

Tutkimusaseman johtaja

MÄNTYTAIMIKOIDEN LANNOITUKSESTA PAKSUTURPEISILLA SOILLA

Seppo Kaunisto

1. JOHDANTO

Huomattava osa turvemaiden mäntytaimikoista on paksuturpeisilla soilla, jotka alunperin ovat olleet puuttomia avosoita tai verraten harvapuustoisia rämeitä. Varovaisenkin arvion mukaan maassamme on lähes 0,25 milj. hehtaaria metsitettyjä tai metsittyneitä avosoita (Kaunisto ja Tukeva 1984). Rahkarämeitä lukuunottamatta paksuturpeisia rämeitä (turvekerros yli 1,0 m) oli maassamme valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin mukaan lähes 2,3 milj. ha (Ilvessalo 1956). Valtakunnan metsien seitsemännessä inventoinnissa oli uudistusaloja ja taimikoita kaikilla rämeillä yhteensä yli 0,9 milj. ha, kun jätetään pois kaksi pohjoisinta piirimetsälautakuntaa (Paavilainen ja Tiihonen 1984, 1985). Aikaisempien tutkimusten perusteella tiedetään, että avosoilla puuston kasvatuksen edellytyksenä on yleensä lannoitus ainakin kivennäisravinteilla (esim. Huikari ja Paavilainen 1968, Mannerkoski ja Seppälä 1970, Kaunisto 1972, Paavilainen 1976, Kaunisto ja Paavilainen 1977, Laine ja Mannerkoski 1980, Kaunisto 1982) ja että rämeidenkin taimikoissa lannoituksella voidaan edistää kasvua (Heikurainen ym. 1983).

2. RAVINNEVARAT JA NIIDEN KÄYTTÖ

Paksuturpeisilla rämeillä ja avosoilla turpeen typpipitoisuus lisääntyy profiilissa alaspäin siirryttäessä (Pakarinen ja Tolonen 1977, Westman 1981, Kaunisto 1982), kun taas fosfori ja kalium ovat pintakasvillisuuden vaikutuksesta rikastuneet turpeen pintakerrokseen (Pakarinen ja Tolonen 1977, Urvas ym. 1979, Kaunisto ja Tukeva 1984). Sekä paksuturpeisilla rämeillä että avosoilla erityisesti turpeen typpipitoisuus, mutta jossain määrin myös fosforipitoisuus lisääntyy siirryttäessä rakkaisilta saraisiin ja edelleen ruohosiin ravinteisuusluokkiin, kun taas kaliumin määrissä erot ovat vähäisiä (Vahtera 1955, Westman 1981). Ravinteisuusluokka paksuturpeisilla soilla kuvaakin ensisijaisesti turpeen typpitaloutta, joskin siinäkin vaihtelu on suuri (Vahtera 1955, Westman 1981).

Kaliumia on avosoilla vähemmän kuin rämeillä. Kun Westmanin (1981) aineistossa kaliumin määrä 0-20 cm:n pintakerroksessa vaihteli eri ravinteisuusluokissa keskimäärin välillä 74-107 kg/ha oli tätä esitystä varten kerätyssä suppeahkossa vastaavista avosoiden ravinteisuusluokista kerätyssä aineistossa vaihteluväli 16-36 kg/ha.

Ravinteiden kokonaismäärien lisäksi on oleellista, missä määrin ne ovat puiden käytettävissä ja miten paljon puusto näitä ravinteita tarvitsee normaalisti kehittyäkseen. Sekä typpi että fosfori ovat kiinteästi sitoutuneina orgaanisiin yhdisteisiin (Kaila 1956), kun taas kalium on helposti kasvien käytettävissä joko suoraan maavedessä tai kationinvaihtokompleksiin kiinnittyneenä (Kaila ja Kivekäs 1956).

Edellä mainituista alkuaineista puusto käyttää määrällisesti eniten typpeä, seuraavaksi eniten kaliumia ja vähiten fosforia. Eräällä isovarpuisella rämeellä n. 100 k-m³:n puustoon oli sitoutunut n. 200 kg/ha typpeä, 80 kg/ha kaliumia ja 20 kg/ha fosforia (Paavilainen 1980). Turpeen pintakerroksen (0-20 cm) kokonaisravinnemääriin verrattuna puustoon oli sitoutunut n. 15 % turpeessa jäljellä olevan typen ja n. 10 % fosforin määrästä. Kaliumia turpeessa sen sijaan oli jäljellä enää suunnilleen saman verran kuin puustoon oli sitoutunut.

Onkin ilmeistä, että paksuturpeisilla avosoilla ei ilman kalilannoitusta ole mahdollista kasvattaa puustoa muuta kuin korkeintaan taimikkovaiheeseen ja että paksuturpeisilla rämeilläkin saattaa syntyä kalinpuutosongelmia. Tästä syystä esim. kokopuukorjuu soveltuu huonosti paksuturpeisille soille, ellei kaliumin poistumista korvata lannoituksella. Koska kalium on helposti kasvien otettavissa, sitä yleensä on riittävästi taimien kehityksen alkuvaiheessa. Toisaalta se juuri tästä syystä saattaa loppua verrattain äkillisesti ja aiheuttaa puuston vaurioitumisen tai jopa kuoleman.

3. LANNOITUS

Edellä on todettu, että sekä paksuturpeisilla rämeillä että avosoilla on niukasti kivennäisravinteita. Yleensä kaliumia ja fosforia lisäämällä onkin voitu turvata taimien kehitys (esim.

Huikari ja Paarlahti 1973, Mannerkoski ja Seppälä 1970, Kaunisto 1972, Laine ja Mannerkoski 1980, Heikurainen ym. 1983). Lannoitettaessa on turpeen luontaisella typpitaloudella kuitenkin ratkaiseva merkitys. Vähätyppisillä soilla (rahkaisilla tai heikoimmilla lyhytkortisilla) fosfori-kalilannoitus ei riitä, vaan tarvitaan myös typpeä (esim. Kaunisto 1975, 1977, 1982, 1987, Laine ja Mannerkoski 1980). Kun tällöin myös lannoitusvaikutuksen kesto jää lyhyemmäksi kuin runsastyppisemmällä esim. parhailla lyhytkortisilla ja tupasvillaisilla sekä saraisilla ja näitä runsastyppisimmillä soilla (Kaunisto 1977, Paavilainen 1977, 1979), muodostuvat karujen suotyypin lannoituskustannukset kohtuuttoman korkeiksi.

Toisaalta typen luontainen runsaus kasvualustassa tai typen lisääminen lannoittaen saattaa aiheuttaa epäsuhteen muiden ravinteiden kanssa. Erityisen häiriöalttiiksi on todettu typen ja fosforin (Kaunisto ja Paavilainen 1977, Kaunisto 1987) sekä typen ja boorin välinen suhde (Veijalainen ym. 1984, Kaunisto 1987). N/P-suhteen kohoaminen liian korkeaksi heikentää puiden kylmänkestävyyttä, josta seuraa erilaisia silmu- ja neulasvaurioita sekä edelleen monilatvaisuutta. Boorin puutos aiheuttaa päätekasvupisteen vaurioita ja edelleen monilatvaisuutta. Kummastakin on seurauksena pituuskasvun hidastuminen.

Kasvualustan typpitalous ja puiden typpilannoitustarve taimikkovaiheessa tulisikin arvioida erityisen huolellisesti ja epävarmoissa tapauksissa mieluummin välttää typpilannoitusta. Kaikkein runsastyppisimmillä turvemaidella tulisi harkita jonkin muun puulajin kuin männyn kasvatusta.

4. LANNOITUSTARPEEN ARVIOINTI

Kasvualustan typpitaloutta voidaan arvioida pintakasvillisuuden, turpeen kokonaistyyppipitoisuuden ja maatumisasteen avulla. Jos turpeen kokonaistyyppipitoisuus on yli 1,2-1,3 % tai maatumisaste yli 3 (v. Postin mukaan, parhaat lyhytkortiset ja tupasvillaiset, heikosti saraiset) 5-10 cm:n turvekerroksessa ei typpilannoituksesta näytä olevan hyötyä männylle taimikkovaiheessa. Jos kokonaistyyppipitoisuus on yli 1,8-2,0 % tai maatumisaste 4-5 (saraiset ja paremmat), typpilannoituksesta alkaa männyllä olla ilmeistä haittaa taimikkovaiheessa (Kaunisto 1982, 1987). Neulasten typpi-

pitoisuus on käyttökelpoinen taimien typpitalouden indikaattori vain jos muu ravinnetila on kunnossa. Neulasten typpipitoisuuden optimiarvo on n. 1,5-1,6 % (Kaunisto 1982). Fosforin puutos on todennäköinen, jos neulasten P-pitoisuus on pienempi kuin 1,35-1,40 ‰ (Paarlahti ym. 1971) ja kaliumin puutos, jos neulasten kaliumpitoisuus on pienempi kuin 3,5-4,0 ‰ (Paarlahti ym. 1971). Korkeammillakin neulasten P- ja K-arvoilla saattaa PK-lannoitus lisätä kasvua, jos kasvualustassa on runsaasti typpeä. Neulasten booripitoisuuden tulisi olla yli 8-10 ppm (Veijalainen ym. 1984, Kaunisto 1987).

KIRJALLISUUS

- Heikurainen, L., Laine, J. & Lepola, J. 1983. Lannoitus- ja sarkaleveyskokeita karujen rämeiden uudistamisessa ja taimikoiden kasvatuksessa. Summary: Fertilization and ditch spacing experiments concerned with regeneration and growing of young Scots pine stands on nutrient poor pine bogs. *Silva Fenn.* 17(4):359-379.
- Huikari, O. & Paarlahti, K. 1973. Kivisuon metsänlannoituskokeet. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 10/1973:1-57.
- Ilvessalo, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921-24 vuosiin 1951-53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland from 1921-24 to 1951-53. *Commun. Inst. For. Fenn.* 47(1):1-227.
- Kaila, A. 1956. Phosphorus in various depths of some virgin peatlands. Selostus: Fosforista eräitten luonnontilaisten soitten eri kerroksissa. *J. Sci. Agr. Soc. Finland* 28(2):90-104.
- & Kivekäs, J. 1956. Distribution of extractable calcium, magnesium, potassium and sodium in various depths of some virgin peat soils. *J. Sci. Agr. Soc. Finland* 28(4):237-247.
- Kaunisto, S. 1972. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnohtaimien määrään rahkanevalla. Summary: Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. *Folia For.* 139:1-11.
- 1975. Jyrsintämuokkaus ja lannoitteiden sijoitus männyn kylvön yhteydessä turvemaalla. Kasvihuonekokeita. Summary:

Rotavation and fertilizer placement in connection with direct seeding of Scots pine on peat. Greenhouse experiments. *Commun. Inst. For. Fenn.* 85(4):1-58.

- 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 treeless Sphagnum bogs. *Folia For.* 317:1-31.
- 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.* 109:1-56.
- 1984. Peat properties in estimating need for nitrogen fertilization of pine plantations on bogs. *Proc. 7th Int. Peat Congr. Dublin, Ireland, June 18-23, 1984, Vol. 3:327-341.*
- 1987. Effect of refertilization on the development and foliar nutrient contents of young Scots pine stands on drained mires of different nitrogen regime. Seloste: Jatkolannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kehitykseen ja neulasten ravinnepitoisuuksiin typpitaloudeltaan erilaisilla ojitetetuilla soilla. Käsikirjoitus.
- & Paavilainen, E. 1977. Response of Scots pine plants to nitrogen refertilization on oligotrophic peat. Seloste: Typpijatkolannoituksen vaikutus männyn taimien kehitykseen karulla turvealustalla. *Commun. Inst. For. Fenn.* 92(1):1-54.
- & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemailla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review. *Folia For.* 625:1-75.
- & Tukeva, J. 1984. Kalilannoituksen tarve avosoille perustetuissa riukuasteen männiköissä. Summary: Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs. *Folia For.* 585:1-40.

Laine, J. & Mannerkoski, H. 1980. Lannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun ja hirvituhoihin karuilla ojitetuilla nevoilla. Summary: Effect of fertilization on tree growth and elk damage in young Scots pine stands planted on drained,

- nutrient-poor open bogs. *Acta For. Fenn.* 166:1-45.
- Paarlahti, K., Reinikainen, A. & Veijalainen, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine by needle and peat analysis. *Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä. Commun. Inst. For. Fenn.* 74(5):1-58.
- Paavilainen, E. 1976. Taimistojen lannoitus niukkaravinteisilla soilla. *Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja* 3:1-8.
- 1977. Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 327:1-32.
 - 1979. Jatkolannoitus runsastyypisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Abstract: Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results. *Folia For.* 414:1-23.
 - 1980. Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp. *Seloste: Lannoituksen vaikutus kasviomassaan ja ravinteiden kiertoon ojitetulla isovarpuisella rämeellä. Commun. Inst. For. Fenn.* 98(5):1-71.
 - & Tiihonen, P. 1984. Etelä- ja Keski-suomen suometsät vuosina 1951-1981. Summary: Peatland forests in southern and central Finland in 1951-1981. *Folia For.* 580:1-20.
 - & Tiihonen, P. 1985. Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suometsät vuosina 1951-1983. Summary: Peatland forests in Keski-Pohjanmaa, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1951-1983. *Folia For.* 617:1-19.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977. Pääravinteiden sekä sinkin ja lyijyn vertikaalijakautumista rahkaturpeessa. Summary: Vertical distributions of N, P, K, Zn and Pb in Sphagnum peat. *Suo* 28, 1977(4-5):95-102.
- Urvas, L., Sillanpää, M. & Erviö, R. 1979. The chemical properties of major peat types in Finland. Proceedings of the international Symposium on Classification of Peat and Peatlands. Hyytiälä, Finland, September 17-21, 1979:184-189. International Peat Society.
- Vahtera, E. 1955. Metsänkasvatusta varten ojitetujen soiden ravinnepitoisuuksista. Referat: Über die Nährstoffgehalt für Walderziehung entwässerten Moore. *Commun. Inst. For. Fenn.* 45(4):1-108.
- Veijalainen, H., Reinikainen, A. & Kolari, K. K. 1984. Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti. Summary: Nutritional growth disturban-

ces of forest trees in Finland. Interim report. *Folia For.* 601:1-41.

Westman, 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.* 171:1-77.

UREA METSÄNLANNOITTEENA

Teuvo Levula

TYPELLÄ PARHAAT KASVUNLISÄYKSET

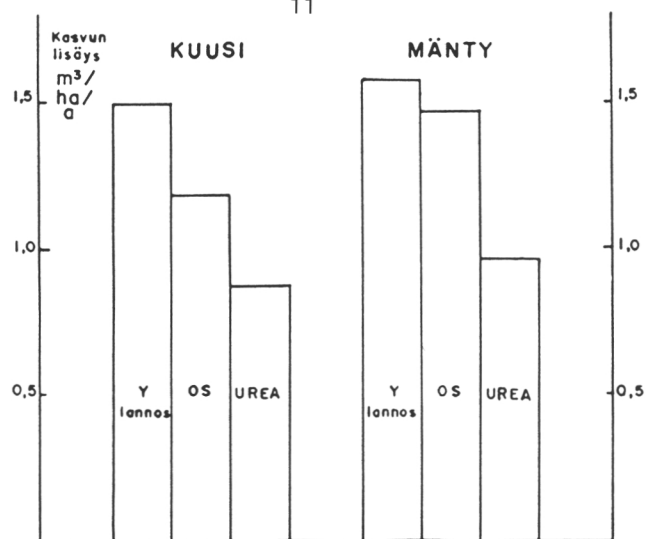
Suurimmat kasvunlisäykset kangasmaiden lannoituskokeissa on saatu typpilannoituksella. Käyttökelpoisen typen puute johtuu karikkeiden hajoitustoiminnan hitaudesta. Paras typpilannoite metsäkäyttöön näyttäisi olevan urea. Se on halvin sekä hinnaltaan että levityskustannuksiltaan laskettaessa hinta typpikiloa kohti. Urean typpi on kokonaisuudessaan ureamuodossa. Ureaasiensyymin avulla urean typpi muuttuu ammoniummuotoon, johon se metsämaan happamuudessa pääosin jääkin. Oulunsalpietarin ja metsän NP-lannoksen typpi on puoliksi ammonium- ja puoliksi nitraattimuodossa. Ammoniumtyppi sitoutuu maahan paremmin kuin nitraattityppi, joten ureaa käytettäessä lannoitteen huuhtoutumisvaara on pienempi.

KEVÄÄLLÄ LEVITETTY UREA LISÄÄ VÄHÄN KASVUA

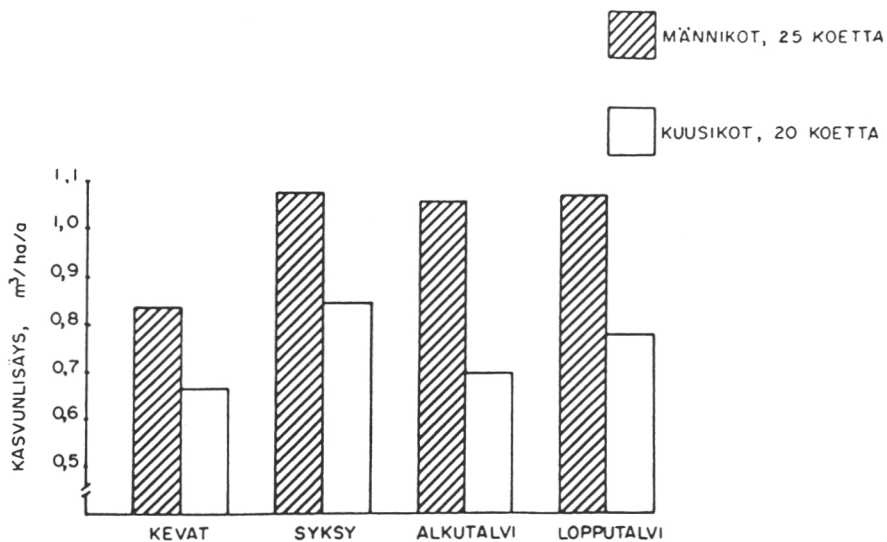
Lannoituskokeissa on voitu havaita, että kevätlevityksessä urealla saatu kasvunlisäys jää selvästi alle vastaavalla määrällä muilla typpilannoitteilla saadun tuloksen. Kuvassa 1 on esitetty 22 mänty- ja 20 kuusikokeen tulokset. Kokeet sijaitsevat eri puolella Suomea ja ovat hakkuukypsissä metsiköissä.

