

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 184**

PARKANON TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ SEINÄJOELLA 1984

Parkano 1985

Kansikuva: Hallan vaurioittama mänty alavalla pellolla Kihniössä.
Kasvaimet olleet tuhoutuessaan lähes täysipituisia.
Kuva 16. 6. 1984 Hannu Raitio.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 184

Parkanon tutkimusasema ISSN 0358-4283

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ SEINÄJOELLA 1984

Parkano 1985

SISÄLLYS

	sivu
LUKIJALLE.....	3
Seppo Kaunisto SUONPOHJIEN METSÄTALOUDELLINEN KÄYTTÖ.....	4
Kaarlo Kinnunen MÄNNYN LUONTAISEN UUDISTAMISEN NYKYNÄKYMÄT.....	9
Olavi Laiho MAANMUOKKAUS KIVENNÄISMAIDEN ONGELMA-ALUEILLA.....	16
Hannu Raitio HALLAVAURIOT MÄNNYLLÄ.....	25
Erkki Lipas KARUJEN KANGASMAIDEN LANNOITUS.....	35

ISBN 951-40-0921-5
ISSN 0358-4283
Ylä-Satakunnan Sanomalehti Oy
Parkano 1984

LUKIJALLE

Parkanon tutkimusaseman tutkimuspäivä järjestettiin viime syksynä Seinäjoella. Se oli tarkoitettu erityisesti Etelä-Pohjanmaan metsäammattimiehille. Osanottajia oli paikalla ennätysmäisen runsaasti, yli 200.

Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on pyritty ottamaan huomioon keskustelussa esitetyt näkökohdat. Mahdollisuuksien mukaan niitä on muutenkin täydennetty. Kolme pidetyistä esitelmistä puuttuu, koska niiden sisältö on jo varhemmin julkaistu (Erkki Ahti, ks. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137; Seppo Kaunisto, ks. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137; Eero Paavilainen, ks. Folia For. 580), mutta niiden tiivistelmät ovat tämän tiedonannon lopussa.

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

Parkanossa 8.3.1985

Olavi Laiho

Tutkimusaseman johtaja

SUONPOHJIEN METSÄTALOUDELLINEN KÄYTTÖ

Seppo Kaunisto

TAUSTAA

Nykykriteerein arvioidaan turpeennostoon teknisesti ja ilmastollisesti sopivia alueita olevan Suomessa yhteensä n. 400 000 ha (Turvetuotantokomitean mietintö 1984). N. 50 000 ha arvioidaan vapautuvan turpeennostosta vuoteen 2000 mennessä (Suoninen 1983, suullinen tieto). Vaikka turpeennostokenttiä on arveltu voitavan käyttää esim. järvialtaina ja maataloudessa, tulee niiden pääasiallinen käyttö kuitenkin olemaan metsätalouden piirissä.

SUONPOHJAN OMINAISUUDET

Nykyisin menetelmin toteutetun turpeennoston seurauksena syntyy tasisia kenttiä, joilla on olemassa tehokkaaseen kuivatukseen tarvittava veto-ojaverkosto. Riittävä sarkaojitus voitaneen tehdä vasta turpeennoston loputtua, koska sarkaojista nouseva kivennäismaa alentaa turpeen polttoarvoa.

Arvioitaessa turpeennostonalueiden suonpohjien edellytyksiä puuston kasvualustana tulee ottaa huomioon, että suonpohjan turve on yleensä hapanta, hyvin maatonutta, sisältäen runsaasti typpeä (Kaunisto 1982) ja vähän mineraaliravinteita. Lisäksi turvekerroksen paksuus vaihtelee (Kaunisto 1985).

Suomen oloissa turpeen sisältämä typpivarasto 10 cm:n kerroksessa yhden hehtaarin alalla vaihdellee n. 1 000 - 6 000 kg:n välillä riippuen turpeen typpipitoisuudesta ja tilavuuspainosta. Näin ollen turve muodostaa huomattavan runsaan typpivaraston.

Turpeen alla olevan kivennäismaan ominaisuuksista tiedetään toistaiseksi vähemmän. On todennäköistä, että hienojen lajitteiden osuus on varsin suuri, joskin sen määrä saattaa vaihdella huomattavasti (Kaunisto 1982). Hienojen lajitteiden suuri osuus merkitsee huonoa vedenläpäisevyyttä. Toisaalta on ollut havaittavissa, että turpeen ja vettä läpäisemättömän, hienolajitteisen maakerroksen välissä

saattaa olla hyvin vettäläpäiseviä hiekkakerroksia.

ERILAISET PUUNTUOTANTOVAIHTOEHDOT

Vanhimmissa suonpohjaturpeille perustetuissa kokeissa on tutkittu runkokuun kasvatusta männyllä. Viime aikoina on pyritty selvittämään myös energiapuun tuottamista koivulla ja pajulla. Koivu muodostaa sillan runkokuun tuotannon ja energiapuun tuotannon välillä, koska koivua voidaan kasvattaa normaalein metsänhoidollisin menetelmin vaneripuuksi ja kuitupuuksi tai harventamattomina tiheikköinä energian raaka-aineeksi.

ERI TUOTANTOVAIHTOEHTOJEN EDELLYTYKSET

Mäntyrunkokuun tuotannon edellytykset riippuvat turvekerroksen paksuudesta ja mineraalimaan ravinteisuudesta. Typeä on suonpohja-alueilla yleensä mäntyä varten riittävästi (Kaunisto 1979), jopa liikaa, mikä saattaa johtaa huonohkoon runkomuotoon ja paksuoksaisuuteen. Fosforin ja kaliumin ohella annetulla typpilannoituksella ei tähän mennessä ole saatu kasvunlisäystä aikaan PK-lannoitukseen verrattuna (Kaunisto 1979). Myös turpeen pH on männylle riittävän korkea. Jo 40 cm:n paksuiset tai sitä paksummat turvekerrokset näyttävät estävän männyntaimien kivennäisravinteiden saannin pohjamaasta ainakin taimien kehityksen ensimmäisenä vuosikymmenenä (Kaunisto 1979). Turvekerroksen paksuuden samoin kuin sen alla olevan kivennäismaan ravinteisuuden mosaiikkimainen vaihtelu saattaa aiheuttaa vaihtelua lannoitustarpeessa. Tästä ei kuitenkaan ole vielä riittävästi tietoa. Todennäköisesti ei turvetta mäntyä varten olisi tarpeen jättää 10-20 cm enempää.

Sekä raudus- että hieskoivu uudistuvat erittäin herkästi luontaisesti (Kaunisto 1981) tai kylvämällä turpeennostoalueille. Koivu on jonkin verran mäntyä vaateliaampi typen suhteen, joten ainakin karuhkoilla suonpohja-alueilla typen lisäys on lisännyt sekä raudus- että hieskoivun kasvua, joskin lisäys on ollut vähäinen (Kaunisto 1981).

Runkopuun tuotannossa koivulla johtanee turvekerroksen paksuus ja kivennäismaan ravinteisuuden vaihtelu saman tapaiseen tilanteeseen kuin männylläkin, joskin koivu nähtävästi kykenee ottamaan kivennäisravinteita paksumman turvekerroksen alta. Jos koivua sen sijaan kasvatetaan lyhyellä kiertoaajalla energiapuuksi, voitaneen olettaa, että tuotosta halutaan joka tapauksessa lisätä lannoittamalla. Tällöin turvekerroksen paksuudella ei liene samaa merkitystä. Koivulla on päästy varsin korkeisiin biomassatuotoksiin luontaisesti suonpohjaturpeille syntyneissä hies- ja raudussekapuustoissa ilman lannoitusta (Ferm & Kaunisto 1983). Tällöin tuotos on ollut riippuvainen kivennäismaan ravinteisuudesta, erityisesti sen kaliumpitoisuudesta.

Sekä männyllä että koivulla taimien kasvua voidaan edistää nostamalla turpeen alla olevaa kivennäismaata turpeen pinnalle (esim. ojamaiden mätästys), joskin vaikutus luonnollisesti riippuu mineraalimaan ravinteisuudesta ja määrästä.

Paju on kaikkien ravinteiden suhteen erittäin vaativa puulaji (Kaunisto 1983, Saarsalmi 1985) ja reagoi voimakkaasti mm. typpilannoitukseen (Kaunisto 1983, 1985). Paju vaatii myös verrattain korkean maan pH:n (5,0-6,0 ; Ericsson & Lindsjö 1981), joten suonpohjaturpeella kasvualusta joudutaan yleensä kalkitsemaan ja kalkki sekoittamaan turpeeseen muokkaamalla. Koska paju on erittäin vaatekäsien suhteen, olisi ehkä järkevää jättää turvetta typpiläheteeksi. Nopeakasvuiset pajulajit, joita Suomessa laajemmassa mitassa on kokeiltu, ovat arkoja kylmälle sekä kasvukauden että talven aikana (Lumme ym. 1984). Ilmeistä onkin, että pajun energiapuukasvatuksen edellytyksenä on kylmää kestävämpien lajien tai kloonien kehittäminen.

YHTEENVETO

Turpeennoston loputtua nostovaiheen aikana käytetyt sarkaojat on kunnostettava. Mikäli kasvatetaan mäntyä tai koivua, ojamaat voidaan nostaa mataliksi (10-20 cm korkeiksi) mätäiksi saralle. Pajun kasvatuksessa ojamaat joudutaan levittämään saroille tasaisemmin. Varmin ja helpoin tapa turpeennostoalueiden metsittämisestä näyttää olevan koivun luontainen uudistaminen tai viljely. Edellä mainittuja

samoin kuin männynviljelyäkin voidaan edistää fosfori-kali -lannoituksella. Männyn ja koivun istutuksessa on edullisinta käyttää laikkulannoitusta (n. 30 g PK-lannosta/taimi). Lannoituksen tarpeellisuus sekä koivulla että männyllä riippuu turvekerroksen paksuudesta. Metsittäminen koivulla tarjoaa myöhemmässä vaiheessa mahdollisuuden valita runkokuun ja energiakuun kasvatuksen välillä. Energiakuun tuotanto pajulla näyttää vielä tässä vaiheessa epävarmalta.

KIRJALLISUUS

- ERICSSON, T. & LINDSJÖ, I. 1981. Tillväxtens pH-beroende hos några energiskogsarter. Sveriges Lantbruksuniversitet, Project energiskogsodling, Teknisk Rapport 11. 1981:1-7.
- FERM, A. & KAUNISTO, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Summary: Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö. *Folia For.* 558:1-32.
- KAUNISTO, S. 1979. Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Summary: Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas. *Folia For.* 404:1-14.
- 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeennoston jälkeisellä suonpohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. Summary: Natural regeneration of *Betula pendula* and *B. pubescens* on a peat cut-over area. *Suo* 32, 1981(3): 53-60.
 - 1982. Afforestation of peat cut-over areas in Finland. *Proc. Int. Symp. IPS commissions IV and II. Minsk 1982:144-153.*
 - 1983. Koripajun (*Salix viminalis*) biomassatuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö eri tavoin lannoitetuilla turpeilla kasvihuoneessa. Summary: Biomass production of *Salix viminalis* and its nutrient and water consumption on differently fertilized peats in greenhouse. *Folia For.* 551:1-34.
 - 1985. Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. Summary: Afforestation experiments at Aitoneva, Kihniö. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 177:1-53.
- LUMME, I., TIKKANEN, E., HUUSKO, A. & KIUKAANNIEMI, E. 1984. Pajujen lyhytkiertoviljelyn biologiasta ja viljelyn kannattavuudesta turpeentuotannosta poistuneella suolla Limingan Hirvinevalla. Summary: On the biology and economical profitability of willow biomass production on an abandoned peat production area. Oulun yliopisto. Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. C 54:1-79.
- SAARSALMI, A. 1985. Vesipajun biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö. Summary: Biomass production and nutrient and water consumption in *Salix 'Aquatica Gigantea'* plantation. *Folia For.* 602:1-29.
- Turvetuotantokomitean mietintö 1983. Betänkande avgivet av torv-kommittén. Helsinki 241 s.

