

TUTKIMUKSIA MÄNNYN
LUONTAISESTA UUDISTUMISESTA
ETELÄ-SUOMEN KANGASMAILLA

JAAKKO LEHTO

SUMMARY

*STUDIES ON THE NATURAL REPRODUCTION
OF SCOTS PINE ON THE UPLAND SOILS OF
SOUTHERN FINLAND*

HELSINKI 1956

Alkusanat

Tämä tutkimus on syntynyt professori ERKKI LAITAKARIN ja tohtori ERKKI K. KALELAN yhteisestä aloitteesta. Jo noin kahdeksan vuotta sitten he kiinnittivät huomiotani tällaisen selvittelyn tarpeellisuuteen ja sen tarjoamaan mielenkiintoon. Siitä alkaen olen kerännyt tutkimusaineistoa.

Alusta lähtien ja erityisesti tutkimuksen loppuvaiheissa, on professori RISTO SARVAS aikaa ja vaivaa säästämättä sekä käytännöllisin ohjein että tutkimukseen innostaen auttanut työn eteenpäin viemisessä. Professori OLLI HEIKINHEIMON suosiollisella luvalla olen saanut tilaisuuden suorittaa eräitä kokeita Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa. Osa kokeista on tehty metsänhoitaja YRJÖ JOUTTIMÄEN metsissä.

Hyönteisten lajinmäärityksessä on auttanut professori UUNIO SAALAS. Käsikirjoituksen muotoilussa ja viimeistelyssä ovat antaneet ohjeita erityisesti professorit ESKO KANGAS, VILJO KUJALA ja VALTER KELTIKANGAS sekä tohtorit PEITSA MIKOLA ja EINO OINONEN. Heille kaikille esitän parhaimmat kiitokseni.

Kunnioittavat kiitokseni lausun myös Helsingin yliopistolle, Suomen Kulttuurirahastolle, Suomen Metsätieteelliselle Seuralle, Emil Aaltosen Säätiölle ja Keskusmetsäseura Tapiolle saamistani apurahoista sekä Metsähallitukselle sen eri tavoin antamasta tuesta.

Helsinki 15. 10. 1956

Jaakko Lehto

Sisällys

	Sivu
Johdanto	7
Tutkimusmenetelmät ja -aineisto	12
Siementyminen	17
Siemensadon suuruus	17
Siemenen leviäminen	24
Varisseen siemenen tuhot	25
Taimiaineksen synty ja kehitys	29
Tutkimusmetsiköt	29
Itäminen	32
Taimiaineksen alkukehitys	37
Taimiaineksen kehittyminen taimistoksi	48
Taimiaineksen tuhot	53
Taimistojen kehitys	66
Taimistojen kuvaaminen	66
Uudistusalojen taimistot	68
Maanpinta vaurioitumaton	68
Maanpinta rikkoutunut	71
Kuloalat	74
Taimistojen tuhot	77
Taimistojen metsittämisarvo	80
Loppukatsaus	88
Kirjallisuusluettelo — <i>References</i>	93
<i>Summary</i>	101

Johdanto

Ennen kuin ihmisen toiminnan vaikutus tuntui sanottavasti metsiemme puustossa, lienee mänty uudistunut pääasiallisesti kuloaloille Näin on tapahtunut osissa Siperian ja Äänisen Karjalan luonnonmetsiä vielä viime vuosisadalla, jopa viime vuosikymmeninä (NORRLIN 1881, CAJANDER 1903 ja SUKATŠEV 1934). Nähtävästi salaman vaikutuksesta syttyneet kulot muinoin polttivat maassamme laajoja alueita, ja varsinkin kuivat kankaat paloivat verraten lyhyin väliajoin (HÖGBOM 1934, s. 67). Asutuksen tiheessä lisääntyi kulojen lukumäärä entisestään tulen aika ajoin ryöstäytyessä valloilleen kaskista, kydöistä ja erämiesten nuotioista.

Kulojen merkitystä männyn uudistumiselle kuvaa viime vuosisadan loppupuoliskolta peräisin oleva arvio, jonka mukaan 80—90 % maamme silloisista kangasmänniköistä oli syntynyt kuloaloille (BLOMQUIST 1881, s. 94; ks. myös SAARI 1923 ja KALELA 1937). Kun lisäksi otetaan huomioon kaskialoille syntyneet männiköt, joita HEIKINHEIMON (1915) suorittamien tutkimusten mukaan oli myös varsin paljon, ei maassamme viime vuosikymmeniin saakka ilmeisesti ollut sanottavasti tulen hiljattain käymättömälle maalle nousseita kangasmänniköitä.

Niillä vähäisillä alueilla, joille tulen vaikutus ei jostakin syystä ulottunut, männyn uudistuminen lienee tapahtunut hyvin hitaasti, metsän aukoista lähtien. Aukkoja syntyi aika ajoin vanhojen puiden kaatuessa tai kuivuessa pystyyn. Emometsän yhä harvetessa taimettuvien aukkojen lukumäärä lisääntyi, ne laajenivat ja alkoivat reunoiltaan yhtyä. Tällöin muodostui epätasainen nuori metsä, jossa siellä täällä oli vanhoja puita ja keloja. Näin tapahtuu uudistumista vielä esim. säästömetsissä, mikäli kuusi ei jostakin syystä leviä männyn tilalle (KALELA 1945, ss. 273—274).

Ihmisen vaikutus männyn uudistumiseen ei rajoittunut tulen yleistymiseen metsissämme. Männiköissämme ruvettiin jo useita vuosisatoja siten suorittamaan hakkuita. Laivanrakennusaineksi sekä vesisahojen ja

käsisahauksen raaka-aineeksi tarvittiin paljon järeää mäntypuuta. Päre- ja tervaspuiksi käytettiin mäntyä suuressa määrin 1600- ja 1700-luvuilla, mutta vielä paljon myöhemminkin. Rakennuksiin mäntypuuta kulutettiin tuhlaten, kuten TERTTI (HERTZ 1933, s. 12) mainitsee. Kun sahateollisuus vapautettiin säännöstelystä vuonna 1861, lisääntyi järeän mäntypuun kulutus moninkertaiseksi entisestään. Samoihin aikoihin tuli prop-sille runsaasti kysyntää, joten pienen mäntypuun menekki suureni. Puu otettiin metsistä miltei yksinomaan hankintateknillisiä ja kaupallisia näkökohtia ajatellen. Kuten useista julkaisuista käy ilmi, oli tällainen männiköitten käsittely männyn uudistumisen kannalta haitallista (ks. SARVAAN 1944, ss. 45—46 selostama kirjallisuus).

Kuluneina vuosisatoina suunnittelemattomien hakkuiden jäljet korjautuivat usein siten, että kulon tai kaskeamisen vaikutuksesta tilalle syntyi uusia männiköitä. Mutta viime vuosisadan loppupuolella, kun tukkipuun harsinnan luontoiset hakkuut saivat laajat mittasuhteet, kaskeaminen alkoi tuntuvasti vähetä ja kulojen leviämistä ryhdyttiin entistä tehokkaammin rajoittamaan. Näin lakkasi vähitellen suureksi osaksi vaikuttamasta se tekijä, jonka takia männyn uudistumisedellytykset vuosisatojen ajan olivat olleet suotuisat. Muuttuneiden olosuhteiden seurauksena oli, että mäntymetsät alkoivat kuusettua. Tämän kehityksen on todettu jatkuvan vielä nykyään (KALELA 1952).

Edellä selostettu epäedullinen suunta mäntymetsien uudistumisedellytysten kehityksessä huomattiin asiantuntijain keskuudessa jo kauan sitten. Niinpä Suomen Talousseuran sihteeri C. C. BÖCKER viittaa tähän suuntaan, kun hän vuonna 1829 ilmestyneessä metsänhoitoa käsittelevässä teoksessaan arvostelee tukkipuun harsintoja. Tämä arvostelu ei liene silloin aiheuttanut sanottavaa muutosta metsiin suhtautumisessa, mutta epäilemättä se antoi herätteitä myöhempien aikojen ammattimiehille. Eri-tyistä huomiota männyn uudistumiskysymykseen kiinnitti BLOMQVIST (esim. 1881, ss. 93—159). Jo viime vuosisadan puolivälissä ruvettiin maassamme käyttämään hänen toimestaan — aluksi tosin varsin hapuil- len — männyn luontaiseen uudistumiseen tähtäävää menetelmää, siemenpuuhakkuuta. Tätä uudistushakkuuta käytettäessä uudistettavan alan siementyminen tapahtuu alalle suhteellisen harvaan keskinäiseen asentoon jätetyistä siemenpuista, jotka edeltävillä hakkuilla valmistetaan tähän tehtävään. Siemenpuuhakkuun perusajatuksen BLOMQVIST sai Saksasta. Koska hän mainitussa teoksessaan selostaa yksityiskohtaisesti tätä menetelmää ja sen kehitystä eri maissa, ei asiaan puututa tässä tarkemmin (vrt. LAITAKARI 1949, ss. 281—288 ja SARVAS 1956, ss. 531—542).

Aluksi siemenpuuhakkuuta käytettiin maassamme mm. sotilas- ja siviilivirkatalojen metsissä (SARVAS 1949, ss. 5—6). Sen soveltaminen oli monin paikoin umpimähkäistä, eivätkä suoritettut hakkuut aina ansainneet siemenpuuhakkuun nimitystä. Uudistettavat alat viivoitettiin kapeina kaistaleina kartalle, ja maastossa vastaavat kohdat hakattiin miltei paljaksi tai niille jätettiin korkeintaan kehoja siemenpuita. Jälki oli siis käytännössä saman tapaista kuin tukkipuun harsinnoissa, ja nämä »siemenpuuhakkuut» olivat monesti ikäänkuin naamioituja avohakkuuta (HANNIKAINEN 1919, ss. 204—205). ENROTHIN (1915, ss. 76—88) julkaiseman, Turun ja Porin sekä Hämeen läänissä 18:lla sotilasvirkatalolla suoritettuja lohkohakkuuta (= siemenpuuhakkuuta) käsittelevän tutkimuksen mukaan nämä hakkuut olivat yleensä johtaneet huonoihin tuloksiin. Vain noin puolet kuivien kankaiden uudistushakkuista voitiin katsoa onnistuneiksi, ja mustikkatyypissä männyn uudistaminen oli kauttaaltaan epäonnistunut. Epäonnistumisen pääsyyksi ENROTH katsoo hakkuiden epätarkoituksenmukaisen suoritustavan. Siemenpuuhakkuusta annettuja ohjeita siemenpuiden laatuun ja maanpinnan valmistamiseen nähden ei ollut noudatettu.

Myöhempinä vuosikymmeninä siemenpuuhakkuun käyttö ulottui yleisesti muihinkin kuin virkatalojen metsiin, ja kuluvan vuosisadan puolella tätä hakkuumenetelmää on käytetty kaikkialla maassamme, osaksi myös tarkoin noudattaen kirjallisuudessa siitä annettuja ohjeita. Mainittakoon, että valtakunnan metsien toisen arvioinnin mukaan (YRJÖ ILVESSALO 1942, s. 353) Suomen eteläpuoliskon metsistä oli vuosina 1927—36 hakattu noin 2.3 % kasvullisen metsämaan pinta-alasta siemenpuuasentoon.

SARVAS (1949) on suorittanut tutkimuksia säännönmukaisesti hakatuista siemenpuualoista, joilla kuitenkin ei ollut toimitettu maanpinnan valmistusta. Hän toteaa (s. 38), että »siemenpuuhakkuu oikein ja huolellisestikin suoritettuna ilman siihen liittyvää maanpinnan valmistusta on Etelä-Suomessa kaikilla tärkeimmillä metsätyypeillä männikön uudistushakkuuna epävarma. Mustikkatyypin metsiköissä männyn luontainen uudistaminen tätä uudistushakkuumenetelmää sovellettaessa jokseenkin poikkeuksetta epäonnistuu». TERTIN (HERTZ 1934) ja HEIKINHEIMON (1940, ss. 195—202) suorittamat kokeet viittaavat siihen, että siemenpuuhakkuun onnistumisedellytykset ovat paremmat, jos tarvittaessa suoritetaan maanpinnan valmistaminen. Viime vuosina näin on meneteltykin.

Kuten edellä olevasta selviää, ovat moitteettomasti suoritettut siemenpuuhakkuut viime aikoihin saakka olleet maassamme verraten harvinaisia. Useimmat luontaiset männyn taimistomme ovat nousseet erilaisten epä-

määräisten hakkuiden jäljiltä. SARVAS (1944) on tutkinut eräitä tällaisia taimistoja selvitellessään tukkipuun harsintojen vaikutusta Etelä-Suomen yksityismetsiin. Vastoin odotuksia osoittautui näissä metsissä olevan taimia melko runsaasti, niin että uudistuminen ei julkaistujen taimilukujen perusteella arvosteltuna näytä juuri huonommalta kuin saman tekijän tutkimilla siemenpuualoilla. Todettakoon myös, että VAARTAJAN (1951) suorittamien männyn taimien toipumista koskevien tutkimusten mukaan paljon männiköitä näyttää syntyneen tiheähköjen puustojen alle muodostuneista enemmän tai vähemmän kituneista alikasvostaimistoista.

Pohjois-Suomessa ovat männyn luontaista uudistumista tutkineet mm. AALTONEN (1919) ja SARVAS (1950). Ensiksi mainitun tutkimus käsittelee etupäässä valtion metsiä ja viimeksi mainitun harsimalla hakattuja yksityismetsiä. Molempien tutkijain mukaan männyn luontainen uudistuminen maamme pohjoisosissa tapahtuu verraten helposti varsinkin kuivilla kankailla. SARVAS (ss. 40—50) kiinnittää huomiota maan etelä- ja pohjoisosien ilmastossa esiintyviin eroihin todeten Pohjois-Suomen kesät keskimäärin selvästi kosteammiksi kuin Etelä-Suomen. Hän päättelee, että osaksi juuri tästä johtuen männyn uudistumisedellytykset ovat Pohjois-Suomessa paremmat kuin Etelä-Suomessa. Viitaten Keski-Euroopasta saatavissa oleviin vastaavanlaisiin tietoihin hän toteaa edelleen (ss. 77—78), että kesän suhteellinen kosteus on esim. Pohjois-Saksassa pienempi kuin Etelä-Suomessa. Ensiksi mainitulla seudulla männyn luontainen uudistaminen onkin tunnetusti erityisen vaikeaa.

Koska Ruotsissa olosuhteet ovat monessa kohden samanlaiset kuin Suomessa, on odotettavissa, että siellä männyn luontainen uudistaminen on aiheuttanut suunnilleen samoja ongelmia kuin meillä. Kuten WAHLGRENIN (1922, s. 314) ja AMILONIN (1923, s. 482) julkaisuista käy selville, on Ruotsissa luontaisen taimiston ilmaantuminen siemenpuualoille usein ollut huonoa. Toisaalta monet tutkijat mainitsevat, että varsinkin kuivien kankaiden männiköissä saattaa esiintyä runsaasti männyn taimia (esim. WRETLIND 1931 ja 1934, ENEROTH 1934, ARNBORG 1946). Myös Norjassa on pyritty männyn luontaiseen uudistamiseen, mutta siellä vaikeudet ovat jossakin määrin toiset kuin meillä (ks. BARTH 1920).

Kuten edellä todettiin, näyttää männyn luontainen uudistaminen kohtaavan Keski-Euroopassa varsinkin kesän kuivuuden takia erityisen suuria vaikeuksia. Myös hakkuualojen runsas heinittyminen on siellä haittana. Näistä syistä johtuen siellä ei mäntyä ole uudistettu luontaisesti kuin poikkeustapauksissa. Tämä vaikeus käy selville lukuisista sikkäläisistä julkaisuista (esim. WIEDEMANN 1925, ss. 10—13, OLBERG 1933,

ss. 390—391, DENGLER 1935, s. 481 ja VANSELOW 1949, ss. 230, 249 ja 277).

Nykyisen itärajamme takana, esim. Karjalan kannaksella, männyn uudistaminen luontaisesti on sitä vastoin helppoa (HEIKINHEIMO 1944, s. 85). Samoin on laita monin paikoin muuallakin Venäjällä (TURSKIJ 1929, MOROSOV 1926 ja 1928, GUMAN 1931).

Edellä mainitut tutkimukset käsittelevät kovia maita. Viitattakoon lopuksi myös niihin myönteisiin kokemuksiin, joita KALELA (1946) ja HEIKURAINEN (1954) ovat esittäneet rämemänniköiden luontaisesta uudistamisesta.

Esitetyn katsauksen mukaan näyttää ilmeiseltä, että männyn luontaisen uudistamisen edellytykset vaihtelevat tuntuvasti eri alueilla ja samankin alueen erilaisilla kasvupaikoilla. Esim. Etelä-Suomen kangasmailla ovat uudistumisen edellytykset huonommat kuin vastaavanlaisilla kasvupaikoilla Pohjois-Suomessa ja tietyissä osissa Venäjää. Kuitenkin on maassamme yleisesti käytetty samaa menetelmää, siemenpuuhakkuuta, miltei yksinomaista männyn uudistamistapana kasvupaikasta ja -alueesta riippumatta. Siemenpuuhakkuu ja männyn luontainen uudistaminen on ikäänkuin samastettu. Sekä tutkimuksen että käytännön kokemusten antamat kielteiset havainnot ovat johtaneet siihen, että luottamus siemenpuuhakkuuseen — ja männyn luontaiseen uudistamiseen — on maassamme häviämässä, ja monilla tahoilla on siirrytty yksinomaan männyn keinolliseen uudistamiseen. Voidaan kuitenkin kysyä, onko tarkoituksenmukaista turvautua pelkästään keinolliseen uudistamiseen, koska mahdollisuuksia kustannuksiltaan halvempaan luontaiseen uudistamiseenkin näyttäisi olevan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on männyn luontaisen uudistamistapahuttoman perusteita selvittelemällä luoda pohjaa nykyistä varmemman luontaisen uudistamismenetelmän kehittämiseksi erityisesti Etelä-Suomen kangasmaiden olosuhteita silmällä pitäen.

Tutkimusmenetelmät ja -aineisto

Metsien luontaista uudistumista koskevat tutkimukset on meillä yleensä suoritettu seuraavia menetelmiä käyttäen: 1. Rajoitetaan kertakoealoja (näytealoja, koealoja) sopiviksi katsotuista metsiköistä ja tehdään näillä mittauksia ja havaintoja (esim. AALTONEN 1919 ja SARVAS 1937, 1944, 1948 ja 1950). 2. Perustetaan kestokoealoja (pysyviä koealoja), joilla seurataan uudistumistapahtumaa pitkähkön ajan kuluessa. Kestokoealoja on perustettu erityisesti Metsäntutkimuslaitoksen toimesta. 3. Suoritetaan koe-kylvöjä ja -istutuksia sekä tehdään tarvittaessa laboratorioskokeita (ks. HEIKINHEIMO 1915, TERTTI (HERTZ) 1932 ja 1934, AALTONEN 1942 ja SIRÉN 1955).

Kertakoealoihin perustuvalla menetelmällä voidaan päästä tuloksiin nopeasti. Toisaalta metsiemme epäsäännöllisyyden takia saadaan muutamia kymmeniä tai satojakin koealoja käsittävästä aineistosta vastaus verraten harvoin kysymyksiin, parhaiten ehkä tilastollinen katsaus taimistojen esiintymiseen ja laatuun. Sitä vastoin haluttaessa yksityiskohtaisempia tietoja esim. taimien syntymisestä sekä niiden kitumisen ja kuolemisen syistä kohdataan kertakoealoja käytettäessä melkoisia vaikeuksia. Niinpä SARVAS (1949, s. 33) huomauttaa: »Metsäluonto näyttää kerta kaikkiaan olevan niin moninaista, että kausaalisiiin selvittelyihin tarpeellisten yhtenäisten koealaryhmien erottaminen pirstoo suuremman aineiston helposti liian pieniin osiin.» Kestokoealojen ja erikoiskokeiden käyttö tarjoaa tällöin suuremmat mahdollisuudet, kuten mainittu tekijä samassa yhteydessä toteaa.

Tässä tutkimuksessa on käytetty suureksi osaksi viimeksi mainittuja menetelmiä. Metsän uudistumista selvittelevien kokeiden tulokset saattavat kuitenkin olla sekä paikallisesti että ajallisesti rajoitettuja. Laajemman pohjan saamiseksi tutkimukselle katsottiin tarpeelliseksi nojautua myös kertakoealoihin perustuvaan menetelmään.

Tutkimukset suoritettiin Suomen eteläosassa suunnilleen linjan Pori—Vilppula—Jyväskylä—Joensuu eteläpuolella. Tätä aluetta on pidetty metsien kasvusuhteiden puolesta melkoisen yhtenäisenä. Sen eri osissa on kuitenkin todettu olevan eroja pintakasvillisuuden koostumuksessa puuntuotoltaan samanarvoisilla paikoilla, erityisesti rannikoiden

ja sisämaan välillä (SARVAS 1944, ss. 161—163). Siksi oli odotettavissa, että nämä erot vaikuttaisivat aivan nuorten männyn taimien toimeentuloon, sillä nämä ovat ominaisuuksiltaan monessa suhteessa pintakasvillisuuden lajeihin rinnastettavissa. Jo alustavissa tutkimuksissa todettiinkin, että rannikot ovat uudistumissuhteiden kannalta sisämaasta melkoisesti poikkeavia. Siitä syystä katsottiin tutkimusalueen yhtenäistämiseksi olevan tarpeen jättää 30—40 km leveä rannikkovyöhyke käsittely ulkopuolelle.

Näin rajoitettu alue on pääpiirtein yhtenäinen kasvukauden pituuden, lämpötilan ja sademäärän kannalta.

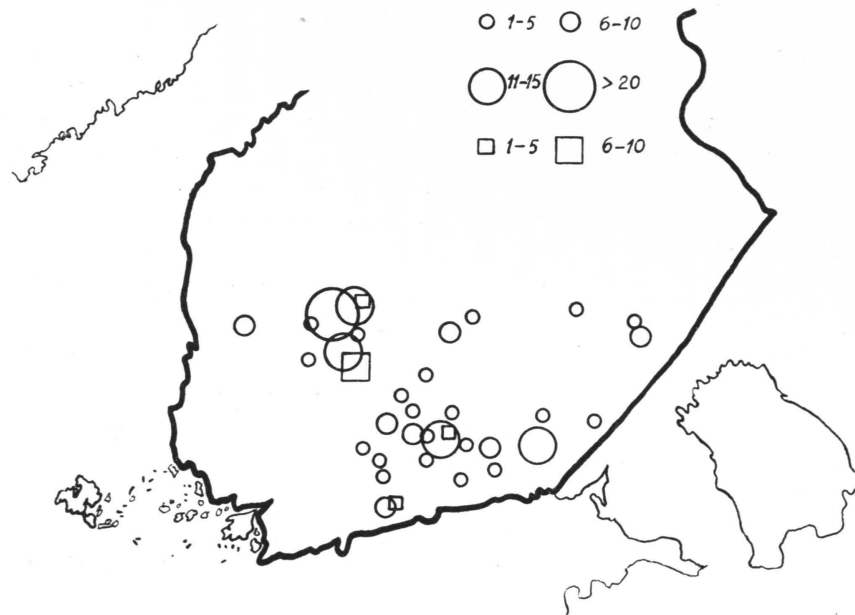
Tutkimuskohteiden löytämiseksi pyydettiin keskusmetsäseurojen välityksellä metsänhoitolautakuntia ehdottamaan alueiltaan männyn luontaisen uudistumisen tutkimiseen sopivia yksityismetsiä. Samoin käännyttiin puunjalostusteollisuutta harjoittavien, metsää omistavien yhtiöiden puoleen. Lisäksi pyydettiin Metsähallituksen tilastokonttorilta ehdotuksia valtion metsien osalta. Näiltä kaikilta saatiinkin runsaasti tutkimuskohteita. Lukuisia koealoja valittiin myös Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueilta.

Mikäli mahdollista, otettiin koealat maastossa ryhmittäin siten, että esim. pintakuloaloilla, joilla palon reuna oli selvästi todettavissa, mitattiin koeala sekä metsikön palaneesta että tulelta säästyneestä osasta. Samoin, kun siemenpuuala rajoittui kasvualustaltaan samanlaiseen väljennettyyn männikköön tai harsintamännikköön, otettiin rinnakkaiskoealat. Tällä tavoin menetellen lienee onnistuttu vähentämään sitä aineiston epätasaisuutta, joka aiheutuu metsämaan, puuston syntyvän yms. seikkojen suuresta vaihtelevuudesta tutkimusalueella.

Koeala-aineiston jakautuminen tutkimusalueen eri osiin käy selville kuvasta 1 (s. 14).

Koealat rajoitettiin maastossa suorakulmion, yleensä neliön, muotoisiksi. Niiden suuruus oli useimmiten 0.25 hehtaaria. Joissakin tapauksissa oli pakko tyytyä pienempään kokoon, mutta toisaalta otettiin myös muutamia puolen hehtaarin suuruisia koealoja, erityisesti jos pienempi koeala puuston epätasaisuuden tai muun syyn takia ei todennäköisesti olisi johtanut riittävän edustavaan tulokseen.

Puuston tiheys määritettiin yleensä runkolukuna hehtaaria kohden. Valtapituutena pidettiin yleisen tavan mukaan hehtaaria kohden sadan paksuimman puun keskipituutta (YRJÖ ILVESSALO 1920). Kuutiomäärä arvioitiin YRJÖ ILVESSALON (1947) taulukoiden mukaan. Metsikön ikä määritettiin valtapuiden tyvestä suoritettujen kairausten perusteella.



Kuva 1. Tutkimuskohteiden sijainti. Ympyrät tarkoittavat tutkimuskohteita, joissa on tehty mittauksia ja havaintoja. Neliöt esittävät koekylvö- ja istutuskohteita. Numerot ilmaisevat koealojen lukumääriä.

Fig. 1. Location of research areas. The circles indicate areas used for measurements and observations; the quadrangles, areas used for experimental sowings and plantings. The figures indicate the number of sample plots.

Pintakasvillisuudesta laadittiin kuvaus arvioimalla silmävaraisesti, montako prosenttia eri lajien peittävyys käsitti koko kasvualasta. Tietyn välein nämä silmävaraiset arvioinnit tarkistettiin ruutumenetelmää käyttäen. Ruudut olivat 1 m²:n suuruisia ja niitä otettiin 20 kpl neljänneshehtaarin suuruista neliön muotoista koealaa kohden. Ruudut sijoitettiin tasavälein koealan lävistäjille. — Samassa muodossa tätä menetelmää on aikaisemmin käyttänyt SARVAS (1944, ss. 24—25). — Muutenkin runsaan numeroaineiston supistamiseksi on pintakasvillisuuskuvaukset pääosaksi jätetty julkaisematta.

Maan ominaisuuksien selvittämiseksi kunkin koealan keskiosaan kaivettiin vähintään yksi 0.5 m:n syvyinen kuoppa, josta suoritettiin maalajin määrittäminen silmävaraisesti ottaen huomioon VIRON (1947, s. 22) mainitsemat virhemahdollisuudet. Humuskerroksen paksuus mitattiin kym-

menestä edeltäpäin määrätystä kohdasta ja mittaustuloksista laskettiin keskiarvo. Maata koskevia laboratoriokokeita ei yleensä tehty, vaan katsottiin, että kasvutekijäin konstellaation määrittämiseksi varsinkin pienten taimien kannalta voidaan nojautua pintakasvillisuuden antamaan kuvaan. Tutkimuksen myöhemmissä vaiheissa tämä ratkaisu todettiin onnistuneeksi.

Kasvupaikat luokiteltiin CAJANDERIN metsätyypijärjestelmän mukaan. Tyypinmäärityksissä nojaututtiin pintakasvillisuuden ohella puuston valtapituuteen (YRJÖ ILVESSO 1920), milloin tämä näytti tarjoavan siihen mahdollisuuksia (vrt. KELTIKANGAS 1945, s. 16). Pääpaino annettiin yleensä pintakasvillisuudelle, koska se katsottiin tämän tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaiseksi. Kuloalojen metsätyyppi määritettiin osaksi samojen metsiköiden palamatta jääneiden osien nojalla ottaen huomioon TERTIN (1944, ss. 29—30) asiasta esittämät näkökohdat.

Kuten edellä on mainittu, k o k e e t suoritettiin pääasiassa kestokoealoilla. Näiden sijainti selviää kuvasta 1, (s. 14). Kestokoealoja perustettaessa toimitettiin harvennus-, väljennys- ja siemenpuuhakkuuta, niin että samalle kasvupaikalle tuli rinnakkain eri tiheitä, samalla tavoin syntyneitä ja kehittyneitä puustoja. Hakkuiden jälkeen toimitettiin kylvöjä ja istutuksia, joiden tarkoituksena oli valaista erilaisten kasvualustojen ja puustojen vaikutusta taimien syntymiseen ja kehittymiseen. Kylvökoeket aloitettiin v. 1948 ja niiden viimeinen tarkastus tapahtui v. 1956.

Tutkimuskohteiksi valitut kerta- ja kestokoealat jakautuvat m e t s ä t y y p i n ja m a a l a j i n mukaan seuraavasti:

Metsätyyppi Forest site type	Moreeni Moraine	Hiekka Sand	Somero Gravel	Yhteensä Total
Kanervatyyppi — <i>Calluna</i> type	—	41	38	79
Puolukkatyyppi — <i>Vaccinium</i> type . . .	5	31	25	61
Mustikkatyyppi — <i>Myrtillus</i> type . . .	—	3	1	4
Yhteensä — Total	5	75	64	144

Koealojen maalaji on siis etupäässä karkearakeista. Kuitenkin tehtiin runsaasti havaintoja männyn luontaisesta uudistumisesta myös moreeni- mailla. Koska näistä havainnoista saatiin asiasta varsin kielteinen kuva jo tutkimuksen alkuvaiheessa, päätettiin keskittyä etupäässä hiekka- ja someromaihin.

Tutkimuskohteet jakautuvat eri o s a t u t k i m u s t e n mukaan seuraavasti:

Osatutkimuksen aihe <i>Subject of study</i>	Koealojen laatu <i>Type of sample plots</i>	Koealojen lukumäärä <i>Number of sample plots</i>
Siementyminen — <i>Seeding</i>	Kertakoealoja — <i>Ordinary sample plots</i>	81
Taimien syntyminen ja kehitys koeolosuhteissa — <i>Sprouting and development of seedlings in experimental conditions</i>	Kestokoealoja — <i>Permanent sample plots</i>	16
Taimistojen kehitys — <i>Development of seedling stands</i>	Kertakoealoja — <i>Ordinary sample plots</i>	47
	Yhteensä — Total	144

Näiden tutkimuskohteiden ohella aineisto käsittää tietoja 15:stä HEIKINHEIMON (1932, 1937 ja 1948) ja 27:sta SARVAAN (1944 ja 1949) otta-
masta koealasta. Ensiksi mainitut on taulukoissa merkitty kirjaimella H ja viimeksi mainitut kirjaimella S. Aineistoon kuuluu edelleen kaksi puolukkatyyppin tutkimuskohdetta, joilla selviteltiin siemenen leviämistä.

Useimmat koealat on valittu alaharvennuksin ja väljennyksin käsitel-
lyistä metsiköistä. Erikoiskysymysten selvittämiseksi otettiin koealoja
myös muilla tavoin käsitellyistä metsiköistä.

Taulukoissa käytettyjen merkkien selitys:

△ = vähän

— = tutkimusten mukaan = 0

. = tulos puuttuu sen vuoksi, ettei ole tutkittu.

h = hiekkamaa

s = someromaa

m = moreenimaa

Siementyminen

Siemensadon suuruus

Kuten esim. HEIKINHEIMON (1932, ss. 7—10) ja SARVAAN (1945 ja 1950, ss. 30—38) esittämistä kirjallisuuskatsauksista käy selville, on män-
nyn siemennystä tutkittu eri tahoilla jo varsin kauan. Erityisesti HEIKIN-
HEIMON (1932, 1937 ja 1948) pitkäaikaisten tutkimusten ansiosta on nyt
tutkittavana olevalta alueelta monipuolisia tietoja männyn siemensadon
suuruudesta, siemenvuosien kertautumisesta, siementen varisemisajasta
ja niiden itävyydestä. SARVAAN (1944, ss. 103—109 ja 140—141) harsinta-
männiköitä koskevassa tutkimuksessa esitetään tietoja näiden siementä-
misestä. Myöhemmässä tutkimuksessa SARVAS (1949, ss. 24—28) on
selvitellyt siemenpuualojen siementymistä.