UREAA KANNATTAA LEVITTÄÄ SYKSYLLÄ

Lannoitteet levitetään yleensä keväisin. Syyksi urealannoituksen pienempään kasvunlisäykseen pidetään ureatypen haihtumisalttiutta. Kuivissa ja lämpimissä olosuhteissa ei ole riittävästi kosteutta urean hydrolysoitumiseksi ammoniummuotoon, jolloin osa ureatypestä haihtuu ammoniakkina ilmaan. Kuvassa 2 on esitetty 25 mänty- ja 20 kuusikokeen tulokset. Kokeissa käytettiin urealannoitusta eri vuodenaikoina vuosina 1968-1972. Koemetsiköt olivat varttuneita, pääosin jo päätehakkuuvaiheessa. Syyslevitys osoittautui kokeen mukaan parhaaksi, mutta myös talvilevitykset antoivat keskimäärin kevätlevitystä suuremman kasvunlisäyksen (Lipas ja Levula 1980).



Kuva 1. Eri typpilannoittelajeilla viidessä vuodessa saatu keskimääräinen vuotuinen kasvunlisäys (kevätlevitys, 120 kg N/ha).



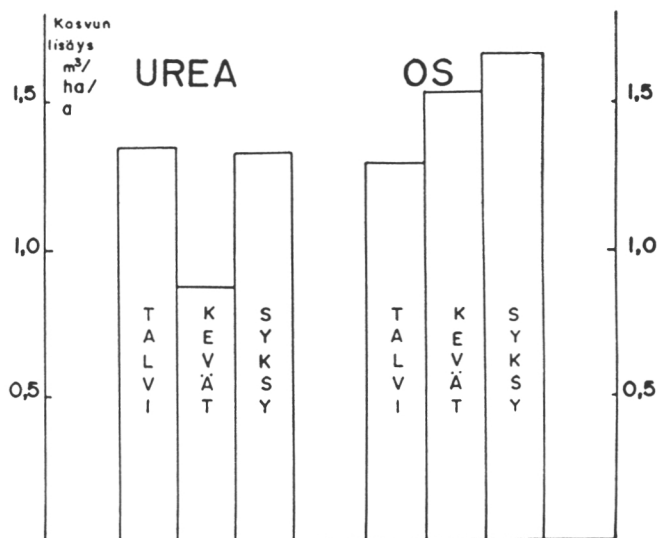
Kuva 2. Eri vuodenaikoina annetulla urealannoituksella (120 kg N/ha) saatu kasvunlisäys.

SYKSY SOPIVA LEVITYSAIKA MUILLEKIN TYPPILANNOITTEILLE ?

Myöhemmin lannoitusaikatutkimusta laajennettiin ottamalla lannoitteeksi urean lisäksi oulunsalpietari. Kokeen tulokset kokonaisuudessaan ovat vielä tällä hetkellä laskentavaiheessa. Kuvassa 3 on esitetty neljän keskisuomalaisen kuusikokeen tulokset. Niiden perusteella näyttäisi siltä, että muitakin metsän typpilannoitteita kuin ureaa voisi levittää syksyisin.

RIITTÄÄKÖ PELKKÄ TYPPILANNOITUS ?

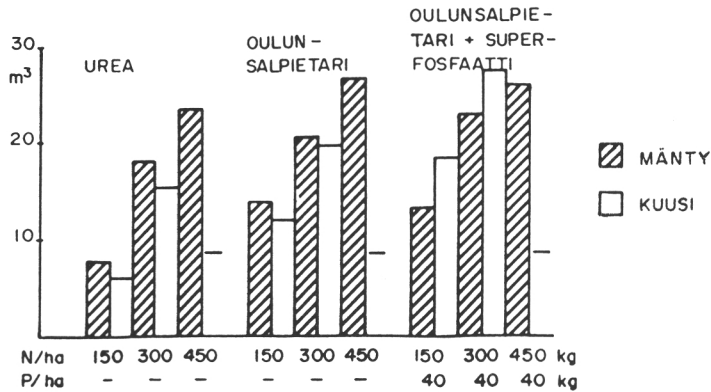
Lannoituskokeissa on metsien kalkituksella saatu pieni, mutta yhdenmukainen kasvun pieneneminen sekä männiköissä että kuusikoissa. Kalilannoituksella ei ole ollut vaikutusta puiden kasvuun. Fosforin lisäyksestä on ollut hyötyä erityisesti kuusikoissa. Kuvasta 4 nähdään fosforilisäyksen positiivinen vaikutus kuusikoealoilla (Mälkönen 1982).



Kuva 3. Lannoitusta seuranneiden viiden kasvukauden keskimääräinen vuotuinen kasvunlisäys eri vuodenaikoina annetulla urea- ja oulunsalpietarilannoituksella (120 kg N/ha).

KOEMETSIKÖIDEN KESKI-ikä, v	MÄNTY	KUUSI
	90	90
KUUTIOMÄÄRÄ LANNOITETTAESSA, m ³ /ha	169	248
KESKIKASVU ILMAN LANNOITUSTA, m ³ /ha/v	5,41	8,17

LANNOITUKSELLE SAATU KASVUNLISÄYS
10-VUOTISKAUDEN AIKANA, m³/ha



Kuva 4. Kasvunlisäys eri typpimäärillä ja NP-lannoituksen merkitys männiköissä ja kuusikoissa. Aineisto on Itä-Suomesta.

KIRJALLISUUS

- Lipas, E. & Levula, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina. Abstract: Urea fertilization at different times of the year. Folia For. 421:1-14.
- Mälkönen, E. 1982. Kangasmetsien lannoitus. Julkaisussa: Operaatio metsänlannoitus 20 vuotta. Oko-Kemira-Tapio, Helsinki. s. 7-15.

MÄNNYN UUDISTAMISEN ONNISTUMINEN SATAKUNNASSA

Kaarlo Kinnunen ja Ari Vanamo

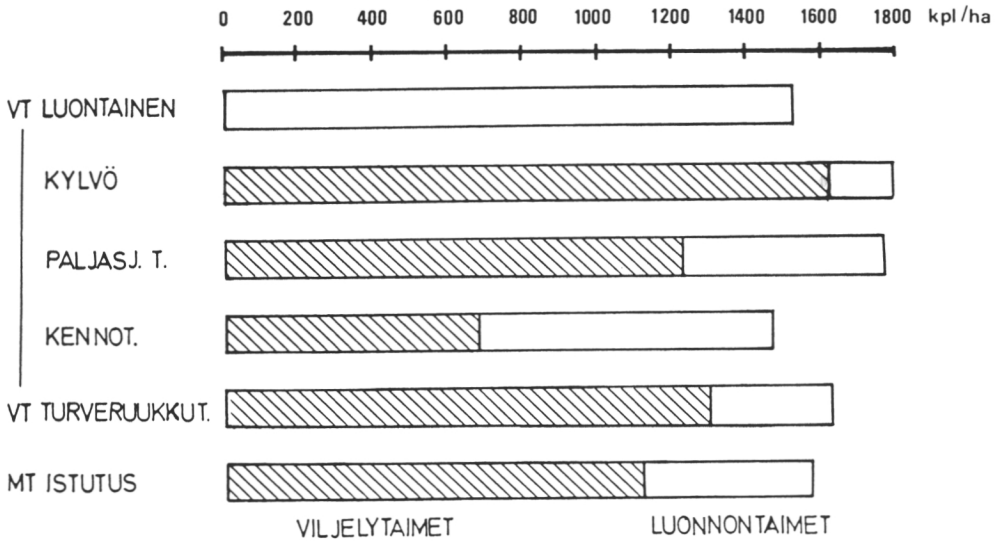
Tutkimus tehtiin kesällä 1985 ja sen kohteena olivat yksityismetsiin vv. 1978-1980 kuivahkoille ja tuoreille kankaille viljellyt mäntytaimikot sekä vv. 1976-1977 siemenpuuasentoon hakatut luontaiset uudistusalat. Näistä arvottiin 48 taimikkoa, jotka jakautuivat kuuteen ositteeseen seuraavasti:

Osioite	Kpl	Metsätyyppi	Uudistamismenetelmä ja taimilaji
1	9	VT	Luontainen
2	7	"	Kylvö
3	9	"	Istutus paljasjuurisilla koulituilla taimilla
4	7	"	Istutus paperikennotaimilla
5	8	"	Istutus turveruukkutaimilla
6	8	MT	Istutus paljasjuurisilla (5), turveruukku- (2) ja paperikennotaimilla (1)
Yht.	48		

Tutkimusmenetelmänä oli linjoittainen ympyräkoelamenetelmä, jossa koealako oli alle 10 000 taimen hehtaari-tyheydellä 10 m², muutoin 6 m² (Saksa 1983). Kasvatuskelpoisiksi puulajeiksi hyväksyttiin mänty, kuusi ja siemensyntyinen rauduskoivu, joita hyväksyttiin kasvatuskelpoisiksi yhteensä enintään 3 kpl 10 m²:n ja 2 kpl 6 m²:n koealalla. Tässä tutkimuksessa taimikoilta edellytettiin siis jonkin verran tasaisempaa tilajärjestystä kuin useimmissa aikaisemmissa tutkimuksissa (vrt. Riikilä 1985, Räsänen ym. 1985). Kaksi kolmesta viljelyalasta ja vajaa puolet luontaisista uudistusaloista oli muokattu, pääosin lautasauralla.

TAIMIMÄÄRÄ

Eniten kasvatuskelpoisia viljelytaimia oli kylvötaimikoissa ja vähiten kennotaimin istutetuissa taimikoissa (kuva 1). Viljeltyjen ja luonnontaimien erottaminen kylvötaimikoissa ei aina ollut helppoa, joten on mahdollista, että luonnontaimia on määritetty



Kuva 1. Kasvatuskelpoisten taimien määrä eri ositteilla.

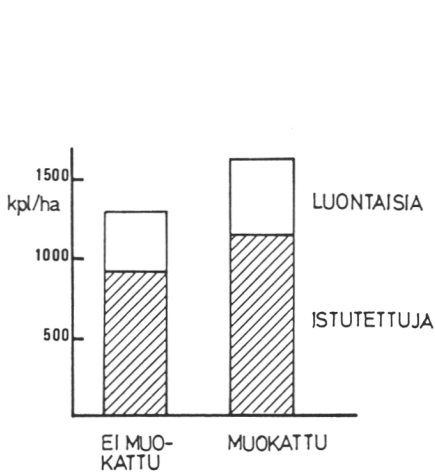
kylvötaimiksi. Yhdellä kennotaimialalla istutus oli suunnitelman mukaan tehty täydennysistutuksen tapaan (660 tainta/ha).

Runsas kasvatuskelpoisten luonnontaimien määrä kennotaimialoilla antaa aiheen olettaa, että viljelytiheys on muillakin kennotaimialoilla ollut alhaisempi kuin muilla ositteilla. Kylvöaloilla kasvatuskelpoisia luonnontaimia oli selvästi vähemmän kuin istutusaloilla. Pääosa kasvatuskelpoisista luonnontaimista oli mäntyjä; kuusia ja rauduskoivuja oli vain vähän.

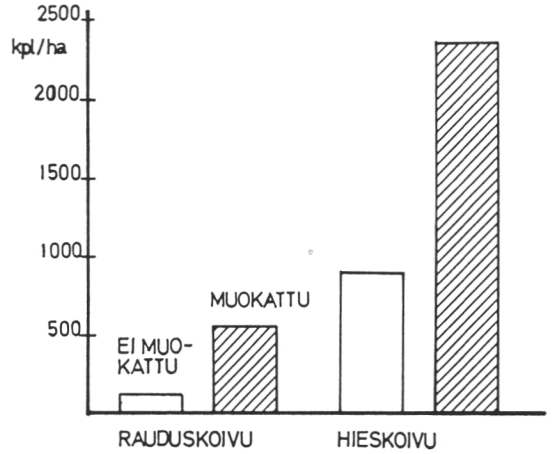
Kasvatuskelpoisten taimien yhteismäärä oli suurin paljasjuurisiin taimiin istutetuissa ja kylvötaimikoissa. Vähiten kasvatuskelpoisia taimia puolestaan oli luontaisesti uudistetuilla ja kennotaimialoilla. Erot ositteiden välillä eivät kuitenkaan olleet kovin suuria, sillä kasvatuskelpoiset luonnontaimet tasasivat viljelytaimimäärien varsin suuria eroja. Kennotaimialoilla kasvatuskelpoisia luonnontaimia oli jopa enemmän kuin kasvatuskelpoisia viljelytaimia.

Muokatuissa taimikoissa oli enemmän sekä kasvatuskelpoisia istutusta luonnontaimia (kuva 2). Koivun taimien määrässä oli vielä suurempi ero muokattujen ja muokkaamattomien alojen välillä kuin männyllä (kuva 3).

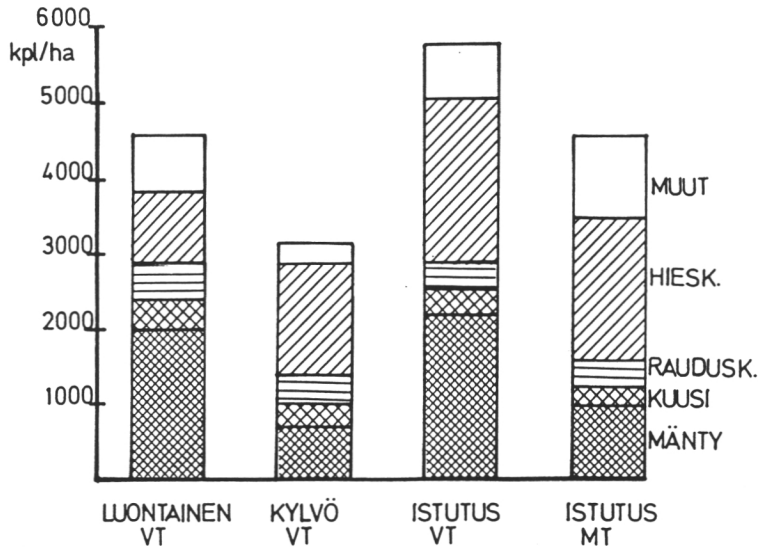
Kasvatuskelvottomia luonnontaimia oli eniten puolukkatyypin istutustaimikoissa ja vähiten kylvötaimikoissa (kuva 4). Yleisimmät syyt kasvatuskelvottomuuteen olivat väärä puulaji tai kasvutilan puute. Täten kasvatuskelvottomat luonnontaimet muodostavat reservin, jota voidaan tarvittaessa käyttää hyväksi, jos inventointihetkellä kasvatuskelpoiseksi arvioitu taimi myöhemmin tuhoutuu. Valtaosa kasvatuskelvottomista taimista oli mäntyjä tai hieskoivuja.



Kuva 2. Kasvatuskelpoisten männyntaimien määrä muokatuissa ja muokkaamattomissa istutustaimikoissa.



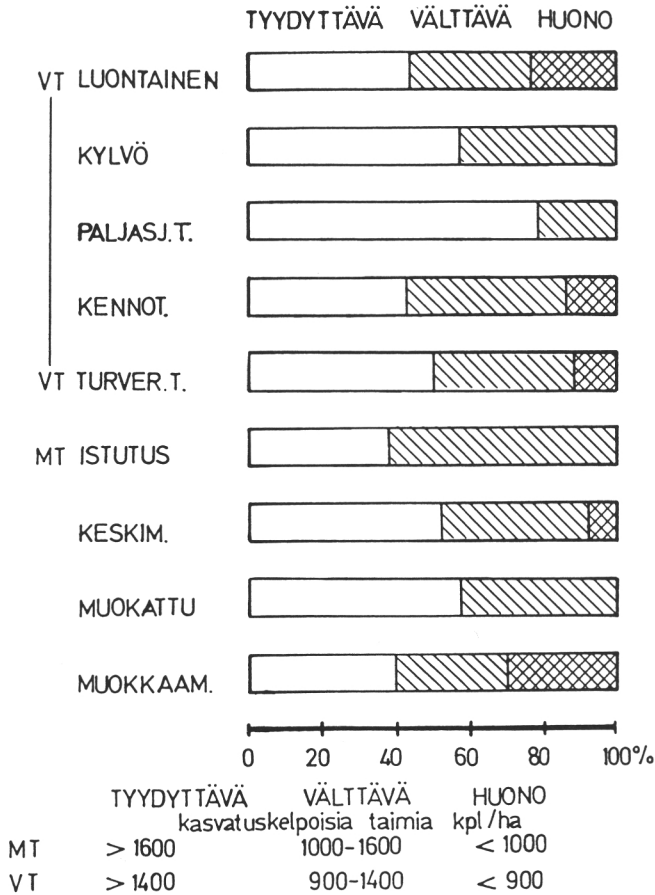
Kuva 3. Koivun taimien määrä muokatuilla ja muokkaamattomilla aloilla.



