



Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1991

Olavi Laiho & Tiina Luoto (toim.)

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 423

Kansikuva:

Männyn istutus äestettyyn maahan Somerolla. Viljely keväällä 1984, valokuvaus keväällä 1992. Olavi Laiho.

Vas.

Tasainen aitosavi (OMT), mäntyä 1300 kpl/ha (valtapituus 170 cm), ei luontaisia taimia.

Soistunut hietamoreeninotkelma (VT), mäntyä 1200 (valtapituus 150) ja hiestä 5600 kpl/ha (valtapituus 350 cm).

Oik.

Viereinen 3 m ylävämpi hiekkamoreeninrinne (MT), mäntyä luontaiset taimet mukaanlukien 5000 (valtapituus 230 cm), kuusta 2500 ja koivua 500 kpl/ha.

Viereinen 2 m ylävämpi hietamoreeninrinne (VT), mäntyä 2700 (valtapituus 170 cm) ja hiesvesaa 800 kpl/ha

Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1991

Olavi Laiho & Tiina Luoto (toim.)

Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema.
Parkano 1992

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 423

Sisällys

<i>Seppo Kaunisto</i> Biotiitti kaliumin lähteenä ravinneanalyysin valossa	4
<i>Markku Saarinen ja Timo Silver</i> Kunnostusojituksen kohdevalinta karuilla rämeillä	5
<i>Olavi Laiho ja Kimmo Hovila</i> Männyn äestysistutus savimaahan Somerolla	10
<i>Antti Peltonen</i> Penkkikyntötuloksia Pirkanmaalta	19
<i>Teuvo Levula</i> Männyntaimikoiden kehitys eräillä muokkaus- ja kulotuskokeilla	21
<i>Juha Suni</i> Koneellisen korjuun hakkuutähteet ja maanmuokkaus	32
<i>Eino Mälkönen</i> Metsien terveydentilan tutkimusohjelma	35
<i>Hannu Raitio</i> Lehtipuiden ruskettumisilmiö Länsi-Suomessa keväällä 1991	37

Kirjoittajien yhteystiedot: Prof. *Eino Mälkönen*: Metsäntutkimuslaitos, metsäekologian tutkimusosasto, PL 18, 01301 Vantaa. Puhelin 90-857051. Fax 90-8572575. Prof. *Seppo Kaunisto*, *MMT Olavi Laiho*, *Mi Teuvo Levula*, *FT Hannu Raitio*, *MMK Markku Saarinen & MMK Juha Suni*: Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano. Puhelin 933-82912. Fax 933-81022. *Mh-pääll. Antti Peltonen*: Pirkka-Hämeen metsälautakunta, PL 97, 33101 Tampere. Puhelin 931-503111. Fax 931-503274. *Mh Timo Silver*: Satakunnan metsälautakunta, Itsenäisyydenkatu 35 A, 28130 Pori. Puhelin 939-336411. Fax 939-335965. *Mi Kimmo Hovila*: Someron mhy, Joensuuentie 35 B 8, 31400 Somero. Puhelin 924-46320.

Jakelu: Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano. Puhelin 933-82912. Fax 933-81022.

ISBN 951-40-1239-9
ISSN 0358-4283

Lukijalle

Parkanon tutkimusaseman vuosittainen tutkimuspäivä järjestettiin viime vuoden joulukuussa Tampereella. Se oli tarkoitettu erityisesti Pirkka-Hämeen metsäammattiväelle. Osanottajien määrä ylitti 250. Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on otettu huomioon keskustelussa esitetyt näkökohdat. Mahdollisuuksien mukaan niitä on muutenkin täydennetty.

Ajankohta oli puitteiltaan erilainen kuin minään aikaisempaan tutkimuspäivänämme. Toki lama vallitsi jo vuosi takaperinkin, mutta näin syvää sukellusta ei kukaan liene ennustanut. Ahdinkoa korostaa se, että lamaan on syöksytty suoraan yltäkylläisyydestä.

Puunmyyjät olivat lakossa lähes koko vuoden mutta teollisuuden ostotarvekaan ei ollut suuri. Puun hinnanalennuksista huolimatta metsäteollisuus kärsi kuuden miljardin tappiot. Nollaraja on tulossa Etelä-Suomeenkin, maan arvo laskee, konkurssit yleistyvät ja organisaatiot järkkyvät. Paperin markkinointi Keski-Eurooppaan koetaan pitkän etäisyyden takia raskaaksi mutta sen raaka-ainetta kannattaa tuoda Etelä-Amerikasta asti.

Metsätyökin on murroksessa. Vielä sodan jälkeen puunkorjuu tehtiin perinteisin menetelmin, tukin kaato justeerilla ja ajo hevosella rekeen autettuna. Metsä aivan vilisi jakomiehiä, kympejä ja muita pomoja, sillä tukkirungot sai katkoa vain etukäteen merkityistä kohdista. Kantohinta kesti pitkätkin kuljetukset. Työ oli toki kovaa eikä sitä pidä aiheetta ihannoida mutta yhdessä suhteessa silloinen jätkä oli paremmassa asemassa kuin monet metsänomistajat nykyään: pikku vippejä lukuunottamatta hänellä ei ollut velkaa jos ei aina luottoakaan.

Nyt monitoimikoneet syrjäyttävät hupenevaa metsurijoukkoa ja työnjohtoa. Metsätilallisenkaan ei kannata tehdä useimpia hakkuitaan itse, hankintalisä jäisi aivan nimelliseksi. Leimauskin on jäämässä harvesterin kuljettajalle. Edelleen puutavaran mittaus siirtyy hyvää vauhtia motopohjalle. Tällöin tienvarteen juonnettu puutavara on aina luovutusmitattua ja valmista tehtaalle kuljetettavaksi. Puutavaralajien määräkin saattaa vähetä ja osaltaan yksinkertaistaa korjuuta.

Vähenevä suunta on myös metsäalan muulla työvoimalla. Jos hakkuut pysyvät 50 %:n tasolla siitä mitä metsä kasvaa saadaan tarve täyteen ikäänkuin kuorimalla kerma eikä tarvita juuri organisaatioita, lainvalvontaa eikä tutkimustakaan. Vallitseva lama tekee kuitenkin selväksi, että Suomi tarvitsee metsätalouden tulot täysimääräisinä. Tehtaita tarvitaan lisää ja tällä kertaa ne tulisi sijoittaa kotimaahan ja neuvotella Euroopan Yhteisöltä mahdollisimman suuret vientikiintiöt. Käyttövoimaksi ei hiertämöille voine olla muuta ratkaisua kuin ydinvoima ja päätös siitä tulisi tehdä mahdollisimman pian. Metsänomistajien tulee tyytyä siihen, että perinteiseen tulomuodostukseen pääsee vain myymällä puuta tähänastista enemmän.

Mitä jatkossa tapahtuukin tiedon tarve lisääntyy kaikilla aloilla. Tässä mielessä on ilahduttavaa että paikalla oli runsaasti nuorta väkeä, yhteensä viisi erillistä metsäoppilaitoskurssia. Pääteemana oli metsien terveydentila ja sen tutkiminen. Sitten tutkimuspäivän metsän terveydelle on tullut uusikin uhka, yläotsonin vajuus ja siitä johtuva ultraviolettisäteilyn lisääntyminen. Metsän terveydestä on kysymys myös suoaiheissa. Jos kali loppuu tai ojat tukkeutuvat puusto alkaa riutua ja varhemmatkin investoinnit menevät hukkaan ellei ryhdytä tarvittaviin toimenpiteisiin. Maanmuokkausraportein pyritään antamaan uutta tietoa hienojakoisista maista ja kohoumamuokkauksesta.

Kiitän Parkanon tutkimusaseman puolesta esitelmäitsijöitä, kaikkia tutkimuspäivän järjestelyihin ja tämän tiedonannon valmisteluun osallistuneita sekä tutkimuspäivän osanottajia. Pirkka-Hämeen metsälautakuntaa kiitän hyvästä yhteistyöstä.

Parkanossa 31.8.1991

Olavi Laiho
Tutkimusaseman johtaja

Biotiitti kaliumin lähteenä ravinneanalyysin valossa

Seppo Kaunisto

Taustaa

Suometsien lannoitteissa kalium on ollut perinteisesti vesiliukoisena kalisuolana. Vesiliukoisuutensa vuoksi kalium on välittömästi puiden käytettävissä, mutta toisaalta huuhtoutuu helposti puiden ulottuvilta. Tämän vuoksi vaikutusaika jää yleensä lannoitefosforin (raakafosfaatti) vaikutusaikaa lyhyemmäksi.

Aineisto

Metsäntutkimuslaitoksen toimesta (erityisesti Muhoksen tutkimusasema) perustettiin 1970 - 80 -lukujen vaihteessa useita kokeita, joissa tutkittiin veteenliukenemattoman kaliummineraalin, biotiitin käyttökelpoisuutta kalilannoitteena. Vuonna 1990 inventoitiin 8 koetta. Tässä yhteydessä esitetään alustavia tuloksia lannoituksen vaikutuksesta turpeen (0 - 20 cm) ja neulasten ravinnepitoisuuksiin.

Biotiitista vapautuu kaliumia

Lannoitus biotiitilla lisäsi sekä liukoisen että "varastokaliumin" (tuhkan HCl-uutos) määrää turpeessa. Muutos oli suurin 0 - 10 cm:n kerroksessa, mutta joissakin tapauksissa havaittavissa myös syvemmillä. Vaikutus ilmeni vasta 1500 - 3000 kg/ha:n biotiittiannostuksilla. Lannoitus kalisuolalla lisäsi vain turpeen liukoisen kaliumin määrää. Kaliumin "kokonaismäärä" oli jonkin verran alempi kalisuola- kuin biotiittikäyttelyissä käytettäessä samoja määriä alkuainetta. Vertailussa 100 kg/ha kalisuolaa rinnastettiin 1000 kg/ha:aan biotiittia.

Biotiittilannoitus kohotti useissa tapauksissa neulasten kaliumpitoisuuksia jo muutaman vuoden kuluessa lannoituksesta, mutta selvästi vähemmän kuin lannoitus kalisuolalla. Toisaalta 10 vuoden kuluttua erot olivat tasoittuneet ja eräissä tapauksissa neulasten kaliumpitoisuudet olivat korkeampia biotiittia kuin kalisuolaa saaneissa puissa. Selvistä kaliumin puutostilasta lannoitus kaliummineraaleilla (700 - 1100 kg/ha) kohotti neulasten kaliumpitoisuuden kohtalaiseksi tai jopa hyväksi. Ero lannoittamattomaan verrattuna oli tilastollisesti merkitsevä kuitenkin vasta kun annettiin biotiittia vähintään 1500 kg/ha.

Tulosten mukaan biotiitilla voidaan parantaa puiden kaliumravitsemusta, mutta vaikutus on hitaampi kuin kalisuolalla. Toisaalta varastoravinteiden määrä viittaa siihen, että biotiitin vaikutus saattaa olla kalisuolaa pitkäaikaisempi. Kaliummineraalien lannoitekäyttöä vaikeuttaa kuitenkin niiden matala K-pitoisuus (n. 5 - 6 %), jonka vuoksi tarvittavat määrät ovat suuria kalisuolaan verrattuna.

Kunnostusojituksen kohdevalinta karuilla rämeillä

Markku Saarinen ja Timo Silver

Johdanto

Ojitus toiminnan painopiste on siirtynyt uudisojituksesta kunnostusojitukseen. Lähinnä viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana on uudisojitettu runsaasti soita, joiden kunnostamisen taloudellinen kannattavuus ja kaivamisesta aiheutuva vesistökuormitus tulee ottaa entistä tarkemmin huomioon. Oulun läänin eteläpuoleisessa osassa Suomea on tällaisia ojitusalueita n. 400 000 ha, josta suurin osa on nykyisin ojituskelvottomiksi luokiteltavia ja loput kannattavuuden rajoilla olevia tupasvillarämeitä (Keltikangas 1990, Keltikangas ym. 1986). Keskustelu ojituskelvottomuuden rajanvedosta tuntuu olevan edelleenkin ajankohtaista. Vieläkin tulee eri omistajaryhmien mailla liikkua vastaan uusia ojituskelvottomien soiden kunnostus- ja uudisojituskohteita.

Yksityismailla kunnostusojituksen kohdevalinnassa ohjeena on tähän asti ollut ojitusalueen vähintään 20 vuoden ikävaatimus. Lisäksi on asetettu vaatimus vähintään 15 m³:n puustosta lyhytkortisilla rämeillä, sekä riittävän lämpösummarajan alittuessa myös tupasvillarämeillä. Puustojen on myös täytettävä uudisojituskohteille asetetut tiheysvaatimukset. Mainitun ohjeiston soveltuvuutta erilaisilla kohteilla tutkittiin syksyn 1991 aikana pienimuotoisessa tutkimushankkeessa, joka toteutettiin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman ja Satakunnan metsälautakunnan yhteistyönä.

Mittaukset

Tutkimuksessa käytiin satunnaisotannalla läpi 42 erillistä ojitusasiakirjoihin lyhytkortiksi rämeeksi tai tupasvillarämeeksi merkittyä suokuviota ja niistä yhteensä 287 mitattua koealaa Satakunnan metsälautakunnan toimialueella. Otannan kohteena olleet ojitus hankkeet olivat valmistuneet vuosien 1966-71 välisenä aikana. Arpomalla mukaan saatujen ojitus hankkeiden kuvioselityslomakkeilta valittiin systemaattisesti joka toinen em. suotyypeiksi nimetty kuvio. Tilarajojen vuoksi erillisiksi erotetut, mutta muutoin samaan tyyppiin kuuluvat kuviot yhdistettiin. Kullekin kuviolle linjattiin mahdollisimman edustava otantalinja, jonka pituus määräytyi kuvion pinta-alan suhteessa (20 m/ha).

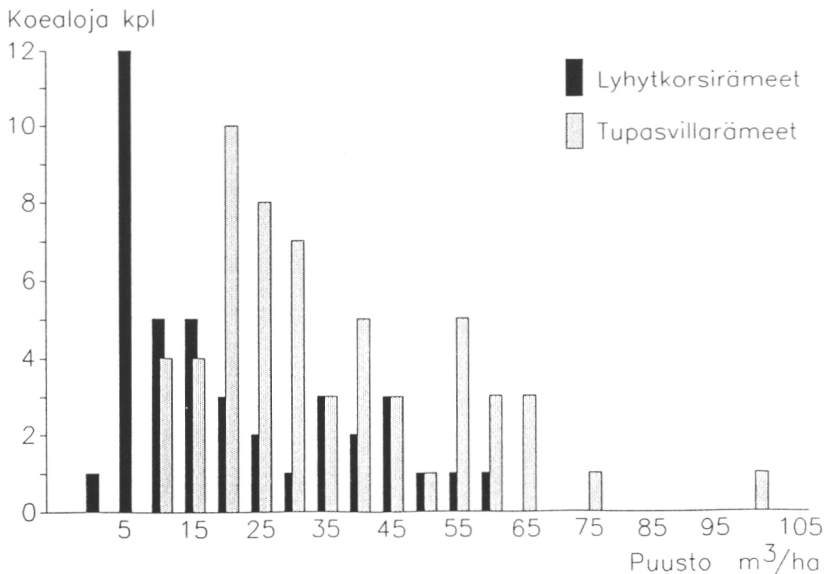
Linjoilla tehtiin mittaukset 20 m:n koealavälein. Aarin kokoisilta ympyräkoelaloilta määritettiin kuvioselityslomakkeelle merkityn suotyypin lisäksi oikeaksi katsottu tyyppi pintakasvillisuuden, puuston, pintatopografian, turvelajin ja turpeen kasvijäännösten perusteella. Lisämääräinä arvioitiin rahkamättäisyyden, rimpisyyden ja karhunsammaleisuuden osuus. Turpeesta mitattiin turvekerroksen paksuus, sekä maatuneisuus ja

turvelaji 0-10 cm:n ja 20-30 cm:n syvyisistä kerroksista. Kuivatustekninen tila mittauspisteessä arvioitiin määrittämällä ojan kuntoluokka ja sarkaleveys, sekä koalan etäisyys ylä- ja alaojasta.