Kuitenkin on todettava, että erityisesti siemensadon suuruutta ajatel-
len hajautuu tähän saakka julkaistu koeala-aineisto jo maan viljavuuden,
puulajisuhteiden, puuston iän ja käsittelytavan puolesta kovin pieniin ala-
ryhmiin. Näiden perusteella ei voida sanoa, paljonko uudistamisikäiset
männiköt tutkimusalueella siementävät. Tästä syystä on katsottu tar-
peelliseksi tutkia männyn siemennystä keskittymällä erityisesti siemen-
sadon suuruuden selvittämiseen.

Kuten SARVAS (1945, ss. 389—393) selostaa, on siemensadon suuruuden
tutkimiseen yleisesti käytetty joko ns. koepuumenetelmää tai siemennys-
mittarimenetelmää. Näillä on tiettyjä etuja, mutta myös useita heikkouk-
sia. Niinpä kummallakaan ei saada selville, millainen siemennys on ollut
ennen tutkimuksen aloittamista. Tämä taas on tärkeätä tietää esim. sel-
vitettäessä, miksi uudistumista ei ole jossakin metsikössä tapahtunut.
Mainittu puute voidaan poistaa käyttämällä SARVAAN viimeksi mainitussa
julkaisussaan esittämää ns. ruutumenetelmää, joka perustuu siihen, että
puista maahan varisseet kävyt säilyvät eheinä melko kauan. Etelä-Suo-
messa tämä männyn käpyjen säilymisaika on yleensä noin 12 vuotta. Eri
metsätyyppien välillä ei tässä suhteessa ole havaittu tuntuvaa eroa.

Lukemalla maassa olevat kävyt voidaan edellä esitetyn perusteella ar-
vioida tietyn puuston keskimääräinen vuotuinen siemensato, kun tiede-

tään, että täysikokoisissa (yli 3 cm pitkissä) männyn kävyissä on keskimäärin 19 kpl lajittelematonta siementä. Lajittelemattomalla siemenellä tarkoitetaan tällöin siementä, joka on puhdistettu roskista, mutta sisältää sekä täysiä että tyhjiä siemeniä.

Tässä tutkimuksessa siemensadon suuruutta on selvitelty viimeksi mainitulla menetelmällä. Kävyt laskettiin 1 m²:n suuruisilta ruuduilta, joita otettiin 30 kpl 50 × 50 m:n suuruisia koealaa kohden. SARVAS osoittaa mainituissa julkaisussaan, että tämä ruutumäärä on riittävä kyseessä olevanlaisiin selvittelyihin. — Käpyjä ruuduilta luettaessa pidettiin huoli siitä, että myös sammalen ja jäkälän alle hautautuneet kävyt tulivat mukaan.

Se, että siemensato saadaan ruutumenetelmällä noin 12 vuoden keskiarvona, on tulosten kantavuutta ajatellen merkittävä etu, mutta samalla siitä aiheutuu tietty rajoitus tutkimuskohteiden valinnassa. Jos näet siementäviä puita on kaadettu tutkimusajankohtaa edeltäneiden 12 vuoden kuluessa, sisältyy maassa olevaan käpymäärään myös poistetuista puista varisseita käpyjä. Tällöin on arvioitu siemensato suurempi kuin jäljellä olevien puiden siemennys. Koska haluttiin nimenomaan selvittää juuri tutkimushetkellä pystyssä olevan puuston siemennystä, ei tutkimuskohteiden joukkoon yleensä otettu metsiköitä, joihin mainittuna ajanjaksona oli kajottu voimakkailla, valtapuustoon kohdistuvilla hakkuilla. Koska kuitenkin hakkuiden merkitys tässä suhteessa häiritsevä tekijänä on ilmeisesti sitä pienempi, mitä pitempi aika hakkuusta on kulunut ja mitä vähemmän on kajottu vallitseviin latvuserroksiin, ei katsottu tarpeelliseksi hylätä koealaa, jota oli hakattu lievää alaharvennusta käyttäen noin 8—12 vuotta ennen tutkimusajankohtaa.

Koska eräissä SARVAAN (1949) tutkimuksessa esitetään ruutumenetelmällä tutkimusalueelta saatuja tuloksia siemenpuustojen siemensadoista, on nämä tiedot katsottu asianmukaiseksi liittää samoihin sarjoihin tässä tutkimuksessa esiin tulleiden tulosten kanssa. Samoin on tehty vertailuja HEIKINHEIMON (1937 ja 1948) ilmoittamiin siemennysmittarilla saatuihin tuloksiin.

Taulukossa 12 (ss. 82—87) on yksityiskohtaisia tietoja siemensadon tutkimiseen käytetyistä koealoista. Näistä on yhdistelmä oheisessa asetelmassa. Kaikki esitetyt tutkimuskohteet ovat kanerva- ja puolukkatyyppiä. Vertauskelpoisia mustikkatyyppin männiköitä tavattiin suhteellisen vähän, eikä niiltä kerättyä aineistoa tästä syystä katsottu aiheelliseksi liittää tutkimukseen.

Tiheyden perusteella koealat on jaettu metsätyypeittäin sarjoihin ti-

heimmistä harvimpiin. Kanervatyyppin tihein puusto käsittää 1 245 puuta hehtaarilla ja harvin 12 (taul. 12). Puolukkatyyppin vastaavat luvut ovat 1 036 ja 17.

Iältään koealojen puustot vaihtelevat kanervatyyppissä 81—150 ja puolukkatyyppissä 75—148 vuoden välillä.

Tiedot tutkimusmetsiköiden siemensadoista ilmenivät taulukosta 12. Yleiskatsaus aineistoon saadaan oheisesta asetelmasta.

Runkoluku, kpl/ha <i>Number of trees per hectare</i>	Koealoja, kpl <i>Number of sample plots</i>	Keskimääräinen vuotuinen siemensato, kpl/m ² <i>Average annual seed crop, seeds per sq. m</i>	Vaihtelurajat <i>variation range</i>
		keskimäärin <i>average</i>	

Metsänhoidollisin hakkuin käsitellyt männiköt
Regularly treated pine stands

Kanervatyyppi — *Calluna type*

401—600	19	13.0	5—22
201—400	7	16.7	10—27
51—200	16	20.7	12—28
10—50 ¹⁾	10	16.6	9—27
yht. — total	52	16.7	

Puolukkatyyppi — *Vaccinium type*

401—600	12	16.8	12—33
201—400	6	19.1	12—32
51—200	14	48.1	22—127
10—50 ¹⁾	9	38.9	24—65
yht. — total	41	30.7	

Harsintamänniköt — *Selectively cut pine stands*

Kanervatyyppi — *Calluna type*

6	7.6	3—12
---	-----	------

Puolukkatyyppi — *Vaccinium type*

8	10.5	5—17
yht. — total	14	9.0

¹⁾ Siemenpuualat — *Seed-tree areas.*

On merkille pantavaa, että sekä kanervatyypin että puolukkatyypin koealoilla siemensadot vaihtelevat suhteellisen vähän puuston eri tiheysasteissa; puolukkatyypissä kuitenkin enemmän kuin kanervatyypissä. Kanervatyypissä keskimääräinen siemensato on noin 16 kpl (vaihtelurajat 5—28) m²:ä kohden vuodessa (kaikki kyseiset luvut tarkoittavat lajittelematonta siementä). Puolukkatyypin koealoilla siemennys on keskimäärin noin 30 kpl/m² (vaihtelurajat 12—127) vuodessa. Molemmissa metsätyypeissä suurimmat satoluvut näyttävät keskittyvän koealoille, joiden puuston tiheys on noin 50—200 puuta hehtaaria kohden. Mainittakoon, että JURKEVIŠIN (1940, ss. 62—77) Venäjällä suorittamien tutkimusten mukaan sulkeutuneet männiköt, joiden tiheys on 0.6—0.7, tuottavat pinta-alaa kohden suurimman siemensadon.

Harsintapuustojen siemensato on mainitun asetelman mukaan olennaisesti pienempi kuin säännöllisin harvennuksin käsiteltyjen puustojen. Kanervatyypin koealoilla siemensato on keskimäärin noin 7.5 kpl/m² (vaihtelurajat 3—12) ja puolukkatyypissä se on vastaavasti 10.5 kpl/m² (vaihtelurajat 5—17). SARVAAN (1944, s. 105) mukaan Etelä-Suomen nuorena harsittujen männiköiden siemensato kolmivuotiskautena 1939—1941 oli (siemennysmittarimenetelmällä tutkittuna) keskimäärin kanervatyypissä 6.7 kpl ja puolukkatyypissä 8.8 kpl täysiä siemeniä neliometriä kohden. Mainittuun tutkimuskauteen sisältyy erityisen hyvä siemenvuosi 1940 (vrt. s. 22), joten nämä luvut antanevat tutkimuskohteiden siemensadoista keskimäärää paremman kuvan.

Useat tutkijat ovat kiinnittäneet huomiota kuusettuvien tai kuusettuvien männiköiden vähäiseen siemennykseen. AMINOFF (1910, s. 13) mainitsee, että jos kuusialikasvosta ilmaantuu männikköön, niin parhaassa kasvuvoimassaankin olevat männyt lakkaavat siementästä. Syynä hän otaksuu olevan männyn ja alikasvoksen kilpailun ravinteista. Samassa yhteydessä mainitaan, että jos kuusialikasvos ajoissa poistetaan, toipuvat männyt ja alkavat siementää. JURKEVIŠ (1940, s. 70) on todennut, että mitä suurempi on kuusen osuus mänty-kuusisekametsikössä, sitä suurempi prosenttimäärä männyn siemenestä on tyhjää. Hän mainitsee tämän todennäköisesti johtuvan valaistuksen heikentymisestä ja männyn pölyttymisen vaikeutumisesta seassa olevien kuusten takia. — Käsiällä olevan tutkimuksen yhteydessä selvitettiin yhdentoista tällaisen 90—125 vuoden ikäisen metsikön siemensato. Kuusen osuus vaihteli 50—70 % runkoluvusta. Näiden metsiköiden todettiin olevan moreenimaalla ja pintakasvillisuuden nojalla niiden katsottiin kuuluvan puolukkatyypin. Niiden keskimääräinen vuotuinen siemensato vaihteli 0—11 kpl/m².

Sivulla 19 olevasta asetelmasta selviää, että kerätyn aineiston valossa puolukkatyypin siemensato on keskimäärin suurempi kuin kanervatyypin. Samanlaisia toteamuksia on aikaisemminkin esitetty sekä meillä että muissa maissa. HEIKINHEIMO (1932, s. 40) päätelee, että kun kävyllisten puiden luku hehtaaria kohden on hänen aineistonsa mukaan karuilla mailla pienempi kuin vastaavissa parempien maiden metsissä, jää metsikköjen siemensato edellisissä alhaisemmaksi kuin jälkimmäisissä. Suurimman siemensadon hän ilmoittaa todenneensa käenkaali-mustikkatyypin männikössä. Toisaalta hän mainitsee, että tästä yleisestä suunnasta on ollut poikkeuksiaakin. SARVAS (1944, s. 105 ja 1949, s. 27) on niinkään todennut yleensä suurempia siemensatoja puolukkatyypissä kuin kanervatyypissä. CHAPMANIN (1926) mukaan pitkäneulasmännyn (*Pinus palustris* MURR.) siemennys saattaa suotuisilla kasvupaikoilla olla yli kaksi kertaa niin suuri kuin epäsuotuisilla. ROVSKIJ (1951) mainitsee, että sekä männyn että Krimin männyn (*Pinus pallasiiana* LAMB.) siemensato on suurempi suotuisilla kuin epäsuotuisilla kasvupaikoilla.

Koska havupuiden siemeniin ja käpyihin tunnetusti kuluu runsaasti ravinteita, varsinkin tuhka-aineita, on ymmärrettävää, etteivät puut siemennä laihoilla kasvupaikoilla niin paljon kuin viljavilla. Kuitenkin saattaa maan tuhka-aineiden määrä tietyllä kasvupaikalla lisääntyä kulon, hakkuutähteiden ym. vaikutuksesta, jolloin tämä saattaa aiheuttaa siemensadon tilapäisen suurenemisen karullakin kasvupaikalla (BALDWIN 1942, s. 8 ja AALTONEN 1948, ss. 415—416).

Kun siemensato arvioidaan maassa olevien käpyjen nojalla, ei luonnollisesti voida selvittää, miten suuri osa siemenestä on ollut itämiiskelpoista. Siemennystulosta arvosteltaessa tämä on kuitenkin tärkeätä tietää. Jonkinlaisia viitteitä saadaan edellä mainituista HEIKINHEIMON siemennystutkimuksista. Vuoteen 1937 mennessä kerätyn aineiston perusteella hän (1937, s. 26) ilmoittaa tyhjien siementen keskimääräiseksi osuudeksi Suomessa, Rovaniemen pohjoispuolisia seutuja lukuun ottamatta, noin 18 %. Koska maassa olevien käpyjen perusteella arvioidut siemensadot edustavat noin 12 vuoden keskiarvoja, voitaneen mainittua tyhjien siementen osuutta ilmaisevaa lukua pitää siemennystulosta arvioidessa tarkoitukseen käyttökelpoisena.

Kasvutilan puolesta suunnilleen samassa asemassa olevien puiden siemennyksessä saattaa olla huomattavia eroja (RENVALL 1912, ss. 41—60, HEIKINHEIMO 1932, ss. 20—21, SARVAS 1950, s. 76, RUMMUKAINEN 1956, s. 11). Tässä tutkimuksessa näitä puuyksilöiden siemennyksessä esiinty-

viä eroja on selvitelty puiden juurella olevien käpyjen nojalla. Aineisto on saatu osaksi puolukka-, osaksi kanervatyypin koaloilta. Kunkin koepuun juurelta on luettu kaikki eheät kyseisen puun kävyt. Koska koealat ovat olleet varsin harvapuustoisia, ei ole ollut sanottavaa vaikeutta pitää eri puiden käpyjä erillään. Tulokset tästä selvityksestä esitetään taulukossa 1. Pienin keskimääräinen vuotuinen käpysato puuta kohden on ollut 8 kpl (koeala 179) ja suurin 1 473 kpl (samalta koealalta). Muillakin koealoilla vaihtelut ovat lähimain yhtä suuria paitsi koealalla 180.

Erityisesti harvapuustoisilla siemenpuualoilla tällaiset erot käpysyydessä ovat merkittäviä. Taulukon 1 käpylukuja tarkasteltaessa näyttää ilmeiseltä, että valitsemalla uudistusosalalle jätettäväksi sellaiset puut, joiden juurella on runsaimmin käpyjä, voidaan päästä esim. 3—5 kertaa suurempaan siemensatoon kuin jos tällaisten puiden asemesta jätettäisiin niukka-satoisia puita. Toisaalta on tietysti ajateltavissa, että pitkälle vietynä tällainen valinta voisi johtaa vaillinaiseen pölyttymiseen ja muihin toistaiseksi vähän tunnettuihin haitallisiin seuraamuksiin.

Ruutumenetelmällä siemensatoa tutkittaessa ei saada selville, missä määrin siemennys vaihtelee vuodesta vuoteen ja missä määrin esiintyy pitempiaikaista siemennyksen jaksoittaisuutta. Vuotuisesta siemensadon vaihtelusta saadaan käsitys HEIKINHEIMON (1948, s. 12) tutkimuksista (vrt. myös L. ILVSSALO 1917). Näiden mukaan esiintyi hakkuukypsissä männiköissä 20 vuoden jaksona vv. 1927—1946 melkoista vaihtelua vuotuisen siemensadon suuruudessa. Äärimmäisarvot ovat vuosina 1938 ja 1940. Edellisen vuoden suhteellinen siemensato on = 0 ja jälkimmäisen = 624. Pitempiaikaisten vaihteluiden tarkastelemiseen kahdenkymmenen vuoden tutkimusaika on liian lyhyt. On kuitenkin kiintoisaa todeta, että esim. 5-vuotiskausien 1937—41 ja 1942—46 kokonaissiemensadoissa on merkittävä ero. Edellisessä tapauksessa on suhdelukujen summa 1 006 ja jälkimmäisessä 182.

HEIKINHEIMO (1937, ss. 13—14) on edelleen kokeellisesti osoittanut, että siemenpuustot tuottavat heikoimpina siemenvuosina sulkeutuneisiin metsikköihin verrattuna suhteellisesti runsaammin siementä kuin parhaina. Täten siemenpuustojen vuotuiset satovaihtelut ovat vähäisemmät kuin sulkeutuneiden metsiköiden. Venäläisten Leningradin piirissä suorittamien kokeiden mukaan sama pitää paikkansa myöskin verrattaessa luonnontilaisia ja harvennettuja tiheähkötä männiköitä toisiinsa. Harvennettujen männiköiden siemensato on ollut kauttaaltaan, mutta erityisesti huonoina siemenvuosina, suurempi kuin harventamattomien (GIRGIDOV 1956, s. 6).

Taulukko 1. Mäntysiemenpuiden keskimäärin vuosittain tuottamia käpysatoja (12 vuoden keskiarvoina).

Table 1. Average annual cone crops by pine seed-trees (average of 12 years).

Koealan n:o Number of sample plot	Koepuun pituus, m Height of sample tree, m	Latvuksen pituus, % puun pituudesta Height of crown, % of total height	Vuotuinen käpysato, kpl puuta kohden Annual cone crop, number per tree
Kanervatyypin — <i>Calluna</i> type			
76	23	60	1 270
	22	55	110
	24	65	243
	20	50	612
	22	70	115
	23	55	411
68	20	70	1 153
	19	65	14
	23	65	611
	20	55	398
	21	60	845
	21	65	132
	22	55	948
Keskimäärin Average	21	60	527
Puolukkatyyppi — <i>Vaccinium</i> type			
179	26	60	8
	23	55	975
	25	70	412
	22	55	1 473
	24	55	315
	22	65	1 143
180	24	70	647
	21	75	715
	23	60	114
	23	65	357
	21	60	1 123
	23	65	942
	22	70	316
	24	65	1 251
Keskimäärin Average	23	63	699

Siemenen leviäminen

Tärkeä luontaisen uudistumisen edellytys on se, että kelpollista siementä leviää koko uudistettavalle alalle riittävästi. Kirjallisuudessa männyn siemenen leviämisestä on runsaasti tietoja. Näistä mainittakoon muutamia esimerkkejä. SERNANDERIN (1901, s. 399) mukaan männyn siementä kulkeutuu tuntureilla vastamäkeenkin niin runsaasti, että satojen metrien päässä puista on melkoisesti taimistoa. MAYR (1909, s. 136) mainitsee edellisen tutkijan kanssa yhdenmukaisesti, että männyn siemen voi kovalla tuulella kulkeutua satojen metrien päähän (vrt. CROSSLEY 1955). HEIKINHEIMON (1915, s. 131) mukaan alle 60—70 metriä leveiden kasien reunalla oleva mäntymetsä voi runsaan siemenvuoden sattuessa siementää kaskan tyydyttävästi. OINONEN (1956, s. 228) mainitsee tavanneensa Pohjois-Suomen laajoilla kuloaloilla männyn taimia noin 80 metrin päässä metsän reunasta. Meikäläisissä oppikirjoissa pidetään yleensä suurimpana männyn siemenen leviämisetäisyytenä noin 2—3 runkomittaa (esim. AALTONEN 1934, s. 89).

Tiedot ovat siis jossakin määrin ristiriitaisia. Tämä johtunee osaksi siitä, että tutkimukset on tehty eri seutujen erilaisissa olosuhteissa. Koska katsottiin tämän tutkimuksen kannalta tärkeäksi tietää, miten pitkälle tehokas siemennys ulottuu siementävistä puista tutkimusalueen olosuhteissa, hankittiin asiaan lisäselvyyttä. Tarkoitukseen katsottiin soveliaaksi epäsuora, eri etäisyyksille siementävistä puista syntyneiden taimien lukumäärään perustuva menetelmä, jota lukuisat muut tutkijat ovat aikaisemmin käyttäneet.

Tutkimuskohteiksi valittiin kaksi taimettumiskunnon puolesta verraten yhtenäistä aluetta. Molemmat sijaitsevat Nastolan kunnassa. Tutkimuskohteessa 1 (vrt. oheinen asetelma) oli ollut 9 vuotta aikaisemmin kulo ja tutkimuskohta 2 oli hakattu paljaaksi 7 vuotta ennen tutkimusajankohdtaa. Jälkimmäinen tutkimuskohde oli ollut hakkuun jälkeen tilapäisenä harjoituskenttänä ja siitä syystä sen maanpinta oli kauttaaltaan rikkoutunut.

Molemmat tutkimuskohteet olivat puolukkatyyppiä ja maalaji oli somero. Kumpikin alue oli jokseenkin tasainen. Siementävä reunametsä oli alueella 1 pohjoispuolella, alueella 2 koillispuolella.

Männyn taimet luettiin metsän reunan suuntaisilta 50 metrin pituisilta linjoilta, joiden leveys oli 1 m. Tällaisia linjoja tutkittiin 10 metrin välein ja niitä otettiin niin etäältä aukealle päin kuin todettiin vähänkin taimia esiintyvän.

Tutkimus- kohteen n:o	laatu Area of investigation no.	Reunapuuston Adjacent tree stand				Linjan etäisyys reunametsästä, m Distance from adjacent tree stand, m										
		runkoluku, kpl/ha number of trees per hectare	valittuus, m dominant height, m	ikä, v. age, years	siemennys, kpl/m ² vuodessa annual number of seeds per sq.m	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	kuloala extent of burnt area	382	23	105	26	9.0	6.2	5.4	2.0	—	1.3	0.4	0.1	—	0.3	—
2	avohakkuu- ala clear cut area	266	25	112	31	5.7	3.9	2.1	0.6	0.2	—	0.1	—	—	—	—

Taimia keskim. kpl/ha
Average number of seedlings per hectare

Reunapuuston siemennys määritettiin ruutumenetelmällä, joten ilmoitetut siemenluvut tarkoittavat lajittelematonta siementä.

Tulokset käyvät selville mainitusta asetelmasta. Tämän mukaan siementä on kuloalalla kulkeutunut vähintään sadan metrin ja avohakkuualalla vähintään seitsemänkymmenen metrin päähän. Riittävän siemennyksen voidaan kuitenkin tuskin katsoa ulottuneen kauemmaksi kuin 30—40 metrin päähän.

Saadut tulokset vahvistavat sitä HEIKINHEIMON toteamusta, että pienehköt taimettumiskunnon hyvät avoalat voivat siementyä tyydyttävästi yhdelläkin puolella olevasta reunametsästä käsin. Todettu siemenen leviämisetäisyys näyttäisi turvaavan myöskin siemenpuualojen siemennyksen. Edellytyksenä on, varsinkin harvapuustoilla aloilla, että likimain kaikki puut siementävät ainakin keskinkertaisesti. Edellä (ss. 21—22) kuitenkin todettiin, että käpysato vaihtelee eri siemenpuuyksilöillä tuntuvasti, joten harvapuustoilla aloilla nähtävästi esiintyy heikosti siemennyksiä kohtia.

Varisseen siemenen tuhot

Tunnetusti kestää yleensä joitakin viikkoja, ennen kuin maahan tullut männyn siemen itää, vaikka olosuhteet olisivat suotuisat (CAJANDER 1917, s. 282). Siemenestä varisee keskimäärin yli puolet toukokuun loppuun mennessä (HEIKINHEIMO 1932, s. 46). Kun luontaisilla uudistusaloilla itäminen toisinaan lykkäytyy epäsuotuisten sääsuhteiden takia

huomattavasti myöhäisemmäksi (SARVAS 1944, s. 111), joutuu siemen olemaan ikäänkuin varastoituna maassa jopa kuukausia. On otaksuttavissa, että siemen on tällöin alttiina erilaisille tuhoille ja vaurioille. Jotta olisi saatu käsitys siitä, missä määrin näillä on käytännöllistä merkitystä uudistumisen kannalta, suoritettiin asiaa valaisevia kokeita.

Kokeiden paikaksi valittiin koealat 1, 5 ja 9 (taul. 2). Kullekin näistä valmistettiin 20 kpl 1 m²:n suuruisia kivennäismaaruutuja, ja yhtä monta käsittelemätöntä vertausruutua merkittiin näiden rinnalle. Ruutu-parit sijaitsivat tasavälein koealojen lävistäjillä. Kuhunkin ruutuun asetettiin 10 siementä, joiden itävyys oli 97 %. Itävyys tuli näin korkeaksi syystä, että kokeeseen valittiin tarkoitukseen varatusta siemenerästä parhaat siemenet. Nämä jätettiin koeruutujen pinnalle peittämättä, luonnon kylvää jäljitellen, ja niiden paikka merkittiin tikuilla.

Pääkoesarja suoritettiin 30. 4.—31. 8. välisenä aikana v. 1949. Tarkastus toimitettiin yleensä viikoittain lukuun ottamatta toukokuuta, jolloin koealoilla ei käyty. Elokuun lopussa otettiin itämättä jääneet siemenet maasta, mikäli ne vielä olivat jäljellä, ja niistä tutkittiin, mistä itämättä jääminen oli johtunut.

Tavatut siementuhot jaettiin kahteen ryhmään: sienten aiheuttamiin ja eläinten aiheuttamiin. Näiden runsaudesta antaa käsityksen oheinen asetelma.

Kasvualusta Type of site	Koe- ruutuja Number of squares	yht. kpl total number	Siemeniä — Seeds			
			tuhoutunut, % damaged, %			itämättä, % not germi- nated, %
			Sienet Fungi	Eläimet Animals	Yhteensä Total	
Kivennäismaa — Mine- ral soil	40	400	0.6	7.6	8.2	6.2
23 vuotta vanha pinta- kuloala — 23 years old ground fire area	20	200	1.5	1.2	2.7	5.4
Yhtenäinen jäkälä— sammal—varpupeite Massive lichen—moss— dwarf shrub layer	40	400	3.1	2.3	5.4	6.1

Sienten takia tuhoutuneiden siementen määrä on siis kaikissa tutkituissa tapauksissa pienehkö. Mainittuihin lukuihin eivät kuitenkaan sisälly ne siemenet, jotka tuhosi iskeytymisestä huolimatta ovat itäneet,

mutta joista kehittynyt taimi on tuhoutunut, sillä käytetyllä menetelmällä niiden osuutta ei voitu arvioida. Se, että sienituhot olivat suuremmat kasvipeitteisissä ruuduissa kuin kivennäismaalla ja kuloalalla, lienee johtunut ainakin osaksi siitä, että siemenet olivat tuhoille alttiina lyhyemmän aikaa viimeksi mainituilla paikoilla, koska itäminen tapahtui niillä jonkin verran nopeammin.

Kysymyksessä olleiden sienten lajia ei määritetty. Eräät tutkijat (ks. FISHER 1941) esittävät joukon sienilajeja (ja bakteereja), joita on tavattu männyn siemenistä, myös siementen sisältä. Heidän mukaansa siementuhojen aiheuttajina esiintyvät yleisesti varsinkin *Fusarium*-lajit.

Syynä eläintuhojen runsauteen kivennäismaalla oli erityisesti se, että kivennäismaaruudut houkuttelivat lintuja, joiden oli helppo huomata siemenet kivennäismaan pinnalta. Sitä vastoin kuloaloilta lintujen oli vaikea löytää siemeniä, ja kehittyneemmässä kasvipeitteessä nämä olivat vielä paremmassa suojassa. Eräitä ruutuja linnut käyttivät kylpemiseen, minkä seurauksena muutamia siemeniä hautautui niin syvälle hiekkaan, että ne oli katsottava tuhoutuneiksi.

Linnuista nähtiin siemeniä syömässä *Fringillidae*-lajeja, kuten peippoja ja varpusia (jälkimmäisiä lähellä asumuksia).

Siementuholaisten joukossa esiintyi myös mm. *Athous subfuscus* MÜLL. nimisen *elateridin* toukkia (ns. juurimatoja). Näitä ilmaantui 23 yksilöä kymmeneen puolillaan männyn siemeniä olevaan puurasiaan, jotka asetettiin heinäkuun puolivälissä v. 1949 humuskerroksen alle koealojen eri osiin. Näitä toukkia esiintyi myös kuloaloilla. Eräitä määrittämättä jätettyjä tuhatjalkaisia (*Myriopoda*) esiintyi niinikään siementen joukossa ja niiden todettiin vahingoittavan siemeniä. SAALAS (1949, s. 193) mainitsee, että myös *Harpalus*-, *Bembidion*- ja *Amara*-lajien on huomattu vahingoittavan havupuiden siemeniä. Näiden hyönteislajien aikuisia tavattiin koealoilta, mutta niiden mahdollisesti aiheuttamista tuhoista ei onnistuttu tekemään havaintoja.

On luultavaa, että myös jotkin jyrsijälajit (*Rodentia*) söivät koeruuduilta hiukan siemeniä. Koska kysymykseen tulevat lajit ovat yöeläimiä, ei niiden esiintymisestä onnistuttu tekemään havaintoja. SAALAN (1949, s. 642) mukaan metsähiiri (*Apodemus flavicollis* MELCH.), joka on tutkimusalueella yleinen, syö havupuiden siemeniä.

Siementuhojen määrä vaihtelee luonnollisesti vuodesta vuoteen johtuen säätiloista ym. tuhonaiheuttajien runsauteen vaikuttavista tekijöistä. Sitä paitsi huonoina siemenvuosina variseva siemen lienee alttiimpaa mm. sienituholle kuin hyvinä siemenvuosina variseva (BALDWIN 1942, s. 97).

— Myöhempiä kasvukausina koealoilla suoritettut kokeet osoittivat tällaista vaihtelua. Mainittakoon, että kesällä v. 1954 eläinten aiheuttamat tuhot olivat vähäisemmät kuin v. 1949, mutta v. 1955 taas noin 50 % suuremmat kuin mainittuna vertausvuonna. Tähän lienee ollut tärkeänä syynä se, että v. 1955 siemenet itivät kuivuudesta johtuen paljon hitaammin kuin edellisenä kesänä, joten ne olivat pitemmän aikaa tuhoille alttiina.

Kokonaisuutena ottaen todetut varisseen siemenen tuhot ovat suhteellisen vähäisiä. Kuitenkin on otettava huomioon se mahdollisuus, että koealoilla esiintyneistä useista eri tuhoniheuttajalajeista jotkut voivat niille suotuisissa olosuhteissa osoittautua merkittävän haitalliseksi. Tähän otaksumaan antaa aihetta mm. se tosiasia, että ulkomailla ovat edellä mainittuihin sukuihin kuuluvat tuhoniheuttajat tehneet varisseele siemenelle paljon suurempaa tuhoa. Niinpä Pohjois-Amerikassa jyräjät ja hyönteiset joukkoesiintymisen sattuessa toisinaan hävittävät jonkin puulajin varisseen siemensadon lähes 100-prosenttisesti (BALDWIN 1942, s. 95, HAWLEY ja SMITH 1954, s. 36).

Taimiaineksen synty ja kehitys

Tutkimusmetsiköt

Taimiaineksen syntymistä ja kehitystä käsittelevät tutkimukset suoritettiin kestokoealoilla etupäässä kylvöjä ja istutuksia, mutta osaksi myös luonnon siemennystä käyttäen.

Koealat sijaitsevat osaksi Metsäntutkimuslaitoksen Vilppulan ja Ruotinkylän kokeilualueissa, osaksi yksityismailla. Yksityiskohtaiset tiedot koealoista esitetään taulukossa 2.

Koealojen korkeus merenpinnasta vaihtelee 50:stä 140:aan metriin niiden pääosan sijaitessa noin 130—140 metrin korkeudella. Kaltevuus on kaikilla koealoilla alle 5°:n, ja ne ovat poikkeuksetta melko tasaisia.

Maalaji on useimmilla koealoilla joko hiekka tai somero. Poikkeuksena on koeala 15, jolla se on moreeni.

Maan kivisyys, jota arvosteltaessa on käytetty samaa asteikkoa kuin valtakunnan metsien toisessa arvioinnissa (YRJÖ ILVESSALO 1936, s. 29), on melkein kaikilla somero- ja hiekkamaan koealoilla ollut vähäinen (aste 1). Moreenimaan koealalla se on arvosteltu asteeksi 2.

Koealoista on 12 kanervatyyppeä ja 4 puolukkatyyppiä. Tietoja koealojen pintakasvillisuudesta esitetään koeselostusten yhteydessä.

Humuskerroksen paksuus on keskimäärin kanervatyypissä 2.9 cm (vaihtelurajat 2.1—3.4) ja puolukkatyypissä 3.0 cm (vaihtelurajat 1.9—3.6).

Useimmilla koealoilla puustoa on käsitelty toistuvien harvennusten ja väljennyksien. Kahden koealan (11 ja 12) puustoa on käsitelty ainoastaan lievällä alaharvennuksella, josta syystä niiden runkoluku on varsin suuri. Yhdellä koealalla (15) on jäljellä tukkipuun harsintojen jätepuustoa.

