METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

39

HELSINKI 1952

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

39

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE
39

39. 1. Sarvas, Risto, Tutkimuksia puolukkatyypin kuusikoista 1—78
Summary in English: Investigations into the spruce stands of Vaccinium type ..... 79—82
39. 2. Ilvessalo, Yrjö, Metsikkölajien esiintyminen Suomen metsissä ..... 1—22
Summary in English: Occurrence of the different kinds of wood stands in the Finnish forests ..... 23—27
39. 3. —»— III valtakunnan metsien arvionti. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet ..... 1—58
Summary in English: Third national forest survey of Finland. Plan and instructions for field work ..... 59—67
39. 4. Viro, P. J., Nutrient status and fertility of forest soil. I. pine stands ..... 1—44
Selostus: Metsämaan ravinnesuhteet ja viljavuus. I. männiköt .. 45—47
39. 5. Heikinheimo, Olli, Kokemuksia visakoivun kasvatuksesta 1—23
Summary in English: Experiences in the growing of curly birch 24—26
39. 6. Lukkala, O. J., Kokemuksia Jaakkoinsuon koeojitusalueelta 1—50
Summary in English: Experiences from Jaakkoinsuo experimental drainage area ..... 51—53

TUTKIMUKSIA PUOLUKKATYYPIN KUUSIKOISTA

RISTO SARVAS

INVESTIGATIONS INTO THE SPRUCE STANDS OF VACCINIUM TYPE

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1951

Helsinki 1951. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat.

Tämä tutkimus on saanut alkunsa vuosina 1938—44, jolloin suoritin Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa tukkipuun harsintoja koskevaa tutkimusta. Puolukkatyypillä kasvavat kuusikot ovat näet useimmiten eräänlaisia kehityksen lopputuloksia siinä kuivien kankaiden kuusettumistapahtumassa, jota juuri tukkipuun harsinnat ovat voimakkaasti edistäneet. Jo aineiston keruun alkuvaiheissa kävi kuitenkin ilmi, että näiden kuusikoiden metsänhoidollisen tilan selvittäminen oli siksi laaja ja siinä määrin päätutkimuksesta erillinen kysymys, että se ansaitsi oman käsittelynsä. Osoittautui lisäksi, että eräiden ydinkysymysten selvittely edellytti erityisesti niitä silmällä pitäen tarkoin valittua tutkimusaineistoa. Tämän vuoksi ryhdyin muiden töiden lomassa keräämään aineiston täydennystä. Pääosan tästä työstä olen tehnyt kesinä 1944, 1945 ja 1950.

Työn kuluessa olen saanut apua monelta taholta. Esimiehelleni, professori Olli Heikinheimolle olen suuresti kiitollinen siitä myötätunnosta, jolla hän on työtäni koko ajan seurannut, monista arvokkaista neuvoista ja myös siitä, että olen saanut käyttää työaikaani tämän aluksi omana sivuharrastuksenani syntyneen työn valmistamiseen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet Suomen Akatemian jäsen, professori Yrjö Ilvessalo, professori V. T. Aaltonen, professori Viljo Kujala ja professori Erkki Laitakari, joille kaikille pyydän tässä lausua parhaat kiitokseni saamistani monista hyvistä neuvoista.

Aineiston täydentäminen, tarpeelliset laskutyöt ja tulosten painokuntoon saattaminen ovat vaatineet melkoisia kustannuksia. Kiitollisuudella mainitsen sen vuoksi, että olen saanut Suomen metsätieteelliseltä seuralta apurahan tätä työtä varten.

Helsingissä, heinäkuussa 1950.

Risto Sarvas.

Sisällys.

Sivu

Johdanto 5
Tutkimusaineisto 8
Aineiston keruu 8
Aineiston ensi käsittely 11
Puolukkatyypin kuusikot 17
Maa 17
Metsätyyppi 22
Metsätyypin määrittäminen koealametsiköissä 22
Kasvillisuuskuva puolukkatyypin kuusikoissa 30
Vertailu puolukkatyypin männikköön 36
Vertailu mustikkatyypin kuusikkoon 40
Puusto 44
Vapaana kehittyneet kuusikot 44
Latvusala ja runkoluku 44
Valtapituus 48
Rungon muoto ja laatu 50
Kuutiomäärä 55
Poisto 57
Kuutiokasvu 59
Tuotto 61
Välimetsänä kehittyneet kuusikot 64
Uudistuminen 66
Siementyminen 66
Taimet 67
Metsänhoidollisia sovellutuksia 70
Kirjallisuusluettelo 74
Summary in English 79

Taulukoissa käytettyjen merkkien selitys.

Δ = vähän,
— = tutkimusten mukaan = 0,
. = tulos puuttuu sen vuoksi, ettei ole tutkittu.

Johdanto.

Sen jälkeen kun tulen vaikutus metsiimme on kaskiviljelyksen loputtua ja kulojen alan pienennyttyä suuresti supistunut, on kuusen kasvuala jatkuvasti lisääntynyt. Tämä kuusen voittokulku ei ole rajoittunut vain ns. varsinaisiin kuusimaihin, so. mustikkatyyppiin ja sitä parempiin metsämaihin, vaan kuusi on tunkeutunut myös laihemmille kasvupaikoille, varsinkin puolukkatyypille.

Tämä käy kouraantuntuvasti ilmi esim. valtakunnan metsien arviointien tuloksista, kun verrataan toisiinsa sellaisia alueita, joissa kaskiviljelyksen aikakaudesta on kulunut pisin, ja sellaisia, joissa siitä on kulunut lyhyin aika. Tällaiseen vertailuun soveltuvat esim. maamme lounainen rannikkoalue ja Saimaan alueen eteläosa. Edellisessä, jossa kaskiviljelyksestä on luovuttu jo useita satoja vuosia sitten, on toisen arvioinnin mukaan (Ilvessalo 1942, taulukko 23 s. 278) kuusivaltaisia metsiä 41.4 % kasvullisen metsämaan pinta-alasta ja jälkimmäisessä, jossa kaskiviljelys oli vielä viime vuosisadallakin varsin yleistä, 16.9 %. Ero on siis erittäin selvä. Näin siitäkin huolimatta, että edellisessä alueessa on varsinaisia kuusimaita (mustikkatyyppiä ja sitä parempia) vähemmän kuin jälkimmäisessä. Tähän metsiemme kuusettumiseen onkin kirjallisuudessa kiinnitetty runsaasti huomiota ja sitä on selvitetty erilaisilla tutkimuksilla monipuolisesti (esim. Blomqvist 1883, s. 99—100, Pöntynen 1929, s. 95 ja s. 102, Aaltonen 1936).

Valtakunnan metsien arvioinnit antavat luotettavimman selvityksen myös siitä, miten laajalti kuusi tähän mennessä on vallannut puolukkatyyppiä. Ensimmäisen arvioinnin mukaan (Ilvessalo 1927, taulukko 51 s. 56) Suomen eteläpuoliskossa oli kuusivaltaisten metsien hallussa 10.4 % puolukkatyypin alasta, toisen arvioinnin mukaan (Ilvessalo 1942, taulukko 25 s. 281) vastaava luku oli 11.1 %. Kuusen sekaisia, muiden puulajien vallitsemia metsiköitä tavataan lisäksi puolukkatyypillä huomattavan laajalti. Ensimmäisen arvioinnin mukaan (taulukko 56 s. 66) mäntyvaltaisia kuusen sekaisia metsiköitä oli 15.9 % puolukkatyypin alasta ja koivuvaltaisia 1.7 %, yhteensä siis 17.6 %. Toisessa arvioinnissa ei vastaavaa erittelyä ole tehty. Kuitenkin kuusen merkitys puolukkatyypillä on arvioitava vielä näidenkin lukujen osoittamaa suuremmaksi, koska erilaiset kuusen muodostamat alikasvokset eivät sisälly niihin. Toisen arvioinnin tuloksista saadaan tietoja näistäkin.

Taulukosta 26 s. 282 nähdään, että jo tiheysasteeltaan vähintään 0.5 täyttäviä kuusialikasvoksia on tavattu Etelä-Suomen »mäntymailla», jotka tässä käytännöllisesti katsoen voidaan rinnastaa puolukkatyyppiin, 1.9 % »mäntymaiden» pinta-alasta.

Kanervatyypin metsissä kuusta sitä vastoin tavataan paljon niukemmin. Esim. valtakunnan metsien ensimmäisen arvioinnin mukaan (taulukko 56 s. 66) puhtaita kuusikoita on Suomen eteläpuoliskossa vain 0.2 % tämän tyypin kokonaisalasta, kuusivaltaisia metsiä 0.8 % ja muiden puulajien vallitsemia kuusen sekaisia metsiköitä 5.0 %. Ilmeistä on siis, että Etelä-Suomen ilmastossa kuusen leviäminen kanervatyypin kankaille on hyvin hidasta, eikä sillä sen vuoksi ole sanottavaa käytännöllistä merkitystä.

Kaiken kaikkiaan voidaan sanoa, että kuusi on saanut vankan jalansijan jo noin kolmanneksella puolukkatyypin metsämaista, mutta sitä vastoin vain verrattain harvoin levinnyt kanervatyypille. Puolukkatyyppi muodostaa ilmeisestikin laajan vaihettumisvyöhykkeen sitä parempien, varsinaisten kuusimaiden, ja sitä laihempien, »absoluuttisten» mäntymaiden välille. Lisäksi viittaavat monet maastossa tehdyt huomiot siihen, että kuusen ala niistä vastatoimenpiteistä huolimatta, joihin metsänhoidon merkeissä on melkoisessa mitassa ryhdytty, on jatkuvasti lisääntymässä.[1])

Toisaalta on sanottava, että puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden ja kuusen sekaisten metsiköiden metsänhoidollisen tilan arviointi on näiden metsiköiden suuresta taloudellisesta merkityksestä huolimatta jatkuvasti jäänyt epäselväksi. Niinpä esim. Ilvessalon (1920 b) kasvu- ja tuottotauluissa on männyn ja koivun kasvusuhteet selvitetty kaikki ne metsätyypit huomioon ottaen, joilla näitä puulajeja tavataan käytännöllisesti merkittävässä laajuudessa, vain puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden kohdalle jää merkittävä aukko.

Valtakunnan metsien arviointien tuloksista tosin saadaan arvokkaita puolukkatyypin kuusikoita koskevia tietoja, jotka oikeuttanevat melko pitkällekin meneviin johtopäätöksiin. Ydinkysymys, metsänhoidollisesti käsiteltyjen puolukkatyypin kuusikoiden tuotto, jää kuitenkin epäselväksi, koska arviointitulokset yhdistävät metsänhoidollisen tilansa puolesta varsin erilaisia metsiköitä. Näiden tulosten ja käytännön kokemusten varassa on puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden käsittelytavat kuitenkin ensi sijassa kehitelty.

[1]) Syynä siihen, ettei tämä näy yhtä selvästi valtakunnan metsien arviointituloksia toisiinsa verrattaessa, voi olla se, että lähinnä metsätyyppien arviointiperusteiden muuttumisen johdosta jälkimmäisessä arvioinnissa siirtyi Suomen eteläpuoliskoa koskevissa tuloksissa n. 30 % edellisen arvioinnin puolukkatyypistä mustikkatyyppiin. Tämä mustikkatyyppiin siirtynyt ala on ilmeisestikin ollut keskinkertaista parempaa tai ainakin keskinkertaista puolukkatyyppiä — siis juuri helpoimmin kuusettuvaa ja kuusettunutta puolukkatyyppiä.

Käytännöllisessä metsätaloudessa kaivataan ennen muuta vastausta kysymykseen, kannattaako vai ei kuusta kasvattaa puolukkatyypillä. Tässä yhteydessä on syytä pitää mielessä, että luonnon oma kehitys puolukkatyypillä käy yhä enenevää kuusettumista kohti, ja että sen vuoksi niitä toimenpiteitä, joilla kuusettumista pyritään rajoittamaan, on pidettävä taisteluna luontaista kehityksen kulkua vastaan. Tällainenkin taistelu voi metsätaloudessa tietysti olla täysin paikallaan, mutta se merkitsee huomattavasti suurempia kustannuksia kuin päinvastainen, luontaista kehitystä noudattava toiminta ja lisäksi vain harvoin johtaa pysyviin tuloksiin. Tämän vuoksi voidaan kohtuudella vaatia, että tuollainen luonnon kehitystä vastustava taistelu on vakuuttavasti perusteltava, ennen kuin siihen käytännössä käydään käsiksi.

Käytännöllisluonteisten selvittelyjen lisäksi puolukkatyypillä kasvavat kuusikot tarjoavat moninaista puhtaammin teoreettistakin mielenkiintoa. Metsiemme kuusettumisilmiö kokonaisuudessaan on vielä monessa suhteessa problemaattinen. Voidaan odottaa, että juuri puolukkatyypin kuusikoiden, eräänlaisen äärimmäistapauksen, tutkiminen tuo lisävalaistusta tähän kysymykseen. Tähän liittyy läheisesti myös kysymys kuusettumisen ja pintakasvillisuuden suhteesta. Mitä muutoksia kuusi saa aikaan puolukkatyypin pintakasvillisuudessa työntyessään männyn tilalle? Lisäksi puolukkatyypin kuusikoiden tutkiminen täydentää tietojamme itse kuusestakin, varsinkin sen ekologiasta.

Pääkohdat edellä sanotusta toistaen ja samalla järjestystä itse tutkimustyön kannalta sopivammaksi muuttaen voidaan käsillä olevassa tutkimuksessa selviteltäväksi otetut kysymykset ryhmittää seuraavasti:

1. Mitä muutoksia puolukkatyypin pintakasvillisuudessa tapahtuu, kun männikkö muuttuu kuusikoksi?
2. Millainen on metsänhoidollisesti käsitellyn kuusikon tuotto puolukkatyypillä?

Näiden kysymysten selvittelyssä on turvauduttu meikäläisessä metsätieteessä vastaavanlaisissa tutkimuksissa yleisesti käytettyyn vertailevaan tutkimusmenetelmään.

Tutkimusaineisto.

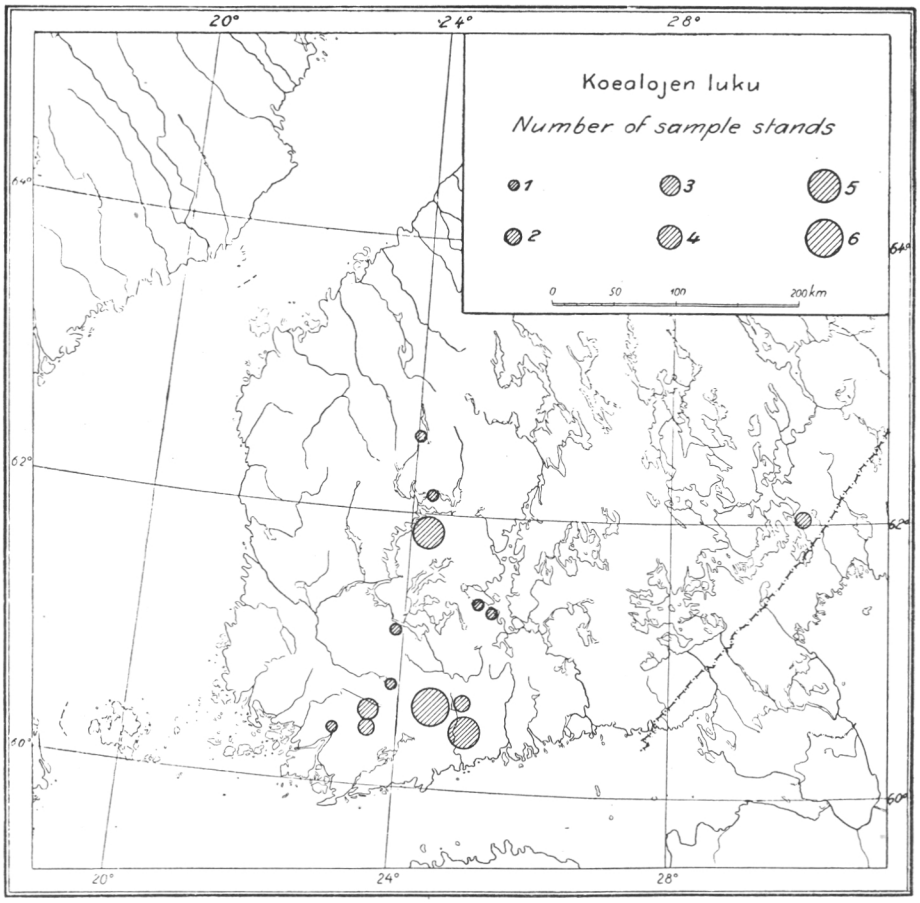
Aineiston keruu.

Vaikkakin kuusta tavataan yleisesti puolukkatyypin metsämailla, niin puhtaat kuusikot ovat kuitenkin harvinaisia. Ja vieläkin harvinaisempia ovat sellaiset kuusikot, jotka alusta pitäen tai edes taimistokaudesta lähtien olisivat kasvaneet vapaina. Useimmissa tapauksissa puolukkatyypillä kasvavat kuusikot ovat näet aluksi kehittyneet vuosikymmeniä alikasvoksen luonteisina. Kun käsillä olevaa tutkimusta varten etsittiin erityisesti vapaina kasvaneita kuusikoita, on ymmärrettävää, että sopivien metsiköiden löytäminen tuotti paljon vaikeuksia. Useimmat koealametsiköt löytyivät alueilta, joilla aikaisemmin oli suoritettu laajoja, voimakkaita tukkipuun määrämittahakkuita.

Mitattujen koealojen paikat näkyvät kuvasta 1 sekä myös taulukosta 1 s. 14. Nähdään, että kahta poikkeusta lukuun ottamatta kaikki koealat on otettu Etelä-Suomen länsipuoliskosta. Tämä ei johdu siitä, että sopivien tutkimuskohtien etsiskely olisi keskittynyt erityisesti tähän osaan maatamme. Päin vastoin voidaan sanoa, että myös Itä-Suomea on paikka paikoin melko tarkkaankin haravoitu, mutta laihoin tuloksin. Itä-Suomessakin tosin tavataan kuusta paikoin runsaastikin puolukkatyypillä. Esim. Karjalan rikeiköt, jotka suureksi osaksi kasvavat juuri puolukkatyypillä (P ö n t y n e n 1929, s. 95), ovat suorastaan kuuluisiakin, mutta useimmissa tapauksissa hakkuutoiminta on vielä niin nuorta, että näissä metsiköissä on ylispuun luonteista mäntyä sekapuuna runsaasti jäljellä.

Tutkimusalueen laajuudesta huolimatta sitä voitaneen metsien kasvusuhteiden puolesta pitää kutakuinkin yhtenäisenä (vrt. esim. I l v e s s a l o 1920 a, L ö n n r o t h 1925, K u j a l a 1936 ja A a l t o n e n 1941 a), varsinkin kun pohjoisin, Ähtäristä mitattu koeala n:o 21.3 voidaan tässä jättää huomioon ottamatta, koska se ei sisälly puuston kehitystä koskeviin laskelmiin.

Koealoja on mitattu kaikkiaan 32. Niistä on 17 varsinaisista yksityismetsistä, 10 valtion ja 5 yhtiöiden omistamista metsistä. Varsinaisten koealojen lisäksi on muutakin erilaista havaintoaineistoa kerätty runsaasti. Varsinkin monet syystä tai toisesta koealametsiköiksi sopimatto-



Kuva 1. Koealojen sijainti.
Figure 1. Location of sample plots.

mat, useimmissa tapauksissa liian pienet puolukkatyypillä kasvavat kuusikot ovat tarjonneet tähän tilaisuuden.

Koealoja maastoon sijoitettaessa pidettiin tiukasti kiinni metsätyypille ja puustolle ennakolta asetetuista vaatimuksista. Moni ensi näkemältä lupaavan näköinen metsikkö jouduttiin yksityiskohtaisen tarkastuksen jälkeen hylkäämään.

Metsätyypiltä vaadittiin, että se oli yhtenäistä riittävän laajalla alalla, niin että 0.25 ha:n suuruinen koeala vaippoineen (n. 10 m) voitiin siihen sijoittaa. Vähäistäkään soistumista tai liiallista kivisyyttä (louhikkoon vivahtavaa) ei hyväksytty. Metsätyypin puolesta voitaneenkin koealojen sijoittamisen katsoa onnistuneen tyydyttävästi. Puuston suhteen sitä vastoin jouduttiin tinkimään enemmän. Sekapuiden määrä nousee eräissä metsiköissä, kuten taulukosta 1 s. 14 näkyy, melko suu-

reksi, ja varsinkaan nuorissa kuusikoissa ei voitu välttää epätasaisuutta metsikkömuodossakaan. Useimmissa tapauksissa puustoa oli aikaisemmin käsitelty alaharvennuksen luonteisilla lievillä hakkuilla. Voimakkaasti hakatuista metsiköistä ei koealoja otettu. Sitä vastoin aineistoon sisältyy muutamia nuoria kuusikkoja, joissa ei vielä ollut suoritettu minkäänlaisia hakkuita.

Koealat rajoitettiin neliön tai suorakaiteen muotoisiksi ja yleensä 0.25 ha:n suuruisiksi. Pienempiä koealoja ei otettu kuin 3. Kun koealojen mittaus aloitettiin toisen, laajemman työn yhteydessä (Sarvas 1944), muodostuivat mittaustavatkin monessa suhteessa samantapaisiksi. Tässä viitataankin mainittuun tutkimukseen ja rajoitutaan vain työmenetelmien pääpiirteiden esittämiseen.

Kaikki puut (vähintään 1.3 m:n pituiset) luettiin ja mitattiin rinnankorkeudelta tasaavaa kaulainta käyttäen. Samalla luokiteltiin tukkipuut, joilla tässä tarkoitetaan rinnankorkeudelta vähintään 20 cm:n paksuisia puita, laatuluokkiin.

Hakkuumäärien ja luontaisen poiston selvittämiseksi luettiin ja mitattiin myös kaikki ehjät kannot sekä eriteltiin ne hakkuuvuosien mukaan. Luontainen poisto yhdistettiin siihen hakkuuseen, johon se lähinnä näytti liittyvän.

Puuston ominaisuuksien yksityiskohtaista selvittelyä varten kaadettiin ja mitattiin kultakin koealalta 15—20 koepuuta, jotka puiden lukulomaketta apuna käyttäen valittiin niin, että ne mahdollisimman hyvin edustivat metsikköä. Koepuista mitattiin läpimitta 1.3 m:n ja 6.0 m:n korkeudelta, kuoren paksuus samoilta kohdin, pituus kantoleikkauksesta latvan huippuun ja viime 5:n ja 10 vuoden pituuskasvu. Sädekasvun ja iän selvittämiseksi kairattiin rungosta 1.3 m:n korkeudelta ja tyvestä lastu tai sahattiin kiekko ja talletettiin myöhemmin sisätöissä käsiteltäväksi. Rungon teknillinen laatu arvioitiin ja viat merkittiin muistiin.

Valtapuiden kasvusuhteiden tarkempaa selvittelyä varten kaadettiin kullakin koealalla lisäksi valtapuita edustava koepuu, josta tehtiin täydellinen runkoanalyysi. Tämä koepuu valittiin hehtaaria kohden 100:n paksuimman puun keskipuuna puuston keskiläpimittaa ja keskipituutta kriteerinä käyttäen.

Pintakasvillisuudesta laadittiin kuvaus ruutumenetelmällä (vrt. Sarvas 1948 a). Kullakin koealalla tutkittiin 10—20 kpl. 1 m^2:n suuruisia ruutuja, jotka asetettiin tasaisin välimatkoin koealan lävistäjille. Jokaisessa ruudussa arvioitiin siinä olevien kasvilajien peittävyys 1—100 käsittävän asteikon mukaan. Samalla luettiin puiden taimet. Putkilokasvit nimitettiin Hiitosen (1933), sammalet Brotherusken (1923) ja jäkälät Magnussonin (1929) mukaan. Myöhemmin sisä-

töissä laskettiin kullekin kasvilajille kaksi tunnusta: keskimääräinen peittävyys ja frekvenssi. Edellinen ilmaisee kyseessä olevan kasvilajin eri ruuduissa saamien peittävyyslukujen keskiarvon ja jälkimmäinen, monessako ruudussa kymmenestä sitä on tavattu. Frekvenssi täydentää peittävyyslukua kuvaamalla kasvien ryhmittymistapaa.

Maan ominaisuuksien kuvaamiseksi kaivettiin kullakin koealalla eri puolilla koealaa 4 puolen metrin syvyistä kuoppaa, joiden perusteella arvioitiin maalaji ja kivisyys. Niistä käsin mitattiin lisäksi humuksen ja A-horisontin paksuus ja tehtiin havaintoja B-horisontista. Niistä otettiin myös maanäytteitä myöhemmin laboratoriossa käsiteltäväksi. Maan kerroksellisuuden tarkempaa selvittämistä varten kaivettiin useilla koealoilla niiden keskustaan 1.5 m:n syvyinen kuoppa, josta tehtiin samat havainnot ja mittaukset kuin edellä mainituista 4 kuopasta, mutta maanäytteitä otettiin kivennäismaan pinnasta lukien joka 20 cm:n päästä.

A- ja B-horisontteja koskevat mittaukset osoittautuivat kuitenkin myöhemmin siinä määrin puutteellisiksi, että niitä ei ole voitu käyttää hyväksi.

Aineiston ensi käsittely.

Maastotöissä kerätyn aineiston käsittely aloitettiin laskemalla koealametsiköiden puuston kuutiomäärä ja sen kasvu sekä piirtämällä valtapuiden runkoanalyysit. Kuutiomäärä- ja kasvulaskelmat suoritettiin Ilvessalon (1939, s. 24—32, 1948) yksityiskohtaisesti esittämällä tavalla, johon tässä viitataan. Näihin kuten eräisiin muihinkin laskelmiin palataan vielä tuonnempana asianomaisessa yhteydessä.

Vaikein ja samalla käsillä olevan tutkimuksen kannalta merkittävin tehtävä työn tässä vaiheessa oli aineiston jakaminen biologisesti yhtenäisiin ryhmiin ja eri koealojen järjestäminen näiden ryhmien puitteissa kehityssarjoiksi.

Tätä ryhmittelyä silmällä pitäen selvitettiin ensiksi kunkin koealametsikön aikaisempi kehitys mahdollisimman tarkoin käyttämällä hyväksi niitä tietoja, joita saatiin kantojen luvun avulla hakkuista ja valtapuiden runkoanalyysien avulla puiden kasvusuhteista sekä maastotöiden kuluessa talletetuista koepuiden tyvikiekoista. Tässä selvittelyssä kävi ilmi, että muutamat koealametsiköt olivat alusta pitäen kasvaneet vapaina, suurin osa oli lyhyemmän tai pitemmän aikaa nuoruudessaan kitunut alikasvoksena, ja osa oli ennättänyt kehittyä jopa välimetsän luonteiseksi ennen lopullista vapautumistaan. Alikasvoksella tarkoitetaan tällöin päämetsikön alla kasvavaa, enintään parin metrin pituista puukerrosta ja välimetsällä samoin päämetsikön alla kasvavaa, mutta suurempaa, ei kuitenkaan päämetsikön latvuskerrokseen sekoittuvaa puukerrosta.

Koealametsiköiden aikaisempaa kehitystä selviteltäessä osoittautui edelleen, että nuoruudessaan alikasvoksena kituneiden kuusikoiden kehitys oli vapautuksen jälkeen muodostunut suuressa määrässä yhdenmukaiseksi kuin samanpituisten, alusta lähtien vapaana kasvaneiden kuusikoiden. Välimetsänä kehittyneet eivät sitä vastoin vapautumisen jälkeen olleet pystyneet samassa määrässä toipumaan, vaan olivat jääneet pysyvästi kitukasvuisemmiksi. Itse asiassa onkin ilmeistä, että mitä kookkaammaksi päämetsikön alla kituva puu kehittyy, sitä suuremmaksi muodostuu epäsuhta latvuksen koon ja tuuheuden sekä puun pituuden ja juuriston rakenteen välillä vapaana kehittyneeseen puuhun verrattuna. Pieni, ei vielä parinkaan metrin mittainen kuusi muovautuu päämetsiköstä vapauduttuaan verrattain helposti ulkonaisestikin alusta asti vapaana kehittyneen kuusen muotoiseksi, mutta suuremmassa puussa mukautuminen uusiin olosuhteisiin on vaikeampaa ja tapahtuu hitaammin, mikäli se ylipäänsä lainkaan on enää mahdollista.

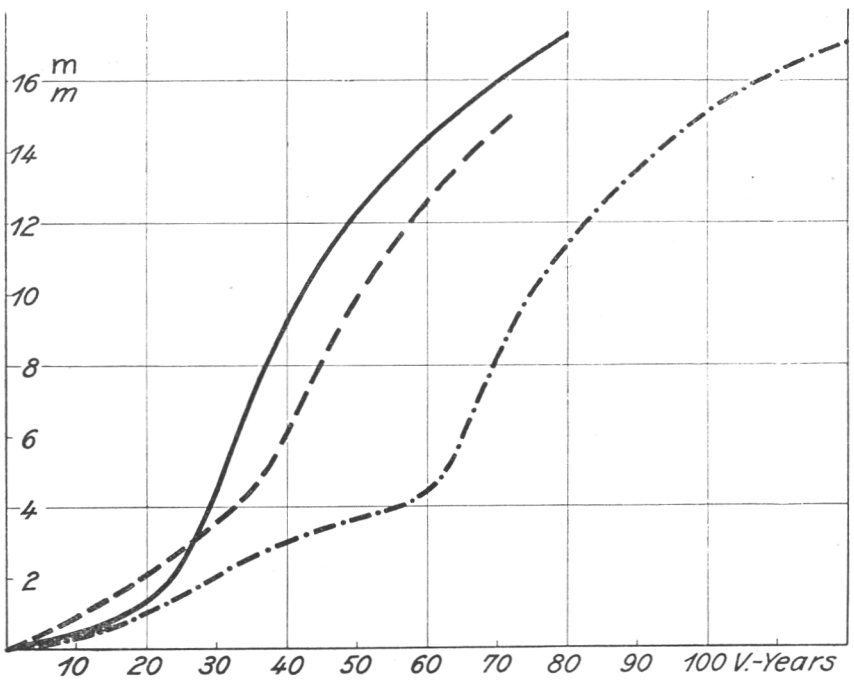
Tuloksena edellä selostetuista selvittelyistä ja toteamuksista koealaaineisto jaettiin kahteen pääryhmään: 1. alusta asti vapaana tai ennen vapautumista alikasvoksena kasvaneet kuusikot, joita seuraavassa yhteisesti lyhyyden vuoksi nimitetään vapaana kasvaneiksi kuusikoiksi, ja 2. ennen vapautumista välimetsän luonteisina kasvaneet kuusikot. — Pintakasvillisuutta ja eräitä muitakin kysymyksiä käsiteltäessä nämä molemmat ryhmät on voitu liittää yhteiseen käsittelyyn, mutta puuston kehitystä on tarkasteltava erikseen, ja tällöin tietenkin edellinen ryhmä tarjoaa ensisijaista mielenkiintoa.

Sekä ulkomaisessa että meikäläisessä metsätieteessä on puuston kehitystä usein selvitelty siten, että tutkittavana olevasta metsälaadusta on otettu koealoja eri kehityskausia kuvaavista metsiköistä, nämä on sitten iän mukaan järjestetty kehityssarjaksi ja oletettu, että kunkin metsikön kehitys tapahtuu tämän sarjan viittomalla tavalla (esim. Ilvessalo 1920 a, Lönnroth 1925, Lappi-Seppälä 1930, Miettinen 1932, Erkki K. Cajander 1933). Tällaisen menettelyn perusedellytyksenä on, että koealametsiköt todella kuuluvat samaan kehityssarjaan. Näin ei ole asian laita esim. silloin, kun osa on alusta pitäen kasvanut vapaana ja osa kitunut lyhyemmän tai pitemmän aikaa alikasvoksena päämetsän alla. Mikäli tällaisessakin tapauksessa halutaan koealametsiköistä muodostaa kehityssarja, mikä tosin täysin kiistattomasti ei liene lainkaan mahdollista, niin on alikasvoksena kituneille joka tapauksessa ikään nähden annettava hyvitystä, jonka suuruus riippuu kitumiskauden pituudesta[1]). On siis pakko turvautua jonkinlaiseen

[1]) Itse asiassa olisi ehkä biologisesti oikeampaa lähteä alikasvoksena kituneista puustoista ja muuntaa jollakin sopivalla tavalla vapaana kehittyneet niitä vastaaviksi, koska luontaisesti syntyneissä kuusikoissa alikasvosastetta yleensä on pidettävä normaaliin kehityskulkuun kuuluvana, ja alusta asti vapaana kehittyneet kuusikot ovat ainakin puolukkatyypillä harvinaisuuksia. Metodisista syistä on käsillä olevassa tutkimuksessa kuitenkin tehty päin vastoin.

taloudelliseen ikään. Taloudellisella iällä tarkoitetaan tässä, kuten yleensäkin (vrt. esim. Ilvessalo 1942, s. 16), sitä ikää, mikä asianomaisella aikaisemmin syystä tai toisesta kituneella metsiköllä olisi, jos se normaalisti olisi saanut kehittyä nykyisen kaltaiseksi sellaisissa olosuhteissa kuin se nyt on. Harkittavaksi jää, mikä tai mitkä metsikön mittasuhteet parhaiten soveltuvat vertailuperusteeksi.

Puuston valtapituus näyttäisi tässä suhteessa tarjoavan tiettyjä etuja. Metsikön kehittyessä valtapituus muuttuu kouraantuntuvammin kuin muut mittasuhteet ja soveltuu sen vuoksi hyvin kehitystilan eli sitä kuvaavan taloudellisen iän kriteeriksi. Valtapituus on lisäksi verrattain helposti ja nopeasti mitattavissa. Sitä on myös vanhastaan totuttu pitämään suhteellisen vähän riippuvana puuston käsittelytavoista. Milloin käsillä olevassa tutkimuksessa on jouduttu soveltamaan taloudellisen iän käsitettä, se onkin tästä syystä määritetty juuri puuston valtapituutta apuna käyttäen. Sitä ennen on kuitenkin ollut tarpeellista saada selvyys vapaana kasvaneen puolukkatyypin kuusikon valtapituuden kehityksestä. Tämä tapahtui siten, että aineistosta valittiin alusta pitäen vapaina kehittyneitä kuusikoita edustavat koealat, piirrettiin kullekin valtapuun runkoanalyysin avulla valtapituuden kehitystä kuvaava käyrä, yhdistettiin nämä käyrät samalle paperille ja valittiin niistä se, joka parhaiten



Kuva 2. Esimerkkejä taloudellisen iän määrittämisestä.
Figure 2. Instances of estimation of economic age.

vastasi keskimäärää. Nimitettäköön sitä tässä keskimääräkäyräksi. Taloudellisen iän laskeminen aikaisemmin alikasvoksena kituneille koealametsiköille tapahtui tämän jälkeen siten, että myös kullekin niistä piirrettiin valtapituuden kehitystä osoittava käyrä. Peilipöytää apuna käyttäen asetettiin kukin viimeksi mainituista sitten keskimääräkäyrän päälle niin, että vaaka-akselit yhtyivät ja käyrien loppuosat liittyivät

Taulukko 1. Mittaustulok-

Table 1. Results of measure-

Koealan n:o *Sample plot No.*	Tutkimus-aika *Date*	Kunta *Commune*	Päämetsän latvusala *Canopy cover of principal stand*	Puulajisuhteet % puuston kuutiomäärästä *Proportional distribution of tree species, % of growing stock*			Puuston kuutiomäärä kuorineen, m³/ha *Growing stock with bark, cu.m/ha*	Vuotuinen juokseva kasvu, m³/ha *Annual current growth, cu. m/ha*
				Mänty *Pinus silvestris*	Kuusi *Picea excelsa*	Koivu *Betula spp.*		
				Vapaana kehittyneet kuusikot —				
245	20.11.44	Tuusula	0.5	3	96	1	9	1.1
246	22.11.44	Ruovesi	0.4	13	87	*A*	32	1.4
248	4. 5.45	»	0.6	17	78	5	23	0.9
28	23. 7.38	Akaa	·	16	78	6	23	2.2
242	6.11.44	Ruovesi	0.4	13	87	*A*	38	1.6
249	5. 5.45	»	0.6	2	90	8	70	3.2
188	3. 7.40	Tuusula	0.5	31	65	4	51	2.7
247	23.11.44	Ruovesi	0.6	10	90	*A*	56	2.7
240	19. 5.44	Hyvinkään kaupp.	0.7	2	94	4	74	3.9
256	29. 5.45	Hyvinkää	0.5	3	95	2	88	3.3
16	—. 9.40	Padasjoki	·	*A*	100	*A*	84	4.9
258	16. 8.45	Tuusula	0.7	8	89	3	94	2.9
1	12.10.45	Vilppula	0.7	*A*	100	—	118	3.0
251	1. 7.45	Loppi	0.8	3	97	*A*	160	4.8
252	18. 5.45	»	0.8	8	91	1	130	3.5
255	26. 5.45	»	0.7	13	71	16	160	4.9
I	14. 5.44	Tuusula	0.8	10	90	*A*	155	4.5
239	18. 5.44	»	0.6	10	90	—	193	4.5
250	16. 5.45	Loppi	0.5	3	94	2	165	3.7
244	17.11.44	Kitee	0.4	7	90	3	177	4.5
257	14. 6.45	Tammela	0.6	10	86	4	268	4.0
253	24. 5.45	Loppi	0.7	2	91	7	216	3.0
181	9.10.39	Padasjoki	.	4	96	—	234	3.9
254	24. 5.45	Loppi	0.8	1	99	—	245	3.3
				Välimetsänä kehittyneet kuusikot —				
191	9. 7.40	Somerniemi	·	—	100	—	74	2.9
70	20. 9.38	Kiikala	·	18	81	1	88	4.8
21.3	12. 7.45	Ähtäri	0.5	—	90	10	87	1.4
196	15. 7.40	Somerniemi	0.8	—	94	6	117	3.4
71	21. 9.38	Kiikala	·	6	94	*A*	112	3.1
170	23. 9.39	Kitee	·	13	87	*A*	113	3.3
193	11. 7.40	Somerniemi	0.8	1	97	2	91	2.9
78	30. 9.38	Halikko	·	25	75	—	72	2.3

mahdollisimman läheisesti toisiinsa. Tällöin voitiin taloudellinen ikä lukea suoraan keskimääräkäyrän vaaka-akselilta. Kuvassa 2 nähdään esimerkkejä tällaisesta taloudellisen iän laskemistavasta. Keskimääräkäyrä (valtapuu koealalta I) on siinä piirretty yhtenäisellä viivalla ja parin aikaisemmin alikasvoksena kituneen koealametsikön (koealat 258 ja 253) valtapituuden kehitys katkoviivoilla. Kun viimeksi mainittuja

sia koealametsiköistä.

ments in sample stands.

Valtapuut *Dominant trees*			Hakkuut viime 15 vuoden kuluessa *Cuttings in the course of the last 15 years*										Koealan n:o *Sample plot No.*
					Hakkuumäärästä, % *% of total cut*					Hakkuumäärästä, % *% of total cut*			
Taloudellinen ikä, v. *Economic age, years*	Biologinen ikä, v. *Biological age, years*	Korkeus, m *Height, m*	Hakkuuaika *Year of cutting*	Hakkuumäärä, m³/ha *Cut, cu.m/ha*	Mänty *Pinus silvestris*	Kuusi *Picea excelsa*	Koivu *Betula spp.*	Hakkuuaika *Year of cutting*	Hakkuumäärä, m³/ha *Cut, cu.m/ha*	Mänty *Pinus silvestris*	Kuusi *Picea excelsa*	Koivu *Betula spp.*	
Free-grown spruce stands													
19	19	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	245
40	67	9	1934	8	—	100	—	—	—	—	—	—	246
43	83	10	1934	8	—	100	—	—	—	—	—	—	248
44	44	10	1930	31	15	85	—	—	—	—	—	—	28
45	63	10	1934	10	—	100	—	—	—	—	—	—	242
50	80	13	1934	7	—	100	—	—	—	—	—	—	249
52	54	11	1935	15	34	60	6	1932	45	31	69	—	188
52	73	12	1934	3	—	100	—	—	—	—	—	—	247
55	55	13	1935	57	81	19	*A*	—	—	—	—	—	240
55	55	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	256
56	56	13	1929	*A*	—	100	—	1924	1	—	100	—	16
60	67	14	1942	7	—	55	45	—	—	—	—	—	258
65	127	16	1943	2	—	100	—	—	—	—	—	—	1
67	70	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	251
70	71	16	1935	10	—	100	—	—	—	—	—	—	252
77	77	19	1943	15	—	100	—	—	—	—	—	—	255
79	79	19	1930	47	—	100	—	—	—	—	—	—	I
79	79	19	1930	46	9	91	—	—	—	—	—	—	239
80	80	19	1930	6	40	50	—	—	—	—	—	—	250
90	90	20	1930	58	71	29	—	—	—	—	—	—	244
95	98	20	1939	8	20	80	—	—	—	—	—	—	257
95	127	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	253
97	97	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	181
117	117	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	254
Spruce stands developed from intermediate stands													
50	85	12	1930	4	36	64	—	—	—	—	—	—	191
57	57	14	1927	96	91	9	—	—	—	—	—	—	70
61	120	15	1937	55	—	96	4	—	—	—	—	—	21.3
65	78	16	1936	3	—	100	—	—	—	—	—	—	196
65	115	16	1927	68	49	23	28	—	—	—	—	—	71
70	75	17	1930	23	72	28	—	—	—	—	—	—	170
70	90	17	1927	22	—	100	—	—	—	—	—	—	193
75	87	18	1930	68	52	48	—	—	—	—	—	—	78

siirretään yhdensuuntaisesti vaaka-akselin kanssa kylliksi vasempaan (edellistä 7 v. ja jälkimmäistä 32 v.), yhtyvät niiden loppuosat keskimääräkäyrään ja vaaka-akselilta saadaan edelliselle taloudelliseksi iäksi 60 v. ja jälkimmäiselle 95 v.