MÄNNYN LUONTAISEN UUDISTAMISEN NYKYNÄKYMÄT

Kaarlo Kinnunen

1. JOHDANTO

Avohakkuu ja metsänviljely on tilastojen mukaan männyn uudistamisen päämenetelmä, vaikka esim. Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeissa luontaista uudistamista suositellaan ensisijaiseksi uudistamismenetelmäksi kuivahkoille ja sitä karummille kasvupaikoille, silloin kun metsikössä on riittävästi siemenpuiksi kelpollisia valtapuita. Yksityismailla luontaista uudistamista käytetäänkin suhteellisesti eniten, yhtiöiden ja valtion mailla luontaisen uudistamisen osuus on selvästi pienempi (Metsätilastolliset vuosikirjat 1979-83). Männyn luontaiseen uudistamiseen tähtäävien hakkuiden pinta-ala vv. 1978-1982 oli keskimäärin neljäsosa avohakkuupinta-alasta. Samana ajanjaksona tehtiin kuitenkin siemen- ja suojustuiden poistoa lähes avohakkuun suuruisella pinta-alalla (taulukko). Tilastoista ei selviä kuinka suuri osuus tästä on männyntaimikoiden vapautusta, mutta nähtävissä on, että männynkin luontaista uudistumista tapahtuu huomattavasti suuremmalla pinta-alalla kuin varsinaisia luontaiseen uudistamiseen tähtääviä hakkuita. Luontaisen uudistamisen vähäisyys valtion ja yhtiöiden metsissä johtunee pääasiassa korjuuteknisistä yms. syistä, jotka suurmetsätaloudessa saavat erilaisen painon kuin yksityismaiden pienmetsälöissä, joissa ovat paremmat mahdollisuudet pienipiirteiseen toimintaan, jos metsänomistaja itse suorittaa hankinnan. Yksityismailla puolestaan on suuri osa uudistamista suoritettu vajaatuottoisilla ja karuhkoilla kuusivaltaisilla kasvupaikoilla, jolloin puulajin vaihto on pakottanut viljelyyn.

Männyn uudistushakkuut ja siemen- ja suojustuiden poisto keskimäärin vv. 1978-82 omistajaryhmittäin (Metsätilastolliset vuosikirjat 1979-83).

Omistajaryhmä	Avohakkuu, ha männyn uudistamiseksi	Siemenpuu- hakkuu, ha	Siemen- ja suojustuiden poisto, ha
Valtio	16 933	2 989	33 869
Yhtiöt	11 770	1 831	6 785
Yksityiset	82 475	22 981	59 200
Yhteensä	111 178	27 801	99 854

Männyn luontaisen uudistamisen onnistumisessa todetut suuret vaihtelut ovat myös osaltaan vähentäneet luontaisen uudistamisen käyttöä, koska viljelyllä on katsottu päästävän nopeammin ja varmemmin toivottuun tulokseen. Luontaisessa uudistamisessa ollaan enemmän luonnonolosuhteista riippuvaisia kuin viljelyssä, mikä aiheuttaa vaihtelua tuloksiin. Osaltaan luontaisesta uudistamisesta saadut huonot tulokset selittyvät myös sillä, että sitä on toteutettu vähäisemmällä intensiivisyydellä kuin viljelyä. Useimpien luontaista uudistamista selvittävien tutkimusten aineisto käsittää pääosin muokkaamattomia aloja, vaikka jo kauan on tiedetty, että maanmuokkaus parantaa huomattavasti luontaisen uudistamisen tulosta (Blomqvist 1891).

Luontaisen uudistamisen menetelmät ovat jo kauan pysyneet periaatteiltaan samoina ja kokeellinen tutkimustoimintakin on painottunut viljelyn puolelle. Merkittävin muutos on ollut muokkauskoneiden yleistyminen ja vaihtoehtojen lisääntyminen, vaikkakin käytännössä valinnanvara on edelleen vähäistä.

2. SIEMENTÄVÄ PUUSTO

Männyn luontaisen uudistamisen päämenetelmät ovat siemenpuu- ja kaistalehakkuu, joista edellinen on yleisemmin käytössä. Siemenpuiden ja reunametsän ohella uudistusalueelle saadaan siementä myös hakkuutähteistä.

Siemenpuumenetelmä on luonteeltaan kaksitahoinen. Toisaalta pyritään uuden puusukupolven synnyttämiseen, mutta samalla hyödynnetään vielä entisen puuston kasvua. Tämä aiheuttaa vaikean optimointiongelman uudistamista ja kasvatusta edistävien vaihtoehtojen kesken. Pyrittäessä mahdollisimman nopeaan ja varmaan uudistamiseen siemenpuusto saa olla suhteellisen harva (50 kpl/ha) ja sen poisto tulee tapahtua heti kun rittävä taimettuminen on saatu aikaan. Siemenpuuston kasvu puolestaan lisääntyy lukumäärän lisääntyessä ja sen poistoa lykkäämällä voidaan hyödyntää nopeutuvaa kasvua, joka alkaa sen jälkeen, kun siemenpuusto on ennättänyt sopeuttaa tuotantokoneistonsa väljempään kasvutilaan. Kasvupaikan viljavuus on eräs tärkeä tunnus ratkaistaessa kuinka tiheän siemenpuuston alla taimikon on mahdollista syntyä. Mitä viljavampi kasvupaikka sitä tiheämpää siemenpuustoa on yleensä mahdollista käyttää. Siemenpuiden juuristo-

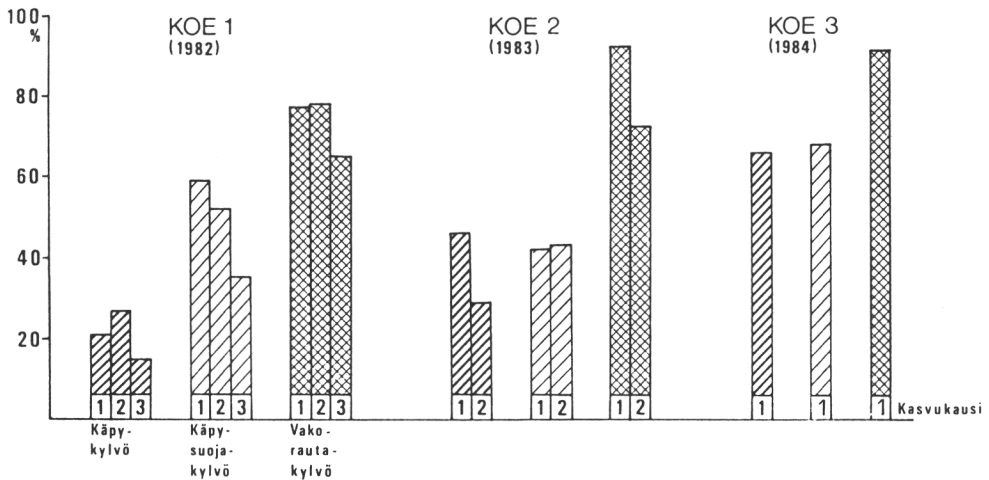
kilpailu vedestä lienee tärkein taimiston syntyä ja kehitystä rajoittava tekijä, ei ehkä niinkään paljon varjostus, joten kasvualustan vedenpidätyskyvyllä ja pohjaveden syvyydellä on suuri vaikutus siihen, kuinka tiheän siemenpuuston jättäminen on mahdollista. Ylärajana pidetään yleensä 150-200 kpl/ha.

Kaistalehakkuu on suhteellisen vähän käytetty menetelmä männyn luontaisessa uudistamisessa ja sitä on varsin vähän myös tutkittu. Käytännössä ohjeeksi on annettu 40-50 m:n levyiset kaistat, mutta mikäli hyvää siementävää puustoa on molemmin puolin kaistaa tai kuten usein Etelä-Suomen pienillä kuvioilla joka puolella, kaistan leveys voi olla suurempikin. Siemenen tehokkaana leviämistäisyytenä pidetään 30-40 metriä (esim. Lehto 1956), jonka mukaan kaistan leveys voisi olla 60-80 metriä, jos siementä saadaan molemmilta sivuilta. Tällöin juuristokilpailusta johtuen huonosti uudistuvan reuna-alueen suhteellinen osuus uudistusalan pinta-alasta jää vähäisemmäksi kuin kapeilla kaistaleilla.

Hakkuutähdesiemennys on vähän tunnettu ja tutkittu asia. Sen merkitys onkin lähinnä muiden siementen levitystapojen täydentäminen, koska hakkuutähdesiemennyksen peitto on varsin epätasainen ja ilman ohjailua hakkuun sattuminen hyviin siemenvuosiin sattumanvarainen. Haluttaessa hakkuutähdesiemennyksen tehoa voitaisiin parantaa ohjaamalla hakkuita hyviin siemenvuosiin ja kaatamalla puut siten, että latvukset jakautuvat tasaisesti alalle. Muokkaamattomalla maalla hakkuutähdesiemennys jää kuitenkin yleensä aina epätasaiseksi. Mikäli väljennysasento on riittävän harva, jotta maanpinnan muokkaus voidaan tehdä ennen päätehakkuuta tai se tehdään aikaisin keväällä heti päätehakkuun jälkeen, tehostuu hakkuutähteiden käpysadon hyväksikäyttö tuntuvasti.

3. KÄPYKYLVÖ

Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalla on kolmen vuoden ajan tehty kokeita hakkuutähteiden (tai muunkin) käpysadon hyväksikäytöstä luontaisen uudistamisen täydentäjänä tahi jopa uutena kylvömenetelmänä. Ajatuksena oli selvittää, mikä on avautumattomien käpysaden "itävyys" eli kuinka monesta lautasauran jälkeen sijoitetusta



Taimettuneiden kylvökohtien osuus kokeittain, kylvömenetelmittäin ja kasvukausittain.

kävystä syntyy yksi tai useampi taimi. Tulos vaihteli suuresti vuosittain (kuva). V. 1982 vain joka viidennestä kävystä syntyi taimia, v. 1983 lähes joka toisesta ja v. 1984 kaksi kolmesta kävystä tuotti taimia ensimmäisen kasvukauden aikana. Kokeissa käytettiin myös suojakylvössä käytettyä muovisuojaa kävyn päällä. Suoja vähensi selvästi vuosien välistä vaihtelua, parantaen tulosta erityisesti v. 1982, jolloin suojaamattomien käpyjen tulos oli heikko. Mikä osuus tuloksen paranemiseen oli itämisolojen paranemisella ja mikä puolestaan sillä, että suoja estää siemeniä kulkeutumasta muualle, ei kokeissa pystytty selvittämään. Kylvöajankohdat kokeissa sijoittuivat toukokuun alusta kesäkuun alkuun, mutta niiden välillä ei ollut merkittävää eroa. Kävyt kuitenkin aukeavat luonnossa toukokuun alussa, joten myöhempiä kylvöjä varten niitä joudutaan varastoimaan kylmässä.

Jos käpykylvöä haluttaisiin käyttää kylvömenetelmänä, näiden ensi kokeiden mukaan käpyjä tarvittaisiin 2-4 kpl/kylvökohta tai mieluummin, kun käytettävissä on yhtenäinen muokkausjälki, vastaava määrä yksittellen muokkausjälkeen sijoitettuna, jotta päästäisiin samaan tulokseen kuin vakorautakylvössä. Yhtenä käpykylvön käyttökohteena saat-taisi tulla kyseeseen epätasaiseksi jääneen luontaisen uudistusalan täydentäminen kaadetuista siemenpuista saatavilla kävyillä. Mitään tekniikkaan ja talouteen liittyviä selvityksiä menetelmästä ei ole tehty, vaan on keskitytty pelkästään biologisen tuloksen selvittämiseen. Vakavaa kilpailijaa nykyisille kylvömenetelmille käpykylvöstä

tuskin on tulossa, vaan sen mahdollinen käyttö tulee olemaan isännän linjalla tapahtuvaa ja nykyisiä menetelmiä täydentävää. Materiaalikustannukset ovat pienet jo normaalissa siemenkylvössäkin, mutta käpykylvö antaa metsänomistajalle mahdollisuuden korvata ne kokonaan omalla työllä.

4. UUDISTAMISALUSTAN LAATU

Koskematon kasvipeite on todettu monissa tutkimuksissa huonoimmaksi itämisalustaksi (esim. Hertz 1934). Kasvipeitteetön humuspinta on jo selvästi parempi itämisalusta, mutta kuivuus ja kuumuus ovat siinäkin esteenä taimien synnylle. Parhaaksi itämisalustaksi onkin todettu paljastettu kivennäismaa ja erityisesti sen pintaosa, jossa on humusta joukossa. Syvemmälle mentäessä kivennäismaan ominaisuudet taimettumisalustana heikkenevät ollen huonoimmat huuhtoutumattomassa pohjamaassa. Taimia on yleensä todettu syntyvän sitä enemmän mitä enemmän kivennäismaata on paljastettu (esim. Valtanen 1983, 1984), mutta humuksen hävittäminen laajalta alalta on vahingollista taimien jatkokehityksen kannalta, etenkin karulla maalla (Hertz 1934). Riittävä ja tasainen kosteus on taimettumisen perusedellytyksiä ja niinpä aurasjälkeenkin taimia syntyy eniten vakoon ja pientareeseen. Palle on kuitenkin taimien jatkokehityksen kannalta edullisempi (Valtanen 1983).