Kuva 4. Kasvatuskelvottomien luonnontaimien määrä.

TAIMIKOIDEN KEHITYSKELPOISUUS

Taimikoiden kehityskelpoisuudessa erot menetelmien välillä olivat paljon suuremmat kuin kasvatuskelpoisten taimien määrässä (kuva 5). Taimikoiden kehityskelpoisuus kuvaa keskimääräistä taimimäärää paremmin uudistamistuloksen tasaisuutta. Kehityskelpoisuudeltaan parhaita olivat puolukkatyyppin paljasjuurisilla taimilla istutetut alat ja kylvötaimikot jäivät toiselle sijalle, vaikka niissä oli keskimäärin eniten kasvatuskelpoisia taimia. Mustikkatyyppin istutustaimikot sijoittuivat suurelta osin luokkaan "välttävät", mutta huonoksi luokiteltuja taimikoita ei ollut lainkaan. Eniten



Kuva 5. Taimikoiden jakautuminen kehityskelpoisuusluokkiin.

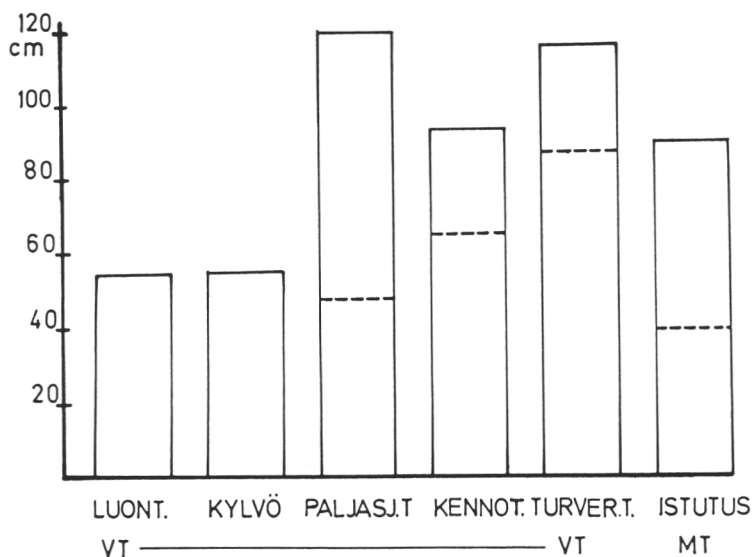
huonoja taimikoita oli luontaisesti uudistetuilla aloilla. Kenno- ja turveruukkutaimialoilla huonoja taimikoita oli 12-14 %. Keskimäärin hieman yli puolet kaikista taimikoista oli tyydyttäviä ja joka kymmenes huonoja, loput välttäviä.

Muokatuilla istutusaloilla taimikoiden kehityskelpoisuus oli selvästi parempi kuin muokkaamattomilla, joilla huonoja taimikoita oli 30 %, kun taas muokatuilla niitä ei ollut lainkaan.

TAIMIEN IKÄ JA PITUUS

Eri tavoin uudistettujen taimikoiden keski-ikä (viljelytaimikoissa viljelystä lukien, luontaisissa taimien keski-ikä) oli varsin sama (5,5-6 v).

Kylvö- ja luonnontaimet olivat keskenään samanpituisia (n. 55 cm). Istutustaimien keskipituus vaihteli 90-120 cm:iin (kuva 6). Paras pituuskehitys oli paljasjuurisin ja turveruukkutaimin istutetuilla puolukkatyypin aloilla. Mustikkatyypin istutustaimikot



Kuva 6. Taimien keskipituus ositteittain. Katkoviivalla on merkitty istutustaimien keskipituutta samanikäisenä luontaisten ja kylvötaimien kanssa.

samoin kuin puolukkatyyppin kennotaimialat kehittyivät jonkin verran näitä hitaammin. Tarkasteltaessa taimia samanikäisinä, pituusjärjestykseksi pisimmästä lyhimpään muodostui: turveruukku-taimet, kennotaimet, luontaiset ja kylvötaimet, paljasjuuriset taimet ja viimeisenä mustikkatyyppin istutustaimet. Muokatuilla aloilla kasvatuskelpoisten istutustaimien keskipituus oli 16 cm suurempi kuin muokkaamattomilla.

TAIMIEN ELINVOIMAISUUS JA SITÄ HEIKENTÄNEET TEKIJÄT

Vähiten terveitä taimia oli kennotaimialoilla ja eniten paljasjuurisilla taimilla istutetuilla aloilla (taulukko 1). Suurin osa taimista oli varsin elinvoimaisia ja kituvia taimia oli yleensä vain 1-4 %, ainoastaan kennotaimilla kituvien osuus oli 14 %. Elinvoimaisuudeltaan heikentyneitä taimia oli 9-16 %.

Pintakasvillisuus oli yleisin vaurionaiheuttaja (taulukko 2). Kylvö- ja luonnontaimissa karistesienet olivat myös yleisiä. Hirven aiheuttamat vauriot puolestaan olivat istutustaimikoissa yleisempiä kuin kylvö- ja luonnontaimikoissa. Kesän 1984 hallavauriot olivat vielä näkyvissä kaikissa muissa paitsi mustikkatyyppin istutustaimissa. Yleispiirteenä oli vaurioiden jakaantuminen melko tasaisesti useiden eri aiheuttajien kesken.

Taulukko 1. Taimien elinvoimaisuus ositteittain (%).

	Luontainen	Kylvö	Kennot.	Turver.t.	Paljasj.t.	Istutus, MF
Terve	61	53	51	69	71	60
Tuho näky	21	27	26	18	18	21
Heikentynyt	16	16	9	12	9	13
Kituva	2	4	14	1	2	4
Kuollut	-	-	-	-	-	2
Yhteensä	100	100	100	100	100	100

Taulukko 2. Vaurionaiheuttajat ositteittain (%).

	Luontainen	Kylvö	Paljasj.t.	Kennot.	Turver.t.	Istutus, MT
Ei tuhoa	57	47	70	47	70	59
Pintakasvillisuus	6	17	6	9	3	15
Vesat	1	1	3	-	1	3
Puusto	2	-	1	-	-	-
Toiset taimet	9	6	7	-	3	3
Karisteet	10	17	-	3	3	-
Ruosteet	1	2	-	9	-	-
Tukkikärsäkkäät	1	-	-	3	-	-
Pihkakääriäinen	1	1	-	-	1	-
Hirvi	2	1	3	6	9	12
Halla	3	6	3	9	2	-
Märkyys	2	1	3	9	2	1
Kuivuus	2	2	-	-	-	-
Lumi	2	-	1	-	-	1
Ravinnepuutos	-	-	-	-	5	-
Huono istutus	-	-	3	5	1	6
Yhteensä	100	100	100	100	100	100

TAIMIKON HOITO

Taimikon hoitoa ei luontaisilla uudistusaloilla oltu tehty lainkaan. Sen sijaan 7:llä viljelyalalla oli tehty perkausta, 5:llä täydennysistutusta ja 2:lla molempia. Perkaustarvetta arvioitiin olevan lähimmän viiden kasvukauden aikana puolella uudistusaloista (taulukko 3). Lisäksi aloilla oli harvennustarvetta ja osalla sekä harvennus- että perkaustarvetta. Vain neljäsosalla taimikoista ei hoitoa arvioitu tarpeelliseksi. Kehityskelpoisuudeltaan huonoissa taimikoissa tarvittaisiin lisäksi runsasta taimikon täydennystä tai jopa osittain uudelleenviljelyä. Välttävien taimikoiden täydennystarvetta voitaisiin suuresti vähentää hyväksymällä hieskoivu sekapuuna kasvatuskelpoiseksi.

Taulukko 3. Arvioitu perkaus- ja harvennustarve (%).

Osio	Perkaus	Harvennus	Perkaus + harvennus	Ei toimen- piteitä	Yht.
Luontainen	44	11	33	11	100
Kylvö	43	29	14	14	100
Paljasj.t.	44	11	11	33	100
Kennot.	43	29	0	29	100
Turver.t.	62	25	0	13	100
MT, istutus	62	0	0	38	100
Keskim.	50	17	10	23	100

TULOSTEN TARKASTELU

Tässä on esitetty vain tutkimuksen päätulokset, yksityiskohtaisempi selvitys on tehty Ari Vanamon pro gradu-työssä (1986). Tuloksissa kiinnittää huomiota, että kylvötaimikoissa oli kasvatuskelpoisia viljelytaimia enemmän kuin istutustaimikoissa. Koska alkuperäistä viljelytiheyttä ei voitu enää määrittää, ei tiedetä oliko kylvön onnistuminen parempi kuin istutuksen vai oliko kylvössä käytetty suurempaa viljelytiheyttä. Yhtenä syynä suhteellisen hyvään kylvötulokseen oli mahdollisesti se, että kylvöaloilla oli käytetty enemmän maanmuokkausta kuin muilla ositteilla, vain yksi kylvötaimikko oli perustettu ilman maanmuokkausta.

Kasvatuskelpoisten kennotaimien vähäisyys oli toinen aiemmista tuloksista poikkeava seikka. Tässäkin asiassa ainakin osaselitys löytyy samoista tekijöistä kuin kylvötaimikoissa: viljelytiheys ja maanmuokkaus. Ainakin yhdellä kennotaimialalla oli jo suunniteltu tehtäväksi paremminkin täydennysistutus kuin varsinainen koko alueen kattava istutus ja todennäköisesti samaa oli tapahtunut muillakin aloilla. Kasvatuskelpoiset luonnontaimet nostivatkin kennotaimialat lähes samalle tasolle muiden istutustaimikkojen kanssa. Muokatuilla kennotaimialoilla viljelytaimien määrä oli paljon suurempi kuin muokkaamattomilla. Käytettäessä pieniä taimia muokkaus on erityisen tärkeää. Kituvien kennotaimien runsaus osoittaa kuitenkin, että myös taimissa on ollut jotain vikaa tai ne ovat osuneet keskimääräistä vaikeammille uudistusaloille.

Luontaisesti uudistetuissa taimikoissa oli kasvatuskelpoisia taimia keskimäärin yhtä paljon kuin istutustaimikoissa, mutta suuremmasta hajonnasta johtuen luontaisten taimikoiden kehityskelpoisuusjakauma oli huonompi kuin istutustaimikoiden. Täydennystarve on siis suurin luonnontaimikoissa ja muutenkin niiden hoitoon olisi panostettava nykyistä enemmän.

Istutustaimikoissakin luonnontaimilla oli merkittävä osuus. Osa luonnontaimista oli olemassa jo istutushetkellä ja ne todennäköisesti alensivat viljelytiheyttä, mutta pääosa luonnontaimista oli kuitenkin syntynyt samoihin aikoihin istutuksen kanssa tai sen jälkeen, joten pääasiassa ne kuitenkin toimivat kuolleitten viljelytaimien korvaajina tai muuten liian harvaksi jääneen istutuksen täydentäjinä.

Muokkauksen hyöty näkyi erityisesti siinä, että muokatuilta viljelyaloilta puuttuivat huonot taimikot kokonaan. Tämä tuskin merkitsee sitä, että käyttämällä muokkausta kaikilla uudistusaloilla, huonoista taimikoista päästäisiin kokonaan eroon, mutta kuitenkin selvää edistysaskelta tähän suuntaan.

Jos käytännössä muokattavat kohteet valittaisiin satunnaisesti, tämän tutkimuksen mukaan maanmuokkaus ei olisi edistänyt luontaisen uudistamisen onnistumista; tulos oli likimain sama muokatuilla ja muokkaamattomilla aloilla. Koska käytännössä kuitenkin herkästi uudistuvat alat jätetään muokkaamatta ja muokkaus ohjautuu vaikeasti uudistuville aloille, tulos on ilmeisesti tulkittava niin, että muokkaus on edistänyt myös luontaista uudistamista.

Nykyisellä Kml Tapion viljelyn ohjetiheydellä, 2000 tainta/ha (käytännössä vieläkin alempi), taimikoissa päästäisiin varsin harvoin ilman luonnontaimia suositusten mukaisiin tavoitetiheyksiin. Luonnontaimien täydennys mukaanlukienkin vain puolet taimikoista ylittää tavoitetiheyteen. Toisen puolen kohdalla joudutaan joko tinkimään tavoitteesta tai suorittamaan runsaasti täydennysistutusta. Täydennystarvetta voitaisiin vähentää hyväksymällä myös hieskoivu sekapuuna täydentämään taimikkoja. Viljelytiheyden nostaminen takaisin 2500 taimeen/hehtaari toisi selvän tasokorotuksen viljelytaimien määrään, jolloin yhdessä luontaisen täydennyksen kanssa useimmiten saataisiin hyvä pohja määrällisesti ja laadullisesti täystuottoisen metsikön kasvatukselle.

VIITTEET

- Riikilä, M. 1985. Tuoreille ja lehtomaisille kankailla perustettujen 6-8 vuotiaiden mänty- ja kuusitaimikoiden tila Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä vuonna 1984. Pro gradu -työ Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa. 72 s.
- Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Folia For. 637:1-30.
- Saksa, T. 1983. Muokattujen uudistusalojen inventointimenetelmä. Moniste. Suonenjoen tutkimusasema. 18 s.
- Vanamo, A. 1986. Männyn viljelyn ja luontaisen uudistamisen antamista tuloksista kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla Satakunnan piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Pro gradu -työ Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa. 78 s.

Metsänviljelyn kustannukset ovat viimeisten 15 vuoden aikana lisääntyneet n. 3 %:n vuosivauhtia ja ovat nyt reaaliarvoltaan vuoteen 1970 verrattuna lähes kaksinkertaiset (Käyrät matkalla... 1986). Samana ajanjaksona havutukin reaalihinta on pysynyt täysin samana. Kun lisäksi metsänviljelyn tuloksiin kohdistuneet suuret odotukset ovat osittain jääneet toteutumatta mm. korkean kuolleisuuden, heikon laatukehityksen, juuristo-ongelmien, vähäisen jalostuslisän ja esiintyneiden sairauksien takia, ovat katseet kääntyneet takaisin luontaiseen uudistamiseen. Toiveita lisäävänä tekijänä on muokkauksen aikaisemmasta poiketen helppo toteuttaminen myös luontaisen uudistamisen aloilla.

Metsiemme puulajisuhteissa on itsenäisyyden aikana tapahtunut erittäin suuria muutoksia. Keskeisin niistä on kuusen osuuden jyrkkä nousu. Etelä-Suomessa sitä oli vuoden 1921 inventoinnin mukaan 28 % kuutiomäärästä, vuonna 1980 42 %. Lisääntyminen on edennyt siitä huolimatta, että kuusta on kaiken aikaa runsaasti hakattu eikä juurikaan uudistettu.

Sytä em. lisääntymiseen etsittäessä kiintyy huomio metsiemme ikäluokkarakenteeseen. Vuonna 1921 oli kymmenvuotiaita taimikoita 7 %. 40 vuotta myöhemmin oli viisikymmenvuotiaita metsiä 28 % pinta-alasta (Kuusela 1972). Metsä ei ollut varttunut kalenterivuosien mukaan. Jossain määrin lienee tapahtunut ikääntymisen hidastumista harsinnanluonteisten hakkuiden seurauksena. Keskeisintä on kuitenkin kuusialikasvosten siirtyminen päällyspuuston hakkuun jälkeen suoraan varttuneisiin ikäluokkiin (Mikola 1966). Metsillemme ominaisen luontaisen puulajikierron mukaisesti laajat kaskialueet metsittyivät nimenomaan koivulle, männylle ja lepälle. Näihin metsiin on vuosikymmenien myötä tullut runsaasti elinkelpoisia kuusialikasvoksia (Kalela 1952), jotka tällä erää muodostavat paljon täysi-ikäisiä puustoja.

Lähitulevaisuudessa kuusi ei metsiämme enää pahoin tummenna. Metsä 2000 -ohjelman (1985) mukaan kuusen osuus pudotetaan vuoteen 2020 mennessä vajaan 22 %:iin kuutiomäärästä. Satakunnassa, Lounais-Suomessa ja Pirkka-Hämeessä tuolloiset kuusiosuudet ovat 25, 32 ja 33. Nykyiset osuudet ovat vastaavasti 44, 40 ja 56. Täten esim.

Satakunnassa kuusen osuus putoaa nykyisestäään 43 %. Lisäksi lehti-
puuston osuus alennetaan 15 %:sta 11 %:iin. Näin Satakunnan ja
koko Suomen metsätaloutta viedään erittäin voimakkaasti "päin män-
tyä".

Eipä kuusen uudistamisesta juuri tarvitse huolta kantaa, jos kysei-
siin alennuksiin aiotaan päästä. Pikemminkin näyttää siltä, että
kuusen uudistumista pitää johdonmukaisesti vastustaa. Aikanaan
MERA-ohjelmaa tehtäessä ei ilmeisesti huomioitu kuusialikasvosten
merkitystä (Mikola 1966). Niin näyttää käyneen myös Metsä 2000-
ohjelmassa. Kehityslaskelmat ja mallitukset lienee tehty kuusen
vähäisten viljely- ja luontaisen uudistamisen pinta-alojen pohjal-
ta. Huonosti tilastoitu mutta laajamittainen ja tehokas alikasvos-
ten hiipiminen vallitsevaksi puustoksi näyttää jääneen huomaamatta.

