

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA

129

22 03 84



Metsänhoidon tutkimusosasto



Olavi Lyly (toim.)

METSÄNUUDISTAMISEN PERUSTEISTA
Muhoksella 1.—2.11.1983 pidetyn neuvottelu-
ja koulutustilaisuuden alustukset

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 129

Metsänhoidon tutkimusosasto

Olavi Lyly (toim.)

METSÄNUUDISTAMISEN PERUSTEISTA

Muhoksella 1.-2.11.1983 pidetyn neuvottelu- ja
koulutustilaisuuden alustukset

Helsinki 1984

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

ISBN 951-40-0981-9
ISSN 0358-4283

Helsinki 1984. Valtion painatuskeskus

SAATTEEKSI

Metsänhoidon tutkimusosastossa järjestetään vuosittain sisäisiä koko osaston tutkijakuntaa tai tietyissä aihepiireissä vain siinä työskenteleviä tutkijoita koskevia koulutustilaisuuksia. Niissä tutkimuksen jatkototeutuksen edistämiseksi pidetään alustuksia, joiden pohjalta käydään mahdollisimman avointa, kriittistä ja monipuolista keskustelua.

Muhoksen tutkimusasemalla järjestettiin marraskuun alussa vuonna 1983 tällainen tilaisuus metsänuudistamisen ja taimikonhoidon ongelmiin liittyvästä kokonaisuudesta. Kun on ilmeistä, että alustukset kiinnostavat muita tutkijoita sekä käytännön ammattimiehiä ja kun niissä esitetyt tiedot ainakin osittain saattavat jäädä muutoin julkistamatta, päätettiin em. tilaisuuden esitykset julkaista osaston tiedonantoina. Kuitenkin ne esitykset, jotka muutoin ovat tulleet tai tulevat lähiaikoina julkistetuksi, jätettiin tästä raportista pois. Näitä alustuksia pitivät seuraavat tutkijat: Eero Kubin aiheesta Voimaperäiset muokkaukset metsäpuiden kehityksen kannalta - onko vaihtoehtoja, Yrjö Norokorpi aiheesta Kasvupaikka ja uudistumismetelmän valinta, Jari Parviainen aiheesta Metsänuudistamisen toimenpideketjut - miten ne toimivat sekä Hannu Raitio aiheesta Metsäpuiden kasvuhäiriöiden merkitys lähitulevaisuudessa.

Esitykset on laadittu vapaamuotoisesti, joten ne eivät noudata tiettyä rakennetta. Esim. eräisiin esityksiin ei katsottu aiheelliseksi sisällyttää kirjallisuusviitteitä.

Helsingissä 19. päivänä tammikuuta 1984

Erkki Lähde

SISÄLLYSLUETTELO

Nieminen, Jarmo. Metsäpuiden siemensato uudistamisen lähtökohtana	4
Laiho, Olavi. Puulajien vaikutus maan ominaisuuksiin metsän uudistamisen kannalta	17
Lähde, Erkki. Metsikön perustamistiheys - laatua vai määrää	28
Saksa, Timo. Tiheyden ja puulajisuhteiden vaikutus männyn taimien pituuskehitykseen	34
Tikkanen, Eero. Monimuotoinen metsäekosysteemi	44
Oikarinen, Matti. Erirakenteisuus vai tasarakenteisuus taimikkovaiheessa	51
Lyly, Olavi. Liittyykö kemialliseen vesakontorjuntaan riskejä ja ongelmia metsäluonnon kannalta	56
Valtanen, Jukka. Mitä muuttaisin käytännön metsänhoito-ohjeissa	64
Kinnunen, Kaarlo. Pysyvät seurantakokeet metsän uudistamisen ja taimikonhoidon tutkimuksissa	74

Jarmo Nieminen

METSÄPUIDEN SIEMENSATO UUDISTAMISEN LÄHTÖKOHTANA

1. Johdanto

Monet puulajeistamme uudistuvat ainoastaan siemenistä ja miltei kaikilla puulajeilla siemenistä uudistuminen on normaalia kasvullisen uudistumisen ohella. Suvullinen lisääntyminen takaa puulajeillemme laajan periytyvän muuntelun, jonka avulla ne pystyvät mukautumaan vaihtelevaan ja muuttuvaan ympäristön eli säilymään kasvilajistossamme.

Ensimmäiset julkaistut havainnot metsäpuidemme siemensadosta ja niiden vaihteluista ovat 1800-luvun loppupuolelta (A.G. Blomqvist 1876). Vuonna 1924 Heikinheimo aloitti systemaattiset useiden metsiköiden siemensatojen mittaukset. Koealoja perustettiin eri puolille maata Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueisiin. Heikinheimon jälkeen siemensatotutkimuksia jatkoi Sarvas aina vuoteen 1974 asti. Sarvaksen aikana mittaukset laajenivat ja monipuolistuivat.

Metsiköitä, joista suppiloiden avulla koottiin siemensato- ja kariketietoja, on yli 170 kpl. Pääpuulajiemme (kuusi, mänty, raudus- ja hieskoivu) lisäksi koejärjestelyissä on ollut mukana 24 muuta puulajia. Näytteitä on kerätty useiden vuosien aikana, joskin aikasarjat

ovat pääosin melko lyhyitä. Joidenkin vielä mitattavien koealojen osalta näytteiden keruu on jatkunut yhtämittaisesti 1950-luvun lopulta lähtien.

Edellä mainitun, koko maailmaakin ajatellen ainutlaatuisen laajan aineiston siemensatoja ja kukintaa koskevia osatuloksia on julkaissut Koski ja Tallqvist (1978). Aineistoa on käytetty hyväksi myös laadittaessa ennuste-malleja männyn ja kuusen siemensatojen vaihteluista (Leikola, Raulo & Pukkala 1982). Tässä esittämäni tiedot pohjautuvat osin edellä mainittuihin julkaisuihin sekä vielä julkaisemattomaan materiaaliin.

2. Siementen kehittyminen

Siemensadon muodostumisen keskeisimpiä vaiheita ovat kukinta, pölytys ja siemenen tuleentuminen. Mänty, kuusi ja koivu ovat yksikotisia ja yksineuvoisia puulajeja. Samassa puuyksilössä on sekä hede- että emikukkia, erillisinä kukintoina. Mänty kukkii Etelä-Suomessa keskimäärin kesäkuun kahden ensimmäisen viikon aikana, Pohjois-Suomessa pari viikkoa myöhemmin. Syksyllä emikukkinnoista kehittyy herneenkokoisia pikkukäpyjä. Vasta toisena kesänä kävyt kehittyvät täysikokoisiksi. Männyn siemen tuleentuu vasta vuoden kulluttua kukkimisesta. Siemenet varisevat maahan touko-kesäkuussa noin kaksi vuotta kukkimisen jälkeen.

Kuusi kukkii Etelä-Suomessa keskimäärin kymmenen päivää aikaisemmin kuin mänty, siis touko-kesäkuun vaihteessa ja Pohjois-Suomessa kesäkuun puolivälin paikkeilla.

Kuusen siemen tuleentuu jo samana kesänä ja kävyt ovat täysikokoisia kukintaa seuraavana syksynä. Siemenet varisevat seuraavana keväänä, pääosaltaan huhtikuussa. Koivu kukkii toukokuussa lehtien puhkeamisen aikaan, hieskoivu viikkoa rauduskoivua myöhemmin. Siemenet kypsyvät kesän aikana ja varisevat pääosin elo-syyskuussa.

3. Puiden ja metsikön siementämiskyky

Luontaisessa uudistamisessa uudistusalan siementyminen riippuu yksityisten puiden ja metsikön siementämiskyvystä, johon vaikuttavat mm. eri puulajeille ominainen siemensadon runsaus, siemenvuosien kertautuminen, siementen kulkeutuminen ja siemenen laatu.

31. Puuyksilöiden kukinta ja metsikön siemensadon määrä

Yksityisten puiden osuutta koko metsikön siemensadosta on tutkittu mm. emikukinnan avulla. Tällöin on todettu mm., että runsaana kukkimisvuotena hoidetussa metsikössä populaation kaikki puuyksilöt osallistuvat kukkimistapahtumaan.

Puuyksilöiden välillä on kuitenkin suuria eroja, jotka eivät puiden välillä tasaannu pitkänkään ajan kuluessa. Puiden kesken ei siten esiinny vuorottelua, jonka mukaan yhtenä vuonna kukkisi osa populaatiosta ja toisena vuotena taas toinen osa. Kuusella äärimmäisen niukkana kukkimisvuotena vain muutamissa harvoissa puissa on

jokin yksittäinen kukinto. Männyllä sen sijaan niukoinakin kukkimisvuosina lähes kaikissa puissa on jonkin verran kukintoja. Kuusi-yksilöissä on kukkimiskertoja tavallisesti 5-6 ja mänty-yksilöissä noin 8 kertaa kymmenessä vuodessa.

Aineiston perusteella ei ollut mahdollista selvittää, missä määrin erot johtuvat suoraan perinnöllisistä tekijöistä ja missä määrin ympäristötekijöistä, kuten kasvutilasta tai puiden kokoeroista. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että isot, latvukseltaan tuuheat ja muutenkin hyväkuntoiset puut tuottavat enemmän siementä kuin heikot ja pienilatvuksiset puut.

Suurimmat Suomessa mitatut metsikkökohtaiset siemensadot ovat puulajeittain:

Mänty	(Eckerö 1964)	432	¹⁾ kpl/m ²
Kuusi	(Punkaharju 1971)	3 487	kpl/m ²
Rauduskoivu	(Punkaharju 1970)	156 700	kpl/m ²
Hieskoivu	(Punkaharju 1971)	257 800	kpl/m ²

¹⁾ Siementen lukumäärä tarkoittaa kaikkia täysikokoisia siemeniä erottelematta tyhjiä, täysiä ja itämis-kelpoisia siemeniä.

Vastaavat siemensadot ovat noin 19,6, 139,5, 390 ja 640 kg/ha.

1950-1970-luvuilla keskimääräinen metsikkökohtainen siemensato on ollut puulajeittain seuraava:

Etelä-Suomi

Mänty	107 kpl/m ² , noin	4,9 kg/ha
Kuusi	359 kpl/m ² , noin	14,4 kg/ha
Rauduskoivu	33 850 kpl/m ² , noin	84,6 kg/ha
Hieskoivu	47 178 kpl/m ² , noin	118 kg/ha

Pohjois-Suomi

Mänty	52 kpl/m ² , noin	2,4 kg/ha
Kuusi	103 kpl/m ² , noin	4,1 kg/ha
Rauduskoivu	3 464 kpl/m ² , noin	8,7 kg/ha
Hieskoivu	6 825 kpl/m ² , noin	17,1 kg/ha

Männyllä ja koivulla on siemeniä pääsääntöisesti joka vuosi. Sen sijaan kuusella voi olla täydellisiä siemenkatovuosia. Pohjoiseen siirryttäessä kuusen siemensadot pienenevät jyrkemmin kuin männyllä. Samoin rauduskoivun siemensato pienenee jyrkemmin kuin hieskoivulla siirryttäessä Etelä-Suomesta Pohjois-Suomeen.

Siemenpuustot tuottavat heikoimpina siemenvuosina sulkeutuneisiin metsiköihin verrattuna suhteellisesti runsaammin siementä kuin parhaina siemenvuosina. Siemenpuustojen satovaihtelut ovat myös vähäisemmät kuin sulkeutuneiden metsiköiden. Ainakin männyn osalta on todettu, että metsikön runkoluvun ollessa 100-200 kpl/ha

on siementuotanto suurimmillaan. Tätä harvemmissa metsiköissä siementuotanto vähenee jyrkästi ja tiheämmissä vuorostaan hitaasti.

Puuston siemensato on välittömästi ns. paljastavan hakkuun jälkeen pienimmillään, ja se kasvaa vähitellen muutaman vuoden kuluttua. Tämän jälkeen siementuotanto on yleensä suurempi kuin ennen hakkuuta, mikä ero näkyy varsinkin heikkoina siemenvuosina. Viljavilla kasvupaikoilla metsikön siemensato on suurempi kuin karuilla kasvupaikoilla.

32. Siemenvuosien kertautuminen

Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että ei ole olemassa mitään yleistä jaksollisuutta, jonka perusteella kukinnan ja siemensadon vaihteluita voitaisiin kuvata esim. matemaattisin mallein. Tilastollisesti voidaan laskea, kuinka monta runsasta kukintaa ja siemensatoa on ollut vaikkapa 10 vuoden jaksossa, mutta seuraavaa runsasta kukintaa ei voida täysin luotettavasti ennustaa.

Vanhemmassa kirjallisuudessa puhutaan runsaiden siemensatojen kertautumisesta määrittelemättä kuitenkaan tuota runsasta siemensatoa. Sarvas kehitteli ajatusta, jonka mukaan jokaisella metsiköllä on tietty yksilöllinen kapasiteetti eli maksimipotentiaali tuottaa kukkia ja siemeniä. Tältä pohjalta voidaan tietyn vuoden kukkimista ja siemensatoa pitää runsaana, jos se

ylittää määritellyn osuuden metsikön kapasiteetista. Toistaiseksi ei ole olemassa mallia tuon kapasiteetin laskemiseksi, mutta yksi keino on käyttää tähän mennessä todettuja siemensatojen maksimiarvoja kapasiteetin määrittämisessä.

Maksimiarvojen ja metsiköiden valtapituuden välillä on positiivinen korrelaatio, männyn ja koivun osalta. Kuusikossa täytyy ottaa lisäksi huomioon runkoluku. Näiden metsikön tunnuksista löydettävien selittäjien avulla kapasiteettiajastusta voidaan käyttää muissakin kuin koemetsiköissä.

Voidaan lähteä oletuksesta, että siemensato on runsas, kun vähintään 50 % kapasiteetin odotusarvosta on saavutettu. Tällöin voidaan aikasarjoista havaita ja tilastollisesti laskea, että hieskoivulla on runsaita siemensatoja Etelä-Suomessa lähes joka toinen vuosi. Pohjois-Suomessa runsaat vuodet harvinaistuvat. Kuusella runsaiden siemenvuosien väli on 4-7 vuotta Etelä-Suomessa. Pohjois-Suomessa kahden vuosikymmenen ajalle saattaa osua vain yksi runsas siemensato. Männyllä ei ole selvää jaksollisuutta, mutta tilastollisesti voidaan laskea männyllä olevan runsaita siemenvuosia noin kolme kymmenestä Etelä-Suomessa ja kaksi kymmenestä Pohjois-Suomessa. Rauduskoivulla on runsaita siemenvuosia noin 3-5 vuoden välein.

Yksittäisten metsiköiden huippusadot eivät aina osu samoille vuosille. Tässä suhteessa on vaihtelua varsinkin Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä. Hyvin harvoin on eri puulajeilla yhteinen runsaan siemensadon vuosi. Näin on kuitenkin sattunut vuosina 1964 ja 1971. Runsailla siemenvuosilla on tyypillistä, että ne harvoin toistuvat peräkkäin. Huonot siemenvuodet sen sijaan voivat seurata toisiaan.

Kuusikossa siemensatojen määrän vaihtelut ovat suuremmat kuin männikössä tai koivikossa. Siemenvuosia, joiden siemensato metsikön maksimisadosta on alle 10 %, on kuusikossa keskimäärin noin 67 % (E.-Suomi) ja 82 % (P.-Suomi). Männyllä vastaavia siemenvuosia on 25 % (E.-Suomi) ja 40 % (P.-Suomi) ja rauduskoivulla 32 % (E.-Suomi) ja 49 % (P.-Suomi). Näin ollen luontaista uudistamista ja sen onnistumista ajatellen huippusatojen ennustaminen on kuusen osalta tärkeämpää kuin koivun ja männyn. Toisaalta on huomattava, että kuusen siemensadot ovat absoluuttisesti runsaampia kuin männyn.

Luontaisen uudistamisen kannalta olisi tärkeätä tietää se minimisiemenmäärä, joka riittäisi varmistamaan tietystä metsikössä tyydyttävän taimettumisen. Tuota lukumäärää ei kuitenkaan pystytä esittämään, sillä taimettumisen onnistuminen ei riipu yksinomaan siemensadon määrästä. Riittäisikö männyllä 50 siementä m^2 :llä ja kuusella 100 siementä/ m^2 . Nuo suurilta tuntuvat sie-

menmäärät ovat ylittyneet tutkimusmetsiköissä suurinpiirtein joka toinen siemenvuosi.