Puuston ikä on useimmilla koealoilla runsaasti yli sata vuotta, joten metsiköt ovat uudistamisvaiheessa. Poikkeuksena ovat kuitenkin koealat 11 ja 12, joiden puusto on vielä kasvatusvaiheessa. Koealat 5, 10, 11 ja 16 ovat pintakulun polttamia. Puusto on näissä säilynyt jokseenkin vahingoittumattomana.

Taulukko 2. Tietoja koealoista, joilla
Table 2. Data on sample plots used for

Koealan n:o Plot no.	Kunta Parish	Korkeus meren- pinnasta, m Height above sea level, m	Kaltevuus- aste ja suunta Degree and direction of inclination	Maa- laji Soil	Humus- kerroksen paksuus, cm Thickness of humus layer, cm	Kivi- syys- aste Degree of stoni- ness
Kanervatyyppi						
1	Vilppula	135	—	h	3.2	1
2	»	135	SSW 3°	h	3.1	1
3	»	135	SSW 3°	h	3.1	1
4	»	135	—	h	3.3	1
5	»	135	—	h	2.4	1
6	Orivesi	140	SE 3	s	3.2	1
7	140	»	SE 3	s	3.3	1
8	140	»	SE 2	s	2.7	1
9	140	»	—	h	2.6	1
11	140	»	—	s	2.1	1
12	140	»	—	s	2.9	1
16	Nastola	130	S 2	h	3.4	2
Keskim. Average					2.9	
Puolukkatyyppi						
10	Orivesi	140	SW 2	s	1.9	1
13	Tuusula	50	—	s	3.5	1
14	»	50	—	s	3.2	1
15	Nastola	130	E 4°	m	3.6	2
Keskim. Average					3.0	

on suoritettu kylvöjä ja istutuksia.
sowing and planting experiments.

Puusto — Tree stand					Huom. Notes
Runko- luku kpl/ha Number of trees per hectare	Valta- pituus, m Dominant height, m	Ikä, v. Age, years	Viimeksi suoritettu hakkuu The latest cutting		
			Vuosi Year	Käytetty hakkuutapa Cutting method	
— Calluna type					
252	19	120	1943	Väljennys Interlucation	
72	19	120	1949	Siemenpuuhakkuu Seed-tree cutting	
36	19	120	1949	»	
16	19	120	1949	»	
257	20	120	1943	Väljennys Interlucation	Kulo v. 1923 Fire year 1923
200	18	125	1949	»	
400	18	125	1949	»	
72	19	125	1934	Siemenpuuhakkuu Seed-tree cutting	
75	21	110	1934	»	
921	16	120	1941	Harvennus Thinning	Kulo v. 1946 Fire year 1946
910	16	120	1941	»	
60	18	85	1944	Siemenpuuhakkuu Seed-tree cutting	Kulo v. 1938 Fire year 1938
— Vaccinium type					
10	20	110	1942	Siemenpuuhakkuu Seed-tree cutting	Kulo v. 1942 Fire year 1942
53	23	140	1927	»	
66	24	145	1945	»	
(225)	16	80	1944	Tukkipuun harsinta Selective cutting	

Itäminen

Alustavia itämistä koskevia kokeita suoritettiin kesällä v. 1948, mutta pääkokeet tapahtuivat kesällä v. 1949. Koska sääsuhteilla on itämiselle tunnetusti suuri merkitys, esitetään tässä yhteydessä tietoja kasvukauden sademääristä ja lämpötiloista v. 1949 (ks. taul. 3). Sademäärät on saatu lähellä tutkimuskohteita olevalta Vilppulan säähavaintoasemalta, lämpötilat taas Tampereen säähavaintoasemalta, koska niitä ei ole ollut Vilppulan osalta saatavissa. Verrattuna taulukossa 4 esitettyihin tietoihin kesä v. 1949 oli sääsuhteiltaan suunnilleen normaali.

Itämistuloksen selvittämiseksi suoritettiin kylvökokeita koealoilla 1—8. Vertauksen vuoksi seurattiin samoilla koealoilla luonnon siemenen itämistä.

Siemen kylvettiin 1 m²:n suuruisiin ruutuihin, jotka sijaitsivat tasavälein koealojen lävistäjillä. Kullekin koealalle merkittiin ruutuja vähintään 40 kpl. Joka toisesta ruudusta poistettiin kasvipeite ja koko humuskerros joka toisen jäädessä koskemattomaksi. Lisäksi valmistettiin ruutuja, joille jäi pintakasvillisuudesta paljastettu humuskerros. Kylvöissä käytettiin 300 siementä 1 m²:ä kohden.

Yleensä siemen kylvettiin ruutuihin hajalleen ja jätettiin peittämättä, jotta kylvöt muistuttaisivat luonnon siemennystä. Siemen saatiin Keskusmetsäseura Tapion Hämeenlinnan karistamolta. Keväällä v. 1948 saadun siemenen itävyys oli 85 %, keväällä v. 1949 saadun 91 %.

Syksyllä arvioitiin edellä selostetun ruutumenetelmän perusteella koealoille varisseen luonnon siemennyksen määrä. Arviointi perustui viimeksi maahan tulleeseen vuotuisen käpysatoon, joka oli helposti erotettavissa aikaisemmista. Tämä siemenmäärä otettiin huomioon tuloksia vertailtaessa.

Pääosa kylvöistä toimitettiin huhti-toukokuun vaihteessa. Tämä ajankohta katsottiin sopivaksi sen tähden, että männyn siemen alkaa yleensä silloin varista suurehkoissa määrässä (HEIKINHEIMO 1944, s. 19).

Itämisen jakautumista kesän eri ajankohtiin v. 1949 valaisee kuva 2. Toukokuun kuluessa itämistä ei vielä ollut tapahtunut kuin nimeksi. Mutta kesäkuun ensimmäisellä viikolla todetaan itäneen enemmän siemeniä kuin koko jäljellä olevana kesäkautena. Kuten taulukon 3 perusteella voidaan päätellä, lienee kesäkuun 4:n päivän tienoilla sattunut sade ja samaan aikaan vallinnut suhteellisen korkea lämpötila ollut osaltaan syynä tähän itämisen keskittymiseen muutamiin päiviin.

Taulukko 3. Tietoja kesäkuukausien sademääristä ja lämpötiloista v. 1949.

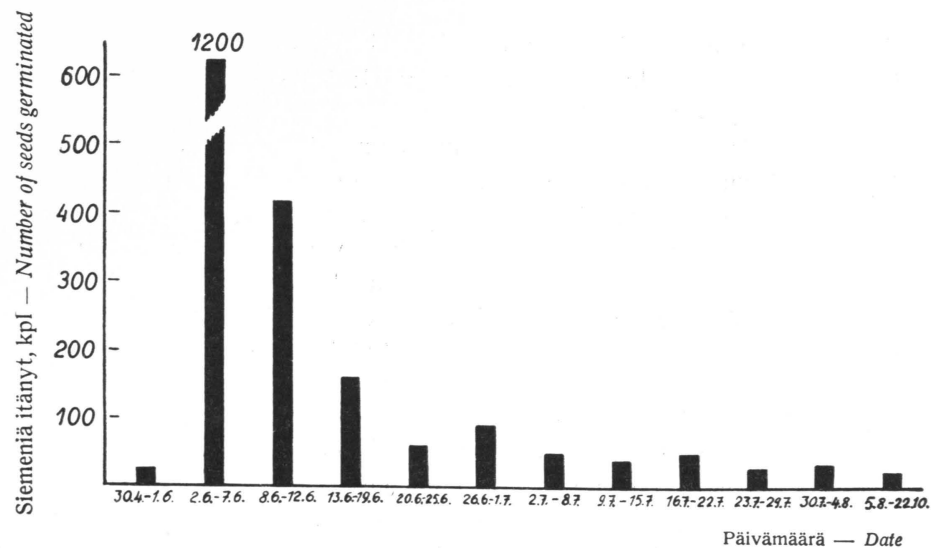
Table 3. Data on precipitation and temperature in summer 1949.

Kuukausi Month	Päivä Day	Lämpötila (C°) (Tampereen sääasema) Temperature (C°) (Tampere Meteorological Station)	Sademäärä, mm (Vilppulan sääasema) Precipitation, mm (Vilppula Meteorological Station)	Kuukausi Month	Päivä Day	Lämpötila (C°) (Tampereen sääasema) Temperature (C°) (Tampere Meteorological Station)	Sademäärä, mm (Vilppulan sääasema) Precipitation, mm (Vilppula Meteorological Station)
Toukokuu May	1	4	4.4	Kesäkuu June	1	12	—
	2	4	—		2	13	—
	3	8	—		3	18	—
	4	7	—		4	22	40.3
	5	13	—		5	15	1.7
	6	13	1.2		6	12	0.4
	7	9	0.4		7	14	0.1
	8	4	5.2		8	16	1.6
	9	5	3.4		9	14	—
	10	7	0.2		10	14	0.2
	11	6	1.7		11	14	—
	12	11	—		12	11	1.2
	13	13	—		13	15	—
	14	14	—		14	15	0.7
	15	16	—		15	14	3.4
	16	18	4.4		16	12	7.8
	17	16	1.7		17	13	4.0
	18	18	—		18	13	0.8
	19	19	—		19	11	0.4
	20	20	1.2		20	11	1.5
	21	19	7.8		21	9	5.4
	22	12	—		22	8	1.1
	23	12	—		23	10	0.5
	24	12	2.7		24	14	—
	25	16	2.5		25	16	—
	26	14	20.6		26	15	4.1
	27	13	5.0		27	11	2.1
	28	11	2.1		28	13	0.2
	29	13	—		29	14	1.8
	30	11	9.1		30	19	—
	31	12	0.3				
	Keskim. Mean	Yht. Total	73.9	Keskim. Mean	Yht. Total	79.3	

Jatkuu
Cont.

Kuukausi Month	Päivä Day	Lämpötila (C°) (Tampereen sääasema) Temperature (C°) (Tampere Meteorological Station)	Sademäärä, mm (Vilppulan sääasema) Precipitation, mm (Vilppula Meteorological Station)	Kuukausi Month	Päivä Day	Lämpötila (C°) (Tampereen sääasema) Temperature (C°) (Tampere Meteorological Station)	Sademäärä, mm (Vilppulan sääasema) Precipitation, mm (Vilppula Meteorological Station)
Heinäkuu July	1	20	—	Elokuu August	1	17	0.4
	2	20	—		2	13	0.8
	3	22	—		3	14	10.9
	4	23	—		4	15	2.3
	5	24	—		5	15	19.9
	6	22	0.3		6	16	—
	7	20	0.3		7	17	0.6
	8	18	1.1		8	17	1.5
	9	19	—		9	17	—
	10	20	—		10	16	—
	11	21	—		11	14	4.8
	12	16	2.7		12	14	0.2
	13	15	3.5		13	14	0.2
	14	13	5.3		14	14	5.6
	15	14	0.2		15	14	0.2
	16	14	0.7		16	12	19.1
	17	14	0.5		17	10	0.2
	18	14	—		18	12	—
	19	17	—		19	12	0.2
	20	18	—		20	12	—
	21	16	9.8		21	13	—
	22	17	—		22	14	0.6
	23	20	—		23	11	—
	24	20	—		24	13	—
	25	14	12.9		25	14	—
	26	13	0.5		26	15	—
	27	14	—		27	15	—
	28	14	—		28	15	—
	29	16	—		29	15	—
	30	16	—		30	17	0.2
	31	16	0.2		31	15	—
Keskim. Mean		Yht. Total		Keskim. Mean		Yht. Total	
		16.8	38.0			14.2	67.7

Luonnon siemenen itämisestä ei ole esitettävissä riittävän merkittäviä lukuja, koska sen määrä maahan varisseiden käpyjen nojalla arvioituna jäi vain noin 4 prosentiksi kylvösiemenen määrästä. Kuitenkin todettiin, ettei ensiksi mainitun itämisessä esiintynyt yhtä selvää huippukohtaa



Kuva 2. Männyn kylvösiemenen itäminen kivennäismaaruuduissa eräällä siemenpuualalla.¹

Fig. 2. Germination of sown pine seed in mineral soil squares in a seed-tree stand.¹

kuin viimeksi mainitun. Koska HEIKINHEIMON (1944, s. 20) mukaan männyn siemenen variseminen tapahtuu 3–4 kuukauden kuluessa keväällä ja kesällä, voitaneen mainittu huippukohtan puuttuminen selittää tästä johtuvaksi.

Eräiden muiden tutkijain mukaan männyn siemenen itäminen voi alkaa keväällä melko varhain. TIRÉN (1934, s. 260) mainitsee todenneensa, että auringonpaisteisilla hakkuualoilla sirkkataimia saattaa esiintyä heti lumen sulamisen jälkeen. Hän lisää, että tällaiset taimet kuolivat pian kuivuuteen. Tällainen varhaisitäminen osoittautui siis haitalliseksi, koska siten itämiskelpoisen siemenen määrä jäi pienemmäksi kesän myöhemmissä, todennäköisesti suotuisammassa vaiheissa.

Kesällä v. 1949 todettiin itämisen alkaneen Ruotsinkylän kokeilualan koealalla 14 (taul. 2) useita päiviä aikaisemmin kuin Vilppulan koealoilla. Tarkkoja lukuja ei ole käytettävissä, koska havaintoja ei tehty molemmilla paikkakunnilla samana päivänä.

Myös samassa metsikössä todettiin itämisnopeuden vaihtelevan nähtävästi maan kosteussuhteissa, pienilmastossa ym. esiintyvien erojen takia. Samoilla koealoilla todettiin eri ruuduissa viikonkin ero itämisen alkamisajankohtien välillä. Tähän viittaavat seuraavat luvut, jotka ilmaisevat

¹ Koeala 3, siemeniä yht. 6 000 kpl. — Sample plot 3, total number of seeds 6 000.

sirkkataimien lukumäärän peräkkäisillä kivennäismaaruuduilla Vilppulassa koealalla 4 kesäkuun 6 päivänä v. 1949: 3, 11, 78, 4, 2, 11, 6, 26, 0, 3, 15, 3, 21, 6, 14, 8 ja 12 kpl.

Kesän edistyessä pienenevät taimiluvuissa todetut erot, mutta eri ruutujen erilaisten olosuhteiden vaikutus kuvastui jatkuvasti taimien koossa. Kesäkuun 12 päivänä v. 1949 ruuduissa, joissa itäminen oli tapahtunut aikaisemmin, suunnilleen kaikki taimet olivat vapautuneet siemenkuorestaan ja niiden sirkkalehdet olivat levällään. Ruuduissa, joissa itäminen oli tapahtunut myöhemmin, sirkkalehdet olivat tällöin vielä pääosaksi siemenkuoren sisällä. Mielenkiintoista on todeta, että tämä itämisnopeudessa ja taimien alkukehityksessä havaittu ero kuvastui eräissä tapauksissa myöhemminkin taimien kehityksessä. Seitsemän kasvukauden kulluttua taimien keskipituus itämisen kannalta suotuisimmassa ruudussa oli 64 cm ja epäsuotuisimmassa ruudussa 27 cm.

TIRÉN (1934, s. 261) on todennut, että itäminen p i n t a k a s v i l l i s u u d e s s a on vaikeaa. Hän mainitsee edelleen, että se tapahtuu vain sopivien sateiden sattuessa. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että kasvipitteisissä ruuduissa itäminen alkoi yleensä 5—7 päivää myöhemmin kuin kivennäismaaruuduissa.

Lukuisien, varsin yhtäpitävien tutkimustulosten nojalla voitaneen pitää selvitettyinä, että itäminen tapahtuu varsinkin kuivina kasvukausina humuksella huonommin kuin kivennäismaalla (AALTONEN 1948, s. 245).

Itämisestä tiheydeltään erilaisissa männiköissä antaa käsityksen seuraava asetelma. Luvut on saatu kivennäismaaruuduilta ja ne koskevat itämisen alkuvaihetta. Tarkastelun kohteena ovat kesän 1949 kolmena eri ajankohtana suoritettut kylvöt.

Koealan n:o <i>Number of sample plot</i>	Runkoluku, kpl/ha <i>Number of trees per hectare</i>	Kylvö-aika <i>Date of sowing</i>	Kylvöruudut tarkastettu <i>Squares examined</i>	Ruutuja, kpl <i>Number of squares</i>	Siemeniä yhteensä, kpl <i>Total number of seeds</i>	Siemeniä itänyt, % <i>Percentage of seeds germinated</i>
1	252	30. 4. 1949	7. 6. 1949	20	6000	10.4
2	72	»	»	»	»	12.9
3	36	»	»	»	»	16.8
4	16	»	»	»	»	12.5
4	16	27. 6. 1949	22. 7. 1949	10	3000	10.1
1	252	»	»	»	»	2.0
4	16	1. 7. 1949	»	»	»	11.3
1	252	»	»	»	»	1.2

Puuston tiheydellä ei siis ollut olennaista vaikutusta itämistulokseen alkukesällä, mutta myöhemmin kesällä suoritetuista kylvöistä itäminen tapahtui nopeammin harvapuustoisessa metsikössä kuin tiheässä. Kuten taulukosta 3 käy selville, oli heinäkuu v. 1949 vähäsateinen. Näyttää siis siltä, että itämisen kannalta saattaa sulkeutunut metsikkö olla kuivana ajankohtana epäedullisempi kuin harva siemenpuuala. Tällöin on kuitenkin muistettava, että kysymyksessä oli suhteellisen pieni uudistusala. Ilmeisesti laajoilla ja harvapuustoisilla aloilla asia olisi toisin, sillä sellaisilla on tuulen maanpintaa kuivattava vaikutus luonnollisesti suurempi. Tähän viittaavat esim. eräät toht. VAARTAJAN tekijälle ilmoittamat mittaukselliset tulokset. Näiden mukaan Ruoveden Siikakankaan aukeassa keskiosassa oli suhteellinen haihdunta heinäkuussa v. 1946 keskimäärin 120 vastaavan luvun ollessa väljennetyin männikön maanpinnassa 55 (vrt. s. 47).

Taimiaineksen alkukehitys

Koska useiden tutkijain mukaan sääsuhteet, varsinkin sademäärä, ovat männyn taimien ensi kehitykselle tärkeitä, tarkastellaan aluksi kysymyksessä olevien kasvukausien sääsuhteita.

Heinäkuun sademäärä on ilmeisesti tutkimusalueella taimien säilymisen ja kehityksen kannalta erityisen merkityksellinen (SARVAS 1950, s. 48). Sademäärän ohella ovat myös ilman lämpötila ja tuulisuus tärkeitä, koska haihtumisen voimakkuus johtuu suuressa määrässä niistä. Kun ilman kosteus on suoraan verrannollinen sademäärään ja kääntäen verrannollinen lämpötilaan, voidaan mainittujen ilmastotekijäin yhteisvaikutusta kuvata yksinkertaisesti näiden suhteella. Tätä suhdelukua nimitetään humidisuusluvuksi. Samaa ilmaisutapaa ovat aikaisemmin käyttäneet useat tutkijat eri maissa (ks. SARVAS 1950, s. 48 ja siinä viitattu kirjallisuus). Tuulen merkitystä ei ole otettu tässä tarkasteltavaksi.

Taulukosta 4 saadaan käsitys vuosien 1948—55 kesäkausien sääsuhteista. Sademäärät on otettu Ruoveden havaintoasemalta, joka on lähellä päätutkimuskohteita, kun taas lämpötilat ovat Tampereen havaintoasemalta, koska näitä tietoja ei ole saatu lähempää tutkimuskohdetta. Tunnetusti sademäärät vaihtelevat paikkakunnittain enemmän kuin lämpötilat, jonka takia mainittu menettely on katsottu tarkoituksenmukaiseksi.

Kuten taulukosta 4 käy selville, tarkasteltaviksi otetut kasvukaudet vaihtelevat sääsuhteiden puolesta varsin paljon. Kuivin kesä oli v. 1955,

Taulukko 4. Tietoja kasvukauden säästä vv. 1948—1955. Sademäärät on saatu Ruoveden ja lämpötilat Tampereen sääasemalta.
Table 4. Meteorological data on growth periods 1948—1955. Precipitation according to Ruovesi and temperature to Tampere Meteorological Station.

Vuosi Year	Keskilämpötila, C° Mean temperature, C°				Sademäärä, mm Precipitation, mm				Humidisuus, kesä-elokuu Humidity, June-August		
	Touko- kuu May	Kesä- kuu June	Heinä- kuu July	Elo- kuu August	Kesä-elokuu June-August	Touko- kuu May	Kesä- kuu June	Heinä- kuu July		Elo- kuu August	Kesä-elokuu yhteensä June-August total
1948	11.0	14.4	17.6	13.7	15.2	43	88	62	87	237	15.5
1949	11.8	13.1	16.8	14.2	14.7	49	72	33	54	159	10.8
1950	9.6	15.1	15.0	16.1	15.4	39	26	54	36	116	7.5
1951	6.2	13.4	14.7	17.9	15.3	24	17	70	18	105	6.8
1952	7.9	13.3	15.4	13.4	14.0	43.9 ¹	81	97	99	277	19.7
1953	9.7	17.6	16.2	14.3	16.0	21	47	182	116	345	21.5
1954	11.7	13.1	16.4	14.6	14.7	17	55	79	79	213	14.5
1955	5.4	11.6	17.4	17.4	15.4	81	25.8 ¹	31	44	101	6.5
Keskim. Mean	9.2	13.9	16.2	15.2	15.1	39.7	51.5	76.0	66.6	194	12.8

¹ Tampereen sääaseman mukaan.

¹ According to Tampere Meteorological Station.

jolloin humidisuusluku oli vain 6.5. Tällöin varsinkin heinäkuu oli erityisen vähäsateinen. Kostein kasvukausi taas oli v. 1953, jolloin humidisuusluku oli 21.5. Tutkimusvuosien keskimääräiseksi humidisuusluvuksi tulee 12.8. Kun kesä-elokuun humidisuus Tampereen sääaseman tietojen mukaan vuosina 1908—1949 oli keskimäärin 12.3, voitaneen nyt tutkittua kautta pitää suunnilleen keskimääräisenä.

Tarkasteltakoon ensiksi taimien alkukehitystä erilaisilla kasvualustoilla. Niistä on otettu käsiteltäviksi seuraavat: koskematon pintakasvillisuus, kasvipeitteestä paljastettu humuskerros, kulon polttama metsämaan pinta ja kasvipeitteestä ja humuskerroksesta paljastettu kivennäismaa. Kahden kasvukauden ikäisten kylvötaimien lukumäärä näillä kasvualustoilla selviää taulukosta 5. Vertauksen vuoksi on samaan taulukoon sisällytetty vuosina 1950—55 kasvipeitteisille ja kivennäismaaruuduille luonnon siemennyksestä syntyneiden taimien lukumäärät.

Mainitun taulukon mukaan kasvipeitteisissä koeruuduissa, kuloaloja lukuun ottamatta, kahden kasvukauden ikäisten taimien lukumäärät ovat paljon pienempiä kuin kivennäismaa- ja humusruuduissa. Humusruuduissa taimia taas on vähemmän kuin runsastaimisissa kivennäisruuduissa, mutta enemmän kuin niukkataimisimmissä kivennäisruuduissa.

Aikaisemmissa tutkimuksissa (TERTTI (HERTZ) 1934, s. 84 ja 1937, ss. 90—92, AALTONEN 1940, ss. 382—383, TAMM 1940, ss. 205—206) on humuskerros yleensä osoittautunut huonoksi kasvualustaksi taimien kehityksen alkuvaiheessa. Erityisesti pidetään humuskerroksen heikosti lahonnutta pintaosaa haitallisena. Toisaalta sen lahonneempi pohjaosa, joka yleensä on jossakin määrin sekoittunut kivennäismaahan, muodostaa runsaasti kolloideja sisältävänä kosteussuhteiltaan suotuisan kerroksen (AALTONEN 1940, s. 129). Saksan metsäkirjallisuudessa humuskerrosta on vanhastaan pidetty kuivien kankaiden taimettumisen ehkäisijänä, mutta samalla on kiinnitetty huomiota sen merkitykseen ravinnevarastona (AALTONEN 1940, ss. 411—431).

Nähtävästi esitetyssä kokeessa humusruuduilla saatu hyvä tulos johtuu osaltaan alkukesällä v. 1949 vallinneista suotuisista sääsuhteista (taul. 3, s. 33), jotka tekivät taimien varhaisen kivennäismaahan juurtumisen mahdolliseksi.

Kolmen tutkitun kuloalan taimiluvut ovat verraten suuria, suunnilleen samaa luokkaa kuin pelkän humuskerroksen ja kivennäismaan taimiluvut. Kuten taulukosta 2 käy selville, näiden kuloalojen humuskerros on varsin ohut (2.4, 2.1 ja 1.9 cm); lisäksi niiden kasvipeite on vähäinen.

Taulukko 5. Tietoja koekylvöistä (30. 4. 1949) ja luonnon siemennyksestä (vv. 1950—55) erilaisille kasvualueille syntyneistä männyn taimista. Edelliset tarkastettu 24. 9. 1950 ja jälkimmäiset 9. 10. 1955.

Table 5. Data on pine seedlings resulted from sowings (30. 4. 1949) and natural seeding (in years 1950—55). The former examined 24. 9. 1950 and the latter 9. 10. 1955.

Koe- alan n:o Sample plot, no.	Kunta Parish	Humus- kerrok- sen pak- suus, cm Thick- ness of humus layer, cm	Kasvipeitteen laatu Quality of ground vegetation	Taimia keskim., kpl/m ² (suluissa vaihtelurajat) Young seedlings, average number per sq.m (variation range in parentheses)				
				Kasvipeitteessä In ground vegetation		Humuksella In bare humus	Kivennäismaalla In mineral soil	
				Vuosi — Year				
				1950	1955 ¹	1950	1950	1955 ¹
1	Vilppula	3.2	Taaja varpu- seinäsammal- poronjäkäle Massive dwarf shrub—feather moss—reindeer moss	0.3 (0—1)	0.6 (0—2)	.	17.7 (3—82)	66.2 (9—111)
2	»	3.1	»	0.2 (0—2)	0.7 (0—2)	.	42.7 (12—96)	73.7 (14—112)
3	»	3.1	»	0.4 (0—2)	0.8 (0—2)	15.4 (3—34)	43.6 (8—62)	58.3 (5—74)
4	»	3.3	»	0.1 (0—3)	1.1 (0—3)	.	37.4 (8—82)	46.9 (14—70)
6	Orivesi	3.2	»	0.3 (0—1)	1.4 (0—4)	.	7.6 (2—19)	40.2 (5—69)
7	»	3.3	»	0.2 (0—1)	0.3 (0—2)	.	7.1 (0—16)	21.7 (3—48)
8	»	2.7	»	0.4 (0—2)	1.8 (0—4)	.	9.2 (3—22)	19.4 (7—44)
9	»	2.6	Heikko varpu- sammal—jäkäle Sparse dwarf shrub—moss	1.3 (0—4)	.	21.2 (4—53)	.	.
5	Vilppula	2.4	» (Kuloala) (Extent of burnt area)	12.2 (3—21)	.	.	37.0 (12—82)	.
10	Orivesi	1.9	»	23.1 (7—53)	.	.	.	.
11	»	2.1	»	16.1 (0—37)	.	.	.	.

¹ Lukuihin sisältyy sekä vuoden 1949 koekylvöstä syntyneitä että vv. 1950—55 luonnon-siemennyksestä kehittyneitä taimia. — Figures comprise seedlings sprouted from both sowing (in 1949) and natural seeding of the years 1950—55.

Nämä molemmat seikat johtuvat nähtävästi kulon vaikutuksesta, sillä kuloaloihin rajoittuvien metsiköiden humuskerros todettiin noin 1—2 cm paksummaksi ja pintakasvillisuus selvästi taajemmaksi. Ilmeisesti pintakasvillisuuden niukkuus ja humuskerroksen ohuus ovat olleet tärkeänä syynä suuriin taimilukuihin. Kuloilla on nähtävästi muitakin taimiaineksen syntymistä ja kehittymistä edistäviä vaikutuksia, jotka toistaiseksi ovat lähemmin selvittämättä (ks. AALTONEN 1948, ss. 334—337).

Taajan pintakasvillisuuden peittämissä koeruuduissa taimista sijaisi noin 50 % sellaisissa kohdissa, joissa pintakasvillisuus, jopa humuskerroskin oli syystä tai toisesta vaurioitunut. On kuitenkin huomattava, että metsämaan pinnan paikoittainen rikkoutuminen on luontaisilla uudistusaloilla niin yleistä, että sen voitaneen katsoa kuuluvan niiden olennaisiin piirteisiin. Humuskerroksen rikkoutumiseen hakkuiden johdosta on kiinnittänyt huomiota mm. SARVAS (1944, s. 122).

Kuten taulukosta 5 käy ilmi, ovat 6-vuotiskautena 1950—55 luonnon-siemennyksestä syntyneiden taimien lukumäärät kivennäismaaruuduissa huomattavasti suuremmat kuin kasvipeitteisissä ruuduissa. Täsmällisiä taimilukuja ei kuitenkaan luonnollisesti ole voitu saada selville.

Myös useissa aikaisemmissa, eri maissa tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että varsinkin paksuhumuksisilla paikoilla taimien syntyminen pintakasvillisuuteen on hyvin vaikeaa. GRINNDALIN (1911, s. 115) havaintojen mukaan yhtä valmistamattomassa sammal pohjaisessa metsämaassa kasvanutta männyn tainta vastasi 23 tainta paljastetulla maapohjalla. TERTTI (HERTZ 1934) on lukuisissa kokeissaan todennut niinikään melko suuria, samansuuntaisia eroja. SIRÉNIN (1948) suorittamat kokeet antoivat edellisten kanssa yhtä pitäviä tuloksia.

Pintakasvillisuuden eri lajeista on kiinnitetty huomiota erityisesti kanervan merkitykseen männyn luontaiseen uudistumiseen vaikuttavana tekijänä. CAJANDER (1909, s. 115) ja HEIKINHEIMO (1915, s. 151) ilmoittavat todetun, että kanervan vaikutus männyn taimien menestymiseen saattaa olla varsin haitallinen. AALTONEN (1919, s. 197 ja 1936, s. 11) kiinnittää huomiota kanervan ja männyn taimien yhteisiin piirteisiin ja niiden välillä käytävän juuristokilpailun ankaruuteen. KANGAS (1931, ss. 53—54 sekä 1937, s. 117) esittää käsityksen, että kanervasta on männyn taimille sekä haittaa että hyötyä. TERTTI (HERTZ 1934, s. 53) mainitsee, että kanerva saattaa hyvin kuivilla, auringonpahteisilla paikoilla edistää männyn uudistumista. SARVAS (1944, s. 118) toteaa, että kanerva on tuhoisa harsintamänniköiden uudistumiselle.

Koska kanervan merkityksestä tutkimusalueella ei ilmeisesti ole paljon kokeisiin perustuvia tietoja, suoritettiin tämän tutkimuksen yhteydessä kaksi asiaa käsittelevää koetta. Toinen näistä koskee männyn taimien syntymistä ja se esitetään tässä yhteydessä. Toinen, taimien myöhempää kehitystä käsittelevä koe esitetään tuonnempana.

Ensiksi mainittu koe suoritettiin seuraavasti. Koealalle 8 (taul. 2) rajoitettiin 10 × 20 m:n suuruinen tiheätä kanervaa kasvava alue. Sen toisesta puoliskosta (10 × 10 m) kanerva ja männyn taimet poistettiin leikkaamalla muun pintakasvillisuuden jäädessä koskemattomaksi. Loppuosan alueesta annettiin olla muuten alkuperäisessä tilassaan, mutta kaikki männyn taimet poistettiin. Siemennys tuli siemenpuusta ja sen arvioitiin ruutumenetelmän mukaan olevan 22 kpl/m² vuodessa. Koe aloitettiin 6. 6. 1948. Kun taimet luettiin 9 kasvukautta myöhemmin kummaltakin neliöltä 10:ltä 1 m²:n suuruiselta ruudulta, oli tulos seuraava:

	Taimia keskimäärin, kpl/m ² <i>Average number of seedlings per sq.m</i>	Vaihtelu- rajat <i>Variation range</i>	Ikä, v. <i>Age, years</i>
Kanerva poistettu — <i>Heather removed</i>	13	4—35	2—5
Kanerva jäljellä — <i>Heather intact...</i>	3	0—10	2—5

Kanerva oli siis vaikuttanut haitallisesti taimiaineksen syntymiseen.

Päinvastaisiakin havaintoja tehtiin tutkimuksen yhteydessä. Eräs näistä tapahtui koealalla 10 (taul. 2). Tällä v. 1942 palaneella kuloalalla luettiin ruutumenetelmällä luonnon siemennyksestä syntyneitä sirkkataimia 22. 10. 1949 keskimäärin 4.5 kpl/m². Näistä taimista esiintyi 92 % kanervaa kasvavissa laikuissa ja loput 8 % kanervalaikkujen väleissä.