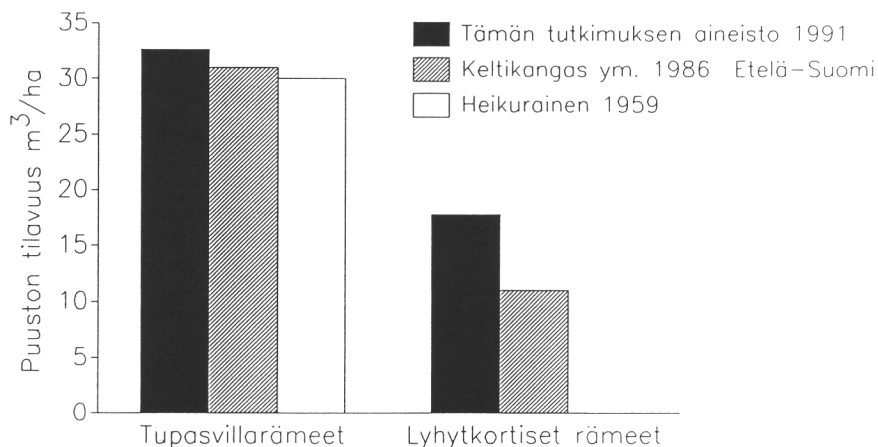
Myös puusto mitattiin aarin ympyräkoaloilta. Koska puusto oli valtaosin "riukuasteen" varttunutta taimikkoa, käytettiin mittauksessa runkolukuun sekä keskipuun pituuteen ja rinnankorkeusläpimittaan perustuvaa menetelyä. Eri-ikäisrakenteisissa puustoissa mittaukset tehtiin kahdessa latvuserroksessa keskipuun silmämääräisestä valinnasta aiheutuvan virheen minimoimiseksi. Kuutiointissa käytettiin Laasasenahon julkaisemia tilavuusyhtälöitä (Laasasenaho 1982). Ojitushetken puuston tilavuus arvioitiin taannehtivasti kairausten perusteella saadun läpimitan ja ojituksen jälkeisen pituuskasvun mukaan.

Tulokset

Uudisojitussuunnittelun yhteydessä hankeasiakirjoihin merkittyjä suotyyppejä ei voi käyttää kohteen kunnostusojituskelpoisuutta määritettäessä. 50-70 % tutkimuksen koaloista oli jollain muulla kuin hankeasiakirjoihin merkityllä suotyypillä. Virhemääritykset olivat useimmiten viljavuuden yliarviointeja, jolloin moni rahka- ja keidasräme oli merkitty tupasvillarämeeksi tai lyhytkortiseksi rämeeksi. Mukana oli "vastapainoksi" myös sararämeitä, joita oli merkitty em. suotyypeiksi. Virhemääritysten osalta tarkistetut tupasvilla- ja (minerotrofisten) lyhytkorsirämeiden puustojakautumat on esitetty kuvassa 1. Kuvassa 2 vertaillaan mainittujen suotyypin puustokeskiarvoja kahden muun inventointitutkimuksen tuloksiin (Keltikangas ym. 1986, Heikurainen 1959). Huomattava ero tämän tutkimuksen ja Keltikankaan ym. aineiston lyhytkortisten rämeiden välillä selittyy sillä, että jälkimmäisessä mainittuun tyyppiryhmään on sisällytetty myös kermirämeitä.



Kuva 1. Tupasvilla- tai lyhytkorsirämeiksi todettujen koalojen kokonaispuustot.



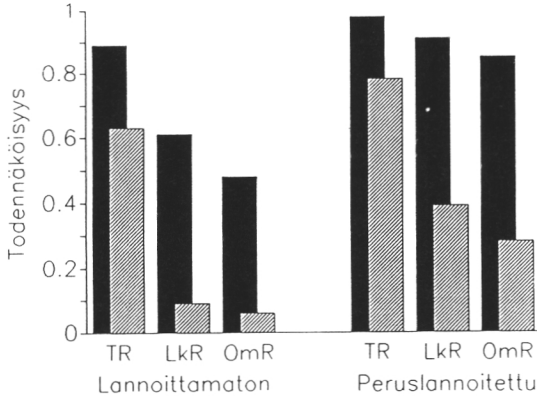
Kuva 2. Puuston keskitilavuuksia karuilla rämeillä noin 20 vuotta ojituksen jälkeen.

Kasvupaikan virhemäärityksistä "puhdistettu" suotyyppi, ojitushetken puuston määrä ja lannoituskäsittely olivat parhaimmat inventointihetken puustoa ennustavat muuttujat. Yhdessä ne selittivät noin puolet puuston kuutiomäärän kokonaisvaihtelusta. Vaihtelu on suotyyppien sisällä kuitenkin suuri ja tyyppien liukuvarajaisuudesta johtuvat määrittäsvaikeudet vähentävät kasvupaikkaluokan arvoa tuotoksen ennustamisessa.

Kuvassa 3 on esitetty logistisen regressiomallin ennustamia todennäköisyyksiä, joilla puusto varttuu kahdessa vuosikymmenessä yli $15 \text{ m}^3/\text{ha}$ rajan. Asetelmasta on nähtävissä, että ombrotrofisetkin rämeät (kermi- ja rahkarämeät) ylittävät peruslannoituksen saaneina kunnostusojitusrajan, mikäli ojitushetkellä on ollut riittävästi puustoa. Lannoittamattomina tuo raja ylittyy vain harvoin, lukuunottamatta tapauksia, joissa rämepuusto on jo luonnontilaisena poikkeuksellisen suuri. Tällöin varsinainen tuotoslisä jää kuitenkin pieneksi.

Tupasvillärämeistä 86 % ylitti kunnostusojitusrajan. Riittävän alkupuuston omaavilla tupasvillärämeillä myös lannoittamattomat kohteet olivat valtaosin kunnostuskelpoisia. Tupasvillärämeillä rahkamättäisyyden osuus vaikutti voimakkaasti puuston määrään. Lannoittamattomilla kuvioilla puuston tilavuus pieneni keskimäärin $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ kun rahkamättäisyys lisääntyi kymmenellä prosentilla (kuva 4). Parhaimmillaan kyseinen tyyppi on selvästi minerotrofinen. Ombrotrofisena se on selvästi rahkamätäinen vaihettuen rajatta rahkarämeisiin.

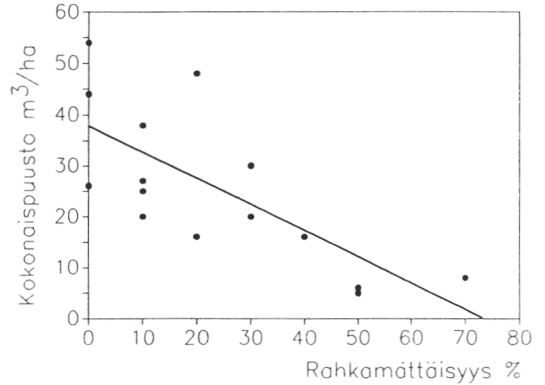
Lyhytkorsirämeistä kunnostuskelpoisia oli 40 %. Kunnostuskriteerinä käytetty puustomäärä saavutettiin riittävällä todennäköisyydellä vain lannoittaen, mikäli ojitushetkellä oli riittävästi puustoa. Lyhytkorsirämeiden ongelma oli useimmiten huonosti taimettuneet nevapinnat, ei niinkään kasvupaikan ravinteisuus. Osalla viljavimmista (kalvakkanevapintaisista) ja puustoltaan parhaimmista lyhytkorsirämeistä oli selviä kaliumin puutosoireita.



Kuva 3. Todennäköisyys, jolla puusto ylittää 15 m³:n rajan 20 vuoden kuluttua ojituksesta.

■ Ojitushetken puusto 1-5 m³/ha.
Keskipituus 2-4 m.

▨ Ojitushetken puusto ≤ 1 m³/ha.
Keskipituus < 2 m.



Kuva 4. Puuston tilavuuden riippuvuus rahkamättäisyydestä lannoittamattomilla tupasvillarämeillä ($r = -0,737^{**}$).

Lopuksi

Kahden vuosikymmenen jälkeen ojituksesta alkuperäisen suotyypin määrittäminen on varsin vaikeaa. Uudisojitussuunnittelun aikaisten virhemääritysten korjaaminen tässä vaiheessa on utopistinen ja ehkä tarpeetonkin tavoite, sillä ojituskelpoisuuden rajoilla olevien kasvupaikkojen luokituksella ei kunnostusojituksen suunnittelussa ole suurtaakaan arvoa.

Kunnostusojitusohjeiston puustoraja on tähän asti ollut liian alhainen lannoitetuilla ojitusalueilla. Lyhytkortiseksi rämeeksi tai tupasvillarämeeksi merkityllä rahka- tai keidasrämeellä voidaan kahden vuosikymmenen aikana toistuvien NPK-lannoituksin saada lähtöpuustosta riippuen jopa 30 m³:n puustoja. Tuolloin sinänsä ojituskelvoton suo muuttuu "kunnostusojituskelpoiseksi", mikäli suotyyppi katsotaan hankeasiakirjojen mukaan. Puustorajaa määritettäessä pitäisi ottaa huomioon myös ojituksen ikä.

Ohjeisto ei erottanut huonokasvuista ombrotrofisia tupasvillarämeitä jo luonnostaan puustoisista hyvin kasvavista tupasvillarämeistä. Ohjeissa 970:n asteen rajalämpösumman ylittävillä alueilla tupasvillaräme voitiin kunnostusojittaa puuston määrästä riippumatta.

Kuluvan vuoden kevään aikana on yksityismaiden ojitushjeistoa uusittu. Kunnostusojituksen puustovaatimus tupasvillarämeillä on nyt 20 m²/ha lämpösummasta riippumatta. Kunnostusojituskelpoisena pidetyt lyhytkorsirämeet on kokonaan poistettu ohjeistosta. Myös uudisojituskelpoisuuden alarajaa nostettiin poistamalla tupasvillarämeet ojituskelpoisten suotyyppien luettelosta.

Kunnostusojituskelpoisuuden kohdevalinnan tulisi nyt perustua huolella tehtyyn puuston arviointiin, jossa otetaan huomioon perusojituksen ajankohta, tehdyt lannoitukset, puuston elpymiskyky ja tekninen laatu. Puustoltaan vähäisillä ja epätasaisilla kohteilla tulisi käyttää linjoittaista koela-arviointia. Ilmakuvia on syytä käyttää kuvioinnin apuna. Kunnostusojitettaviksi kuvioiksi tulisi rajata vain ne osat ojitusalueesta, joissa vaadittava puutosraja ylitetään. Hankkeen toteutus mahdollisimman vähäisin ojametrein pitäisi olla entistä tärkeämpänä suunnittelun laadun ja tehokkuuden mittarina. Tämä vähentäisi uudisojitussuunnittelusta tuttua "ojitusteknisten syiden" väärinkäyttöä liian karujen kohteiden ojituksessa.

Tulevaisuudessa on tärkeää, ettei uudella "ojituskierroksella" toisteta vanhoja virheitä. 1960-luvulla niitä tehtiin osittain liiallista toiveikkuutta herättäneiden tutkimustulosten tukemana. Myöhemmin virheojitukset ovat johtuneet ammattitaidon puutteesta ja turhan innokkaasta korvenraivaajahengestä. Myös ojitussuunnitelmien maastotöiden valvonnan laiminlyönti ja maanomistajien into karujen rahkasoiden ojitamiseen ovat osaltaan vaikuttaneet virheojitusten määrään.

Yksityismaiden metsänparannustoissa pyritään säästämään suunnittelukustannuksia. Eräs säästämisen muodoista ovat ns. ilman ennakkoon hyväksytyä suunnitelmaa toteutettavat hankkeet. Mikäli ojitustoiminnassa siirrytään laajemmin kyseiseen käytäntöön ja valvonnassa tyydytään otantatarkastuksiin, on syytä pelätä vanhojen virheiden jälleen toistuvan.

Kirjallisuus

- Heikurainen, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. Acta Forestalia Fennica 69(1):1-279.
- Keltikangas, M. 1990. Ojitettujen soiden merkitys Suomen puuhuollolle nyt ja tulevaisuudessa: Missä kannattaa kunnostusojitus? Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja no 268:7-14.
- , Laine, J., Puttonen, P., & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930-1978 metsäojitetut suot: Ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry during 1930-1978: Results from field surveys of drained areas. Acta Forestalia Fennica 193. 94 s.
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. Seloste: Männyn, kuusen ja koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 108:1-74.

Männyn äestysistutus savimaahan Somerolla

Olavi Laiho ja Kimmo Hovila

Savet ja hienoaineksiset maat

Savi on hienojakoisin maalajimme. Savilajitteen eli saveksen kaikki maahiukkaset ovat läpimitaltaan alle 0,002 mm. Pienimmät hiukkaset ovat kolloidikokoa eli miljoonasosamillimetriä. Ominaisuuksiltaan savet ovat hyvinkin erilaisia. Vaihtelua aiheuttavia tekijöitä ovat mm. maahiukkasten koko, ravinnekoostumus, pH-arvo ja orgaanisen aineksen osuus.

Savesta seuraavaksi karkeampi lajite on hiesu. Sen hiukkaset ovat läpimitaltaan savekseen verrattuna vähintään kymmenkertaiset eli 0,002 - 0,02 mm. Hiesu on ns. yksihiukkeinen lajite, jonka hiukkaset ovat märässä maassa herkkäliikkeitä. Kuivana hiesu on kovaa ja põlisevää, kostuessaan se lasetii ja juoksetuu.

Hiesun luonteista ominaisuuksiltaan on myös hieno hieta, jonka raekoko on 0,02 - 0,06 mm. Sekin on altis juoksettumaan. Yhdessä mainitut kolme lajitetta muodostavat ns. hienomaan. Se on tärkeä tunnus, joka saadaan erilleen seulomalla ja jota käytetään mm. erotettaessa hienoaineksista moreenia karkeammista. Hienoaineksisissa moreenissa tulee olla hienomaata yli 30 % ja samalla savesta yli 5 % ja sitä on meillä metsämaasta 12 % (Maaperäkartan ... 1983). Hiesun osuus on 3 % ja savea on 2 % metsämaan alasta. Pääosa savimaista on raivattu pelloksi.

