

# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

137

PARKANON TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ PORISSA 1983

PARKANO 1984

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

Kansikuva: Puun korjuu alkamassa puolukaturvekankaalla Alkkiassa.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 137

Parkanon tutkimusasema ISSN 0358-4283

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ PORISSA 1983

Parkano 1984

## SISÄLLYS

	sivu
LUKIJALLE.....	3
Erkki Lähde METSÄNTUTKIJAN VASTUUSTA.....	4
Seppo Kaunisto SUOMETSIIEN UUDISTAMINEN TURVEKANGASVAIHEISSA.....	7
Antti Reinikainen KASVUHÄIRIÖPROJEKTIN TOIMINTA 1976-1981.....	22
Olavi Laiho ONGELMALLISTEN METSÄNVILJELYKOHTEIDEN MAANPINNAN VALMISTUS.....	30
Kaarlo Kinnunen JUURISTON EPÄMUODOSTUMAT MÄNNYNTAIMILLA.....	43
Erkki Lipas UUSINTALANNOITUS KANGASMAILLA.....	48
Erkki Ahti ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN VAIKUTUS METSIEN KASVUUN JA METSÄ- MAAHAN.....	56

LUKIJALLE

Parkanon tutkimusaseman tutkimuspäivä järjestettiin viime syksynä Porissa. Se oli tarkoitettu erityisesti Satakunnan metsäammattimiehille. Osanottajia oli paikalla ennätysmääräisen runsaasti.

Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on pyritty ottamaan huomioon vilkkaassa keskustelussa esitetyt näkökohdat. Mahdollisuuksien mukaan niitä on muutenkin täydennetty. Kaksi pidetyistä esitelmistä puuttuu, koska niiden sisältöä on joko varhemmin julkaistu (Hannu Raitio: Männyn taimien kasvuhäiriöt taimitarhoilla ja kivennäismailla. Katso Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 94) tai julkaistaan lähiaikoina muualla (Eero Paavilainen: Suometsät valtakunnan metsien inventointien valossa. Ilmestyy lähiaikoina Folia Forestalia-sarjassa).

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

Parkanossa 14.3.1984

Olavi Laiho  
Tutkimusaseman johtaja

ERKKI LÄHDE

METSÄNTUTKIJAN VASTUUSTA

Tärkeintä tutkijan työssä on pyrkimys tavoitella vilpittömästi tieteellistä totuutta niin etäällä kuin se onkin ja niin muuttuvaa kuin se aikojen kuluessa onkin. Moraali ja omatunto ovat mielestäni yksilöllisiä asioita. Niitä ei voida siten siirtää kollektiivisiksi ilmiöiksi. Vastaavasti vastuutakaan ei voida siirtää toisten hartioille, vaikka sen vapaaehtoisia kantajia löytyisikin. Tästä myös seuraa, että mitä suurempi on vapaus sitä suurempi tulee vastuun olla.

Mistä sitten metsäntutkijan on syytä tuntea vastuuta esim. tutkimustyötä tehdessään tai siitä tiedottaessaan? Tähän vaikeaan kysymykseen vastaamista helpottaa esim. UNESCON eli YK:n kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestön laatima Suositus tieteenharjoittajien asemasta (hyväksytty Unescon yleiskokouksessa 1974). Siinä todetaan esim. , "että "akateeminen vapaus"-sanonnan tarkoittama avoin tuloksien, oletusten ja mielipiteiden vaihto on koko tieteellisen toiminnan ydin ja varmin tae tutkimustulosten luotettavuudesta ja objektiivisuudesta". Siinä myös todetaan, että "olisi kaikin tavoin otettava huomioon se, että tieteenharjoittajien luovaa toimintaa olisi kansallisessa tiedepolitiikassa tuettava siten, että kunnioitetaan erittäin paljon tutkimuksen itsenäisyyttä ja vapautta, jotka ovat välttämättömiä tieteen kehitykselle". Tutkijalla tulisi myös olla seuraavia henkilökohtaisia ominaisuuksia ja henkisiä tottumuksia, joita esim. koulutuksella tulisi vahvistaa.

"- puolueettomuus ja älyllinen rehellisyys;

- kyky tarkastella ongelmaa tai tilannetta oikeassa suhteessa ja mitassa kaikkine inhimillisine seuraamuksineen;
- taito erottaa yhteiskunnalliset ja eettiset seuraamukset kysymyksissä, joihin liittyy uuden tiedon hankintaa ja jotka saattavat ensi näkemältä vaikuttaa pelkästään teknillisiltä;
- valppaus ennakoida tieteellisen tutkimuksen ja kokeelli-

sen kehittämistyön todennäköiset ja mahdolliset yhteiskunnalliset ja ekologiset seuraukset;

- halukkuus kommunikoida muiden kanssa, ei vain tieteellisissä ja teknologisissa piireissä, vaan myös niiden ulkopuolella. Tämä edellyttää halukkuutta toimia työryhmissä ja moniammatillisissa yhteyksissä".

Lisäksi tieteenharjoittajilla tulisi julkisten viranomaisten tukemina olla velvollisuus ja oikeus:

- "- työskennellä älyllisesti vapaina pyrkiäkseen tieteeseen totuuteen, tulkitakseen ja puolustakseen sitä sellaisena kuin he sen näkevät;
- osallistua niiden tutkimusohjelmien päämäärien ja tavoitteiden määrittelyyn, joissa olisi otettava huomioon inhimillinen, sosiaalinen ja ekologinen vastuu;
- ilmaista vapaasti mielipiteensä projektien inhimillisestä, sosiaalisesta ja ekologisesta arvosta, ja viime kädessä vetäytyä kyseisistä projekteista, jos heidän omatuntonsa niin vaatii;
- antaa myönteinen ja rakentava osansa oman maansa tieteeseen, kulttuuriin ja koulutukseen sekä kansallisten päämäärien saavuttamiseen, maanmiestensä hyvinvoinnin lisäämiseen ja Yhdistyneiden Kansakuntien kansainvälisten ihmisten ja tavoitteiden edistämiseen".

Moraalin ja vastuun tuntemisen osalta ei maailman tiedemiehille voida antaa kovin korkeata arvosanaa: Maallinen raadollisuus on silmiinpistävää. Rajuin esimerkki on neutronipommin keksijän asenteet ja arvomaailma. Maailman tiedemiestä tietävästi yli puolet hankkii leipänsä tavalla tai toisella sotateollisuuden palveluksessa. Toisestakin puolesta ylettömän suuri osa toimii eri tavoin luonnon tai sen osan, ihmisen, tuhoamisen keinojen löytämiseksi ja kehittämiseksi. On virheellistä väittää, että tutkijat olisivat arvojen maailman ylä- tai ulkopuolella.

Kaikki nämä yleiset asiat koskettavat luonnollisesti meitä metsäntutkijoita. Esimerkiksi metsänhoidon tutkijan velvollisuus on mielestäni tартtua tutkimuksillaan myös metsien hoidossa havaittaviin virheisiin ja puutteisiin. Hänen on

rohkeasti tuotava esiin menetelmille vaihtoehtoja, jos sellaisia löytyy. Kipeäkin kritiikki on tuotava esiin, vaikka se loukkaisi esim. sellaisia henkilöitä, jotka ovat samaistaneet persoonallisuutensa vaikkapa johonkin käytännön menetelmään. Samaistaminen voi olla joskus niin voimakasta, että ko. henkilö kokee kaiken menetelmään kohdistuvan kritiikin itseensä kohdistuvana loukkauksena.

Suomen kaltaisessa metsätalousmaassa tiedon tarvisijoita metsästä ja sen käsittelymalleista ovat lähestulkoon kaikki kansalaiset. Varsinaisia metsätalouden harjoittajia ovat ensisijaisesti yksityiset metsänomistajat ja metsätyöntekijät, mutta myös "jokamies" käyttäessään ja tarvitessaan met-sää eri tarkoituksiin on tiedon tarvisija. Tiedon jakamisesta edellä luetelluille on huolehdittava korostetusti silloin, kun jostain syystä moniarvoisen tiedon kululle muodostuu esteitä. Käytännön metsäammattimiehet ovat siinä suhteessa erityisasemassa, että jo heidän ammattinsa harjoittamiseen kuuluu tutkimustiedon jatkuva seuranta. Heidän koulutukseensa sisältyy taito perehtyä tieteellisiin julkaisuihin.

On syytä vakavasti esittää kysymys: Kuka tai ketkä metsätaloudessa toisivat esiin ja varoittaisivat mahdollisista virheistä metsien käsittelyssä, elleivät sitä metsänhoidon tutkijat tekisi? Tutkijoiden tiedottamisen estäminen ja työn vaikeuttaminen tutkijavapautta rajoittaen kostautuu aina ennenpitkää metsätalouden itsensä ja koko kansantalouden turmioksi.



## SUOMETSIIEN UUDISTAMINEN TURVEKANGASVAIHEISSA

Seppo Kaunisto

## 1. JOHDANTO

Yleensä katsotaan, että vanhat ojitusalueet turvekangasasteelakin ovat herkkiä uudistumaan (Heikurainen 1978). Käsitykset perustuvat lähinnä luonnontilaisilta rämeiltä ja rämeojikoilta (Heikurainen 1954, Heikurainen & Veijola 1971, Heikurainen & Laine 1976) ja korpikuusikoista (Multamäki 1937, Lukkala 1946) saatuihin kokemuksiin. Käytännössä on toisaalta ollut havaittavissa esimerkkejä siitä, että luontainen uudistuminen turvekankailla saattaisi olla vaikeampaa kuin ojikoilla. Systemaattiset selvitykset metsien uudistumisesta turvekankailla ovat kuitenkin vielä vähäisiä. Kysymystä selvittelevä aktiivinen koetoiminta aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksen Suontutkimusosaston toimesta vasta vuonna 1980. Seuraava esitys perustuu näistä kokeista saatuihin kokemuksiin.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Esityksessä tarkastellaan tuloksia viidestä eri kokeesta, jotka on perustettu Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsähallituksen yhteistyösopimuksen mukaisesti Metsähallinnon Parkanon hoitoalueen maille. Virtain Pihtisulunlammen kokeista tarkastellaan seuraavassa muokkauksen vaikutusta männyn luontaiseen uudistumiseen varputurvekankaalla ja laikutuksen vaikutusta kylvön onnistumiseen varputurvekankaalla. Alueen perusojituksen ajankohta ei ole tiedossa, mutta todennäköisesti se on tapahtunut 1930-luvulla. Luontaisen uudistamisen koe hakattiin siemenpuuasentoon ja muokattiin syksyllä v. 1981. Yhteensä perustettiin kahdeksan luontaisen uudistamisen koealaa, joiden koko vaihteli 0,05 ja 0,15 ha:n välillä. Näistä neljä muokattiin kyljelleen kallistetuilla Fiskarsin ojaajyrsimellä n. 3-5 m:n välein. Jyrsin tekee n. 50-60 cm leveän ja 10-30 cm paksun vinon palteen, jonka toiseen laitaan syntyy n. 20 cm leveä, 15-25 cm syvä vako. Vapon suorittaessa alueellaviemäriin perkausta oli traktorilla kuljettu kahden koealan toisessa laidassa ilmeisesti useampaan kertaan. Tällä tavoin syntynyt traktoriura otettiin inventoinnissa myös huomioon yhtenä maankäsittelynä.

Luontaisen uudistamisen kokeen inventointi suoritettiin siten, että jyrsinpalteelta ja traktorinuralta rajattiin määrävälein (3 m)  $0,5 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealoja, joilta laskettiin alle 10 cm:n pituiset männyn ja hieskoivun taimet. Lisäksi rajattiin suurempi  $4 \text{ m}^2$ :n ympyräkoeala, jolta määritettiin valtataimi ja sen pituusluokka. Pituusluokat olivat seuraavat: < 5 cm, 6-10 cm, 11-30 cm, 31-50 cm, 51-100 cm, 101-150 cm, 151-250 cm, 251-351 cm, > 350 cm. Jyrsinpalteen tai traktorin kulku-uran rinnalle kohtisuoraan näiden suuntaa vastaan 2 m:n päähän näiden reunasta rajattiin koskemattomalle suonpinnalle samoin  $0,5$  ja  $4 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealat. Kokonaan muokkaamattomille koealoille sijoitettiin 2 - 4 inventointilinjaa systemaattisesti määrävälein. Jokaiselta linjalta otettiin  $0,5$  ja  $4 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealat 3 m:n välein.

Taimien lukumäärän lisäksi määritettiin  $0,5 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealalta myös pohjakerroksen jakautuminen erilaisiin kasvilajiryhmiin sekä mitattiin turpeen päällä olevan raakahumuskerroksen paksuus 1 mm:n tarkkuudella. Kasvilajiryhmät olivat seuraavat: ei pintakasvillisuutta tai karikkeita, lehtikarikeri, havukarikeri, jäkälät, seinäsammalet, karhunsammalet, kynsisammalet + muut kangassammalet. Ympyräkoealalta määritettiin jokaisen peittävyysprosentti ja erikseen taimien lukumäärä eri kasvilajiryhmissä. Taimien ikää ei määritetty, joten muokkaamattomilla ympyräkoealoilla taimien lukumäärään saattoi sisältyä siemenpuuhakkuuta (2 vuotta) vanhempiakin taimia.

Tutkittuja ympyräkoealoja oli erilaisissa käsittelyissä seuraavasti:

jyrsinpalteella	115 kpl
muokkaamattomalla	154 kpl
<u>traktoriuralla</u>	<u>43 kpl</u>
yhteensä	312 kpl

Viereiselle alueelle perustetussa kylvökokeessa tehtiin v. 1981 keväällä rinnakkain 4 kpl kolmen rivin ryhmiä. Jokaiseen riviin tuli 10-15 kylvökohtaa 2 m:n välein. Kaikki kylvökohdat tarkastettiin vuoden 1983 syksyllä ja laskettiin alle 10 cm pituisten taimien lukumäärä, mitattiin raakahumuskerroksen paksuus ja määritettiin pohjakerroksen kasvilajisuhteet edellä esitetyn

ryhmittelyn mukaan. Laikkujen kohdalla tämä arvioitiin laikun ympäristön perusteella  $0,5 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealalta laikun keskipiste ympyräkoealan keskipisteenä.

Keväällä 1983 perustettiin muutaman kilometrin päähän kaksi koetta, joista kummallakin tutkittiin muokkauksen ja lannoituksen sekä toisella lisäksi sarkaleveyden vaikutusta istutuksen ja kylvön onnistumiseen. Lannoituksen vaikutusta ei tässä yhteydessä tarkastella.

Ensin mainitussa kokeessa sarkaleveys oli 40 m. Muokkausmenetelmät olivat seuraavat: muokkaamaton vertailu, sammalen pinta-kerros rikottu jalalla potkaisemalla, äestetty TTS-metsä-äkeellä ja mätästetty. Ainoastaan ojamaat mätästettiin. Eri maankäsittelyillä tarkastettiin kylvökohtia seuraavasti:

muokkaamaton	120 kpl
jiyrsitty	180 "
mätästetty	122 "
jalalla rikottu	104 "
yhteensä	528 kpl

Samana koealueen sarkaleveyskokeessa sarkaleveydet olivat 15,30 ja 45 m. Seuraavassa tarkastellaan kuitenkin vain 15 ja 40 m:n sarkoja. Muokkauskäsittelyt olivat TTS-metsä-äestä lukuunottamatta samat kuin edellä. Kylvökohtia eri sarkaleveyksillä ja eri muokkauskäsittelyillä tarkastettiin seuraavan jaotelman mukaisesti:

Muokkaustapa	Sarkaleveys, m	
	15	45
Muokkaamaton	166 kpl	295 kpl
Mätästys	217 "	120 "
Jalalla rikottu	136 "	267 "
Yhteensä	519 kpl	682 kpl

Kurun Riuttasjärvellä perustettiin vuosina 1979-1980 sarkaleveysmuokkauskoe turvekangasalueelle, joka oli perusojitettu v. 1935. Koko alue oli lannoitettu suo-PK-lannoksella (0-10,3 - 12,4)

500 kg/ha v. 1968. Alue hakattiin paljaaksi v. 1978. Vuonna 1979 alue ojitettiin 10, 20 ja 40 m:n sarkoihin sekä mätästettiin osittain. Alue viljeltiin 1M + 1A männyntaimilla keväällä 1980.

Muokkauksikäsitellyt sarkaleveysittain on esitetty seuraavassa jaotelmassa:

Muokkauksikäsitely	Sarkaleveys, m		
	10	20	40
Mätästys	x	x	
Ei ojamaita	x		
Normaali ojitus		x	x

Suotyyppi alueella vaihteli IR-ojikosta varpu-puolukkaturvekan-kaaseen. Keväällä 1981 sarat jaettiin 20 m:n pituisiin koealoihin, joille arvottiin seuraavat neljä lannoituskäsittelyä: Lannoittamaton vertailu, raakafosfaattia (34 %) 18 g/taimi suo-PK-lannosta (0-8,6-16,6) 30 g/taimi sekä suo-PK-lannosta kuten edellä + oulunsalpietaria (27,5 %) 15 g/taimi. Koealoja erotettiin tällä tavoin yhteensä 149 kpl.

