

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

337

PARKANON TUTKIMUSASEMA



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ TAMPEREELLA 1988

Olavi Laiho & Tuire Kilponen (toim.)

Parkano 1989

Kansikuva:

Nevaräme muuttuu ojituksen jälkeen vähitellen puolukkaturvekankaaksi. Puusto tiheytyy ja järeytyy. Sarat ja rahkasammalet katoavat. Tilalle tulee varpuja ja kankaiden sammalia.

Vas.

Luonnontilainen nevaräme.
Kuva M. Saarinen.

Puolukkaturvekangas.
Kuva S. Kaunisto.

Oik.

Nevarämeen pintakasvillisuutta.
Kuva M. Saarinen.

Puolukkaturvekankaan pintakasvillisuutta. Kuva S. Kaunisto.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 337
Parkanon tutkimusasema

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ TAMPEREELLA 1988

Olavi Laiho & Tuire Kilponen (toim.)

SISÄLLYS

Olavi Laiho METSÄNTUTKIMUSLAITOS 70 VUOTTA	3
Seppo Kaunisto TURVEMAIDEN RAVINNETALouden PERUSTEITA	6
Antti Reinikainen LUONNONTILAISESTA SUOSTA TURVEKANKAAKSI	15
Teuvo Levula MAANMUOKKAUS METSÄN UUDISTAMISEKSI	26
Kaarlo Kinnunen TAIMILAJIN JA MAANMUOKKAUKSEN VAIKUTUS MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN ALKUEHITYKSEEN	28
Matti Leikola ja Kari Leinonen KUUSEN LUONTAINEN UUDISTAMINEN PIRKKA-HÄMEEN YKSITYISMAILLA..	29
Tytti Sarjala MYKKORITSAT JA PUIDEN TYPPIRAVITSEMUS	40
Timo Kurkela VERSOSYÖPÄPIDEMIOIDEN SYYT	49
Reijo Suninen VERSOSYÖPÄTILANNE PIRKANMAALLA	54

LUKIJALLE

Parkanon tutkimusaseman tutkimuspäivä järjestettiin viime joulukuussa Tampereella. Se oli tarkoitettu erityisesti Pirkka-Hämeen metsäammattiväelle. Osanottajia oli 250.

Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on otettu huomioon keskusteluissa esitetyt näkökohdat. Mahdollisuuksien mukaan niitä on muutenkin täydennetty. Kaarlo Kinnusen esitelmästä on vain tiivistelmä, koska se on julkaistu Folia Forestalia-sarjassa (n:o 727). Esitelmien käsikirjoitukset ovat tarkastaneet professorit Timo Kurkela, Erkki Lähde, Eino Mälkönen ja Eero Paavilainen.

Kiitän Parkanon tutkimusaseman puolesta kaikkia tutkimuspäivän järjestelyihin ja tämän tiedonannon valmisteluihin osallistuneita sekä tutkimuspäivän osanottajia.

Parkanossa 11.9.1989

Olavi Laiho
Tutkimusaseman johtaja

Kirjoittajat:

MMT Olavi Laiho	Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema
MMT Seppo Kaunisto	---
MML Kaarlo Kinnunen	---
Mti Teuvo Levula	---
FL Tytti Sarjala	---
MMT Timo Kurkela	Metsäntutkimuslaitos, metsänsuojelun tutkimusosasto
FL Antti Reinikainen	Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosasto
Prof. Matti Leikola	Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos
MMK Kari Leinonen	---
MH Reiijo Suninen	KML Tapio, Pirkka-Hämeen metsälautakunta

METSÄNTUTKIMUSLAITOS 70 VUOTTA

Olavi Laiho

Laitoksen perustaminen oli ensi kertaa esillä eräässä metsänhoito-
miesten kokouksessa Jyväskylässä vuonna 1866. Vastaavanlaisia
kokouksia oli sittemmin aika ajoin, mutta konkreettisiin toimiin
ne johtivat vasta vuonna 1906, jolloin A.K. Cajander sai tehtäväk-
seen tutustua ulkomaisiin metsäntutkimuslaitoksiin malliksi omal-
lemme. Laitoksen perustamisasetus annettiin syksyllä 1917 ja
toiminta käynnistyi seuraavana kesänä.

Tutkimustyö alkoi vaatimattomissa puitteissa Metsähallituksen
tilastokonttorissa. Käytettävissä oli kaksi huonetta ja puolikas
kolmannesta. Se on vähemmän kuin useimmissa metsänhoitoyhdistyk-
sissä tänään. Omat tilat Helsingin Metsätalossa valmistuivat
vuonna 1939. Toiminnan niissä keskeytti kuitenkin sota ja sieltä
palattua puolet tiloista oli Kansanhuolto- ym. virastojen käytössä.
Kun tilat 1960-luvun alussa saatiin takaisin, ne olivat jo pienet.
Alettiin suunnitella uusia tiloja Helsingin lähiympäristöön ja
niin tehdään vieläkin. Ilahduttavasti eri puolille maata on
kuitenkin saatu kahdeksan modernia tutkimusasemaa. Niillä ja
tutkimusmetsissä työskentelee laitoksen tuhannesta työntekijästä
puolet. Toiminta alkoi viiden työntekijän voimin, joista kolme
oli professoreja. Nyt professoreja on 15 ja tutkijoita yhteensä
210.

Keskeisin syy Metsäntutkimuslaitoksen perustamiseen oli epätietoi-
suus puuston määrästä, kasvusta ja riittävydestä. Heti käytiinkin
toteuttamaan valtakunnanmetsien ensimmäistä inventointia. Kulku-
neuvona oli polkupyörä ja laskukoneita pyöritettiin käsin. Hanke
oli ainutlaatuisen rohkea ja antoi tulokseksi yli 600 painosivua.
Yleensäkin tutkimukset olivat tuolloin perusteellisia tarkkoine
sanallisine aineistokuvauksineen. Nämä kuvaukset on viime aikoina
monissa yhteyksissä todettu erityisen arvokkaiksi. Nykytutkimukset
puolestaan keskittyvät liiankin paljon yksinomaan tietokoneiden
numeroleikkiin. Myös ohuempia ja samalla toivottavasti luettavam-
pia ne kuitenkin ovat. Kaikkiaan tutkimuksia on laitoksen omissa
sarjoissa julkaistu yli 1500 ja vuosittain niitä valmistuu runsaat
50.

Metsäntutkimuslaitos nautti ensimmäiset kaksi vuosikymmentään metsänhoitajakunnan ja valtiovallan varauksetonta luottamusta. Kuvaavaa on, että pääministeri Tanner antoi vuonna 1927 laitoksen tehtäväksi selvittää, mitä lisähenkilöstöä ja -rahoitusta se tarvitsisi. Toimeksianto johti pikaisesti mm. kolmeen uuteen professuuriin. Nyttemmin tällaisia toimeksiantoja ei enää tule ja professorienkin arvostus on laskenut päätellen siitä tavasta, jolla heitä tiedotusvälineissä riepotellaan. Positiivinenkin piirre tähän arvonlaskuun silti sisältyy; tutkijat korkeinta tasoa myöten ovat tulleet lähemmäksi metsätalouden harjoittajia.

Toisaalta on tapahtunut etääntymistä. Monet tekevät sirpale-tutkimusta, jota ei ole helppo soveltaa käytäntöön. Haittana on myös kaiken aikaa vähenevä metsällinen kokemus ja lisääntyvä kaupunkilaistausta. Biologinen perustutkinto ei anna kuvaa metsätalouden käytännön realiteeteista, jotka lienevät tytöille vieraampia kuin pojille. Jatkossa joidenkin on tarpeen keskittyä käytännön sovellutusohjeiden tekoon osan tutkijoista tehdessä perustutkimusta "solutasolla".

Ei ole lyhyesti luonnehdittavissa, mitä kaikkea laitoksessa vuosikymmenten saatossa on tutkittu. Itse asiassa on tutkittu lähes kaikkia metsällisiä ongelmia. Parhaillaan on työn alla yli 300 tutkimusaihetta, joukossa useita laajoja yhteistyöprojekteja. Ne ovatkin tulevaisuuden työmuoto samaten kuin tukeutuminen enenevässä määrin modernin tekniikan käyttöön tiedonkeruussa, monipuolisiin laboratorioanalyysiin ja tehokkaaseen ATK-laskentaan.

Pitkäaikaisesta lisääntyneestä tutkimisesta huolimatta ongelmat eivät ole loppumassa. Tilanne on täsmälleen päinvastainen. Uusia tutkimusaiheita nousee esiin nopeammin kuin entisiä pystytään ratkomaan. Jatkossa ilmansaasteet työllistävät laitosta enenevässä määrin ja perinteinen metsäntutkimus tekee sille tilaa. Metsuripula pahenee nopeaa tahtia ja harvennuksiin, erityisesti ensiharvennuksiin sopivien koneiden ja korjuumenetelmien kehittämisen on kiireellisenä edessä. Yhteiskunnan lisääntyvä vastenmielisyys kovaan teknologiaan ja tehometsätalouteen vaatii tutkimaan niiden erilaisia vaihtoehtoja.

Metsäteollisuuden hyvä kannattavuus mahdollistaa laajennukset. Investoinnit ovat enenevässä määrin kohdistumassa ulkomaille. Olisi kiireellisesti selvitettävä, minkälaisia rahavirtoja sijoituksista on odotettavissa kotimaahan ja kelle, ja edistävätkö investoinnit omien tuotteidemme markkinointia vai kenties pahentavat tilannetta. Uuden teollisuuden sijoitus tulee ratkaista kansantaloudellisesti edullisimmalla tavalla.

Erityistä tiedon tarvetta on koivun osalta. Sen kysyntä on ollut jo kolme vuotta hyvä. Jos tilanne säilyy tällaisena, se vaikuttaa metsänhoitoon tavattoman paljon. Koivua on helppo uudistaa. Se on kiitollinen jalostaa, kestää saasteita havupuita paremmin ja on metsämaan kunnan kannalta edullinen. Varma tieto koivun tulevasta jalostusarvosta on ehkä kaikkein tärkein käytännön odottama tutkimustulos. Myönteinen jatkokehitys muuttaisi huomattavasti metsänhoito-ohjeita ja maamme maisemakuvaa. Ehkä raatsittaisiin luopua liioista hirvistäkin.

TURVEMAIDEN RAVINNETALOUDEN PERUSTEITA

Seppo Kaunisto

1. JOHDANTO

Turvemaita on ojitettu jo yli 5 milj. ha. Puuston kasvu niillä on lähes neljännes puuston kokonaiskasvusta Suomessa. Suomet-sillä on näin ollen varsin huomattava merkitys Suomen metsäteol-lisuuden puuhuollossa. Menneinä vuosikymmeninä kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että metsänparannustoiminnasta ja suometsien hoidosta yleensäkin vastasi näihin asioihin perehtynyt metsäammattiväki. Metsänparannustoiminnan pioneerivaiheen ollessa nyt loppusuoralla näyttää siltä, että suometsien käsittely yhä suuremmassa määrin pyritään rinnastamaan kivennäismaiden metsien käsittelyyn. Turvemaidella on kuitenkin eräitä vesi- ja ravinne-taloudellisia piirteitä, jotka erottavat ne selvästi kivennäis-maista ja edellyttävät turvemaiden metsänkasvattajilta ravinne-talouden perusteiden ymmärtämistä päätöksenteon pohjaksi.

2. SOIDEN SYNTY JA RAVINNETALOUDEN KEHITYS

Soita syntyy monin eri tavoin. Kaikille kuitenkin on yhteistä se, että maassa on runsaasti vettä ja yleensä niukasti happea. Esimerkiksi metsämaa saattaa soistua, jos puuston haihdunta josta-kin syystä voimakkaasti vähenee tai ulkopuolelta alueelle alkaa valua vesiä tavallista enemmän. Happitalouden huonontuminen vai-keuttaa mikrobien hajotustoimintaa ja orgaanista ainetta alkaa kasaantua. Samanaikaisesti kosteutta suosivat kasvilajit, kuten sarat ja rahkasammalet alkavat yleistyä.

Rakenteensa ansiosta rahkasammalet kykenevät ottamaan ja pidät-tämään vettä tehokkaasti sekä myös happamoittamaan kasvupaikkaa ja näin luomaan olosuhteet itselleen edullisiksi, mutta monille muille kasveille, kuten esim. puille epäedullisiksi.

Suon kehityksen alkuvaiheessa kasvit saavat kivennäisravinteita alla olevasta kivennäismaasta, aluksi suoraan juuristoillaan,

myöhemmin kapillaarisesti tai haihtumisvirtauksen mukana nousevasta vedestä. Soistumisen edetessä turpeen ilmavuus edelleen vähenee, turve happamoituu ja mikrobitoiminta hidastuu edelleen. Turvekerroksen paksuuden lisääntyessä puiden juuriston yhteys kivennäismaahan katkeaa ja puut ovat pääasiassa turpeesta saatavien ravinteiden varassa. Luonnontilaisilla aapasoilla ympäröiviltä kivennäismailta tulevat valumavedet tuovat jonkin verran kivennäisravinteita suolle. Metsäojitus kuitenkin katkaisee valumavesien kulun kivennäismailta suolle.

Turvekerroksen kasvaessa paksuutta pintakasvillisuus ja puusto säilyttävät kivennäismaasta peräisin olevia ravinteita ravinnekierrrossaan. Tästä syystä aivan turpeen pintaosissa kivennäisravinteita on enemmän kuin syvemmillä. Toisaalta kivennäisravinteita samanaikaisesti jää muodostuvaan turpeeseen ja niitä huuhtoutuu. Seurauksena on, että turvekerroksen kasvaessa paksuutta se samalla vähitellen köyhtyy ja puiden kasvumahdollisuudet huononevat.

Luonnontilaiselle suolle on tyypillistä, että 0-10 cm:n ja joissakin tapauksissa vielä 10-20 cm:n pintakerroksessa voi kaliumia olla yhtä paljon tai enemmänkin kuin fosforia, mutta syvemmillä tilanne on päinvastoin. Pitkään ojitettuina olleilla turvemaidella kaliumia on yleensä jo pinnasta lähtien vähemmän kuin fosforia. Typpeä turpeessa on aina moninkertainen määrä kivennäisravinteisiin verrattuna ja sen pitoisuus lisääntyy yleensä siirryttäessä turveprofiilissa alaspäin.

3. PUIDEN RAVINTEIDEN KÄYTTÖ JA TURPEEN RAVINNEVARAT

Turpeen kokonaistyyppi- ja fosforimäärät ovat karuillakin turvemaidella moninkertaiset ja runsastyyppisillä jopa monikymmenkertaiset puustoon pidättyvään määrään verrattuna. Vanhoja ojitusalueita koskevissa tutkimuksissa on lisäksi todettu, että typen ja fosforin määrä lisääntyy turpeen tilavuusyksikköä kohden ojituksen ikääntyessä ja turpeen maatuessa ja painuessa kokoon.

Sen sijaan kaliumia turpeessa on vähän. Esim. eräillä luonnontilaisilla rämeillä turpeen 0-20 cm:n pintakerroksessa kaliumia

oli vain suunnilleen saman verran ja eräillä vanhoilla ojitusalueilla vain n. puolet edellämaitunlaiseen puustoon sitoutuneesta määrästä. Vaikka eri ravinteet ovat eri tavoin kasveille käyttökelpoisessa muodossa, kuten luvusta 4 ilmenee, on todennäköistä, että kaliumin riittävyys on ongelma turvemaiden metsänkasvatuksessa avosoiden lisäksi ainakin paksuturpeisilla rämeillä ja niistä kehittyneillä turvekankailla.

4. RAVINTEIDEN KÄYTTÖKELPOISUUS

Pääravinteista kalium on turpeessa joko vapaasti maavedessä tai löyhästi kiinnittyneenä kationinvaihtokompleksiin. Kalium ei ole minkään orgaanisen yhdisteen osana. Tällä tavoin se on kokonaan kasvien käytettävissä. Sen sijaan typpi ja fosfori ovat lähes kokonaan sitoutuneet orgaanisiin yhdisteisiin niiden kiinteänä osana. Typen ja fosforin vapautuminen turpeesta kasveille käyttökelpoiseen muotoon edellyttääkin mikrobien hajotustoimintaa.

Mikrobit hajottavat orgaanista ainetta vain uuden mikrobimassan tuottamiseksi. Mikrobisto tarvitsee lisääntyäkseen samoja alkuaaineita kuin puustokin. Tarvittavia ravinteita sisältävän orgaanisen aineksen hajottajana se on myös vapautuvien ravinteiden ensisijainen käyttäjä ja puustolle jää vain ylijäämä.

Orgaanista ainetta hajoittaakseen mikrobisto erittää ympäristöönsä entsyymejä, jotka pilkkovat suurimolekyylisiä yhdisteitä (esim. polysakkarideja, valkuaisaineita jne.) pienempiin osiin. Kun pilkkoutuminen on jatkunut riittävän pitkälle (esim. tärkeyksestä yksinkertaisia sokereita, valkuaisaineista aminohappoja), mikrobit kykenevät absorboimaan entsyymireaktioiden lopputuotteet ja käyttämään ne rakennusaineekseen tai hyödyntämään energiana, jonka avulla voivat jälleen tuottaa entsyymejä suurimolekyylisten yhdisteiden pilkkomiseksi.

Hajotustoiminta on energiaa kuluttava prosessi siihen saakka, kunnes mikrobit pystyvät absorboimaan pilkkomisketjun lopputuotteen ja käyttämään sitä energiakseen. Kaikki mikrobiston orgaanisista yhdisteistä vapautuvat ravinteet mikrobisto käyttää omaksi rakennusaineekseen niin kauan, kun sen käytettävissä on energianläh-

teeksi sopivaa materiaalia.