SUOJUSPUUMENETELMÄ

Kuusi on kautta linjan osoittautunut uudistamisen suhteen oikulli-
seksi puulajiksi. 1930-luvulla se nousi suuressa määrin männyn
siemenpuualoille. 1950-luvulla käyttöön otettu kolmivaiheinen
suojuspuumenetelmä (Sarvas 1956) antoi huonoja tuloksia (Mikola
1966). Sen jälkeen on ohjeena ollut, että suojuspuumenetelmää
käytetään vain tapauksissa, joissa kuusen taimia on jo ennen
suojuspuuhakkuuta runsaasti. Puusto on siten nimensä mukaisesti
suojana, ei niinkään siementäjänä.

Näin näyttää käytetynkin. Äskettäin ilmestyneen (Räsänen ym. 1985)
Etelä-Suomen metsänuudistusalojen inventointitutkimuksen (vuosil-
ta 1978-79) mukaan tarkastushetkellä kasvatuskelpoisista taimista
oli ollut olemassa kokonaista 61 % jo ennen uudistushakkuuta.
Kaiken kaikkiaan kasvatuskelpoisia taimia oli käytetyn luokituksen
mukaan noin 1900 kpl/ha. Enimmät niistä olivat kuusta. Kehitys-
kelpoisia kuusen luontaisen uudistamisen aloista oli 73 %. Näillä
taimimäärä ylitti 1400 kpl/ha. Osa uudistusaloista oli sellai-
sia, joilla ei saatu selville mitä hakkuuta ja toimenpiteitä oli
tehty ja mihin pyritty. Näiden mukaan ottaminen pudottaisi kehitys-
kelpoisuusosuuden 60 %:iin.

Tutkimuksessa selvitettiin myös muiden taimien määrä. Niitä oli
keskimäärin lähes 10 000 kpl/ha. Pääosa oli hiestä, mutta huomai-
tava määrä myös havupuuta. Lisäksi on tärkeä huomata, että taimi-

ainestakin oli paljon, 40 %:lla aloista yli 10 000 kpl/ha. Kaiken kaikkiaan eteläisen Suomen suojuspuukuusikoissa oli näin ollen taimimateriaalia erittäin paljon.

Taimien jakaantumisessa uudistusaloille havaittiin paljon toivomisen varaa. Samallakaan uudistusaloilla niitä ei ollut tasaisesti kaikkialla, vaan voimakkaasti ryhmittyneinä. Lisäksi oli uudistusaloja, joilla kehityskelpoisia taimia ei ollut juuri lainkaan. Heikon taimettumisen syiden selvittäminen on keskeisellä sijalla suojuspuumenetelmän käyttövarmuuden parantamisessa.

Toisena puutteena oli uudistumisen hitaus suojuspuualoilla. Viljelykuusikot saavuttivat kahden metrin pituuden 12 vuotiaina, luontaiset taimikot vasta 27 vuotiaina. Viime mainitussa iässä on kuitenkin mukana sekin aika, jonka taimet olivat olemassa ennen uudistushakkuuta. Ajanlasku aloitettiin nimittäin hetkestä, jolloin kehityskelpoisista taimista oli syntynyt 2,5 %. Varsinaisesta uudistamishakkuusta ja ehkä päätehakkuustakin lasketut ajat olisivat todellisempia.

TAIMETTUMISEN TEHOSTAMINEN

Muokkauksella voidaan tunnetusti parantaa maan taimettumiskuntoa. Ruohon, heinän, sammalen ja varpujen seassa se on huono. Humuskerros on sirkkajuuren läpäistäväksi liian paksu ja ilmavana se kuivuu aika ajoin pahasti. Siksi vain kosteina kesinä taimettumismahdollisuudet ovat muokkaamatta hyvät. Kivennäismaan paljastaminen muokkaamalla sen sijaan tuo heti sirkkajuuren ulottuville syvemältä kapillaarisesti pintaan nousevaa pohjavettä.

Muokkauksen etuja heikentää, jos lähivuosina ei ole kunnollista kuusen siemenvuotta. Tyydyttäviä siemenvuosia kuusella on kuitenkin noin joka kolmas vuosi ja kerran kymmenessä vuodessa erittäin hyvä siemenvuosi (Sarvas 1956). Lähes joka vuosi siementä tulee Etelä-Suomessa sentään jonkin verran (Nieminen 1984).

Suojuspuualojen muokkaaminen TTS-kalustolla merkitsee runsasta juurten katkeilua. Tyviäkin saattaa kolhiintua. Tutkimusten mukaan näistä lähtee runsaasti lahovikoja (Isomäki ja Kallio 1974, Laiho 1983 b). Jonkinasteinen värivaurio seuraa kaikista vaurioista ja selvä laho lähtee keskimäärin joka toisesta. Keski-

määräinen leviämismatka on 20 cm/v, mutta parhaimmillaan se voi ylittää puolikin metriä.

Lahonuhkan vähentämiseksi tulisi käyttää mahdollisimman kevyttä muokkausta. Tällainen on mm. ekoöestys. Vauriot jäävät vähäisiksi ja kohdistuvat ohuisiin pintajuuriin. Vastaavasti muokkausvaikutus jää heikommaksi.

Suojuspuualojen muokkausta on käytännössä tehty perin vähän. Myös tutkimuksista tämä vaihtoehto on useimmiten puuttunut. Kuusikoihin rajoittuvilla avohakkuualoilla menetelmän teho kuitenkin on helppo todeta. Tällaisten kohteiden muokkausjäljessä on erittäin runsaasti pientä kuusen tainta. Muokkauksen käyttö mahdollistaa nopean taimettumisen ja toisaalta pitkään ei suojuspuustoa voida seisot- taakaan, koska tällöin tyvitukit pilaantuisivat.

Lannoitus on myös osoittautunut keinoksi, joka edistää taimettumis- ta ja alkukehitystä. Tämä seikka on toistuvasti havaittu mm. maan- tutkimusosaston lannoituskokeilla (Mälkönen ym. 1980). Erityisen selvästi se tuli esille eräässä kurulaisessa järeäpuustoisessa (300 m³/ha, 27 m²/ha, 600 kpl/ha, 120 v) MT-kuusikossa (Toivo 1985). Tyypeä käytettiin 200 ja 1000 kg/ha. Lannoitus tapahtui keväällä 1973 ja seuraavaksi vuodeksi osui erityisen hyvä taimettumisvuosi. Siemensato oli runsas ja kesä poikkeuksellisen sateinen. Tarkastus tehtiin kymmenen kasvukautta lannoituksesta. Kuusen taimia syntyi metsikköön kauttaaltaan paljon. Tarkastushetkellä niitä oli kontrolliruuduilla elossa 8000 kpl/ha: Kaikki olivat pituudeltaan alle 10 cm eli taimiainesta. Käytännöntasoisilla lannoitusruuduil- la (N 200) taimiainesta oli 19 000 kpl/ha ja nelisentuhatta oli ehtinyt jo venyä taimiksi. Todellinen räjähdys oli tapahtunut N 1000 ruuduilla. Taimiainesta oli noin 100 000 kpl/ha ja 10-30 senttisiäkin taimia 62 000 kpl/ha. Kaikki mainitut taimet olivat silminnähdän samanikäisiä.

N 1000 käsittely (ureana, ammoniumsulfaattina) tappoi pintakasvil- lisuuden ja muutti humuksen ja kuntankin kostean tuntuiseksi mullaksi, jonka taimettumiskunto näytti hyvältä. Tilanne säilyi tällaisena useita vuosia. Lannoitusta seuraavana vuotena syntyi valtavat määrät sirkkataimia. Typpitaso ei siten enää ollut niille liian korkea. Päällyspuuston tiheydestä huolimatta taimet jaksoivat lannoitusruuduilla kasvaa. Kontrolliruuduilla niin ei

käynyt, vaan taimet alkoivat kitua ja ilmeisesti enin osa ehti tarkastushetkeen mennessä tuhoutua.

Puulajivalinta on osoittautunut myös keinoksi edistää taimettumista. Itse asiassa on niin, että mitä enemmän suojuspuuna on mäntyä ja koivua, sitä paremmin myös kuusi uudistuu. Tällainen käyttäytyminen on metsillemme ominaista, siitä riippumatta onko uudistaminen tavoitteena vai ei. Mitä moninaisimmissa yhteyksissä (ks. Leikola 1986, 1987) on todettu, että kuusikkoon kuusi taimettuu kaikkein huonoimmin. Sirkkataimia kyllä syntyy, mutta pääosin ne kuolevat heti ensi vuotenaan tai viimeistään vaihtuvana taimiaineksenä. Vain harvan kuusikon alla ne pystyvät kehittymään.

Päinvastainen on koivun rooli. Koivikoissa esiintyy runsaasti hyväkuntoisia kuusialikasvoksia. Niitä tavataan hyvinkin tiheissä metsiköissä ja myös niiden pituuskasvu on tällöinkin tyydyttävä. Näin siksi, että tiheänäkin koivu mahdollistaa kuusen yhteyttämisen. Kuusi yhteyttää nimittäin esteettä keväällä ennen koivun lehteentuloa ja syksyllä vielä lehtien varisemisen jälkeenkin. Männiköissä kuusen alikasvoksia esiintyy myös erittäin runsaasti ja niiden kehittyminen myötäilee koivikoissa tavattavaa.

Suojuspuumenetelmän kehitti aikanaan jo Heikinheimo (1931). Hänellä suojuspuut olivat kuusia. Sarvas (1956) kehotti jättämään suojuspuustoksi myös mäntyä ja koivua, jotta päästäisiin sekataimikoihin. Nyt sekasuojauspuustoa katsotaan tarvittavan nimenomaan kuusen taimettumisen ja alkukehityksen edistämiseksi (Lähde ym. 1985).

Suojuspuumenetelmän käyttöä on tarpeen tehostaa myös uudistumisai-
kaa lyhentämällä. Suojuspuuston seisottaminen pitkään merkitsee huomattavaa vajaatuottoisuutta, varsinkin kun näitä metsikön parhaita puita aika ajoin menetetään myrskyissä. Ajan kulumista vähentää erityisesti se, jos taimettuminen saataisiin tapahtumaan täystiheän puuston alla. Merkkejä tällaisesta mahdollisuudesta on olemassa. Vaihtuvaa taimiainesta syntyy otollisina vuosina tiheisiin metsiköihin (Sarvas 1956). Taimettumista voitaisiin varmentaa ja taimiaineksen kasvua edistää myös laikuttaisella typpilannoituksella. Taimettumisen jälkeen metsikkö tulisi hyvissä ajoin väljentää korjuun jälkeiseen minimiin, ehkä sen allekin. Em. runsastaimisessa lannoitusmetsässä tehtiin kerralla paljaaksihakkua ja taimia jäi eloon vain 500 kpl/ha. Sankan kuusikon

hakkuumurrokko on peittävä ja valoilmaston äkillinen muutos "polttaa" hennot varjotaimet. Lisäksi heti hakkuun jälkeen osui vuoden 1984 "vuosisadan" keväthalla.

Ellei taimia edellä mainituin keinoin kohtuujassa ala ilmestyä, on vakavasti harkittava suojuspuumenetelmän hylkäämistä. Mahdollista nimittäin on, että epäonnistuminen viestii maan muuttumisesta kuuselle sopimattomaksi. Kuusella on kasvupaikkaa heikentävä vaikutus. Sen neulasissa on yli kymmenkertainen määrä pii- ja oksaalihappoa mäntyyn ja koivuun verrattuna (Viro 1955). Kuusikona metsämaa happamoituu, huuhtoutuu, kerää kariketta, muodostaa kunttaa ja puut hidastavat kasvuaan. Myös lahottajasienet saavat vallan.

Taimettumiskelvottomuuden riittävän aikainen toteaminen merkitsee ilmeisesti tehokkainta tapaa tehostaa suojuspuumenetelmän käyttöä. Tällöin jäisivät pois pitkät turhauttavat vajaatuottoisvuodet. Taito ennakoida taimimattomuutta poistaisi suuressa määrin tähän menetelmään nykyisin liittyvää arvaamattomuutta. Tutkimuksia suojuspuumenetelmän kehittämiseksi onkin meneillään (Pirkka-Hämeessä tutkitaan... 1986).

Väsyneen kuusikon jälkeen ainoana tehokkaana vaihtoehtona on puulajin vaihto. Korostettava on kuitenkin, että sekapuustoa tulee suosia silloinkin kun ongelmia ei ilmene. Pelastavana puulajina on nimenomaan koivu. Sitä tulee sallia mukaan jokaiseen kuusitaimikkoon. Jo sen mukanaolo taimikkovaiheessa merkitsee kuusen "väsytyksetjun" katkaisemista. Vielä parempi vaikutus on, jos koivua kasvatetaan pitempään. Vaihtoehtoina ovat tällöin kasvatus ainespuuksi, harvaksi tukkiylispuustoksi ja tietenkin kasvatus täysipainoisena normaalikiertona. Korostettakoon myös sitä, että hieskoivunkin biologiset ominaisuudet ovat hyvät.

ALIKASVOKSET JA NIIDEN KÄYTTÖ

Alikasvoksista on vaikea saada kattavaa tietoa, ellei puujaksojen määritelmiä tarkisteta. Niinpä seitsemännessä valtakunnan metsien inventoinnissa (Kuusela ja Salminen 1985) saatiin kehityskelpoisten alikasvosten määräksi 2,8 % pinta-alasta. Tämä on murto-osa alikasvosten todellisesta määrästä. Pois rajautuivat mm. tiheysarvoa 0,6 harvemmat, vähemmän kuin 40 vuotta vallitsevaa puustoa

nuoremmat ja "väärällä" maalla kasvavat "alikasvokset". Kehitysluokkakaan ei saanut olla mikä tahansa (Valtakunnan metsien... 1977).

Valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin ohjeissa (1985) alikasvokset jaetaan kolmeen luokkaan: käyttökelpoiset, taimettumiskelpoisuutta osoittavat ja kehityskelvottomat. Hyväksyttävien taimien määrän tulee ylittää 900-1200 kpl/ha. Puuston ylittäessä 150 m³/ha alikasvoksen ei hakkuussa katsota enää säilyvän ja metsikkö on vain taimettumiskelpoinen. Kehityskelvottomaksi alikasvoksen tekee väärä puulaji. Tällainen on mm. kuusi VT-männikössä.

Puolukkatyyppi on tunnetusti hyvin laaja-alainen. Se kattaa lukemattomia maalajien, ravinteisuuden ja kosteuden yhdistelmiä. Ne eivät kaikki ole mahdottomia kuusen kasvupaikaksi, ovatpa lannoitettuina antaneet poikkeuksellisen hyviäkin tuloksia (Saramäki ja Valtanen 1981). Huomattava on myös, että alikasvoksen olemassaolo merkitsee liikkeellelähtöä valmiista taimikosta vaihtoehtoiskäsittelyn edellyttäessä sen raivaamista, maanmuokkausta ja viljelyä. Tällöin ei perinteinen eri puulajien kasvupaikkaedullisuus päde (Vuokila 1977).

Mielenkiintoinen rajoite on, että alikasvoksia voi olla vain aukeilla uudistusaloilla, siemenpuualoilla, varttuneissa kasvatusmetsissä, uudistuskypsissä metsissä ja suojuspuualoilla. Tosiasia kuitenkin on, että alikasvosluonteisia kuusen taimia on nykytutkimuksissa valtavat määrät erityisesti männyn viljelytaimikoissa. Ne ovat viljelytaimien kanssa lähes samanikäisiä, mutta pituudeltaan vain murto-osa. Uudistumishetkestä lähtien ne ovat kuitenkin olemassa, eivätkä mihinkään häviä kehitysluokista 2-4 eli taimikoista ja nuorista kasvatusmetsistä (8. inventoinnin kehitysluokat). Ei välttämättä ole oikein niitä sieltä hävittääkään. Saattaa olla, ettei uusi alikasvos tarvittaessa enää synnykään. Pikemminkin ko. taimet on nähtävä tulevan sukupolven muodostajina. Mm. Pöntysen (1929) ja Klensmedenin (1984) tutkimuksista käy esiin kuusialikasvosten sitkeys säilyä elossa ja kasvaa tiheissäkin männiköissä päällyspuuston kanssa samanikäisenä, vaikka satakin vuotta. Aikanaan harventaen ja vapauttaen tämä puujaksoyhdistelmä tarjoaa monia mielenkiintoisia mahdollisuuksia.

Jotta alikasvosluonteista metsänuudistamista voitaisiin hallitusti hyödyntää, tulisi kaikki metsiköt pystyä luokittelemaan tarkasti. Esteenä ei saa olla se, onko metsässä yksi puulaji tai useampia. Ei sekään, onko ikäluokkia vain yksi vai useampia tai ovatko puulajit kasvaneet samalla vai eri nopeudella. Luokittelun tulee kattaa myös eri-ikäismetsän vaihtoehto. Inventoinneissa metsiköt tulee mitata puujaksot tarkoin eritellen. Senkin jälkeen eri alikasvoksia voidaan haluttaessa pitää nykyiseen tapaan erilailla kehittämiskelpoisina.

Alikasvosten erilaisia esiintymistapoja valottaa oheinen taulukko 1. Samalla siitä käy esille vallitsevan puuston nimitykset. Samaan tapaan voitaisiin tarkastella myös ylispuuston esiintymistä.

Taulukko 1. Alikasvoksen esiintyminen (On = on aina, Ei = ei mahdollista) erilaisissa metsiköissä. Erikokoisuus tarkoittaa jakson sisäistä vaihtelua suurempaa pituuseroa. Harvinaiset metsikkövaihtoehdot sulkeissa.