Maanmuokkaus on siis tehokas keino edistää luontaisen uudistamisen onnistumista. Muokkauksen voimakkuus tulisi valita siten, että kivennäismaa paljastuu, mutta sitä ei tarpeettomasti siirrellä. Syvä muokkaus katkoo siemenpuiden juuria ja lisää tuulikaatojen riskiä, vaikka vähentääkin juuristokilpailua ja edistää täten taimettumista.

Lautasaura on tällä hetkellä yleisin luontaisten uudistusalojen muokausväline. Se on yleisväline, joka sopii jollain lailla useimmille männyn luontaisen uudistamisen kohteille, parhaiten kuitenkin hakkuutähdemäärän ja humuksen paksuuden osalta keskinkertaisille kuivahkoille kankaille. Tätä karummilla mailla, joilla on vähän hakkuutähteitä ja ohut humuskerros voitaisiin käyttää myös kevyempää, esim. ekoäkeen tyyppistä muokkausta. Puolukkatyyppiä viljavammalla paksukunttaisella maalla, varsinkin, jos hakkuutähteet vielä vaikeuttavat muokkausta, kevyt siipiauraus varmistaisi luontaisen uudistamisen

onnistumista, koska siipiauran jälki ei umpeudu yhtä nopeasti kuin lautasauran jälki. Lautasaurastakin on tehty hydraulisesti painotettavia ja pyöritettäviä muunnelmia, joiden työjälkeä hakkuutähteet ja paksu kunta eivät huononna yhtä paljon kuin normaalin lautasauran, jolla pääosa muokkauksesta kuitenkin tehdään.

5. KEHITYSNÄKYMÄ

Männyn aktiivista luontaista uudistamista, johon riittävä kivennäis- maan paljastaminen kuuluu oleellisena osana, voidaan jo nykyisellään pitää keskimäärin melko luotettavana ja nopeana uudistamismenetelmänä ainakin kuivahkoilla ja sitä karummilla kangasmailla. Muokkausmenetelmien kehityttyä ja edelleen kehittyessä männyn luontaista uudistamista voitaneen entistä paremmin toteuttaa myös tuoreilla kankailla. Valtasen (1984) mukaan riittävän tehokkaasti muokattaessa tuoreet kankaat uudistuvat luontaisesti jopa paremmin kuin kuivahkot kankaat (Oulun läänissä).

Siemenpuuston puuntuotannollisen merkityksen selvittäminen on äskettäin aloitettu Metsäntutkimuslaitoksen puuntuotoksen tutkimussuunnan toimesta (Meriluoto 1983). Nämä selvitykset todennäköisesti tuovat lisävalaistusta siemenpuiden määrän optimointiongelmaan, jossa myös korjuuteknisillä seikoilla on vaikutuksensa.

Kaistalehakkuun mahdollisuudet kaipaavat vielä lisäselvityksiä, mutta ilmeistä on, että sen käyttö on perusteltua vain hyvin herkästi taimettuvilla mailla, koska kaistalehakkuussa pitkä uudistamiskausi tulee vielä kalliimmaksi kuin siemenpuumenetelmässä.

Metsien uudistamisessa tulisi välttää turhia raja-aitoja eri uudistamismenetelmien välillä, vaan niitä olisi pyrittävä käyttämään toisiaan tukevana ainoana päämääränä onnistunut lopputulos. Tämä tarkoittaa sitä, että aina tarvittaessa luontaiset uudistusalat täydennetään viljellen ja viljelyaloilla puolestaan käytetään luontaista taimiainesta tehokkaasti hyväksi. Muokkausmahdollisuuksien paraneminen ja hoidettujen metsien osuuden lisääntyminen hakkuukypsissä metsissä luo edellytykset männyn aktiivisen luontaisen uudistamisen lisäämiselle. Tällöin on entistä tärkeämpää, että uudistumista edistävien toimenpiteiden suorituksesta ja taimikoiden jälkihoidosta huolehditaan vähintään yhtä hyvin kuin viljelyaloilla.

6. KIRJALLISUUS

- BLOMQUIST, A.G. 1981. Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta. I. Mänty. - Keisarillisen Senaatin Kirjapaino, Helsinki.
- HERTZ, M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer. Comm. Inst. For. Fenn. 20.2:1-98.
- LEHTO, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. - Acta Forest. Fenn. 66.2:1-106.
- MERILUOTO, M. 1983. Siementävä puusto luontaisessa uudistamisessa - unohdettu puuntuotostekijä? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119:85-92.
- Metsätilastolliset vuosikirjat 1979-1983. FF 430, 460, 510, 550 ja 590.
- VALTANEN, J. 1983. Muokkaustavat ja metsänuudistamisen tulos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119:63-72.
- 1984. Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158:37-50.

MAANMUOKKAUS KIVENNÄISMAIDEN ONGELMA-ALUEILLA

Olavi Laiho

Ongelma-alueet

Metsämaan yhteydessä tavataan yleensä puhua viljavuudesta, boniteetista. Uudistamisvaiheessa nousee kuitenkin etualalle taimettumiskunto. Maanmuokkauksella pyritäänkin ensisijaisesti edistämään taimettumista, vasta toissijaisesti kasvupaikan parantamista. Tärkeä tavoite on myös ihmistyön vähentäminen.

Maanmuokkaus on niin keskeinen osa metsänuudistamista, että kasvupaikat on aihetta ryhmitellä sen tarpeellisuuden mukaan. Ohessa tällainen jaottelu ja eri luokkiin kuuluvien maiden karkea luonnehdinta.

Ongelmattomat	Ei muokkausta	Karut Ohuthumuksiset Karkeat lajittuneet
Vähäongelmaiset	Kivennäismaan paljastaminen riittää	Enimmät kasvupaikat
Ongelmakohteet	Edellistä tehokkaampi maankäsittely tarpeen	Tiiviit Alavat Vedenvaivaamat Kylmät Paksukunttaiset Ylirehevät

Uudistuminen voi tapahtua siten, että puuston alle nousee täysitiheä alikasvos kasvatuskelpoista puulajia. Useimmiten näin ei käy, vaan maan taimettumiskunto on puutteellinen. Sitä heikentävät mm. humuskerros, pintakasvillisuus ja puusto. Kangashumuksen paksutessa sirkkataimien mahdollisuudet saada kontakti kiinteään maahan ja välttyä kuivumiselta heikkenevät, ellei alkava soistuminen paranna tilannetta (KINNUNEN ja MÄKI-KOJOLA 1980). Pintakasvillisuuden vaikutus taimettumiskuntoon on niin ikään suuri. Se ilmenee kiristyneenä kilpailuna sekä vedestä, ravinteista että valosta. Täysitiheään puuston vaikutus on vieläkin mittavampi.

Taimettumiskunto ja viljavuus ovat käänteisessä riippuvuussuhteessa. Viljavuuden parantuessa taimettuminen selvästi heikkenee. Ongelmatomimpia ovat hiekkaiset karukko- ja kuivat kankaat. Kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla taimettumista rajoittaa pahiten kangashumus, viljavilla mailla ruohottuminen.

Tärkeä merkitys on myös puulajilla. Niinpä kuusella taimettumiskunto saattaa tietyllä paikalla olla hyvä, vaikka se männyllä on olematon. Kuusi uudistuukin vastustamattomasti männiköihin ja koivikoihin lähes kaikilla kasvupaikoilla, kuusikoihin ei juuri lainkaan. Mänty puolestaan taimettuu ongelmitta vain karuilla mailla.

Männyn ja koivun taimettuminen paranee päällyspuuston vähetessä. Sitäkin suurempi vaikutus on humuskerroksen poistamisella kivennäismaan päältä. Toimenpiteen on todettu poikkeuksetta moninkertaistavan taimimäärät. Syynä on humukseen verrattuna paljon edullisemmat lämpö- ja kosteusolot.

Yleisin muokkaus, lautasauraus, on kivennäismaan paljastamista. Useimmiten sillä saadaan hyviä uudistumistuloksia. Ellei saada, on kyse todellisista ongelma-alueista. Tällaisia ovat etenkin tiiviit ja alavat maat, jotka samalla tapaavat olla kylmiä ja vedenvaivaisia. Ylirehevät, pahoin ruohottuneet maat ovat ongelmallisia sijainnista ja maalajista riippumatta. Ongelma-alueiden rajautumiseen vaikuttaa huomattavasti, mitä puulajia ja menetelmää käyttäen uudistamiseen pyritään samoin kuin se, minkälaisia hakkuita käytetään, mutta yhteistä niille on, ettei kivennäismaan paljastaminen riitä maankäsittelyksi.

Muokkausvaihtoehdot

Maata voidaan muokata periaatteessa kolmella tavalla: poistamalla humuskerros, kääntämällä pintamaa ympäri ja sekoittamalla maakerrokset keskenään.

Sekoitusmuokkaus on luonnon itsensä käyttämä menetelmä. Maaeliöstö siirtää jätöstensä muodossa orgaanista ainetta kivennäismaahan lisäten näin maalajista riippumatta ilmavuutta sekä veden- ja ravinteidenpidätyskykyä. Tämä on erinomaista maan viljavuuden ylläpitoa ja

edullista myös taimettumiskunnolle humuskerroksen säilyessä suhteellisen ohuena. Selvästi tehokkainta tämä biologinen muokkaus on ravinnerikkailla kalkkipitoisilla mailla, mutta etenkin puulajivalinalla sitä voidaan muillakin kasvupaikoilla tietyssä määrin aktiivoida.

Ihmisen suorittamana sekoitusmuokkaus on yhtäkkinen ja kömpelö toimenpide, joka johtaa nopeaan humuksen hajoamiseen ja ravinteiden vapautumiseen tilanteessa, jossa niiden tarve on vähäinen ja huuhtoutumisriski suuri. Ongelmia vähentää muokkauksen rajoittaminen kaistoihin ja viljelypisteisiin. Teknisesti on kivisen ja kannokkoisen metsämaan sekoittaminen työlästä ja kallista. Sekoitusmuokkauksen käyttö onkin rajoittunut kokeisiin (MÄLKÖNEN 1972).

Oma vaihtoehtonsa on muokkauksen jättäminen suorittamatta. Tähän tarjoaa erityisen houkutuksen se, että paakkutaimien istutusta putkella ei muokkaamattomuus juurikaan haittaa. Istutussyvyyyttä on myös helppo säädellä niin, että juuristo pääsee kosketukseen kivennäismaan kanssa. Tähänastisesta paljasjuuritaimien istutuksesta vähäiseen kuokkalaikkuun on saatu vaihtelevia, lähinnä huonoja tuloksia (SOUKAINEN 1983). Pääosin on syynä ollut tukkimiehintäin suurтуhot. Jos tukkimiehintäin uhka saadaan eliminoiduksi, muodostuu hyvin mielenkiintoiseksi kysymys siitä, ovatko kaikki kasvupaikat edelleen ongelma-alueita muokkaamatta istuttajalle vai ei.

Ongelma-alueilla on meillä laajassa mitassa käytetty ja edelleen käytetään maakerrokset ylösalaisin kääntävää aurausta. Etelä-Suomessa sen on parhaillaan syrjäyttämässä tai jo syrjäyttänyt astetta kehittyneempi maankäsittely, ojitusmätästys. Se on kyllä kallis, mutta sen tärkeinä etuina ovat sopivuus pienillekin kuvioille, kuivatuksen ja muokkauksen yhtäaikainen suorittaminen sekä aurausta paremmat biologiset vaikutukset.

Ojitusmätästys

Mätästys tehdään traktorikaivurilla nostamalla maata kummallekin puolelle ojaa kahteen riviin sarkaleveyden ollessa 9-12 m. Mätästämäärä on ollut 1000-1500 kpl/ha ja korkeus 20-40 cm. Mätästys on pääosin tehty viljelyä edeltävänä syksynä. Kuhunkin mättääseen on

istutettu yksi taimi, suurimpiin kaksikin ja lisätaimiä ojanpientareisiin ja suurempiin mätäsväleihin. Aina ei istuttaja ole rohjennut istuttaa mättään korkeimmalle kohdalle, vaan reunalle. Puulajina on lähes aina ollut mänty.

Vanhimmat käytännön mätästysalat ovat 15-vuotiaita. Niistä Ylä-Satakunnassa sijaitsevia kohteita on inventoitu kahteenkin kertaan (LAIHO 1979, 1984). Mätästys on ollut mukana yhtenä maankäsittelynä myös monissa metsänviljelykokeissa (KINNUNEN 1979, RAULO ja RIKALA 1981, SOUKAINEN 1983). Niiden antamat tulokset ja käytännön kokemukset ovat ohessa tiivistettyinä. Esimerkkitapauksena esitellään Parkanon seurakunnan mätästysalue, joka on eräs vanhimpia ja suurimpia (16 ha). Mätästys on toteutettu kookkain ojin ja suurin mättäin.