Energian ja ravinteiden välistä suhdetta kuvaa orgaanisen aineksen C/N-suhde. Esim. tyypeä alkaa vapautua kasveille käyttökelpoiseen muotoon vasta, kun orgaanisen aineen C/N on pienempi kuin mikrobimassan. Mikrobien C/N-suhde vaihtelee n. 5-15. C/N-suhdetta n. 25 pidetään raja-arvona, jota pienemmillä suhteen arvoilla tyypeä vapautuu orgaanisesta aineesta myös kasveille. Maatumattoman rahkaturpeen C/N-suhde saattaa olla jopa 100, kun se pitkälle maatuneessa turpeessa voi olla alle 15.

Hiilen ja fosforin välillä vastaava suhteen (C/P) raja-arvo on n. 200-300. Jotta ravinnetilanne olisi tasapainoinen typen ja fosforin välillä, tulisi niiden välisen suhteen orgaanisissa aineissa olla edellisen perusteella n. 100:10, koska orgaanisesta aineesta vapautuu hajotustoiminnan tuloksena kyseisiä ravinteita samassa suhteessa kuin niitä siinä on sitoutuneena. Elävässä puustossa suhde onkin hyvä (taulukko 1). Sen sijaan neulaskarikkeissa ja esim. tupasvillan karikkeissa ja erityisesti turpeessa suhde on selvästi suurempi (taulukko 1). Tästä on ilmeisenä seurauksena, että turvemailla on yleisesti fosforin puutetta tyypeen verrattuna.

5. RAVINNETALOUDEN SÄÄTELY

51. Ojitus

Ojituksella alennetaan pohjaveden pintaa ja lisätään näin kasvu-
alustan ilmavuutta. Tämä parantaa juuriston kehitystä ja niiden ravinteidenottokykyä lisäten samalla juuriston ulottuvilla olevaa ravinteiden absoluuttista määrää. Ilmavuuden lisääntyminen edistää mikrobiston hajotustoimintaa, jolloin ravinteiden kierto nopeutuu ja yhä enemmän ravinteita vapautuu myös kasvien käyttöön. Voidaan-
kin sanoa, että ojitus on paljolti ravinnetalouden hoitoa.

Ravinnetaloudellisessa mielessä ojituksella on myös haitallisia vaikutuksia. Ojituksen tarkoituksena on parantaa puuston kasvua, jotta runkopuu voidaan aikanaan ottaa talteen. Samalla ravinteita myös kulkeutuu pois suoekosysteemistä. Ojitus lisää myös ravinteiden huuhtoutumista. Ongelmallisin tilanne on kaliumin kohdalla,

jota paksuturpeisilla soilla on muutoinkin niukasti.

Turvekankaaksi kehittyessään monille turvemaille syntyy raakahumusta, joka muodostaa löyhän, vähäravinteisen, eristävän kerroksen turpeen pinnalle. Raakahumuksen pääkomponentteina ovat karikkeet, varpujen juuristot ja seinäsammal sekä joissakin tapauksissa karhunsammal. Alustavissa mittauksissa on todettu, että kun raakahumus poistetaan, turpeen lämpötila on kasvukauden alussa korkeampi ja kasvukauden lopussa alempi kuin raakahumuksen peittämässä turpeessa. Lämpösumma raakahumuksen peittämässä turpeessa oli n. 100 d.d.-yksikköä alempi kuin turpeessa, jonka päältä raakahumuskerros oli poistettu. Kun valtaosa kasvupaikan ravinteista kuitenkin on turpeessa eikä raakahumuksessa, ovat kasvit

Taulukko 1. Typen, fosforin ja kaliumin suhteita elävässä puustossa, karikkeissa ja turpeessa.

Suotyyppi	Ravinteiden suhde		
	N	P	K
Puustossa			
MK	100	13 ¹⁾	35
IR	100	11 ¹⁾	39
IR	100	10 ²⁾	37
Männyn neulaskarikkeissa ³⁾			
RhSR	100	5	13
VSR	100	7	18
Tupasvillan karikkeissa ⁴⁾			
	100	4	9
Turpeessa ⁵⁾			
RhK	100	4	1
MK	100	3	1
PK	100	4	1
RhSR	100	3	1
VSR	100	4	1
IR	100	3	1

1) Holmen 1964, 2) Paavilainen 1980, 3) Finér 1988, 4) Heal, Latter & Howson 1978, 5) Kaunisto & Paavilainen 1988.

riippuvaisia nimenomaan turpeen ravinteiden mineralisoitumisesta. Onkin todennäköistä, että raakahumuskerros heikentää mikrobien toimintaa ja näin myös ravinteiden mineralisoitumista turpeessa. Tutkimustuloksia asiasta ei kuitenkaan ole.

52. Lannoitus

Typpi

Jos turpeen C/N-suhde on korkea (= vähätyppinen kasvupaikka, huonosti maaton tai maatumaton turve), on turpeen ravinnetaloutta vaikeata parantaa lannoittamalla. Kun C/N-suhde on suurempi kuin 20-30, lannoitteenakin annettusta tyypestä osa sitoutuu mikrobistoon. Mitä suurempi suhde on, sitä nopeammin ja sitä suurempi osa lannoitteen tyypestä sitoutuu.

Karuillakin soilla turpeessa on jo 20 cm:n pintakerroksessa 5-10 ja rehevillä soilla jopa 20-30 -kertainen määrä typpeä nykyiseen lannoitussuositukseen (100 kg/ha N) verrattuna. Näin ollen typen lisäyksellä on mikrobiston kannalta vain marginaalinen merkitys. Kun se kuitenkin on suoraan käyttökelpoisessa muodossa, mikrobisto käyttää ensisijaisesti sitä. Kun lisäksi energiaa ja hiiltä on yleensä runsaasti tarjolla, sitoutuu lannoitteessa annettu typpi nopeasti mikrobistoon. Tästä syystä tyypilannoituksen vaikutus jääkin yleensä lyhytaikaiseksi.

Toisaalta tilanteessa, jossa C/N-suhde on pieni (maatuneet turpeet) ja jossa typpeä luontaisestikin mineralisoituu puille riittävästi, saattaa tyypilannoitus hetkellisesti kohottaa mineraalityypen määrän liian korkeaksi, mikä puolestaan vaikeuttaa puiden talveentumista ja heikentää niiden kylmänkestävyyttä.

Fosfori

Turpeen typen ja fosforin epäsuhdetta voidaan parantaa fosforilannoituksella. Verrattuna eräisiin luonnontilaisilla rämeillä mitattuihin fosforimääriin lannoitettaessa nykysuosituksen mukaisilla määrillä (40-50 kg/ha P) fosforia annetaan suotyypistä riippuen 30-100 % turpeen 0-20 cm:n pintakerroksen sisältämästä fosforista. Näin ollen fosforia annetaan verrattain runsaasti turpeeseen sitoutuneeseen määrään verrattuna. Jos se lisäksi

annetaan hidasliukoisena, on fosforilannoituksen vaikutusaika pitkä, mikäli muita ravinteita on riittävästi. Olosuhteissa, joissa typpeä mineralisoituu kasveille käyttökelpoiseen muotoon (C/N-suhde < 20-30) fosforilannoituksen vaikutusaika voikin olla jopa yli 20 v. Tällöin kaliumin riittävyys saattaa muodostua kasvun rajoittajaksi.

Kalium

Nykyisissä kalilannoitteissa kalium on vesiliukoisessa muodossa kalisuolana (KCl). Maahan joutuessaan kaliumionit joko jäävät maanesteeseen tai kiinnittyvät heikosti kationinvaihtopaikkoihin. Tästä syystä lannoitteissa annettu kalium huuhtoutuu helposti ja nopeasti valumavesien mukana. Onkin ilmeistä, että puuston täytyy kyetä ottamaan lannoitekalium maasta nopeasti ja tehokkaasti muutaman lannoitusta seuraavan vuoden aikana ja että kaliumin lannoitusvaikutuksen kesto perustuu sen liikkuvuuteen ja sisäiseen kiertoon puussa ja muussa kasvillisuudessa. Lannoitushetkellä puuston tulisikin olla hyväkuntoinen, jotta se pystyisi ottamaan nopeasti maasta mahdollisimman suuren osan lannoitekaliumista. Maasta suuretkin kaliumin määrät huuhtoutuvat varsin nopeasti.

KIRJALLISUUS

- Ahti, E. 1983. Fertilizer-induced leaching of phosphorus and potassium from peatlands drained for forestry. Seloste: Lannoituksen vaikutus fosforin ja kaliumin huuhtoutumiseen ojitetuilta soilta. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 111. 20 s.
- Alexander, M. 1961. Introduction to soil microbiology. John Wiley & Sons, Inc. 472 s.
- Finér, L. 1988. Lannoituksen vaikutus turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin, puuston biomassaan ja ravinteiden kiertoon kolmella muuttumalla. Käsikirjoitus.
- Heal, O. W., Latter, P. M. & Howson, J. 1978. A study of the rates of decomposition of organic matter. In: Production ecology of British moors and montane grassland, eds. O. W. Heal & D. F. Perkins. Springer-Verlag, Berlin. s. 136-159.

- Heikurainen, L. 1955. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuiva-
tuksen vaikutus siihen. Referat: Der Wurzelaufbau der
Kiefernbestände auf Reisenmoorböden und seine Beeinflussung
durch die Entwässerung. Acta Forestalia Fennica 65(3). 85
s.
- Holmen, H. 1964. Forest ecological studies on drained peatland
in the province of Uppland, Sweden. Parts I-III. Studia
Forestalia Suecica 16. 236 s.
- Kaila, A. 1956. Phosphorus in various depths of some virgin
peatlands. Selostus: Fosforista eräitten luonnontilaisten
soitten eri kerroksissa. The Journal of Scientific Agricul-
tural Society of Finland 28(2):90-104.
- & Kivekäs, J. 1956. Distribution of extractable calcium,
magnesium, potassium and sodium in various depths of some
virgin peat soils. The Journal of Scientific Agricultural
Society of Finland 28(4):237-247.
- Kaunisto, S. 1984. Suometsien uudistaminen turvekangasvaiheessa.
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137:7-21.
- 1985. Lannoituksen, ilman lämpösumman ja eräiden kasvualus-
tan ominaisuuksien vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun turve-
mailla. Summary: Effect of fertilization, temperature sum
and some peat properties on the height growth of young pine
sapling stands on peatlands. Folia Forestalia 616. 27 s.
 - 1987. Effect of refertilization on the development and
foliar nutrient contents of young Scots pine stands on
drained mires of different nitrogen status. Seloste: Jatko-
lannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kehitykseen ja neu-
lasten ravinnepitoisuuksiin typpitaloudeltaan erilaisilla
ojitetuilla soilla. Communicationes Instituti Forestalis
Fenniae 140. 58 s.
 - 1988a. Metsäojitettujen turvemaiden ravinnevarat. Metsän-
tutkimuslaitoksen tiedonantoja 300:3-9.
 - 1988b. Metsäojitettujen turvemaiden ravinnevaroista ja
niiden riittävydestä. Summary: On nutrient amounts and
their sufficiency for wood production on drained peatlands.
Suo 39(1-2):1-7.
 - & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage
areas and growth of stands. Seloste: Turpeen ravinnevarat
vanhoilla ojitusalueilla ja puuston kasvu. Communicationes
Instituti Forestalis Fenniae 145. 39 s.

- Paavilainen, E. 1966. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämemännikön juurisuhteisiin. Summary: On the effect of drainage on the root systems of Scots pine on peat soils. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 61(1). 110 s.
- 1980. Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp. Seloste: Lannoituksen vaikutus kasvibiomassaan ja ravinteiden kiertoon ojitetulla isovarpuisella rämeellä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(5). 71 s.
- 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(4-5):95-102.
- Swift, M. J., Heal, O. W. & Anderson, J. M. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. University of California Press. *Studies in ecology* volume 5. 372 s.
- Vahtera, E. 1955. Metsänkasvatusta varten ojitetujen soiden ravinnepitoisuuksista. Referat: Über die Nährstoffgehalt der für Walderziehung entwässerten Moore. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45(4). 108 s.
- Westman, C. J. 1981. Fertility of surface peat in relation to the site type and potential stand growth. Seloste: Pintaturpeen viljavuustunnukset suhteessa kasvupaikkatyyppin ja puuston kasvupotentiaaliin. *Acta Forestalia Fennica* 172. 77 s.

LUONNONTILAISESTA SUOSTA TURVEKANKAAKSI

Antti Reinikainen

1. OJITETTUIJEN SOIDEN LUOKITUKSEN YLEISET PIIRTEET

Suon metsäojituksen tavoitteena on tehdä kasvupaikasta, jonka ekologia luonnontilassa haittaa puiden toimeentuloa, kasvupaikka, jonka olosuhteet lähenevät kangasmailta optiminsa löytävien puulajien, männyn tai kuusen vaatimuksia. Sikäli kuin tavoitteeseen päästään, myös pintakasvillisuuden muutos myötäilee positiivista tulosta. Syntyy kangasmetsiä muistuttavia ja niihin tuottokyvyllään rinnastettavia kasviyhdyksuntia, turvekankaita (tkg).

Suon kasvillisuuden muuttuminen kuivatuksen seurauksena kangasmetsämäiseksi oli havaintoon perustuva tosiasia jo A. K. Cajanderille (1911). Luonnonkuivumia ja mm. nälkävuosien ojitustuloksia tarkastelemalla hän ja Tanttu (1915) osasivat muodostaa luonnontilaisista soista erilaisiin 'turvemaiden kangasmetsätyyppeihin' johtavia kehityslinjoja. Seuraavien neljän vuosikymmenen aikana näitä sarjoja analysoitiin ja todennettiin erityisesti Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston kestokoealoja seuraamalla. Kehitysvaiheiden nimistö vakiintui Lukkalan ja Kotilaisen (1951) 'Soiden ojituskelpoisuus' -opaskirjassa esitetyksi: luonnontilainen suo - ojikko - muuttuma - turvekangas. Vaiheiden rajat määriteltiin pintakasvillisuuden kehityksen avulla, mutta käytännössä puustolla on ollut tärkeä sijansa apukriteerinä.

Tutkittaessa kysymystä 'mitä tietystä suotyypistä ojituksen seurauksena tulee' löydettiin nopeasti lainalaisuuksia suokasvupaikasta. Yksi tärkeimmistä voidaan muotoilla esim. seuraavasti: mitä metsämaisempi suokasvupaikka sitä nopeampi ja tyypillisempi turvekangaskehitys, jota suomaisempi suo sitä kauemmin ja enemmän kasvillisuus säilyttää kangasmetsätyypistä poikkeavia piirteitä. Toinen päähavainto kuitenkin oli, että alunperin märkä ja rehevä suo muuttuu nopeammin kuin kuiva ja karu. Ojituskokeilut tuottivat jo varhain myös esimerkkejä, joissa turvekangasta ei tullut, ts. ei syntynyt kasviyhdyksuntaa, joka olisi ollut sovitettavissa tyyppisarjaan (Jätkg) - Vatkg - Ptkg - Mtkg - Rhtkg - (Lhtkg). Sanottiin kehi-

tyksen näissä tapauksessa pysähtyneen muuttuman asteelle.

Nykyinen yli 5,5 milj. ha:n metsäojituspinta-ala on valtaosin 1960-1970 -lukujen aherruksen tulosta. Turvekankaiden määrä oli 7. VMI:ssa n. 730 000 ha ja n. 17 % ojitusala. Vuonna 1985 niiden pinta-ala näyttää ylittäneen miljoonan ha:n rajan. Turvekankaita oli jokseenkin yhtä paljon kuin yli 30-vuotiaita ojituksia. Tämä tasaisesti kasvava ala on voitava luokitella turvekangassarjan avulla. Samalla pienenee ojikoiden ja muuttumien luokittelutyössä sovellettava alkuperäisten suotyyppien ja luonnontilaisen suon ekologisten piirteiden tuntemisen tarve. - Vai pieneneekö se ?

2. KRIITTISIÄ HAVAINTOJA SOIDEN METSÄTALOUDELLISESTA LUOKITUKSESTA

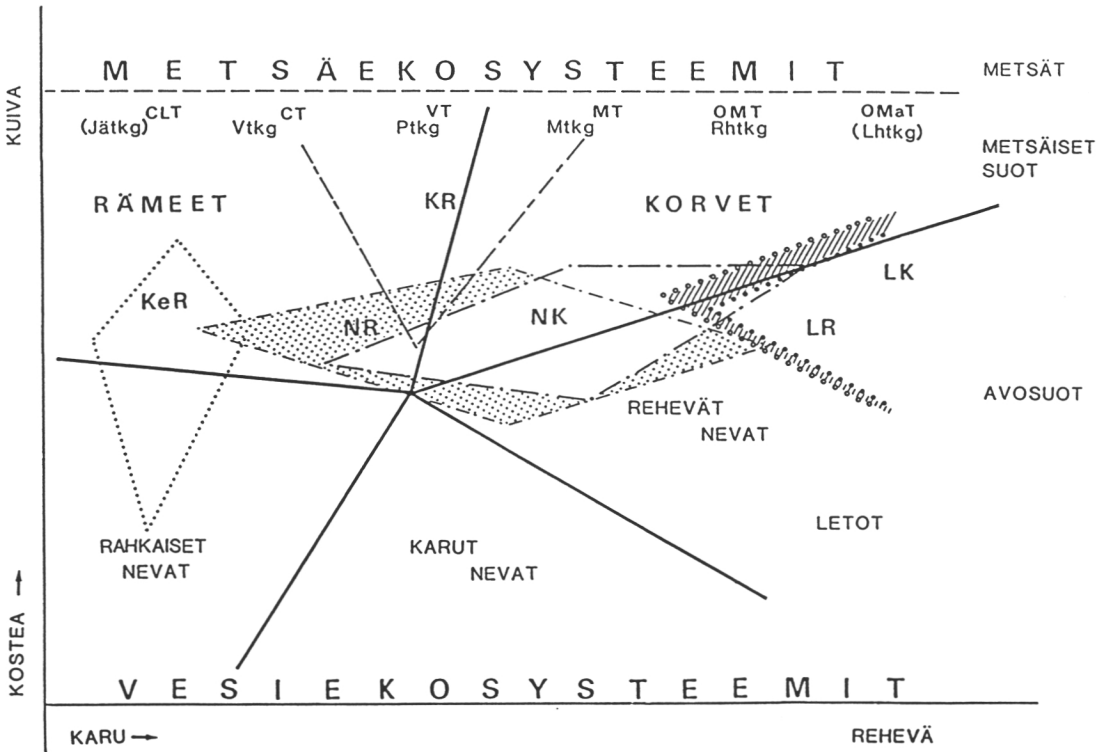
Seuraavalla pohdinnalla yritetään johtaa vastausta kysymykseen täsmentyisikö ja helpottuisiko luokitustehtävä metsäojitusalueilla, jos joitakin valikoituja suon luonnontilaan viittaavia määreitä kuljetettaisiin luokituksessa mukana aina turvekangasvaiheeseen asti.