33. Siementen laatu ja tuhot

Kun tarkastellaan edellä esitettyjä siemenmääriä, on muistettava, että mukana on niin tyhjiä kuin itämiskelvottomia siemeniä. Männyn siemenistä on tyhjiä keskimäärin noin 20 %, kuusen siemenistä noin 40-50 %. Rauduskoivun siemenen itävyys on noin 50-60 %. Männyn tyhjät siemenet ovat pääasiassa itsepölytyksen aiheuttamia, sillä pölyttämättä jääneet siemenaiheet luhistuvat. Jos usea siemenaihe kävyssä jää pölyttymättä, varisee koko pikkukäpy. Kuusella tyhjät siemenet ovat seurausta vajavaisesta pölytyksestä ja itsepölytyksestä. Koivulla siementen jääminen tyhjäksi on ennen muuta vaillinaisen pölytyksen seurausta.

Siemen on paremmin itävää hyvinä kuin huonoina vuosina, jolloin kukinta on heikkoa ja emikukkien pölyyntymistodennäköisyys pienempi kuin runsaan kukinnan vuosina. Hyvien siemenvuosien merkitys näin korostuu entisestään. Hieskoivun siemenen itävyys suhteessa rauduskoivun siemenen itävyyteen paranee, kun siirrytään Etelä-Suomesta Pohjois-Suomeen.

Männyllä on verrattain vähän siementuholaisia, kun taas kuusen siemensatoa verottavia tuholaisia on paljon. Koivun siementen asemaa havupuiden siemeniin nähden heikentää niiden keveys ja niukka vararavinnon määrä.

Edellä kerrottu ja tiedot puiden ekologiasta todistavat osaltaan puiden siemensatoihin liittyvän tarkoituksenmukaisuuden puolesta: koivun (pioneeripuu) absoluuttinen siemensato on suurempi kuin havupuiden, joista taas kuusen siemensato on suurempi kuin männyn.

4. Siemensadon määrään vaikuttavia tekijöitä

Havainnot osoittavat puiden kukinnassa tiettyä säännönmukaisuutta, joka johtuu sekä ulkoisista (etupäässä ilmastolliset) että sisäisistä (geneettiset ja fysiologiset) tekijöistä. Sisäisiin tekijöihin kuuluu myös tietty rytmillisuus, joka estää havupuiden runsaan kukinnan perättäisinä vuosina. Siemensadon säätelyn tutkimista vaikeuttaa se, että kukinnan onnistuminen riippuu kahden vuoden sääoloista ja esimerkiksi männyn siemensatoon vaikuttaa vielä kolmannen eli tuleentumisvuoden olosuhteet. Sisäisesti kukkien ja siemenen kehitykseen vaikuttaa hiilihydraatti- ja ravinnevaraston lisäksi kasvin sisäinen hormonitasapaino.

Sääoloista tiedetään yleisesti, että kukkimista edeltävän kasvukauden, jolloin erilaistuminen joko generatiivisiksi tai vegetatiivisiksi silmuiksi tapahtuu, olosuhteiden vaikutus on ratkaiseva. Jotta kuusen siemen tuleentuisi tyydyttävästi, on tuleentumiskesän keskilämpötilan oltava vähintään $10,5^{\circ}\text{C}$. Männyllä vastaava minimi on $11,5^{\circ}\text{C}$. Kuusen osalla tuleentumisen onnistuminen ei ole siemensatoa rajoittava tekijä, sen sijaan männyllä voi Pohjois-Suomessa siemenet jäädä tu-

leentumatta epäedullisena kesänä lähes kokonaan. Metsikkörakenteella, maan ravinteisuudella ja siementuho-
laisilla on oma osuutensa metsikön siemensatoon.

5. Siemensatojen ennustaminen

Siemensatoennusteet voivat perustua kukinnan tai käpysadon silmävaraiseen arviointiin tai malleihin, joissa on muuttujina yksi tai useampi kulloisenkin siemensadon lopulliseen määrään vaikuttava tekijä. Näitä tekijöitä ovat mm. kukkimista edeltävän kasvukauden sääolot, kukinnan määrä, tuleentumisvuoden sääolot, siemenvuosien peräkkäisyys ja metsikkötiedot. Jos ennusteet laaditaan pelkästään kukkimista edeltävän kasvukauden sääolojen pohjalta, voidaan männyn siemensato näin ennakoita runsas 2 1/2 vuotta ja kuusen siemensato runsas 1 1/2 vuotta ennen siementen varisemista. Lähes samaan päästään, jos kukkimista edeltävän kasvukauden jälkeen otetaan lisäksi näytteitä silmuista, joista tarkastetaan kuinka moni niistä on erilaistunut kukkasilmuiksi. On kuitenkin muistettava, että varsinkin männyn kohdalla (maan pohjoisosa) tuleentumisvuoden sääolot voivat ratkaisevasti vaikuttaa siemensadon määrään. Käpysato kertoo jo varsin luotettavasti lopullisesta siemensadosta. Tämä tieto on kuusen osalta käytettävissä runsas 1/2 vuotta ja männyllä 1/2-1 1/2 vuotta (täysikokoiset kävyt-pikkukävyt) ennen siementen varisemista. Koivulla, jonka siemenet varisevat jo kukkimiskesänä, on ennustusaika huomattavasti lyhyempi kuin havupuilla.

Kaikkia siemensatoon vaikuttavia tekijöitä ei vielä tunneta eikä voida ottaa huomioon siemensatoa kuvaavissa laskentamalleissa. Näitä ovat mm. puuston geneettinen ja fysiologinen tila, yllättävät ympäristöärsykkeet ja siementuhot. Saman puulajin metsiköiden välillä voi samana vuonna olla suuria vaihteluita siemensadossa. Näin ollen satoennusteet tulisi kyetä laatimaan mahdollisimman suppeille ja ilmasto-olosuhteiltaan homogeenisille alueille.

6. Lopuksi

Luontaisessa uudistamisessa annamme luonnonvalinnan ja myös sattuman tuottaa paikalliseen kasvupaikkatekijäin yhdistelmään sopeutuneita puuyksilöitä. Luontaisen uudistumisen onnistuminen on riippuvainen puiden siemenyryksestä ja sen jälkeisestä taimettumisesta. Jokaiselle luontaisen uudistamisen alalle osuu hyvä siemensato ennemmin tai myöhemmin. Kun osaamme ennustaa tuon runsassatoisen siemenvuoden, me voimme paremmin ajoittaa niitä toimenpiteitä, joilla edistämme ratkaisevasti taimettumisen onnistumista. Kun luontaisen uudistamisen ihmiskäden toimenpiteet kyetään ajoittamaan siemensatojen vaihteluiden mukaan, me voimme käsitykseni mukaan soveltaa luontaista uudistamista nykyistä laajemmalla alueella.

Kirjallisuutta

Blomqvist, A. 1876. Några iakttagelser rörande fröbildningens periodicitet hos tallen och granen samt rörande ekorrens förekommande i Finland. Meddel. Soc. Fauna Flora Fennica 1:47-54.

- Heikinheimo, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. Referat: Ueber die besamungsfähigkeit der Waldbäume. Commun. Inst. For. Fenn. 17.3:1-61.
- "- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Deutsches Referat: Ueber die besamungsfähigkeit der Waldbäume II. Commun. Inst. For. Fenn. 24.4:1-67.
- "- 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä III. Summary: On the seeding capacity of forest trees III. Commun. Inst. For. Fenn. 35.3:1-15.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tutkimuksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Summary: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. Folia For. 364:1-60.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction on Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Acta For. Fenn. 66(3):1-106.
- Leikola, M., Raulo, J. & Pukkala, T. 1982. Männyn ja kuusen siemensadon vaihteluiden ennustaminen. Summary: Prediction of variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce. Folia For. 537:1-43.
- Sarvas, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 35.4:1-91.
- "- 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. Selostus: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta. Commun. Inst. For. Fenn. 40.7:1-38.
- "- 1955. Investigations in to the flowering and seed quality of forest trees. Selostus: Tutkimuksia metsäpuiden kukkimisesta ja siemensadon laadusta. Commun. Inst. For. Fenn. 45.7:1-37.
- "- 1962a. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. Commun. Inst. For. Fenn. 53.4:1-198.
- "- 1968. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. Selostus: Tutkimuksia kuusen kukkimisesta ja siemensadosta. Commun. Inst. For. Fenn. 67.5:1-84.

Olavi Laiho

PUULAJIEN VAIKUTUS MAAN OMINAISUUKSIIN METSÄN UUDISTAMISEN KANNALTA

Metsämaa on jatkuvien muutosten alainen. Ne voivat olla inhimillisesti hitaita, mutta vuosituhanten saatossa merkittäviä. Nuoruudestaan huolimatta meidänkin maaperämme on jääkauden jälkeisenä aikana kokenut huomattavia muutoksia, kuten muun muassa maannostumistutkimuksista on tiedossa (Aaltonen 1940).

Muutoksille asettavat ilmasto ja mineraalimaan kemiallinen koostumus keskeiset puitteet. Niinpä lehtokuksemme sijaitsevat kalkkipitoisella kallioperällä ja hapan niukkaravinteinen graniitti on muodostanut keskimääräistä heikompa metsämaata. Mainittujen lisäksi monet muut tekijät vaikuttavat maan ominaisuuksiin. Eräs niistä on kasvillisuus ja metsämaasta puhuttaessa erityisesti puusto.

Puuston moninaiset vaikutukset metsämaahan summautuvat boniteettiin eli maan viljavuuteen, kykyyn kasvaa puuta. Vaikutus kulloinkin vallitsevaan aktuaaliseen boniteettiin on suhteellisen nopea, jo muutamassa vuosikymmenessä merkittävästi etenevä, potentiaaliseen boniteettiin hyvin hidas, vuosisatoja, jopa tuhansia vaativat. Em. yleisen viljavuuden ohella tavataan puhua ns. taimettumiskunnosta, jota mm. Aaltonen (1940) on perusteellisesti tarkastellut. Taimettumiskunto voi

olla huono, vaikka maa olisi hyvässä kasvukunnossa ja viljavaa (rehevät ruohottuneet alueet) tai päinvastoin (niukkahumuksiset karut maat). Tässä yhteydessä metsämaan muutoksia tarkastellaan lähinnä taimettumiskunnan kannalta.

Heti kun paljaalle mineraalimaalle tulee vähänkin kasvillisuutta alkaa muodostua humusta. Näin siksi, että orgaaninen aines ei hajoa kokonaan, vaan osa siitä jää maahan vuosisadoiksi. Erityisen runsaasti humusta muodostaa puusto, joka kookkainta kasvillisuutta ollen tuottaa runsaasti kariketta ja varjostaa maata. Puustokarikkeiden määrä on suuruusluokkaa 1.000-4.000 kg/ha/v (Viro 1955, Mikola 1964). Viljavalla maalla se on selvästi suurempi kuin karulla, mutta puulajien kesken ei ole oleellisia eroja. Pintakasvillisuuden arvioidaan tuottavan kariketta saman verran kuin puusto, ja lisäksi tulee juuriston muodostama karike, joka on noin puolet puustokarikkeen määrästä.

Laadultaan eri puulajien karike on hyvin erilaista (taulukko 1). Puut ottavat maasta ravinteita ja muita aineita eri suhteissa ja valmistavat niistä ja yhteyttämistuotteista monilukuisia orgaanisia yhdisteitä, mm. happoja. Erot näissä vaikuttavat siihen, miten nopeasti orgaaninen aines hajaantuu ja minkälaista humusta siitä muodostuu. Kuusen neulasille on ominaista suuri piin ja oksaalihapon määrä. Niiden pitoisuus kuusikarikkeessa on 10-20-kertainen männyn, koivun ja lepän

karikkeeseen verrattuna (Viro 1955). Tämä johtaa maan happamoitumiseen, lisääntyvään huuhtoutumiseen, karikkeiden hitaaseen hajoamiseen ja paksun raakahumuksen muodostumiseen. Viime mainittua edistää vielä kuusen varjostuksellaan luoma viileä kellari-ilmasto. Vaikka humuskerros uudistamishetkellä puuttuisi, voi se kiertoaajan päättyessä olla 5-10 cm:n paksuinen. Viljavalla maalla kangashumuksen muodostuminen etenee keskimääräistä hitaammin. Eniten kangashumusta tavataan Pohjois-Suomen paksusammalkuusikoissa. Sen vaikutus kuusikon uudistumiseen ja maan kasvukuntoon on erittäin suuri (Siren 1955).

Taulukko 1. Puulajin vaikutus eräisiin maatunnuksiin (+ vähäinen, ++ kohtalainen, +++ suuri, ++++ erittäin suuri).

! Tunnus		!Kuusikko!	!Männikkö!	!Koivikko!	!Lepikko!
! Pintakas-	! villisuus	!Sammal- !valt.	!Sammal- !valt.	!Ruoho- !valt.	!Ruoho- !valt.
! Karike	! Määrä	! +++	! +++	! +++	! +++
	! Kalkkipitoisuus	! ++	! +	! ++	! ++
	! Oksaalihappo- ! pitoisuus	! ++++	! ++	! +	! +
	! Tyypipitoisuus	! +	! +	! ++	! ++++
! Humus-	! Paksuus	! +++	! ++	! +	! +
! kerros	! Happamuus	! +++	! ++	! +	! +
	! Mullaskerroksen paksuus	! +	! +	! ++	! +++
	! Huuhtoutuminen	! +++	! ++	! +	! +
	! Biologinen aktiviteetti	! +	! ++	! +++	! ++++

Männyn vaikutus kasvupaikkaan on saman tapainen kuin kuusen, mutta vähäisempi. Koivu on hyvänä esimerkkinä maata parantavasta puulajista. Maan biologinen aktiviteetti on suuri (Lähde 1966) ja humuskerros jää ohu-

eksi. Sekään ei ole raakahumusta, vaan laadultaan parempaa, bakteerivaltaisen pieneliöstön muodostamaa tummaa amorfista massaa. Bakteeriston ohella koivikon suhteellisen lievä happamuus (Mikola 1965) mahdollistaa myös maaeläimistön, lierojenkin viihtymisen. Liikkumisellaan ne kuohkeuttavat maata ja sekoittavat orgaanista ainetta kivennäismaahan. Kuusikoissa mullaskerrosta on tuskin lainkaan, koivikoissa useita senttejä ja lepiköissä sitäkin enemmän, jopa 10-20 cm. Viime mainittu johtuu siitä, että leppä lisää poikkeuksellisessa määrin maan typpivaroja ja sitä kautta maan biologista aktiviteettia.

Pintakasvillisuuttakin säätelemällä puulajit vaikuttavat metsämaahan. Lehtikarike tuhoaa seinäsammalta jo painollaan. Lisäksi erilainen valoilmasto, neutraalimpi reaktio, nopeampi ravinnekierto ym. seikat tekevät esim. koivikon pintakasvillisuuden hyvin erilaiseksi kuin kuusikon. Lajikoostumuksessa ei samalla kasvupaikalla välttämättä ole suuria eroja, mutta runsaussuhteet muodostuvat lähes päinvastaisiksi. Koivikossa on seinäsammalta vähän, ruohoja ja heiniä runsaasti. Niistä useimpien karike on "lauhaa", helposti hajaantuvaa (Mikola 1954) ja tämä on omiaan ylläpitämään biologisen toiminnan vilkkautta ja parantamaan maan aktuaalista boniteettia entisestään.