Vanhan kuusikon paljaaksihakkuu		1970
Maalaji	Hietamoreeni	71 %
	Hiekkamoreeni	15 %
	Hiesu	14 %
Kasvupaikkatyyppi	VT	30 %
	MT	70 %
Soistuneisuus	Ei soistunut	24 %
	Soistunut kangas	44 %
	Ohutturpeinen	23 %
	Paksutturpeinen	9 %
Ojitusmätästys		1971
Männyn istutus		1971-72
Tarkastus 1984	Tiheys	1890 kpl/ha
	Keskipituus	450 cm
	Vikaisuus	
	Kallistuma	7 %
	Runkomutka	11 %
	Haara tai poikaoksa	50 %
	Heikko kiinnittyminen	10 %
Luonnontaimet 1984 (> 10 cm)	Mänty	3000 kpl/ha
	Keskipituus (500 pisintä)	350 cm
	Kuusi	2500 kpl/ha

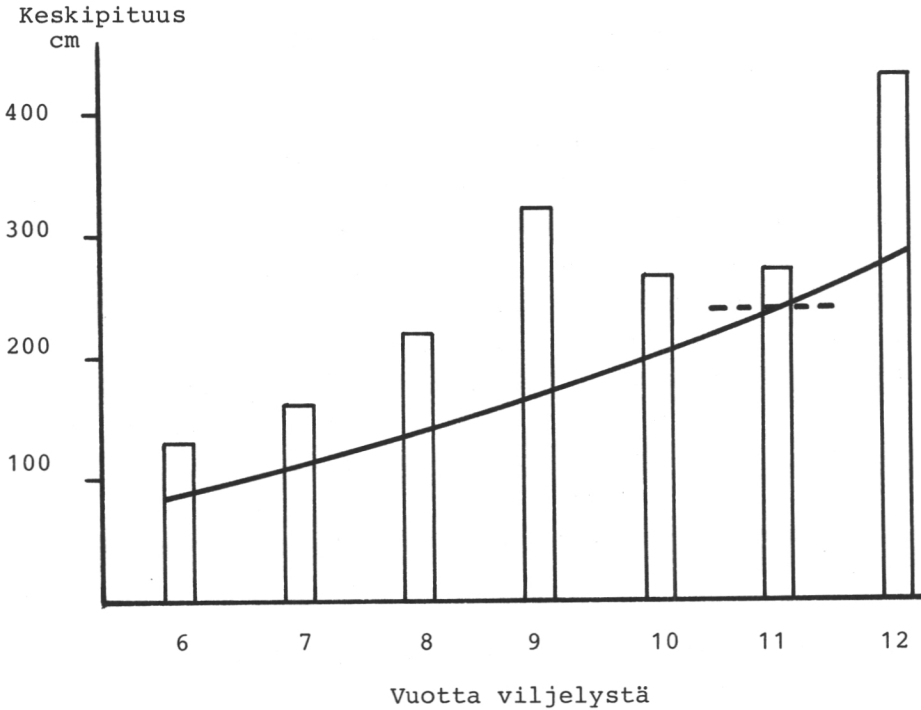
Raudus	1600 kpl/ha
Hies	3900 kpl/ha
Haapa	600 kpl/ha

Yleisarvio

Elossaolo ja pituuskehitys hyvät, oksittuminen voimakasta, vikaisuuksia runsaanlaisesti, luontaisia taimia perkauksista (1975, 1978) huolimatta runsaasti.

Mätästyskohteita kokonaisuudessaankin tarkastellen ellossaolo on ollut hyvä. Viljelykesänä taimia uhkaa erityisesti kuivuus. Korkeat mätät ovat kuivumiselle muita alttiimpia. Toisaalta ohuet mätät saattavat vahvan murrokon päällä kuivua läpikotaisin. Kuivumisriskiä vähentää, jos taimi nopeasti lähtee kasvuun ja yltää juurillaan mätään läpi. Se on eduksi myöskin eroosiota, roustetta ja routimista vastaan. Ilmavissa mätäissä juuristokehitys onkin nopeaa. Pahimmat tuhot ovat sattuneet liettyvillä pientareilla. Hiesumailla mätäiden tulee olla normaalia matalampia. Ongelmallisimpia ovat happamet niukkara-vinteiset juoksettavat maat, jotka ovat ajoittain sekä kovia että ilmattomia. Reaktioltaan neutraalimmilla mailla maan rakenne on biologisen aktiivisuutensa johdosta parempi.

Pituuskehitys on mätästysaloilla ollut tasaisen hyvää (Kuva 1). Ongelmattomilla mailla se ei ole eronnut mainittavasti TTS-aloilla mitatusta pituuskehityksestä, mutta liikaveden ja ruohoisuuden lisäantyyessä mätästyksen edut ovat tulleet selvästi esille. Lautasauran jäljessä taimet tunnetusti kituvat ja tuhoutuvat lähes kaikkien uudistumisalojen vedenvaivaamissa notkelmissa, mätästettynä kohdat kasvavat ympäröivien kankaiden veroisesti.



Kuva 1. Viljelymännyn (pääosin koulittu paljasjuuritaimi) pituuskehitys Ylä-Satakunnan mätästysaloilla. Kuvaaan merkitty myös pituustiedot eräistä vertailuaineistoista (yhtenäisellä viivalla LEIKOLA ym. 1977, katkoviivalla KINNUNEN ja NERG 1983).

Laadultaan eivät mäntäillä kasvavat taimet ole hyviä. Ne ovat tyvekkeitä ja voimakasoksaisia. Ranganvaihdosten määrä ei kuitenkaan paljoa ylitä muissa muokkausjäljissä todettua. Laatukehityksen kannalta on erityisen tärkeää kasvattaa taimikot mätästysaloilla tiheinä. Siihen antaa hyvän mahdollisuuden luontainen taimettuminen, joka on mätästysaloillakin runsasta. Perkausta voidaan lykätä tavanomaista myöhemmäksi.

Mätästämällä voidaan vähentää tehokkaasti pintakasvillisuuden kilpailua. Karuilla mailla pintakasvillisuus pysyy mäntäiltä poissa vuosia ja rehevilläkin ensimmäisen kasvukauden. Pintakasvillisuuden rehevöidyttyäkin taimi on mäntäällä tavanomaista runsaammassa valossa ja syksyllä kasvillisuus kaatuu lähinnä mäntäiltä ulospäin.

Pahimmilla juolavehnä-, horsma-, vadelma- ym. aloilla torjunta-toimiin kuitenkin on varauduttava.

Mätästyksessä nousee pintaan rikastumiskerrosta, jossa on saostuneena kivennäismaan pinnalta huuhtoutuneita aineita, etenkin rautaa ja alumiinia, ja jonka pH on suhteellisen korkea. Tällainen maa ei ole ravinnetalouden kannalta hyvää, etenköön kun siihen liittyy mätäiden ajoittainen kuivuminen ja niiden pohjalla tapahtuva voimakas typen mobilisaatio. Näyttää kuitenkin siltä, ettei tämä asiantila ainakaan Etelä-Suomessa uhkaa taimikehitystä. Oikein tehdyssä mätästyksessä ei liikutella kovin suuria maamääriä ja eri maakerrokset sekoittuvat suhteellisen hyvin. Korkeita mätäitä tulee silti tästäkin syystä välttää. Matalien mätäiden puolesta puhuvat myös ympäristölliset näkökohdat ja maaston parempi kulkukelpoisuus puutavaran korjuuvaiheessa.

Maanmuokkauksen ongelma-alueet ovat ympäristöään kylmempiä. Tämän-keväinen halla opetti kovalla kädellä alhaisten yölämpötilojen vaarat männyllekin (RAITIO 1985). Riskialttiilla kohdilla on aihetta harkita koivun ja sen alikasvoksena varttuvan kuusen kasvattamista, joka tällaisilla kohteilla onkin luontainen puulajiyhdistelmä. Periaatteessa mätästys vähentää hallaisuutta nostamalla taimet irti maan perustasosta ja johtamalla liikaveden pois.

Mätästyksen edelleen kehittäminen

Mätästys on oikein käytettynä maankäsittelymenetelmä, jolla ongelmakohteita voidaan huomattavasti parantaa. Tiiviillä liettyvillä biologisesti inaktiivisilla mailla ~~sekään~~ ei riitä, vaan maata tulee lisäksi aktivoida puulajivalinnalla.

Mätästystä on viime kesänä tehty alle 900 mk/ha urakkahintaan, mutta keskimäärin se on selvästi kalliimpaa. Tekniseltä toteutukseltaan mätästys on kömpelöä. Kustannuksia pienentäisi tehokkaimmin mätästysyksikön saaminen jatkuvatoimiseksi, tasaisesti eteneväksi. Maanomistajan kannalta kustannuksia pienentäisi osan niistä saaminen metsänparannusrahoituksen piiriin. Ellei niin käy, kuivatuksen loppuunsaattaminen jää mätästäjien kustannettavaksi, vaikka ojitus-

mätästyksen maanparannusvaikutus on vedenvaivaamilla mailla kiista-

ton.

Mätästys tulisi saada kehitetyksi nykyistä paremmin kasvupaikkojen tarpeita myötäileväksi. Kuivatusojat tulee tehdä kunnolliset, mutta vain kuivatuksen kannalta tarpeellisiin paikkoihin. Muiden ojien tulee olla matalia, leveitä, kantoja ja kiviä kiertäviä, maastoa myötäileviä. Tällöin varsinaista pohjamaata ja kiviä ei juurikaan mättäisiin nouse. Matalat vaot eivät myöskään haittaa myöhempää liikkumista ja niiden pientareet ovat taimille suhteellisen turvallisia istutuspaikkoja. Kuivilla kumpareilla riittää kivennäismaan paljastaminen. Kuopasta mätästystä ei saa käyttää millään kasvu-
paikalla.

Mättäiden ei tarvitse olla korkeita antaakseen oleelliset etunsa. 10-20 cm mätäskorkeus riittää, jos alla ei ole murrokkoa ja kosketus pohjamaahan on hyvä. Maa tulisi purkaa kauhasta pitkällä pyyhkäisyllä kahden taimen mättäiksi. Mätästys voidaan tehdä siirtämällä vain vähäistä osaa siitä maamäärästä kuin nykymätästyksessä.

Kirjallisuutta

- KINNUNEN, K. 1979. Eri taimilajien menestyminen mätästetyllä kivennäismaalla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- " ja MÄKI-KOJOLA, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistamisesta Pohjois-Satakunnassa. Folia For. 449.
- " ja NERG, J. 1983 Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Folia For. 546.
- LAIHO, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästysaloilla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- " 1984. Ongelmallisten metsänviljelykohteiden maanpinnan valmistus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137.
- LEIKOLA, M., METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P.K. ja TAIMISTO, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa. Folia For. 312.
- MÄLKÖNEN, E. 1972. Näkökohtia metsämaan muokkauksesta. Folia For. 137.
- RAITIO, H. 1985. Hallavauriot männyllä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja .
- RAULO, J. ja RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Folia For. 462.
- SOUKAINEN, J. 1983. Maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien elinympäristöön ja alkukehitykseen. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa.

HALLAFAURIOT MÄNNYLLÄ

Hannu Raitio

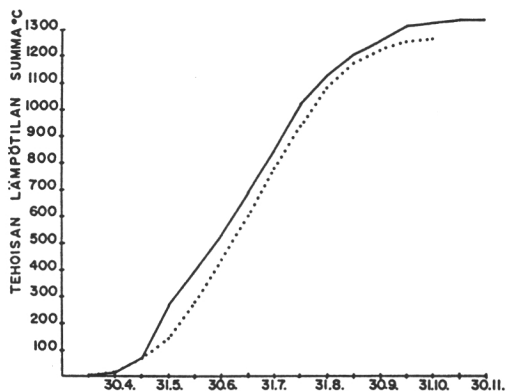
Johdanto

Pohjoisissa oloissa kylmänkestävyys on yksi keskeisimmistä tekijöistä kasvien kasvun ja elossa säilymisen kannalta. Se on funktio kasvien kyvystä välttää solunsisäistä ja sietää solunulkoista jäänmuodostusta (Weiser 1970, Brown 1978). Kasvien kylmänkestävyys vaihtelee paitsi lajikohtaisesti, myös kasvinosien, kasvien fysiologisen kunnon ja iän sekä vuodenaikojen mukaan (Ulmer 1937, Glerum 1973, Cannell & Shephard 1982, Koski 1984). Kasvukauden aikana kasvit ovat arkoja kylmälle. Silloin lämpötilan nopea lasku 0 °C:n alapuolelle aiheuttaa kasveissa vaurioita. Osaltaan syynä on solunsisäinen jäänmuodostus. Syksyllä lyhyen päivän ja alhaisten 0 °C:n yläpuolella olevien lämpötilojen vaikutuksesta kasvit alkavat talveentua, jolloin niiden kylmänkestävyys lisääntyy. Lämpötilan lasku 0 °C:n alapuolelle ei silloin aiheuta solunsisäistä jäänmuodostusta. Siksi keväthallat ovat puiden kannalta syyshalloja vahingollisempia.