Suotyyppijärjestelmä esitetään usein kahden ekologisen päävaihtelusuunnan, kosteuden ja ravinteisuuden koordinaatistossa (kuva 1, ks. myös esim. Reinikainen ja Hotanen 1988 kuva 1). Erot vesitaloudessa nähdään siis suotyyppien lukuisuuden perussyynä, ts. samalla ravinteisuuden tasolla esiintyy vain yksi metsätyyppi (kasvupaikkatyyppi), mutta useita kosteudeltaan erilaisia suotyypppejä. Ojitus supistaa kuvan 1 y-akselin (kosteus) suuntaista vaihtelua. 'Turvekangasteorian' mukaan kosteusvaihtelu pienenee kuivatus- ja metsäsukcession (ks. Reinikainen 1988, kuva 2) edistyessä lopulta luokituksen kannalta merkityksettömäksi. Luokitusjärjestelmässä tämä näkyy siten, että ne n. 30 suotyyppiä, joiden kohdalla kehittyminen turvekankaaksi on ilmeinen, korvataan 4-5 turvekangastyypillä.

Tyyppinimien määrän supistaminen on sijoitettu välille muuttuma - tyyppikangas, käytetäänhän muuttuman nimen alkuosana vielä alkuperäistä suotyyppiä. Mitään äkillistä ekologista tai kasvillisuuteen liittyvää muutosta ei kuitenkaan tapahdu muuttuman siirtyessä

turvekankaiden ryhmään. Teoriassa ja myös havaintojen mukaan sukkessiokehitys on tuossa vaiheessa hidastuvaa ja tasapainottuvaa, ja käytännössä raja muuttuman ja turvekankaan välillä on liukuva ja sovinainen. Luonnonilmiö ja sen nimittely näyttävät täten olevan selvässä ristiriidassa. Nimistö kielii tietyn tasoisesta 'ihmeestä', suon ominaisuuksien äkillisestä häviämisestä jäljettömiin, kun taas havainnot kertovat 'luonnollisesta', selitettävissä olevasta ilmiöstä.

Luonnonilaisten soiden tyyppinimistö koostuu lähes kokonaan aineksista, joilla voidaan ilmaista myös suon ojituksen jälkeistä



Kuva 1. Soiden päämuodot (korvet, rämeet, nevat, letot) esitettyinä kahden ekologisen päävaihtelusuunnan, kosteuden ja ravinteisuuden koordinaatiossa. Sektorit viittaavat aitojen tyyppien, korprien (K), rämeiden (R), nevojen (N) ja lettojen (L) esiintymiseen. Yhdistelmä- ja sekatyypin (KR, NR, NK, LR, LK sekä KeR) sijaintia hahmoteltu kasvavia ja vähenviä gradientteja esittäväillä kuvioilla (esim. KR = 'korpiisuus rämeillä'). Metsätyypisarja karukkokankaat - lehdot ja turvekangassarja sijoitettu summittain samalle viljavuus-akselille.

metsänkasvukykyä. Jos täydennystä tähän ennusteeseen tarvitaan luokitustyön yhteydessä, se suoritetaan ilmaisemalla erityisesti metsänkasvukykyä alentavia tekijöitä ns. lisämääreillä (esim. rahkaisuus, rimpisyys, tulvaisuus jne.). Taulukossa 1 on soiden luokittelu purettu tärkeimmiksi edellä tarkoitetuiksi ekologisiksi ominaisuuksiksi, jotka luokitustyössä erotetaan kasvillisuuden perusteella. Samalla on arvioitu näiden ominaisuuksien vaikutusta metsäojitustulokseen ja säilyvyyttä turvekangassukcession edistyessä.

Suokasvillisuuden ilmentämistä ekologisista ominaisuuksista tuskin yksikään on 'puhdas' tai toisista tekijöistä riippumaton. Useimmat ovat vesitalouden ja ravinteisuuden osatekijöiden muodostamia yhdistelmiä, kompleksitekijöitä. Esim. 'korpisuuteen' kuuluu tietty vesitalous, reunavaikutus ja vähimmäistrofia. Ojitettujen soiden luokituksen kannalta tärkeä kysymys on näiden ominaisuuksien säilyvyys kasvillisuuden tai topografian perusteella havaittavina. On itsestään selvää, että jotkut puhtaimmin vesitalousperäiset ominaisuudet (esim. tulvaisuus, luhtaisuus, lähteisyys) tuntomerkeineen häviävät ojituksen seurauksena. Sen sijaan taulukkoon 1 koottujen ominaisuuksien heikkeneminen on vähittäisempää, ja niiden säilyvyyttä voidaan ojitusalueiden pitkäaikaisten kasvillisuustutkimusten perusteella arvioida. Yksioikoinen käsitys suotyyppien välisten erojen lopullisesta häviämisestä ojituksen seurauksena ei päde niihin.

Vanhastaan on ollut tiedossa, että tietyt äärimmäiset suon ominaisuudet (esim. rahkaisuus, rimpisyys) ovat hyvin vastustuskykyisiä ojitukselle. Niiden luonnehtimilla soilla metsittymistä ja turvekankaaksi kehittymistä ei tapahdu. Viime aikoina yhä useampi vanhojen ojitusalueiden kasvillisuustutkimus (esim. Mannerkoski 1979, Kuusipalo ja Vuorinen 1981, Reinikainen 1988, Ferm 1989, Laine 1989) on paljastunut, että suon entisyyden leima säilyy myös turvekankaaksi kehittyvissä suometsissä. On perusteltua muodostaa uusi työhypoteesi ojituksenjälkeisen kasvillisuussukcession lopputuloksista: tuvekangastyypeissä esiintyy todennäköisesti vähittäinen sarja kangasmetsätyyppeihin rinnastettavista turvemaan metsätyypeistä variantteihin, joihin alkuperäinen suotyyppi on jättänyt pysyvän leimansa.

Taulukko 1. Tärkeimmät metsäojitustulosta ennustavat kasvillisuustunnuksilla määritettävät luonnontilaisten soiden ominaisuudet, niiden todennäköinen vaikutus metsäojitustulokseen ja arvioitu säilyvyys turvekangassukcession aikana. Alleiviivaus = ominaisuus hyvin säilyvä, ei alleiviivausta = ominaisuus heikommin havaittavissa.

SUOTYYPPI- OMINAISUUDET	VAIKUTUS METSÄOJITUKSEEN		
	parantava vakiinnuttava	neutraali vaihteleva	huonontava
Suon päämuoto	korpisuus	<u>rämeisyys</u> <u>lettoisuus</u>	<u>nevaisuus</u>
ravinteisuus- tason tunnus (Huikari 1952)	<u>lehtoisuus</u> <u>metsäruohoisuus</u> <u>mustikkaisuus</u> <u>puolukkaisuus</u>	lettoisuus nevaruohoisuus saraisuus piensaraisuus isovarpuisuus	lettoisuus tupasvillaisuus rahkaisuus
reuna-/keskusta- vaikutus	<u>reunavaikutus</u>		<u>keskustavaikutus</u>
etäisyys vesipinnasta (pinnanmuoto)	(homogeenisuus)	(mätäspinta) (tasapinta)	<u>rimpisyys</u> <u>kuljuisuus</u> <u>rahkamättäisyys</u>

3. MITEN SUOTYYPIN ALKUPERÄISET OMINAISUUDET SÄILYVÄT ?

Taulukosta 1 voidaan poimia ne ominaisuudet, jotka todennäköisimmin tulisi ottaa huomioon turvekangastyyppettä ja niiden variantteja määriteltäessä.

Turvekangaskehityksen varmimpia takeita näyttävät olevan korpisuus, ravinteisuustunnuksista lehtoisuus, metsäruohoisuus, mustikkaisuus ja puolukkaisuus sekä reunavaikutteisuus. Suotyypit, joita nämä ominaisuudet vallitsevasti luonnehtivat tunnetaan sekä luonnostaan vahvapuustoisimpina että luotettavimpina metsäojituskohteina.

Niitä on ensiksi ojitettu, ja ilmeisesti niiden kasvillisuuden kehityksellä on ollut voimakkain vaikutus turvekangastyypin kuvauksiin. Turvekangasvaiheessa niiden kasvillisuuden suomalaiset, alkuperäiseen tyyppiin viittaavat ominaisuudet ovat käyneet vähiin. Niiden paras tuntomerkki on metsäkasvillisuuden vallitsevuus turvemaalla ja korpikasvien vähäinen, reliktimäinen esiintyminen. Jos metsäojituksen tulostavoitteena pidetään tuotosta, joka on yhtä suuri kuin turvekangastyypin vastaavan metsätyyppin tuotos, voidaan sanoa em. kasvillisuudessa näkyvien ominaisuuksien kaikissa suon kuivatusvaiheissa ennustavan tavoitteen saavuttamista. Taulukossa 1 luetelluista ominaisuuksista muut kuin edellä mainitut ovat joko yksiselitteisesti tai tietyissä olosuhteissa metsäojitustulosta alentavia, jos tavoite- ja vertailutaso määritellään kuten edellä.

Suon päämuodon määräävä tekijäkompleksi, joka siis kasvillisuudessa näkyy korpisuutena, rämeisyytenä, nevaisuutena ja lettoisuutena (kuva 1), nousee keskeiseksi. Korpisuuteen nähden muut ominaisuudet ovat huonontavia. Rämeisyys on sitä vähiten. Aitona ja homogeenisena esiintyessään (IR eri muotoineen) se määrää tietyn, jokseenkin alhaisen tuotoksen tason, mutta myös takaa sen ja muutamia muita metsätaloudellisesti varmoja ominaisuuksia. Kasvillisuudessa rämeisyyden leima säilyy hyvin tkg-vaiheessakin. Aidoista rämeistä syntyvillä varputurvekankailla (Vtkg) rämevarvut ja muut mätäspintakasvit pitävät hyvin puolensa kangasmetsälajiston joukossa. Sekoitukseton ja tasalaatuinen mäntypuusto toimii myös hyvänä ja säilyvänä tuntomerkkinä. Rämeisyys on ominaisuus, joka voi sekoittua suotyyppijärjestelmän vaihtelun kaikkiin suuntiin (kuva 1). Korpisuuteen tunkeutuessaan se alentaa tuotosodotuksia, muissa sekamuodoissa sitä taas voidaan pitää suotuisana piirteenä. Rämeisyys on hyvin säilyvä ja helposti tunnistettavissa em. tuntomerkkeistään myös esiintyessään yhdessä, joko mosaiikkina tai sekoituksena muiden päämuotojen kanssa.

Nevaisuudella ymmärretään niitä kasvillisuuden ominaisuuksia, jotka kuvastavat korkeata pohjaveden tasoa ja seisovavetisyyttä sekä niihin liittyvää hapen puutetta avosoiden tasapinnoilla. Luonnontilaisilla soilla nevaisuuden tuntomerkkejä ovat sarakasvi-valtaisuus, nevaruohoisuus, nevarpujen (karpalo, suokukka) runsaus ja rämevarpujen puuttuminen sekä yhtenäinen märkien pinto-

jen rahkasammallajeista koostuva pohjakerros. Ojituksen jälkeen tällainen kasvillisuus muuttuu ratkaisevasti, mutta tyyppilliseen tapaan säilyttäen siten tällaisten suonpintojen tuntomerkit. Sukkessiolle on ominaista karhunsammaloituminen, sarakasvien sitkeä esiintyminen relikteinä ja se, että metsäkasvit, eritoten varvut ja metsäsammalet karttavat näitä kasvupaikkoja. 'Idealin' mukaista turvekangasta ei synny ja mosaiikkimaisilla yhdistelmäsuotyyppien ojitusaloilla (esim. LkSR, SR, RhSR, SK, RhSK) nevapinnat erottuvat pysyvästi kangasmetsäkasvillisuuden vallitsemista korpi- tai rämepinnoista. Luonnontilassa nevaisuus ja puuttomuus liittyvät kiinteästi yhteen, ts. nevapinnat ovat myös yhdistelmätyypeillä huonoimpia puunkasvupaikkoja. Kun tämä ominaisuus säilyy myös ojituksen jälkeen osoittaen, että nevaisuuden ekologiaan liittyy muutakin metsittymistä ehkäisevää kuin märkyys, on suotyyppin ojituskelpoisuuden ja koko metsäkasvukyvyn kannalta ratkaisevaa nevapintojen osuus kasvillisuudessa. Suuri nevapintojen osuus johtaa usein metsittymisvaikeuksiin ja ravinneongelmiin. Nevaisuus sekoittuu myös yleisesti toisten päämuotojen kanssa.

Lettoisuus kasvillisuudessa kuvastaa turpeen tiettyjä hyvin tunnettuja ravinne-ekologisia erikoispiirteitä. Varsinaisilla avo-letoilla se on myös nevaisuutta tai sekoittuu rajatta siihen. Sen tuntomerkinä oleva kalkinsuosijalajisto, lettoruohot, -sarakasvit ja -heinät sekä ruskosammallajit ovat monilajinen ryhmä, mutta muutaman 'helpon' lajin avulla jäljitettävissä. Koska korkea trofia luonnontilaisilla soilla liittyy märkyyteen, lettoisuuden tuntomerkit sietävät ojitusta yleensä heikosti. Samaan suuntaan vaikuttanee pH:n aleneminen kuivatuksen seurauksena. Silti lettoisuudesta säilyy selviä tuntomerkkejä myöhäisiin kuivatusvaiheisiin asti. Niitä ovat lehdoille ja letoille yhteisten ruoholajien esiintyminen, joidenkin kuivumista sietävien sarojen ja ruskosammalten reliktit tasapinnoilla ja katajan runsaus mätäspinoilla. Tasapintojen nevainen lettoisuus säilyy samaan tapaan kuin varsinaisen nevaisuuden. Sitä luonnehtivat metsälajiston huono menestyminen ja puuston kehitysvaikeudet. Esim. lettorämeen (LR) ja rämeleton (RL) ratkaiseva metsätaloudellinen ero perustuu paljolti nevaisten ja rimpisten lettopintojen suureen osuuteen jälkimmäisessä. LR voi kehittyä turvekankaaksi mutta RL tuskin.

Ravinteisuustunnuksina Huikarin (1952) kuusiportaisessa luokituk-

sessä käytetään neljällä tasolla rinnakkaisia vaihtoehtoisia tunnuskasviryhmiä (isovarpu/tupasvilla, puolukka/piensara, mustikka/suursara, lehto/letto). Ensin mainitut toimivat etenkin korpissa ja korpisilla soilla, jälkimmäiset taas rämeillä ja varsinkin nevaisilla ja lettoisilla soilla. Joukkoon voisi vielä lisätä vastaavan kahtiajaon metsäruohot/nevaruohot 2. ravinteisuustasolla (ruohoisuus). Ero näiden tunnuslajistoparikkien välillä on niin selvä, metsänkasvukyvyn eroja kuvastava ja ojituksen jälkeenkin pysyvä, että on oikeutettua harkita sen mahdollista säilyttämistä myös ojitettujen soiden luokituksessa. Kun toisaalta sama asia sisältyy jo edellä käsiteltyyn päämuotojen erojen huomioonottamiseen, voidaan todeta ravinteisuustasoja rinnakkaiset kasvillisuustunnukset tutuimmiksi tuntomerkeiksi ojitetun suon päämuotoalkuperää määritettäessä.

Kahtiajakoa reuna- ja keskusvaikutteisiin suotyyppeihin pidetään luonnontilaisten soiden kasviekologisessa luokituksessa hyvin tärkeänä (ks. esim. Eurola ja Holappa 1984). Metsätieteellisessä suoluokituksessa siitä puhutaan vähän. Ojitettujen soiden kasvillisuusaineistojen luokittelu monimuuttujamenetelmillä on paljastanut, että kasvupaikkojen pääjako noudattaa tätä samaa rajaa vielä myöhäisissä kuivatusvaiheissa (ks. Reinikainen 1988). Reunavaikutteisuuden tuntomerkit kasvillisuudessa (korpi- ja metsäkasvien esiintyminen) yhdistyvät mineraalimaan läheisyyteen ja suon ympäristöstä saatavaan ravinnelisiin (ohutturpeisuus ja/tai pieni etäisyys kangasmaan reunaan, suokuvion pieni pinta-ala). Reunavaikutus edistää 'ideaalista' turvekangassukessiota. Näin ollen sen tuntomerkit ojituksen jälkeen nopeasti yhtenevät korpisuuden tunnuksiin. Keskustavaikutus taas näyttää ylläpitävän rämeisyyden ja nevaisuuden edellä kuvattuja tunnuksia.