Somerolla savi on yleisin maalaji. Eräillä karttalehdillä sen osuus ylittää 80 % maa-alasta. Savet syntyivät n. 10 000 vuotta sitten mannerjään sulattua, jolloin Yoldiameri peitti enimmän osan maata. Somerolla korkein ranta on n. 120 m mpy. Sitä ylempänä savia ei voi olla eikä niinkään ylhäällä, sillä saveen muodostuminen edellyttää syvää vettä. Someron savet ovat pääosin ns. aitosavea, saviainesta on keskimäärin 74 % ja enimmillään 90 % (Haavisto ym. 1980). Humuspitoisuus on vähäinen, 0,5 - 1 %. Savikerroksen paksuus on Somerolla monin paikoin yli 40 m ja jopa 77 m. Ylävillä alueilla savi on ohuena, epäsäännöllisenä kerroksena ja yleensä vain notkelmissa mäkien ylärinteiden ollessa karkeampien maalajien peitossa.

Savi on viljavin maalajimme. Pintakasvillisuus on useimmiten lehtomainen tai sitäkin parempi (Urvas ja Erviö 1974). Muilla maalajeilla metsätyypijakauma on heikompi. Niinpä hiesulla ja hienohiedalla, jotka ovat savea seuraavina viljavuudeltaan tuore kangas on yleisin kasvupaikkatyyppi.

Savien viljavuutta ajatellen on ymmärrettävää, että ne on pyritty raivaamaan pelloksi. Näin siksikin, että savet eivät ole metsältään hyviä. Alavissa savikkonotkoissa tapaa olla hyvinkin huonoa metsää, esim. lehtisekapuustoa ja pensaikkoa, joista käyttöpuuta saadaan niukasti. Yleistä on myös kuusikoiden kituminen soistuvilla savikoilla.

Tutkimusaineisto

Savikkometsien uudistamiseen on kiinnitetty niukasti huomiota. Syynä on ollut niiden vähäinen määrä ja metsätalouden toissijainen asema parhailla maanviljelysalueilla. Käytännössä on ohjautettu käsittelemään savikoita muiden maalajien tavoin eli lähes ainoana muokkausvaihtoehtona on ollut äestys.

Puulajiksi on lähes aina suositeltu mäntyä. Syinä on ollut mm. edeltävän kuusikon lahovikaisuus, koivukuidun heikko arvostus ja hirvituhon uhka sekä männyn laatukehityksen yliarviointi.

Näin on menetelty myös Someron metsänhoitoyhdistyksen alueella. Alussa onnistuminen olikin hyvää. Tällöin viljeltiin ylävien alueiden lahoutuneita kuusikoita männylle. Toiminnan siirtyessä alavammille maille tulokset huononivat. Täydentämisen jälkeenkään mäntyä ei saatu onnistumaan. Tilanne on tiivistettävissä siten, että männyn istutuskohteista kolmannes, ylimpänä sijaitsevat, on onnistunut hyvin tai tyydyttävästi. Alimpana sijaitsevasta kolmanneksesta mänty on kuollut kokonaan ja edellisten välimaastossa olevassa kolmanneksessa se on joten kuten elossa.

Tässä tilanteessa metsänhoitoyhdistyksessä tehtiin ratkaisu, että näin ei voida alavien maiden osalta jatkaa, vaan on etsittävä muita muokkaustapoja ja puulajeja. Tarpeelliselta tuntui myös tehdä istutusaloilla inventointi, jossa kiinnitettäisiin huomiota erityisesti maalajiin ja kasvupaikan luonteeseen.

Aineistoa rajattaessa päädyttiin metsänhoitoyhdistyksen toimesta vuosina 1983-84 viljeltyihin 34 taimikkoon. Ne oli mahdollista sisällyttää kaikki tutkimusaineistoon. Toteutus metsänhoitoyhdistyksen työnä takasi työn laadun ja tasaisuuden.

Kaikki taimikot oli muokattu metsä-äkeellä. Kooltaan kuviot olivat pieniä, yleisimmin puolen hehtaarin suuruusluokkaa. Männylle aloista oli istutettu 28, kuuselle viisi ja raudukselle yksi. Yleisin taimilaji oli ollut männyn avojuuritaimi.

Inventointi tehtiin kahdeksan kasvukautta istutuksesta. Kukin kuvio tarkastettiin ensin yleispiirteisesti. Tutkimuksen kohteeksi valittiin kuvion alin kohta ja samalta rinteen suunnalta ylin kohta, jossa irtainta maata oli riittävästi. Menettelyllä pyrittiin saamaan näiden vertailuparien maalaji- ja kasvupaikkaero mahdollisimman suureksi ja samalla inventoinnin työmäärä kohtuulliseksi. Kumpaankin osakuviioon sijoitettiin systemaattisesti keskimäärin neljä näytealaa. Yhteensä niiden määrä nousi 300:een.

Näytealat olivat 10 m² ympyräaloja. Niiltä mitattiin kaikki taimet ja määritettiin joukko kasvupaikkatekijöitä (metsätyyppi, pohja- ja kenttäkerroksen valtalaji, humuskerroksen paksuus ja soistuneisuus). Edelleen määritettiin korkeus merenpinnasta ja maaston kaltevuus, merkittiin muistiin ympäröivä puusto ja tehtiin havaintoja tuhonaiheuttajista ja alojen erikoispiirteistä. Kummaltakin osa-alueelta määritettiin maalaji silmävaraisesti ja otettiin maanäyte syvyydeltä 10-15 cm kivennäismaasta. Näytteet kuivaseulottiin laboratoriossa (humusta poistamatta) ja tarkennettiin silmävarainen maalajimääritys.

Uudistusalat sijaitsivat korkeusvälillä 93 - 140 m mpy. Vertailualojen korkeusero oli keskimäärin neljä metriä ja neljä aloista oli tasaisia.

Neljällätoista alalla esiintyi savea tai hiesua. Savea esiintyi vain 105 m:n korkeuskäyrän alapuolella ja yhtä uudistusalaa lukuunottamatta vain kuvion alaosassa. Hienomaata oli alanäytteissä keskimäärin 50 % ja ylänäytteissä 30 %. Viittä uudistusalaa lukuunottamatta ylänäyte oli alanäytettä karkeampaa maalajia. Myös metsätyyppi

huononi rinnettä ylöspäin siirryttäessä. Yhdeksällä uudistusosalalla se näkyi metsätyypin alenemana, muilla pienempänä muutoksena. Myös vesitalouden suhteen ala- ja yläosat poikkesivat selvästi. Vain alaosissa oli soistumaa tai turvetta, kumpiakin kahdeksalla uudistusosalalla. Kokonaisuudessaan uudistusalat sisälsivät huomattavan maalaji-, metsätyyppi- ja kosteusvaihtelun sekä sen lisäksi mm. pienilmastollista vaihtelua.

Inventoinnin tulokset

Keskimäärin ottaen kaikkien puulajien istutus onnistui tyydyttävästi tai hyvin (taulukko 1). Istutettua kuusta oli elossa keskimäärin 1095 kpl/ha (istutustavoite 1600 kpl/ha). Istutusalat olivat pääosin savea, yksi turvetta ja korkeuserot vähäiset. Kaksi kohteista oli erittäin reheviä (Lh ja OMT+) entisiä peltoja, joilla etenkin vadelma, nokkonen ja juolavehna olivat tuhonneet taimia. Turveala oli pahoin hallainen. Yhtään luontaista kuusen tainta ei näillä aloilla ollut, vaikka osaa niistä ympäröi sankka kuusivaltainen metsä.

Mäntyä oli jäljellä keskimäärin 1221 kpl/ha istutustavoitteen oltua 2000 kpl/ha. Luontaisen täydennyksen myötä havupuun määrä ylitti 2000 kpl/ha ja rauduksella täydennettynä taimia oli yli 3000 kpl/ha. Sen lisäksi oli hiestä ja muuta lehtipuuta lähes 5000 kpl/ha. Pisimmät istutusmännyn ylittivät kolme metriä, pisin taimikko oli 2,2 m ja istutustaimien keskikoko 1,4 m. Useimmissa tapauksissa männyn seurana oli sitä noin metrin pitempi lehtipuusto, toisinaan erittäin runsas.

Uudistamisen ongelmana on onnistumisen epätasaisuus. Niin oli laita tässäkin tapauksessa. Sääntönä oli, että kuvion yläosassa männyn istutustaimia oli elossa alaosaa enemmän. Vain yhdellä uudistusosalalla tilanne oli päinvastainen ja kahdella taimitiheys oli sama. Tuhannen istutustaimen alle jäi yläosista vain neljä uudistusala, mutta alaosista peräti 15. Jos mukaan otetaan myös luontainen havupuu ja raudus, määrän alittavia uudistusaloja oli vastaavasti yksi ja kolme.

Keskimäärin istutusmännyn elossaolo oli uudistusalojen yläosissa kaksinkertainen alaosiin verrattuna. Taimet olivat myös pidempiä. Alaosissa kuusen luontainen taimettuminen oli puolestaan runsaampaa ja hiestä oli tukahduttavan paljon, mikä osaltaan selittää sekä männyn taimien kuolemista että niiden hidasta pituuskehitystä.

Maalajeittainen taulukointi osoittaa johdonmukaista viljelymännyn vähenemistä maalajin tullessa hienojakoisemmaksi. Hiesulla ja savella taimia oli vain kolmannes siitä mitä hiekkamoreenilla. Selvänä piirteenä oli myös luontaisen männyn samaten kuin rauduksen väheneminen maan tullessa hienojakoisemmaksi.

Vastaavanlainen sanoma löytyy kasvupaikoittaisesta jaottelusta. Puolukkatyyppillä istutustaimia oli eniten, 84 % enemmän kuin lehtomaisella maalla. Lehtoa oli vain kaksi näytealaa, eikä taimia yhtä hiesvesaa lukuunottamatta lainkaan. Ilmiselvänä syynä oli lähes kolmemetrinen vadelmikko. Kenttäkerroksen vaikutus tuli selvästi esiin myös aineistossa keskimäärin. Kookkaat ruohot ja heinät olivat kohtalokkaita nimenomaan männylle. Edullisin tilanne oli milloin selvää valtalajia ei ollut tai oli matalaa varvustoa.

Kosteussuhteiden vaikutus männyn eloonjäämiseen ei ollut suuri vaikka soistumattomalla kivennäismaalla männyn taimia olikin eniten. Soistuneisuus alensi taimimäärää vain vähän eikä turve juuri sen enempää. Kuusta maan kosteus edesauttoi

Taulukko 1. Istutettujen ja luontaisten taimien määrä (kpl/ha) ja keskipituus (m) äestetyillä uudistusaloilla. Viljely 1983-84, inventointi 1990-91. Someron mhy. Kultakin uudistusaloilta tarkastettu ylin osa ja alin osa 10 m² näytealoin. Ellei toisin mainita luvut koskevat männynistutusaloja.

Osite	Näytealoja kpl	Istutus- mänty	Luont. mänty	Kuusi	Raudus	Hies	Muu lehtipuu	Yhteensä
Aineisto keskimäärin								
Mäntyalat (28 kpl)	244	1221	262	689	881	3521	1266	7840
		1.4	0.7	0.7	2.1	2.1	2.0	
Kuusialat (5kpl)	42	0	0	1095	167	262	690	2214
				1.1	2.1	1.9	1.8	
Koivualat (1kpl)	14	0	71	71	714	1429	714	3000
			0.4	0.5	3.8	2.5	3.9	
Maalaji								
Hiekkamoreeni	31	1935	129	677	1258	1290	387	5676
Hietamoreeni	149	1281	355	597	785	2832	1610	7460
Hiesu	6	666	166	500	833	4333	1166	7664
Savi	33	696	30	454	303	3151	1151	5785
Kasvupaikka								
Lh	2	0	0	0	0	500	0	500
OMT	81	951	99	654	790	3136	2062	7691
MT	112	1420	250	554	946	2509	973	6652
VT	24	1750	958	542	42	2333	875	6500
Vesitalous								
Soistumaton kiv. maa	197	1272	288	497	812	1995	1476	6340
Soistunut kiv. maa	22	955	182	1455	500	8091	636	11818
Turve	25	800	200	1600	1760	10680	480	15520
Kenttäkerroksen valtalaji								
Varvut tai puuttuu	43	1721	907	1047	1023	3744	512	8953
Lauha	90	1289	222	644	1022	3756	856	7789
Kastikat	62	1032	16	532	855	3290	1629	7355
Horsma, vadelma ym.	49	898	82	653	531	3184	2224	7571
Korkeusasema								
Ylin osa	121	1628	404	537	917	1702	1082	6270
		1.5	0.8	0.8	2.2	1.9	1.9	
Alin osa	118	805	127	855	762	5533	1466	9548
		1.2	0.4	0.7	1.9	2.1	2.1	
Ylin osa								
Hiekkamoreeni	20	2200	100	900	1200	1400	350	6150
Hietamoreeni	101	1515	465	465	861	1762	1228	6297
Alin osa								
Hiekkamoreeni	6	1667	333	167	167	2000	0	4333
Hietamoreeni	48	792	125	875	625	5083	2417	9917
Hiesu ja savi	39	692	51	462	385	3333	1154	6077
Alin osa								
Soistumaton kiv. maa	71	761	85	408	493	2930	2070	6746
Soistunut kiv. maa	22	955	182	1455	500	8091	636	11818

sen sijaan selvästi ja erittäin suuresti se edisti hieksen taimettumista.

Kuvion ylimmän ja alimman osan jyrkkä erilaisuus kasvupaikkoina vaatii tarkastelemaan niitä vielä erikseen. Yläosassa maalajeja oli vain kaksi, nimittäin hiekka- ja hietamoreeni. Kummallakin männyn istutuksen onnistuminen oli hyvä, mutta hiekkamoreenilla kuitenkin parempi. Koivun määrä oli kaikissa tapauksissa kohtuullinen, mutta eräissä tapauksissa haavan runsaus oli pahoin häiritsevää.

Alaosassa hyvään tulokseen päästiin vain hiekkamoreenilla, mutta sitä oli valitettavasti vain kahdella uudistusosalalla. Hiesulla ja savella mäntyä oli elossa vähiten, joskaan ero ei hietamoreeniin ollut suuri.

Soistuneella kivennäismaalla mäntyä oli elossa jopa enemmän kuin soistumattomilla. Ero hieksen määrässä oli kuitenkin päinvastainen ja tavattoman suuri ja se tuo jatkossa männyn kasvattajalle ylikäymättömiä vaikeuksia.

