

METSÄNHOITOTIETEELLINEN TUTKIMUS
SUOMESSA VUOSINA 1909—1959

PEITSA MIKOLA, ESKO KANGAS JA LEO HEIKURAINEN

HELSINKI 1959

Sisällys

	Sivu
Johdanto	3
Kasvupaikat ja kasvillisuus	4
Puiden ja metsiköiden biologia	11
Metsänhoidon menetelmät	20

Lyhennyksiä

AFF	Acta Forestalia Fennica
ASFFF	Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica
Com. For.	Commentationes forestales
MA	Metsätaloudellinen Aikakauslehti
MTJ	Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja (Metsätieteellisen Koelaitoksen julkaisuja, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja)
SF	Silva Fennica
SMYJ	Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja (Finska Forstföreningens Meddelanden)
SMYV	Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Vuosikirja

Johdanto

Voidaan perustellusti sanoa, että metsätieteellinen tutkimustyö itsenäisenä tutkimusalana Suomessa alkoi 1909. Alkuaikoina tämä tutkimus oli suurimmaksi osaksi biologista käsitellen sekä metsänhoidon perusteita että käytännöllistä metsänhoitoa. Tosin metsänhoidollisia tutkimuksia ja kokeita oli tehty ja tuloksia julkaistu jopa toista sataa vuotta aikaisemmin, mutta tuo varhaisempi tutkimus ei ollut jatkuvaa, vaan hajallista, eri tahoilla ilmenevää orastamista. Toisaalta se osoitti, että sekä tutkimuksen tarvetta että harrastusta sitä kohtaan oli runsaasti olemassa. Metsänhoidon perustana olevalla kasvitieteellisellä tutkimuksella on Suomessa myös vanhat juuret. Ulkoiset edellytykset jatkuvalle tieteen vaatimukset täyttävälle metsätieteelliselle tutkimukselle loi metsäopetuksen aloittaminen Helsingin yliopistossa 1908, ja 1909 perustettu Suomen Metsätieteellinen Seura kokosi ympärilleen ne aktiiviset tutkijavoimat, mitä maassamme tuolloin oli, sekä yhdessä yliopiston kanssa ryhtyi kasvattamaan uutta tutkijapolvea metsätieteiden työkentälle.

Siitä metsänhoidollisesta tutkimuksesta, mitä Suomessa oli tehty ennen Suomen Metsätieteellisen Seuran perustamista ja mainitun seuran nuoruusvuosina, on olemassa seikkaperäinen katsaus sekä suomen- että englanninkielisenä L. Ilvessalo 1926 AFF 31). Seuraavassa tarkastelussa keskitytään sen vuoksi etupäässä siihen kehitykseen, mitä metsänhoitotieteen alalla maassamme on tapahtunut mainitun katsauksen ilmestymisen jälkeen, kosketellen aikaisempia tutkimuksia vain siinä määrin, kuin se myöhempien taustaksi on tarpeen. Aluksi lienee kuitenkin paikallaan lyhyesti todeta ne muutokset, mitä tutkimuksen ulkoisissa edellytyksissä on tapahtunut.

Suomen Metsätieteellisen Seuran toiminnan ensimmäistä vuosikymmentä, 1909—1919, voidaan pitää metsänhoidollisen tutkimuksen järjestäytymisen aikana, jolloin tutkimussuunnat ja aihepiirit hahmottuivat ja silloisessa suppeassa tutkijajoukossa jo ilmeni erikoistumista tutkimuskentän eri sektoreihin. Ulkoiset edellytykset olivat vielä sängen vaatimattomat, tutkimustyö rajoittui miltei kokonaan yliopiston ja Suomen Metsätieteellisen Seuran piiriin. Lisäksi aika oli poliittisesti levotonta ja taloudelliset vaikeudet olivat suuret. Suomen

Kirjoittajista on Esko Kangas koonnut metsätuhoja ja metsänsuojelua koskevan aineiston sekä Leo Heikurainen soita ja metsäojitusta koskevan aineiston. Muun aineiston on koonnut Peitsa Mikola, joka myös on suorittanut varsinaisen kirjoittamisen.

valtiollisen itsenäisyyden saavuttaminen (1917) ja Metsätieteellisen koelaitoksen perustaminen (1918) merkitseekin uuden ajanjakson alkamista Suomen metsätieteen historiassa. Kaksi seuraavaa vuosikymmentä, 1919—39, oli nousun ja kehityksen aikaa Suomen talous- ja kulttuurielämän kaikilla aloilla, ja myös metsätiede seurasi kehityksen mukana. Kasvava metsäteollisuus toi metsätalouden ja metsien hoidon merkityksen yleiseen tietoisuuteen, ja käytännössä tuli esiin yhä uusia kysymyksiä, joihin tieteeltä odotettiin vastausta. Tutkijavoimia lisättiin niin yliopistossa kuin tutkimuslaitoksessa, joihin kahteen laitokseen metsänhoidon tutkimus suurimmaksi osaksi oli edelleen keskittyneenä.

Tämän kehityksen katkaisi v. 1939 syttynyt sota, joka seuraamuksineen piti tutkimustoiminnan miltei lamassa jokseenkin koko seuraavan vuosikymmenen.

Suomen Metsätieteellisen Seuran tähänastisen toiminnan viimeinen vuosikymmen, 1949—59, on liian lähellä kriittistä kokonaiskatsausta varten. Sen kohdalla voidaan kuitenkin tarkastella, mihin saakka tutkimuskentän eri kais-toilla on edetty. Uusimmalle ajalle on ominaista yhä nopeampi kehityksen tempo kaikilla aloilla ja sen esiin nostamat yhä uudet kysymykset, jopa kokonaan uudet tutkimusalatkin. Sodan jälkeiset vaikeudet on suurelta osalta voitettu, tutkimustyön mahdollisuudet ovat jälleen parantuneet, mutta tutkimuksessa on ollut otettava kiinni ne vuodet, mitä sodan vuoksi menetettiin. Metsänhoidollisen tutkimuksen paras apulainen, aika, on kuitenkin tehnyt työtään. Monet jo vuosikymmeniä sitten perustetut kokeet ovat vasta äskettäin ruvenneet antamaan tuloksia, ja myös käytännön kokemuksia on käytettävissä aivan toisella tavalla kuin aikaisempina vuosikymmeninä, joskin varhaisempien aikojen arvokkain tutkimusaineisto, luonnontilaiset metsät, vastaavasti on suurimmaksi osaksi menetetty. Tapahtunut muutos kuvastuu selvästi tutkimusten aihepiireissä.

Kasvupaikat ja kasvillisuus

Suomen Metsätieteellinen Seura aloitti julkaisusarjansa Acta Forestalia Fennica v. 1909 A. K. Cajanderin tutkimuksella »Über Waldtypen». Se jo viitoitti suunnan, millä metsäntutkimuksen pääpaino lähivuosina tuli olemaan. Cajanderin esittämä metsätyyppioppi, kasvupaikkojen jako kasviyhdyksuntien perusteella, on siitä saakka ollut kasvupaikkojen luokituksen pohjana niin metsänhoidollisissa tutkimuksissa kuin käytännöllisessä metsänhoidossakin ja Y. Ilvesalon (1920 AFF 15) julkaisun ilmestyttyä myös taksatorisissa tutkimuksissa.

Klassilliseksi muodostuneessa julkaisussaan »Über Waldtypen» Cajander kuvasi Suomen eteläosassa ja Saksassa tavattavia kovan maan metsätyyppejä. Tutkimuksessaan »Studien über die Moore Finnlands» (AFF 2 1913) hän laajensi tyyppijärjestelmäänsä käsittämään myös suometsät ja metsättömät suot. Myöhemmissä tutkimuksissaan Cajander (esim. 1921 AFF 20, 1923 AFF 25, 1925—

26 AFF 29, 1930 SF 15) täydentää ja selventää edelleen metsätyyppioppiaan, ja hänen viimeistelemässään muodossa se on esitetty myös englanninkielisenä hänen kuolemansa jälkeen toimitetussa muistojulkaisussa (1949 AFF 56).

Kuluneina vuosikymmeninä on metsäkasvillisuuden ja metsätyyppien tutkimus jatkunut leveällä rintamalla. Aiheen laajuus sekä ilmestyneiden julkaisujen paljous pakottaa rajoittamaan tarkastelun etupäässä niihin tutkimuksiin, jotka välittömimmin ovat liittyneet metsänhoitoon ja jotka ovat ilmestyneet pääasiassa Suomen Metsätieteellisen Seuran ja Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoissa. Pohjois-Suomessa tavattavat metsätyypit kuvattiin jo varhain (Lakari 1920 AFF 14; Kujala 1921 AFF 18, 1929 MTJ 13), mutta täydentäviä selvityksiä sekä Etelä- että Pohjois-Suomen tyyppien osalta on suoritettu viime aikoihin saakka (Kujala 1926 MTJ 10, 1928 MTJ 13, 1936 MTJ 22; Sarvas 1951 MTJ 38, A. Kalela 1952 MTJ 40; Teivainen 1952 Ann. Bot. Vanamo 25; Sirén 1955 AFF 62; Keltikangas 1959 AFF 69; ym.).

Suomen ulkopuolella ovat suomalaiset tutkijat kuvanneet metsätyyppejä mm. Itä-Karjalassa (Linkola 1917 AFF 7; Kalliola 1943 MTJ 31), Virossa (Linkola 1929—30 AFF 34 ja 36), Keski-Euroopassa (Cajander 1909 AFF 1; Linkola 1924 Veröff. Geobot. Inst. Rübél; Kujala 1936 MTJ 22) sekä Pohjois-Amerikassa (Auer 1928 MTJ 13; Y. Ilvessalo 1929 AFF 34; Kujala 1945 Ann. Acad. Sci. Fenn.). Näissä tutkimuksissa on todettu parallelisten tyyppisarjojen esiintyminen eri seuduilla (Kujala 1938 MTJ 27).

Eri metsätyyppien runsaudesta ja alueellisesta esiintymisestä on saatu yksityiskohtaiset tiedot valtakunnan metsien inventoinneissa. Uusimmat, vv:n 1951—53 inventointiin perustuvat tiedot on esitetty sekä vesistöalueittain että metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain (Y. Ilvessalo 1957 MTJ 47).

Metsätyypit pyrittiin luonnollisesti kuvaamaan ja rajoittamaan mahdollisimman puhtaina, sellaisina kuin ne esiintyvät luonnontilaisissa metsissä. Mutta niiden tarkempi tunteminen ja hyväksikäyttö metsänhoidossa on vaatinut tutkimaan kasviyhdyksuntien kehitystä myös ihmisen vaikutuksen alaisissa metsissä. Niin on tutkittu kulttuurin vaikutuksia metsäkasvillisuuteen (Linkola 1916 ASFFF 45), laiduntamisen vaikutusta (Hertz 1934 AFF 40) sekä metsäpalojen vaikutuksia erityisesti Pohjois-Suomessa (Kujala 1926 MTJ 10; Sarvas 1937 SF 44).

Oman laajan ryhmänsä kasvupaikkoja ja kasviyhdyksuntia koskevassa tutkimuksessa muodostavat suotyypit tutkimukset. Alkaen Cajanderin tunnetusta »Studien über die Moore Finnlands» (1913 AFF 2) on suotyypien tutkimus tapahtunut suureksi osaksi erillään kovan maan metsätyyppien tutkimuksesta. Suontutkimusten suhteellisen suureen osuuteen on kaksi luonnollista syytä: ensiksikin soiden osuus Suomen maa-alasta on huomattavan suuri, noin kolmannes, ja toiseksi jo Cajander totesi suotyyppejä olevan huomattavasti enemmän kuin kovan maan metsätyyppejä (suometsiä hän erotti yli 30 tyyppiä ja lisäksi yli 40 metsätöntä suotyyppeä). Lisäksi suot ovat yleensä säilyneet luonnontilai-

sempina kuin kangasmaiden metsät ja siksi tarjoavat monessa tapauksessa kiihollisemmän tutkimuskohteen.