Puustorakenne Ikärakenne	Yksi puulaji		Kaksi tai useampia puulajeja	
	Sama koko	Eri koko	Sama koko	Eri koko
Yksi ikäluokka	Tasaikäinen, tasarakenteinen männikkö (tmv.) EI	(Tasaikäinen, erirakenteinen männikkö (tmv.)) ON	Tasaikäinen, tasarakenteinen (-valtainen) sekametsä EI	Tasaikäinen, erirakenteinen (-valtainen) sekametsä ON
Kaksi ikäluokkaa	(Lähes eri-ikäinen, tasarakenteinen männikkö (tmv.)) EI	Lähes eri-ikäinen ja erirakenteinen männikkö (tmv.) ON	Lähes eri-ikäinen, tasarakenteinen (-valtainen) sekametsä EI	Lähes eri-ikäinen ja erirakenteinen (-valtainen) sekametsä ON
Useampia ikä- luokkia	(Eri-ikäinen, tasarakenteinen männikkö (tmv.)) EI	Eri-ikäinen, erirakenteinen männikkö (tmv.) ON	Eri-ikäinen, tasarakenteinen (-valtainen) sekametsä EI	Eri-ikäinen, erirakenteinen (-valtainen) sekametsä ON

Yksijaksoisissa puhtaissa metsiköissä ei voi olla alikasvosta. Vastaavissa kaksijaksoisissa sitä on lähes aina. Kaksijaksoiset puhtaat metsiköt lähentelevät eri-ikäismetsää, varsinkin jos alikasvos ei ole aivan pientä ja jaksojen ikävaihtelu on tavanomainen. Kolmijaksoisina nämä metsiköt ovat jo tyypillistä eri-ikäismetsää. Vastaavanlainen on tilanne, jos puulajeja on kaksi tai useampia.

Missä määrin kaksijaksoinen metsikkö sitten on kasvatuskelpoinen. Tutkimuksia tästä on valitettavan vähän. Esimerkkinä olkoon Elimäen peltosavikon (PyT) 56-vuotias männikkö, jossa oli 14-vuotias kuusialikasvos (20 000 kpl/ha, valtapituus n. 3 m). Sen poisto ko. vaiheessa paransi männikön kasvua seuraavien 25 v. aikana $1 \text{ m}^3/\text{v}$. Sen jälkeen kaikki mänty kaadettiin, alikasvokseton aukko viljeltiin männylle ja alikasvos jätettiin kehittymään vertailuruudulle. Avohakatun metsikön tuotosetu kuluisi nykyhinnoilla hyvinkin viljelykustannuksiin. Yhdeksän vuotta myöhemmin kuusikko oli 13-metristä, täysitiheää, vaurioista toipunutta ja hyvässä kasvuvauhdissa. Istutusmännikkö puolestaan oli metrin mittaista, ruohikossa kituvaa ja liian harvaa. Ainakaan pienmetsätalouden intensiivisissä oloissa ei voi olla väärin hyödyntää em. tavalla alikasvostaimikkoa. Myös ojitetuilla soilla alikasvoskuusetuminen on tavoiteltu metsikkökehitys (Seppälä ja Keltikangas 1978).

Aina ei tilanne ole niin edullinen kuin edellä. Taimia ei ehkä kovin paljoa synnykään. Vapauttamisen yhteydessä niitä aina tuhoutuu. Tässä vaiheessa alikasvostaimikko näyttää sekä harvalta, kituliaalta että vaurioituneelta. Hätäinen johtopäätös kyseisen "taimikon" uudistamisesta saattaa silti olla paha virhe. Kuusikon toipumiskyky männyn ja koivun alta vapautettuna on hyvä (Vuokila 1982, Laiho 1983 a, 1985). Metsikön tuoton kannalta ei merkitse paljon, vaikka taimikko vapauttamisen jälkeen olisi jonkin aikaa liian harva ja vajaatuottoinen. Tällöin menetetään vain vähäinen ensiharvennustulo. Tulevaisuudessa se on tuskin nykyisenkään suuruinen. Varttuessaan alikasvoskuusikko saavuttaa nopeasti riittävän tiheyden, normaalin kasvun ja pituserot tasoittuvat. On aihetta epäillä, ettei kovin moni nykykuusikoista ole alikasvosena täyttänyt virallisia kehityskelpoisuusvaatimuksia. Eräitä harvan alikasvoksen kehitysvaiheita havainnollistaa oheinen taulukko 2.

Hyvistäkään alikasvoksista ei ole hyötyä, jos ne puunkorjuussa murskaantuvat. Korjuutuhoista on valitettavan paljon esimerkkejä. Johdonmukaisesti onkin ponnisteltava taimikkoja säästävään korjuuseen pääsemiseksi. On opittava säilyttämään sekä pieniä että suuria taimia. Ellei osata säilyttää olemassaolevia taimia ei tunnu mielekkäältä hankkia uusia taimia suojuspuiden tuhottavaksi.

Taulukko 2. Kaavio harvan kuusialikasvoksen ohdakkeisesta kehitystiestä. Tiheys ymmärrettävä tasaisena tilajärjestyksenä.

Ikä v	Valta- pituus m	Tiheys kpl/ha	Huomautuksia
20	1-2	400	Vallitseva puusto varjostaa, kova juuristokilpailu
30	2-3	500	-"- -"- -"-
40	3-5	600	Vapauttaminen
41	3-5	300	Lisäksi 200 kpl/ha eri määrässä vaurioituneita taimia, tiheys lyhyen aikaa alle uudistamisrajan
50	5-7	600	Voimakkaasti toipumassa
60	7-10	700	Täystiheä, hyväkasvuinen, pituuserot tasoittumassa

Harvesteri olisi suojustuiden poistossa ihanteellinen työkone, jos se käsittelisi puut maahan kaatamatta. Nykyisin se ei ole mahdollista. Kone kaataa puun maahan ja vetää sen siitä karsintateriin. Ihmistyönä kaato tulee paremmin suunnatuksi kuin konetyönä.

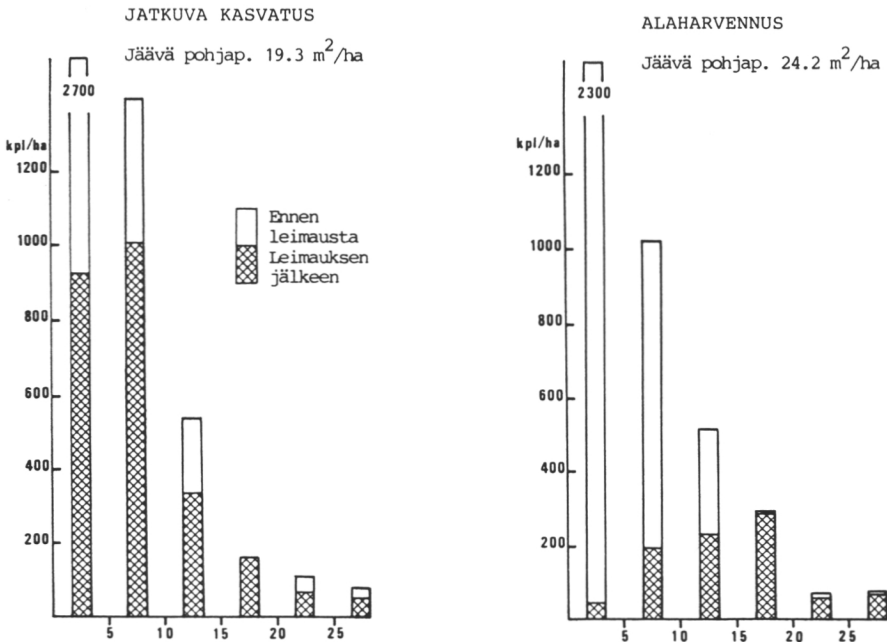
Nykyisin katsotaan, että 60 % korjuun jälkeisestä minimistä on vaurioiden suhteen rajatiheys. Sitä runsaampi puusto tuhoaa taimet ja sitä vähempi jättää niitä riittävästi. Käytännössä raja ei ole kuitenkaan lainkaan terävä. Ensinnäkin pitkälatvuksinen ja voimakasoksinen kuusi tekee pahinta tuhoa. Lehdettömänä oleva koivu puolestaan on kaadettavissa vähimmin taimivaurioin. Suojasää on talviaikaan välttämätön, myös paksusta lumikerroksesta on etua. Kaato tulisi tehdä mahdollisimman paljon ajouria myöten. Teille, pellolle yms. suuntaaminen säästää myös paljon taimia. Kompromissina on tarvittaessa kaataminen eri suunnilta samaan kohtaan, jolloin taimet siitä tuhoutuvat, mutta muualla säästyvät. Ehkä keskeisintä on vakava pyrkimys säästää taimikkoja sekä mahdollisuus valita kaatoaika. Ammattitaito ei ole ensisijainen tekijä eikä auta ellei ole aikaa, halua ja mahdollisuuksia käyttää sitä. Näistä syistä ammattimetsurin työjälki on yleensä isännän työjälkeä tässä suhteessa huonompi.

Luonnossa on ilahduttavan paljon tilanteita, että kuusen taimia on liikaa, aivan "turkkinaan". Tällöin on suorastaan eduksi, että

niitä korjuussa tuhoutuukin. Havainnot, joissa suhteellisen niukastakin alikasvoksesta (20-50 v, 1-2 m, 1000-5000 kpl/ha) runsaanlaisen havupuuston (160 m³/ha, 100 v, 330 kpl/ha) alla talvisessa normaalikaadossa jäi jäljelle kauttaaltaan tyydyttävä taimikko, vaikka 40 % taimista tuhoutuikin (Sievänen 1986, vrt. Maukonen 1987) antavat aiheen perusteltuun optimismiin alikasvosten nykyistä paremmasta käyttömahdollisuudesta tulevaisuudessa.

JATKUVA KASVATUS

Kuusi on varjoa sietävin puulajimme ja tämän vuoksi sen uudistamista myös "jatkuvasti kasvattaen" on aihetta tarkastella. Ko. tapauksessa kuusikossa on kaikenkokoisia puita. Pieniä puita on luonnollisesti kaikkein eniten. Esimerkin siitä, millainen jatkuvan kasvatuksen runkolukusarja on verrattuna alaharvennukseen tarjooa oheinen Alkkianvuoren vertailukoealapari.



Kuva 1. Jossain määrin eri-ikäisen (20-50 v) ja kooltaan epätasaisen luontaisesti syntyneen koivunsekaisen kuusikon (MT) leimaaminen jatkuvaan kasvatukseen ja alaharvennuksella. Kummassakin tapauksessa leimattu ikäluokkansa huonoimpia puita. Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema.

Oleellista jatkuvalle kasvatukselle on metsikön eri-ikäisyys. Suurimmat puut ovat kiertoajan ikäisiä ja nuorimmat aivan äskettäin syntyneitä. Tähän tilanteeseen pääsemiseksi ja sen säilyttämiseksi metsikön tulee jatkuvasti uudistua. Uudistumisen tulee lisäksi olla intensiivistä. Taimia tulee syntyä runsaasti ja niiden on myöskin pystyttävä kasvamaan kohtuullisesti.

Tämä metsikkömuoto ei ole mahdollinen tiheänä. Toisaalta niin ei tarvitse ollakaan. Tasaikäiskasvatuksessa metsikön kuutiokasvu on pitkän aikaa olematon ja alentaa kiertoajan keskimääräistä kasvua. Siksi puuston tiheyden ei jatkuvassa kasvatuksessa tarvitse olla täysimääräinen samaan tulokseen pääsemiseksi. Alustavasti on jatkuvan kasvatuksen pohjapinta-alaohjeeksi luonnosteltu 9-21 m²/ha (Lähde ym. 1985). Se on hieman alle korjuunjälkeisen minimin. Tällä hetkellä ollaan perustamassa koealoja, joilla taimikehityksen ja pohjapinta-alan keskinäistä riippuvuutta eri metsätyypeillä selvitetään.

Puhdas kuusikko on teoreettinen mallitapaus. Käytännössä se ei voi olla pitemmän päälle mahdollinen. Esteeksi tulee kasvupaikan tuottokyvyn heikkeneminen. Siksi kuusen jatkuvaan kasvatukseen pitkällä aikavälillä kuuluu koivun ja muunkin sekapuuston mukana-pito. Tämä voi periaatteessa tapahtua tasaisena osuutena puustosta, aika ajoittaisena runsaamman sekapuuston vaiheena tai pienaukkojen muodostamana metsikkömosaiikkinakin. Näitäkin seikkoja käynnissä olevat vertailukokeet tulevat valottamaan.

Jos metsätaloudellemme ohjelmoituun kuusen osuuden voimakkaaseen supistamiseen halutaan päästä, kuusen uudistumista vastaan on pontevasti taisteltava. Tavoite ei kuitenkaan ehkä olekaan oikea. Kuusella tulee olla vankka sijansa suomalaisessa metsätaloudessa. Tällöin sen tulee sallia myös uudistua. Alikasvokset tarjoavat monella lailla "ilmaisen" mahdollisuuden uudistaa kuusta. Luontaista uudistumista saadaan aikaan myös suojuspuumenetelmää käyttäen. Sitä on kuitenkin kehittävä nykyistä varmemmaksi ja nopeammaksi. Ammattitaitoon kuuluu myös kyky käsitellä järkevästi ja taloudellisesti eri-ikäisiäkin metsiä.

KIRJALLISUUTTA

- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsälautakunta Tapion käsikirjassa no 22. 90 s.
- Isomäki, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. *Folia For.* 392.
- & Kallio, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Seloste: Puunkorjuun aiheuttamien vaurioiden vaikutus kuusen lahoamiseen ja kasvuun. Acta For. Fenn.* 136. 25 s.
- Kalela, E. K. 1952. Metsiemme kuusettumisesta erään esimerkin valossa. *Comm. Inst. For. Fenn.* 40.21.
- Klensmeden, U. 1984. Stamvis blädning - Några studier på två försöksytor i Dalarna. Examensarbete 1984-6, Inst för Skogsskötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå.
- Kuusela, K. 1972. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1964-70 sekä niiden kehittyminen 1920-70. *Commun. Inst. Fenn.* 76.5.
- & Salminen, S. 1983. Metsämaat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979-1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977-1982. *Folia For.* 568.
- Käyrät matkalla eri suuntiin. 1986. *Metsälehti* 54(21):2-3.
- Laiho, O. 1983 a. Kuusen luontaisesta uudistumisesta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 94:32-41.
- 1983 b. Lahon alkuunpääsy pystypuuston vaurioista ja sen estäminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 94:42-56.
 - 1985. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 182:39-50.
- Leikola, M. 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. I. Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830-1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 57. 202 s.
- 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. II. Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948-1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 60. 198 s.
- Lähde, E., Norokorpi, Y. & Oikarinen, M. 1985. Mikkelin ekoläänin metsien vaihtoehtoiset käsittelymallit. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 180. 67 s.
- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 244.
- Metsä 2000 -ohjelman pääraportti. 1985. Talousneuvosto. Moniste. 189 s.

- Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistumisessa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 83(1):4-7, 16.
- Mälkönen, E., Kellomäki, S. & Holm, J. 1980. Typpi-, fosfori- ja kalilannoituksen vaikutus kuusikon pintakasvillisuuteen. Comm. Inst. For. Fenn. 98.3.
- Nieminen, J. 1984. Metsäpuiden siemensato uudistamisen lähtökohdista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129:4-19.
- Pirkka-Hämeessä tutkitaan miten kuusikko uudistuu. 1986. Metsälehti 54(19):8.
- Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvokseksi Raja-Karjalan valtionmailla. Acta For. Fenn. 35.1.
- Räsänen, P. K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Folia For. 637. 30 s.
- Saramäki, J. & Valtanen, E. 1981. Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kasvuun. Folia For. 479.
- Sarvas, R. 1956. Metsänhoidon tekniikka. Metsäkäsikirja 1:498-564.
- Seppälä, K. & Keltikangas, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Suo 29(1):11-16.
- Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikkatyypillä esimerkkitaipauksen valossa. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa. 94 s.
- Toivo, S. 1984. Typpilannoituksen vaikutus mustikkatyypin kuusikon pintakasvillisuuteen. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa. 87 s.
- Valtakunnan metsien inventoinnin kenttätöiden ohjeet. 1977. Metsänarvioimisen tutkimusosasto. Moniste. 59 s.
- Valtakunnan metsien 8. inventointi. Pysyvien koalojen kenttätöiden ohjeet. 1985. Metsänarvioimisen tutkimusosasto. Moniste. 68 s.
- Viro, P. J. 1954. Investigations on forest litter. Seloste: Metsäkariketutkimuksia. Comm. Inst. For. Fenn. 45.6.
- Vuokila, Y. 1977. Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana. Folia For. 324.
- 1982. Antakaa luonnon auttaa. Metsä ja puu 99(12):6-8.
- Yksityismetsien käsittelyohjeet. KML Tapio, 3/1981. 20 s.

SIEMENVILJELYKSEN PERUSTAMINEN JA SATAKUNNAN SIEMENVILJELYKSET

Eira-Maija Savonen

Siemenviljelyksellä tarkoitetaan yksinomaan siementen hankintaa varten perustettua viljelystä. Metsäpuiden siementen tuottaminen siemenviljelysten avulla on Suomessa, kuten muuallakin varsin nuori toimintamuoto. Tämän toiminnan alkuna voidaan pitää Larsenin vuonna 1934 julkaisemaa kannanottoa, jonka ansiosta siemenviljelysten perustaminen lähti monessa maassa liikkeelle 1950-luvulla. Siemenviljelyksen perusajatuksena on tuottaa perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan mahdollisimman korkealaatuisia, runsaita ja vuosittain toistuvia siemensatoja. Siemenviljelyssiemenen hyvien perinnöllisten ominaisuuksien ansiosta viljelymänniköiden kasvun arvioidaan lisääntyvän 10-15 % siemenviljelyssiementä käytettäessä (Hahl 1984). Ensimmäinen suomalainen männyn siemenviljelys perustettiin 1952. Tällä hetkellä Suomessa on noin 250 metsäpuiden siemenviljelystä, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on 3300 ha. Pääosa niistä on perustettu 1960-luvulla ja 1970-luvun alkupuolella männyn siementen hankintaa varten. Metsähallitus omistaa siemenviljelyksistä lähes 90 %, loput 10 % jakautuvat metsälautakuntien ja eri yhtiöiden kesken.