Mitä sitten merkitsee humuksen kertyminen maahan ja maan pinnalle, erilainen pintakasvillisuus ym. seikat

metsän uudistamisen kannalta. Tässä suhteessa tutkimustulokset ovat hyvin yhdenmukaiset (esim. Tertti 1934, Lehto 1956, Yli-Vakkuri 1962). Kivennäismaan taimettumiskunto on ylivoimaisesti paras. Syynä lie-
nevät ennen muuta suhteellisen tasaiset lämpö- ja kos-
teusolot. Humuspinnalla taimettuminen jää edellistä
paljon vähäisemmäksi. Luonteenomaista on myös suuri
vaihtelu. Kosteana kesänä tai pohjaveden ollessa lä-
hellä taimettuminen voi onnistua hyvin, päinvastaisessa
tapauksessa epäonnistua täysin. Humuksen ongelmana
onkin sen pinnan kuivuminen kapillaariyhteyksien puut-
tuessa. Paksu raakahumus on tässäkin suhteessa sel-
västi ohutta multamaista humuskerrosta epäedullisempi.
Enimpien taimien kehittyminen laikkujen reunoille
viittaa siihen, että humuksensekainen, mullasmainen
kasvualusta on taimettumiskunnoltaan puhdasta kiven-
näismaata parempi.

Eheä kasvipeite on em. tutkimusten mukaan puolestaan
selvästi huonompi taimettumaan kuin paljastettu humus-
pinta. Havainnollisen esimerkin tarjoaa seinäsammal.
Osa siemenistä takertuu sammalkerrokseen eikä ehkä idä
lainkaan. Osa itää kevätkosteudessa ja kuivuu saamatta
juurta humuskerrokseen saatikka kivennäismaahan. Kas-
vipeitteisessä maassa ei ole selvää toimivaa pintaa.

Eri pintakasvilajien vaikutusta maan taimettumiskuntoon
ovat selvittäneet etenkin Heikinheimo (1931) ja Tertti
(1932, 1934). Heidän mukaansa karhun- ja kulosammalet

tiheine kasvustoineen ja sitkeine juurihuovastoineen ovat kaikkein epädullisimpia uudistumisalustoja, paljon tiheääkin seinäsammalkasvustoa huonompia. Varvikko, ellei se ole kovin tiheä, on puhdasta seinäsammalkasvustoa edullisempi. Ruohojen ja heinien kohdalla on paljon lajikohtaista vaihtelua, mutta sulkeutuneen metsän heikkoina kasvustoina ne eivät pahoin haittaa taimettumista. Aukealla ne rehevöityvät suuresti ja taimia uhkaa kesällä liiallinen varjostus ja syksyllä lakastuvan kasvuston alle jääminen.

Ajatellen jäkäläkankaiden hyvää uudistumista voisi jäkälää luulla männyn taimettumisen kannalta edulliseksi. Monet tutkijat ovat kuitenkin todenneet hyvin vähän männyn taimia vahvassa jäkäläkossä. Tutkiessaan asiaa lähemmin totesivat Brown ja Mikola (1974) jäkälästä, erityisesti palleroporonjäkälästä erittyvän uutteen, jotka ovat haitallisia mykoritsasienille ja sitä kautta männyn taimille. Jäkäläkankaiden hyvä taimettuminen selittyy sillä, että porot pitävät jäkälän kurissa ja kuopivat rikki ohutta humuskerrosta. Samantapaisia kasvilajeittaisia erityisvaikutuksia on varmaan paljonkin.

Puulajista riippumatta paljaaksihakkuu johtaa pintakasvillisuuden rehevöitymiseen. Mitä viljavampi maa, sitä pahemmin se ruohottuu ja sitä huonommaksi taimettuminen jää. Osaltaan asiaa valaisee taulukko 2, joka esittää männyn luontaista taimettumista eräillä männylle vil-

jellyillä mätästysalueilla (Laiho 1979). Ero lehtomaisen ja kuivan kankaan välillä on 15-kertainen. Läheskään kaikkea vaihtelua metsätyyppi ei kuitenkaan selitä. Joskin aineisto sisältää myös kivennäismaapintaa (ojaluiskat, mättäät), maan taimettumiskuntoa männyn suhteen täytyy pitää odottamattoman hyvänä.

Taulukko 2. Männyn luontaisten taimien määrä Koillis-Satakunnan yksityismetsien 6-12-vuotiailla mätästysaloilla.

Taimia, kpl/ha	CT	VT	MT	OMT	Yht.
	Aloja, kpl				
0 - 250		2	3	1	6
250 - 1 000	1	5	10	1	17
1 000 - 2 500		3	7		10
2 500 - 5 000		7	7	1	15
5 000 - 25 000	2	6	3		11
25 000 -	1		1		2
Taimia keskim.kpl/ha	17 900	4 600	3 700	1 200	4 800

Vuoroviljely on todettu maataloudessa välttämättömäksi. Sen pohjana oleva ilmiö, maan väsyminen kasvamaan samaa kasvilajia pätee mitä ilmeisimmin myös metsätaloudessa. Kuusikon väsymisestä on mittaustuloksiakin (Siren 1955). Koivukaan tuskin parantaa kasvupaikkaansa jatkuvasti, ja lepän typensidonta lakkaa maan typpipitoisuuden saavutettua tietyn tason. Mitä pitempään samaa puulajia on jossakin kasvatettu, sitä suurempi syy on puulajin vaihtoon.

Uudistamiseen sovellettuna maan väsymisilmiö johtaa ajatukseen, että taimettumiskuntoa ei ratkaise pintakasvillisuus sinänsä, vaan puulaji, joka sen muodostaa. Asian havainnollistamiseksi ajateltakoon mustikkatyyppin

kuusikkoa ja koivikkoa, joiden pintakasvillisuus olkoon samojen lajien muodostama ja yhtä rehevä. Koivikossa tapaa olla kuusen taimia aivan turkkinaan, kuusikossa vähän tai ei lainkaan. Taulukossa 3 on karkeasti luonnosteltu pääpuulajiemme taimettumista erilaisissa metsiköissä. Hahmottelu perustuu joukkoon tutkimuksia ja omia havaintoja. Metsiköt on ajateltu täystiheiksi tai lähes sellaisiksi, vain yksittäispuiden jättämiä pikku aukkoja sisältäviksi.

Taulukko 3. Luontainen uudistuminen erilaisissa metsiköissä puulajeittain (taimimäärä: o lähes nolla, + niukka, ++ kohtalainen, +++ runsas, ++++ erittäin runsas).

! Uudistuva ! ! puulaji !	! Metsä- ! ! tyyppi !	! Metsikkö !			
		! Kuusikko !	! Männikkö !	! Koivikko !	! Lepikkö !
! Kuusi !	! CT !	! o !	! ++ !	! ! !	! ! !
! !	! VT !	! + !	! +++ !	! +++ !	! +++ !
! !	! MT !	! + !	! +++ !	! ++++ !	! +++ !
! !	! OMT !	! + !	! +++ !	! ++++ !	! ++ !
! !	! Lehto !	! ++ !	! ! !	! +++ !	! ++ !
! Mänty !	! CT !	! o !	! +++ !	! ! !	! ! !
! !	! VT !	! o !	! ++ !	! ++ !	! + !
! !	! MT !	! o !	! + !	! + !	! + !
! !	! OMT !	! o !	! o !	! o !	! o !
! !	! Lehto !	! o !	! ! !	! o !	! o !
! Koivu !	! CT !	! + !	! + !	! ! !	! ! !
! !	! VT !	! + !	! ++ !	! o !	! o !
! !	! MT !	! ++ !	! ++ !	! o !	! o !
! !	! OMT !	! ++ !	! ++ !	! + !	! o !
! !	! Lehto !	! ++ !	! ! !	! + !	! o !

Kuusi uudistuu kuusikkoon perin huonosti. Yhtäkkiä tiheästä vapautettuina taimet useimmiten kulottuvat. Parhailta lehtomaisilla mailla ja etenkin lehdoissa taimettuminen on kohtalainen ja niiden pikku aukoissa tapaa elinvoimaisia taimiryhmiä. Männiköihin kuusi nousee karuimpia lajittuneita kankaita lukuunottamatta lähes kaikkialle täystiheinä eri-ikäisinä taimikkoina.

Samoin on laita koivikoissa ja lepiköissä, joskin rehevimmissä lepiköissä kuusen taimettumista vaikeuttaa joko liian tiheä puusto tai erityisen tiheä pintakasvillisuus (vadelma ym.).

Männyn taimia tapaa kuusikoissa vain satunnaisesti. Taimettumista rajoittaa sekä tiheä seinäsammalkasvusto että varjostus. Karujen maiden männiköt erityisesti lajittuneilla mailla taimettuvat erittäin hyvin. Viljavalla maalla päästään riittävään taimettumiseen vain maan pinta rikkomalla. Harvinaisuus männyn taimi ei ole koivikoissakaan.

Lepän lailla koivu on pioneeripuulaji ja sopeutunut uudistumaan aukeilla paikoilla. Silti koivun taimia tapaa männiköissä ja kuusikoissa varsin paljonkin. Kasvupaikan soistuminen lisää suuresti hiestä. Varsinkin kuusikossa koivun taimet jäävät varjostuksen vuoksi pieniksi ja huomaamattomiksi. Valoisissa männiköissä koivu kasvaa alikasvustona suuremmaksi ja metsikön ollessa normaalia harvempi hyvinkin kookkaaksi alikasvokseksi. Koivikkoon koivu ei juurikaan taimetu.

Yleissääntönä on, että puulajimme ilmiselvästi valmistavat maata luontaiselle seuraajalleen. Uudistumisedellytykset ovat yleisesti ottaen hyvät. Tarkoin luonnon lainalaisuudet tuntien ne olisivat vieläkin paremmat. Avoin kysymys mm. on, paljonko ns. vaihtuvaa taimiainesta todella muodostuu ja mistä syystä se kul-

loinkin tuhoutuu. Uudistumisen arvaamattomuus on myös ongelma. Toisinaan taimia ei tule, vaikka hyvät edellytykset näyttäisivät vallitsevan. Toisinaan taas esim. mäntyä voi olla kookkaana taimikkona ylitiheän emopuuston alla. Epäilemättä näidenkin kysymysten selitys useinmiten piilee maassa, sen taimettumiskunnossa ja kasvutekijäyhdistelmissä.

Kirjallisuutta

- Aaltonen, V.T. 1940. Metsämaa. WSOY. Porvoo.
- Brown, R.T. & Mikola, P. 1974. The influence of fruticose soil lichens upon the mycorrhizae and seedling growth of forest trees. Selostus: Jäkälien vaikutuksesta puiden mykoritsoihin ja kasvuun. Acta Forest. Fenn. 141.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. KML Tapion käsikirjasia.
- Laiho, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästysaloilla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Acta Forest. Fenn. 66.2.
- Lähde, E. 1966. Kokeita selluloosan hajaantumisnopeudesta erilaisissa metsiköissä. Silva Fenn. 119.1.
- Mikola, P. 1954. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikoiden hajaantumisnopeudesta. Comm. Inst. For. Fenn. 43.1.
- 1964. The value of alder in forest soils. Moniste.
- 1965. Koivun vaikutus metsämaan biologisiin ominaisuuksiin. Moniste.
- Siren, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Selostus: Pohjois-Suomen paksusammalkaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta Forest. Fenn. 62.4.

Tertti (Hertz), M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Comm. Inst. For. Fenn. 17.4.

--- 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle. Comm. Inst. For. Fenn. 20.2.

Yli-Vakkuri, P. 1961. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. Selostus: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta Forest. Fenn. 74.1.

Viro, P.J. 1955. Investigations on forest litter. Selostus: Metsäkariketutkimuksia. Comm. Inst. For. Fenn. 45.6.

Erkki Lähde

METSIKÖN PERUSTAMISTIHEYS - LAATUA VAI MÄÄRÄÄ

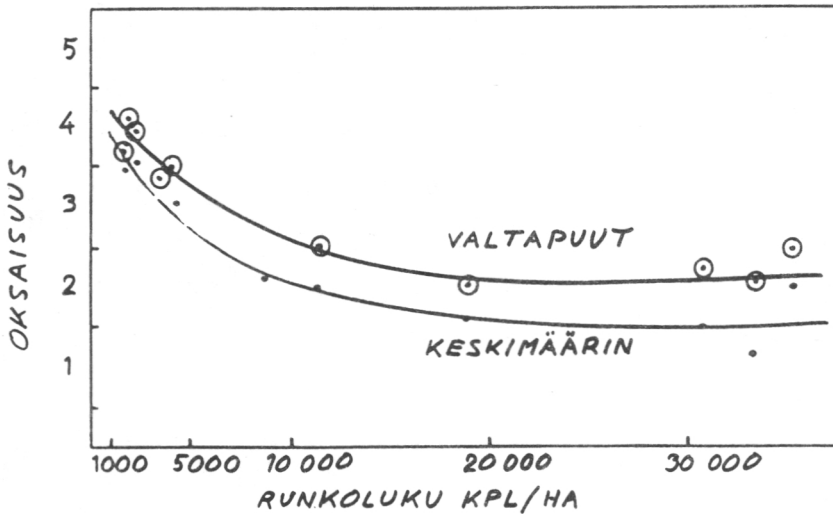
Nykyisen metsänkäsittelyn vallitsevana periaatteena on jaksollisena kasvatus eli metsikkö kasvatetaan tasakäisrakenteisena ja käytetään yksinkertaisen selväpiirteisiä alaharvennus-, päätehakkuu- ja uudistamisvaiheita. Metsikön laadullinen ja määrällinen kehitys on ratkaisevasti riippuvainen sen perustamis- ja taimikon kasvatustiheydestä. Laatuksymys on erityisen tärkeä mäntysahapuun kasvatuksessa, mutta on syytä muistaa, että korkealaatuinen puuainekas on myös selluteollisuuden raaka-aineeksi edullisempaa kuin huonolaatuinen.

Nykyiset metsikön perustamis- ja taimikonhoito-ohjeet lähtevät siitä, että taimivaiheessa puiden järeytymiskehitys on harvan kasvatusasennon ansiosta mahdollisimman nopea. Kasvu siis pyritään suuntaamaan maksimaalisena yksittäisiin puihin eikä niinkään koko metsikön tuotokseen. Ohjelukuihin on päädytty lähinnä arviovaraisesti, sillä perusteellisia selvityksiä laadun ja määrän optimoinnista ei ole ollut käytettävissä. Varttuneet metsät, joista nykyisin saamme sahapuumme, ovat pääasiallisesti luontaisesti syntyneitä ja saaneet kasvaa nuoruusvaiheensa usein sekametsinä ja lähes hoidtamatta. Nykyohjeiden mukaan ne ovat monesti kasvaneet ylitiheinä.

Kun uutta männyn laatua selvittävää tutkimustietoa on äskettäin valmistunut, ja kun muutoinkin on nähtävissä harvana kasvatettujen istutusmänniköiden huono laatu, on eri tahoilta esitetty vaatimuksia tilanteen korjaamiseksi. Valitettavasti riittävän pitkäaikaisia tukkipuvaiheeseen asti ulottuvia ja alusta asti kontrolloituja tiheyskoesarjoja ei ole käytettävissä. Yleisestikin taimikonhoitokokeet ovat vielä varsin nuoria. Toisaalta on onneksi todettu, että taimikosta ja nuoresta metsästä (valtapituudeltaan 5-7 m) mitatut tietyt tunnuksot ennustavat erittäin hyvin sahapuun myöhempää laatua. Yleisesti on todettu, että luston ja oksien paksuus selittävät parhaiten puun laatua.

Ilmeisesti merkittävin tällä hetkellä käytettävissä oleva taimikon tiheyskoesarja sijaitsee Itä-Hämeessä Hartolassa. Professori Olavi Huuri on 1950-luvun lopussa ja 1960-luvun alussa perustanut sinne useita erilaisia männyn viljelykokeita, jotka alkuperäisen tavoitteen jo väistyttyä palvelevat uutta tarkoitusta. Hän on perustanut kooltaan kohtuullisen suuria koealoja, joissa istutettujen männyn taimien tiheys vaihtelee nykykäytännön tiheydestä, vajaasta 2.000:sta jopa 50.000-60.000 kpl:een/ha samanlaisella kasvupaikalla, joka on luokiteltu heikoksi MT:ksi. Se siis edustaa kohtalaisen hyvin eteläsuomalaisia männyn kasvupaikkoja.