Suon pinnan korkeuserojen, so. kasvualustan ja pohjaveden pinnan etäisyyden erojen vaikutus otetaan huomioon suoluokittelussa yksinkertaisella ja maastossa hyvin erottuvalla tavalla. Kasvillisuus jaetaan mätäspinnan, tasapinnan ('suon peruspinta') ja painanteiden tasojen osakasvustoihin. Pohjaveden tason laskiessa ojituksen jälkeen eri pintojen etäisyydet pohjaveden pinnasta muuttuvat, mutta erot säilyvät aluksi entisellään. Turpeen painuminen vaikuttaa myöhemmin eroihinkin, jotka kuitenkin säilyvät kauan. Niitä säilyttää myös korkeuserojen syntyyn liittyvä eko-

logia, siis eri pintojen erilainen kasvillisuus ja turpeen hajoaminen. Mätäspinnoilla vallitsee kasvillisuudessa rämeisyys, jonka äärimuotoa edustaa ruskean rahkasammalen vallitsema rahkoittuminen (rahkaisuus tai rahkamättäisyys). Tasapintoja luonnehtii nevaisuus, sitä enemmän mitä alempana ne ovat mättäisiin nähden. Painanteissa nevaisuus korostuu ja saavuttaa äärimuotonsa, rimpisyyden, kuljuisuuden tai ruoppaisuuden. Sekä mätäspinnan että painanteiden ominaisuudet säilyvät parhaiten äärimuodoissansa. Rahkamättäisyys ja -jänteisyys sekä rimpisyys, ruoppaisuus ja kuljuisuus eivät häviä edes pitkäaikaisen tehokkaan kuivatuksen seurauksena, vaika niiden kasviyhdyksunnat muuttuvat. Luonnontilaisten soiden ojituskelpoisuutta arvioitaessa näiden ominaisuuksien runsas esiintyminen (≥ 30 % pinta-alasta) on merkinnyt ehdotonta ojituskelvottomuutta. Jos tällainen suo on erehdyksessä metsäojitettu, tulos on yleensä selvä: vajaapuustoisuus, heikko kasvu, ei turvekangassukessiota. Ojitusalueilla em. pinnanmuoto-
tuntomerkkien esiintyminen merkitsee jatkotoimenpiteistä pidättäytymistä. Metsänkasvatuskelpoisilla ojitusalueilla pinnanmuoto-
tuntomerkeillä on käyttöä sekä sellaisinaan että suon päämuodon määrittämisen apuna. Metsäojitustulosta varmistavana voidaan pitää suon 'yksipintaaisuutta', topografisen vaihtelun puuttumista, edellyttäen, että tuo yksi pinta on metsänkasvatuskelpoinen. Suuret pinnanmuotojen vaihtelut taas sisältävät useasti vaikeuksia. Kasvupaikan rämealkuperä voidaan todeta runsaasta mätäspintojen kasvillisuudesta, ja nevaisuuden arvioinnissa tasapintojen ja painanteiden määrän ja laadun havaitseminen on ratkaisevaa.

Yhteenvedona taulukkoon 1 koottujen tietojen seulonnasta voidaan todeta, että vanhojen ojitusalueiden, erityisesti turvekankaiden kasvillisuus sisältää helpostikin tunnettavia suon luonnontilaan liittyviä piirteitä, joita turvemaiden metsätyypittelyssä ei oteta huomioon. Keskeiseksi niiden joukossa nousee turvemaan kasvupaikan alkuperäinen päämuoto. Muita ominaisuuksia voidaan käyttää paitsi apuna tämän ratkaisemisessa, lisämääreinä kasvupaikan arvoa määritettäessä.

4. MONTAKO TURVEKANGASTYYPPIÄ ?

Turvemaiden kasvupaikkaluokitusta on arvosteltu yhtäältä liialli-

sesta monimutkaisuudesta, mutta toisaalta myös epätarkkuudesta ja ylimalkaisuudesta. Kyseessä ovat tietenkin olleet eri arvostelijat. Pyrkimystä yksinkertaisuuteen on käytännöllisessä kasvupaikkaluokituksessa pidettävä hyvänä tavoitteena. Yksinkertaistaminen ei kuitenkaan saa tapahtua luokituksen loogisuuden ja informatiivisuuden kustannuksella. Näin näyttää osittain käyneen, kun sekä tieteelle että käytännölle uusia kasvupaikkoja, ojitettujen turve maiden metsiä on sijoitettu cajanderilaiseen järjestelmään.

Suoluokituksen ekologinen informatiivisuus on peräisin siitä, että Cajanderin metsätyyppiteorian ajatusta kasvupaikkatekijöiden ja kasvillisuuden vastaavuudesta on toteutettu suotyyppittelyssä hyvin tunnollisesti. Kaikkea luonnontilaisten soiden tyyppijärjestelmään liittyvää informaatiota ei tarvita soiden metsätaloudellisessa luokituksessa. Tästä on osoituksena mm. se, että metsäntutkimus ja metsätalous käyttävät vähempiä suotyyppisiä kuin kasvitiede ja yhdistelevät niitä tarkoituksenmukaisiksi ryhmiksi. Nyt on kysymys siitä, kannattaako turvekankaiden luokituksessa säilyttää suotyyppijärjestelmän ekologisesta sisällöstä muutakin kuin viljavuussarja.

Äskettäin on Laine (1989) esittänyt, että mustikkaturvekankaiden (Mtkg) ja puolukkaturvekankaiden (Ptkg) ryhmät jaettaisiin kahtia siten, että avosoista ja yhdistelmätyypeistä syntyneet, nevaisia ja rämeisiä tuntomerkkejä pitkään säilyttävät kasvupaikat erotettaisiin 'aidoista' turvekankaista. Reinikaisen (1988, kuva 4) tulokset osoittavat, että jako on perustelluin näissä ryhmissä. 'Operationaalisten' turvekangastyyppien määrän lisäämiseen ei näytä tämän lisäksi olevan sanottavia paineita. Mutta kasviekologisesti yhtä perusteltuja turvekangasvariantteja on ilmeisesti muitakin. Niiden erottaminen käy sitä tarpeellisemmaksi mitä enemmän suometsien hoitoon ja toimenpidetarpeisiin liittyvää informaatiota luokitukselta odotetaan.

Ojitusalueiden käytännön luokitustyöhön turvekankaiden tyyppittelyn tarkentaminen tuskin tuo lisäongelmia. Huikarin (1952) järjestelmän hallitseva luokittelija ei tarvitse lisävälineitä, esim. parempaa lajintuntemusta. On vai opeteltava näkemään luonnontilaisten soiden tuttuja ja helposti tunnettavien perusominaisuuksien jäänteet myöhäisissä kuivatusvaiheissa.

KIRJALLISUUS

- Cajander, A. K. 1911. Kangasmetsistä turvemaalla. Referat: Über gewöhnliche Waldtypen auf Torfböden. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja 28(11):1-8.
- Eurola, S. & Holappa, K. 1984. Luonnontilaisten soiden ekologia ja soiden metsäojituskelpoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 148:90-108.
- Ferm, A. 1989. Hieskoivun kasvatus soilla. Abstract: Growing of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained peatland forests. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322:40-51.
- Huikari, O. 1952. Suotyyppin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types, specially considering their drainage value for agriculture and forestry. *Silva Fennica* 75:1-22.
- Kuusipalo, J. & Vuorinen, J. 1981. Pintakasvillisuuden sukkesiosta vanhalla ojitusalueella Itä-Suomessa. Summary: Vegetation succession on an old, drained peatland area in eastern Finland. *Suo* 32:61-66.
- Laine, J. 1989. Metsäojitettujen soiden luokittelu. Summary: Classification of peatlands drained for forestry. *Suo* 40(1):37-51.
- Lukkala, O. J. & Kotilainen, M. J. 1951. Soiden metsäojituskelpoisuus. 5 p. 63 s. Keskusmetsäseura Tapio, Helsinki.
- Mannerkoski, H. 1979. Comparison of methods in classification of vegetation on a drained peatland area. In: Kivinen, E., Heikurainen, L. & Pakarinen, P. (eds), Classification of peat and peatlands, pp. 109-120. International Peat Society.
- Reinikainen, A. 1988. Metsäojitettujen soiden kasvupaikkaluokittelun suunnanhakua. Summary: The need of improving the site classification of mires drained for forestry. *Suo* 39(3):61-71.
- & Hotanen, J.-P. 1988. Soiden luokitus metsänkasvatusta varten. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308:5-28.
- Tanttu, A. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä. Referat: Studien über die Aufforstungsfähigkeit entwässerten Moore. *Acta Forestalia Fennica* 5(2):1-245.

MAANMUOKKAUS METSÄN UUDISTAMISEKSI

Teuvo Levula

Metsänuudistaminen vaatii useimmilla kasvupaikoilla muokkauksen tai kulotuksen onnistuakseen tyydyttävällä tavalla. Muokkauksella voidaan vaikuttaa erilaisiin kasvupaikkatekijöihin, kuten maan lämpötilaan, kosteuteen ja ilmavuuteen, sekä ravinteiden saantiin. Muokkauksella voidaan myös muuttaa taimien ja pintakasvillisuuden kilpailua taimien hyväksi sekä vähentää tukkimiehintäin, myyrien ja hallan tuhoja. Uudistustavasta ja kasvupaikan olosuhteista riippuu, mitkä tavoitteet muokkaukselle kulloinkin asetetaan.

AURAUUS SOPII VILJAVILLE JA VEDENVAIVAAMILLE MAILLE

Märillä kankailla, joissa esim. metsätraktorin pyöränjäljissä seisoo vesi pitkään syksyllä ja keväällä, on kuoppaan viljely toivotonta rahan tuhlausta. Lautasauran jälki on itse asiassa pitkä kuoppa. Jos tällaiset paikat halutaan uudistaa viljelemällä, on käytettävä sellaista muokkausmenetelmää, että taimet voidaan istuttaa selvästi maan tasapinnan yläpuolelle ja että ainakin osa pintavesistä johdetaan pois. Viljavimmilla kasvupaikoilla viljely epäonnistuu usein pintakasvillisuuden takia. Myös myyrä- ja hallatuhot ovat viljavuudeltaan parhaiden paikkojen riesoina. Tuhot pienenevät, kun taimi istutetaan palteen tai mättään päälle.

AURAUUS PARANSI VILJELYTULOSTA

Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosasto on perustanut eri puolille Suomea erilaisille kasvupaikoille maanmuokkaus- ja lannoituskokeita. Yhdeksän vanhinta koetta on nyt vähintään kahdeksan vuoden ikäisiä. Kokeissa on kolme erilaista muokkausta: kuokkalaikutus, auraus ja "sekoitusmuokkaus", lisäksi kokeissa on neljä erilaista lannoitusta. Eteläisimmät kokeet ovat Kurussa, mustikkatyypin männikkö, ja Karkkilassa käenkaali-mustikkatyypin kuusikko. Kahdeksan vuoden kuluttua istutuksesta taimia oli elossa Kurun kokeella kuokkalaikuissa 37 % ja auran jäljessä 76 %.

Karkkilassa vastaavasti 53 % ja 85 %. Taimien pituudet olivat keskimäärin laikussa 164 ja 91 cm, auratulla 209 ja 158 cm, Kurun luvut ensin mainittuna. Lannoituksen vaikutukset eivät olleet merkitseviä taimien elossaoloon tai kasvuun.

RASKASMETALLIT ?

Muokkauksen yhteydessä on puhuttu raskasmetallivaarasta. Teoria perustuu siihen, että aura nostaa syvemmältä vähemmän hapanta maata pintaan, ja kun syvemmältä nousut maa sekoittuu happamamman pintakerroksen kanssa, syvällä olleet raskasmetallit muuttuvat happamuuden vaikutuksesta liukoiseen muotoon. Tätä tutkittiin Kurun muokkauskokeella yhdessä Helsingin yliopiston kanssa. Eri ruuduilta kerättyjen koivunoksien raskasmetallipitoisuudet eivät kuitenkaan poikenneet merkittävästi toisistaan. Raskasmetallien liukoisuus riippuu happamuuden lisäksi maan humuspitoisuudesta; humuspitoisuuden kasvaessa liukoisuus vähenee. Syvemmältä nousseeseen maahan sekoittuu myös humusta.

VERSOSYÖPÄ JA MAAN HAPPAMUUS

Kaikilla mäntykoealueilla esiintyi versosyöpään sairastuneita tai kuolleita taimia. Muokkaus- tai lannoituskäsittelyt eivät olleet merkitsevästi lisänneet tai vähentäneet sairaiden taimien määrää. Esim. Nurmeksen ja Sotkamon koealueilla versosyöpäisiä taimia oli keskimäärin 5 %. Kaikissa kokeissa on lannoitus, jossa maahan on lisätty 3000 kg dolomiittikalkkia/ha. Kalkitus vähensi humuksessa happamuuden kymmenesosaan kalkitseemattomaan verrattuna ja myös kivennäismaan pintakerroksen happamuus aleni. Merkillepantavaa on, että versosyöpäisiä taimia oli kuitenkin yhtä runsaasti kalkituilla ja kalkitseemattomilla koeruuduilla. Tuloksen perusteella voidaan olettaa, että männiköitämme vaivaava versosyöpäepidemia ei johdu saastelaskeuman aiheuttamasta maan happamoitumisesta tai ainakin, ettei kalkituksesta näyttäisi olevan apua.

**TAIMILAJIN JA MAANMUOKKAUKSEN VAIKUTUS
MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN**

Kaarlo Kinnunen

Tutkimus perustuu 42 kokeeseen, jotka perustettiin vv. 1973-82 Länsi-Suomeen. Puulaji oli 28 kokeessa mänty, 7 kokeessa kuusi ja 7 kokeessa sekä mänty että kuusi. Kokeet sijaitsivat keskihyvillä kasvupaikoilla.

Keskimäärin sekä männyn että kuusen taimia oli elossa 8-10 kasvukauden jälkeen n. 70 %. Männyn taimia kuoli eniten ensimmäisen kasvukauden aikana. Myös toisena ja kolmantena kasvukautena kuolleisuus oli suurempi kuin neljännestä kasvukaudesta eteenpäin. Kuusen taimia kuoli vain vähän ensimmäisen kasvukauden aikana. Toisesta kasvukaudesta eteenpäin kuusen taimia kuoli melko tasaisesti vuosittain. Paljasjuurisiet koulitut taimet menestyivät useimmiten paremmin kuin koulimattomat taimet, muuten erot taimilajien menestymisessä olivat vähäiset. Käytettäessä pieniä (alle vuoden) ikäisiä paakkutaimia istutusiät 6-7 ja 10-11 viikkoa olivat jonkin verran muita paremmat. Kahta tai useampaa (enimmillään kuutta) muokkausmenetelmää verrattiin 20 kokeessa. Viidessä kokeessa muokkausmenetelmien välillä oli tilastollisesti merkitsevää eroa. Muokkaamattomalla alustalla tulos oli heikompi kuin lautasauratulla ja mätästetyllä alustalla. Mätästys oli neljässä kokeessa parempi kuin lautasauraus. Kevät oli useimmissa kokeissa varmempi istutusajankohta kuin syksy. Keskimääräinen ero kevään ja syksyn välillä, laskettaessa kaikkien kokeiden keskiarvona, jäi kuitenkin vähäiseksi.

Männyn taimet kasvoivat nopeammin kuin kuusen taimet. Taimilajien väliset pituuserot olivat useimmiten viljelyiän mukaiset, vaikka viljelypituudessa ei olisi ollutkaan suurta eroa. Muovi-huonekasvatus edisti taimien pituuskehitystä verrattuna samanikäisiin avomaalla kasvatettuihin taimiin.

Taimien pituuskehitys oli laikutetulla ja lautasauratulla maalla sekä aurauksen pientareessa keskimäärin varsin sama. Mättäillä ja auran palteilla taimet kasvoivat nopeimmin.

Tutkimus on julkaistu Folia Forestalian numerossa 727.

KUUSEN LUONTAINEN UUDISTAMINEN PIRKKA-HÄMEEN YKSITYISMAILLA

Matti Leikola ja Kari Leinonen

1. JOHDANTO

Heikinheimon (1931) ja Tertin (1937) kehittämään kuusen luontaisen uudistamisen menetelmään sisältyi useita väljennysluontoisia valmistushakkuita, joissa päähuomio kiinnitettiin taimiaineksen synnyn ja kehityksen edistämiseen. Taimikko tuli hankkia emometsän alle ja emometsikköä tuli käsitellä pienempää puustoa poistamalla, kunnes taimikko oli päässyt ensivaikeuksistaan. Harsintajulkilauseman yhteydessä kuusen luontaisen uudistamisen terminologiaa muutettiin siten, että suojuspuumenetelmä korvasi tuohon asti esiintyneet nimet "schwarzwaldilainen lohkoharsinta" ja "keskitetty harsinta", joiden katsottiin liiaksi muistuttavan oloihimme sopimatonta "määrämittaharsintaa". Nimen muutoksesta huolimatta itse menetelmä pysyi miltei samana (Leikola 1986).

Mera-ohjelmien kaudella (1965-1975) kuusen luontaista uudistamista vieroksuttiin liian kalliina, monimutkaisena ja tehottomana menetelmänä. Suojuspuuasennoista oli saatu huonoja kokemuksia. Varsinkin puhtaan kuusikon luontainen uudistaminen oli onnistunut huonosti; 1960-luvun suojuspuuasentoja oli merkittävässä määrin jouduttu myöhemmin viljelemään (Karppelin 1984). Uudistuskypsien metsien väljennyshakkuista luovuttiin ja korostettiin, että metsät tuli kasvattaa täystiheinä uudistushakkuisiin asti. Kuusen luontaisen uudistamisen ohjeistoihin vanhasta suojuspuumenetelmästä jäi jäljelle viimeinen vaihe ns. "vapauttamisvaihe", jossa puusto poistetaan täystiheän jo vakiintuneen taimikon päältä kahdessa vaiheessa: suojuspuuhakkuussa, jolloin runkoluvuksi tulee jättää 80 ... 150 kpl/ha, ja ylispuuhakkuussa (Etelä-Suomen... 1981). Kuusen luontaisen uudistamisen erityisselvityksen tarve tuli selvästi esille mm. valtakunnan metsien uudistamisinventoinnin yhteydessä (Räsänen ym. 1985).

Kuusen luontaisen uudistamisen määrät alkoivat 1980-luvulla Etelä- ja Länsi-Suomessa lisääntyä. Esimerkiksi Pirkka-Hämeessä vajaa neljännes uudistushakkuista on kuusen luontaista uudistamista.