Männyn siemenviljelykset ovat viime vuosien kuluessa alkaneet tuottaa yhä suurempia satoja. Tällä hetkellä siemenviljelysten sato riittää kattamaan jo kaikkien Suomen eteläpuoliskon taimitarhojen männynsiementarpeen.

SIEMENVILJELYKSEN PERUSTAMINEN

Siemenviljelysten perustamiseksi valittiin ensimmäiset pluspuut vuonna 1947. Pluspuille asetettiin yleensä erittäin korkeat laatuvaatimukset (Sarvas 1947, 1953a). Pluspuuksi kelpaavien puiden tuli olla hyvin tuottavien, hyvälaatuisten metsien kaikkein parhaita puita, jotka olivat nopeakasvuisia, suorarunkoisia, ohutoksaaisia, hyvin karsiutuvia, elinvoimaisia ja terveitä. Ilmiasun perusteella valittiin runsaat 7000 pluspuuta ensimmäisen polven siemenviljelysten perusmateriaaliksi (Oskarsson 1972).

Pluspuiden valintaa seuraava työvaihe oli pluspuiden kasvullinen monistaminen varttamalla. Varteoksiksi kerättiin pluspuiden

latvuksen yläosasta noin 10-15 cm pituisia versoja, jotka taimitarhalla vartettiin paljasjuuristen männyntaimien latvakasvaimeen. Taimesta, johon varteoksa liitetään käytetään nimitystä perusrunko. Perusrungosta ja varteoksasta muodostuvasta uudesta kasviyksilöstä käytetään nimitystä varte.

Vartteita kasvatettiin taimitarhalla 2-3 vuotta ennen maastoon istuttamista. Tänä aikana niistä vähitellen poistettiin perusrunkoon kuuluvat oksat. Yhden pluspuun latvuksesta voidaan tehdä useita satoja vartteita, jotka saavat saman numeron kuin pluspuu, josta varteokset on otettu. Samasta pluspuusta tehtyjen vartteiden joukkoa kutsutaan klooniksi.

Taimitarhavaiheen jälkeen vartteet istutettiin maastoon. Suurin osa Suomen siemenviljelyksistä on perustettu reheville metsämaille Keski-Suomeen. Siemenviljelysten perustamista, kloonien lukumäärää, istutusjärjestystä yms. käsitteleviä kirjoituksia on julkaistu runsaasti (ks. esim. Sarvas 1953b, 1970, Zobel ym. 1958).

SIEMENTUOTANTO

Ensimmäiset kukat, jotka ovat emikukkia, muodostuvat vartteisiin jo muutaman vuoden kuluttua istuttamisesta. Kahdesta kolmeen metriin mittaisissa vartteissa on jo paljon käpyjä nähtävissä ja helposti kerättävissä. Koska vartteet eivät näin pieninä vielä itse tuota tarpeeksi siitepölyä, näissä kävyissä olevat siemenet ovat syntyneet etupäässä siemenviljelyksen ulkopuolelta tulevan taustapölytyksen myötävaikutuksella. Jotta siemenviljelyksen sisäinen pölytys olisi tarpeeksi tehokasta pitäisi vartteiden tuottaa noin 20 kg siitepölyä/ha (Koski 1980). Koski (1975) ja Bhumibhamon (1978) ovat tutkimuksissaan todenneet, että vartteiden hedekukinnan määrä riippuu pikemminkin vartteiden koosta kuin iästä. Vasta 7-8 metrin mittaiset vartteet, mikäli niitä on vähintään 200 kpl/ha, tuottavat niin paljon siitepölyä, että taustapölytyksen osuus jää tarpeeksi pieneksi (Koski 1981). Aikaa tämän vaiheen saavuttamiseen menee peltomaille perustetuissa viljelyksissä edullisissa oloissa noin 15 vuotta; metsämaille perustetuissa viljelyksissä jopa 22-25 vuotta, varsinkin mikäli viljelystä ei hoideta intensiivisesti (Dietrichson ym. 1982). Tänä aikana tuotetuissa siemensadoissa menetetään osa jalostushyödystä, koska pölyttäjinä toimivat puut eivät ole valikoituja

siemenviljelyksen omia puita. Eräin edellytyksin tämäkin siemen on käyttökelpoista ja jopa myytäväksi sopivaa, jos siemenviljelys muuten täyttää asetetut vaatimukset.

SIEMENVILJELYKSEN REKISTERÖINTI

Metsätaloudessa käytettävän siemenen myynnin yhteydessä on myyntipakkaukseen merkittävä muiden tietojen ohella siemenen alkuperäluokka. Siemenviljelyksistä saatava siemen kuuluu aluksi alkuperäluokkaan A3 (nuorista siemenviljelyksistä saatu aineisto) ja myöhemmin, kun viljelyksen oma siitepölyn tuotto on tarpeeksi suurta alkuperäluokkaan A2 (testaamattomista siemenviljelyksistä saatu aineisto). Alkuperäluokkaan A1 (testattu aineisto) siemenet kuuluvat siinä tapauksessa, että ne on kerätty puista, jotka on merkitty testattujen siemenpuiden luetteloon.

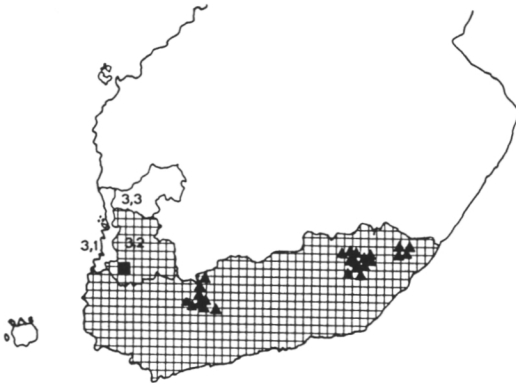
Näihin alkuperäluokkiin kuuluvan materiaalin (siemenet ja taimet) myynnin edellytyksenä on, että asianomainen viljelys on tarkastettu ja merkitty Metsäntutkimuslaitoksen pitämään siemenviljelysrekisteriin. Jotta siemenviljelys merkittäisiin siemenviljelysrekisteriin, sen on täytettävä seuraavat vaatimukset (Koski 1981):

- 1) Siemenviljelys ja sitä koskevat asiakirjat ovat kunnossa.
- 2) Siemenviljelykseen sisältyy riittävä määrä pluspuita klooneina, jotka kuitenkin ovat peräisin rajatulta alueelta.
- 3) Siemenviljelys toimii pölytysyksikkönä siten, että syntyvä siemen on peräisin valittujen puiden risteytymisestä.

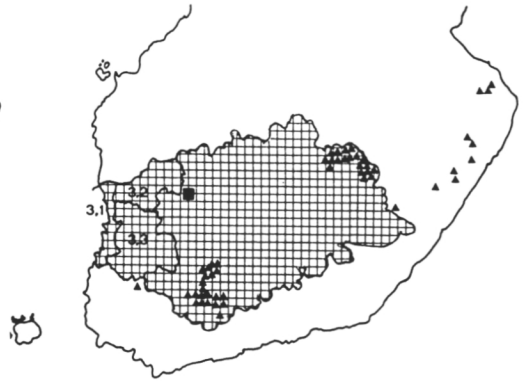
Mikäli kaksi ensimmäistä ehtoa täyttyy, merkitään siemenviljelys nuorten siemenviljelysten luetteloon, ja sen tuottama siemen kuuluu siis alkuperäluokkaan A3. Siinä vaiheessa, kun myös kolmas ehto täyttyy, viljelys siirretään siemenviljelysluetteloon ja se alkaa tuottaa alkuperäluokkaan A2 kuuluvaa siementä.

Vuoden 1986 lopussa oli alkuperäluokkaan A2 rekisteröity 21 siemenviljelystä, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 145 ha ja alkuperäluokkaan A3 oli rekisteröity 142 siemenviljelystä, joiden pinta-ala on yhteensä noin 2250 ha.

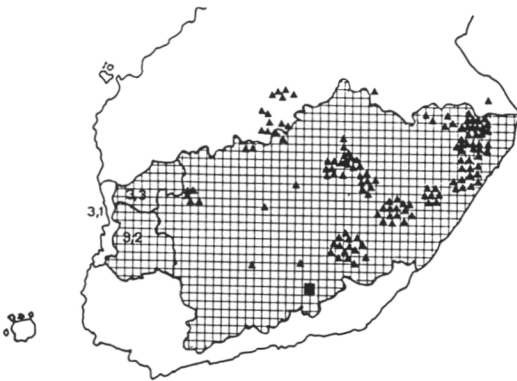
Siemenviljelyksen rekisteröinnin yhteydessä vahvistetaan viljelyksen tuottamalle siemenelle sopiva käyttöalue. Käyttöalue on



Kuva 1. Siemenviljelys 115,
Eura, Kauttua.



Kuva 2. Siemenviljelys 93, Kuru,
Loilonmaa.



Kuva 3. Siemenviljelys 124,
Iitti, Suokanta.



Kuva 4. Satakunnan piirimetsä-
lautakunnan uuteen sie-
menviljelykseen tulevia
klooneja vastaavien plus-
puiden sijainti.

- ## = siemenen käyttöalue
- ▲ = pluspuiden sijainti
- = siemenviljelyksen sijainti

yleensä jotakuinkin sama alue, jolta viljelykseen kuuluvat pluspuut ovat peräisin.

SATAKUNNAN METSÄNVILJELYYN SOPIVAA SIEMENTÄ TUOTTAVAT SIEMENVILJELYKSET

Satakunnan alueella on toistakymmentä männyn siemenviljelystä. Useimmat niistä on perustettu pohjoisilla klooneilla Lapin siemenhuoltoa ajatellen, joten niiden siemen ei sovellu käytettäväksi Satakunnassa. Näiden viljelysten nuoruusvaiheessaan tuottaman siemenen, joka taustapölytyksen ansiosta on täkäläisten puiden ja pohjoisten klooniin risteytyssementä, käyttöalueeksi suositellaan siemenviljelyksen sijaintipaikan ja pluspuiden kotipaikkojen puoliväliä tai hieman sitä eteläisempää aluetta (Kylmänen 1980, Nikkanen 1982). Sekään ei näin ollen sovellu käytettäväksi Satakunnassa, vaikka toinen vanhemmista on täkäläistä alkuperää.

Etelä- ja keskisuomalaisilla klooneilla perustetuista Satakunnan siemenviljelyksistä tähän mennessä ainoastaan Satakunnan piirimetsälautakunnan omistama siemenviljelys n:o 115 Euran Kauttuassa tuottaa rekisteröityä siementä. Kauttuan viljelyksen siemenen käyttöalueeksi Satakunnassa sopii siemenkeräysalue 3.2 (kuva 1). Satakunnan pohjoisosissa (siemenkeräysalue 3.3) ja rannikkokunnissa (siemenkeräysalue 3.1) sitä ei suositella käytettäväksi.

Muut Satakunnan alueelle sopivaa rekisteröityä siementä tällä hetkellä tuottavat viljelykset eivät ole Satakunnan piirimetsälautakunnan alueella. Koko Satakunnan alueelle sopivaa siementä tuottavat mm. Kurun Loilonmaan siemenviljelys n:o 93 ja Ilmajoen Nikkolan viljelys n:o 114. Siemenviljelyksen n:o 93 omistaa Metsähallitus ja n:o 114 on Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan omistuksessa. Molemmissa viljelyksissä, kuten Euran Kauttuassakin siitepölyn tuotto on jo niin runsasta, että niiden siemen kuuluu alkuperäluokkaan A2.

Satakunnan eteläosassa (siemenkeräysalue 3.2) sopii käytettäväksi mm. siemenviljelysten n:o 96, 3, 17 ja 89 tuottama siemen. Viljelystä n:o 96 lukuunottamatta muiden em. viljelysten tuottamaa siementä voidaan käyttää myös rannikkokuntien uudistusaloilla. Keskusmetsälautakunta Tapion omistama Iitin Suokannan viljelys

n:o 124 tuottaa siementä, jonka käyttöalueeksi on vahvistettu Satakunnan etelä- ja pohjoisosat pois lukien rannikkokunnat.

Edellä mainittujen alkuperäluokkaan A2 kuuluvaa siementä tuottavien siemenviljelysten lisäksi on rekisteröity jo parikymmentä nuorta siemenviljelystä, joiden siemen soveltuu käytettäväksi joko koko Satakunnan alueella tai ainakin osassa Satakuntaa.

Useimmat Satakunnan alueelle sopivaa siementä tuottavat siemenviljelykset on perustettu pääasiallisesti klooneilla, joita vastaavat pluspuut kasvavat Keski- ja Itä-Suomessa (kuvat 1, 2 ja 3). Tämä johtuu siitä, että Länsi-Suomen ja varsinkin rannikkokuntien alueelta on löydetty huomattavasti vähemmän sellaisia metsiä, joissa kasvaa pluspuiksi kelpaavia puita kuin Keski- ja Itä-Suomesta.

SATAKUNNAN PIIRIMETSÄLAUTAKUNNAN SIEMENVILJELYSHANKE

Siemenhuollon kannalta ongelmalliseksi alueeksi on koettu Satakunnan pohjoisten kuntien Parkanon, Kihniön ja Karvian muuta Satakuntaa ilmastollisesti epäedullisemmat alueet. On katsottu, ettei tälle Suomenselän eteläosan, joskus Satakunnan Lapiksikin kutsutulle alueelle sopivaa siementä ole saatavissa. Tästä syystä on päätetty perustaa uusi siemenviljelys, joka tuottaisi Suomenselän alueelle sopivaa siementä. Tähän uuteen viljelykseen on kaavailtu istutettavan noin sataan eri klooniin kuuluvat vartteet. Klooni-alkuperäalue ulottuisi Porista Pyhäjärvelle (kuva 4). Keväällä 1986 tehdyt vartteet on tarkoitus istuttaa maastoon keväällä 1988. Tulevan siemenviljelyksen sijoituspaikka on vielä avoinna.

Tutkiessaan Ruotsissa hyvin tuottavia siemenviljelyksiä Ilstedt ja Eriksson (1982) havaitsivat näille yhteisiksi ominaisuuksiksi ympäristöä korkeamman, aurinkoisemman sijainnin. Hyvin tuottavat viljelykset olivat suojassa kylmiltä ja kosteilta tuuilta, eikä niiden lävitse päässyt valumaan kylmän ilman purkauksia. Myös viljavalla kasvupaikalla on todettu olevan edullinen vaikutus siementuotantoon (Sarvas 1962). Koska paikallisilmastolla on huomattava merkitys siemenviljelyksen kehitykseen ja satoisuuteen, Ilstedt ja Eriksson (1982) suosittelivat lämpötilamittausten tekemistä suunnitelluilla siemenviljelysten sijoituspaikoilla muutaman kasvukauden ajan ennen

kuin lopullinen päätös viljelyksen tulevasta paikasta tehdään. Tätä suositusta olisi ilmeisesti syytä noudattaa myös Satakunnan siemenviljelyksen tulevasta paikasta päätettäessä.

Kuten edellä jo mainittiin, saadaan ensimmäisiä jalostettua siemenviljelyssiementä olevia siemensatoja odottaa vähintään 15 vuotta. Mikäli kasvupaikka on epäedullinen ja siemenviljelyksen intensiivinen hoito laiminlyödään, joudutaan odottamaan kauemminkin. Toisaalta, mikäli siemenviljelys päätetään perustaa tulevalle siemenen käyttöalueelle, voidaan nuoruusvaiheenkin siementä käyttää hyväksi, vaikka osa jalostushyödyistä menetetään.

Uuden siemenviljelyksen satoikään tulemista odotettaessa voidaan käyttää jo olemassa olevien monien siemenviljelysten tuottamaa siementä, mutta myös rekisteröityjen siemenkeräysmetsiköiden tuottamia satoja voitaisiin entistä tehokkaammin hyödyntää. Pohjois-Satakunnan alueella on useita kymmeniä rekisteröityjä siemenkeräysmetsiköitä. Kasvun lisäys näistä metsiköistä saavaa siementä käytettäessä on pituuskasvun osalta 1-2 % ja tilavuuskasvun osalta 4-8 % (Oskarsson 1971). Paikallista alkuperää olevana tämän siemenen viljelyvarmuus on paras mahdollinen.

LOPUKSI

Siemenviljelyksen perusajatuksen mukaisesti kaikkien viljelyksellä kasvavien kloonien pitää voida risteytyä keskenään. Näin ollen esimerkiksi Kurun Loilonmaan viljelyksen (ks. kuva 2) tuottamassa siemensadossa osa siemenistä on syntynyt eteläisten kloonien risteytyessä keskenään. Vastaavasti tietysti osa siemenistä on pohjoisten, osa itäisten, osa pohjoisten ja eteläisten jne. kloonien keskinäisen risteytymisen tulosta. Periaatteessa kaikki mahdolliset yhdistelmät ovat edustettuina siemenviljelyksen tuottamassa siemenerässä.