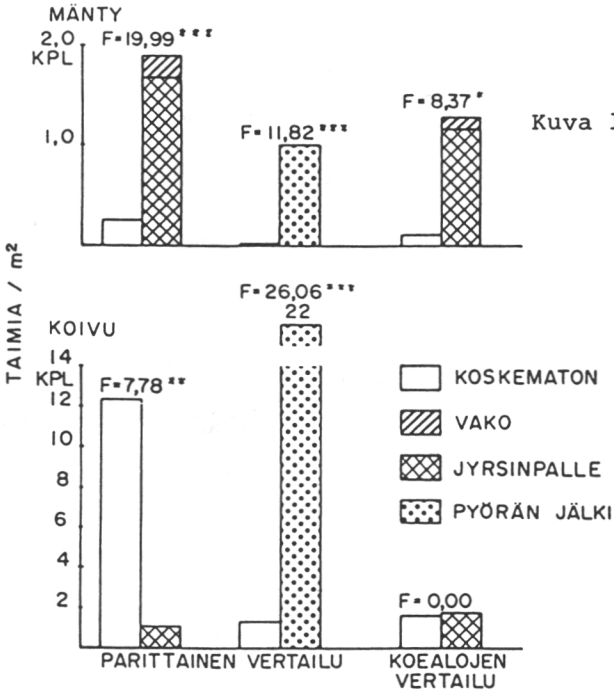
Alue inventoitiin siten, että jokaiselta koealalta mitattiin kahdesta taimirivistä saran reunassa ja saran keskellä taimien pituus ja pituuskasvu vuosina 1982 ja 1983. Lisäksi taimet jaettiin päätesilmun dominanssin perusteella kahteen ryhmään: Normaalit ja toisaalta haaroittuneet tai pääsilbudominanssin menettäneet taimet. Lisäksi merkittiin muistiin taimen korkeus-asema mättäällä. Yhteensä mitattiin 4424 tainta.

### 3. TULOKSET

#### 31. Luontainen uudistaminen

Kuvassa 1 on taimien lukumääriä tarkasteltu siten, että paritaisessa vertailussa (2 vasemmanpuoleista pylväsparia) mukana on kummassakin tapauksessa kahdelta koealalta tarkastettujen ympyräkoealaparien tulokset ja koealoittaisessa (oikeanpuoleisin pylväspari) varsinaisten käsittelykoealojen keskiarvot.

Viimemainitussa muokattujen koealojen muokkaamattomat ympyräkoealat sanoinkuin muokkaamattomien koealojen traktoriuraan sijoitetut ympyräkoealat on jätetty pois aineistosta.



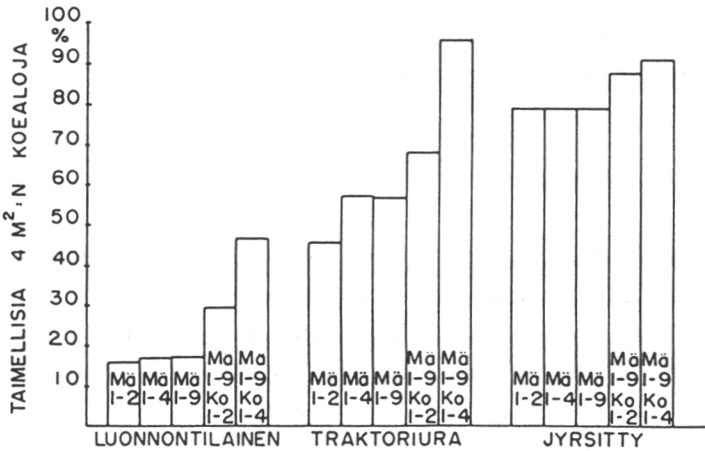
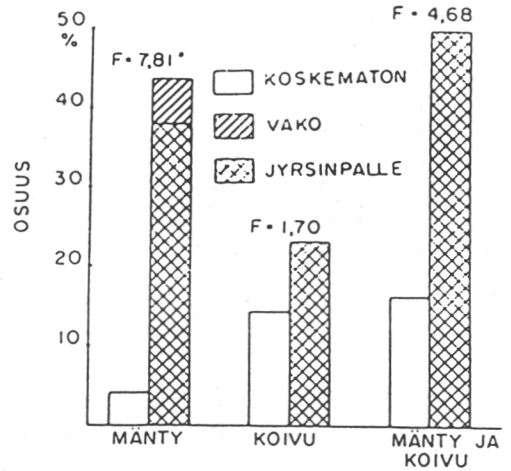
Kuva 1. Männyn ja hieskoivun taimien lukumäärä eri tavoin käsitellyillä pinnoilla.

Kuvasta 1 todetaan, että koskemattomaan pintaan verrattuna männyntaimia on ollut moninkertainen määrä jyrsinjäljessä ja traktoriuralla. Tällöinkin taimia on ollut vain n. 1-2 kpl yhtä käsittelyn neliometriä kohden. Tämä vastaan n. 1,2 - 2,5 kpl jyrsimällä tehdyn muokausjäljen juoksumetriä kohti.

Hieskoivun taimia oli parittaisilla vertailualoilla selvästi männyntaimia enemmän, mutta vaihtelu oli erittäin suuri. Käsittelemätön pinta oli selvästi suotuisampi hieskoivun kuin männyntaimien syntymiselle. Sen sijaan jyrstyillä pinnoilla ei puulajien välillä näyttänyt olevan sanottavia eroja. Erityisen runsaasti hieskoivun taimia oli syntynyt traktoriuralle.

Kuvassa 2 on tarkasteltu taimellisten laikkujen osuutta laikkujen koko lukumäärästä. Todetaan, että jyrshintä on erittäin selvästi lisännyt männyn, mutta jonkinverran myös koivun taimellisten ympyräkoealojen osuutta.

Kuva. 2 Taimellisten ympyräkoealojen ( $0,5 \text{ m}^2$ ) osuus kaikista ympyräkoealoista erilaisilla pinnoilla.



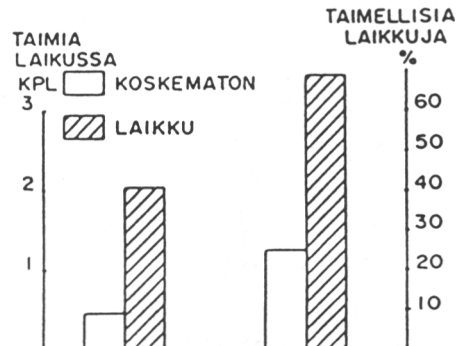
Kuva 3. Taimellisten  $4 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealojen osuus hyväksyttävässä askeleittain eri pituusluokkien (numerot) taimia ja eri puulajeja mukaan. Mä = mänty, Ko = koivu. Pituusluokat 1 = <5 cm, 2 = 6-10 cm, 3 = 11-30 cm, 4 = 31-50 cm, 5 = 51-100 cm, 6 = 101-150 cm, 7 = 151-250 cm, 8 = 251-350 cm, 9 = >350 cm.

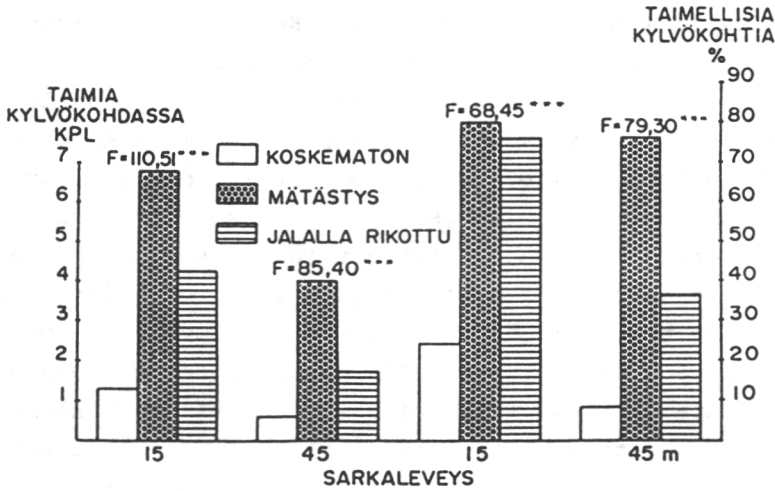
Männyn vaihtuvan taimiaineksen lisäksi inventoitiin  $4 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealoilla myös muu taimiaines. Kuvassa 3 tarkastellaan taimellisten  $4 \text{ m}^2$ :n koealojen osuutta kaikista tutkituista ympyräkoealoista siten, että vaihtuvan taimiaineksen (pituusluokat 1-2) lisäksi on hyväksytty askeleittain mukaan myös kookkaampia männyn taimiluokkia ja lopulta myös pienimpien pituusluokkien koivuja. Tulosta tarkasteltaessa on huomattava, että traktoriuralla ja jyrseinjäljessä osa tarkastetusta  $4 \text{ m}^2$ :n ympyräkoealasta osui muokkausjäljen ulkopuolelle, eikä tulos näin ollen edusta kokonaan muokatun jäljen tilannetta. Kuvasta 3 todetaan, että tässäkin tapauksessa jyresityllä pinnalla taimettuminen on ollut tasaisinta. Männyn suurempien kokoluokkien hyväksyminen mukaan ei ole sanottavasti vaikuttanut taimellisten ympyräkoealojen osuuteen. Sen sijaan koivun hyväksyminen mukaan on lisännyt taimellisten ympyräkoealojen osuutta selvästi traktoriuralla ja muokkaamattomalla pinnalla.

### 32. Kylvö

Kylvötaimien syntymistä ja uudistumissadannesta eri tavoin muokatuilla ja käsittelemättömillä pinnoilla tutkittiin kolmessa eri kokeessa (kuvat 4-6). Kuvassa 4 on esitetty laikutuskokeen tulokset kahden kasvukauden kuluttua kylvöstä. Kuvassa havaitaan, että laikutus kohotti taimien keskimääräisen lukumäärän kylvökohtaa kohden yli nelinkertaiseksi ja taimettuneiden kylvökohtien osuuden yli kaksinkertaiseksi käsittelemättömään pintaan verrattuna.

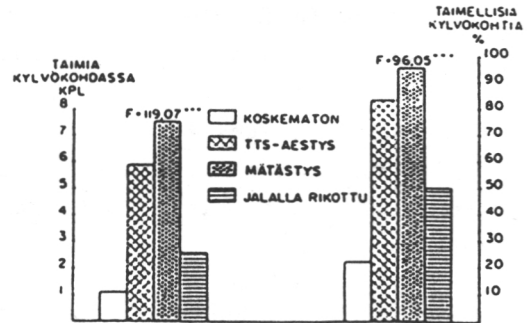
Kuva 4. Taimien lukumäärä ja taimellisten kylvökohtien osuus kylvökokeessa käsittelemättömällä pinnalla ja laikussa kahden kasvukauden kuluttua kylvöstä.





Kuva 5. Taimien lukumäärä kylvökohtassa ja taimellisten kylvökohtien osuus eri tavoin muokatuilla pinnoilla erilaisilla sarkaleveyksillä.

Kuva 6. Taimien lukumäärä kylvökohtassa ja taimellisten laikkujen osuus eri tavoin muokatuilla pinnoilla kylvövuoden syksyllä. Sarkaleveys 40 m.



Kuvassa 5 tarkastellaan kylvötaimien lukumäärää ja taimellisten laikkujen osuutta kylvövuoden syksyllä muokkaamattomalla, mätästetyllä ja jalalla potkaisten rikutulla pinnalla sekä kuvassa 6 näiden lisäksi TTS-metsä-äkeellä äestetyllä pinnalla. Kuvista havaitaan, että sekä taimien lukumäärä kylvökohtassa että taimellisten kylvökohtien osuus oli koskemattomalla pinnalla hyvin alhainen. Jo vähäinkin maanpinnan rikkominen (jalalla potkaisu) kohotti sekä taimien lukumäärän että taimellisten laikkujen

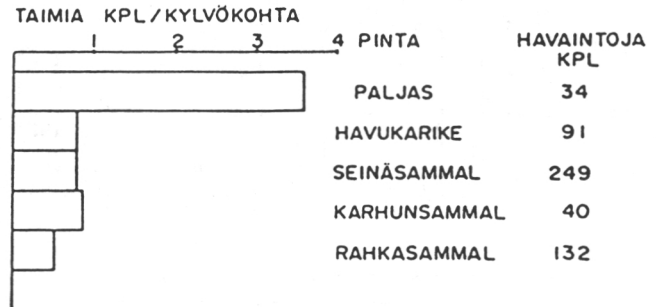


osuuden 2-3-kertaiseksi. Kuitenkin ainoastaan 15 m:n saroilla päästiin tällä tavoin tyydyttävään taimettumistulokseen (kuva 5). Mätästyksellä saatiin verrattain hyvä taimettumistulos kaikissa tapauksissa ja TTS-äestyksellä vain vähän tätä huonompi.

Leveimmällä saralla (45 m) tarkasteltiin koskemattomalla ja jalalla riikotulla pinnalla myös kylvötaimien lukumäärän riippuvuutta ojan etäisyydestä. Riippuvuus taimien lukumäärän ja ojaetäisyyden välillä ei kuitenkaan yhdessäkään tapauksessa ollut tilastollisesti merkitsevä.

Tarkasteltaessa taimien lukumääriä pohjakerroksen erilaisissa karikke- tai kasvipeitteisissä ryhmissä olivat erot hyvin vähäisiä (kuva 7). Pintakasvillisuuden haitallinen vaikutus sirkkataimien syntymiselle oli havaittavissa aineistoa tälläkin tavoin ryhmiteltäessä. Taimia syntyi muihin verrattuna moninkertainen määrä karikkeettomalle ja sammalettomalle paljaalle pinnalle.

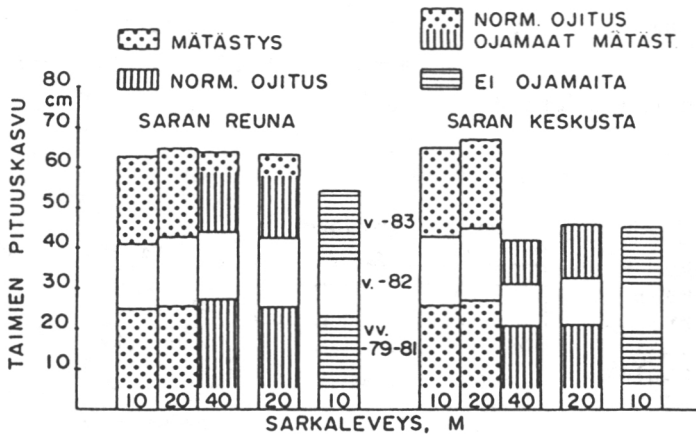
Kuva 7. Taimien lukumäärä muokkaamattomien kylvökohtien erilaisilla pinnoilla.



Pihtisulunlammen kokeilla tutkittiin myös raakahumuskerroksen paksuuden vaikutusta taimien määrään. Muokkaamattomilla luontaisen uudistamisen koealoilla ja kylvökokeella laikuttamattomien kylvökohtien osa-aineistossa ei raakahumuskerroksen paksuuden (vaihtelu 5-70 mm) ja taimimäärän välillä ollut yhteyttä. Osa-syynä saattoi olla taimellisten laikkujen vähäisyys (kummassakin aineistossa 12 kpl) ja pintakasvillisuuden pohjakerroksen lajivaihtelu alueella. Laikutettujen kylvökohtien raakahumuskerroksen paksuuden (vaihtelu 5-70 mm) ja taimien lukumäärän välillä vallitsi negatiivinen korrelaatio, jossa selitysaste oli kuitenkin hyvin alhainen, 4,0 %.

## 33. Istutus

Istutusalueella tutkittiin mätästykseen vaikutusta taimien kasvuun eri sarkaleveyksillä. Kaikkia mätästykseen ja sarkaleveyden kombinaatioita ei kuitenkaan alueella ollut. Tämän vuoksi aineisto ryhmiteltiin erilaisiksi muokkauksen ja sarkaleveyksien yhdistelmiksi taimien pituuskasvun vertailua varten. Vertailuryhmät olivat seuraavat: 10 m:n mätästetyt sarat sekä normaalisti ojitetut 20 ja 40 m:n sarat, 10 ja 20 m:n mätästetyt sarat ja 40 m:n normaalisti ojitetut sarat, 10 m:n sarat ilman ojamaita sekä 20 ja 40 m:n normaalisti ojitetut sarat. Kaikki vertailut tehtiin erikseen saran reunassa ja saran keskellä.



Kuva 8. Sarkaleveyden ja muokkauksen vaikutus taimien pituuskasvuun saran reunassa ja keskustassa.

Ensimmäisessä vertailuryhmässä voitiin todeta, että saran reunassa taimien kasvu oli riippumaton sarkaleveydestä (kuva 8, taulukko 1). Sen sijaan saran keskellä taimet kasvoivat erittäin merkittävästi paremmin 10 m:n mätästetyillä kuin 20 ja 40 m:n normaalisti ojitetuilla saroilla. Toisen ja kolmannen vertailuryhmän tarkastelulla pyrittiin selvittämään, missä määrin kyseessä oli muokkauksen, missä määrin sarkaleveyden (vesitalous) vaikutus. Toisessa vertailuryhmässä havaittiin taimien kasvavan yhtä hyvin 10 ja 20 m:n mätästetyillä saroilla sekä saran reunassa että keskellä, mikä viittaa nimenomaan muokkauksen vai-

Taulukko 1. Erilaisiin muokkaustilanteisiin yhdistetyn sarkaleveyden vaikutus taimien pituuskasvuun saran reunassa ja keskellä. F-arvot ja merkitsevyydet.

Mitattu suure	Sarkaleveyksien ja muokkauksien yhdistelmät			F-arvo	
	Mätästys	Normaali ojitus	Ei oja-maita	Saran reuna	Saran keskusta
Pituus	10	20 ja 40	-	0,07	39,06 <sup>***</sup>
Kasvu 82	10	20 ja 40	-	0,28	24,81 <sup>***</sup>
Kasvu 83	10	20 ja 40	-	0,74	51,39 <sup>***</sup>
Pituus	10 ja 20	40	-	0,18	58,25 <sup>***</sup>
Kasvu 82	10 ja 20	40	-	0,08	36,58 <sup>***</sup>
Kasvu 83	10 ja 20	40	-	0,52	64,62 <sup>***</sup>
Pituus	-	20 ja 40	10	5,88 <sup>***</sup>	1,09
Kasvu 82	-	20 ja 40	10	3,99 <sup>**</sup>	1,28
Kasvu 83	-	20 ja 40	10	4,45 <sup>**</sup>	1,94

Taulukko 2. Taimien pituuskasvun (y,cm) riippuvuus ojaetäisyydestä (x,m) erilaisten muokkauksikäsitteilyjen yhteydessä eri levyisillä tasoilla.