Tausta-aineisto

Inventoidut taimikot eivät vielä olleet vakiintuneita vaan monet hyvinkin nopeiden muutosten alaisia. Esimerkkinä siitä, miten kehitys saattaa edetä esitellään seuraavassa joitakin tyypillisiä uudistusaloja. Niitä on käytetty kohteina useilla retkeilyillä ja niitä valmisteltaessa on tehty maa-analyysyjä, havaintoja taimien ja puiden kehityksestä yms. Viljely on tehty kaikissa tapauksissa jo 1970-luvulla.

Rajakuusenahteella kasvoi edellisenä sukupolvena järeä kuusikko. Männyn istutus näytti onnistuvan ja kolme vuotta istutuksesta kaikki lehtipuu perattiin pois. Neljä vuotta myöhemmin taimikko harvennettiin ja männyn täydennykseksi jätettiin lehtipuita. Nyt alueen savensekaisessa notkelmassa kasvaa tiheä hieskoivikko, jonka seassa ei juurikaan ole raudusta. Lähes kaikki männyn ovat kuolleet. Hieskoivikon alle on tullut luontaisesti runsaasti kuusta. Saman uudistusalan hietamoreenikumpareella on vankka vahvaoksainen männikkö.

Avellanin uudistusosalalla ylärinteen soramoreenilla kasvaa niin ikään täysitiheä männikkö. Alarinteen hiesulla on ylitieheä hieskoivikko seassaan alle jääviä tuhoutuvia rauduksia. Kohteella on tehty havaintoja rauduksen ja hieksen keskinäisestä menestymisestä. Raudus pääsi määrällä hiesulla kohtuullisesti alkuun, mutta sen kehitys on ollut taantuva.

Arpasuon paljaaksihakkuun soistuttamaan aitosaveen istutettu mänty on totaalisesti kuollut. Taimikkoa ei alkuvaiheessa hoidettu, vaan perattiin ja harvennettiin vasta neljä vuotta sitten. Tällä hetkellä kuvio on puhdas hieskoivikko ja kasvupaikan viljavuuteen nähden selvästi hidaskasvuinen. Latvus on pyörästynyt, pituuskasvu on heikkoa ja märillä kohdilla rungon alaosa kasvaa jälkijuuria märkään sammalkerrokseen. Tämä on merkki siitä, että maa on niukkaan happeen tyytyvälle hieksellekin liian märkä ja ilmaton.

Somerolla on useitakin tasaiselle salaojitetulle savipellolle perustettuja metsiköitä. Niistä mainittakoon Ämyrin yhdeksänhehtaarin viljelmä, jolle on istutettu lukuisina toistoina mäntyä, kuusta ja raudusta. Noin kymmenen vuotta sitten se on FT Jyrki Raulon toimesta muodostettu puulajikokeeksi. Maalaji on ongelmallista hiesua. Kaikkien puulajien kehitys on ollut erinomainen. Mäntykin on suorarunkoinen ja ilman tyvilenkoutta, mutta on lehtomaisella maapohjalla tietenkin pahoin oksittunut.

Saven kasvupaikkatekijät

Juurten kasvu, ravinteiden otto ja muut elintoiminnot edellyttävät runsaasti energiaa ja hyvän hapensaannin. Toisaalta happitilanne on maassa yleisesti ottaen huono. Niinpä yleisimmässä maalajissamme hietamoreenissa on jo 20 cm:n syvyydellä happea enää vain puolet siitä mitä ilmakehässä ja hiilidioksidia peräti 300-kertainen pitoisuus (Söderström 1974). Tällaisissa olosuhteissa juuret toimivat enää vaivoin tai tuhoutuvat kokonaan.

Savimaassa happitilanne on paljon hietaaikin huonompi. Se ei kylläkään johdu huokostilasta, sillä savilla huokostila on maalajeista suurin, jopa 60 % maatilavuudesta. Saven huokostilasta on kuitenkin runsas puolet kasveille käyttökelpottoman veden täyttämä ja märässä maassa pääosa muistakin huokosista. Näin ilmatilaa jää vähän ja tilannetta huonontaa ratkaisevasti se, että savimaan huokokset ovat hyvin pieniä ja ilma ei liiku niissä juuri lainkaan. Ilman liikkumisen kannalta muodostuvatkin tärkeiksi puiden vanhat juurikanavat, lierojen ja muiden maaeläinten käytävät, kuivumishalkeamat yms. Tässä suhteessa eri savet poikkeavat toisistaan suuresti. Niinpä aitosavi halkeilee voimakkaasti, kuivina aikoina jopa metrien syvyyteen. Urpasavet muuttuvat kuivuuksaan ryynimäisiksi palasiksi. Erinomaisena viljelysmaana tunnettu hietasavi on ilmavin savemme, jonka käyttöarvoa maatalouden piirissä lisää vuosittainen muokkaus ja kasvinjätteiden tuoma multavuus. Metsässä saven multavuus on niin ikään elintärkeä ja sitä voidaan edistää lehtipuustolla, rehevällä syväjuuristoisella pintakasvillisuudella ja runsaalla pieneliöstöllä. Niiden edellytyksenä taas on riittävän korkea pH-arvo ja runsas ravinnepitoisuus. Heikoimpia savista ovat hiesupitoiset, niukkaravinteiset, happamat savet ja vielä niitäkin epäedullisempia vastaavanlaiset hiesut.

Ilman lailla myös veden liikkeet ovat savessa tavattoman hitaat. Vesi liikkuu kapillaarisesti vain 2-15 cm/vrk ja lihavissa aitosavissa vieläkin hitaammin. Nousukorkeus sen sijaan on tarpeeseen nähden moninkertainen, sillä kapillaarinen nousu yltää jopa satoihin metreihin.

Veden vaakasuoja liike on savessa yhtä hidaskin kuin pystysuorakin. Pintavaluntaa lukuunottamatta savessa kestää siten noin kasvukauden ennen kuin vesi ehtii kymmenen metrin päähän. Tästä syystä kuivatuksen edellyttämä sarkaleveys on savessa pienempi kuin millään muulla maalajilla turpeet mukaanlukien. Kuivatustarvetta lisää savikoiden tasaisuus. Someron savipellot on salaojitettu noin 16-17 m, viisi viimeistä vuotta peräti 12-14 m ojaväleihin kun hietamailla riittää 20-25 m.

Tarkastelua ja suosituksia

Käytetty inventointimenetelmä, vain uudistusalan ylimmän ja alimman osan mukaanottaminen, ei anna oikeaa kuvaa taimettumisesta koko kuviolla. Alaosa oli useimmiten vähäinen osa koko kuviosta ja valtaosa rinteestä näytti ylimmän osan luonteiselta.

Osalla uudistusaloja metsälautakunta oli tehnyt viisivuotistarkastuksen verovapautta silmälläpitäen. Taimivaatimus oli 1600 kpl/ha ja kehityskelpoista lehtipuustoa hyväksyttiin hieman täydennykseksi. Taimikkojen kunto oli pääosin tyydyttävä. Jos raudus olisi hyväksytty pääpuulajiksi ja hies täydentäväksi puulajiksi tulos olisi ollut vielä

paljon parempi. Näkemykset ovatkin viime vuosina muuttuneet tähän suuntaan.

Vertailu läntisen Suomen muihin männynistutusaloihin antaa tulokseksi Somerolla onnistutun niiden kanssa varsin samanveroisesti on sitten kysymys taimien eloonjäämisestä tai pituuskehityksestä (Kinnunen ja Nerg 1983, Kinnunen 1989, Räsänen ym. 1985). Varhemmat, vuosina 1959-1961 tehdyt istutukset, joista enimmäkseen tehtiin ilman koneellista muokkausta antoivat selvästi huonomman tuloksen (Yli-Vakkuri ym. 1969, Leikola ym. 1977). Tässä työssä tutkituista uudistusaloista hyvä arvosana voidaan männyn osalta antaa vain kuvioiden yläosalle. Niillä onnistuminen oli suorastaan erinomainen. Alaosissa se oli vastaavasti vain välttävä ja jatkokehitysnäkymät osin sitäkin heikommat.

Uudistusalojen sisäisestä vaihtelusta käytetty inventointimenetelmä antaa kattavan kuvan. Nimenomaan korkeuserojen merkitys korostuu. Kumpareilla onnistuminen on helppoa, ainakin karkeahkoilla maalajeilla. Ylävä rinesijainti merkitsee mm. veden hyvää liikkuvuutta ja sen myötä hyvää happitaloutta. Valitettavasti aineistossa ei ollut savipeitteisiä kumpareita, jotta niistäkin olisi saatu tietoa.

Alavat notkelmat osoittautuivat paikoiksi, joissa juuri mikään metsätyyppi-maalajiyhdistelmä ei taannut hyvää onnistumista. Ainoastaan hiekkavaltainen maa tuntuu turvalliselta ja sekin mieluummin paksuna kerroksena. Epäedullisia tekijöitä näyttää olevan hyvinkin monia. Ensinnäkin alavat kohdat ovat kylmiä. Pilvettöminä kevätöinä maanpinnan läheinen ilmakerros jäähtyy ulossäteilyn vuoksi ja kylmä ilma valuu raskaana rinteitä alas notkoihin. Vuoden 1984 kesäkuun hallat antoivat tästä hyvin konkreettisen näytteen (Laiho 1986). Kuusen ohella mänty ja koivu kärsivät kevätthalloista, vaikka eivät kasvaimet ruskettuisikaan (Raitio 1985). Lieviä kevätthalloja on kylmillä notkomailla joka vuosi. Männyn kannalta on haitallista, että notkelmissa maa on viljavampaa ja pintakasvillisuus rehevämpää kuin yläosissa. Myös valaistus saattaa olla niukka ja reunametsän juuristikilpailu voimakas.

Vesitalous lienee kuitenkin tärkein epäedullinen kasvutekijä notkelmissa. Ellei toimivaa ojitusta ole, vesi pysähtyy notkelmiin ja pohjavesi nousee aika ajoin korkealle. Tämä merkitsee ratkaisevaa heikennystä happitalouteen. Samalla soistuminen lähtee käyntiin ja johtaa monissa tapauksissa turpeen muodostumiseen. Kosteus tuo tullessaan yhtenäisen hiestaimikon ja tällöin muutenkin vaikeuksissa olevan istutusmännikön pelastaminen muodostuu toivottomaksi.

Uudistamiskuvioiden alaosien poikkeaminen ylävistä osista saattaa vaikuttaa eri muokkausmenetelmillä saataviin uudistumistuloksiin. Niinpä järjestetyissä kokeissa auraus on säännöllisesti antanut paremman tuloksen kuin äestys (Levula 1989). Käytännössä ei tällaista tulosta suinkaan aina saada, vaan menetelmät näyttävät lähinnä samanveroisilta (Saksa 1989, 1992). Parkanon alueen vanhojen mätätysalojen inventoinnissa pyrittiin samoilta uudistuskuvioilta saamaan äestäen muokattua vertailuaineistoa. Se oli säännöllisesti kuvioiden ylävissä osissa ja rinteillä mätätystyksen sijoittuessa alareunoihin ja notkelmiin (Laiho 1984). Viimemainitut olivat silminnähtävien ongelmakuvioita, joilla äestys olisi antanut huonon lähdön männylle. Niiden mätätäminen puolestaan johti hyvään onnistumiseen ja ylävien alojen veroiseen tai parempaan taimikehitykseen. Kosteikkojen koivuttumista mätätystyksen ei kuitenkaan estänyt ja ilman tehokasta hoitoa mänty tuhoutuu tällöin nopeasti hieksen alle.

Sekä mätätystyksen saadut kokemukset että inventoitujen taimikoiden alaosien tila viittaavat yksiselitteisesti ympäristöä alempien notkelmien kuivaustarpeeseen. Niukka

kuivatus takaa hieksen tyydyttävän kehityksen ja täystiheä ojitusmätästys mahdollistaa myös metsänviljelyn ja puulajin valinnan.

Savimaat ovat niin tasaisia ja ilmattomia, että ne edellyttävät kuivatusta lähes aina kasvaakseen kunnan metsää. Erityisesti paljaaksihakkuun jälkeen soistuminen vauhdittuu ilman ojitusta. Parhaaseen tulokseen päästään salaojituksella ja maa ilmavoituu silloin verrattain syvältä. Näin ollen metsätaloudelle on suureksi hyödyksi, jos salaojitettua peltoa tulee metsitettäväksi.

Metsämaalla kuivatus voidaan tehdä ainoastaan ojitusmätästykseenä. Sarkaleveyden tulee olla suuruusluokkaa 10-12 m ja naveroiden syvyys noin 40 cm. Jos naverot tehdään loivaluiskaisiksi, saadaan mättäisiin riittävästi multavaa maata. Korkeita mättäitä tulee savella erityisesti varoa. Tällöin niihin väkisinkin tulee raakaa jankkoa, joka kuivuessaan kovettuu, jopa sementöityy, kutistuu, halkeilee ja estää juurten kasvua. Eduksi on, että juuret jo istutettaessa tulevat lähelle alkuperäistä maanpintaa. Vesien liikkumista on kaikin tavoin edistettävä, mm. hajoittamalla vanhojen metsäojien reunavallit ja tekemällä riittävä kuivatusojasto.

Männystä savikoiden ja muidenkin hienojakoisten ja tiiviiden maiden puulajina on syytä luopua. Mänty ei muodosta jälkijuuria ja sen mahdollisuudet selviytyä pitkän kiertoajan kestäessä väkisinkin uhkaavasta märkyydestä ja hapettomuudesta ovat kuusta ja koivua selvästi heikommat. Lisäperusteena on eteläisten savien lehtomainen, männylle sopimaton rehevyys. Puulajivaihtoehtoiksi jää tällöin kuusi ja koivu. Jos hirvitiheys suinkin mahdollistaa, tulisi mätästetyt savikot viljellä koivulle ja hyödyntää niiden alle tuleva kuusialikasvos seuraavana sukupolvena.

Kirjallisuutta

- Haavisto, M., Grönlund, T., Lahermo, P. & Stén, C.-G. 1980. Someron kartta-alueen maaperä. Maaperäkartojen selitykset, lehti 2024. Geologinen tutkimuslaitos, Espoo 66 s.
- Kinnunen, K. 1989. Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. *Folia Forestalia* 727. 23 s.
- & Nerg, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. *Folia Forestalia* 546.
- Laiho, O. 1984. Ongelmallisten metsänviljelykohteiden maanpinnan valmistus. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 137:30-42.
- 1986. Lämpöolojen paikallisvaihtelu ja sen merkitys metsän uudistamisessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 235:25-34.
- Leikola, M., Metsämuuronen, M., Räsänen, P.K. & Taimisto, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa. *Folia Forestalia* 312. 27 s.
- Levula, T. 1989. Muokkaus metsän uudistamiseksi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 370:73-84.
- Maaperäkartan käyttöopas (toim. Haavisto, M.) 1983. Geologinen tutkimuslaitos, opas 10, Espoo. 80 s.
- Raitio, H. 1985. Hallavauriot männyllä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 184:25-34.
- Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien

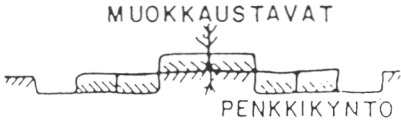



- uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- Saksa, T. 1989. Männyn taimikoiden tila auras- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. *Folia Forestalia* 733. 32 s.
- 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 418. 48 s.
- Söderström, V. 1974. Om syretillgången på färska morenhyggen. *Sveriges Skogsårdsförbundets Tidskrift* 72(2):327-336.
- Urvas, L. & Erviö, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. *Maataloustieteellinen aikakauslehti* (3):307-319.
- Yli-Vakkuri, P., Räsänen, P.K. & Solin, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 2. 92 s.