Tapion ohjeiden (Pasanen 1986) mukaan yli 150 km:n pituisia siemenen siirtoja joko etelään tai pohjoiseen tulisi välttää; itälänsi suunnassa sallitaan pidemmätkin siirrot. Siemenviljelyssiementä käytettäessä syntyy helposti se tilanne, että siemenerän joidenkin siementen kohdalla tätä suositusta joudutaan rikkomaan. Varsinkin, jos uudistusala sijaitsee siemenviljelykselle vahvistetun siemenen käyttöalueen pohjoisosassa, on odotettavissa, että

osa siemenistä (eteläisten kloonien risteymät) joutuu ilmastollisesti epäedullisiin olosuhteisiin.

Sarvas (1970) on esittänyt ajatuksen, että pluspuiden metsikön muita puita parempi kasvu johtuisi siitä, että monet pluspuut ovat ns. pitkän periodin puita. Chung (1981) arvelee, että pluspuiden pitkäperiodisuus johtuu siitä, että pluspuiksi muodostuneet puut ovat saaneet siitepölyn helpon kulkeutumisen ansiosta eteläisiä geenejä perintötekijöihinsä. Mikäli edellä mainitut hypoteesit pitävät paikkansa, eteläisten kloonien keskinäisen risteytymisen tuloksena syntyneen siemenen pohjoiseen siirron haitallinen vaikutus tulee itse asiassa vielä voimakkaammaksi. Tämä mahdollisuus olisi mielestäni otettava huomioon viljelytiheyksistä päätettäessä, kun käytetään siemenviljelyssiementä. Nykyistä suurempaa viljelytiheyttä käyttämällä varmistettaisiin sopiva taimitiheys siinäkin tapauksessa, että osa taimista kuolee viljelypaikalle sopimattomina.

KIRJALLISUUTTA

- Bhumibhamon, S. 1978. Studies on Scots pine seed orchards in Finland with special emphasis on the genetic composition of the seed. Seloste: Tutkimuksia männyn siemenviljelyksistä Suomessa, erityisesti siemenen geneettisen laadun kannalta. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 94.4. 118 s.
- Chung, M. S. 1981. Flowering characteristics of *Pinus sylvestris* L. with special emphasis on the reproductive adaptation to local temperature factor. Seloste: Männyn (*Pinus sylvestris* L.) kukkimisominaisuuksista, erityisesti kukkimisen sopeutumisesta paikalliseen lämpöilmastoon. Acta Forestalia Fennica 169. 69 s.
- Dietrichson, J., Feilberg, L., Hadders, G. & Koski, V. 1982. Fröproduktion i nordiska fröplantager. 2. Fröplantageverksamheten i de nordiska länderna. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsgenetik, rapporter och uppsatser 34. 35 s.
- Hahl, J. 1984. Männyn taimitarhakylvöt jalostetulla siemenellä. Julkaisussa: Metsänjalostussäätiö 1984. s. 7-11.
- Ilstedt, B. & Eriksson, G. 1982. Fröproduktion i nordiska fröplantager. I. Orsaker till skillnader i fröproduktion mellan plantager och år. Sveriges lantbruksuniversitet, institu-

- tionen för skogsgenetik, rapporter och uppsatser 33. 83 s.
- Koski, V. 1975. Natural pollination in seed orchards with special reference to pines. Forestry commission Bulletin 54:83-91.
- 1980. Minimivaatimukset männyn siemenviljelyksille Suomessa. Summary: Minimum requirements for seed orchards of Scots pine in Finland. *Silva Fennica* 14(2):136-149.
 - 1981. Männyn siemenviljelysten hedekukinnan määrstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja, metsänjalostuksen tutkimusosasto 7. 13 s.
- Kylmänen, P. 1980. Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytyssemien käyttömahdollisuuksista. Abstract: Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards. *Folia Forestalia* 423. 16 s.
- Larsen, C. S. 1934. Forest tree breeding. Royal Veterinary and Agricultural College, Yearbook 1934:93-113.
- Nikkanen, T. 1982. Pohjois-Suomen mäntyjen nuorissa siemenviljelyksissä syntyneen siemenen käyttömahdollisuuksista Oulun läänin alueella. Summary: Survival and height growth of North Finland x South Finland hybrid progenies of Scots pine in intermediate areas. *Folia Forestalia* 527. 31 s.
- Oskarsson, O. 1971. Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste. Summary: Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. *Folia Forestalia* 104. 10 s.
- 1972. Suomalaiset plusmännyt ja pluskuuset. Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. *Folia Forestalia* 150. 138 s.
- Pasanen, A. 1986. Metsänviljelyaineiston tuotanto ja kauppa. Teoksessa: Tapion Taskukirja. Kirjayhtymä, Helsinki. 20. painos. s. 150-178.
- Sarvas, R. 1947. Millaiset puut soveltuvat metsäpuiden rodunjalostuksen kantapuiksi? *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 64:223-226.
- 1953a. Ohjeita pluspuiden valitsemista ja ilmoittamista varten. *Silva Fennica* 80:93-100.
 - 1953b. Siemenviljelys. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 70(16):73-76.
 - 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. Selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta

ja siemensadosta. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 53(4). 198 s.

- 1970. Establishment and registration of seed orchards. Folia Forestalia 89. 24 s.

Zobel, B. J., Barber, J., Brown, C. L. & Perry, T. O. 1958. Seed orchards - their concept and management. Journal of Forestry 56:815-825.

NUORTEN MÄNTYJEN TYPPI-, KALSIUM- JA MAGNESIUM-
TALOUDEN HÄIRIÖ KUIVALLA KANKAALLA
Hannu Raitio ja Eero Tikkanen

JOHDANTO

Hämeen- ja Pohjankankaalla Pohjois-Satakunnassa on viime vuosina havaittu 25-30 -vuotiaiden mäntytaimikoiden tuhoutumista jäkälä- ja kanervatyypillä. Ensimmäiset noin 15 elinvuottaan taimet ovat kasvaneet jokseenkin normaalisti. Seuraavina 7-8 vuotena kasvu on ollut normaalia voimakkaampaa. Viimeksi kuluneina kolmena kasvukautena taimien pituuskasvu on äkillisesti heikentynyt. Osalla taimista on heikko kärkidominanssi, jopa latvakatoja. Neulasvuosikertoja sairaisissa taimissa on kaksi tai kolme ja neulasisto on ruskeankeltainen. Lisäksi taimia vaivaavat tuhohyönteiset, mm. punalatikka. Epänormaalia kasvua esiintyy eniten painanteissa, missä osa taimista on kitunut koko elinaikansa. Paikoin niissä ei ole taimia lainkaan. Vuonna 1984 kesäkuussa ankara halla tuhosi osan heikkokuntoisista taimista - osa oli kuollut jo aiemmin.

Tässä työssä tarkastellaan Hämeen- ja Pohjankankaan taimituhojen syitä taimista ja maasta tehtyjen mittausten sekä ravinneanalyysien tuloksia apuna käyttäen.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineisto kerättiin Pohjankankaan eteläosasta ja Hämeenkankaan länsiosasta neljältä alueelta: Sormenpellosta kumpareilta ja painanteista (61°45'50"N, 22°40'30"E, 125 m mpy.), Ylisenharjun laelta laajasta painanteesta (61°47'50"N, 22°30'30"E, 130 m mpy.) ja painanteen vierestä loivalta rinteeltä (133 m mpy.) sekä tasaiselta maalta aivan Hämeenkankaan eteläreunalta (61°46'05"N, 22°34'20"E, 115 m mpy.). Kahdessa ensiksi mainitussa kohteessa osa taimista oli huonokuntoisia. Hämeenkankaan reunalla ja Ylisenharjun rinteellä - vertailualueet - taimet olivat terveen näköisiä. Kaikkiaan kerättiin 105 neulasnäytettä ja 200 maanäytettä. Käytettyjen keruu- ja analyysimenetelmien tarkempi kuvaus on esitetty Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan numerossa 225 (Raitio ja Tikkanen 1986).

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Maan ravinteista huomio kiinnittyy erityisesti typpi-, kalsium- ja magnesiumpitoisuuteen (taulukko 1). Ainoastaan vertailualueiden humus- ja huuhtoutumiskerroksessa kokonaistyyppi- ja kalsiumpitoisuus oli samansuuruinen kuin keskimäärin kanerva- ja jäkälätyypin metsissä. Sen sijaan rikastumiskerroksessa ja pohjamaassa kalsiumpitoisuus oli vertailualueillakin pienempi kuin vastaavilla metsätyypeillä keskimäärin (Urvas ja Erviö 1974). Magnesiumpitoisuuksista ei metsätyypikohtaisia vertailuarvoja ollut käytettävissä. Merkittävää on, että kaikilla sairaiden taimien kasvupaikoilla humus- ja huuhtoutumiskerroksessa typpi-, kalsium- ja magnesiumpitoisuus oli selvästi pienempi kuin vertailualueilla. Humuksen hiilipitoisuus oli kaikissa tutkituissa kohteissa Urvaksen ja Erviön (1974) vastaavilta metsätyypeiltä saamia keskimääräisiä arvoja pienempi.

Hämeen- ja Pohjankankaalla paikoin ilmenevä maan alhainen typpi-, kalsium- ja magnesiumpitoisuus johtuu useista tekijöistä. Yhtenä syynä ovat happamat, niukkaravinteiset kivilajit (Matisto 1961, Rajakorpi 1984). Lisäksi lajittuneessa hiekassa on vähän kationinvaihtokapasiteettia, mistä syystä ravinteet huuhtoutuvat helposti. Lukuisten kulojen ja avohakkuiden takia humuskerros on ohut ja humus on huonolaatuista, eikä sen vuoksi muodosta riittävää ravinnevarastoa. Metsäpalojen yhteydessä vapautuvista ravinteista kalium voi myös aiheuttaa kalsiumin ja magnesiumin huuhtoutumista, syrjäyttämällä ne maahiukkasten pinnoilta (Viro 1969). Kalsiumia on poistunut myös hakkuiden myötä kuoren ja runkopuun mukana (Mälkönen 1974).

Monet kasvit kasvavat normaalisti happamassa maassa, mikäli ne saavat riittävästi ravinteita - etenkin kalsiumia - ja mikäli haitallisesti vaikuttavien alkuaineiden, mm. mangaanin ja alumiinin, pitoisuudet maaliuoksessa ovat kyllin alhaiset (Bergmann 1983). Maan pH:n (KCl tai $CaCl_2$) ollessa alle 4,2 alumiinia on kasveille myrkyllisessä muodossa, kolmenarvoisena ionina (Foy 1974, Ulrich 1983, Matzner ja Ulrich 1985). Myrkyllisyys ilmenee kasveissa välillisesti ennen muuta ravinnetalouden häiriöinä. Alumiini sitoo anioneja vaikealiukoiseen muotoon ja vaikeuttaa kationien ottoa ja kuljetusta. Lisäksi se aiheuttaa juuristovaurioita (Clarkson ja Sanderson 1971, Foy 1974, Evers 1983, Bergmann 1983, Rost-Siebert 1983, Hüttermann 1985, Gomes ym. 1985). Kai-

killa tutkituilla alueilla maa oli hapanta. Maan kalsium ja magnesiumpitoisuus oli alhaisin ja liukoisen alumiinin pitoisuus korkein sairaiden taimien kasvupaikoilla humus- ja huuhtoutumis-kerroksessa (taulukko 2).

Taulukossa 3 on esitetty männyntaimien pituus, tuhannen neulasen kuivapaino, neulasten keskipituus sekä neulasten ravinnepitoisuudet ja N/P- ja Ca/Al-suhteet 15 määrityksen keskiarvoina tutkimusalueittain. Neulasten ravinnepitoisuuksien perusteella sairaat taimet kärsivät typen, kalsiumin ja magnesiumin puutteesta (Baule ja Fricker 1967, Paarlahti ym. 1971, Bosch ym. 1983, Schülze ja Küppers 1985, Reigber ja Braun 1985). Vaikka neulasten sinkki- ja mangaanipitoisuudet olivat sairaissa taimissa pienemmät kuin terveen näköisissä, eivät pitoisuudet olleet kuitenkaan alle kriittisten arvojen (Ahrens 1964, Stone 1968).

Typen, fosforin, kaliumin tai magnesiumin puutetta kärsivät kasvit turvaavat nuorimpien yhteyttävien kasvinosien riittävän ravinnetasoa siirtämällä näitä ravinteita normaalia tehokkaammin vanhemmista kasvinosista nuorempiin (Commerford 1981, Ryan ja Bormann 1982). Koska sairaissa ja terveen näköisissä männyntaimissa neulasvuosikertoja oli yhtä paljon, siirtomekanismi ei ilmeisesti ole typen ja magnesiumin osalta toiminut kyllin tehokkaasti. Yhtenä syynä tähän voi olla alumiini, minkä on todettu haittaavan typen, kalsiumin ja magnesiumin ottoa ja kuljetusta kasveissa (Clarkson ja Sanderson 1971, Evers 1983, Gomes ym. 1985).

Puun ravinnetarve vaihtelee iän myötä. Tarve on voimakkaimmillaan latvuksen kehittyessä. Poikkeuksena ravinteista on kalsium, jonka tarve kohoaa runkopuun tuotoksen kasvaessa (Mälkönen 1974, Gosz 1984, Miller 1984). Valtapituus- ja runkolukusarjojen perusteella on pääteltävissä, että kanerva- ja jäkälätyypin mäntytaimikoissa runkopuun osuus tuotetusta kokonaisbiomassasta suurenee 20-30 vuoden iästä lukien (Ilvessalo 1920). Täten on ymmärrettävää, että tutkituilla alueilla männyntaimien kalsiumin tarve on suuri.

Ilman epäpuhtauksien on oletettu aiheuttavan puiden kasvun kannalta haitallisia muutoksia mm. maan Ca/Al-suhteessa (Abrahamsen 1983, Hüttermann 1985, Matzner ja Ulrich 1985, Rehcigl ja Sparks 1985, Ulrich 1981). Sijaintinsa ja topografiansa takia Hämeen- ja Pohjankangas vastaanottavat ympäristöään enemmän sateen mukana

tulevia ilman epäpuhtauksia. Tutkimusalueella sadeveden pH oli vuonna 1982 4.8 (Järvinen 1986). Vaikka sairaiden taimien kasvupaikoilla Ca/Al-suhde humus- ja huuhtoutumiskerroksessa oli alhainen, on vaikea osoittaa, mikä osuus ilman epäpuhtauksilla on tutkitun ilmiön syntyyn. Todennäköistä kuitenkin on, että Hämeen- ja Pohjankankaan tapaisilla karuilla kasvupaikoilla ilman epäpuhtauksien haittavaikutukset puustoon ilmenevät ensimmäisinä (ks. Tamminen ja Mälkönen 1986).

Samankaltaisten taimituhojen syynä Hämeen- ja Pohjankankaalla tämän vuosisadan alkupuolella Kankaan (1940) mukaan olivat tuohyönteiset. Sen sijaan Saksassa Rebel (1921) korosti tuohyönteisten ja tautien lisäksi myös kuivuuden, maan laadun ja taimien juurten merkitystä. Rebelin (1921) mukaan taimituhot olivat tyypillisiä kuivilla, niukasti kalkkia ja kolloideja sisältävillä hiekkamailla, joilla kivilajit olivat happamia ja niukkaravinteisia.

Neulasista ja maasta tehtyjen ravinneanalyyysien tulosten perusteella syynä männynntaimien tuhoutumiseen Hämeen- ja Pohjankankaalla näyttää olevan sekä typen puute että kalsiumin ja magnesiumin niukkuus suhteessa alumiinin pitoisuuteen. Ravinnetalouden häiriöiden takia heikkokuntoiset taimet ovat alttiita kylmälle, taudeille ja tuohyönteisille.

KIRJALLISUUS

- Abrahamsen, G. 1983. Sulphur pollution: Ca, Mg and Al in soil and soil water and possible effects on forest trees. Teoksessa: Ulrich, B. & Pankrath, J. (eds.) 1983. Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems. pp. 207-218.
- Ahrens, E. 1964. Untersuchungen über den Gehalt von Blättern und Nadeln verschiedener Baumarten an Kupfer, Zink, Bor, Molybden und Mangan. Allg. Forst- u. Jagdztg. 135(1), 8-16.
- Baule, H. & Fricker, C. 1967. Die Düngung von Waldbäumen. 259 p. München, Basel, Wien. BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH.
- Bergmann, W. 1983. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen.