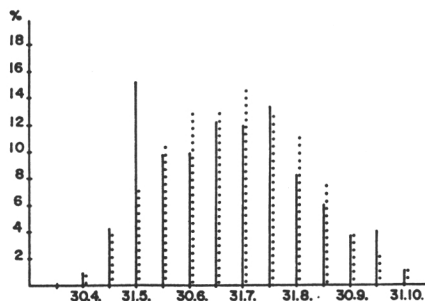
Hallojen ja varsinkin kasvukauden aikaisten alhaisten lämpötilojen ekofysiologisiin vaikutuksiin puilla on kiinnitetty meillä suhteellisen vähän huomiota (Kalela 1945, Kurkela 1965, Viro 1966, Reinikainen 1968, Leikola & Pylkkö 1969, Koskela 1970, Koski 1984). Kuitenkin jo vuonna 1945 ilmestyneessä oppikirjassaan Erkki K. Kalela toteaa, että "hallan monesti kohtalokkaat vaikutukset maataloudessa ovat tunnetut, mutta todennäköisesti niiden vaikutus myös metsänhoidossa on suurempi kuin yleensä on oletettu".

Hallavauriot ovat suhteellisen yleisiä kuusella ja jaloilla lehtipuilla. Sen sijaan männyllä ei luonnossa juuri koskaan esiinny ulospäin näkyviä hallavaurioita. Kesä 1984 oli sääoloiltaan poikkeuksellinen. Toukokuun jälkipuoliskolla kertyi ennätysmäärä tehoisan lämpötilan summaa, kaksinkerroin vuosina 1961-1980 kertyneeseen keskiarvosummaan verrattuna (kuvat 1 ja 2). Kesäkuun kymmenennen päivän tienoilla, jolloin kasvukausi oli vajaan kolme viikkoa normaalia edellä, osassa Suomea esiintyi useana peräkkäisenä yönä hallaa. Tällöin jopa muutaman metrin pituisissa männyntaimissa uudet vuosikasvaimet paleltuivat. Samoin pienet taimet uudistusaloilla ja taimitarhoissa

kärsivät huomattavasti. Kesäkuun alkupuoliskolla tehoisan lämpötilan summaa kertyi kuitenkin yhtä paljon kuin samana ajanjaksona vuosina 1961-1980 keskimäärin. Vuonna 1984 tehoisan lämpötilan summa oli Tampereella kaikkiaan hieman suurempi kuin vuosina 1961-1980 keskimäärin.



Kuva 1. Tehoisan lämpötilan summa ($> +5$ °C) Tampereen havaintoasemalla vuonna 1984 (—) sekä keskiarvosumma vuosilta 1961-1980 (...).



Kuva 2. Puolikuukausittain kertyneen tehoisan lämpötilan summan osuus (%) vuoden 1984 (—) ja vuosien 1961-1980 (...) keskimääräisestä summasta Tampereen havaintoasemalla.

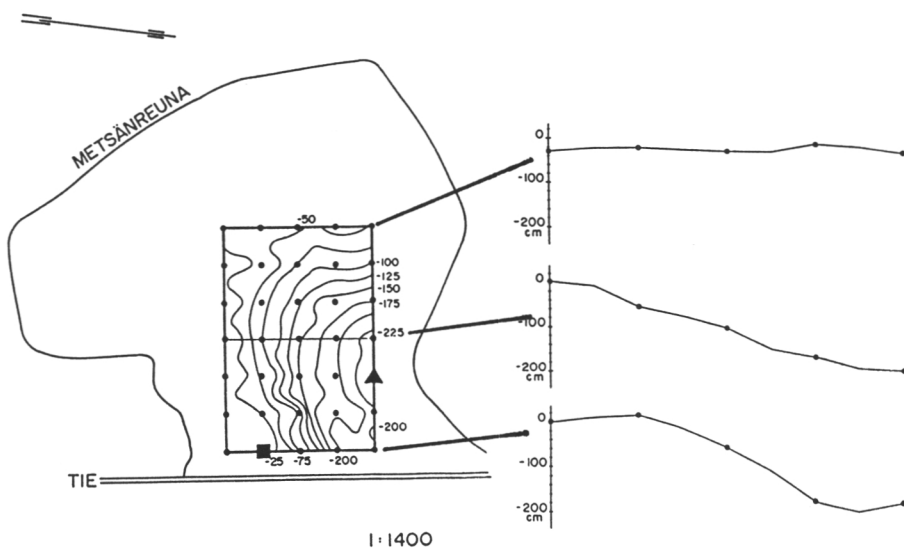
Sadesuhteiltaan kesä 1984 oli Tampereen Pirkkalan havaintoaseman mitausten mukaan lähes samanlainen kuin vuosina 1961-1980 keskimäärin. Kuitenkin vuoden 1984 kesäkuussa satoi huomattavasti enemmän kuin vuosina 1961-1980 keskimäärin.

Tässä työssä tutkittiin männyntaimien hallavaurioiden ulkoisia oireita sekä esiintymistä yhdellä viljelyalalla Pohjois-Satakunnassa.

Tutkimuksen kenttätöissä ovat avustaneet Tuomo Alanko ja Jari Kivioja sekä aineiston laskennassa Olli Seppälä. Piirrookset on tehnyt Irma Honganpuhto sekä konekirjoituksen Tuire Kilponen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja siihen varteenotettuja korjausehdotuksia laatineet FT Veikko Koski, MMT Olavi Laiho, prof. Erkki Lähde ja FM Marja-Liisa Sutinen. Esitän lämpimät kiitokseni kaikille edellä mainituille.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusalueena ollut kanervatyypin kangas sijaitsee Pohjois-Parkanosssa ($62^{\circ}8'N$, $22^{\circ}51'E$, ~ 175 m m.p.y) noin 7 km kaakkoon Ilmatieteen laitoksen Alkkian säähavaintoasemalta. Alueella kasvoi männikkö (~ 80 m³/ha), joka avohakattiin vuonna 1976. Maa äestettiin vuonna 1977 TTS-äkeellä. Alueelle kylvettiin mäntyä keväällä 1978 (T3-66-25, 650 g/ha). Männyntaimien hallavaurioinventointia varten uudistusaluele merkittiin 10 m²:n näytealojen keskipisteet 20 m:n välein (kuva 3).



Kuva 3. Näytealojen (.) sijainti avohakatulla alalla sekä korkeusprofiilit. Korkeimmalla paikalla sijaitseva näyteala ■; alimmassa kohdassa sijaitseva näyteala ▲.

Yhteensä näytealoja oli 35. Inventointi tehtiin 5.-8.11.1984. Näytealojen keskipisteiden korkeus vaaittiin ja laskettiin korkeimman pisteen suhteen siten, että sen korkeus oli nolla. Korkeimman ja alimman keskipisteen erotus oli 244 cm. Uudistusalan topografia kokonaisuudessaan ei sanottavasti poikkea tutkimusalueen topografiasta. Avoalan etelä- ja länsireuna rajoittuvat harvaan varttuneeseen kasvatusmetsikköön sekä pohjoisireuna tiheään riukuvaiheen metsikköön.

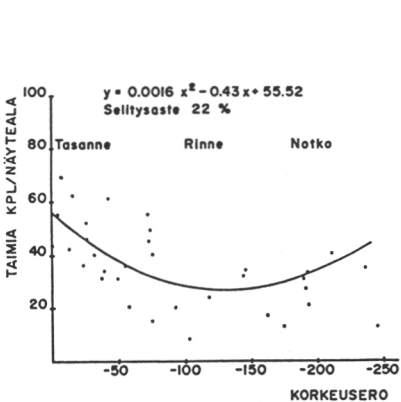
Kultakin näytealalta mitattiin kaikkien taimien pituus sekä luokiteltiin taimet eläviin ja kuolleisiin. Lisäksi taimet luokiteltiin erikseen hallavaurion ja kasvuhäiriön suhteen joko lieviin tai vakaviin. Hallavaurio oli lievä, mikäli taimessa ilmeni vaurioita ainoastaan neulasissa ja/tai alimmat vuosikasvaimet olivat taipuneet tai kuolleet. Vakavaksi hallavaurioksi luettiin latvakasvaimen kuoleminen ja/tai neulasvauriot. Taimi oli lievästi kasvuhäiriöinen, jos siinä oli 2 tai 3 samanveroista latvakasvainta. Pahasti kasvuhäiriöinen taimi oli pituuskasvultaan heikko, täysin pensasmainen.

Työssä käytetyt ilmastohavainnot perustuvat Ilmatieteen laitoksen Karvian Alkkian ja Tampereen Pirkkalan säähavaintoasemien mittauksiin (Heino & Hellsten 1983, Ilmatieteen laitoksen kuukausikatsaus. Toukokuu - syyskuu).

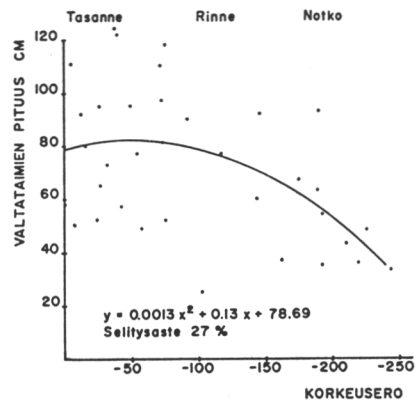
Aineiston laskennassa on käytetty kunkin tunnuksen näytealakohtaista keskiarvoa. Valtataimen pituus saatiin kahden pisimmän, elävän taimen pituuden keskiarvona.

Tutkimusalueen taimisto ja sääolot kesällä 1984

Syksyllä 1984 uudistusosalalla oli puhdas männynntaimisto. Tutkitussa kohteessa taimia oli eniten tasanteella ja vähiten rinteessä (kuva 4). Pisimmät valtataimet sijaitsivat rinteän yläosassa (kuva 5).

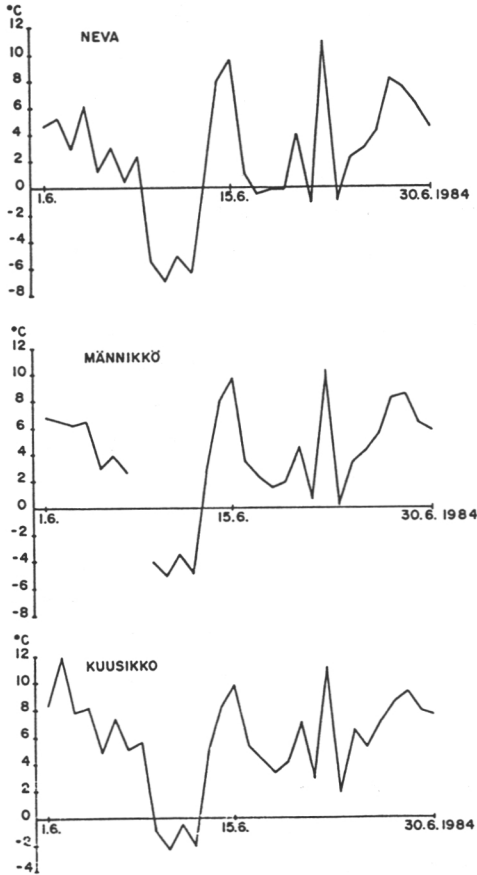


Kuva 4. Taimimäärän ja näytealan korkeuden (= ero korkeimmalla sijaitsevaan näytealaan) välinen riippuvuus.



Kuva 5. Valtataimien pituuden ja näytealan korkeuden välinen riippuvuus.

Tehoisan lämpötilan summa Karvian Alkkiassa oli 15.5.1984 60.6 °C, 31.5.1984 243.6 °C ja 15.6.1984 358.6 °C. Koko vuonna lämpösummaa kertyi 1149.7 °C. Kuvassa 6 on esitetty kesäkuun ajalta vuorokautiset minimilämpötilat maanpinnassa Karvian Alkkiassa nevalla, kanervatyypin männikössä sekä mustikkatyypin kuusikossa.



Kuva 6. Päivittäiset minimilämpötilat maanpinnassa kesäkuussa 1984 Karvian Alkkiassa.