Sarkaleveys m	Muokkaus	Mitattu	Yhtälö	T <sub>x</sub>	T <sub>x2</sub>	F malli	Selitysaste, %
10	Mätästys	Pituus	$y = 0,09x + 61,1$	0,18	-	0,03	0,0
		Kasvu 82	$y = -0,25x + 15,9$	1,33	-	1,77	0,2
		Kasvu 83	$y = 0,21x + 20,0$	0,92	-	0,85	0,1
10	Ei oja-maita	Pituus	$y = -2,10x + 55,8$	3,93 <sup>***</sup>	-	15,41 <sup>***</sup>	2,0
		Kasvu 82	$y = -0,64x + 14,9$	3,38 <sup>***</sup>	-	11,45 <sup>***</sup>	1,5
		Kasvu 83	$y = -0,76x + 17,4$	3,51 <sup>***</sup>	-	12,33 <sup>***</sup>	1,6
20	Mätästys	Pituus	$y = 0,19x + 71,1$	1,03	-	1,05	0,0
		Kasvu 82	$y = 0,05x + 19,0$	0,66	-	0,43	0,0
		Kasvu 83	$y = 0,02x + 24,1$	0,27	-	0,07	0,0
20	Normaali ojitus	Pituus	$y = 10,77x - 1,14x^2 + 53,3$	2,17 <sup>**</sup>	2,55 <sup>**</sup>	54,47 <sup>***</sup>	16,1
		Kasvu 82	$y = 3,23x - 0,35x^2 + 14,4$	1,86 <sup>**</sup>	2,20 <sup>**</sup>	43,88 <sup>***</sup>	13,4
		Kasvu 83	$y = 3,71x - 0,40x^2 + 16,8$	1,87 <sup>**</sup>	2,25 <sup>**</sup>	55,52 <sup>***</sup>	16,4
40	Normaali ojitus	Pituus	$y = -1,24x + 66,3$	16,19 <sup>***</sup>	-	262,17 <sup>***</sup>	27,6
		Kasvu 82	$y = -0,33x + 17,2$	13,30 <sup>***</sup>	-	176,80 <sup>***</sup>	20,4
		Kasvu 83	$y = -0,52x + 21,3$	16,73 <sup>***</sup>	-	279,86 <sup>***</sup>	28,9

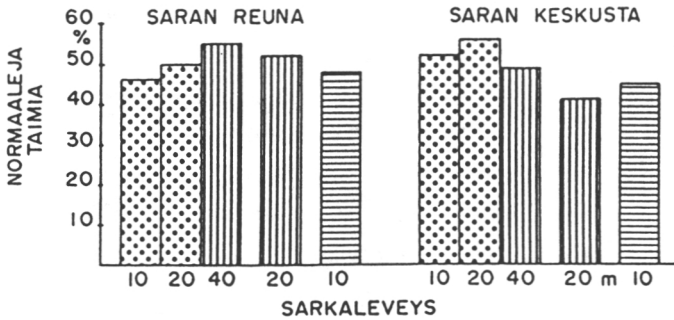
kutukseen. Vielä ilmeisempi oli muokkauksen merkitys kolmannen ryhmän vertailussa, jossa havaittiin, että saran reunassa taimet kasvoivat paremmin normaalisti ojitetuilla 20 ja 40 m:n saroilla kuin 10 m:n saroilla, joilta ojamaat oli poistettu (kuva 8, taulukko 1). Saran keskellä taimien pituuskasvu oli sen sijaan sarkaleveydestä riippumaton. Kuitenkin on todennäköistä, että muokkauksen vaikutus pituuskasvuun saran reunassa ei tullut täysimääräisenä esille, koska 20 ja 40 m:n saroilla kaikkia taimia ei oltu istutettu mättäille ja toisaalta 10 m:n saroilla joissakin tapauksissa turpeen pinnalla oleva raakahumuskerros oli ojituksessa rikkoutunut ja osittain jopa kuoriutunut pois, jolloin taimet oli istutettu suoraan turpeeseen.

Sarkaleveyden ja muokkauksen vaikutusta taimien pituuskasvuun tarkasteltiin myös regressioanalyysin avulla siten, että erilaisissa sarkaleveyden ja muokkauksittelyn yhdistelmissä laskettiin yhtälöt, joissa taimien pituus ja kasvu olivat selitettävänä muuttujina ja etäisyys ojasta selittäjänä.

Tulos oli yhdenmukainen edellä esitetyn kanssa. Etäisyys ojasta ei selittänyt taimien kasvun vaihtelua 10 ja 20 m:n mätästetyillä saroilla, mutta normaalisti ojitetuilla 20 ja 40 m:n saroilla taimet kasvoivat sitä huonommin mitä etäämpänä ne olivat ojasta (taulukko 2). Taulukon 2 mukaan taimien kasvu lisääntyi 20 m:n normaalisti ojitetuilla saroilla n. 4,5 :iin saakka, jonka jälkeen kasvu oli sitä huonompi mitä kauempana taimet olivat ojanreunasta.

Vaikka koealue edusti verrattain karuja suotyyppejä ja taimet selvästi kärsivät ravinteiden puutoksesta muokkaamattomilla alueille, ei laikkulannoitus fosforilla, fosforilla ja kalilla tai typellä, fosforilla ja kalilla lisännyt taimien kasvua.

Normaalien taimien määrä alueella vaihteli käsittelystä riippuen 42:sta 56 %:iin, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (kuva 9, taulukko 3).



Kuva 9. Muokkauksen ja sarkaleveyden vaikutus normaalien taimien osuuteen. Symbolit kuten kuvassa 8.

Taulukko 3. Erilaisiin muokkaustilanteisiin yhdistetyn sarkaleveyden vaikutus taimien kuntoon saran reunassa ja keskellä. F-arvot ja merkitsevyydet.

Sarkaleveyksien ja muokkauksen yhdistelmät			F-arvo	
Mätästys	Normaali ojitus	Ei oja-maita	Saran reuna	Saran keskusta
10	20 ja 40	-	1,73	1,97
10 ja 20	40	-	1,76	0,88
-	20 ja 40	10	0,85	0,62

#### 4. TIIVISTELMÄ JA PÄATELMÄT

Tutkituilla turvekangasalueilla niin luontainen uudistuminen, kylvö kuin istutuskin onnistuivat varsin huonosti ilman maanpinnan käsittelyä. Kahden nuorimman kylvökokeen kohdalla on kuitenkin muistettava, että erilaisten muokkauksikäsitteilyjen yhteydessä (TTS-äes, mätästys, jalalla rikottu pinta) taimet inven-

toitiin jo kylvökauden syksyllä, jolloin taimet eivät olleet vielä olleet alttiina rousteelle, mikä maatuneilla turpeilla on havaittu erittäin tuhoisaksi (Multamäki 1939). Toisaalta varpu-turvekankaalle perustetuissa luontaisen uudistamisen kokeessa, jossa muokkaus tehtiin jyrsimällä sekä kylvökokeessa, jossa muokkaus tehtiin kevyesti kuokalla laikuttamalla, taimieines oli jo kaksivuotiasta. Näillä kokeilla muokkauksen positiivinen vaikutus todennäköisesti onkin jo pysyvä.

Tutkittaessa turpeen päällä olevan raakahumuskerroksen paksuuden ja pintakasvillisuuden pohjakerroksen vaikutusta taimien syntyyn eihavaittu mitään selvää syy-yhteyttä. Siemenpuuhakkuualueella oli luonnontilaisella pinnalla taimiainesta erittäin niukasti esim. Heikuraisen (1954) ojittamattomilta rämeiltä esittämiin lukuihin verrattuna. Toisaalta maan jyrsintämuokkaus tai kylvö-alueilla vähäinenkin sammalkerroksen rikkominen lisäsivät taimien lukumäärän moninkertaiseksi rikkomattomaan pintaan verrattuna. Tulosten perusteella on ilmeistä, että kyseisten turvekankaiden taimettumisherkyys on varsin heikko ja että sekä luontainen että kylvämällä tapahtuva uudistaminen männyllä on kyseenalaista ilman jonkinasteista maanpinnan käsittelyä. Syynä huonoon korrelaatioon raakahumuskerroksen paksuuden ja taimien lukumäärän välillä saattoi olla taimellisten havaintojen vähäisyys luonnontilaisella pinnalla.

Istutustaimien kasvuun muokkauksella oli erittäin selvä positiivinen vaikutus, joka todennäköisesti olisi ollut vieläkin selvempi, ellei osaa mätästetyille alueille istutetuista taimista olisi istutettu mätäsväleihin, tasapintaan.

Luontaisen uudistamisen ja kylvön huono onnistuminen sekä istutus-taimien hidas kasvu muokkaamattomilla koealoilla antaa aihetta olettaa, että uudistamisen varmistamiseksi keskinkertaisella ja karuhkoilla turvekankailla joudutaankin tähänasti oletettua useammin turvautumaan maan muokkaukseen niin luontaisessa uudistamisessa kuin viljelyssäkin.

## KIRJALLISUUS

- HEIKURAINEN, E. 1954. Rämemänniköiden uudistamisesta paljaaksihakkausta käyttäen. Referat: Über natürliche Verjüngung von Reisermoor-Kiefernbeständen unter Anwendung von Kahlschlag. Acta For. Fenn. 61(2): 1-21.
- 1978. Turvemaiden metsien hoito. Helsingin yliopisto, Neuvontaopin ja täydennyskoulutuksen keskus, Monistussarja 7/78 (4 s.).
  - & LAINE, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage, and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta For. Fenn. 150: 1-38.
  - & VEIJOLA, P. 1971. Lannoituksen ja sarkaleveyden vaikutus rämeen uudistumiseen ja taimien kasvuun. Summary: Effects of fertilization and ditch spacing on regeneration and seedling growth in pine swamps. Acta For. Fenn. 114: 1-19.
- LUKKALA, O. J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die Natürliche Verjüngung der Bruchwälder. Commun. Inst. For. Fenn. 34(3): 1-150.
- MULTAMÄKI, S. E. 1937. Kuusen uudistamisesta vesiperäisillä mail-  
la. Referat: Von der Verjüngung der Fichte auf Torfböden. Erip. Yksityismetsänhoitajyhdistyksen vuosikirjasta N:o X, 1937: 1-27.
- 1939. Kuusen kylvöstä ja sen istutuksesta metsitettävillä soilla. Referat: Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu Bevaldenden Mooren. Acta For. Fenn. 47(3): 1-132.

## KASVUHÄIRIÖPROJEKTIN TOIMINTA 1976-1981

Antti Reinikainen

## Kasvuhäiriötutkimuksen taustaa

Turvemaiden metsätaloudellinen hyväksikäyttö perustui aluksi niiden luontaisen viljavuuden tuntemiseen ja vesitalouden korjaamiseen ojituksen avulla. Suoviljelystä saatujen kokemusten ja em. periaatteiden (ks. esim. Lukkala 1929) perusteella aloitetun suometsätalouden yhteydessä opittiin havainnoimaan turvemaiden ravinteisuuden vaihtelua yksityiskohtaisemmin. Varhaisten lannoituskokeiden avulla todettiin tavallisimmat minimitekijät ja kasvua rajoittavat pääravinteet (Lukkala 1951, Huikari 1961). Fosforin ja kalin puutteen merkitys todettiin, mutta myös hivenaineisiin kohdistettiin eräistä lausunnoista (Lukkala 1955) ja 1950-luvun koetoiminnasta (ks. Huikari 1973) päätellen epäilyjä.

Koneellistuneen metsänparannuksen mittavat saavutukset osoittivat 1970-luvun jälkipuoliskolta lähtien, että vesi- ja ravinnetalouden säätelyn perusteet oli oikein oivallettu. Paikoin näkyi kuitenkin merkkejä siitä, ettei kasvutekijäin kokonaisuus ollut hallinnassa. Metsittymisvaikeudet ja kitukasvillisuusilmiöt kuuluivat tosin pääosin siihen ongelmakenttään, joka oli ohjeistossa osattu sijoittaa ojituskelpoisuusrajan huonommalle puolelle. Lannoituskokeiden epätasapainoiset koejäsenet antoivat vihjeitä tulevista ongelmista. Hälytysmerkit eri tahoilta (Pyhäjoen koeojitusalue, Kivisuo, Alkkian metsänviljely- ja lannoituskokeet) ajoittuivat hetkeen, jona n. 1,5 milj. na (silloin n. 50 %) ojitusalasta saavutti 10-12 vuoden ojitus/metsitysiän.

Oli aika havaita, kuvata ja nimetä kasvuhäiriö. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ravinne-ekologiseen tutkimustraditioon nojautuen sen teki Huikari (1974) esittäen samalla kasvuhäiriön - työnimellä eskimosis kutsutun - syistä hivenravinteiden puutehypoteesin. Oireyhtymän ja alustavien neulasanalyysien perusteella muotoiltu hypoteesi liitti ongelman



loogisesti suometsien ravinnetaloudellisen tutkimuksen jatkoksi. Turvemaidilla ensikertaisten havaintojen yhteys havupuiden häiriöihin eräillä muilla ravinnetasapainoltaan erikoisilla kasvupaikoilla oli ilmeinen.

#### Kasvuhäiriöprojekti

Ravinne-ekologisesti kiinnostava suometsätalouden riskitekijä todettiin v. 1976 tutkimusaiheen arvoiseksi. Kasvuhäiriöprojekti aloitettiin suontutkimusosaston sisäisenä hankkeena. Projektimuotoa pidettiin tarkoituksenmukaisena sekä tutkimuskokonaisuuden kannalta että rahoitussyistä. Metsäntutkimuslaitos tuli projektin asettajaksi 1978. Ensimmäisenä jaksona vv. 1976-81 projektiin osallistuivat suontutkimuksen, metsänsuojelun ja metsänarvioinnin tutkimusosastot. Johtoryhmän puheenjohtajana toimi prof. Olavi Huikari. Ryhmän vetäjänä oli Heikki Veijalainen. Projektiin tavalla tai toisella osallistuneesta 14 tutkijasta kuusi on työskennellyt ainakin ajoittain päätoimisesti kasvuhäiriötutkimuksen parissa.

Kasvuhäiriötutkimusten tavoitteet kirjattiin projektia perustettaessa seuraavasti:

1. kuvata kasvuhäiriö ja sen kehitys sekä määrittää ne tunto-merkit, joiden perusteella kasvuhäiriö poikkeaa muista puiden latvaosien vaurioista,
2. tutkia kasvuhäiriön fysiologisia ja ekologisia syitä,
3. selvittää kasvuhäiriön yleisyys ja kuvata sen tyypillisimmät esiintymispaikat Suomessa,
4. selvittää kasvuhäiriön haittavaikutuksen suuruus puuyksilön, metsikön ja metsätalouden tasolla,
5. kehittää menetelmiä kasvuhäiriön varhaiseksi toteamiseksi,
6. selvittää metsänparannustoimenpiteiden ym. metsien käsittelyn ja kasvuhäiriön välisiä syy-yhteyksiä
- 7 ja kehittää menetelmiä kasvuhäiriön torjumiseksi

Työskentelyn painopiste oli aluksi kohdissa 1-3 ja siirtyi jakson lopulla kohtaan 7. Tutkimuksen kausaaliosassa puolesta testattiin hivenainehypoteesin pitävyyttä. Muut otaksumat häiriön syistä otettiin testauksessa huomioon eräänlaisella iterointiperiaatteella: bioottiset, ilmastolliset ja vesitaloudelliset tekijät pyritään kussakin uudessa tilanteessa sijoittamaan vaihtoehtoisin selitysmalleihin joko aiheuttajan tai altistajan rooleissa. Niitä on mahdollisuuksien mukaan empiirisesti kontrolloitu.

Kasvuhäiriöprojekti on raportoinut tutkimustuloksiaan yhteensä n. 80 tieteellisessä julkaisussa, artikkelissa tai opinnäytetyössä. Tämän "sirpaletiedon" kokoaminen on nyt tapahtumassa samanaikaisesti sekä tieteellisessä mielessä että käytännön tiedon tarvitsijoita varten. Syksyllä 1982 pidetyn kansainvälisen kasvuhäiriösymposion julkaisu on ilmestynyt Communications-sarjassa (Kolari 1983) ja projektin tulosten suomenkielinen yhteenveto painetaan Folia Forestalia-sarjassa (Veijalainen ym. 1984). Tämän esityksen tarkoituksena on lyhyesti tiedottaa viimemainitun julkaisun sisällöstä sen jäsentelyn mukaisessa järjestyksessä.

#### Kasvuhäiriön tuntomerkit

Uuden oireyhtymän kuvaaminen siten, että se voitiin erottaa tunnetuista abioottisten tekijöiden ja tuhoeliöiden aiheuttamista vaurioista onnistuttiin suorittamaan. Kasvuhäiriön todettiin koostuvan monista osaoireista, joiden yhdessä esiintymisessä voitiin osoittaa tietty säännönmukaisuus. Päätesilmu- ja kasvainvauriot olivat oireyhtymän tärkein yhteinen osaoire. Sen ja eräiden muiden yleisesti esiintyvien oireiden perusteella voitiin todeta männyn kasvuhäiriön muistuttavan eniten havupuilla kuvattua boorin puutteen oireistoa. Muiden puulajien oireistot olivat männyn kanssa jokseenkin identtiset. Varsinkin männyn kasvuhäiriötä verrattiin yksityiskohtaisesti sien- ja eläintuhoihin sekä erilaisten abioottisten tekijäin aiheuttamiin vaurioihin. Kaikissa käsitellyissä tapauksissa löydettiin käyttökelpoisia erottavia tuntomerkkejä. Ulkoista oireistoa on pidetty yhtenä vahvimpana näyttönä boorin puutteen osuudelle häiriön synnyssä.