Nämä kaksi ristiriitaista tulosta ovat ainakin osaksi selitettävissä seuraavasti. Koealalla 8 kanervaa kasvavassa osassa sammalpeite (*Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum undulatum* ym.) oli kanervan suojassa kehittynyt paksuksi ja taajaksi. Koealalla 10 ei sitä vastoin esiintynyt ns. palosammalien lisäksi juuri ollenkaan sammal- eikä jäkäläpeitettä edes kanervan suojassa. Kanervalaikkujen välialueet olivat jostakin syystä taimien syntymiselle erityisen epäedullisia.

Yleensä ollaan sitä mieltä, että kohtuullinen määrä hakkuutähteitä on eduksi männyn taimien alkukehitykselle. Varhaisimpia hakkuutähteiden käytön suosittelijoita meillä oli DYBERG (1879). LAITAKARI

(1935, ss. 19—27 ja 1938, ss. 218—223) on todennut hakkuutähteiden vaikuttavan suotuisasti kuivien kankaiden taimettumiseen. Saksassa on jo kauan käytetty kuivien kankaiden viljelyaloilla risupeitettä maan suojana ja saatu tällä tavalla viljely onnistumaan sellaisissakin tapauksissa, joissa se muuten olisi ollut melkein toivotonta (JAEHN 1923, ss. 209—210, NAUMANN 1928 ja SCHULENBURG 1936, ss. 94—98). FABRICIUS (1938, ss. 1—15) on käyttänyt peitteenä hyvällä menestyksellä paitsi hakkuutähteitä myös kanervaa, joka sienitautien välttämisen kannalta lienee edullisempi kuin männyn oksat. — Suomessa HEIKINHEIMO (1932 a, s. 137) ja KANGAS (1940, s. 26) mainitsevat kanervaa käytetyn peitteenä. — Saksassa myös Bärenthorenin kestometsätalouteen kuului olennaisena osana hakkuussa kertyvien risujen levittäminen hakkuualalle. Amerikassa on hakkuutähteiden edullisesta vaikutuksesta kirjoitettu paljon (esim. PEARSON 1921, MITCHELL 1921 sekä HEIBERG ja WHITE 1951).

Koska ei liene sanottavasti täsmällisiä kokeisiin perustuvia tietoja hakkuutähteiden vaikutuksesta männyn uudistumiseen tutkimusalueen olosuhteissa, järjestettiin asian valaisemiseksi kolme koetta. Kokeiden paikoiksi valittiin koealat 3, 8 ja 9 (taul. 2). Kullekin koealalle merkittiin 2 × 4 m:n suuruinen ala, jolta poistettiin koko elävä pintakasvillisuus. Tämän toimenpiteen tarkoituksena oli saada kokeisiin käytetyt alat mahdollisimman yhtenäisiksi. Kullekin alalle kylvettiin hajalleen 300 siementä neliömetrin kohden. Kustakin alasta puolet peitettiin edellisen talven hakkuista peräisin olevilla männyn oksilla noin 30 cm:n paksuudelta niin, että nämä eivät muodostaneet kovin tiivistä katosta. Kokeet koealoilla 3 ja 8 aloitettiin toukokuun lopussa v. 1948 ja koealalla 9 toukokuun lopussa v. 1949. Tulokset ilmenevät seuraavasta asetelmasta.

Koealan n:o <i>Number of plot</i>	Taimia keskimäärin, kpl/m ² <i>Average number of seedlings per sq.m</i>		Taimet luettu <i>Seedlings counted</i>
	Peittämätön ala <i>Uncovered area</i>	Hakkuutähteillä peitetty ala <i>Area covered with slash</i>	
	3	20.0		62.1	17. 9. 1950
8	16.5	36.2	21. 9. 1949
9	23.1	81.1	27. 9. 1950

Taimet sijaitsivat koeneliöissä jotakuinkin tasaisesti, joten näyttää ilmeiseltä, että hakkuutähteet edistivät taimiaineksen muodostumista.

Mainittakoon, että toht. VAARTAJAN ilmoituksen mukaan suhteellinen haihdunta (evaporaatio) oli Ruoveden Siikakankaalla v. 1946 heinäkuussa hakkuutähteiden suojassa vain 31 sen ollessa 40×40 cm:n suuruisissa kylvölaikuissa 100. Saksassa mm. NAUMANN (1928) on todennut hakkuutähteiden säilyttävän maassa melkoisesti kosteutta ja lisäävän maan humuspitoisuutta. Epäilemättä tekijän suorittamissa kokeissa on ollut ensi sijassa kysymys hakkuutähteiden kuivumiselta suojaavasta vaikutuksesta. Hakkuutähteiden merkitykseen palataan tuonnempana taimiaineksen tuhojen yhteydessä.

Karikkeilla näyttää olevan monessa suhteessa samanlainen vaikutus kuin hakkuutähteillä — kuten on ymmärrettävää. TAMM (1936 ja 1947) mainitsee, että Etelä-Ruotsissa laihoilla hiekkamailla taimettuminen on mahdollista vain muutaman vuoden ajan avohakkuun jälkeen; maan on jatkuvasti saatava karikkeita, jotta se pysyisi taimettumiskuntoisena.

Kuten mainittu haihtumisen erilaisuutta osoittava koe sekä lämpötilamittaukset (ks. s. 56, vrt. PALMÉN 1939) ym. tutkimukset osoittavat, vaihtelevat taimien lähiympäristön olosuhteet kasvualustan laadun ja peitteen mukaan varsin paljon. Nähtävästi taimien alkukehityksessä todetut erot ovat suureksi osaksi selitettävissä tällä perusteella.

On myös kiintoisaa tarkastella, miten pienet taimet menestyvät tiheydeltään erilaisten puustojen alla. Tällaiseen tarkasteluun tarjoaa pohjan edellä selostettujen kylvökokeiden aineisto. Tietoja taimien runsaudesta eri tiheillä koealoilla on taulukossa 6. Sen mukaan vaihteli taimien lukumäärä eri aikoina kesästä v. 1949 koealoilla jotta-kuinkin riippumatta puuston tiheydestä. Hakasulkuihin merkittyjen taimilukujen pienuus johtuu siitä, että suuri osa syksyllä 1949 kuolleiksi otaksutuista taimista oli todellisuudessa toipumiskykyisiä, vaikka niiden neulasen olivat ruskettuneet ja osaksi varisseet.

Vaikka puuston tiheyden ei todettu vaikuttaneen taimien lukumäärään, tuntui tämä vaikutus jo varhaisella asteella taimien kehityksessä. Tarkasteltaessa muutaman päivän ikäisiä sirkkataimia Vilppulassa 10. 6. 1949 todettiin, että koealalla 1 (runkoluku 252 kpl/ha) oli kivennäismaaruutujen taimista vasta 6 % vapautunut siemenkuorestaan, vastaavan määrän ollessa koealalla 4 (runkoluku 16 kpl/ha) 88 %. SIRÉN (1948) on todennut sirkkataimien painon tiheässä metsikössä jäävän pienemmäksi kuin harvassa. Hän otaksuu syyksi emopuuston juuristokilpailun.

Juuristokilpailun merkitys taimien kehitystä ehkäisevänä tekijänä on oivallettu jo verraten kauan sitten (ks. esim. BLOMQVIST 1881,

Taulukko 6. Tuloksia puuston tiheyden merkitystä taimiaineksen syntymiseen valaisevasta kylvökokeesta. Kylvö suoritettu 30. 4. 1949. Käytetty siemenmäärä 300 kpl/m²; koeruutuja kullakin koealalla 20 kpl.
30. 4. 1949. Results of experiments concerning the significance of the density of tree stand for the shooting up of a seedling stand. Sown 30. 4. 1949. Seeds used 300 per sq.m; number of squares 20 in each plot.

Koealan n:o Sample plot, no.	Runkoluku, kpl/ha Number of trees per hectare	Taimia, kpl/m ² (suluissa vaihtelurajat) Number of seedlings per sq.m (variation range in parentheses)			
		5. 6. 1949	10. 8. 1949	22. 10. 1949	24. 9. 1950
1	252	23.4 (4—37)	25.1 (6—34)	[14.3] ¹ (5—21)	17.7 (11—31)
2	72	45.6 (18—96)	58.0 (28—104)	[23.2] ¹ (4—68)	42.7 (9—105)
3	36	40.7 (8—96)	61.6 (21—81)	[26.7] ¹ (4—35)	42.6 (9—103)
4	16	36.4 (7—65)	45.4 (12—98)	[21.4] ¹ (5—67)	37.4 (6—88)
		8. 6. 1949	12. 8. 1949	24. 10. 1949	24. 9. 1950
7	400	23.3 (9—39)	14.0 (3—51)	[6.5] ¹ (0—23)	7.1 (0—27)
6	200	22.5 (1—43)	18.3 (6—42)	[5.8] ¹ (0—22)	7.6 (0—31)
8	72	22.4 (6—41)	17.2 (3—38)	[11.8] ¹ (1—47)	9.2 (1—18)

¹ Ks. tekstiä s. 44.

ss. 120—121), mutta vasta FRICKE (1904, ss. 315—325) osoitti kokeellisesti, että vanha teoria valon merkityksestä latvuskatoksen alla olevalle kasvillisuudelle on osittain virheellinen. FRICKEN mainitun julkaisun jälkeen juuristokilpailun merkityksestä on suoritettu runsaasti kokeita eri puolilla maailmaa. Erityisen valaisevia ovat TOUMEYN (1931) suorittamat kokeet. Hän mainitsee mm. (s. 11), että *Pinus strobus*-metsikköön valmistetussa, ojalla ympäröidyssä koeruudussa oli 2—9 kertaa enemmän kasvien käytettävissä olevaa vettä kuin kohdassa, missä juuristokilpailu vaikutti. Koskemattomissa metsän osissa kosteusmäärä aleni kesäaikana toisinaan alle lakastuspisteen, mutta ei kertaakaan ojalla ympäröidyssä ruudussa.

Suomessa KALELA (1942) on osoittanut, että juuristokilpailu on vakava este männyn taimien kehitykselle.

Lisäselvityksen saamiseksi juuristokilpailun merkitykseen männyn taimien kehitykselle tutkimusalueella toimeenpantiin kolme asiaa valaisevaa koetta. Kokeiden paikaksi valittiin koealat 8, 14 ja 16 (taul. 2). Kullekin näistä koealoista merkittiin kaksi 4:n m²:n suuruista neliötä, joiden pintakasvillisuus oli mahdollisimman yhtäläistä ja jotka sijaitsivat noin 10 m:n päässä toisistaan. Kustakin neliöparista toisen ympäriltä katottiin juuret kaivamalla välittömästi rajaviivojen ulkopuolelle 40 cm:n syvyinen ja 30 cm:n levyinen oja, johon maa heti luotiin takaisin. Koeneliöistä poistettiin pintakasvillisuus, jotta ne olisi saatu yhtäläisemmiksi. Tämän jälkeen niihin kylvettiin 300 siementä m²:ä kohden. Kokeet aloitettiin touko-kesäkuun vaihteessa v. 1948. Tarkastus suoritettiin kolmena seuraavana syksynä. Tulokset esitetään seuraavassa asetelmassa.

Koealan n:o Number of plot	Taimia keskimäärin, kpl/m ² — Average number of seedlings per sq.m					
	Juuristokilpailua vähennetty Trenched area			Juuristokilpailu vaikuttanut Untrenched area		
	1948	1949	1950	1948	1949	1950
8	19.1	7.3	7.0	14.2	9.3	4.9
14	17.3	8.1	.	6.5	1.2	.
16	23.7	9.5	.	7.2	1.5	.

Koealoilla 14 ja 16 koeruudut olivat v. 1950 kesän aikana vaurioituneet, joten niistä ei saatu tietoja kolmannelta kasvukaudelta.

Kuten asetelmasta nähdään, oli juuristokilpailun vaikutus taimien lukumäärään melko selvä koealoilla 14 ja 16. Sitä vastoin koealalla 8

lukumäärissä ei ole mainittavaa eroa. Asia tulee kuitenkin toiseen valoon, kun otetaan taimien keskipituus tarkastelun kohteeksi. Koealalla 8 oli keskipituus v. 1950 neliöllä, jossa juuristokilpailu oli vaikuttanut, 5.1 cm ja neliöllä, jossa juuristokilpailua oli lievennetty, 21.0 cm. Vastaavasti olivat taimet jälkimmäisellä neliöllä paljon elinvoimaisemman näköisiä. Samanlaisia pituuseroja todettiin koealoilla 14 ja 16.

Tuntuu uskottavalta, että vaikka emopuuston juuristokilpailu onkin osoittautunut taimille turmiolliseksi, aivan pienet taimet olisivat keskikesän poutakausina paremmassa asemassa latvuskatoksen suojassa kuin esim. hyvin harvalla siemenpuualalla tai aukealla. Asiasta onnistuttiin saamaan selvyyttä kesällä v. 1949 heinäkuussa sattuneen poutakauden aikana. Kun taimet luettiin ennen poutakautta ja sen jälkeen, todettiin poutakauden kuluessa kuivuneen taimia oheisen asetelman mukaiset määrät. Vilppulan sääaseman mukaan sademäärä tuona aikana oli 24.4 mm (vrt. taul. 3, s. 34).

Koealan n:o Number of plot	Puita, kpl/ha Number of trees per hectare	Koeruutuja, kpl Number of squares	Taimia kuivunut 1. 7.—21. 7. 1949 Number and percentage of seedlings died through drought 1. 7.—21. 7. 1949		
			kpl number	vaihtelurajat koeruuduilla variation range in squares	%
7	400	20	25	0—5	6
1	252	20	56	0—9	12
6	200	20	20	0—5	4
2	72	20	17	0—5	4
8	72	20	7	0—2	2
3	36	20	13	0—4	2
4	16	20	8	0—2	2

Erot tosin ovat vähäisiä, mutta vastoin odotuksia kuivuminen oli miltei johdonmukaisesti yleisempää tiheäpuustoissa koealoilla kuin harva-
puustoissa. Huomattakoon kuitenkin, että suurin kuivumistuhojen määrä esiintyi koealalla 1 eli ainoalla tiheäpuustoisella koealalla, jota ei ollut pitkään aikaan hakattu (ks. taul. 2). Kasvipeitteillä ruuduilla kuivumistuhot olivat jonkin verran suuremmat kuin kivennäismaaruuduilla kaikissa puuston tiheysasteissa.

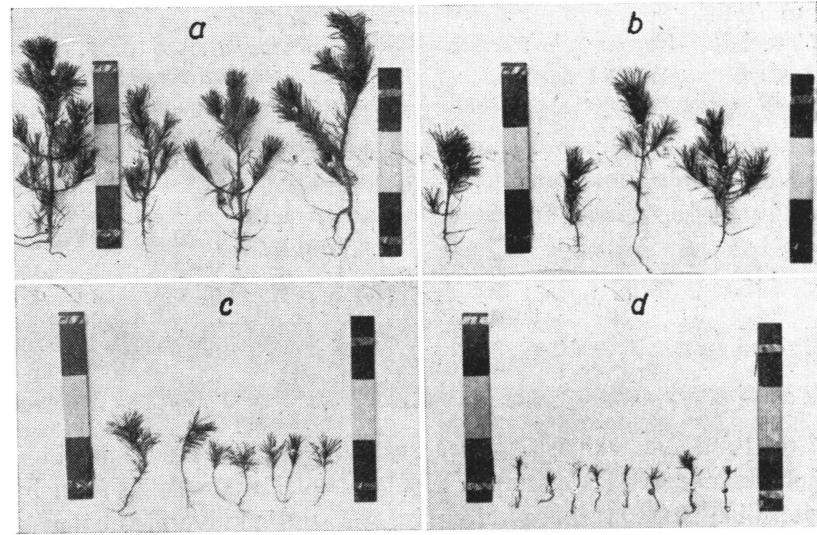
Nähtävästi taimien kuivumiseen on ollut syynä etupäässä puuston juuristokilpailu, joka varsinkin tiheäpuustoissa koealoilla on lisääntynyt poutakauden kestäessä. Toht. KALELAN ilmoituksen mukaan emopuuston

juurimäärä on suurimmillaan keskikesällä. Vaikka helteisen keskikesän aikaan sattuisi sadekuurojakin, ei tiheähkön metsikön ollessa kyseessä vedestä pääse paljon taimien hyväksi, sillä kuivat latvukset pidättävät suuren osan sateesta. Tällaiseen puuston vaikutukseen viittaavat useat tutkijat (ks. HALDEN 1926, s. 228 ja WITTICH 1938, s. 348).

On kuitenkin jälleen otettava huomioon, että kysymyksessä oli verraten pieni siemenpuuala. Hyvin laajalla ja harvalla siemenpuualalla tulos olisi saattanut olla päinvastainen (vrt. HALDEN 1926, ss. 222—224).

Taimiaineksen kehittyminen taimistoksi

Edellä esitettyjä kokeita on seurattu kahdeksan vuoden ajan, joten koossa olevan aineiston pohjalla tarjoutuu mahdollisuus tarkastella taimiaineksen kehittymistä taimistoksi koeolosuhteissa. Lisävalaistuksen saamiseksi varsinkin myöhempään kehitysvaiheisiin on turvauduttu myös muuhun aineistoon.

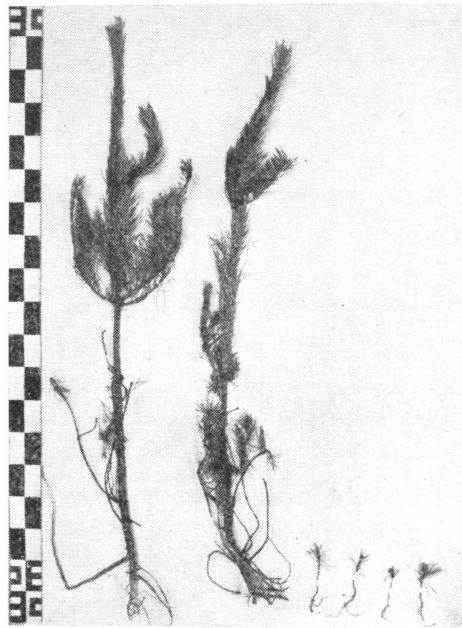


Kuva 3. Viiden vuoden ikäisiä männyn kylvötaimia. Taimet ovat kasvaneet kivennäismaalla tiheydeltään erilaisissa metsiköissä: a. 16 puuta/ha (koeala 4), b. 36 puuta/ha (koeala 3), c. 72 puuta/ha (koeala 2) ja d. 252 puuta/ha (koeala 1). Vertausmitta 30 cm. — Kanervatyppi, Vilppula.

Fig. 3. Five-year-old pine seedlings grown on mineral soil in tree stands of different densities as follows: a. 16 trees/ha (plot 4), b. 36 trees/ha (plot 3), c. 72 trees/ha (plot 2) and d. 252 trees/ha (plot 1). Scale of comparison 30 cm. — Calluna type, Vilppula.

Taulukko 7. Viisi- ja kahdeksanvuotisten kylvötaimien keskipituus eri tiheiden männiköiden kasvi- ja kivennäismaaruuduilla. Kylvö suoritettu 30. 4. 1949. Käytetty siemenmäärä 300 kpl/m²; koeruutuja on kullakin koealalla ollut 20 kpl.
Table 7. The average height of 5 and 8 year-old seedlings in ground vegetation and mineral soil squares in tree stands of different densities. Sown 30. 4. 1949 using 300 seeds per 1 sq.m; number of squares 20 in each plot.

Koealan n:o Number of sample plot	Runkoluku kpl/ha Number of trees per hectare	Kunta Parish	Taimien keskipituus, cm (sulussa vaihtelurajat) The average height of seedlings, cm (variation range in parentheses)			
			Kivennäismaalla Mineral soil		Kasvi- ja kivennäismaalla Ground vegetation	
			5-vuotiset 5 year-old	8-vuotiset 8 year-old	5-vuotiset 5 year-old	8-vuotiset 8 year-old
1	252	Vilppula	3.4 (3.1—4.3)	4.9 (2.5—7.5)	2.8 (2.4—3.9)	3.6 (2.6—5.9)
2	72	»	5.6 (3.0—12.2)	12.1 (5.2—21.0)	4.5 (2.7—9.4)	5.2 (2.5—9.4)
3	36	»	12.5 (4.2—30.4)	25.5 (7.4—52.0)	8.3 (3.6—11.9)	7.0 (4.4—11.6)
4	16	»	13.3 (6.4—31.3)	41.3 (16.7—95.5)	11.0 (3.3—16.6)	7.2 (3.9—22.4)
7	400	Orivesi	3.3 (2.0—5.2)	5.4 (3.2—9.4)	2.5 (2.2—3.2)	5.3 (4.2—9.8)
6	200	»	4.0 (3.1—5.3)	11.8 (5.6—21.9)	3.1 (2.6—5.4)	5.2 (3.8—11.4)
8	72	»	5.7 (3.2—14.4)	21.7 (11.4—38.8)	4.4 (3.9—6.7)	7.5 (4.9—15.1)



Kuva 4. Seitsemän vuoden ikäisiä männyn kylvötaimia. Suuret taimet ovat siemenpuualalta (16 puuta/ha, koeala 4) ja pienet taimet väljennetystä männiköstä (252 puuta/ha, koeala 1), kummassakin tapauksessa 1 m²:n suuruisilta kivennäismaaruuduilta. Kuvassa ovat näiden koealojen kookkaimmat taimet. Vertausmitan pituus on 1 m. — Kanervatyypin, Vilppulan. Valok. O. HUURI.

Fig. 4. Seven-year-old pine seedlings. The taller seedlings were grown in a seed-tree stand (16 trees/ha, plot 4) and the smaller ones in an opened up stand (252 trees/ha, plot 1), in both cases on mineral soil squares. The biggest seedlings in these plots are shown in the picture. Scale of comparison 1 m. — Calluna type, Vilppula. Photo O. HUURI.

Verraten hyvän käsityksen taimien kehityksestä erilaisissa olosuhteissa antaa taimien keskipituuden ja ulkoasun vertailu. Taulukosta 7 selviävät taimien keskipituudet seitsemällä koealalla 5 ja 8 kasvukautta kylvön jälkeen. Tämän mukaan 5-vuotisten taimien keskipituus on kivennäismaaruuduilla miltei säännöllisesti sitä suurempi, mitä harvapuustoisempi koeala on kysymyksessä. Tiheäpuustoisimman ja harvapuustoisimman koealan taimien keskipituuksissa on merkittävän suuri ero (keskipituus tiheäpuustoisimmalla koealalla 3.3 cm ja harvapuustoisimmalla koealalla 13.3 cm). Kuten kuvasta 3 (s. 48) nähdään, olivat siemenpuualoilla kasvaneet taimet selvästi elinvoimaisempia kuin sulkeutuneessa

metsikössä kasvaneet taimet. — Kasvipeitteisillä koeruuduilla pituuserot eivät ole niin selvät, mutta tässäkin tapauksessa suurin keskipituus (11 cm) esiintyy harvapuustoisimmalla koealalla ja pienin (2.5 cm) tiheäpuustoisimmalla (vrt. s. 47).

Kolme vuotta myöhemmin taimien pituuserot ovat tiheydeltään erilaisissa metsiköissä kivennäismaaruuduilla jonkin verran suuremmat (taul. 7). Vilppulan koealoilla ero tiheäpuustoisimman ja harvapuustoisimman koealan taimien keskipituudessa on tullut yli 8-kertaiseksi (keskipituudet 4.9 ja 41.3 cm). Tiheimmissä metsiköissä kasvaneet taimet olivat ulkonäöltään selvästi huonompia kuin harvimmissa metsiköissä kasvaneet (vrt. kuva 4). Jos edelleen otetaan huomioon, että harvimmassa metsikössä kasvaneiden taimien latvakasvaimet olivat v. 1956 noin 10–30 cm pitkiä, kun taas tiheimmissä metsiköissä niiden pituus oli vain noin 0.5 cm, käy pituuserojen merkitys vielä suuremmaksi.

Kasvipeitteisten ruutujen 8-vuotisten taimien keskipituuksia tarkasteltaessa todetaan, että ne eivät ole suurentuneet niin paljon kuin kivennäismaaruuduilla, joten taimet ilmeisesti ovat kärsineet myös pintakasvillisuuden taholta aiheutuvasta kilpailusta.

Vertauksen vuoksi esitetään seuraavassa asetelmassa v. 1946 palaneen pintakuloalan (koeala 11, taul. 2) ja saman metsikön tulelta säästyneen osan (koeala 12, taul. 2) taimiluvut. Kylvö oli suoritettu 30. 4. 1949 (käytetty siemenmäärä 300 kpl/m²). Taimet luettiin 24. 8. 1955.

Koealan n:o Number of plot	Runkoluku, kpl/ha Number of trees per hectare	Kasvialusta Site	Taimia kpl/m ² Number of seedlings per sq.m	Taimien keskipituus, cm Average height of seedlings, cm
11	921	Harva palosammal— pikarijäkäle—varpupeite Sparse moss—lichen— dwarf shrub layer	30.2	3.0
12	910	Taaja seinäsammal— varpupeite Massive feather moss— dwarf shrub layer	0.2	.

Pintakuloalan taimimäärä 7 vuotta kylvön jälkeen oli siis samaa suuruusluokkaa kuin kivennäismaaruutujen taimiluvut vastaavana ajankohdana (taul. 7, s. 49).

Puuston suuren tiheyden vaikutus ilmenee koelalla 11 varsin selvästi taimien vähäisessä keskipituudessa (3.0 cm). Kuitenkin melkoinen osa taimista arvosteltiin vielä tässä vaiheessa toipumiskykyiseksi. Siten erityisesti tämä koe näyttää osoittavan, että humuskerroksen paksuuden ja pintakasvillisuuden taajuuden merkitys taimiaineksen syntymisen kannalta on usein suurempi kuin puuston tiheyden (taul. 5 ja 6, s. 40 ja 45).

Edellä on esitetty viitteitä siitä, että puuston ohella myös pintakasvillisuus saattaa jarruttaa männyn taimien kasvua. Pintakasvillisuuden lajeista pidetään kanervaa kuivilla kankailla männyn uudistumisen kannalta varsin tärkeänä. Sen takia kanerva otettiin erityisen tarkastelun kohteeksi. Tarkoitusta varten aloitettiin koelalla 13 (taul. 2) koe toukokuun lopussa v. 1948. Tämä suoritettiin seuraavasti. Tuuheaa kanervaa kasvavalla kohdalla rajoitettiin 10×20 m:n suuruinen ala. Sen toinen puoli¹ puhdistettiin kanervasta, toisen jäädessä koskemattomaksi. Sekä kanervaa kasvavaan että kanervasta puhdistettuun puoliskoon istutettiin 100 kpl 2+2 vuotisia männyn taimia 1 m:n välein. Taimet valittiin niin, että niiden keskipituus molemmilla neliöillä tuli likipitään samaksi. Tiedot taimien kehityksestä ilmenevät oheisesta asetelmasta.

	29. 10. 1949		11. 9. 1955	
	Taimia, kpl Number of seedlings	10 suurimman taimen keskipituus, cm (suluisia vaihtelurajat) Average height of 10 biggest seedlings, cm (variation range in parentheses)	Taimia, kpl Number of seedlings	10 suurimman taimen keskipituus, cm (suluisia vaihtelurajat) Average height of 10 biggest seedlings, cm (variation range in parentheses)
Kanerva poistettu Heather removed	99	26 (10—30)	97	165 (160—190)
Kanerva jäljellä Heather intact	82	22 (10—25)	73	135 (120—180)

Kanervattomalla alalla männyn taimien lukumäärä ja pituus oli siis suurempi kuin kanervaa kasvavalla alalla. Taimien pituudessa ja lukumäärässä tavattavan eron lisäksi taimet olivat kanervattomalla alalla selvästi rehevämmän näköisiä kuin kanervaa kasvavalla alalla. Jälkimmäi-

¹) 10 × 10 m.

sen alan taimissa esiintyi runsaasti neulastuhoja, joiden aiheuttajiksi todettiin mm. *Brachyderes incanus* L. ja *Luperus pinicola* DUFT., kun sitä vastoin kanervattoman alan taimet olivat terveen ja elinvoimaisen näköisiä. Tämä taimien elinvoimaisuudessa ilmennyt ero aiheutui ilmeisesti kanervan kehitystä haittaavasta vaikutuksesta. Neulastuhot olivat sekundäärinen ilmiö.

HEIKINHEIMO (1940, s. 199) on julkaissut tietoja männyn taimien pituuskehityksestä pintakasvillisuudessa verrattuna pituuskehitykseen kivennäismaalakuissa. Hän on saanut seuraavat arvot:

	11-vuotisten taimien pituus Height of 11 year-old seedlings	
	Siemennyslaikuissa In mineral soil patches	Laikkujen väliköissä In ground vegetation
Kanervatyypin — <i>Calluna</i> type . . .	1.31 ± 0.036 m	1.05 ± 0.085 m
Puolukkatyyppi — <i>Vaccinium</i> type	1.88 ± 0.065 m	1.65 ± 0.124 m

Taimet ovat siis jääneet laikkujen väliköissä pienemmiksi kuin kivennäismaalla. HEIKINHEIMO mainitsee myös, että pintakasvillisuudessa kasvaneet taimet olivat lisäksi heikompia.

Norjassa on erityisesti MORK (1946, ss. 269—356) tutkinut varpujen merkitystä puuntaimien kilpailijoina. Hän mainitsee varpujen haitallisuuden johtuvan mm. siitä, että varvut ottavat osansa maan ravinteista, pidättävät osan sateesta ja haihduttavat vettä, alentavat maan lämpötilaa ja siten vaikuttavat epäsuotuisasti taimien juurten kasvuun.

Taimiaineksen tuhot

Tarkasteltaessa edellä (taul. 5 ja 6) esitettyjä 1-, 2- ja 3-vuotisten taimien lukumääriä erilaisilla kasvupaikoilla ja muuten eri olosuhteissa käy ilmi, että kivennäismaaruuduilla parhaissakin tapauksissa taimien lukumäärä on alle viidenneksen kylvettyjen siementen lukumäärästä. Kasvipitteisillä ruuduilla taimia on säännöllisesti vielä vähemmän. Osa siemenistä tuhoutui jo ennen itämistä, mutta myös varsinkin aivan nuorten taimien tuhot ovat olleet melko suuret. Tarkemman käsityksen saamiseksi näistä tuhoista kerättiin kestokoealoilta aineistoa. Tässä yhteydessä rajoitetaan tarkastelemaan sirkka- ja alkeistaimien tuhoja. Varttuneempien taimien tuhoja käsitellään edempänä (ss. 77—80).

Pienten taimien tuhoja tutkittaessa kiinnitettiin huomiota sekä tuhojen kohteisiin että myös jonkin verran niiden aiheuttajiin. Taimissa esiintyneiden tuhojen määrää ja laatua selviteltiin ottamalla etupäässä koealoilta 1—8 taiminäytteitä lähemmin tutkittaviksi. Lisäksi tutkittiin tuhoniheuttajia eräillä erikoiskokeilla.

Taimissa tavatut tuhot jaettiin näiden aiheuttajien mukaan kahteen pääryhmään: aktiivisiin ja passiivisiin. Edellisillä tarkoitetaan tässä yhteydessä sellaisia tuhoniheuttajia, jotka vaurioittavat tai hävittävät taimia käyttäessään näitä ravinnokseen. Jälkimmäisiin taas kuuluvat ne elolliset tai elottoman luonnon ilmiöt, joiden vaikutuksesta taimille aiheutuu vaurioita tai ne tuhoutuvat.

Passiivisista tuhoniheuttajista on otettu käsiteltäviksi mekaaniset esteet, auringonpaahde, kuivuus ja routa.

Metsämaassa osa siemenistä itää sellaisissa paikoissa, että sirkkataimet eivät jonkin esteen takia voi kehittyä edelleen. Tällainen este kuuluu toisinaan elolliseen, toisinaan elottomaan luontoon. Este saattaa olla joko taimen yläpuolella tai sen alapuolella.