Taloudellisen iän käyttökelpoisuutta tarkistettiin vielä seuraavasti. Keskimääräkäyrän perusteella piirrettiin vapaana kasvaneen valtapuun pituuskasvua kuvaava käyrä ja suoraan maastossa mitattujen koepuiden pituuskasvua osoittavien lukujen avulla laskettiin kullekin koealametsikölle valtapituuden kasvu. Kun viimeksi mainittuja verrattiin ensiksi mainittuun, niin riuku- ja tukkimetsissä yhtäpitävyys oli hyvä, mutta nuoremmissa metsiköissä huonompi. Tämä johtunee siitä, että viimeksi mainitut olivat vasta suhteellisen vähän aikaa sitten vapautuneet eivätkä sen vuoksi vielä olleet täysin toipuneet. Tulosta voitiin kuitenkin niidenkin kohdalla pitää välttävänä. Näin suoritettu vertailu osoitti siis, että aikaisemmin alikasvoksena kasvaneiden kuusikoiden elinvoimaisuus, ainakin mikäli elinvoimaisuuden mittana käytetään valtapuiden pituuskasvua, todella on saman kaltainen kuin taloudellisen iän mukaan yhdenikäisen, alusta pitäen vapaana kehittyneen kuusikon.

Tämän jälkeen voitiinkin koealat sijoittaa taloudellisen iän mukaan lopulliseen järjestykseensä. Taulukosta 1 nähdään tämä järjestys sekä eräitä tärkeimpiä koealojen mittaustuloksia, joihin palataan tuonnempana.

Koealametsiköille on niiden ulkonäön perusteella arvioitu myös luontainen kehityskausi (vrt. S a r v a s 1940). Vapaana (ja alikasvoksena) kehittyneistä metsiköistä on taimistovaiheessa olevia metsiköitä vain yksi, tiheikköjä 8, riukumetsiä 10 ja tukkimetsiä 5; välimetsänä kehittyneet metsiköt ovat pääasiassa riukumetsiä. — Kuten odottaa sopiikin, on siis metsikön pisin kehityskausi, riukukausi, aineistossa runsaslukuisimmin edustettuna. Muutenkin koealametsiköitä sattuu melko tasaisesti kaikille kehityskausille. Vanhoja tukkimetsiä tosin olisi kernaasti saanut olla enemmän, mutta niiden löytäminen on ollut erittäin vaikeata.

Puolukkatyypin kuusikot.

Maa.

Maahan kohdistuneiden mittausten ja huomioiden tarkoituksena on ollut täydentää pintakasvillisuuden ja sen nojalla määritetyn metsätyypin kasvupaikasta antamaa kuvaa. Tämän ohessa on haluttu ainakin karkeasti selvittää, onko maa koealametsiköissä ollut jossakin suhteessa olennaisesti erilaista kuin yleensä puolukkatyypin metsiköissä.

Tärkeimmät maata koskevat merkinnät ja mittaustulokset on yhdistetty taulukkoon 2. Koealametsiköt on siinä ryhmitelty maalajeittain ja järjestetty sitten suurenevan vedenpidätyskyvyn mukaiseen järjestykseen.

Ensimmäiset pystysarakkeet sisältävät tietoja koealametsiköiden topografiasta. Korkeus merenpinnasta on voitu määrittää vain vähäisellä (n. 50 m:n) tarkkuudella. Luvut on näet otettu Suomen maantieteellisen seuran julkaisemasta (1925) Suomen kartastosta, kartta n:o 7:stä, jonka mittakaava on 1 : 2 000 000. Korkeusluvuista nähdään, että koealametsiköiden keskimääräinen korkeus on n. 116 m meren pinnasta. Vaihtelut puoleen ja toiseen ovat kohtalaisia. Kun tämä korkeus samalla on keskimääräinen koko tutkimusalueelle, voitaneen päätellä, ettei korkeussuhteilla ole ollut ainakaan ratkaisevaa merkitystä puolukkatyypin kuusikoiden syntymisessä. Samaa voidaan sanoa maan kaltevuussuhteista. Ei liene kuitenkaan sattuma, että pohjoissuunta on yleisempi kuin muut kaltevuuden suunnat.

Seuraavat pystysarakkeet taulukossa 2, maan kivisyys, soraprosentti ja vesikapasiteetti (Vk) täydentävät maalajin antamaa kuvaa itse maasta.

Maalaji on maastossa arvosteltu ensi kädessä niiden huomioiden perusteella, joita on tehty kullekin koealalle kaivetuista neljästä 0.5 m:n syvyisestä kuopasta. Paljon apua on tässä itse asiassa suurta tottumusta vaativassa työssä ollut Aaltosen (1941 b) julkaisemista ohjeista ja neuvoista. Varsinkin rajan käynti someron ja hiekan välillä on eräissä tapauksissa tuottanut vaikeuksia; tällöin on ratkaisu jätetty maan kerroksellisuuden varaan, jota on erikseen tutkittu koealan keskelle kaivetusta 1.5 m:n syvyisestä kuopasta.

Maalajit voidaan suuremman havainnollisuuden ja yleiskatsauksellisuuden saavuttamiseksi ryhmittää Aaltosen (1941 a, s. 12) esittä-

Taulukko 2. Maa puolukkatyypin kuusikoissa.
Table 2. Soil in spruce stands of Vaccinium type.

Koealan n:o *Sample plot No.*	Korkeus meren pinnasta, m *Altitude above sea level, m*	Maan kaltevuus *Slope of ground*		Kivisyys *Stoniness*	Soraa (20—2 mm), % *Gravel (20—2 mm), %*	Vesikapasiteetti, % *Water capacity, %*	Humuskerroksen paksuus, cm *Thickness of humus layer, cm*
		Suunta *Exposure*	Aste *Angle of slope*				
			Somero — *Gravelly soil*				
246	150	NW	1	1	30	2.1	3.3
247	150	—	1	1	50	2.6	3.7
181	150	—	1	1	(25)	3.0	4.0
239	70	—	1	1	1	3.1	3.5
242	150	—	1	1	17	3.7	3.3
249	150	—	1	1	·	3.9	3.5
78	20	N	1	1	(10)	4.2	4.0
I	70	—	1	1	9	4.7	3.3
170	100	E	2	1	(10)	6.9	2.2
248	150	N	2	1	·	6.9	3.5
255	130	N	2	1	·	7.2	1.8
254	130	—	1	1	·	7.8	3.2
253	130	—	1	1	12	10.6	3.4
245	70	S	1	1	23	10.8	2.6
				Keskimäärin — *Mean*		5.5	3.2
			Hiekka — *Sand*				
71	100	—	1	1	1	4.7	2.4
70	100	—	1	1	(12)	6.1	2.2
240	110	N	1	1	1	6.3	3.8
250	130	—	1	1	—	6.7	3.2
188	50	—	1	1	2	7.7	3.4
251	130	—	1	1	4	10.0	3.8
256	130	—	1	1	·	11.0	1.8
252	130	—	1	1	—	11.9	2.8
				Keskimäärin — *Mean*		8.1	2.9
			Hietainen moreeni — *Loamy moraine*				
1	130	W	1	2	(41)	7.1	3.6
21.3	170	SW	1	2	35	8.4	6.5
258	80	—	1	1	·	8.6	3.4
244	120	—	1	1	57	8.6	5.0
196	100	NW	1	2	·	8.6	2.2
193	100	N	1	2	·	9.4	2.7
257	120	S	1	1	·	9.5	3.2
191	100	N	1	2	·	10.6	3.5
28	150	—	1	2	(31)	12.9	5.0
16	150	—	1	3	53	13.2	3.8
				Keskimäärin — *Mean*		9.7	4.0

mällä tavalla karkeihin (käsittää hiekka- ja someromaat), keskikarkeihin (hiesumaat ja hietaiset moreenimaat) ja hienoihin (savi- ja saviset moreenimaat). Koealametsiköt jakautuvat maansa puolesta näihin ryhmiin seuraavasti: 69 % koealojen lukumäärästä on karkealla ja 31 % keskikarkealla maalla; hienoa maata ei nyt tutkituissa puolukkatyypin kuusikoissa ole tavattu lainkaan.

Maan kivisyys on arvosteltu silmävaraisesti samaa kolmijakoista luokitusta käyttäen kuin valtakunnan metsien toisessa arvioinnissakin (esim. Aaltonen 1941 a, s. 6): 1. kivetön ja vähäkivinen, 2. hyvin kivinen — kiviperäinen ja 3. kalliokkoinen. Kun tällainen arviointi on melko subjektiivinen ja kerätty aineisto on lisäksi vähäinen, ei koealametsiköiden kivisyydestä voida tehdä kovinkaan pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Hiekkamaissa kivisyys on ollut vähäisintä, moreenimaissa runsainta.

Aikaisemmin on jo mainittu, että kullakin koealalla otettiin 4 kohdasta maanäytteitä. Mikäli maa näytti tai tuntui käsiin 0.5 m:n syvyyteen saakka yhdenmukaiselta, otettiin vain yksi näyte 0.3 m:n syvyydeltä, päinvastaisessa tapauksessa kaksi, joista toinen 0.2 m:n ja toinen 0.5 m:n syvyydeltä. Näistä näytteistä määritettiin myöhemmin laboratoriossa maan vesitaloudellisten ominaisuuksien lähempää selvittelyä silmällä pitäen Bouyoucosin (1929) kehittämää menetelmää noudattaen ns. kosteusekvivalentti (Vk). Lyhyesti sanottuna tämä ilmaisee, montako prosenttia ilmakuivasta painostaan vedellä kyllästetty maanäyte pidättää vettä, kun siitä tiettyä imua käyttäen on imetty tasan 10 minuutin aika vettä pois (vrt. myös Aaltonen 1941 b, s. 26). Vesikapasiteetin määrittäminen vaatii tekijältään melkoista tottumusta, ennen kuin saavutetaan objektiivisia tuloksia. Ja sittenkin tulokset näyttävät jäävän hieman olosuhteista, esim. imun voimakkuuden vaihteluista ja veden lämpötilasta riippuviksi. Suhteellisen pienet virheellisyydet, joita lopullisiin tuloksiin mahdollisesti jää, ovat yleensä sen luonteisia, että saatu arvo on todellista hieman suurempi.

Koealametsiköistä mitatut maan vesikapasiteettiluvut nähdään taulukosta 2. Luvut vaihtelevat 2.1 %:n ja 13.2 %:n välillä. Kun tarkastellaan vain täysiä prosentteja, niin yleisin arvo on 7 %, ja jokseenkin sama (7.5 %) on kokonaiskeskiarvokin. Joskin vaihtelu koko aineistossa on melkoinen, se on eri maalajien puitteissa pienempi. Edelleen nähdään, että harjusorassa Vk:n arvot ovat keskimäärin pienimpiä (5.5 %), hiekassa suurempia (8.1 %) ja moreenissa suurimpia (9.7 %).

Kun verrataan koealametsiköille saatuja Vk-lukuja niihin kokemuslukuihin, joita Aaltonen (1941 b, s. 31) on julkaissut Vk:n ja maan raekokoomuksen suhteesta, voidaan päätellä, että vallitsevina lajitteina useimmissa tapauksissa ovat nähtävästi olleet karkea hietamaa ja hieno hiekkamaa — siis suhteellisen karkeat maalajit. Näin Vk:n määritykset vahvistavat silmävaraisesti suoritettuja maalajin määrityksiä.

Kun edellä selostetut Vk-arvot on saatu suhteellisen läheltä (0.3—0.5 m) kivennäismaan pintaa otetuista maanäytteistä, joissa humuksen vaikutus vielä hyvinkin saattaa tuntua, on tässä syytä tarkastella myös niiden tutkimusten tuloksia, joiden tarkoituksena on ollut selvittää maan kerroksellisuutta. Kuten aikaisemmin on jo mainittu, kaivettiin useim-

Taulukko 3. Maan kerroksellisuus tutkimusmetsiköissä.

Table 3. Stratification of soil.

Koealan n:o *Sample plot No.*	Syvyys kivennäismaan pinnasta lukien, m *Depth from surface of mineral soil, m*							
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
	Vesikapasiteetti, % — *Water capacity, %*							
	Somero — *Gravelly soil*							
246	9.0	8.9	2.3	2.5	3.2	2.2	2.2	2.9
247	14.9	4.6	2.9	2.1	2.1	2.2	2.5	3.3
239	10.5	7.3	3.1	3.5	2.7	2.6	2.4	5.3
242	9.6	3.7	2.6	2.8	2.2	·	·	·
249	9.0	7.2	2.1	2.2	1.7	2.6	2.0	2.3
I [1]	7.2	6.4	3.0	2.9	2.7	2.2	2.7	3.0
I a	—	4.7	3.9	3.1	3.1	2.2	2.6	1.6
248	8.9	5.2	3.2	2.6	3.0	3.1	3.7	3.0
255	14.9	7.0	10.9	4.7	9.2	5.1	3.2	3.3
254	7.9	·	4.3	3.8	3.9	5.7	5.2	·
253	20.1	11.3	2.8	2.5	1.8	2.2	2.2	2.5
245	24.2	8.4	4.3	4.6	6.1	4.1	5.0	·
Keskimäärin *Mean*	11.4	6.8	3.8	3.1	3.5	3.1	3.1	3.0
	Hiekka — *Sand*							
240	16.3	6.6	7.0	5.8	4.0	·	·	·
250	14.3	10.8	7.2	4.5	4.2	3.7	·	·
188	18.8	5.9	5.7	6.7	8.1	6.5	4.5	8.1
251	19.9	10.5	9.7	7.9	2.9	2.8	5.1	5.8
256	10.5	10.2	4.1	2.7	3.7	3.8	3.5	3.2
252	14.1	8.9	7.1	3.9	3.5	4.0	3.6	3.4
Keskimäärin *Mean*	15.7	8.8	6.8	5.3	4.4	4.2	4.2	5.1
	Hietainen moreeni — *Loamy moraine*							
258	11.8	8.2	5.7	5.7	6.8	5.5	·	·
257	11.6	14.9	6.2	2.5	1.9	1.8	·	·
Keskimäärin *Mean*	11.7	11.6	6.0	4.1	4.4	3.6	·	·

pien koealojen keskustaan 1.5 m:n syvyinen kuoppa, josta otettiin maanäytteitä kivennäismaan pinnasta lähtien 0.2 m:n välimatkoin. Näistäkin näytteistä määritettiin myöhemmin laboratoriossa vesikapasiteetti. Tulokset on yhdistetty taulukkoon 3. Niistä nähdään, että maa koealametsiköissä yleensä on 1.5 m:n syvyyteen saakka ollut pääpiirteissään samanlaista kuin 0.5 m:nkin syvyydessä. Nähdään edelleen, että Vk-arvo maan pinnasta lukien useissa tapauksissa laskee n. 0.5 m:n syvyyteen. Tämä johtunee siitä, että maan pintaosissa tavataan runsaimmin humuk-

[1]) 1.6 m:n syvyydessä — *at a depth of 1.6 m* 2.0 %, 1.8 m 2.4 %, 2.0 m 2.4 %, 2.2 m 2.4 %, 2.4 m 2.5 %, 2.6 m 2.4 %, 2.8 m 3.2 %, 3.0 m 3.0 %, 3.2 m 2.7 %, 3.4 m 3.3 %, 3.6 m 3.0 %, 3.8 m 3.5 %.

sesta maahan valuvia humusaineita, joiden vaikutus Vk:ssa yleensä tuntuu herkästi.

Maan kivennäisainekokoomusta ei käsillä olevassa tutkimuksessa ole yleensä selvitelty. Vain koealalla I ja siihen rajoittuvassa puolukkatyypin männikössä on pistokokeen luonteisena tutkittu maan kivennäisindeksi (vrt. T a m m 1943, s. 18). Tulokset tästä tutkimuksesta nähdään taulukosta 4. Mitään olennaista eroa ei kuusikon ja männikön välillä ole havaittavissa.

Taulukko 4. Maan kivennäisindeksi parilla puolukkatyypin koealalla.
Table 4. The mineral index of soil in two sample plots of Vaccinium type.

Ominaispaino *Specific gravity*	Näytteen syvyys kivennäismaan pinnasta, m *Depth from surface of mineral soil, m*						
	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4	3.4	3.8
	%						
Kuusikko n:o I — *Spruce stand No. I*							
yli — *over* 2.800	9.9	6.6	3.4	7.2	6.8	4.2	5.0
2.800—2.660	4.2	5.3	3.8	3.9	5.0	4.7	3.4
2.660—2.635	7.0	8.7	7.9	5.6	10.0	5.9	5.4
2.635—2.600	51.2	47.5	47.9	44.0	36.6	35.2	43.8
alle — *under* 2.600.....	27.6	31.8	36.9	39.0	41.2	49.7	41.9
Yhteensä — *Together*	99.9	99.9	99.9	99.7	99.6	99.7	99.5
Männikkö n:o I a — *Pine stand No. I a*							
yli — *over* 2.800	6.3	6.9	8.1	14.2	·	·	·
2.800—2.660	6.6	6.4	3.3	4.2	·	·	·
2.660—2.635	18.5	13.2	9.8	9.6	·	·	·
2.635—2.600	24.1	32.3	48.7	45.7	·	·	·
alle — *under* 2.600.....	43.7	40.6	29.8	26.0	·	·	·
Yhteensä — *Together*	99.2	99.4	99.7	99.7	·	·	·

Suomen kartaston karttalehden n:o 8 ja Geologisen toimikunnan julkaisemien geologisten yleiskarttojen nojalla samoin kuin maastossa tehtyjen havaintojenkin mukaan on voitu päätellä, että kalliopohja useimmissa tapauksissa on ollut graniittia, eräissä tapauksissa hyvin karkearakeista, porfyyrimäistä. Somero- ja hiekkamailla irtaimen maalajin sukulaisuus alla olevan kalliopohjan kanssa tosin lienee melko löyhä, mutta moreenimaissa se on havaittu suhteellisen kiinteäksi (O k k o 1941, T a m m 1943). Todennäköiseltä näyttää näin ollen, että maa on useimmissa tutkimusmetsiköissä sisältänyt puiden ravinnon oton kannalta keskinkertaisia ja sitä huonompia kivennäisaineita.

Humusta koskevat tutkimukset rajoittuvat vain humuskerroksen paksuuden mittaamiseen. Tämä tapahtui siten, että kullakin koealalla humuskerroksen paksuus mitattiin 10:stä koealan lävistäjiltä tasaisin

välimatkoin otetusta näytteestä. Saadut mittaustulokset nähdään taulukosta 2.

Humuskerroksen paksuus vaihtelee 1.8:sta 6.5 cm:iin. Täysiksi senteiksi tasoitettuna on yleisin arvo 3 cm. Keskimäärin humuskerroksen paksuus on 3.4 cm. Kun verrataan eri maalajeja toisiinsa, nähdään, että hiekkamaalla humuskerros on ohuinta ja moreenimailla paksuinta. Aineiston vähyyden vuoksi voivat nämä suhteet tietysti kuitenkin johtua muistakin tekijöistä.

Havainnollisuuden vuoksi maat ryhmitellään tässä humuskerroksen paksuudenkin mukaan Aaltosen (1941 a, s. 6) esittämällä tavalla 3 luokkaan: 1. humuskerroksen paksuus vähemmän kuin 2 cm, 2. paksuus 2—4 cm ja 3. paksuus enemmän kuin 4 cm. Koealametsiköt jakaantuvat näihin luokkiin seuraavasti: 1. luokka käsittää 6 % koealojen lukumäärästä, 2. luokka 85 % ja 3. luokka 9 %. Valtakunnan metsien toisen arvioinnin mukaan (Aaltonen 1941 a, s. 28) oli puolukkatyypin tutkimuskohtien jakaantuminen 4:nnessä maannostumisalueessa, joka hyvin vastaa tutkimusaluetta, näihin luokkiin seuraava: 1. luokka 54.3 %, 2. luokka 35.8 % ja 3. luokka 9.9 %. Humuskerros on siis useissa koealametsiköissä ollut paksumpaa kuin vastaavassa maannostumisalueessa yleensä puolukkatyypillä. Erot eivät kuitenkaan ole varsin suuria ja voivat jossakin määrin johtua mahdollisesta mittaustavan erilaisuudestakin. Vertailun vuoksi mainittakoon vielä, että muutamassa puolukkatyypin hakkuukypsässä ja sitä lähentelevässä männikössä, joista tulee tarkemmin puhe myöhemmin s. 36, humuskerroksen keskimääräinen paksuus on keskimäärin ollut 3.0 cm.

Metsätyyppi.

Metsätyypin määrittäminen koealametsiköissä.

Puolukkatyypillä kasvavissa kuusikoissa kasvillisuus poikkeaa siinä määrin puolukkatyypin männiköissä tavattavasta kasvillisuudesta, että metsätyypin määrittämiseen tai ainakin sen tarkistamiseen on ollut pakko käyttää välillisiä menetelmiä. A. K. Cajander (1925, s. 25) on tällaisten enemmän tai vähemmän vaikeiden tapausten varalle antanut seuraavan ohjeen: »Mitkä eri kasvillisuudet ovat vietävät samaan, mitkä eri tyyppeihin, voidaan varmuudella selvittää joko kokeellisesti, s. o. antamalla metsikön tai sen osan, eräänlaisena pysyvänä koealana, kehittyä mahdollisimman säännöllisesti, tai nopeammin vertailevilla tutkimuksilla, kohdistaen ne vallankin sellaisiin tapauksiin, joissa metsiköiden väliset rajat ovat mahdollisimman suoraviivaisia, jollaiset rajat eivät yleensä voi sattua yhteen minkään kasvupaikka-eroitusrajan kanssa, ja jollaisia tavataan vallan yleisesti kaikkialla, missä säännöllistä lohko-

hakkausta on harjoitettu, meillä siis varsinkin valtion virkatalojen metsissä.» Niinpä onkin metsätyypin määrittäminen nyt tutkituissa kuusikoissa yleensä tapahtunut siten, että on tehty vertailuja koealametsikköihin rajoittuviin hakkuualoihin tai koealametsiköiden läpi mahdollisesti kulkeviin leveihin linjoihin. Myös teiden ja polkujen varsia on voitu käyttää apuna.

Täten on metsätyyppi maastossa suurella todennäköisyydellä voitu tarkistaa puolukkatyypiksi koealoilla I (vertailukohteena koealametsikköön rajoittuva paljaaksihakkuuala), 21.3 (viereinen hakkuuala), 28 (maantien varsi), 71 (viereinen hakkuuala), 188 (tilan raja, jonka toisella puolella on männyn taimistoa), 191 (tien varsi), 193 (tien varsi), 196 (tien varsi), 242 (leveä rajalinja ja pieni kuloala koealametsikön sisällä), 244 (linja-aukko), 245 (tien varsi ja *Pinus Murrayana*-viljelys), 247 (hoitoalueen rajalinja), 249 (polun varsi), 248 (polun varsi), 251 (tien varsi), 252 (tien varsi), 253 (tien varsi) ja 256 (polun varsi).

Kun tyyppikuvasta tällaisten vertailujen avulla, joita oli tilaisuus tehdä runsaasti muuallakin kuin koealametsiköissä, vähitellen oli saavutettu riittävästi varmuutta, tehtiin tyypin määritys joissakin tapauksissa, varsinkin milloin vertailuihin ei ollut tilaisuutta, suoranaisestikin kokemuksen varassa.

Kahdeksassa tapauksessa tyypin määritystä vahvisti jo aikaisemmin yhdenmukaisesti tehty arviointi. Koeala 244 on metsikössä, jonka A. K. Cajander (1917, s. 176) mainitsee puolukkatyypiksi. Koealasta I ja siihen liittyvästä koealasta 239 on Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvänä koealana tyyppimerkintä sen koealakortissa. Valtionmetsistä otetut koealat 251, 252, 255, 257 ja 21.3 sijaitsevat metsiköissä, jotka asianomaisten hoitoalueiden talouskirjoissa on merkitty puolukkatyypiksi.

Koealasta I on lisäksi käytettävissä kasvillisuuskuvaus vuodelta 1930, jolloin kuusen vaikutus ei vielä ollut niin voimakas kuin myöhemmin. Tämän kuvauksen, jossa eri kasvilajien runsaus on arvioitu Norrlinin asteikkoa käyttäen (vrt. esim. Ilvessalo 1920 b), on laatinut metsäteknikko Arvo Helkiö, ja on se seuraava:

Pleurozium Schreberi	8
Hylocomium proliferum	5
Vaccinium vitis-idaea	6
Vaccinium myrtillus	5
Calluna vulgaris	4

Puutteellisuudestaan huolimatta tämä kuvaus viittaa verrattain selvästi puolukkatyyppiin. Erityisesti kanervan runsaus kiinnittää huomiota.

Puustoon ei metsätyyppiä määritettäessä kiinnitetty huomiota. Tosin puusto kuuluu osana siihen kasvillisuuteen, jonka perusteella tyyppi on

määritettävä, ja milloin sen muodostaa puulaji, jonka kasvusuhteet on selvitetty kyseeseen tulevilla metsätyypeillä, puusto voi tarjota hyviäkin viitteitä. Koska käsillä olevassa tutkimuksessa kuitenkin eräänä tavoitteena on ollut juuri puuston kasvusuhteiden selvittäminen, on selvää, ettei niitä voitu ottaa lähtökohdaksi. Kun tästä periaatteesta pidettiin johdonmukaisesti kiinni, jouduttiin koealoja ottamaan muutamasta sellaisestakin metsiköstä, jossa puuston kasvu maastossa näytti varsin hyvältä. Myöhemmin, kun näiden metsiköiden tärkeimmät taksatoriset tunnukset oli laskettu, selvisi kuitenkin, että ne hyvin sopivat samaan kehityssarjaan muiden koealametsiköiden kanssa. Täten tässä noudatettu periaate osoittautui kestäväksi.

Kun kasvillisuuskuva puolukkatyypillä kasvavissa kuusikoissa on melkoisesti samanlainen kuin mustikkatyypin kuusikoissa, kuten myöhemmin yksityiskohtaisesti ilmenee, tuottaa tyypin määrittämisessä suurimman vaikeuden rajan vetäminen puolukkatyypin ja mustikkatyypin välille. Tästä syystä on paikallaan jo tässä yhteydessä viitata muutamiin tuonnempana esitettäviin diagrammoihin (esim. kuvat 10 ja 11), joista ilmenee, että koealametsiköiden puuston tärkeimmät tunnukset kouraantuntuvasti eroavat vastaavista mustikkatyypin kuusikon tunnuksista (vrt. Ilvessalo 1920 b, s. 38). Eivätkä vain keskimääräluvut, vaan eniten mustikkatyypin suuntaan poikkeavat yksittäiset koealatkin.

Vertailevien tyyppitutkimusten ohessa on pantu alulle myös kokeellisia tutkimuksia. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Ruotsinkylän ja Vilppulan kokeilualueissa on suoritettu puolukkatyypin paljaaksihakkuualoilla männyn ja kuusen rinnakkaisistutuksia alueille, joilla sitä ennen on tehty tarkat kasvillisuuskuvaukset ruutumenetelmää käyttäen. Näistä kokeista saadaan ensimmäiset tulokset käytettäviksi kuitenkin vasta n. 10—20 vuoden kuluttua. Tämän lisäksi on eri puolilla Etelä-Suomea hakattu paljaaksi kaikkiaan 10 puolukkatyypillä kasvavaa kuusikkoa ja hakkuualoille on istutettu mäntyä. Tarkoituksena on ollut seurata paljaaksihakkuun ja puulajin vaihdon vaikutusta pintakasvillisuuteen. Kun ainakin suurin piirtein on tiedossa, millainen pintakasvillisuus vähitellen kehittyy puolukkatyypillä kasvavien männiköiden ja mustikkatyypillä kasvavien kuusikoiden paljaaksihakkuualoille, on mahdollista jo suhteellisen lyhyen ajan kuluttua todeta, kumpaa kehityssarjaa tässä tutkittavaksi otettujen kuusikoiden paljaaksihakkuualat lähentelevät. Ensimmäiset »välitulokset» viimeksi mainituista tutkimuksista nähdään taulukosta 5. Koealat on siinä järjestetty samaan järjestykseen kuin taulukossa 7, josta nähdään, millainen kyseessä olevien tutkimusmetsiköiden pintakasvillisuus oli ennen paljaaksihakkuuta. Kullakin koealalla on tutkittu 20 kpl. 1 m^2:n suuruisia ruutuja.

Taulukko 5. Kasviluettelo puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden hakkuualoilta.

Table 5. List of plants of clear cut spruce stands.

Kasvilaji[1]) *Species of plants*[1])	Koealan n:o — *Number of the sample plot*										
	246	188	247	1	251	239	262	261 b	71	78	
	Hakkuusta kulunut vuosia — *Years elapsed since the cutting*										
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	10
	Frekvenssi (0—10): peittävyys (0—100) *Frequency (0—10): cover (0—100)*										
Peltigera aphthosa	1: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ
Cladonia rangiferina	10: 14	4: Δ	10: 4	2: Δ	—: Δ	1: Δ	—: Δ	1: Δ	4: 4	—	6: 2
Cl. sylvatica	9: 5	3: 1	10: 3	2: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—	4: 3	—	6: 1
Cl. alpestris	—: Δ	—	—: Δ	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—
Cl. digitata	2: Δ	2: Δ	2: Δ	1: Δ	—	—	—	—	2: Δ	—	4: Δ
Cl. cenotea	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ
Cl. gracilis	—	—	2: Δ	—	—	—	—	—	1: Δ	—	1: Δ
Cl. cornuta	1: Δ	—	3: Δ	—	—	—	—	—	2: 1	—	5: Δ
Cl. fimbriata	3: Δ	—	1: Δ	—	—	—	1: Δ	—	2: 1	—	3: Δ
Cetraria islandica	—	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	1: Δ	3: Δ
Peittävyys yht. — *Total cover* ..	19	1	7	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	9	Δ	3
Dicranum undulatum	10: 10	10: 28	10: 9	10: 9	9: 5	10: 6	10: 1	10: 2	8: 5	7: 11	8: 10
Pohlia nutans	—	2: Δ	—	1: Δ	—	2: Δ	2: Δ	—	1: Δ	2: 3	1: Δ
Ptilium crista-castrensis	1: 1	—	3: 1	1: Δ	—	1: Δ	1: Δ	—	—	—	—
Pleurozium Schreberi	10: 50	10: 13	10: 52	10: 23	10: 17	10: 19	10: Δ	10: 2	9: 12	8: 30	10: 29
Hylocomium proliferum	2: 2	3: 3	3: 6	9: 8	6: 3	4: 1	3: Δ	6: 1	2: 1	6: 10	7: 14
Polytrichum juniperinum	1: Δ	1: Δ	—	—: Δ	—: Δ	1: Δ	1: Δ	—	1: Δ	—: Δ	2: Δ
Peittävyys yht. — *Total cover* ..	63	44	68	40	25	26	1	5	18	54	53
Luzula pilosa	—	5: 1	—	1: Δ	3: Δ	1: Δ	—: Δ	1: Δ	1: Δ	2: 2	2: Δ
Calamagrostis epigejos	—	6: 2	—	—: Δ	1: Δ	1: Δ	—: Δ	3: Δ	—	—	—
Cal. arundinacea	—	6: 1	—	—	8: 1	—	—: Δ	1: Δ	—	1: 2	—: Δ
Deschampsia flexuosa	—	2: 2	—	5: 1	1: 1	1: Δ	—: Δ	—: Δ	2: 1	10: 44	10: 8
Peittävyys yht. — *Total cover* ..	—	6	—	1	2	Δ	Δ	Δ	1	48	8
Majanthemum bifolium	—	—	—	—	9: 2	—	—	—	—	—	1: Δ
Convallaria majalis	—	3: Δ	—: Δ	—	2: Δ	—	—	6: Δ	—	—	—
Rumex acetosella	—	—	—	—	1: 1	3: 7	1: Δ	—	1: 1	—	—
Ranunculus repens	—	—	—	—	—: Δ	2: Δ	—	—	—	—	—
Fragaria vesca	—	—	—	—	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—
Rubus idaeus	—	—	—: Δ	3: 1	1: Δ	1: 1	—: Δ	—	—	—	—
Rubus saxatilis	—	—	—	—: Δ	1: Δ	—	—	—	—	—	—
Vicia cracca	—	—	—	—	—: Δ	1: Δ	—	—	—	—	—
Chamaenerium angustifolium	—: Δ	—	—: Δ	2: Δ	1: Δ	6: 8	4: 2	—	—: Δ	2: 5	—: Δ
Trientalis europaea	—	3: 1	—	—	1: Δ	1: 1	—	—	—	—	5: 1
Melampyrum pratense	—	3: Δ	—	1: Δ	—	1: Δ	—	6: Δ	1: Δ	—	4: 1
Solidago virga-aurea	—	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—
Antennaria dioeca	—	1: Δ	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—
Cirsium heterophyllum	—	—	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—: Δ	—	—
Taraxacum officinale	—	—	—: Δ	—: Δ	1: Δ	1: Δ	—: Δ	—	—	—	—
Peittävyys yht. — *Total cover* ..	Δ	1	Δ	1	3	17	2	Δ	1	5	2
Lycopodium complanatum	—	1: Δ	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—
Calluna vulgaris	8: 10	3: 7	5: 7	—: Δ	1: Δ	1: Δ	2: Δ	2: Δ	1: Δ	—: Δ	2: 4
Vaccinium vitis-idaea	10: 19	10: 7	10: 10	10: 11	—: Δ	—	3: Δ	10: 3	6: 11	9: 30	10: 32
V. myrtillus	—: Δ	8: 4	3: 1	2: Δ	4: Δ	1: Δ	3: Δ	8: Δ	4: Δ	5: 6	4: 2
Ledum palustre	—: Δ	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—
Empetrum nigrum	1: Δ	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—
Linnaea borealis	—	1: Δ	—	1: Δ	2: 1	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—
Peittävyys yht. — *Total cover* ..	29	18	18	11	1	Δ	Δ	3	11	36	38
Pinus silvestris	1: 1	3: 9	—	—	1: Δ	6: 1	2: —	1: —	1: Δ	1: —	4: 13
Picea excelsa	—: Δ	3: Δ	2: Δ	2: 2	1: Δ	2: Δ	1: —	1: —	1: Δ	1: —	4: 17
Juniperus communis	—	1: 3	—	—	—: Δ	—	—	—	—: Δ	—: Δ	1: Δ
Betula verrucosa	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—
Betula pubescens	—: Δ	—	—: Δ	—	1: Δ	1: Δ	—: Δ	—: Δ	—	—	—
Alnus incana	—	—	—	—	—	1: Δ	—: Δ	—	—	—	—
Salix caprea	—: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—
Sorbus aucuparia	—	1: Δ	—: Δ	—: Δ	1: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—: Δ
Peittävyys yht. — *Total cover* ..	1	12	Δ	2	Δ	1	Δ	Δ	Δ	Δ	30

[1]) Muita lajeja — *Additional species:* Peltigera canina (Koealan n:o — *Sample plot No.* 251), Peltigera polydactyla (1), Cladonia fylloklad. (71, 78), Cladonia botrytes (71), Ceratodon purpureus (239), Dicranum scoparium (78), Polytrichum commune (1), Aulacomnium palustre (78), Carex digitata (251), Agrostis tenuis (71), Eupteris aquilina (251), Dryopteris linnaeana (239), Rumex acetosa (262), Cerastium arvense (251), Moehringia trinervia (239), Viola riviniana (251), Rosa glauca (251), Potentilla tormentilla (251), Lathyrus pratensis (251), Veronica chamaedrys (251), Hypochoeris maculata (251), Sonchus arvensis (251), Hieracium pilosella (188), Lycopodium annotinum (78), Pirola secunda (251), Salix aurita (261 b), Populus tremula (78).

Paljaaksihakkuun vaikutus on ilmeisestikin hyvin syvällekäypä. Kun puolukkatyypillä kasvavissa kuusikoissa yhtenäinen sammalpatja jokseenkin yksin muodostaa pintakasvillisuuden, ja putkilokasveja tavataan varsin niukasti, saapuvat hakkuualoille tietysti ensiksi sellaiset kasvilajit, jotka leviävät helposti diasporien avulla. Tämä nähdäänkin varsin selvästi taulukosta 5. Sitä vastoin esim. puolukka, joka leviää miltei yksinomaan kasvullisesti, valtaa vain hitaasti kasvualaa. Puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden pintakasvillisuuden erikoisesta rakenteesta siis johtuu, että paljaaksihakkuualoille kehittyvän kasvillisuuden kokoonpano vakiintuu tavallista hitaammin. Paljaaksihakkuun vaikutuksesta hakkuualoille kertyy myös paksu kerros kuusen oksia ja havuja, joiden lahoaminen aluksi antaa aiheen melkoisen »nitrofiilisen kasvillisuuden» kehittymiselle. Niinpä onkin taulukkoa 5 tarkastellessa todettava, ettei useimmille nyt puheena oleville paljaaksihakkuualoille kehittynyt kasvillisuus muistuta puolukka- eikä mustikkatyyppiä. Aikaisemmista tutki-

Taulukko 6. Kasvillisuuden kehitys parilla

Table 6. Development of the vegetation on two clear-cut

Kasvilaji *Species of plants*	Koealan numero — *Number of sample plot*				
	45		77		
	Hakkuusta kulunut vuosia *Years elapsed since the cutting*				
	2	12	4	12	17
	Frekvenssi (0—10): peittävyys (0—100) *Frequency (0—10): cover (0—100)*				
Peltigera aphthosa	1: Δ	—: Δ	1: 1	—	—: Δ
Cladonia rangiferina	3: 1	5: 3	4: Δ	4: 2	6: 4
Cl. sylvatica	2: 1	3: 1	3: Δ	4: 2	5: 2
Cl. digitata	1: Δ	3: 1	—	2: 1	5: 1
Cl. crispata	—: Δ	1: Δ	1: Δ	—	—
Cl. cenotea	1: Δ	2: 1	—	—	—
Cl. gracilis	1: Δ	—: Δ	1: Δ	2: 1	5: 1
Cl. cornuta	1: Δ	2: 1	2: Δ	4: Δ	7: 1
Cl. fimbriata	1: Δ	—: Δ	2: Δ	4: 2	7: 3
Cetraria islandica	—	—	3: Δ	1: 1	4: Δ
Ceratodon purpureus	—	—	—	1: Δ	1: 1
Dicranum scoparium	3: 1	—: Δ	—	—	—
D. undulatum	10: 12	10: 12	10: 6	10: 23	9: 5
Pohlia nutans	—: Δ	1: 1	—	—	—: Δ
Aulacomnium palustre	—	—	1: 1	1: Δ	1: Δ
Ptilium crista-castrensis	4: 3	1: Δ	—	—	—
Pleurozium Schreberi	10: 35	10: 65	10: 15	8: 11	10: 15
Hylocomium proliferum	8: 16	8: 10	5: 1	2: 2	2: 1
Polytrichum commune	—	—	—: Δ	1: Δ	—
P. juniperinum	2: 1	1: 1	—	—	1: 1
Luzula pilosa	3: 1	4: 2	2: Δ	—	—: Δ
L. campestris	—	—	—	—	—: Δ
Carex ericetorum	—	—	—: Δ	—	—
Calamagrostis arundinacea	1: Δ	1: Δ	—: Δ	1: 2	1: Δ
Deschampsia flexuosa	1: Δ	1: 1	10: 26	10: 65	10: 24
Majanthemum bifolium	—: Δ	—	—	—	—: Δ
Convallaria majalis	1: Δ	—: Δ	—	—	—

muksista on kuitenkin tunnettua (esim. Sarvas 1948 b, s. 49), että mustikkatyypin paljaaksihakkuualoille nousee jo ensimmäisten hakkuuta seuraavien 3—4 vuoden kuluessa jokseenkin yhtäjaksoinen ruoho- ja heinäkasvillisuus. Kun koealametsikköihin ei ole sellaista noussut, voidaan päätellä, että mustikkatyyppiä kyseessä olevat kasvupaikat eivät siis ainakaan ole.

Taulukon 5 koealoista on Halikosta otettu n:o 78 muita mielenkiintoisempi. Tässä koealametsikössä on näet suoritettu paljaaksihakkuu jo v. 1940 ja siitä on nyt käytettävissä kasvillisuuskuvaukset vuosilta 1938, 1945 ja 1950. Vuoden 1938 kasvillisuuskuvaus nähdään taulukosta 7. Siitä käy ilmi, että pintakasvillisuus on tässä metsikössä ennen paljaaksihakkuuta ollut varsin samantapaista kuin muissakin tämän tutkimuksen kohteeksi otetuissa kuusikoissa. Vuoden 1945 kuvaus, joka nähdään taulukosta 5, osoittaa, että paljaaksihakkuun jälkeen hakkuuala on ensiksi melkoisesti heinittynyt ja ruohottunut, mikä onkin varsin taval-

puolukkatyypin kuusikon hakkuualalla.
areas. Before cutting spruce stands of Vaccinium type.