Penkkikyntötuloksia Pirkanmaalta

Antti Peltonen

Peltoja metsitetään Pirkanmaalla noin 800 ha vuodessa. Lähivuosina metsitysurakka ylittänee 1000 ha:n rajan. Pellot ovat osoittautuneet erittäin vaikeiksi metsityskohteiksi, joissa epäonnistutaan "helpohkoillakin" kohteilla luvattoman usein. Epäonnistumisen syytä on lukuisia, mutta tärkeimmät niistä liittyvät pellon muokkaamiseen istutusta varten, heinäntorjuntaan, myyrä- ja hirvituhoihin sekä pellon ravinne- ja vesitalousongelmiin. Pellonmetsityksen toimenpideketjuja ja taloudellisuutta onkin tarpeen tarkastella hyvin kriittisesti. Tietyissä vaikeissa olosuhteissa pellonmetsittämisestä lienee syytä kokonaan luopua. Uuden näkökulman pellonmetsitykseen tuo myös maaseudun perinnemaiseman säilyttäminen sekä luonnonhoitoon ja ympäristönsuojeluun liittyvät tekijät.

Pellon eri muokkaustavoista on Pirkanmaalta käytännön koetuloksia 1960- ja 70-luvuilta. Edesmennyt lautakunnan johtaja Simo Karppelin perusti useita pellonmetsityskokeita, etenkin koivulle. Eri muokkaustapojen osalta hän päätyi suosittamaan maatalousauralla tehtävää penkkikyntöä lukuunottamatta vedenvaivaamia peltoja, joissa ojitus-mätästys oli tarpeen. Pellon kyntö penkkeihin oli antanut selvästi parempia metsitystuloksia ja myöhemmin todettuja puuntuotoksia kuin istutus muokkaamattomaan, täyskynnettyyn tai pallekynnettyyn peltomaahan. Tästä esimerkkinä on orivedellä sijaitseva vuonna 1970 istutettu Wetterkullan rauduskoivikko, jossa ensiharvennus tehtiin vuonna 1985. Samainen metsikkö on tätä kirjoitettaessa jälleen harvennuksen tarpeessa. Wetterkullan rauduskoivikon puuston tilavuus ja ensiharvennuspoistuma eri muokkaustavoilla olivat vuoden 1985 mittauksissa seuraavat:

	Tilavuus ennen 1. harvennusta m ³ /ha	Harvennus- poistuma m ³ /ha
 <p>MUOKKAUSTAVAT PENKKIKYNTÖ</p>	96	39
 <p>PALLEKYNTÖ</p>	64	27
 <p>TÄYSKYNTÖ</p>	68	26
 <p>SÄNKI</p>	70	26

Penkkikynnön paremmuus johtunee siitä, että taimet tätä kyntötapaa käytettäessä istutettiin muuta peltopintaa ylemmäksi. Rakenteellisesti kohouma on riittävän leveä ja käännetyn kyntöviilun alla on koskematon peltomaa. Lisäksi penkkien sivuille muodostui matala ojasto. Penkkikynnöllä saavutetaankin samoja etuja kuin ojitusmätästyksellä. Erona on kuitenkin, että muokkausjälki on yhtenäinen, jolloin se tarjoaa sopivia istutuskohia ojitusmätästystä enemmän. Lisäksi penkkikyntö on kustannuksiltaan ojitusmätästystä selvästi edullisempi ja työn toteuttaminen maanomistajan omana työnä on helppo järjestää. Vedenvaivaamilla pelloilla penkkikynnön ojasto ei kuitenkaan ole riittävän tehokas pintavesien poisjohtamiseen.

Pallekynnössä taimet istutettiin keskimmaiseen kyntöviiluun, jolloin taimien sijainti ei ollut penkkikyntöön verrattava kohouma. Vastaava istutuskohta olisi reunimmainen kyntöviilu, mutta sen katsottiin vain harvoin olevan riittävän leveä ja tukeva taimien istutuskohta. Työjälkenä penkkikyntö on itse asiassa edestakainen pallekyntö.

Männynntaimikoiden kehitys eräillä muokkaus- ja kulotuskokeilla

Teuvo Levula

Avohakkuulla saadaan metsän puusato korjatuksi halvimmalla tavalla. Avohakkuun jälkeen pitää parantaa maan taimettumiskuntoa riippumatta uudistusmenetelmästä. Metsämaan ominaisuuksia voidaan parantaa puiden kasvun kannalta muokkauksen, kulotuksen ja lannoituksen avulla. Muokkaus helpottaa myös viljelytyötä.

Valtaosa Etelä-Suomen uudistusaloista muokataan lautasauroilla, mutta Pohjois-Suomessa vallitsevana menetelmänä on ollut metsäauraus järeillä kaksisiipisillä auroilla (Kaila ja Päivänen 1981). Muokkausmenetelmien valintaa ei ole aina tehty uudistusalan maankunnostustarpeen vaan teknisten tavoitteiden vuoksi.

Muokkauksen ja lannoituksen vaikutuksia puiden kasvuun ja maan ominaisuuksiin on tutkittu Suomessa 1960 -luvulta alkaen. Monet kokeet ovat osoittaneet taimien pysyvän paremmin elossa ja puiden pituuskasvun parantuneen muokatuilla aloilla (esim. Mälkönen 1976, Pohtila 1977, Levula ja Heikkilä 1979, 1981, Levula 1988, 1990). Taimien kehitystä haittaa pohjoisilla leveysasteilla myös maan alhainen lämpötila, joka heikentää juurten kasvua (Rikala ym. 1989) ja vaikeuttaa puiden ravinnetaloutta hidastamalla orgaanisen aineen hajoamista (Aaltonen 1940, Viro 1969). Leikolan (1974) mukaan metsämaan auraus nosti auraspalteen lämpösummaa niin paljon, että se vastasi 400-600 km etelämpänä sijaitsevien seutujen lämpösummaa muokkaamattomassa maassa.

Muokkaus lisää ravinteiden huuhtoutumisvaaraa (Mälkönen 1983, Rosén ja Lundmark-Thelin 1986). On myös esitetty, että auraus vähentäisi kasveille käyttökelpoisen fosforin määrää ja lisäisi kasveille haitallisten aineiden kuten alumiinin liukoisuutta (Tikkanen 1985). Puolangalla sijaitsevalla muokkauksokeella helppoliukoisen fosforin määrä oli auraspalteen sisällä olevassa humuksessa selvästi alhaisempi kuin muokkaamattomassa humuskerroksessa. Toisaalta samalla kokeella käytetty fosforilannoitus ei parantanut taimien kasvua tai elossaoloa (Levula 1990).

Muokkaus lisää taimikon perkaustarvetta, koska muokkausjälkiin tulee luontaisesti taimia enemmän kuin muokkaamattomaan uudistusalaan (Raulo ja Mälkönen 1976), toisaalta luontainen taimiaines lisää taimikon tiheyttä ja tarjoaa perkaajalle enemmän vaihtoehtoja.

Kulotuskokeita on paljon vähemmän kuin muokkauksokeita, koska kulon "sijoittaminen" koejärjestelyyn on kallista ja vaikeaa. Sallassa tehdyssä kokeessa kulotus paransi männyn kylvön onnistumista, mutta istutustaimia kuoli kulotetuilla koealoilla enemmän (Pohtila 1974). Pohjois-Karjalassa olevalla 8 -vuotiaalla kulotuskokeella kulotus edisti männynntaimien pituuskasvua laikutetuilla koealoilla (Levula 1988).

Typpi- ja kaliumlannoitus istutuksen yhteydessä lisäsi taimien kuolleisuutta (Viro 1966). Istutuskuoppaan laitettu kuparihienofosfaatti paransi taimien elossapysymistä (Pohtila 1972). Tuomaskuonannoitus vähensi taimien pituuskasvua Tammelassa

(Palmgren 1984). Ennen viljelyä tehty raakafosfaattilannoitus ja kalkitus ei vaikuttanut männyntaimien kasvuun tai kuolleisuuteen, mutta kuusen taimien elossaolo heikkeni lannoituksen johdosta (Levula 1990).

Voimaperäisen muokkauksen vaikutukset metsässä voivat kestää hyvin kauan. Oikean muokkaustavan ja lannoitustason löytämiseksi pitkän ajanjakson vaikutukset huomioiden on vuodesta 1973 alkaen perustettu laaja muokkaus- ja lannoitus- sekä kulotus- ja muokkauskoesarja Metsäntutkimuslaitoksen, Metsähallituksen ja Kemiran yhteistyönä. Tässä esityksessä tarkastellaan eteläisen Suomen kolmen vanhimman kokeen tuloksia.

Kokeet

Kokeet sijaitsevat Pohjois-Karjalassa (kuva 1). Koealueiden puusto (taulukko 1) avohakattiin, seuraavana keväänä hakkuualat raivattiin ja lehtipuiden kannot käsiteltiin vesakontorjunta-aineella. Kesän ja syksyn aikana kokeilta otettiin maanäytteet, tehtiin lannoitukset ja maanmuokkaus sekä kulotus. Valtimon muokkaus- ja kulotuskokeella ketjujyrsintä tehtiin vasta seuraavana keväänä juuri ennen istutusta.

Koealueiden maalaji on hietamoreenia ja keskilajite on karkea hieta (taulukko 2). Koealueiden kivennäismaa on ravinteisuudeltaan eteläsuomalaisen puolukkatyyppin keskitason alapuolella (taulukko 3).



Kuva 1. Kokeiden sijainti

- ▲ Muokkaus- ja lannoituskoe
- Kulotus- ja muokkauskoe

Taulukko 1. Yleistietoja koalueista.

Paikkakunta	Metsä tyyppi	Aiemman puuston kannot, m ² /ha			Viljely- puulaji	Taimi- tyyppi	Alkuperä
		Mänty	Kuusi	Lehtipuu			
Sotkamo	VMT	12	20	3	Mä	1M+1A	Liekka
Nurmes	VMT	7	28	6	Mä	1M+1A	Liekka
Valtimo	VMT	2	14	3	Mä	1M+1A	Pielisjärvi

Taulukko 2. Kivennäismaan (0-30 cm) raekoostumus, kivisyys ja humuskerroksen paksuus.

Paikkakunta	Kivisyys, %	Humus, cm	Sr	KHk	Raekoostumus, %				
					HHk	KHt	HHt	Hs	Sa
Sotkamo	28	3	13	14	20	<u>35</u>	8	8	2
Nurmes	32	3	12	9	16	<u>39</u>	11	10	3

Taulukko 3. Maan ravinteisuus.

Humuskerros										
Paikkakunta	pH	N	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
Sotkamo	3,4	420	35	38	98	18	9	41	68	15
Nurmes	3,7	298	26	29	87	15	10	31	62	11
Valtimo	3,6	291	24	25	81	13	7	27	88	11
VT-männikkö ¹⁾	3,9	420	32	31	130	20	7	27	88	11

Kivennäismaa					
Paikkakunta	pH	N	P	K	Ca
Sotkamo	4,8	0,52	0,9	14	19
Nurmes	4,7	0,52	0,8	16	30
Valtimo	4,8	0,46	0,8	21	41
VT-männikkö ¹⁾	4,6	0,74	4,1	17	58

1) Tamminen 1991

Koejärjestely

Muokkaus ja lannoitus

Kokeissa on kolme pääkäsittelyä: muokkaamaton, auraus raskaalla metsänviljelyauralla ja sekoitusmuokkaus, joka tehtiin ketjujyrsimellä aurauksen jälkeen. Alakäsittelyjä on neljä: lannoittamaton, peruslannoitus (= 3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 kg/ha raakafosfaattia ennen muokkausta), typpilannoitus kolmen vuoden kuluttua viljelystä laikkulannoituksena 22 g oulunsalpietaria/taimi ja peruslannoitus + kolmen vuoden kuluttua 30 g typpirikasta Y-lannosta/taimi. N- ja NPK-lannoitus uusittiin samoilla lannoitteilla hajalevityksenä kahdeksan vuoden kuluttua viljelystä (655 ja 900 kg/ha) (kuva 2).

Kulutus ja muokkaus

Kulutus- ja muokkauksokkeissa pääkäsittelyinä ovat kulutus ja kulottamaton, alakäsittelyinä samat muokkausmenetelmät kuin muokkaus- ja lannoituskokeissa (kuva 3). Kokeet viljeltiin muokkauskesän jälkeisenä keväänä koulituilla männyn taimilla.

Koejärjestelynä kaikissa kokeissa käytettiin split-plot -menetelmää (esim. Jeffers 1960).

CaNPK	N	CaP	0	M	0	CaNPK	N	CaP	J
0	CaNPK	N	CaP	A	CaP	0	CaNPK	N	M
N	CaP	0	CaNPK	J	N	CaP	0	CaNPK	A
CaNPK	0	CaP	N	A	0	CaP	N	CaNPK	M
CaP	N	CaNPK	0	J	CaNPK	0	CaP	N	J
N	CaNPK	0	CaP	M	CaP	N	CaNPK	0	A

Kuva 2. Muokkaus- ja lannoituskokeen kaavio.

- A = Palleauraus
 J = Palleauraus + ketjujyrsintä
 M = Muokkaamaton
 0 = Lannoittamaton
 CaP = 3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 kg raakafosfaattia/ha ennen muokkausta
 N = Oulunsalpietaria 22 g/taimi 3 vuoden ja 665 kg/ha 8 vuoden kuluttua istutuksesta
 CaNPK = Kuin käsittely 1 + 30 g typpirikasta y-lannosta/taimi 3 vuoden ja 900 kg/ha 8 vuoden kuluttua istutuksesta

M	A	J	Kulotettu
J	M	A	Kulottamaton
A	J	M	Kulottamaton
J	M	A	Kulotettu
A	J	M	Kulottamaton
M	A	J	Kulotettu

Kuva 3. Muokkaus- ja kulotuskokeen kaavio.