Näistä koealoista on kerätty vuoden 1983 aikana yhteistyössä puuntutkimussuunnan kanssa monipuolinen aineisto, josta esitän ennakkotietoina vain joitakin päätuloksia keskustelun taustaksi. Tulokset ovat kaikkien laatutunnusten osalta hyvin samansuuntaisia ja johdonmukaisia. Männyn tyvitukin laatuun alkaa toden teolla vaikuttaa vasta 5.000-6.000 kpl:n hehtaari tiheys. Esimerkkinä on kuva 1, jossa puun oksaisuutta on kuvattu subjektiivisella yleisluokituksella. Saman tuloksen antavat myös yksittäiset mitatut laatutekijät kuten oksan paksuus, oksakulma, karsiutumiskorkeus ja luston paksuus.



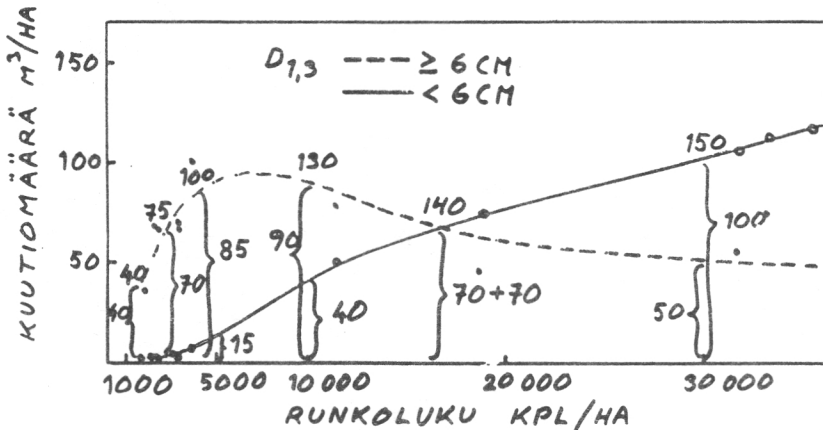
Kuva 1. Eri tiheydelle istutettujen mäntyjen laatu oksaisuuden osalta keskimäärin 20 vuoden iällä. Pienin oksaisuusluokka kuvaa parasta laatua.

Kuvan 1 luokituksessa vasta oksaisuusarvon 3 alittavat puut täyttävät korkealuokkaisen sahapuun perusvaatimukset. Oksaisuusarvo 4 merkitsee, että puista ei saada US-laatuista sahatavaraa. Luonnollisesti valtapuiden (600 kpl/ha) kuvaaja osoittaa huonompaa laatutasoa kuin koko koealan aineisto. Molemmat kuvaajat kulkevat kuitenkin hyvin samansuuntaisina.

Metsikön perustamis- ja taimikon kasvatustiheyttä ei voida ratkaista pelkästään laatutekijöiden perusteella, vaikka niiden tulisi olla ensisijaisia silloin, kun kyse on männyn kasvatuksesta. Lisäksi tarvitaan tiedot määrällisestä tuotoksesta, ennenkaikkea ensiharvennusvaiheen käyttöpuun tuotoksesta. Käyttöpuun minimiläpimitta on pitkällä aikavälillä jatkuvasti pienentynyt. Kiinnostus esim. energiapuun kasvatukseen saattaa merkitä, että samansuuntainen kehitys tulee edelleen jatkumaan. Näin ollen ei voidakaan pitää tämän hetken käyttöpuun minimimittoja tulevaisuuden kannalta ehdottomina, vaan ainoastaan ohjeellisina rajoina. Suurta tiheyttä ylläpitämällä säilyy toimenpiteiden "pelivara" mahdollisille uusille ratkaisuille.

Esimerkkinä nyt tutkitun aineiston tuotoskehityksestä on kuva 2, jossa käyttöpuun raja rinnankorkeudelta kuoren päältä mitattuna on 6 cm. Määrällisesti kokonaistuotos kasvaa ainakin 40.000 kpl:n hehtaartihyteen asti. Tosin tuotoksen kasvu hidastuu selvästi, kun ylitetään 10.000 kpl:n raja. Parhaaseen käyttöpuun

tuotokseen päästään 6.000-10.000 kpl:n hehtaari-
tiheydellä. Aineistosta tulee korostetusti esiin, että alle
3.000 ja erityisesti alle 2.000 kpl/ha tiheyksillä me-
netetään ensiharvennuksen tuotoksessa huomattavan
paljon 6.000-10.000 kpl/ha tiheyteen verrattuna.



Kuva 2. Eri tiheydelle istutettujen männiköiden käyt-
töpuu- ja kokonaistuotos keskimäärin 20 vuoden iällä.

Johtopäätöksenä voidaan nyt tutkitun aineiston ennako-
tietona todeta, että männyn sekä laatu- että tuotoske-
hitys on parhaimmillaan silloin, kun metsikön perus-
tamis- ja taimikon kasvatustiheys ainakin lähelle ensi-
harvennusvaihetta on vähintään 5.000-6.000, mieluiten
jopa 10.000 kpl/ha. Ilmeisesti taimikon tila- ja koko-
järjestys vaikuttaa myös merkittävästi laatu- ja tuo-
toskehitykseen. Eri-ikäisrakenteinen taimikko saattaa
antaa laadullisesti paremman tuloksen kuin yksijak-
soinen tasarakenteinen taimikko. Tärkeätä on todennä-
köisesti myös se, että suhteellisen suurissakin tiheyk-

sissä taimikon tilajärjestys on mahdollisimman tasainen. Se merkitsee aivan erityisiä vaatimuksia esim. maankäsittelymenetelmän valinnassa. Muokkausjälkiä tulee olla riittävän tiheästi kaikissa suunnissa. Nykykäytännön auras- ja äestysjäljet eivät tätä vaatimusta täytä.

Timo Saksa

TIHEYDEN JA PUULAJISUHTEIDEN VAIKUTUS MÄNNYN TAIMIEN
PITUUSKEHITYKSEEN

1. Johdannoksi

Puulajiemme erilainen alkukehitys, erityisesti pituuskehitys, on eräs taimikkovaiheen alkupuolella metsikön kehitykseen voimakkaimmin vaikuttavista tekijöistä. Kasvupaikasta riippuen eri puulajien pituuskehitys etenee taimikon vakiintuessa tietyissä biologisissa rajoissa. Jotta pystyisimme ohjaamaan tulevan puuston kehitystä jo taimikkovaiheessa täysitehoisesti, tulee meidän kyetä arvioimaan uudistusaloilla eri puulajien ja puulajikombinaatioiden tuleva pituuskehitys jo metsää uudistettaessa. Kun tunnemme ennalta eri puulajien kehityskulun (pituuskehityksen, tiheyden muutokset, vaikutukset toiseen puulajiin jne.) kehittyvässä taimikossa, voimme ensinnäkin tehostaa metsänuudistamistoimenpiteitä sekä kohdistaa ja ajoittaa taimikonhoitotyöt oikeaan ajankohtaan ja kohteeseen ja siten pienentää metsänuudistamisen kokonaiskustannuksia.

2. Tarkasteltava materiaali

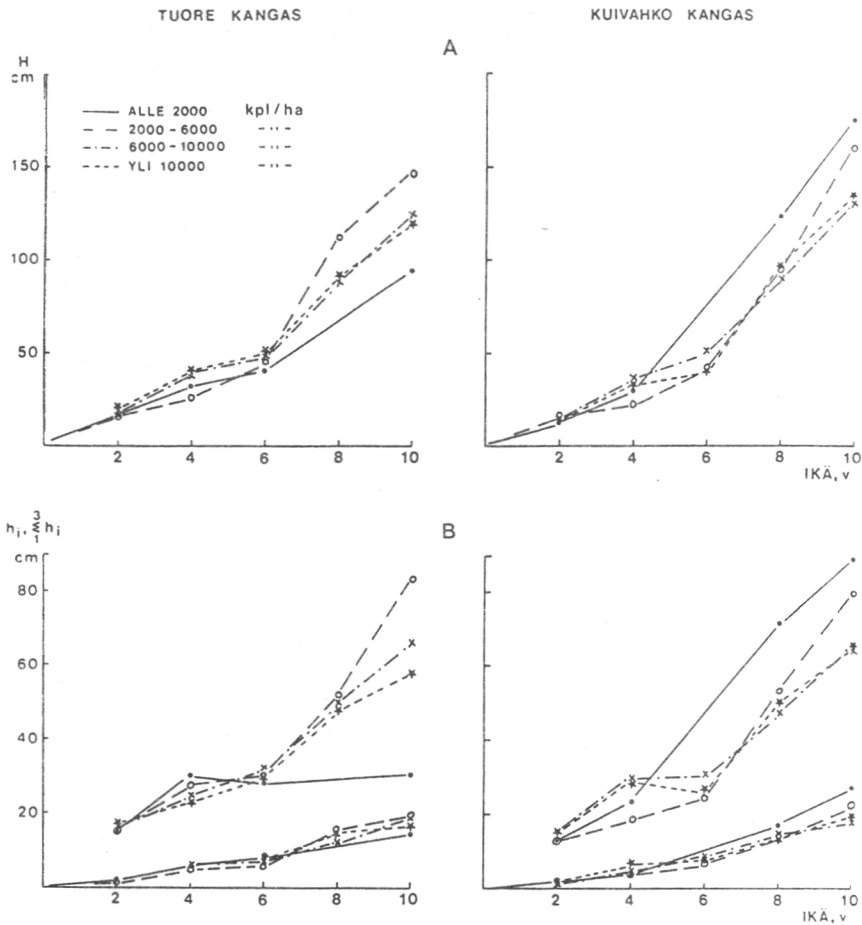
Käsitelty aineisto muodostui muokattujen alojen metsänuudistumisen tutkimuksen yhteydessä erikoiskoealoilta kerätystä tiedoista. Aineistoa on kerätty kesällä 1982 Vilppulan ja Vesijaon kokeilualueissa sekä metsähallituksen Hämeenlinnan, Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueilta (yht. n. 120 taimikkoa). Kuluneen kenttäkau-

tena (1983) otosta täydennettiin inventoimalla yhteensä n. 150 taimikkoa Mikkelin ja Viitasaaren hoitoalueista sekä Keski-Suomen, Itä-Hämeen ja Etelä-Savon piirimetsälautakuntien alueilta. Tutkimus kohdistettiin pääosin viljelytaimikoihin, mutta Vilppulasta ja Vesijaolta mitattiin lisäksi luontaisen uudistamisen aloja. Kaikki uudistusalat olivat joko koneellisesti muokattuja eli äestettyjä, aurattuja tai laikutettuja tai sitten kulotettuja.

Inventointimenetelmänä oli systemaattinen linjoittainen ympyräkoealaotanta, jossa noin joka kolmas koealaoli erikoiskoeala. Metsätyyppi määritettiin itsenäisesti jokaiselta koealalta. Erikoiskoealalla määritettiin taimista mm. ikä, kokonaispituus ja kolme edellistä pituuskasvua (vuoden n-1, n-2 ja n-3; n = inventointivuosi) sekä taimen kuntoon liittyviä tunnuksia. Tässä tarkastelussa on käytetty ainoastaan Lieksasta ja Rautavaaralta kerättyä aineistoa.

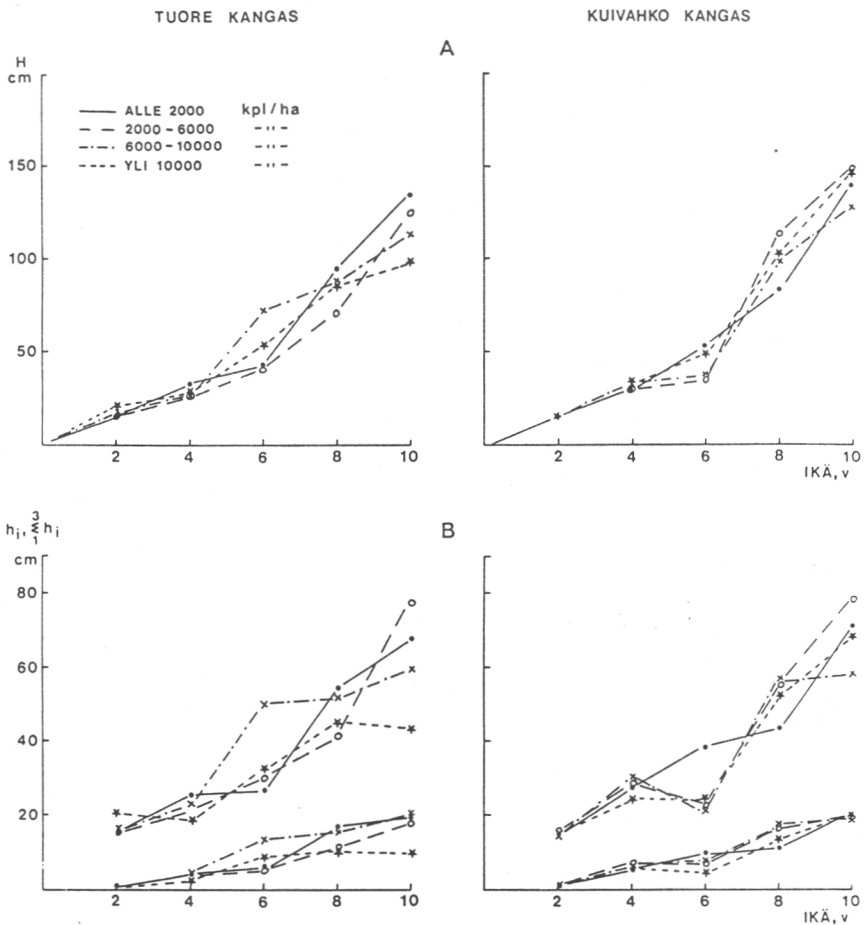
3. Tiheyden vaikutus männyn pituuskehitykseen
Taimikon kokonaistiheys (siemensyntyiset taimet) ei kovin oleellisesti vaikuttanut männyn pituuteen (kuva 1). Ensimmäisinä vuosina tiheydellä ei ollut minkäänlaista merkitystä pituuskehitykseen, mikä ilmeisemmin johtui taimien pienestä tilantarpeesta. Tuoreella kankaalla pituuskehitys oli myöhemmin (6. ikävuoden jälkeen) paras tiheyden ollessa 2 000 - 6 000 tainta/ha. Kuivahkolla kankaalla männyn pituuskehitys oli puoles-

taan sitä parempi mitä harvempi taimikko oli. Erot eri tiheyksissä kasvavien mäntyjen pituuskehityksessä näkyivät hyvin selvästi tarkasteltaessa juoksevaa vuotusta tai jakson (3 v) pituuskasvua.



Kuva 1. Taimikon kokonaistiheyden (siemensyntyiset taimet) vaikutus männyn pituuskehitykseen. A= kokonaispituus (H), B= juokseva vuotuisen (h_i) sekä jakson ($\frac{h_i}{h_i}$) pituuskasvu.

Vesakon tiheyden kasvulla oli molemmilla kasvupaikoilla selvästi männyn pituuskehitystä heikentävä vaikutus (kuva 2). Tuoreella kankaalla vesat haittasivat männyn kasvua enemmän kuin kuivahkolla kankaalla, jossa vesojen tiheyden vaikutus pituuskehitykseen jäi kaiken kaikkiaan vähäiseksi. Juoksevaa kasvua (vuotuista tai jakson) tarkasteltaessa näytti siltä, että kohtalainen vesakon tiheys edesauttaisi männyn pituuskehitystä. Tämä johtunee ilmeisesti sopivasta vesakon ja havupuiden kilpailusta.



Kuva 2. Vesakon tiheyden vaikutus männyn pituuskehitykseen (selitykset kuten kuva 1).

4. Taimikon puulajisuhteiden vaikutus männyn pituuskehitykseen

Edellä tarkasteltiin ainoastaan tiheyden vaikutusta männyn pituuskehitykseen välittämättä lainkaan mistä puulajeista taimikko kulloinkin koostui. Puulajisuhteilla on kuitenkin oma vaikutuksensa männyn pituuskehitykseen kuten esim. taulukosta 1 ilmenee. Yleensä lehtipuiden tiheydellä oli lievä negatiivinen ja kuusen tiheydellä positiivinen korrelaatio männyn pituuteen.

Taulukko 1. Männyn pituuden ja lehtipuiden tiheyden sekä kuusen tiheyden välinen korrelaatio.