Kasvilaji *Species of plants*	Koealan numero — *Number of sample plot*				
	45		77		
	Hakkuusta kulunut vuosia *Years elapsed since the cutting*				
	2	12	4	12	17
	Frekvenssi (0—10): peittävyys (0—100) *Frequency (0—10): cover (0—100)*				
Molinia coerulea	—	—	—: Δ	—	—
Goodyera repens	—: Δ	1: Δ	—	—	—
Rumex acetosella	—	—	1: 1	—	—
Cerastium caespitosum	—	—	—: Δ	—	—
Fragaria vesca	—: Δ	—	—	—	—
Rubus idaeus	—	—	1: Δ	—	—: Δ
Rubus saxatilis	—: Δ	—	—	—	—
Chamaenerium angustifolium	—	1: Δ	2: 1	2: 6	3: Δ
Trientalis europaea	1: Δ	—: Δ	3: Δ	—	2: 1
Melampyrum pratense	7: 2	1: 1	—	—	1: 1
Taraxacum officinale	—	—	—: Δ	—	—
Calluna vulgaris	1: Δ	1: 1	4: 1	1: Δ	6: 9
Vaccinium vitis-idaea	8: 9	10: 48	10: 10	8: 9	10: 13
V. myrtillus	9: 5	8: 6	5: Δ	—	1: Δ
V. uliginosum	—	—	—	—	—: Δ
Arctostaphylos uva-ursi	—	—	—	—	1: Δ
Linnaea borealis	4: 2	3: 3	—	—	—
Pinus silvestris	2: Δ	2: 1	2: Δ	5: 15	1: 56
Picea excelsa	3: 1	6: 4	1: 1	—	1: Δ
Juniperus communis	—	—	—: Δ	—	1: Δ
Betula verrucosa	—	—: Δ	—	—	1: 1
B. pubescens	—	—: Δ	—	—	—: Δ
Alnus incana	1: Δ	—: Δ	—	—	—
A. glutinosa	—	—: Δ	—	—	—
Populus tremula	—	—	—	—	1: Δ
Sorbus aucuparia	1: Δ	1: Δ	—: Δ	—	—: Δ
Rhamnus frangula	—	—	—: Δ	—	—

lista lounaisen rannikkoalueen puolukkatyypin hakkuualoilla. Varsinkin *Deschampsia flexuosa* ja *Chamaenerium angustifolium* ovat vallanneet paljon alaa. Myöhemmin heinät ja ruohot kuitenkin ovat suuresti vähen-

Taulukko 7. Kasviluettelo
Table 7. List of plants in

Kasvilaji[1]) *Species of plants*[1])	Koealan numero —													
	245	246	248	28	242	249	188	247	240	256	16	258	1	251
	Frekvenssi (0—10): peittävyys (0—100) —													
Peltigera aphthosa	—	—: Δ	3: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—	2: 2	—	—: Δ	7: 3	—	1: 1	—
P. spp.	—	2: Δ	3: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—: Δ
Cladonia rangiferina	10: 6	9: 11	9: 6	7: 2	10: 11	5: 6	3: 2	7: 5	8: 6	—	1: Δ	—	3: 1	—
Cl. sylvatica	2: 1	7: 5	6: 3	9: 2	10: 13	6: 5	—: Δ	2: Δ	6: 2	2: Δ	1: Δ	2: 1	1: Δ	—: Δ
Cl. digitata	9: 8	—: Δ	—	—	1: 1	·	·	3: 1	5: 1	·	1: Δ	—	—	—
Cl. cenotea	—: Δ	—: Δ	—	3: 1	—	·	·	1: Δ	2: Δ	·	—	—	—	—
Cl. gracilis	4: 2	—: Δ	—	6: 1	4: 1	·	·	2: Δ	6: 1	·	—: Δ	—	2: Δ	—
Cl. cornuta	9: 5	—	—	8: 3	2: Δ	·	·	1: Δ	6: 4	·	—: Δ	—	2: 1	—
Cl. fimbriata	—: Δ	—: Δ	—	3: 1	2: Δ	·	·	1: Δ	—	·	1: Δ	—	—	—
Cl. spp.	—	—	—	—	—	3: Δ	3: 1	—	—	2: Δ	—	—	—	—: Δ
Cetraria islandica	—	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Peittävyys yht. — *Total cover*	22	16	9	10	26	11	3	8	14	Δ	3	1	3	Δ
Dicranum scoparium	—	1: Δ	—	5: 1	—	—	—	1: Δ	5: 1	—	—	—	—	—
D. undulatum	10: 34	10: 10	10: 11	9: 3	10: 6	7: 3	10: 31	10: 9	10: 8	10: 14	10: 6	10: 22	10: 13	8: 4
Pohlia nutans	2: 1	—	—	1: Δ	—	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—	1
Aulacomnium palustre	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2: Δ	—	—	—
Ptilium crista-castrensis	—	4: 2	3: 1	1: Δ	2: 3	3: 3	—	2: Δ	2: 1	3: 1	4: 1	6: 3	1: Δ	2: Δ
Pleurozium Schreberi	9: 34	10: 69	10: 62	10: 31	10: 60	10: 38	10: 22	10: 69	10: 74	10: 75	10: 62	10: 43	10: 42	10: 48
Hylocomium proliferum	1: Δ	4: 2	7: 15	9: 14	1: 1	8: 41	3: 4	7: 14	3: 3	4: 4	10: 27	10: 21	10: 32	10: 48
Polytrichum commune	—	—	—	—	—	—	—	—	9: 4	—	—: Δ	2: Δ	—	—
P. juniperinum	4: 3	—	1: Δ	6: 2	1: Δ	—	—	—	4: 2	1: Δ	8: 2	—	1: Δ	—
Sphagnum Girgensohnii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—
Peittävyys yht. — *Total cover*	72	83	89	51	70	85	57	92	93	94	98	89	87	100
Luzula pilosa	2: 1	—	—	4: 1	—	—	5: 1	—	1: 1	2: 1	—: Δ	4: 2	—	1: Δ
Carex spp.	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—
Agrostis tenuis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1: 2
Calamagrostis epigejos	3: 3	—	—: Δ	—	—	—	10: 1	—	—	5: 4	—	—: Δ	—: Δ	—
Cal. arundinacea	2: 1	—	—	—: Δ	—	—	—	—	5: 1	—	7: 4	—	—	—
Deschampsia flexuosa	4: 9	—	—	5: 4	—	—	3: 5	—	6: 1	3: 1	1: Δ	6: 5	—	—: Δ
Peittävyys yht. — *Total cover*	14	—	Δ	5	—	—	7	—	3	6	4	7	Δ	2
Eupteris aquilina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5: 5	—	—	—	2: 3
Majanthemum bifolium	2: 1	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	1: 1	3: 1	1: Δ	—	—: Δ
Convallaria majalis	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—
Goodyera repens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ	2: Δ	—: Δ	—	—: Δ
Chamaenerium angustifolium	10: 15	—	—	2: 1	—: Δ	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—
Trientalis europaea	1: 1	—	—	1: Δ	—	—	4: 2	—	—	—	—: Δ	—	—	—
Melampyrum pratense	6: 6	—	—	2: Δ	—	—	6: 2	—	1: Δ	4: 2	1: Δ	8: 9	2: 2	1: Δ
Peittävyys yht. — *Total cover*	23	—	—	1	Δ	—	4	—	Δ	8	1	9	2	3
Lycopodium annotinum	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. clavatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. complanatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	1: Δ
Pirola chlorantha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—: Δ
P. secunda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1: 1	—: Δ	2: 1	—	—: Δ
Calluna vulgaris	2: 3	9: 38	—: Δ	1: 1	10: 28	4: 10	5: 4	6: 20	2: 1	6: 7	2: Δ	2: 1	1: Δ	—
Vaccinium vitis-idaea	10: 41	10: 51	10: 57	10: 18	10: 29	10: 34	10: 13	10: 22	10: 5	8: 10	8: 5	8: 9	10: 32	—: Δ
V. myrtillus	1: Δ	4: 2	2: Δ	3: 2	—	3: 4	3: 3	3: 1	6: 2	7: 2	10: 7	8: 6	8: 11	—: Δ
Empetrum nigrum	—	—: Δ	9: 13	—: Δ	—: Δ	3: 2	—	—: Δ	—	—	—	—	—: Δ	—
Linnaea borealis	—	—	—	1: 1	1: Δ	—	—	—	—	5: 5	9: 2	3: 4	1: 1	1: Δ
Peittävyys yht. — *Total cover*	44	91	70	22	57	50	20	43	8	25	14	21	44	Δ
Pinus silvestris	—: Δ	—	1: Δ	1: 1	1: Δ	—: Δ	1: 1	—	2: 2	1: 1	2: 4	—: Δ	—	—
Picea excelsa	—	1: 2	3: 9	5: 8	1: 1	3: 10	4: 3	2: 6	2: 1	3: 8	1: 2	3: 13	5: 2	1: 3
Juniperus communis	—	—	—	1: 1	—	—	1: 1	—	—	1: 3	—: Δ	—	—	—
Betula verrucosa	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—: Δ	—	—	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—
B. pubescens	—	—: Δ	3: 1	—: Δ	—	—: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—
Alnus incana	—	—	—	—	—	—	1: 2	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—	—
Populus tremula	—	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sorbus aucuparia	—	—	—	—: Δ	—	—	1: 1	—	—	—	—	—: Δ	—: Δ	—
Peittävyys yht. — *Total cover*	Δ	2	10	10	1	10	8	6	3	12	6	13	2	3

[1]) Muita lajeja — *Additional species:* Peltigera canescens (16), Sphagnum acutifolium (21.3), Equisetum hiemale gula (258), Chimaphila umbellata (256), Monotropa hypopitys (253, 254), Veronica officinalis (252), Hypochoeris macu-

tyneet, ja kasvillisuus on muuttunut samantapaiseksi kuin yleensä puolukkatyypin männiköidenkin uudistushakkuualoilla tavattava (vrt. esim. Sarvas 1949, s. 22).

puolukkatyypin kuusikoista.
spruce stands of Vaccinium type.

Number of sample plot

252	255	I	239	262	250	244	257	253	181	254	191	70	261 b	21.3	196	71	170	193	78
Frequency (0—10): cover (0—100)																			
—: Δ	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—: Δ	—	3: 1	—: Δ	1: Δ	—	—	3: 2	—	2: 1
—: Δ	—: Δ	—	—	—	—: Δ	—	—	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1: Δ	—	1: Δ	2: Δ	3: 1	1: 1	1: 1	—	—	—	1: 1	9: 18	2: 1	1: Δ	1: Δ	3: 2	1: Δ	7: 5	9: 12	3: 1
—	—	—: Δ	1: Δ	—	2: Δ	1: 2	—: Δ	1: 1	—	3: 2	·	3: 1	—	1: Δ	·	1: Δ	·	·	3: 1
·	—	—: Δ	—	—	·	—	·	·	·	·	·	—	—: Δ	—	·	—	·	·	—
·	—	·	—	—	·	—	·	·	·	·	·	—	—	—	·	1: Δ	·	·	—
·	—	·	—	—	·	—	·	·	·	·	·	—	—	—	·	—	·	·	—
·	—	·	—	—	·	—	·	·	·	·	·	1: Δ	—	—	·	1: Δ	·	·	—
·	—	—: Δ	—	—	·	2: Δ	·	·	·	·	·	—	—	—	·	—	·	·	1: Δ
2: Δ	—	—: Δ	—	—	2: Δ	—	—: Δ	1: Δ	1: Δ	3: 1	8: 2	—	—	1: Δ	2: Δ	—	6: 1	7: 2	—
—	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—	—	1: Δ	—	—	3: 1
Δ	Δ	Δ	Δ	1	1	3	Δ	1	Δ	4	20	3	Δ	Δ	2	Δ	8	14	4
—	—	—: Δ	3: 1	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	1: 1	—	—	—	—	—
6: 3	8: 4	10: 24	10: 8	10: 18	10: 11	6: 4	10: 5	10: 6	10: 7	10: 6	9: 14	10: 7	10: 20	8: 5	10: 12	10: 7	10: 12	10: 14	9: 7
—	—	—: Δ	2: 1	2: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	Δ	—	—	—	—	2: 2
1: 3	—	—: Δ	—	2: 1	8: 11	7: 6	4: 2	6: 11	—	5: 9	—	5: 4	2: Δ	3: 1	6: 4	7: 9	2: 2	1: 1	1: Δ
10: 71	10: 41	10: 42	10: 60	10: 55	10: 52	10: 69	10: 37	10: 58	10: 54	10: 73	10: 52	10: 43	10: 47	10: 16	10: 49	10: 49	10: 62	10: 32	10: 46
7: 20	10: 52	10: 22	7: 18	9: 16	8: 15	7: 8	10: 56	9: 19	9: 28	9: 8	6: 13	8: 18	10: 20	10: 37	10: 29	9: 17	5: 6	9: 33	10: 17
1: Δ	2: Δ	—	—	—	6: 6	8: 4	—	2: 2	—	—: Δ	—	2: 1	—	10: 12	—	—: Δ	—	—	—
—	1: Δ	—	2: Δ	2: Δ	—	—	—	1: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—	1: Δ	—	—	—	—	—: Δ	1: Δ
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	4: 8	—	—: Δ	—	—	—: Δ
97	97	88	88	90	95	91	100	96	89	96	79	73	87	80	94	82	82	80	72
1: Δ	3: 2	2: Δ	2: Δ	—	1: Δ	3: 1	—: Δ	5: 3	7: 2	—: Δ	1: Δ	6: 1	1: Δ	—	1: Δ	—	—	1: Δ	2: Δ
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—: Δ	—	—	—
1: Δ	4: 1	—	—	—	—	—	2: Δ	—	—	—	—	2: Δ	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	2: Δ	—	—	—	1: Δ	—	—
—	—	—	—	—	—	6: 5	—	—	—	—	—	—	1: 1	—	—	—	2: Δ	—	—: Δ
2: Δ	1: Δ	—: Δ	2: Δ	—	4: 2	1: 1	3: 2	—: Δ	—	—: Δ	—	10: 5	—: Δ	5: 2	—	3: 1	2: Δ	—	9: 5
Δ	3	Δ	Δ	—	2	7	2	3	2	Δ	Δ	6	1	2	Δ	1	Δ	Δ	5
3: 9	3: 3	—	—	—	—	3: 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—: Δ	3: 1	—	—	—	1: Δ	5: 1	5: 4	3: 1	1: Δ	—	—	7: 2	—	—	1: Δ	—	2: 1	—	1: Δ
—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	—	2: Δ	—	—	—	—	—	—
—: Δ	—	—	—	—	—: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5: 1	—: Δ	—	—	—	—	—	4: 1
1: Δ	5: 1	—	3: 1	—	—	7: 4	7: 3	5: 6	5: 1	—: Δ	—	1: Δ	—	8: 5	—	—	3: 1	—	2: 1
9	5	—	1	—	Δ	10	7	7	1	Δ	—	3	Δ	5	Δ	—	2	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	1: Δ	—	1: Δ	—	—	1: Δ
1: 3	—: Δ	—	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—: Δ	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—
—: Δ	1: Δ	—	1: 1	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—
1: Δ	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—: Δ	1: 1	—	2: Δ	1: 1	—	—: Δ	—	1: 1	—: Δ	—	—: Δ	2: 2	—	—	2: Δ	2: Δ	—	1: Δ
3: 2	7: 9	8: 2	3: 1	6: 3	2: 3	—: Δ	4: 5	5: 4	9: 6	3: 3	10: 4	5: 2	10: 35	10: 33	9: 4	8: 14	8: 14	10: 7	10: 18
3: 2	8: 4	5: 5	2: Δ	3: 4	5: 7	—: Δ	9: 6	9: 10	8: 3	5: 4	6: 4	5: 1	6: 13	10: 19	7: 5	7: 2	7: 12	8: 5	9: 4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—
7: 6	10: 6	—: Δ	—: Δ	1: Δ	—	—	7: 4	4: 5	7: 3	—	—	6: 2	—: Δ	2: Δ	1: Δ	1: Δ	—	—	—
13	19	8	2	7	11	Δ	15	19	13	7	8	5	50	52	9	16	26	12	22
—: Δ	—	1: 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4: 5	—	1: 1
3: 5	8: 9	1: 3	9: 1	4: Δ	2: 8	3: 3	6: 8	4: 8	—: Δ	2: 2	3: 4	1: 2	1: 1	—	4: 4	—: Δ	3: 6	4: 6	3: 5
—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—: Δ	—	—: Δ
—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—: Δ	—	—	—
—	—	—	—	1: 2	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1: 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—
—	—	—	—	—	—: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—: Δ
—	—	—	—	—	—: Δ	1: 1	—	—	—	—	1: 1	—: Δ	—: Δ	—	—	—	—	—	—: Δ
5	9	4	1	4	8	3	9	8	Δ	2	5	2	1	Δ	4	Δ	11	6	6

(250, 255), Carex globularis (21.3), Carex ericetorum (67), Anemone nemorosa (252), Fragaria vesca (258), Rhamnus frangulata (261 b).

Tässä on myös syytä julkaista kasvillisuuskuvaukset parilta hakkuualalta, joilta miltei puhdas kuusikko oli hakattu muutama vuosi ennen näiden tutkimusten aloittamista. Näillä hakkuualoilla on kasvillisuuden kehitystä siis alettu seurata suunnilleen siitä vaiheesta alkaen, mihin se useimmilla taulukossa 6 kuvatuilla koealoilla nyt on ehtinyt.

Vertaamalla aikaisemmin ja myöhemmin tehtyjä kasvillisuuskuvauksia toisiinsa nähdään varsin selvästi, että pintakasvillisuus on nopeasti kehittymässä tyypillistä männiköissä tavattavaa puolukkatyypin kasvillisuuskuvaa kohden. Puheenaolevista tutkimuskohdista koeala 45 on ennen hakkuuta ollut samaa metsikköä kuin koeala 191 (vrt. taulukko 1 s. 14 ja taulukko 7 s. 29) ja koeala 77 samaa kuin 78.

Kasvillisuuskuva puolukkatyypin kuusikoissa.

Koealametsiköiden pintakasvillisuudesta tehtiin yksityiskohtainen kuvaus, kuten edellä jo on mainittu. Kasviluettelot frekvenssi- ja peittävyyslukuineen nähdään taulukosta 7. Suuremman yleiskatsauksellisuuden saavuttamiseksi on siinä laskettu pintakasvillisuuden eri ryhmille, jäkälille, sammalille, heinille, ruohoille ja varvuille niiden kokonaispeittävyyttä osoittavat luvut. Lisäksi on puuston eri kehitystiloja, taimistoa, tiheikköä, riukumetsää ja tukkimetsää edustavat koealat erotettu toisistaan paksuilla pystyviivoilla.

Jo pikainenkin silmäys tärkeimpien kasvilajien tunnuksiin osoittaa, että kasvillisuus on koealametsiköissä ollut harvinaisen yhdenmukaista. On näet huomattava, että analysoitaessa ruutumenetelmällä samaankin kasviyhdyskuntaan kuuluvia kasvustoja saadaan yleensä paljon suurempia eroja kuin vastaavassa silmävaraisarvioinnissa. Silmä näyttää tasoittavan paljon sellaista, jonka tarkempi tutkimus paljastaa eriarvoiseksi. Varsinkin tiheikkökautta vanhemmissa metsiköissä näkyviä eroja on joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta pidettävä vähäisinä. Tämä helpottaa suuresti selvän yleiskuvan saamista nyt tarkasteltavana olevasta kasvillisuudesta ja lisää tulosten yleispätevyyttä.

Kiinteämmän kokonaiskuvan saamiseksi kuusta kasvavan puolukkatyypin pintakasvillisuudesta esitetään taulukossa 8 vielä suppea yhdistelmä kaikista koealametsiköistä.

Tarkasteltakoon ensiksi riuku- ja tukkimetsien kasvillisuutta, koska se lähinnä edustaa tyypin normaalikuvaa. Tässä käsittelyssä liittyvät välimetsänä kehittyneet kuusikot läheisesti vapaana kehittyneisiin riukumetsiin.

Huomiota kiinnittää heti luettelon alussa oleva runsas valikoima erilaisia jäkälälajeja. Tavallisimpia ovat *Peltigera aphthosa*, poronjäkälät *Cladonia rangiferina* ja *Cl. sylvatica* sekä pikarijäkälät *Cladonia cornuta*,

Taulukko 8. Yhdistelmä puolukkatyypin kuusikoiden pintakasvillisuudesta.

Table 8. Compilation of the vegetation on spruce stands of Vaccinium type.

Kasvilaji *Species of plants*	Vapaana kehittyneet kuusikot *Free grown spruce stands*			Välimetsänä kehittyneet kuusikot *Spruce stands developed from intermediary stands*
	Tiheikkö *Thicket*	Riukumetsä *Small pole stand*	Tukkimetsä *Timber stand*	
	Frekvenssi: peittävyys — *Frequency: cover*			
Peltigera aphthosa	—: *A*	1: *A*	—	1: *A*
P. spp.	1: *A*	—: *A*	—: *A*	—
Cladonia rangiferina	7: 6	1: *A*	—: *A*	4: 4
Cl. sylvatica	6: 4	1: *A*	1: 1	1: *A*
Cl. digitata	1: *A*	—: *A*	—	—: *A*
Cl. cenotea	1: *A*	—	—	—: *A*
Cl. gracilis	2: *A*	—: *A*	—	—
Cl. cornuta	2: 1	—: *A*	—	—: *A*
Cl. fimbriata	1: *A*	—: *A*	—: *A*	—: *A*
Cl. spp.	1: *A*	1: *A*	1: *A*	3: 1
Cetraria islandica	—: *A*	—: *A*	—	1: *A*
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	11	*A*	1	5
Dicranum scoparium	2: *A*	—: *A*	—: *A*	—: *A*
D. undulatum	10: 10	9: 12	9: 6	10: 11
Pohlia nutans	—: *A*	—: *A*	—	—
Aulacomnium palustre	—	—: *A*	—	—: *A*
Ptilium crista-castrensis	2: 1	2: 2	4: 6	3: 2
Pleurozium Schreberi	10: 53	10: 54	10: 58	10: 44
Hylocomium proliferum	5: 12	9: 25	9: 24	9: 21
Polytrichum commune	1: 1	1: 1	2: 1	1: 1
P. juniperinum	2: 1	1: *A*	—: *A*	—: *A*
Sphagnum Girgensohnii	—	—: *A*	—: *A*	—: 1
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	78	94	95	80
Luzula pilosa	1: *A*	1: *A*	3: 1	1: *A*
Carex spp.	—	—: *A*	—	—: *A*
Agrostis tenuis	—	1: *A*	—: *A*	—: *A*
Calamagrostis epigejos	1: *A*	—: *A*	—: *A*	—: *A*
Cal. arundinacea	1: *A*	1: *A*	1: 1	—: *A*
Deschampsia flexuosa	2: 1	2: 1	1: 1	3: 1
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	1	1	3	1
Eupteris aquilina	—	1: 2	1: 1	—
Majanthemum bifolium	—: *A*	1: *A*	3: 1	1: *A*
Convallaria majalis	—: *A*	—: *A*	—: *A*	—: *A*
Goodyera repens	—	—: *A*	—: *A*	—
Chamaenerium angustifolium	—: *A*	—: *A*	—: *A*	—: *A*
Trientalis europaea	1: *A*	—: *A*	—	1: *A*
Melampyrum pratense	1: *A*	2: 1	5: 3	2: 1
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	*A*	3	5	1
Lycopodium annotinum	—	—	—	—: *A*
L. clavatum	—	—: *A*	—: *A*	—
L. complanatum	—: *A*	—: *A*	—	—: *A*
Pirola chlorantha	—	—: *A*	—: *A*	—: *A*
P. secunda	—	—: *A*	—	—
Calluna vulgaris	5: 13	1: 1	—: *A*	1: *A*
Vaccinium vitis-idaea	10: 29	6: 7	4: 4	9: 15
V. myrtillus	3: 2	5: 4	6: 5	7: 7
Empetrum nigrum	2: 2	—: *A*	—	—: *A*
Linnaea borealis	—: *A*	3: 2	4: 2	1· *A*
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	46	14	11	22

Cl. gracilis ja *Cl. digitata*. Jäkäliä ei kuitenkaan tavata määrältään runsaasti. Useimmiten ne kasvavat metsikön aukkopaikoissa. Niiden yhteinen peittävyys riukumetsissä on vain *Δ* ja tukkimetsissä 1 (huom., että suurin mahdollinen peittävyys on 100). Ekologisesti niiden olemassaolo pintakasvillisuuden pohjakerroksessa on kuitenkin erittäin merkittävä ja kuvattavana olevan kasvillisuuden tärkeimpiä tuntomerkkejä.

Sammalkerros sitä vastoin, suhteellisen pienestä lajiluvusta huolimatta, vallitsee kasvillisuuden pohjakerrosta. Sen keskimääräinen kokonaispeittävyys on riukumetsissä 94 ja tukkimetsissä 95. Kun puiden tyvet jo vievät melkoisen osan kasvualasta, voidaan sammalpeitettä pitää kutakuinkin yhtenäisenä. Sille on lisäksi ominaista tavallista suurempi tiiviys ja paksuus, mistä johtuu, että se vaikuttaa kimmoisen patjamaiselta. Tämä sammalpatja hautaa suhteellisen nopeasti alleen karikkeet ja pienehköt hakkuutähteetkin ja antaa täten metsälle siistin, siivotun ulkonäön. Kun puusto usein on harvaa ja puuyksilöiden latvukset ulottuvat tuuheina suhteellisen alas, metsikkö saa kauniin, puistomaisen ulkonäön.

Tärkeimmät sammallajit ovat *Pleurozium Schreberi* ja *Hylocomium proliferum*, joista edellinen esiintyy selvästi jälkimmäistä runsaampana. Edellisen peittävyys riukumetsissä on keskimäärin 54 ja tukkimetsissä 58, jälkimmäisen riukumetsissä 25 ja tukkimetsissä 24. Muita tärkeitä sammalia ovat *Dicranum undulatum* ja *Ptilium crista-castrensis*. Edellistä tavataan miltei kaikkialla *Pleuroziumin* seassa enemmän tai vähemmän yksitellen sirottuneena. Niinpä sen keskimääräinen peittävyys on riukumetsissä vain 12 ja tukkimetsissä 6, mutta frekvenssi kummassakin 9. *Ptilium crista-castrensis* on vähäisestä määrästään huolimatta myös uskollinen puolukkatyypin kuusikoiden seuralainen. Riukumetsissä sen keskimääräinen peittävyys on 2, tukkimetsissä 6. *Aulacomnium palustrea* ja *Sphagnum Girgensohniita* on tavattu vain kosteissa painanteissa, jota vastoin *Polytrichum commune* ja *P. juniperinum* kasvavat muuallakin.

Ruohoja ja heiniä on puolukkatyypin kuusikoissa silmäänpistävän vähän. Niinpä niiden yhteinen keskimääräinen peittävyys on riukumetsissä vain 4 ja tukkimetsissä 8. Esim. minkäänlaista heinittymistä tai ruohottumista ei voida havaita laajoissakaan puuston aukkopaikoissa. Tavallisimpia heiniä ovat *Deschampsia flexuosa* (steriili) ja *Luzula pilosa*. Ruohoista tavataan *Melampyrum pratense* yleisimmin. Muutama *Majanthemum bifolium*-yksilö (steriilejä) sinne tänne sirottuneena kuuluu tavallisesti myös kasvillisuuskuvaan. Muut heinät ja ruohot ovat enemmän satunnaisia.

Myös varpuja on puolukkatyypin kuusikoissa suhteellisen vähän. Ne keskittyvät metsän aukkopaikkoihin ja vaikuttavat jossakin määrin huonokuntoisilta. Varpujen yhteinen peittävyys riukumetsissä on 14 ja

tukkimetsissä 11. Tärkeimmät lajit ovat puolukka ja mustikka. Eri koealoilla niiden keskinäiset runsaussuhteet jossakin määrin vaihtelevat, mutta keskimäärin puolukka on hieman mustikkaa merkittävämpi. Puolukan keskimääräinen peittävyys on riukumetsissä 7 ja tukkimetsissä 4, mustikan riukumetsissä 4 ja tukkimetsissä 5. Puolukkaa ja mustikkaa seuraa runsausjärjestyksessä vanamo, *Linnaea borealis*. Sen peittävyys on verrattain vähäinen, mutta frekvenssi melko korkea, esim. riukumetsissä 3 ja tukkimetsissä 4. Ekologisesti huomattava on kanervan mukanaolo. Sen peittävyys tosin on aivan vähäinen, mutta toisaalta sitä tavataan jokseenkin aina puuston aukkopaikoissa, joissa se jäkälien kanssa antaa koko kasvillisuudelle jossakin määrin karun leiman. Muut varvut ovat enemmän tai vähemmän satunnaisia. Niistä on erityisesti kiinnittänyt huomiota *Pirola chlorantha*, sillä sitä on muihin kasviyhdyskuntiin verrattuna tavattu suhteellisen usein juuri puolukkatyypin kuusikoissa. Kiintoisaa on todeta, että K u j a l a (1926 a, s. 94—95) on jo aikaisemmin tehnyt samanlaisia havaintoja siitä. Hän mainitsee mm., että *Pirola chlorantha* ilmeisestikin keskittyy kuiville puolukkatyypin kankaille, joilla kuusen varjostuksen johdosta on niukasti varpuja ja sammalta.

Pensaita on erittäin vähän. Useimmin on tavattu pihlajaa, katajaa ja harmaaleppää. Tähän ryhmään voidaan lukea myös puiden taimet. Niitä on tavattu varsin vähän. Erityisesti on kuusen taimien niukkuus tunnusomaista kasvillisuuskuvalle. Aivan pieniä, alle 1 dm:n pituisia taimia tosin saattaa kuusen hyvien uudistumisvuosien jälkeen tavata runsaastikin, mutta suurempia taimia kasvaa vain siellä täällä. Taimistoihin palataan yksityiskohtaisemmin myöhemmin.

Puolukkatyypin kuusikoiden kasvillisuuskuvaan kuuluu myös erityisesti näille metsiköille ominainen puiden epifyyttinen jäkäläkasvillisuus. Leimanantavimpia ovat ns. naavajäkälät (suvut *Alectoria* ja *Usnea)*, mutta myös useita muita jäkäliä tavataan kuusten rungoilla ja oksilla. Epifyyttijäkälistöstä on koealametsiköissä tehty säännöllisesti havaintoja ja otettu epäselvistä lajeista runsaasti näytteitä. Tässä ei kuitenkaan ole mahdollista kuin aivan pääpiirtein tarkastella eräitä metsänhoidollisesti merkittäviä puolia.

Leimanantavin naavajäkälä on *Alectoria implexa;* sen ohessa on vähemmän merkitsevänä tavattu mm. *A. sarmentosa*, *Usnea barbata* ja *U. comosa*. Muista epifyyttijäkälistä mainittakoon *Parmelia physodes*, *Cetraria glauca* ym. (vrt. myös K u j a l a 1926 b, s. 37—38).

Joskin epifyyttijäkälistö on tunnusomaista puolukkatyypin kuusikoille, niin toisaalta sen esiintymisessä havaitaan huomattavaa vaihtelua. Metsiköiden reunoissa, teiden varsilla, linja-aukoissa ja muissa aukkokohdissa epifyyttejä tavataan runsaasti, kun sitä vastoin metsiköiden

sisässä, niiden sulkeutuneissa kohdissa, naavaa on vähänlaisesti. Kokonaisuutena katsoen koealametsiköt ovatkin tämän vuoksi olleet suhteellisen lievästi naavaisia.

Puuston naavaisuus on metsäkirjallisuudessa yleensä tulkittu huonon kasvun merkiksi (A. K. Cajander 1916, s. 332; 1917, s. 170, Romell 1922, s. 435, Kujala 1926 b, s. 34), ja ilmeisesti näin onkin asianlaita. Mutta on myös muita tekijöitä, jotka vaikuttavat naavaisuuteen, vieläpä hyvin voimakkaastikin. Näistä on valo tärkein. Kuten yleensä jäkälät, naavajäkälätkin ovat runsasta valoa vaativia ja voivat menestyä vain siellä, missä valaistussuhteet ovat niille kyllin suotuisat. Eniten varjostusta näyttää sietävän tumman harmaa *Alectoria implexa*, kun sitä vastoin vaaleammat *A. sarmentosa* ja eri *Usnea*-lajit kasvavat vain huomattavan valoisissa paikoissa. Juuri naavajäkälien valon vaatimuksista ilmeisesti johtuukin edellä mainittu naavaisuuden epätasaisuus koealametsiköissä. Tästä saa myös selityksensä se, että koealametsiköissä on ollut suhteellisen vähän naavaa verrattuna moniin harvemmaksi hakattuihin puolukkatyypin kuusikkoihin ja kuusen sekaisiin metsikköihin. — Naavajäkäliä on tavallista runsaammin tavattu myös koealametsiköiden soihin rajoittuvissa laiteissa. Tähän lienevät osaksi syynä keskimääräistä paremmat valaistussuhteet, mutta nähtävästi myös suolta leviävä kostea ilma, joka edistää epifyyttijäkälien toimeentuloa (vrt. A. K. Cajander 1916, s. 332).

Kasvillisuuden normaalikuvan tultua edellä pääpiirteissään kuvatuksi on paikallaan lyhyesti tarkastella myös erinäisten tilapäistekijöiden ja kasvupaikkaeroavaisuuksien vaikutusta siihen.

Puuston kehittyessä taimistosta tukkimetsäksi tapahtuu myös pintakasvillisuudessa muutoksia, jotka usein ovat hyvinkin tuntuvia. Puolukkatyypin kuusikoissakin on tällaisia muutoksia todettavissa, joskaan ne eivät ole erityisen suuria. Osa niistä on jo tullutkin esille, kun edellä on rinnakkain tarkasteltu riuku- ja tukkimetsien kasvillisuutta. On siis syytä lähteä nyt puuston kehityksen alkupäästä. Taimistot tosin on jätettävä käsittelyn ulkopuolelle, kun niitä tutkimusaineistossa edustaa vain yksi koeala, mutta tiheikköjä sitä vastoin on riittävästi.

Kun verrataan tiheikköjen ja riukumetsien kasvillisuutta toisiinsa, havaitaan tiheiköissä olevan jäkäliä ja varpuja runsaammin kuin riukumetsissä. Jäkälien keskimääräinen kokonaispeittävyys on tiheiköissä 11 ja riukumetsissä 4, varpujen tiheiköissä 46 ja riukumetsissä 14. Kannattaa tämän lisäksi hieman lähemmin syventyä tutkimaan, miten nämä muutokset tuntuvat eri kasvilajien kohdalla. Tiheiköissä jäkälien runsaus johtuu ensi sijassa poronjäkälien runsaudesta. Varpukerroksessa on muutos kanervan kohdalla kouraantuntuvin; tiheiköissä sen peittävyys on keskimäärin 13 (frekvenssi 5) ja riukumetsissä vain 1 (frekvenssi 1). Tuntuva muutos tapahtuu myös puolukan runsaudessa. Tiheiköissä sen

peittävyys on 29 (frekvenssi 10), riukumetsissä vain 7 (frekvenssi 6). Mustikan runsaudessa sitä vastoin ei tapahdu sanottavia muutoksia. Merkillepantavaa on näin ollen, että puuston kehittyessä tiheikköasteelta riukuasteelle muutokset pintakasvillisuudessa kohdistuvat ensi sijassa kasviston valoavaativimpaan ainekseen. Kuusen taholta pintakasvillisuuteen kohdistuva ja puuston kehittyessä yhä lisääntyvä voimakas varjostus muodostuu siis kohtalokkaaksi varsinkin valoa vaativille kasveille. Sammalien, heinien ja ruohojen määrässä ei metsikön eri kehityskausina sitä vastoin ole sanottavaa eroa.

On myös syytä tarkastella, onko pintakasvillisuudessa havaittavissa maalajeittain eroavaisuuksia. Onhan useissa aikaisemmissa tutkimuksissa todettu (K u j a l a 1938, s. 12—13, S a r v a s 1944, s. 166), että useimmista metsätyypeistämme voidaan maalajeittain erottaa alatyyppejä.

Kun yhdistetään kaikki riuku- ja tukkimetsien koealat kahteen ryhmään, joista toinen käsittää karkean maan (somero- ja hiekkapohjaiset) koealat ja toinen keskikarkean maan (hietaisen moreenin) koealat ja verrataan näiden ryhmien kasviluetteloja keskenään, voidaan tehdä seuraavanlaisia huomioita. Jäkälien määrä on keskikarkealla maalla hieman suurempi kuin karkealla. Tämä johtunee keskikarkeiden maiden suuremmasta kivisyydestä. Sammalien kokonaispeittävyys on kutakuinkin sama, mutta karkealla maalla tavataan hieman enemmän *Pleurozium Schreberitä* ja vähemmän *Hylocomium proliferumia* kuin keskikarkealla. *Polytrichum*-lajeja on keskikarkealla maalla ollut enemmän kuin karkealla. Ruohojen ja heinien kohdalla ei ole selviä eroja havaittavissa. Niitä onkin itse asiassa niin vähän, että selviä eroja tuskin voisi näkyäkään. Varpukerroksessa sitä vastoin näkyy tuntuva ero: keskikarkealla maalla varpuja on yleensä enemmän kuin karkealla. Tämä koskee varsinkin puolukkaa. Varvuista on erityisesti *Pirola chloranthan* esiintyminen somero- ja hiekkamailla kiinnittänyt huomiota. — Joskin eroja siis on, niin toisaalta on sanottava, että ne näyttävät olevan siksi vähäisiä, ettei maalajin arvioiminen niiden perusteella näytä mahdolliselta. Ei siis liioin ole vielä syytä ryhtyä tehtyjen huomioiden varassa jakamaan tarkasteltavana olevaa kasvillisuutta maalajien mukaan alatyyppeihin.

Puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden kasvillisuudesta on aikaisemmassa metsäkirjallisuudessa saatavissa vain niukalti tietoja, mutta kun näitä täydennetään puolukkatyypillä kasvavien mänty-kuusisekametsiköiden kasvillisuudesta käytettävissä olevilla kuvauksilla, voidaan tehdä joitakin vertailuja.

Jo A. K. C a j a n d e r (1909, s. 145; 1916, s. 456 ja 1917, s. 201) on kiinnittänyt huomiota kuusta ja mäntyä kasvavan puolukka- (ja kanerva-) tyypin pintakasvillisuuden erilaisuuteen. B r e n n e r (1921, s. 55) esittää käsi-

tyksenään, että seinäsammalpeitteinen kuusikko *(den rena Hylocomium-granskogen)* edustaa monen eri metsäkasviyhdyskunnan kehityksen loppuvaihetta (vrt. myös Sylvén 1914). Yksityiskohtaisempia kuvauksia esittää Pöntynen (1929, s. 83—91) Raja-Karjalan kuusialikasvoksista; ei siis kylläkään puhtaista kuusikoista, mutta kuitenkin metsiköistä, joissa kuusi muodostaa sulkeutuneen latvuskerroksen. Sammalpeite on näissä kuusialikasvoksissa kaikkialla yhtäjaksoinen. Sen valtalajeista tavataan puolukkatyypillä *Pleurozium Schreberitä* ehkä keskimäärin enemmän kuin *Hylocomium proliferumia*. Muuten ei sammalpeitteen laatu suuresti eroa mustikkatyypistä, ellei ehkä kuivemman yleisvaikutuksen puolesta, mihin vaikuttaa paljon *Rhytidiadelphus triquetrusin* puuttuminen ja jäkälien *(Peltigera aphtosan)* läsnäolo. Heiniä ja ruohoja kuusialikasvoksissa on yleensäkin, mutta erityisesti puolukkatyypillä vähän. Samoin on varpuja vähän. Puolukkatyypillä on puolukkaa hieman enemmän kuin mustikkaa. Puolukkatyypillä esiintyy paikoitellen kanervaa, joka kuitenkin on yleisesti hyvin kitukasvuista ja steriiliä. Puolukka ja mustikka eivät tavallisesti myöskään jaksa kehittyä kukinta-asteelle puolukka- ja mustikkatyypeillä. Nämä Pöntysen kuvaukset kuusta kasvavan puolukkatyypin pintakasvillisuudesta ovat aivan yllättävässä määrässä yhdenmukaisia käsillä olevassa tutkimuksessa saavutettujen tulosten kanssa. — Selvitellessään pintakasvillisuuden merkitystä kuusen uudistumiselle on Hertz (1932, s. 77—78) havainnut, että puolukkatyypillä ja kanervatyypillä varvut yleensä häviävät kuusen latvuspiiristä tai käyvät hyvin vähiin. »Mitä runsaammin kuusta tavataan nyt mainituilla metsätyypeillä, sitä vähemmäksi varvut häviävät, ja maan pinnan peittävät yhtäjaksoiset seinäsammalistot.» Ulkomaisista tutkimuksista ansaitsevat erityisesti Tanskan nummien viljelyskuusikoissa suoritetut tässä huomiota. Esim. Müller ym. (1910, s. 112—113) ovat sikäläisistä kuivien kankaiden kuusikoista kuvanneet kasvillisuutta, joka on suuressa määrässä samankaltaista kuin meikäläisten puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden.