M = Muokkaamaton

A = Palleauraus

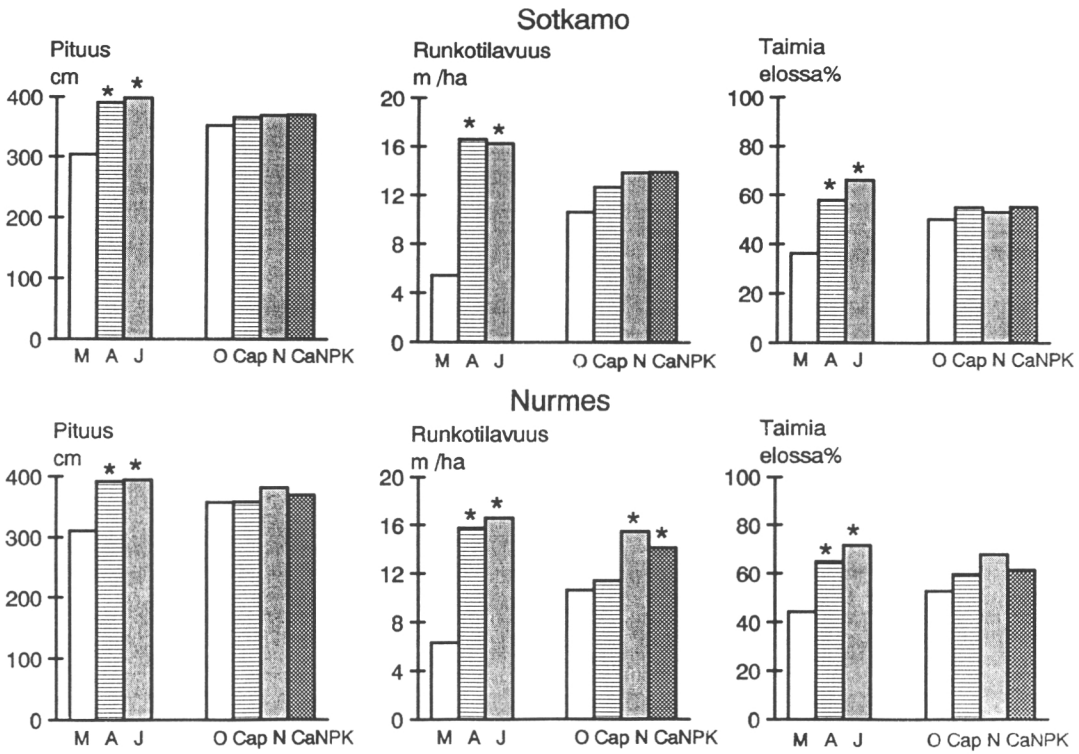
J = Palleauraus + ketjujyrsintä

Taimikoiden kehitys

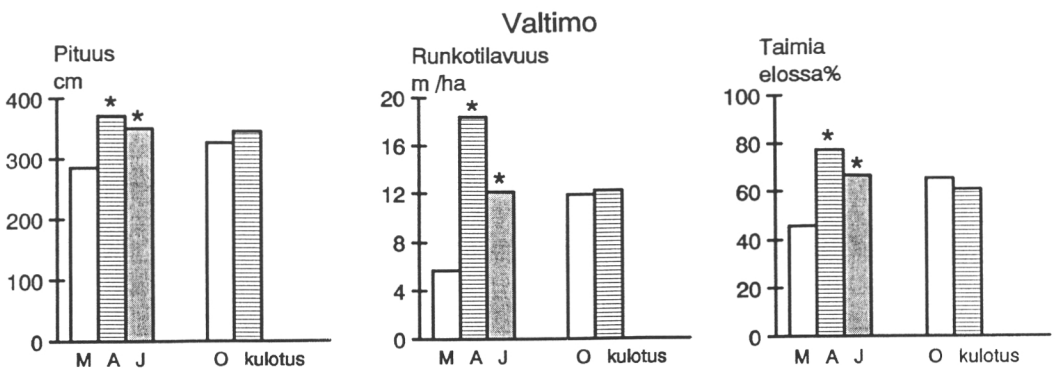
Taimikot mitattiin 13 vuoden kuluttua viljelystä. Ennen mittausta 50 x 50 m koalojen keskelle rajattiin 30 x 30 m suuruinen nettokoeala. Nettokoealan taimista mitattiin pituus, viisi viimeistä pituuskasvua ja läpimitta 1,3 m korkeudelta. Lisäksi taimista arvioitiin tunnistettavat taimituhot ja pääranگان haaroittuneisuus.

Auraus ja ketjujyrsintä paransi huomattavasti taimikoiden kasvua ja vähensi kuolleisuutta. Taimikoiden runkotilavuus oli muokatuilla koaloilla 16 m³/ha ja muokkaamattomilla keskimäärin vain 6 m³/ha. Lannoitus lisäsi hieman taimikoiden runkotilavuutta ja pituuskasvua (kuva 4). Kulotuksella ja muokkauksella oli merkitsevä yhdysvaikutus taimien pituuteen. Kulottamattomilla ja muokkaamattomilla koaloilla taimien keskipituus oli 253 ja pelkästään kulotetuilla koaloilla 317 cm (kuva 5). Taimikoiden pituuskasvu oli inventointivuonna muokatuilla kolmanneksen suurempi kuin muokkaamattomilla koaloilla (kuva 6).

Taimituhoja oli kaikilla kokeilla vain yksittäisissä taimissa, eikä lannoituksella, muokkauksella tai kulotuksella ollut tuhojen määrään merkitsevää vaikutusta. Peruslannoitus vähensi monihaaraisten taimien osuutta Nurmeksen kokeella (kuva 7).

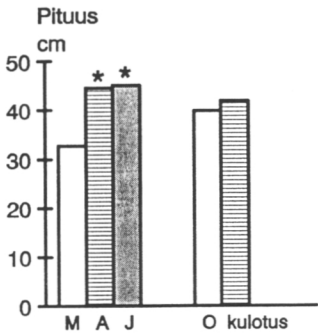


Kuva 4. Männyntaimien keskipituus, runkotilavuus ja elossaoloprosentti Sotkamon ja Nurmeksen muokkaus- ja lannoituskokeilla 13 vuoden iällä. Selitykset kuten kuvassa 2.

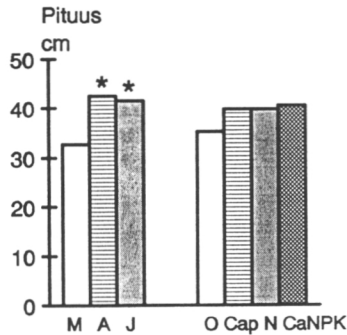


Kuva 5. Männyntaimien keskipituus, runkotilavuus ja elossaoloprosentti Valtimon kulutus- ja muokkauskoikkeella 13 vuoden iällä. Selitykset kuten kuvassa 3.

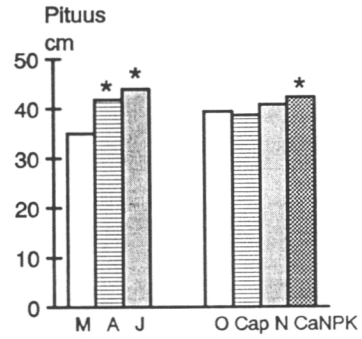
Valtimo



Sotkamo

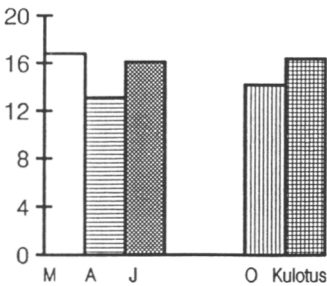


Nurmes

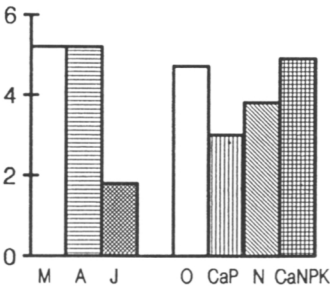


Kuva 6. Männyntaimien pituuskasvu inventointivuonna eri kokeilla. Selitykset kuten kuvissa 2 ja 3.

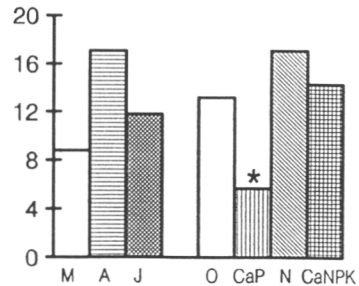
Valtimo



Sotkamo



Nurmes

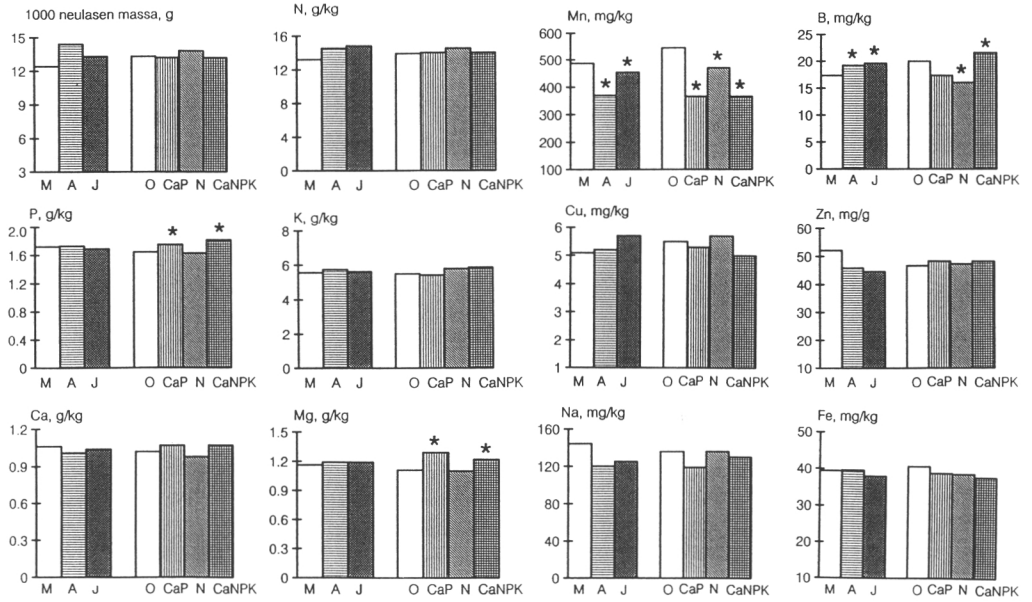


Kuva 7. Monilatvaisten männyntaimien osuus eri kokeilla 13 vuoden iällä. Selitykset kuten kuvissa 2 ja 3.

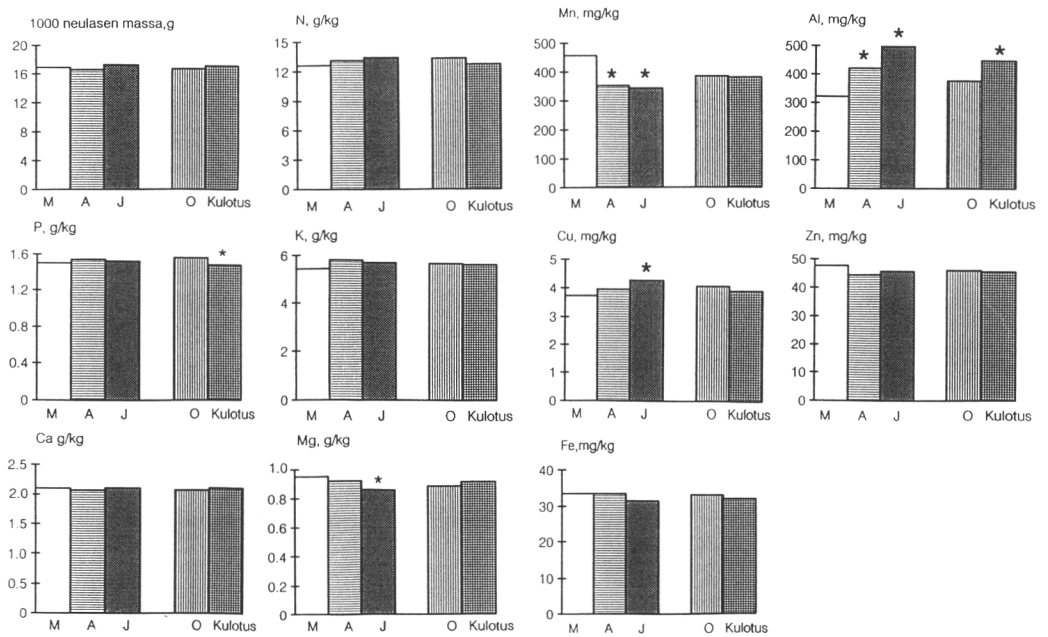
Taimien ravinnetila

Valtimon ja Sotkamon kokeilta otettiin neulasnäytteet inventointikesän jälkeisenä talvena. Näyte otettiin kokoomanäytteenä 15 arvotusta taimesta, 2 - 3 vuotta vanhoista oksista puun eteläpuolelta edellisenä kesänä kasvaneita neulasia. Sotkamon kokeella peruslannoitus lisäsi neulasten magnesiumipitoisuutta ja moniravinnelannoitus neulasten fosforipitoisuutta. Peruslannoitus alensi neulasten boori- ja mangaanipitoisuuksia. Muokkaus lisäsi neulasten typpi- ja booripitoisuuksia, mutta alensi neulasten mangaanipitoisuutta (kuva 8).

Valtimon kulutus- ja muokkauskokeella kulutus alensi neulasten fosfori- ja nosti neulasten alumiinipitoisuuksia. Ketjujyrsintä alensi neulasten magnesiumipitoisuuksia ja auras sekä ketjujyrsintä nostivat neulasten alumiinipitoisuuksia (kuva 9).



Kuva 8. Männynneulasten ravinnepitoisuudet eri käsittelyillä Sotkamon muokkaus- ja lannoituskokeessa 13 vuoden iällä. Selitykset kuten kuvassa 2.



Kuva 9. Männynneulasten ravinnepitoisuudet eri käsittelyillä Valtimon kulotus- ja muokkauskokeella 13 vuoden iällä. Selitykset kuten kuvassa 2.

Tarkastelu

Laikkuihin istutetuista taimista oli 13 vuoden aikana kuollut selvästi yli puolet, elossa oli enää keskimäärin 42 % taimista. Auratuilla koelaloilla eläviä taimia oli 67 % ja aurauksen jälkeen jyrstyillä koelaloilla keskimäärin 68 %.

Taimikoiden kasvu aurasaloilla oli kuutiomääräisesti kolminkertainen laikkuihin verrattuna. Muokattujen koelajojen pituuskasvu jatkuu kolmanneksen suurempana laikutettuihin verrattuna. Perustetuista 20 kokeesta on tähän mennessä julkaistu tuloksia 16 vanhimmasta kokeesta. Kaikkien mittausten tulos on hyvin samanlainen kuin nyt tarkastetuilla kolmella kokeella (Levula ja Heikkilä 1979, Levula ja Heikkilä 1981, Starr ym. 1982, Mälkönen 1983, Mälkönen ym. 1986, Levula 1988, Levula 1990).

Timo Saksa (1987) on tutkinut aurattujen ja äestettyjen uudistusalojen taimikoiden kehitystä. Metsänviljelyn tulos oli äestetyllä alalla parempi kuin vastaavalla auratulla alalla. Saksan tutkimus on tehty siten, että käytännön metsänviljelyaloista on arvottu äestys- ja aurasaloja, jotka on sitten mitattu. Tässä tutkimuksessa arvonta on suoritettu ennen muokkausta, joka seikka selittää tutkimusten välisen eron. On todennäköistä, että metsäammattimiehet suunnitellessaan uudistusalojen maankunnostusta, valitsevat aurauksen kaikkien ongelmallisimmille aloille.