Käsityksen saamiseksi tällä tavoin tuhoutuvien taimien määrästä tutkittiin koealojen 3 ja 5 taimia tältä kannalta. Taimet olivat syntyneet kylvösiemenistä, joita oli käytetty 300 kpl 1 m²:n suuruista ruutua kohden. Tutkittavina oli kaikkiaan 60 koeruutua. Näistä 20:lta oli poistettu pintakasvillisuus ja humuskerros (koeala 3), 20:lla oli koskematon kasvipeite (koeala 3) ja 20:lla koeruudulla oli 23 vuotta aikaisemman kulon jäljille syntynyt pintakasvillisuus (koeala 5). Koealat olivat toistensa välittömässä läheisyydessä. Pintakasvillisuuden tärkeimpien lajien yleisyys ja peittävyys oli seuraava:

Kasvilaji Plant species	Yleisyys: peittävyys Frequency: degree of covering	
	Koeala 3 Plot 3	Koeala 5 Plot 5
<i>Cladonia</i> sp.	90: 20	100: 50
<i>Pleurozium Schreberi</i>	100: 50	10: △
<i>Dicranum</i> sp.	95: 10	55: △
Muita sammalia — <i>Other mosses</i> ..	10: △	△: △
<i>Calluna vulgaris</i>	80: 20	55: 10
<i>Empetrum nigrum</i>	30: 10	—: —
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	100: —	100: 40

Itämisvaiheesta lähtien tutkittiin viikon väliajoin, millaiset esteet riittivät ehkäisemään sirkkataimien kehityksen ja miten suuri osa taimista tuhoutui ainakin ensi sijaisesta tästä syystä ensimmäisen kasvukauden kuluessa. Tulokset ilmenevät seuraavasta asetelmasta.

Kasvualusta Site	Koealan n:o Number of plot	Taimien koko- nais määrä, kpl Total number of seedlings	Taimista tuhoutunut ensi sijaisesti mekaanisten esteiden takia, % Percentage of seedlings died primarily through mechanical hindrance
Kivennäismaa — <i>Mineral soil</i>	3	1670	△
Kuloala, koskematon — <i>Extent of burnt area, in- tact</i>	5	1326	13.7
Vakiintunut kasvipeite — <i>Massive ground vegeta- tion</i>	3	1217	63.1

Erityisesti kiinnittää huomiota vakiintuneessa kasvipeitteessä todettu suuri taimihukka. Vain vähän yli kolmanneksella taimista oli edellytykset kehittyä sirkkataimiasetusta pitemmälle.

Kuloalalla taimien tuhoutuminen kasvipeitteen takia oli tuntuvasti vähäisempää, mutta silti merkityksellistä. Ilmeisesti verkkemällä kuloalalla, jonka kasvipeite ei olisi vielä käsittänyt seinäsammalta eikä korkeita jäkälälajeja, tästä syystä tuhoutuneiden taimien määrä olisi jäänyt vielä jonkin verran pienemmäksi.

Kivennäismaaruuduilla mekaanisen esteen aiheuttamilla taimituhoilla ei ole luonnollisesti käytännöllistä merkitystä.

Siitä, millä tavoin eri kasvilajit aiheuttavat taimien kehityksen keskeytymisen, on kirjallisuudessa runsaasti selvityksiä (esim. TERTTI (HERTZ) 1932 ja 1934, TIRÉN 1934 ja SIRÉN 1948). Yleensä näyttää varpujen sekainen sammalpeite olevan erityisen haitallinen.

On kiintoisaa todeta, että rämemänniköissä ei pintakasvillisuus ole ilmeisesti näin haitallinen, mikä osaltaan selittänee rämemänniköiden hyvän uudistumisen (vrt. HEIKURAINEN 1954). Mainittakoon, että tekijän omien havaintojen mukaan tukkipuumännikössä Vilppulan Jaakkoinsuolla oli 14. 8. 1949 *Hylocomium splendens*-valtaisilla mätäillä männyn taimia vain 0—3 kpl/m², kun taas *Sphagnum recurvum*-valtaisilla mätäillä niiden lukumäärä vaihteli 5—25 kpl/m². Taimet olivat syntyneet luonnon siemennyksestä.

Voimakkaan auringonpaahteen todettiin tappavan joitakin taimia koealojen 3 ja 4 kivennäismaaruuduilla. Koska koeruutuja ei tarkastettu riittävän lyhyin väliajoin, ei onnistuttu saamaan tarpeeksi tilastoja tällä tavoin tuhoutuneiden taimien lukumääristä. Kuten oheisesta asetelmasta käy selville, vielä heinäkuun loppupuolella v. 1949 lämpötila nousi humuskerroksen pinnalla varsin korkeaksi.

Nämä lämpötilanmittaukset suoritettiin termoelementillä siemenpuualalla (koeala 3, taul. 2) 19. 7. 1949 kello 11.00—12.00 välisenä aikana. Mittauksia tehtäessä aurinko paistoi harsun cirrus-pilven läpi.

Mittauskohde — <i>Place of measuring</i>			
Vaalea, kostea hieta <i>Light-colored moist fine-sand</i>	Kivennäismaaruudun pinnalle jäänyt ohut humusläikkä <i>A thin humus patch on a mineral soil square</i>	Noin 3 cm paksu pinta-kasvullisuudesta paljastettu humuskerroksen pinta <i>Surface of about 3 cm thick bare humus layer</i>	1 m:n korkeudessa maanpinnasta <i>1 meter high above ground level</i>
35.5 C°	50.8 C°	58.1 C°	21.2 C°
37.1	48.8	60.4	
35.5	47.9	61.6	
37.7	51.1		
40.9	49.5		
37.1	51.0		
38.3	51.1		
37.1	48.3		
38.3	51.7		
36.0	56.7		
39.4			
Keskim.			
<i>Mean</i> 37.5	50.7	60.0	(21.2)

Korkein mitattu lämpötila oli siis 61.6 C°, mikä ilmeisesti aiheuttaa sirkkataimille vauriota.

Poutakausina esiintyneitä kuivumisvaurioita tavattiin useina tutkimuskesinä. Edellä käsiteltäessä puuston vaikutusta taimiaineksen syntymiseen todettiin, että kuivumisvauriot olivat kivennäismaaruuduilla tiheähkössä metsikössä suuremmat kuin harvapuustoisella siemenpuualalla. Erityisen suurta tuhoa kuivuus aiheutti kasvipeitteisissä koeruuduissa, joissa taimien kehitys oli jonkin verran kivennäismaan tai-

mien kehityksestä jäljessä. Heinäkuussa v. 1949 sattuneena noin kolmen viikon pituisena poutakautena kasvipeitteisistä ruuduista kuivui sekä siemenpuualalla että sulkeutuneessa metsikössä noin 60 % silloin jäljellä olleista taimista.

Tärkeänä syynä kivennäismaan taimien parempaan kestävytyteen poutakautena lienee ollut niiden nopeammin tapahtunut juurtuminen. Kasvipeitteisissä ruuduissa noin 3 cm:n paksuinen humuskerros oli epäilemättä tässä suhteessa vakava este.

Roudan tuhot olivat koealoilla hyvin vähäisiä. Ainoastaan koealan 8 kivennäismaaruuduissa näillä tuhoilla oli jonkin verran merkitystä, mutta niilläkin taimien kuolleisuus tämän syyn takia jäi hiukan alle 5 %:n. Kasvipeitteisissä ruuduissa roudan tuhoja ei tavattu juuri missään. Myös kivennäismaaruutujen taimet olivat sulkeutuneissa metsiköissä säilyneet näiltä tuhoilta.

Kuten useat tutkijat ovat todenneet, saattaa routatuhoilla tietyissä olosuhteissa olla suurikin merkitys (AALTONEN 1940, ss. 394—395, SIRÉN 1952). Tällöin on kuitenkin yleensä kysymys metsänviljelytoissa tavalla tai toisella muokatuista kohdista tai aukeista kuloaloista.

Rankkasateiden todettiin myös voivan vioittaa sirkkataimia. Nämä vauriot olivat suurimmat harvapuustoisimmilla koealoilla kivennäismaaruuduissa. Muutamissa kaltevissa ruuduissa virtaava vesi vei mukanaan ruudun pinnasta hiekkaa sammalikkoon. Tämän seurauksena taimien juuret osittain paljastuivat ja useat taimet kallistuivat vähitellen syrjälleen ja kuivan kauden tullessa kuolivat. Tiheäpuustoisimmilla koealoilla tuhoja ei tapahtunut. Syynä tähän oli osittain se, että latvuskatos vähensi sateen voimaa, osittain se, että neulas- ym. karikkeet olivat jossakin määrin ehtineet peittää ruutujen irtaimen maanpinnan. Kasvipeitteisissä ruuduissa rankkasateiden ei todettu aiheuttaneen vaurioita.

SIRÉN (1948) mainitsee rankkasateiden karsineen taimista sirkkalehtiä.

Passiivisten tekijäin aiheuttamiin tuhoihin voitaisiin vielä liittää ne satunnaiset tapaukset, joissa muutamia taimia oli tuhoutunut kivennäismaaruuduissa lintujen kylpemisen takia.

Aktiivisten tekijäin aiheuttamat taimituhot jaetaan seuraavassa sieni- ja eläintuhoihin.

Tutkituissa sirkkataiminäytteissä tavattujen sienituhojen määrästä antaa seuraava asetelma käsityksen. Taimet otettiin kivennäismaaruuduista 8. 6. 1949.

Koealan n:o Number of plot	Runkoluku, kpl/ha Number of trees per hectare	Ruutuja, kpl Number of squares	Taimia tut- kittu, kpl Number of seedlings examined	Taimista sienten tuhoamia, Number and percentage of seedlings damaged by fungi,	
				kpl	%
7	400	20	465	62	13
6	200	20	473	37	8
8	72	20	448	20	4

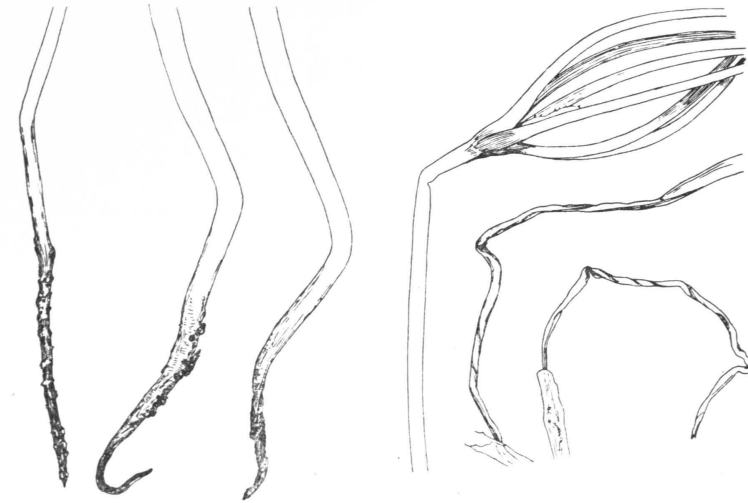
Sienituhoja esiintyi siis tiheämmissä metsiköissä jonkin verran runsaammin kuin harvemmissä. Saadut luvut ovat verraten pieniä, mutta niihin sisältyvät vain selvästi tuhoutuneiksi katsotut taimet. Koska paahde-, kuivuus- ja sienituhoja on usein vaikea erottaa toisistaan kehittyneempien sirkkataimien ollessa kysymyksessä, ei näistä esitetä lukuja.

Mainittakoon vielä muuan esimerkki sienituhoista. Koealalla 8 suoritettussa hakkuutähteiden merkitystä valaisevassa kokeessa todettiin hakkuutähteillä peitetyn ruudun kaikki taimet kuolleiksi toisen kasvukauden alussa, kun sitä vastoin peittämättömän ruudun taimet olivat säilyneet hyvin. Taimien tuhoutumiseen oli syynä lumihome (maist. U. RUMMUKAISEN määrityksen mukaan). Muilla koealoilla tällaista tuhoa ei havaittu.

Nuorten männyn taimien sienituhoja on kirjallisuudessa käsitelty runsaasti. ENEROTH (1931, s. 25) mainitsee, että hänen suorittamissaan männyn taimien kasvatuskokeissa eräät sienet (luultavasti varsinkin *Fusarium* LINK ym.) ahdistivat taimia jo varhaisella asteella. Saastuneiden, vasta itäneiden taimien juuren kärki ruskettui ja kuivui. JAMALAINEN (1944, ss. 1—24) on todennut *Fusarium redolens* WR.-nimisen lajin männyn taimissa. Nuorten männyn taimien sienituhoista esittävät tietoja myös VAARTAJA (1952) ja MIKOLA (1952 ja 1953) sekä useat muut, heidän mainitsemansa tekijät.

Jo kenttätöitä suoritettaessa tutkittiin suurennuslasilla erilaisten eläinten kuuluvien tuhonaiheuttajien aikaan saamia tuhokuvia ja pidettiin silmällä tuholaisien esiintymistä koealoilla. Yöeläinten toteamiseksi käytiin tekemässä havaintoja sähkölyhdyn valossa. Tällä tavoin päästiin selville osasta tuholaisia, mutta kaikkia ei onnistuttu toteamaan.

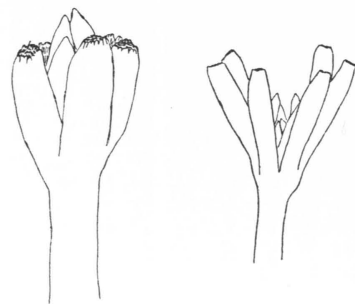
Tietoja tuholaisien aiheuttamista vaurioista esitetään seuraavassa asetelmassa.



Kuva 5. Sienten tuhoamia männyn sirkkataimia. — Vilppula.
Fig. 5. Young pine seedlings fatally injured by fungi. — Vilppula.

Koealan n:o Number of plot	Koeruutuja, kpl Number of squares	Kasvualusta Site	Taimia vioittunut (V) tai tuhoutunut (T), % koko taimiluvusta Seedlings injured (V) or died (T), % of total					
			Linnut Birds		Arion subfuscus		Juurimadot Root worms	
			V	T	V	T	V	T
1—4	80	Kivennäismaa Mineral soil	22	9	4	2	1	—
1—4	80	Koskematon pintakasvill. Intact ground vegetation	—	—	45	16	2	—
5	20	Kuloala Extent of burnt area	1	—	3	1	1	1

Lintujen aiheuttamia tuhoja esiintyi siis miltei yksinomaan kivennäismaaruuduissa, samoin kuin edellä todettiin siementuhojen yhteydessä. Nähtävästi linnut eivät ole osanneet hakea taimia kasvipeitteisistä ruuduista, eivätkä myös kuloalalta, jossa koeruudut eivät poikkea ympäristöstään. Tiheydeltään erilaisissa metsiköissä lintujen aiheuttamilla tuhoilla ei koealoilla 1—4 todettu olleen sanottavaa eroa.



Kuva 6. Lintujen vioittamia männyn sirkkataimia. Sirkkasilmu on säilynyt, joten taimet olisivat voineet toipua. — Orivesi.

Fig. 6. Young pine seedlings injured by birds. The plumule is intact, so the seedlings could have recovered. — Orivesi.

Näytteeksi otettuja lintujen vioittamia taimia tutkittaessa voitukset todettiin voitavan jakaa niiden laadun perusteella kolmeen ryhmään: 1) sirkkalehtien kärkiosien, 2) koko sirkkalehtien ja 3) sirkkasilmun tuhoutuminen. Vähimmin olivat vaurioituneet sellaiset taimet, jotka olivat menettäneet sirkkalehtiensä kärkiosan. Tällaisilla taimilla on vielä toipumisen edellytykset. Itse asiassa todettiin poutakaudella heinäkuussa v. 1949, että nämä taimet säilyivät elossa keskimäärin paremmin kuin vioittumattomat taimet. Ilmeisesti sirkkalehtien osittainen menetys pienensi haihduntaa. Myöskin sellaisissa tapauksissa, joissa sirkkataimet menettivät sirkkalehtensä miltei kokonaan, taimien todettiin jäävän eloon ja toipuvan, jos vain sirkkasilmu oli jäänyt eheäksi. Sitä vastoin jos silmukin tuhoutui, oli taimi luonnollisesti katsottava tuhoutuneeksi.

Joitakin taimia oli lähtenyt juurineen maasta linnun tai mahdollisesti jonkin muun eläimen nykäisemänä.

Lintujen aiheuttamissa taimituhoissa todettiin huomattavaa paikkakunnittaista vaihtelua sikäli, että Ruotsinkylän kokeilualan ja Oriveden koealoilla niillä ei ollut niin suurta merkitystä kuin Vilppulan koealoilla.

Toisin kuin linnut teki muuan etanalaji (*Arion subfuscus* DRAP.) suurinta tuhoa kasvipeitteisissä ruuduissa, joissa se oli merkittävin tuholainen. Sitä vastoin koealoilla sen aikaansaamat tuhot olivat vähäisempiä, samoin kivennäismaaruuduissa.

Koska *Arionin* tuhot havaittiin merkityksellisiksi, kiinnitettiin niihin erityistä huomiota. *Arion*-yksilöiden runsautta koealoilla selvitettiin ruutumenetelmää käyttäen samaan tapaan kuin maassa olevien käpyjen mää-

rää. Sekä pintakasvillisuus että humus tarkastettiin sormin kunkin ruudun reunasta lähtien. Lisäksi käytettiin tarvittaessa 6 mm:n seula. Heinäkuun lopussa ja elokuun alussa v. 1949 etanoiden lukumäärä oli Vilppulan koealoilla pintakasvillisuudeltaan vakiintuneissa metsiköissä yleensä noin 1 000—4 000 yksilöä hehtaaria kohden. Koealalla 3 lukumäärä oli kuitenkin noin 10 000 kpl/ha. Mainittakoon, että kun vertauksen vuoksi tutkittiin etanoiden runsautta heinäkuussa v. 1956, todettiin huomattavasti pienempiä lukuja (500—2 000 kpl/ha).

Jotta olisi päästy selville, millä tavoin *Arion* vioittaa taimia, tehtiin Vilppulan koealoilta tavatuilla etanayksilöillä joukko kokeita. Nämä yksilöt olivat noin 5 cm pitkiä, väriltään yleensä tumman- tai harmaanruskeita ja niiden antura oli kellanvalkoinen.

Kesäkuun 17 päivänä v. 1949 tuotiin muuan etanayksilö koealalta 2 pullossa huoneeseen. Korkki poistettiin ja pulloon suun eteen asetettiin tuore männyn sirkkataimi, jonka sirkkalehtien kärjet olivat vielä siemenkuoren sisällä. *Arion* ryömi pullosta ulos ja kävi taimen käsiksi. Siitä se katkaisi kielellään sahaten ensin yhden sirkkalehden ja alkoi niellä sitä tasaista vauhtia, katkaistusta päästä lähtien. Kun tämä sirkkalehti oli hävinnyt näkyvistä, mikä kesti noin 20 sekuntia, etana söi samalla tavoin muut lehdet. Tällöin siemenkuori irtautui. *Arion* alkoi nyt syödä lyhemmiksi sirkkalehtien kärkien tynkiä, jotka vielä pistivät esiin siemenkuoren sisästä, niin että jälkepäin tarkastettaessa todettiin enää vain vähän vihreää kuoren puoliskojen välistä. Tämän jälkeen *Arion* söi sirkkavarretta punertavaan osaan saakka. — Mainittakoon, että koealoilta tavattiin runsaasti siemenkuoria, joiden sisällä näkyi samaan tapaan vihreitä sirkkavarren kärkiosia.

Toinen *Arion*-yksilö söi pullossa pidettynä 3 vuorokauden kuluessa 9 kpl noin kolmen viikon ikäisiä sirkkataimia eli keskimäärin kolme tainta vuorokaudessa. Muuan yksilö taas söi 1½ vuorokaudessa 5 tainta, kaikki mitä sillä oli saatavissa. Muissa yhteyksissä todettiin, että *Arion* voi syödä yleisesti männyn sirkkataimia suunnilleen tällä nopeudella.

Eräessä kokeessa asetettiin pulloon *Arion*-yksilö ja kaksi sirkkatainta, joista toinen oli noin 2 viikon ikäinen ja toinen noin 5 viikon ikäinen. Jälkimmäisen sirkkavarren tuntui sormissa jo kovettuneelta. Seuraavana aamuna nuoremman taimesta oli jäljellä vain tyhjä siemenkuori (juurikin oli syöty), mutta vanhemman taimen ei ollut kajottu ollenkaan. Vaikka *Arionia* pidettiin jäljelle jääneen taimen kanssa pullossa useita vuorokausia, jäi taimi koskemattomaksi.

Luonnossakaan *Arionin* ei todettu vahingoittaneen sirkkataimia, joiden sirkkavarren oli käynyt puumaiseksi.

Heinäkuussa v. 1956 asetettiin *Arion*-yksilö pulloon ja sille tarjottiin 3 viikon ikäisiä taimitarhassa kasvaneita männyn sirkkataimia ja saman ikäisiä metsässä kasvaneita taimia. Taimitarhassa kasvaneet taimet jäivät koskemattomiksi, mutta metsässä kasvaneet taimet söi. Metsässä kasvaneet taimet olivat kehitysasteeltaan jonkin verran taimitarhassa kasvaneista taimista jäljessä.



Kuva 7. Erään etanalajin (*Arion subfuscus* DRAP.) tuhoamia männyn sirkkataimia. — Vilppula.

Fig. 7. Young pine seedlings destroyed by a type of snail (*Arion subfuscus* DRAP.). — Vilppula.



Kuva 8. Sepäntoukkien (*Elateridae*) tuhoamia männyn sirkkajuuria. — Vilppula.
Fig. 8. Primary roots of pine, fatally injured by root worms (*Elateridae*). — Vilppula.

Arionin aiheuttamia sirkkataimituhoja tavattiin kesällä v. 1949 kailta koealoilta koko kasvukauden ajan sikäli kuin nuoria taimia esiintyi. Myöhäisimmät todetut tuhot tapahtuivat 23. 8. ja ne kohdistuivat 30. 7. kylvetyistä siemenistä syntyneisiin taimiin.

Koska *Arionilla* saattaa edellä todettujen runsauslukujen mukaan olla joukkoesiintymisiä, joissa sen yksilömäärä voi nousta useihin tuhansiin hehtaaria kohden, ja koska sen ravinnonkäyttö kokeiden mukaan on veraten suuri, näyttävät mahdollisuudet etanan aiheuttamien tuhojen esiintymiseen olevan melkoiset.

Arionilla on kuitenkin luonnossa monenlaista syötävää, joten männyn taimet saattavat olla sille vain tilapäisravintoa. Niinpä SAALAN (1949, s. 599) mukaan *Arion subfuscus* on erittäin moniruokainen; se syö mielellään sieniä, mutta se voi myös nakerrella muita etanoita tai kuolleita rottia, matoja ym. eläimiä. — Mistä johtuu, että etanat toisinaan näyttävät syövän taimia runsaasti, ei tämän tutkimuksen yhteydessä ollut tilaisuutta selvittää.

Selostettujen ruokintakokeiden perusteella voidaan osaksi selittää, miksi etanan aiheuttama tuho oli suurin kasvipeitteisissä ruuduissa. Niissä näet sirkkataimet pysyvät kauan puutumattomina, kun sitä vastoin kivennäismaassa taimien kehitys tapahtuu nopeammin.

Eräiden tutkijain mukaan etana kaihtaa suuria avoimia ruutuja puutuvan suojan takia (FORSSLUND 1936). Vilppulan koealoilla nähtiin kuitenkin *Arion*-yksilöitä kostean sään vallitessa yleisesti kivennäismaaruuduilla ja läheisillä metsäteillä (vrt. SAALAS 1949, s. 599).

Elateridi-toukkien eli juurimatojen merkitys oli kokonaisuutena katsoen suhteellisen vähäinen huolimatta niiden verraten runsaasta esiintymisestä koealoilla. Useimmiten niiden aiheuttamat tuhot kohdistuivat aivan nuoriin taimiin. Toukat nakertelivat juurten pintakerrokseen vain voimakkaalla suurennuksella havaittavia kuvioita. Juovasepän (*Dolopius*

marginatus L.) ja metallisepän (*Corymbites aeneus* L.) toukat aiheuttivat tuhoa hieman vanhemmille taimille, joista ne nakersivat kuorta vähän maan pinnan alapuolelta. Tämän seurauksena taimet verraten nopeasti kuivuivat.

Nivelkärsäiset (*Rhynchota*) tekivät mainittavaa tuhoa ainoastaan Ruotsinkylän kokeilualan koealoilla. Tuhoja tavattiin etupäässä sirkkalehdissä, joista nämä hyönteiset imivät nesteitä. Jonkin verran nivelkärsäisten aiheuttamaa tuhoa esiintyi myös taimien varsissa. Taimia imevässä nähtiin mm. *Lygus pabulinus* L. ja *Philaenus spumarius* L. sekä useita määrittämättä jätettyjä kirvalajeja. Kaksi ensiksi mainittua aiheutti taimiin pieniä ruskehtavia läikkiä. Vain poikkeustapauksissa tällaiset vauriot osoittautuivat sinänsä taimille vaarallisiksi, mutta nähtävästi ne olivat usein alkusyynä sekundäärisille tuhoille.

Lisäksi koealoilta tavattiin joukko muita tuholaisia, jotka tutkituissa tapauksissa esiintyivät tilapäisluontoisina. Näistä mainittakoon Vilppulassa koealalla 3 kivennäismaaruuduilla esiintynyt *Tortrix (Eulia) politana* Hw. Tämän perhosen toukat olivat pesiytyneet sirkkalehtien väliin ja kutooneet sinne verkkonsa. Täten sirkkasilmun mahdollisuus päästä kehittymään oli estynyt. Kaikki tällä tavoin vioittuneet taimet kuolivat loppukesän kuluessa. Tuhoutuneiden taimien lukumäärä oli tosin merkityksättömän pieni, mutta on mahdollista, että perhosen toukkien joukkoesiintymisen sattuessa taimia voisi tuhoutua niiden vaikutuksesta tuntuvasti enemmän.

Kirjallisuudessa mainitaan tämän perhosen esiintyneen tuholaisena Keski-Euroopassa useita kertoja. Tiedot sen vahingollisuudesta ovat kuitenkin ristiriitaisia. KRAUSSEN (1928) mukaan *Tortrix politanan* toukat aiheuttivat kesällä 1928 melkoisia tuhoja 30 hehtaarin suuruisella 1-vuotisia männyn taimia kasvavalla uudistusosalalla. ECKSTEIN (1928) ilmoittaa tuhoja esiintyneen vuosina 1892 ja 1927, mutta niiden laajuudesta hän ei mainitse. Tämän toukan tuhoista mainitsee myös VIETINGHOFF-RIESCH (1929). ESCHERICH (1931, s. 243) taas pitää hyönteistä vähämerkityksellisenä, koska taimet tehtyjen havaintojen mukaan yleensä ovat toipuneet vaurioista. Mainituissa tuhotapauksissa toukat olivat esiintyneet loppukesällä, suunnilleen vastaavana ajankohtana kuin Vilppulasta esitettyssä esimerkissä.

Edelleen koealoilla todettiin esiintyneen *Otiorrhynchus dubiuksen* STRÖM toukkia. Nämä olivat vaurioittaneet muutamien taimien juuria. FORSSLUND (1936) mainitsee tämän lajin olevan erityisen tuhoisan Pohjois-Ruotsissa muilla paitsi kulo- ja kulotusaloilla.

Taimissa tavatuista syömäjäljistä päätellen koealoilla esiintyi lisäksi joitakin perhostoukkia, joista ei onnistuttu saamaan näytteitä. Niiden aiheuttamat vauriot rajoittuivat yksittäistapauksiin. FORSSLUNDIN (1936) Pohjois-Ruotsissa tekemät havainnot kuitenkin viittaavat siihen, että tiettyissä olosuhteissa eräiden perhostoukkien aiheuttamat tuhot voivat koitua varsin merkityksellisiksi. Mainittu tutkija ilmoittaa, että tällaiset lajit suosivat erityisesti sulkeutuneita metsiköitä, joissa on paksu löyhä humuskerros.

Mainittakoon tässä yhteydessä myös eräs professori KANKAAN tekijälle ilmoittama havainto sirkkataimien tuhoista. Havainto tehtiin Kuorevedellä puolukkatyyppin männikössä kesällä v. 1946. Mainittuun männikköön oli 4–5 vuotta aikaisemmin hakattu pienehkö aukko. Tällä kohdalla oli joskus ollut miilu. Aukkoon oli mainittuna kesänä syntynyt runsaasti sirkkataimia. Näissä havaittiin hyvin pieniä *Tenthredinidi*-toukkia. Kyseessä ollut laji ei luultavasti ole kirjallisuudessa vielä kuvattu. Kasvatuskokeissa toukka onnistuttiin saamaan vain koteloasteelle. Toukka söi taimista sirkkalehdet, niin että näistä jäi jäljelle vain vähäinen tynkä. Tällaiset taimet tuhoutuivat kesän kuluessa.

Taimistojen kehitys

Taimistojen kuvaaminen

Edellä tarkasteltiin männyn taimien syntymistä ja kehitystä koeolosuhteissa. Tällöin saatiin selvyttä moniin erikoiskysymyksiin. Mutta kuten on mainittu, useat näistä tuloksista ovat nähtävästi sekä aikaan että paikkaan nähden rajoitettuja: ne pätevät tarkoin ainoastaan koeolosuhteissa vallinnein edellytyksin. Laajemman pohjan saamiseksi yleisluontoisemmille päätelmille katsottiin tarpeelliseksi kerätä lisäksi aineistoa erilaisista suunnilleen uudistamisikäisistä ja vanhemmista männiköistä. Ensi sijassa haluttiin saada selvyttä, missä määrin näissä esiintyy luontaisen uudistamisen lähtökohdaksi kelpollista männyn taimimateriaalia.

Tarkoitusta varten valituissa tutkimuskohteissa on selvitetty mm. männyn taimien lukumäärä, ikä, elinvoimaisuus ja terveydentila sekä kuusen taimien määrä. Aineistoa on käsitelty etupäässä vertailevaa tutkimusmenetelmää käyttäen.

Koeala-aineisto on jaettu kolmeen ryhmään sen perusteella, millaiseksi maan taimettumiskunto on arvosteltu.

Ensimmäiseen näistä ryhmistä on otettu koealat, joiden maanpinta on ollut kutakuinkin yhtenäisen humuskerroksen ja vaurioitumattoman pintakasvillisuuden peitossa. Toiseen ryhmään ovat tulleet koealat, joiden humuskerros ja pintakasvillisuus ovat tuntuvasti rikkoutuneet tai ruhjoutuneet esim. sulan maan aikana suoritettujen hakkuiden ja ajojen tai karjankäynnin takia. Kolmanteen ryhmään ovat tulleet kuloalojen koealat.

Kysymys taimiksi luettavien puiden *p i t u d e n y l ä r a j a s t a* on tulkinnanvarainen. Niinpä eri tutkijat ovat käyttäneet erilaisia ylärajoja. Tässä tapauksessa taimiksi on luettu 1.3 m:ä pienemmät puut sekä ne suuremmat, jotka liittyvät edellisten kanssa siinä määrin yhteen, että niiden voidaan katsoa myöhemmin sulautuvan ensiksi mainittujen kanssa samaksi kerrokseksi eli jaksoksi. Kuitenkaan ei alle 0.1 m:n pituisia taimia (taimiainesta) ole luettu varsinaiseen taimistoon kuuluviksi, mutta niiden lukumäärä on silti selvitetty. Taimiainesta ilmaiseviin lukuihin

taas ei ole tässä yhteydessä sisällytetty sirkka- ja alkeistaimia, koska on vaikea arvioida, miten suuri osa niistä kehittyy edelleen, kuten aikaisemmin (ss. 53—65) on todettu (vrt. SARVAS 1949, ss. 28—29).

Taimistoihin kohdistuvien tutkimusten tarkoituksena oli ensi sijassa luoda pohjaa taimistojen *m e t s i t t ä m i s a r v o*n tarkastelulle. Tätä varten koottiin tietoja sekä taimien lukumäärästä että niiden alueellisesta ryhmittymisestä tutkimuskohteissa. Taimien lukumäärän selvittämiseksi taimet luettiin koealoilta edellä selostettua ruutumenetelmää käyttäen. Ruutuja otettiin yleensä vähintään 30 kpl 50 × 50 m:n suuruista koealaa kohden. Useissa tapauksissa otettiin tarkistuksen vuoksi 40 ruutua. Lisäksi laadittiin sanallinen kuvaus taimien esiintymisestä. Laskemalla, monessako prosentissa ruutujen koko lukumäärästä ei ollut ainoatakaan yli 0.1 m:n pituisia jokseenkin tervettä ja kehityskelpoista tainta, (nollaruutujen lukumäärä) saatiin kuva taimistojen tasaisuudesta. Tällöin ei kuitenkaan vielä ilmene se, ovatko nollaruudut koealalla suhteellisen tasaisesti vai ehkä kokonaan sen jossakin osassa. Tämän selvittämiseksi on tarkastettu taimienlukupöytäkirjoista nollaruutujen sijaintia. Kun nollaruudut sijaitsivat jokseenkin tasaisesti koealan eri osissa, pidettiin ryhmittymistä tyydyttävänä. Kun taas nollaruudut olivat keskittyneet koealan johonkin osaan, pidettiin ryhmittymistä epätydyttävänä.