	Tuore kangas	Kuivahko kangas
Kuusi	.112	.081
Hies	-.095	-.226
Raudus	-.034	-.235
Muut lp.	-.051	-.083

Lehtip.yht.	-.104	-.253

Kun tarkastellaan kulloinkin vain yhden puulajin vaikutusta männyn pituuskehitykseen muodostuivat tulokset taulukon 2 mukaisiksi. Puhtaassa männikössä pituuskehitys oli paras harvassa alle 2 000 kpl/ha tiheydessä. Kuivahkolla kankaalla tiheyden negatiivinen vaikutus oli hyvin mitätön (etenkin jakson kasvuun) tuoreen kankaan arvoihin verrattuna. Taimikon iän kasvaessa eri tiheyksien väliset pituuskehityserot hieman kasvoivat. Männyn ja kuusen muodostamassa taimikossa männyn pituuskehitys jäi selvästi puhtaan männikön kehitystä hi-

taammaksi. Jälleen kuivahkolla kankaalla kuusen negatiivinen vaikutus jäi pienehköksi ja epäjohdonmukaiseksi. Mänty-kuusi-taimikossa iän mukainen kehitys oli vastaava kuin puhtaassa männikössä, mutta huomattavasti hitaampi (etenkin tiheysvaihtoehdot b ja c).

Taulukko 2. Männyn pituuskehitys puulajisuhteiltaan erilaisissa taimikoissa; ensimmäisen kymmenen ikävuoden keskiarvoindeksit.

Puulaji koostumus	Tunnus	TUORE KANGAS tiheysvaihtoehdot				KUIVAHKO KANGAS tiheysvaihtoehdot			
		a	b	c	d	a	b	c	d
Mänty	mä %	100	100	100	100	100	100	100	100
	H	100	96	90	94	100	98	101	113
	h _i	100	100	77	89	100	90	91	120
	wh _i	100	101	81	85	100	101	90	120
Mänty ja kuusi	mä %	97	81	80	72	97	90	84	66
	H	91	93	97	98	101	88	102	93
	h _i	94	121	93	110	97	114	83	105
	wh _i	93	97	93	93	99	99	100	94
Mänty ja hieskoivu	mä %	93	75	71	72	97	74	70	59
	H	91	85	88	63	107	92	83	92
	h _i	100	125	115	98	109	87	73	91
	wh _i	88	79	80	83	107	93	83	98
Mänty ja rauduskoivu	mä %	95	78	70	63	93	73	77	65
	H	90	100	104	90	99	92	83	71
	h _i	108	125	138	113	100	83	71	73
	wh _i	90	100	102	88	98	93	83	112

a = < 2000 kpl/ha (yhteistiheys)

b = 2000 - 6000 kpl/ha

c = 6000 - 10000 kpl/ha

d = 10000 kpl/ha

Männyn ja hies- tai männyn ja rauduskoivun muodostamissa taimikoissa männyn pituuskehitys oli keskimäärin hieman parempi kuin männyn ja kuusen muodostamissa taimikoissa. Hieskoivun tiheyden kasvu heikensi männyn pituuskehitystä selvästi tuoreella kankaalla. Kuivah-

kolla kankaalla alle 2000 tiheyksissä hieskoivun vaikutus oli yleensä positiivinen männyn pituuskehitykseen, suuremmilla tiheyksillä hieskoivun vaikutus oli jo lievästi negatiivinen myös kuivahkolla kankaalla. Hieskoivun positiivinen vaikutus näkyi erityisesti taimikonkehityksen alkuvaiheessa (0 - 7 vuotta).

Rauduskoivun ja männyn taimikoissa paras pituuskehitys saavutettiin tiheydellä 6000 - 10000 tainta/ha, jolloin männyn pituuskehitys ylitti puhtaan männikön pituuskehityksen tuoreella kankaalla. Taimikon kehittyessä rauduskoivun positiivinen vaikutus ei juuri alentunut (etenkään tuoreella kankaalla) edullisimmissa tiheyksissä. Muissa tiheyksissä männyn pituuskehitys oli hieman puhtaan männikön kehitystä jäljessä männyn iän ollessa kymmenen vuotta.

Tällöin männyn pituuskehityksen ja kuusen, hies- tai rauduskoivun tiheyden väliset korrelaatiot olivat tuoreella kankaalla positiiviset (taulukko 3). Kuivahkolla kankaalla puolestaan lehtipuiden tiheys korreloi edelleen negatiivisesti männyn pituuskehitykseen.

Taulukko 3. Männyn pituuskehityksen ja kuusen, hies- ja rauduskoivun tiheyden välinen korrelaatio mänty-kuusi, mänty-hies- ja mänty-rauduskoivu-taimikossa.

	TUORE KANGAS			KUIVAHKO KANGAS.		
	H	h_i	$\frac{3}{1}h_i$	H	h_i	$\frac{3}{1}h_i$
Kuusi	.257	.210	.254	.178	.302	.229
Hieskoivu	.119	.124	.126	-.187	-.075	-.111
Rauduskoivu	.115	.184	.171	-.244	-.184	-.160

Tutkittaessa lähemmin männyn pituuskehityksen ja lehtipuiden määrän välisiä relaatioita, jatkettiin tarkastelua poistamalla koealoilta mahdollinen männyn pituuskehitystä häiritsevä koealan reunavaikutus. Tällöin otettiin analyysin vain koealan sisemmällä puolikkaalla (säde=r/2) olleet männyt, mutta lehtipuut laskettiin edelleen koko koealalta (säde=r). Edelleen eliminoitiin mahdollinen lehti- ja havupuiden (männyn) pituuskehitysrytmeistä aiheutuvat haitat poistamalla aineistosta ne koealat, joilla lehtipuiden (siemensyntyisten hies- tai rauduskoivun) keskipituus ylitti männyn keskipituuden.

Edellä esitetyillä ehdoilla rajoitetusta aineistosta lasketut männyn pituuskehityksen ja kuusen ja lehtipuiden tiheyksien väliset riippuvuudet muodostuivat seuraaviksi taulukon 4. mukaisiksi. Eri korrelaatiot eivät muodostuneet selitysasteiltaan kovin suuriksi, mutta nyt korrelaatiot olivat kauttaaltaan positiiviset.

Taulukko 4. Männyn pituuskehityksen ja kuusen, hies- ja rauduskoivun tiheyden välinen korrelaatio mänty-kuusi, mänty-hies- ja mänty-rauduskoivu-taimikossa tietyin ehdoin. (1.=reuna-vaikutus poistettu, 2.=lisäksi etukäsvuiset hies- tai rauduskoivut poistettu.)

	TUORE KANGAS					
	H		h_i		$\frac{3}{1}h_i$	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Kuusi	.097	.097	.038	.038	.053	.053
Hieskoivu	-.061	.186	-.039	.317	.049	.315
Rauduskoivu	.060	.037	.097	.027	.129	.072

	KUIVAHKO KANGAS					
	H		h_i		$\frac{3}{1}h_i$	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Kuusi	.157	.157	.268	.268	.194	.194
Hieskoivu	-.124	.014	-.030	.209	-.018	.243
Rauduskoivu	-.197	.011	-.102	.141	-.087	.116

5. Päätelmiä

Mitä ilmeisimmin eri puulajeilla on oma vaikutuksensa toisen puulajin kehitykseen yhdessä kasvaessaan. Saman puulajikombinaation keskinäiset vaikutukset vaihtelevat oleellisesti kasvupaikasta, taimikon tiheydestä sekä taimien iästä riippuen. Kun samalla paikalla kasvaa kolmen puulajin kombinaatio, muuttuvat eri puulajien väliset vaikutukset yhä monimutkaisemmiksi.

Tutkittaessa pituuskehityksen riippuvuutta tiheydestä ja/tai puulajisuhteista taimikkovaiheessa kertainventoinnin antaman informaation perusteella osoittautui jakson kasvu vakaimmaksi tunnukseksi. Kertainventoinnilla jää osa siitä tiedosta tavoittamatta, joka tarvittaisiin, jotta pystyisimme analysoimaan kokonaispi-

tuuden kehitystä riittävän tarkasti. Kertainventoinnilla voimme selvittää taimikontilan riittävän täsmällisesti vain 2 - 3 vuoden aikajänteelle taaksepäin.

Kokonaisuudessaan näyttää siltä, että halutessamme luotettavasti tutkia eri puulajiemme pituuskehitystä erilaisin puulajisuhtein, täytyy tutkimus perustua pysyvien koealojen seurantaan. Esim. nyt käsitelty aineisto on kerätty käytännön metsänuudistamisaloilta, joilla kaikissa vanhemmissa taimikoissa oli jo tehty taimikonhoitotöitä, mistä johtuen inventoinnin tulos esim. juuri taimikon puulajisuhteiden osalta saattoi antaa jopa täysin väärän kuvan männyn pituuskehityksen analysoinnin kannalta. Kertaininventoinnin luonteisella menetelmällä saamme harvoin sellaisia havaintoja, joista voimme analysoida taimikossa tapahtunutta kehitystä perusteellisen yksityiskohtaisesti.

Eero Tikkanen

MONIMUOTOINEN METSÄEKOSYSTEEMI

1. JOHDANTO

Fotosynteesissä kasvit vangitsevat lehtivihreän avulla auringon valoenergiaa. Osan tästä mm. hiilihydraatteihin sitomastaan energisata kasvit käyttävät omassa aineenvaihdunnassaan, osan ne varastoivat. Varastojen lisääntyessä kasvit kasvavat.

Tärkeimmät kasvien kasvuun vaikuttavat ympäristön kasvutekijät ovat säteily, lämpötila, valo, vesi ja ravinteet sekä mekaaniset tekijät kuten tuuli ja lumi. Fotosynteesi on ensi sijassa valosta ja lämpötilasta riippuvainen prosessi, muu osa kasvien aineenvaihdunnasta riippuu selvimmin vain lämpötilasta.

Luonnossa ympäristön kasvutekijät vaikuttavat kasveihin yhdessä, vuorovaikutuksessa keskenään. Niiden välillä olevan tasapainon rikkoo jonkin tekijän liian voimakas muuttuminen. Sen johdosta kasvien kasvuolot äärevöityvät ja elämää ylläpitävän auringon energian sidonta häiriintyy. Ihmistoiminnan seuraukset luonnossa ovat usein sellaisia.

Vertailen seuraavassa fotosynteesin kannalta kasvien ekologisia kasvutekijöitä metsässä ja aukealla.

2. Lämpötila

Metsässä on oma pien- eli mikroilmastonsa. Lämpöolot ovat siellä vakaammat kuin aukealla. Maanpinnan lähellä oleva ilma ei lämpene päivällä tulosäteilyn valitessa yhtä voimakkaasti kuin puuttomalla alueella, vaan lämpimin ilmakerros muodostuu metsässä puiden latvustasoon. Yöllä taas kylmin kerros ei pääse aina muodostumaan aivan maanpintaan, vaan on ylempänä. Öisin metsässä on tasalämpöisempää kaikissa kerroksissa ja lämpimämpää kuin aukealla. Puilla sekä kenttä- ja pohjakerroksen kasveilla on metsässä myös maaperän lämpötilaeroja tasoittava vaikutus. Mitä tiheämpi ja korkeampi kasvipeite on, sitä vähäisemmiksi jäävät lämpötilojen ääriarvojen erot. Lämpötilan puolesta kasveilla on metsässä kasvukauden aikana hyvät edellytykset vilkkaalle fotosynteesille ja kasvulle.

Aukean paikan kasvuoloja säätelee suurilmasto. Aukean lämpötilat ovat äärevät: päivällä ilma lämpenee voimakkaasti lähellä maanpintaa, ja yöllä ulossäteilyn vuoksi ilma maanpinnan lähellä kylmenee. Ulossäteily on erityisen voimakasta, jos taivas on kirkas ja ilman kosteus pieni. Silloin aukealla esiintyy usein hallaa. Maan sisässä olot ovat käänteiset: päivällä maanpinnan lähellä on lämpimintä, syvempänä kylmempää. Yöllä puolestaan maanpinnan lähellä on kylmempää kuin syvemmällä; maassakin lämpöolot ovat aukealla äärevät. Jos aukea on painanteessa, ovat sen lämpöolot vielä ankarammat, koska raskas kylmä ilma valuu painanteeseen.

3. Valo

Noin puolet ilmakehän ulkorajalle tulevasta auringon säteilystä pääsee maanpinnalle saakka. Siitä noin 45 % on näkyvää, noin 45 % infrapunaista ja noin 10 % ultraviolettia säteilyä. Valolla tarkoitetaan säteilyn näkyvää osaa, mikä on fotosynteesiin aktiivisesti vaikuttavaa säteilyä. Arviot fotosynteesiin käytettävästä tulosäteilyn määrästä vaihtelevat. Joka tapauksessa tämä ns. hyväksikäyttöprosentti on alhainen, arviolta noin 1 %.

Metsikössä valo jakautuu epätasaisesti, syntyy valoja ja varjoja. Valon puutetta puiden fotosynteesiä ajatellen ei ainakaan kirkkaalla säällä esiinny, sillä metsäpuittemme fotosynteesi lienee optimissaan keskimäärin 20.000 - 40.000 luksin valossa, kun aukean paikan luksimäärä on keskipäivällä noin 100.000. Eri puulajeilla on erilainen valontarve. Se on tärkeä asia, kun ajatellaan metsien suknessiota ja luontaista uudistumista. Kuusen valontarve on selvästi pienempi kuin männyn. Tuoreilla mailla sen sijaan koivu saa ensin jalansijaa metsäpalon ja hakkuun jälkeen tehokkaan siementuottonsa vuoksi, mutta alikasvokseksi pyrkii pian kuusi.

Metsän kenttä- ja pohjakerroksessa kasvaa aukeaan verrattuna enemmän ns. varjokasveja, joilla valonnautinnan minimi-toimeentuloraja valon puolesta on selvästi alempana kuin puilla. Useimmat korkeammat kasvit

vaativat valoa selvästi yli 1 % aukean paikan valosta, sammalille ja jäkälille riittää vähempikin. Metsän kerroksellinen kasvillisuus pienentää valaistusolojen vaihtelua vuorokauden eri aikojen välillä. Aukealla paikalla valaistusolot vaihtelevat suurilmaston säätelemissä rajoissa. Suurilmastollisesti ei kasvukauden aikana yleensä missään ole fotosynteesin kannalta valon puutetta. Aukealla valon määrän vaihtelut ovat vuorokaudenaikojen välillä suuret; aukean valaistusolot ovat äärevämmät kuin metsässä.

4. Vesi

Vesi on keskeisen tärkeä fotosynteesille. Koko maapalloa ajatellen on selvä riippuvuus kasvien tuoton ja alueen sademäärän välillä. Veden puutteessa fotosynteesi voi jopa loppua. Metsäkasvillisuus vaikuttaa ilman ja maan kosteuteen vähentämällä ääriarvoja. Osa sadevedestä jää kasvipeitteeseen, mikä suojaa maata ravinteiden huuhtoutumiselta ja eroosiolta. Ilmankosteus on kasvipeitteessä useimmiten suurempi kuin aukealla paikalla. Kun lisäksi kosteus säilyy metsämaassa, kasvien ilmaraot pysyvät auki. Silloin fotosynteesi voi jatkua esteettä.

Ilman suhteellinen kosteus on lämpötilasta riippuvainen. Siksi se aukealla paikalla maanpinnan lähellä vaihtelee voimakkaasti. Päivisin on kyllästysvajausta (ilman suhteellinen kosteus on alhainen), öisin taas ilma saattaa olla vesihöyryn kyllästävä, jolloin

syntyy kastetta. Ilman kosteussuhteitten lisäksi myös sadesuhteet ovat aukealla äärevämmät kuin metsässä. Rankkasateet voivat lisätä aukealla ravinteiden huuhtoutumista ja aiheuttaa eroosiota. Meillä eroosion vaara on pieni, koska kasvipeite uudistuu ilmaston kosteudesta johtuen melko nopeasti.