Soilla suoritettu tyyppijako eroaa kovien maiden tyyppijaosta sikäli, että kun kangas- ja lehtometsissä tyyppien toisistaan erottaminen perustuu kokonaan pintakasvillisuuteen, niin soilla erotetaan päätyypit puulajin perusteella (mäntyä kasvavat rämemetsät sekä kuusta ja lehtipuuta kasvavat korpimetsät) ja niiden sisällä tapahtuu tarkempi jako pintakasvillisuustyyppeihin. — Olenainen ero on myös siinä, että kun kovan maan metsätyyppi kuvastaa kaikkien kasvupaikkatekijäin yhteisvaikutusta, ts. kasvupaikan viljavuutta, niin soilla kasvillisuus osoittaa lähinnä vain kasvualustan ravinteisuutta. Suotyypistä on siten tullut arvokkain ohje arvioitaessa soiden metsäoijituskelpoisuutta, ts. oijituksen jälkeistä puuntuottokykyä.

Cajanderin jälkeen ovat Suomen suotyyppejä kuvanneet mm. Warén (1926 ASFFF 55), Paasio (1933 AFF 39, 1936 AFF 44, 1941 AFF 49), Tuomikoski (1942 Ann. Bot. Vanamo 17) ja Heikurainen (1953 Ann. Bot. Vanamo 26).

Suotyyppeiden hyväksi käyttöä käytännöllisessä metsänhoidossa on vaikeutanut tyyppien suuri lukumäärä sekä tyyppien erottamiseen vaadittava melkoinen kasvituntemus. Tämä on antanut aiheen sekä monien käytännöllisten tyyppimääritysohjeiden laatimiseen (tunnetuimmat niistä Lukkalan sekä Lukkalan ja Kotilaisen laatimat) sekä pyrkimykseen tyyppijärjestelmän yksikertaistamiseen. Viimeksi on Huikari (1952 SF 75) esittänyt sangen yksinkertaisen jaoittelun ja määrityskaavan nimenomaan käytännön metsänoijittajia varten.

Kuten edellisestä on käynyt ilmi, on kasvillisuus kasvupaikan laadun kuvastajana ollut Suomessa jatkuvasti monien tutkijain mielenkiinnon kohteena. Itse kasvupaikkatekijöitä, metsämaata ja ilmastoa, sekä niiden suhdetta kasvillisuuteen ja metsänhoitoon on tutkittu paljon vähemmän. Järjestelmällinen metsämaan tutkimus alkoi varsinaisesti vasta Metsäntutkimuslaitoksen perustamisen jälkeen, ja suuri osa tällä alalla suoritetusta työstä on V. T. Aaltosen tekemää.

Suomen metsämaiden jakaantumisesta eri maalajien, ennen kaikkea mineraali- ja turvemaiden, kesken sekä eri maalajien alueellisesta esiintymisestä on saatu tiedot valtakunnan metsien inventointien yhteydessä (Aaltonen 1941 MTJ 29), samoin suomaiden turvekerroksen paksuuden vaihtelusta (Y. Ilvessalo 1957 MTJ 47).

Metsämaan ominaisuuksiin kohdistuva tutkimus on ennen kaikkea pyrkinyt selvittämään maan ominaisuuksien ja metsätyypin sekä puuston kasvun välisiä riippuvuussuhteita. Ensimmäinen tällainen tutkimus perustui siihen laajaan koelä-aineistoon, joka kertyi Y. Ilvessalon kasvu- ja tuottotaulukoiden laadintatyössä (Valmari 1921 AFF 20; Y. Ilvessalo 1923 AFF 25). Samoihin aikoihin selvitti Lukkala (1920 AFF 16) suotyypin ja pintaturpeen ominaisuuksien välistä suhdetta. Aaltonen tutki metsätyypeittäin aluksi maan happamuutta (1925 MTJ 9) ja typen mobilisaatiota (1926 MTJ 10). Edelleen Aaltonen on käsitellyt

kysymystä kasvupaikan hyvyyden määrittämisestä maan ominaisuuksien perusteella (1937 MTJ 25), ja Viro (1947 MTJ 35) on tutkinut maan viljavuuden — metsätyypin ja puuston valtapituuden perusteella mitattuna — sekä maan rae- kokoomuksen välistä suhdetta. Viro on erityisesti kiinnittänyt huomiota maan kivisyyteen, jonka määrittämiseksi hän kehitti käytännöllisen koetusmenetelmän (1952 MTJ 40), ja sen vaikutukseen kasvupaikan viljavuuteen. Suomen metsämaiden kivisyydestä on saatu kokonaisselvitys valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä (Viro 1958 MTJ 49).

Ravinteiden määrä metsämaassa sekä sen suhde metsätyyppiin ja puuston kasvuun on ollut laajojen tutkimusten alaisena Metsäntutkimuslaitoksessa, ja männiköiden osalta on tuloksia julkaistu (Viro 1951 MTJ 39). Näissä tutkimuksissa on kiintein riippuvuus todettu maan kalkkipitoisuuden ja viljavuuden välillä. Kalkin merkitykseen viljavuustekijänä on kiinnitetty huomiota jo varhaisissa tutkimuksissa (esim. Pesola 1926 Ann. Soc. Vanamo 9), ja viljavimpina alueina Suomessa tunnetaan ne seudut, missä peruskallio sisältää suhteellisesti eniten kalsiumkarbonaattia ym. emäksisiä kivilajeja, kuten mm. valtakunnan metsien inventointien tulokset osoittavat. Maalajin ja metsätyypin välistä suhdetta on tutkittu myös valtakunnan metsien inventointien tulosten valossa (Y. Ilvessalo 1933 MTJ 18; Aaltonen 1941 MTJ 29).

Aaltonen (1950 MTJ 37, 1955 MTJ 45) on tutkinut myös puiden lehtien ja neulasten kemiallisen koostumuksen ja kasvupaikan ravinteisuuden välistä suhdetta. Riippuvuus on havumetsissä osoittautunut melko heikoksi ja sen mukaan siis kangasmailla puiden lehtianalyysi soveltuu huonosti kasvupaikan hyvyyden mittaamiseen.

Enemmän kuin mineraalimailla on kasvillisuuden ja maan ravinteisuuden välistä suhdetta tutkittu soilla. Nämä tutkimukset, joiden päätavoitteena on ollut erilaisten soiden metsätaloudellisen oijituskelpoisuuden arvioiminen, ovat läheisesti liittyneet niihin tutkimuksiin, jotka ovat tähänneet soiden maataloudelliseen käyttöön (Kotilainen, Kivinen ym.). Näiden tutkimusten ansiosta tunnetaan suokasvien ekologia miltei paremmin kuin kangasmetsien kasvien. Niiden yhteydessä ovat vakiintuneet myös turvelajien luokitus sekä turpeiden tutkimus- ja määritysmenetelmät; turpeiden ominaisuuksien on todettu kiinteästi riippuvan niiden kasvilajikoostumuksesta, mikä puolestaan antaa vahvan tieteellisen perustan suotyyppeiden käytölle soiden maa- ja metsätaloudellisen käyttöarvon tunnuksina.

Vertailevia tutkimuksia eri metsätyyppeiden maan mikrobiston välillä on ensimmäisenä suorittanut Svinhufvud (1937 AFF 44) sekä myöhemmin orientoivasti Gyllenberg, Hanioja ja Vartiovaara (1954 AFF 62). Sekä kovien metsämaiden että soiden mikrobisto on parhaillaan laajempien tutkimusten alaisena. Maan eläimistöä on toistaiseksi tutkittu vähän, mutta jo tähän mennessä on todettu suuria eroja eri metsätyyppeiden välillä (Karppinen 1958 Ann. Zool. Vanamo 19).

Metsämaan syntyä ja kehitystä, maannostumista, koskevat tutkimukset ovat erityisesti kohdistuneet Suomen metsämaille ominaiseen podsolimaannokseen. Alustavien tutkimusten, jotka koskivat raudan saostumista (Aaltonen 1923 AFF 25; Lukkala 1920 AFF 16), jälkeen on perusteellinen selvitys podsoloitumisesta suoritettu Metsäntutkimuslaitoksessa laajan aineiston pohjalla (Aaltonen 1935 MTJ 20, 1939 MTJ 27, 1941 MTJ 29 ja 1947 MTJ 35). Vertaamalla ns. vanhoja maita nuorempiin, myöhemmin meren peitosta paljastuneisiin, on voitu hyvin seurata podsolimaannoksen kehitystä ja todettu aikaisemmasta käsityksestä poiketen, että B-horisontti syntyy verraten syvällä ja kasvaa ylöspäin. Maan huuhtoutumisen voimakkuuden perusteella Suomi voidaan jakaa kuuteen maannostumisalueeseen. Metsämaan laihtumista huuhtoutumisen takia on tutkinut Aaltonen (1933 MTJ 18), ja Viro (1953 MTJ 42) on koettanut laskea huuhtoutumisen kokonaismerkitystä Suomen metsämaiden ravinnetaseessa sade- ja jokivesien analysoinnin avulla.

Metsämaiden kehitystä koskevaan aihepiiriin kuuluu myös kysymys soiden synnystä ja kovan maan soistumisesta. Vanha käsitys, että suot olisivat syntyneet pääasiassa järvien umpeenkasvun kautta, tuli kumotuksi jo varhaisissa tutkimuksissa (Backman 1919 AFF 12; Auer 1921 MTJ 3 ja 1922 MTJ 6; Kujala 1924 MTJ 8; Aario 1932 MTJ 17), joiden mukaan kangasmaiden soistuminen oli pääasiallinen soiden synty tapa. Lukkalan (1933 MTJ 19) tutkimusten mukaan soistumista edelleen jatkuu laajassa mitassa, ja soiden turvekerroksen paksuuden kasvusta on myös tehty mittauksia (Backman 1919 AFF 12; Saarinen 1933 MTJ 19). Myöhemmissä tutkimuksissa kuitenkin primäärinen soistuminen, ts. maan soistuminen välittömästi meren peitosta vapautumisen jälkeen, johon seikkaan tosin jo aikaisemminkin oli kiinnitetty huomiota (Kujala 1924 MTJ 8; Auer 1924 MTJ 8), on kangasmaiden soistumisen rinnalla osoittautunut sangen olennaiseksi soiden syntytavaksi (Huikari 1956 MTJ 46), mihin tulokseen myös ruotsalaiset tutkijat omassa maassaan ovat päätyneet.

Metsän ja metsänhoidon vaikutus maahan on myös saanut huomiota osakseen. Jo Heikinheimo (1917 AFF 8) käsitteli metsän hävityksen ja polton vaikutuksia, ja Aaltonen on varhaisemmissa tutkimuksissaan kosketellut metsän vaikutusta maan kosteusolosuhteisiin (1920 MTJ 13). Puulajin vaikutusta, jota jo Aaltonen (1932 MTJ 17) oli tutkinut, on viime aikoina pyritty valaisemaan erityisesti tutkimalla karikkeita, niiden määriä, kemiallista koostumusta ja hajaantumista (Mikola 1954 MTJ 43; Viro 1955 MTJ 45). Nämä tutkimukset ovat mm. osoittaneet vääräksi oletuksen lehtikuusen maata parantavasta vaikutuksesta. Viro on kiinnittänyt huomiota erityisesti kuusen neulasten pihappopitoisuuteen mahdollisena hajaantumista vaikeuttavana tekijänä. Lepän kyky sitoa ilmakehän tyyppiä ja sen merkitys kasvupaikan viljavuuden parantajana on

myös ollut alustavien tutkimusten kohteena (Virtanen & Saastamoinen 1933 Acta Chem. Fenn.; Mikola 1958 AFF 67). Karikkeiden hajaantumista ja metsähumuksen biologiaa koskevista töistä on vielä mainittava Porkan (1931 Ann. Vanamo 15) maanhengitysmittaukset sekä Sirénin (1955 AFF 62) tutkimukset Pohjois-Suomen paksusammalkuusikoiden ekologiasta.