Alkkiassa peräkkäisiä hallaöitä oli kesäkuun alkupuoliskolla neljä. Nevalla hallat olivat erittäin ankaria. Männikössä ja kuusikossa hallat olivat lievempiä suojaavan puuston ansiosta. Sähävaintoasemalla maanpinnassa lämpötilat olivat tuolloin -4.4° , -5.4° , -4.4° ja -5.9° C.

Oireet ja esiintyminen

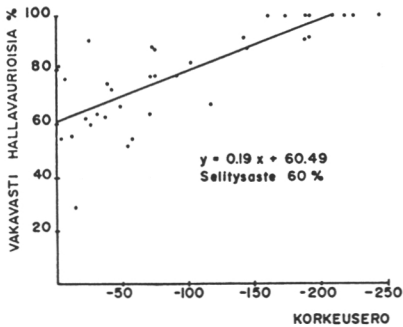
Ennätyslämmin toukokuu vuonna 1984 vauhditti kasvit kaikkialla vilkkaaseen kasvuun. Poikkeuksellisen lämmintä jaksoa seuranneet perättäiset ankarat yöpakkaset kesäkuun alkupuolella aiheuttivat huomattavia vaurioita parhaassa kasvuvauhdissa olleille kasveille, jopa männille. Pohjois-Satakunnassa männyn versojen pituuskasvu oli päättyneessä ja neulaset olivat noin senttimetrin mittaisia. Välittömästi hallaöiden jälkeen syntyneet ulkoiset oireet ilmenivät männyllä joko vuosikasvainten voimakkaana taipumisena tai taipumisena ja eriasteisina ruskettumina. Vakavissa tapauksissa koko kasvain kuoli. Kasvavissa neulasissa vauriot ilmenivät eriasteisina ja säännöttömästi esiintyvinä klorooseina. Vakavissa tapauksissa neulasten tyviosan kasvupiste ja/tai kärkiosa olivat täysin kuolleet. Joissakin taimissa myös vuonna 1983 syntyneiden neulasten kärkiosat olivat ruskettuneet. Pahimmillaan koko taimi kuoli pian hallaöiden jälkeen. Välittömästi syntyneet vauriot esiintyivät eriasteisina eri yksilöillä, jopa eri puolilla puuta tai kasvainta. Näkyvät vauriot olivat nähtävissä monin paikoin jo kolmen hallayön jälkeen (11.6.1984). Keski- ja syyskesällä ilmeni eritoten karuilla kuivilla kankailla puiden koko neulasiston vaalenemista ja ennenaikaista kellertymistä.

Halla näyttäisi vaurioittaneen pahimmin taimia, jotka sitä ennen olivat kärsineet jostakin niiden elinvoimaa heikentäneestä tekijästä. Näihin tekijöihin lukeutuivat ravinnepuutokset ja tuohyönteiset, esim. punalatikka, mäntypistiäiset ym. sekä erilaiset taudit, mm. versosyöpä.

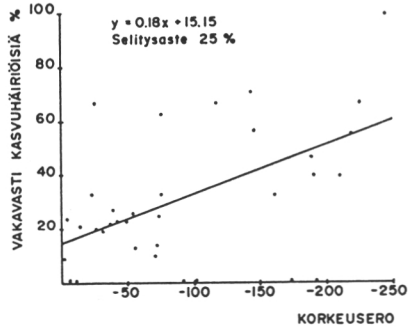
Pahimmat hallatuhot Satakunnassa näyttivät esiintyvän kuivilla, karuilla hiekkakankailla. Maaston topografia, metsikön rakenne ja taimien koko vaikuttivat ratkaisevasti ulkoisten oireiden syntymiseen. Jo vähäininkin maaston painanne voimisti oireita. Siten vauriot kokonaisuudessaan muodostivat mosaiikkimaisen kokonaiskuvan viljelyalalla.

Tutkitussa kohteessa taimien kuolleisuus oli suurin notkossa ja alhaisin rinteellä, mutta hallaan menehtyneiden taimien määrä kuolleista taimista oli suunnilleen sama kaikkialla. Notkossa taimia oli kuollut runsaasti todennäköisesti lumikaristeeseen. Elävissä taimissa hallavaurioita, eritoten vakavia vaurioita oli sitä runsaammin mitä

alempana taimet sijaitsivat (kuva 7). Sama tulos ilmeni myös kasvuhäiriön suhteen, joskin heikommin (kuva 8).



Kuva 7. Vakavasti hallavaurioitusten taimien suhteellisen osuuden ja näytealan korkeuden välinen riippuvuus.



Kuva 8. Vakavasti kasvuhäiriöisten taimien suhteellisen osuuden ja näytealan korkeuden välinen riippuvuus.

Tulosten tarkastelu

Kesäkuussa 1984 ilmeni männyllä jo kolmen peräkkäisen hallayön jälkeen näkyviä akuutteja hallavaurion oireita. Männyllä niitä ei aiemmin ole juurikaan ilmennyt. Sen sijaan kuusella ne ovat yleisiä. Vuonna 1975 Karvian Alkkiassa maanpinnassa minimilämpötilat olivat toukokuun kolmena viimeisenä päivänä -4.2° , -7.8° ja -4.5°C . Tällöin kuuset kärsivät erittäin pahoin, sen sijaan männyllä ei ilmennyt näkyviä vaurioita. Tehoisan lämpötilan summaa oli toukokuun loppuun mennessä kertynyt tuolloin 161.6°C . Kuusen ja männyn pituuskasvu oli ilmeisesti alullaan pakkasjakson sattuesssa (Hertz 1929). Sen sijaan kesällä 1984 männyn ja kuusen pituuskasvu oli pakkasjakson sattuesssa jo päättymässä. Lämpösummaa tuolloin (11.6.1984) oli kertynyt 334.5°C . Tehdyt havainnot viittaavat siihen, että männyn vuosikasvaimet ovat arimmillaan pituuskasvun loppuvaiheessa. Tulos poikkeaa Kosken (1984) Punkaharjulla laboratorio-oloissa saaduista tutkimustuloksista. Niiden mukaan männyn uusien vuosikasvaimien pakkasenkestävyys on lyhyenä ajanjaksona kesäkuun alkupuolella pituuskasvun alkuvaiheessa alhaisimmillaan. Tällöin jo yhtenä yönä esiintyvä -5°C :n lämpötila aiheuttaa vaurioita männyllekin.

Myöhemmin lämpimän jakson jälkeen syksyllä karuilla kuivilla kankailla mäntyjen neulasiston epänormaali kellastuminen osoitti, että kesäinen

halla oli vaurioittanut kaikkia kasvinosia jollakin tapaa. Syksyllä taimien alkaessa talveentua kesän aikana kerätyt energia- ja ravinnevarat olivat ilmeisesti liian pienet, mistä johtui ennenaikainen kellaistuminen (Öquist 1983). Tällaisten taimien elossa säilyminen riippuu pitkälti seuraavan talven ja kesän sääoloista.

Hallan aiheuttamien vaurioiden ei aina tarvitse olla päällepäin näkyviä. Siten, koska sekä hallavaurioisten että kasvuhäiriöisten taimien esiintyminen oli keskittynyt painanteeseen, on luultavaa, että alhaisilla lämpötiloilla on osuutta kasvuhäiriönkin synnyssä. Välittömästi ilmenevien hallavaurioiden synty riippuu paljolti lämpötilan laskunopeudesta sekä hallan ankaruudesta ja kestosta (Weiset 1970). Toisaalta myös normaalia lyhyempinä ja fysiologialtaan heikentyneinä kasvuhäiriöiset taimet paleltuvat terveitä herkemmin. Valtataimien pituudessa ilmeni myös jokseenkin selvästi topografiasta aiheutuvien pienipiirteisten lämpötilaerojen vaikutus. Puiden pituuskasvunhan on todettu varsin hyvin heijastavan edellisen kesän lämpöoloja (Hesselman 1904, Laitakari 1920, Hustich 1948, Mikola 1950).

Mäntyä on perinteisesti pidetty kylmyyttä sietävänä lajina. Tämän työn tulokset viittasivat siihen, että männyn vuosikasvaimet ovat pakkasen suhteen arimmillaan pituuskasvunsa loppuvaiheessa. Vaurioiden mosaiikkimainen esiintyminen osoitti, miten jo pienipiirteinen topografian vaihtelu on varsin merkittävä tekijä. Lisäksi tulokset osoittivat, että kasvukauden aikaisten alhaisten lämpötilojen vaikutus saattaa ilmetä taimien kasvuhäiriönä.

KIRJALLISUUS

- BROWN, G. N. 1978. Control of cold hardiness in tree shoots. Teok-
sessa: Li, P. H. & Sakai, A. (Eds.). Plant cold hardiness
and freezing stress. s. 297-304.
- CANNEL, M. G. R. & SHEPHARD, L. J. 1982. Seasonal changes in the
frost hardiness of provenances of *Picea sitchensis* in Scotland.
Forestry 55:137-153.
- GLERUM, C. 1973. Annual trend in frost hardiness and electrical
impedance for seven coniferous species. *Canad. J. Plant Sci.*
53:881-889.
- HEINO, R. & HELLSTEN, E. 1983. Tilastoja Suomen ilmastosta 1961-1980.
Climatological statistics in Finland 1961-1980. Liite Suomen
meteorologiseen vuosikirjaan. Nide 80 osa 1a. 560 s. Ilmatie-
teen laitos.
- HERTZ, M. 1929. Huomioita männyn ja kuusen pituuskehityksen vuotui-
sesta ja vuorokautisesta jaksosta. Referat: Beobachtungen über
die jährlichen und täglichen Perioden im Längenwachstum der
Kiefer und Fichte. *Acta For. Fenn.* 34(18): 1-26.
- HESELMAN, H. 1904. Om tallens höjdtillväxt och skottbildning
sömrarne 1900-1903. *Medd. Stat. skogsförsöksanst.* 1:25-43.
- HUSTICH, I. 1948. The Scotch pine in the northernmost Finland and
its dependence on the climate in the last decades. *Acta Bot. Fenn.*
42:1-75.
- Ilmatieteen laitos. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Toukokuu -
syyskuu 1984.
- KALELA, E. K. 1945. Metsät ja metsien hoito. 368 s. Porvoo, Hel-
sinki. WSOY.
- KOSKELA, V. 1970. Havainnot ja kuusen, männyn, rauduskoivun ja sipe-
rialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon
metsänlannoituskentällä. Summary: On the occurrence of various
frost damages on Norway spruce, Scots pine, Silver birch and
Siberian larch in the forest fertilization experimental area at
Kivisuo. *Folia For.* 78:1-25.
- KOSKI, V. 1984. Puiden vuosirytmii ja pakkasenkestävyys. Summary:
The annual rhythm and frost resistance in forest trees. *Oulanka
Reports* 4:34-37.
- KURKELA, T. 1984. Neulasten värimuutoksiin ja varisemiseen syitä
enemmän kuin yksi. *Teollisuuden metsäviesti* 5-6:20-21.

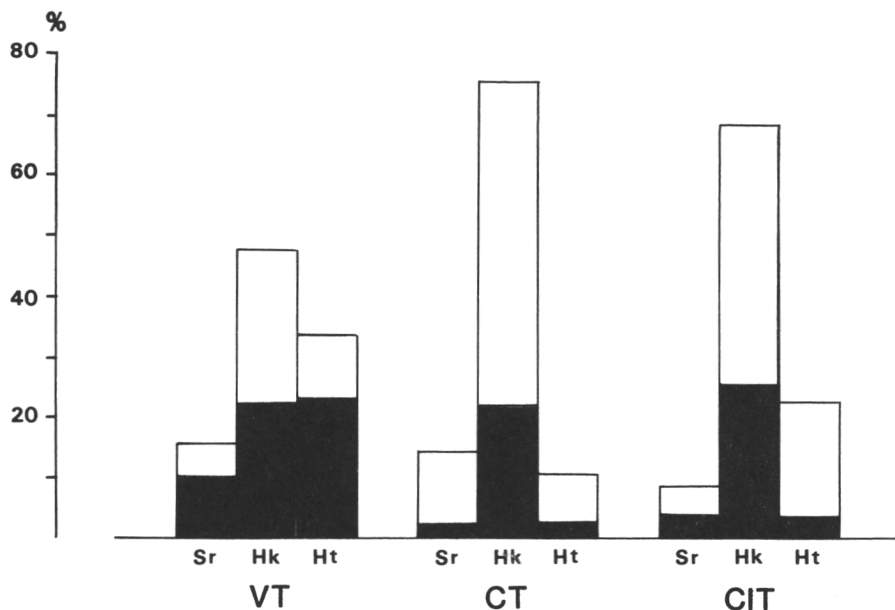
- LAITAKARI, E. 1920. Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. Referat: Untersuchungen über die Einwirkung der Witterungsverhältnisse auf den Längen- und Dickenwachstum der Kiefer (*Pinus sylvestris*). *Acta For. Fenn.* 17(1):1-53.
- LEIKOLA, M. & PYLKKÖ, P. 1969. Verhopuuston tiheyden vaikutus metsikön minimilämpötiloihin hallaöinä. Summary: On the influence of stand density on the minimum temperatures during frost nights. *Silva Fenn.* 3(1):20-32.
- LI, P. H. & SAKAI, A. (Eds.) 1978. Plant cold hardiness and freezing stress. Mechanisms and crop implications. 416 s. New York, San Francisco, London. Academic Press.
- MIKOLA, P. 1950. Puiden kasvun vaihtelusta ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies. *Comm. Inst. For. Fenn.* 38(5):1-131.
- REINIKAINEN, A. 1967. The appearance of nutrient deficiency in plants growing in the experimental area for forest fertilization at Kivisuo. Proceedings of the Colloquium on Forest Fertilization, Jyväskylä/Finland. s. 345-361. International Potash Institute, Berne/Switzerland.
- ULMER, W. 1937. Über den Jahresgang der Frosthärte einiger immergrüner Arten der alpinen Stufe, sowie der Zirbe und Fichte. Unter Berücksichtigung von osmotischen Wert, Zuckerspiegel und Wassergehalt. *Jahrb. Wiss. Bot.* 84:553-592.
- VIRO, P. J. 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Manuring of young plantations. *Comm. Inst. For. Fenn.* 61(4):1-30.
- WEISER, C. J. 1970. Cold resistance and injury in woody plants. *Science* 169(3952):1269-1278.
- ÖQUIST, G. 1983. Effects of low temperature on photosynthesis. Commissioned review article. *Plant, Cell and Environment* 6:281-300.