Seuraavassa esitellään Pirkka-Hämeen metsälautakunnan alueella tehdystä suojuspuualojen seurantatutkimuksesta saatuja keskeisimpiä tuloksia. Tutkimus on tehty Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen ja Pirkka-Hämeen metsälautakunnan välisenä yhteistyönä.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

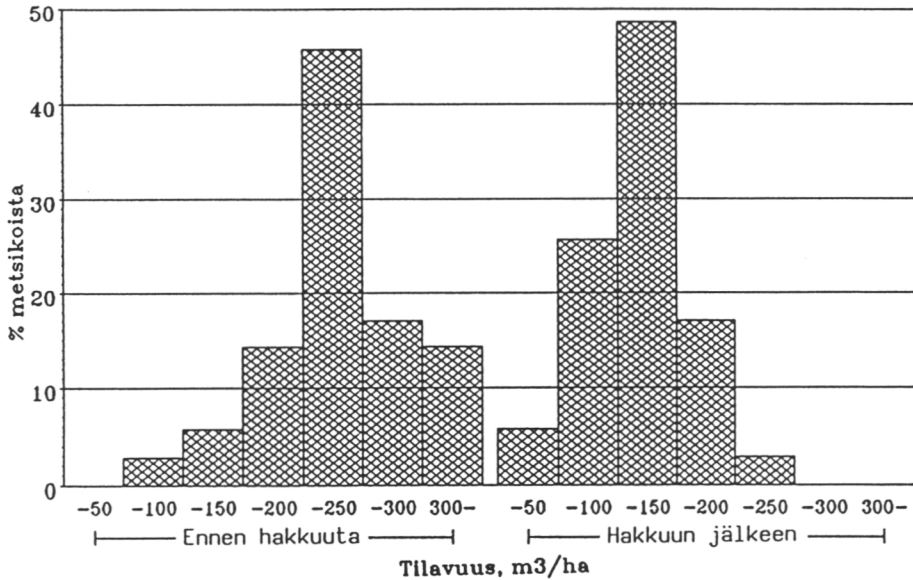
Tutkittu otos valittiin Pirkka-Hämeen metsälautakunnan alueelle tehdyistä luontaisen uudistamisen suunnitelmista satunnaisesti arpomalla. Aineisto on kerätty vuosina 1985-1987 ja se käsittää yhteensä 40 metsikköä, joista 35:stä on kahden vuoden havaintosarja ja 17:sta kolmen vuoden havaintosarja. Tutkimuksessa käytettiin linjoittaista ympyräkoeala-arviointia, jossa koealat merkittiin maastoon pysyviksi.

Tutkimuksessa selvitettiin, millaisia luontaisen uudistamisen kohteiksi valitut alat ovat ennen suojuspuuhakkuuta, miten hakkuu toteutetaan ja millaisia alat ovat suojuspuuhakkuun jälkeen. Lisäksi pyrittiin etsimään sellaisia taimien määrään ja taimikon aukkoisuuteen vaikuttavia tunnuksia, joiden avulla voitaisiin päätellä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, uudistuuko metsikkö kohtuullisessa ajassa.

3. TULOKSET

3.1. Puusto

Metsiköt olivat satunnaisesti valittuja uudistuskypsiä kuusikoita, jotka oli päätetty uudistaa luontaisesti. Koska tutkittua otosta ei rajattu metsän aikaisemman käsittelyn perusteella, puuston tilavuuden vaihteluväli oli laaja 80 ... 428 m³/ha. Suojuspuuhakkuussa puuston hehtaarikohtainen tilavuus pieneni 240 m³:stä 120 m³:iin. Hakkuupoistuman hehtaarikohtainen suuruus vaihteli 49 m³:stä 242 m³:iin. Puuston tilavuusluokkajakaumat ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen menivät päällekkäin (kuva 1). Selvää rajaa uudistuskypsiä metsiköiden ja suojuspuualojen välillä ei ollut havaittavissa. Otoksesta löytyivät miltei kaikki vanhan suojus-



Kuva 1. Puuston tilavuusluokkajakaumat ennen suojustuuhakkuuta ja hakkuun jälkeen.

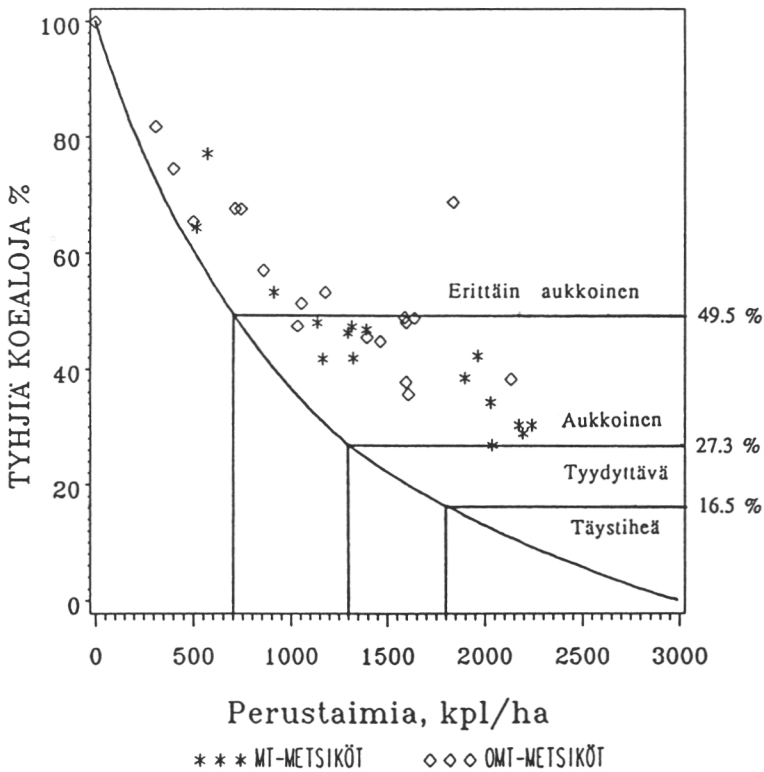
puumenetelmän vaiheet: "taimettamis-", "jouduttamis-" ja "vapauttamishakkaukset".

Puuston runkoluku havaittiin huonoksi tunnuksiksi suojustuuston tiheyden arvioinnin pohjaksi kahdesta syystä. Ensiksi puuston keskijäreys vaihteli tutkituissa metsiköissä paljon ja toiseksi useille suojustuualoille jätetty pienikokoinen puusto vaikeutti tarkastelua. Yli 60 %:ssa metsiköistä puuston tiheys oli yli 150 kpl/ha, jos suojustuiksi lasketaan rinnankorkeusläpimitaltaan vähintään 18 cm:n paksuiset puut. Osa metsiköistä oli selvästi hakattu uudistamista valmistavaan ns. väljennysasentoon. Vasta tämän jälkeen näissä metsiköissä tehtäneiden nykyisten ohjeiden mukainen suojustuuhakkuu ja ylispuiden poisto.

3.2. Taimikon laatu

Tutkimuksessa taimet jaettiin niiden pituuden perusteella kahteen luokkaan: yli 10 cm:n pituisiin jo vakiintuneisiin taimiin ja alle 10 cm:n pituiseen vaihtuvaan taimiainekseen. Ennen suojustuuhakkuuta metsiköissä oli riittävän kasvutilan omaavia kasvatuskelpoisia perustaimia keskimäärin 1 442 (194 ... 3 627) kpl/ha

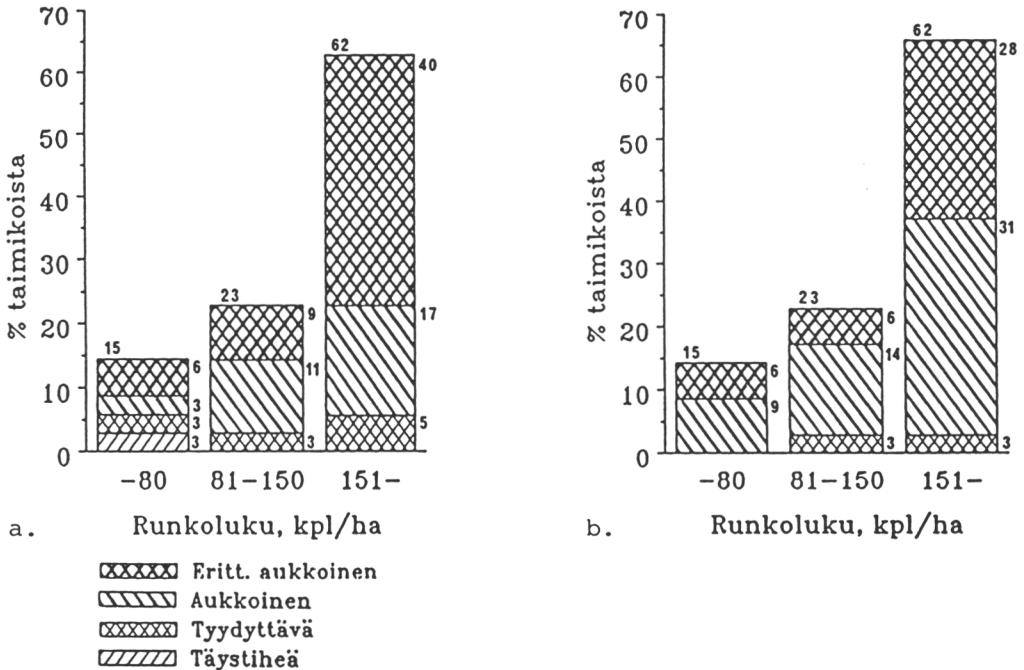
(taulukko 1). Taimikon laatua tarkasteltiin vertaamalla taimien määrää ja taimikon aukkoisuutta Poissonin satunnaisjakauman mukaiseen tilajärjestykseen (kuva 2). Taimikoiden tilajärjestys ennen hakkuuta ja välittömästi hakkuun jälkeen poikkesi selvästi satunnaisesta ryhmittäisyyden suuntaan, joten aukkoisuus vähensi taimikoiden kasvatuskelpoisuutta. Tästä syystä taimikoiden laadun luokittelu tehtiin tyhjien ruutujen sadanneksen perusteella. Tiheydeltään vähintään tyydyttäviä kasvatuskelpoisia taimikoita oli ennen hakkuuta keskimäärin vain 14 % (kuva 3 a). Vakiintuneiden taimien lisäksi metsiköissä oli vaihtuvaa taimiainesta, jonka hehtaarikohtaiset määrät vaihtelivat hyvin vähäisestä aina 43 000:een.



Kuva 2. Esimerkki taimikon luokittelusta vakiintuneiden perustamien määrän ja taimikon aukkoisuuden perusteella. Taimikoiden luokituksessa on käytetty pohjana Poissonin satunnaisjakauman mukaista tilajärjestystä.

Taulukko 1. Kasvatuskelpoisten taimien ja kuusen taimiaineksen määrät tutkimusmetsiköissä.

	Keskiarvo	Vaihteluväli
	kpl/ha	
Ennen suojuspuuhakkuuta		
- taimet (yli 10 cm)	1 442	198 - 3 627
- taimiaines (alle 10 cm)	9 200	0 - 43 000
Suojuspuuhakkuun jälkeen		
- taimet (yli 10 cm)	1 308	0 - 2 239
Kaksi vuotta hakkuun jälkeen		
- taimet (yli 10 cm)	1 546	416 - 2 693
- taimiaines (alle 10 cm)	8 372	830 - 38 360



Kuva 3. Taimikoiden laatu suojuspuuston tiheyden perusteella luokitettuna. Ennen suojuspuuhakkuuta (kuva a) 14 % taimikoista oli täystiheätä tai tyydyttäviä. Suojuspuuhakkuun jälkeen (kuva b) vähintään tyydyttäviä taimikoita oli vain 6 %. Inventointien välillä osa vaihtuvasta taimiaineksestä vakiintui. Tästä syystä erittäin aukkoisten vakiintuneiden taimikoiden suhteellinen osuus pieneni. Selvintä tämä pieneneminen oli runsaspuustoisilla suojuspuualoilla.

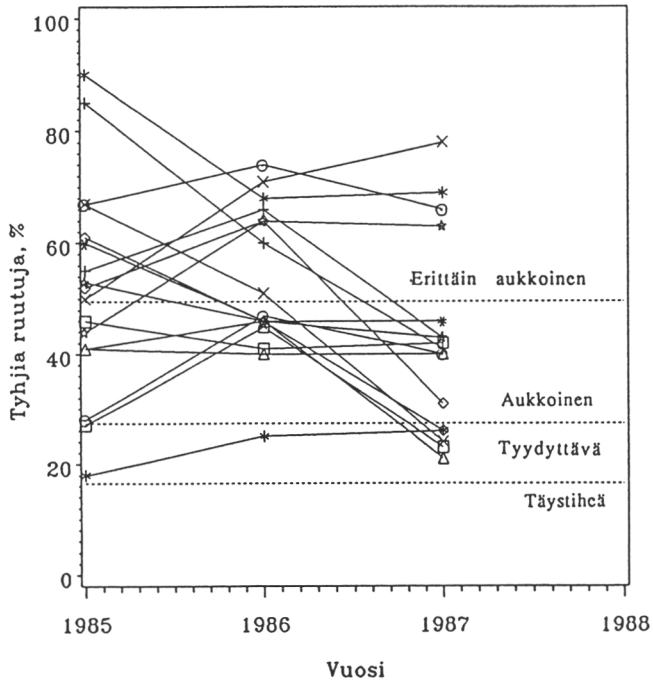
Suojuspuuhakkuun jälkeisenä kesänä vakiintuneiden taimien määrä oli keskimäärin 1 308 (0 ... 2 239) kpl/ha. Tiheydeltään vähintään tyydyttäviä kasvatuskelpoisia taimikoita oli suojuspuuhakkuun jälkeen vain 6 %. Hakkuun seurauksena oli syntynyt vajaasti taimettuneita aloja, joilla oli riittämätön suojuspuusto. Jo Tertti (1937) tuomitsi täysin tällaiset viljavien kasvupaikkojen asentoon hakattuja suojuspuualoja tehden ne entistä harvemmiksi. Tuulenkaatojen määrä toiseen hakkuun jälkeiseen kesään mennessä oli keskimäärin 5 (0 ... 35) m³/ha.

Toiseen hakkuun jälkeiseen kesään mennessä vakiintuneiden perustaimien hehtaarikohmainen määrä oli noussut keskimäärin 1 546 kpl:ään. Taimimäärän vaihteluväli oli laaja 416:sta 2 693:een kpl:ään. Ensimmäisen ja toisen hakkuun jälkeisen kesän välillä vakiintuneiden taimien määrä lisääntyi ja taimikon aukkoisuus tasoittui siten, että toisena kesänä hakkuun jälkeen jo 30 % aloista oli vähintään tyydyttäviä. Taimikon täydentymisessä ja vakiintumisessa oli selviä metsikkökohtaisia eroja (kuva 4). Tässä vaiheessa taimikot vakiintuivat runsaan taimiainesreservin turvin. Metsiköissä, joissa taimiainesreserviä ei ollut tai se oli hakkuussa tuhoutunut, taimikon laadun muutokset inventointien välillä olivat pieniä. Näissä metsiköissä taimikon täydentyminen riippuu hakkuun jälkeen alalle saatavasta siemensadosta ja maan taimettumiskunnosta.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin suojuspuumenetelmän alkuvaiheita. Suojuspuuvaiheen aikainen taimettuminen ja taimikon säilyminen ylispuuhakkuussa jäivät lyhyen seurantajakson vuoksi vielä suurelta osin selvittämättä. Tutkimusmetsiköiden seuranta tulee jatkaa, jotta saataisiin entistä varmempaa tietoa uudistamisen tuloksellisuudesta ja kuusen luontaiseen uudistamiseen kuluvasta ajasta Pirkka-Hämeen alueella.

3.3. Taimikon laatuun vaikuttavat tekijät

Vanhujen oppien mukaan kuusentaimet tulee synnyttää tiheän emometsän alle. Tutkimuksessa havaittiin että, suojuspuuhakkuun jälkeen syntyneen kuusen taimiaineuksen määrä ja esiintymistodennäköisyys



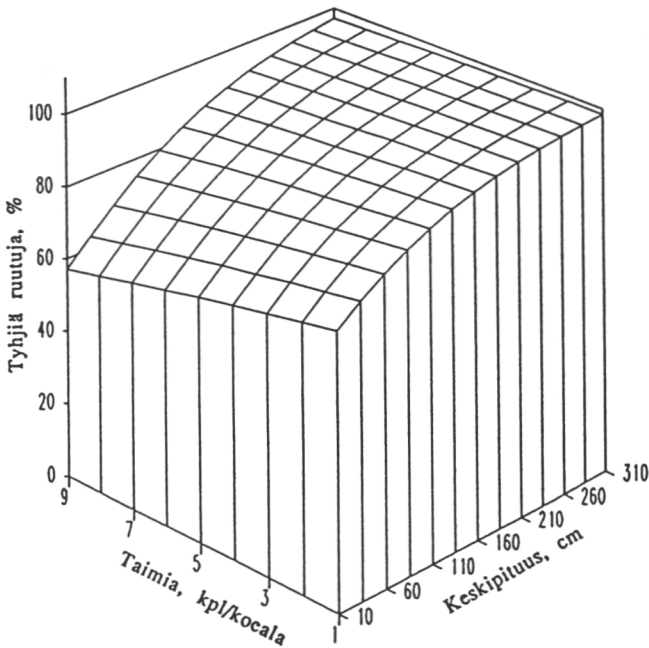
Kuva 4. Taimikon aukkoisuuden muutokset. Metsiköt hakattiin suojuspuuasentoon talvella 1985/1986.

koeruuduilla oli suurin sellaisissa metsiköissä, joissa kuusisuo-
juspuuston pohjapinta-ala oli riittävän suuri (yli 10 m²/ha).
Kuusisuojuispuiden määrän vähentyessä siemensato pienenee, sillä
kuusella siemensadon kapasiteetti riippuu puuston runkoluvusta
(Koski ja Tallqvist 1974). Toisaalta harva kuusisuojuispuusto tai
mänty- ja koivuvaltainen suojuspuusto ei pystynyt riittävästi
hillitsemään pintakasvillisuuden rehevöitymistä MT- ja OMT-
mailla. Erityisen voimakasta pintakasvillisuuden lisääntyminen oli sekamets-
sissä, joissa kenttäkerros oli jo ennen hakkuuta voimakkaammin
kehittynyt kuin puhtaissa kuusikoissa.