Esitettyllä menetelmällä on tiettyjä rajoituksia. Suurempien ruutujen käyttö olisi epäilemättä johtanut täsmällisempiin tietoihin taimien lukumäärästä ja aukkojen esiintymisestä. Tämän tutkimuksen päämäärää silmällä pitäen sovellettu menetelmä kuitenkin katsottiin tarkoitustaan vastaavaksi (vrt. BERRY 1956).

Taimistojen ikä määritettiin pituudeltaan vallitsevaksi katsotusta taimistokerroksesta otettujen edustavien koetaimien perusteella. Ikä luettiin taimista varren nivelvälien mukaan.

Taimistojen metsittämisarvon määrittämiseksi selvitettiin edelleen, miten kauan oli kulunut sellaisesta hakkuusta, jonka johdosta oli selvästi siirrytty metsikön kasvatusvaiheesta uudistamisvaiheeseen. Tämän nojalla määritettiin taimettuneiden alojen uudistumisaika. Sillä tarkoitetaan tässä sitä aikaa, mikä kuluu paljastavaksi katsottavasta hakkuusta tyydyttävän taimiston syntymiseen. Paljastavalla hakkuulla tarkoitetaan taas sellaista hakkuuta, jonka johdosta metsikön kasvatusvaiheesta siirrytään ratkaisevasti uudistamisvaiheeseen (SARVAS 1950, s. 64).

Uudistusalojen taimistot

Maanpinta vaurioitumaton

On luonnollisesti vaikeata saada selvää, onko metsikössä esim. 20—30 vuotta ennen havaintojen tekoa ollut merkittävästi taimien syntymistä edistäviä pintarikkoutumia (vrt. s. 41) vai onko maanpinta ollut useita vuosikymmeniä jokseenkin vaurioitumaton. Erityisesti karuimmilla kasvupaikoilla, joilla pintakasvillisuuden kehitys on hidasta, saattaa pintarikkoutumisen uudistumista edistävä vaikutus säilyä kauan.

Tiedot tämän ryhmän koealoista käyvät selville taulukosta 12 (ss. 84—87). Sen mukaan aineisto käsittää etupäässä kanerva- ja puolukkatyyppin koealoja. Mustikkatyyppiltä on vain seitsemän koealaa.

Kanerva- ja puolukkatyyppin koealoilla maa on järjestään hiekkaa tai someroa. Mustikkatyyppin koealoista kolme on moreeniimaalla.

Humuskerroksen paksuus vaihtelee samoissakin metsätyypeissä paljon. Kanervatyyppissä humuskerroksen paksuus on keskimäärin 2.7 cm (vaihtelurajat 1.0—4.0 cm). Puolukkatyyppissä se on vastaavasti 3.2 cm (vaihtelurajat 1.7—4.9 cm). Mustikkatyyppin osalta on tiedot humuskerroksen paksuudesta vain kahdelta koealalta.

Kuten edellä on mainittu, ei koealojen täydellisiä kasvipeiteluetteloita ole katsottu aiheellisiksi julkaista. Todettakoon kuitenkin, että kuten oli odotettavissa, vastasi sulkeutuneiden, hakkuukypsien männiköiden pintakasvillisuus jokseenkin tarkoin niitä kuvauksia, jotka on annettu vastaavien metsätyyppien normaalisarjojen pintakasvillisuudesta. Sitä vastoin useita vuosia harvassa asennossa olleiden metsiköiden pintakasvillisuus poikkesi näistä pääasiassa sikäli, että varpujen ja jäkälän yleisyys ja peittävyys oli suurempi, mutta seinäsammalten pienempi kuin sulkeutuneissa metsiköissä.

Sekä kanerva- että puolukkatyyppissä emopuusto on miltei poikkeuksetta syntynyt kuloaloille, eräillä mustikkatyyppin koealoilla todennäköisesti kaskialoille. Muutamilla kanervatyyppin koealoilla viittasivat vanhoissa kannoissa tavatut eri aikoina syntyneet palokorot siihen, että kuloja oli viimeisten 200—300 vuoden kuluessa sattunut useammin kuin keran. On mahdollista, että näiden metsiköiden karua kasvualustaa kuvaava pintakasvillisuus osaksi johtuu juuri tällaisista kauan sitten sattuneista kuloista.

Koska näillä koealoilla hakkuut ovat säännöllisesti olleet vallitsevia latvuserroksia säästäviä, voitaneen runkolukua pitää käyttökelpoisena

tiheyden tunnuksena. Kuten taulukosta 12 ilmenee, on tutkittavaksi otettu varsin eri tiheitä metsiköitä. Pienin runkoluku on 17 kpl/ha ja suurin 1 245 kpl/ha. Koealojen puuston jakautuminen eri tiheysluokkiin selviää pääpiirtein taulukosta 8.

Metsiköissä, joiden runkoluku on yli 400 kpl/ha, ovat hakkuut olleet lieviä ja ne ovat tapahtuneet 3—8 vuotta ennen tutkimusajankohtaa. Harvemmissä metsiköissä hakkuut ovat olleet voimakkaampia, mutta niistä on yleensä kulunut vähintään 5 vuotta, ja varsinkin siemenpuualoilla yleisesti yli 10 vuotta.

Yleiskatsaus tämän ryhmän koealojen taimistoihin saadaan taulukosta 8. Kuten oli odotettavissa, vaihtelee taimiaineksen määrä sekä kanerva- että puolukkatyyppin koealaryhmissä varsin paljon ja jotakuinkin riippumatta puuston tiheysasteesta. Muutamilla kanervatyyppin koealoilla ei tavattu ollenkaan taimiainesta, mutta eräillä koealoilla sitä esiintyi varsin runsaasti, suurimman määrän ollessa 14 000 kpl/ha. Tämä suurin taimiaineksen määrä tavattiin koealalta 349 (taul. 12), jonka humuskerros on ainoastaan 1.9 cm paksu ja jonka kasvipeite muistuttaa suuressa määrin jäkälätyyppin kasvipeitettä. — Mainittakoon kuitenkin, että kerätyn koeala-aineiston perusteella ei voida todeta yleistä riippuvuussuhdetta humuskerroksen paksuuden ja taimiaineksen määrän välillä (vrt. s. 41).

Puolukkatyyppin koealoilla taimiaineksen määrä vaihtelee myöskin varsin paljon (taul. 8), pienimmän määrän ollessa 0 kpl/ha ja suurimman 10 330 kpl/ha.

Yli 0.1 metrin pituisten taimien esiintymisessä havaitaan suurempaa säännönmukaisuutta kuin taimiaineksen esiintymisessä (taul. 8). Taimien lukumäärä lisääntyy, tosin epäsäännöllisesti, tiheimmistä metsiköistä harvempiin päin sekä kanerva- että puolukkatyyppissä. Taimien lukumäärät ovat vastaavissa puuston tiheysasteissa kummassakin metsätyyppissä samaa suuruusluokkaa.

Kuten on ymmärrettävää, ei yli 1.3 m pitkiä taimia ole esiintynyt kummassakaan metsätyyppissä kahdessa puustoltaan tiheimmässä koealaryhmässä. Tiheysasteessa 51—200 esiintyy tällaisia taimia jo nimeksi, ja harvapuustoisimmilla koealoilla suurten taimien osuus on jo merkitsevä.

Taimien ryhmittymistä on käsitelty ainoastaan puuston tiheysasteissa < 201 kpl/ha. Kanervatyyppin koealoilla nollaruutujen määrä on puuston tiheysasteessa 51—200 kpl/ha keskimäärin 76 % ja tiheysasteessa alle 51 kpl/ha keskimäärin 72 %. Puolukkatyyppissä vastaavat luvut ovat 71 % ja 65 %. Koealoilla on siis ollut taimettomia kohtia verraten runsaasti.

Taulukko 8. Tietoja eri tiheiden männiköiden taimistoista. Maanpinta vaurioitumatton. Table 8. Data on seedling stands in pine forests of different densities. Ground surface intact.

Emupuuston runkoluuku, kpl/ha Number of trees per hectare in mother stand	Koealoja, kpl Number of sample plots	Männyn taimet — Pine seedlings keskim. kpl/ha — average number per hectare			Kuusen taimet, kpl/ha Number of spruce seedlings per hectare
		< 0.1 m	> 0.1 m	> 1.3 m	
					0-ruutuja, % 0-squares, %
Kanervatyypin — Calluna type					
401—600	16	4 100 (0—14 000)	2 500 (0—7 000)	—	200 (0—600)
201—400	7	1 200 (500—2 500)	2 700 (1 500—5 500)	—	1 600 (0—10 000)
51—200	11	3 000 (500—7 300)	3 300 (1 000—9 000)	300 (0—2 000)	800 (0—3 000)
10—50	5	1 600 (0—5 000)	4 700 (4 000—5 000)	1 500 (300—3 500)	600 (300—1 330)
yht. total	39				
Puolukkatyyppi — Vaccinium type					
401—600	10	2 500 (0—10 000)	2 400 (0—7 000)	—	500 (0—4 000)
201—400	11	1 800 (600—3 600)	1 100 (0—3 000)	—	1 300 (0—3 600)
51—200	8	3 300 (0—10 330)	4 100 (1 330—6 330)	300 (0—1 330)	5 400 (0—13 300)
10—50	8	3 900 (0—7 600)	5 200 (3 300—8 600)	1 000 (300—3 300)	3 300 (1 700—4 600)
yht. total	37				

1 Suluissa vaihteluvälit. — Variation range in parentheses.

Kuusen taimien määriä tarkasteltaessa todetaan selvä ero sikäli, että kanervatyypin koealoilla kuusen taimia on yleisesti niukemmin kuin puolukkatyyppin koealoilla.

Maanpinta rikkoutunut

Maanpinnan rikkomisen tai rikkoutumisen edullinen vaikutus männyn luontaiseen uudistumiseen on jo kauan ollut yleisesti tunnettua, kuten käy selville esim TERTIN (HERTZ 1932, ss. 9—17) selostamasta kirjallisuudesta (ks. myös TERTTI (HERTZ) 1934).

HEIKINHEIMO (1940, ss. 195—202) on kestokoealoja käyttäen tutkinut erilaisten maanpinnan käsittelytapojen vaikutusta männyn uudistumiseen. Koesarjaan kuului mm. seitsemän eri tahoilla Etelä-Suomea sijaitsevaa koealaa. Näistä oli kanervatyypin 1, puolukkatyyppiä 4 ja mustikkatyypin 2. Laikutusta, auranvakoja ja ns. juovitusta käyttäen valmistettiin maanpinta yleensä osalla kutakin koealaa luonnonsiemennykselle ja osa jätettiin valmistamatta. Koealat tarkastettiin 6—14 vuoden kuluttua tutkimuksen aloittamisesta. Tällöin kävi selville, että männyn taimien lukumäärä oli koealojen valmistetuissa osissa vähintään 2-kertainen verrattuna valmistamattomiin osiin. Lisäksi todettiin, että männyn taimet olivat valmistetuissa osissa kookkaampia ja kuusen taimien määrä oli pienempi kuin käsittelemättömissä osissa.

Myös tämän tutkimuksen yhteydessä suoritettavat, edellä (ss. 37—53) selostetut kokeet ovat esimerkkinä maanpinnan käsittelyn edullisesta vaikutuksesta männyn taimien syntymiseen ja kehitykseen.

On yleisesti tunnettua, että missä maanpinta on rikkoutunut varsinkin lumettomana aikana suoritettujen hakkuu- ja ajotöiden johdosta, siellä on muutaman vuoden kuluttua yleensä runsaasti männyn taimia, edellytettynä, että siemennystä tulee maahan riittävästi. Varsiteiden kohdalla taimia ilmaantuu usein yhtenäisinä tuuheina vöinä, samoin entisille karjan läpikulkupaikoille. Suotuisia edellytyksiä taimien syntymiselle tarjoavat edelleen entiset leiripaikat, varastopaikat jne.

Koska tutkimuksia suoritettaessa tavattiin muutamia sellaisia aloja, joilla maanpinta mainitunlaisten syiden takia oli laajahkolla alueella rikkoutunut verraten yhtenäisesti, otettiin näiltäkin koealoja. Näistä on pääosa kanerva- ja puolukkatyyppiä (taul. 9). Maalaji on yleensä hiekkaa tai someroa, mutta puolukkatyyppin koealoista on neljä moreenimaalla ja mustikkatyypin koealoista yksi. Humuskerroksen paksuus on kanervatyypin

Taulukko 9. Tietoja pintarikkoutuma-
Table 9. Data on areas with a broken

Koe- alan n:o Sample plot, no.	Kunta Parish	Maa- laji Soil	Humus- kerroksen paksuus, cm Thickness of humus layer, cm	Emopuusto — Mother stand			
				Runko- luku, kpl/ha Number of trees per hectare	Valta- pituus, m Dominant height, m	Ikä, v. Age, years	Viimeksi suoritetusta hakkuusta kulunut aika, v. Years since latest cutting
Kanervatyypin —							
523	Heinola	h	3.1	325	21	105	13
525	Ruovesi	s	3.2	244	20	105	9
517	Luumäki	s	2.4	103	19	98	10
521	»	h	2.5	92	19	115	8
520	Orivesi	s	2.2	74	20	110	16
39	Leivonmäki	h	1.9	(236) ¹	14	90	4
40	Hollola	h	2.9	(416) ¹	15	85	5
42	Leivonmäki	s	2.1	(256) ¹	15	90	6
44	»	s	2.2	(372) ¹	15	90	3
60	Hollola	h	2.2	(245) ¹	15	80	4
Keskimäärin Average			2.5				
Puolukkatyyppi —							
535	Lahti	s	2.8	452	23	90	8
524	Nastola	h	3.2	316	22	115	14
47	Lammi	h	2.1	152	21	100	4
184	Padasjoki	h	3.1	(316) ¹	14	75	2
46	Lammi	h	2.2	120	22	95	6
519	Kuru	m	4.2	83	24	110	10
45	Vilppula	h	2.2	(115) ¹	16	95	5
48	Lammi	h	2.5	(253) ¹	15	80	6
182	Nastola	h	2.7	(322) ¹	16	85	4
50	Hausjärvi	m	2.9	(169) ¹	14	80	3
52	»	m	3.0	(282) ¹	13	75	4
53	»	m	2.8	(165) ¹	14	80	1
55	Nastola	h	3.1	—	—	—	8
57	Hollola	h	2.1	—	—	—	5
181	»	h	2.4	(282) ¹	15	80	3
Keskimäärin Average			2.7				
Mustikkatyypin —							
36	Sippola	h	2.5	310	27	120	—
315	Sysmä	h	3.0	440	26	96	—
143S	Kerimäki	s	—	112	24	100	14
10S	Vilppula	m	—	32	26	118	19
Keskimäärin Average							

¹ Harsintamännikkö. — Selectively cut pine stand.

aloista ja niiden taimistoista.
ground surface and their seedling stands.

Männyn taimet — Pine seedlings							
kpl/ha — number per hectare				Nolla- ruutuja, % 0-squares, %	Ikä, v. Age, years	Uuudistu- misaika, v. Regenera- tion period, years	Kuusen taimet, kpl/ha (> 0.1 m) Number of spruce seedlings per hectare (> 0.1 m)
< 0.1 m	0.1—1.3 m	> 1.3 m	> 0.1 m yhteensä total				
Calluna type							
6 400	13 000	—	13 000	35	10	0	2 000
22 400	18 500	—	18 500	25	14	0	—
58 500	35 000	—	35 000	0	10	0	—
48 900	22 000	4 800	26 800	0	12	0	—
7 500	11 400	5 800	17 200	25	11	5	300
3 700	8 400	—	8 400	15	15	6	3 200
1 400	6 700	—	6 700	45	11	—	4 800
1 200	5 900	200	6 100	70	17	—	2 600
3 300	5 000	200	5 200	45	23	—	1 000
3 200	4 500	—	4 500	60	22	—	2 300
15 600	13 000	1 100	14 100	32	—	—	1 600
Vaccinium type							
20 500	8 300	—	8 300	25	7	0	—
22 400	6 600	300	6 900	45	12	0	1 600
—	17 000	3 200	20 200	20	20	—	4 500
11 500	12 300	7 500	19 800	10	14	0	9 000
13 400	17 800	1 000	18 800	15	20	—	10 400
7 900	14 300	6 600	20 900	10	14	0	600
4 500	6 700	—	6 700	55	17	—	1 800
2 500	9 300	—	9 300	45	27	—	3 600
1 500	3 400	5 000	8 400	52	19	—	6 400
1 600	4 400	—	4 400	65	16	—	4 200
2 700	3 500	—	3 500	55	14	—	6 300
1 900	6 400	100	6 500	60	12	—	2 100
2 500	6 500	200	6 700	55	20	—	5 900
4 300	7 300	200	7 500	45	12	—	5 200
6 700	5 000	300	5 300	50	16	—	1 700
6 900	8 600	1 600	10 200	40	—	—	4 200
Myrtillus type							
600	6 400	—	6 400	60	9	—	6 100
1 000	4 500	—	4 500	65	8	—	600
—	5 000	1 670	6 670	63	—	5	—
—	2 550	3 150	5 700	—	—	5+	9 050
400	4 600	1 200	5 800	62	—	—	3 900

koaloilla keskimäärin 2.5 cm (vaihtelurajat 1.9—3.2 cm), ja puolukkatyyppin koaloilla keskimäärin 2.7 (vaihtelurajat 2.1—4.2 cm). Mustikkatyyppiltä on tiedossa vain kahden koalan humuskerroksen paksuus.

Puuston puolesta tämän ryhmän koala-aineisto on varsin kirjavaa. Koska taimistot ovat yleensä melko vanhoja (taul. 9), ei puuston tila tutkimushetkellä ole sama kuin taimiston syntymisvaiheessa, jonka takia siihen ei puututa tässä lähemmin. Taulukon 9 mukaan yli 0.1 m:ä pitkiä taimia on kanervatyyppissä keskimäärin 14 100 kpl/ha (vaihtelurajat 4 500—35 000), puolukkatyyppissä 10 200 kpl/ha (vaihtelurajat 3 500—20 900) ja mustikkatyyppissä 5 800 kpl/ha (vaihtelurajat 4 500—6 670). Lisäksi kullakin koalalla esiintyy runsaasti taimiainesta. Taimistojen ryhmittymislukuja tarkasteltaessa todetaan, että taimistot ovat varsin taiseisesti ryhmittyneet. Uudistumisaika on monessa tapauksessa = 0 v. Kuusen taimia on kanervatyyppissä yleensä suhteellisen niukasti, keskimäärin 1 600 kpl/ha (vaihtelurajat 0—4 800), mutta eräillä puolukka- ja mustikkatyyppin aloilla melko runsaasti (keskim. 4 200 kpl/ha ja 3 900 kpl/ha).

Erityisesti on syytä huomata, että tähän ryhmään kuuluvilla moreeni- maan koaloillakin on runsaasti männyn taimia.

Kuloalat

Tutkitut kuloalat ovat kaikki joko kanerva- tai puolukkatyyppiä (ks. taul. 10). Maa on useimmilla koaloilla hiekkaa, muutamilla someroa, mutta vain yhdellä moreenia.

Koala-aineisto on otettu kuloaloilta maalajiin ja metsätyyppiin katsomatta. Täten aineiston jakautuminen viittaa siihen, että tutkimusalueen männiköissä kuloja on ollut viime vuosikymmeninä runsaimmin kanervatyyppin hiekkamaalla. Mustikkatyyppissä ne nähtävästi ovat olleet varsin harvinaisia. Mainittakoon, että tutkiessaan koivun uudistumista SARVAS (1948) ei niinkään sattunut tapaamaan ainoatakaan tutkimukseen sopivaa mustikkatyyppin kuloalaa.

Humuskerroksen paksuus on kanervatyyppin koaloilla keskimäärin 2.6 cm (vaihtelurajat 1.3—4.2) ja puolukkatyyppin koaloilla keskimäärin 2.1 cm (vaihtelurajat 1.2—3.0). Vaikka humuskerros tietyvästi on yleensä ohuempi hiekk- ja someromailla kuin moreenimailla (VIRO 1947, ss. 88—97), johtunee humuskerroksen ohuus tutkituilla kuloaloilla myös kulojen vaikutuksesta. Varsinkaan useimmilla puolukkatyyppin kuloaloilla humuskerros ei ollut ehtinyt vielä paksuntua samaksi kuin se oli ollut juuri en-

Taulukko 10. Tietoja kuloaloista ja niiden taimistoista.
Table 10. Data on forest fire areas and their seedling stands.

Koe- alan n:o Sample plot, no.	Kunta Parish	Maa- laji Soil	Hu- mus- kerroksen pak- suus, cm Thick- ness of humus layer, cm	Emo- puus- ton runko- luku, kpl/ha Number of trees per hectare in mother stand	Kulos- ta ku- lunut aika, v. Time since fire, years	Männyn taimet — Pine seedlings						Kuusen taimia kpl/ha (> 0.1 m), Number of spruce seedlings per hectare (> 0.1 m)
						kpl/ha — number per hectare				Nolla- ruu- tuja, % 0- squares, %	Ikä, v. Age, years	
						< 0.1 m	0.1— 1.3 m	> 1.3 m	> 0.1 m yh- teensä total			
Kanervatyyppi — Calluna type												
143	Vilppula	h	3.1	263	20	35 700	22 000	—	22 000	10	15	900
142	»	h	3.3	261	25	24 000	74 500	—	74 500	0	17	1 500
113	»	h	3.5	250	60	12 500	37 000	—	37 000	10	35	3 500
510	Ruovesi	h	2.8	242	47	2 500	52 500	500	53 000	0	40	1 000
141	»	h	2.1	215	39	11 500	37 000	—	37 000	20	30	—
66S	Vilppula	s	.	132	.	2 000	19 330	—	19 330	27	.	1 330
139	Ruovesi	h	1.6	120	42	1 500	3 000	33 000	36 000	15	35	1 500
537	Luumäki	s	2.4	113	12	48 500	35 500	—	35 500	0	10	—
65S	Vilppula	s	.	56	.	—	22 670	670	23 340	20	.	1 670
111	Nastola	h	3.2	30	60	5 500	35 000	1 000	36 000	5	40	1 000
9S	Vilppula	s	4.2	20	.	330	51 330	5 670	57 000	0	.	670
165	Orivesi	s	1.3	10	6	13 000	17 500	—	17 500	30	4	—
140	Ruovesi	h	1.8	(325) ¹	39	14 000	16 500	1 000	17 500	35	30	—
126	Leivon- mäki	s	1.9	(312) ¹	22	9 000	4 600	1 500	6 100	10	15	3 000
169	Ruovesi	h	1.3	—	39	—	38 000	19 000	57 000	0	30	500
115	Nastola	h	2.4	—	40	1 000	5 000	11 000	16 000	10	35	—
118	Hollola	h	3.2	—	45	—	3 500	14 000	17 500	25	40	500
112	Vilppula	s	3.5	—	60	—	6 500	13 500	20 000	20	45	1 500
Keskimäärin Average			2.6				10 000	26 700	5 600	32 300	15	1 000
Puolukkatyyppi — Vaccinium type												
144	Lammi	h	2.5	400	26	6 500	56 000	—	56 000	5	20	6 000
145	Valkeala	h	1.8	253	20	5 000	49 500	—	49 500	0	18	—
142S	Kerimäki	m	.	132	.	2 670	29 670	3 000	32 670	17	.	—
166	Kangas- niemi	h	1.2	(300) ¹	15	2 500	27 000	—	27 000	20	12	1 500
511	Joutseno	s	3.0	—	15	7 500	18 000	15 500	33 500	0	13	1 000
Keskimäärin Average			2.1				4 800	36 000	3 700	39 700	8	1 700

¹ Harsintamännikkö. — Selectively cut pine stand.

nen kuloa. Tähän viittasivat kuloalojen viereisissä vastaavanlaisissa metsiköissä tehdyt humuskerroksen paksuuden mittaukset.

Tämän ryhmän koealojen kasvipeite on enimmäkseen varsin niukka. Vereksimmillä kuloaloilla maan peittävät karikkeiden ohella etupäässä ns. palosammalet ja pikarijäkälät, seinäsammalten, poronjäkälien ja varpujen esiintyessä vain vähäisinä laikkuina tai yksittäisinä yksilöinä. Vanhimmillä kuloaloilla kasvipeite taas on melko yhtenäistä poiketen etupäässä vain karumman luonteensa puolesta samojen metsiköiden palamatta jääneiden osien kasvipeitteestä. Koska ei ollut mahdollista saada täsmällistä kuvaa edes useimpien vereksimpien kuloalojen kasvipeitteestä sellaisena kuin se oli ollut taimiaineksen syntymäajankohtana, viitataan niihin tietoihin, joita aikaisemmin on esitetty kuloalojen kasvipeitteestä (esim. KUJALA 1926, SARVAS 1937 ja SIRÉN 1955).

Tutkittuja kuloaloja on kulon voimakkuuden mukaan kahdenlaisia: voimakkaasti palaneita aloja, joissa puusto on ainakin osaksi tuhoutunut, ja pintakuloaloja, joissa tulen vaikutus on rajoittunut etupäässä pintakasvillisuuteen ja humuskerrokseen. Hyvin perusteellisesti palaneita aloja ei ole otettu mukaan, sillä sellaisia ei tavattu kuin laajahkojen paloalojen keskiosista, ja näiden taas katsottiin kuuluvan vaillinaisen siementymisen takia tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

Kuloalojen puusto on eri koealoilla varsin erilaista (taul. 10). Viideltä koealalta se puuttuu kokonaan. Näistä koealoilla 169, 115 ja 118 puusto on tuhoutunut kulossa, kun taas koealoilla 112 ja 511 puusto on hakattu taimiston vapauttamiseksi.

Kuloalojen taimistoista on tietoja taulukossa 10. Kanervatyypissä on yli 0.1 m:ä pitkiä taimia keskimäärin 32 300 kpl/ha (vaihtelurajat 6 100—74 500) ja puolukkatyypissä vastaavasti keskimäärin 39 700 kpl/ha (vaihtelurajat 27 000—56 000). Useimmilla koealoilla on lisäksi runsaasti alle 0.1 m:ä pitkiä taimia.

Kuten on ymmärrettävissä, aukeaksi palaneilla kuloaloilla ja emopuustosta vapautetuilla kuloaloilla yli 1.3 m:ä pitkien taimien määrä on suurempi kuin sellaisilla kuloaloilla, joilla emopuusto on jäljellä.

Nollaruutujen vähäinen määrä (kanervatyypissä keskimäärin 15 % ja puolukkatyypissä 8 %) osoittaa, ettei taimien tasainen alueellinen jakautuminen koealoilla jätä sanottavasti toivomisen varaa.

Kuusen taimien määrä on kanervatyypissä vähäinen keskimäärin ollessa 1 000 kpl/ha (vaihtelurajat 0—3 500). Samoin on laita puolukkatyypissä, jossa keskimäärä on 1 700 kpl/ha. Kuitenkin eräällä puolukkatyypin koealalla (n:o 144) kuusen taimia on varsin runsaasti (6 000 kpl/ha).

Eräiden tutkimusten mukaan kuusen taimien syntyminen kuloaloille on vaikeampaa kuin männyn taimien, joskin myös vastakkaisia kokemuksia on esitetty (ks. AALTONEN 1940, s. 512). Koealoilla suoritettut iänmääritykset osoittavat, että useimmiten kuloalojen kuusen taimet olivat jonkin verran nuorempia kuin männyn taimet. Ilmeisesti tämä johtuu useissa tapauksissa siitä, että kuusen siemennystä saattaa kohdata monena peräkkäisenä vuonna kato, mutta männyllä tämä on harvinaista. Esimerkkinä mainittakoon koeala 165, joka paloi v. 1942. Seuraavina vuosina kuusi ei siementänyt, mutta männyllä oli useita keskinkertaisia siemenvuosia. Syksyllä v. 1948 koealalta ei tavattu juuri ainoatakaan kuusen tainta, mutta männyn taimia luettiin 30 500 kpl/ha. Mainittakoon, että koealan välitömmässä läheisyydessä oli runsaasti siemennyskykyisiä kuusia.

Kuten tunnetaan, on kuloalojen uudistumisesta myös paljon kielteisiä kokemuksia. Tällöin on kuitenkin yleensä kysymys laaja-alaisista, voimakkaasti ja moneen kertaan lyhyehkön ajan kuluessa palaneista laahoista alueista (vrt. AALTONEN 1940, s. 484 ja KANGAS 1940). Mutta kuten mainittiin, sellaiset eivät kuulu tämän tutkimuksen piiriin.

Taimistojen tuhot

Toisin kuin männyn sirkkataimien tuhoihin on varttuneempien taimien tuhoihin aikaisemmissa tutkimuksissa kiinnitetty paljon huomiota. Varsinkin keinollisesti aikaan saatujen taimistojen tuhoista on perinpohjaisia selvityksiä (esim. KANGAS 1937 ja 1940). Kuitenkaan tutkimusalueelta ei ole esitetty yhtenäistä menetelmää noudattaen saatua, erilaisissa olosuhteissa kehittyneitä luonnontaimistoja koskevaa aineistoa. Tällainen on tarpeen erilaisten taimistojen metsittämisarvon vertailun kannalta. Siksi tässä tutkimuksessa on kultakin koealalta kerätty tietoja myös taimistotuhoista. Päämääränä oli saada yleispiirteinen käsitys siitä, ovatko tuhot saavuttaneet koealoilla luontaista uudistumista vaarantavia mittasuhteita.

Aineisto saatiin ottamalla taimia ruutumenetelmällä luettaessa näytteeksi kunkin ruudun edeltäpäin määrätyn puoleista kulmaa lähinnä oleva taimi tai 2—3 tainta, jos taimisto oli kovin harva. Lisäksi nojaututtiin taimiston kunnosta saatuun yleisvaikutelmaan.

Taimistojen tuhoja selvitettyä kiinnitettiin huomio pääasiallisesti tuhojen kohteisiin. Tuhojen aiheuttajia ei yleensä otettu lähemmin tarkasteltaviksi. Näistä on runsaasti tietoja KANKAAN (1937) ja SAALAN (1949) julkaisuissa.

Taulukko 11. Tietoja luontaisten männyn taimistojen vaurioista.
Table 11. Data on injuries in natural pine seedling stands.

Vaurion aiheuttaja Cause of damage	Hoidetut metsiköt — Regularly treated tree stands			Harsinta- metsiköt Selectively cut tree stands	
	< 50 puuta/ha < 50 trees per hectare	50—200 puuta/ ha 50—200 trees per hectare	> 200 puuta/ha > 200 trees per hectare		
	Koealoja — Number of plots				
	13 kpl	18 kpl	26 kpl		16 kpl
Vaurioituneita taimia, % — Injured seedlings, %					
Lumi — Snow	4	—	—	18	
Hakkuu ja ajo — Cutting and clearance	18	8	2	22	
Hirvi — Moose	17	3	—	—	
Hyönteiset — Insects					
neulastuho — injuries in needles	4	12	47	15	
silmu- ja versotuho — in- juries in buds and shoots	17	12	18	9	
runkotuho — injuries in stems	8	24	52	13	

Taimistotuhot jaettiin niiden aiheuttajien mukaan seuraaviin ryhmiin: lumi-, hakkuu ja ajo-, hirvi-, hyönteis- ja sienituhot. Esiintyneiden tuhojen suhteellinen määrä erilaisissa taimistoissa käy selville taulukosta 11. Koska kanerva- ja puolukkatyyppin välillä ei todettu olennaisia eroja, on molempien metsätyyppien koealat käsitelty yhdessä.

Lumituhojen kohdalla kiinnittää huomiota se, että niitä on esiintynyt runsaimmin harsintamänniköissä. Tämä lienee selitettävissä osaksi harsintamänniköiden puuston epätasaisuuden perusteella. Varsinkin aukko-kohdissa kerääntyy lunta taimien päälle enemmän kuin muualla, ja kun tuuli ei pääse karistamaan sitä pois, taimet painuvat vinoon ja usein murtuvat. Taipuneiden taimien päälle kerääntyy seuraavana talvena lunta ehkä vielä enemmän, ja ne painavat toisia taimia mukanaan. Lumituhojen puuttuminen tiheäköjen metsiköiden taimistoista johtunee pääosaksi näiden taimistojen mataluudesta.

Tavatut lumituhot olivat laadultaan etupäässä katkeamia ja taivutusvaurioita sekä näiden seurauksena rangenvaihtoja ja mutkia. Luonnollisesti lumen runtelemat taimet ovat alttiita sieni- ja hyönteistuhonille, mistä koealoilla tavattiin paljon esimerkkejä.