Kasvuhäiriöpuiden neulasissa, silmuissa ja juurissa havaittujen anatomisten oireiden todettiin muistuttavan eri kasveilla kuvattujen boorinpuuteoireita. Toisaalta ei voitu varmasti erottaa pääravinteiden puutteesta aiheutuvia anatomisia vaurioita kasvuhäiriöön liittyvistä.

#### Kasvuhäiriön esiintyminen ja levinneisyys

Projektin alkuvaiheissa (1976) tehtiin metsätalouden paikallis- ja kenttäorganisaatioon kohdistunut kyselytutkimus kasvuhäiriön esiintymisestä. Männyn kasvuhäiriö todettiin viljavanpuoleisten ojitusalueiden ja turvemaiden metsitettyjen peltojen nuorten metsiköiden ongelmaksi. Sen levinneisyys painottui Pohjanmaan ja Kainuun soistuneimpiin osiin. Vuoden 1981 loppuun mennessä eri puulajien kasvuhäiriöalueita tunnettiin n. 400 kpl. Pinta-ala arvioitiin 100.000 ha:ksi.

#### Kasvuhäiriön haittavaikutukset

Häiriön metsätaloudellisia haittoja arvioitiin puuyksilön tasolla ja metsätalouden eri tasoilla. Puun kasvu- ja laatu- tappiosta todettiin tyvitukin pilaavien runkomuoto- ja oksaisuusvaikutusten olevan pahimpia. Kasvuhäiriö ei alentanut puuaineksen laatua selluloosan raaka-aineena. Metsätaloudessamme kasvuhäiriön aiheuttama kokonaishaitta on toistaiseksi vähäinen. Yksittäisessä metsälössä vahingot voivat nousta suuriksi.

#### Kasvuhäiriön syyt

Kasvuhäiriön syitä tarkasteltiin ns. Busslerin mallin avulla. Tämän hypoteesin mukaan jonkin tekijän tai tekijäryhmän optimista poikkeava tila saa aikaan aineenvaihdunnallisen kriisin, joka johtaa vajavuuteen solu- ja solukkorakenteiden kehityksessä, mikä taas aiheuttaa kasvussa ja kehityksessä näkyvän häiriön. Syyketju sisältää näin ollen ekologisen, fysiologisen ja anatomisen tason.

Fysiologisen tason selvitykset jäivät projektin puitteissa jokseenkin alustaviksi. Hiilihydraattiaineenvaihdunnan tutkimuksessa todettiin kasvuhäiriömäntyjen neulasissa kohonnut tärkkelyspitoisuus ja suurentunut tärkkelys/sakkaroosisuhde. Sekundarisessa aineenvaihdunnassa keskeisen 6-P-glukonaattidehydrogenaasientsyymin aktiivisuus näytti kasvuhäiriöpuilla poikkeavalta ja sen inaktivoimiseen tarvittiin enemmän booria kuin terveillä puilla. Molemmat tulokset viittasivat fysiologiseen boorin puutteeseen kasvuhäiriöpuilla. Anatomiset vauriot muistuttivat boorinpuutoksen oireita. Niiden arvioitiin aiheuttavan neulasissa ja juurissa aineiden kuljetusvaikeuksia.

Kasvuhäiriön syiden tutkimus painottui ekologisten syiden etsintään. Niistä taas ravinteet olivat etualalla. Maa-analyttisesti voitiin todeta häiriön keskittyvän korkeiden typpi- ja fosforipitoisuuksien alueille. Myös korkeat Ca-pitoisuudet olivat ominaisia häiriökasvupaikoille. Hivenainepuutoksia ei voitu tätä tietä osoittaa.

Neulasanalyysiä käytettiin kasvuhäiriöprojektissa ravinnetutkimuksen päämenetelmänä. Kasvuhäiriöpuille todettiin tyypilliseksi korkeat, osin ylioptimaaliset pääravinteiden pitoisuudet ja alhaiset, puutealueella olevat booripitoisuudet. Boorinpuuterajaksi saatiin männyn neulasten talviaikaisissa pitoisuuksissa 5-7 ppm ja kuusella 6-8 ppm. Alle 10 ppm:n pitoisuudet todettiin riskialueeksi.

Vesitaloudellisten ja ilmastollisten syiden voitiin todeta monia eri teitä toimivan kasvuhäiriölle altistajina.

Kokoamalla syytutkimusten sisältöä voitiin turvemaan kasvupaikalle antaa tiettyjä kasvutekijäin rajaehdoja, joista useampien täyttyessä männyn häiriöriski kasvaa:

Turpeen ravinteet:

(N	%	>2,0)
(P	mg/l	>6,0)
(Ca	mg/l	400, >1000)
(Zn	mg/l	<5)
(B	mg/l	>0,5)

Männyn neulasten ravinteet (2-8-metriset puustot):

N	%	>1,7
(P	%	>1,8)
(K	%	>5,0)
B	ppm	<7,0)
(Cu	"	<2,5)
(Zn	"	<40)

Turpeen happamuus:

pH < 4,0 tai

pH > 5,5

Vesitalous:

- rimpi- ja saraturvepainanteet
- "optimikuivatus" -ylikuivatus
- roudan viipyminen
- (- tilapäisesti korkea anaerobinen pohjavesi)
- (- nopeasti vaihteleva pohjavesitaso)

Sulkeissa esitettyjen tekijäin merkitystä voidaan pitää tilastollisen näytön puuttumisen tai tulosten tulkinnanvaraisuuden vuoksi epävarmana.

Kasvuhäiriö ja metsänparannustoimenpiteet

Koska kasvuhäiriö on alunperin hyväkasvuisten metsiköiden ongelma ja näyttää olevan yhteydessä hivenravinteiden, erityisesti boorin ns. ohenemisilmiön kautta syntyvään puutteen, sillä on suhde moniin kasvuun lisääviin metsänhoito- ja parannustoimenpiteisiin. Lannoituksen osuutta on voitu perusteellisimmin selvittää. Tasapainoton lannoitus, yliannostus ja liian varhainen jatkolannoitus johtavat usein kasvuhäiriöön. Tehokas ojitus, maanmuokkaus ja väärä puulajinvalinta lisäävät riskiä etenkin lannoituksen yhteydessä.

## Kasvuhäiriön torjunta

Tarkasteltavan väliraportin laajuudesta yli neljännes käsittelee häiriön torjuntaa ja torjuntakokeiden tuloksia. Jo julkaistut koetulokset on referoitu. Projektin perustamista n. 80:sta torjuntakokeesta (pääasiassa hivenlannoitus- ja tuhkakokeita) on vanhimmat ja laajimmat yksityiskohtaisesti analysoitu. Turvemaiden hivenlannoituskokeita, joita suontutkimusosastolla on tehty jo 1950-luvulta lähtien, samoin kuin vannoja tuhkalannoituskokeita on voitu käyttää hyväksi hivenpuutoshypoteesin testaamisessa ja kasvuhäiriötä ennalta ehkäisevien toimenpiteiden tarkastelussa. Projekti keskittyi koetoiminnassaan kasvuhäiriömetsiköiden elvytysyrityksiin. Valtaosa projektin kokeista antaa keskeiset tuloksensa vasta lähivuosina.

Kasvuhäiriön ennaltaehkäisy onnistui riskikasvupaikoilla parhaiten puuntuhkalannoituksen ja monihivenisten seoslannoitteiden avulla. Boorin positiivisesta erillisvaikutuksesta löytyi vain yksi häiriöfrekvenssin pienenemisenä ilmenevä koenäyttö, mutta toisaalta boorilannoituksella neulasten booritaso voitiin tutkituissa tapauksissa aina pitää pitkiä aikoja puuterajan yläpuolella. Boorin lisääminen suometsien PK-lannoitteeseen jo v. 1975 on mitä ilmeisimmin ollut viisas toimenpide. Kuparin puute, jolla tuskin on osuutta kasvuhäiriön synnyssä, osoittautui useassa kokeessa puuston kasvua turvemaidella rajoittavaksi tekijäksi.

Kasvuhäiriöpuustojen elvyttäminen hiven- tai tunkalannoituksella on osoittautunut toistaiseksi ennusteeltaan epävarmaksi. Metsikkö voi toipua kasvuhäiriöstä myös ilman aputoimia. On saatu kokeellista näyttöä sekä tuhkalannoituksen että eräiden boorikäsittelyjen, erityisesti tavallisen lannoiteboraatin nopeastakin parantavasta vaikutuksesta. Lannoituskokeet pahoin vaurioituneissa häiriöpuustoissa ovat osoittaneet sen, että häiriön torjunnan kannalta ovat tärkeimpiä yhtäältä ennalta ehkäisevät toimenpiteet ja toisaalta häiriön varhainen toteaminen.

## Kasvuhäiriötutkimuksen tulevaisuus

Kasvuhäiriöprojektin 2. vaiheessa 1981-1986 ovat em. osallistujien lisäksi mukana metsänhoidon ja metsänarvioimisen tutkimusosastot. Tutkimussuunnitelma on painottunut torjuntamenetelmien kehittämiseen sekä ilmiön laajuuden selvittämiseen ja seurantaan VMI:n yhteydessä. Ilmiön syiden tutkimista jatketaan sekä vanhan hypoteesin pohjalta että ottaen huomioon uudet mandollisuudet. Äskettäin on kasvuhäiriöpuiden solukoista löydetty viruksenluontoisia partikkeleja. Löydösten tulkinta saattaa muuttaa käsitystämme häiriön syntymekanismista.

## Viitteet

- Huikari, O. 1961. Koetuloksia metsäojitettujen soiden ravinnetalouden keinollisesta parantamisesta. Metsätal. Aikakausl. 5.
- " 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 1.
- " 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu 11:28-29.
- Kolari, K.K. (ed). 1983. Growth disturbances of forest trees. Commun. Inst. For. Fenn. 116:1-208.
- Lukkala, O. 1929. Soiden ojituskelvoinisuuden määrittäminen metsätaloutta varten. Tapio.
- " 1951. Kokemuksia Jaakkoinsuon koeojitusalueelta. Commun. Inst. For. Fenn. 39.6.
- " 1955. Maanparannusaineet ja väkilannoitteet metsäojituksen tukena. Metsätal. Aikakausl. 6-8:1-5.
- Veijalainen, H. & Reinikainen, A. & Kolari, K. 1984. Metsäpuiden kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti. Folia For. (painossa).

## ONGELMALLISTEN METSÄNVILJELYKOHTEIDEN MAANPINNAN VALMISTUS

Olavi Laiho

Metsämaa voi olla ongelmallinen mm. siksi, että se ei helpolla taimetu tai uudistuttuaan kasva tuottokykynsä mukaan. Biologisesti ongelmat voivat olla suuria karuillakin mailla, mutta taloudelliset menetykset muodostuvat viljavilla mailla suurimmiksi.

Paljaan kivennäismaan taimettumiskunto on kaikissa tutkimuksissa todettu erittäin hyväksi (ks. LAIHO 1984). Humuspinnalla taimettuminen jää paljon vähäisemmäksi ja raakahumuksen pakutessa se edelleen heikkenee, ellei sitten alkava soistuminen sitä paranna (KINNUNEN ja MÄKI-KOJOLA 1980). Kasvipeitteisellä metsämaalla taimettuminen on humuspintaakin vähäisempää. Eriytyisen haitallisia ovat karhun- ja kulosammalet, jotka tiheine kasvustoineen ja sitkeine juurihuovastoineen tekevät maan kylmäksi ja ilmattomaksi. Ongelmallinen on myös metsälauhan nurmettama maa. Viljavissa aukoissa ruoho- ja heinäkasvillisuus rehevöityy suuresti ja uhkaa taimia kesällä varjostuksella ja syksyllä lakastuvan kasvuston painolla.

Samat seikat, jotka vaikeuttavat uudistumista, hidastavat myös taimikehitystä. Pintakasvillisuusongelma vähenee kuitenkin taimikon kasvaessa ja häviää sen sulkeutuessa. Soistuneessa maassamme liika vesi on sekä yleinen että vakava kasvupaikkaongelma. Hienojakoisilla mailla vettä ei tarvitse olla paljoakaan liikaa, kun se jo estää juurten hapensaannin. Kaikki, mikä lisää tällaisten maiden ilmavuutta, parantaa suuresti niiden kasvua. Kalkkipitoisilla mailla, jotka samalla tapaavat olla suhteellisen ravinnerikkaita, madot ym. pieneläimistö kuohkeuttaa pintamaata ja sekoittaa siihen orgaanista ainesta. Happamalla mailla niin ei juurikaan tapahdu ja maata luonnehtii kylmyys, tiiviys, ilmattomuus ja hidas ravinnekierto. Jos maalaji vielä on kosteana juoksettuva ja kuivana kova ja halkeileva, ovat ongelmat lähes maksimissaan.



Karussa Pohjois-Satakunnassa em. ongelmamaita on erityisen paljon. Etelämpänä Kokemäenjokilaaksossa maa on selvästi viljavampaa. Valtakunnallisestikin on tiivispohjaisia vedenvaivaamia maita runsaasti. Lähes joka uudistusosalalla on ainakin yksi alava notkelma. Niiden muokkaus lautasaurella ja männyn viljely ajoittain vesivaaksi muuttuvaan muokkausjälkeen on kaikkialla antanut huonoja tuloksia. Siksi alettiin Pohjois-Satakunnassa jo viitisentoista vuotta sitten kokeilla tällaisilla aloilla edellistä tehokkaampaa maanmuokkausta kaivamalla ojia 11-12 m välein ja käyttämällä saroille hajalleen nostettuja maakasoja viljelyalustana. Tämän mätästysmenetelmän käyttö on viime vuosina lisääntynyt niin, että eräiden metsänhoitoyhdistysten alueella mätästetään jopa puolet koko maanmuokkausalaista. Näin on tullut tarpeelliseksi selvittää, millaiseen taimikehitykseen mätästys em. ongelma-aloilla johtaa.

#### Aineisto

Asian valaisemiseksi tarkastettiin joukko vanhimpia metsänhoitoyhdistysten toimesta tehtyjä kivennäismaiden mätästyksiä. Ne olivat samoja, jotka tarkastettiin jo viisi vuotta sitten (LAIHO 1979). Silloin oli kulunut 1-7 vuotta niiden viljelystä ja syksyllä 1983 siten 6-12 vuotta. Aineisto käsittää kuuden kunnan (Ikaalinen, Jämijärvi, Kankaanpää, Karvia, Kihniö, Parkano) alueella yhteensä 28 uudistusala. Eri kasvupaikkoja niillä oli yhteensä 61. Yleisimmin oli mätästetty vedenvaivaamia maita, soistumia tai sitäkin pitemmälle soistuneita alueita. Vedenvaivaamattomia maita oli mätästetty lähinnä vain em. kohteiden yhteydessä.

Tarkastus tehtiin 40 m<sup>2</sup>:n ympyräkoealoja käyttäen. Ne sijoitettiin mahdollisimman samoille paikoille kuin edellisellä kerrallakin erilaisia kasvupaikkoja edustaviin kohtiin. Mätästykselle pyrittiin saamaan kevyemmin muokattuja tai muokkaamatta viljeltyjä vertailuja. Muokkausten tuli olla samanaikaiset ja kohteiden tuli sijaita täysin vierekkäin. Tällaisia vertailualoja löydettiin 21 kpl.

## Elossaolo ja pituus

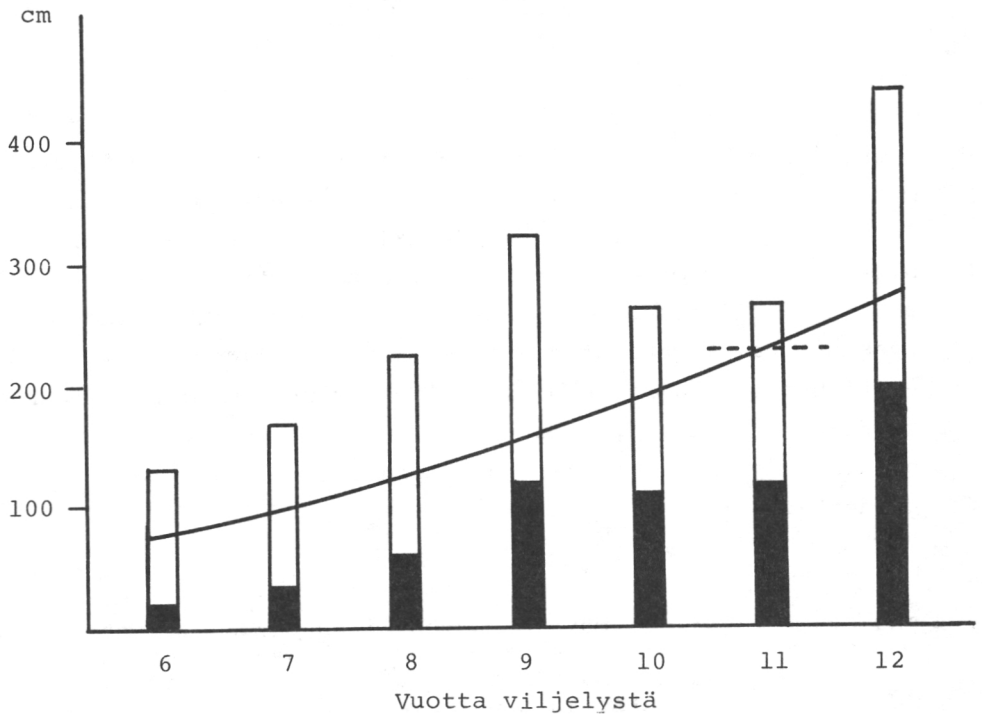
Viisi vuotta sitten todettiin mättäille viljellyn männyn kuolleisuudeksi 7 %:a. Enimmät taimet olivat kuolleet viljelyä seuranneiden kahden vuoden aikana. Syinä olivat lähinnä kuivuus, eroosio, liettyminen ja rouste. Tukkimiehentäi, ruohottuminen ja vesottuminen eivät olleet aiheuttaneet kuolleisuutta. Nyt kuolleisuudeksi saatiin 9 %:a eli se ei ollut juurikaan lisääntynyt. Tarkastushetkellä todettiin vain muutama äskettäin kuollut taimi, eikä pahoin kituviakaan (hidas kasvu, hento verso, neulasten vaaleus) juuri esiintynyt. Edellisessäkin inventoinnissa kituvia taimia tavattiin lähinnä vain 1-2 vuotta viljelystä.