Suojuspuuhakkuun jälkeen taimia syntyi ajourille hieman keskimää-
räistä enemmän. Ajourilla sammalpeite oli kulunut pois ja humus-
kerros oli usein rikkoutuu kevyesti, millä oli lyhytaikainen
taimettumista edistävä vaikutus. Pirkka-Hämeen oloissa sammal-
peite oli yleensä rikkonainen ja humuskerros ohut, joten maan
taimettumiskunto ilman maanpinnankäsittelyäkin oli kohtalaisen
hyvä.

Valtaosa tietyissä metsiköissä mitatuista kuusentaimista kuului yleensä samaan melko suppeaan pituusluokkaan, sillä taimet olivat yleensä syntyneet metsikössä tehdyn hakkuu toimenpiteen ja sitä seuranneen siemensadon seurauksena. Taimien määrä väheni tämän vallitsevan pituusluokan molemmin puolin. Kuusitaimikon keskipituus selitti hyvin kuusentaimien määrän muutosta suojuspuuhakuussa. Taimimäärän väheneminen oli voimakkainta metsiköissä, joissa oli ennen hakkuuta varttunut alikasvos, josta osa tuhoutui hakkuussa. Lisäksi keskipituudeltaan suuren alikasvoksen alla oli yleensä vähän vakiintumiskykyistä vaihtuvaa taimiainesta (kuva 5).

Vakiintuneen taimikon osalta aukkoisuuden tasoittuminen riippui voimakkaasti ennen hakkuuta metsiköissä olleen vaihtuvan taimiaineksen määrästä ja hakkuutähdekerroksen peittävyyydestä. Vaihtuvan taimiaineksen ja pienikokoisten taimien kannalta on tärkeää, että hakkuutähdekerroksen peittävyys muodostuisi suojuspuuhakuussa



Kuva 5. Kuusen vaihtuvan taimiaineksen (alle 10 cm) tyhjien ruutujen sadanneksen riippuvuus vakiintuneiden taimien (yli 10 cm) määrästä ja keskipituudesta koaloilla.

mahdollisimman pieneksi. Tutkimuksessa havaittiin, että hakkuutähdekerroksen peittävyys oli koneellisesti hakatuissa metsiköissä keskimääräistä pienempi, sillä hakkuutähteet olivat tiiviissä kasoissa. Toisaalta kuitenkin ajouraverkoston peittävyys oli koneellisesti hakatuissa metsiköissä keskimääräistä suurempi. Pienikokoisten taimien säilymisen kannalta olisi paras sellainen hakkuu, jossa puiden karsiminen tehtäisiin ajourille, jolloin ajourien ja hakkuutähdekerroksen yhteenlaskettu peittävyys olisi mahdollisimman pieni. Tutkimusmetsiköistä 15 % oli hakattu harvesterilla tai prosessorilla.

Mänty- ja koivusekapuuston osuus kuusikon luontaisessa uudistamisessa on saanut paljon huomiota osakseen. Heikinheimon (1948) mukaan männyn ja koivun sekaisia kuusikoita tuli käsitellä "alhaalta päin" harventaen siten, että uudistamisen loppuvaiheessa metsiköissä olisi vallitsevaan latvuskerrokseen kuuluvia puita; pääasiassa mäntyjä ja koivuja. Tutkimuksessa havaittiin, että kuusitaimikon keskipituus oli suurempi sekametsiköissä kuin puhtaissa kuusikoissa. Greis'in ja Kellomäen (1981) mukaan alikasvoskuusten pituuskasvu on lähes suoraviivaisesti riippuvainen päällyspuuston alla vallitsevista valaistusolosuhteista. Koska myös kuusikon pohjapinta-alan ja säteililyolosuhteiden välinen riippuvuus on kiinteä, alikasvoskuusten kasvu on mahdollista suhteuttaa päällyspuuston pohjapinta-alaan. Runsaasti sekapuustoa sisältävissä kuusikoissa edellytykset taimien kasvulle ja elossa säilymiselle ovat tästä syystä paremmat kuin sellaisissa puhtaissa kuusikoissa, joissa edellisestä harvennushakkuusta oli kulunut pitkä aika. Koska kasvatettava taimiluokka oli sekametsiköissä yleensä isokokoista, niissä oli vähän vakiintumiskykyistä vaihtuvaa taimiainesta.

4. POHDINTAA

Metsänhoito-ohjeissa kuusen luontaista uudistamista suositellaan vain metsiköihin, joissa on ennen hakkuuta runsaasti kevollisia taimia (Etelä-Suomen... 1981). Vaatimus taimien "runsaasta esiintymisestä" jo ennen hakkuuta ei läheskään kaikissa metsiköissä toteutunut. Ennen hakkuuta metsiköissä ollutta taimimäärää ja taimikon aukkoisuutta ei oltu otettu riittävästi huomioon hakkuun

voimakkuutta määrättäessä. Suojuspuumenetelmää tulisikin kehittää jakamalla se selvästi eri vaiheisiin ennen hakkuuta metsiköissä olevan taimikon laadun (taimien määrän, keskipituuden ja taimikon aukkoisuuden) ja suojuspuuston määrän perusteella. Tällöin menetelmän käyttö ja hakkuun tarkoitus tulisi päätöksentekovaiheessa nykyistä paremmin jäsennetyksi ja pahimmilta virheiltä välttyttäisiin.

Kun taimien keskipituus on suuri, pitäisi taimikon tiheyteen ja kasvatuskelpoisuuteen kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Kun alikasvos on vanha ja huonokuntoinen, päällyspuuston voimakas käsittely ei ole järkevä ratkaisu. Tällaisissa tapauksissa taiminainesta voidaan yrittää hankkia raivaamalla kasvatuskelvoton alikasvos ja alispuut pois muutama vuosi ennen suojuspuuhakkuuta. Silloin kun tällainen keskipituudeltaan suuri alikasvos on riittävän tiheä ja kasvatuskelpoinen, tulisi suojuspuuhakkuu ja ylispuuiden poisto tehdä siten, että taimikolle aiheutuvat vahingot jäävät mahdollisimman pieneksi.

Maanpinnan voimakas käsittely kuusikoissa on ongelmallista. Taimettamisvaiheessa suojuspuuston tulisi olla tiheä ja maanpinnan käsittely pitäisi pystyä tekemään kuusen juuristoja rikkomatta, sillä juuriston rikkoutuessa maannousematuhojen riski kasvaa. Viljavilla mailla käsittelyjälki umpeutuu nopeasti (Hagner 1962), joten maanpinnan käsittelyn tulisi sattua yksiin kuusen epäsäännöllisesti kertautuvien siemensatojen kanssa. Tutkimustietoa harvoista kuusen suojuspuuasennoista yhdistettynä maanpinnan voimakkaaseen käsittelyyn on olemassa vähän. Nyt tutkituissa metsiköissä maanpinnan käsittelyä ei oltu käytetty. Myös kevyt humus- ja sammalkerroksen rikkominen, mikäli se pystytään tekemään emopuuston juuristoja suuremmin vioittamatta, voi tulla kysymykseen.

Monivaiheinen biologisista edellytyksistä lähtevä kuusen luontainen uudistaminen ei ole useinkaan taloudellisesti edullisin metsänuudistamisvaihtoehto. Monivaiheisesta puunkorjuusta ja taimikon varomisesta aiheutuvat lisäkustannukset ovat suuria. Vaikka metsänviljelykustannukset ovat viimeaikoina selvästi kohonneet, ne eivät yleensä pysty korvaamaan kuin osan aiheutuneista lisäkustannuksista. Suojuspuumenetelmän käyttöön liittyvät riskit, kuten

tuuli- ja maannousematuhot täytyy, täytyy ottaa huomioon. Kaikkein kalleinta ja vaivalloisinta metsän uudistaminen on luonnollisesti silloin, kun epäonnistunut luontainen uudistamisen ala joudutaan kokonaisuudessaan viljelemään. Maisema- ja monikäyttöarvoja painottaville metsänomistajille suojuspuumenetelmä tarjoaa usein kilpailukykyisen vaihtoehdon avohakkuulle ja metsänviljelylle.

KIRJALLISUUS

- Greis, I. ja Kellomäki, S. 1981. Crown structure and stem growth of Norway spruce under varying shading. *Seloste: Varjos- tuksen vaikutus alikasvoskuusen latvuksen rakenteeseen ja rangan kasvuun. Silva Fennica* 15(3):306-322.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjet 1981. Keskusmetsälautakunta Tapio 3/1981.
- Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. En analys av förnygringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrlandskt skogsbruk. Summary: Natural regeneration under shelterwood stands. *Meddelanden från Statens Skogs- forskningsinstitut* 54(4):: 1-263.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. *Keskus- metsäseura Tapion käsikirjasia* 22:1-90.
- 1948. Suomen oloihin soveltuvat uudistushakkausmenetelmät. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 65(11):317-319.
- Karpelin, S. 1984. Kuusen luontainen uudistaminen on edelleen ongelma - menetelmän käyttömahdollisuuksiin vaikuttavat monet tekijät. *Metsä ja Puu.* 1984(9): 20-21.
- Leikola, M. 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa I. Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830-1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonan- toja N:o 57.
- Räsänen, P.K., Pohtila, E., Rautiainen, O., Laitinen, E. & Peltonen, A. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978-1979. *Folia Forestalia* 637: 1-30.
- Tertti, M. 1937. Kuusimetsien uudistushakkausista. *Silva Fennica* 42:84-92.

MYKORRITSAT JA PUIDEN TYPPIRAVITSEMUS

Tytti Sarjala

MYKORRITSOJEN RAKENTEESTA JA MERKITYKSESTÄ

Puiden (ekto-)mykorritsat eli sienijuuret muodostuvat sienirihmojen ympäröidessä lyhytjuuret vaippamaisella kerroksella ja tunkeutuessa juurten kuorisolujen väliin, jolloin syntyy ns. Hartigin verkkoa. Eri sienilajien muodostamat mykorritsat voivat erota rakenteellisesti ja ulkonäkönsä puolesta toisistaan. Eroja on havaittavissa mm. vaipan paksuudessa, hyyfisyydessä ja värissä. Eroista huolimatta ainoastaan muutamia mykorritsanmuodostajia voidaan juuristosta silmämääräisesti tunnistaa lajitasolla. Uusia tunnistusmenetelmiä perustuen pigmenttien ja isoentsyymien erotteluun on kehitteillä. Männyn mykorritsat ovat tyypillisimmillään kaksihauraisia eli dikotomisialta. Useiden peräkkäisten haarautumisten tuloksena syntyy korallimaisia ja pallomaisia mykorritsoja. Mykorritsan ympärillä on ritsosfeeriksi kutsuttu alue, jossa on maahiukkasten seassa runsaasti sienihyyfejä sekä mikrobeja.

Vaippa ja ympärillä olevaan maahan ulottuvat yksittäiset sienirihmat ja rihmastojänteet moninkertaistavat juuren absorptiopinnan verrattuna infektoitumattomaan juureen. Tästä syystä mykorritsat kykenevät ottamaan ravinteita ja vettä tehokkaammin kuin mykorritsattomat juuret. Symbioosin sieniosakas hyötyy isäntäkasvistaan käyttämällä hyväkseen puun tuottamia hiilihydraatteja.

Mykorritsalliset kasvit kestävät kuivuutta paremmin kuin mykorritsattomat (Bowen 1973). Lisäksi mykorritsat suojaavat kasvia taudinaiheuttajilta joko mekaanisesti vaipan ansiosta tai antibiootteja erittämällä (Marx 1973). Mykorritsasienellä saattaa olla taudeilta suojaava vaikutus jo ritsosfeerin alueella (Chakravarty ja Unestam 1987).

MYKORRITSOJEN VAIKUTUS PUIDEN TYPPIRAVITSEMUKSEEN

1. Orgaaniset typpiyhdisteet

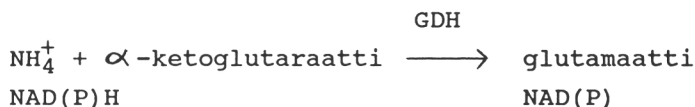
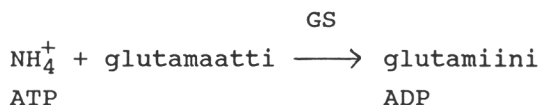
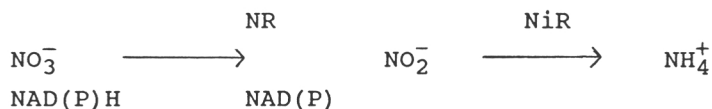
Useimmat ektomykorritsasienet eivät Lundeberg'in (1970) mukaan pysty käyttämään humukseen sidottua typpeä puhdasviljelmäkokeissa. Useat sienet pystyvät kuitenkin kasvamaan ravintoalustalla ainoastaan proteiinit typenlähteenään (Abuzinadah ja Read 1986a). Proteiinientsyymien avulla ne hajottavat proteiinit aminohapoiksi, joita useat ektomykorritsasienet kykenevät ottamaan ravintalustasta. Mykorritsojen avulla myös monet puut pystyvät käyttämään proteiineja typenlähteenään. Alueilla, jossa typen mineralisaatio lämpötilasta johtuen on hidasta, muodostunee mykorritsasienen proteolyttinen aktiivisuus tärkeäksi erityisesti pienillä puun- taimilla itämisvaiheen jälkeen (Abuzinadah ja Read 1986b).

2. Epäorgaanisen typen otto

Mykorritsan vaikutusta nitraatin ja ammoniumin ottoon on tutkittu mm. muutamilla havupuulajeilla (*Pseudotsuga menziesii*, *Picea sitchensis*, *Tsuga heterophylla*; Rygiewicz ym. 1984a ja b). Tutkimuksissa todettiin, että *Hebeloma crustuliniforme*'n muodostama ektomykorritsa paransi ammoniumin ottoa kaikilla em. puulajeilla. Sen sijaan nitraatin otto parani vain *P. menziesii*'llä, joten lajien välillä on eroja. Mykorritsalliset juuret erittivät vähemmän hydroksyyli-ioneja otettua nitraattia kohti ja vähemmän vety-ioneja otettua ammoniumia kohti verrattuna steriileihin juuriin. Mykorritsoilla katsottiinkin olevan pH:ta puskuroiva vaikutus juurta ympäröivässä ritsosfeerissä (Rygiewicz ym. 1984a ja b). Yleinen käsitys on, että männyn mykorritsat ottavat ammoniumia tehokkaammin kuin nitraattia (mm. France ja Reid 1983).

3. Epäorgaanisen typen assimilaatio

Nitraatti ja ammonium assimiloidaan aminohapoiksi peräkkäisten entsyymireaktioiden kautta (Guerrero ym. 1981, Oaks 1985):



NR = nitraattireduktaasi, NiR = nitriittireduktaasi, GS = glutamiinisyntetaasi, GDH = glutamaattidehydrogenaasi

Nitraatin ja ammoniumin hyväksikäytössä on sienilajien välisiä eroja (Lundeberg 1970). Vaikka yleisesti ottaen mykorritsasienet käyttävät etupäässä ammoniumia typenlähteenään, voivat useat lajit käyttää myös nitraattia ja pystyvät kasvamaan kasvualustalla pelkästään nitraatti typenlähteenään. Nitraatin assimilaatiossa on nitraattireduktaasin aktiivisuuden perusteella havaittu eroja useiden sienilajien ja kantojen välillä (Plassard ym. 1985, Sarjala 1987).

Sekä sienten puhtasviljelmissä että ektomykorritsoissa typen assimilaation tuloksena kertyy sekä glutamiinia että glutamaattia, joiden ajatellaan kulkeutuvan mykorritsassa sienisolukosta isäntäsoluihin (France ja Reid 1983, Martin ym. 1987).

Mikäli juuristo ei kykene assimiloimaan kaikkea ottamaansa epäorgaanista typpeä, kulkeutuu se versoon assimiloitavaksi. Nitraatin pelkistys tapahtuukin useilla kasveilla lehdissä, mutta mm. männyllä ja useilla muilla havupuilla nitraatti assimiloidaan pääasiassa juuressa ja osittain versossa (Adams ja Attiwill 1982, Sarjala ym. 1987). Nitraattia voi myös kertyä sellaisenaan kasvin solukoihin mm. solun vakuoleihin. Sen sijaan ammoniumionien kertyminen on kasveille vahingollista ja ne pyritään assimiloimaan ja muuttamaan vaarattomaan muotoon mahdollisimman tehokkaasti (Givan 1979).

TYPEN VAIKUTUS MYKORRITSOIHIN

Mykorritsojen ja typpiravitsemuksen vuorovaikutuksia selvitetessä on joissakin tutkimuksissa todettu korkeiden ja toisaalta alhaisten typpipitoisuuksien vähentävän mykorritsanmuodostusta. Taulukkoon 1 on koottu eri tutkimuksista tuloksia kasvualustan eri typpipitoisuuksien vaikutuksesta taimien mykorritsainfektioon muutamilla mäntylajeilla.

Taulukko 1. Kasvualustan typpipitoisuuden vaikutus männyntaimien mykorritsainfektioon.