Kulotuksen tultua yleisesti käytetyksi menetelmäksi metsänhoidossa on kysymys sen vaikutuksista maahan käynyt ajankohtaiseksi. Kivekäs (1939 MTJ 39) on selvitelty kaskiviljelyn vaikutusta maan ominaisuuksiin, mutta laajempia tutkimuksia on parhaillaan käynnissä Metsäntutkimuslaitoksessa.

Kasvupaikkojen parantamiseen on Suomessa pyritty ennen kaikkea soita kuivattamalla, ja siihen tähtäävää tutkimustyötä on myös tehty runsaasti.

Soiden ojitamista metsänkasvun lisäämistä silmällä pitäen oli pienessä määrässä tapahtunut jo viime vuosisadalla. Järjestelmällinen kokeilu alkoi 1909, jolloin metsähallitus määräsi Vilppulan Jaakkoin suon koeojitusalueeksi.

Soiden tutkimus on useimmiten tähdännyt sen seikan selvittämiseen, miten tietynlainen suo ojituksen jälkeen kasvaa puuta, ts. suon metsätaloudellisen ojituskelpoisuuden määrittämiseen. Jo Cajander (1913 AFF 2) esitti ajatuksen, että tietyt suotyypit kuivatettuina muuttuisivat kasvillisuudeltaan ja puuntuotokyvyltään tiettyjä kangasmetsätyyppiä vastaaviksi. Tähän hän päätyi muutamien vanhojen luonnonkuivatusten perusteella sekä päättelemällä, että jos sama metsätyyppi voi esiintyä eri maalajeilla, niin se voinee esiintyä myös turvealustalla. Tällaiseen tulokseen päätyi myös Tanttu (1915 AFF 5) pinta-kasvillisuuden osalta vanhimpia ojitusalueita tutkiessaan, ja Multamäki (1923 AFF 27) puolestaan osoitti, että ojitetun suon puusto kasvultaan vastaa sen kangasmetsätyyppin puustoa, jonka kaltaiseksi kasvipeite on muuttunut.

Suotyyppien muuttuminen ojitettuina kangasmetsätyypeiksi näytti näin jo todistetulta. Aikaisemmat tutkimukset perustuivat kuitenkin suppeaan aineistoon, koska vanhoja ojituksia oli vähän, ja ojitustoiminnan lisääntyminen ja ajan kulumisen onkin tuonut kokonaan toisenlaiset mahdollisuudet kysymyksen tutkimiseen. Metsäntutkimuslaitoksen sadoilla pysyvillä koealoilla on voitu seurata pintakasvillisuuden ja puuston kehitystä sekä maassa tapahtuvia muutoksia vuosikymmenien ajan ojituksen jälkeen. Uudemmat tutkimukset ovatkin johtaneet jonkin verran aikaisemmista poikkeaviin tuloksiin. Niinpä Keltikangas (1945 AFF 53) on yhtynyt aikaisemmin Ruotsissa esitettyyn käsitykseen, jonka mukaan riittävän tehokas kuivatus aikaa myöten aina johtaa mustikkatyyppiä vastaavaan kasviyhdyksuntaan, alkuperäisestä suotyypistä riippumatta. Tällä ei kuitenkaan ole käytännöllistä merkitystä, koska käytännössä kuivatukset eivät yleensä ole kyllin tehokkaita. Lukkalan monet tutkimukset (1929 MTJ 15, 1937 MTJ 24 ja 1951 MTJ 39), samoin kuin Saraston (1957 AFF 65) usin selvitys, ovat nimittäin vakuuttavasti osoittaneet, että suoritetuissa

ojituksissa tuskin koskaan päästään täysin kangasmetsätyyppejä vastaaviin kasviyhdyskuntiin, vaan kehitys pysähtyy suo- ja kangastyyppeiden välimuotoihin, jotka nekin saattavat olla suhteellisen pysyviä.

Uudemmissa soiden metsäojituskelpoisuutta koskevissa tutkimuksissa onkin luovuttu rinnastuksesta kovan maan metsätyyppeihin ja keskitytty ojitettujen soiden puustojen mittaamiseen. Tähän ovat Metsäntutkimuslaitoksen pysyvät koealat antaneet mahdollisuuden (Lukkala 1951 MTJ 39, ym.), ja saavutetut tulokset on voitu täydentää yli maan kerätyn suuren koeala-aineiston perusteella (Heikurainen 1959 AFF 69). Nykyisin jo tiedetään melkoisella varmuudella, miten puusto eri suotyypeillä ojituksen jälkeen kasvaa. Koska ojitukset pääosaltaan kuitenkin ovat nuoria (alle 30 vuotta), ovat tiedot ojitusalueiden puustojen myöhemmästä kehityksestä toistaiseksi epävarmoja.

Kun soiden ojituskelpoisuuden arvostelu, joka siis perustuu ilmastolliseen sijaintiin ja alkuperäiseen suotyyppeihin, on saatettu luotettavalle pohjalle, on voitu inventoida sekä ojituskelpoisten soiden määrä Suomessa että niiden alueellinen jakaantuminen. Valtakunnan metsien inventoinnin mukaan niitä on noin 5 milj. ha, mistä määrästä on tähän mennessä ojitettu noin 1 milj. ha.

Paitsi ojituksen vaikutusta suon kasvipeitteeseen ja puuston kasvuun, on tutkittu myös sen vaikutusta suon muihin ominaisuuksiin, kuten turpeen happamuuteen (Lukkala 1929 MTJ 13), pohjavesisuhteisiin (Lukkala 1929 MTJ 15 ja 1951 MTJ 39), turpeen sisältämiin ravinteisiin (Vahtera 1955 MTJ 45) sekä turpeen mikrobiologisiin ominaisuuksiin (Huikari 1953 MTJ 42; Paarlahti & Vartiovaara 1959 MTJ 49).

Koska suoturpeessa yleisesti esiintyy voimakasta happamuutta ja tiettyjen ravinteiden puutetta, heräsi jo varhain ajatus parantaa ojitettujen soiden metsänkasvua lannoituksella. Metsämaan lannoituskokeita onkin Suomessa tehty ojitetuilla soilla paljon enemmän kuin kangasmailla. Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa aloitettiin lannoituskokeet ojitetuilla soilla 1928, ja tähän mennessä ne käsittävät jo toista tuhatta koeruutua. Kokeissa on käytetty kalkkia, tuhkaa, väkilannoitteita ja hiekkaa. Tähänastiset tulokset ovat sangen lupaavia; kalilla, fosforilla ja varsinkin puuntuhkalla on ollut selvästi puuston kasvua parantava vaikutus (Lukkala 1951 MTJ 39; Huikari 1953 MTJ 42).

Ajatus myös kangasmaiden parantamiseen lannoittamalla ei ole sekään uusi, varsinkin Valmari (1917 AFF 7) sitä jo innokkaasti suositteli. Aikaisemmilta vuosilta on kuitenkin peräisin vain pari erillistä koetta, joista Viro (1950 MTJ 37, 1958 MA) on julkaissut tuloksia. Laajassa mitassa lannoituskokeita on kangasmailla perustettu Metsäntutkimuslaitoksen toimesta vasta vuodesta 1956 lähtien.

Kysymystä kasvupaikan parantamisesta kulottamalla käsitellään jäljempänä metsänhoidon menetelmien yhteydessä.

Ilmastollisten kasvupaikkatekijäin tutkimusta Suomen metsätieteessä on harjoitettu suhteellisen vähän. Tämäkin tutkimus on koskenut pääasiassa suometsiä.

Suot on vanhastaan tunnettu hallaisiksi kasvupaikoiksi; aikaisemmissa metsäojituksissa oli yhtenä tavoitteena hallan torjuminen, ja hallaa sekä turpeen lämpötaloutta samoin kuin ojituksen vaikutusta niihin on myös tieteellisesti tutkittu varsinkin maataloudellisena kysymyksenä. Hallatutkimukset aloitti jo viime vuosisadalla Th. Homén (1894 Bidr. t. känded. af Finl. natur o. folk 54, ym), joka myös julkaisi kokonaisesityksen metsien merkityksestä vesitaloudessa (Våra skogar och vår vattenhushållning, 1917). Myöhemmin on Multamäki (1942 AFF 51) perusteellisimmin selvittänyt lämpötilan merkitystä suometsien kasvutekijänä.

Hallatutkimuksiin liittyvät läheisesti routaa koskevat selvitykset (Kokkonen 1926 AFF 30, 1942 AFF 50). Roudan aiheuttamiin tuhoihin on kiinnitetty huomiota myös monissa taimien alkukehitystä koskevissa tutkimuksissa (mm. Aaltonen 1919 MTJ 1, Kangas 1937 MTJ 37).

Myös useimmat muut ilmastollisiin tekijöihin kohdistuneet tutkimukset ovat selvittäneet niiden merkitystä nimenomaisesti tuhojen aiheuttajina. Niinpä on tutkittu myrskyn varttuneille metsille aiheuttamia tuhoja (Bonsdorff 1917—18 AFF 8, Heikinheimo 1926 MTJ 12, E. Kalela 1934 AFF 40, Laitakari 1952 MTJ 40), lumentuhojen syntyä sekä alueellista ja ajallista esiintymistä (Heikinheimo 1920 MTJ 3; Kangas 1956 S. Sähköl. Julk. 29, ym), ukkosta metsäpalojen aiheuttajana (Keränen 1929 AFF 34) sekä poikkeuksellisen ankarien pakkastalvien (Linkola 1940 Luonn. Yst.) tai kuivien kesien (Erkamo 1958 Ann. Bot. Vanamo 30) aiheuttamia vaurioita. Vaartaja (1949 Oikos) on tarkoin mittauksin tutkinut lämpötilan vaihtelua maanpinnassa ja sen merkitystä taimille.

Säätekijäin vaikutus puiden vuotuiseen kasvuun on ollut perusteellisen tutkimuksen alaisena (Laitakari 1920 AFF 17; Mikola 1950 MTJ 38), jolloin kasvukauden lämpötila on osoittautunut tärkeimmäksi tekijäksi. Lämpötila on Suomessa osoittautunut ratkaisevaksi tekijäksi myös siemenen tuleentumiselle (Kujala 1927 MTJ 12), samoin kuin se määrää puulajien levinneisyyden pohjoisrajan (Keränen 1934 AFF 40).

Ilmastollisia tekijöitä on luonnollisesti käsitelty keskeisellä paikalla hyvin monissa kasvupaikkojen ekologiaa koskevissa tutkimuksissa (esim. Cajander 1921 AFF 21; Sarvas 1952 MTJ 41; Sirén 1955 AFF 62).

Puiden ja metsiköiden biologia

Suomen metsien varhaisemman historian tutkimus on liittynyt siihen kasvipaleontologiseen tutkimukseen, joka on selvitelty kasvillisuuden postglasiaalista kehitystä ja joka on tapahtunut pääasiassa soissa säilyneiden siitepölyn ym. kas-

vinjäänteiden perusteella. Nämä selvitykset ovat osittain tapahtuneet edellä mainittujen soistumistutkimusten (Auer, Backman) yhteydessä. Maamme eri osien puulajihistoria tuhansien vuosien aikana on näin saanut valaistusta (Hyypä 1932 MTJ 18; Backman 1934 AFF 40; Lukkala 1934 AFF 40) ja erityisesti kuusen tulo Suomeen ja yleistymisen täällä on ollut mielenkiinnon kohteena (Auer 1928 MTJ 13).

Kasvipaleontologian menetelmin on tutkittu myös pohjoisen metsänrajan vaiheita (Auer 1927 MTJ 12) ja todettu metsänrajan ilmaston huonontumisen vuoksi vetäytyneen jonkin verran etelää kohti. Myöhemmin aikoina on metsänrajan alenemista edelleen tapahtunut ihmisen toimesta (Renvall 1919 AFF 11). Uusimmat tutkimukset taas viittaavat siihen, että metsänraja olisi viime aikoina todetun ilmaston lämpenemisen seurauksena jo siirtymässä jälleen pohjoista kohti (Hustich 1948 Acta Bot. Fenn. 42 ja 1958 Fennia 82; Mikola 1952 MTJ 40).