Hakkuun ja ajon aiheuttamia tuhoja tavattiin runsaimmin siemenpuualoilla ja harsinta-aloilla, kun sitä vastoin muilla aloilla niitä on ollut vähän. Kookkaat taimet ovat vaurioituneet pahimmin. Hakkuu ja ajo ovat aiheuttaneet taimien kuolemista, taivutusvaurioita, katkeamia, karstiintumista ja haavoja. Seurauksena todettiin rangenvaihtoja, mutkia ja koroja. Eräissä tapauksissa taimia on hakkuutöiden takia vaurioitunut ja tuhoutunut siten, että niitä on jäänyt kasapäihin joutuneiden hakkuutähteiden alle. Usein seurauksena on ollut lisäksi karistesienien aiheuttamia tuhoja.

Hirvituhot ovat olleet suurimpia siemenpuualoilla. Tuhot ovat kuitenkin vaihdelleet eri taimistoissa hyvin paljon, niin että osaksi taimistot ovat olleet miltei koskemattomia, osaksi pahoin vaurioitettuja. Väljenysaloilta ne puuttuvat arvattavasti näiden taimistojen mataluuden takia. Harsintametsiköt ovat sijainneet yleensä lähellä asumuksia, joten hirviä ei ilmeisesti ole näissä liikkunut (vrt. YLI-VAKKURI 1956, s. 7).

Hyönteisvaurioita esiintyi runsaanlaisesti kaikilla koealoilla. Erityisen paljon on hyönteisten aiheuttamia runkotuhoja esiintynyt pintakuloaloilla ja tiheissä metsiköissä. Tähän on ilmeisesti ollut suurena syynä se, että taimet ovat näillä aloilla kituneet emopuuston alla, jonka takia varsinkin tukkimiehintäin (*Hylobius abietis* L.) syömätuhot ovat vaarantaneet niitä enemmän kuin parempikasvuisia taimia. Paitsi tukkimiehintäin tuhoja, tavattiin koealoilla runsaasti merkkejä myös pikikärsäkkäiden (*Pissodes notatus* F., *P. piniophilus* HBST. *P. validirostris* GYLL.) esiintymisestä. Näiden hyönteisten runkoon ja oksiin puremat pienet reiät ovat heikentäneet taimien kuntoa. Pikikärsäkkäiden yleisyyden ja niiden aiheuttamien vaurioiden haitallisuuden takia pikikärsäkkäiden osuus taimistotuhoissa on ollut huomattavan suuri.

Lisäksi on tavattu sienituhoja jonkin verran kaikilla koealoilla. Tärkein merkitys on ollut lumikaristeella (*Phacidium infestans* KARST.) ja männyn karisteella (*Lophodermium pinastri* SCHRAD.). Runsaimmin sienituhoja on esiintynyt aukeiden kuloalojen laitamilta otetuilla koealoilla.

Tuhojen johdosta kuolleiden taimien määrää ei ole ilmoitettu, koska on ollut vaikea ratkaista, mikä tuhonaiheuttaja on kulloinkin ollut tärkein syy kuolemiseen. Lukuun ottamatta tiheimpiä metsiköitä, tavattu- jen kuolleiden taimien määrä oli merkityksettömän pieni.

Loppupäätelmänä voidaan todeta, etteivät tuhot kokonaisuutena katsoen tutkituilla uudistusaloilla ole saavuttaneet uudistumista vaarantavia mittasuhteita. Useissa tapauksissa tuhot ovat johta-

neet taimien menehtymiseen vain silloin, kun näillä ei muutenkaan olisi ollut edelleen kehittymisen mahdollisuutta. Kuitenkin erityisesti vaikeissa olosuhteissa olevien alikasvosten keskuudessa esiintyvät tuhot vähentävät niiden taimien määrää, joilla olosuhteiden mahdollisesti parantuessa esim. päällysmetsän poistamisen yhteydessä olisi edellytykset toipumiseen. Toisaalta ylitiheissä taimistoissa tuhot saattavat myös olla metsänhoidollisesti hyödyllisiä, sillä niiden vaikutuksesta taimistot harvenevat, vieläpä usein siten, että tuhojen kohteeksi joutuu etupäässä heikoimpia yksilöitä. Näin on usein esim. lumikaristeen aiheuttamien tuhojen laita.

Täten luontaisten männyn taimistojen tuhoja torjuttaessa lienevät tarkoituksenmukaiset metsänhoidolliset toimenpiteet, kuten emopuuston poistaminen tai taimiston harvennus, yleensä riittäviä.

Taimistojen metsittämisarvo

Tietyn taimiston metsittämisarvoa tarkasteltaessa on tarpeen ottaa huomioon monia eri näkökohtia, joista toiset ovat etupäässä biologisia, toiset etupäässä taloudellisteknillisiä. Tässä yhteydessä kiinnitetään päähuomio seuraaviin näkökohtiin: 1. tiheys ja tasaisuus, 2. elinvoimaisuus ja tuhojen määrä, 3. uudistumisaika, 4. kuusen taimien määrä, 5. taimiston hoitotoimenpiteiden tarpeellisuus ja kiireellisyys, 6. emopuuston tuotto uudistumisajan kuluessa.

On vaikeaa esittää täsmällistä ja erilaisiin olosuhteisiin soveltuvaa kriteeriä, joka ilmaisisi, kuinka tiheä luontaista männyn taimistoa on pidettävä tyydyttävänä ja kuinka tiheä taimisto on epätydyttävä. Perustuen metsänviljelyssä käytettyihin taimimääriin SARVAS (1949, s. 31) päättyy asiaa koskevassa tarkastelussaan Etelä-Suomen rintamaiden osalta siihen, että tasainen taimisto on katsottava tyydyttäväksi, kun sen taimiluku on vähintään noin 4 000 kpl/ha, ja epätydyttäväksi, kun taimiluku on pienempi. Myöhemmin tätä rajaa on alennettu, onpa käytännössä katsottu voitavan hyväksyä taimistoja, jotka käsittävät vain 1 500—2 000 tainta hehtaaria kohden.

Tekijä on katsonut tyydyttäväksi taimistot, joissa nollaruutujen osuus on korkeintaan 75 % ja nollaruudut sijaitsevat suhteellisen tasaisesti uudistusalalla (vrt. s. 67).

Tämän mukaan on maanpinnaltaan rikkoutumattomilla koealoilla tyydyttäviä taimistoja seuraavasti:

	Runkoluku, kpl/ha <i>Number of trees per hectare</i>	Koealoja yhteensä, kpl <i>Total number of sample plots</i>	Taimistoista tyydyttäviä, kpl <i>Number of satisfactory seedling stands</i>
Kanervatyypin — <i>Calluna type</i>	51—200 10—50	11 5	2 4
Puolukkatyypin — <i>Vaccinium type</i>	51—200 10—50	7 8	3 6
Yhteensä <i>Total</i>		31	15

Täten siis vain noin puolet koealoista olisi taimiston tiheyden ja tasaisuuden kannalta tyydyttäviä. Kun kuitenkin erityisesti tiheäpuustoisimmilla koealoilla on taimiainesta ikäänkuin reservinä (taul. 8), voitaneen tyydyttäväksi katsottavien taimistojen lukumäärä näillä arvioida hieman suuremmaksi. Todettakoon myös, että jos otetaan huomioon vain tiheysaste 10—51 puuta/ha, on kanerva- ja puolukkatyypin 13:sta koealasta tyydyttäviä 10.¹ — Pintarikkoutuma- ja kuloalojen taimistot ovat taimien lukumäärän ja tasaisuuden perusteella kaikki tyydyttäviä.

Taimien elinvoimaisuus on niinkään tärkeä taimiston metsittämisarvon peruste, sillä tiheydensä puolesta tyydyttävä taimisto saattaa olla vähäarvoinen, jos taimien elinvoimaisuus on huono. Tätä kysymystä selviteltäessä on syytä kiinnittää huomiota erityisesti taimien kasvuun (vrt. KANGAS 1940, ss. 30—45) ja tuhojen runsauteen.

Kuten varsinkin edellä esitetystä kokeista on käynyt selville, on taimien kasvu suurella määrällä riippuvainen siitä, millainen on emopuuston taholta vaikuttava tai vaikuttanut kilpailu. Tässä suhteessa ovat luonnollisesti huonoimmassa asemassa ne taimistot, jotka ovat kauimmin olleet tiheän puuston alla. Kuten VAARTAJA (1951) on todennut, myös taimien toipumiseen kuluva aika on yleensä sitä pitempi, mitä kauemmin taimet ovat kituneet alikasvoksina. — Taimistotuhoja koskevasta esityksestä taas on käynyt ilmi, että yleensä kituneet taimistot ovat alttiimpia tuhoille kuin suhteellisen vapaina kasvaneet.

Elinvoimaisuuden kannalta parhaina on siis pidettävä niitä taimistoja, jotka ovat joko syntyneet aukealle tai harvahkon puuston alle, kuten aukeiden kuloalojen ja osaa siemenpuualojen taimistoista, sekä niitä taimistoja, jotka on nuorina vapautettu emopuuston vaikutuksesta.

¹ S. 80 esitetyn mukaan olisivat jokseenkin kaikki mainitut taimistot uudistamisen lähtökohdaksi hyväksyttävissä.

Vähäisellä määrällä kuusen taimia hyvässä männyn taimistossa ei liene sanottavaa merkitystä. Mutta jos männyn taimisto on harva ja heikkokasvuinen ja kuusen taimia on runsaasti, on viimeksi mainittuja pidettävä haitallisina kanerva- ja puolukkatyyppin taimistoissa. Mustikkatyyppin taimistoissa kuusisekoituksen ei voitane katsoa alentavan taimiston metsittämisarvoa. Koska toisaalta kanervatyyppissä männyn kasvu tunnetusti on huomattavasti parempi kuin kuusen, ei kuusen taimista aiheutuva haitta liene myöskään kovin suuri. Haitallisimpia kuusen taimet ovat nähtävästi puolukkatyyppin taimistoissa.

Kuloalojen taimistoja esittävästä taulukosta (taul. 10, s. 75) käy selville, että kuusen taimien suhteellinen osuus varsinkin kanerva-, mutta myös puolukkatyyppissä on niin vähäinen, ettei kuusten voitane katsoa sanottavasti alentavan taimistojen metsittämisarvoa. Muissa koealaryhmissä kuusen taimien määrä on niinkään kanervatyyppissä vähäinen, mutta kuitenkin suhteellisesti suurempi kuin kuloaloilla, kun otetaan huomioon männyn taimien vähyys. Useilla puolukkatyyppin koealoilla kuusen taimia on niin paljon, että on ilmeisesti syytä turvautua metsänhoidollisiin toimenpiteisiin, jotta taimisto saadaan kehittymään kelvolliseksi metsiköksi.

Kuten tunnettua, taimiston hoitokustannukset ovat merkittävän suuri kustannuserä. Tältä näkökannalta taimistot, jotka vaativat pikaisia hoitotoimenpiteitä, on ehkä katsottava huonommiksi kuin taimistot, jotka sellaisinaan tai vain lievin toimenpitein voivat kehittyä nuoren metsän asteelle joutumatta kärsimään ylitiheyden tuottamista vaurioista. Tämän nojalla kohtuullisen tiheet, tasaiset taimistot lienee katsottava edullisimmiksi. — Osa kuloalojen taimistoista lienee haitallisen tiheitä (taul. 10, s. 75). Koska kuitenkin käytettävissä olevien vähäisten tietojen perusteella on vaikeaa päätellä, missä määrin ylitiheydestä on haittaa männyn taimistojen kehitykselle, on toisaalta tarjolla vaara liioitella ylitiheyden merkitystä. Onhan tietyvästi paljon hyviä männiköitä syntynyt kuloaloille tiheistä taimistoista ilman mitään hoitotoimenpiteitä.

Tarkasteltaessa uudistumisajan pituutta erilaisissa taimistoissa on aluksi todettava, että pintakuloaloilla ja -rikkoutuma-aloilla taimisto on yleensä syntynyt jo ennen paljastavaa hakkuuta, mikäli maanpinnan rikkoutuminen tai palaminen on tapahtunut ennen tätä. Uudistumisaika on tällöin = 0 v. Niillä maanpinnaltaan vaurioitumattomilla

aloilla, joilla on todettu tyydyttävä taimisto (ks. s. 81), uudistumisaika on vaihdellut 0–10 vuoteen. Näin ollen useimpia tutkimuskohteissa toimitettuja siemenpuuhakkuita on pidettävä tältäkin kannalta onnistuneina. SARVAS (1949, s. 33) on tullut siemenpuualojen suhteen jonkin verran kielteisempään tulokseen. Kysymyksessä on kuitenkin vain tutkimusaineiston tulkinnassa ilmenevä ero. Mainitussa tutkimuksessa on siemenpuualojen joukkoon otettu melkoisesti tiheämpiä metsiköitä (suurin tiheys 180 puuta hehtaaria kohden) kuin tässä tutkimuksessa, ja toisaalta tyydyttäväksi katsottavalle taimistolle on siinä asetettu suuremmat tiheyden ja tasaisuuden vaatimukset, kuten s. 80 on mainittu.

Uudistumisajan pituuteen liittyy läheisesti kysymys *e m o p u s t o n* tuotosta uudistumisaikana. SARVAS (1949, ss. 18–21) on todennut, että tiheähköjenkin »siemenpuustojen» (tiheys keskimäärin kanervatyyppissä 64 ja puolukkatyyppissä 75 kpl/ha) tuotto on suunnilleen vain noin puolet tai kolmannes vastaavan ikäisten sulkeutuneiden männiköiden tuotosta. Täten niillä uudistusaloilla, joilla pelkästään taimiston syntymistä silmällä pitäen joudutaan kasvattamaan harvahkoa puus-
toa useiden vuosien ajan, aiheutuu ilmeistä taloudellista tappiota. Näin on laita maanpinnaltaan vaurioitumattomilla siemenpuualoilla. Pintakulo-
ja -rikkoutuma-aloilla on tällainen tuoton menetys vältettävissä.

Puolukkatyyppi — *Vaccinium type*

A. Metsänhoidollisesti käsitellyt metsiköt — *Regularly treated tree stands*

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
504	Orivesi	h	.	1036	20	79	.	19	.	.	.	.	.	.	.	.
439	Ylöjärvi	h	3.5	616	22	102	.	13	—	500	—	500	.	.	.	.
318	Heinola	s	3.1	590	21	124	.	12	—	2000	—	2000	.	.	.	—
317	»	s	2.8	570	21	111	.	18	10 000	2 500	—	2 500	.	.	.	—
314	Sysmä	h	2.5	540	25	101	.	17	3 500	7 000	—	7 000	.	.	.	—
440	Ylöjärvi	h	2.6	528	22	102	.	12	2 000	2 000	—	2 000	.	.	.	300
459	Ruovesi	h	4.4	488	22	108	.	22	1 000	—	—	—	.	.	.	—
441	Ylöjärvi	s	3.3	488	21	110	.	14	1 000	—	—	—	.	.	.	—
370	Valkeala	s	4.1	476	22	104	.	15	.	.	.	.	.	.	.	.
335	Lahti	s	2.8	475	22	89	.	12	6 500	7 000	—	7 000	.	.	.	4 000
369	Valkeala	h	4.9	472	23	103	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.
423	Janakkala	h	2.9	464	23	103	.	33	.	.	.	.	.	.	.	.
424	»	s	3.2	448	25	103	.	19	—	1 500	—	1 500	.	.	.	300
171	Nastola	s	3.1	431	19	85	7	15	600	1 500	—	1 500	.	.	.	—
24	Lammi	h	3.5	427	23	110	5	.	1 000	500	—	500	.	.	.	300
25	»	h	3.1	400	23	110	7	.	1 300	3 000	—	3 000	.	.	.	600
507	Juupajoki	h	1.7	394	21	89	5	15	2 000	—	—	—	.	.	.	500
394	Ruovesi	s	3.4	384	22	112	.	12	1 000	—	—	—	.	.	.	—
172	Lammi	h	3.3	379	23	90	9	14	1 300	600	—	600	.	.	.	2 600
173	Leivonmäki	s	2.9	372	23	95	6	18	600	1 300	—	1 300	.	.	.	3 000
28	Kangasniemi	s	2.3	310	21	90	3	.	1 500	500	—	500	.	.	.	300
27	Nastola	s	3.1	270	24	105	11	.	3 000	300	—	300	.	.	.	300
175	Lammi	s	3.0	267	23	100	10	24	3 600	1 300	—	1 300	.	.	.	3 600
174	Kuru	h	3.5	260	22	95	9	32	2 600	1 600	—	1 600	.	.	.	2 300
19	Valkeala	h	3.5	250	24	110	5	.	1 000	900	—	900	.	.	.	300
20	Ruovesi	s	3.2	240	24	115	8	.	2 600	2 300	—	2 300	.	.	.	600
22	Heinola	h	2.9	200	24	115	11	.	2 300	3 500	—	3 500	.	.	.	1 500
85S	Tuusula	s	.	180	20	148	17	106.1	1 670	5 000	—	5 000	73	.	.	12 670
80	Asikkala	h	2.9	128	24	110	9	.	600	4 000	—	4 000	78	14	.	2 000
43S	Orivesi	.	.	112	.	100	10	127.0	.	.	.	.	.	.	.	.
41H	Pohjankangas	.	.	100	17	100	.	24.4	.	.	.	.	.	.	.	.
78H	Raivola	.	.	100	25	100	.	24.5	.	.	.	.	.	.	.	.
80H	»	.	.	100	22	100	.	29.5	.	.	.	.	.	.	.	.
127S	Ruovesi	s	.	100	24	124	11	42.3	10 330	1 330	—	1 330	90	.	.	13 300
40H	Pohjankangas	.	.	90	16	90	.	22.7	.	.	.	.	.	.	.	.

125S	Ruovesi	s	.	88	23	130	11	26.6	1 330	4 000	670	4 670	80	.	.	670
86H	Veikkola	.	.	81	26	90	.	71.5	.	.	.	.	.	.	.	.
39S	Orivesi	s	.	76	19	87	11	22.1	—	5 000	1 330	6 330	70	.	0	9 000
513	Hollola	s	3.4	72	23	140	12	45	10 000	6 000	—	6 000	25	.	.	—
42H	Pohjankangas	.	.	60	15	100	.	24.6	.	.	.	.	.	.	.	.
132S	Punkaharju	s	.	52	25	102	17	55.1	.	.	.	.	.	.	.	.
63H	»	.	.	52	23	110	.	51.3	.	.	.	.	.	.	.	.
91S	Tuusula	s	.	52	15	115	11	.	—	1 330	670	2 000	83	.	.	4 340
79	Asikkala	h	2.9	48	.	120	12	32	2 500	6 700	300	7 000	50	17	5	4 000
177	Rantasalmi	s	3.2	40	23	100	14	51	4 900	5 500	1 700	7 200	52	.	0	3 200
57H	Tuusula	.	.	40	18	110	.	45.2	.	.	.	.	.	.	.	.
58H	»	.	.	40	18	100	.	65.5	.	.	.	.	.	.	.	.
176	Rantasalmi	s	3.1	35	24	120	7	24	7 600	3 900	300	4 200	75	11	10	1 700
92S	Tuusula	s	.	32	20	131	16	.	—	700	3 300	4 000	75	.	.	3 330
178	Iitti	s	4.1	28	25	115	4	42	2 600	3 000	300	3 300	75	12	.	4 600
75	Ruovesi	h	2.9	26	24	125	12	31	7 300	8 000	600	8 600	45	15	5	4 000
179	Vilppula	h	3.1	21	25	120	11	24	1 600	2 300	1 300	3 600	70	11	8	2 500
180	Ruovesi	s	3.9	17	23	100	13	36	4 900	3 400	500	3 900	78	12	8	3 400

Keskim.
Average 3.2

B. Harsintametsiköt — *Selectively cut tree stands*

182	Nastola	h	.	(322)	16	85	4	7	.	.	.	.	.	.	.	.
184	Padasjoki	h	.	(316)	14	75	2	9	.	.	.	.	.	.	.	.
181	Hollola	h	.	(282)	15	80	3	12	.	.	.	.	.	.	.	.
48	Lammi	h	.	(253)	15	80	6	13	.	.	.	.	.	.	.	.
185	Orimattila	s	.	(216)	16	85	2	17	.	.	.	.	.	.	.	.
183	Nastola	s	.	(181)	15	90	5	7	.	.	.	.	.	.	.	.
50	Hausjärvi	m	.	(169)	14	80	3	14	.	.	.	.	.	.	.	.
45	Vilppula	h	.	(115)	16	95	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.

Mustikkatyyppi — *Myrtillus type*

368	Valkeala	h	0.8	500	28	84	.	.	—	—	—	—	.	.	.	300
442	Ylöjärvi	s	4.3	404	23	80	.	.	—	—	—	—	.	.	.	600
97S	Padasjoki	m	.	116	25	138	4	.	330	—	—	—	.	.	.	4 340
95S	»	m	.	76	26	106	19	.	—	1 000	670	1 670	83	.	.	23 330
169S	Hyvinkää	s	.	60	21	120	10	.	—	500	400	900	95	.	.	1 020
96S	Padasjoki	m	.	44	25	142	4	.	330	2 330	—	2 330	77	.	.	1 330
168S	Hyvinkää	s	.	40	24	120	15	.	—	500	115	615	90	.	.	555

Loppukatsaus

Tässä tutkimuksessa on otettu tarkasteltavaksi, millaisin edellytyksin mänty uudistuu luontaisesti Etelä-Suomen sisäosien kangasmailla.

Tutkimuskohteet luokiteltiin CAJANDERIN metsätyyppijärjestelmän mukaan. Pääosa tutkimuskohteista oli kanerva- ja puolukkatyyppiä. Aineistoon sisältyy vain muutamia vertauksen vuoksi tutkittuja mustikkatyyppin koealoja.

Alustavissa tutkimuksissa todettiin männyn uudistuvan luontaisesti hiekka- ja someromaiden metsiköissä paremmin kuin moreenimaiden metsiköissä (ellei suoriteta maanpinnan valmistamista). Koska toisaalta moreenimaamme tunnetusti ovat erityisen heterogeenisiä, katsottiin tarkoituksenmukaiseksi keskittää tämä tutkimus etupäässä hiekka- ja someromaiden uudistusaloille.

Useimmissa tutkimuskohteissa puustoa on käsitelty toistuvien harvennusten ja väljennyksien. Muutamissa metsiköissä on lisäksi suoritettu siemenpuuhakkuu (tässä tutkimuksessa tarkoitetaan siemenpuualalla uudistus-alaa, jossa runkoluku on noin 10–50 puuta hehtaarilla). Erikoiskysymysten selvittämiseksi otettiin tutkittavaksi myös metsiköitä, joiden puustoa on käsitelty muunlaisilla hakkuilla.

Siemennystä koskevilla tutkimuksilla saadut tulokset osoittavat, että toistuvien harvennusten ja väljennyksien käsitellyissä kanervatyyppien männiköissä siemensato on suhteellisen vähän riippuvainen puuston tiheydestä. Runkoluvun ollessa yli 400 kpl/ha siemensato on suunnilleen samaa suuruusluokkaa (noin 13 kpl/m² keskimäärin vuodessa lajittelematonta siementä) kuin siemenpuualoilla (keskimäärin 17 kpl/m²). Suurimmat satoluvut ovat esiintyneet puuston tiheysasteessa 51–200 kpl/ha, jossa siemensato on keskimäärin 20 kpl/m².

Puolukkatyyppien koealoilla siemensato on runkoluvun ollessa yli 400 kpl/ha keskimäärin noin 17 kpl/m² vuodessa. Myös puolukkatyyppissä on suurin siemensato (keskimäärin 48 kpl/m²) tiheysasteessa 51–200. Siemenpuualoilla siemensato on 39 kpl/m².

Täten näyttää ilmeiseltä, että sekä kanerva- että puolukkatyyppissä on siemennyksen puolesta edellytykset taimien syntymiselle tiheähköihin männikköihin.

Harsintamänniköiden siemensadot olivat olennaisesti pienempiä kuin toistuvien harvennusten ja väljennyksien käsiteltyjen männiköiden siemensadot. Kanervatyyppien harsintamänniköissä siemensato oli keskimäärin noin 7 kpl/m² ja puolukkatyyppien harsintamänniköissä noin 10 kpl/m².

Keskimäärin puolukkatyyppien männiköiden siemensadot osoittautuivat kaikissa puuston tiheysasteissa suuremmiksi kuin kanervatyyppien männiköiden vastaavat satoluvut.

Siemenpuuyksilöiden käypysatoja vertailtaessa kävi ilmi, että satoisuudessa esiintyy suurta yksilöllistä vaihtelua ja että hyvin siementävät puut voidaan helposti tunteaa niiden juurelle pudonneiden käpyjen runsaudesta.

Siemenen leviämistä tutkittaessa todettiin, että tutkimusalueella tavallisissa olosuhteissa etäisyys, johon siemen levisi tehokkaasti, oli aikeassa maastossa noin 30–40 metriä. Siemenpuualojen siementymistä koskevassa tarkastelussa ilmeni, että tiheäpuustoiset siemenpuualat yleensä siementyvät kauttaaltaan, mutta sitä vastoin harvapuustoisilla siemenpuualoilla siemennys saattaa jäädä paikoitellen vaillinaiseksi, koska siemenpuiden joukossa on usein miltei siemennyskyvyttömiä puita.

Siemenen tuhoja tutkittaessa todettiin, että ennen itämistä tuhoutui huhtikuun lopussa kylvetystä siemenestä kivennäismaaruuduissa noin 8 %, 23 vuotta vanhalla kuloalalla koskemattomissa ruuduissa lähes 3 % ja vakiintuneessa kanervatyyppien kasvipeitteessä noin 5.5 %. Siementuhojen aiheuttajina todettiin esiintyneen lintuja, hyönteistoukkia ja sienia. Luontaisen uudistamisen kannalta olivat havaitut siementuhot vähämerkityksellisiä, mutta suurempienkin tuhojen esiintymistä pidettiin mahdollisena.

Siementuhojen tarkastelun perusteella näyttää siltä, että varsinaisen kasvukauden aikana yleensä ne tekijät, jotka edistävät maahan varisseen siemenen pikaista itämistä, ovat omiaan vähentämään siementuhojen määrää.

Taimiaineksen syntymistä ja kehitystä tutkittaessa todettiin, että huhti-toukokuun vaihteessa v. 1949 kylvetty siemen iti kesäkuun alussa pääasiallisesti muutaman päivän kuluessa, sateisten ja lämpimien päivien aikana, loppuosan itämisen jatkuessa hitaana syksyyn saakka. Itäminen tapahtui yleensä kivennäismaaruuduissa jonkin verran paremmin kuin kasvipeitteisissä ruuduissa. On kuitenkin luultavaa, että sääsuhteiltaan toisenlaisissa olosuhteissa voisi tapahtua päin vastoin. — Puuston tiheydellä ei kokeissa ollut itämisen kannalta olennaista merkitystä.

Luonnon siemennyksestä syntyvien taimien määrää koskeva selvittely

osoitti, että kuusivuotiskautena 1950—1955 syntyi seitsemällä eri koealalla kivennäismaaruutuihin keskimäärin huomattavasti enemmän taimia kuin kasvipeitteisiin ruutuihin. Kuitenkin myös kasvipeitteisiin ruutuihin syntyneiden taimien määrä oli melko suuri: 3 000—18 000 kpl/ha, taimien ryhmittymisen ollessa lisäksi verraten tasainen. Toisaalta kävi ilmi, että näissä kasvipeitteisissä ruuduissa esiintyi — kuten yleensä meikäläisissä kuivien kankaiden männiköissä — kasvipeitteen ja humuskerroksen rikkoutumia, ja noin puolet taimista esiintyi tällaisissa rikkoutumissa.

Tutkittaessa taimiaineksen kehittymistä taimistoksi todettiin, että jo kahdeksan ensimmäisen kasvukauden kuluessa voimakkaastikin väljennetty puusto ehkäisee suuressä määrin taimien kasvua. Kahdeksanvuotisten taimien keskipituus oli kivennäismaaruuduissa 4.9 cm runkoluvun ollessa 252 kpl/ha, ja runkoluvun ollessa 16 kpl/ha keskipituus oli 41.3 cm. Pintakasvillisuudessa taimien keskipituus jäi hie-man pienemmäksi kuin kivennäismaalla. Emopuuston juuriston katkomiskokeiden tulokset antavat aiheutta korostaa juuristokilpailun merkitystä taimien kehityksen jarruttajana.

Taimiaineksen tuhoja tarkasteltaessa kiinnitettiin huomiota erityisesti erään tutkimusalueella yleisen etanalajin (*Arion subfuscus* DRAP.) aiheuttamiin tuhoihin. Koska nämä olivat primäärisiä ja varsin yleisiä, niillä saattaa olla huomion arvoinen merkitys. Tutkittaessa kokeellisesti etanan ruoakseen käyttämien sirkkataimien määrää todettiin, että koeyskilöt söivät vuorokaudessa 2—3 tainta. Huomattavaa tuhoa kivennäismaaruuduilla aiheuttivat eräät lintulajit.

Erityisen haitallisiksi pienten taimien kehitykselle osoittautuivat pintakasvillisuus ja kuivuus. Kuivumistuhot olivat kolmiviikkoisena kuivana kautena heinäkuussa v. 1949 suurimmat eräässä pitkähköän aikaa hakkuilla käsittelemättömässä metsikössä, jonka runkoluku oli 252 kpl/ha. Tiheämmässä, hiljattain väljennetyssä metsikössä, samoin kuin sekä vereksillä että vakiintuneilla eri tiheillä siemenpuualoilla nämä tuhot olivat kauttaaltaan pienemmät. Tähän lienee ollut syynä se, että hakkuiden vaikutuksesta emopuuston juuristokilpailu oli tiheimmässä metsikössä pienentynyt, ja että siemenpuualoilla se oli kaikissa tapauksissa pienempi kuin kauan hakkaamatta olleessa sulkeutuneessa metsikössä.

Roudan aiheuttamat tuhot olivat kauttaaltaan jokseenkin merkitysettömiä.

Tutkittaessa luontaisten männyn taimistojen esiintymistä kasvualustan ja puuston käsittelyn puolesta erilaisissa olosuhteissa todettiin, että osa kohteista oli palanut noin 6—60 vuotta ennen tutkimusajankohtaa. Samoin kävi ilmi, että useissa kohteissa pintakasvillisuus ja humuskerros olivat vaurioituneet hakkuun ja ajon, karjanikäynnin sekä eräiden tilapäisluontoisempien syiden takia. Toisissa tutkimuskohteissa humuskerros ja pintakasvillisuus sitä vastoin olivat saaneet kehittyä kutakuinkin häiriöttä useiden vuosikymmenien ajan.

Koealoilla, joiden humuskerros ja pintakasvillisuus olivat jokseenkin vaurioitumattomia, olivat taimiluvut melko pieniä. Hiekka- ja someromaiden siemenpuualoilla oli kuitenkin yli 0.1 m:n pituisia taimia kanervatyypissä keskimäärin 4 700 kpl/ha (vaihtelurajat 4 000—5 000) ja puolukkatyypissä keskimäärin 5 200 kpl/ha (vaihtelurajat 3 300—8 600). Kun lisäksi taimiainesta esiintyi kanervatyypissä keskimäärin 1 600 kpl/ha ja puolukkatyypin koealoilla keskimäärin 3 900 kpl/ha, katsottiin taimimäärät uudistumisen kannalta riittävän suuriksi.

Pintarikkoutuma-aloilla — joilla siemensato oli useissa tapauksissa varsin vähäinen — oli 0.1 m:n pituisia männyn taimia kanervatyypissä keskimäärin 14 100 kpl/ha (vaihtelurajat 4 500—35 000) ja puolukkatyypissä 10 200 kpl/ha (vaihtelurajat 3 500—20 900). Lisäksi kullakin koealalla esiintyi runsaanlaisesti taimiainesta. Erityisesti pantiin merkille, että tässä koealaryhmässä myös moreenimaalla tavattiin runsaasti männyn taimia.

Kuloalojen taimistoja tutkittaessa ilmeni, että miltei riippumatta puuston käsittelytavasta taimiluvut pinta-ala-yksikköä kohden olivat suuria. Kanervatyypissä oli yli 0.1 m:n pituisia taimia keskimäärin 32 300 kpl/ha (vaihtelurajat 6 100—74 500) ja puolukkatyypissä keskimäärin 39 700 kpl/ha (vaihtelurajat 27 000—56 000). Useimmilla koealoilla oli lisäksi runsaasti taimiainesta. Täten jo pelkästään taimilukujen perusteella on ilmeistä, että — vaikka puuston siemennys olisi vähäinenkin — sekä pintarikkoutuma-aloilla että kuloaloilla on runsaasti taimimateriaalia uuden puusukupolven perustaksi. Nollaruutujen vähäinen määrä molemmissa tapauksissa viittaa lisäksi siihen, että taimien ryhmittyminen näillä aloilla on verraten tasainen. Täten on saatu lisävahvistusta siihen käsitykseen, että maanpinnan rikkoutuminen tai lievä palaminen edistää usein huomattavasti männyn luontaista uudistumista.