- Entstehung und Diagnose. 591 p. Stuttgart. Gustav Fischer Verlag.
- Bosch, C., Pfannkuch, E., Baum, U. & Rehfuss, K. E. 1983. Über die Erkrankung der Fichte (Picea abies Karst.) in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Forstwiss. Cbl. 102, 167-181.
- Bowen, G. D. & Nambiar, E. K. S. 1984. Nutrition of plantation forests. 516 s. London, Orlando, San Diego, San Francisco, New York, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, Sao Paolo. Academic Press.
- Carson, E. W. (ed.) 1974. The plant root and its environment. 691 s. Charlottesville. University Press of Virginia.
- Clarkson, D. T. & Sanderson, J. 1971. Inhibition of the uptake and long-distance transport of calcium by aluminium and other polyvalent cations. J. Experim. Bot. 22(73), 837-851.
- Commerford, H. B. 1981. Distributional gradients and variability of macroelement concentrations in the crowns of plantation crown Pinus resinosa (AIT.). Plant and Soil 63, 345-353.
- Evers, F. H. 1983. Ein Versuch zur Aluminium-Toxizität bei Fichte. Ergebnisse eines Gefässkulturversuchs mit bewurzelten Fichtenstecklingen. Forst- u. Holzwirt. 12, 305-307.
- Foy, C. D. 1974. Effects of aluminium on plant growth. Teoksessa: Carson, E. W. (ed.) 1974. The plant root and its environment. pp. 601-642.
- Gomes, M. M. S., Cambraia, J., Sant'anna, R. & Estevão, M. M. 1985. Aluminium effects on uptake and translocation of nitrogen in sorghum (Sorghum bicolor L. Moench). J. Plant Nutr. 8(6), 457-465.
- Gosz, J. R. 1984. Biological factors influencing nutrient supply in forest soils. Teoksessa: Bowen, G. D. & Nambiar, E. K. S. (eds.) 1984. Nutrition of plantation forests. pp. 119-146.
- Huttermann, A. 1985. The effects of acid deposition on the physiology of the forest ecosystem. Experientia 41, 584-590.
- Ilvessalo, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulukot Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertrags tafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Sudhälfte von Finnland. Acta For. Fenn. 15, 1-94.
- Järvinen, O. 1986. Laskeuman laatu Suomessa 1971-1982. Vesihaltiuksen monistesarja 408, 1-142.
- Kangas, E. 1940. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsän-

- viljelyksistä. Referat: Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeen kangas. Acta For. Fenn. 49(4), 1-64.
- Matisto, A. 1961. On the relation between stones of the eskers and the local bedrock in the area northwest of Tampere, southwestern Finland. Bulletin de la Commission geologique de Finlande 193, 1-53.
- Matzner, E. & Ulrich, B. 1985. Implications of the chemical soil conditions for forest decline. Experientia 41, 578-584.
- Miller, H. G. 1984. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. Teoksessa: Bowen, G. D. & Nambiar, E. K. S. (eds.) 1984. Nutrition of plantation forests. pp. 51-78.
- Mälkönen, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Selostus: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Commun. Inst. For. Fenn. 84(5), 1-87.
- 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 määrittämisessä. Commun. Inst. For. Fenn. 74(5), 1-58.
- Raitio, H. & Tikkanen, E. 1986. Nuorten mäntyjen kalsium- ja magnesiumtalous häiriö kuivalla kankaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 225, 1-25.
- Rajakorpi, A. 1984. Microclimate and soils of the central part of the Hämeen kangas interlobate complex in western Finland. Fennia 162, 237-337.
- Rebel. 1921. Heidekrankheit reiner Föhrenbestockung. Z. Forst- u. Jagdw. LIII. 6, 321-348.
- Rehceigl, J. E. & Sparks, D. L. 1985. Effect of acid rain on the soil environment: A review. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16(7), 653-680.
- Reigber, E. & Braun, G. 1985. Forstliche Bioindikatoruntersuchungen in Bayern. Methodik und erste Ergebnisse 1981/82. Forstliche Forschungsberichte München 68, 1-179.
- Rost-Siebert, K. 1983. Aluminium-Toxizität und -Toleranz an Keimpflanzen von Fichte (Picea abies Karst.) und Buche (Fagus sylvatica L.). Allg. Forstzeitschr. 38(26-27), 686-689.
- Ryan, D. G. & Bormann, F. H. 1982. Nutrient resorption in northern hardwood forests. BioScience 32, 29-32.

- Schulze, E. D. & Küppers, M. 1985. Responses of *Pinus silvestris* to magnesium deficiency. Teoksessa: Turner, H. & Tranquillini, W. (eds.) 1985. Establishment and tending of subalpine forest: research and management. pp. 193-196.
- Stone, E. L. 1968. Microelement nutrition of forest trees: A review. In: Forest fertilization - theory and practice. Symp. For. Fert. April, 1967. Knoxville, USA. Tennessee Valley Authority, Muscle Shoals, Ala. pp. 132-175.
- Tamminen, P. & Mälkönen, E. 1986. Kangasmaiden herkkyyks happamointumiselle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 210, 1-25.
- Turner, H. & Tranquillini, W. (eds.) 1985. Establishment and tending of subalpine forest: research and management. Proc. 3rd international workshop, IUFRO projekt group P 1.07-00 3.-5. Sept., 1984, Riederalp, Switzerland. Berichte, Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Switzerland No. 270.
- Ulrich, B. 1981. Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 144, 289-305.
- 1983. Soil acidity and its relations to acid deposition. Teoksessa: Ulrich, B. & Pankrath, J. (eds.) 1983. Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems. pp. 127-146.
 - & Pankrath, J. (eds.) 1983. Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems. 389 s. Dordrecht, Holland; Boston, U.S.A.; London, England. D. Reidel Publishing Company.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Summary: Influence of the soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type. Maatal.tiet. Aikak. 46, 307-319.
- Viro, P. J. 1969. Prescribed burning in forestry. Commun. Inst. For. Fenn. 67(7), 1-49.

Taulukko 1. Männyntaimien pituus, tuhannen neulasen kuivapaino, neulasen keskipituus sekä neulasten ravinnepitoisuudet ja N/P- ja Ca/Al-suhteet 15 määrittelyksen keskiarvoina tutkimusalueittain.

Tutkimusalue	Pituus m	Tuhannen neulasen kuiva- paino g	Neulasten keski- pituus mm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe %	ppm					Ca/Al	
										B	Cu	Zn	Mn	Al		N/P
Vertailualue I																
terv.näköisiä	6,6	15,2	45	1,22	1,30	3,83	1,37	0,90	48	12,0	2,74	42	378	361	9,5	4,0
Vertailualue II																
terv.näköisiä	4,8	14,0	42	1,22	1,28	3,97	1,31	0,86	52	12,9	2,69	43	330	302	9,6	4,5
Ylisenharju																
sairaita	3,8	8,5	28	0,83	1,49	6,84	0,34	0,38	64	10,5	4,33	28	118	249	5,6	1,4
Sormenpelto ₄																
Pituus > 3 m																
terv.näköisiä	3,5	13,5	38	1,24	1,38	4,74	1,27	0,68	55	12,4	2,98	42	250	467	9,0	2,8
sairaita	3,6	7,9	25	0,77	1,51	7,69	0,40	0,44	61	11,5	3,33	31	111	309	5,2	1,2
Pituus < 3 m																
terv.näköisiä	2,5	10,2	31	1,21	1,31	4,25	1,19	0,68	55	13,0	2,86	40	268	435	9,3	2,9
sairaita	2,7	5,8	21	0,80	1,59	7,25	0,38	0,43	57	12,5	3,09	32	111	301	5,1	1,3

Taulukko 2. Maannoskerrosten paksaus (pohjamaanäytteillä ottoosyyvyys), maan pH, johtokyky ja tiheys sekä orgaanisen hiilen, kokonaistypen ja happamaan (pH 4,65) ammoniumasettiin uutuvien ravinteiden pitoisuudet kymmenen määrittelyn keskiarvoina tutkimusalueittain.

Tutkimusalue ja maannoskerros	Paksuus g	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Johtokyky $\mu\text{s}/\text{cm}$	Tiheys g/l	C %	N (kok.) %	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Al	mg/kg	
Vertailualue I																		
Ao	2	4,1	3,0	31	534	25,8	0,80 (1,67)	55	258	927	117	7	0,33	17,1	76,4	60		
A	5	4,4	3,3	20	1259	1,6	0,06 (1,64)	3	23	53	8	30	0,08	1,1	4,0	88		
B	16	4,9	4,4	14	1468	0,8	0,04 (1,73)	4	10	6	2	48	0,11	0,6	3,0	358		
C	35-40	5,4	4,6	8	1535	-	-	4	5	4	1	4	0,08	0,1	1,0	102		
Vertailualue II																		
Ao	2	4,1	2,9	32	566	26,1	0,82 (1,94)	42	168	1044	112	4	0,30	17,1	81,8	33		
A	5	4,5	3,4	18	1168	2,9	0,10 (2,01)	3	25	74	9	52	0,10	1,8	5,0	159		
B	12	5,0	4,4	16	1311	2,3	0,11 (2,09)	5	21	11	4	66	0,15	1,0	2,5	898		
C	35-40	5,2	4,5	9	1585	-	-	4	5	2	1	4	0,10	0,1	0,3	134		56
Ylisenharju																		
Ao	1	4,2	2,9	28	762	22,0	0,66 (2,17)	29	145	600	61	7	0,30	16,7	31,1	63		
A	6	4,6	3,7	13	1218	2,9	0,10 (2,18)	2	23	33	5	57	0,09	1,3	1,5	276		
B	13	5,0	4,6	15	1376	1,7	0,07 (2,22)	3	14	4	2	25	0,11	0,8	1,6	720		
C	30-35	5,2	4,5	8	1561	-	-	5	5	2	1	3	0,10	0,1	0,3	119		
Sormenpelto																		
Painanne																		
Ao	1	4,3	3,0	27	988	11,8	0,49 (2,32)	13	83	329	31	10	0,30	8,8	15,1	96		
A	6	4,6	3,7	14	1213	2,5	0,10 (2,30)	2	21	33	4	51	0,10	1,2	1,9	203		
B	19	5,0	4,7	13	1458	0,8	0,04 (2,44)	3	9	6	1	11	0,12	0,5	1,7	406		
C	40-45	5,4	4,7	11	1519	-	-	1	6	7	1	3	0,10	0,1	0,8	98		
Kumpare																		
Ao	1	4,3	2,9	34	573	23,9	0,77 (1,98)	37	168	688	75	8	0,30	13,2	34,4	72		
A	5	4,6	3,6	15	1308	1,7	0,06 (2,10)	3	16	40	5	50	0,10	1,2	1,4	137		
B	10	5,0	4,5	13	1435	0,8	0,04 (2,14)	4	9	9	1	43	0,14	0,7	2,3	435		
C	40-45	5,4	4,5	7	1560	-	-	3	5	9	1	3	0,09	0,1	0,7	79		

1) orgaanista ainetta kohden

Taulukko 3. Maan amorfisen mangaanin, raudan ja alumiinin sekä liukoisen alumiinin ($\text{Al}_{\text{KCl}}^{3+}$) pitoisuudet ja Ca/Al-suhde maannoskerroksissa kymmenen määrityksen keskiarvoina tutkimusalueittain.

Tutkimusalue ja maannoskerros	Mn	Fe	Al	$\text{Al}_{\text{(KCl)}}^{3+}$	Ca/Al _(KCl)
	mg/kg				
Vertailualue I					
Ao	54	738	798	115	9,4
A	5	366	416	145	0,4
B	6	992	2840	56	0,1
C	4	164	974	17	0,3
Vertailualue II					
Ao	57	460	616	85	14,1
A	6	730	864	172	0,5
B	5	1176	6080	75	0,2
C	2	136	1112	16	0,2
Ylisenharju					
Ao	23	556	714	150	4,4
A	4	950	1484	194	0,2
B	6	1076	5920	39	0,1
C	2	128	1008	13	0,2
Sormenpelto					
Painanne					
Ao	12	504	646	182	1,9
A	6	658	938	177	0,2
B	6	722	3780	23	0,3
C	6	108	896	18	0,6
Kumpare					
Ao	24	602	826	132	6,3
A	3	472	576	147	0,3
B	5	946	3020	41	0,3
C	7	820	580	12	1,3

VERSOSYÖVÄN HISTORIAA

Versosyövänaiheuttaja Ascocalyx abietina -sieni ei ole mikään uusi tulokas maassamme. Jo 1800-luvulla suurten nälkävuosien aikaan P. A. Karsten (1884), kansainvälisesti maineikkain suomalainen sienientutkija, kuvasi versosyöpäsienien kuroma-asteen Tammelan männiköistä löytämistään näytteistä.

TAUDINAIHEUTTAJAN ISÄNTÄKASVIT

Versosyöpäsienien pääisäntäkasveina ovat eri mäntylajit. Kotoisen mäntymme lisäksi tautia on Suomessa ollut mm. sembrassa, vuorimännynssä ja kontortamännynssä. Kuusen alikasvos vanhan männikön alla kärsii usein versosyövän aiheuttamasta latvakadosta. Lehtikuuset, ainakin euroopan- ja siperianlehtikuuset ovat alttiita tälle taudille.

TUHOJEN ESIINTYMINEN

Vaikka versosyöpä on männiköissä aiheuttanut pahimmat tuhonsa nuorissa juuri taimikkovaiheen ohittaneissa sulkeutuvissa metsiköissä, voi tuhoja esiintyä jossakin määrin männiköiden iästä riippumatta. Taimitarhoissa versosyöpä on eräs pahimmista taimituotantoa rajoittavista tekijöistä. Metsässä taudille alteilla kasvupaikoilla versosyöpä uhkaa taimikoita jo heti perustamisesta lähtien. Vanhemmissa männiköissä versosyövän aiheuttamat tuhot rajoittuvat usein puiden alaoksien kuolemiseen.

VERSOSYÖVÄN TUNNISTAMINEN

Versosyövän ensimmäiset oireet nähdään vasta tartuntaa seuraavana keväänä. Taimitarhassa sairaiden tainten neulasat ovat löyhästi kiinni. Kevyesti vetäisemällä koko neulasisto voi jäädä käteen. Tässä vaiheessa tainten ja myös metsässä kasvavien puiden neulasat voivat olla vielä vihreitä, mutta niissä voidaan havaita lievä

harmahtava värisävy. Sairaissa versoissa silmut eivät lähde kasvaamaan ja pian neulasetkin alkavat ruskettua, pikku taimissa usein kantaosastaan alkaen. Lievästä tartunnasta on usein seurauksena koroja puiden oksissa ja rungoissa.

Vuoden sisällä tartunnasta sairaisiin versoihin kehittyvät sienen mustat pallomaiset kuromapesäkkeet. Sienen suvullinen kehityskierro on kaksi vuotta. Suvullisen kehitysasteen itiöpesäkkeet ovat kotelomaljoja. Ne ovat lähes samankokoisia kuin kuromapesäkkeet, mustia tai tummanruskeita, kostealla säällä maljamaisesti avautuvia, jolloin niiden hieman vaaleampi itiölava paljastuu.

YMPÄRISTÖTEKIJÄIN VAIKUTUS

Mänty altistuu versosyöväälle kylminä sateisina kasvukausina, jotka ovat puolestaan edullisia taudinaiheuttajan kehitykselle ja leviämismiselle. Kylmien kasvukausien vaikutus kärjistyy epäsuotuisilla kasvupaikoilla. Mänty altistuu helposti myös kasvaessaan tiiviillä, hienojakoisella kasvualustalla.

Lannoituksen vaikutuksesta versosyöpään ei ole olemassa yksiselitteisiä tutkimustuloksia. Yksinkertaista lannoitussuosittelusta versosyövän vähentämiseksi voidaan tuskin koskaan antaaakaan... Näyttää kuitenkin siltä, että runsas kasvua lisäävä lannoitus heikentää jonkin verran männyn versosyöpäkestävyyttä.

Männyn siirto etelästä pohjoiseen vaikuttaa samalla tavoin kuin kylmä kasvukausi. Tästä syystä Etelä-Suomen versosyöpäepidemian alkaessa tauti ensin tuhosi kaukaa etelästä tuodulla siemenellä perustettuja männiköitä. Alkuun päässyt epidemia voi jatkua omalla painollaan kunnes pahimmat alttiit männiköt ovat vioittuneet niin, että sienen lisääntyminen niissä vaikeutuu. Epidemia voi kääntyä laskuun myös lämpimien peräkkäisten kasvukausien vaikutuksesta.

On arveltu, että ilman epäpuhtauksista johtuvat happosateet olisivat happamoittaneet meidän metsämaitamme ja sen seurauksena versosyöpä olisi meillä muuttunut epideemisestä krooniseksi taudiksi. Tätä ei kuitenkaan tue tuhojen alueellinen esiintyminen. On siis olemassa mahdollisuudet epidemian laantumiseen, vaikka se onkin jatkunut jo vuosikausia.

TORJUNTA

Versosyövän torjunta on aloitettava metsän uudistamisen suunnittelusta. Päätehakkuvaiheeseen tulevan metsän eri kasvupaikkatekijöistä päätellään mahdollinen versosyöpätuhoriski. Pahimmilla paikoilla olisi männyn sijaan viljeltävä jotakin muuta paikalle sopivaa puulajia. Voidaan myös vaihtoehtoisesti käyttää luontaista uudistamista verhopuuston avulla. Riskikohteissa ei saisi viljellä mäntyä, jos maa on kyllin viljava kuuselle tai rauduskoivulle. Mäntyä viljeltäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota alkuperään. Taudin leviämistä sulkeutuneissa metsiköissä voidaan vähentää harventamalla. Jos versosyöpää on metsikössä vain rajoitetusti, on sairaat puut syytä siivota pois taudin enemmän leviämisen välttämiseksi. Taimitarhoissa voidaan käyttää kemiallisia torjuntamenetelmiä.

Männyn tainten kasvatuksessa olisi vältettävä varjoisia kenttiä sekä kosteita painanteita. Myös koulinta-ajalla näyttää olevan merkitystä samoin lannoituksella. Versosyövän ennalta ehkäisyä on sairaiden puiden poisto sekä kuolevien alaoksien karsinta. Koulinnassa on oltava tarkka, ettei hyväksytä mukaan sairaita taimia.

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
Erialaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreeni- ja kalliomailla. 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 magnesiumtalous häiriö kuivalla kankaalla. 1986.
- No. 235 Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1985. 1986.
- No. 236 Seppo Kaunisto, Kaarlo Kinnunen, Sulo Lehtinen, Kalle Nevanranta ja Jorma Tuveva. Alkkian kenttäkokeet 1961—1986. 1986.

ISBN 951-40-0840-5
ISSN 0358-4283