Suomen metsien viimeaikaista historiaa selvittää monipuolisesti Heikinheimon (1915 AFF 4) laaja tutkimus, joka osoittaa kaskiviljelyn ja metsäpalojen olennaisen vaikutuksen mm. metsien puulajisuhteisiin, mihin seikkaan oli jo viime vuosisadalla kiinnitetty huomiota. Myöhemmin on puulajisuhteiden kehitystä kaskiviljelyn loputtua tarkastellut mm. E. Kalela (1952 MTJ 40) eräiden esimerkkien valossa. Samoin E. Kalela (1949 AFF 57) on käsitellyt metsien luonnollista puulajikehitystä puulajien ekologisten ominaisuuksien valossa.

Metsien metsänhoidollista tilaa ja siihen johtaneita syitä on käsitelty sekä omana kysymyksenä (esim. Multamäki 1919 AFF 9) että edempänä selostettavien metsänhoitomenetelmiä koskevien tutkimusten yhteydessä. Viimeisten vuosikymmenien kehityksestä niin puulajien kuin metsänhoidollisen tilan osalta antavat monipuolisen ja yksityiskohtaisen kuvan toistuneet valtakunnan metsien inventoinnit (Heikinheimo 1924 MTJ 9; Y. Ilvessalo 1927 MTJ 11, 1942 MTJ 30 ja 1957 MTJ 47).

Pääpuulajiemme biologisten ominaisuuksien tutkimuksen aloitti jo »Suomen metsänhoidon isä» A. G. Blomqvist mäntyä ja kuusta koskevalla laajoilla monografioilla (1881, 1883 SMY 3). Monografisia kokonaisesityksiä ovat myöhemmin julkaisseet Kujala (1924 MTJ 7) tervalepistä ja Huldén (1941 Acta Bot. Fenn. 28) saarnesta, sekä lisäksi on ilmestynyt useita pienempiä kuvauksia eri puulajien paikallisista esiintymisistä. Ollinmaa (1952 SF 77) on koonnut yhteen tiedot jalojen lehtipuiden luontaisista esiintymisistä Suomessa sekä niiden menestymisestä viljeltyinä, minkä perusteella voidaan tehdä päätelmiä niiden kasvatustamahdollisuuksista metsä- tai puistopuinakin.

Puiden kukkiminen ja siementäminen — metsien luontaisen uudistumisen perusedellytyksenä — on kauan ollut tutkimuksen alaisena. Sen aloitti Renvall (1912 AFF 1) selvityksellä männyn uudistumisvuosien kertautumisesta pohjoisella metsänrajalla. Se perustui metsien ikäluokkakajaantumisen tutkimiseen,

ja samaa menetelmää käyttäen tutki Lakari (1915 AFF 5) siemenvuosien kertautumista Lapin kangasmetsissä. Siemenvuosien kertautumisesta ja sen syitä Suomen eteläpuoliskon osalta selvittelivät L. Ilvessalo (1917 AFF 6) ja Lakari (1921 MTJ 4). Siemensatojen jatkuvaa mittaamista erilaisissa metsiköissä on Metsäntutkimuslaitoksen toimesta tapahtunut laitoksen perustamisesta lähtien, ja sen antamia tuloksia on julkaissut Heikinheimo (1932, 1937 ja 1948, MTJ 17, 24 ja 35).

Uudemmissa tutkimuksissa on erityisesti pyritty selvittämään siemensadon määrään ja laatuun vaikuttavia syitä. Kujala (1927 MTJ 12) osoitti kasvukauden lämpötilan ratkaisevan merkityksen männyn ja kuusen siemenen tuleentumiselle, ja myöhemmin on Sarvas (1952 MTJ 40, 1955 MTJ 45) seurannut itse kukkimistapahtumaa ja sen aikaisten olosuhteiden vaikutusta siemensatoon. Näitä tutkimuksia täydentävät siitepölyn itävyyttä (Saarnijoki 1941 MTJ 29) ja leviämistä (Sarvas 1956 MTJ 46) koskevat selvitykset, jotka ovat antaneet myös käytännölliselle jalostustyölle välttämättömiä perustietoja. Kasvupaikan vaikutusta siemenen laatuun on tutkinut Lukkala (1936 MTJ 22).

Siemensadon suuruutta ja laatua selvitteleviin tutkimuksiin kuuluvat myös käpy- ja siementuhoja ja niiden osuutta koskevat työt. Suomessa on todettu hyönteis- ja sienituhojen vaikutus kuusen siemensatoon hyvin merkitykselliseksi (Kangas 1940 MTJ 29), kun taas muiden puulajien kohdalla niiden merkitys on vähäisempi. Näissä tutkimuksissa on erityisesti selvitetty myös kävyissä ja siemenissä elävien eri hyönteislajien biologiaa ja osuutta tuhojen aiheuttajina (Kangas & Lovaszy 1940 S. Hyönt. Aikak. 6; Kangas & Leskinen 1943 S. Hyönt. Aikak. 9; Rummukainen 1954 MTJ 42 ym.). Myös oravan ja käpylinnun osuutta kuusen siementuhojen aiheuttajina on tutkimuksin selvitetty (Juutinen 1953 MTJ 41).

Siemenen pudottua maahan sen itäminen ja taimen edelleen kehittyminen on riippuvainen monista eri tekijöistä. Itämistä ja alkukehitystä ovat viime vuosina tutkineet mm. Vaartaja (1954 AFF 62) ja Lehto (1956 AFF 66) käsitellen erityisesti niitä mikroklimaattisia ja biologisia tuhoja, jotka tuossa kehitysvaiheessa taimia uhkaavat.

Itämisalustan ja pintakasvillisuuden merkitystä taimien alkukehitykselle on tutkinut Hertz (Tertti) sekä kuusen (1932 MTJ 17) että männyn (1934 MTJ 20) kohdalla. Näissä tutkimuksissa on erityisesti humus osoittautunut kivennäismaata huonommaksi itämisalustaksi ja seinäsammal kuusen taimien vaaralliseksi kilpailijaksi. Metsäpalo on todettu suuresti parantavan taimettumisedellytyksiä (Sarvas 1937 AFF 46; Lehto 1956 AFF 66), mikä puolestaan on antanut pohjaa kulottamisen hyväksikäytölle metsänhoidossa. Kallioiden metsittymisessä on muurahaisten toiminnalla osoittautunut olevan huomattava merkitys (Oinonen 1956 Acta Ent. Fenn. 12). Laajoja tutkimuksia männyn uudistumisesta Pohjois-Suomen kangasmailla, ottaen huomioon uudistumisen kaikki eri

vaiheet siementymisestä lopulliseen metsittymiseen, suorittivat Aaltonen (1919 MTJ 1) ja Lassila (1920 AFF 14). Sarvas (1947 MTJ 35) puolestaan on selvittänyt koivun uudistumisen eri vaiheita Etelä-Suomessa todeten uudistumisvaikeudet huomattavasti suuremmiksi kuin yleensä oli oletettu. Myös koivun kasvullinen uudistuminen on ollut tutkimuksen kohteena (Mikola 1942 AFF 50).

Pääpuulajeihin verrattuna on muiden puulajien uudistumista tutkittu luonnollisesti vähemmän. Mainittakoon kuitenkin Hertzin (1925 AFF 29) tutkimus lehmuksen uudistumisesta, ja monissa haapaa ja leppää koskevissa tutkimuksissa on käsitelty myös sekä suvullista että kasvullista uudistumista.

Eri puulajien taimistojen synnyssä ja kehityksessä erilaiset tuhot näyttelevät ratkaisevaa osaa. Kuivien kankaiden mäntytaimistojen tuhot tulivat huomion kohteiksi jo vuosisadan alussa (T. G. Blomquist 1905 SMYJ 22; Elfving 1905 SMYJ 22), mutta perusteellisempia tutkimuksia niistä suoritti vasta Kangas (1931 SF 17, 1938 S. Hyönt. Aikak. 4, 1940 AFF 49) esittäen niiden aiheuttajista, esiintymisestä ja kehityksestä sekä koko tuhoprosessista laajan yhtenäisen synteessin (1937 MTJ 24).

Puuntaimien biologian tutkimuksiin kuuluvat vielä alikasvostaimien kitumista ja vapauttamisen jälkeistä toipumista koskevat selvitykset, jotka osaltaan ovat luoneet arvokasta pohjaa käytännön metsänhoidon menetelmille (E. Kalela 1934 MTJ 19; Sirén 1950 AFF 58; Vaartaja 1951 AFF 59).

Metsien myöhempää kehitystä ja puulajiemme biologisia ominaisuuksia valaisevat ne monet taksatoris-biologiset tutkimukset, joilla on pyritty selvittämään eri puulajien muodostamien metsiköiden kasvua ja tuottoa ja joita selostetaan toisessa yhteydessä (Nyyssönen 1959 AFF 70). Näin on saatu selville mm. männikön koko luonnonmukainen kehitys Etelä-Suomessa (Lönnroth 1925 AFF 30) sekä kaikkien pääpuulajien metsiköiden kehitys sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa (Y. Ilvessalo 1920 AFF 15, 1937 MTJ 24). Edelleen ovat mm. Itä-Suomen kuusitiheiköt (Pöntynen 1929 AFF 35) ja Peräpohjolan paksusammalkuusikot (Lakari 1920 MTJ 2; Sirén 1955 AFF 62) olleet erikoistutkimusten kohteina, samoin harmaaleppä (Miettinen 1932 MTJ 18), tervaleppä (Hildén 1929 AFF 34) ja haapa (Tikka 1954 MTJ 44).

Puiden vaatimaa kasvutilaa ja metsikön luonnollista harvenemista on tutkinut Aaltonen (1925 MTJ 9). Puulajien välisiä eroja ja niiden keskinäisiä suhteita valaisevat erityisesti sekametsiköiden kehitystä koskevat tutkimukset, joista perusteellisimpia ovat Lappi-Seppälän (1930 MTJ 15) mänty-koivusekametsiä ja E. Kalelan (1936 AFF 44) kuusi-leppäsekametsiä koskevat.

Huomattava osa puiden ja metsiköiden ekologiaa koskevista tutkimuksista on kohdistunut nimenomaan puiden juuristoihin, juuristojen rakenteeseen, määrään ja toimintaan. Jo Aaltonen kohdisti em. laajassa tutkimuksessaan (1919 MTJ 1) erityistä huomiota juuristokilpailuun ekologisenä tekijänä. Myöhemmin

hän on käsitellyt samaa kysymystä lisätutkimusten ja kokeiden avulla (1920 AFF 14, 1923 AFF 25, 1942 AFF 50). Laitakarin perusteelliset tutkimukset männyn (1927 AFF 33) ja koivun (1934 AFF 41) juuristojen morfologiasta ovat osoittaneet mm. juuriston muodon ja laajuuden riippuvuuden kasvupaikasta. Juuriston rakenteeseen puiden myrskyn kestävyuden kannalta on myös kiinnitetty huomiota (Heikinheimo 1926 MTJ 12; Laitakari 1929 AFF 34).

Myöhemmin on erityisesti E. Kalela (1949 AFF 57) suorittanut kvantitatiivisia juuristotutkimuksia erilaisilla kasvupaikoilla selvittäen mm. juurien syvyysjakaantumista ja puulajien välisiä eroja sekä juurimäärien kasvukauden aikaista vaihtelua (1955 AFF 65). Lisäksi Kalela on käsitellyt juuristosuhteita männyn siemenpuualoilla (1954 AFF 61) ja taimien ja emopuiden juuristojen välisiä suhteita (1942 AFF 50), jotka kysymykset metsien uudistamisen kannalta ovat tärkeitä. Samoin harvennuksen ja harsintahakkuun vaikutukset juuristoon on selvitetty (E. Kalela 1955 AFF 65), mikä antaa pohjaa näiden hakkuutapojen arvostelulle. Rämemännikön juuriston rakennetta ja määrää samoin kuin kasvukauden aikaisia vaihteluita on vastaavasti selvittänyt Heikurainen (1955 AFF 65) kiinnittämällä erityistä huomiota myös siihen, miten ojitus vaikuttaa juuristoon. Ojituksen vaikutus juuriston syvyyteen oli tosin otettu huomioon myös jo aikaisemmissa ojituksen vaikutusta koskevissa tutkimuksissa (Multamäki 1920 AFF 16; Kokkonen 1923 AFF 25).