5. Ravinteet

Suomessa on humidi ilmasto: meillä sataa enemmän kuin haihtuu. Haihtumista vähentää mm. ilman alhainen lämpötila. Tällaisessa ilmastossa ravinteita huuhtoutuu maan pintaosista syvemmälle. Metsässä maan pintaa peittää pääasiassa karikkeesta muodostunut orgaaninen kerros eli humus. Maassa olevat heterotrofiset eliöt -eläimet, pieneliöt ja sienirihmastot- käyttävät kariketta ravinnokseen samalla hajoittaen sitä. Osa humuksen hajotessa vapautuneista ravinteista joutuu uudelleen kasvien käyttöön. Osa huuhtoutuu joko maahan tai pintavesien mukana ekosysteemin ulkopuolelle. Sitomalla vettä metsäkasvillisuus ja humus vähentävät ravinteiden huuhtoutumista. Maassa olevien hajottajien ja kasvien maanalaisten osien hengitys lisää ilman hiilidioksidipitoisuutta, mikä puolestaan vilkastuttaa fotosynteesiä. Hiilidioksidista saamaansa hiiltä kasvit käyttävät hiilihydraattien rakennusaineena muuttaessaan auringon energiaa kemialliseen muotoon.

Aukealla sateen ravinteita huuhtova vaikutus on suurempi kuin metsässä. Mm. maan äärevät lämpötila- ja kosteusolot sekä humuksen vähyys rajoittavat maahengitystä. Siksi ilman hiilidioksidipitoisuus noudattaa aukealla suurilmaston pitoisuutta ollen noin 0.03 %.

6. Tuuli

Tuulen fysiologista ja mekaanista vaikutusta on vaikea erottaa toisistaan. Tuulen merkitys perustuu pääasiassa sen kuivattavaan vaikutukseen. Kasvipeite vähentää tuulen voimakkuutta. Sen seurauksena metsään syntyy oma pienilmasto, jossa mm. hiilidioksidipitoisuus, kosteus ja lämpötila poikkeavat aukeaan verrattuna. Tuulen heikentyessä sen vaikutus kasvien ilmarakoliikkeiden säätelijänä pienenee, jolloin fotosynteesi muiden kasvuolojen sen salliessa on jatkuvaa.

Aukealla tuuli sekoittaa ilmassoja. Ilman puiden suojaa olevilla kenttä- ja pohjakerroksen kasveilla veden haihdutus kasvaa tuulen vaikutuksesta. Tuulen kuivattavaa vaikutusta kestävien kasvien, esim. puolukan ja kanervan määrä lisääntyy. Tuuli nopeuttaa aukealla myös ilmarakojen sulkeutumista, jolloin kaasujenvaihto estyy.

7. Lopuksi

Fotosynteesi on elämän synnylle ja kehitykselle välttämätön tapahtuma. Parantaakseen kasvien valonkäytön hyötysuhdetta ja tuotosta ihminen puuttuu voimakkaasti

luonnon järjestelmään kasvien kasvutekijöitä muuttamalla. Siitä voi seurata kasvien kasvutekijöiden äärevöityminen ja energian sidonnan häiriintyminen. Luonto taas ilmeisen selvästi pyrkii torjumaan äärevöitymistä. Se korjaa ihmisen toiminnalleen aiheuttamia häiriöitä mahdollisuuksiensa rajoissa. Luonnon säilyttäminen monimuotoisena edesauttaa sen säilymistä tasapainoisena muuttuvissakin olosuhteissa.

Matti Oikarinen

ERIRAKENTEISUUS VAI TASARAKENTEISUUS TAIMIKKOVAIHEESSA

Taimikon rakenteeseen vaikuttavat hyvin monet tekijät. Luontaisesti syntyneet taimikot ovat rakenteeltaan erilaisia kuin viljelytaimikot, minkä lisäksi viljelytavallakin on oma merkityksensä. Taimikon hoito ja käsittelytavat muovaavat sen rakennetta hyvin voimakkaasti. Lisäksi puulajilla ja kasvupaikalla on vaikutusta taimikon rakenteellisiin ominaisuuksiin.

1. Viljelytaimikoiden rakenteesta

Kun viljelyn tuloksena on täystiheä taimikko, on se samalla yhden puulajin muodostama tasaikäinen ja alkuvuosina myös tasakokoinen. Havainnot ja tutkimukset osoittavat kuitenkin, että lähtötilanteen äärimmäinen tasaisuus ei säily kauan, vaan eri latvuserrokset alkavat vähitellen ja ajan kuluessa yhä kiihtyvää vauhtia eriytyä. Eriytymisen syy ei alkuvaiheessa ole kilpailu kasvutilasta, jota on liikaakin, vaan syyt ovat muualla ja enemmän tai vähemmän arvailujen varassa. Siemenet ovat geneettisesti erilaisia, ja niiden elinvoima, itämiskyky ja -tarmo vaihtelevat. Taimien kasvupaikoissa voi olla pienipiirteisiä eroja ja esim. istutustaimet voivat viljelysketjun eri vaiheissa joutua alttiiksi erilaisille käsittelyille. Lisäksi tainten alttius tuhoille hirvestä ruostesieniin vaihtelee, mikä nopeasti heijastuu myöskin niiden kasvunopeuteen. Kuten nopeampirytmisestä puulajista on kysymys, sitä nopeampi lat-

vuskerrosten eriytyminen on. Taimikon tullessa latvustojen sulkeutumisvaiheeseen kilpailu valosta ja kasvu-tilasta sinetöi lopullisesti kokoerot.

Useissa tapauksissa viljely osittain epäonnistuu eli taimikosta tulee aukkoinen. Tällöin sitä on joko täydennysviljeltävä tai, jos olosuhteet sallivat, hyväksytään luontainen täydentävä taimiaines. Kaikki nämä toimenpiteet lisäävät taimikon eri-ikäisyyttä ja erirakenteisuutta.

2. Luontaisesti syntyneiden taimikoiden rakenteesta

Luontaisesti syntyneet taimikot ovat iän, koon ja puulajisuhteiden vuoksi erittäin vaihtelevia. Uudistumisen nopeuden mukaan taimien ikä voi vaihdella muutamasta vuodesta kymmeneen vuosiin. Puulajien erilaisesta kehitysrytmistä aiheutuu suuria kokoeroja, vaikka iässä ei olisikaan sanottavaa vaihtelua. Puhtaissa yhden valopuulajin muodostamissa tiheissä taimikoissa eri-ikäisyys ja -kokoisuus on pienimmillään ja vastavasti valo- ja varjopuulajin sekataimikossa suurimmillaan.

3. Käsittelyn vaikutus taimikon rakenteeseen

Edellä esitetyn perusteella voisi olettaa, että tasiset taimikot ja metsät ovat ylen harvinaisia, mikä ei suinkaan vastaa metsistämme saatavaa yleisvaikutelmaa. Tähän voidaan vastata, että taimikkojen ja yleensä metsiemme tasarakenteisuus on saatu aikaan ta-

saavilla perkauksilla ja harvennuksilla. Luontaisissa metsiköissä tasarakenteisuus on enemmän poikkeus kuin sääntö. Pyrkiessään maksimoimaan metsien tuottoa ihminen on pitänyt tasarakenteisuutta tavoiteltavana päämääränä ja nykyiset metsien hoito- ja taimikoiden käsittelyohjeet tähtäävät juuri siihen. Jopa luontaisessa uudistamisessa tavoitteena on mahdollisimman tasaikäinen monokulttuurimetsä. Kun tässä epäonnistutaan, koko menetelmä leimataan herkästi käyttökelvottomaksi.

4. Tasarakenteisuuden ja erirakenteisuuden vaikutuksesta puuntuotokseen ja sen tehokkuuteen

Metsien tasarakenteisuus on puuvaroja hyväksikäyttävän ihmisen asettama tavoite. Sen uskotaan takaavan mahdollisimman suuren metsien rahallisen tuoton, mistä koko kansantalous hyötyy aineellisesti. Toisaalla on metsäekosysteemin pyrkimys tasapainoisuuteen ja elämän monipuolisuuteen ja rikkauteen, joka sellaisenaan merkitsee esim. systeemin tuottokyvyn maksimointia kulloisissakin olosuhteissa. Ekosysteemin kokonaistuotuskykyä voidaan parantaa vain parantamalla olosuhteita, esim. ravinnetilaa tai ilmastoa. Mutta sen jonkin osa-alueen, esim. halutun, rahallisesti arvokkaan puulajin kasvua voidaan lisätä yksipuolistamalla systeemin toimintoja ilman, että kokonaistuotos lisääntyy. Yleensä se näin toimittaessa aina pienenee. Lisäyksen hintana on tällöin aina ekosysteemin tasapainottomuuden kasvu, ja mikäli mennään tarpeeksi pitkälle, koko sys-

teemin romahtaminen. Turvallisten rajojen määrittäminen on aina erittäin vaikeaa, kuten Keski-Euroopan metsäkuolematkin havainnollisesti osoittavat.

Luonnonmukaisten menetelmien tunnuspiirre on kokonaistuotoksen lisääminen olosuhteita parantamalla, jolloin myös kaikkien systeemin osien tuotos lisääntyy. Myös systeemin toiminnan varovainen ohjailu kuuluu kuvaan. Sen sijaan systeemien yksipuolistamisella saatavia usein lyhytaikaisia osaetuja vieroksutaan niihin liittyvien arvaamattomien haittojen vuoksi.

Tehomenetelmät ovat tavallisesti peräisin tekniikan ajatusmaailmasta, jolle ekosysteemien tuntemus on enemmän tai vähemmän vierasta. Niille on ominaista ekosysteemien voimakkaalla yksipuolistamisella saavutettavat lyhyen tähtäyksen edut laskemattoman suurien riskien hinnalla. Tästä syystä ihmisen teknisestä älystä peräisin olevat tehomenetelmät voivat olla ekosysteemien kannalta hyvinkin tehottomia.

Verrattaessa erirakenteisen ja tasarakenteisen taimikon tai metsän puuntuotoskykyä toisiinsa erirakenteisella on teoriassa monia etuja puolellaan. Erirakenteisen metsän tiheys varsinkin runkoluvulla ilmaistuna on tasarakenteista suurempi ja se sisältäessään hyvin erikoisia puita pystyy jo hyvin aikaisessa taimikkovaiheessa käyttämään kasvupaikan puuntuottokyvyn täysimääräisesti hyväkseen. Niinpä tiheys lisää kokonaiskasvua

ja tehokas sivuvarjostus parantaa sahapuun laatua. Vaihtelevat latvuserrokset muodostavat valon hyväksikäytön kannalta edullista yhteyttävää pintaa tasaisia latvustoja enemmän. Lehtipuut nopean nuoruuskehityksen ansiosta lyhentävät taimikkovaiheen vajaatuottoisuutta ja parantavat metsikön valo- ja lämpöoloja sekä maan kasvukuntoa. Lisäksi sekametsikkö on kestävämpi ellei kaikkia niin ainakin useimpia tuhoja vastaan. On aivan loogista, että kaikki sekametsiköitä koskevat tutkimukset osoittavat, että niiden puuntuotos on monokulttuurimetsiä suurempi.

Korjuuteknologian puolella erirakenteisuudesta aiheutuu ilmeisiä haittoja. Eri kokoisten puiden korjuu on hankalampaa ja hitaampaa kuin samankokoisten. Eri puulajit hankaloittavat myös korjuuta. Jos erirakenteisuus lisää ylispuuhakkuun ja harvennushakkuun tyyppisiä käsittelyjä, ajo- ja korjuuvauriot lisääntyvät. On kuitenkin lohdullista huomata, että haitat ovat teknisten ratkaisujen puolella, sillä tekniikka tunnetaan ja hallitaan nykyisin erittäin hyvin, ja siitä syystä uusia rakaisuja voidaan tarvittaessa kehittää hyvinkin nopeasti. Tässä suhteessa tekniset ongelmat eroavat ratkaisevasti niistä ongelmista, joita kohdataan pyritäessä kestävästi lisäämään tai muuttamaan luonnon perustuotantoa sekä aikaskaalan että toteuttamiskelpoisuuden suhteen.

Olavi Lyly

LIITTYYKÖ KEMIALLISEEN VESAKONTORJUNTAAN RISKEJÄ
JA ONGELMIA METSÄLUONNON KANNALTA

1. Taustaa

Torjunta-aineiden metsänhoidollisen käytön alkutaipa-
leita luonnehti kaksi nykypäivästä poikkeavaa seikkaa.
Torjunta-aineiden maatalouskäytön yhtenä osana oli
1940-1950-luvuilla metsälaidunten hoito. Kun torjun-
ta-aineista oli saatu apua ojanvarsivesakkojen raivaa-
miseen, oli kutakuinkin luonnollista tuhota niillä myös
hakamaitten ja metsälaidunten lepikot. Näin voitiin
torjua myös lepikoissa asustavien puutiaisten levit-
tämää karjalle ja ihmisille kiusallista punatautia.
Maa- ja metsätalousmaan raja oli tuolloin jokseenkin
epämääräinen nykypäivään verrattuna.

Toinen eroavuus oli suhtautumisessa kemiallisia aineita
kohtaan. Professori Virtanen oli palkittu Nobelilla
uraaurtavista kemiallisista sovellutuksistaan. Myös
lääketieteessä tapahtui valtavaa edistymistä mm. anti-
bioottien käyttöönoton myötä. Saavutetut hyödyt näh-
tiin moninkertaisina mahdollisiin ja paljolti tuiki
tuntemattomiin haittoihin verrattuna. Niinpä yleistä
oikeustajua ei koettukaan loukatun, kun "hormoonien"
käyttö metsänuudistusaloilla 1950-luvun alussa alkoi.
Niitä saatettiin tervehtiä vain ilolla. Tiedon lisään-
nyttyä ja jokamiehen herättyä puolustamaan alati kaven-
tuvia oikeuksiaan on tilanne muuttunut oleellisesti.

2. Vesakontorjunta-aineet luonnossa

21. Vesistöt

Aikoinaan maataloushallitus ja myöhemmin vesihallitus ja vesipiirit ovat tehneet selvityksiä siitä, kulkeutuuko metsänhoitoon käytettyjä torjunta-aineita käyttökohteiden alapuolisiin vesistöihin. Kaikki selvitykset osoittavat yhdenmukaisesti näin tapahtuvan. Torjunta-ainepitoisuudet jäävät vesistöissä mm. veden jatkuvan vaihtuvuuden vuoksi siksi vähäisiksi, ettei kemiallinen taimikonhoito aiheuttane sanottavaa uhkaa vesiekosysteemille ainakaan torjunta-aineitten suoranaisesti aiheuttamana.

22. Linnusto

Riista- ja kalatalouden tutkimuskeskuksessa ja Joensuun korkeakoulussa on tutkittu lehvästöruiikutusten vaikutusta riistalintuihin. Tulokset ovat varsin karuja: kahden-kolmen vuoden kuluttua torjunnasta riistalintujen kannat olivat romahtaneet noin neljännekseen kontrollialueiden tasosta. Samalla poikastuotanto torjunta-alueilla tyrehtyi ja Lapin tärkein riistalintu riekko karkottui alueilta kokonaan. Myös pikkulintujen on osoitettu reagoivan lehvästöruiikutuksiin riistalintujen tavoin. Osa lajeista häviää ja muiden parimäärät laskevat. Lintukantojen romahtamisen syynä on suoja- paikkojen ja ravinnontarjonnan vähentyminen.

23. Kasvillisuus

Aluskasvillisuudessa näkyvimät muutokset ovat torjunnan seurauksena tapahtuva varvikon häviäminen, siitä aiheutuvasta mikroilmaston muutoksesta johtuva sammalpeitteen tuhoutuminen ja tätä seuraava jäkäläien, lähinnä torvijäkäläien runsastuminen. Metsäntutkimuslaitoksen kokeissa on puolukkatyypin kangas voitu torjunta-aineilla muuttaa jäkälätyypin kankaaksi, ts. metsän kasvupaikkaluokka on laskenut kahdella. Mikäli lähtötilanteena olisi ollut tuore kangas, olisi kasvipeitteen perusteella määritetty metsän tuottokyvyn alentuminen ollut todennäköisesti vielä suurempi. Mainituilla kokeilla on nyt ikää 19 vuotta. Kuvattu tilanne on kesältä 1983. Kokeissa tutkittiin herbisidilaikutuksen käyttökelpoisuutta, josta johtuen torjunta-ainemäärät olivat normaalissa lehvästöruiuskutuksessa käytettäviä suurempia.