Vertailu puolukkatyypin männikköön.

Kuusta kasvavan puolukkatyypin pintakasvillisuuden erikoispiirteet käyvät parhaiten ilmi, kun sitä verrataan puolukkatyypin männikön pintakasvillisuuteen. Tällaista vertailua varten on käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä tutkittu myös männiköiden pintakasvillisuutta. Tällöin on rajoituttu hakkuukypsiin tai sitä lähenteleviin, kutakuinkin täysitiheisiin metsikköihin. Kaikkiaan on tutkittu 9 metsikköä, joiden puustoa ym. koskevia tietoja nähdään taulukosta 9. Kaikissa nyt puheena olevissa metsiköissä maalaji on someroa. Yhdistelmä näiden metsi-

Taulukko 9. Mittaustuloksia puolukkatyypin männiköistä.

Table 9. Results of measurements in pine stands of Vaccinium type.

Koealan n:o *Number of sample plot*	Kunta *Commune*	Tutkimusaika *Date*	Maan kaltevuus (aste ja suunta) *Slope of ground (angle and exposure)*	Humuskerroksen paksuus, cm *Thickness of humus layer, cm*	Puuston latvusala, 0—100 *Canopy cover, 0—100*	Puulajisuhteet, % puuston kuutiomäärästä *Tree species, % of growing stock*			Puuston ikä, v. *Age, years*	Valtapituus, m *Height of dominant trees, m*
						Mänty *Pinus silvestris*	Kuusi *Picea excelsa*	Rauduskoivu *Betula verrucosa*		
265	Hyvinkään kaupp. ...	20.6.1950	—	2.5	71	100	—	—	67	20.0
266	Tuusula	15.6.1950	2° NE	2.4	59	100	—	—	80	18.4
267	Nurmijärvi	20.6.1950	6° SE	2.4	37	100	—	*4*	100	20.0
268	Loppi	13.6.1950	—	2.7	31	90	—	10	100	21.8
269	Lammi	22.6.1950	—	2.8	43	100	—	—	106	23.5
270	Riihimäen mlk.	17.6.1950	—	3.4	52	100	—	*4*	110	21.1
271	Riihimäen mlk.	20.6.1950	5° NE	4.0	40	100	*4*	*4*	110	20.6
272	Lammi	24.6.1950	—	2.9	68	100	—	—	120	23.9
273	Riihimäen mlk.	17.6.1950	3° S	4.0	23	90	—	10	198	21.5

köiden pintakasvillisuudesta nähdään taulukosta 10. Aikaisemmin on puolukkatyypin männiköiden kasvillisuutta kuvattu A. K. Cajanderin (1921, s. 36), Ilvessalon (1922) ja Kujalan (1936) tutkimuksissa. Tässä on vertailu Kujalan kuvauksiin helpointa, koska ne on hankittu pääosaltaan samantapaista ruutumenetelmää apuna käyttäen kuin käsillä olevassa tutkimuksessakin. Kujala on kuitenkin laskenut peittävyyden hieman toisella tavalla kuin tässä tutkimuksessa on tehty. Hän on näet laskenut keskimääräisen peittävyyden vain niille ruuduille, joissa asianomaista lajia on tavattu, kun käsillä olevassa tutkimuksessa sitä vastoin on otettu huomioon kaikki ruudut, so. käytetty jakajana kaikkien tutkittujen ruutujen lukumäärää. Kun tehdään vertailuja Kujalan lukuihin, ne on tämän vuoksi ensiksi muunnettava tässä käytettyä laskutapaa vastaaviksi (tai päin vastoin), mikä frekvenssilukua apuna käyttäen on mahdollista. Huomattakoon lisäksi, että frekvenssiluvutkaan eivät ole täysin rinnastettavissa siitä syystä, että Kujalan ruudut ovat pienempiä (0.25 m^2) kuin tässä tutkimuksessa käytetyt (1.00 m^2). Vertailu taulukossa 10 esitettyjen puolukkatyypin männiköiden kasvillisuuskuvausten ja Kujalan kuvausten välillä osoittaa varsin suurta yhdenmukaisuutta. Kyseessä olevan kasvillisuuden pääpiirteet voidaan näin ollen esitellä etupäässä taulukkoon 10 nojautuen seuraavasti.

Jäkäliä tavataan puolukkatyypin männiköissä vieläkin runsaampi lajisto kuin kuusikoissa. Merkittävimpiä ovat *Peltigera aphthosa, Cladonia rangiferina, Cl. sylvatica, Cl. alpestris* ja *Cetraria islandica.* Jäkälien

Taulukko 10. Kasviluettelo puolukkatyypin männiköistä.

Table 10. List of plants in Scots pine stands of Vaccinium type.

Kasvilaji *Species of plants*	Koealan n:o — *Number of sample plot*									Keskimäärin *Average*	
	265	266	267	268	269	270	271	272	273	Frekvenssi *Frequency*	Peittävyys *Cover*
	Frekvenssi (0—10): peittävyys (0—100) *Frequency (0—10): cover (0—100)*										
Peltigera aphthosa	—	—	1: 1	—: Δ	Δ: Δ	—	—	—: Δ	1: Δ	0.2	0.1
Cladonia rangiferina	1: Δ	6: 1	8: 3	4: 1	2: Δ	10: 6	9: 3	1: Δ	8: 5	5.4	2.1
Cl. sylvatica	—: Δ	3: 1	7: 1	2: Δ	1: Δ	10: 5	9: 3	—: Δ	6: 3	4.2	1.4
Cl. alpestris	—	2: Δ	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—: Δ	1: 2	0.3	0.2
Cl. digitata	1: Δ	2: Δ	1: Δ	1: Δ	Δ: Δ	—	1: Δ	—	—: Δ	0.7	Δ
Cl. cenotea	—	—	—	—	—	—	1: Δ	—	—	0.1	Δ
Cl. gracilis	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	Δ
Cl. cornuta	—	—: Δ	—	—	—	—	—	1: Δ	—	0.1	Δ
Cl. pyxidata	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	Δ
Cl. fimbriata	1: Δ	—	—: Δ	—	—	—	1: Δ	1: Δ	—	0.3	Δ
Stereocaulon paschale	—	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	Δ
Cetraria islandica	1: Δ	1: 1	—	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—	1: Δ	0.3	0.1
Peittävyys yht. — *Total cover*	Δ	3	5	1	Δ	11	6	Δ	10	—	4.0
Dicranum undulatum	10: 43	10: 31	10: 20	10: 7	10: 18	9: 23	10: 34	10: 26	10: 29	9.9	25.7
Ptilium crista-castrensis	2: Δ	—	—	2: 1	5: Δ	—	—	7: 1	—: Δ	1.8	0.2
Pleurozium Schreberi	10: 32	10: 45	10: 68	10: 79	10: 55	10: 58	10: 51	10: 54	10: 42	10.0	53.8
Hylocomium proliferum	3: 1	1: Δ	1: Δ	4: 8	9: 16	—: Δ	3: 1	8: 13	3: Δ	3.6	4.3
Polytrichum juniperinum	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—	—	0.1	Δ
Sphagnum acutifolium	—	—	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	Δ
Peittävyys yht. — *Total cover*	76	76	88	95	89	81	86	94	71	—	84.0
Luzula pilosa	—	—	—	—: Δ	1: Δ	—	—	—: Δ	1: Δ	0.2	Δ
Calamagrostis epigejos	—	—	—: Δ	—: Δ	6: 1	—	—	3: Δ	—	1.0	0.1
Cal. arundinacea	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	Δ
Deschampsia flexuosa	—: Δ	1: Δ	—	1: Δ	2: Δ	—	—	—: Δ	—: Δ	0.4	Δ
Peittävyys yht. — *Total cover*	Δ	Δ	Δ	Δ	1	—	—	Δ	Δ	—	0.1
Dryopteris spinulosa	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Δ
Majanthemum bifolium	—	—	—	—	2: Δ	—	—	—: Δ	—	0.2	Δ
Polygonatum officinale	1: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	Δ
Convallaria majalis	2: Δ	—	5: Δ	—: Δ	7: 1	—	—	1: Δ	—	1.7	0.1
Goodyera repens	—	1: Δ	—	1: Δ	—	—	—	—	—	0.2	Δ
Rumex acetosella	—: Δ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Δ
Rubus saxatilis	—	—	—	—	2: 1	—	—	—	—	0.2	0.1
Chamaenerium angustifolium	—: Δ	—	1: Δ	—	2: Δ	—	—	1: Δ	—	0.4	Δ
Trientalis europaea	—	—	—	—: Δ	3: 1	—	—	—	—	0.3	0.1
Monotropa hypopitys	—: Δ	—	—	—: Δ	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—	Δ
Melampyrum pratense	—: Δ	3: Δ	2: 1	Δ: Δ	8: 1	—	—: Δ	8: 1	3: 2	2.7	0.6
Solidago virga-aurea	—: Δ	—: Δ	1: Δ	—	—: Δ	—	—	—: Δ	—: Δ	0.1	Δ
Antennaria dioeca	—: Δ	—	—	1: Δ	—: Δ	—	—	—: Δ	—	0.1	Δ
Hypochoeris maculata	—: Δ	—	—: Δ	—	1: Δ	—	—	—: Δ	—	0.1	Δ
Peittävyys yht. — *Total cover*	Δ	Δ	1	Δ	4	—	Δ	1	2	—	0.9
Lycopodium annotinum	—	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	Δ
L. complanatum	—: Δ	—	—	—	—: Δ	—	—	—	—	—	Δ
Pirola chlorantha	1: Δ	Δ: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—: Δ	—	0.1	Δ
P. media	—	—	—	—	1: Δ	—	—: Δ	—	—	0.1	Δ
P. secunda	—	1: Δ	—	—: Δ	—	—	—	—	—	0.1	Δ
Calluna vulgaris	2: 1	7: 13	8: 11	4: 4	8: 7	8: 11	8: 6	9: 5	9: 14	7.0	8.0
Vaccinium vitis-idaea	10: 14	10: 32	10: 22	10: 35	10: 25	10: 36	10: 36	10: 35	10: 22	10.0	28.6
V. myrtillus	10: 11	8: 7	6: 8	7: 3	5: 2	7: 2	4: 2	—: Δ	8: 17	6.1	5.8
V. uliginosum	—: Δ	—	—	—	1: Δ	—	—	—	—	0.1	Δ
Arctostaphylos uva-ursi	—	—	—: Δ	—	—: Δ	2: 1	—	—	—: Δ	0.2	0.1
Empetrum nigrum	—	—: Δ	1: 1	—: Δ	1: 1	—: 2	3: 9	—: Δ	—: Δ	0.6	1.4
Linnaea borealis	—: Δ	—	—: Δ	—	1: Δ	—	—	1: Δ	1: 1	0.3	0.1
Peittävyys yht. — *Total cover*	26	52	42	42	35	52	53	40	54	—	44.0
Pinus silvestris	—	1: Δ	1: Δ	1: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—	3: 2	0.7	0.2
Picea excelsa	2: Δ	4: 2	1: Δ	2: 2	—: Δ	—	1: 4	—: Δ	2: 5	1.3	1.4
Juniperus communis	1: 1	—: Δ	—: Δ	—: Δ	—: Δ	—	—	—: Δ	—: Δ	0.1	0.1
Betula verrucosa	—: Δ	—: Δ	—: Δ	1: 6	—: Δ	—	—: Δ	—	—: Δ	0.1	0.7
B. pubescens	—: Δ	—	—	—	1: Δ	—	—	—: Δ	—	0.1	Δ
Alnus incana	—	—	—	—: Δ	—: Δ	—	—: Δ	—: Δ	—	—	Δ
Salix caprea	—	—	—	1: 1	—	—	—	—: Δ	—	0.1	0.1
Populus tremula	—: Δ	—	1: Δ	—: Δ	1: 1	—	—: Δ	—: Δ	—: Δ	0.2	0.1
Sorbus aucuparia	—: Δ	—: Δ	1: Δ	—: Δ	1: 1	—	—	—: Δ	—: Δ	0.2	0.1
Peittävyys yht. — *Total cover*	1	2	Δ	9	2	—	4	Δ	7	—	2.8

kokonaismäärä on kuitenkin varsin vähäinen (keskimääräinen peittävyys n. 4). Sammalpeite onkin kasvillisuuden pohjakerroksessa vallitseva ja kutakuinkin yhtäjaksoinen (keskimääräinen peittävyys n. 84). Tärkein laji on *Pleurozium Schreberi*, jonka keskimääräinen peittävyys on n. 54; *Hylocomium proliferumia* on paljon vähemmän (4). Ruohoja ja heiniä on niukasti. Yleisimmät lajit ovat *Calamagrostis epigejos*, *Deschampsia flexuosa*, *Convallaria majalis*, *Chamaenerium angustifolium*, *Melampyrum pratense* ja *Solidago virga-aurea*. Varpuja sitä vastoin tavataan verrattain runsaasti. Niiden kokonaispeittävyys on keskimäärin n. 44. Runsaimpana tavataan puolukkaa (29). Seuraavat runsausjärjestyksessä ovat kanerva (8) ja mustikka (6), joita kumpaakin on paljon vähemmän kuin puolukkaa. Tunnusomaisia varpuja ovat myös *Linnaea borealis*, *Pirola chlorantha* ja *Lycopodium annotinum*.

Kun verrataan nyt kuvattua männiköissä tavattavaa puolukkatyypin kasvillisuutta kuusikoissa tavattavaan (huom. myös taulukko 11 s. 41), voidaan panna merkille seuraavanlaisia eroja.

Kuusikossa tavataan jäkäliä vähemmän kuin männiköissä. Sammalia sitä vastoin on kuusikossa ehkä runsaammin kuin männiköissä. Myös heiniä ja ruohoja on kuusikoissa enemmän kuin männiköissä. Varpuja sitä vastoin on paljon vähemmän. Nimenomaan kanervaa ja puolukkaa on vähemmän kuin männiköissä, mustikkaa ja vanamoa sitä vastoin on muihin varpuihin verrattuna suhteellisesti enemmän kuin männiköissä, vanamoa absoluuttisestikin enemmän.

Erot kuusta ja mäntyä kasvavan puolukkatyypin pintakasvillisuudessa näyttävät siis keskittyvän ns. valo- ja varjokasvien erilaiseen suhteeseen. Männiköissä valokasvit (jäkälät, puola ja kanerva) ovat runsaammin edustettuina kuin kuusikoissa. Viimeksi mainituissa sitä vastoin enemmän varjoa sietävät lajit (*Hylocomium proliferum*, ruohot, heinät, ja vanamo voittavat alaa. On näin ollen varsin todennäköistä, että eräänä tärkeänä syynä eroihin on pidettävä erilaisia valaistussuhteita: kuusikko varjostaa tunnetusti voimakkaammin kuin männikkö. Jo A. K. Cajanderkin on useaan kertaan kiinnittänyt huomiota tähän varjostuksen ja pintakasvillisuuden kokoonpanon riippuvaisuussuhteeseen ja huomauttaa siitä mm. (1925, s. 26): »Erikoisesti on silmällä pidettävä sitä seikkaa, että suurempi varjostus, siis myös varjostavampi puulaji, keskinkertaista kehnommilla kasvupaikoilla yleisesti siirtää kasvillisuuden yleisluonnetta näennäisesti parempaa metsätyyppiä kohti.» (huom. myös 1917, s. 201—202). Varjostukseen liittyy läheisesti kuusikon latvuston kyky pidättää suhteellisen suuri osa sateista (vrt. esim. Lukkala 1942, s. 6 ja s. 9) ja tasoittaa metsikön sisäisiä kosteus- ja lämpöoloja enemmän kuin männikkö. Lisäksi lienee myös erilaisella juuristokilpailulla osuutensa eroavaisuuksiin. Erityisesti varpujen vähäistä määrää eivät valaistussuhteet yksinomaan selitä. Kun kuusen

juuristo on pinnallisempi kuin männyn (Laitakari 1927, s. 295), näyttää sen taholta varpukerrokseen kohdistuva kilpailu käyvän varvuille erityisen tuhoisaksi. Veisi liian pitkälle tarkastella kaikkia niitä kasvupaikkatekijöitä, jotka kuusikossa saavat toisen luonteen kuin männikössä. Jo edellä sanotun perusteella käy ilmeiseksi, että kuusta kasvavalla puolukkatyypillä on edellytyksiä huomattavasti erilaisen pintakasvillisuuden kehittymiselle kuin männikössä. Itse asiassa olisi yllättävää, ellei melkoista eroa olisi havaittavissa.

Puulajin vaikutus tyyppikuvaan on eräs metsätyyppiopin ydinkysymyksiä, ja se on sellaisena saanut runsaasti huomiota osakseen. Jo A. K. Cajander (1909, s. 17) viittaa metsätyyppiteoriaansa ensi kerran esittäessään puulajin aiheuttamiin eroihin, vaikka hän pitääkin niitä suhteellisen vähäisinä. Myöhemmin Cajander useaan otteeseen palaa samaan asiaan (esim. A. K. Cajander 1916, s. 341—342; 1921, s. 16) ja toteaa puulajin aiheuttamat erot verrattain vähäisiksi ja joka tapauksessa sen luonteisiksi, etteivät ne sanottavasti vaikeuta tyypin tuntemista. Yksityiskohtaisempia tietoja puulajin vaikutuksesta tyyppikuvaan esittää Ilvessalo (1922, s. 34—37) kasvu- ja tuottotaulutyönsä yhteydessä keräämänsä aineiston nojalla. Ilvessalo vertaa männyn, kuusen ja koivun vaikutusta käenkaali-mustikkatyypin ja mustikkatyypin pintakasvillisuuteen ja tulee siihen tulokseen, että männikön ja koivikon välillä ei ole havaittavissa sanottavasti eroa, mutta että kuusikot eroavat enemmän edellä mainituista. Varsinkin lajiluku oli kuusikoissa paljon pienempi kuin vastaavan tyypin männiköissä ja koivikoissa. Yleisimpien lajien runsaussuhteissa sitä vastoin ei ollut havaittavissa tuntuvia eroja. Ilvessalo päätteleekin tämän johdosta, että kokonaisuutena katsoen ei kuusikon pintakasvillisuus poikkea kovinkaan paljoa saman tyypin männikön ja koivikon pintakasvillisuudesta.

On näin ollen aivan ilmeistä, että käsillä olevassa tutkimuksessa on jouduttu tekemisiin suurempien puulajista tyyppikuvaan aiheutuvien erojen kanssa kuin aikaisemmin. Itse asiassa tämä on varsin ymmärrettävääkin. Männiköissä ja koivikoissa pintakasvillisuus on aivan yleisesti paljon suuremmassa määrässä valoa vaativaa puolukkatyypillä kuin mustikka- ja käenkaali-mustikkatyypeillä. Jo tästä syystä kuusen voimakas varjostus aiheuttaa puolukkatyypillä tuntuvampia muutoksia kuin luonnostaan enemmän varjostusta kestävässä rehevämpien tyyppien pintakasvillisuudessa.

Vertailu mustikkatyypin kuusikkoon.

Edellä on havaittu, että puolukkatyypin pintakasvillisuus kehittyy kuusikoissa huomattavasti erilaiseksi kuin männiköissä. Kun puolukkatyyppi useimmiten on kuvattu ja opittu tuntemaan sellaisena kuin se

tavataan männiköissä, saattaa kuusta kasvavan puolukkatyypin tunteminen tuottaa vaikeuksia. Tavallisimmin tulee käytännössä kysymykseen kuusta kasvavan puolukkatyypin erottaminen mustikkatyypistä. Kanervatyypin kuusikot, mikäli niitä Etelä-Suomessa ylipäänsä tavataan, ovat niin harvinaisia, ettei niihin ole tässä syytä puuttua.

Taulukko 11. Puolukkatyypin ja mustikkatyypin kasvillisuuden vertailua.
Table 11. Comparison of vegetation on Vaccinium and Myrtillus type.

Kasvilaji *Species of plants*	Puolukkatyyppi *Vaccinium type*		Mustikkatyyppi *Myrtillus type*
	Männikkö *Pinus silvestris-stands*	Kuusikko *Picea excelsa-stands*	Kuusikko *Picea excelsa-stands*
	Peittävyys (0—100) — *Cover (0—100)*		
Peltigera aphthosa	*A*	*A*	*A*
Cladonia rangiferina	2	2	—
Cl. sylvatica	1	*A*	—
Cl. spp.	1	*A*	*A*
Cetraria islandica	*A*	*A*	—
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	4	2	*A*
Dicranum undulatum	26	9	6
Ptilium crista-castrensis	*A*	3	*A*
Pleurozium Schreberi	54	52	37
Hylocomium proliferum	4	23	43
Polytrichum commune	—	1	1
P. juniperinum	*A*	*A*	—
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	84	88	87
Luzula pilosa	*A*	1	1
Carex spp.	—	*A*	*A*
Agrostis tenuis	—	*A*	*A*
Calamagrostis epigejos	*A*	*A*	*A*
C. arundinacea	*A*	1	2
Deschampsia flexuosa	*A*	1	1
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	*A*	3	4
Eupteris aquilina	—	1	*A*
Dryopteris linnaeana	—	—	1
Majanthemum bifolium	*A*	1	3
Convallaria majalis	*A*	*A*	*A*
Chamaenerium angustifolium	*A*	*A*	*A*
Oxalis acetosella	—	—	*A*
Trientalis europaea	*A*	*A*	*A*
Melampyrum spp.	1	2	2
Solidago virga-aurea	*A*	—	*A*
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	1	4	6
Lycopodium spp.	*A*	*A*	*A*
Pirola chlorantha	*A*	*A*	—
P. secunda	*A*	*A*	*A*
Calluna vulgaris	8	*A*	—
Vaccinium vitis-idaea	29	8	10
V. myrtillus	6	5	17
Empetrum nigrum	1	*A*	—
Linnaea borealis	*A*	2	1
Peittävyys yhteensä — *Total cover*	44	15	28

Eteläsuomalaista mustikkatyypin kuusikon kasvillisuutta on kuvattu useassakin tutkimuksessa (esim. A. K. Cajander 1921, s. 35, Ilvessalo 1922, Pöntynen 1929 ja Kujala 1936). Näistä soveltuisi Kujalan aineisto tässäkin parhaiten vertailukohteeksi. Kun mainitussa Kujalan aineistossa kuitenkin on vain yksi mustikkatyypin kuusikko varsinaisesta Etelä-Suomesta, on vertailun saattamiseksi edes hieman vankemmalle pohjalle sitä varten tutkittu lisäksi kolme mustikkatyypin kuusikkoa. Niistä on yksi Lammin, yksi Padasjoen ja yksi Juupajoen kunnasta. Puusto on kaikissa koealametsiköissä ollut hakkuukypsyyttä lähentelevää, sulkeutunutta kuusikkoa. Metsätyyppi on ollut hyvänlaista mustikkatyyppiä, maalaji moreenia. Yksityiskohtaisia tuloksia julkaisematta on taulukkoon 11 laskettu tärkeimpien kasvilajien keskimääräinen peittävyys. Samaan taulukkoon on vertailun helpottamiseksi liitetty myös puolukkatyypin männikköjä ja kuusikkoja kuvaavia lukuja, edelliset sellaisina kuin ne jo aikaisemmin on esitetty taulukossa 10 s. 38 ja jälkimmäiset keskiarvoina taulukossa 7 s. 28 esitetyistä riuku- ja tukkimetsien sekä keski-ikäisten välimetsänä kehittyneiden metsiköiden kasvillisuudesta.

Mustikkatyypin kuusikossa ei ole käytännöllisesti katsoen lainkaan jäkäliä. Sammalkerros sitä vastoin on voimakkaasti kehittynyt ja kutakuinkin yhtenäinen (kokonaispeittävyys keskimäärin n. 87). Lajeja on enemmän kuin puolukkatyypin kuusikoissa. Runsausjärjestyksessäkin on eroja puolukkatyyppiin verrattuna: *Hylocomium proliferum* (43), *Pleurozium Schreberi* (37), *Dicranum undulatum* (6), *D. majus*, *Ptilium crista castrensis*, ym. *Hylocomium proliferumia* tavataan siis suhteellisesti paljon enemmän kuin puolukkatyypillä. Heinä- ja ruoholajisto on runsas, joskin sen kokonaispeittävyys jää vähäiseksi. Tärkeimmät lajit ovat *Majanthemum bifolium*, *Calamagrostis arundinacea*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum spp.*, *Oxalis acetosella* ja *Trientalis europaea*. Varpuja on runsaammin kuin puolukkatyypillä. Niiden kokonaispeittävyys on keskimäärin n. 28. Runsaimpana tavataan mustikkaa (17), puolukkaa vähemmän (10), vanamoa (1) ja kanervaa ei lainkaan.

Edellä esitetyistä vertailuista käy ilmi, että kuusta kasvavan puolukkatyypin pintakasvillisuus muistuttaa lajikokoomukseltaan, vieläpä useiden eri lajien runsaussuhteidenkin puolesta, huomattavassa määrässä mustikkatyypin kuusikon pintakasvillisuutta. Tarkempi perehtyminen paljastaa kuitenkin useita, joskaan ei erityisen silmäänpistäviä, niin kuitenkin ekologisesti merkittäviä eroja. Puolukkatyypin kuusikossa, varsinkin sen aukkopaikoissa, tavataan jäkälää. Sammalkerroksessa on *Pleurozium Schreberi* vallitseva, usein sitä on n. 2—3 kertaa niin runsaasti kuin *Hylocomium proliferumia*. Heinät ja ruohot puuttuvat miltei kokonaan. Varpuja on silmäänpistävän vähän; niistä on puolukka täri kein. Mustikan lisäksi on myös hiukan kanervaa, varsinkin puuston

aukkokohdissa. Mustikkatyypin kuusikossa ei yleensä kasva jäkälää, ei ainakaan normaalissa maan pinnassa. Sammalkerroksessa *Hylocomium proliferum* on vallitseva, joskin sen ohessa *Pleurozium Schreberitä* on runsaasti. Heiniä ja ruohoja on tosin niukasti, mutta useita lajeja ja osittain vaateliaitakin. Varpuja on enemmän kuin puolukkatyypillä. Vallitseva laji on tavallisesti mustikka. Puolukkaa ei ole kovinkaan paljon vähemmän, mutta kanerva puuttuu jokseenkin kokonaan. Kasvillisuuden kokonaisleima on puolukkatyypillä enemmän tai vähemmän kitulias, mustikkatyypillä rehevähkö.

Kuusta kasvavan puolukkatyypin erottaminen mustikkatyypistä on edellä kuvattujen erojen perusteella mahdollista. Vieläpä voidaan sanoa, ettei se näihin eroihin perehtyneelle ainakaan keskimääräisen ja sitä laihemman puolukkatyypin suhteen tuota sanottavia vaikeuksiakaan. Keskimääräistä paremmalla puolukkatyypillä rajan käynti sitä vastoin lienee vaikeampaa (vrt. Pöntynen 1929, s. 91, Tuomikoski 1942, s. 134 alam.) ja onkin luultavaa, että tällaiset maat käytännössä usein luokitellaan mustikkatyypiksi. Niinpä esim. käsillä olevan tutkimuksen aineistoon ei sisälly, ei ainakaan puuston kehityksen perusteella arvosteltuna (vrt. s. 57), puolukka- ja mustikkatyypin rajatapauksia, vaikka eräät koealametsiköt maastossa siltä näyttivätkin. Itse asiassa jo se seikka, että kuusen leviäminen puolukkatyypille on maassamme yleistä, mutta selvästi puolukkatyypiksi tunnettavat kuusikot sitä vastoin harvinaisia, panee epäilemään, että kuusta kasvavan puolukkatyypin erottaminen mustikkatyypistä lienee keskimääräistä paremmalla puolukkatyypillä, joka juuri on herkintä kuusettumaan, melkoisen epävarmaa. Onpa lisäksi luultavaa, että ellei kuusta kasvavan puolukkatyypin ja mustikkatyypin eroihin kiinnitetä riittävästi huomiota, niin niiden näennäinen yhdenmukaisuus helposti pettää ja puolukkatyyppi arvostellaan laajemmaltikin mustikkatyypiksi.

Kuvaavaa tässä suhteessa on, että esim. valtionmetsien talouskirjoissa näkee kartanselityksissä juuri kuusettuvan puolukkatyypin kohdalla suurinta epävarmuutta. Sama kuvio on useissa tapauksissa aikaisemmin arvosteltu puolukkatyypiksi, mutta myöhemmin, kun kuusi on sillä vallannut yhä enemmän alaa, arvostelu on kallistunut mustikkatyyppiin.

Tässä yhteydessä herää myös teoreettisesti tärkeä kysymys siitä, onko puolukkatyypin »normaalikuva» otettava männiköstä vai kuusikosta. Kun kuusikko puolukkatyypillä nähtävästi edustaa häiriintymättömän puulajikehityksen loppuformatiota, kallistuisi ratkaisu puhtaasti teoreettisesti ajatellen kuusikkoon. Monet käytännölliset näkökohdat, joista tärkein on se, että mänty on ainakin tällä hetkellä arvostellen taloudellisesti tuottoisin puulajimme puolukkatyypillä, kallistavat ratkaisua männikköön. Jälkimmäiset näkökohdat ovatkin ilmeisesti siksi painavat, ettei ainakaan vielä ole syytä luopua tähän mennessä käytännössä olleesta,

männikköön perustuvasta normaalikuvasta. Kuten edellä on osoitettu, kuusi kuitenkin valtaa puolukkatyypillä voimakkaasti alaa, ja jos puolukkatyyppi tulevaisuudessa joutuu yhä enemmän kuusen haltuun, saattaa edellä mainittu, nyt vielä teoreettinen kysymys saada tärkeän käytännöllisenkin merkityksen. Esim. pohjoissuomalaisella kollektiivisella paksusammaltyypillä on jo ainakin osaksi tapahtunut näin (vrt. A. K. Cajander 1921, s. 16, alamuistutus 3).

Puusto.

Vapaana kehittyneet kuusikot.

Latvusala ja runkoluku.

Meikäläisessä käytännöllisessä metsänarvioimisessa on usein tapana arvostella puuston tiheyssuhteita ns. tiheysluvulla. Tällä tarkoitetaan lukua, joka ilmaisee, montako kymmenesosaa kasvualasta on tarkastettavan puukerroksen hallussa (vrt. esim. Ilvessalo 1942, s. 16). Kun käsillä oleva tutkimus on kohdistunut kutakuinkin täysitiheisiin metsiin, tiheysluku olisi useimmissa tapauksissa lähennellyt 1.0:aa. Sellaisena se ei olisi paljoakaan lisännyt tietoja koealametsiköiden tilasta, varsinkin kun tiheyden silmävarainen arvioiminen on varsin subjektiivista. Niinpä koealametsiköissä onkin tiheyden asemesta laskettu latvusala. Kun tarkka menetelmä latvusalan arvioimiseksi kehitettiin vasta työn kuluessa, ei latvusalaa ole kaikilta koealoilta mitattu. Itse menetelmästä on julkaistu selostus aikaisemmin (Sarvas 1945), joten tässä viitataan siihen.

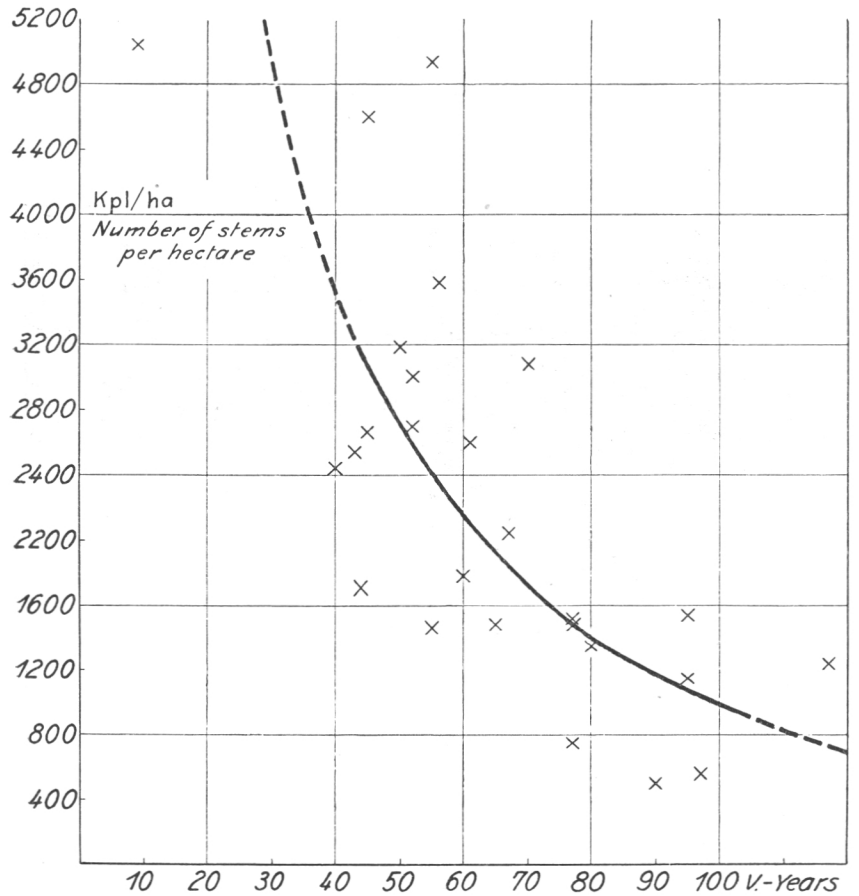
Saadut tulokset nähdään taulukosta 1 s. 14. Siihen on merkitty vain päämetsän latvusala. Kun verrataan samaankin kehityskauteen kuuluvia koealoja keskenään, havaitaan melkoisia eroavaisuuksia. Nämä erot ovatkin hyvin ymmärrettävissä, koska metsiköt syntytapansa ja ensi kehityksensä puolesta paljonkin poikkeavat toisistaan. Taulukosta nähdään kuitenkin myös puuston kehitystilasta johtuvia eroja: taimistoissa latvusala on keskimäärin 0.5, tiheikoissä keskimäärin samoin 0.5, riukumetsissä 0.7 ja tukkimetsissä 0.6. Tiheikköjen suhteellisen vähäinen latvusala siitä huolimatta, että puusto tavallisesti tässä kehitysvaiheessa on tiheimmillään, johtuu siitä, että useat tiheiköt ovat vasta suhteellisen vähän aikaa sitten vapautuneet päällyspuuston rippeistä ja ovat sen vuoksi vielä jossakin määrin aukkoisia ja repalaisia.

On mielenkiintoista verrata saatuja lukuja vastaaviin tuoreiden kankaiden kuusikoista mitattuihin. Näitä on kuitenkin toistaiseksi käytettävissä vain hakkuukypsistä metsiköistä. Sekä mustikka- että käenkaalimustikkatyypin kuusikoissa latvusala vaihtelee sulkeutuneissa met-

siköissä 0.9:stä 0.8:aan (Sarvas 1948 b, s. 63). Tästä nähdään, että kuusikko on täysi-ikäiseksi vartuttuaan puolukkatyypillä melkoista harvempi kuin tuoreilla kankailla.

Myös runkoluku kuvaa puuston tiheyssuhteita. Kuten tunnettua, tapahtuu puuston runkoluvussa metsikön kehittyessä suuria muutoksia. Sitä mukaa kuin puut kasvavat, ne vaativat yhä enemmän tilaa, joutuvat keskinäiseen taisteluun, ja heikompien täytyy väistyä vahvempien tieltä. Runkoluvun väheneminen on tämän vuoksi luonnontilaisissa metsiköissä tuon taistelun näkyvimpiä ilmenemismuotoja ja sellaisena hyvin valaisee itse tätä taisteluakin.

Niin yksinkertaiselta ja selvältä kuin runkoluvun laskeminen saattaa näyttääkin, siihen sisältyy kuitenkin myös tiettyjä vaikeuksia. Kun puiden välinen kilpailu metsikössä muodostuu yleensä ankarimmaksi saman puukerroksen yksilöiden välillä, käy kehitys eri kerroksissa, esim.



Kuva 3. Runkoluku puolukkatyypin kuusikossa.
Figure 3. Number of stems in spruce stands of Vaccinium type.

päämetsikössä ja alikasvoksessa, jossakin määrin omia raiteitaan. Tämän vuoksi on tarpeellista runkolukua laskettaessa erottaa päämetsikkö ja alikasvos toisistaan, mikä usein on melko subjektiivista. Ja toisaalta ei päämetsikönkään kannalta ole samantekevää, onko vai ei sen alla alikasvosta. — Seuraavassa rajoitutaan tarkastamaan vain päämetsikköä. Alikasvosta on koealametsiköissä ollutkin siksi vähän, ettei sen aiheuttama epätäsmällisyys ole kovinkaan suuri.

Koealametsiköiden runkoluvut on asetettu akselistoon, jossa vaakaakselilla on puuston ikä ja pystyakselilla päämetsikön runkoluku hehtaaria kohden laskettuna. Nämä pisteet sekä niiden silmävarainen tasoitus nähdään kuvasta 3. Koealoilta 1 ja 16 on ollut käytettävissä kahden eri aikoina suoritetun mittauksen tulokset, jotka kummatkin on merkitty diagrammaan. Hajaantuminen tasoitusviivan kummankin puolin on suhteellisen suuri, mutta juuri runkoluvussa on hajonta yleensäkin suurempi kuin metsikön muissa tunnuksissa. Edellisessä luvussa on jo viitattu koealametsiköiden syntytavassa ja alkukehityksessä esiintyviin eroihin, jotka tietysti tässäkin ovat tärkeänä syynä hajonnan laajuuteen.

Tässä esitettyä puolukkatyypin kuusikon runkoluvun kehitystä, sen olemusta, on helpompi arvostella, kun tehdään vertailuja muihin metsätyyppeihin ja metsikkölajeihin.



Kuva 4. Puolukkatyypin riukukuusikkoa. Tuusula, koeala I. Valok. kesäkuussa 1945 E. Häyrynen.

Figure 4. Small-pole spruce stand of Vaccinium type. Tuusula, sample plot I. Photo, June 1945 E. Häyrynen.

Vertailut tässä kuten tuonnempanakin olisi tietysti tehtävä vastaavaan metsikkömuotoon, so. alusta asti kutakuinkin vapaana kehittyneeseen, lievästi alaharvennettuun kuusikkoon ja männikköön. Tällaisten metsiköiden kasvusuhteista ei meillä kuitenkaan vielä toistaiseksi ole käytettävissä täsmällisiä tietoja. Yksityiskohtaisimmat tiedot on saatavissa luonnon normaalien metsiköiden kasvusta ja tuotosta (Ilvessalo 1920 a ja b), minkä vuoksi tässä kuten myöhemmissäkin vertailuissa joudutaan huomattavalta osalta turvautumaan niihin. Männikköihin nähden tässä tarkasteltavana olevan ja luonnon normaalin metsikkömuodon välinen ero onkin itse asiassa suhteellisen vähäinen, kun sitä vastoin kuusikoissa ero lienee suurempi. Kasvu- ja tuottotaulujen aineistossa ovat useimmat varsinkin vanhemmat kuusikot sellaisia, jotka nuorella iällä ovat olleet ainakin jossain määrin alikasvoksena ja vasta myöhemmällä iällä vapautuneet sekä päässeet muodostamaan varsinaisen metsän (Ilvessalo 1920 a, s. 40—42), mistä syystä ne eivät ole ilman muuta verrattavissa alusta asti vapaana kehittyneisiin (vrt. myös Erkki K. Cajander 1933, s. 29).

Varsinkin vertailu puolukkatyypin männikköön on kiintoisa, sillä osoittautuu, että tiheikkökauden epätasaisuuksista selvittyään puolukkatyypin kuusikon runkoluku tasaantuu kutakuinkin samansuuruiseksi männikön kanssa, ja kummankin kehitys kulkee sitten rinnakkain niin pitkälle kuin sitä on voitu seurata. Yksityiskohtaisempia lukuja julkaisematta mainittakoon vain, että 50-vuotisessa kuusikossa runkoluku on 94 % männikön runkoluvusta, 60-vuotisessa 105 %, 70-vuotisessa 109 %, 80-vuotisessa 112 %, 90-vuotisessa 115 %, 100-vuotisessa 112 %, 110-vuotisessa n. 103 % ja 120-vuotisessa n. 97 %.

Puolukkatyypin kuusikoissa suoritettujen hakkuiden johdosta on vaikea saada täsmällistä kuvaa sen itseharvenemiskyvystä. Kun hakkuut yleensä ovat olleet lieviä alaharvennuksia, jotka useassa tapauksessa ovat rajoittuneet vain luontaisen poiston talteen korjaamiseen, voitaneen kuitenkin katsoa, ettei niillä ole ollut ratkaisevaa vaikutusta runkoluvun vähenemisen kulkuun. Kun männikön itseharvenemiskykyä yleensä pidetään hyvänä, näyttää siltä, ettei puolukkatyypin kuusikonkaan itseharvenemiskyky, vastoin eräitä aikaisempia otaksumia ole erityisen huono. Samaan viittaavat edellisessä kappaleessa latvusalasta esitetyt mittaustulokset.