Kuusen juuriston alkukehitystä ja ns. myöhäisjuuria on käsitelty erillisissä tutkimuksissa (Hertz 1935 AFF 41; Heikinheimo 1920 MTJ 2). Juurten toimintaa veden ja ravinteiden ottajina taas valaisevat tutkimukset juuristojen elimellisistä yhteenkasvettumista (Yli-Vakkuri 1953 AFF 60) samoin kuin mykoritsan fysiologiaa (Mikola 1948 MTJ 36) ja kasvualustan anaerobisuuden merkitystä (Huikari 1954 MTJ 42) koskeneet kokeet. Nämä tutkimukset ovat kuitenkin olleet vain alustavaa laatua, joten puiden fysiologiaa voidaan pitää sinä metsänhoidon perusteiden alana, josta tietomme toistaiseksi ovat puutteellisimmat.

Juuristoja koskeviin tutkimuksiin kuuluu myös maanousemasientä (*Fomes annosus*) koskevat. Tämä sieni on todettu kuusiköiden ehdottomasti pahimmaksi tuholaiseksi, jonka yleisyys maan eri osissa on käynyt ilmi monissa tutkimuksissa (Heikinheimo 1920 MTJ 3; Tikka 1934 AFF 40, 1935 AFF 41); samoin sen esiintymistä, tartuntaa ja leviämistä kuusen juuristoja pitkin on tutkittu (Kangas 1952 MTJ 40).

Perinnöllisyyden merkityksestä metsänhoidossa on mainintoja jo varhaisissa kirjoituksissa, ja mm. Cajander korostaa sitä suuressa metsänhoidon perusteiden oppikirjassaan (1916—1917). Edellytyksenä käytännöllisille sovellutuksille on kuitenkin puulajien taksonominen ja geneettinen perustutkimus, joka Suomessa on vielä nuorta, sekä laaja koetoiminta.

Puulajien sisäistä vaihtelua on Suomessa ensimmäisenä tutkinut Heikinheimo (1920 MTJ 2) kuvaten puulajeistamme vaihtelevimman, kuusen, eri muo-



Kuva 1. Suomalainen visakoivu on jatkuvasti kokeiden ja tutkimusten alaisena. Kuvassa keskellä on triploidinen visakoivuyksilö. — Valok. R. Saarnio.

Fig. 1. Plantation of the Finnish curly-grained birch in Punkaharju Experimental Forest. The tree in the center is triploid. — Photo R. Saarnio.

toja. Kuusen eräät poikkeavat muodot ovat antaneet mahdollisuuden geneettiin perusselvittelyihin (Saarnijoki 1954 MTJ 42). Laajimmat geneettiset tutkimukset, mitä Suomessa on tähän mennessä metsäpuiden alalla suoritettu, ovat koskeneet lehtipuiden liuskalehtisiä muotoja ja niiden periytymistä (Saarnijoki 1946 MTJ 34, 1955 MTJ 44, 1956 MTJ 47).

Suomalaisten koivulajien taksonomiaa koskeva tutkimus (Kujala 1946 MTJ 34) on osoittanut rauduskoivun (*Betula verrucosa*) melko yhtenäiseksi lajiksi, kun taas hieskoivu (*B. pubescens*) on sangen vaihteleva. Viimeaikaisissa tutkimuksissa näiden koivulajien biologiset ja teknilliset erot on todettu huomattavasti suuremmiksi kuin aikaisemmin luultiin (Sarvas 1947 MTJ 35, ym; Heiskanen 1957 MTJ 48). Erityistä mielenkiintoa tutkimus on kohdistanut visaan, rauduskoivussa tavattavaan harvinaiseen ja teknillisesti arvokkaaseen muotoon, jonka syitä ja perinnöllisyyttä on Metsäntutkimuslaitoksessa kokeellisesti selvitetty jo vuosikymmeniä. Viljelykokeista on jo saatu arvokkaita ja

käytäntöön sovellettavia tuloksia (Heikinheimo 1951 MTJ 39), ja laaja kokonaistutkimus visakoivusta valmistuu lähiaikoina (Saarnijoki).

Puiden maantieteellisistä roduista ja siemenen alkuperän merkityksestä metsänviljelyssä on kauan oltu tietoisia. Täsmällisiä tuloksia Suomessa suoritetuista kokeista ei kuitenkaan alkuaikoina ollut käytettävissä, ja A. Kalelan (1937 MTJ 26) laaja synteettinen esitys tästä kysymyksestä perustuikin pääasiassa ulkomaiseen kirjallisuuteen. Puiden maantieteellisten rotujen viljelykokeet aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksessa 1926, ja arvokkaita tuloksia niistä on jo julkaistu (Heikinheimo 1949 MTJ 37). Samoin on viljelykokein tutkittu rämemäntyjen tunnusominaisuuksien periytyvyyttä (Lukkala 1952 MTJ 40). Varsinainen populaatio-geneettinen tutkimus Suomen puulajeista on vielä suorittamatta.

Metsäpuiden risteytyskokeet aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksessa 1930-luvulla, jolloin ne liittyivät pääasiassa visakoivua ja liuskalehtisyyttä koskeviin tutkimuksiin, mutta kohdistettiin jo varhain myös lehtikuuseen. Myös kiinnitettiin tuolloin jo huomiota luonnossa tavattaviin *Larix*-hybrideihin (Saarnijoki 1942 MTJ 31).

Laajemmat mittasuhteet myös käytännölliseen jalostustyöhön tähtäävä tutkimustyö sai 1947, kun perustettiin Metsäpuiden Rodunjalostussäätiö, joka rakensi jalostusaseman Metsäntutkimuslaitoksen yhteyteen. Työ on koskenut mm. jalostustyön perusmateriaalin hankintaa ja kasvullista monistamista, mutta myös hybridihaavan (*Populus tremula* × *P. tremuloides*) kasvatusta on harjoitettu, suoritettu erilaisia risteytyskokeita, kehitetty tutkimus- ja työmenetelmiä, jne. Työtä, sen menetelmiä ja tuloksia, on esitelty useissa yleistajuisissa julkaisuissa, mutta huomattavampia tieteellisiä tutkimuksia ei asemalta ole sen lyhyenä toiminta-aikana ennättänyt valmistua. Jalostuksen perusmateriaaliin sisältyy myös polyploidisia haapa- ja koivuyksilöitä.

Ulkolaisten puulajien kokeilu Suomessa alkoi Turussa jo 1700-luvulla. Nuo Kalmin ja Gaddin kokeet ovat kuitenkin hävinneet. Sen sijaan 1738 perustettu Raivolan lehtikuusikko on säilynyt ja ollut arvokkaana tutkimuskohteena siperialaisen lehtikuusen (*Larix sibirica*) ekologiaa ja ominaisuuksia selvittäessä (L. Ilvessalo 1923 MTJ 5; Heikinheimo 1926 MTJ 12). Myös Suomen toiseksi vanhin (Kiteen) lehtikuusikko, joka on perustettu 1840-luvulla ja jossa on sekä eurooppalaista että siperialaista lehtikuusta, on ollut tutkimusten kohteena, erityisesti lehtikuusen luontaista uudistumista koskevassa tutkimuksessa (Palosuo 1938 MTJ 27).

Huomattavassa mitassa perustettiin ulkolaisten puulajien koeviljelmiä Evon metsäopiston hoitoalueessa 1800-luvun lopulla. Niidenkin antamia tuloksia on jo voitu käyttää hyväksi tutkimuksissa, jotka ovat koskeneet etupäässä lehtikuusen kasvua ja viljelymahdollisuuksia Suomessa (L. Ilvessalo 1913 AFF 2; Lappi-Seppälä 1927 MTJ 12, 1942 AFF 50).

A. K. Cajanderin laajaan käsikirjaan (Metsänhoidon perusteet II, 1917) on koottuna jokseenkin kaikki se kokemus, mitä ulkolaisten puulajien viljelystä Suomessa siihen mennessä oli saatu. Samoihin aikoihin käsitteli L. Ilvessalo (1920 AFF 17) ulkolaisten puulajien viljelymahdollisuuksia sekä Suomessa saatujen kokemusten että ulkomaisen kirjallisuuden perusteella.

Huomattavan laajassa mitassa aloitettiin ulkolaisten puulajien koeviljely Elimäen Mustilassa tämän vuosisadan alkuvuosina. Näistä kokeista ja niiden antamista tuloksista julkaisi niiden perustaja A. F. Tigerstedt seikkaperäisen selostuksen 1922 (AFF 24). Kokeita on sen jälkeen edelleen laajennettu ja jatkettu ja lisää arvokkaita kokemuksia on saavutettu, mutta julkaistu on vain joitakin pieniä erillisiä tutkielmia, mm. Murray-männystä (C. G. Tigerstedt 1927 Forstl. Tidskr.; Miettinen 1952 MTJ 40). Koeviljelmät käsittävät nykyään noin 120 ha. Mustilassa on ensi kerran Suomessa kokeiltu laajassa mitassa mm. seuraavia puulajeja: *Pinus contorta latifolia*, *Pinus peuce*, *Larix gmelini japonica*, *Picea omorica* ja *Pseudotsuga taxifolia*.

Ulkolaisten puulajien soveltuvuus Suomen oloihin on ollut tutkittavana myös Metsäntutkimuslaitoksessa sen perustamisesta lähtien. Koeviljelmät, joiden kokonaisala on nykyään yli 300 ha, on keskitetty erityisesti Solbölen ja Punkaharjun kokeilualueisiin, mutta niitä on myös muissa kokeilualueissa. Kaikkiaan on kokeiltu 110 puulajia, joista havupuita 61. Näistä kokeista ja niiden antamista tuloksista on äskettäin ilmestynyt yksityiskohtainen selostus (Heikinheimo 1956 MTJ 46) ja arvokkaita johtopäätöksiä niiden perusteella voidaan tehdä, joskin kokemukset monen lajin kohdalla ovat vielä suhteellisen lyhytaikaisia. Koeviljelmien varttuessa kuitenkin kokemukset jatkuvasti lisääntyvät.

Puulajien ekologian selvittelyyn kuuluu vielä niiden luontaisten vihollisten ja näiden biologian tutkimus. Jo viime vuosisadalta ja tämän vuosisadan alkuvuosilta on Suomessa julkaistu tutkimuksia puiden hyönteis- ja sienituholaisista, niiden biologiasta ja niiden metsissä aiheuttamista tuhoista. Merkittävässä mitassa aloitti puiden tuhohyönteisten selvittelyn kuitenkin vasta Saalas kuusen kovakuoriaisfaunaa koskevalla 2-osaisella tutkimuksellaan (1917, 1923 Ann. Acad. Sci. Fenn.). Samoihin aikoihin hän käsitteli erillisissä tutkielmissa kaarna-kuoriaisia (1919 AFF 10) ja ytimennävertäjiä (1920 AFF 14) puiden tuholaisina sekä itse puuaineessa eläviä kovakuoriaisia (1920 Tapio 13). Edelleen hän kuvasi mänty-yökkösen joukkotuhojen esiintymistä (1929 Ann. Vanamo 8). Liro taas kokosi oppikirjaansa (Tuhosienet, 1924) sen tietämyksen, mitä tuolloin oli puiden sienituholaisista, niiden biologiasta, yleisyydestä ja tuhoista maassamme.