Mäntylaji	Sieniosakas	Kasvualustan N-pitoisuudet ¹⁾	Viite
P. contorta	Pisolithus tinctorius	3, <u>62</u> , 248 ppm	Ekwebelam ja Reid (1983)
	Suillus granulatus	3, <u>62</u> , 248 ppm	
P. taeda	P. tinctorius	3, <u>62</u> , 248 ppm	Reid ym. (1983)
	S. granulatus	3, <u>62</u> , 248 ppm	
P. banksiana	Laccaria proxima	<u>15</u> , <u>30</u> , 60 ppm	Danielson ym. (1984)
	P. tinctorius	<u>15</u> , 30, 60 ppm	
	Sphaerosporella brunnea	<u>15</u> , 30, 60 ppm	
	ektendomyk.	<u>15</u> , <u>30</u> , <u>60</u> ppm	
P. banksiana	L. bicolor	24, <u>39</u> ppm	Gagnon ym. (1987)
	Hebeloma cylindrosporum	24, <u>39</u> ppm	
P. sylvestris	Paxillus involutus	<u>0</u> , <u>10</u> , 50, 100, 400 kg/ha/v	Termorshuizen ym. (1987)

1) Paras myk. % alleviivatussa pitoisuudessa.

Menge ym. (1977) ovat tutkineet eri mykorrhizatyyppeiden esiintymistä 11 v. Pinus taeda'lla lannoituksen jälkeen. Typpilannoitus (56 ja 112 kg/ha) alensi mykorrhizojen määrää kuuden kuukauden ajan lannoituksesta, jonka jälkeen eroa ei ollut havaittavissa kontrolliin verrattuna. Mykorrhizatyyppeiden runsaussuhteet muuttuivat joidenkin tyyppien osalta. Laiho ym. (1987) eivät todenneet neljä vuotta typpilannoituksen (200 kg/ha) jälkeen muutoksia täysikasvuisen männikön mykorrhizojen määrässä tai tyyppien runsaussuhteissa verrattuna kontrolliin. Lannoitus oli ohentanut selvimmin Hartigin verkon syvyyttä joissakin mykorrhizatyypeissä vähentäen näin isäntäsolujen ja sienien välistä infektiopinta-alaa eli sitä aluetta, jonka kautta aineiden kulkeutuminen symbionttien välillä tapahtuu. Vaipan ohentuminen joissakin tyypeissä ei teoreettisesti ajatellen vaikuta infektiopinta-alaan, mutta muita vaikutuksia tällä seikalla saattaa olla, kun muistetaan mm. vaipan mahdollinen osuus taudinaiheuttajien torjunnassa ja ravinteiden otossa.

Nylund (1988) on todennut tyypin saatavuuden muuttuessa sienien biomassan mittausta hyväksikäyttäen sienien kolonisaationopeuden olleen lähes 100 % (infektioprosentti 100) sekä 15 että 50 ppm N-pitoisuudessa, mutta sienien biomassan olleen 2-5 kertaa suurempi alhaisemmassa N-pitoisuudessa. Laboratoriossa männyn taimilla mitattu tulos on siis samansuuntainen kuin Laihon ym. (1987), jossa Hartigin verkon ja vaipan ohentuminen heijastaa sienien biomassan vähentymistä, vaikka prosentuaalisesti mykorrhizasuurten osuus on ennallaan.

Mykorrhizasymbioosien ylläpitämiseen ja sen säätelyyn liittyviä fysiologisia ilmiöitä ei vieläkään tunneta niin perusteellisesti, että pystyttäisiin sanomaan, miksi optimaalinen typpitaso on usein mykorrhizanmuodostusta ajatellen alempana verrattuna typpitasoon, jolla saadaan suurin kasvureaktio. Toisaalta Ingestad työryhmineen (1986) on saanut männyntaimiin hyvän mykorrhizasainfektion aikaan ns. "steady state nutrition" -olosuhteissa suhteellisen kasvunopeuden ollessa vakio, huolimatta siitä, että sisäinen ravinnetilanne on ollut optimissa ulkoisen ravinnekonsentraation ollessa alhainen. Ongelmallista lieneekin, ellei peräti mahdotonta, saada sama tilanne aikaan luonnonolosuhteissa.

Nylund (1988) on käsitellyt mykorritsan muodostamiseen ja ylläpitoon vaikuttavia seikkoja viimeaikaisten tutkimusten, aiemmin esitettyjen hiilihydraattiteorian (Björkman 1949) ja hormoniteorian (Slankis 1973) valossa. Hän toteaa mm. typen osalta seuraavasti: "Niin kauan kuin typen pitoisuus on alhainen, kasville voidaan antaa tyypeä haittaamatta mykorritsanmuodostusta. Typen haitallinen vaikutus mykorritsan kehitykseen johtuu typen inhiboivasta pitoisuudesta joko juuren ympärillä (tai sisällä)." Ilmeisesti täsmällistä N-pitoisuutta, jossa inhiboiva vaikutus alkaa, on mahdotonta sanoa, koska se riippuu sieni- ja isäntälajista (vrt. taulukko 1), sekä mahdollisesti muista tekijöistä.

Mykorritsan merkitys metsäpuidemme hyvinvoinnille on tärkeä ja monitahoinen. Se ei rajoitu pelkästään ravinnetalouteen tai typpiravitsemukseen. Siksi on perusteltua kiinnittää huomiota eri ympäristötekijöiden vaikutuksiin mykorritsoihin ja ennakoida mahdollisten muutosten aiheuttamat seuraukset metsiemme kasvuun.

KIRJALLISUUS

- Abuzinadah, R. A. & Read, D. J. 1986. The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants, I. Utilization of peptides and proteins by ectomycorrhizal fungi. *New Phytol.* 103:481-493.
- & Read, D. J. 1986. The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants. III. Protein utilization by *Betula*, *Picea* and *Pinus* in mycorrhizal association with *Hebeloma crustuliniforme*. *New Phytol.* 103:507-514.
- Adams, M. A. & Attiwill, P. M. 1982. Nitrate reductase activity and growth response of forest species to ammonium and nitrate sources of nitrogen. *Plant and Soil* 66:373-381.
- Björkman, E. 1949. The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal association in forest trees. *Svensk Bot. Tidskr.* 43:223-262.
- Bowen, G. D. 1973. Mineral nutrition of ectomycorrhizae. Teoksessa: *Ectomycorrhizae: their ecology and physiology*. Toim. G. C. Marks & T. T. Kozlowski. Academic Press, New York. s. 151-205.

- Chakravarty, P. & Unestam, T. 1987. Mycorrhizal fungi prevent disease in stressed pine seedlings. *J. Phytopath.* 118:335-340.
- Danielson, R. M., Griffiths, C. L. & Parkinson, D. 1984. Effects of fertilization on the growth and mycorrhizal development of container-grown jack pine seedlings. *Forest Sci.* 30:828-835.
- Ekwebelam, S. A. & Reid, C. P. P. 1983. Effect of light, nitrogen fertilization, and mycorrhizal fungi on growth and photosynthesis of lodgepole pine seedlings. *Can. J. For. Res.* 13:1099-1106.
- France, R. C. & Reid, C. P. P. 1983. Interactions of nitrogen and carbon in the physiology of ectomycorrhizae. *Can. J. Bot.* 61:964-984.
- Gagnon, J., Langlois, C. G. & Fortin, J. A. 1987. Growth of containerized jack pine seedlings inoculated with different ectomycorrhizal fungi under a controlled fertilization schedule. *Can. J. For. Res.* 17:840-845.
- Givan, C. V. 1979. Metabolic detoxification of ammonia in tissues of higher plants. *Phytochem.* 18:375-382.
- Guerrero, M. G., Vega, J. M. & Losada, M. 1981. The assimilatory nitrate-reducing system and its regulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 32:169-204.
- Ingestad, T., Arveby, A. S. & Kähr, M. 1986. The influence of ectomycorrhiza on nitrogen nutrition and growth of *Pinus sylvestris* seedlings. *Physiol. Plant.* 68:575-582.
- Laiho, O., Sarjala, T., Hyvärinen, R. & Rautiainen, L. 1987. Lannoituksen vaikutus männikön mykorritsoihin. *Folia For.* 699:1-22.
- Lundeberg, G. 1970. Utilization of various nitrogen sources in particular bound soil nitrogen, by mycorrhizal fungi. *Stud. For. Suec.* 79:1-95.
- Martin, F., Ramstedt, M. & Söderhäll, K. 1987. Carbon and nitrogen metabolism in ectomycorrhizal fungi and ectomycorrhizas. *Biochimie* 69:569-581.
- Marx, D. H. 1973. Mycorrhizae and feeder root diseases. *Teok-sessa: Ectomycorrhizas, their ecology and physiology.* Toim. G. C. Marks ja T. T. Kozlowsky. Academic Press, New York. s. 351-382.

- Menge, J. A., Grand, L. F. & Haines, L. W. 1977. The effect of fertilization on growth and mycorrhizae numbers in 11-year-old loblolly pine plantations. *For. Science* 23:37-44.
- Nylund, J.-E. 1988. The regulation of mycorrhiza formation-carbohydrate and hormone theories reviewed. *Scand. J. For. Res.* 3:465-479.
- Oaks, A. 1985. Nitrogen metabolism in roots. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 36:345-365.
- Plassard, C., Scheromm, P. & Llamas, H. 1985. Nitrate assimilation by maritime pine and ectomycorrhizal fungi in pure culture. *Teoksessa: Physiological and genetical aspects of mycorrhizae, Proc. 1st Eur. Symp. Mycorrhizae. Toim. V. Gianinazzi-Pearson & S. Gianinazzi. INRA, Paris.* s. 111-119.
- Reid, C. P. P., Kidd, F. A. & Ekwebelam, A. 1983. Nitrogen nutrition, photosynthesis and carbon allocation in ectomycorrhizal pine. *Plant and Soil* 71:415-432.
- Rygiewicz, P. T., Bledsoe, C. S. & Zasoski, R. J. 1984a. Effects of ectomycorrhizae and solution pH on (^{15}N) ammonium uptake by coniferous seedlings. *Can. J. For. Res.* 14:885-892.
- , Bledsoe, C. S. & Zasoski, R. J. 1984b. Effects of ectomycorrhizae and solution pH on (^{15}N) nitrate uptake by coniferous seedlings. *Can. J. For. Res.* 14:893-899.
- Sarjala, T. 1987. Nitrogen assimilation in some mycorrhizal fungi of Scots pine. *Teoksessa: Ectomycorrhiza and acid rain. Proc. of the workshop on ectomycorrhiza/expert meeting. Dec. 10-11, 1987. Berg en Dal, The Netherlands. Toim. A. E. Jansen, J. Dighton & A. H. M. Bresser. Bilthoven.* s. 140-145.
- , Raitio, H. & Turkki, E.-M. 1987. Nitrate metabolism in Scots pine seedlings during their first growing season. *Tree Physiol.* 3:285-293.
- Slankis, V. 1973. Hormonal relationships in mycorrhizal development. *Teoksessa: Ectomycorrhizae, their ecology and physiology. Toim. G. C. Marks & T. T. Kozlowsky. Academic Press, New York.* s. 231-298.
- Termorshuizen, A. J., Shaffers, A. P., Ket, P. C. & Ter Stege, E. A. 1987. The significance of nitrogen pollution on the mycorrhizas of *Pinus sylvestris*. *Teoksessa: Ectomycorrhiza and acid rain. Proc. of the workshop on ectomycorrhiza/*

expert meeting. Dec. 10-11, 1987. Berg en Dal, The Netherlands. Toim. A. E. Jansen, J. Dighton & A. H. M. Bresser. Bilthoven. s. 133-139.

VERSOSYÖPÄEPIDEMIOIDEN SYYT

Timo Kurkela

Versosyöpätuhojen kausi on nyt jatkunut Etelä-Suomen männiköissä jo miltei 15 vuotta. Näin ankarana tautia ei ole aikaisemmin koettu, vaikka ensimmäiset tietomme siitä ovat peräisin jo 1800-luvun suurten nälkävuosien ajoilta. Kun versosyöpäepidemian kehitys sattui samoihin aikoihin Keski-Euroopan metsäkuolemien kanssa, monet ovat pitäneet ilmansaasteita myös versosyövän perimmäisenä syynä. Versosyöpä on kuitenkin noudattanut selkeästi kasvitautiepidemioiden lainalaisuuksia.

Versosyövän kehittymiseen ovat vaikuttaneet selvimmin: 1) kasvukausien epäsuotuisat säät, 2) männyn viljely puulajille sopimattomille kasvupaikoille, missä erityisesti pienilmasto on männylle epäedullinen, 3) runsas männyn viljely, jonka seurauksena Suomessa on nyt nuoria männiköitä enemmän kuin koskaan aikaisemmin, 4) alkuperien siirto etelästä pohjoiseen. Esim. maaperän ravinteisuus on ollut vähemmän tärkeä. Suhteessa muihin tekijöihin ilmansaasteiden osuus taudin kehityksessä on ilmeisesti myös vähäinen ja vaikeasti osoitettavissa.

ETENEE NOPEASTI

Versosyöpäsieni muodostaa kuromaitiöitä keväällä ja suvullisia koteloitiöitä loppukesällä. Molemmat itiöt aiheuttavat männyssä tartunnan. Kesällä sieni ei etene neulasten tukisolujen tai silmujen kuolleita soluja pitemmälle. Männyn lepokauden alettua syksyllä sienien rihmasto tunkeutuu elävään kuorisoluksoon.

Keväällä sienien valtaama solukko, usein kokonaiset versot kuolevat, ja tauti havaitaan. Seuraavan syksyn ja kevään aikana kuromaitiöpesäkkeet kehittyvät kuolleissa versoissa, ja kahden vuoden kuluttua tartunnasta ilmestyy koteloitiöitä tuottavat kotelomaljat. Molemmat itiöpesäkkeet ovat mustia ja läpimitaltaan yleensä alle 0,5 mm.

SÄILLÄ VAIKUTUSTA

Lämpimien kasvukausien jälkeen ei ole esiintynyt merkittäviä versosyöpätuhoja. Lämpimän ja aurinkoisen kasvukauden hyvä yhteytämistulos takaa hyvän versosyövän kestävyuden. Vaikka tartuntaa olisi kesällä tapahtunut, sienen rihmasto ei pysty talven aikana tunkeutumaan männyn versojen elävään solukkoon. Mänty on lämpimiä kasvupaikkoja suosiva puu, mutta tietenkin se on sopeutunut meillä vallitseviin keskimääräisiin lämpöoloihin.

Kasvukauden säätilojen vähäiset poikkeamat eivät heikennä merkittävästi taudinkestävyyttä, mutta esim. viimeisen sadan vuoden aikana on sattunut muutamia jaksoja, jolloin mänty ei ole saavuttanut riittävää kestävyyttä, ja epidemia on päässyt kehittymään. Taloudellisesti merkittäviksi tuhot kehittyvät vasta usean peräkkäisen huonon kasvukauden seurauksena, jolloin sienen itiötuotanto koko ajan kasvaa ja mänty samalla heikkenee.

HUONOJA KESIÄ KAUAAN

Erittäin sateinen ja vähäaurinkoinen syyskesä 1974 jätti männyt versosyövälle alttiiksi. Kesä 1975 alkoi myöhäisenä monin paikoin ja myös syksy oli poikkeuksellinen. Kasvukausi oli vielä pahasti kesken, kun syyskuun alussa alkoivat koko kuukauden jatkuneet kovat yöpakkaset.

Vaikka päivät olivat lämpimiä, esti säännöllisesti öisin toistunut pakkasen normaalin kehityksen ja männyn solukot jäivät taas lepokauden ajaksi alttiiksi versosyövälle. Vuoteen 1981 saakka huonoja kasvukausia oli vähintään joka toinen vuosi. Näin sienen määrä ei päässyt missään vaiheessa vähenemään ja taudille altistuneet männyt saivat tartunnan.

MÄNTY ALTISTUI KOKO MAASSA

Kesän 1981 koleuden ja sateisuuden seurauksena versosyöpätuhot olivat laajimmillaan keväällä 1982. Kesät 1982 ja 1983 olivat

normaaleja ja männiköt elpyivät. Ankarat kesäkuun hallat vuonna 1984 vioittivat voimakkaassa pituuskasvussa olleita mäntyjä pahoin koko maassa. Vioitusten seurauksena myös versosyöpäsieni lisääntyi jälleen.

Männylle suotuisina kesinä 1985 ja 1986 uutta tartuntaa ei tapahtunut. Sienen määrä väheni jo merkittävästi ennen kesää 1987, joka oli kuitenkin sääsuhteiltaan kaiken kasvillisuuden kannalta epäedullinen, ehkä huonoin sataan vuoteen. Seurauksena oli versosyövän lisääntyminen kaikkialla Etelä-Suomessa. Kun huonot kasvut olivat miltei pysyvien kylmien matalapaineiden aiheuttamia, mänty altistui kasvupaikoista riippumatta, ja vähäinenkin itiömäärä sai aikaan lähes kaikkialla näkyneen tartunnan.

SOPIMATON KASVUPAIKKA

Kun 1960-luvun lopulla versosyöpä tuhosi Pohjois-Suomessa laajoilta alueilta entisten paksusammalkuusikoiden tilalle perustettuja männyntaimikoita, syntyi käsitys ns. absoluuttisista kuusimaista. Nämä metsämaat olivat valtaosaltaan hienojakoisia ja sateisina kesinä runsaasti vettäpidättäviä. Myöhemmin myös mm. Pohjois-Savon hienojakoisilla mailla mänty on pahoin sairastunut versosyöpään. Männyn altistuminen näillä kasvupaikoilla voi johtua osittain juuriston hapenpuutteesta sateisina kesinä.

Männyn altistuminen on selvästi yhteydessä maaston muotoihin. Painanteet, puronotkot ja muut paikat, missä viileä ja kostea ilma viipyy pitkään syyskesän öinä, ovat männylle sopimattomia. Etelä-Suomessa versosyöpä alkoi levintänsä juuri tällaisista painanteista. Näissä pienilmasto on männylle epäedullinen, mutta suosii sienen kehitystä.

LANNOITTAAKO VAI EI

Käytännön metsätaloudessa on epäilty maan ravinteisuuden tai lannoituksen lisäävän versosyöpää. Tutkimuksin tätä asiaa ei ole vielä täysin selvitetty. Joka tapauksessa männyn viljelyssä on viisasta välttää männylle tarpeettoman viljavia maita. Samoin

männiköiden lannoituksessa on oltava varovainen, etenkin jos lähimetsissä on jo versosyöpää.