Puustoon herbisidilaikutus vaikutti siten, että vain kolmannes taimista oli elossa ja ne olivat kolmannesta lyhyempiä verrattaessa mekaanisen laikutuksen taimiin. Pituusero oli syntynyt heti viljelyn jälkeisinä vuosina. Tämän kokeen perustamisesta on aikaa 16 vuotta. Pituuserojen suhde on pysynyt jatkuvasti samana, joten myrkkyyvaikutus kerran tultuaan on kutakuinkin pysyvä. Eräässä 12 vuotta seuratussa kokeessa, jossa kerralla käytetty torjunta-ainemäärä vastasi lehvästöruiuskutus-tilannetta ja käsittely tehtiin kahtena peräkkäisenä vuonna, havaittiin puiden moninkertainen kuolleisuus kontrollialoihin verrattuna koko tutkimusjakson ajan.

Käytännön lehvästörüiskutusaloilla ei ole tehty vastaavia kokeita eikä metsämaan tuottokyvyn eli boniteetin lasku niillä tule yhtä radikaalisti esille. On kyseenalaista, tapahtuuko sitä lainkaan. Viitteitä tähän suuntaan antavat kuitenkin lukuiset tutkimukset. Jyväskylän yliopistossa tehty seurantatutkimus osoittaa, että glyfosaatilla torjutuilla alueilla puolukkasato palautuu ennalleen kolmen vuoden kuluttua, mutta mustikkasatoa ei saada lainkaan vielä kuudenkaan vuoden kuluttua. Kuten tunnettua, mustikka on paremman kasvupaikan tyyppikasvi kuin puolukka.

Fenoksiherbisidikäsitteilyn jälkeen puolukka alkoi palautua vasta neljäntenä vuonna. Mustikan palautuminen oli tällöinkin hitaampaa. Myös tuntuvasti normaalia pienemmät torjunta-ainemäärät alensivat satoja, ja yliannostuksen saaneille alueille sadon palautumisen arviointiin kestäväen paljon normaalia kauemmin. Taimikon sulkeuduttua marjasato heikkenee. Käytännössä lehvästörüiskutus johtaakin usein siihen, ettei ruiskutusaloilta saada satoa myöhemminkään.

Fenoksiherbisidien hyvänä puolena on se, etteivät ne päinvastoin kuin glyfosaatti ole akuutisti myrkyllisiä jäkälille. Poron syysravintona tärkeisiin sieniin lehvästörüiskutusten on osoitettu vaikuttavan siten, että lehtipuiden seuralaislajit, esim. monet tatit, häviävät. Myös sienten kokonaissato alenee. Erilaisista

taimikoista parhain sienisato saadaan mekaanisesti peratuilta alueilta. Sienillä on karikkeen hajottajana keskeinen tehtävä metsikön ravinnetalouden säätelijänä, ja runsas sienisato kuvastaa kasvupaikan hyvää tuottokykyä.

24. Näkymättömät vaikuttajat

Metsän tuottokykyyn vaikuttavat arvaamattoman paljon myös eläimet. Metsämaassa asustaa parhaimmillaan miljoonia selkärangattomia eläimiä jokaisella neliömetrillä. Näiden kohtaloa on tutkittu Joensuun korkeakoulussa ja havaittu, että niiden määrä ruiskutusalueilla jää vuosi vuodelta jälkeen vesottujen tai hoitamattomien alueiden eläinpopulaatioiden kehityksestä. Tätkin kautta on siis nähtävissä metsikön tuottokyvyn alentumisilmiö lehvästörüiskutusten seurauksena. Edellisten lisäksi sama osoittuu myös metsikön ravinnekiertoa koskevista tutkimuksista; kasvillisuuteen sitoutuvien ja maaperään palautuvien ravinteiden määrä on lehvästörüiskutusaloilla pienin ja vesuroiduilla aloilla suurin. Tähän väliin sijoittuvat hoitamattomat taimikot, jollaiset tosin voidaan hyväksyä vain teellisten kokeitten koealueilla, ei siis missään tapauksessa järkevän metsänhoidon osana. Sellaista tutkimusta, joka osoittaisi lehvästörüiskutuksista saatavan todellista metsätaloudellista hyötyä, ei ole toistaiseksi ilmestynyt.

3. Lehvästörüiskutusten metsänhoidolliset vaikeudet

Puhtaasti metsänhoidollisia ongelmia lehvästörüiskutuksia tehtäessä ovat torjunnan ajankohta ja taimikon tiheys. Liian aikainen torjunta tuhoaa taimikot, liian myöhäinen taas ei tuhoa vesakkoa. Oikea ajankohta voidaan tyydyttävästi määrittää taimien alkuperän ja kasvukauden tehoisan lämpösumman perusteella. Lapissa keskimäärin yksi kesä kolmesta on lehvästörüiskutuksiin liian kylmä. Soveltumattomia vuosia voi kuitenkin sattua useampia peräkkäin. Etenkin suurmetsätalouden suunnitteluun soveltuu kulloistenkin sääsuhteiden seuraaminen heikosti.

Taimikon ja vesakon tiheys on keskeinen kriteeri lehvästörüiskutusalueiden valintaohjeissa. Lentörüiskutuksen hehtaarikustannuksiin vaikuttaa ratkaisevasti käsittelyalojen suuruus. Käytännössä tapahtuukin niin, että hehtaarikustannusten minimoimiseksi pinta-alaa kasvatetaan jos jonkinlaisilla ohjeista poikkeavilla taimikoilla. Mukaan tulevat käytännöllisesti katsoen vesattomat alueet sekä toisaalta harvat ja aukkoiset taimikot. Jopa alue, jonka viljely oli taimipulan vuoksi ensin siirtynyt ja sittemmin unohtunut, on esiintynyt ruiskutusohjelmassa. Sama sinänsä asiallisten ohjeiden noudattamattomuus näkyy myös uudistamistavan valinnan ja maanmuokkauksen ohjeiden kohdalla. Luontaisen uudistamisen aloja viljellään ja vedenvai-vaamattomia aloja aurataan.

4. Vesakontorjunnan kustannukset

Kaikki vesakontorjunnan kustannuksista tehdyt selvitykset koskevat hehtaarikohtaisia suoritekustannuksia. Nämä osoittavat pelkän taimikonperkauksen lentoruiskutusta käyttäen halvimmaksi ja mekaanis-kemiallisen perkausharvennuksen kalleimmaksi. Vertailuissa on monia puutteita, kuten lentoruiskutuskustannusten keinotekoinen alentaminen, johon edellä on viitattu, sekä perkauksen ja perkausharvennuksen rinnastaminen, mutta vain yksi keskeinen heikkous: tuijotetaan taimikonhoidon suoritekustannuksiin ja unohdetaan metsiköstä sen koko kiertoaikana saatava tuotto.

Korostettaessa puuntuotannon ylivertaisuutta metsän muihin monikäyttömuotoihin nähden muistutetaan alinomaan, että yli 90 % metsästä saatavasta tulosta perustuu puuhun. Jos tässä vertailussa rajoituttaisiin samanlaiseen ajalliseen suppeuteen kuin taimikonhoidon kustannusvertailussa, havaittaisiin helposti, että metsikön kehityksen ensimmäisten 20-30 vuoden aikana 100 % metsästä saatavasta tuotosta onkin lähtöisin metsän muista monikäyttömuodoista kuin puuntuotanto, josta tällöin aiheutuu vain kustannuksia. Jos ajanrajauksen paikalle asetettaisiin paikanrajaus, voitaisiin osoittaa myös sellaisia alueita, joissa toimenpiteet tuoton maksimoimiseksi tulisikin suunnata puuntuottamisesta marjojen tuottamiseen.

Ottamalla siis taimikonhoitomenetelmiä vertailtaessa huomioon metsiköstä koko sen kiertoaikana saatava tuotto, osoittautuu sellainen taimikonhoitomenetelmä edullisimmaksi, jossa hakattavan puuston määrä ja laatu optimoituu. Varmimmin tähän päästään, kun taimikon tilaa seurataan toistuvasti ja tarpeen vaatiessa edesautetaan yksittäisten taimien kehitystä poistamalla niitä haittaava vesakko.

Lopuksi

Vastauksena otsikon kysymykseen on todettava, että kemialliseen vesakontorjuntaan liittyy niin metsäluontoon kuin myös taimikonhoidon taloudellisuuteen kohdistuvia riskejä ja ongelmia. Sen sijaan kemiallisen vesakontorjunnan todellinen rahassa mitattava hyöty on toistaiseksi tutkimuksin osoittamatta.

Jukka Valtanen

MITÄ MUUTTAISIN KÄYTÄNNÖN METSÄNHOITO-OHJEISSA

1. Voimassaolevat ohjeet

Metsähallituksen monista voimassaolevista ohjeista tärkeimmät ovat vuonna 1978 annettu ohjekirje Metsittämisestä ja metsän uudistamisesta sekä 1981 eri piirikunnille erikseen annetut ohjekirjeet metsien käsittelystä. Niiden lisäksi on vuonna 1982 annettu kirje Metsähallituksen metsien viljelymateriaalin käytön ja tuottamisen perusteista. Vanhempia ohjeita ovat 1970-luvun alkupuolella annetut istutustyöohjeet, maankäsittelyohjeet, ohjekirje metsänviljelytyömaan suunnittelusta ja kylvöohjeet, mutta niiden sisältö ja periaatteet sisältyvät suurelta osin alussa mainittuihin ohjekirjeisiin. Keskusmetsälautakunta Tapiolla ovat voimassaolevia Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet (Tapion ohjekirje 6/1980) ja Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet (3/1981). Lisäksi on piirimetsälautakuntien erikseen antamia Tapion yleisohjeita tarkempia ohjeita.

2. Tarkastelun rajaus

Jäljempänä tarkastellaan metsien käsittelyohjeita vain siltä osin, kuin ne ovat voimassa kolmannella ja neljännellä ilmastovyöhykkeellä. Kolmas ilmastovyöhyke sisältää pääosan Oulun läänistä. Neljänteen ilmastovyöhykkeeseen kuuluvat Suomussalmi, Pudasjärvi, Taivalkoski ja Kuusamo.

3. Ohjeiden tarkastelua ja muutosehdotuksia

Metsähallituksen käsittelyohjeet Pohjanmaan piirikunnan metsille. Sivulla 3 käsitellään uudistushakkuita kivennäismailla. Ohjeiden mukaan luontaisen uudistamisen käyttöä ei sallita kuivahkoilla moreenimailla eikä tuoreilla mailla taimiaineksen hankkimiseksi. Sen sijaan jo olemassaolevan taimiaineksen hyväksikäyttö näillä mailla on luvallista. Käsitykseni mukaan tätä sääntöä voitaisiin väljentää siten, että männyn luontainen uudistaminen asetetaan etusijalle kuivahkojen kankaiden mäntyvaltaisissa metsissä ja viljelyn kanssa tasaveroiseksi vaihtoehdoksi kuivahkojen kankaiden kuusivaltaisissa metsissä, joissa siemenpuiksi sopivia mäntyjä on vähintään 50 (tai 40) puuta/ha, sekä tuoreiden kankaiden mäntyvaltaisissa metsissä. Tavoiteltu siemenpuuston tiheys on 80-100 puuta/ha, jolloin muokkaus voidaan tehdä hyvin.

Luontaisen uudistamisen toteutukseen kuuluu tehokas maanpinnan paljastaminen sekä siemenpuiden poisto heti riittävän taimiaineksen ilmestyttyä. Kolmannella ilmastovyöhykkeellä tähän kuluu aikaa yleensä 2-4 vuotta. Siemenpuiden pitempiaikainen seisottaminen johtaa uudistamisen hidastumiseen, epätasaiseen ja aukkoiseen taimikkoon, vesakon etukasvuisuuteen ja jonkinasteiseen epäonnistumiseen.

Myrskyvaaran takia siemenpuumenetelmän käyttökelpoisuus on kyseenalainen soistuneilla kankailla. Samoin kan-

kaiden kosteissa notkopaikoissa siemenpuiden säilyminen on matalan juuriston takia epävarmaa.

Sivulla 6. puhutaan uudistusalan valmistuksesta ja maan kunnostamisesta. Kohdat Lautasauraus ja Auraus ovat mielestäni hyvin esitetyt, eikä niissä ole muutostarvetta.

Sivulla 7. kohdassa Kylvö esitetään yhdeksi kylvötavaksi hajakylvöä. Sen käyttö nykyistä enemmän on suositeltavaa. Tähän asiaan palaan myöhemmin uudistamisosojien sivulla 10.

Sivulla 8. on luku Taimikonhoito, perkaus ja harvennus. Ohjeiden mukaan pelkkä mekaaninen perkaus sallitaan vain silloin, kun havupuun taimikko on vähintään 3 metrin pituista. Pienemmissä taimikoissa ovat aina mukana kemikaalit, joko mekaanis-kemiallisessa tai pelkästään kemiallisessa perkauksessa. Tässä kohdin on tarvetta muutokseen. Mekaanisen perkauksen alaraja vähintään 3 metriä on syytä alentaa 1,5-2 metriin, jotta saadaan mukaan riittävästi lehtipuuainesta pitämään kurissa havupuiden oksistuminen.

Harvennuksesta sanotaan, että kylvötaimet harvennetaan noin 1 metrin mittaisina ja luontaiset taimikot 2-3 metrin pituudessa. Nämä pituudet ovat liian matalia. Jotta me saisimme kasvatetuksi edes tyydyttävän laatuista sahapuuta, on männyn taimikoiden harvennus syytä

siirtää myöhemmäksi, ehkä 4-7 metrin pituuteen. Sen sijaan perkauksesta on pidettävä tarkka huoli niin, että lehtipuut eivät pääse etukasvuisiksi. Käytännössä tässä tulee varmasti vaikeuksia, koska alueille ei voida mennä usein, ei ainakaan tiestä kaukana oleville alueille.

Liitteen 4 (Uudistamisketjutaulukko) mukaan harvennustiheyden minimi on mäntyvaltaisissa taimikoissa 1.400-1.800 kpl/ha kasvupaikasta riippuen. Metsänuudistamisoheissa sivulla 15 harvennustiheydeksi suositellaan 1 500-2 000 tainta. Sekä tämä suositus että em. minimi ova liian alhaiset laatupuun kasvattamiseen etenkin, kun lehtipuuta ei saada riittävästi tihentämään nousevaa metsikköä.

Seuraavaksi tarkastellaan Uudistamisen ohjekirjettä vuodelta 1978. Sen sivulla 3 kohdassa 12, Suojus- ja siemenpuuhakkuu, suositellaan kuusen suojuspuuhakkuun käyttämistä ja 200-300 kuusisiemenpuuta/ha. Kuusen uudistaminen suojuspuuasennolla on teoriaa. Käytännössä se ei näytä tuottavan riittävän nopeata tulosta. Se on tavattoman hidas. Käsitykseni mukaan kuusi on aina uudistettava viljellen silloin, kun taimiainesta ja taimikkoa ei jo ole valmiina.

Sivulla 10. alhaalla puhutaan hajakylvöstä ja sanotaan, että hajakylvöä käytetään kevättalvella tai keväällä laajoilla uudistusaloilla sekä kulotusaloilla,

missä pintakasvillisuudesta ei taimen alkukehitykselle ole haittaa. Hajakylvöä voidaan käyttää myös muokattulla uudistusosalalla. Seuraavalla sivulla kuitenkin hajakylvö rajataan melko vähäksi, sillä laikutetuilla ja mätästetyillä aloilla kylvö tehdään ruutu- tai vakoruutukylvönä ja auratuilla aloilla viirukylvönä. Näin hajakylvö rajoittuu alueille, jotka on muokattu metsä-äkeellä eli lautasauralla. Ohjekirjeen liitteessä, jossa on taulukko toimenpideketjuista, hajakylvöä suositellaan kolmannessa ilmastovyöhykkeessä eli pääosassa piirikuntaa karukko- tai kuiville kankaille, jotka uudistuvat luontaisesti ja joissa ensimmäisellä sijalla onkin avohakkuu luonnonsiemennykselle. Hajakylvöä suositellaan myös kuivahkojen kankaiden lajittuneille maille, ohutkunttaisille ja kivisille alueille, joissa muokkauksena on edelleen lautasauraus. Sen sijaan ohutkunttaisille moreeneille se on suositeltu vasta toiselle sijalle pienten taimien jälkeen. Näennäisistä monista mahdollisuuksista huolimatta hajakylvöllä ei kuitenkaan ole sijaa toteutusratkaisuissa. Käsitykseni mukaan hajakylvöä on syytä käyttää nykyistä enemmän.