Tämän jälkeen on puiden tuhohyönteisistä, niiden levinneisyydestä ja elintavoista, tehty lukuisia perustutkimuksen luontoisia selvityksiä, jotka luovat pohjaa tuhojen torjuntatutkimukselle. Ne on suureksi osaksi suoritettukin em. puiden käpyjen, siemenien ja taimien tuhoja koskeneiden sekä jäljempänä metsänsuojelun kohdalla mainittujen tutkimusten yhteydessä. Tässä ei ole mah-



Kuva 2. Ulkolaisten puulajien viljelykokeita Solbölen kokeilualueessa. Kuvassa *Picea glehnii*, *Picea pungens* ja *Larix leptolepis*. — Valok. R. Saarnio
Fig. 2. The exotic tree species of *Picea glehnii*, *Picea pungens*, and *Larix leptolepis* in Solbøle Experimental Forest in Southwestern Finland. — Photo R. Saarnio.

dollisuus käydä selostamaan kaikkea sitä metsäentomologista perustutkimusta, mitä Suomessa on viime vuosikymmeninä suoritettu. Merkittävimmän työn sillä alalla ovat tehneet Saalas ja Kangas, ja tutkimukset on julkaistu pääasiassa Suomen Hyönteistiet. Aikakauskirjassa. Kangas (1935 MTJ 22, ym.) on mm. selvitellet ennestään sängen vähän tunnettuja lehtipuiden runkotäpläisyyden aiheuttajia esittäen siinä yhteydessä useita tieteelle uusia hyönteislajeja. Suomalaisiin metsäentomologisiin tutkimuksiin perustuu huomattavilta osiltaan Saalaan suuri käsikirja »Suomen metsähyönteiset» (1949), joka lisäksi sisältää muualla julkaisemattomia tutkimustuloksia. Viime vuosina on tämä alan tutkijain luku huomattavasti lisääntynyt, ja on ilmestynyt uusia laajahkoja perusselvityksiä metsiemme hyönteisistä ja niiden ekologisesta merkityksestä, kuten

kuusijääristä (Juutinen 1955 Acta Ent. Fenn. 11) ja muurahaisista (Oinonen 1956 Acta Ent. Fenn. 12), sekä biologisen torjunnan mahdollisuuksista (Nuorteva 1956 Acta Ent. Fenn. 13). Parhaillaan on tukkimiehentäin biologia pohjoismaiden metsäentomologioiden yhteisvoimin selviteltävänä.

Näihin metsähyönteisten ekologian perustutkimuksiin kuuluu myös runsauden vaihtelua eli populaatiodynamiikkaa koskeva selvittely, joka on kohdistunut etupäässä sidotusti eläviin tuhohyönteisiin, mutta myös vapaasti eläviin (Kangas 1941 S. Hyönt. Aikak. 7). Näissä selvityksissä on kiinnitetty huomio toisaalta tuholaisten vihollisiin (Nuorteva 1957 S. Hyönt. Aikak. 23, ym.), toisaalta ravintoon ja muihin populaatiodynaamisiin tekijöihin (Kangas 1954 Luonn. Tutk., 1959 Sitz.ber. Soc. Sci. Fenn.). Tuhohyönteisten orientoituminen ja kohteen valinta on myös ollut perustutkimuksen alaisena, jolloin on saatu selvityksiä se vaihtelu, mitä sidotusti elävien lajien kohteen valinnassa esiintyy (Kangas 1950 1952 S. Hyönt. Aikak. 16, 18, ym.). Orientoitumisen fysiologista luonnetta ja sitä ohjaavia ärsykeitä koskevat kokeelliset selvittelyt (Kangas 1955 Verh. d. D. Ges. ang. Ent.; Perttunen 1957—58 S. Hyönt. Aikak. 23, 24) ovat parhaillaan käynnissä.

Puiden tuhosienistä on viime aikoina tehty huomattavasti vähemmän perustutkimuksen luontaisia selvityksiä. Huomattavin työ sillä alalla on Kujalan (1950 MTJ 38) tutkimus havupuillamme tavattavista mikrosienistä. Yksittäisistä tuhosienilajeista ovat tutkimuksen kohteina olleet tervasroso (*Cronartium*) (Hertz 1930 MTJ 15) ja männyn neulasruoste (*Coleosporium*) (Pohjakallio & Vaartaja 1948 AFF 55).

Metsänhoidon menetelmät

Puulajien ja kasvupaikkojen ekologisten ominaisuuksien tarkka tunteminen muodostaa teoreettisen pohjan käytännön metsänhoidon menetelmien luomiselle ja kehittämiselle. Siitä syystä Suomessa metsänhoitotieteellinen tutkimus on tähän saakka keskittynyt pääasiassa näiden perustietojen hankkimiseen. Tärkeänä lähtökohtana käytäntöön sovellettavien menetelmien kehittämisessä on myös metsien tilan sekä siihen johtaneen kehityksen selvittäminen. Näiden alojen tutkimuksia, joiden yhteydessä usein on viittauksia metsänhoidollisiin sovellutuksiin, on lyhyesti edellä selostettu.

Varsinainen metsänhoidon menetelmien tutkimus tapahtuu pääasiassa laajojen ja pitkäaikaisten kokeiden avulla tai käytännön antamia kokemuksia keräämällä. Koska metsänhoito Suomessa on suhteellisen nuorta, on käytännön kokemuksia ja kokeiden antamia tuloksia vasta viime aikoina alkanut olla huomattavassa määrässä käytettävissä. Varhaisimmat metsänhoitomenetelmien tutkimukset koskivat siksi suurelta osalta ulkomailla käytettyjä menetelmiä ja niiden soveltuvuutta Suomessa, ottaen huomioon puulajiemme ja kasvupaikkojemme ominaisuudet ja muut vallitsevat olosuhteet. Niin jo A. G. Blomquist

(1881 ja 1883 SMYJ 3) käsitteli laajasti männylle ja kuuselle erilaisilla kasvupaikoilla sopivia uudistusmenetelmiä. Samanlaisella pohjalla Cajander (1910 Maahenki) esitti Suomen oloihin soveltuvat uudistusmenetelmät, ja saksalaisia hakkuutapoja ja niiden käyttömahdollisuuksia Suomessa tarkastelivat mm. Aaltonen (1924 AFF 25) ja L. Ilvessalo (1925 MA).

Vanhin Suomessa määrätietoisesti käytetty metsänhoidollinen uudistus-hakkuumenetelmä oli lohkokertainen siemenpuuhakkuu, jota käytännön antamien tulosten perusteella voitiin jo melko varhain tutkia ja arvostella (Enroth 1915 SMYJ Erik.tutk. 4). Yleisin hakkuutapa käytännössä oli kuitenkin kauan tukkipuiden harsinta, ja sen vaikutuksista olikin saatavissa runsaasti aineistoa laajaan tutkimukseen (Sarvas 1944 MTJ 33), joka vakuuttavasti osoitti kyseisen hakkuutavan epäedullisuuden. Siihen sekä muihinkin tutkimuksiin pohjautuen julkaistiinkin 1948 kuuden tunnetun metsänhoitomiehen julkilausuma, jossa harsinnan luontoiset hakkuut jyrkästi tuomittiin (MA). Myöhemmissä tutkimuksissa Sarvas (1946 MTJ 33 ja 1950 MTJ 38) on selvittellyt edelleen pinotavaran määrämittaharsinnan vaikutuksia sekä Pohjois-Suomen harsinnalla hakattujen metsien uudistumista.

Siemenpuuhakkuun perusteita ja edellytyksiä on selvitelty monissa em. männyn ja koivun ekologiaa ja luonnollista uudistumista koskevissa tutkimuksissa. Kun tulokset tämän hakkuutavan soveltamisesta käytännössä usein ovat olleet epätyytyttäviä (Sarvas 1949 MTJ 37), on mäntymetsienkin luontaisessa uudistamisessa alettu suositella yhä enemmän asteittain tapahtuvia hakkuuta yhden voimakkaan siemenpuuhakkuun sijasta.

Metsien luontaisen uudistamisen menetelmät ovat olleet jatkuvan kokeilun alaisina Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa koko laitoksen 40-vuotisen toiminnan ajan. Menetelmät sellaisina, kuin ne tutkimus- ja koetoiminnan tuloksina ovat kehittyneet, on esitetty monissa käytäntöä varten tarkoitetuissa artikkeleissa ja opaskirjoissa (esim. Heikinheimo: Metsien luontainen uudistaminen, 1 p. 1931, 3 p. 1948; E. Kalela: Metsänhoidon taustaa ja tekniikkaa 1951; Sarvas: Metsäkäsikirja I 1956; ym.). Erityinen paino on pantu kasvupaikan merkitykseen metsänhoitomenetelmiä valittaessa (esim. Laitakari: Metsänhoito eri metsätyypeillä, Maa ja metsä 1930), mutta viime aikoina on kiinnitetty huomiota myös ilmastollisista ja historiallisista syistä johtuviin alueellisiin eroihin, jotka metsänhoidossa on otettava huomioon.

Yllä mainitut tutkimukset ovat koskeneet metsien luontaista uudistamista kangasmailla. Suometsien luontaista uudistumista koskevissa tutkimuksissa on todettu, että sekä ojittamattomien että ojitettujen korpien metsät uudistuvat helposti, yleensä helpommin kuin kivennäismailla, koska maassa jatkuvasti on enemmän uudistumiselle välttämätöntä kosteutta (Lukkala 1946 MTJ 34). Sen mukaisesti korpimetsissä avohakkuukin yleensä johtaa varmaan luontaiseen uudistumiseen. Samoin rämemänniköissä luontainen uudistuminen avohakkuuta käytettäessä on jokseenkin varma, koska maassa jatkuvasti on riittävästi taimiainesta (Heikurainen 1953 AFF 61).

Varsinkin aikaisemmin oli Suomen metsänhoidossa yleisenä tavoitteena, että metsät uudistettaisiin luontaisesti ja metsänviljelyn käyttö rajoittuisi poikkeustapauksiin. Tämän mukaisesti luontaista uudistumista, sen edellytyksiä ja eri vaiheita koskevat selvitykset ovat tutkimustoiminnassa olleet etualalla. II valtakunnan metsien inventoinnissa 1936—38 arvioitiin vain 6 % koko kasvullisen metsämaan alasta olevan metsänviljelyn tarpeessa (Y. Ilvessalo 1942 MTJ 30). Sekä tutkimusten että käytännön kokemusten perusteella käsitys on myöhemmin kuitenkin muuttunut. Luontainen uudistuminen ei aina onnistukaan niin varmasti ja sillä tavalla kuin aikaisemmin oletettiin, ja toisaalta on varhaisemmista metsänviljelyistä saatu runsaasti positiivisia kokemuksia. III valtakunnan metsien inventoinnissa arvioitiinkin metsänviljelyn tarpeessa olevan jo 16 % kasvullisen metsämaan alasta ja noin puolet uudistushakkuista olisi avohakkuita (Y. Ilvessalo 1956 MTJ 47). Vastaavasti on metsän keinollinen uudistaminen, sen perusteet ja tekniikka, saanut tutkimustyössä viime aikoina yhä lisääntyvää huomiota osakseen. Tämä tutkimustyö, joka luonnollisesti on pohjautunut edellä selostettuun metsäbiologiseen perustutkimukseen, on kohdistunut sekä metsänviljelymateriaalin (siemenen ja taimien) hankintaan että itse metsänviljelytyön eri vaiheisiin.

Siemenen hankintaa ja käsittelyä koskevia tutkimuksia on toistaiseksi julkaistu vähän. Karistusvaiheesta mainittakoon Kankaan (1942 AFF 50) selvitys karustuslämpötilan vaikutuksesta siemenen karisemiseen ja itämiseen sekä Yli-Vakkurin (1959 AFF 68) tutkimus itävyyden alenemisesta siemensiipiä koneellisesti poistettaessa.

Suomen ensimmäiset taimitarhat perustettiin ulkomailta saadun esikuvan mukaan, ja niiden kehittäminen samoin kuin taimitarhan hoitoa koskevat ohjeet (esim. Ahola: Taimitarha, sen valmistus, kunnossapito ja hoito 1930, 2 p. 1946) ovat perustuneet pääasiassa käytännöstä saatuihin kokemuksiin. Metsäntutkimuslaitoksessa suoritettiin kuitenkin jo 1930-luvulla melko laajoja taimitarhakokeita, jotka koskivat sekä kylvöä ja koulitusta että lannoitusta (Heikinheimo 1940 MTJ 29).