Myös päinvastainen käsitys on yleinen, että puustoa vahvistava lannoitus voisi jopa parantaa sairaan metsän. Parantava vaikutus lannoituksella voi olla vain silloin, kun jostakin ravinteesta on todella puute. Puuston ravinnetarve määritetään yleisimmän neulas-analyysin avulla. Sairaissa puissa ravinnesuhteet ovat kuitenkin vääristyneet, joten niistä tehdyt analyysit eivät anna todellista kuvaa käytettävissä olevien ravinteiden suhteista ja määristä. Tästä syystä näytteet analyysijä varten on kerättävä vain terveistä puista.

TUHOISIN NUORISSA MÄNNIKÖISSÄ

Vaikka versosyöpää on kaikenikäisissä männiköissä, tuhoisin se on aina ollut taimikoissa ja riukuasteen männiköissä. 1950-luvulta alkaneen, runsaan metsänviljelytoiminnan seurauksena metsistämme n. 30 % on alle 40-vuotiaita. Kun mäntyä on viljelty eniten, nuorten männiköiden määrä suhteessa kuuseen ja koivuun on vielä kasvanut. Nykyisin meillä on nuoria männiköitä enemmän kuin koskaan aiemmin, ehkä joskus 1800-luvulla voimakkaan kaskeamisen seurauksena on oltu jossakin maakunnassa samassa tilanteessa.

PITKÄÄ SIIRTOA VÄLTETTÄVÄ

Kun kylmät kasvukaudet altistavat männyn versosyövälle, on luonnollista, että etelästä kylmempään pohjoiseen ilmastoon siirretyt männyt altistuvat pahimmin. Tämä on todettu sekä käytännön metsänviljelyssä että alkuperäkokeissa.

Mänty on runsaasti siitepölyä tuottava tuulipölytteinen puu. Siitepölyn avulla tapahtuu merkittävää perintöaineksen siirtymistä jopa sadan kilometrin säteellä. Alkuperäkokeiden tulokset osoittavat, että siirtomatka etelästä pohjoiseen ei saa ylittää sataa kilometriä.

HARVENNETTAVA AJOISSA

Nuoret männiköt on harvennettava ajoissa. Siten vältetään metsikön oman varjostuksen aiheuttama sisäinen altistuminen sekä lisätään tuuletusta latvuston alaosissa. Koska voimakas ensiharvennus voi hidastaa oksien karsiutumista, on suositeltavaa tehdä pystykarsinta ensiharvennuksen jälkeen. Lievästi sairastuneissa metsissä harvennus on kohdistettava tartunnan saaneisiin puihin. Epidemian alkuvaiheessa taudin vaaraa vähennetään myös poistamalla yksittäisiä sairaita puita.

VERSOSYÖPÄTILANNE PIRKANMAALLA

Reijo Suninen

Männyn versosyöpätuhot alkoivat Pohjois-Hämeessä toistakymmentä vuotta sitten yksittäisten oksien, sittemmin kokonaisten puuyksilöiden kuolemisena. Kohta nuoria mäntyjä kuoli laikuttain aarin, parin alueelta. 1970-luvun lopulla alkaneiden kolmen vuoden välein esiintyneiden epidemioiden (-79, -82, -85, -88) jälkeen totaalisen tuhon alueet laajenivatkin nopeasti kymmenien hehtaarien laajuisiksi. Täystuholta välttyneitä enemmän tai vähemmän saastuneita männiköitä on kymmeniätuhansia hehtaareita. Nuoria parhaassa kasvussa olleita männiköitä on jouduttu avohakkaamaan satoja hehtaareita.

Kuvasta 1, joka perustuu omiin havaintoihini, näkyy, miten versosyöpä levisi pohjoishämäläisellä metsäseudulla kymmenen vuoden aikana. Alue on Kurun normaalimetsäoppilaitoksen havaintometsän pohjoisosaa.

Kuluva vuosi oli jälleen versosyöpävuosi Pirkanmaalla. Muistissa on vielä keväinen mäntyjen rusketus. Kesän mittaan ruskeat, kuolleet neulaset varisivat maahan ja alettiin yleisesti puhua taudin nopeasta ohimenosta. Taudin ohimeno on kyllä näköharha, sillä neulasten varistua puiden latvukset tulivat entistä harsummiksi ja se taas verottaa kasvua. Taudin varsinaiset vaikutukset elossa säilyneissä puissa itse asiassa alkoivat vasta tästä. Jos tauti olisi mennyt ohi, se olisi edellyttänyt ruskeiden neulasten muuttumista takaisin vihreiksi. Samoin uusien itiöpesäkkeiden muodostuminen kuolleisiin osiin alkoi kesällä ja niistä aikanaan vapautuvien itiöiden aiheuttama tuhon jatkuminen selviää vasta lähivuosina. Tuhojen syntyminen on itiötuotannon runsauden lisäksi kovasti riippuvainen tulevien kesien säistä.

Metsälautakunta suoritti yleispiirteisen versosyöpätilanteen kartoituksen alueellaan kesällä 1988. Kyselylomake, jossa tuhot oli jaettu kolmeen vakavuusasteeseen (1. Täydellisesti saastunut metsikkö, kaikki tai lähes kaikki neulaset ruskeita, 2. Pahoin saastunut metsikkö - latvuksesta vähintään 1/3 ruskettunut vähin-

tään 1/3 runkoluvusta, 3. Saastunut metsikkö - latvuksesta vähintään 1/4 ruskettunut vähintään 1/5 runkoluvusta), lähetettiin metsänhoitoyhdistyksiin, metsäyhtiöille ja metsähallitukselle. Kyselyn yksityiskohtaiset tulokset on esitetty taulukossa 1. Vakaviksi luokiteltuja tuhoja esiintyi n. 11 000 ha:n alalla (3 % mäntyvaltaisista metsistä). Tästä noin 1 000 ha oli täysin tai lähes täysin tuhoutunutta alaa. Lievempiä kasvutappioita aiheuttavaa alaa kertyi n. 23 000 ha. Yhteensä versosyövän runtelemaa männikköä löytyi siis kartoituksen tuloksena n. 34 000 ha. Omien havaintojeni mukaan tulos on mieluummin aliarvio kuin yliarvio todellisesta tilanteesta. Varsinkin lieviä tuhoja on jäänyt kartoituksen ulkopuolelle niiden vaikean pinta-alamäärityksen takia.

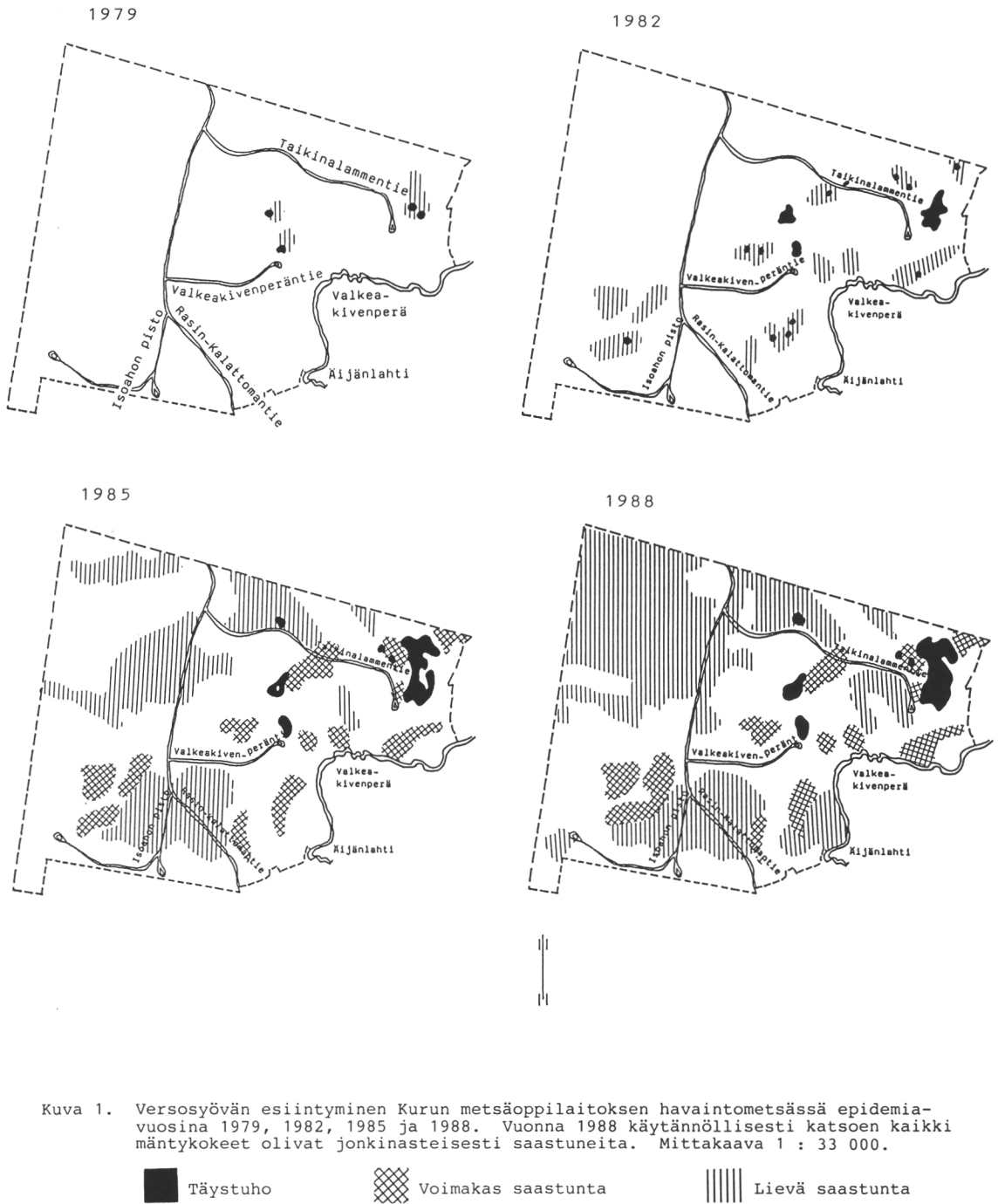
Niin kuin on jo tullut esille, versosyöpätuhot keskittyvät selvästi Pohjois-Pirkanmaalle - korkeille vedenjakajaseuduille. Maaston korkeuskäyriä tarkasteltaessa 160 metrin käyrä on merkittävä, sillä huomattava osa tuhoalueesta on sitä korkeammalla. Kunnittain eniten tuhoja löytyi Kurusta, Ruovedeltä, Virroilta, Juupajoelta ja Orivedeltä. Pahimmat tuhoalueet on rajattu lämpösummakartalle (kuva 2). Siitä havaitaan, että lämpösummat ovat luonnollisesti näillä maastoltaan korkeilla tuhoalueilla maakuntamme alhaisimmat.

Tämänvuotinen epidemia poikkesi aikaisemmista siinä, että tartunnan kohteeksi oli joutunut huomattavasti isoja tukkipuumäntyjä ja männyn luontaisia kuivahkojen paikkojen metsiköitä. Maaston pienmuodoilla ei näyttänyt olevan niin selvää vaikutusta kuin aikaisempia vuosina. Kaiken kaikkiaan näyttää siltä, että versosyöpä on Pirkanmaalla tekemässä uutta aluevaltausta: notkelmien riukuvaiheen viljelymänniköistä korkeammille ja kovemille maille ja luontaisesti syntyneisiin varttuneisiin männiköihin.

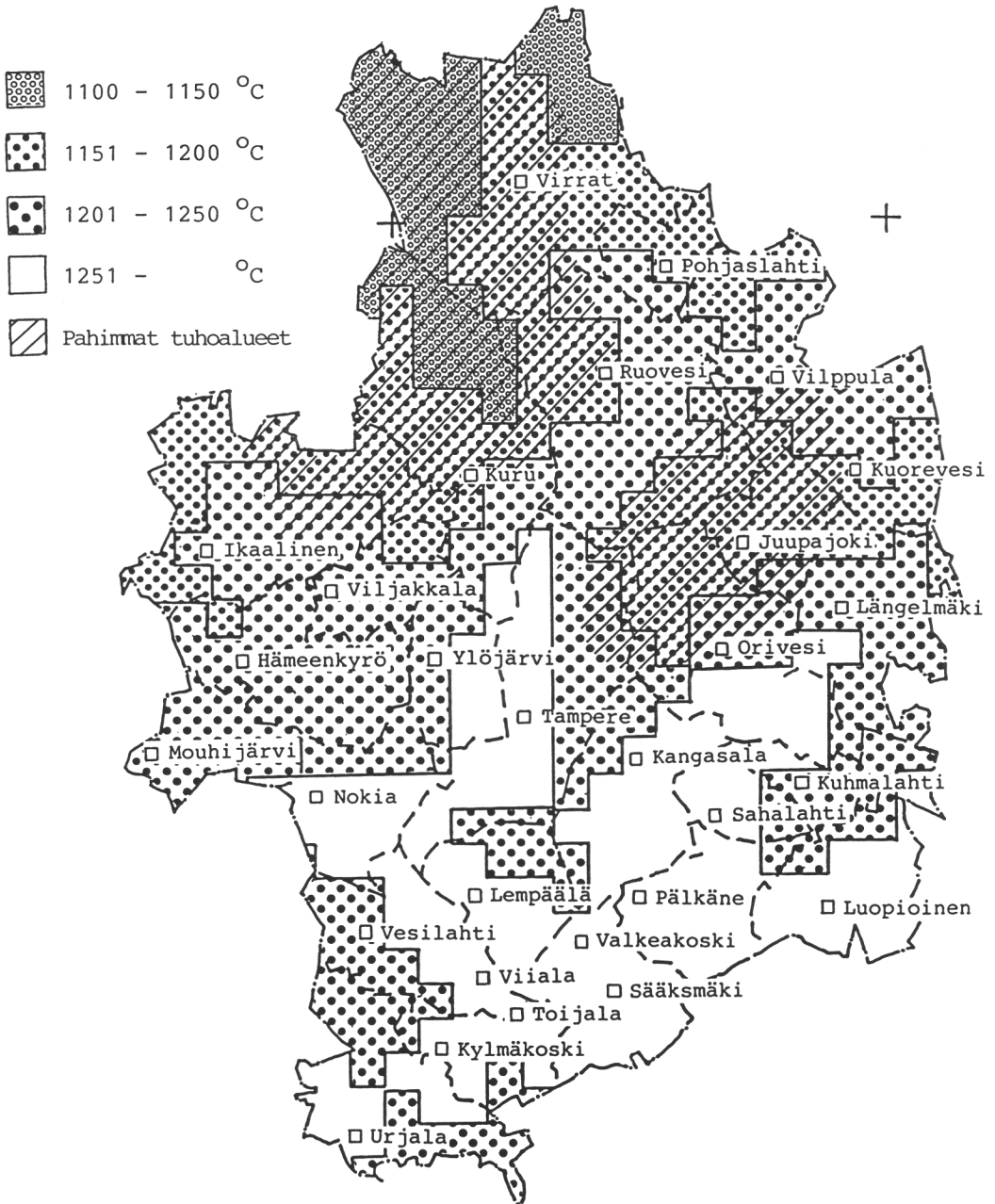
Vaikka versosyöpätuhot eivät ensi keväänä todennäköisesti ole pahat, kiitos ennätyslämpimän kesän -88, ei ole mitään syytä uskoa, että tuhokierre alueellamme loppuu. Tämän takia tarvitaan taudinvaivaamissa männiköissämme huomattavaa tutkimuksen lisäystä, jotta saadaan versosyöpätuhojen ensisijaiset syyt selville. Kysymys on ilmeisesti monien tekijöiden yhteisvaikutuksesta ja näin ollen tutkimuksenkin pitäisi olla monipuolista käsittäen mm. maaperän geokemiallista analyysiä, ilman saasteiden vaikutuksia puihin ja maaperään itse sienipatologian lisäksi.

Taulukko 1. Versosyövän esiintyminen Pirkka-Hämeen männiköissä kesän 1988 kyselyn mukaan.

Mhy-alue	Vakavia tuhoja ha	Lieviä tuhoja ha
Hämeenkyrö	?	?
Ikaalinen	10	?
Juupajoki	400	460
Kangasala	5	45
Kuhmalahti	0	20
Kuorevesi	?	?
Kuru	7 820	15 000
Kylmäkoski	0	200
Lempäälä	15	70
Luopioinen	5	40
Längelmäki	5	110
Mouhijärvi	0	250
Orivesi	280	520
Pohjaslahti	?	?
Pälkäne	0	20
Ruovesi	1 330	3 300
Sahalahti	25	40
Sääksmäki	0	10
Tampere	5	25
Teisko	10	700
Urjala	250	1 500
Vesilahti	0	200
Viljakkala	15	30
Vilppula	30	?
Virrat	800	?
Ylöjärvi-Nokia	?	?
Yhteensä noin	11 000	23 000



Kuva 1. Versosyövän esiintyminen Kurun metsäoppilaitoksen havaintometsässä epidemia-
vuosina 1979, 1982, 1985 ja 1988. Vuonna 1988 käytännöllisesti katsoten kaikki
mäntykokeet olivat jonkinasteisesti saastuneita. Mittakaava 1 : 33 000.



Kuva 2. Versosyöpätilanne Pirkka-Hämeen männiköissä kesällä 1988. Taustatietona vuosien 1937-1986 keskimääräinen lämpösusma.

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 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.
- No. 184 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1984. 1985.
- No. 202 Seppo Kaunisto ja Kaarlo Kinnunen. Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyn taimien alkukehitykseen maastossa. 1985.
- No. 215 Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvötuppaiden harventamisesta. 1986.
- No. 225 Hannu Raitio ja Eero Tikkanen. Nuorten mäntyjen kalsium- ja magnesiumtalouden 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.
- No. 270 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1986. 1987.
- No. 300 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1987. 1988.

Tiedonantoja on saatavissa Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalta (39700 Parkano, puh. 933-82912).

ISBN 951-40-1066-3
ISSN 0358-4283