Kunnollinen muokkausjälki, jossa muodostuu taimien istutuspaikoiksi selviä kohoumia, varmistaa monella tavalla taimien alkuunlähtöä. Tukkipöytä- ja myyrien tuhot vähenevät (Levula ja Heikkilä 1979, 1981, Starr ym. 1982). Kohouma vähentää kuusentaimien hallavaurioita (Starr ym. 1982). Aurattu maa lämpenee (Leikola 1974), mikrobien toiminta vilkastuu (Voss-Lagerlund 1976) ja maan lämpeneminen parantaa juurten kasvua (Rikala ym. 1989).

Kangasmaiden taimikoiden lannoitusta ei suositella. Tässä tutkimuksessa lannoituksen vaikutukset männyn taimien kasvuun tai kuolleisuuteen olivat vähäisiä. Toisella lannoitetuista kokeista ennen muokkausta tehty peruslannoitus vähensi merkittävästi monihaaraisten taimien osuutta. Tällä Nurmeksen kokeella humuskerroksen ravinteisuus oli koetta perustettaessa hieman alempi kuin Sotkamon kokeella, jossa peruslannoitus ei vähentänyt taimien haaroittumista. Peruslannoituksessa lisättyjä fosforia, kalsiumia ja magnesiumia oli Nurmeksen kokeella vähemmän kuin Sotkamon kokeella. Puiden rungon haaroittuminen voi johtua monista syistä, kuten erilaisista tuhoista, mutta myös kärkidominanssin heikkoudesta, joka puolestaan saattaisi johtua puiden ravinnetalouden epäsuhteista (Raitio 1983, Stone 1990). Monilatvaisten taimien osuus on vaihdellut aikaisemmissa inventoinneissa epämääräisesti (Levula 1988), joten yhden kokeen tuloksen perusteella ei voi tässäkään suhteessa suositella taimikoiden kalkitsemista, koska siitä saattaa olla haittaa puiden kasvuun (Derome ym. 1986, Lipas 1990, Levula 1990).

Valtimon kulotuskokeen perusteella ei ole syytä yhdistää kulotusta ja voimaperäistä muokkausta, koska pelkkä muokkaus paransi metsänviljelyn onnistumista yhtä paljon kuin muokkaus ja kulotus yhdessä. Kevyen muokkauksen yhteydessä kulotuksesta saattaa olla hyötyä.

Taimien ravinnetila oli neulasnäytteiden perusteella hyvä kaikilla maankäsittelyillä. Ravinnetilaisuuksien erot muokkaus-, lannoitus- ja kulotuskäsittelyjen välillä olivat pieniä. Tilastollisesti suurimmat erot olivat neulasten mangaani- ja booripitoisuuksissa mutta niissäkin sekä suurimmat ja pienimmät arvot olivat "sallituissa" rajoissa.

Kirjallisuus

- Aaltonen, V. T. 1940. Metsämaa. 615. Porvoo. WSOY.
- Derome, J., Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1986. Forest liming on mineral soils. Results of Finnish experiments. National Swedish Environmental Protection Board. Report 3984. 107 s.
- Jeffers, J. N. R. 1960. Experimental design and analyses in forest research. Stockholm. 172 s.
- Kaila, S. & Päivänen, J. 1981. Metsämaan muokkauksen suoritemäärät ja konekalusto vuosina 1976-1979. *Silva Fennica* 15(3):332-346.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effects of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in Northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(2). 64 s.
- Levula, T. 1988. Kulotus ja muokkaus maankunnostusmenetelminä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 300:15-30.
- 1990. Muokkaus metsän uudistamiseksi. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 370:73-84.
 - & Heikkilä, R. 1979. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 18. 12 s.
 - & Heikkilä, R. 1981. Maanmuokkauksen vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Pohjois-Karjalassa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 11. 12 s.
- Lipas, E. 1990. Kalkituksen aiheuttama boorinpuute kangasmaan kuusikossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 352. 22 s.
- Mälkönen, E. 1976. Markberedningens ekologi och inverkan på planteringsresultatet. Forskningstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 6:11-15.
- 1983. Maan kunnostaminen metsänuudistamisessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 124:6-16.
 - , Niska, K. & Levula, T. 1986. Preliminary results on the development of Scots pine and Norway spruce plantations in soil tilling experiments in Finland. IUFRO's 8th Annual Workshop. Grand Prairie and Dawson Creek, Canada. August 22-26, 1986.
- Palmgren, K. 1984. Muokkauksen ja kalkituksen aiheuttamia mikrobiologisia muutoksia metsämaassa. Summary: Microbiological changes in forest soil following soil preparation and liming. *Folia Forestalia* 603:1-27.
- Pohtila, E. 1972. Istutuskuoppaan annetun kuparihienofosfaatin vaikutus männyn ja kuusen taimien elossapysymiseen ja pituuskasvuun eräällä kulotetulla ja auratulla uudistusosalalla Koilli-Suomessa. *Silva Fennica* 6(1):14-24.
- 1974. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Aurauksen ja kulotuksen vaikutus männynviljelyn onnistumiseen vuosina 1968-70 perustetuissa kokeissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 11. 65 s.
 - 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alojen metsänviljely Lapissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(4). 98 s.

- Raitio, H. 1983. Macro- and microscopic symptoms in growth disturbed forest trees. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116:35-38.
- Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia Forestalia* 252. 15 s.
- Rikala, R., Ryyppö, A. M. & Vapaavuori, E. M. 1989. Effect of root temperature on net photosynthesis and growth of shoots and roots in pine seedlings by the time of bud burst. OECD Photosynthesis and growth of shoots and roots in pine seedlings by the time of bud burst. OECD Photosynthesis Workshop. Lahti, Finland, 12-16, August, 1989.
- Rosén, K. & Lundmark-Thelin, A. 1986. Hyggesbruket och markvården. *Skogsakta* 9:42-48.
- Saksa, T. 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland. *Folia Forestalia* 702. 39 s.
- Starr, M., Levula, T. & Heikkilä, R. 1982. Männyn ja kuusen taimien alkukehitys muokkaus- ja lannoituskokeilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 51. 16 s.
- Stone, E. L. 1990. Boron deficiency and excess in forest trees: A review. *Forest Ecology and Management* 37:49-75.
- Tamminen, P. 1991. Kangasmaan ravinnetunnusten ilmaiseminen ja viljavuuden alueellinen vaihtelu Etelä-Suomessa. Summary: Expression of soil nutrient status and regional variation in soil fertility of forested sites in southern Finland. *Folia Forestalia* 777. 40 s.
- Tikkanen, E. 1985. Aurasalueen heikkokuntoisten männyntaimien ravinnetaloudesta Pohjois-Suomessa. Abstract: Nutrient metabolism of weakened Scots pine saplings on a ploughed site in Northern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 186. 23 s.
- Viro, P. J. 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary: Manuring of young plantations. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 61(4):1-30.
- 1969. Prescribed burning in forestry. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(7):1-49.
- Voss-Lagerlund, K. 1976. Effect of soil preparation on the bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86(7). 35 s.

Koneellisen korjuun hakkuutähteet ja maanmuokkaus

Juha Suni

Nykyisten hakkuukoneiden karsintatyö perustuu kiinteisiin karsintateriin. Oksat ja latvahukkapuu putoavat työn aikana niin kauan samaan paikkaan kuin kone valmistaa rungosta samaa puutavaralajia. Tavaralajien kasaaminen erilleen aiheuttaa pienen liikkeen tukkipuurunkojen latvakuittupuun vuoksi, mutta käytännössä yhden puun hakkuutähteet tulevat yhteen kasaan. Kasat tulevat jonoon koneen alle havumatoksi vähitellen hakkuun edetessä ja koneen siirtyessä urallaan eteenpäin.

Viidentoista metrin levyisen työkaistan hakkuutähteet kertyvät noin viiden metrin havumatoksi. Matto helpottaa hakkuukoneen ja etenkin kuormatraktorin liikkumista ja vähentää maaperä- ja juuristovaurioita. Toisaalta sama hakkuutähdemäärä aiheuttaa kasoihin keskittyneenä enemmän haittaa uudistusalan muokkaukselle kuin hajallaan ollessaan. Maan, muokkaus-koneen ja hakkuutähteiden ominaisuuksista riippuu se, kuinka paljon muokkauksen työn laatu kärsii.

Hakkuutähteet haittaavat enemmän passiivisesti toimivia kuin hydraulisesti pakko-pyöritteisiä metsä-äkeitä. Iso kone tukkeutuu kasoista vähemmän kuin pieni. Vaiheittainen kaivinkoneella tehtävä mätästystyö kärsii hakkuutähteistä vähemmän kuin jatkuva metsätraktorilla vetäen tapahtuva äestystyö. Kivisellä ja vahvakunttaisella maalla kone pyrkii pomppimaan ja mukana laahautuva havumatto estää senkin vähän muokkausjäljen synnyn, mikä ilman sitä saataisiin aikaan. Kuivat, lahonneet, lyhyet ja rikkoutuneet hakkuutähteet irtaantuvat koneesta helpommin kuin tuoreet, vahvat ja ehjät.

Tässä yhteydessä on muistettava myös kaksi muuta hakkuutähteiden keskittymisen vaikutusta. Neulasissa ja kuoressa on paljon tyypeä ja kivennäisravinteita, jotka vapautuvat kasoista muutaman vuoden aikana. Mitä suurempia kasat ovat ja mitä lämpäisempää ja karkeampaa on maaperä, sitä enemmän ravinteita huuhtoutuu metsästä vesiin. Huuhtoutumista voidaan vähentää hankkimalla uusi kasvillisuus paikalle nopeasti. Luontaisessa uudistamisessa hakkuutähteet kertyvät kahdesta hakkuusta yli kymmenen vuoden välein ja molempien jälkeen metsässä on ravinteita kiinniottavaa puustoa.

Avohakkuun jälkeen ripeä tahti ojituksen kunnostuksessa, muokkauksessa ja viljelyssä on tässä suhteessa eduksi, kun taas kemiallinen vesakon- ja pintakasvillisuuden torjunta ja kulotus on suureksi haitaksi. Kuusivaltaisilla kasvupaikoilla ravinteiden huuhtoutuminen on lähinnä vesiensuojeluongelma; mäntyvaltaisilla kasvupaikoilla menetetään vähemmän ravinteita, mutta haitta uuden metsän kasvuille voi olla ravinnetappioiden kannalta kuusikoita suurempi. Latvuksen biomassan suhde runkopuumäärään on Hakkilan (1991) tutkimuksen mukaan kaikkein suurin Pohjois-Suomen vajaatuottoisten kuusivaltaisten metsien avohakkuussa. Niitä vastaavissa olosuhteissa

voidaan etelässäkin odottaa huuhtoutumisongelmia. Tärkeimmät suojelukohteet, hyödynnettävän pohjaveden syntyalueet ovat yleensä mäntyvaltaisia ja puuston tyyppivaroiltaan niukempia.

Latvuksissa on vuosittain vaihteleva määrä käpyjä ja siemeniä. Joinakin vuosina hakkuutähteistä vapautuneista siemenistä on selvää hyötyä uuden taimikon synnylle. Mitä suurempia kasat ovat, sitä enemmän siemenet mätänevät eivätkä tuota taimia.

Muokkauskoee

Hakkuutähteiden mätästystä haittaavasta vaikutuksesta saatiin mitattua tietoa kaivinkoneen työmenetelmäkokeesta kesäkuussa 1989. Koe liittyi korjuu-uramenetelmän kehittämiseen vanhojen ojitusalueiden alikasvosten vapauttamista ja kunnostamista varten.

Kaivinkone ojitti ja mätästi taimikkoon koivulla täydennysistutettavan 8 - 10 m leveän uran, jolle oli koottu paitsi uran puuston, myös ympäröivän taimikon päällä olleen ylispuuston kaikki hakkuutähteet. Uralta käsin operoitiin taimikon sisällä 10 - 15 m etäisyydellä. Kauimmaisat puut kaadettiin kuormainharvesterille suunnatusti miestyönä.

Käytetty korjuumenetelmä suunnilleen kolminkertaisti oksien ja latvojen määrän uralla. Normaalia edusti viereinen soistunut avohakkuu-alue, josta poistui runsas 100 m³ kuusivaltaista puustoa. Uran hakkuutähdemäärä vastasi 300 m³ poistumaa.

Normaalitilanteessa kaivinkoneen tehoajasta kului 2 % hakkuutähteiden poistoon. Runsaasti havutetulla korjuu-uralla hakkuutähdekasojen siirto kauhalla vaati 5 % tehoajasta. Hakkuutähteillä oli tässä kokeessa lievä haitallinen vaikutus ajanmenekkiin ja siten kustannuksiin. Runsa hakkuutähteisyys heikensi samalla hieman mättäiden laatua viljelyn kannalta, mutta laatua ei mitattu eikä luokitettu.

Mitä tästä havainnoinnista jää käteen ?

Asiaa voidaan pitää metsänuudistamisen suurten linjojen kannalta kovin vähäpätöisenä. Kuitenkin asiaan tulisi paneutua tosissaan sellaisissa uudistamistilanteissa, joissa lautasaurauksen työn laatu uhkaa muodostua koko uudistamisketjun heikoimmaksi kohdaksi. Mitä heikompi siemenpuuston siementuotanto on, sitä enemmän uudistuminen riippuu muokkausjäljestä. Koneellisessa kylvössä epäonnistunut muokkausjälki, muokkaukatko johtaa suoraan siemenen haaskaantumiseen.

Kuitupuun latvaläpimittarajojen nosto järeyttää hakkuutähteitä, etenkin koivun latvuksia kovasti. Päätehakkuussa havupuun latvakappaleet pitenevät puoli metriä, koivun noin metrin. Ongelma nousee esiin jo ensi kesän tuoreimmilla muokkausaloilla.

Kun uudistettavalla kuviolla on paljon lehtikuitupuuta, vaara on ilmeinen. Kohteet ovat usein hieman soistuneita ja mahdollisesti vielä pohjamaaltaan tiiviitä tai kivisiä. Huono ja katkonainen äestysjälki pilaa aikanaan uudistamistuloksen, pyrittiinpä

pilaavat raippakoivut ja kymmensenttiset haavat polttopuuksi metsänomistajan toimesta tai omistajan laskuun vaikkapa konehakuun yhteydessä.

Kirjallisuus

- Hakkila, P. 1991. Hakuupoistuman latvusmassa. Summary: Crown mass of trees at the harvesting phase. *Folia Forestalia* 773. 24 s.
- Suni, J. 1990. Korjuu-uramenetelmä ylispuiden poistossa. *Opinnäytetyö, moniste*. 97 s + liitteet. Helsingin yliopisto, metsäteknologian ja metsänarvioimistieteen laitos.