Sivulla 15 annetaan harvennussuositukset taimikonhoidossa. Tästä asiasta oli puhetta jo edellä käsittelyohjeissa.

Sivulla 28 puhutaan luvussa 1122, Moreenimaat, hakkuutapa, uudistushakkuutavan valinnasta. Kysymyksessä on valtion maiden pinta-alaltaan suurin ryhmä. Uudistus-

hakkuutapana käytetään avohakkuuta metsänviljelyä varten. Jo luontaisesti uudistuneilla aloilla, kun kelvollinen taimiaines on olemassa, suoritetaan siemenpuiden tai ylispuiden poisto. Tässä on kysymys samasta asiasta, mikä edellä jo mainittiin, että normaaleilla moreenimailla taimiaineksen hankkimista luontaisella uudistamisella ei sallita. Vain louhikoissa säännöstä on joustettu. Siellä siemenpuumenetelmää voidaan käyttää taimiaineksen hankkimiseen.

Tapion Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeista puutun neljään kohtaan:

Ensimmäisenä uudistuskypsyden määrittäminen (luku 1, Uudistushakkuut). Nyt on käytössä uudistuskypsyysikä ja uudistuskypsyys keskiläpimitan perusteella, joista päätellään, onko metsikkö uudistettavissa vai ei. Näiden lisäksi mainitaan, että kasvun tai kasvukunnon poiketessa uudistuskypsyysvaiheen keskimääräisestä tilanteesta uudistushakkuuta voidaan lykätä tai jouduttaa 10 vuotta. Tässä asiassa antaisi enemmän painoa puuston senhetkisellem kasvulle. On puustoja, metsiköitä, joiden ikä ei vielä yllä tavoiteikään ja läpimita on liian pieni, mutta jostakin metsikköhistoriallisesta syystä kasvu on niin heikko, ettei ole järkevää metsikön seisottaminen ja odottaminen siihen asti, että nuo tietyt rajat saavutetaan. Siis kasvuprosentille pitäisi antaa nykyistä enemmän merkitystä.

Kohta 131, Luontainen uudistaminen. Asia on sanottu hyvin: "Luontaista uudistamista pyritään käyttämään aina kun siihen on riittävät edellytykset". Ohje on selvä, mutta sen sovellutus näyttää riippuvan paljon piirimetsälautakunnasta ja metsäammattimiehistä. Männyn luontaisen uudistamisen siemenpuumäärästä sanotaan, että siemenpuita jätetään kasvupaikan hyvydestä riippuen 50-150 kpl/ha ja ne voivat olla ryhmissäkin. Kivikoille, louhikoille ja rämeille voidaan jättää siemenpuita vähemminkin kuin 50. Muhoksen tutkimusasemalla menossa olevien selvitysten mukaan näyttää siltä, että tuota 50:nen alarajaa voitaisiin pudottaa 40:nen tienoille, mutta tavoitteeksi on syytä asettaa noin 80-100 siemenpuita, joilla saadaan nopeampi ja siten parempi tulos kuin vähemmällä puustolla. Alentamalla siemenpuuston alarajavaatimus 40:een voidaan luontaisen uudistamisen käyttöä jonkin verran laajentaa.

Kuusen luontaisesta uudistamisesta puhutaan kohdassa 131.2. Siitä sanotaan, että suojuspuuhakkuuta voidaan käyttää lehtomaisilla kankailla, joilla on jo taimia ja pääosa jätettävästä suojuspuustosta on mäntyä tai lehtipuita. Suojuspuita jätetään 100-150 kpl/ha. Tässä kuusen luontaiseen uudistamiseen otetaan aivan erilainen kanta kuin metsähallituksen ohjeissa. Mielestäni tämä Tapion ohje johtaa hyvään tulokseen. Kuitenkin vaatimus, että mäntyä ja lehtipuita pitää yhteensä olla enemmän kuin kuusta, on liian tiukka.

Viimeisenä kohtana Tapion ohjeissa on luku 5, Taimikon perkaus ja harvennus. Tässä on tavoitteena, samoin kuin metsähallinnon puolella, kertahoito, eli taimikko saadaan kuntoon kertatyöllä. Asiassa tulee eteen metsänhoitotekninen vaikeus, jos pyritään hyvään lopputulokseen, ja se merkitsee ainakin usein ristiriitaa ihanteen ja käytännön mahdollisuuksien välillä. Tapion ohjeen mukaan kylvötaimikot hoidetaan kuntoon ja harvennetaan 1-2 metrin pituisina ja muut taimikot 1-3 metrin pituisina ja kookkaat rästitaimikot ovat sitten toissijaisia kohteita. On huomautettava, samoin kuin metsähallinnon ohjeiden puolella, että tällä tavalla emme pääse hyvään laatuun.

4. Yhdistelmä

Männyn luontaista uudistamista on syytä käyttää nykyistä enemmän, koska sillä näkyy saatavan aikaan terveet taimikot niissäkin tapauksissa ja sellaisilla alueilla, missä viljelytaimikot tuhoutuvat. Viljelyn onnistumisessa ei ole enää sitä heikkoutta kuin takavuosina, mutta lopullinen metsittyminen näyttää olevan vielä niin epävarmaa, että luontainen uudistaminen eräistä sen hankaluuksista huolimatta on asetettava etusijalle useammassa tapauksessa kuin tähän asti on tehty.

Kuusen luontaisesta uudistamisesta voidaan sanoa, että se on liian hidas menetelmä, jos taimia ei jo ole. Missä kuusen aktiiviseen uudistamiseen mennään, se on

tehtävä viljelemällä ja käyttämällä perusteellista maanmuokkausta. Kuusi näyttää erikoisesti hyötyvän metsäaurauksesta.

Kolmantena uudistamisasiana haluan lisätä hajakylvön osuutta uudistamispinta-alasta.

Taimikonhoidossa ja metsikön kasvatuksessa suosittelen seuraavanlaista ohjelmaa:

Ensimmäinen perkaus tehdään lehvästöruiskutuksena silloin, kun havupuutaimikko on noin puolimetristä. Tällä tavalla estetään mekaanisen työn tuloksena syntyvän vesakoivikon kehittyminen ja saadaan terveitä siemensyntyisiä koivuja sekapuiksi nousevaan metsään. Nykyisin tavoin me joudumme yleensä taistelemaan vesasyntyisiä koivuja ja muuta vesasyntyistä lehtipuuainesta vastaan, emmekä saa siemensyntyisiä lehtipuun taimia, joita me tarvitsemme. - Sen jälkeen taimikko kasvatetaan tiheänä 4-7 metrin pituuteen. On pidettävä huolta siitä, että lehtipuu ei pääse etukasvuisiksi. Tällä tavalla saadaan todella hyvää laatua. Nykyisillä tavoilla saadaan vain näennäisesti hyvää laatua, jossa päätehakkupuusto on enintään tyydyttävää laadultaan. Tyvitukki on pinnalta hyvä, mutta pinnan alla ovat heti oksat vastassa. - Koivulla on yleisesti myönnetty olevan hyviä vaikutuksia ja niitä on ilmeisesti enemmän kuin toistaiseksi on ilmoitettu ja kirjoissa opetettu. Sen takia lehtipuuainesta kasvatetaan paljon ensiharvennuk-

seen asti, ehkä 30-40% puuston määrästä. Ensimmäisessä pinotavaran hakkuussa saadaan koivua enemmän kuin havupuuta, ja sen jälkeen on koivun osuus tuoreilla mailla ja kuivahkojen kankaiden paremmalla osalla 10-15 %. Näin ensimmäisestä harvennushakkuusta alkaen maan tuototokyky keskitetään havupuihin, ja sen jälkeen hakkuissa kertyvä koivumäärä on pieni. Tällä tavalla ei tuoteta koivua liian paljon. Kuitenkin koivun suosiminen alkuvaiheessa saa aikaan sen, että saamme koivusta täyden hyödyn ja maan kunnon hoito järjestyy koko metsän kiertoaikaa varten. Kuivahkoilla ja kuivilla mailla koivun osuus on luonnollisesti pienempi.

Edellä tehdyt huomautukset ovat itse asiassa hyvin vaatimattomia. On syytä todeta, että nykyisin voimassa olevat metsähallinnon ja Tapion metsänhoito-ohjeet ovat hyvin kohdalleen osuneet ja pitkän kokemuksen tuloksena syntyneet. Niilläkin varmaan päästään ainakin tyydyttävään tulokseen, kun niitä huolellisesti noudatetaan.

Kaarlo Kinnunen

PYSYVÄT SEURANTAKOKEET METSÄNUUDISTAMISEN JA TAIMIKON-
HOIDON TUTKIMUKSISSA

Yleensä taimikoiden inventoinnissa on käytetty kertakoealoja, koska siten saadaan nopeasti tietoa senhetkisestä tilanteesta taimikoissa. Selvää kuitenkin on, että mikäli halutaan tarkempaa tietoa taimikoiden kehityksestä, tarvitaan kertakoealojen ohella myös pysyviä koealoja. Niiden haittapuolena taas on tiedonsaannin hitaus. Ilmeistä onkin, että paras kuva metsänuudistamisen tapahtumaketjusta ja taimikonhoidon vaikutuksesta saadaan käyttämällä sopivassa suhteessa sekä kertakoealoja. Synteesin teko edellyttää vielä kokeellisten ja inventointitutkimusten tulosten yhdistämistä.

Kestokoealojen perustaminen ja seuranta on huomattavasti työläämpää kuin kertakoealojen. Ongelmana on esim. tutkittaessa hoitotoimenpiteiden suoritusta käytännössä, merkitä koealat siten, että itse ne löytää, mutta maanomistaja ei tiedä kohteen olevan tarkkailun alla. Paras olisi, jos maastoon ei tarvitsisi tehdä mitään merkintöjä, vaan koealat paikannettaisiin suunnan ja etäisyyden avulla selvistä maastomerkeistä käsin. Tällöin on kuitenkin uusintainventoinneissa vaikea määrittää koealan keskipiste tarkalleen samaksi. Länsi-Suomeen perustetussa kestokoeala-aineistossa koealojen keskipisteet merkittiin pienillä muovitikuilla,

jotka sulautuivat yleensä pintakasvillisuuteen siten, että niitä oli vaikea huomata, mutta ne löytyivät kuitenkin suunnan ja etäisyyden avulla etsittäessä.

Kestokoealojen etuna on otantavirheen poistuminen käytettäessä uusintainventoinnissa täsmälleen samoja koealoja. Vaikeutena on tosin se, että aloitettaessa seuranta alusta pitäen (mikä on tarpeen, jos halutaan selvittää koko tapahtumaketju), joudutaan käyttämään pieniä koealoja, kun taas taimikon varttuessa on tarpeen käyttää suurempia koealoja kuin alussa. Em. Länsi-Suomen inventointitutkimuksessa käytettiin 4 neliömetrin aloja, jotka sijaitsivat 25 koealan rypäissä. Seuraavassa inventoinnissa, joka tehdään taimikoiden tullessa 20-vuotiaiksi, luovutaan pienistä koealoista ja muodostetaan rypäistä yksi iso koeala (400 neliötä).

Uudessa metsänuudistamisen inventoinnissa taimien paikat määritetään tarkasti suunnan ja etäisyyden avulla. Täten saataisiin erinomainen lähtöaineisto taimikoiden myöhemmälle seurannalle, jos koealojen keskipisteet merkittäisiin maastoon siten, että ne olisivat myöhemmin löydettävissä. Ainakin osasta uudistusaloja kannattaisi näin muodostaa pysyviä koealoja myöhempää seurantaa varten.

Metsänhoidon tutkimusosastolla oli noin 550 pysyvää koekenttää eri puolilla maata vuoden 1983 alussa. Valtaosalla niistä selvitetään metsänuudistamisen eri vai-

heita. Taimikonhoitokokeita on sen sijaan perustettu melko vähän, ja tarve niiden lisäämiseen ja monipuolistamiseen on ilmeinen. Istutuskokeiden osuus osaston pysyvistä kokeista oli suurin, 360 koekenttää. Kylvökoekenttiä oli vain 29 ja luontaisen uudistamisen kenttiä 10. Tosin on otettava huomioon, että varsin monessa istutuskokeeksi kirjatussa kokeessa kylvö on yhtenä koejäsenenä mukana, joten todellinen tilanne kylvön osalta ei ole niin heikko kuin tilasto osoittaa.

Viljelykokeilla on myös mahdollista tarkastella reunametsän ja hakkuutähteiden avulla tapahtuvaa luontaista uudistamista, mutta vartavasten perustettujen luontaisen uudistamisen kokeiden määrä on todella vähäinen, ja näistäkin pääosa on mäntyaloja (mänty 6, koivu 3, kuusi 1 kpl). Painopistettä kokeiden perustamisessa olisikin siirrettävä kylvön ja luontaisen uudistamisen suuntaan. Tätä on jo tapahtunutkin. Vielä tärkeämpää kuin luontaisen uudistamisen ja kylvökokeiden perustaminen, olisi eri uudistamismenetelmien riittävän suuri-alaisten rinnakkaisvertailujen perustaminen.

Tällä hetkellä tietomme eri uudistamismenetelmien antamista tuloksista perustuvat suurelta osin joko käytännön uudistusalojen kertainventointeihin, jolloin menetelmät ovat jo valikoituneet eri kasvupaikkatyypeille, tai erillisiin tutkimuksiin, joiden koealojen kasvupaikat ovat niinikään olleet keskenään erilaiset. Kylvöä ja istutusta on verrattu monissakin kokeissa,

mutta ruutukoko on ollut yleensä varsin pieni tai kokeet ovat olleet rivikokeita, joten pitempiaikaiseen seurantaan ei ole ollut mahdollisuutta.

Pysyvillä seurantakokeilla on tärkeä osuutensa kokonaiskuvan luomisessa metsänuudistamisen tapahtumista. Tapauskohtaisesti on kuitenkin harkittava, mikä menetelmä kulloinkin parhaiten soveltuu tutkimuksessa käytettäväksi. Pysyvien koealojen ylläpidosta ei myöskään saisi muodostua sellaista rasiitetta, että se estäisi uusien ideoiden toimeenpanon.

METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTO

Tutkijaluettelo 1.1.1984 toimipaikoittain

HELSINKI

Lähde, Erkki, MMT, prof.
Raulo, Jyrki, FT, erikoistutkija
Jukola-Sulonen, Eeva-Liisa, FT
Linnilä, Kimmo, FK
Lyly, Olavi, FK, MMK
Nieminen, Jarmo, MH
Rummukainen, Ukko, MMM
Werren, Mark, B.Sc.(Hons.)For.

JOENSUU

Parviainen, Jari, MMT

MUHOS

Valtanen, Jukka, MML
Kubin, Eero, FL
Oikarinen, Matti, MH

PARKANO

Laiho, Olavi, MMT
Kinnunen, Kaarlo, MML
Raitio, Hannu, FK

ROVANIEMI

Norokorpi, Yrjö, MMT, erikois-
tutkija
Mäkitalo, Kari, MH
Sepponen, Pentti, FL
Tikkanen, Eero, FK

SUONENJOKI

Pelkonen, Paavo, MMT
Lappi, Juha, FK
Rikala, Risto, MH
Rossi, Pekka, MH
Saksa, Timo, MMK

Sivulliset tutkijat

Helle, Timo, FT
Huuri, Olavi, MMT, prof.H.C.
Jalkanen, Esko, MH
Kanninen, Markku, MML
Puttonen, Pasi, MMK
Smolander, Heikki, MML
Sutinen, Marja-Liisa, FK
Vapaavuori, Elina, MMK

Rovaniemi
Helsinki
Helsinki
Helsinki
Helsinki
Suonenjoki
Rovaniemi
Suonenjoki

Kansikuva: Herbisidilaikussa (vasen) ja käsittelemättömällä alalla (oikea) kasvavat noin kymmenvuotiaat männyntaimet. Mittakaava 1:1. Laanilan kokeilualue. Kuva Martti Mikkonen 1983.