Ryhdyttäessä sodan jälkeen uudelleen taimitarhatutkimuksiin toimitettiin aluksi inventoinnin luontoinen selvitys taimitarhoissa käytetyistä menetelmistä (Mikola 1957 MTJ 48). Yksityiskohtaisemmin tutkimuksin on tähän mennessä selvitetty taimitarhain maata ja sen hoitoa (Mikola 1957 MTJ 49) sekä taimien pakkausta ja kuljetusta (Yli-Vakkuri 1957 MTJ 49). Heikinheimo (1954 AFF 61) on tarkastellut taimitarhan sijainnin merkitystä erityisesti metsäpuiden jalostuksen kannalta. Taimitarhoissa esiintyvistä tuhoista ja niiden torjunnasta on em. tutkimuksiin sisältyvien mainintojen lisäksi julkaistu vain pienehköjä tutkielmia koskien myyrien tuhoja (Kangas 1935 MA.) sekä talvituho- ja karistesieniä ja niiden torjuntaa (Jamalainen 1956 SF 88; Rummukainen 1956 MA). Sekä tuhosienien että rikkaruohojen torjuntaa koskevia kokeita on parhaillaan käynnissä, ja erityisesti kokeillaan torjuntakemikalien käyttöä.

Tutkimukset ja havainnot kaskiviljelyn ja metsäpalojen vaikutuksista metsien uudistumiseen johtivat jo varhain kulotuksen käyttämiseen uudistusalojen valmistusmenetelmänä. Eniten kokemuksia tästä menetelmästä on Tuomarniemen hoitoalueessa, jossa sitä Arvid Borgin aloitteesta on jatkuvasti käytetty jo lähes 50 vuotta. Arvid Borg otti kulotuksen yhteydessä käyttöön hankikylvön. Näiden kulotusten ja hankikylvöjen tuloksia ja niistä saatuja kokemuksia 18 vuoden ajalta on selostanut L. Borg (1936 SF 38) sekä myöhemmältä ajalta Blomgren (1952 MTJ 40) ja Kolehmainen (1955 SF 85, 1957 SF 90). 1920-luvulla kulotuksia suoritettiin melko yleisesti varsinkin valtion metsissä, mutta 1930-luvulla, jolloin metsänhoidossa pyrittiin erityisesti suosimaan kuusta, kulotus oli vähäistä. Noiden vanhempien Tuomarniemellä ja muuallakin, myös Ruotsissa, suoritettujen kulotusten antamien hyvien kokemusten ansiosta kulotus tuli jälleen yleiseen käyttöön 1940-luvun lopulla, joskin hankikylvö sen yhteydessä on osoittautunut epävarmaksi ja on korvattu muilla kylvömenetelmillä. Myös turvemailla on suoritettu menestyksellisesti kulotuksia (Yli-Vakkuri 1958 AFF 67). Kulotuksen kaikinpuoliset vaikutukset ovat kuitenkin suurelta osalta vielä selvittämättä. Parhaillaan suoritetaan näistä kysymyksistä tutkimuksia ja joiltakin osin on tuloksiakin julkaistu, esim. kulotuksen vaikutuksesta maan pieneliöstöön (Karppinen 1957 S. Hyönt. Aikak. 23).

Maanpinnan rikkomista, laikutusta, on käytetty uudistusalan valmistusmenetelmänä etupäässä luontaisen uudistamisen yhteydessä. Kysymystä on käsitelty useissa pienissä artikkeleissa (MA ym.), ja käytännössä on pyritty erityisesti sopivien työvälineiden kehittämiseen, mutta laajempaa tutkimusta menetelmän antamista tuloksista ei ole suoritettu.

Metsän kylvö- ja istutusmenetelmät ovat olleet jatkuvien kokeilujen alaisina Metsäntutkimuslaitoksessa ja muuallakin. Latvialaisen Meldersin (1929 Com. For. 3) ensiksi esittämä vakoruutukylvö on kokeiden perusteella todettu hyväksi ja tullut yleiseen käyttöön. Kylvötapoja ja niiden antamia tuloksia on esitelty monissa pienissä artikkeleissa. Viimeksi on kokeiltu myös hajakylvöä lentokoneesta käsin Lapin laajaperäisissä oloissa (Sirén 1957 MA). Vanhemmissa ja nuoremmissa kylvötaimistoissa suoritetuista tutkimuksista on selvitetty erilaisten kylvöjen tuloksia ja epäonnistumisen syitä (Kangas 1940 AFF 49; Sirén 1952 SF 78). — Istutuksen osalta on metsäntutkimuslaitos suorittanut järjestelmällisiä kokeita (Heikinheimo 1941 MTJ 29), jotka ovat selvittäneet eri menetelmien käyttökelpoisuuden lisäksi mm. istutusajankohdan ja verhopuuston merkitystä. Näitä tutkimuksia ovat täydentäneet lukuisat käytännön kokemukset ja kokeilut. Lisätutkimuksia tarvitaan kuitenkin jatkuvasti. Viime aikoina on käytännössä pyritty kehittämään erityisesti istutustyövälineitä.

Ojitus- ja suontutkimusten yhteydessä on pyritty löytämään myös ojitetuille soille sopivia metsänviljelymenetelmiä (Lukkala 1934 Metsätietoa; Multamäki 1939 AFF 47), joskin luontaisen uudistumisenkin edellytykset ovat yleensä hy-

vät. Näissä tutkimuksissa on selvästi käynyt ilmi kuusen taimien hallan arkuus, jonka vuoksi kuusen istutus ei onnistu aukealla suolla.

Istutettujen metsien myöhempää kehitystä koskevista selvityksistä mainittakoon E. Kalelan (1933 MTJ 19) viljelyskuusikoita koskeva tutkimus, joka on tehnyt mahdolliseksi mm. luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn vertailun metsien tuoton perusteella (Vuokila 1956 MTJ 48). Vastaavanlaista selvitystä viljelymänniköiden myöhemmästä kehityksestä ei ole, vaan ainoastaan esimerkiksi luontoisia näytteitä (esim. Blomgren 1952 MTJ 40).

Taimistojen hoito on tutkimuksissa saanut suhteellisen vähän huomiota osakseen, koska metsissämme oli aikaisemmin taimistoja sangen vähän. Viime vuosina on kuitenkin runsaasti taimistoja tullut harvennusikään ja ripeän uudistus-toiminnan tuloksena syntyy jatkuvasti uusia taimistoja. Taimistojen harvennuksen sopivin ajankohta ja voimakkuusaste ovat kysymyksiä, joihin tutkimukselta odotetaan vastauksia. Näitä kysymyksiä on tosin käsitelty lukuisissa pienissä artikkeleissa ja tutkielmissa (esim. Sirén 1956 MA), mutta riittävän pitkäaikaiset kokeet edelleen puuttuvat. Itse työn suorittaminen ja siinä käytetyt välineet ovat myös tutkimuksen alaisina (Sirén 1958 SF 93). Tuhojen merkitystä ja niiden huomioon ottamista taimistojen käsittelyssä on erityisesti Kangas (1937 MTJ 24, ym.) korostanut tutkimuksissaan. Tuhojen aktiivista torjuntaa kemiallisin keinoin on vasta alustavasti kokeiltu.

Myös varsinaisten kasvatushakkuiden osalta tutkimukset ovat vielä kesken. Erilaisten harvennustapojen ja voimakkuusasteiden kokeilu on jatkunut Metsäntutkimuslaitoksessa koko sen toiminnan ajan. Näitä kokeita, jotka liittyvät puuston rakennetta ja tuottoa koskeviin tutkimuksiin, on selostettu toisessa yhteydessä (Nyyssönen 1959 AFF 70).

Puiden karsimista metsän kasvattamisen menetelmänä alkoi kokeilla jo A. G. Blomquist Evolla viime vuosisadalla. Silloin karsituista puista teki Lakari (1920 MTJ 2) tutkimuksen todeten kuusen yleisesti saaneen lahovian karsimisen seurauksena. 1930-luvulla karsittiin koivuja ja mäntyjä vaneeripuun kasvattamistarkoituksessa — tosin suhteellisen pienessä mittakaavassa —, kehitettiin karsimisvälineitä ja julkaistiin näistä töistä tutkimuksiakin (Lappi-Seppälä 1934 AFF 40; Heikinheimo 1935 SMYV 5). Myöhemmin on Heikinheimo (1953 MTJ 41) tutkinut puiden runkojen luontaista karsiutumista sekä karsimista edelleen uudempien kokeiden valossa (1953 MA).

Erikoisolosuhteissa kasvavista metsistä saivat pohjoisen metsänrajan läheisyydessä olevat suojametsät ja niiden käsittely ensimmäisenä huomiota osakseen. Huomattaviin tutkimuksiin nojautuva Suojametsäkomitean mietintö valmistui jo 1910, ja vähän myöhemmin Renvall (1919 AFF 11) tutkimustensa perusteella hahmotteli suojametsäalueen metsien hoitoa asettuen mahdollisimman varovaisen käsittelyn kannalle.

Kun Metsäntutkimuslaitos perustettiin, otti sekin aluksi pohjoiset metsät erityisesti tutkimuksen alaisiksi. Näissä töissä käsiteltiin sekä varsinaisia metsänrajametsiä että vähän etelämpänä sijaitsevia Lapin kuusimetsiä ja niiden hoitoa (Heikinheimo 1921 MTJ 4, 1922 MTJ 5). Tämän jälkeen suojametsien hoitoa kosketeltiin tutkimuksissa melko vähän, kunnes aivan viime vuosina ko. alueiden jouduttua taloustoiminnan piiriin on kysymys suojametsäalueelle soveltuvista metsänhoitomenetelmistä tullut ajankohtaiseksi. Viime vuosikymmenien edullinen ilmastollinen kehitys, jonka seurauksena on suojametsäalueella tapahtunut runsaasti luontaista uudistumista, on antanut aikaisemman säästämisperiaatteen sijasta mahdollisuuden aktiivisempiin toimenpiteisiin (Mikola 1952 MTJ 40).

Meren rannikon ja ulkosaarten metsien suojametsäluonnetta ja hoitoa on L. Ilvessalo (1926 SF 2, 1926 MTJ 12) tutkimuksissaan käsitellyt.

Muina erikoistapauksina, jotka metsänhoidossa vaativat huomiota osakseen ja joita myös tutkimuksissa on käsitelty, mainittakoon vielä hävitetyt ja huonokuntoiset metsät ja niiden kunnostaminen, puistometsät ja maiseman hoito, jalojen lehtipuiden kasvatus ym. Viime aikoina on astunut esiin erityisesti kysymys ojitettujen soiden metsien hoidosta, johon kangasmailla saatuihin kokemuksiin perustuvat menetelmät eivät sellaisinaan sovellu. Ojitusaluilla suoritettu laaja inventointi on nimittäin osoittanut, että huomattava osa niiden metsistä on vajaatuottoisessa tilassa (Heikurainen 1959 AFF 69), ja oikeiden kasvatus- ja uudistusmenetelmien löytäminen vaatii vielä koe- ja tutkimustoimintaa.

Metsänhoidon menetelmiin liittyy aina kysymys erilaisten tuhojen mahdollisuudesta ja niiden torjumisesta joko aktiivisin tai passiivisin keinoin. Metsänsuojelua koskeva tutkimus sopii siksi tarkasteltavaksi metsänhoidon menetelmien yhteydessä.

Lumen tuhot esiintyvät Suomessa kroonillisina Oulunjärven pohjois- ja koillispuolella ns. tykkyalueella, joka on melko täsmällisesti rajoitettavissa ja jonka alueen metsien käsittelyssä lumen tuhot joudutaan olennaisena tekijänä ottamaan huomioon (Heikinheimo 1920 MTJ 3). Talvella 1947—48 sattui suurtuho Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa antaen aiheen laajoihin tutkimuksiin, joissa on selvitelty, paitsi tuhojen määrää, laajuutta ja laatua, myös puiden pilaantumisenopeutta, toipumiskykyä ja seuraustuhoja. Männyn toipumiskyvystä (Juutinen 1953 MTJ 41) sekä seuraustuhoista (Kangas 1950 S. Hyönt.Aikak.16) on tuloksia julkaistu. Näissä tutkimuksissa on huomattavasti täydennetty aikaisempaa kuvaa lumentuhojen synnystä ja esiintymisestä, eri puulajien tuhonkestävyydestä, lumentuhojen mahdollisista seurauksista ja torjuntamahdollisuuksista, joita koskevia selvityksiä on valmistumassa. — Viimeinen suurtuho on sattunut Uudellamaalla ja Etelä-Hämeessä talvella 1958—59 antaen aineistoa uusiin tutkimuksiin.