Metsien terveydentilan tutkimusohjelma

Eino Mälkönen

Taustaa

Tämän vuosikymmenen alkaessa Metsäntutkimuslaitos määritteli tutkimustoiminnan yhdeksi keskeiseksi painoalaksi metsiemme terveydentilan sekä sitä uhkaavien tekijöiden vaikutustapojen ja torjuntamahdollisuuksien tutkimisen. Valtakunnallisena tehtävänä tämä edellyttää metsien tilan seurantajärjestelmää, joka tuottaa jatkuvasti ajan tasalla olevaa tietoa metsien terveydentilasta ja siinä tapahtuvista muutoksista tulevan kehityksen ennakoimiseksi.

Metsäntutkimuslaitoksen organisaatiomuutoksen ja muiden kehittämistoimenpiteiden tuloksena metsien terveydentilaa koskevat laajat ja monitieteelliset tutkimushankkeet on organisoitu metsien terveydentilan tutkimusohjelmaksi.

Tutkimusohjelman yleistavoitteet

Tutkimusohjelman yleistavoitteet on tiivistetty seuraavasti:

- tuottaa sekä valtakunnallisesti että alueellisesti edustavaa tietoa metsien terveydentilasta ja elinvoimaisuudesta,
- laatia ennusteita metsien terveydentilan ja kasvun kehityksestä metsätaloutta varten,
- tutkia metsävaurioiden syy-yhteyksiä ja kehittää tunnuksia puiden elinvoimaisuuden määrittelemiseksi,
- kehittää metsän- ja maanhoidon menetelmiä metsien elinvoimaisuuden ylläpitämiseksi ja parantamiseksi,
- edistää alan kotimaista ja kansainvälistä tutkimusyhteistyötä.

Tutkimushankkeet

Tutkimusohjelma koostuu määräaikaisista hankkeista, jotka on jaettu kolmeen ryhmään:

1. Valtakunnalliset hankkeet

- 1.1 Metsien elinvoimaisuus
- 1.2 Metsäkasvillisuuden muutokset
- 1.3 Metsämaiden viljavuus ja happamoituminen
- 1.4 Raskasmetallikartoitukset bioindikaattorien avulla

Valtakunnallisissa hankkeissa käytetään otoskehikkona valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) pysyvää koealaverkkoa. Vuonna 1985 ILME-projektin alkaessa perustettiin n. 3000 pysyvää koealaa, jotka ovat olleet perustana monille tähänastisille metsien terveydentilan tutkimuksille. VMI:n kehittämisen myötä pysyvien koealojen määrä lisätään noin kymmenkertaiseksi, mikä monipuolistaa olennaisesti myös metsien terveydentilan tutkimuksissa käytettäviä otoksia. Hankkeet 1.1 - 1.3 on koordinoitu siten, että niiden tuottamat aineistot voidaan yhdistää metsäekosysteemien tilaa koskevaa tarkastelua varten.

2. Alueelliset hankkeet

- 2.1 Itä-Lapin metsävaurioprojekti
- 2.2 Länsi-Suomen metsien terveydentila
- 2.3 Karjalan metsien terveydentila

Alueellisten hankkeiden lähtökohtana on tarve saada yksityiskohtaisempaa tietoa metsien tilasta kuin mitä valtakunnallinen tutkimus antaa. Näissä hankkeissa hyödynnetään myös mahdollisimman paljon VMI:n pysyviä koealoja tulosten vertailukelpoisuuden parantamiseksi ja mittaustyön määrän rajoittamiseksi. Näin alueellisetkin hankkeet tuottavat osa-aineistoja valtakunnallista tarkastelua varten.

3. Erillishankkeet

- 3.1 Ilman epäpuhtauksien vaikutus metsäekosysteemin toimintaan
- 3.2 Metsäekosysteemin typensietokyky
- 3.3 Metsän terveyslannoitus
- 3.4 Yhdennetty ympäristön seuranta

Erillishankkeet pyrkivät selvittämään mm. vaurio-oireiden diagnostiikkaa, ekosysteemin toimintaa erilaisissa kuormitusoloissa, kuormituksen kriittisiä rajoja sekä mahdollisuuksia lieventää metsävaurioita parantamalla ravinteiden saatavuutta.

Voimavarat

Metsien terveydentilan tutkimusohjelmaan osallistuu Metsäntutkimuslaitoksesta yli 50 tutkijaa sekä joukko korkeakoulujen ja muiden tutkimuslaitosten tutkijoita. Edistyminen näin laajan ongelmakokonaisuuden tutkimisessa edellyttää luonnollisesti voimakasta suuntautumista niin kotimaiseen kuin kansainväliseen tutkimusyhteistyöhön. Kaikissa näissä tutkimushankkeissa tarvitaan monipuolista erikoisosaamista lähtien mittaustekniikasta ja päätyen aineiston analyysiin. Tutkimusohjelman rahoitus tulee luonnollisesti pääosin Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusmäärärahoista, mutta useita hankkeita rahoitetaan monilta muiltakin tahoilta.

Lehtipuiden ruskettumisilmiö Länsi-Suomessa keväällä 1991

Hannu Raitio

Keväällä 1989 lehtipuilla oli Etelä-Suomessa vaikeuksia lehtenpuhkeamisessa (Kurkela 1989, Raitio 1990). Ongelmia oli etenkin koivu- ja leppälajeilla, mutta myös haavalla ja raidalla, ei kuitenkaan esim. pihlajalla. Syksyllä osa koivuista oli vielä lähes lehdettämiä ja osalla latvus oli erittäin harsu.

Kesällä 1988 lehtipuut kärsivät erilaisista tuhohyönteisistä, ennen kaikkea kirvoista, sekä sienitaudeista, esim. ruostesienistä. Näistä syistä johtuen osa puista menetti lehtensä ennen aikaisesti. Osalla puista latvakasvaimet kuolivat, jolloin kärkidominanssi ja kasvin hormoniaineenvaihdunta häiriytyivät. Tehtyjen selvitysten perusteella näyttääkin ilmeiseltä, että lämpimän kesän, hyvän typpitilanteen ja häiriytyneen kärkidominanssin indusoimana lehtien tyvellä olleet silmut puhkesivat kasvuun, eivätkä ehtineet talveentua, ja tuhoutuivat syksyn ja talven pakkasten seurauksena (Raitio 1990). Tästä syystä lehtipuihin puhkesi seuraavana keväänä normaalia vähemmän lehtiä. Osa lehtipuista on myöhemmin kuollut ja osalla latvus on edelleen varsin harsu.

Keväällä 1991 lehtipuilla pihlaja mukaan lukien havaittiin jälleen ongelmia. Puiden lehdet olivat joko osittain tai kokonaan punaruskeita tai ruskeita. Osa lehdistä oli epämuotoisia ja kuppimaisesti käpristyneitä. Vaurioita ilmeni juhannuksen jälkeen Suomenlahden ja etenkin Pohjanlahden rannikolla. Voimakkaimmin oireet ilmeni 10 - 20 km leveällä vyöhykkeellä, joka ulottui Porin tienoilta Vaasan edustalle. Oireita ilmeni lievempänä aina 100 -150 km:n etäisyydellä rannikosta. Samanlaisia oireita havaittiin myös ruohovartisilla kasveilla, heinillä sekä joillakin varvuilla sekä kuusella. Kuusella oireet ilmenivät nuorimpien vuosikasvaimien lakastumisena ja ruskettumisena. Oireet ilmenivät pääosin puiden latvuksen etelä- ja länsipuolella.

Pahiten olivat vaurioituneet tuulille alttiit yksilöt teiden ja peltoaukeiden reunoilla, sen sijaan metsikön sisällä oireita ei juurikaan ollut nähtävissä. Selvästi oli ollut myös havaittavissa, että iäkkäät yksilöt sekä yksilöt, jotka olivat jostain muusta syystä esim. mekaanisen vaurion vuoksi stressattuja vaurioituivat muita voimakkaammin.

Osa vaurioituneista lehdistä varisi välittömästi tuulten seurauksena. Osa koivuista ja lepidistä näyttikin varsin harsuilta. Lepät ja pajut pudottivat herkästi vioittuneet lehtensä, sen sijaan useimmissa koivuissa ne säilyivät pidempään. Vaurioituneet koivut olivat väriltään ruskehtavan vihreitä, paikoin jopa kellanruskeita. Sen sijaan lepät näyttivät varsin vihreitä. Vaurioituneet koivun lehdet vanhenivat normaalia nopeammin ja niihin iskeytyi erilaisia sienitauteja. Tästä syystä koivut muuttuivat kesän myötä väriltään yhä kellanruskeammiksi. Huomionarvoista oli myös se, että yksilöiden väliset erot olivat vaurioiden suhteen varsin suuret.

Oireiden ja niiden esiintymistavan perusteella ilmiön syyksi epäiltiin aluksi ilman epäpuhtauksien, etenkin rikkiyhdisteiden suoria vaikutuksia. Myöhemmin syyksi esitettiin myös otsonia ja trikloorietikkahappoa (TCA).

Oireiden luonteen ja esiintymisen sekä lehdistä ja neulasista tehtyjen kemiallisten analyysien perusteella ilmiön todennäköisenä syynä lienee kuitenkin juhannusta edeltäneen pitkäkhön yhtäjaksoisen voimakkaan tuulen ja alhaisen ilman suhteellisen kosteuden aiheuttama kasvien vesi- ja ravinnetalouden häiriö, jota rannikkoalueella tehosti merivedestä peräisin oleva suola. Ilmiön synnyn kannalta tärkeä näkökohta on myös se, että kesäkuun puolivälissä kasvien kasvu oli kolean alkukesän vuoksi myöhässä, ts. ne olivat hyvin arassa kasvuvaiheessa. Tämän puolesta puhuu sekin, että männynllä oireita ei juurikaan tavattu, koska niiden kasvu ei ollut tuolloin vielä arassa vaiheessa. Häiriö puiden vesi- ja ravinnetaloudessa oli ilmeisesti hyvin hetkellinen, koska myöhemmin kesällä syntyneet ja kasvaneet lehdet olivat ulkonäöltään normaaleja.

Oireiden luonne ja esiintymisajankohta eivät myöskään puoltaneet korkeiden otsonipitoisuuksien suoria vaikutuksia. Orgaanisena ilman epäpuhtautena tunnetun trikloorietikkahapon (TCA) osuudesta ilmiön syntyyn ei ole toistaiseksi tutkimustuloksia. Ilman ja merivedestä peräisin olevien epäpuhtauksien osuus lienee vain välillinen.

Tuulten ja merivedestä peräisin olevien suolojen aiheuttamat vauriot kasveilla ovat varsin tunnettuja suurten valtamerien rannikoilla (Boodle 1920, Grace 1977). Esimerkiksi Etelä-Walesissä keväällä 1972 pyökkien tuulen puoleiset latvuksen osat jäivät lähes lehdettömiksi voimakkaiden tuulten sattuessa juuri lehtisilmujen puhjetessa kasvuun. Vaurioituneita puita tavattiin noin 10 km:ä leveällä rannikkovyöhykkeellä (Etherington 1882). Tutkimuksissa on todettu, että tuulten mukana kulkeutuu merivedestä peräisin olevia aineita yli 60 km:n etäisyydelle saakka sisämaahan (Grace 1977). Keski-Euroopan kaupungeissa ja niiden lähiympäristöissä tämän tyyppinen lehtipuiden oireilu on varsin yleistä aiheutuen katujen ja teiden suolauksesta. Myös Suomessa teiden varsilla on viime vuosina ilmennyt yhä laajemmin suolavaurioita sekä lehti- että havupuissa. Tuulten ja merivedestä peräisin olevien aineiden vaikutusten erottaminen on usein lähes mahdotonta. Ensimmäinen kirjattu, Suomessa tehty havainto on kuvattu v. 1926 Tammisaaressa leppälajeilla (Montfort 1926).

Kirjallisuus:

- Boodle, L.A. 1920. The scorching of foliage by sea-winds. *The Journal of the Ministry of Agriculture* 27.5:479-486.
- Etherington, J.R. 1982. *Environment and plant ecology*. John Wiley & Sons. Chishester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore. 487 p.
- Grace, J. 1977. *Plant response to wind*. Academic Press. London. 204 p.
- Kurkela, T. 1989. Lehtipuilla vaikeuksia. *Teollisuuden metsäviesti* 3:24-26.
- Montfort, C. 1926. Physiologische und pflanzengeographische Seesalzwirkungen. I. Einfluss ausgeglichener Salzlösungen auf Mesophyll- und Schliesszellen; Kritik der Iljinschen Hypothese der Salzbeständigkeit. *Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik* 65:502-550.
- Raitio, H. 1990. Lehtipuiden harsuuntuminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 369:73-76.

Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja

- No. 1 Eero Paavilainen ja Veikko Koskela. Parkanon tutkimusasema 1961—1970. 1972.
- No. 2 Eero Paavilainen ja Seppo Kaunisto. Männyn koneellinen istutus Mara-istutuskoneella verrattuna käsinistutukseen avosuon metsityksessä. 1973.
- No. 3 Tutkimuspäivän esitykset. 1976.
- No. 4 Seppo Kaunisto. Alkkian kenttäkokeet 1961—1975. 1976.
- No. 5 Kaarlo Kinnunen. Kylvö- ja istutusajankohdan vaikutus kennotaimien alkukehitykseen. 1977.
- No. 6 Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvömenetelmien vertailua. 1977.
- No. 7 Tutkimuspäivän esitykset. 1978.
- No. 8 Tutkimuspäivän esitykset. 1979.
- No. 9 Tutkimuspäivän esitykset. 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja

- No. 94 Tutkimuspäivän 1982 esitelmät. 1982.
- No. 108 Kaarlo Kinnunen ja Ilkka Laurila. Erialaisten männyntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreenimaalla. 1983.
- No. 116 Hannu Raitio. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla. 1983.
- No. 137 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1983. 1984.
- No. 144 Seppo Kaunisto. Alustavia tuloksia kasvuhäiriöisten männyntaimien kehityksestä suopohjan turpeella. 1984.
- No. 177 Seppo Kaunisto. Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. 1985.
- No. 184 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1984. 1985.
- No. 202 Seppo Kaunisto ja Kaarlo Kinnunen. Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyn taimien alkukehitykseen maastossa. 1985.
- No. 215 Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvötuppaiden harventamisesta. 1986.
- No. 225 Hannu Raitio ja Eero Tikkanen. Nuorten mäntyjen kalsium- ja magnesiumitalouden häiriö kuivalla kankaalla. 1986.
- No. 235 Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1985. 1986.
- No. 236 Seppo Kaunisto, Kaarlo Kinnunen, Sulo Lehtinen, Kalle Nevanranta ja Jorma Tuveva. Alkkian kenttäkokeet 1961—1986. 1986.
- No. 270 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1986. 1987.
- No. 300 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1987. 1988.
- No. 337 Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1988. 1989.
- No. 369 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1989. 1990.
- No. 394 Metsäntutkimuspäivä Nurmossa 1990. 1991.

Tiedonantoja on saatavissa Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusasemalta (39700 Parkano, puh. 933-829 12).

ISBN 951-40-1239-9

ISSN 0358-4283

Parkanon Kirjapaino
Parkano 1992