Kuusen huonosta harvenemiskyvystä puolukkatyypillä on saatu kokemuksia erityisesti alikasvoskuusikoista. Onpa tällaisia havaintoja voitu tehdä tämänkin tutkimuksen maastotöissä. Nämä havainnot ovat kuitenkin samalla viitanneet siihen, että tuo huono itseharveneminen johtuu enemmän metsikkömuodosta kuin kasvupaikasta. Tähän viittaavat Pöntysenkin (1929, s. 157) tutkimustulokset Raja-Karjalan kuusialikasvoksista, joissa »ylitiheyttä» tavataan sekä hyvillä (OMT ja

MT) että huonoilla (VT) metsätyypeillä. Tärkein syy alikasvosten huonoon itseharvenemiseen lieneekin niiden tasakokoisuus, so. alikasvoskuuset ovat keskenään hyvin samankokoisia. Kasvisosiologiasta on tunnettua, että kasviyhdyskunnissa eri yksilöiden välille muodostuva taistelu on sitä ankarampaa ja sitä sitkeämmin ratkeavaa, mitä samankaltaisempia nämä yksilöt ovat keskenään (Braun-Blanquet 1928, Clements ym. 1929, Kujala 1929, s. 9). Niinpä Pöntynenkin (1929, s. 137) on todennut, että mitä eri-ikäisempiä alikasvokset ovat, sitä harvemmiksi ne muodostuvat.[1]) — Kun alikasvoskuusikoiden tasakokoisuus usein säilyy vuosikymmeniä vielä niiden vapautumisen jälkeenkin, kiinnittää siitä johtuva huono itseharveneminen huomiota varsinkin puolukkatyypillä, missä »ylitiheys» on absoluuttisesti suurin.

Valtapituus.

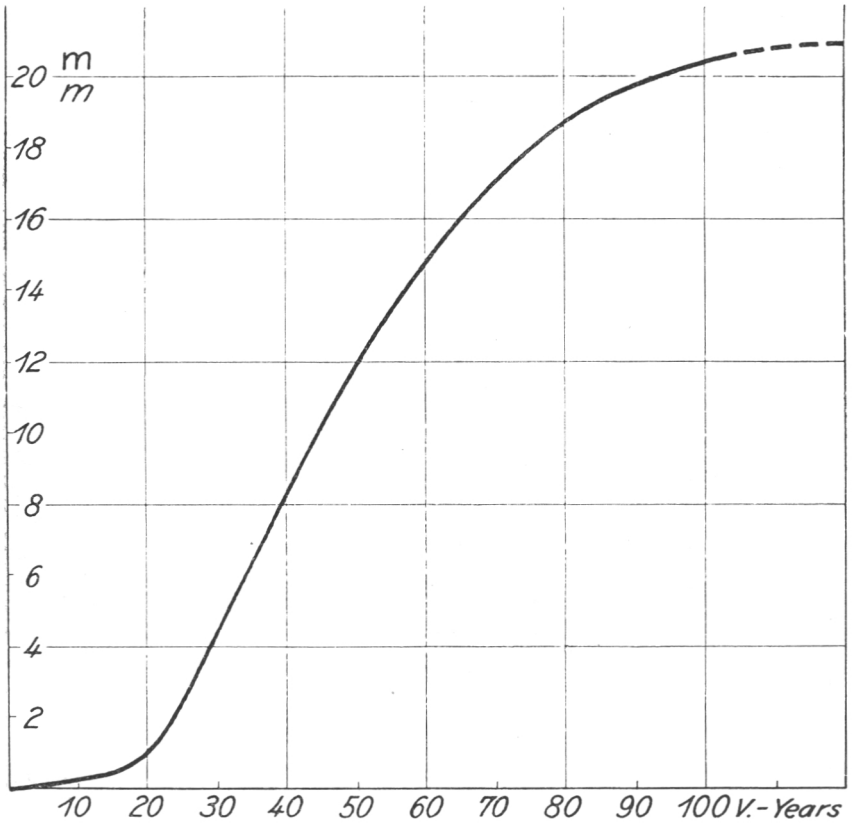
Puuston pituussuhteita kuvataan yleisimmin keskipituutta ja valtapituutta apuna käyttäen. Tässä tarkastellaan vain jälkimmäistä.

Valtapituus on koealametsiköissä laskettu, kuten useissa aikaisemmissakin samanluonteisissa meikäläisissä tutkimuksissa, hehtaaria kohden sadan paksuimman puun keskipituutena. Kuten edellä on mainittu, on tässä tutkimuksessa valtapituutta useassa tapauksessa käytetty metsikön kehitystilan kriteerinä: sellaiset metsiköt, jotka aikaisemmissa kehitysvaiheissaan ovat kituneet alikasvoksina, on pääasiassa valtapituutta apuna käyttäen rinnastettu alusta asti vapaana kehittyneisiin. Tämän vuoksi valtapituuden kehitystä koskeva selvittely jääkin olennaisesti vapaana kehittyneiden metsiköiden varaan, joita tutkimusaineistossa on 12. Kun kultakin koealalta on lisäksi käytettävissä myös valtapuiden keskipuun runkoanalyysi, on koealojen vähäisestä lukumäärästä huolimatta valtapituuden kehitys, sellaisena kuin se nähdään kuvassa 5, voitu kuitenkin kuvata melkoisella varmuudella.

Valtapituus lisääntyy taimistoasteella perin hitaasti, mutta tiheikköja riukuasteella verrattain voimakkaasti; tukkimetsissä, saavutettuaan n. 21 m:n pituuden, valtapituuden lisääntyminen taas huomattavasti heikkenee, jopa miltei pysähtyykin.

Verrattaessa puolukkatyypin kuusikon ja männikön (Ilvessalo 1920 b, s. 92) valtapituuksia toisiinsa nähdään, että taimistoissa männikön pituus lisääntyy nopeammin kuin kuusikon, mutta sitten jo

[1]) Tällaista tasakokoisuudesta johtuvaa huonoa itseharvenemista tavataan muidenkin puulajien muodostamissa metsiköissä. Esim. Perä-Pohjolan kuloaloille syntyy usein männiköitä yhden ainoan hyvän siemenvuoden siemennyksestä. Kun hyviä siemenvuosia Perä-Pohjolassa on suhteellisen harvassa, ovat näet edellytykset tällaisten täysin tasaikäisten metsiköiden syntymiseen suotuisammat kuin etelämpänä, missä hyviä siemenvuosia on lyhyemmin väliajoin. Näissä metsiköissä, joissa puuyksilöt ovat mitä suurimmassa määrin toistensa kaltaisia, on itseharveneminen erityisen huono (esim. Aaltonen 1919, s. 315).



Kuva 5. Valtapituus puolukkatyypin kuusikossa.
Figure 5. Height of dominant trees in spruce stands of Vaccinium type.

tiheikkökauden alusta riukukauden lopulle saakka männikön ja kuusikon kehitys on hyvin samantapaista; männikön valtapituus vain on säännöllisesti n. 3—4 metriä suurempi sen alussa saaman etumatkan ansiosta. Kehityksen loppupäässä, tukkimetsäkautena, kuusikon pituuden lisääntyminen sitä vastoin alkaa huomattavasti enemmän hidastua kuin männikön.

Edellä esitettyjen tarkastelujen tulokset yhdistäen on sanottava, että puolukkatyypillä kasvavan kuusen valtapituuden lisääntyminen on taimistokauden juromisen jälkeen tiheikkö- ja riukukautena yllättävän hyvä. Itse asiassa kiinnitti jo maastossa monen naavaisen ja takkuisen koepuun odottamattoman hyvä pituuskasvu huomiota. Ilmeistä onkin, että kuusen ulkonäkö paljon herkemmin kuvastaa huonoa ja huonolaistakin kasvua kuin männyn latvus, ja tästä syystä voidaan kuusen kasvua helposti aliarvioida. — Kuitenkin kuusen valtapituus on puolukkatyypin metsiköissä alusta alkaen kaikissa puuston kehitysvaiheissa

huomattavasti pienempi kuin männyn, ja tämä ero näyttää loppuiällä lisääntyvän.

Rungon muoto ja laatu.

Kun puolukkatyyppiä on pidettävä karuna kasvupaikkana kuuselle, herää helposti kysymys, kehittyykö kuusen runko näissä vajavaisissa oloissa jotenkin epänormaalisti. Puolukkatyypin kuusikon runkomuodon selvittely tarjoaa tämän vuoksi erityistä mielenkiintoa sekä taksatorisesti että myös metsänhoidollisesti.



Kuva 6. Puolukkatyypin kuusitiheikköä. Ruovesi, koeala 248. Valok. 4. 5. 1945 R. Sarvas.

Figure 6. Spruce thicket of Vaccinium type. Ruovesi, sample plot 248. Photo 4. 5. 1945 R. Sarvas.

Puun runkomuodon yksityiskohtainen ja teoreettisesti kiistaton kuvaaminen tuottaa yleensä suuria vaikeuksia. Ja mitä yksityiskohtaisemmin muoto kuvataan, sitä hankalammaksi muodostuu sopivan vertailuaineiston hankkiminen, ja itse vertailukin käy monimutkaiseksi. Niinpä käsillä olevassa tutkimuksessa onkin tyydytty verrattain karkeaan muodon kuvaamiseen eikä ole syvennytty tarkkapiirteisiin selvittelyihin.

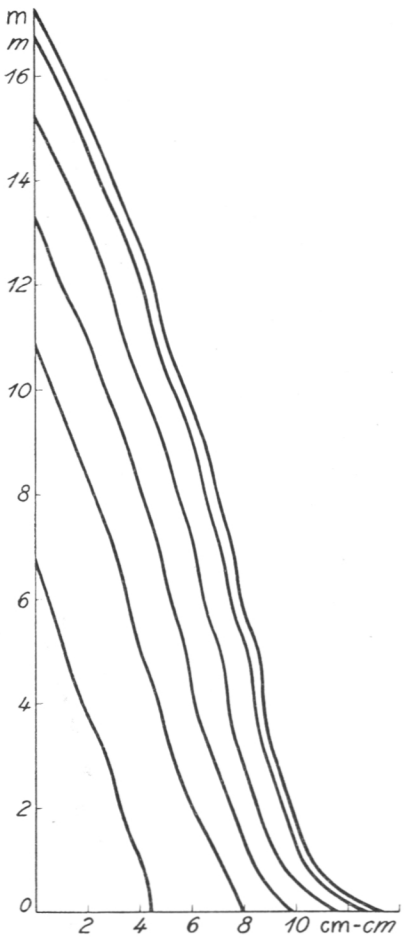
Harkittaessa sopivia rungon muodon ilmaisutapoja on lähdetty siitä ajatuksesta, että toisaalta on pyrittävä ottamaan mukaan kaikki rungon



Kuva 7. Puolukkatyypin kuusitiheikköä. Hyvinkään kauppala. Valok. joulukuussa 1940 P. Mikola.

Figure 7. Spruce thicket of Vaccinium type. Hyvinkää. Photo, December 1940 P. Mikola.

tärkeimmät ulottuvaisuudet ja toisaalta tarpeellisten mittausten määrä on supistettava mahdollisimman vähiin. Näin on päädytty kahteen rungon suhteelliselta korkeudelta mitattuun läpimittaan ja kokonaispituuteen. Näiden mittojen varassa on laskettu kullekin tutkittavaksi otetulle rungolle kaksi tunnusta: 1. täyteläisyys rungon 0.5- ja 0.1-osakorkeuksilta mitattujen läpimittojen suhteena ja 2. solakkuus, joka ilmaisee, montako prosenttia 0.1-osakorkeudelta mitattu läpimitta on rungon kokonaispituudesta.



Kuva 8. Runkoanalyysi koealan n:o I valtapuusta.

Figure 8. Stem-analysis of dominant tree on sample plot I.

Runkomuodon tarkastelu rajoitetaan vain valtapuihin. Valtapuiden keskipuusta tehdyt runkoanalyysit ovat tarjonneet sopivaa aineistoa tällaiseen käsittelyyn. Kaikki runkomuotoa selvittelevät mittaukset onkin tehty runkoanalyysien piirroksista. Esimerkki eräästä hyvin keskimääräisestä runkoanalyysistä nähdään kuvasta 8. Tulokset suoritetuista keskimäärälaskelmista, joissa on käytetty graafista tasoitusta apuna, on yhdistetty taulukkoon 12. Vertailujen helpottamiseksi on samaan taulukkoon vielä laskettu täyteläisyyttä läheisesti vastaava Jonsonin muotosuhde sekä solakkuus käyttäen rinnankorkeudelta mitattua läpimittaa perusläpimittana (100 × D1.3 : L). Kaikki läpimitat on mitattu kuoretta.

Taulukosta nähdään, että valtapuun täyteläisyys kasvaa iän mukana. Tällaista kehitystä onkin pidettävä normaalina (vrt. Lappi-Seppälä 1936, s. 43). Esim. Jonsonin muotosuhde kohoaa 30:nnesta ikävuodesta 90:nteen ikävuoteen mennessä 0.59:stä 0.71:een. Mainittakoon vertailun vuoksi, että siinä aineistossa, joka kerättiin maassamme puuston runkomuodosta valtakunnan metsien ensimmäisen arvioinnin laskelmia varten, päädyttiin mustikkatyypillä kasvavalle kuuselle Jonsonin muotosuhteeseen 0.688. Puolukkatyypin kuusikon valtapuut ovat näin ollen keskimääräistä hieman tyvekkäämpiä. Eroa ei kuitenkaan voida pitää erityisen suurena, koska valtapuut yleensäkin lienevät keskimääräistä hieman tyvekkäämpiä.

Taulukosta 12 nähdään lisäksi, että myös valtapuun solakkuus iän mukana paranee. Tämäkin on yleinen ilmiö säännöllisesti kehittyvissä metsiköissä (vrt. Lappi-Seppälä 1936, s. 55). Samantapainen on tulos, kun perusläpimittana käytetään rinnankorkeutta. Ilvessalon (1920 a, s. 126 ja 135) julkaisemien lukujen avulla on mahdollista laskea luonnon normaalin mustikkatyypin kuusikon viimeksi mainittua vastaavat solakkuusluvut. Ne vaihtelevat 1.08:sta 1.10:een.

Taulukko 12. Valtapuiden runkomuoto puolukkatyypillä kasvavassa kuusikossa.

Table 12. Stem form of dominant trees in spruce stands of Vaccinium type.

Tunnus *Characteristic*	Ikä v. — *Years of age*							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Täyteläisyys — *Cylindricity*								
D0.5 : D0.1	0.65	0.65	0.66	0.68	0.71	0.73	0.75	(0.77)
$\frac{D6—1.3}{2}$: D1.3	0.59	0.59	0.60	0.62	0.65	0.69	0.71	(0.72)
Solakkuus % — *Slenderness %*								
100 D0.1 : L	1.22	1.17	1.14	1.11	1.09	1.08	1.06	(1.06)
100 D1.3 : L	1.14	1.16	1.15	1.13	1.11	1.10	1.08	(1.06)
Keskimääräinen läpimitta 1.3 m:n korkeudella — *Average diameter at 1.3 m height*	6.5	11.0	15.5	19.4	22.0	23.5	24.2	24.7

Luonnon normaalin metsikön valtapuiden solakkuus on siis kutakuinkin samanlainen kuin tässä tarkasteltavana olevien puidenkin. Puolukkatyypin kuusikoiden valtapuiden solakkuutta voidaan näin ollen pitää tyydyttävänä tai ehkä suorastaan hyvänäkin.

Edellä tehtyjen vertailujen mukaan on siis puolukkatyypin kuusikoiden, ainakin niiden valtapuiden, rungon muodon kehitystä pidettävä metsikkömuotoon katsoen kutakuinkin normaalina. Aikaisemmin on Lappi-Seppälä (1936, s. 59) tutkiessaan männyn ja koivun runkomuotoa tullut siihen tulokseen, ettei metsätyypillä ole olennaista vaikutusta mainittujen puulajien runkomuotoon. Tässä saavutetut tulokset ovat samansuuntaisia, vieläpä erityisen selvästikin, koska puolukkatyyppi kuusen tai ainakin kuusimetsikön kasvupaikkana on eräänlainen äärimmäistapaus.

Käsitys siitä, mitä puun laadulla tarkoitetaan, ei ole vielä täysin vakiintunut. Milloin tälle käsitteelle annetaan laajempi, milloin suppeampi sisältö. Puun laadun käsittelyssä voidaan tarkastella esim. puun mittasuhteita (järeyttä ja pituutta), runkomuotoa, puuaineen rakennetta (esim. kesäpuuprosenttia ja sydänpuunmuodostusta) sekä erilaisia sisäisiä ja ulkonaisia, enemmän tilapäisinä pidettäviä vikoja. Seuraavassa kiinnitetään huomiota vain viimeksi mainittuihin.

Puiden laatua on tässä tutkimuksessa selvitetty luokittelemalla koealametsiköiden järeät puut (D1.3 vähintään 20 cm) puiden luvussa pölkyittäin laatuluokkiin. Luokituksessa käytettiin samaa asteikkoa kuin valtakunnan metsien toisessa arvioinnissakin. Tässä asteikossa kuusitukit jaetaan kahteen luokkaan:

I. »Normaali»- tai harvaoksaiset tukit. Oksien läpimitta enintään 2″. Tasaista lenkoutta sallitaan tukin pituudella enintään $^2/_3$ latvaläpimitasta.

II. Eläviä ja kuivia oksia saa esiintyä rajattomasti, laho-oksia vain pienikokoisia. Tukin tulee olla muodoltaan sahauskelpoinen. Jos puussa huomataan tukin osalla olevan maannousemaa tai muita lahovikoja, on niiden todennäköisesti aiheuttama tyveys otettava huomioon. Lahovikaa ei näet tukissa saa olla kuin aivan rajoitetussa määrässä II luokassa.



Kuva 9. Puolukkatyypin riukukuusikkoa. Tuusula, koeala 258. Valok. toukokuussa 1947 R. Sarvas.
Figure 9. Spruce thicket of Vaccinium type. Tuusula, sample plot 258. Photo, December 1944 R. Sarvas.

Yksityiskohtaisempia tuloksia julkaisematta mainittakoon, että riukumetsissä on tukkien kuutiomäärästä (yhteensä 150 runkoa) 48 % luettu I:een laatuluokkaan ja 52 % II:een. Tukkimetsissä (yhteensä 266 runkoa) vastaavat luvut ovat: I luokka 75 % ja II luokka 25 %. Iän mukana tukkipuiden laatu siis paranee. Tämä onkin aivan yleinen ilmiö metsissämme ja johtuu ensi kädessä oksien karsiutumisen edistymisestä. Kun käsitellään kaikki koealametsiköt yhdessä, joutuu tukkien kuutiomäärästä I:een luokkaan 58 % ja II:een 42 %. Useimmissa tapauksissa on laadun alentanut II luokkaan oksikkuus (vrt. kuva 9). Seuraavalla sijalla ovat lahoviat. Niitä on kuitenkin verrattain vähän.

Valtakunnan metsien toisen arvioinnin mukaan (Ilvessalo 1942, taulukko 62 s. 327) jakaantuu Suomen eteläpuoliskon kuusitukkien koko-

naiskuutiojalkamäärä laatuluokkiin siten, että I:een luokkaan kuuluu 63 % ja II:een 37 %. Näyttää siis siltä, kuin puolukkatyypin kuusikoista saatavien tukkien jakaantuminen laatuluokkiin olisi samaa suuruusluokkaa kuin koko Etelä-Suomen keskimäärä. Kun viimeksi mainittuun sisältyy runsaasti tiheyssuhteiltaan hyvinkin puutteellisia metsiköitä, täytyy nyt tarkastelun alaisena olevien sulkeutuneiden puolukkatyypin kuusikoiden rungon laatua pitää huononlaisena.

Aikaisemmin (Sarvas 1944, s. 156) on todettu, että harsintametsiköissä kuusen laatu puolukkatyypillä on erittäin huono. Kaikista tukkipuun kokoisista puista kuului I:een luokkaan vain n. 29 % ja II:een jopa 68 %; loput 3 % olivat niin huonoja, ettei niistä tullut lainkaan tukkeja. Tämä kuusen huono laatu puolukkatyypin harsintametsiköissä todettiin ainakin pääosaltaan seuraukseksi siitä vapaasta kasvutilasta, johon kuusi näissä metsiköissä joutuu. Vaikkakin kuivalla kankaalla kasvavalle kuuselle näyttää yleisemminkin olevan ominaista oksikkuus (vrt. esim. A. K. Cajander 1909, s, 122; 1917, s. 168 ja Tikka 1928, s. 19), osoittavat tässä tutkimuksessa saavutetut tulokset kuitenkin, että kasvattamalla metsikkö sulkeutuneena ja metsänhoidollisia näkökohtia muutenkin soveltamalla voidaan puolukkatyypilläkin päästä melko tyydyttävään rungon laatuun.

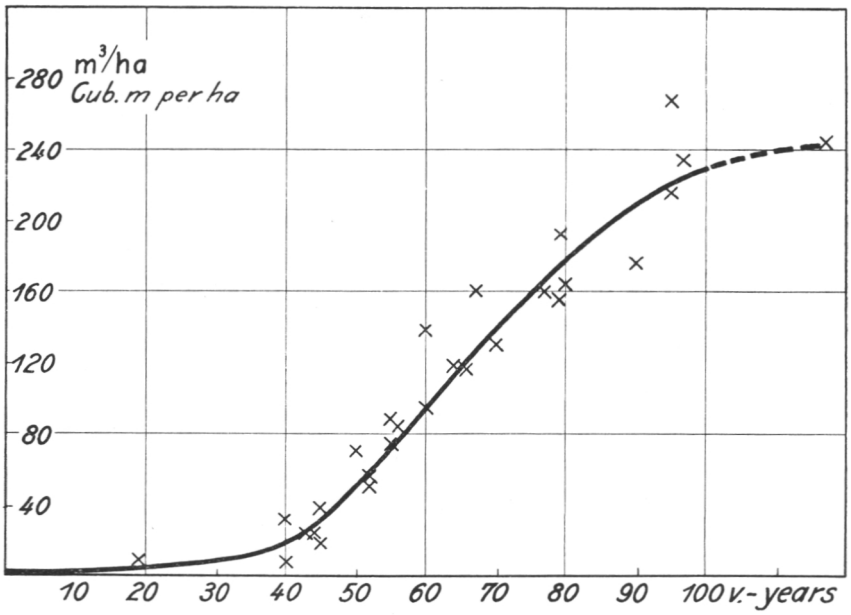
Kuutiomäärä.

Seuraavassa käsittelyssä tarkoitetaan puuston kuutiomäärällä metsikön kaikkien puiden yhteistä kuutiomäärää kiintomittana. Mahdollinen alikasvos on siis luettu päämetsikön kanssa yhteen. Kuitenkin sisällytetään tähän kuutiomäärään vain runkopuu kannon korkeudelta latvan huippuun.

Edellä on jo tehty selkoa mittauksista, joiden varassa puuston kuutiomäärän laskeminen on suoritettu, sekä myös itse laskemistavasta. Koealojen kuorelliset kuutiomäärät sijoitettiin akselistoon, jossa vaakaakselilla on puuston ikä ja pystyakselilla puuston kuutiomäärä hehtaaria kohden laskettuna. Tässä voitiin käyttää hyväksi myös kahta aikaisempaa mittausta koealalta 16 sekä yhtä aikaisempaa koealoilta 1, I ja 244. Tämän jälkeen piirrettiin tasoituskäyrä silmävaraisesti (kuva 10).

Puolukkatyypin kuusikon kuorellisen kuutiomäärän kehitystä tarkasteltaessa kiinnittää huomiota nuorien metsiköiden vähäinen puumäärä. Vasta n. 40. ikävuodesta lähtien puumäärä alkaa tuntuvasti lisääntyä. Lisääntyminen jatkuukin sitten huomattavan voimakkaana riukukauden loppupuolelle saakka, jolloin se taas käy vähäiseksi.

Kuorettoman kuutiomäärän selvittämiseksi on ensiksi laskettu kunkin koealametsikön puuston kuoriprosentti. Täten saadut luvut on tasoitettu



Kuva 10. Puuston kuutiomäärä kuorineen puolukkatyypin kuusikossa.
Figure 10. Growing stock in spruce stands of Vaccinium type.

akselistossa, jossa vaaka-akselilla on puuston ikä ja pystyakselilla kuoriprosentti. Tasoituskäyrästä on saatu seuraavat kuoriprosentit puuston 10-vuotisille ikäkausille:

Puuston ikä, v.										
20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Kuori-%										
35.0	29.0	23.8	19.6	16.6	14.1	12.8	11.8	11.2	11.0	11.0

Näitä kuoriprosentteja apuna käyttäen on puuston tasoitetusta kuorellisesta kuutiomäärästä laskettu vastaava kuoreton kuutiomäärä. Tämä sekä eräitä vertailuja näkyy taulukosta 13. Luonnon normaalien metsiköiden kuutiomäärät ovat Ilvessalon (1920 b, s. 30) ja viljelyskuusikon Erkki K. Cajanderin (1933, s. 26) julkaisusta.

Puolukkatyypin kuusikon puuston kuutiomäärä on kaikkina ikäkausina pienempi kuin puolukkatyypin männikön. Tällainen tulos tosin oli jo ennakolta odotettavissakin, sillä samoinhan on asian laita mustikkatyypilläkin. Merkillepantavaa sitä vastoin on eron suuruus. Esim. tukkimetsäkautena (90—120 v.) kuusikon kuutiomäärä on puolukkatyypillä

Taulukko 13. Puolukkatyypillä kasvavan kuusikon puuston kuutiomäärä ja sen vertailua.

Table 13. Growing stock in spruce stand of Vaccinium type and some comparisons relating to the same.

Metsikkölaji ja -muoto *Species and form of stand*	Ikä, v. — *Years of age*										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	m³/ha (kuoretta) — *cu. m/ha (without bark)*										
Puolukkatyyppi — *Vaccinium type*											
Alaharvennettu kuusikko — *Spruce stand, thinned from below*	2	6	16	41	80	120	156	185	204	214	(218)
Luonnon normaali männikkö — *Natural normal pine stand*	31	67	106	146	185	224	258	285	306	320	329
Mustikkatyyppi — *Myrtillus type*											
Viljelyskuusikko — *Cultivated spruce stand*	12	66	134	207	280	331	.	.	.	.	.
Luonnon normaali kuusikko — *Natural normal spruce stand* ..	17	48	95	154	219	271	320	359	389	409	420

vain n. 65—66 % vastaavasta männikön kuutiomäärästä, kun sitä vastoin mustikkatyypillä vastaava prosenttiluku on n. 91—94.

Vertailu mustikkatyypin sekä viljelys- että luonnon normaaliin kuusikkoon osoittaa edelleen, että puuston kuutiomäärä on puolukkatyypillä niin paljon pienempi kuin mustikkatyypillä, etteivät edes kuutiomääränsä puolesta eniten mustikkatyyppiä kohti poikkeavat koealat saavuta puoliväliäkään puolukka- ja mustikkatyypin välisestä erosta.

Poisto.

Poistolla tarkoitetaan tässä sitä runkopuun määrää kiintomittana laskettuna, joka on metsiköstä tietyn ajan kuluessa poistunut. Tämä poistuminen voi olla seuraus puiden välisestä kilpailusta, jolloin sitä nimitetään luontaiseksi poistoksi, tai hakkuiden aiheuttama.

Poiston tunteminen on jo sinänsä metsänhoidollisestikin tärkeätä, mutta poisto on myös tärkeä apuluku, jonka varassa on mahdollista tehdä vertailuja kuutiomäärä- ja kasvulaskelmien yhtäpitävyydestä.

Poiston tarkka arvioiminen on osoittautunut taksatorisesti vaikeaksi tehtäväksi. Esim. Ilvessalo (1937 a, s. 89) huomauttaa, että itseharveneminen ja luontaisen poiston määrä ja laatu voidaan tarkoin ja yksityiskohtaisesti selvittää vain pitkän ajan kuluessa jatkuvasti tutkittujen pysyvien koealojen perusteella. — Poiston suuruudesta voidaan kuitenkin saada likimääräinen käsitys usealla tavalla. Esim. suorastaan maastossa suoritettujen mittausten nojalla tai vertaamalla runkoluku-

sarjoja toisiinsa tai myös metsikön kuoretonta kuutiomäärää ja kuutiokasvua vertailemalla. Tässä tutkimuksessa on käytetty ensiksi mainittua tapaa. Tämän menetelmän suurimpana vaikeutena on koealametsiköissä tavattavan luontaisen poiston iän 1. asianomaisten puiden kuolinvuoden arvioiminen. Tutkittavana olleissa puolukkatyypin kuusikoissa on kuitenkin useimmissa tapauksissa suoritettu hakkuita parahiksi juuri sen verran, että varsinaista luontaista poistoa on ollut suhteellisen vähän. Hakkuuvuosien selvittäminen taas on ollut suhteellisen helppoa. Joko niistä on saatu tieto suoraan metsän omistajalta tai arviointi on suoritettu kantojen lahoamisasteen nojalla. Luontainen poisto on yhdistetty niihin hakkuisiin, joihin se lähinnä on näyttänyt liittyvän.

Kantojen luku ja mittaus sekä niihin nojautuva hakkuumäärien kuutioiminen on suoritettu tavalla, josta jo aikaisemmin on tehty yksityiskohtaisesti selkoa (Sarvas 1944, s. 17—20 ja s. 34—39), mihin tässä viitataankin. Mainittakoon vain, että tämän menetelmän on todettu antavan joltisenkin luotettavia tietoja n. 16 vuotta vanhoista ja sitä nuoremmista hakkuista. Kun keskimääräinen virhe on tällöin n. 15 % oikeana pidettävästä arvosta, on menetelmä siis verrattain karkea poiston arvioimistapa.

Hakkuumäärien tarkastelu onkin ulotettu vain 15 vuotta taaksepäin Niiden suuruus näkyy koealametsiköittäin taulukosta 1 s. 14. Jakamalla 15 vuoden kuluessa tapahtunut poisto 15:llä on saatu lasketuksi »juokseva» vuotuinen poisto kussakin koealametsikössä. Nämä luvut on sitten asetettu akselistoon, jossa vaaka-akselilla on puuston ikä ja pystyakselilla vuotuinen poisto, sekä tasoitettu silmävaraisesti. Tästä tasoituskäyrästä on luettu vuotuisen poiston määrät puuston eri ikäkausille. Kun näistä luvuista vielä on vähennetty kuoren osuus, on saatu seuraavat luvut kuvaamaan poistoa.

Puuston ikä, v.											
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Vuotuinen poisto (kuoretta), m^3/ha											
—	—	—	0.2	0.3	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3

Poiston määrää on pidettävä suhteellisen pienenä. Se on pienempi kuin esim. luontainen poisto mustikkatyypin kuusikossa tai puolukkatyypin männikössä (vrt. Ilvessalo 1920 b, s. 30 ja s. 38). Jos poisto keskitettäisiin joka 10 vuoden kuluttua toistuviin harvennushakkuisiin — kuten todellisuudessa suurin piirtein on tapahtunutkin, niin olisi sen määrä vain n. 5—7 % vastaavasta puuston kuutiomäärästä. Tämä

osoittaa, että koealametsiköissä suoritetut hakkuut todella ovat olleet lieviä, kuten edellä jo useasti on mainittu.

Kuutiokasvu.

Kuutiokasvulla tarkoitetaan seuraavassa, ellei toisin mainita, puuston kuorettoman runkopuumäärän vuotuista juoksevaa kasvua kiintomittana.

Kasvun teoreettisesti kiistattomaan ja tarkkaan laskemiseen sisältyy moninaisia vaikeuksia. Siinä tosin voidaan käyttää useitakin menetelmiä, mutta kullakin on omat heikkoutensa.

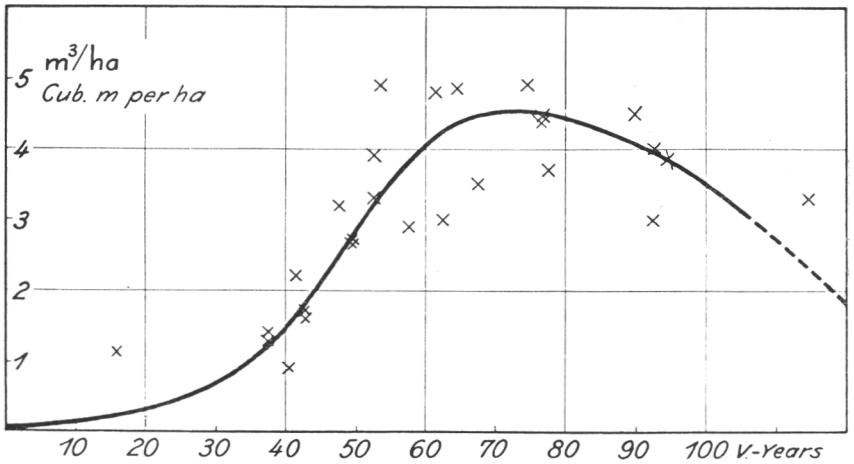
Yleisin tapa kasvun laskemiseksi lienee nojautua viime 5:n tai 10:n vuoden kasvuun. Tämä voidaan selvittää joko tietyin väliajoin tapahtuvien puuston kuutiointien erona pysyvillä koealoilla tai sitten koepuiden (kaadettujen tai pystykoepuiden) avulla. Käytettiinpä kumpaa vaihtoehtoa tahansa, tulos on verrattain herkästi riippuva tarkastelun pohjaksi otetun ajanjakson (5 tai 10 v.) sääsuhteista eli ns. kasvun aikakautisista vaihteluista.

Milloin on kerätty kokonainen kehityssarja koealoja jonkin tietyn metsikkölajin ja metsikkömuodon eri ikäisistä metsiköistä ja niiden perusteella selvitetty puuston kuutiomäärän ja poiston kehitys, voidaan kasvu laskea näiden nojalla, jolloin tulos ei ole sanottavasti riippuva kasvun edellä mainitusta vaihtelusta. Tässä menetelmässä, jota seuraavassa nimitetään kuutiomäärämenetelmäksi, tuottaa vaikeutta poiston tarkka laskeminen, mihin jo edellä on viitattu.

Käsillä olevassa tutkimuksessa kasvu on laskettu, kuten jo aikaisemmin on käynyt ilmi, kaadettujen koepuiden perusteella. Tulos on kuitenkin vielä tarkistettu tästä täysin riippumattomana pidettävää kuutiomäärämenetelmää käyttäen. Tällainen tarkistus on näyttänyt tarpeelliselta yleensäkin ja mm. kasvun periodisuudesta mahdollisesti syntyneiden virheiden paljastamiseksi.

Kasvulaskelmien tulokset nähdään koealoittain taulukosta 1 s. 14. Kasvun kehitys tarkasteltavana olevassa metsikkölajissa on selvitetty graafisesti. Eri koealojen kasvuluvut on asetettu akselistoon, jossa puuston ikä on vaaka-akselilla ja kasvu pystyakselilla, minkä jälkeen tasoitus on suoritettu silmävaraisesti (kuva 11). — Paitsi taulukkoon 1 merkittyjä kasvulukuja on voitu käyttää hyväksi kahta aikaisempaa mittausta koealalta 16 ja yhtä aikaisempaa koealalta I. Koealalla 245, joka on otettu taimistosta, on kasvun laskeminen ollut melkoisen epävarmaa. — Kuutiomäärämenetelmää noudattaen suoritettu kasvulaskelman tarkistus esitetään seuraavassa luvussa.

Puolukkatyypin kuusikon kasvun kulku on useassa suhteessa omalaatuinen. Huomiota kiinnittää ensinnäkin kasvun vähyys ensimmäisinä



Kuva 11. Puuston vuotuinen juokseva kasvu kuoretta puolukkatyypin kuusikossa.
Figure 11. Annual current growth (without bark) in spruce stands of Vaccinium type.

vuosikymmeninä. Vasta n. 40-vuotisissa metsiköissä kasvu alkaa jyrkästi lisääntyä. Tiheiköissä ja hoikissa riukumetsissä kasvu onkin huomattavan suuri, parhaimmillaan jopa 4.5 m³/ha, mutta alkaa jo vankoissa riukumetsissä taantua, ja taantumista jatkuu sitten yhä enenevässä määrässä tukkimetsäkautena.

Kasvun vertailua silmällä pitäen on taulukkoon 14 merkitty puolukkatyypin kuusikon kasvu 10-vuosittain sekä eräiden muiden metsikkölajien ja -muotojen vastaavat kasvuluvut.

Taulukko 14. Puolukkatyypillä kasvavan kuusikon vuotuinen juokseva kuutiokasvu ja sen vertailua.

Table 14. Annual current increment in spruce stand of Vaccinium type and some comparisons relating to the same.

Metsikkölaji ja -muoto *Species and form of stand*	Ikä, v. — *Years of age*											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	m³/ha (kuoretta) — *cu.m/ha (without bark)*											
Puolukkatyyppi — *Vaccinium type*												
Alaharvennettu kuusikko - *Spruce stand, thinned from below*	0.1	0.2	0.5	1.1	2.2	3.6	4.4	4.5	3.8	3.8	2.8	(2.2)
Luonnon normaali männikkö — *Natural normal pine stand* ...	1.6	4.1	5.3	6.0	6.1	5.9	5.6	4.9	4.2	3.4	2.4	1.9
Mustikkatyyppi — *Myrtillus type*												
Viljelyskuusikko — *Cultivated spruce stand*	·	4.1	7.4	9.7	10.6	11.1	10.0	·	·	·	·	·
Luonnon normaali kuusikko — *Natural normal spruce stand* ..	·	2.8	4.8	6.4	7.4	7.6	7.5	7.2	6.3	5.0	3.4	2.7

Kun verrataan puolukkatyypin männikköä ja kuusikkoa toisiinsa, nähdään, että puuston kehityksen alkutaipaleella männikön kasvu on monin verroin suurempi kuin kuusikon. Myöhemmin, riuku- ja tukkimetsäkauden vaihteessa, ero kuitenkin tasaantuu.

Mustikkatyypillä kuusikon kasvu on huomattavasti parempi kuin puolukkatyypillä. Tämä käy kouraantuntuvasti ilmi, jos vertailukohteeksi otetaan viljelyskuusikko. Mustikkatyypin luonnon normaalin kuusikon kasvu sitä vastoin laskee niin jyrkästi, että ero puolukkatyypin kuusikosta supistuu vanhoissa metsiköissä suhteellisen vähäiseksi. Harvennushakkuiden ansiota lienee, ettei kasvu puolukkatyypin kuusikoissa laske yhtä jyrkästi.

Tuotto.

Tietyn ajan kuluessa tapahtuneella biologisella tuotolla tarkoitetaan seuraavassa sitä kokonaiskasvua, mikä on tuon ajan kuluessa tapahtunut. Tiettyyn ikäkauteen mennessä tapahtunut tuotto voidaan tämän mukaan laskea siten, että kaikki siihen mennessä tapahtuneet vuotuiset kasvut lasketaan yhteen. Kutakuinkin samaan tulokseen päädytään, jos tuonikäisen metsikön puuston kuutiomäärään lisätään koko siihen mennessä tapahtunut poisto.

Kasvun perusteella laskien saadaan puolukkatyypin kuusikon tuotoksi eri ikäkausille seuraavat määrät runkopuuta.

Puuston ikä, v.

10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Tuotto (kuoretta), m^3/ha											
1	3	8	19	41	77	121	166	204	242	270	(292)

Puuston kuutiomäärän ja kokonaispoiston perusteella päädytään seuraavaan laskelmaan.

Puuston ikä, v.

10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Kuutiomäärä (kuoretta), m^3/ha											
1	2	6	16	41	80	120	156	185	204	214	(218)

Kokonaispoisto (kuoretta), m^3/ha

Δ	Δ	Δ	2	5	11	18	26	36	47	59	(72)

Tuotto (kuoretta), m^3/ha

1	2	6	18	46	91	138	182	221	251	273	(290)

Tämän ja edellisen laskelman ero, m^3/ha

—	—1	—2	—1	+5	+14	+17	+16	+17	+9	+3	(—2)

Ero kokonaiskasvun perusteella lasketusta tuotosta on siis verrattain pieni. Suhteellisesti suurimmaksi se muodostuu niissä ikäluokissa, joissa puuston kehitys on voimakkainta, ja kohoaa jopa 15 %:iin. (Tässä jätetään taimistoiän poikkeamat huomioon ottamatta, koska ne ilmeisesti pääosaltaan johtuvat kuutiomäärälukujen tasoittamisesta täysiksi kokonaisiksi.)

Kasvulaskelmaan sisältyvät koealat on neljää poikkeusta lukuun ottamatta mitattu vuosina 1944—45. Itse kasvun laskeminen perustuu siis pääasiassa vuosien 1939—1945 kasvuun. Mikolan (1950, kuva 40 s. 110) kasvun aikakautisia vaihteluja koskevasta tutkimuksesta nähdään, että mainittu ajanjakso yleensä on ollut kuusen kasvulle kutakuinkin normaali. Kuitenkin jää epäselväksi, onko kuusen kasvu nimenomaan kuivilla kankailla ollut kyseessä olevana aikana keskimääräistä huonompi tai parempi. Seuraavassa jatketaan puolukkatyypin kuusikon tuoton tarkastelua kuutiomääriin nojaavan laskelman varassa.

Puolukkatyypin kuusikon ja männikön tuoton vertaamiseksi esitetään seuraava vertailu näiden metsikkölajien tuotosta eri ikäkausina. Männikköä koskevat luvut on otettu Ilvessalon (1920 b, s. 30) kasvu- ja tuottotauluista.

Puuston ikä, v.