Mättäiden ulkopuolella (ojan varret, keskisarka) ilman muokkausta viljeltyjen taimien ellossaolo oli selvästikin alhaisempi kuin mätästaimien, mutta tarkka lukuarvo ei ole laskettavissa. Eräässä muokkauskokeessa (SOUKAINEN 1983) nelivuotiaan männyn ellossaolo oli ilman muokkausta 46 %:a ja TTS-jäljessä 81 %:a. Matalilla (35 cm) ja korkeilla (45 cm) mättäillä vastaavat luvut olivat 95 ja 85 %:a. Tuhonaiheuttajina mättäillä olivat lähinnä kuivuus ja eroosio (vrt. LÄHDE ym. 1981), muissa käsittelyissä tukkimiehentäi.

Taimien ellossaolo on vuosien myötä ja muokkauksen tehostuessa parantunut. Vuosien 1959-61 mäntyviljelyistä (Lounais-Suomi, ei juurikaan koneellista muokkausta) oli 15 vuotta myöhemmin elossa vain kolmannes (LEIKOLA ym. 1977). Vuoden 1969 viljelyistä (Länsi-Suomi, laikutus tai TTS) oli 12 vuotta myöhemmin elossa 76 %:a (KINNUNEN ja NERG 1983). Tätä taustaa vasten ja ottaen huomioon kohteiden ongelmallisuuden kasvupaikkoina on inventoinnissa todettua mätäsviljelyjen ellossaoloa pidettävä erittäin korkeana. Mukaanlukien ojien varteen ja mättäiden välille muokkaamattomaan tasapintaan viljellyt taimet oli taimia elossa kaikkiaan vajaat 2000 kpl/ha.

Pituuskehitys oli näillä mätästysaloilla alkanut hyvin (LAIHO 1979) ja jatkunut suotuisasti (kuva 1). Pisimmät 12-vuotiaat männyt yltyivät kuuden metrin pituuteen ja keskimäärinkin yli neljän metrin. Kaikissa tapauksissa pituus oli selvästi suurempi kuin em. vertailuaineistoissa.

#### Keskipituus



Kuva 1. Viljelymännyin (pääosin kouluttu paljasjuuritaimi) pituuskehitys mätäillä. Kuvaan merkitty myös pituus viisi vuotta sitten (mustat pylväät) sekä pituustiedot eräistä vertailuaineistoista (yhtenäisellä viivalla LEIKOLA ym. 1977, katkoviivalla KINNUNEN ja NERG 1983).

Metsätyyppittäisessä vertailussa (vedenvaivaamattomat maat) kävi esille, että taimet olivat kasvaneet verrattain hyvin kanervatyypilläkin. Kaikki neljä kohdetta olivat karkealla hiekalla. Lehtomaisella maalla pituus oli kuitenkin kaksinkertainen. Myös RAULON ja RIKALAN (1981) aineistossa mätästys mahdollisesti hyvän taimikehityksen rehevällä ruohottuvalla maalla. Lievempää muokkausta käytettäessä saattaa taimien alkukehitys jäädä viljavilla mailla hitaammaksi kuin karuilla (YLI-VAKKURI ym. 1969).

Verrattaessa toisiinsa normaalia kangasmaata ja vastaavaa saman uudistusalan vedenvaivaamaa kasvupaikkaa todettiin, että alkukehitys oli ollut hyvin samanlainen. Mätästyksellä oli toisin sanoen maata vaivannut ongalmatekijä saatu eliminoiduksi. Vähäinen pituusero vedenvaivaamien alojen tappioksi tosin oli. Sitä saattavat selittää notkelmien hienompi ja routivampi maalaji sekä epäedullisempi pienilmasto.

#### Muokkauksen vaikutus

Aineisto tarjoaa mahdollisuuden tarkastella taimikehitystä mättäiden ohella TTS-jäljessä ja muokkaamattomassakin maassa. Tuloksista (taulukko 1) nähdään taimien kasvun TTS-vaoissa olleen samanveroinen kuin mättäillä edellyttäen, että kasvupaikka ei ollut vedenvaivaama eikä ruohottunut. Yhdessä kyseiset haittatekijät hidastivat kasvua viidenneksellä. Selvästi huonoin vaihtoehto oli viljely muokkaamattomaan maahan kuokkaa käyttäen. Valitettavasti aineistoon ei sisällynyt pahoin vedenvaivaamaa ja ruohottunutta mätästämättä jäänyttä kohdetta.

Taulukko 1. Viljelymännyn suhteellinen pituus inventointiaineistossa muokkauksen ja kasvupaikan mukaan ryhmiteltynä. Pituus mättäillä merkitty kaikissa tapauksissa sadaksi.

Kasvupaikka		Muokkaus		
Kosteusaste	Pintakasvillisuus	Mätästys	TTS	Ei muokkausta
Ei vedenvai- vaama	Normaali	100	102	-
	Ruohottunut	100	89	81
Lievästi märkä	Normaali	100	92	-
	Ruohottunut	100	79	71
Pahoin veden- vaivaama	Normaali	100	-	-
	Ruohottunut	100	-	-

Varta vasten järjestetyssä muokkauskokeessa (SOUKAINEN 1983) saatu tulos tukee edellistä. Taimien pituuskehitys oli TTS-jäljessä ja laikutusaloiilla samanveroinen kuin mättäillä tai hieman parempikin. Kyseinen tutkimusalue ei ollut vedenvai-vaama eikä ruohottunut. Yhdessä toistossa soistuneisuutta kuitenkin oli ja siellä taimikehitys mättäillä oli puolestaan selvästi paras. Muokkaamattomalla maalla se oli huonoin.

Mätästysaloille tavataan istuttaa myös mättäiden väliin koske-mattomaan pintaan ja ojien varsille, koska muuten ei ohjeelli-seen viljelytiheyteen päästäisi. Inventoinnin mukaan kummas-sakin tapauksessa pituuskehitys jäi viidenneksen hitaammaksi kuin mättäillä. Ojanvarsitaimilla pituuserot olivat suuret. Jos ojaluiska juoksettuu, taimi kallistuu, menettää otteensa maahan, saattaapa luisua ojan pohjalle ja menehtyä. Ellei näin käy, ojanvarsi on hyvä kasvupaikka, varsinkin jos maan-pinta on muokatessa repeytynyt ja osittain muokkautunut. Keskisaralla mättäiden välissä taimikehitys oli tasaisemmin hidastunut.

#### Muoto ja kasvuhäiriöt

Taimien muotoa ei mitattu vaan se jäi ylimalkaisten havaintojen varaan. Tutkitut alat antoivat vaikutelman, että mättäillä kasvavat taimet ovat tyveltään keskimääräistä paksumpia ja suurioksaaisia. Lenkoutta esiintyi, mutta niin oli laita TTS-aloillakin. Esimerkkinä vaihtelusta todettakoon, että sois-tuneen OMT:n mättäillä mänty oli kasvanut pituutta kaikkein parhaiten (9-vuotiaana 3,5 metriä). Silti oksikkuus ei ollut silmäänpistävä ja kasvuhäiriöitä esiintyi tuskin lainkaan.

Taimien kasvuhäiriöisyyden arvostelu rajoitettiin viimeiseen latvakasvaimeen. Häiriöiseksi luettiin tapaukset, joissa se oli haaraantunut kahtia, suhteessa sivuoksiin lyhyt, tai jos varhempien ranganvaihtojen jälkeen mikään oksa ei vielä ollut ehtinyt ottaa latvan asemaa.

Keskimäärin joka viides mätästysalojen viljelytaimi oli em. tavalla määriteltynä kasvuhäiriöinen. Viljelystä kuluneella ajalla ei tarkastelluissa puitteissa ollut häiriöisyyteen vaikutusta. Aineistoon sisältyneillä neljällä kanervatyypin kohteella kasvuhäiriöitä oli jonkin verran keskimääräistä enemmän (21 %) ja OMT-aloilla keskimääräistä vähemmän (13 %).

Verrattaessa kasvuhäiriöisyyttä kankailla, soistuneilla mailla ja varsinaisilla soilla on havaittavissa suurta vaihtelua. Kankailla häiriöitä tosin oli lievästi vähiten, mutta niilläkin luotettavan kuvan muodostumista häiritsi suuri uudistusala-kohtainen vaihtelu. Niinpä mustikkatyypillä häiriöaste vaihteli välillä 2-50 %:a.

Kasvuhäiriöaste määritettiin myös lautasauratuilta vertailu-aloilta. Häiriöisyys oli vain hieman vähäisempää (keskimäärin joka kuudes taimi) kuin mätästysaloilla ja luonteeltaan aivan samanlaista. Johdonmukaisesti on myös nähtävissä, että jos jollakin uudistusosalalla oli paljon häiriötaimia mättäillä, niitä oli paljon myös TTS-jäljessä ja päinvastoin.

Kasvuhäiriöisyyttä ei selvitetty mättäiden väliin ja ojien varteen istutetuista taimista. Saadun yleiskuvan mukaan se oli vähäisempää kuin mätästaimilla.

Soukaisen tutkimuksessa kasvuhäiriöt eriteltiin tässä käytettyä luokitusta tarkemmin. Kahden maastokauden jälkeen esiintyi varsin paljon tapauksia, joissa taimi oli vielä pensasmainen ja latvakasvainta ei ollut havaittavissa. Normaaleiksi luokitettavia taimia oli vain runsas kolmannes. Mätästysaloilla niitä oli hieman vähemmän kuin TTS-aloilla, joilla niitä puolestaan oli vähemmän kuin muokkaamattomalla maalla.

Tulkoon korostetuksi, että kasvuhäiriön ei todettu tappaneen taimia. Teknisen laadun heikkeneminen ranganvaihtojen ym. seurauksena on selviö. Vaikutus pituuskasvuun ei näytä kovin suurelta, sillä pitkät sivuoksat olivat muodostaneet melko luontevasti uusia latvoja puuttuvien tilalle. Pahoin pituuskasvua heikentäviä häiriöitä oli vain parisen prosenttia.

## Luontainen taimettuminen

Metsänviljelyalojen luontainen taimettuminen poistaa täydennysviljelyn tarvetta (LEIKOLA ym. 1977), antaa merkittävän taimireservin laatukasvatuksen mahdollistamiseksi, saattaapa muodostaa seuraavan puusukupolvenkin. Tässä aineistossa yli 10 cm luonnontaimia oli oheisten lukujen esittämät määrät. Puolet aloista oli perattu, osa kahteenkin kertaan. Koivulla luettiin mukaan erillisinä taimina samastakin kannosta nousseet vesat.

Mänty 4800 kpl/ha  
Kuusi 1700 kpl/ha  
Koivu 8600 kpl/ha

Tässä yhteydessä on erityistä aihetta kiinnittää huomiota mäntyyn, puulajiin, jolla alat oli viljelty. Luontaisesti sitä oli tullut viljelyyn nähden yli kaksinkertainen määrä, lähes 5000 kpl/ha. Kanervatyypin hiekkamailla taimia oli ylivoimaisesti eniten, lähes 20 000 kpl/ha (taulukko 2). Käenkaalimustikkatyypillä niitä oli vain 15-osa edellisestä. Syynä epäilemättä on ero maan taimettumiskunnossa, samaten kuin etäisyydessä siementävään männikköön. Samoista syistä vaihtelu metsätyyppien sisällä oli suurta. Nähtävissä oli myös, että taimia oli enemmän ojaluisissa ja mättiläillä kuin muokkaamattomalla pinnalla, vaikkei tätä erikseen selvitettykään.

Taulukko 2. Luontaisen männyn lukumäärä 6-12-vuotiailla mätästysaloilla.

Taimia, kpl/ha	CT	VT	MT	OMT	Yht.
	Aloja, kpl				
0 - 250		2	3	1	6
250 - 1000	1	5	10	1	17
1000 - 2500		3	7		10
2500 - 5000		7	7	1	15
5000 - 25000	2	6	3		11
25000 -	1		1		2
Taimia keskim. kpl/ha	17 900	4 600	3 700	1 200	4 800

Tarkasteltaessa luontaista mäntyä suhteessa viljeltyyn (kuva 2) nähdään suuresta vaihtelusta huolimatta selvää säännönmukaisuutta. Niinpä taimien lukumäärä väheni jyrkästi viljelytaimien pituuden lisääntyessä. Alle kaksimetrisissä taimikoissa luonnontaimia oli runsaasti, mutta yli kolmemetrisissä enää vähän. Keskeiseltä syytä vähenemiseen vaikuttaa varjostus, jota on omiaan korostamaan viljelytaimien runsaus ja oksaisuus. Merkityksensä on myös juuristokilpailulla. Jossain määrin luonnontaimia lienee menetetty myös varttuneimpien taimikkojen hoidon yhteydessä.

Luonnontaimien keskipituutta vähentävät lukuisat varjostuksesta kärsivät, muita nuoremmat ym. pikku taimet. Mielenkiintoisempaa onkin tarkastella pisimpiä taimia. Niiden pituus oli keskipituuteen verrattuna lähes kaksinkertainen. Parissa tapauksessa se ylitti mätästaimien pituuden, mutta jäi yleensä paljon sen alle.

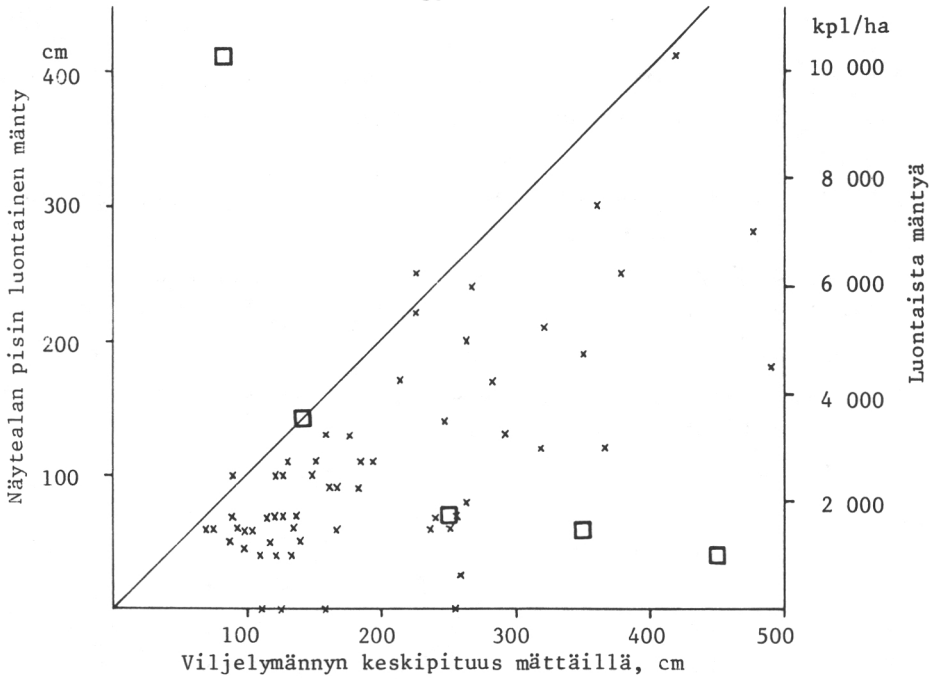
Koivun osalta näkyy tässäkin aineistossa sen nopea alkukehitys (kuva 3). Hyvin kehittyneeseen mätäsmäntyynkin verrattuna pisimmät koivut olivat pituudeltaan yli kaksinkertaisia. Perkausten yhteydessä viljelytaimia haittaava tai sellaiseksi lähivuosina kehittyvä lehtipuusto oli pääosin poistettu, mikä kuvassa näkyy koivun keskipituuden alenemisena. Koivun lukumäärään perkauksilla ei kantojen vesomisen takia ole ollut mainittavaa vaikutusta.

Runsaudestaan huolimatta koivunkin määrä oli osassa aineistoa vähäinen, vaikka uudistumisedellytyksiä näytti olleen. Kos-teikkokohdissa koivua oli erityisen runsaasti. Perkausten viivästymisestä huolimatta lehtipuustolla näytti vain parissa tapauksessa olleen hidastava vaikutus männyn pituuskehitykseen.