KARUJEN KANGASMAIDEN LANNOITUS
Erkki Lipas

Karuilla kankailla veden puute on tärkein kasvua rajoittava tekijä. Karuus voi johtua siitä, että maata on liian ohuelti kalliolla päällä, kivien runsaudesta tai karkeasta maalajista. Kallio-okomailla irtomaan vähyys rajoittaa veden ja ravinteiden pidättymistä juurten ulottuville. Tässä tapauksessa lannoituksesta ei ole paljon apua. Erittäin kivisillä mailla lannoitus voi sen sijaan lisätä kasvua, jos maa-aines kivien välissä on riittävän hienojakoista. Esimerkkejä tästä on mm. Noormarkussa, jossa lähes yhtenäisen kivikon peittämällä kasvupaikoilla lannoitusreaktio on ollut 2-3 m³/ha/v pitkäaikaisilla kokeilla.

Selvimmän veden puute näkyy kuitenkin silloin, kun maa on erittäin karkeajakoista. Tällaiset maat ovat yleensä jääkauden aikaisten vesivirtojen synnyttämiä. Veden jäljiltä maa on hyvin lajittunut: hieno aines on mennyt veden mukana ja karkea jäänyt jäljelle. Koska Pohjanlahden rannikkoalue on ollut jään sulamisen jälkeen veden peitossa, ovat ympäristöään korkeammat maastokohdat yleensä voimakkaasti huuhtoutuneita. Myös moreenimaan hieno aines voi olla hiekkaa tai soraa, jolloin maan vedenpidätyskyky on huono. Moreenin vesitalous on kuitenkin yleensä kohtalainen, sillä kivet ja sekoittunut maa-aines hidastavat veden kulkua.

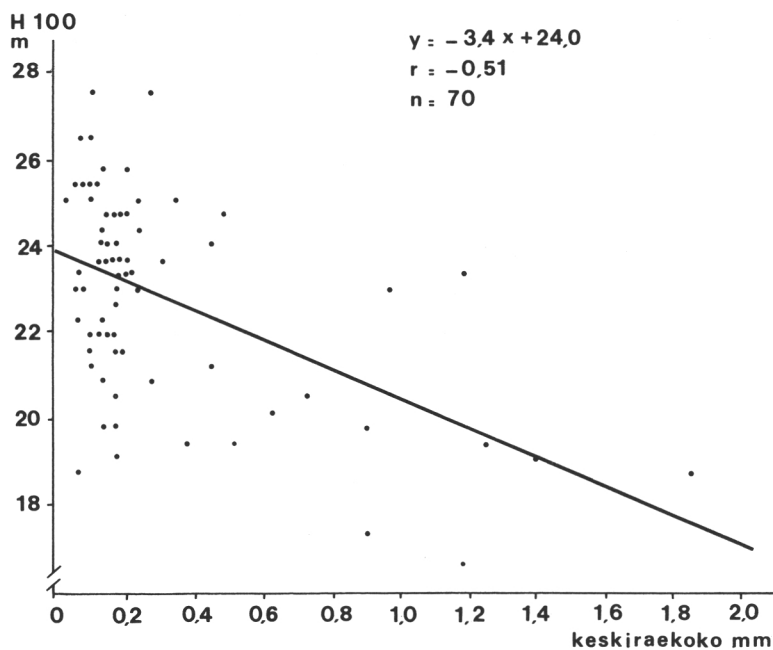
Metsät tällaisilla kasvupaikoilla ovat luontaisesti mäntyä kasvavia, puolukka-, kanerva tai jäkälätyyppejä. Tyypillinen maalaji on hiekka, joskin myös sora ja hietamaita esiintyy (kuva 1). Moreenimaiden osuus pienenee siirryttäessä VT:ltä CT:lle.



Kuva 1. Metsätyypeillä VT,CT ja CIT esiintyvien maalajien yleisyys Urvaksen ja Erviön (1974) mukaan. Sr=sora, Hk=hiekka, Ht=hieta. Varjostettu osa moreenia, varjostamaton lajittunutta maata.

Raekoon vaikutus kasvuun

Yleinen suuntaus on, että mitä karkeampi maa sitä huonompi kasvu. Tämä riippuvuus on kuitenkin melko väljä. Kuvassa 2 on tarkasteltu pituusboniteetin riippuvuutta maan keskiraekoosta. Aineistona on käytetty lannoituskokeiden 0-ruutuja eri puolilta maata. H100-arvot on korjattu siten, että lämpösumman ja maan kemiallisten ominaisuuksien vaikutus kasvuun eliminoituu.



Kuva 2. Pituusboniteetin (H100) riippuvuus kivennäismaan (0-30cm) keskiraekoosta. Lämpösumman ja maan kemiallisten ominaisuuksien vaikutus H100-arvoihin on eliminoitu.

Kuvan 2 mukaan maalajien ollessa savea, hiesua tai hietaa (<0,2 mm), kasvupaikan puuntuotoskyky ei riipu keskiraekoosta. Näillä hienojakoisilla mailla voi esiintyä yhtä hyvin CT:tä kuin OMT:täkin. Hiekkamailla ja sitä karkeammilla sen sijaan H100:n riippuvuus maalajista on selvempi. Kun raekoko puolestaan kuvastaa maan vesitaloutta, voidaan kuva 2 tulkita myös siten, että veden puute alkaa selvemmin rajoittaa kasvua maalajien ollessa

hienoa hiekkaa tai sitä karkeampaa.

Lannoituskohteina hienojakoiset maat ovat karkeita parempia, koska vesi ei ole minimitekijä. Kun toisaalta karut kasvupaikat ovat yleisimmin hiekkamaalla (kuva 1), on näillä odotettavissa huonompi lannoitusreaktio kuin viljavammilla kasvupaikoilla.

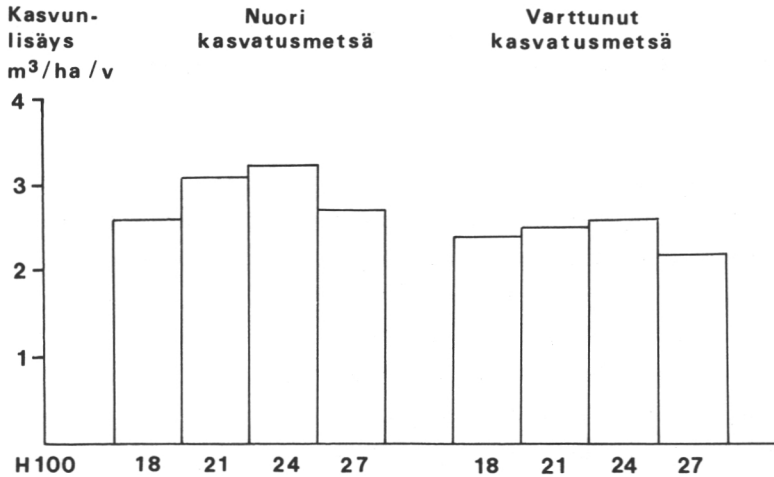
Jos sen sijaan kasvupaikan puuntuotoskyky on alentunut kivisyyden vuoksi, maalajien ei välttämättä tarvitse olla hiekkaa tai soraa. Viron (1947) mukaan VT:llä voi pohjamaan hienon aineksen määrä jopa lisääntyä kivisyyden lisääntyessä moreenimaalla. Kivisyyden vuoksi karuilla mailla lannoitusreaktio voi siten olla suurempi kuin karkean raekoon vuoksi karuilla kasvupaikoilla.

Lannoitusreaktio

Puolukkatyyppin männiköissä lannoitusreaktio on yleensä hyvä. Pitkäaikaisissa kokeissa toistuvasti lannoittaen on VT:tä vastaavilla pituusboniteeteilla H100 = 21-24 m saatu 2,5-3 m³/ha vuotuista kasvunlisäystä (kuva 3). Kun puuntuotoskyky tältä tasolta heikenee tai kasvaa, lannoitusreaktio vähenee.

Kuvan 3 boniteetti H100= 18 m vastaa Etelä-Suomen oloissa kanervatyyppin viljavampaa päätä (Mikola 1983). Tällaisilla mailla lannoitustulos on vielä kuvan mukaan varsin hyvä. Varsinaisilta karuilta kasvupaikoilta saadut koetulokset ovat sen sijaan olleet paljon heikompia (taulukko 1).

Kun kuvan 3 nuoretkin metsiköt ovat boniteetilla H100 = 18 m olleet 60-vuotiaita, eivät taulukossa 1 esitetyt tulokset ole suoraan vertailukelpoisia näiden kanssa. Ainoa "sarjaan sopiva" koe on 148 (Mouhijärvi), jonka tulos 1,3 m³/ha/v boniteetilla H100 = 15 m osoittaa, että kasvunlisäyksen pudotus on melko tuntuva to-della karuilla kasvupaikoilla.



Kuva 3. Männikön kasvunlisäyksen riippuvuus pituusboniteetista (H100) toistuvasti lannoitetuissa metsissä. Typpiannos 150 kg N/ha viiden vuoden välein (Kukkola ja Saramäki 1983).

Taulukko 1. Lannoituskoetuloksia CT:llä

Koe Sijainti	Ikä v.	Kivi-perust. %	Maa-laji	>0,05 mm %	H ₁₀₀ m	m ³ /ha/v 15 v aik.		
						-N	+N	Lisäys
24 Alastaro	26	3	KHk	3,3	15	1,1	1,7	0,6
44 -"-	20	0	HHk	3,8	15	0,4	0,8	0,4
45 -"-	20	2	KHk	3,8	14	0,5	1,1	0,6
64 Ruokolahti	32	5	HHk	16,2	21	3,4	3,7	0,3
106 Halsua	25	73	HHk	11,3	14	1,0	1,8	0,8
107 Alajärvi	15	3	HHk	9,1	16	0,7	1,3	0,6
148 Mouhijärvi	65	58	Sr	5,2	15	3,0	4,3	1,3

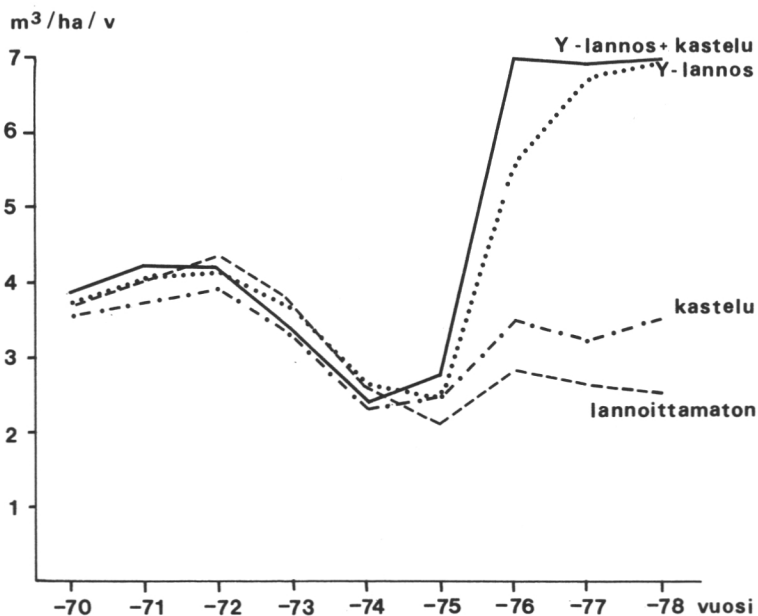
Tyypillistä taulukon 1 nuorille metsille on, että luontainen kasvu on ollut pieni, vain suuruusluokkaa $0,5-1,0 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$. Siihen verrattuna lannoitusreaktio on suhteellisesti melko suuri (50-100%). Kuutiometreinä kasvunlisäys on parhaimmillaankin jäänyt alle $1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$.