10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120

Kuusikon tuotto % männikön tuotosta puolukkatyypillä

14	6	7	13	23	35	43	49	53	55	56	(57)

Tämä vertailu osoittaa, että kuusen tuotto on puolukkatyypillä olennaisesti huonompi kuin männyn. Erityisesti nuorissa metsiköissä ero on

suuri, mutta riukumetsissäkin kuusen tuotto on vähemmän kuin puolet ja vielä tukkimetsissäkin vain vähän yli puolet männyn tuotosta. Kun kuitenkin kuusen tuotto mustikkatyypilläkin on kasvu- ja tuottotaulujen mukaan (Ilvessalo 1920 a, s. 28 ja s. 38) heikompi kuin männyn, on syytä ettaa nämäkin luvut lähemmin tarkasteltaviksi.

Puuston ikä, v.											
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Kuusikon tuotto % männikön tuotosta mustikkatyypillä											
30	37	44	53	62	69	76	81	85	88	88	88

Tästä yhdistelmästä käy ilmi, että kuusen tuotto mustikkatyypillä jää puuston kehityksen alkuvaiheista lähtien suhteellisesti vähemmän jälkeen männyn tuotosta kuin puolukkatyypillä. Esim. riuku- ja tukkimetsäkautena se on n. 70—90 % männyn tuotosta. Tämän lisäksi on muistettava, että kasvu- ja tuottotauluissa kuusi, joka ainakin jossakin määrin taimiasteella on kitunut alikasvoksena, jää suhteellisen epäedulliseen asemaan alusta asti kutakuinkin vapaana kasvaneeseen mäntyyn nähden. Kun verrataan mustikkatyypin viljelyskuusikkoa (Erkki K. Cajander 1933, s. 33) ja luonnon normaalia männikköä toisiinsa, kuusi joutuukin huomattavasti edullisempaan asemaan.

Puuston ikä, v.					
20	30	40	50	60	70
Viljelyskuusikon tuotto % männikön tuotosta mustikkatyypillä					
46	69	85	96	106	113

Nuorella iällä kuusen tuotto on siis mustikkatyypin viljelyskuusikoissakin heikompi kuin luonnon normaalin männikön, mutta jo riukuiällä kuusikko tavoittaa männikön ja jopa sivuuttaakin sen.

Kun halutaan verrata kahden eri metsikkölajin tuottoa toisiinsa, suoranaista vertailua vaikeuttaa usein se, että eri puulajien ja siis myös niiden muodostamien metsiköiden kehityksen rytmi saattaa olla suurestikin erilainen. Juuri näin on esim. männyn ja kuusen laita: mänty on

nuorena nopeakasvuinen, mutta kuusi hidaskasvuinen, vanhalla iällä kuusen kasvu taas jatkuu kauemmin voimakkaana kuin männyn. Tällainen asiantila heikentää edellä suoritettujen vertailujen arvoa.

Pätevämpään tulokseen voidaan päästä esim. siten, että otetaan lähtökohdaksi suurimman keskimääräisen tuoton antava kiertoaika. Tällaista kiertoaikaahan itse asiassa käytännön metsätaloudessakin on käytettävä, milloin huomiota ei kiinnitetä muuhun kuin tuotetun puun määrään, mihin käsittely tässä luvussa juuri keskittyy.

Puolukkatyypillä kuusikko saavuttaa n. 100 vuoden iällä suurimman keskimääräisen vuotuisen tuoton, 2.5 m^3/ha, ja männikkö 85 vuoden iällä 4.7 m^3/ha [1]). Kuusikon tuotto on siis vain n. 53 % männikön tuotosta. Mustikkatyypillä luonnon normaalin kuusikon suurimman keskimääräisen tuoton antava kiertoaika on 98 vuotta ja männikön 77 vuotta. Vastaava vuotuisen keskimääräisen tuoton määrä on kuusikossa 5.4 m^3/ha ja männikössä 6.3 m^3/ha. Kuusikon tuotto on siis n. 85 % männikön tuotosta.

Suurimpaan keskimääräiseen vuotuiseen tuottoonkin perustuva vertailu johtaa siis varsin samantapaiseen lopputulokseen kuin aikaisemmatkin: puolukkatyypillä kuusen tuotto on vain n. puolet männyn tuotosta [2]). Mustikkatyypillä vastaava vertailu on kuuselle olennaisesti edullisempi.

Tässä saavutettu tulos on sopusoinnussa niiden aikaisempien käsitysten kanssa, joita on saavutettu osaksi suorastaan käytännön kokemuksista, osaksi kuusen tuottoa sivuavista tutkimuksista. Niinpä A. K. Cajander (1917, s. 176) mainitsee esimerkkinä kuusen heikosta kasvusta kuivalla kankaalla Kiteen Koivikon tilalta kaksi 60-vuotista puolukkatyypin viljelysmetsikköä, joista toinen on kuusikko [3]) ja toinen männikkö. Männikön puumäärä on 202 m^3/ha, mutta kuusikon puumäärä vain 128 m^3/ha. Ja Ilvessalo (1942, s. 140) toteaa valtakunnan metsien toisen arvioinnin tuloksia selostaessaan, että puolukkatyypin maalla männyn kasvu on ylivoimaisesti suurin; kuusi ja koivu kamppailevat keskenään toisesta sijasta (huom. myös s. 85—86 ja s. 101).

Välimetsänä kehittyneet kuusikot.

Edellä on jo mainittu, että välimetsänä kehittyneillä kuusikoilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa sellaisia kuusikoita, jotka ennen lopullista

[1]) Se, että keskimääräinen tuotto saavuttaa kuusikossa myöhemmin enimmäismääränsä kuin männiköissä, on tietyksi luettava eduksi kuusikolle, joskaan se ei saattane vertailussa kovinkaan paljon painaa.

[2]) Kuten aikaisemminkin jo on huomautettu, puolukkatyypin kuusikoita tässä tutkimuksessa edustava aineisto on pääasiallisesti kerätty hyvyydeltään nähtävästi keskinkertaiseksi arvioitavalta puolukkatyypiltä.

[3]) Kyseessä olevasta kuusikosta on tässä tutkimuksessa otettu koeala n:o 244.

vapautumistaan ovat saavuttaneet varsinaista alikasvosta, so. enintään n. parin metrin mittaista päämetsän alla kasvavaa puukerrosta suuremman pituuden. Kuivilla kankailla tavattavista kuusikoista ovat juuri tähän ryhmään luettavat yleisimpiä. Vaikka niiden taloudellinen merkitys näin ollen onkin suurempi kuin ns. vapaana kehittyneiden kuusikoiden, tarjoaa niiden käsittely kuitenkin vähemmän mielenkiintoa. Tämä johtuu siitä, että niistä ei ole onnistuttu, ei ainakaan tässä tutkimuksessa kerätyn aineiston varassa, muodostamaan edes osapuilleen yhtenäistä kehityssarjaa. Lisäksi tällaisen monikerroksisen metsikkömuodon taksatorinen käsittely on vielä huomattavasti vaikeampaa ja monisäikeisempää kuin yksikerroksisen.

Seuraavassa tarkastellaan tämän ryhmän tutkimusmetsiköitä vain yhtenä, tosin varsin heterogeenisenä ryhmänä.

Puuston kehitystilaa arvioitaessa on jouduttu käyttämään taloudellista ikää. Kun kaikki koealametsiköt ovat suhteellisen kauan kituneet päämetsän alla, ei biologinen ikä voikaan vastata näiden metsiköiden todellista kehitystilaa. Taloudellisen iän kriteerinä on käytetty valtapituutta.

Puuston kuutiomäärä näkyy koealoittain taulukosta 1 s. 14. Eri koealojen välillä ei ole varsin suuria eroja. Kun verrataan tässä tarkasteltavana olevia metsiköitä taloudelliselta iältään vastaaviin vapaana kehittyneisiin, nähdään, että kuutiomäärät ovat kutakuinkin samansuuruisia.

Poisto on arvioitu samoin kuin vapaana kehittyneissä kuusikoissakin lukemalla ja mittaamalla kannot. Viime 15 vuoden kuluessa ei tämän ryhmän tutkimusmetsiköissä ole lainkaan suoritettu hakkuita.

Puuston kasvu on yritetty laskea vain koepuumenetelmän avulla. Saadut tulokset näkyvät koealoittain taulukosta 1. Kasvu vaihtelee 1.4:stä 4.8:aan m^3/ha. Kun verrataan kasvua »samanikäisten» vapaana kehittyneiden kuusikoiden kasvuun (kuva 11, s. 60), havaitaan tässä tarkasteltavana olevien metsiköiden kasvu useimmissa tapauksissa paljon pienemmäksi. Tämä osoittaa, että välimetsänä suhteellisen kauan kituneet kuusikot eivät vapauduttuaan enää pysty saavuttamaan samaa elinvoimaa, kuin mikä samankokoisille alusta alkaen kutakuinkin vapaana kasvaneille on ominaista.

Tämä hidaskasvuisuus on ulkonaisestikin ilmennyt mm. sikäli, että juuri tämän ryhmän koealametsiköt ovat olleet naavaisempia kuin muut.

Välimetsän luonteisten puustojen hidas toipuminen vapautuksen jälkeen näyttää olevan ominaista parempienkin kasvupaikkojen kuin puolukkatyypin kuusikoille. Niinpä on useilla seuduilla, esim. Ruovedellä, Juupajoella ja Lopella, voitu sama ilmiö havaita mustikkatyypilläkin, vieläpä sikäli silmäänpistävänä, että mustikkatyypinkin kuusikot ovat tällaisissa tapauksissa olleet huomattavan naavaisia.

Uudistuminen.

Siementyminen.

Kuva puolukkatyypin kuusikoiden kehityksestä ja niiden biologiasta jäisi puutteelliseksi, ellei lyhyesti tarkasteltaisi myös kuusen uudistumisedellytyksiä näissä metsiköissä. Tämä tarkastelu on sopivinta aloittaa siementymissuhteiden esittelyllä.

Tietyn alan siementyminen on riippuvainen päällys- ja reunapuuston siementämiskyvystä, siementen kehittymistä ehkäisevistä ja valmiitakin siemeniä uhkaavista tuhoista, eri vuosien erilaisesta satoisuudesta eli ns. siemenvuosien kertautumisesta, siementen kulkeutumiskyvystä ja niiden varisemisajoista. Kaikki nämä seikat on otettava huomioon siementymissuhteita arvosteltaessa. Tässä tutkimuksessa on yksityiskohtaisia mittauksia tehty kuitenkin vain päällyspuuston siementämiskyvystä.

Päällyspuuston siementämiskykyä on selvitelty maahan varisseisiin käpyihin perustuvalla menetelmällä. Kun tästä menetelmästä on toisessa yhteydessä (Sarvas 1945) tehty yksityiskohtaisesti selkoa, viitataan tässä siihen. Mainittakoon kuitenkin, että käytetty menetelmä on orientoivana menetelmänä osoittautunut sikäli käyttökelpoiseksi, että sen avulla on mahdollista suhteellisen lyhyessä ajassa saada objektiivinen kuva kulloinkin tarkasteltavana olevan metsikön siemennyskyvystä usean perättäisen vuoden käpysadon keskimääränä. Kun eri vuosien satoisuus sekä männyllä että varsinkin kuusella vaihtelee hyvinkin paljon, niin etu esim. yleisesti käytettyyn koepuumenetelmään verrattuna, jossa tavallisesti nojaudutaan vain vuoden tai parin käpysatoon, on ilmeinen. Sen lisäksi on maassa olevien käpyjen lukeminen siihenkin tosin liittyvistä vaikeuksista huolimatta joka tapauksessa varmempaa kuin pystypuiden käpyisyyden arvosteleminen.

Siemensatoa koskevia tutkimuksia on tehty kaikkiaan 16 koealametsikössä. Sivuuttaen yksittäiset koealat selostetaan vain tutkimusten päätulokset.

Tiheiköissä (4 koealaa) on keskimääräiseksi vuotuiseksi siemensadoksi saatu m^2:iä kohden 13 kpl. lajittelemattomia kuusen siemeniä, riukumetsissä (9 koealaa) 17 kpl./m^2 ja tukkimetsissä (3 koealaa) 32 kpl./m^2. Metsikön kehittyessä taimistosta tukkimetsäksi sen siemennyskyky siis jatkuvasti kasvaa. Merkillepantavaa on kuitenkin, että jo tiheikköjenkin siemensato on melkoinen.

Selvempi käsitys edellä mainittujen siemensatojen suuruusluokasta saadaan vertaamalla niitä esim. metsänhoidollisesti käsiteltyjen mustikkatyypin täysi-ikäisten kuusikkojen siemensatoon. Tällaisista metsiköistä on samanaikaisesti käsillä olevan tutkimuksen kanssa kerätty käpy- ja siemensatoa koskevia havaintoja, jotka on tarkoitus julkaista yksityis-

kohtaisesti myöhemmin. Mainittakoon kuitenkin jo tässä, että keskimääräiseksi vuotuiseksi sadoksi on 7:llä mustikka- ja käenkaali-mustikkatyypin koealalla saatu 75.2 lajittelematonta kuusen siementä m^2:iä kohden. Aikaisemmin on jo voitu todeta (S a r v a s 1949, s. 27), että männyn siemensato on kanervatyypillä huomattavasti pienempi kuin puolukkatyypillä. Nyt kuuseen nähden saavutettu tulos on siis samansuuntainen: siemensato on puolukkatyypillä huomattavasti pienempi kuin mustikka- ja käenkaali-mustikkatyypeillä. Kuitenkin on kuusen siemennystä pidettävä vielä puolukkatyypilläkin siksi runsaana, että se riittää esim. uudistusalojen siementämiseen.

Taimet.

Tässä rajoitutaan tarkastelemaan vain kuusen taimia. Muiden puulajien taimia puolukkatyypin kuusikoissa onkin tavattu hyvin niukasti.

Edellä on jo mainittu, että puiden taimet luettiin ruutumenetelmää käyttäen. Yksityiskohtaisia tuloksia koealoittain julkaisematta mainittakoon, että keskimäärin on kaikissa tutkimusmetsiköissä ollut alle 0.1 m:n pituista kuusen taimiainesta 7 053 kpl./ha ja 0.1 m:iä pitempiä kuusen taimia 2 628 kpl./ha. Eniten on kuusen taimia tavattu täysi-ikäisissä metsiköissä, joissa taimiainesta on ollut keskimäärin 16 000 kpl./ha ja 0.1 m:iä suurempia taimia 1038 kpl./ha.

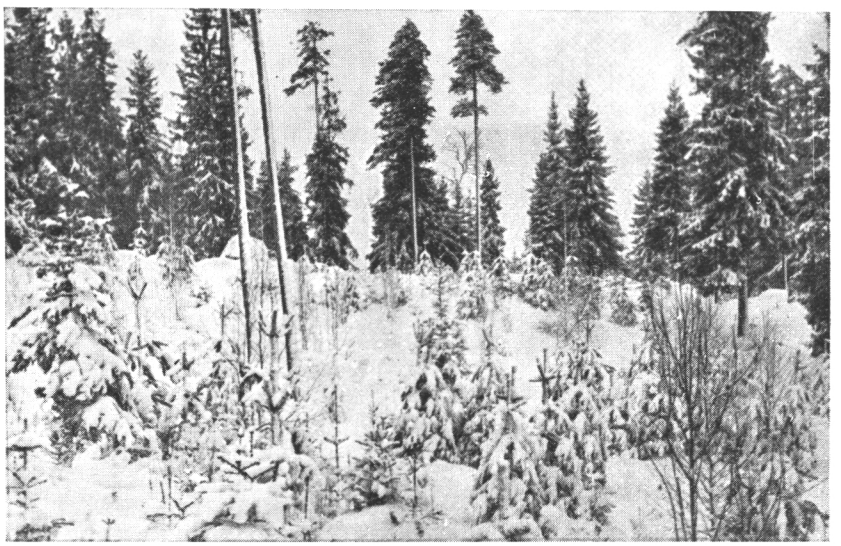
Taimistojen runsaussuhteita tarkasteltaessa kiinnittää ehkä eniten huomiota taimiaineksen runsaus. Taimiaineksen runsaus johtunee ensi kädessä siitä, että kuusella v. 1942 oli pääosassa tutkimusaluetta hyvä siemenvuosi. Kun useat koealametsiköt on tutkittu vuosina 1944 ja 1945, ovat tästä siemennyksestä syntyneet pikku taimet tutkimusaikana olleet parahiksi niin suuria, että ne on ollut helppo sammalesta erottaa, mutta eivät toisaalta vielä ole kerinneet menehtyä päällyspuuston taholta niihin kohdistuvaan kilpailuun. Se erittäin suuri ero, mikä useissa koealametsiköissä on havaittavissa taimiaineksen ja varsinaisen taimiston taimilukujen välillä, osoittaa kouraantuntuvasti, miten epävarmoja pienen taimiaineksen jatkuvan kehittymisen mahdollisuudet saattavat olla.

Varsinaista 0.1 m:iä pitempää kuusen taimistoa tavataan koealametsiköissä suhteellisen niukasti. Tämä on maastossa sitäkin silmäänpistävämpää, kun puusto tarkasteltavana olevissa metsiköissä on, kuten edellä on osoitettu, suhteellisen harvaa, ja melkoisia aukkokohtia on runsaasti. Tässä suhteessa puolukkatyypin ja mustikkatyypin kuusikot jyrkästi eroavat toisistaan, sillä mustikkatyypin kuusikoissa tavataan tavallisesti ainakin aukkopaikoissa runsaasti erikokoista kuusen taimistoa.

Tämä varsinaisten taimien vähyys ei voi johtua puutteellisesta siemennyksestä, kuten edellä jo on osoitettu. Tärkein syy on ilmeisestikin

päällyspuuston taholta taimiin kohdistuva ankara kilpailu. Kilpailun ankaruus kuvastuu itse asiassa jo taimien ulkonäössäkin. Suurin osa taimista on näet hentoja ja kitukasvuisia.

Kuusen taimien niukkuus puolukkatyypin kuusikoissa johtaa käytännössä näennäisesti poikkeuksellisiin uudistumissuhteisiin. Näitä metsiköitä uudistettaessa on näet useasti käytetty siemenpuuhakkuuta, jossa siemenpuiksi on jätetty kaikki sekapuina kasvaneet männyt ja niiden lisäksi enemmän tai vähemmän kuusta. Yllättävää on ensi näkemältä, että sellaisissakin tapauksissa, missä siemenpuut suurimmaksi osaksi ovat kuusta, saadaan ainakin aluksi mäntyvaltainen taimisto. Seuraavassa esitetään eräs tyypillinen esimerkki (kuva 12).



Kuva 12. Puolukkatyypin kuusikkoa, joka on hakattu siemenpuuasentoon. Taimisto mäntyvaltaista. Hyvinkään kauppala, koeala 230. Valok. joulukuussa 1940 P. Mikola.

Figure 12. Spruce stand of Vaccinium type, cut to seed tree stand. Pine predominating in seedling stand. Hyvinkää, sample plot 230. Photo, December 1940 P. Mikola.

Koeala 230, mitattu 5. 9. 1940 Hyvinkään kauppalan alueelta, puolukkatyypin metsiköstä. Metsikkö on hakattu v. 1929 siemenpuuasentoon. Ennen hakkuuta se on ollut kuusikkoa, jossa mäntyä on kasvanut harvakseen sekapuuna. Siemenpuita on n. 60 kpl./ha. Niistä on 43 % mäntyä, 55 % kuusta ja 2 % rauduskoivua. Männyn vuotuinen siemennys on maahan varisseiden käpyjen perusteella arvioitu n. 19 kpl./m^2. Kuusen käpyjä ei ole luettu, mutta kuusen siemennys lienee arvioitava ainakin yhtä suureksi kuin männyn. Männyn taimia on hehtaaria kohden n. 12 500, kuusen taimia n. 2 500 ja koivun taimia ei lainkaan.

Kun ennen hakkuuta syntyneitä kuusen taimia on poikkeuksellisen niukasti ja kuusen taimet eivät kernaasti nouse aukeahkolle siemenpuualalle, on tämä näennäinen epäsuhta kuitenkin helposti ymmärrettävissä. Sitä mukaa kuin tällainen männyn taimisto varttuu, sen alle nousee kuitenkin taas herkästi kuusen taimistoa.

Milloin käytännön metsätaloudessa halutaan muuttaa puolukkatyypin kuusikoita männiköiksi, tämä kuusen huono uudistumiskyky voidaan merkitä tarpeellisia toimenpiteitä helpottavaksi myönteiseksi tekijäksi.

Metsänhoidollisia sovellutuksia.

Käytännön metsätaloudessa on jo kauan kiinnitetty huomiota puolukkatyypin kuusettumiseen, saatu siitä huonoja kokemuksia ja ryhdytty vastatoimenpiteisiin. Nähtävästi kuusen ala olisi puolukkatyypillä ilman näitä toimenpiteitä vielä nykyistäkin laajempi.

Puolukkatyypillä kasvavien kuusikoiden ja kuusen sekaisten metsiköiden oikean käsittelyn ensi edellytyksenä on, että kuusta kasvava puolukkatyyppi todella tunnetaan puolukkatyypiksi. Kun pintakasvillisuus puolukkatyypin ja mustikkatyypin kuusikoissa on melkoisessa määrässä samanlaista, niin tämä näennäinen yhtäläisyys saattaa helposti pettää, ja puolukkatyyppi, ainakin keskinkertaista parempi, arvostellaan helposti mustikkatyypiksi. On siis syytä tarkoin kiinnittää huomiota niihin pintakasvillisuudessa esiintyviin eroihin, joiden varassa tyypin määrittäminen on varmimmin suoritettavissa.

Esimerkkinä niistä käytännöllisistä vaikeuksista, joita kuusta kasvavan puolukkatyypin tunteminen saattaa aiheuttaa, lainataan tähän lyhyt ote Tuomarniemen metsäkoulun johtajan, ylimetsänhoitaja Arvid Borgin 29. 11. 1934 metsähallitukselle lähettämästä kirjelmästä n:o 776, joka liittyy Tuomarniemen hoitoalueessa vv. 1932—1934 suoritetun metsätalouden tarkastuksen asiakirjoihin. Johtaja Borg kirjoittaa näin:

»Kaikki täällä toimineet ja liikkuneet metsänhoitomiehet myöntänevät, etteivät näiden vedenjakajaseutujen metsätyypit ole ilman muuta verrattavissa edullisempien ilmastoalueiden metsätyyppeihin. Niinpä esim. kesällä 1917 kysyessäni professori A. K. Cajanderilta erään kiertokävelyn aikana Tuomarniemen metsissä, onko silloin näkemämme mustikanvarvustoa kasvavat kuusikot mustikkatyyppiä, vastasi hän siihen kieltävästi. Ja samassa seurassa ollut tohtori O. J. Lakari arveli niiden lähinnä vastaavan puolukkatyyppiä. Kun ihmiset näin ovat näistä maista eri mielipidettä, olisi mielestäni välttämättä ollut tiedusteltava myöskin puiden mielipidettä asiassa, sillä nehän sen varmastikin parhaiten tietävät».

Paitsi sitä, että kuusta kasvava puolukkatyyppi voidaan helposti arvioida mustikkatyypiksi, saatetaan tehdä toisenlaisiakin virheitä, varsinkin sen jälkeen, kun huomio yleisemmin on kiintynyt kuusta kasvavan puolukkatyypin ja mustikkatyypin melkoisesti samankaltaiseen pinta-

kasvillisuuteen. Saattaa näet käydä niinkin, että milloin mustikkatyypillä kasvaa poikkeuksellisen kitukasvuinen kuusikko, päätellään lyhyesti, että kyseessä oleva kasvupaikka onkin puolukkatyyppiä. On kuitenkin huomattava, että puuston elinvoimaisuus johtuu muistakin tekijöistä kuin kasvupaikasta. Esim. metsikköhistoriallisilla tekijöillä on tärkeä merkitys. Niinpä aikaisemmin päämetsän, esim. männikön, alla kitunut, suurikokoiseksi varttunut kuusikko elpyy mustikkatyypilläkin päämetsän hakkuun jälkeen sangen hitaasti ja saattaa pysyä kitukasvuisena ja naavaisena useita vuosikymmeniä vapautuksen jälkeen. Metsätyyppiä määritettäessä onkin sen vuoksi yleensä varminta perustaa ratkaisu pääasiallisesti vain pintakasvillisuuteen.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on käynyt ilmi, että kuusen puumäärän tuotto on puolukkatyypillä olennaisesti heikompi kuin männyn. Kuusen kasvattaminen tällä metsätyypillä ei siis ole tarkoituksenmukaista, so. kuusikkoa ei ainakaan kannata perustaa puolukkatyypille. Jo olemassa olevan kuusikon arviointi on sitä vastoin vaikeampaa. Sen hankkiminen tosin on ollut taloudellinen virhe, mutta umpimähkäinen poishakkaaminen voi helposti muodostua uudeksi virheeksi. On siis tarkoin harkittava, missä puuston kehitysvaiheessa on tarkoituksenmukaisinta ryhtyä puulajin vaihtamiseen. Näin sitäkin suuremmalla syyllä, kun puolukkatyypin kuusikon muuttaminen männiköksi on taistelua luonnon omaa kehitystä vastaan, taistelua joka vaatii huomattavia kustannuksia eikä useinkaan johda pysyviin tuloksiin. On lisäksi tärkeätä, että niitä toimenpiteitä suunniteltaessa, joiden avulla puulajin vaihdos toteutetaan, mahdollisuuksien mukaan otetaan puolukkatyypin kuusikoiden erikoisluonne huomioon. Siten saavutetaan suurempi taloudellisuus, ja itse toimenpiteet muodostuvat tehokkaammiksi. Nämä arvioinnit saavat jossakin määrin erilaisen luonteen vapaana ja välimetsänä kehittyneissä kuusikoissa.

Vapaana kehittyneitä puolukkatyypin kuusikoita tavataan toistaiseksi metsissämme verrattain vähän. Edellä on käynyt ilmi, että niiden kehitys on taimistoasteella erittäin hidasta, mutta elpyy kaikin puolin voimakkaasti saavutettuaan tiheikköasteen. Tässä kehitysvaiheessa esim. kasvu ei jää paljoakaan jälkeen puolukkatyypin männikön kasvusta. Tätä ripeää kehitystä kestää kuitenkin vain suhteellisen lyhyen aikaa, n. parikymmentä vuotta, minkä jälkeen kasvu taas alkaa taantua. Kun puuston hakkuuarvo taimistoissa ja tiheiköissä on vähäinen — useimmiten suorastaan negatiivinen — on näin ollen hyvinkin perusteltua lykätä metsikön näissä kehitysvaiheissa puulajin vaihdos tuonnemmaksi, esim. riukukauden puoliväliin, ja käyttää täten hyväksi tiheikkökauden ja keski-iän alkupuoliskon huomattava kasvu ja sen mukanaan tuoma vieläkin merkittävämpi arvokasvu. Tällaiseen menettelyyn on itse asiassa käytännössä usein päädyttykin, ja onkin suo-

rastaan yllättävää todeta, miten hienovaraisesti käytäntö on tavoittanut teoreettisestikin hyvin perusteltavissa olevat toimintamuodot. — Vanhemmissa metsiköissä, varttuneissa riukumetsissä ja tukkimetsissä, pikainen puulajin vaihdos näyttäisi sitä vastoin olevan paikallaan.

Sitä voimakasta kehitystä, joka on ominainen tiheikkökauden metsiköille, voidaan vielä edistää ja johtaa taloudellisesti edullisempaan suuntaan kasvatushakkuilla. Maan laihuudesta johtuu, ja samaan suuntaan viittaa näiden metsiköiden itseharveneminenkin, että harvennukset on syytä suorittaa voimakkaina. Myöhemmällä iällä, riukukauden alussa, on kuitenkin noudatettava tiettyä varovaisuutta myrskyn tuhojen välttämiseksi; tällaiset tuhot näyttävät näet olevan puolukkatyypin riuku- ja tukkikuusikoissa verrattain yleisiä, ilmeisesti yleisempiä kuin parempien metsätyyppien kuusikoissa. Ajoissa aloitetut, suhteellisen voimakkaat harvennukset turvaavat metsikön parhaiten näiltä tuhoilta.

Puulajin vaihdos aloitetaan uudistushakkuulla. Tällöin on syytä hakata kuusi niin tarkkaan pois kuin mahdollista. Sitä vastoin on paikallaan jättää jäljelle sekapuuna tavattavat männyt ja jokunen rauduskoivu. Tällaisten sekapuiden kunto tosin on säännöllisesti huono, varsinkin latvus on pienenlainen ja harvahavuinen tai -lehtinen. Hakkuun jälkeen tällaisetkin puut kuitenkin ajan mittaan elpyvät siementäviksi ja täten helpottavat alan taimettumista. Useimmiten hakkuu näin ollen muodostuu selväksi paljaaksihakkuuksi, mutta joissakin poikkeustapauksissa mäntyä ja koivua saattaa jäädä niinkin paljon, että uudistusala saa jonkinlaisen naamioidun »siemenpuualan» ulkonäön; siemenpuiden laatu on kuitenkin tällöinkin niin huono, että varsinaiseksi siemenpuuhakkuuksi ei suoritettua toimenpidettä voida nimittää.

Kun itse päähakkuussakin pinotavara muodostaa pääosan hakattavista puutavaralajeista, jo tämä hakkuu tavallisesti muodostuu niin voimakkaaksi ja paljastavaksi, että varsinainen puhdistushakkuu ei enää ole tarpeellinen. Sitä vastoin on aihetta täydentää päähakkuuta hakkuualan raivauksella. Itse uudistumisen sekä myös tulevan metsikön kehityksen kannalta on sitä parempi, mitä tarkempaan pienikokoinenkin kuusi tässä vaiheessa voidaan poistaa. Hakkuualan kunnollista raivausta helpottaa suuresti se, että puolukkatyypin kuusikoissa yleensä tavataan kuusen taimia niukasti. Usein kuitenkin, varsinkin yksityismetsissä, on taloudellisista ja ehkä psykologisistakin syistä pakko tyytyä poistamaan vain suurikokoisin osa jäännöspuustosta. Paras tulos saavutetaan kulottamalla, joka samalla on maanpintaa uudistumiselle valmistava toimenpide.

Kun humuskerros puolukkatyypin kuusikoissa usein on verrattain paksu, ei kulotus kuitenkaan yksinään ole riittävän tehokas maan pinnan valmistus. Esim. yhdistelmä kulotus — hankikylvö lienee näissä oloissa melkoisen epävarma uudistamismenetelmä. Varmempaan tulokseen ja

nähtävästi kutakuinkin samoin kustannuksinkin päästään männyn ruututai vakoruutukylvöllä. Useissa tapauksissa, varsinkin erityisen paksuhumuksisilla mailla, on männyn istuttaminen esim. 1/1-vuotisia taimia käyttäen paikallaan. Ruutu- ja vakoruutukylvöä suoritettaessa käy näet paksun humuksen poistaminen kivennäismaan paljastamiseksi työlääksi ja kalliiksi. Ruudut on näissä oloissa tehtävä suuriksi, koska pienet ruudut painuvat helposti umpeen. Paksuun humukseen kaivetut ruudut muodostuvat lisäksi helposti kuoppamaisiksi; keväisin ja syksyisin tällaiset kuopat sitten täyttyvät viikkokausiksi sadevedestä ja routivat voimakkaasti.

Se katsaus, joka edellä on luotu vapaana kehittyneiden puolukkatyypin kuusikoiden metsänhoidolliseen käsittelyyn, sisältää jo ne pääajatukset, joita välimetsänä kehittyneisiin kuusikkoihinkin on syytä soveltaa. Kun tämän ryhmän metsiköt yleensä ovat riukuiässä ja kun niiden kasvu kaikesta päättäen on vieläkin huonompi kuin lähinnä vastaavien vapaana kehittyneiden kuusikoiden, on useimmiten paikallaan heti suorittaa paljaaksihakkuu.

Puolukkatyypin metsämaiden kuusettumista on arvosteltava siinä määrin hyvän metsänhoidon vastaiseksi ilmiöksi, että sen vastustamiseen on aihetta ryhtyä paljon laajemmallakin rintamalla kuin vain kuusikoita ja kuusivaltaisia metsiköitä männiköiksi muuttamalla. Itse asiassa viimeksi mainittua onkin pidettävä vain jo suoritettujen virheiden ja laiminlyöntien korjaamisena. Hyvään metsänhoitoon kuuluu, ettei kehitys yleensä pääse näin pitkälle. Jo kasvatushakkuita suoritettaessa on puolukkatyypin mänty-kuusisekametsiköissä kuusta poistettava mahdollisimman paljon ja lopullisesti viimeistään väljennyshakkuissa. Kun kuivien kankaiden uudistusaloille saadaan kuusen siemennystä usein reunapuustoista, on kuusettumiskysymystä usein tarkasteltava laajemmalla pohjalla kuin vain metsiköittäin. Koko metsän käsittelyssä on tarpeellisissa kohdin otettava huomioon kuivia kankaita uhkaava kuusettumisvaara. Varsinkin milloin pääosa metsästä on kuivia kankaita, on hyödyllistä hakata kuusi sellaisistakin vähäisistä metsän osista, joita itsessään voidaan pitää kuusen kasvatukselle soveliaina, mutta joista kuusi helposti leviää viereisille kuiville kankaille. Tällaisia ovat esim. useat kankaiden laiteita reunustavat kapeat korpikaistaleet, puronvarsikuusikot, tuoreisiin painanteisiin nousseet pienet kuusiryhmät jne. Kun metsissämme yleisesti käytetyt harsinnan luonteiset hakkuut ovat suuressa määrässä helpottaneet kuusen tunkeutumista kuiville kankaille, voidaan toivoa, että jo yksistään yhä yleisempi siirtyminen metsänhoidollisiin hakkuutapoihinkin helpottaa taistelua kuivien kankaiden kuusettumista vastaan.

Kirjallisuusluettelo.

Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. *Referat:* Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. MTJ 1.

—»— 1936. Kuusi männyn kilpailijana kasvupaikasta. *Referat:* Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. AFF 42.

—»— 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppi- ja käsikirja. Porvoo ja Helsinki.

—»— 1941 a. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. *Referat:* Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung. MTJ 29.

—»— 1941 b. Maalajien luokituksesta. *Referat:* Über die Klassifizierung der Bodenarten. MTJ 29.

Blomqvist, A. G. 1872. Tabeller framställande utvecklingen af jemnåriga och slutna skogsbestånd af tall, gran och björk. Helsingfors.

—»— 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Finska forstföreningens meddelanden. Tredje bandet, andra häftet. Helsingfors.

Bouyoucos, George John. 1929. A new, simple and rapid method for determining the moisture equivalent of soils, and the role of soil colloids on this moisture equivalent. Soil science. Volume XXVII. New-Brunswick, New Jersey.

Braun-Blanquet, J. 1928. Pflanzensoziologie. Biologische Studienbücher. VII. Berlin.

Brenner, Widar. 1921. Studier över vegetationen i en del av västra Nyland och dess förhållande till markbeskaffenheten. *Referat:* Studien über die Vegetation im westlichen Nyland (Süd-Finnland) und ihr Verhältnis zu den Eigenschaften des Bodens. Fennia 43. Helsingfors.

Brotherus, V. F. 1923. Die Laubmoose Fennoskandias. Societas pro fauna et flora Fennica. Flora Fennica I. Helsingfors.

Cajander, A. K. 1904. Studien über die Vegetation des Urwaldes am Lena-Fluss. Acta Societatis scientiarum fennicae. Tomus XXXII. Helsingforsiae.

—»— 1909. Ueber Waldtypen. AFF 1.

—»— 1916. Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.

—»— 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.

—»— und Ilvessalo, Yrjö. 1921. Ueber Waldtypen. II. AFF 20.

—»— 1925. Metsätyyppiteoria. AFF 29.

—»— 1930. Metsätyypit ja metsämaan hyvyysluokittelu. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Metsän hoito ja suojelu. Porvoo.

Cajander (Kalela), Erkki K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. MTJ 19.

Clements, Frederic E., Weaver, John E., and Hanson, Herbert C. 1929. Plant competition. An analysis of community functions. Washington, D. C.

Hanson, Herbert C. Katso Clements, Frederic E. ym. 1929.

Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. *Referat:* Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. AFF 4.

—»— 1920. Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. *Referat:* Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln. MTJ 2.

—»— 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia n:o 22. Helsinki.

—»— 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. MTJ 24.

Helms, Johs. Katso Müller, P. E. ym. 1910.

Hertz (Tertti), 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. MTJ 17.

Hesselman, Henrik och Schotte, Gunnar. 1907. Granen vid sin sydvästgräns i Sverige. *Referat:* Die Fichte an ihrer Südwestgrenze in Schweden. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 3. Stockholm.

Hiitonen, Ilmari. 1933. Suomen kasvio. Vanamon kirjoja n:o 32. Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1920 a. 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. AFF 15.

—»— 1920 b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. *Referat:* Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. AFF 15.

—»— 1921. Katso Cajander, A. K. 1921.

—»— 1922. Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. AFF 20.

—»— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *Summary:* The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924. MTJ 11.

—»— 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. *Summary:* Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland). MTJ 24.

—»— 1939. Metsikön kasvun arvioiminen. *Referat:* Die Abschätzung des Bestandeszuwachses. SF 52.

—»— 1940. Suomen metsävarat vv. 1936—1938. Selostus II:n valtakunnan metsien arvioinnin päätuloksista. MTJ 28.

—»— 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. MTJ 30.

—»— 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Helsinki.

Kalela, Erkki K. katso Cajander, Erkki K.

Kujala, Viljo. 1926 a. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefässpflanzen. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogis-bioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. A. Putkilokasvit. MTJ 10.

—»— 1926 b. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. C. Flechten. *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. Tutkimuksia kasvilajien ekoloogisbioloogisen luonteen määräämiseksi kasviyhdyskuntien muodostumista silmälläpitäen. C. Jäkälät. MTJ 10.

—»— 1928. Beobachtungen über die Waldvegetation auf Lehmboden bei Mustila in Elimäki (Süd-Finnland). *Selostus:* Havaintoja savimaan metsäkasvillisuudesta Elimäen Mustilassa. MTJ 13.

—»— 1929. Die Bestände und die ökologischen Horizontalschichten der Vegetation. AFF 34.

—»— 1936. Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta. *Referat:* Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finnland. MTJ 22.

—»— 1938. Metsätyyppien parallelisuudesta. *Referat:* Über Parallelität der Waldtypen. MTJ 27.

Laitakari, Erkki. 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. *Summary:* The root system of pine *(Pinus silvestris)*. A morphological investigation. AFF 33.

—»— 1937. Laatupuun kasvattamisesta. *Referat:* Über die Erziehung von Qualitätsholz. SF 39.

Lakari, O. J. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. AFF 5.

Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke, basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). *Selostus:* Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivu-sekametsikön kehityksestä, Suomen eteläpuoliskosta kootun aineiston perusteella. MTJ 15.

—»— 1936. Tutkimuksia männyn ja koivun runkomuodosta. *Referat:* Untersuchungen über die Stammform der Kiefer und Birke. AFF 44.

Lindquist, Bertil. 1946. Den skogliga rasforskningen och praktiken. Stockholm.

Lukkala, O. J. 1942. Sateen mittauksia erilaisissa metsiköissä. *Referat:* Niederschlagsmessungen in verschiedenartigen Beständen. AFF 50.

—»— 1945. Korpimetsien luontainen uudistaminen. MA.

Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. AFF 30.

Magnusson, A. H. 1929. Flora över Skandinaviens busk- och bladlavar. Stockholm.

Miettinen, Leevi. 1932. Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände. MTJ 18.

Mikola, Peitsa. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. *Summary:* On variations in tree growth and their significance to growth studies. MTJ 38.

Müller, P. E., Rørdam, K., Helms, Johs., Wøldike, E. H. 1910. Bidrag till Kundskab om Rødgranens Vaekstforhold i midtjydsk Hedebund. Det forstlige Forsøgsvaesen i Danmark. København.

Okko, V. 1941. Über das Verhältnis der Gesteinszusammensetzung der Moräne zum Felsgrund in den Gebieten der Kartenblätter von Ylitornio und Rovaniemi im nördlichen Finnland. Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau, Band XXXII. Heft 4/5.

Oppermann, A. 1900. Traemaalings- og tilvaekstlaere. Autogr. København.

Palmgren, Alvar. 1922. Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Eine pflanzengeographische Studie aus dem Gebiete Ålands. I. AFF 22.

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. AFF 35.

Romell, Lars-Gunnar. 1922. Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran. *Referat:* Bartflechten und Zuwachs bei der norrländischen Fichte. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 19. Stockholm.

Rørdam, K. Katso Müller, P. E. ym. 1910.

Sarvas, Risto. 1940. Yksijaksoisen metsikön luontaisista kehityskausista. MA.

—»— 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Referat:* Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. MTJ 33.

—»— 1945 Puuston tiheys metsikön tunnuksena. MA.

—»— 1946 Metsikön siemensadon arvioimisesta. MA.

—»— 1948 a. Metsän pintakasvillisuuden kuvaamisesta. MA.

—»— 1948 b. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. *Summary:* A research on the regeneration of birch in South Finland. MTJ 35.

—»— 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. *Summary:* Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. MTJ 37.

Scamoni, A. 1937. Über die Abhängigkeit der Bodenflora vom Lehmuntergrund im Forstamt Eberswalde. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.