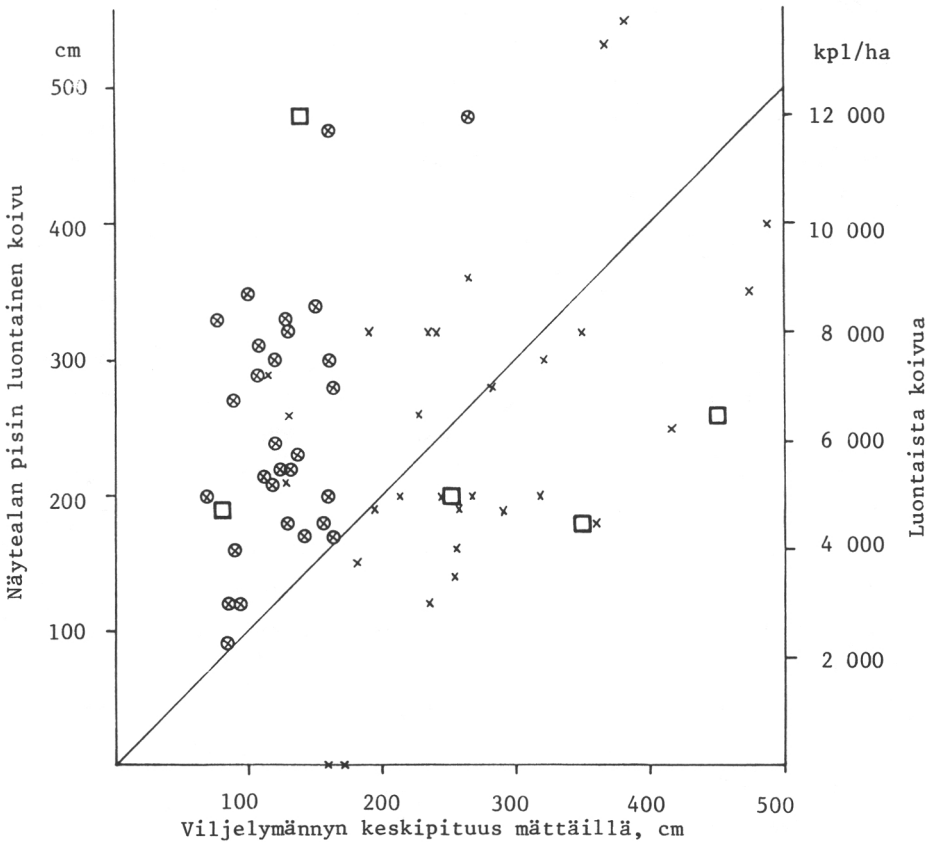
Tarkastelua ja päätelmiä

Suoritettun inventoinnin, samaten kuin varta vasten tehtyjen kenttäkokeiden perusteella näyttää siltä, että mätästys on hyvä menetelmä muokata tiivispohjaiset, vedenvaivaamat, kylmät maat. Sitä käyttäen saadaan nämä normaalisti pahoin epä-





Kuva 2. Luontaisen männyn lukumäärä (□) ja pituus (x) mätästysaloilla.



Kuva 3. Luontaisen koivun lukumäärä (□) ja pituus (⊗ perkaamaton kohde; x perattu kohde) mätästysaloilla.

onnistuvat ongelma-kohteet muutetuiksi vähintään tyydyttäväiksi taimikoiksi. Liikaveden poistaminen merkitsee pitkäaikaista maanparannusta ja maan ilmavoitumista. Hienorakeisilla ja samalla happamilla ynnä niukkaravinteisilla mailla ilmavuus ei kuitenkaan kovin paljoa lisääny. Tällaiset maat tapaavat olla myös märkänä juoksettuvia ja kuivana kovettuvia. Niillä tulee käyttää erityisen matalia (10-20 cm) mättäitä. Korkeat mättäät (yli 40 cm) ovat kaikilla mailla epäedullisia (erosio, kuivumisriski), samaten kuin syvät jyrkkäreunaiset ojat veden poisjohtamistapauksia lukuunottamatta. Loivaluiskaiset matalat ojat mahdollistavat vakaan taimikehityksen pientareilla.

Viime aikoina mätästystä on lähdetty tekemään nostamalla maa yksittäisistä kuopista niiden viereen. Kuopat ja mättäät ovat olleet niin suuria ja tiheässä, että pahimmillaan maankamara on ollut yhtä myllerrystä. Tällainen menettely ei sovi koskaan vedenvaivaamalla maalla ja muulloin mätästyksellä on vain erikoistapauksissa saavutettavissa mainittavampia etuja. Normaali metsämaalla taimet kasvavat kevyelläkin muokkauksella. Jos rehevillä ruohottuvilla aloilla halutaan varmistaa taimien alkukehitys mätästäen, se on tehtävä varoen ja tietoisena, että toimenpide vähentää vain pintakasvillisuusongelmaa. Muuten on kallis mätästysmenettely syytä keskittää kasvupaikoille, joilla sillä päästään mahdollisimman suureen ja pitkäaikaiseen maanparannusvaikutukseen.

Mätästyksessä nousee pintaan rikastumiskerrosta, jossa on saostuneena kivennäismaan pinnalta huuhtoutuneita aineita, etenkin rautaa ja alumiinia, ja jonka pH on suhteellisen korkea. Tällainen maa ei ole ravinnetalouden kannalta hyvää, etenkin kun siihen liittyy mättäiden ajoittainen kuivuminen ja niiden pohjalla tapahtuva voimakas typen mobilisaatio (RAITIO 1983). Inventointiaineiston valossa näyttää kuitenkin siltä, ettei tämä asiantila ainakaan Etelä-Suomessa uhkaa taimikehitystä. Oikein tehdyssä mätästyksessä ei liikutella kovin suuria määriä ja eri maakerrokset sekoittuvat suhteellisen hyvin. Korkeita mättäitä tulee silti tästäkin syystä välttää. Pienien (20-30 cm) mättäiden puolesta puhuvat myös ympäristölliset näkökohdat ja maaston parempi kulkukelpoisuus puutavaran korjuuvaiheessa.

Tarkastellut ongelma-kohteet ovat maita, joilla versosyöpä tapaa esiintyä. Harvoja yksittäistapauksia lukuunottamatta versosyöpää ei inventointialoilla tavattu. Avointa on, oliko maankäsittelyllä ollut vaikutusta tähän asiantilaan, mutta mätästys on yksi keino, jolla versosyöpää kylmillä vedenvaivaamilla tuho-alueilla pyritään estämään. Riskialttiilla kohdilla on aihetta harkita koivun ja sen alikasvoksena varttuvan kuusen kasvattamista, joka tällaisilla kohteilla muuten onkin luontainen puulajiyhdistelmä. Mäntyä käytettäessä on syytä sekä maanhoidon, laatuksvatuksen että tuhoriskien vuoksi säilyttää riittävä koivusekoitus.

#### Kirjallisuutta

- KINNUNEN, K. ja MÄKI-KOJOLA, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Folia For. 449.
- " ja NERG, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Folia For. 546.
- LAIHO, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästysaloilla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- " 1984. Puulajien vaikutus maan ominaisuuksiin metsän uudistamisen kannalta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129.
- LÄHDE, E., MANNINEN, S. ja TERVONEN, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. Comm. Inst. For. Fenn. 98.7.
- LEIKOLA, M., METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P.K. ja TAIMISTO, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa. Folia For. 312.
- RAITIO, H. 1983. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla.
- RAULO, J. ja RIKALA, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Folia For. 462.
- SOUKAINEN, J. 1983. Maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien elinympäristöön ja alkukehitykseen. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P.K. ja SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn

antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 2.

## JUURISTON EPÄMUODOSTUMAT MÄNNYNTAIMILLA

Kaarlo Kinnunen

## 1. JOHDANTO

Männyn istutustaimien juuristojen epämuodostumiin on kiinnitetty huomio jo vuosisadan vaihteessa (Dücker 1883, Spitzenberg 1908) Keski-Euroopassa ja 1920-luvulla Ruotsissa (Lindberg 1920, Wibeck 1923). Meillä ensimmäisiä kirjallisia havaintoja asiasta lienevät tehneet Laitakari (1927), Heikinheimo (1941) ja Huuri (1965). Erityisesti koulittujen taimien kanki-istutuksen on todettu aiheuttavan pahoja epämuodostumia (Wibeck 1923). Siirtymällä pieniin koulimattomiin paakkutaimiin on uskottu voitavan vähentää juuristojen epämuodostumista, mutta etenkin kovaseinäisissä, pohjallisissa kasvatusastioissa on myös havaittu erittäin pahoja epämuodostumia. Seuraavassa tarkastellaan erittäin viimeaikaisten tutkimustulosten pohjalta juuriston epämuodostumien esiintymistä ja ilmiön käytännön merkitystä.

## 2. EPÄMUODOSTUMALAJIT JA NIIDEN ESIINTYMINEN

Juuriston kaartuminen (J-muoto) on sitä yleisempää mitä vanhempana taimet istutetaan. Aiheuttajana voi olla jo virheellinen koulinta, mutta pääsyy lienee kuitenkin juuriston virheellinen, yksipuolinen sijoittaminen istutuskuoppaan. Kinnusen ja Laurilan (1983) tutkimuksessa 45-75 %:lla istutustaimista oli kaartunut juuristo. Paalujuuri puuttui 80-90 %:lta istutustaimista (kylvötaimista 10 ja luonnontaimista 20 %:lta). Juuriston kiertyminen oli pahinta Kopparfors-taimilla, mutta melko kierteisiä juuristoja tavattiin myös paperikennotaimilla. Kaksivuotiaina istutetuilla taimilla juurten kiertyminen oli selvästi pahempaa kuin yksivuotiaina istutetuilla. Juuristojen yhteenkietoutumista tavataan lähinnä paakkutaimilla, joilla samassa paakussa kasvaa useampia taimia. Mikäli harvennusta yhden taimen asentoon ei suoriteta, seurauksena on juuristojen yhteenkasvaminen. Juuriston epätasainen suuntautuminen sivu-

suunnassa voi liittyä myös em. syvyyssuuntaisiin epämuodostumiin, mutta voi aiheutua myös muokkausjäljestä tai taimen sijainnista siinä (Kinnunen ja Laurila 1983).

### 3. JUURISTOEPÄMUODOSTUMIEN SEURAUKSISTA

Vain harvoin juuristo on niin pahoin epämuodostunut, että se yksinään häittäisi verson kasvua tai aiheuttaisi puun kuolemisen. Sen sijaan juuriston koolla ja muodolla on selvä vaikutus puun stabiiliuteen. Huonomuotoinen juuristo yhdessä epäedullisten ulkoisten olojen (routiva, liian tiivis tai liian huokoinen kasvualusta, tuulille altis sijainti jne.) kanssa aiheuttaa puiden eriasteista kallistumaa tai kaatumista, pahimmassa tapauksessa jopa puun katkeamisen kiertymäkohdasta. Kallistuminen taimikkovaiheessa korjaantuu yleensä melko pian, mutta aiheuttaa lenkoutta tyvelle.

### 4. EPÄMUODOSTUMIEN YLEISYYS JA MERKITYS KÄYTÄNNÖSSÄ

Vaikka jonkinasteista juuriston epämuodostumaa tavataan lähes kaikilla männyn istutustaimilla, arvioivat kentällä toimivat metsäammattimiehet Huurin (1976) tekemässä tiedustelussa todellisen haitan verrattain vähäiseksi. Myöskään Huurin (1979, 1980) omat Metsähallituksen mailla tekemät tarkastukset eivät ole antaneet mitenkään hälyttäviä tuloksia ilmiön merkityksestä käytännössä. Tyven eriasteinen kaartuneisuus oli tosin yleistä (40 %:lla taimista E-S:ssa ja 66 %:lla Pohjanmaalla), mutta yli 30<sup>o</sup>:n mutka tai kallistuminen tavattiin vain 1 %:lla taimista Etelä-Suomen ja 3 %:lla Pohjanmaan piirikunnassa. Käytännössä merkittäväksi haitta arvioitiin 6 %:lla taimikoista Etelä-Suomen ja 2 %:lla Pohjanmaan piirikunnassa. Käytännön haittaa arvioitiin sillä perusteella, jäisikö taimikko kaartuneiden taimien poiston jälkeen aukkoiseksi.

Myös muissa tutkimuksissa on tarkasteltu mutkaisuuden yleisyyttä, mutta sen käytännön merkitystä ei ole arvioitu. Koska myös arviointikriteerit ovat ilmeisesti olleet jonkin verran poikkeavia, ei tulosten keskinäinen vertailu ole mahdollista.

Kinnusen ja Nergin (1983) tutkimuksessa Länsi-Suomessa tyveltä mutkaisten taimien (keskipituus 2,3 m) osuus oli 15 %. Varmolan (1980) tutkimuksessa riukuasteen männiköissä (valtapituus yli 5 m) mutkaisten runkojen osuudeksi saatiin 8 %, mutta tutkimuksessa ei eroteltu, mikä osa mutkista oli tyvellä ja siis epästabiliudesta johtuvaa.

## 5. JUURISTOEPÄMUODOSTUMIEN HAITTOJEN VÄHENTÄMINEN

Vaikka juuristoepämuodostumista aiheutuva haitta näyttääkin tähänastisten tutkimustulosten mukaan pienemmältä kuin yleisesti luullaan, tilanteen seuraaminen ja entistä perusteellisempi tutkiminen on tarpeen. Juuristoepämuodostumien haittojen vähentämiseksi tulisi kiinnittää huomiota seuraaviin näkökohtiin:

- Puulajin valinta. Kuusen kyky muodostaa jälkijuuria parantaa sen mahdollisuuksia korjata juuristoepämuodostumia ja niinpä kuusentaimikoissa tyvimutkaisuuksia esiintyy vähemmän kuin männyntaimikoissa (Kinnunen ja Nerg 1983).
- Uudistamismenetelmän valinta. Luontainen uudistaminen ja kylvö ovat juuristokehityksen kannalta parempia menetelmiä kuin istutus.
- Uudistusalan koko ja muoto vaikuttavat taimikon tuulenalttiuteen. Välttämällä suuria yhtenäisiä aukkoja ja jättämällä suojaava metsä vallitsevan tuulen suuntaan (lounas) voidaan osaltaan vähentää taimien kallistumista.
- Maanmuokkauksella voidaan vaikuttaa maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja siten juuriston kehitykseen. Nykyään yleisimmät muokkausmenetelmät tekevät nauhamaista muokausjälkeä, joka ei ole juuristokehityksen kannalta paras mahdollinen, vaan voi aiheuttaa juuriston epäsymmetristä suuntautumista (Kinnunen ja Laurila 1983). Liian tiiviin, vedenvaivaaman maan kuohkeutus nopeuttaa epämuodostuneen juuriston korjautumista.

- Taimilajin valinta ja taimitarhatekniikan kehittäminen. Taimilaji valitaan istutusalan vaatimusten mukaan välttämättä tarpeettoman suurten taimien käyttöä, koska juuriston koon täytyy olla oikeassa suhteessa verson kokoon. Suuri juuristo kehittyy helposti epämuotoiseksi jo taimitarhalla. Mitä suurempia taimia kasvatetaan sitä suurempi täytyy myös kasvatuspaakun olla. Juurten leikkaus ja taimien kasvatus seinättömissä paakuissa vähentävät epämuodostumia (Parviainen 1982, Örlander 1982).
- Istutustekniikan kehittäminen. Juuriston litistämisen kuopan laitaan istutettaessa aiheuttaa epämuodostumista. Tässä mielessä vanha kuopan keskelle istuttaminen on parempi menetelmä. Koneellisen maanmuokkauksen yleistyminen helpottaa kivettömän istutuskohdan löytämistä ja edesauttaa juuriston sijoittamista luonnolliseen asentoon. Tähän olisi istutusohjeissa ja ennenkaikkea työn valvonnassa kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

## 6. LOPUKSI

Laajamittaista männyn istutusta on Suomessa tehty vasta n. 20 vuoden ajan, joten meillä ei ole riittävästi selvyyttä siitä, mikä on juuristoepämuodostumien merkitys varsinaisissa laaja-alaisissa myrskytuhoissa, jotka kohdistuvat voimakkaimmin varttuneeseen puustoon. Sen sijaan on jonkin verran tutkimuksiin perustuvia havaintoja siitä, että istutusmänniköissä tukkipuiden lenkous on yleisempää kuin luontaisesti syntyneissä (Uusvaara 1981). Vaikka suuri osa kaartuneista rungoista voidaan poistaa kasvatushakkuissa kuitupuiksi, osa jäänee kuitenkin kasvamaan tukkipuiksi saakka. Juuristoepämuodostumien ehkäisy on siis pitkäjänteistä, mutta ilmeisen kannattavaa taloudellista toimintaa istutusmänniköiden teknisen laadun parantamiseksi.

## KIRJALLISUUS

- DÜCKER, V. 1883. Ist die Pflanzung junger Kiefern mit entblösster Wurzel eine empfehlenswerthe Kulturmethode? Z. Forst- u. Jagdwesen. 2:65-82.



- HEIKINHEIMO, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Referat:  
Versuche mit Waldbaulichen Pflanzmethoden. Commun. Inst.  
For. Fenn. 29:4.
- HUURI, O. 1965. Istutustaimien juuristo - maanalaisen vankilan  
unohdettu kärsijä. Metsälehti 16:6.
- " 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun  
tuloksia. Folia For. 265:1-22.
- " 1979. Havaintoja Etelä-Suomen piirikunnan istutus-  
männiköiden tilasta. Moniste.
- " 1980. Havaintoja Pohjanmaan piirikunnan istutusmänni-  
köiden tilasta v. 1979. Moniste.
- KINNUNEN, K. & LAURILA, I. 1983. Erilaisten männyntaimien juu-  
riston ja verson alkukehitys karuhkolla moreenimaalla.  
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 108:1-30.
- " & NERG, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta  
viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Folia For.  
546:1-20.
- LAITAKARI, E. 1927. Die Wurzelforschung in ihrer Beziehung  
zur praktischen Forstwirtschaft. Juuristotutkimuksen  
suhteesta käytännölliseen metsätalouteen. Acta Forestalia  
Fennica 33,2:1-31.
- LINDBERG, F. 1920. Sædd eller plantering? Skogen 7:97-114.
- PARVIAINEN, J. 1982. Studying the root systems of forest trees  
at Finnish Forest Research Centre. Sveriges Landbruks-  
universitet. Institutionen for skogsproduktion. Rapport  
nr. 11:91-94.
- SPITZENBERG, G.K. 1908. Ueber Missgestaltung des Wurzelsystems  
der Kiefer und über Kulturmethoden. Neudamm.
- UUSVAARA, O. 1981. Viljelymänniköiden puun tekninen laatu ja  
arvo. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 28:1-47.
- VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu.  
Folia For. 451:1-21.
- WIBECK, E. 1923. Om missbildning av tallens rotsystem vid  
spettplantering. Medd. Stat. Skogsforskn. Anst. 20:261-303.
- ÖRLANDER, F. 1982. The air-pruned seedling - a solution to the  
root deformation problem? Sveriges Landbruksuniversitet.  
Institutionen för skogsproduktion. Rapport nr. 11:99-102.