Tuhoprosessi, joka läheisesti liittyy metsien hakkuisiin ja usein esiintyy nii-

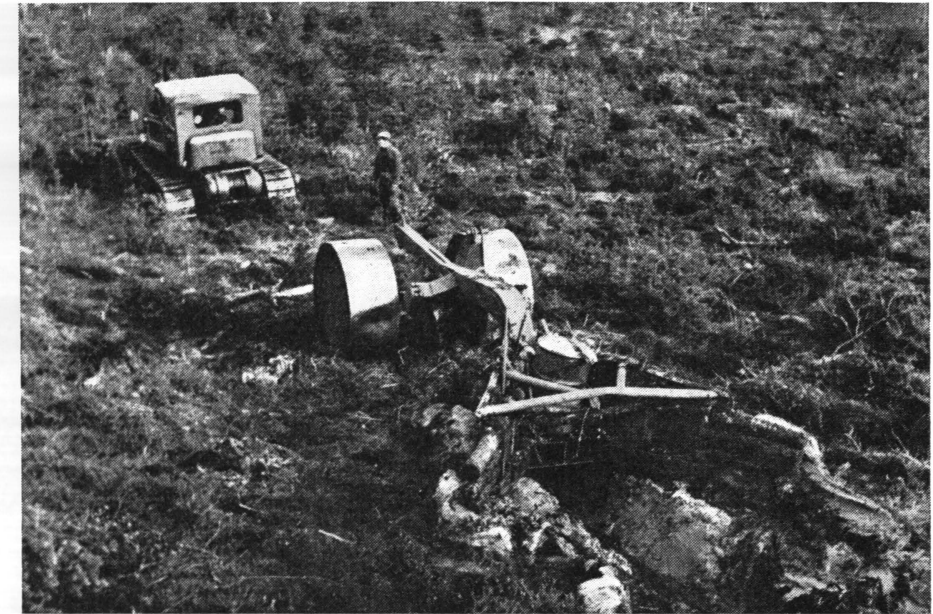
den seurauksena, on puiden pystyyn kuivuminen. Se on ollut monien erikoistutkimusten kohteena ja lisäksi sitä ovat valaisseet useat metsäentomologiset perustutkimukset. Suoritetujen kuivumisanalyyysien perusteella on voitu erottaa erilaisia kuivumistyyppöjä (Kangas 1934 MTJ 19, 1936 SMYV 6, 1942 S. Hyönt. Aikak. 8, 1946 AFF 52; Juutinen 1958 MTJ 50; Rummukainen 1954 MTJ 44), on selvitetty kuivumisen nopeutta ja eri tekijäin osuutta eri puulajien kuivumisprosessissa, samoin kuin kuivumistuhojen riippuvuutta hakkuista ja muista toimenpiteistä. Kuivumistuhojen torjumiseksi Kangas (1946 AFF 52) on kehittänyt erityisen torjuntahakkuumenetelmän. Tuhohyönteisten torjuntaan joudutaan talousmetsissä varautumaan entistä enemmän, koska säännöllinen hakkuutoiminta luo edellytykset tuholaiskantojen jatkuvuudelle (Nuorteva 1956 AFF 65).

Vastaavanlaisiksi tuhoprosessiksi, jonka aiheuttajana on monia samanaikaisesti tai toistensa seurauksena vaikuttavia tekijöitä, on osoittautunut männyn taimistojen tuhoutuminen, jota koskevista tutkimuksista on edellä ollut puhe (Kangas 1937 MTJ 24, ym.).

Edellä on mainittu myös maannousema tuhotekijänä, joka olennaisena joudutaan ottamaan huomioon käytännöllisessä metsänhoidossa. Sen samoin kuin muiden lahovikojen yleisyydestä ja merkityksestä on suoritettu inventoinnin luontoisia selvityksiä, varsinkin Pohjois-Suomessa (Tikka 1934 AFF 40, 1935 AFF 41, 1938 AFF 46, 1947 AFF 55, 1949 AFF 57), ja niihin on kiinnitetty erityistä huomiota Pohjois-Suomen metsien hoitoa koskevissa tutkimuksissa (Heikinheimo 1922 MTJ 5; Tikka 1940 AFF 50). Kulottamista ja puulajin vaihtoa pidetään varmimpana metsänhoidollisena torjuntamenetelmänä maannousemaa vastaan (Kangas 1940 MA), joskin riittäviä kokemuksia tuloksista vielä puuttuu.

Myrskyn tuhoja ja niiden torjuntamahdollisuuksia koskevista tutkimuksista on myös edellä ollut puhe. Metsäpalojen osalta on suoritettu tilastollisia tutkimuksia kulojen lukumääristä, syistä ja niiden aiheuttamista vahingoista (Saari 1923 AFF 26; E. Kalela 1937 AFF 37). Kulojen torjunnan kannalta on merkittävä tutkimus kulovaaran arvioimisesta säätekijäin perusteella (Franssila 1958 AFF 67).

Laiduntaminen ja sen aiheuttamat tuhot ovat olleet mielenkiinnon kohteina etupäässä Pohjois-Suomen poronhoitoalueella, varsinkin aikaisemmin. Renvall (1919 AFF 11) ja monet muut pitivät porojen aiheuttamia tuhoja pohjoisimmissa männyn taimistoissa hyvin pahoina, mutta myöhemmin on tuhojen merkitys arvioitu vähäisemmäksi etenkin varsinaisella metsätalousalueella, joskin perusteelliset tutkimukset puuttuvat. — Etelä-Suomessa on metsälaiduntamisen vaikutuksia ja karjan tuhoja sivuttu monissa metsäkasvillisuutta ja uudistumista koskevissa tutkimuksissa, onpa näitä kysymyksiä käsitelty omana erillisenä aiheenakin (Lampimäki 1939 SF 50). Tiedot metsälaiduntamisen nykyisestä laajuudesta sisältyvät Suomen laidunoloja koskevaan kokonaistutkimukseen (Jäntti 1945 AFF 53).



Kuva 3. Tutkimusten ja kokeiden avulla on ojitustekniikkaa kehitetty, jotta Suomen suuret suoalat saadaan tuottaviksi metsiksi. — Valok. M. Hämäläinen.

Fig. 3. By developing the digging technique the cost of drainage can be reduced and large useless swamps can be converted into productive forest land. — Photo M. Hämäläinen.

Metsien laiduntamiseen liittyy tavallaan kysymys hirven ja muiden riistaeläinten metsille aiheuttamista tuhoista. Hirven männyn taimistoille aiheuttamia tuhoja on käsitelty sekä metsänhoitoa että riistanhoitoa koskeneissa tutkimuksissa, joilla on selvitetty hirven elintapoja, tuhojen laatua ja torjuntamahdollisuuksia sekä vahinkojen arvioimista (Kangas 1949 Suomen Riista; Sainio 1955 SF 88; Yli-Vakkuri 1955 SF 88). Muista riistaeläimistä on tutkimuksissa käsitelty mm. metsoa.

Tärkeänä metsänhoidon työalana Suomessa on soiden kuivattaminen, jonka perusteita ja tuloksia koskevia tutkimuksia on selostettu aikaisemmin. Ojitus-toiminnan tähänastisesta laajuudesta antaa käsityksen Tirkkosen (1952 SF 72) laatima historiallinen katsaus. Itse ojitustekniikan alalta on myös ilmestynyt useita tutkimuksia, jotka ovat perustuneet sekä käytännön kokemuksiin että varsinaisiin kokeisiin. Ojituksen suunnittelusta mainittakoon, että ojitustoiminnan alkuaikoina käytettiin melko harvaa ojastoa ja syviä oja. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että ojituksen pääteho on pintavesien nopeassa kuljetuksessa, ja siksi on viime aikoina siirrytty yhä tiheämmän, mutta samalla

matalamman ojaston käyttöön. Ojien kaivun tapahtuessa alkuvuosikymmeninä kokonaan käsityönä kehittyivät ojien muotoa ja mittoja sekä kaivutyön hinnoittelua koskevat normit pääasiassa käytännön kokeilujen pohjalla. Kuitenkin suoritettiin myös täsmällisiä työaikatutkimuksia (Lukkala 1939 MTJ 28) ja kaivutyö voitiin näin suunnitella ja hinnoitella koko maassa yhteisten ja yleisesti hyväksytyjen normien mukaan (Lukkala & Tirkkonen 1939 Tapio). Myös ojituksen kivitöistä julkaistiin pienehköjä tutkielmia (Metsänheimo 1934 AFF 40; Yli-Vakkuri 1954 SF 84).

Viime vuosikymmenellä on metsänojituksessa siirrytty suurimmaksi osaksi koneelliseen auraukseen, mikä on edellyttänyt laajaa kokeilu- ja tutkimustyötä. Tästä työstä on toistaiseksi ilmestynyt vain yksi laajahko julkaisu (Huikari 1958 MTJ 49), jossa mm. luodaan katsaus tapahtuneeseen kehitykseen sekä kuvataan konetyypit ja selostetaan suoritettujen auraukokeiden tuloksia. Aurauksen lisäksi on viime vuosikymmenellä tehty ojia jonkin verran myös kaivinkoneilla ja räjäyttämällä.

Ojien kunnan säilymistä ryhdyttiin tutkimaan myös jo varhaisessa vaiheessa. Ojien todettiin aikaa myöten tuntuvasti mataloituvan ja kapenevan, mihin on syynä turpeen painuminen (Multamäki 1934 AFF 40). Saman seikan totesi myöhemmin Lukkala (1949 MTJ 37), jolloin turpeen painumisen määrä myös voitiin mitata. Uusimmassa kysymystä koskevassa tutkimuksessa Heikurainen (1957 AFF 65) on osoittanut ojien mataloitumisen ja turpeen painumisen riippuvan lähinnä ojien kaivusvyvydestä. — Muita ojien kuntoon vaikuttavia tekijöitä, kuten niiden syöpymistä ja umpeutumista, ovat selvitelleet Kokkonen (1923 AFF 27), Saarinen (1935 MTJ 20) ja Lukkala (1948 MTJ 36).

* * *

Edellä esitetty katsaus metsänhoidolliseen tutkimustyöhön Suomessa ei pyri olemaan täydellinen. Metsänhoidon ala on sellaisen esittämiseen liian laaja ja rajoiltaan lisäksi epämääräinen. Katsauksesta lienee kuitenkin käynyt selville pääsuunnat ja aihepiirit, joilla tutkimustyötä on Suomen Metsätieteellisen Seuran 50-vuotisen toiminnan aikana suoritettu, sekä henkilöt, jotka tutkimuksen eri aloilla ovat työtä tehneet. Pyrkimyksenä on myös ollut lyhyesti luetella eri tutkimusalojen tärkeimpiä saavutuksia, mikä puolestaan antaa mahdollisuuden samalla tarkastella tutkimustyön vastaisia tehtäviä. Paljon on 50 vuoden aikana tutkittu, mutta paljon kysymyksiä on vielä avoimina.

Metsänhoidollisen tutkimustyön tehtävä on palvella käytännön metsänhoitoa. Sen tulee toisaalta luoda vankkaa pohjaa, johon käytännöllinen toiminta voi nojautua, toisaalta sen tulee antaa vastauksia käytännössä jatkuvasti eteen nouseviin kysymyksiin. Missä määrin tutkimustyö on nämä tehtävänsä pystynyt täyttämään, sen seikan arvostelu ei kuulu tämän kirjoittajille. Suomen metsien nykyinen tila antanee osaltaan vastauksen tehtyyn kysymykseen.