Schenck, Carl Alwin. 1939. Fremdländische Wald- und Parkbäume. Zweiter Band: Die Nadelhölzer. Berlin.

Schotte, Gunnar. Katso Hesselman, Henrik. 1907.

Suomen maantieteellinen seura. 1925—1928. Suomen kartasto 1925. The Geographical society of Finland. Atlas of Finland 1925. Geografiska sällskapet i Finland. Atlas över Finland 1925. Helsinki.

Sylvén, Nils. 1914. Våra skogars markvegetation och dess samband med markboniteten. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. Stockholm.

Tamm, O. 1943. Kompendium i marklära. I. II. Monistettu. Stockholm.

Tertti, Martti. Katso Hertz, Martti.

Tikka, P. S. 1928. Havaintoja kuusen esiintymisestä ja kehityksestä Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. *Referat:* Über das Vorkommem und die Entwicklung der Fichte in den trockenen Heidewäldern von Nord-Suomi (—Finnland). SF 10.

Tuomikoski, Risto. 1942. Untersuchungen über die Untervegetation der Bruchmoore in Ostfinnland. I. Zur Methodik der Pflanzensoziologischen Systematik. *Selostus:* Tutkimuksia korpien aluskasvillisuudesta Itä-Suomessa. I. Kasvisosiologisen systematiikan metodiikkaa. Suomalaisen eläin- ja kasvitieteellisen seuran Vanamon julkaisuja. Osa 17, n:o 1. Helsinki.

Weaver, John E. Katso Clements, Frederic E. ym. 1929.
Wøldike, E. H. Katso Müller, P. E. ym. 1910.

Lyhennyksiä. — *Abbreviations.*

AFF = Acta forestalia fennica. Helsinki.
MTJ = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen (koelaitoksen) julkaisuja. Communicationes Instituti forestalis Fenniae (Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae). Helsinki.
SF Silva fennica. Helsinki.
MA Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Investigations into the spruce stands of Vaccinium type.

Summary in English.

Collection of material and preliminary treatment.

The most important questions to be settled by this investigation, which may be divided into two main groups, are: 1. What changes occur in ground vegetation of *Vaccinium* type[1]) when a pine stand growing on it changes into a spruce stand? 2. How does the yield of a silviculturally treated spruce stand behave on *Vaccinium* type?

To find the answer to these questions a representative material was gathered from spruce stands of *Vaccinium* type in which certain conditions were strictly fulfilled. The necessary measurements were made on sample plots, each covering, with a few exceptions, an area of 0.25 ha. 32 sample plots were examined, all of them, with two exceptions, being situated within the western half of southern Finland (cf. Fig. 1). In selecting sample stands and fixing sample plots in them particular attention was paid to the representative nature of the site type and to its uniformity within a sufficiently extensive area. As to the tree stand, a closed canopy cover on the entire sample plot was made a condition as far as possible. The stand had to be in its natural state (in young stands) or only slightly thinned from below.

The ground vegetation on the sample plots was examined by means of the square method. 10—20 squares of 1 sq.m were examined on each sample plot. To ascertain the essential features of the soil 5 pits were dug on each sample plot, four 0.5 m and one 1.5 m deep. Samples of soil were taken from all the pits, and their so-called moisture equivalent (Bouyoucos 1929) was examined in the laboratory. The measuring of the trees was carried out by the usual methods, e. g. as regards growth on 15—20 felled trees.

The main difficulty in the preliminary treatment of the material thus gathered was encountered in its grouping and arrangement into development series. The sample stands were divided into two main groups: 1. those which from youth had been growing in freedom, and 2. those which before being released had the character of undergrowth. In arranging the sample plots into development series it was partly possible to go by the biological age, and partly necessary to fall back on the economic age. In estimating the economic age the development of the height of the dominant trees was used as the criterion. This development was ascertained on each sample plot by means of a stem analysis of the mean tree of the hundred thickest trees per hectare. — Some of the most important results of the measurements made on the sample plots have been combined and recorded in Table 1, p. 14.

---

[1]) The site type referred to is the one Cajander (e. g. 1909, p. 104 and 1921, p. 36) termed *Vaccinium* type.

The site type.

The average height of the sample plots above sea level is about 116 m (Table 1). As this may be considered as the average altitude of the area of investigation, no essential significance should be attributed to altitude as a factor in the occurrence of spruce stands of *Vaccinium* type. The same may be said as regards exposure.

44 % of the sample stands are growing on gravelly soil, 25 % on sand, and 31 % on loamy moraine (Table 2, p. 18). This is also confirmed by the moisture equivalent found in the samples of soil examined. No stratification worth mentioning was observed in the soil (Table 4, p. 21), at any rate not down to a depth of 1.5 m. The humus layer is of about the same thickness as the average of *Vaccinium* type.

The fact that the vegetation in spruce stands of *Vaccinium* type differs considerably from the ordinary vegetation of *Vaccinium* type found, e. g. in pine stands, made it necessary to determine the site type, or at least to adjust the determination, by indirect methods. Comparisons were made with the vegetation along broader strips and trails intersecting the sample stands and also on felling areas in their proximity. When sufficient certainty as to the type picture had been gained by means of such comparisons, it was possible even to determine the type directly, on the basis of experience.

The ground vegetation, from a comparison of different sample plots with each other, has been found exceptionally uniform (Table 4, p. 21). In small-pole and timber forests, whose vegetation is to be considered as representative of the type picture, the unbroken, dense moss cover, with small patches of lichen in open places, attracts attention. Grasses or herbs are very scarce. Dwarfshrub vegetation, too, is scarce, *Vaccinium vitis-idaea* being more frequent than *V. myrtillus*. As to other species of dwarfshrubs, the occurrence of *Calluna vulgaris*, though infrequent, is noteworthy. Beard lichens occur in the crowns of trees, particularly those bordering on open spots, the principal species being *Alectoria implexa* (Hoffm.) Nyl.

A comparison of the vegetation in a spruce stand and in a pine stand of *Vaccinium* type shows that the spruce has a noticeable influence on the type picture. This influence is decidedly more perceptible than in stands of *Myrtillus* type and even than in stands of still better forest types. This is apparently due, at least to some extent, to the fact that the ground vegetation is more light requiring in pine stands of *Vaccinium* type than in those of *Myrtillus* type. Thus, the heavy shade of the spruce brings about more noticeable changes in stands of *Vaccinium* type than in the better types, where the ground vegetation is less sensitive to the effects of shade.

The vegetation in spruce stands of *Vaccinium* type bears a considerable resemblance to the vegetation in a spruce stand of *Myrtillus* type, as far as the composition, and even abundance, of species is concerned (Table 11, p. 41). But there are divergences, too, and even though these are not very conspicuous, they are of great ecological significance. On the whole, it is possible to maintain the distinction between the *Vaccinium* type and the *Myrtillus* type on the basis of these divergences, and no one who is familiar with them will encounter much difficulty in this respect, at any rate not where stands of average *Vaccinium* type, and those poorer than average, are concerned. In stands of *Vaccinium* type which are of better site than the average type, on the other hand, it is more difficult to uphold the distinction, and errors are liable to occur in the practical classification of such areas.

Tree stand.

The degree of density was determined with reference to the crown cover as well as the number of stems, both of which were found to be comparatively small (Table 1, p. 14 and Fig. 3, p. 45). On account of some light thinnings from below to which the sample stands have been subjected, it was difficult to arrive at an accurate estimate of their capacity for self-thinning; this must, however, be considered fairly normal.

In determining the stem form of dominant trees, two diffrent criteria have been used: 1. Cylindricity, i. e. the proportion between diameters measured at two different heights, and 2. slenderness, being the ratio (expressed as a percentage) of the basic diameter to the total height of the stem. The measurements (Table 12, p. 53) showed a fairly normal development of the stem form of dominant trees. — The technical quality of the stand, on the other hand, was found to be below normal.

The development of the growing stock (Fig. 10, p. 56) and of the growth (Fig. 11, p. 60) run parallel in several respects. The slow increase in growing stock as well as in growth at the initial stage is conspicuous. Only at the beginning of the thicket stage, in stands of some 30—40 years of age, does a change occur in this respect. At that age, a very pronounced increase sets in. As regards growth, however, this pronounced development lasts about 20 years only, whereas the increase in growing stock is essentially diminished only at the end of some 40 years.

Calculation of the removal was based on the counting of stumps and fallen trees. The removal was found to be small in all stages of development.

The yield was calculated by two mutually independent methods, one based on total growth, the other on growing stock and total removal. This ensured the necessary adjustment in the important determination of the yield.

The results show that yield in spruce stands of *Vaccinium* type is smaller than in pine stands of the same site type. A similar relationship, it is true, appears between these two species on better site types as well, but the difference is essentially greater in stands of *Vaccinium* type. A difficulty in the comparison of spruce stands and pine stands is due to the different rhythm of development characteristic of these two species. A more accurate comparison may be arrived at, e. g. by examining the maximum average annual yield, which in spruce stands of *Vaccinium* type is 2.5 cu.m/ha and in pine stands 4.7 cu.m/ha. The former is reached at the age of about 100 years and the latter at the age of about 85 years. The yield of a spruce stand thus amounts to no more than 53 % of that of a pine stand. In stands of *Myrtillus* type the corresponding figure is, according to the growth and yield tables of Ilvessalo (1920 b), 84 %.

Regeneration.

The seeding capacity of the respective stands was ascertained by counting, by the square method, cones that had fallen on the ground. In small-pole forests, the annual crop of unsorted seeds was estimated at 13 seeds per sq.m, in timber forests at 17 seeds per sq.m. These crops, particularly the latter, may be regarded as satisfactory.

For the sake of comparison, seed crop of spruce has been studied in spruce stands of *Myrtillus* type also. In eight mature stands the seed crop averaged 72 unsorted seeds per sq.m. It is evident, therefore, that the seed crop of spruce, as

well as that of pine (Sarvas 1949, p. 42), is much less on a poor than on a good habitat.

Plenty of small seedlings (less than 0.1 m in height) were found on the sample plots. The number of these seedlings seems, however, to have been accidental and chiefly due to the abundant seeding of the year 1942. Higher young growth (saplings), on the other hand, was rather scarce. This infrequency of saplings is of a certain silvicultural significance and also important as a distinguishing feature of the site type.

Silvicultural applications.

The results of this investigation show that the growing of spruce on *Vaccinium* type sites is uneconomical. There is thus no reason for the establishing of spruce stands on such sites, and existing spruce stands of *Vaccinium* type should be transformed into pine stand. The question as to what stage of development is the most favorable for this change is, however, a matter for careful consideration. This question is all the more important as the transformation of spruce stand into a pine stand is an action contrary to the natural course of development, involving considerable expense and in most cases not leading to lasting results.

It appears from the present investigation that the development of spruce stands of *Vaccinium* type is extraordinarily slow during the sapling stage but grows very markedly accelerated in every respect on reaching the thicket stage. At this stage the growth of a spruce stand lags but little behind that of a pine stand of *Vaccinium* type. This brisk development is, however, of comparatively short duration, about 20 years, after which the growth of the spruce stand begins once more to fall. As the felling value of a stand is low at the sapling and thicket stages — in most cases actually negative — there is every reason for postponing the change of species in such stands until a later date, say the middle of the small-pole stage, thus turning to account the considerable growth and the still greater value increment in the thicket and small-pole stages. — In older stands, in fully developed small-pole and timber forests, on the other hand, a prompt change of species would seem to be called for.

METSIKKÖLAJIEN ESIINTYMINEN SUOMEN METSISSÄ

YRJÖ ILVESSALO

OCCURRENCE OF THE DIFFERENT KINDS OF WOOD STANDS IN THE FINNISH FORESTS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1951

Helsinki 1951. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällysluettelo

Sivu

Johdanto 5
Metsikkölajien erottelun rajoittaminen 6
Metsikkölajien esiintyminen 8
1. Keskimäärin koko maassa 8
2. Etelä- ja pohjoispuoliskoissa erikseen 12
3. Metsänhoitolautakuntien alueilla 15
Puulajirakenteen pääpiirteet runkoluvun ja kuutiomäärän valossa 18
Loppupäätelmät tutkimustyön kannalta katsottuna 22
Summary 23

Johdanto

Metsätieteellinen tutkimustyö ja myöskin käytännölliset metsänhoitoa koskevat esitykset ovat Suomessa, niinkuin yleensä muuallakin maailmassa, kohdistuneet suurelta valtaosalta puhtaisiin metsikköihin. Näillä on tavallisesti tarkoitettu sellaisia metsiköitä, joissa pääpuulaji käsittää vähintään 90 % tai ainakin huomattavasti yli 80 % metsikön puuston kuutiomäärästä tai puuston peittämästä kasvualasta tai myöskin puuston pohjapinta-alasta, jolla ymmärretään runkojen rinnankorkeudelta laskettujen poikkipintojen yhteismäärää.

Tähän puhtaiden metsiköiden saamaan etusijaan ei varmaankaan ole vaikuttanut varsinkin viime vuosisadalta tunnettu kiista puhtaista metsiköistä ja sekametsiköistä, kummankin eduista ja varjopuolista. Siihen ei näytä ratkaisevasti vaikuttaneen myöskään se, kumpiako esiintyy yleisemmin, puhtaita metsiköitä vaiko sekametsiköitä. Pääsyynä lienee ollut se, että ensiksi on haluttu saada perusteeksi tutkituksi rakenteeltaan yksinkertaisemmat puhtaat metsiköt ja sitten vuorostaan niihin vertaillen sekametsiköt.

Esimerkkinä tällaisen tutkimusjärjestyksen eduista mainittakoon tässä Lappi-Seppälän ansaitsemaansa huomiota herättänyt tutkimus mänty-koivu-sekametsiköiden kehityksestä, jossa vertailun pohjaksi on asetettu puhtaat metsiköt.[1]) Kalela on samoin monessa suhteessa rakentanut paljon uutta tietoa antaneen tutkimuksensa kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä tällaiselle vertailupohjalle.[2])

Metsävarojen tilastollisissa selvittelyissä metsikkölajit on niiden monilukuisuuden takia yhdistetty ryhmiksi. Siten on voitu saada kohtuullisiin kehyksiin myöskin eri puulajien metsien tarkastelu ja esittely. Suomessa on näin ryhmitetty metsät mänty-, kuusi-, koivu-, haapa-

---

[1]) M. Lappi-Seppälä, Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. *(Selostus:* Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivu-sekametsikön kehityksestä.) Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 15.2. 1930.

[2]) Erkki K. Kalela, Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. *(Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinnland). Acta forestalia fennica 44.2. 1936.

ja leppävaltaisiin metsiin. Näiden ryhmien puitteissa on voitu saada valaistusta eri puulajien metsien esiintymiseen, rakenteeseen ja metsänhoidolliseen tilaan.[1])

Tällainen käytännöllisistä syistä johtuva suuripiirteinen ryhmitys on useaan tarkoitukseen riittävä. Mutta se voi myös suuripiirteisyyteensä liiaksi kätkeä metsien todellisen puulajirakenteen. Saattaapa asiaan perehtymätön käsittää mäntyvaltaiset metsät mäntymetsiksi, kuusivaltaiset kuusimetsiksi jne. Näin syntyy väärä kuva metsien puulajirakenteesta ja myöskin eri puulajien esiintymismääristä tai merkityksestä metsiköissä, mikä vuorostaan saattaa viedä erheellisiin laskelmiin ja päätelmiin.

Suomessa valtakunnan metsien arvioinnit on suoritettu arvioimislinjoilla siten, että niille sattuvat biologis-taloudelliset yksiköt, metsiköt, on tarkastettu jokainen erikseen. Siten on saatu laaja pohja metsikkölajien selvittelylle paljon yksityiskohtaisemmin kuin aiemmin mainitun suuripiirteisen ryhmittelyn puitteissa. Kun tällainen syvemmälle käyvä puulajirakenteen kuvaus antaa viitteitä, minkälaisiin metsikköihin tutkimusta ja käytännöllisen metsänhoidon ohjausta olisi suunnattava, otetaan tässä kirjoituksessa tarkasteltavaksi metsikkölajien esiintyminen ja puulajien keskinäinen suhde Suomen metsissä. Tarkastelu rajoitetaan kasvullisiin metsämaihin.

Metsikkölajien erottelun rajoittaminen

Metsikkölajin määrittämisen päätekijäksi on tässä otettu puulajien osuudet metsikön puuston kuutiomäärästä. Kun huomio on kiinnitetty pääasiallisesti ns. vallitsevaan eli pääpuustoon ja vähäisemmässä määrässä alikasvokseen ja ylispuihin, metsikkölajin nimitys kuvaa suurin piirtein myös eri puulajien osuutta puuston peittämästä kasvualasta. Kuitenkin mänty saa näin jonkin verran liiallisen osuuden, jos tarkoitetaan latvusten peittämää alaa, sillä rungon läpimitan ja kuutiomäärän suhteen samanlaisina kuusen ja koivun latvus on keskimäärin laajempi kuin männyn.[2])

Metsikkölajeja saatetaan erottaa suuri joukko niinkin vähän puu-

[1]) Yrjö Ilvessalo, Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. *(Summary:* The forests of Finland. Results of the general survey on the forests of the country carried out during the years 1921—1924.) Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 11. Helsinki. 1927.

Yrjö Ilvessalo, Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *(Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland). Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 30. Helsinki. 1942.

[2]) Vrt. Yrjö Ilvessalo, On the correlation between the crown diameter and the stem of trees. *Selostus:* Puiden latvuksen läpimitan ja rungon välisestä riippuvaisuussuhteesta. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 38. 2. Helsinki. 1950.

lajeja käsittävissä metsissä kuin Suomen metsät ovat, jos pienetkin puulajisekoitukset otetaan huomioon. Linjoilla metsiköittäin tapahtuneessa tarkastelussa eri puulajien osuudet arvioitiin 10 %:n luokkia käyttäen. Vähemmän kuin 10 % metsikön kuutiomäärästä käsittävää puulajia ei otettu huomioon. Luokat merkitsivät siis seuraavia rajoja 10 = 10—15 %, 20 = 16—25 % jne. Tässä on puhtaiksi luettu ne metsiköt, joissa sekapuulaji ei ole saanut korkeampaa lukua kuin 10 %, siis sitä oli enintään 15 %. Puhtaita leppä- ja haapametsiköitä ei ole erotettu erikseen lepän- ja haavansekaisista metsiköistä, koska niitä on aivan vähän. Sekametsiköiksi on luettu ne metsiköt, joissa sekapuulaji tai usean puulajin sekametsikössä kukin sekapuulaji on saanut vähintään luvun 20 %. Sekapuulajia, joka on saanut luvun 10 %, ei siis ole tässä tarkastelussa erikseen otettu huomioon. Näitä rajoja käyttäen, mutta merkiten sekoitukset vain täysin 10-luvuin erotettiin vuosina 1936—38 toimeenpannun arvioinnin tulosten laskennassa seuraavat metsikkölajit.

1. Puhtaat metsiköt

1.1 mäntymetsiköt
1.2 kuusi- »
1.3 koivu- »

2. Havupuu-sekametsiköt (mäntyä ja kuusta)

2.1	mäntyä	80	tai	70	%,	kuusta	20	tai	30	%	mänty-
2.2	»	60	»	50 +	»	»	40	»	50 —	»	voittoiset
2.3	»	40	»	50 —	»	»	60	»	50 +	»	kuusi-
2.4	»	30	»	20	»	»	70	»	80	»	voittoiset

3. Mänty-koivu-sekametsiköt

3.1	mäntyä	80	tai	70	%,	koivua	20	tai	30	%	mänty-
3.2	»	60	»	50 +	»	»	40	»	50 —	»	voittoiset
3.3	»	alle	50		»	»	yli	50		»	koivuvoittoiset

4. Kuusi-koivu-sekametsiköt

4.1	kuusta	80	tai	70	%,	koivua	20	tai	30	%	kuusi-
4.2	»	60	»	50 +	»	»	40	»	50 —	»	voittoiset
4.3	»	alle	50		»	»	yli	50		»	koivuvoittoiset

5. Mänty-kuusi-koivu-sekametsiköt

5.1 mäntyvoittoiset
5.2 kuusi- »
5.3 koivu- »

} kumpaakin sekapuuta vähintään 20 %

6. Lepänsekaiset metsiköt

6.1	mäntyvoittoiset	kaikissa leppää vähintään 20 %
6.2	kuusi- »	
6.3	koivu- »	
6.4	leppä- »	

7. Haavansekaiset metsiköt

7.1	mäntyvoittoiset	kaikissa haapaa vähintään 20 %
7.2	kuusi- »	
7.3	koivu- »	
7.4	haapa- »	

Vuosina 1921—24 toimeenpannun I:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksia ei laskettu metsikkölajien osalta aivan näin yksityiskohtaisesti. Ne tarjoovat kuitenkin pohjaa kehityksen tarkastelulle. Mainittakoon vielä, että sekä 1921—24 arvioinnin että 1936—38 arvioinnin tulokset on tätä tarkastelua varten pyritty laskemaan nyky-Suomen osalle.

Metsikkölajien esiintyminen

1. *Keskimäärin koko maassa (taulukko 1).*

Pääryhmiä tarkastellen puhtaat metsiköt ovat yleisin metsikkölaji, mutta ne supistuvat kuitenkin runsaaseen kolmannekseen (36.5 %) kasvullisten metsämaiden pinta-alasta. Lähinnä suurimman ryhmän käsittävät kuusi-koivu-sekametsiköt (17.6 %), joiden koivuvoittoisessa muodossa kuusi on usein ainakin osittain alikasvoksen luonteisena. Miltei yhtä yleisiä (16.4 %) ovat havupuu (mänty-kuusi-) sekametsiköt ja lähellä niitä (14.9 %) edelleen mänty-koivu-sekametsiköt. Näiden neljän suurimman ryhmän jälkeen seuraavat paljon vähempialaisina mänty-kuusi-koivu-sekametsiköt (8.3 %) sekä muihin verrattuina pienen sadannesluvun (3.8 %) mutta kuitenkin vielä 649 000 ha käsittävät lepänsekaiset metsiköt ja yhä vähäisemmässä määrässä (1.6 %) mutta sentään 273 000 hehtaarin alalla tavattavat haavansekaiset metsiköt.

Verrattaessa keskenään metsikkölajien esiintymistä vv. 1921—24 ja 1936—38 havaitaan puhtaiden metsiköiden vähentyneen huomattavasti ja havupuu- sekä havupuu-koivu-sekametsiköiden lisääntyneen. Lisääntyminen on ollut suurin kuusi-koivu- ja mänty-kuusi-sekametsiköiden osalla. Ilmeisesti on sellaisissa aiemmin puhtaiksi luetuissa metsiköissä, joissa kuusta on ollut sadannesmäärä 10 tai vähemmän, suoritettu

hakkuita, ja niiden vaikutuksesta yleensä mäntyä ja koivua pienempi kuusi on tullut entistä merkitsevämmäksi. Samasta syystä myös runsaammin kuusta käsittävät sekametsiköt ovat kartuttaneet osuuttaan kasvullisen metsämaan pinta-alasta. Kehitys on siis käynyt, niinkuin sadannesluvuista nähdään, kuusettumista kohti, mutta ei puhtaiden kuusikoiden vaan kuusta käsittävien sekametsiköiden lisääntymisenä.

Sellaiset mänty-koivu-sekametsiköt, joissa koivua on 20—30 % kuutiomäärästä ja jotka aiemmin mainittu Lappi-Seppälän tutkimus osoitti edulliseksi metsikkölajiksi, näyttäisivät hieman lisääntyneen mutta eivät siinä määrin kuin vastaavanlaiset kuusi-koivusekametsiköt. Lepänsekaiset metsiköt ovat tuntuvasti vähentyneet, ainakin 250 000 ha. Samoin on pienentynyt haavansekaisten metsiköiden ennestäänkin pieni sadannesluku, joten haapa on jäänyt yhä vähäisemmässä määrässä esiintyväksi puulajiksi.

Kuusi ja koivu tunnetusti eivät jaksa ainakaan runkojen koon puolesta kilpailla männyn kanssa kuivilla eivätkä yleensä kuivanpuoleisillakaan kangasmailla, jotka käsittävät kasvullisen metsämaan pinta-alasta huomattavan osan. Viljavammilla mailla taas kaikki puulajit kilpailevat keskenään. Näiden syiden luonnollisena seurauksena on, että puhtaat männiköt (24.4 %) ovat puhtaita kuusikoita (9.1 %) ja koivikoita (3.0 %) paljon yleisempiä ja kaikistakin metsikkölajeista enimmin levinneitä. Myöskin voidaan tehdä se havainto, että havupuu- ja havupuu-koivu-sekametsiköistä enintään 30 % vierasta puulajia käsittävät muodot ovat yleisempiä kuin tasaväkisemmät sekoitukset. Vahvaa tasaväkisyyttä merkitsevät mänty-kuusi-koivu-sekametsiköiden eri muodot ovat samoin verraten niukasti esiintyviä metsikkölajeja. Muistettava on kuitenkin, että 10 %:lla merkittyjä sekoituksia tässä ei ole otettu huomioon.

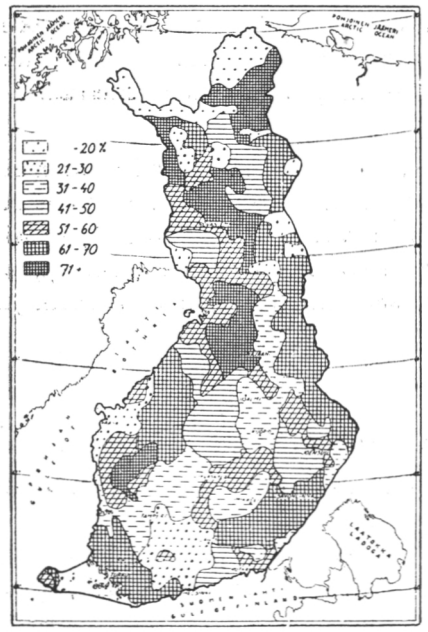
Lepänsekaiset ja haavansekaiset metsikkölajit ovat vähentyneet kaikissa sekoitusmuodoissaan. Lepänsekaisten metsiköiden tilalle metsänparannustyö on pyrkinyt aikaan saamaan tuottoisampia metsikkölajeja. Haavansekaisten metsiköiden vähenemiseen on taas ilmeisesti vaikuttanut niukasti tavattavien haapatukkien etsiskely kaikkialta, mistä niitä kannattaa hankkia.

Jollei oteta huomioon 10 %:lla merkittyä sekoitusta vaan ainoastaan sitä suuremmat sekä puhtaat metsiköt, saadaan tulokseksi että mäntyä esiintyi kasvullisen metsämaan alasta vv. 1921—24 66.6 %:lla ja vv. 1936—38 65.0 %:lla, kuusta vastaavasti 44.4 %:lla ja 52.2 %:lla sekä koivua 40.4 %:lla ja 45.8 %:lla. Mänty on siis yleisimmin levinnyt puulaji, sitä seuraa kuusi ja sitten koivu. Arviointien välisenä aikana mänty on menettänyt jonkin verran osuuttansa metsämaan alasta, mutta sekä kuusi että koivu ovat voittaneet tuntuvasti lisää. Männyn menetys

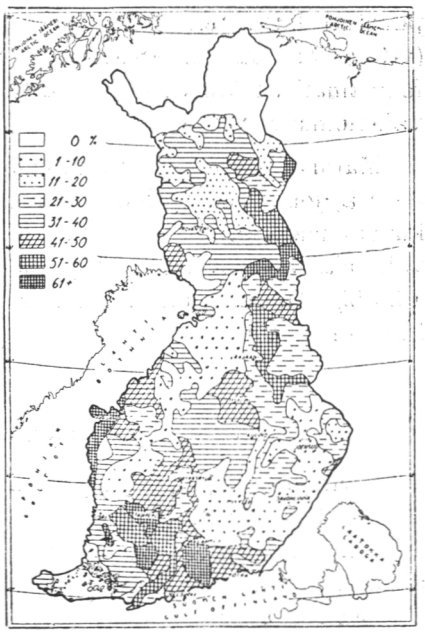
Taulukko 1. Metsikkölajien osuudet kasvullisen metsämaan pinta-alasta nyky-Suomessa.

Table 1. The proportions of the different kinds of wood stands in the area of productive forest land in Present-day Finland.

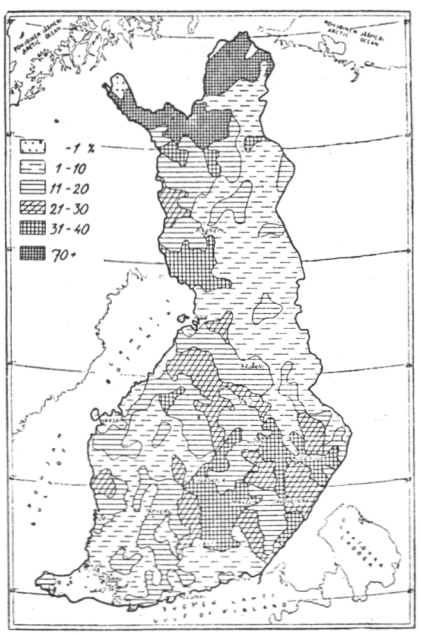
Metsikkölaji *Kind of wood stand*	Kasvullisen metsämaan pinta-alasta *Of the area of productive forest land*		
	vv. 1921—24	Nyky-Suomi — *Present-day Finland*	
	%	%	hehtaaria — *hectares*
1. Puhtaat metsiköt — *Pure stands*	*43.5*	*36.5*	*6 236 000*
1.1 mänty — *pine*	29.7	24.4	4 169 000
1.2 kuusi — *spruce*	9.8	9.1	1 555 000
1.3 koivu — *birch*	4.0	3.0	512 000
2. Havupuu-sekametsiköt — *Coniferous mixed stands (pine and spruce)*	*13.8*	*16.4*	*2 802 000*
2.1 mäntyä *pine* 80, 70 %; kuusta *spruce* 20, 30 %	7.9	6.9	1 179 000
2.2 » *pine* 60, 50 + % » *spruce* 40, 50 − %		2.4	410 000
2.3 » *pine* 40, 50 − % » *spruce* 60, 50 + %	5.9	2.1	359 000
2.4 » *pine* 30, 20 % » *spruce* 70, 80 %		5.0	854 000
3. Mänty-koivu-sekametsiköt — *Pine-birch-mixed stands*	*13.4*	*14.9*	*2 546 000*
3.1 mäntyä *pine* 80, 70 %; koivua *birch* 20, 30 %	9.7	8.4	1 435 000
3.2 » *pine* 60, 50 + % » *birch* 40, 50 − %		2.6	444 000
3.3 » *pine* alle *under* 50 % » *birch* yli *over* 50 %	3.7	3.9	667 000
4. Kuusi-koivu-sekametsiköt — *Spruce-birch-mixed stands*	*12.5*	*17.6*	*3 007 000*
4.1 kuusta *spruce* 80, 70 %; koivua *birch* 20, 30 %	9.4	9.5	1 623 000
4.2 » *spruce* 60, 50 + % » *birch* 40, 50 − %		3.5	598 000
4.3 » *spruce* alle *under* 50 % » *birch* yli *over* 50 %	3.1	4.6	786 000
5. Mänty-kuusi-koivu-sekametsiköt — *Pine-spruce-birch-mixed stands*	*7.7*	*8.3*	*1 418 000*
5.1 mäntyvoittoiset — *pine-dominated*	3.7	3.3	564 000
5.2 kuusivoittoiset — *spruce-dominated*	2.8	3.4	581 000
5.3 koivuvoittoiset — *birch-dominated*	1.2	1.6	273 000
6. Lepänsekaiset metsiköt — *Stands mixed with gray alder*	*5.3*	*3.8*	*649 000*
6.1 havupuuvoittoiset — *conifer-dominated*	1.8	1.2	205 000
6.2 koivuvoittoiset — *birch-dominated*	1.7	1.2	205 000
6.3 leppävoittoiset — *alder-dominated*	1.8	1.4	239 000
7. Haavansekaiset metsiköt — *Stands mixed with aspen*	*2.3*	*1.6*	*273 000*
7.1 havupuuvoittoiset — *conifer-dominated*	0.9	0.6	102 000
7.2 koivuvoittoiset — *birch-dominated*	1.1	0.8	137 000
7.3 haapavoittoiset — *aspen-dominated*	0.3	0.2	34 000
8. Paljaat alat — *Clear areas*	*1.5*	*0.9*	*154 000*
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	17 085 000



Kuva 1. Mäntyvaltaisten metsien osuus koko metsäalasta.
The proportion of forests dominated by pine in the total area of forest land.



Kuva 2. Kuusivaltaisten metsien osuus koko metsäalasta.
The proportion of forests dominated by spruce in the total area of forest land.



Kuva 3. Koivuvaltaisten metsien osuus koko metsäalasta (70 + %:n alue pohjoisessa on kokonaan tunturikoivua).
The proportion of forests dominated by birch in the total area of forest land. (The area 70+% in the North is field birch.)

puuston latvusten peittämästä alasta on jossain määrin suurempikin (vrt. s. 6). Kiinnitettäessä huomiota eri puulajien tuottoon erilaisilla metsämailla männyn kasvualassa ei olisi — maassa kokonaisuudessaan — vähenemisen varaa.

Mainittakoon vielä vertauksen vuoksi, että ns. mäntyvaltaisia metsiköitä, joissa mänty käsittää suurimman sadanneksen metsikön puuston kuutiomäärästä, oli vv. 1921—24 53.0 % ja vv. 1936—38 48.4 %, kuusivaltaisia vastaavasti 28.6 % ja 33.3 % sekä koivuvaltaisia 14.8 % ja 15.6 %. Näinkin tarkastellen kuusi on selvästi voittanut alaa männyn kustannuksella.

2. *Etelä- ja pohjoispuoliskoissa erikseen (taulukko 2).*

Maan etelä- ja pohjoispuoliskojen tarkastelu erikseen osoittaa koko maalle lasketuista luvuista poikkeavia piirteitä.

Puhtaita metsiköitä on pohjoispuoliskossa (39.4 %) enemmän kuin eteläpuoliskossa (34.3 %), mutta ei niin paljon enemmän kuin pohjoisten metsämaiden keskimäärin paljon karumman luonteen huomioon ottaen olettaisi. Ensimmäisen arvioinnin aikaan ero oli suurempi, mutta nähtävästi pohjoisessakin puhtaiksi luetuissa metsiköissä vähäisehkössä määrässä esiintyvät koivut ja kuuset ovat järeän pääpuuston hakkuun johdosta saaneet entistä suuremman osuuden kuutiomäärään. Puhtaiden kuusikoiden osuuden vähenemiseen on voinut jossain määrin vaikuttaa myös se, ettei Sallassa ja Kuusamossa uuden valtakunnan rajan taakse jääneitä runsaita kuusikoita liene saatu laskelmassa aivan tarkoin vähennetyksi. Puhtaiden koivikoiden osalla ehkä taas se, että ensimmäisessä arvioinnissa on saatettu lukea pohjoisia koivumetsiä jonkin verran enemmän kasvullisiin metsämaihin kuin toisessa arvioinnissa.

Metsämaiden karumman luonteen mukaisesti pohjoispuoliskossa on kuitenkin puhtaita männiköitä (30.2 %) paljon yleisemmin kuin eteläpuoliskossa (19.8 %). Puhtaiden kuusikoiden ja koivikoiden osalta ero ei ole suuri, mutta molemmat ovat pohjoispuoliskossa vähentyneet ja eteläpuoliskossa taas pysyneet ainakin entisissä määrissään.

Kuusi-koivu- ja mänty-kuusi-koivu-sekametsiköitä pohjoispuoliskossa on yleisemmin mutta kaikkia muita sekametsikkölajeja vähemmän kuin eteläpuoliskossa. Sekä etelä- että pohjoispuoliskossa kuusta käsittävät sekametsiköt ovat lisääntyneet, edellisessä huomattavasti suuremmassa määrässä. Eteläpuoliskossa tällainen kehitys on useimmiten saattanut olla edullista, sillä sitä on tapahtunut pääosalta sellaisilla mailla, joilla kuusi on sopiva puulaji. Kuitenkin tämä ilmiö on havaittavissa myös kuivanpuoleisilla ja joskus kuivillakin kankailla, jolloin se on haitaksi sekä metsän tuoton että metsän uudistamisen kannalta. Pohjoispuolis-

Taulukko 2. Metsikkölajien osuudet kasvullisen metsämaan pinta-alasta Suomen etelä- ja pohjoispuoliskoissa.

Table 2. The proportions of the different kinds of wood stands in the area of productive forest land in the southern and northern halves of Finland.

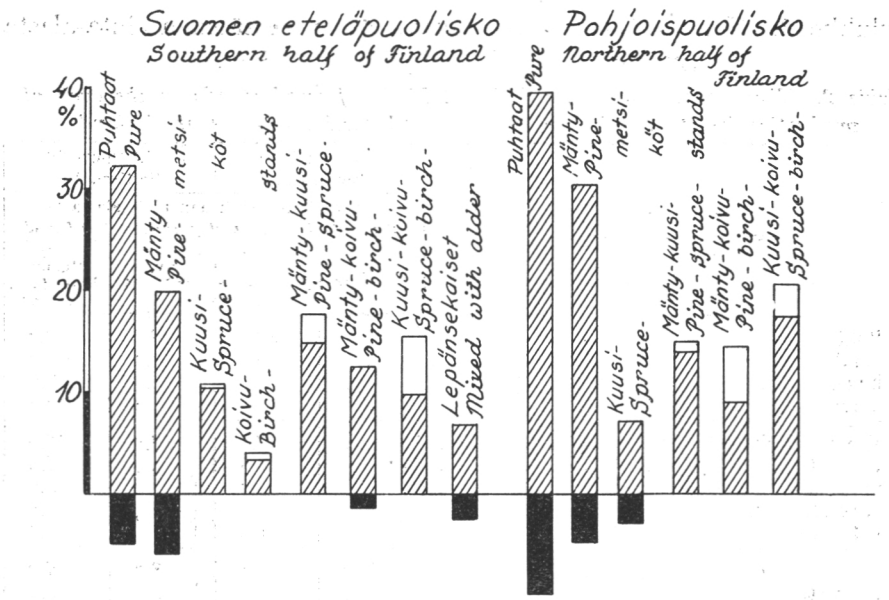
Metsikkölaji *Kind of wood stand* [1]	Eteläpuolisko *Southern half*		Pohjoispuolisko *Northern half*	
	Kasvullisen metsämaan pinta-alasta % *Per cent of the area of productive forest land*			
	vv. 1921—24	Nyky-Suomi *Present-day Finland*	vv. 1921—24	Nyky-Suomi *Present-day Finland*
1. Puhtaat metsiköt	*39.1*	*34.3*	*49.7*	*39.4*
1.1 mänty	25.5	19.8	34.8	30.2
1.2 kuusi	10.2	10.8	9.7	7.0
1.3 koivu	3.4	3.7	5.2	2.2
2. Havupuu-sekametsiköt	*14.6*	*17.6*	*13.9*	*15.0*
2.1 vahvasti mäntyvoittoiset	7.8	6.5	8.7	7.5
2.2 niukasti »		2.6		2.2
2.3 niukasti kuusivoittoiset	6.8	2.5	5.2	1.6
2.4 vahvasti »		6.0		3.7
3. Mänty-koivu-sekametsiköt	*16.2*	*15.5*	*8.9*	*14.2*
3.1 vahvasti mäntyvoittoiset	11.7	7.7	6.6	9.3
3.2 niukasti »		2.8		2.3
3.3 koivuvoittoiset	4.5	5.0	2.3	2.6
4. Kuusi-koivu-sekametsiköt	*9.8*	*15.5*	*17.2*	*20.3*
4.1 vahvasti kuusivoittoiset	7.2	7.9	13.2	11.6
4.2 niukasti »		2.9		4.3
4.3 koivuvoittoiset	2.6	4.7	4.0	4.4
5. Mänty-kuusi-koivu-sekametsiköt	*7.3*	*7.4*	*8.1*	*9.1*
5.1 mäntyvoittoiset	3.1	3.0	3.9	3.8
5.2 kuusi- »	2.7	2.9	3.5	3.7
5.3 koivu- »	1.5	1.5	0.7	1.6
6. Lepänsekaiset metsiköt	*9.0*	*6.6*	*0.2*	*0.2*
6.1 mäntyvoittoiset	2.3	1.4	—	—
6.2 kuusi- »	0.6	0.7	—	—
6.3 koivu- »	2.8	2.4	—	—
6.4 leppä- »	3.3	2.1	—	—
7. Haavansekaiset metsiköt	*2.4*	*2.1*	*0.6*	*1.0*
7.1 mäntyvoittoiset	0.5	0.3	—	—
7.2 kuusi- »	0.5	0.6	—	—
7.3 koivu- »	1.1	1.0	—	—
7.4 haapa- »	0.3	0.2	—	—
8. Paljaat alat	*1.6*	*1.0*	*1.4*	*0.8*
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0	100.0

kossa mänty on tutkimusten mukaan aivan yleisesti parhaiten kasvava puulaji, joten sen kasvualan väheneminen ei ole suotavaa.[2])

Aiemmin mainittiin, että L a p p i-S e p p ä l ä n tutkimuksen maan

[1]) *The kinds of wood stands are the same as in table 1.*

[2]) Vrt. Y r j ö I l v e s s a l o, Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. *(Summary:* Growth of natural normal stands in central north-Suomi [Finland].) Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 24. 2. Helsinki. 1937.