## UUSINTALANNOITUS KANGASMAILLA

Erkki Lipas

Kuten tunnettua, kangasmailla typpilannoitus antaa suurimman kasvunlisäyksen. Tämä johtuu siitä, että karikkeiden ja muun eloperäisen aineksen hajoaminen on niin hidasta, että siihen sitoutunut typpi ei vapaudu riittävän nopeasti puiden käyttöön. Kivennäisravinteista sen sijaan ei ole mainittavaa puutetta, sillä graniittinen kallioperä, josta kivennäismaa on lähtöisin, sisältää suhteellisen runsaasti ravinteita. Typpilannoitus on siten tärkein lannoitustoimenpide kangasmailla. Kun sen vaikutus on suhteellisen lyhytaikainen, tulee uusintalannoituksissa kyseenseen tavallisesti typen lisääminen. Seuraavassa käsitelläänkin yksinomaan typpilannoitusta.

### Lannoitusreaktion vuotuinen kehitys

Lannoitusvaikutus alkaa neulasista, joitten määrä ja koko lisääntyy lannoitusvuonna. Sen sijaan runkopuun lisäys jää ensimmäisenä vuonna vähäiseksi. Toisena kasvukautena puun yhteyttämiskoneisto on valmis tuottamaan lisää runkopuuta, joskin myös neulaston tuuhettuminen jatkuu (kuva 1). Viron (1965) mukaan neulaston klorofyllimäärä on suurimmillaan kuusikossa jo toisena kasvukautena, männikössä kolmantena tai neljäntenä kasvukautena lannoituksesta. Tämän jälkeen yhteyttämiskoneisto vähitellen menettää tehoaan ja kasvunlisäys loppuu.

Lannoituksen kestoajasta on saatu vaihtelevia koetuloksia. Keskimäärin vaikutus loppuu noin seitsemän vuoden kuluttua (Kukkola ja Saramäki 1983), mutta se voi jatkua varttuneissa puustoissa tätä pitempäänkin, jopa yli 10 vuotta. Kuusella reaktio jatkuu pitempään kuin männyllä, ja Pohjois-Suomessa pitempään kuin maan eteläosissa (Laakkonen ym. 1984).

Kun on ilmeistä, että lannoituksen vaikutus loppuu ennen pitkää, lannoitus ei ole luonteeltaan perusparannus- vaan metsänhoitotoimenpide. Sitä voidaan, tässä mielessä rinnastaa paremmin harvennukseen kuin esimerkiksi metsäojitukseen. Niinpä lannoitusvaikutuksen ylläpitäminen edellyttää uusintalannoitusta, joka tulee kyseeseen niin kauan kuin metsikköä aiotaan kasvattaa.

### Tutkimuksen nykyvaihe

Perustaksi uusintalannoitussuosituksille on Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosastolla kerätty tietoa vanhoilta lannoituskokeilta, joita on lannoitettu toistuvasti eri lannoiteilla ja erilaisin aikaväleihin. Tämän aineiston perusteella on laadittu tutkimus, joka on painossa ja ilmestyy vuoden 1984 alkupuolella (Kukkola ja Saramäki 1983). Koska uusintalannoituksen ajoittaminen on myös taloudellinen kysymys, on tarkoituksena, että mainittu julkaisu saa jatkokseen myös kannattavuustarkastelun. Toistaiseksi on kuitenkin pitäydytty vain kasvureaktioihin.

Koska kokonaistarkastelu uusintalannoituksesta on tulossa painosta, rajoitun tässä tarkastelemaan vain muutamia esimerkkitapauksia, jotka on valittu Porin-Parkanon suunnalta.

### Eräitä esimerkkitapauksia

Männikkö Noormarkussa (kuva 2) edustaa varttunutta puustoa, joka jo koetta perustettaessa lähenteli hakkuukypsyyttä. Kuitenkin ammoniumsulfaatilla saatiin voimakas reaktio. Uusinta urealla kahden vuoden kuluttua vakiinnutti kasvunlisäyksen noin  $2,5 \text{ m}^3/\text{ha/a}$  tasoon, josta se nousi vain hetkellisesti ureausinnalla neljä vuotta myöhemmin. Koska kaikki urealannoitukset näillä vanhoilla kokeilla on tehty keväällä, urean vaikutus voi vaihdella suuresti sääolojen mukaan (Lipas ja Levula 1980). Esimerkkikokeessamme lienee toinen urealannoitus sattunut kuivaan kau-

teen, jolloin typpeä on hävinnyt ilmaan haihtumalla. Viimeinen uusintalannoitus oulunsalpietarilla on nostanut jälleen kasvunlisäyksen uuteen huippulukemaan, tasolle  $3,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{a}$ .

CT-männikkö Mouhijärvellä (kuva 3) on lajittuneella hiekkamaalla, missä veden puute ja lannoitteiden huuhtoutuminen rajoittavat lannoituksen tehoa. Niinpä kasvunlisäykset ovat jääneet alle puoleen edellisestä esimerkistä. Reaktion alkukehitys on kääntynyt laskuun neljän kasvukauden jälkeen. Ureausinoilla on voitu kasvunlisäystä pitää nollassa suurempana, mutta vasta viimeinen oulunsalpietarilannoitus näyttää nostavan tuntuvammin kasvua.

Kurun kuusikossa (kuva 4) on poikkeuksellisesti tehty "pikauusinta" ammoniumsulfaatilla heti kolmannen kasvukauden alussa. Tämä toimenpide on nostanut kasvunlisäyksen erityisen korkealle tasolle (n.  $4 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{a}$ ), jolla se on säilynyt neljän vuoden kulluttua annetun urealannoituksen ansiosta. Kuitenkin vaikutus on myöhemmin laskenut, eikä toisella ureausinnalla laskua ole voitu kääntää nousuksi.

Pomarkussa (kuva 5) lähtötilanne on ollut vastaava kuin edellisessä esimerkissä, mutta "pikauusinnassa" on käytetty ylisuurta urea-annosta ammoniumsulfaatin sijasta. Nousu on ollut voimakasta tässäkin tapauksessa, mutta reaktio on kääntynyt laskuun kolmannen vuoden jälkeen uusinnasta. Kuten edellä, on tässäkin tapauksessa toinen uusinta urealla vain hidastanut tätä laskevaa kehitystä. Sen sijaan kauden lopulla annettu oulunsalpietari näyttää taas virkistäneen kasvua.

### Päätelmiä

Edellä esitetyt esimerkit korostavat ensinnäkin lannoitelajien välisiä eroja. Urea on kevätlannoituksissa epävarma lannoite.

Se saattaa joskus olla hyvinkin tehokas, mutta jos sääolot ovat sopimattomat ei reaktiota saada ehkä lainkaan. Oulunsalpietari sen sijaan tehoaa varmasti, jos vain metsikkö yleensä on reagointikykyinen.

Ammoniumsulfaatti lienee useille vieraampi lannoite. Kuten esimerkit osoittavat, sillä saadaan oulunsalpietarin veroinen kasvunlisäys. Maantutkimusosastolla tätä lannoitetta käytettiin noin 140 kokeella vuosina 1958-63, ja kokemukset olivat kauttaaltaan myönteisiä. Sen käytöstä luovuttiin, koska se poistui markkinoilta. Koska tällä hetkellä ammoniumsulfaattia ollaan uudelleen tuomassa metsänlannoitteeksi, on nämä vanhat koetulokset syytä palauttaa mieliin.

Jos käytetään tehokkaita lannoitteita (oulunsalpietari, ammoniumsulfaatti, urea syksyllä), lannoitustulos pitkällä aikavälillä riippuu uusintalannoituksen ajoituksesta. Kun kasvu on ensimmäisellä lannoituskerralla saatu nousemaan jollekin tasolle, tätä tasoa voitaisiin ehkä vielä nostaa tai ainakin vakiinnuttaa se antamalla uusi lannoitus jo heti pari vuotta ensimmäisen lannoituskerran jälkeen (kuvat 2,4 ja 5). Tämä Keski-Euroopassa yleinen tapa lienee meillä lähes tuntematon ja ehkä kustannuksista johtuen myös käytännössä usein mahdoton toteuttaa.

Kun lannoituksella on metsä saatu hyvään kasvukuntoon, tavoitteena uusintalannoituksilla on tämän lisääntyneen kasvun ylläpitäminen mahdollisimman tasaisena. Kasvua ei siis saisi päästää laskemaan luonnontilaiselle tasolle, koska tällöin on aloitettava uudestaan yhteyttämiskoneiston kohentamisesta.

Esitetyt esimerkkikokeet samoin kuin useat muutkin koetulokset (Puro 1977, Päivinen ja Salonen 1978) osoittavat, että reaktion huippu saavutetaan 3-4 vuoden kuluttua lannoituksesta. Maksimikasvun ylläpitämiseksi tulisi lannoitusten välin olla siten enin-

tään neljä vuotta. Kukkolan ja Saramäen (1983) mukaan neljän vuoden jakso antoi parhaan tuloksen männiköissä. Kuusikoissa sen sijaan 5-6 vuoden jakso antoi paremman kokonaistuloksen. Tämä johtunee kuusen hitaammasta neulaskierrosta.

Edellä mainitut tulokset on saatu antamalla 100-150 kg N/ha. Lannoiteannosta lisäämällä voidaan reaktion kestoaikaa jossakin määrin pidentää. Vaikutus ei kuitenkaan ole kovin suuri. Jos 100 kg N/ha vaikuttaa kuusi vuotta, 200 kg N/ha vaikuttaa kahdeksan vuotta (Päivinen ja Salonen 1978). Suuria typpiannoksia käytettäessä voidaan siis lannoituskertoja harventaa, mutta vain 1-2 vuotta.

Uusintalannoituksia suunniteltaessa olisi myös muistettava muiden ravinteiden tarve. Jos toistuvasti lannoitetaan typpellä, voi seurauksena kehittyä vähitellen puutetta muista ravinteista. Tavallisinta on fosforin puute, joka ilmenee erityisesti viljavan kasvupaikan kuusikoissa. Tämä riski voidaan välttää antamalla joka kolmas kerta typen ohella fosforia, esimerkiksi NP-lannoksesta.

#### KIRJALLISUUS

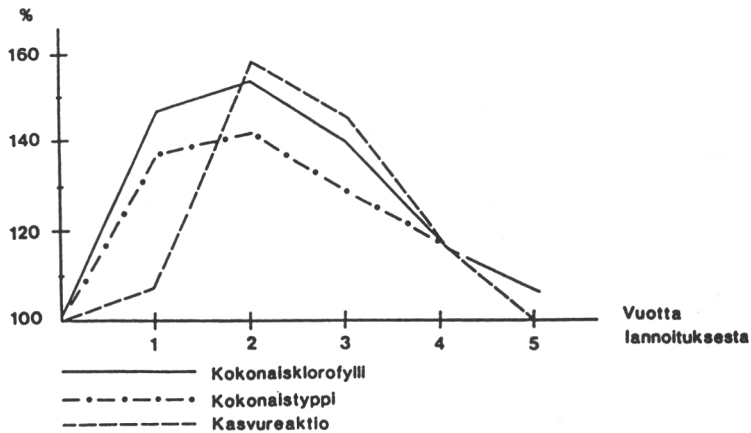
- KUKKOLA, M. & SARAMÄKI, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvunlisäys kivennäismaiden männiköissä ja kuusikoissa. Commun. Inst. For. Fenn. 114.
- LAAKKONEN, O., KEIPI, K. & LIPAS, E. 1984. Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä. Summary: Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils. Folia For. (painossa).

LIPAS, E. & LEVULA, T. 1980. Urealannoitus eri vuodenaikoina.  
Abstract: Urea fertilization at different times of the year.  
Folia For. 421:1-14.

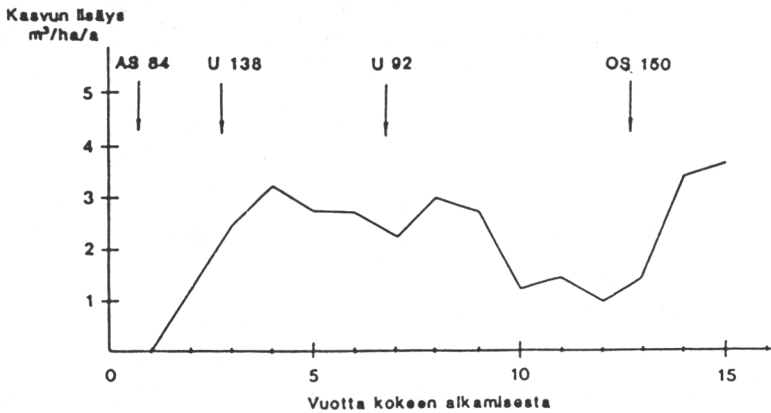
PURO, T. 1977. Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia  
uusintalannoituksesta. Summary: Results of the second  
fertilization with nitrogen. Folia For. 304:1-15.

PÄIVINEN, L. & SALONEN, K. 1978. Eri typpimäärien sekä  
fosforin ja kalin vaikutus kangasmetsien kasvuun  
Etelä-Suomessa. Kemira Oy. Metsätutkimuksia 1/1978: 1-4.

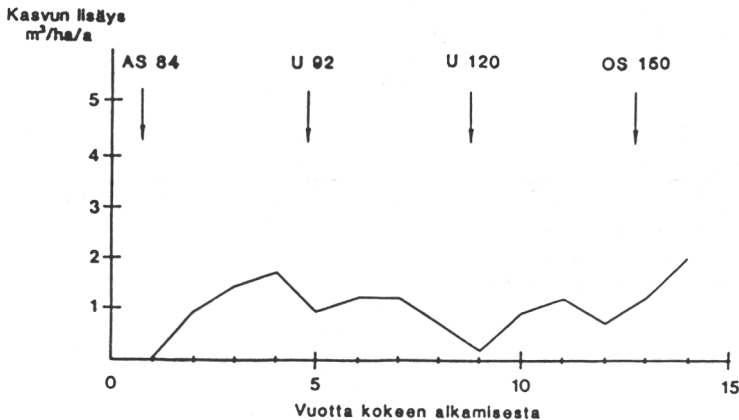
VIRO, P.J. 1965. Estimation of the effect of forest  
fertilization. Selostus: Metsän lannoituksen vaikutuksen  
arvioiminen. Commun. Inst. For. Fenn. 59(3):1-42.



Kuva 1. Klorofyllin ja typhen määrä neulastossa lisääntyy jo lannoitusvuonna, runkopuun tilavuuskasvu vasta vuotta myöhemmin. Kuusi, MT (Viro 1965).

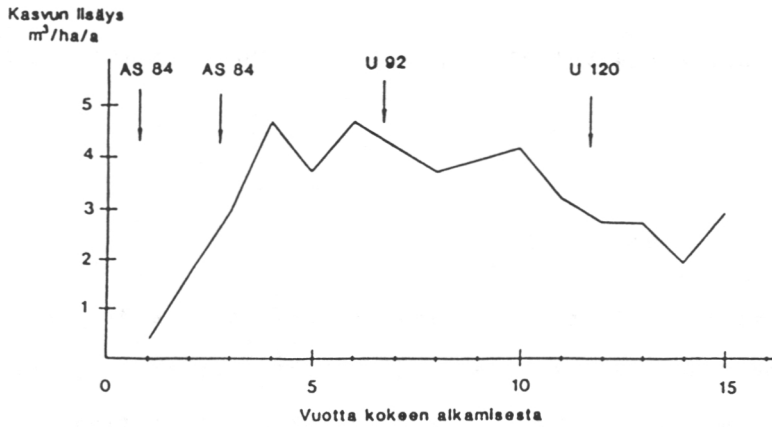


Kuva 2. Kasvunlisäyksen vuotuinen kehitys toistuvasti lannoitetussa VT-männikössä. Noormarkku. Puusto kokeen alussa: Ikä 90 a, tilavuus 119,1 m<sup>3</sup>/ha, kasvu 4,5 m<sup>3</sup>/ha/a. AS=ammoniumsulfaatti, U=urea, OS=oulunsalpietari Luku (esim. AS 84) osoittaa annetun typpimäärän kg N/ha.

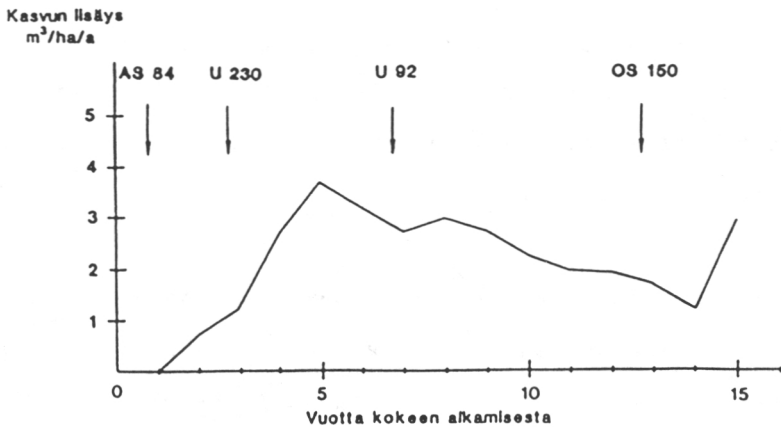


Kuva 3. Kasvunlisäyksen vuotuinen kehitys toistuvasti lannoitetussa CT-männikössä. Mouhijärvi. Puusto kokeen alussa: Ikä 65 a, tilavuus 49,5 m<sup>3</sup>/ha, kasvu 3,0 m<sup>3</sup>/ha/a.





Kuva 4. Kasvunlisäyksen vuotuinen kehitys toistuvasti lannoitetussa MT-kuusikossa. Kuru. Puusto kokeen alussa: Ikä 95 a, tilavuus 104,3 m<sup>3</sup>/ha, kasvu 2,4 m<sup>3</sup>/ha/a.



Kuva 5. Kasvunlisäyksen vuotuinen kehitys toistuvasti lannoitetussa MT-kuusikossa. Pomarkku. Puusto kokeen alussa: Ikä 90 a, tilavuus 122,4 m<sup>3</sup>/ha, kasvu 5,2 m<sup>3</sup>/ha/a.