Tässä yhteydessä on kiintoisaa verrata esitettyjä lukuja SARVAAN (1950, s. 57) samankaltaista tutkimusmenetelmää käyttäen Pohjois-Suomen har-

sintamänniköistä saamiin taimilukuihin. Varpu-jäkälätyypin suurimmat taimiluvut ovat 63 670 kpl ja 46 670 kpl 0.1 m:ä suurempia männyn taimia hehtaaria kohden ja pienimmät 6 330 kpl ja 7 670 kpl, ja sen lisäksi taimiainesta viimeksi mainituilla koealoilla 25 670 kpl ja 26 330 kpl hehtaaria kohden. Luvut ovat siis vielä suurempia kuin Etelä-Suomen pintarikkoutuma- ja kuloaloilta saadut. Syitä näin suuriin taimilukuihin selvitellessään mainittu tutkija huomauttaa, että varpu-jäkälätyypin pintakasvillisuus on Suomen eteläpuoliskon kanervatyyppiin verrattuna niukkaa ja humuskerros ohuehko. (Täten ne siis kasvualustan puolesta ilmeisesti muistuttavat tekijän tutkimia pintakuloaloja ja pintarikkoutumaloja). Lisäsyynä mainitaan, että Pohjois-Suomessa kesät ovat yleensä kosteussuhteiltaan suotuisat männyn uudistumiselle. Kun itävien siementen määrä on siellä samaa suuruusluokkaa kuin Etelä-Suomen vastaavasti käsitellyillä kuivilla kankailla, on mainituissa harsintamänniköissä siemennystulos ollut vielä parempi kuin Etelä-Suomen kuloaloilla ja pintarikkoutuma-aloilla, epäilemättä suureksi osaksi juuri Perä-Pohjolan verraten kosteiden kesien takia.

Taimistotuhojen tarkastelussa ilmeni, että kokonaisuutena katsoen sieni- ja eläintuhot eivät ole vaarantaneet luontaista uudistumista. Tämä on luontaisen uudistumisen etuja ajatellen tärkeä tulos, sillä kuten esim. KANGAS (1937 ja 1940) on todennut, keinollisesti aikaan saaduissa männyn taimistoissa tuhot ovat olleet merkitseviä.

Taimistojen metsittämisarvoa käsittävässä tarkastelussa kävi ilmi, että maanpinnaltaan pääpiirtein vaurioitumattomilla hiekkaja someromaan uudistusaloilla siemenpuuhakkuu oli johtanut useimmiten tyydyttävään tulokseen tekijän kohtuullisena uudistusaikana pitämän 10-vuotiskauden kuluessa. Pintarikkoutuma- ja pintakuloaloilla uudistumisaika oli yleisesti lyhyempi kuin edellisessä tapauksessa, mutta eräillä koealoilla taimisto oli ilmeisesti ylitieheä, joten pikaiset hoitotoimenpiteet olivat tarpeelliset. Viimeksi mainittua seikkaa pidettiin taimiston metsittämisarvoa alentavana tekijänä.

Saadut tutkimustulokset pitävät yleensä hyvin yhtä niiden käsitysten kanssa, joita myös käytännön metsänhoitotöissä toimineet metsämattimiehet ovat esittäneet.

Kirjallisuusluettelo — References

- AALTONEN, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. I. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja — Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae. I. Helsinki.
- 1934. Metsänhoito-opin alkeet. Porvoo — Helsinki.
- 1936. Kuusi männyn kilpailijana kasvupaikasta. Referat: Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. Acta forestalia fennica 42. Helsinki.
- 1940. Metsämaa. Metsämaatielten oppi- ja käsikirja. Porvoo — Helsinki.
- 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. Referat: Einige Vegetationsversuche mit Baumpflanzen. Acta forestalia fennica 50. Helsinki.
- 1948. Boden und Wald unter besonderer Berücksichtigung des nordeuropäischen Waldbaus. Berlin.
- AMILON, J. A. 1923. Skogsskötseln och dess förutsättningar. Stockholm.
- AMINOFF, F. 1910. Naturförnygringen i norrlandsskogarna. Årsskrift från föreningen för skogsvård i Norrland, ss. 5—25. Stockholm.
- ARNBORG, TORE. 1946. Skogarna i Muddus nationalpark. En preliminär sammanställning. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift. Stockholm.
- BALDWIN, HENRY IVES. 1942. Forest tree seed of the north temperate regions with special reference to North America. Waltham.
- BARTH, AGNAR. 1920. Skogbrukslära. I. Hugstsystemene og skogens naturlige fornyelse. 3. Utgave. Kristiania.
- BERRY, A. B. and FARRAR, J. L. 1956. Reproduction and growth in cut-over black spruce swamps at the Petawawa Forest Experiment Station. Canada: Department of Northern Affairs and National Resources, Forestry Branch. Forest Research Division. Technical Note 42. Ottawa.
- BLOMQVIST, A. G. 1881. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Helsingfors.
- BÖCKER, C. C. 1829. Om skogars skötsel i Norden. Första delen. Åbo.
- CAJANDER, A. K. 1903. Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. I: Die Alluvionen des unteren Lena-Thales. Acta societatis scientiarum fennicae 32. Helsingforsiae.
- 1909. Ueber Waldtypen. Acta forestalia fennica 1. Helsinki.
- 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.
- 1949. Forest types and their significance. Acta forestalia fennica 56. Helsinki.
- CHAPMAN, HERMAN H. 1926. Factors determining natural reproduction of longleaf pine on cut-over lands in La Salle Parish, Louisiana. Yale University: School of Forestry. Bulletin 16. New Haven.

- CROSSLEY, D. I. 1955. The production and dispersal of lodgepole pine seed. Canada: Department of Northern Affairs and National Resources, Forestry Branch. Forest Research Division. Technical Note 25. Ottawa.
- DENGLER, ALFRED. 1935. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Zweite Auflage. Berlin.
- DYBERG, O. E. 1879. Förslag till ny skogskulturmétod. Finska forstföreningens meddelanden 1. Helsingfors.
- ECKSTEIN, K. 1928. Neue Schädlinge an jungen Kiefern. Deutsche Forst-Zeitung, ss. 665—666. Neudamm.
- ENEROTH, OLOF. 1931. Försök rörande hyggesaskans inverkan på barrträdsfröets groning och plantornas första utveckling. Referat: Versuche über die Einwirkung der Asche von Schlagabbrennen auf das Keimen des Nadelbaumsamens und die erste Entwicklung der Pflanzen. Commentationes forestales 5. Helsinki.
- »— 1934. Om skogstyper och föryngringsförhållanden inom Lappmarken. II. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift, ss. 49—83. Stockholm.
- ENROTH, G. HJ. 1915. Lohkohakkauksesta Suomen sotilasvirkatiloilla. Suomen metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 4. Helsinki.
- ESCHERICH, KARL. 1931. Die Forstsektion Mitteleuropas. III Band. Berlin.
- FABRICIUS, L. 1938. Forstliche Versuche. XX. Bodendeckung mit Pflanzenstoffen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, ss. 1—15. Berlin.
- FISHER, P. L. 1941. Germination reduction and radicle decay of conifers caused by certain fungi. Journal of Agricultural Research, ss. 87—95. Washington.
- FORSSLUND, KARL-HERMAN. 1936. Några farliga fiender till barrträdens groddplanter i Norrland. Skogen, ss. 99—101. Stockholm.
- FRICKE, K. 1904. »Licht- und Schattenholzarten», ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, ss. 315—325. Wien.
- GIRGIDOV, D. J. (Гиргидов, Д. Я.), 1956. Лесосеменные участки сосны. Ленинград.
- GRINNDAL, TH. 1911. Om markberedning för självsådd. Skogsvårdsföreningens tidskrift, ss. 113—119. Stockholm.
- GUMAN, V. V. (Гуман, В. В.) 1931. Рубки главного и промежуточного пользования. Москва—Ленинград.
- HALDEN, BERTIL E. 1926. Studier över skogsbeståndens inverkan på markfuktighetens fördelning hos skilda jordarter. Skogsvårdsföreningens tidskrift, ss. 125—243. Stockholm.
- HANNIKAINEN, P. W. 1919. Metsänhoito-oppi metsän ystäville. Neljäs painos. Helsinki.
- HAWLEY, RALPH C. and SMITH, DAVID M. 1954. The practice of silviculture. Sixth edition. New York — London.
- HEIBERG, SVEND O. and WHITE, DONALD P. 1951. Potassium deficiency of reforested pine and spruce stands in Northern New York. Soil Science Society of America, Proceedings 1950, ss. 369—376. New Brunswick.
- HEIKINHEIMO, OLLI. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta forestalia fennica 4. Helsinki.
- »— 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 17. Helsinki.

- HEIKINHEIMO, OLLI. 1932 a. Tuloksia metsänviljelysmenetelmiä koskevista kokeista. I. Metsätietoa 1. Helsinki.
- »— 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 24. Helsinki.
- »— 1940. Uudistusalojen maanpinnan käsittely ja taimettuminen. Metsätaloudellinen aikakauslehti, ss. 195—202. Helsinki.
- »— 1944. Metsien luontainen uudistaminen. Toinen painos. Keskusmetsäseura Tapon käsikirjasia 22. Helsinki.
- »— 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä. III. Summary: On the seeding capacity of forest trees. III. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 35. Helsinki.
- HEIKURAINEN, LEO. 1954. Rämemänniköiden uudistamisesta paljaaksihakkausta käyttäen. Referat: Über natürliche Verjüngung von Reisermoor-Kiefernbeständen unter Anwendung von Kahlschlag. Acta forestalia fennica 61. Helsinki.
- HERTZ, MARTTI. KS. TERTTI, MARTTI.
- HÖGBOM, A. G. 1934. Om skogseldar förr och nu och deras roll i skogarnas utvecklingshistoria. Norrländskt handbibliotek. XIII. Uppsala — Stockholm.
- ILVESSALO, L. 1917. Tutkimuksia mäntymetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. Referat: Studien über die Verjüngungsjahre der Kiefernwälder in Süd- und Mittelfinland. Acta forestalia fennica 6. Helsinki.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1920. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend. Acta forestalia fennica 15. Helsinki.
- »— 1936. II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotojoohjeet. Summary: Instructions for field work of the II national survey of the forests of Suomi (Finland). Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 22. Helsinki.
- »— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The Second National Forest Survey. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 30. Helsinki.
- »— 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 34. Helsinki.
- JAMALAINEN, E. A. 1944. Über die Fusarien Finnlands. III. Selostus: Suomen Fusariumeista. III. Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja 124. Die staatliche landwirtschaftliche Versuchstätigkeit. Veröffentlichung 124. Helsinki.
- JAEHN. 1923. Reisigdeckung. Forstliche Wochenschrift Silva, ss. 209—210. Tübingen.
- JURKEVITŠ, I. D., LUBJAKO, M. N., KRUGLIKOV, G. G. (Юркевич, И. Д., Лубяко, М. Н., Кругликов, Г. Г.) 1940. Плодоношение сосны и ели в лесах БССР., ss. 62—67. Минск.

- KALELA, ERKKI K. 1937. Vakuutetuissa metsissä vuosina 1925—34 sattuneista kuloista. Referat: Über die in finnischen Privatwäldern in der Periode 1925—34 eingetroffenen Waldbrände. Acta forestalia fennica 46. Helsinki.
- 1942. Männyn taimien juurien suhtautumisesta emäpuun juuriin. Referat: Das Verhalten der Wurzeln von Kiefernpflanzen zu den Wurzeln des Mutterbaumes. Acta forestalia fennica 50. Helsinki.
- 1945. Metsät ja metsien hoito. Metsänhoidon alkeita. Porvoo — Helsinki.
- 1946. Rämämänniköiden uudistamisen perusteista. Metsätaloudellinen aikakauslehti, ss. 5—11. Helsinki.
- 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. Silva fennica 64. Helsinki.
- 1952. Metsiemme kuusettumisesta erään esimerkin valossa. Referat: Die Verfichtung der Wälder Finnlands im Lichte eines Beispiels. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 40. Helsinki.
- 1954. Mäntysiemenpuiden ja -puustojen juurisuhteista. Referat: Über die Wurzelverhältnisse der Kiefern Samenbäume und -baumbestände. Acta forestalia fennica 61. Helsinki.
- KANGAS, ESKO. 1931. Siikakankaan mäntytaimistojen tuhoista. Referat: Über die Schädigungen der Kiefernpflanzenbestände in Siikakangas. Silva fennica 17. Helsinki.
- 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die in Kiefernplanzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 24. Helsinki.
- 1940. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelyksistä. Referat: Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeenkangas. Acta forestalia fennica 49. Helsinki.
- 1949. Hirven metsässä aikaan saamat tuhot ja niiden metsätaloudellinen merkitys. Summary: On the damage to the forests caused by the moose, and its significance in the economy of the forest. Suomen riista 4, ss. 62—90. Helsinki.
- KELTIKANGAS, VALTER. 1945. Ojitettujen soitten viljavuus eli puuntuottokyky metsätyypiteorian valossa. Referat: Bördigheten eller virkesproduktionsförmågan å dikade torvmarker i skogstypsteorins belysning. Summary: The fertility of drained bogs as shown by their tree producing capacity, considered in relation to the theory of forest types. Acta forestalia fennica 53. Helsinki.
- KRAUSSE, A. 1928. Ein neuer Schädling an einjährigen Kiefern (*Tortrix politana* Hw.) Forstarchiv, ss. 251—252. Hannover.
- KUJALA, VIJO. 1926. Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nord-Finnland. Selostus: Tutkimuksia kulojen vaikutuksesta metsäkasvillisuuteen Pohjois-Suomessa. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja — Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae 10. Helsinki.
- LAITAKARI, ERKKI. 1935. Hakkaustähteet metsänhoidolliselta kannalta. Esitelmäselostus. Acta forestalia fennica 42. Helsinki.

- LAITAKARI, ERKKI. 1938. Metsän uudistamisesta laihoilla kangasmailla. Referat: Die Verjüngung der Wälder auf armen Heiden. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. Silva fennica 46. Helsinki.
- 1949. Metsänhoito eri metsätyypeillä. Suuri Metsäkirja. I. Porvoo—Helsinki.
- MAYR, HEINRICH. 1909. Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Berlin.
- MIKOLA, PEITSA. 1952. Effect of forest humus on parasitic fungi causing damping-off disease of coniferous seedlings. Phytopathology, ss. 202—203. USA, Maryland, Baltimore.
- 1953. Taimipolte eli kaatumatauti metsätaimiarhoissa. Metsätaloudellinen aikakauslehti, ss. 195—196. Helsinki.
- MITCHELL, J. A. 1921. Notes on slash disposal in the Lake States. Journal of Forestry, ss. 141—146. Washington.
- MORK, ELIAS. 1946. Om skogbunnens lyngvegetasjon. Summary: On the dwarf shrub vegetation on forest ground. Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen. Bind IX. Oslo.
- MOROSOV, G. F. (Морозов, Г. Ф.) 1926. Учение о лесе. Ленинград.
- 1928. Die Lehre vom Walde. Aus dem Russischen übersetzt. Neudamm.
- NAUMANN, JOHANNES. 1928. Reisigdeckung. Neudamm.
- NORRLIN, J. P. 1871. Flora Kareliae onegensis. I. Über die Vegetation von Onega-Karelien und die naturgeschichtliche Grenze Finnlands sowie Skandinaviens im Osten. Acta forestalia fennica 23. Helsinki.
- OINONEN, EINO. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. Metsätaloudellinen aikakauslehti, ss. 225—230. Helsinki.
- OLBERG, ADOLF. 1933. Die Entwicklung des Waldzustandes in der Oberförsterei Chorin und die Folgerungen hieraus für die künftige Wirtschaft. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, ss. 365—406. Hannover.
- PALMÉN, ERNST. 1939. Beobachtungen über die Käferfauna der Bodenschicht der Heide Siikakangas in Ruovesi (EH). Suomen hyönteistieteellinen aikakauskirja — Annales entomologici fennici 1. Helsinki.
- PEARSON, G. A. 1921. Brush disposal in western yellow pine. Journal of Forestry, ss. 36—38. Washington.
- PÖNTYNEN, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. Acta forestalia fennica 35. Helsinki.
- RENVALL, AUGUST. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta forestalia fennica 1. Helsinki.
- ROVSKIJ, V. M. (Ровский, В. М.) 1951. Влияние условий произрастания на плодоношение сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и сосны крымской (*P. pallasiانا* Lamb.). Академия Наук СССР. Труды Института леса. Том VIII ss. 173—179. Москва.
- RUMMUKAINEN, UKKO. 1956. Kämpysadon arvioinnista. Referat: Über die Abschätzung der Zapfenernte. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 46. Helsinki.

- SAALAS, UUNIO. 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. Porvoo — Helsinki.
- SAARI, EINO. 1923. Kuloista etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Tilastollinen tutkimus. Summary: Forest fires in Finland with special reference to state forests. Statistical investigation. Acta forestalia fennica 26. Helsinki.
- SARVAS, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. Acta forestalia fennica 46. Helsinki.
- 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. — Communicationes instituti forestalis Fenniae 33. Helsinki.
- 1945. Metsikön siemensadon arvioimisesta. Metsätaloudellinen aikakauslehti, ss. 389—393. Helsinki.
- 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 35. Helsinki.
- 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 37. Helsinki.
- 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in Northern Finland. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 38. Helsinki.
- 1956. Metsänhoidon tekniikka. Metsäkäsikirja. Helsinki.
- SCHULENBURG, A. Fr. Graf. v. d. 1936. Kulturen mit Reisigpackungen. Forstarchiv, ss. 94—98. Hannover.
- SERNANDER, R. 1901. Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Referat: Zur Verbreitungsbiologie der skandinavischen Pflanzenwelt. Upsala.
- SIRÉN, G. 1948. Ett bidrag till frågan om tall- och granplantornas konkurrensförmåga under första vegetationsperioden. Skogsbruket, ss. 295—301. Helsingfors.
- 1952. Havaintoja Perä-Pohjolan valtion mailla vuosina 1948—50 suoritetuista männyn kylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on state-owned lands in Peräpohjola (Far North) in 1948—50. Silva fennica 78. Helsinki.
- 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta forestalia fennica 62. Helsinki.
- SUKATŠEV, V. N. (Сукачев, В. Н.) 1934. Дендрология с основами лесной геоботаники. Ленинград.
- TAMM, OLOF. 1936. Om ett försök med björkföryngring i markförbättrande syfte på svag sandmark i Södra Sverige. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, ss. 241—266. Stockholm.

- TAMM, OLOF. 1940. Den nordsvenska skogsmarken. En kortfattad, populär översikt av de företeelser som betinga skogsmarkens produktionsförmåga. Norrlands skogsvårdsförbund. Stockholm.
- TAMM, CARL OLOF. 1947. Markförbättringsförsök på mager sand. Summary: Soil-improving measures tried on a poor site. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 36. Stockholm.
- TERTTI (HERTZ), MARTTI. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 17. Helsinki.
- 1933. Metsän puutteesta sekä sen syistä ja torjumistoimenpiteistä Ruotsi-Suomessa. Referat: Der Holzangel in Finland vor 1809, seine Gründe und die Massregeln zu seiner Bekämpfung. Silva fennica 27. Helsinki.
- 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer auf den südfinnischen Heideböden. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 20. Helsinki.
- TERTTI, MARTTI. 1937. Metsien luontaisen uudistumisen edistämisestä. Referat: Über die Förderung der natürlichen Verjüngung der Wälder. Metsänhoitajien jatkokurssit 1935. Silva fennica 39. Helsinki.
- 1944. Mikä metsätyyppi? Ohjeita metsätyypin määrääjälle Suomen eteläpuoliskon kovilla mailla. Kolmas painos. Helsinki.
- TIRÉN, LARS. 1934. Några iakttagelser över den naturliga föryngringens uppkomst på Kulbäckslidens försökspark. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, ss. 251—274. Stockholm.
- TOUMEY, JAMES W. and KIENHOLZ, RAYMOND. 1931. Trenched plots under forest canopies. Yale University: School of Forestry, Bulletin 30. New Haven.
- TURSKIJ, M. K. (Турский, М. К.) 1929. Лесоводство. Москва—Ленинград.
- VAARTAJA, OLLI. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advanced growth and its silvicultural importance. Acta forestalia fennica 59. Helsinki.
- 1952. Forest humus quality and light conditions as factors influencing damping-off. Phytopathology, ss. 501—506. USA, Maryland, Baltimore.
- WAHLGREN, A. 1922. Skogsskötsel. 2. upplagan. Stockholm.
- VANSELOW, KARL. 1949. Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. Zweite Auflage. Hamburg.
- WIEDEMANN, EILHARD. 1925. Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. Untersuchungen in Bärenthoren, Frankfurt a.d. O. und Eberswalde. Studien über die früheren Dauerwaldversuche und den Kiefernurwald. Mit Beiträgen von HESSELMAN, ALBERT, BEHN, SCHENCK, WITTICH, HARTMANN. Braunschweig.
- VIETINGHOFF-RIESCH, A. Frhr. von. 1929. Über das Auftreten von Eulia (Tortrix) politana Hw. an Kiefernämlingen. Zeitschrift für angewandte Entomologie, ss. 529—537. Berlin.

- VIRO, P. J. 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes instituti forestalis Fenniae 35. Helsinki.
- WITTICH. 1938. Wasserfaktor und Kiefernwirtschaft auf diluvialen Sandböden. Die Bedeutung der Bodendecke. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, ss. 337—389. Berlin.
- WRETLIND, J. E. 1931. Bidrag till belysande av de norrländska tallhedsproblemen. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift, ss. 263—314. Stockholm.
- 1934. Bidrag till belysande av föryngringsbetingelserna på övre Norrlands tallhedsmarker. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift, ss. 261—342. Stockholm.
- YLI-VAKKURI, PAAVO. 1956. Männyn kylvötaimistojen hirvivahingoista Pohjanmaalla. Referat: Om älgens skadegörelse på sådda tallplantbestånd i Österbotten. Summary: Moose damage in seedling stands of pine in Ostrobothnia. *Silva fennica* 88. Helsinki.

Summary:

Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland

Introduction

A method of natural reproduction of Scots pine, known as »seed-tree cutting», was introduced into this country as early as about 1850. It has been largely employed since then and it has become probably the most popular procedure in our silviculture. But according to the investigations made by ENROTH (1915) and SARVAS (1949), the practical results have been unsatisfactory. Meanwhile, artificial reproduction has been employed to an increasing degree. It appears, however, that by using the right method pine could be successfully reproduced naturally. The aim of the present investigation is to study the basic problems of natural reproduction of pine in order to create a basis for developing such a method.

Methods and material

The investigation was partly based on a representative material comprising a total of 144 sample plots (see p. 15) marked out in pine forests at different stages of regeneration. In addition to this material, measuring results from 42 previously investigated areas have been at the author's disposal.

The sample plots were rectangular, and the predominant size was 0.25 hectares. The quality of the site was determined on the basis of forest site types (CAJANDER 1949). These were primarily determined on the strength of the ground vegetation. The type of the soil was ascertained by digging a hole 0.5 m deep. The trees were subjected to such measurings as were necessary to ascertain the dominant height and density of the stand.

A comparative method of research was applied to this material. For the solution of special problems long-term field experiments were arranged in 16 pine areas (Table 2, pp. 30—31).

The material was gathered from the interior of the southern half of Finland. A more precise picture of the areas of investigation is given by fig. 1, p. 14.

Results of investigation

Seeding

The quantity of the seed crops of different forests was studied by determining the number of cones shed on the ground. The cones were estimated by the square method, by marking off 30 squares of 1 sq. m along both diagonals of each sample plot. The total number of cones in each square was counted, including those buried under moss and humus. As the average time of decomposition of pine cones in Southern Finland is (according to the investigations of SARVAS 1945) about 12 years and each cone contains 19 seeds on an average, it is possible to ascertain the average annual seed crop of 12 years back. Particulars about the sample plots used for seeding studies are given in Table 12, pp. 84—87. As can be seen, the plots selected for study represent mainly two forest sites, *Calluna* and *Vaccinium* types, which are by far the most common pine growing sites in the study area.

The soil of the sample is mainly sand and gravel.

Most tree stands had been treated with regular thinnings and they represent forests of different density. For the sake of comparison, a few selectively cut stands are included in the material.

The results of the seed crop estimations are given on p. 19. It is noteworthy that especially in *Calluna* type stands the average annual seed crops vary little in tree stands of different density. The biggest crops (20 seeds per sq. m) have been in tree stands whose density is about 50—200 trees per hectare. In the *Vaccinium* type, the corresponding figure is 48 seeds per sq. m.

In selectively cut stands the seed crops are essentially lower than in the regularly cut stands.

As a rule the seed crop seemed to be smaller on a poor site than on a fertile site, as is remarked in various earlier investigations.

A special study on the variation of the average seed crop from tree to tree in four seed tree areas showed that in each case it varied considerably (Table 1, p. 23). It seems evident that the seed crop can be affected by choosing the trees to be left according to the amount of cones under them.

Injuries to the shed seed

It generally takes several weeks before the shed seed starts germinating. During that time the seed is exposed to injuries caused by both animate and inanimate agencies in its environment. To determine the practical significance of these injuries a series of experiments was carried out in experiment plots n:os 1, 5 and 9 (Table 2, pp. 30—31), of which n:o 5 was an extent of burnt area, (it had been burnt by a ground fire 23 years earlier). In each plot 20 patches of 1 sq. m were marked out and vegetation and humus were removed from them. Beside each of these mineral soil patches a patch of the same size was marked out, and this was left untouched. On each pair of patches 10 seeds were placed; their germination per cent. was 97. This experiment took place from 30. 4. to 31. 8. 1949. At the end of this period the remaining seeds were taken up and subjected to study. Minor experiments of the same kind were carried out in subsequent years.

In these experiments fatal seed injuries were most significant in mineral soil patches, where 8.2 % of the seeds were destroyed. In untouched ground vegetation the respective figure was 5.4 and in burned ground patches 2.7. The main cause for the loss in mineral patches was birds, but in other patches insects and fungi.

The spreading capacity of seed

There are a great many, partly conflicting reports on the spreading capacity of pine seed. Some authors state that the effective seeding distance can be several hundred metres — even uphill. Some put the limit as under 50 metres. Probably the different conditions in different regions are the cause of this contradiction. Therefore a special study on the average conditions of the research area was arranged. It was based on seedlings so as to ascertain practical results. It was found that the maximum seeding distance can be 70—100 metres, but the effective distance not more than 30—40 metres. (see tabulation on p. 25).

The young growth

Germination

It was desired to know whether there are any significant differences as to germination in tree stands of different density and on forest seed beds of different quality.

Seven tree stands, varying from 16 to 400 trees per hectare in density, were compared. As to seed beds, two types were subjected to study: mineral soil and untouched ground vegetation. In each case patches of 1 sq. m were used, as described before. Three hundred seeds were used per sq. m.

The seed started germinating one month after sowing, that is, at the beginning of June. A great number of seeds germinated within a few days, but after that only a few of the remaining seeds had germinated within each period of one week studied (see fig. 2). As to the germination of the natural seed, no clear climax was noticed; it germinated more evenly during the period of growth. This is probably explained by the fact that the natural seed sheds during a period of 3—4 months in the spring and early summer.

As to the different densities of the tree stands, no notable difference was observed in germination. In the ground vegetation germination took place a little more slowly than in the mineral soil patches.

The initial development of the young growth

The initial development of the young growth was studied in experiment plots 1—11 (Table 2, pp. 30—31), three of which were extents of burnt area. The main problems were how young seedlings thrive in different sites and in different densities of the tree stand. The seedlings were grown in patches, as previously stated. The weather conditions in the respective years are shown in Table 4 (p. 38).

As to the number of seedlings, the result was considerably poorer in the ground vegetation than in the mineral soil (Table 5, p. 40). On the other hand, the density of the tree stand did not have any influence, when the number of seeds was the same. But in the case of natural seeding the number of seedlings was higher in the dense tree stands (Table 6, p. 45).

As regards the growth of the seedlings, the root concurrence of the mother stand appeared to be heavy in dense stands, but insignificant in thin stands.

The significance of the heather, the slash and litter as regards the springing up of seedlings was studied by means of special experiments. Judging by the number of seedlings in an area from which the heather had been removed as against in an area growing heather, the heather mostly hampered regeneration (see p. 42). Covering the soil with slash appeared to increase the number and size of the seedlings.

The further development of the seedlings

From the study of the further development of the seedling material previously described it transpired that after 5 and 8 years of sowing the medium height of the seedlings grown in mineral patches in sparse stands was distinctly higher than that of the seedlings grown in dense stands (Table 7, p. 49).

In ground vegetation the growth of the seedlings was a little poorer than in mineral soil.

Injuries to young seedlings

Attention was paid both to the objects and the causes of injuries. The material comprises seedling samples taken mainly from experiment plots 1—8 (Table 2, pp. 30—31).

Intact ground vegetation appeared to be a grave mechanical hindrance, which prevented the development of a great many seedlings at the very outset (see p. 55). On mineral patches and burnt patches losses from these injuries were understandably a great deal lighter.

Losses caused by drought were heavier in the dense stands than in the thin stands and heavier in the ground vegetation than in the mineral soil. It was observed, however, that if the dense tree stand was even lightly thinned, the young seedlings withstood drought better because of less root concurrence than if no thinning had taken place for a long period of time.

Injuries caused by birds, insects and fungi were significant (see p. 58). Special attention was paid to a snail species (*Arion subfuscus* DRAP.), which caused notable damage.

The establishment of reproduction

In the following a young stand comprises trees between 0.1—1.3 m in height and those taller ones which clearly belong to the same tree level as the shorter ones. All these trees are here called seedlings.

As mentioned earlier, the seedlings were counted by means of the square method (30 patches of 1 sq. m to a sample plot of 50 × 50 m). This method has the advantage of providing information not only on the number of seedlings, but also on their territorial distribution, that is, their manner of grouping. By calculating the percentage of the squares in which no seedlings capable of development have been found, so called 0-squares, a figure is obtained, which characterises to some degree the evenness of the seedling stand. It still remained to be answered, however, whether the openings indicated by the 0-squares, appear fairly evenly distributed in the area or whether they are large and concentrated in some part of the sample plot. This was determined by using the field records, where the number of seedlings and 0-squares were marked.

To facilitate the comparison of different areas from the regeneration point of view, the material has been divided into three main groups. This has been done on the basis of the state of the ground vegetation. The grouping is as follows: 1. regularly thinned unburnt areas with a relatively intact ground vegetation, 2. unburnt areas where the ground vegetation and humus layer are mechanically broken, 3. burnt-over areas.

In regularly thinned unburnt areas the sample plots (Table 12, p. 84) comprise sites of *Calluna*, *Vaccinium* and *Myrtillus* type. The soil is sand and gravel in *Calluna* and *Vaccinium* type areas, as well as in several *Myrtillus* type areas; in a few cases it is moraine. The ground vegetation is generally intact and fully developed, corresponding to the descriptions of these forest types in their normal state and the respective modifications according to the state of the tree stand, as described by CAJANDER (1949).

The density of the stands, expressed by the number of trees per hectare, varies between 17 and about 600 (Table 12).

In these areas the number of seedlings per hectare is rather low as a rule (Table 8, p. 70). In the regeneration areas proper (density under 50 trees per hectare) the average number of seedlings over 0.1 m is in *Calluna* type areas 4 700 per hectare (variation range 4 000—5 000). In *Vaccinium* type areas the respective figures are 5 200 (3 300—8 600) per hectare.

It is worth noting that in fairly dense stands there are seedlings too, and in many cases several thousand per hectare (Table 12).

Several authors have previously referred to the significance of breaking the ground vegetation and humus layer for the natural regeneration of pine. In this study 28 such areas were included in the material. Data on these areas and their seedling stands are given in Table 9, p. 72. As can be seen, the average number of seedlings (taller than 0.1 m) in *Calluna* type areas is 14 000 per hectare (variation range 4 500—35 000) and in *Vaccinium* type areas 10 000 per hectare (variation range 3 500—20 900).

In burnt-over areas the seedling stands were generally dense too (Table 10, p. 75). In *Calluna* type areas more than 32 000 seedlings of 0.1 m high were counted per hectare on an average (variation range 6 100—74 500) and in *Vaccinium* type areas 39 700 per hectare (variation range 27 000—56 000).

According to the results obtained in this study, in Southern Finland pine can be successfully reproduced naturally on sandy and gravelly soils. Preparing the ground surface by breaking or burning considerably facilitates the establishment of reproduction.

Signs and abbreviations used in the tables:

△ = small quantity

— = lacking (according to examination = 0)

. = lacking, because not examined

h = sandy soil

s = gravelly soil

m = morainic soil