Eräitä näkökohtia maaperän arvostelemisessa voi tuloksista panna merkille. Maalaji keskiraekoon mukaan määritettynä ei kerro kasvupaikasta kovinkaan paljon, ovathan sora ja hieno hiekka tuottaneet saman boniteetin (kokeet 148 ja 44). Lisäselvyyttä antaa tieto hienon aineksen määrästä maassa, jota kuvastaa 0,05 mm:ä hienomman aineksen (hieno hieta, hiesu ja savi) osuus. Hienon aineksen runsaus lienee esimerkiksi Ruokolahden kokeella (64) osasyynä korkeaan boniteettiin ja voimakkaaseen kasvuun, vaikka pintakasvillisuus kuvastaa kanervatyyppejä. Tällä kokeella on syytä epäillä myös pohjaveden vaikuttavan kasvuun, sillä 70 cm syvydessä on karkea sorakerros, jossa veden kulku on helppoa.

Yleispiirteenä koetuloksissa on, että mitä parempi on luontainen kasvu, sitä voimakkampi on myös reaktio. Typpilannoitus on uusittu kokeilla 2-3 kertaa 15 vuoden aikana, mutta typpimäärän lisäämisen vaikutus on ollut hyvin pieni.

Kastelun merkitys

Kun karuilla kasvupaikoilla vesi on minimitekijä, herää luonnostaan kysymys, miten puusto reagoisi kasteluun. Tätä kysymystä selvittämään perustettiin Tammelaan vuonna 1975 kastelu-lannoituskoe vanhaan 105-vuotiaaseen CT-männikköön. Maaperä oli soraa, kivisyys 27% ja hienoa ainesta (alle 0,05 mm) oli 11,5% pinta-
maassa (0-30 cm) ja pohjamaassa (30-60 cm) vain 4,1%.



Kuva 4. Vuotuisen kasvun kehitys kastelu-lannoituskokeella Tammeleissa. Koe aloitettu 1975.

Kokeesta on julkaistu pintakasvillisuusselvitys (Mälkönen ym. 1982). Sen mukaan 150 kg typpeä Y-lannoksena ja kastelu (1200 mm vettä neljän kasvukauden aikana) kumpainenkin lisäsivät varpujen ja heinien kasvua. Rehevöityminen oli voimakkainta toisena kasvukautena lannoituksesta. Kanervan peittävyys lisääntyi pitkäaikaisesti.

Puustoreaktio (kuva 4) oli kasvupaikan karuuteen nähden yllättävän voimakas pelkällä lannoituksella. Vastaavasti kastelun merkitys jäi melko pieneksi. Mälkönen (suull.tied.) antaa tähän kaksi selitystä. Ensinnäkin koe ajoittui sellaisille vuosille, jolloin sadetta saatiin tavallista enemmän. Kastelu ei siis olisi ollut

tarpeen. Kastelun ja lannoituksen yhteisvaikutus on taas osaltaan lisännyt lannoitetypen huuhtoutumista ja vähentänyt siten lannoituksen tehoa. Selitys tuntuu luontevalta erityisesti siksi, että pohjamaa oli hyvin vettäläpäisevää.

Vaikka kastelu käytännön toimenpiteenä tuskin tulee kyseeseen, antaa koe silti aiheen seuraaviin päätelmiin: Runsaskaan sade ei karuilla mailla hyödytä paljoakaan puita, vaan koituu lähinnä pintakasvillisuuden hyväksi. Lannoitustehosta menee karkeilla mailla melkoinen osa hukkaan huuhtoutumisen seurauksena. Maan vedenpidätyskyvyn lisääminen olisi tärkeämpää kuin kastelu.

Lannoitussuosituksia

Karuja kasvupaikkoja lannoituskohteiksi valittaessa tulisi tarkastella sekä maata että puustoa. Jos maa on lajittunutta, sen kerroksellisuutta olisi hyvä selvittää mahdollisuuksien mukaan. Jos juurten ulottuvilla on hienompaa ainesta, puut kasvavat paremmin kuin pintakerros edellyttäisi. Yleensäkin hienomaan osuus on tärkeämpi kuin keskiraekoko. Jos maa on kivistä, olisi tarkasteltava, onko kyseessä moreeni. Tällöin yleensä maan vedenpidätyskyky on parempi kuin lajittuneilla mailla.

Yleisesti ottaen kannattaa lannoituskohteiksi valita vain muutenkin kohtalaisen hyvin kasvavia metsiköitä. Jos lisäksi kohteessa on tulossa ainespuuta, on lannoituksen kannattavuus parempi kuin taimikoissa. Sopivilla CT-kohteilla 150 kg typpeä hehtaarille antaa kohtalaisen kasvunlisäyksen.

KIRJALLISUUS

KUKKOLA, M. & SARAMÄKI, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvunlisäys kivennäis-

maiden männiköissä ja kuusikoissa. Commun. Inst. For. Fenn. 114:1-55.

MIKOLA, P. 1983. Metsätalousmaan luokitus. Tapion taskukirja 19.p. ss. 293-302. Kirjayhtymä. Helsinki.

MÄLKÖNEN, E., KELLOMÄKI, S. & ARO-HEINILÄ, V. 1982. Lannoituksen ja kastelun vaikutus männikön pintakasvillisuuteen. Silva Fenn. 16(1):27-42.

URVAS, L. & ERVIÖ, R. 1974: Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 3:307-319.

VIRO, P.J. 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. Commun. Inst. For. Fenn. 35(2):1-115.

HAPANSADE JA SEN VAIKUTUKSET

Erkki Ahti

Pelko Keski-Euroopan laajojen metsätuhojen leviämisestä Suomeen on käynnistänyt vilkkaan julkisen keskustelun ja antanut vauhtia myös tutkimukselle. Tuhojen aiheuttamistavasta on tutkijapiireissä useita käsityksiä. On ns. hapansadeteoria, joka pohjautuu teollisissa prosesseissa ja energiantuotannossa ilmakehään joutuvien rikin ja typen oksidien aiheuttamaan happamaan laskeumaan, joka vaikuttaa haitallisesti sekä suoraan metsäpuihin että metsämaahan. On myös tutkijoita, jotka pitävät todennäköisimpänä ilmassa olevan kaasumaisen rikkidioksidin suorina vaikutuksina metsäpuiden vihreisiin osiin. Hapansade- ja rikkikeskustelun taustalla ovat jo usean vuoden ajan kummitelleet ns. foto-oksidantit, näistä etenkin otsoni. Otsoniteorian mukaan Keski-Euroopan metsätuhojen syynä on autojen pakokaasujen typpioksideista ultraviolettivalon vaikutuksesta syntyvä otsoni (O_3), joka vaurioittaa neulasia ja altistaa ne muille ilman epäpuhtauksien vaikutuksille.

Suomessa on Ympäristöministeriön ja Maa- ja metsätalousministeriön koordinoimana vuonna 1985 käynnistymässä ns. happamoitumisprojekti, joka tulee rahoittamaan metsäntutkimusta, vesientutkimusta ja esim. päästöjen vähentämiseen tähtäävää teknistä tutkimusta. Projektin metsäntutkimukseen osallistuvat monet yliopistot sekä Metsäntutkimuslaitos, joka aloittaa metsissä tapahtuvien muutosten seurannan noin 2600 pysyvällä koealalla vuonna 1985.

TURVEKANKAIDEN UUDISTAMINEN

Seppo Kaunisto

Turvemaat ovat herkkiä uudistumaan luontaisesti ojikkovaiheessa, jolloin pintakasvillisuuden pohjakerros muodostuu vielä pääasiassa rahkasammalista. Ojituksen ikääntyessä syrjäyttävät seinäsammalet vähitellen rahkasammalet. Erityisesti karuhkoilla ja karuilla turvemail-la seinäsammalet saattavat muodostaa laajoja yhtenäisiä kasvustoja. Tämän lisäksi turpeen päälle muodostuu usein vaihtelevan paksuinen raakahumuskerros. Rehevillä turvemailloilla raakahumuskerroksen syntyminen näyttää olevan vähäisempää. Raakahumuskerros ja seinäsammal vaikeuttavat siementaimien syntymistä. Jo verrattain vähäiselläkin maanpinnan rikkomisella voidaan kuitenkin taimimista edistää. Toisaalta ei ole tiedossa, miten raakahumuskerros vaikuttaa taimien myöhempään kehitykseen.

Eräässä varpu- ja puolukkaturvekankaalle tehdyssä istutuskokeessa havaittiin, että mätästys edisti merkittävästi istutustaimien kasvua. Taimet kasvoivat 20 m:n levyisen mätästetyn saran keskellä paremmin kuin 10 m:n saralla ojan reunassa, mikäli viime mainitulta oli oja-maat siirretty pois. Samalla alueella todettiin, että kokonaisfosforipitoisuus kasvualustan ylimmässä 0-5 cm:n kerroksessa (raakahumuskerroksessa) oli huomattavasti matalampi kuin 5-10, 10-15 tai 15-20 cm:n kerroksessa. Sen sijaan kaliumia oli eniten joko 0-5 tai 5-10 cm:n kerroksessa ja huomattavasti vähemmän näitä syvemmissä turvekerroksissa. Tulos antaa viitteitä, että raakahumuskerros saattaa aiheuttaa ongelmia taimien ravinnetaloudessa ja että kysymys on erityisesti fosforitaloudesta.

SUOMETSÄT VALTAKUNNAN METSIEN INVENTOINTIEN VALOSSA
Eero Paavilainen

Vuonna 1979 aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ja metsänarvioimisen tutkimusosaston yhteistyönä soiden metsäoijituksen vaikutuksia koskeva tutkimus, joka perustuu pääasiassa valtakunnan metsien 6. ja 7. inventoinnin aineistoon. Etelä- ja Keski-Suomea koskevat tulokset on jo julkaistu (Paavilainen ja Tiihonen 1984, Folia For. 580). Niiden lisäksi esitetään tässä yhteydessä ennakkotuloksia Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun piirimetsälautakuntien alueelta.

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

Puuston kokonaistilavuus oli eri inventointien mukaan tutkimusalueella seuraava:

	Etelä- ja Keski-Suomi	Pohjoiset piirimetsältk.	Yhteensä
	milj. m ³		
3. inventointi	132	60	192
4. -"-	131	53	184
5. -"-	166	72	238

Suometsien puuston kokonaistilavuus on suurentunut 6. ja 7. inventoinnin välisenä aikana 29 % eli varsin runsaasti. Kokonaistilavuuden lisäys on itse asiassa vieläkin suurempi kuin tulosarjasta ilmenee. Siinä ei ole nimittäin otettu huomioon, että osa kolmannessa inventoinnissa soiksi luokitellusta pinta-alasta on eri tekijöiden vuoksi luettu 7. inventoinnissa kankaaseen tai muuhun maahan.

Kokonaiskasvun määräksi (kuorineen) saatiin seuraavat luvut:

	Etelä- ja Keski-Suomi	Pohjoiset piirimetsältk.	Yhteensä
	milj. m ³		
3. inventointi	5,34	2,43	7,77
4. -"-	6,08	2,59	8,67
5. -"-	8,86	3,91	12,77

Vuotuinen kokonaiskasvun lisäys koostuu pääosiltaan muuttumilta ja turvekankailta ja on määrällisesti korvissa suurempi kuin rämeillä. Tutkimuksissa on selvitetty paitsi puuston tilavuutta ja kasvua myös mm. soiden pinta-alaa, puulaji- ja kehitysluokkasuhteita, metsiköiden laatua ja hakkuutarvetta.

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 kennonaimien 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. Tutkimuspäivä 1982 esitelmät. 1983.
- No. 108. Kaarlo Kinnunen ja Ilkka Laurila
Erilaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreenimaalla. 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 suonpohjan turpeella. 1984.
- No. 177. Seppo Kaunisto
Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. 1985.

Metsäntutkimuslaitos
Parkanon tutkimusasema
39700 Parkano
puh. 933-2912

ISBN 951-40-0921-5
ISSN 0358-4283