Erkki Ahti

ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN VAIKUTUS METSIEN KASVUUN JA METSÄMAAHAN

1. YLEISTÄ

Saksan Liittotasavallassa 1980-luvulla havaitut laajat metsätuhot ovat herättäneet laajalti julkista huomiota. Tuhot ovat kohdistuneet etupäässä ns. jalokuusiin (*Abies*) ja muihin kuusilajeihin (mm. *Picea*). Tuhojen laajuus ja nopea eteneminen ovat yllättäneet sekä metsäviranomaiset että monet tutkijat. Vuonna 1983 vajaat 1 % (n. 74 000 ha) Saksan Liittotasavallan metsäpinta-alasta oli käytännöllisesti katsoen tuhoutunut, 8,5 %:lla pinta-alasta (n. 630 000 ha) puut olivat menettäneet 21-60 % ja 25 %:lla pinta-alasta (n. 1,8 milj. ha) 11-20 % neulasistaan. Etelä-Ruotsissa on havaittu samantyyppisiä puustovaurioita. Monet tutkijat ovat sitä mieltä, että tuhot johtuvat ilman epäpuhtauksista tai ilman epäpuhtauksien ja muiden stressitekijöiden yhteisvaikutuksesta.

Suomessa ilman epäpuhtauksien aiheuttamia puustovaurioita on havaittu asutustaaajamissa ja suurten teollisuuslaitosten ympäristössä (Huttunen ym. 1980, Huttunen ja Paarlahti 1983).

Ilman epäpuhtauksien vaikutukset on perinteisesti jaettu korkeiden saastepitoisuuksien aiheuttamiin suoriin vaikutuk-

siin ja toisaalta epäsuoriin, metsämaan muutosten kautta ilmeneviin vaikutuksiin. Keskeisinä metsiin vaikuttavina ilman epäpuhtauksina on pidetty rikkidioksidia ja typen oksideita, jotka vaikuttavat metsäpuihin sekä suoraan että epäsuorasti.

## 2. SUORAT VAIKUTUKSET

Suomessa varsinaisten metsätalousalueiden ilman epäpuhtauspitoisuudet ovat keskimäärin niin pieniä, että suoria haittavaikutuksia ei esiintyne. Koska teollisissa prosesseissa pääsee ilmaan tuhansia kemiallisia yhdisteitä, joista monella erikseen tai yhdessä saattaa olla myrkkyyvaikutuksia, paikallisten puustovaurioiden syiden yksityiskohtainen selvittäminen on vaikeaa. Suomessa on suhteellisen paljon tutkittu rikkidioksidin suoria vaikutuksia. Näitä on mm. havupuiden neulasia suojaavan vahakerroksen vaurioituminen, neulasten rikkipitoisuuden kohoaminen jne.

## 3. EPÄSUORAT VAIKUTUKSET

Rikin ja typen oksidit muuttuvat ilmakehään jouduttuaan rikki- ja typpihapoksi. Maahan laskeutuessaan (laskeuma) ne happamoittavat metsämaata. Kun metsäpuiden ravinteidenotto on kiinteästi maan happamuuteen sidottu, tätä ns. hapanta laskeumaa pidetään vakavana uhkana Suomen metsätaloudelle.

## Metsämaan luontainen happamuus

Maan happamuus ilmaistaan pH-luvun avulla. Tällöin tarkoitetaan useimmiten maassa olevan veden ja siihen liuenneiden aineiden eli maaliuoksen happamuutta.

Matemaattisesti ilmaistuna maan pH on maaliuoksen vetyionipitoisuuden käänteisluvun kymmenkantainen logaritmi. Kun pH-arvoa mitataan, mitataan itse asiassa maaliuoksessa olevien vetyionien pitoisuutta. pH-luku pienenee happamuuden kasvaessa eli vetyionipitoisuuden kasvaessa.

Jos maan pH on lähellä arvoa 7.0, maa ei ole hapanta. Näin korkeat pH-lukemat kytkeytyvät maan yleiseen viljavuuteen ja ovat luonteenomaisia hyvin hoidetuille peltomaille. Metsämaat ovat luonnostaan happamia. Suomen mäntyä kasvavien metsämaiden pintaosien pH-luku vaihtelee yleensä 4.0:n ja 5.0:n välillä. Soilla se voi olla tätäkin alempi.

Monet tekijät vaikuttavat metsämaan luontaiseen happamuusasteeseen. Metsäkasvillisuuden tuottaman kuolleen orgaanisen aineksen epätäydellinen hajoaminen ja samankaisesti tapahtuva kasvillisuuden ravinteidenotto ovat happamoittavia tekijöitä. Orgaanisen aineksen täydellinen hajoaminen ja maan mineraaliaineksen rapautuminen ovat puolestaan tekijöitä, jotka pyrkivät vastustamaan happamoitumista: nämä prosessit kuluttavat tai neutraloivat maaliuoksen vetyioneja.

Mikäli ulkoiset olosuhteet pysyvät pitkällä aikavälillä muuttumattomina, happamoitumista aiheuttavat ja sitä vastustavat prosessit saavuttavat tasapainotilan, jossa maan pH ei muutu. Näin syntyy kullekin metsäkasvupaikalle oma luonteenomainen happamuusasteensa, joka siis on pitkän maaperäkehityksen tulos.

#### Maan puskurikyky

Ilman epäpuhtauksien vaikutuksesta happamoitunut sadevesi sisältää enemmän vetyioneja kuin luonnontilainen sadevesi. Tämä merkitsee, että metsämaan luontainen pH-tasapaino häiriintyy, ja maa pyrkii happamoitumaan.

Metsämaiden kykyä vastustaa esimerkiksi happaman laskeuman aiheuttamaa pH-muutosta sanotaan puskurikyvyksi. Puskurijärjestelmä toimii siten, että maahiukkaset sitovat laskeuman mukana tulleet vetyionit pinnalleen, jolta vastavasti vapautuu muita aineita, esimerkiksi kaliumia, kalsiumia ja magnesiumia, jotka ovat tärkeitä kasviravinteita.

Mitä enemmän maahiukkasiin on sitoutunut muita kuin vetyioneja, sitä suurempi on maaperän puskurikyky pH-muutoksia vastaan. Ravinnerikkaiden maiden (esim. kalkkipitoiset maat) puskurikyky on yleensä suuri, kun taas karuilla metsämailla, joilla maahiukkasten pintaan jo luontaisesti on sitoutunut paljon vetyioneja, puskurikyky on suhteellisen

pieni. Onkin todennäköistä, että mikäli Suomessa esiintyy metsien kasvuun vaikuttavaa maaperän happamoitumista, se ilmenee aluksi juuri karujen metsämaidemme puskurijärjestelmän murtumisena, pH-luvun alenemisena ja puiden ravinnetalouden nopeana muuttumisena (Kuva 1).

#### Huuhtoutuminen

Edellä on jo useaan otteeseen mainittu, että puskurijärjestelmä toimii siten, että maahiukkasiin sitoutuneet ravinneionit korvautuvat laskeuman vetyioneilla. Ravinneionit vapautuvat vastaavasti maaliukseen, josta ne ovat helposti kasvien käytettävissä, mutta myös huuhtoutumiselle alttiita.

Happaman laskeuman aiheuttama kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin huuhtoutuminen alentaa pitkällä aikavälillä metsämaan tuottokykyä. Näiden ravinteiden huuhtoutuminen kasvaa jo siinä vaiheessa, jolloin puskurijärjestelmä vielä toimii eikä pH-muutoksia ole havaittavissa.

#### Lannoitusvaikutus

Edellä mainittujen kasviravinteiden normaalia runsaampi esiintyminen maaliuksessa saattaa aluksi edistää puiden kasvua. Laskeuman sisältämän typen kasvua lisäävä vaikutus voi olla huomattavakin, koska typpi on puiden kasvua rajoit-

tava minimitekijä etenkin karuilla metsämailla. On luultavaa, että happaman laskeuman lannoitusvaikutus kestää yhtä kauan kuin maan puskurijärjestelmä kestää laskeuman vetyionikuormitusta.

#### Alumiinin myrkkövaikutus

Jos karujen metsämaidemme puskurijärjestelmä murtuu, maaliuoksen pH laskee todennäköisesti hyvin nopeasti. pH:n laskiessa maaliuokseen vapautuu yhä enemmän alumiinia, joka metsämaidemme luontaisella pH-alueella on tiukasti sitoutunut maahiukkasiin. Kun alumiini on korkeina pitoisuuksina myrkyllistä puiden juurille, alumiinin vapautumisvaihetta voidaan pitää metsämaan teoreettisen happamoitumiskehityksen vakavimpana vaiheena, jonka aikana laajat metsätuhot tulevat mahdollisiksi.

#### 4. TORJUNTAMAHDOLLISUUDET

Happaman laskeuman ja yleensä ilman epäpuhtauksien epäedullisten vaikutusten estämiseksi on olemassa vain yksi tehokas keino: laskeuman pienentäminen. Koska osa laskeumasta aiheutuu Suomen omista päästöistä, metsämaiden happamoitumiskehitystä voidaan ainakin hidastaa puhdistamalla maamme teollisuuden ja energiantuotantolaitosten savupäästöt entistä tehokkaammin.

Muitakin keinoja on, mutta ne eivät ole yhtä tehokkaita. Maaperän puskurikykyä voidaan tilapäisesti parantaa esim. kalkitsemalla. Etelä-Suomen olosuhteissa nykyisen happolaskeuman neutraloimisen edellyttämä kalkkimäärä on kuitenkin useita kymmeniä kiloja hehtaaria kohti vuodessa, mikä merkitsisi huomattavaa kustannuslisää metsätaloudelle.

## 5. METSIEN NYKYTILA

Ilmakehään päästetään Suomessa noin 250 000 - 300 000 tonnia rikkiä vuodessa. Pahimmat saastuntalähteet ovat Uudenmaan, Turun ja Porin sekä Hämeen lääneissä. Niiden osuus on noin puolet maamme kokonaispäästöistä.

Maamme rikkilaskeuma on samaa suuruusluokkaa kuin päästöt. On arvioitu, että noin puolet Etelä-Suomen rikkilaskeumasta on peräisin Keski- ja Itä-Euroopan maiden teollisuusalueilta. Vastaavasti noin puolet Etelä-Suomen päästöistä kulkeutuu Pohjois-Suomeen tai maamme rajojen ulkopuolelle.

Metsäntutkimuslaitoksen suorittamien valtakunnan metsien inventointien perusteella Suomen metsien kasvu oli 1970-luvun loppupuolella huomattavasti suurempi kuin 1960-luvulla. Tämä muutos on tulkittu johtuvaksi metsäojituksista, metsän lannoituksesta ja tehostuneesta metsänhoidosta. Helsingin yliopiston Metsänhoitotieteen ja Fysiikan laitosten julkaiseman tutkimusraportin (1983) mukaan osa kasvunlisäyksestä



saattaisi johtua myös happaman laskeuman vaikutuksista maaperän ravinnetalouteen. Erityisesti karut metsämaat saattavat jo olla siinä happamoitumisen vaiheessa, jossa kalliumin, kalsiumin ja magnesiumin kasvanut liukoisuus ja laskeuman typpiyhdisteiden lannoitusvaikutus tilapäisesti parantavat metsien kasvua. Tutkimuksessa on arvioitu, että metsien kasvu kääntyisi maaperän köyhtymisen ym. muutosten takia laskuun pahimmassa tapauksessa jo 1990-luvulla.

Monet Etelä-Suomen karut pikkujärvet, joiden viime vuosina on todettu nopeasti happamoituneen, ennakoivat vastaavia muutoksia myös karuilla metsämaillamme.

## 6. METSÄNTUTKIMUKSEN TEHTÄVÄT

Tutkijoiden keskeisenä tehtävänä on kyetä ennustamaan metsiemme happamoitumiskehitys. Käytännön torjuntamahdollisuuksia ajatellen myös ilman epäpuhtauksien haitallisten komponenttien yksilöiminen ja erilaisten syy-seuraussuhteiden selvillesaaminen on tärkeää.

Metsäntutkimuslaitoksessa on vuonna 1983 käynnistetty tutkimusprojekti, joka tähtää erityisesti valtakunnalliseen ilman epäpuhtauksien vaikutusten jatkuvaan seurantaan, metsävaurioiden kartoitukseen ja metsien tilan kehitysennusteiden tarvitseman muun tiedon tuottamiseen. Projektissa tutkitaan myös erilaisia happaman laskeuman maaperävaikutusten torjun-

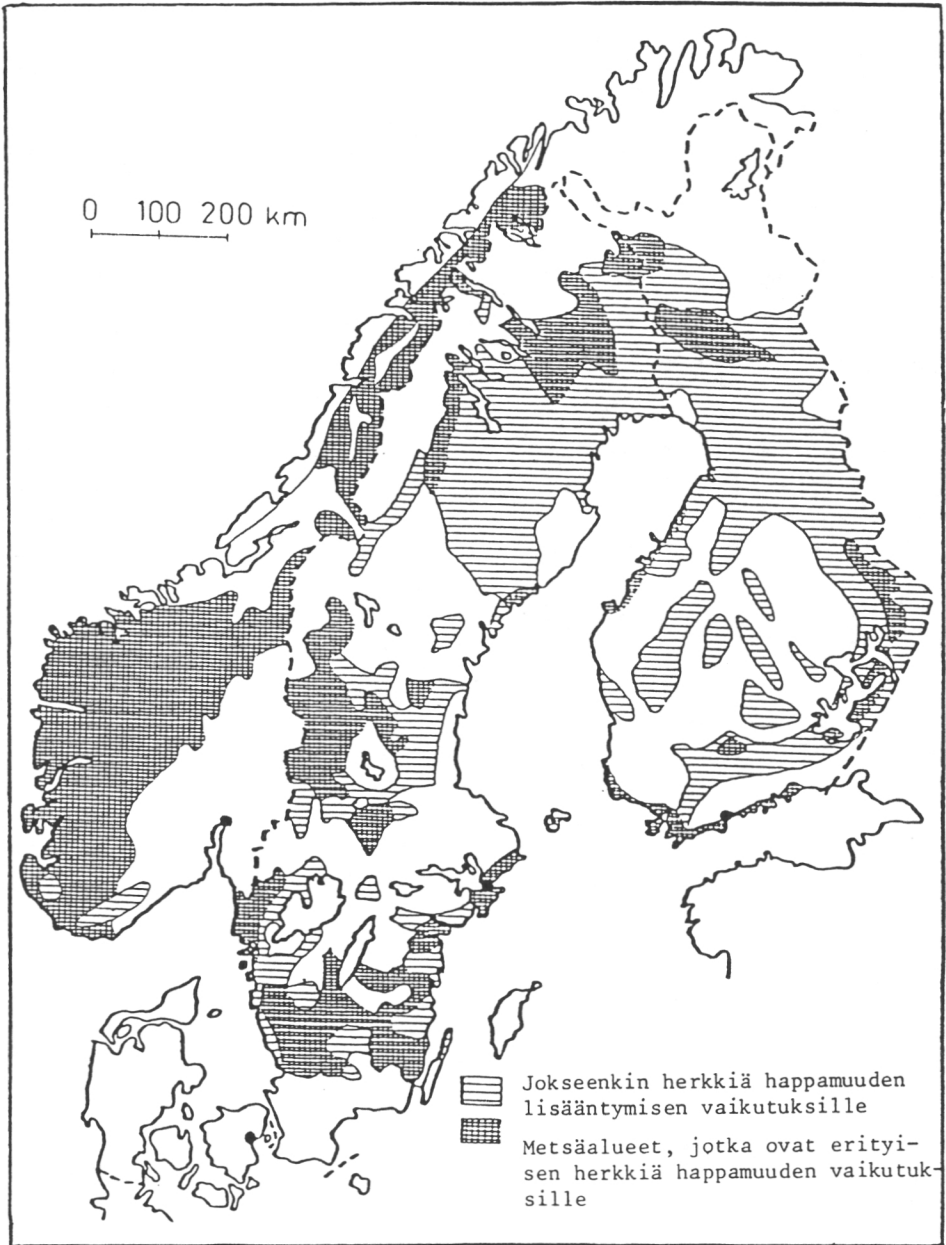
takeinoja. Valtakunnallinen seurantajärjestelmä on projektin tavoitteiden mukaan osittaisessa ennustevalmiudessa n. vuonna 1987 ja täydessä ennustevalmiudessa vuonna 1990.

#### KIRJALLISUUSVIITTEET

Huttunen, S., Kärenlampi, L., Laine, K., Soikkeli, S., Pakonen, T., Karhu, M. Törmäaho, H. 1980. Ilman epäpuhtauksien leviäminen ja vaikutukset metsäympäristössä. Oulun yliopiston Kasvitieteen laitoksen monisteita No 12.

Huttunen, S. Paarlahti, K. 1983. Ilman epäpuhtauksien vaikutuksesta metsän kasvuun. IVO-ympäristötutkimukset, YMP-82-7.

Hari, P. Raunemaa, T. 1983. Metsien tuottokyvyn muutokset 1900-2040. Raportti "Energiatuotannosta peräisin olevien epäpuhtauksien vaikutus metsän tuotokseen". Helsingin yliopiston Metsänhoitotiet. lait. tied.ant. 44.



Kuva 1. Skandinavian metsäalueiden herkkyys happamoitumiselle. Kartta piirretty geologisten karttojen ja metsämaakarttojen perusteella (Huttunen ja Paarlahti 1983).







#### 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 metsityk-  
sessä 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. 1983.
- No. 108. Kaarlo Kinnunen ja Ilkka Laurila  
Erilaisten männyntaimien juuriston ja verson alku-  
kehitys karuhkolla moreenimaalla.
- No. 116. Hannu Raitio  
Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä  
taimitarhoilla ja kivennäismailla.

Metsäntutkimuslaitos  
Parkanon tutkimusasema  
39700 Parkano  
puh. 933-2912