Kuva 4. Muutokset yleisimpien metsikkölajien esiintymisessä I:stä valtakunnan metsien arvioinnista II:een.

Changes in the occurrence of the most common kinds of stands from the first forest survey to the second survey (from the years 1921—24 to 1936—38).

eteläpuoliskossa edulliseksi metsikkölajiksi osoittama mänty-koivu-sekametsikkö on koko maan keskiarvona voittanut alaa. Taulukosta 2 nähdään kuitenkin, että lisäystä on tapahtunut vain maan pohjoispuoliskossa, jossa koivu on suhteellisen vähäarvoinen puulaji. On valitettavaa, että eteläpuoliskossa on tapahtunut pikemminkin vähennystä.

Taulukosta 3 nähdään, kuinka suurella osalla kasvullisen metsämaan alasta eri puulajeja on esiintynyt puhtaina metsikköinä ynnä enemmän kuin 10 %:n luokaksi (yli 15 %:ksi) arvioituna sekoituksena.

Männyllä oli vv. 1921—24 etelä- ja pohjoispuoliskossa jotakuinkin sama sadannesmäärä, mutta vuosiin 1936—38 mennessä eteläpuoliskossa tapahtui huomattavaa vähenemistä ja pohjoispuoliskossa taas lisäystä. Kehityksen suunta oli kasvupaikan laadun mukaisesti oikea, mutta pohjoisessa mänty olisi saanut voittaa enemmän alaa. Männyn kasvualan lisäämiseen olisi siellä voimakkaasti pyrittävä.

Taulukko 3. Kasvullisen metsämaan pinta-alasta metsiköitä, joissa on

		mäntyä	kuusta	koivua
		enemmän kuin 15 % kuutiomäärästä		
Eteläpuolisko	vv. 1921—24....	66.7 %	43.4 %	41.2 %
»	vv. 1936—38....	62.2 »	52.8 »	45.8 »
Pohjoispuolisko	vv. 1921—24....	65.9 »	49.0 »	39.6 »
»	vv. 1936—38....	68.7 »	51.5 »	46.0 »

Kuusi on vallannut alaa eteläpuoliskossa hyvin merkittävässä määrässä ja pohjoispuoliskossakin jonkin verran. Etelässä kehitys on ollut oikea, mutta pohjoisessa sen olisi pitänyt olla päinvastainen, vieläpä nopeassa tahdissa, sillä kuusi jää siellä suurella pääosalla kasvullisen metsämaan alasta kehityksen ja tuoton suhteen hyvin paljon männystä jälkeen.

Koivua käsittävien metsiköiden määrä on myös lisääntynyt sekä etelä- että pohjoispuoliskossa. Etelässä se on varmasti ollut eduksi, kun pidetään silmällä koivulle sopivien kasvupaikkojen määrää. Pohjoispuoliskossa taas koivun kehitys on tunnetusti hidasta ja yleensä pienikokoiseksi jäävän koivupuun menekki hyvin heikkoa. Siellä siis kehitys on käynyt väärään suuntaan. Koivun osuuden olisi pitänyt pienentyä suurenemisen asemesta.

3. *Metsänhoitolautakuntien alueilla (taulukko 4).*

Metsikkölajien esiintymistä voidaan taulukon 4 perusteella tarkastella edellistä yksityiskohtaisemmin, metsänhoitolautakuntien toiminta-alueiden puitteissa. Vaihtelua esiintyy hyvin suuressa määrässä. Seuraavassa esitetään siitä laajan taulukon yhdistelmäksi muutamia pääpiirteitä.

Puhtaita metsiköitä esiintyy vähimmin — sadannesluku n. 30 — Helsingin, Uudenmaan-Hämeen, Itä-Hämeen ja Pohjois-Savon metsänhoitolautakuntain alueilla. Enimmin — sadannesluku n. 40 — niitä tavataan Satakunnan, Etelä- ja Keski-Pohjanmaan, Vaasan, Kainuun ja Lapin alueilla. Muilla alueilla sadannesluku on näiden välillä.

Tarkasteltaessa eri puulajeja erikseen havaitaan, ettei niiden esiintymisellä ole samoja piirteitä kuin puhtaiden metsiköiden määrällä, mikä onkin luonnollista puulajien erilaisten kasvupaikan vaatimusten takia. Mutta tämä ei ole kuitenkaan yksin määräävä tekijä. Sen rinnalla on suuri merkitys myöhään jatkuneella kaskeamisella, joka kuusen kustannuksella johti männyn, koivun ja lepän runsauteen. Esim. Itä-Hämeen alueella on lehtomaisia maita ynnä lehtomaita 33.4 % kasvullisen metsämaan pinta-alasta mutta puhtaiden kuusikoiden sadannesluku on 9.1, kun taas Pohjois-Hämeen alueella edellinen sadannesluku on 21.8 ja jälkimmäinen 21.5.

Havupuu-sekametsiköitä tavataan runsaimmin (n. 40 %) Helsingin ja Lounais-Suomen alueilla ja vähimmin maan eteläpuoliskon itäosassa, jossa kaskeamista harjoitettiin suuressa mitassa myöhempään kuin länsiosassa. Myöskin Keski-Pohjanmaan ja Lapin yleisesti karuilla metsämailla tätä metsikkölajia esiintyy verraten vähän. Erityisesti Pohjois-Pohjanmaan koillisosassa ja Kainuussa sen sadannesluku lisää kuusen tunkeutuminen sille liian karuille maille.

Taulukko 4. Metsikkölajien osuudet kasvullisen metsä-
Table 4. The proportions of the different kinds of wood stands in the

Metsikkölaji *Kind of wood stand*	Helsingin	Lounais-Suomen	Satakunnan	Uudenmaan-Hämeen	Pohjois-Hämeen	Itä-Hämeen	Etelä-Savon	Etelä-Karjalan
	metsänhoitolautakunnan alue — kasvullisen metsämaan pinta-alasta %							
1. Puhtaat metsiköt	*29.2*	*32.6*	*40.3*	*30.5*	*37.7*	*28.8*	*31.9*	*37.8*
1.1 mänty	15.4	17.9	23.3	9.7	13.6	15.1	22.2	27.5
1.2 kuusi	12.3	12.8	15.0	18.7	21.5	9.1	5.6	7.6
1.3 koivu	1.5	1.9	2.0	2.1	2.6	4.6	4.1	2.7
2. Havupuu-sekametsiköt	*38.9*	*40.0*	*23.6*	*26.2*	*27.0*	*14.3*	*8.5*	*13.3*
2.1 vahvasti mäntyvoittoiset	11.6	13.9	7.9	6.6	7.9	4.6	4.5	5.0
2.2 niukasti »	6.4	8.9	3.0	3.1	3.1	1.4	1.0	2.2
2.3 niukasti kuusivoittoiset	9.1	5.2	2.8	4.1	4.0	2.5	0.7	2.0
2.4 vahvasti »	11.8	12.0	9.9	12.4	12.0	5.8	2.3	4.1
3. Mänty-koivu-sekametsiköt	*5.0*	*5.6*	*13.6*	*7.4*	*7.1*	*22.5*	*28.2*	*18.0*
3.1 vahvasti mäntyvoittoiset	1.9	3.0	7.6	3.6	3.4	10.0	13.1	8.5
3.2 niukasti »	1.0	1.0	1.6	1.2	1.1	3.8	5.9	3.5
3.3 koivuvoittoiset	2.1	1.6	4.4	2.6	2.6	8.7	9.2	6.0
4. Kuusi-koivu-sekametsiköt	*13.5*	*11.0*	*13.4*	*16.8*	*16.0*	*10.8*	*10.5*	*10.7*
4.1 vahvasti kuusivoittoiset	8.4	5.8	7.6	11.2	9.3	6.8	5.4	5.9
4.2 niukasti »	2.1	1.8	2.0	1.6	2.8	2.1	1.9	2.2
4.3 koivuvoittoiset	3.0	3.4	3.8	4.0	3.9	1.9	3.2	2.6
5. Mänty-kuusi-koivu-sekametsiköt.	*8.0*	*6.5*	*6.4*	*9.2*	*6.7*	*7.1*	*6.0*	*6.3*
5.1 mäntyvoittoiset	2.3	2.5	2.7	2.7	2.4	2.3	2.5	2.1
5.2 kuusi- »	4.2	3.1	2.7	4.9	2.7	3.0	1.8	2.8
5.3 koivu- »	1.5	0.9	1.0	1.6	1.6	1.8	1.7	1.4
6. Lepänsekaiset metsiköt	*3.8*	*2.6*	*1.3*	*7.8*	*3.5*	*12.3*	*13.1*	*11.1*
6.1 mäntyvoittoiset	0.3	0.6	0.1	1.0	0.6	2.5	4.5	2.6
6.2 kuusi- »	0.9	0.6	0.2	1.7	0.7	1.3	0.4	0.7
6.3 koivu- »	0.9	0.6	0.4	2.5	1.0	5.9	5.8	3.9
6.4 leppä- »	1.7	0.8	0.6	2.6	1.2	2.6	2.4	3.9
7. Haavansekaiset metsiköt	*1.6*	*1.7*	*1.4*	*2.1*	*2.0*	*4.2*	*1.8*	*2.8*
7.1 havupuuvoittoiset	0.8	0.7	0.6	1.1	1.0	1.7	0.8	1.1
7.2 koivu- »	0.6	0.8	0.7	0.8	0.5	2.4	0.8	1.2
7.3 haapa- »	0.2	0.2	0.1	0.2	0.5	0.1	0.2	0.5
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Metsiköitä, joissa on vähintään 20 %:								
mäntyä	68.0	71.0	67.3	54.1	55.5	62.4	69.9	68.3
kuusta	74.0	71.2	58.9	73.1	72.4	43.4	31.3	39.1
koivua	29.5	26.4	36.5	38.8	33.9	53.3	55.4	42.8

Mänty-koivu-sekametsiköitä esiintyy maan eteläpuoliskon länsiosassa valitettavan niukasti. Runsaimmat alansa niillä on Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Itä-Savon alueilla sekä myöskin Keski-Pohjanmaalla, jonka karummilla mailla ne eivät kuitenkaan ole laadultaan edellisten veroisia.

maan pinta-alasta eri metsänhoitolautakuntien alueilla.
area of productive forest land in the different forestry board districts.

Itä-Savon	Pohjois-Karjalan	Pohjois-Savon	Keski-Suomen	Etelä-Pohjanmaan	Vaasan	Keski-Pohjanmaan	Kainuun	Pohjois-Pohjanmaan	Lapin	Metsikkölaji
forestry board district										
— Per cent of the area of productive forest land										
35.7	*35.5*	*28.7*	*33.2*	*42.4*	*39.2*	*40.9*	*38.5*	*35.1*	*41.5*	1.
23.4	25.5	13.4	18.5	29.9	10.9	28.9	27.8	25.1	33.0	1.1
5.7	5.2	10.5	9.5	10.6	26.9	8.0	9.8	8.1	5.9	1.2
6.6	4.8	4.8	5.2	1.9	1.4	4.0	0.9	1.9	2.6	1.3
7.2	*13.1*	*12.7*	*14.5*	*20.1*	*22.5*	*12.4*	*20.4*	*18.4*	*12.8*	2.
3.2	7.0	5.6	6.6	7.6	6.1	4.4	9.1	9.4	6.6	2.1
1.0	1.8	1.8	2.1	3.3	3.4	1.9	3.0	2.7	1.8	2.2
1.0	1.1	1.3	1.9	2.8	3.9	1.7	2.4	1.9	1.4	2.3
2.0	3.2	4.0	3.9	6.4	9.1	4.4	5.9	4.4	3.0	2.4
23.4	*16.1*	*14.8*	*17.4*	*16.5*	*6.3*	*23.2*	*9.8*	*13.9*	*15.5*	3.
11.0	8.6	7.5	7.9	9.3	3.3	12.7	7.4	8.8	10.0	3.1
4.5	2.6	2.7	3.6	2.9	1.2	3.3	1.3	2.0	2.7	3.2
7.9	4.9	4.6	5.9	4.3	1.8	7.2	1.1	3.1	2.8	3.3
11.6	*16.3*	*23.4*	*19.6*	*12.4*	*23.5*	*13.5*	*20.1*	*18.9*	*21.1*	4.
4.7	7.9	10.5	8.9	6.9	14.0	5.8	12.5	10.4	12.0	4.1
2.3	3.6	4.8	3.6	2.3	4.3	2.3	4.0	4.3	4.4	4.2
4.6	4.8	8.1	7.1	3.2	5.2	5.4	3.6	4.2	4.7	4.3
6.1	*9.0*	*8.1*	*9.6*	*6.8*	*4.2*	*5.9*	*10.0*	*10.8*	*8.5*	5.
2.2	4.1	3.9	4.1	2.7	1.3	1.8	4.2	3.4	3.7	5.1
2.5	3.4	2.7	3.4	3.0	2.1	1.8	4.6	4.7	3.4	5.2
1.4	1.5	1.5	2.1	1.1	0.8	2.3	1.2	2.7	1.4	5.3
12.8	*8.3*	*10.0*	*3.8*	*0.5*	*2.6*	*1.2*	*0.6*	*0.5*	*0.0*	6.
3.3	1.8	1.7	0.8	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	6.1
0.3	0.4	1.2	0.3	0.1	1.1	0.3	0.2	0.1	0.0	6.2
4.6	3.4	3.0	1.5	0.2	0.5	0.6	0.2	0.3	0.0	6.3
4.6	2.7	4.1	1.2	0.1	0.9	0.2	0.2	0.1	0.0	6.4
3.2	*1.7*	*2.3*	*1.9*	*1.3*	*1.7*	*2.9*	*0.6*	*2.4*	*0.6*	7.
1.3	0.8	0.8	0.5	0.6	0.4	1.2	0.3	0.9	0.2	7.1
1.6	0.8	1.1	1.3	0.6	0.9	1.6	0.3	1.3	0.3	7.2
0.3	0.1	0.4	0.1	0.1	0.4	0.1	0.0	0.2	0.1	7.3
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
64.1	65.9	51.2	61.1	73.7	44.2	71.1	68.2	68.7	69.9	
31.5	44.4	56.2	53.7	50.3	78.4	40.7	60.6	56.7	48.4	
53.9	50.4	55.2	54.6	38.4	36.8	48.8	41.3	47.1	48.0	

Kuusi-koivu-sekametsiköitä on yleisimmin Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Vaasan metsänhoitolautakuntien alueilla, joista varsinkin kahdella ensiksi mainitulla alueella tämän metsikkölajin edellyttämiä hyviä metsämaita on melkoisesti. Mutta metsikkölajin runsas määrä

myös pohjoisessa, Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin alueilla ei ole eduksi, sillä keskimäärin suhteellisen karunluonteiset metsämaat eivät tarjoo suotuisia edellytyksiä tämän metsikkölajin menestymiselle. Kaikkia jo mainittuja metsänhoitolautakuntia eteläisempien lautakuntien alueilla kuusi-koivu-sekametsiköillä saisi ilmeisesti olla nykyistä enemmän tilaa.

Mänty-kuusi-koivu-sekametsiköiden esiintyminen eri metsänhoitolautakuntien alueilla on tasaisempaa kuin tähän saakka tarkasteltujen metsikkölajien. Pohjoisessa tämäkin metsikkölaji on metsämaiden karun luonteen huomioon ottaen liiaksi levinnyt.

Lepänsekaisilla metsiköillä on valta-alueensa Itä-Hämeessä, Savossa ja Karjalassa myöhään jatkuneen kaskenpolton johdosta. Haavansekaiset metsiköt supistuvat kaikkialla vähään.

Taulukon 4 alaosa täydentää kuvaa eri puulajien levinneisyydestä. Sen mukaan sellaiset metsiköt, joissa männyn osuus on merkitty vähintään 20 %:lla, käsittävät hyvin yleisesti n. 65—70 % kasvullisen metsämaan pinta-alasta. Pääasiallisesti vain Vaasan, Pohjois-Savon sekä Uudenmaan-Hämeen ja Pohjois-Hämeen alueilla tällaiset metsiköt ovat huomattavasti vähäisemmässä määrässä esiintyviä.

Vastaavanlaisten kuusi- tai kuusensekaisten metsiköiden sadannesluku vaihtelee paljon enemmän. Ne käsittävät jopa yli 70 % kasvullisen metsämaan pinta-alasta Helsingin, Lounais-Suomen, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Vaasan alueilla. Kuusen suhteellisen vähäinen määrä kuvastuu erityisesti Etelä- ja Itä-Savon, Itä-Hämeen sekä Etelä- ja Pohjois-Karjalan luvuista, jälleen pitkään jatkuneen kaskenpolton seurauksena, ja vielä Keski-Pohjanmaan luvuista.

Mainitunlaisten koivu- ja koivunsekaisten metsiköiden sadannesluku vaihtelee taas vuorostaan vähemmän kuin kuusen suhteen havaittiin. Luku kohoaa runsaimmin koivua käsittävien Itä-Hämeen, Etelä-, Itä- ja Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan alueilla vähän yli 50:n. Pienimmäksi, jonkin verran alle 30:n, se taas jää Helsingin ja Lounais-Suomen alueilla.

Puulajirakenteen pääpiirteet runkoluvun ja kuutiomäärän valossa

Metsikkölajien esiintymistä koskeva tarkastelu saisi syvemmän pohjan, jos sitä voitaisiin laajentaa vertailemalla eri puulajien osuuksia kussakin metsikkölajissa kuutiomäärän, pohjapinta-alan ja latvuston peittämän pinta-alan perusteella. Käytettävissä oleva tutkimusaineisto ei kuitenkaan anna siihen pohjaa. Sen sijaan taulukoiden 5a ja 5b perusteella voidaan vertaillen tarkastella runkoluvun ja kuutiomäärän jakaantumista eri puulajien kesken pääpuulajin mukaan ryhmitellyissä metsiköissä. Ryhmitys on tehty myös metsätyypin mukaan, mikä antaa vertailulle lisää pohjaa.

Läpikäyvänä yleisenä piirteenä havaitaan männyn käsittävän keskimäärin metsiköiden kuutiomäärästä hyvin huomattavasti suuremman osan kuin niiden runkoluvusta. Asianlaita on näin sekä mänty-, kuusi- että koivuvaltaisissa metsiköissä. Mänty esiintyy siis keskimäärin kooltaan suurimpana puuna.

Kuusen osalla on runkolukua enemmän kuin kuutiomäärää kaikissa muissa tapauksissa paitsi paksusammaltyypin kuusivaltaisissa metsiköissä, joissa mäntyä on aivan vähän ja koivu yleensä kuusta pienempikokoista. Kuusi esiintyy siis keskimäärin kooltaan suhteellisen pienenä puuna. Tämä johtuu osaksi, mutta ei ensinkään ratkaisevasti siitä, ettei kuusialikasvoksen vaikutusta tulokseen ole voitu saada kokonaan eliminoiduksi.

Taulukko 5a. Eri puulajien keskimääräiset osuudet metsiköiden runkoluku- ja kuutiomäärästä.

Table 5a. The average proportions of the different species of trees in the total number of stems and the total volume.

1. Suomen eteläpuolisko. — *Southern half of Finland.*

Metsätyyppi *Forest site type*	Metsikön pääpuulaji *Predominant species of the stand*	Runkoluvusta *Of the number of stems*							Kuutiomäärästä *Of the volume*						
		mäntyä *pine*	kuusta *spruce*	koivua *birch*	haapaa *aspen*	leppää *alder*	Yhteensä *Total*		mäntyä *pine*	kuusta *spruce*	koivua *birch*	haapaa *aspen*	leppää *alder*	Yhteensä *Total*	
		%							%						
Lehdot ja käenkaali-mustikkat. — *Grass-herb types and Oxalis-Myrtillustype*	mänty — *pine*	*31.0*	20.8	18.6	0.4	29.2	100		*65.7*	15.0	11.9	0.5	6.9	100	
	kuusi — *spruce*	3.7	*72.2*	11.1	1.9	11.1	100		12.6	*69.4*	13.1	2.4	2.5	100	
	koivu — *birch*	6.0	14.7	*48.4*	1.7	29.2	100		18.7	11.7	*58.6*	2.8	8.2	100	
Mustikkatyyppi — *Myrtillustype*	mänty — *pine*	*44.1*	26.2	17.6	0.9	11.2	100		*72.7*	12.2	12.1	1.0	2.0	100	
	kuusi — *spruce*	7.2	*77.8*	10.8	1.1	3.1	100		20.1	*62.9*	13.3	2.8	0.9	100	
	koivu — *birch*	10.6	22.5	*48.7*	2.8	15.4	100		22.5	13.0	*55.8*	4.8	3.9	100	
Puolukkatyyppi — *Vacciniumtype*	mänty — *pine*	*65.0*	22.6	9.8	1.0	1.6	100		*82.7*	7.8	8.3	0.9	0.3	100	
	kuusi — *spruce*	12.8	*78.0*	7.8	0.6	0.8	100		31.6	*55.4*	10.9	1.7	0.4	100	
	koivu — *birch*	22.9	17.3	*44.0*	6.8	9.0	100		37.0	10.0	*46.9*	4.7	1.4	100	
Kanervatyyppi — *Callunatype*	mänty — *pine*	*90.9*	5.4	3.1	0.1	0.5	100		*92.7*	2.4	4.4	0.4	0.1	100	
Kasvulliset korpimaat — *Productive spruce and broadleaf-tree swamps*	mänty — *pine*	*33.3*	31.7	28.0	0.3	6.7	100		*60.5*	16.3	19.1	0.7	3.4	100	
	kuusi — *spruce*	4.2	*75.6*	16.7	0.9	2.6	100		9.3	*63.2*	23.2	3.3	1.0	100	
	koivu — *birch*	7.1	23.8	*61.9*	1.2	6.0	100		15.2	16.4	*62.5*	3.2	2.7	100	
Kasvulliset rämemaat — *Productive pine swamps*	mänty — *pine*	*62.5*	13.1	22.8	0.4	1.2	100		*71.2*	8.5	18.8	1.1	0.4	100	
	kuusi — *spruce*	15.4	*65.5*	17.7	—	1.4	100		26.7	*54.2*	18.9	—	0.2	100	
	koivu — *birch*	21.9	26.1	*51.0*	0.3	0.7	100		35.7	10.3	*52.8*	1.0	0.2	100	

Taulukko 5b. Eri puulajien keskimääräiset osuudet metsiköiden runkoluku- ja kuutiomäärästä.

Table 5b. The average proportions of the different species of trees in the total number of stems and the total volume.

2. Suomen pohjoispuolisko. — *Northern half of Finland.*

Metsätyyppi *Forest site type*	Metsikön pääpuulaji *Predominant species of the stand*	Runkoluvusta *Of the number of stems*						Kuutiomäärästä *Of the volume*					
		mäntyä *pine*	kuusta *spruce*	kolvua *birch*	haapaa *aspen*	leppää *alder*	Yhteensä *Total*	mäntyä *pine*	kuusta *spruce*	kolvua *birch*	haapaa *aspen*	leppää *alder*	Yhteensä *Total*
		%											
Lehdot ja kurjenpolvimetsäimarre-mustikkat. — *Grass-herb types and Geranium-Dryopteris-Myrtillus-type*	kuusi—*spruce*	2.2	*79.9*	14.9	1.3	1.7	100	16.1	*65.5*	15.5	2.4	0.5	100
	koivu — *birch*	2.9	16.2	*80.7*	0.2	—	100	7.9	33.9	*58.0*	0.2	—	100
Pohjoinen-mustikkatyyppi — *Northern Myrtillustype*	mänty— *pine*	28.6	*38.6*	26.3	4.3	2.2	100	*66.5*	15.3	13.3	4.1	0.8	100
	kuusi—*spruce*	5.0	*74.0*	18.8	1.4	0.8	100	20.5	*58.9*	18.4	2.1	0.1	100
	koivu — *birch*	8.6	26.2	*60.4*	2.5	2.3	100	28.9	20.8	*44.4*	4.3	1.6	100
Paksusammaltyyppi — *Hylocomium-Myrtillustype*	kuusi—*spruce*	2.6	*67.1*	29.9	0.3	0.1	100	9.6	*72.2*	17.2	1.0	0.0	100
Variksenmarja-puolukka- ja puolukkat. — *Empetrum-Vaccinium- and Vacciniumtype*	mänty —*pine*	*58.8*	22.3	17.0	1.8	0.1	100	*84.0*	6.9	8.1	1.0	0.0	100
	kuusi—*spruce*	8.8	*74.0*	15.1	0.6	1.5	100	32.0	*51.4*	14.5	2.0	0.1	100
	koivu — *birch*	14.2	22.1	*59.6*	4.0	0.1	100	*44.4*	15.5	37.4	2.5	0.2	100
Variksenmarja-mustikkatyyppi — *Empetrum-Myrtillustype*	mänty —*pine*	*59.9*	14.8	24.5	0.7	0.1	100	*85.7*	4.9	9.1	0.3	0.0	100
	kuusi—*spruce*	9.7	*62.5*	27.0	0.7	0.1	100	28.1	*54.8*	16.6	0.5	0.0	100
	koivu — *birch*	9.9	14.4	*73.7*	1.9	0.1	100	34.7	19.5	*43.3*	2.4	0.1	100
Varpu-jäkälä-, kanervaja jäkälät. — *Ericaceae-Cladina-, Calluna- and Cladinatype*	mänty —*pine*	*78.5*	3.1	18.4	0.0	—	100	*92.0*	2.1	5.9	0.0	—	100
Kasvulliset korpimaat — *Productive spruce and broadleaf-tree swamps*	kuusi—*spruce*	3.7	*71.6*	23.3	0.5	0.9	100	9.2	*68.7*	21.2	0.7	0.2	100
	koivu — *birch*	5.1	21.1	*69.0*	2.1	2.7	100	10.2	26.5	*61.1*	1.4	0.8	100
Kasvulliset rämemaat— *Productive pine swamps*	mänty —*pine*	*52.9*	17.7	27.8	1.4	0.2	100	*76.4*	11.5	11.0	1.1	0.0	100
	kuusi—*spruce*	17.4	*66.6*	15.8	0.2	—	100	43.3	*46.5*	9.8	0.4	—	100
	koivu — *birch*	11.7	12.9	*72.3*	3.1	—	100	31.5	8.5	*56.6*	3.4	—	100

Koivu käsittää maan eteläpuoliskossa mäntyvaltaisissa metsiköissä kuutiomäärästä pienemmän osan kuin runkoluvusta, mutta sekä kuusi- että koivuvaltaisissa metsiköissä päinvastoin kuutiomäärästä suuremman osan kuin runkoluvusta. Koivu on siis tällaisissa metsiköissä keskimäärin

kooltaan suurempaa kuin kuusi. Pohjoispuoliskossa koivun osalla on, päinvastoin kuin eteläpuoliskossa, kuutiomäärästä keskimäärin pienempi osa kuin runkoluvusta. Siellä koivu esiintyy siis sekä mänty-, kuusi- että koivuvaltaisissa metsiköissä keskimäärin kooltaan pienimpänä puuna. Mainittakoon, että kuutiomäärällä punnittuna keskikokoinen puu oli vv. 1936—38 pohjoispuoliskossa rinnankorkeudelta seuraavan paksuinen: mänty 22.1 cm, kuusi 18.3 cm ja koivu 12.8 cm.

Haapa esiintyy useimmiten suhteellisen suurikokoisena runkona, koska sen osalla on enimmäkseen kuutiomäärästä suurempi osa kuin runkoluvusta. Lepän laita on taas päinvastainen. Se käsittää useissa tapauksissa hyvin huomattavan osan runkoluvusta mutta pienen osan kuutiomäärästä.

Eri metsätyyppejä tarkasteltaessa havaitaan suurta eroavaisuutta. Mutta vaikka runkoluvun ja kuutiomäärän suhde vaihteleekin, niin mäntyä on kaikkien metsätyyppien mailla keskimäärin paljon suurempi osa kuutiomäärästä kuin runkoluvusta. Tämä osoittaa, että mänty esiintyy sekä mänty-, kuusi- että koivuvaltaisissa metsissä keskimäärin suurimpana puuna. Männyn kehitys näyttää siis olevan paitsi puhtaissa luonnon normaaleissa metsiköissä, joista kasvu- ja tuottotaulukot esittävät lukuja, myös nykymetsissä, sekä puhtaissa metsiköissä että sekametsiköissä, nopeampi kuin kuusen ja koivun kehitys.[1])

Koivu käsittää vuorostaan eteläpuoliskossa kaikkien metsätyyppien mailla kuusi- ja koivuvaltaisissa metsissä — mutta ei mäntyvaltaisissa — kuutiomäärästä suuremman osan kuin runkoluvusta. Koivu näyttäisi siis voittavan kuusen kehityksen nopeudessa, niin kuin se kasvu- ja tuottotaulukoiden mukaan voittaa puhtaissa luonnon normaaleissa metsiköissä.[1]) Ero ei kuitenkaan ole niin suuri kuin männyn eroavaisuus kuusesta ja koivusta. Maan pohjoispuoliskossa asianlaita on päinvastainen. Koivun osuus on siellä jotakuinkin kaikilla metsätyypeillä paitsi mäntyvaltaisissa myös kuusi- ja koivuvaltaisissa metsissä kuutiomäärästä pienempi kuin runkoluvusta. Männyn ero kuusesta ja koivusta on pohjoispuoliskossa vielä huomattavasti suurempi kuin eteläpuoliskossa huolimatta siitä, että Pohjois-Suomessa metsien hakkuu on ollut ensi sijassa mäntytukkipuiden poimintaa.

Tässä esitetty tarkastelu kuutiomäärän ja runkoluvun jakaantumisesta eri puulajien kesken viittaa selvästi siihen, että kuusi voittaa jatkuvasti alaa. Lukemattomissa metsiköissä — eikä ainoastaan kuuselle soveltuvilla kasvupaikoilla vaan myös varsinaisilla mäntymailla — se lukumäärältään runsaana odottaa, milloin suurempikokoista mäntyä ja koivua hakkuissa poistetaan, ja rientää täyttämään vapautunutta tilaa.

[1]) Yrjö Ilvessalo, Kasvu- ja tuottotaulukot Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Yield tables for the pine-, spruce and birch stands in the southern half of Finland.) Acta forestalia fennica 15. Helsinki 1920.

Näin tapahtuu sitä suuremmassa määrässä, mitä enemmän hakkuita yhä edelleen suoritetaan harsinnan ja poiminnan tapaan. Männyn ja koivun kasvualan säilyttämiseksi vaaditaan vanhoissa metsissä rohkeita uudistushakkauksia ja nuoremmissa järkevää harvennusta.

Pohjois-Suomessa esiintyy myös pienikokoista koivua runsaslukuisena, jopa kuivimmillakin kangasmailla. Männyn hakkuu aiheuttaa sen aseman vahvistumista. Koivu voi olla männyn seassa hyödyksi kulojen voiman heikentäjänä ja ehkä lehdillänsä maan kunnon edistäjänä, mutta sen tuotto on pieni sekä määrältään että arvoltaan.

Loppupäätelmät tutkimustyön kannalta katsottuna

Tutkielman aineisto on hyvin suuri ja käsittää koko Suomen kasvullisten maiden metsistä näytteitä siinä suhteessa, kuin niissä eri metsätyyppejä, puulajeja, ikäluokkia ja tiheysasteita on. Sen antamaa kuvaa metsikkölajien esiintymisestä sekä myöskin eri puulajien runkoluvun ja kuutiomäärän keskinäisestä suhteesta nykymetsissä voidaan siis pitää todennäköisenä.

Metsikkölajien tarkastelu osoittaa, että puhdas männikkö, jossa sekapuuta on enintään 15 %, on Suomessa yleisin metsikkölaji. On siis ollut oikein ja luonnollista, että metsiköitä koskeva tutkimustyö on alkuaikana kohdistettu puhtaisiin männikköihin, jotka myöskin rakenteeltaan ovat muita metsikkölajeja yksinkertaisemmat.

Puhtaita kuusikoita ja koivikoita esiintyy muihin metsikkölajeihin verrattuna suhteellisen vähän ja puhtaita lepiköitä ja haavikoita aivan niukasti. Mutta edelleen kehittyvän tutkimuksen perusteeksi nämäkin ovat ansainneet tutkimustyössä sijansa.

Sekametsiköt käsittävät metsien valtavan ja viime aikana yhä suurentuneen pääosan, mutta niiden tutkimus on jäänyt vähäiseksi. Kuitenkin ne tutkimukset, joita on tehty, ovat antaneet metsiköiden kehityksen ja kasvun sekä metsien käsittelyn suhteen arvokkaita tuloksia.

Metsiköiden kehitystä, kasvua ja tuottoa sekä metsiköiden kasvatusta koskeva tutkimustyö on nyt monista vaikeuksista huolimatta kohdistettava kiireellisesti ja laajassa mitassa sekametsikköihin. Suomen metsät pysyvät valtavalta pääosalta sekametsinä ja kehittyvät ehkä yhä edelleen niihin päin. Olisi siis pikaisesti hankittava tutkimustyöllä tietoa siitä, minkälaisia sekametsiköt ovat verrattuina puhtaisiin metsikköihin rakenteen, kehityksen, kasvun ja määrällisen ynnä rahallisen tuoton suhteen sekä mitenkä erilaisia sekametsiköitä on käsiteltävä pyrittäessä säilyttämään niiden puulajirakenne nykyisenään tai muuttamaan se joko toisenlaiseksi sekametsiköksi tai puhtaaksi metsiköksi.

Tämä tutkielma voinee osoittaa, mikä kunkinlaisen metsikkölajin merkitys esiintymismäärän puolesta on sekä missä seuduissa kunkinlaisella metsikkölajilla on huomattava merkitys ja mistä niitä lähinnä voidaan tutkimuksen kohteeksi löytää.

OCCURRENCE OF DIFFERENT KINDS OF WOOD STANDS IN THE FINNISH FORESTS

Summary

Introduction

Forest research work and also practical papers on silviculture have, for the most part, dealt with pure stands. This term usually applies to stands in which the dominant species comprises over 90 %, or at least considerably over 80 %, of the growing area covered by the tree stand or of the basal area or volume of the stand. Numerous results of experiments and investigations into mixed stands too, however, have been published in the literature.

The priority accorded to pure stands is probably not due to the dispute, well-known in the last century, concerned with the advantages and disadvantages of pure stands. Nor does it seem to have been affected by any superiority in their number. The main reason, probably, is that it was felt that pure stands, simpler in structure, should be thoroughly investigated first, after which the mixed stands could be investigated making comparisons with the pure stands.

Among the investigations into mixed stands in Finland, those listed in the footnote to page 5 deserve mentioned before others.

In statistical studies of forest resources, the kinds of wood stands, because of their great numbers, have generally been grouped according to their dominant species or a couple of dominant species. In this way it has been possible to describe in reasonable space the occurrence, structure and silvicultural condition of the stands of different species. Such summary grouping, prompted by practical reasons, suffices for quite a number of purposes, but its summary character may easily conceal too much of the true composition of the species in the forests. This may also lead to false conclusions.

In national forest surveys in Finland the endeavour has been to study the kinds of stands so that the biologico-economical units — the stands — along the survey lines and coinciding with them are currently examined, each of them separately, as to their forest site type, species and age structure, density, volume, etc. In this way, e. g. an extensive basis has been created for the study of the kinds of stands and their incidence. As such more profound description of the composition of species indicates the kinds of stands to which research work and instruction in practical silviculture should be directed, this paper deals with the occurrence of kinds of stands and the mutual proportions of tree species in Finnish forests.

How to limit the differentiation of kinds of stands

The main criterion applied in the present article in defining the kinds of stands is the percentage of each species of tree of the total volume of the stand. As attention has been devoted mainly to the so-called dominant or main stand, and to a lesser extent to the undergrowth and the standards, the denomination of

the kind of stand also largely reflects the proportions of the different species in the growing area covered by the tree stand. This leads, however, to pine obtaining a somewhat exaggerated proportion with reference to the area covered by the crown canopy, for, assuming the same stem diameter and volume, spruce and birch crowns, on an average, are more extensive than those of pine (cf. the article mentioned in the foot-note to p. 6).

A great many kinds of stands may be distinguished if even slight mixtures of tree species are taken into consideration. In the study by stands along the survey lines, 10 % classes were used in estimating the proportions of the different tree species. The present investigation will exclude slight mixtures, distinguishing the following kinds of stands.

1. Pure stands

1.1 pine stands
1.2 spruce »
1.3 birch »

2. Coniferous mixed stands (pine and spruce)

2.1	pine	80	or	70	%, spruce	20	or	30	%	dominated by pine
2.2	»	60	»	50+	»	40	»	50—	»	
2.3	»	40	»	50—	»	60	»	50+	»	dominated by spruce
2.4	»	30	»	20	»	70	»	80	»	

3. Pine-birch mixed stands

3.1	pine	80	or	70	%, birch	20	or	30	%	dominated by pine
3.2	»	60	»	50+	»	40	»	50—	»	
3.3	»	under		50	»	over		50	»	dominated by birch

4. Spruce-birch mixed stands

4.1	spruce	80	or	70	%, birch	20	or	30	%	dominated by spruce
4.2	»	60	»	50+	»	40	»	50—	»	
4.3	»	under		50	»	over		50	»	dominated by birch

5. Pine-spruce-birch mixed stands

5.1	dominated by pine	in all at least 20 per cent of the both mixed trees
5.2	» » spruce	
5.3	» » birch	

6. Stands mixed with alder

6.1	dominated by alder	in all more than 20 per cent of alder
6.2	» » birch	
6.3	» » pine	
6.4	» » spruce	

7. Stands mixed with aspen

7.1	dominated by aspen	in all more than 20 per cent of aspen
7.2	» » birch	
7.3	» » pine	
7.4	» » spruce	

Occurrence of the different kinds of stands (Table 1)

In the whole country, on an average, pure stands are the most common kind of stand, but, restricted as specified on page 24, they total no more than 36.5 %. The next biggest group consists of spruce-birch mixed stands (17.6 %). Nearly as general (16.4 %) are conifer (pine-spruce) mixed stands, and close behind them (14.9 %) come pine-birch mixed stands. The next biggest group, of pine-spruce-birch mixed stands, represents 8.3 % only, and stands admixed with aspen and alder are fewer still.

Spruce and birch cannot compete, at least as far as stem size goes, with pine on dry and dryish forest site types, which cover a considerable part of the productive forest land. On more fertile lands again, all tree species are in mutual competition. A natural consequence of these reasons is that pure pine stands are much more frequent than pure stands of any other species.

From the time of the First Survey in 1921—1924 to the years of the Second Survey in 1936—1938, pure stands were reduced considerably. The increase in mixed stands was greatest with conifer mixed stands and spruce-birch mixed stands. Obviously fellings had been carried out in stands, previously counted as pure stands, in which the percentage of spruce has been entered at most as 15, and owing to these fellings the spruce, generally smaller than pine and birch, gained in importance. Otherwise too, the development has been towards increased spruce growth — mixed stands comprising spruce. This, naturally, is due to the fact that spruce grows in deeper shadow than the other species. The Third National Forest Survey to be commenced in 1951 will show whether this development has continued.

Stands mixed with alder have declined due to the fact that the endeavour has been to replace them, through forest improvement work, by stands of more productive trees. The reduction in stands mixed with aspen, again, results from aspen logs having been picked out from the stands for raw material for the match industry.

If each tree species is taken into consideration only where it comprised a minimum of 20 %-class, the result is that pine was present on 65.0 % of productive forest land area, spruce on 52.2 % and birch on 45.8 %. For the sake of comparison it may be mentioned that, at the same time, forests dominated by pine, i.e. forests in which pine constitutes a larger part of the volume than the other tree species, amounted to 48.4 %, those dominated by spruce to 33.3 %, and by birch to 15.6 %.

Table 2 shows that the occurrence of the kinds of stands in the southern and northern half of Finland differs considerably. In the northern half, pure pine stands in particular are more frequent than in the southern half, which is natural and expected since, in the north, the main part of productive forest lands are dry and dryish, most suitable for pine growth. Stands containing spruce and birch, in the northern half of the country, are still too many, for the sufficiently fertile soils suitable for them are rare. On dry and dryish lands they are detrimental, from the point of view of both yield and regeneration of forest. In the north hardly any stands exist mixed with alder, as such stands usually established themselves on forest areas formerly burnt for cropping, a form of cultivation hardly practised at all in the far north.

Table 4, further, illustrates the occurrence of the kinds of stands within smaller territories, the districts of local forestry boards. It shows that there is great diversity in the different parts of the country.

Main features of the composition of tree species in the light of the number of stems and of volume

The investigation material available provides no foundation for the comparison of the proportions of the different tree species in each kind of stand on the basis of volume, basal area, and area covered by the crown canopy, which would add to the deepness of the study. Instead, tables 5a and 5b provide a basis for a comparative study of the distribution of the number of stems and of volume between the different tree species in stands grouped according to their dominant species. The grouping is also carried out by forest site types, which strengthens the basis for comparison.

A general feature found is that pine, on an average, comprises a very considerably larger part of the volume of stands than of the number of stems of stands. Thus, the pine, on an average, is the largest-sized tree. With spruce the case is the opposite. This is due — in part but by no means decisevely — to the fact that the influence of spruce undergrowth on the result could not be totally eliminated. In pine-dominated forests, birch, on an average, is smaller in size than pine, and in the northern half of the country, in spruce-dominated forests, birch is also smaller than spruce, whereas in the spruce-dominated forests of the southern half it is larger than spruce. The aspen is mostly present fairly large in size, while the grey alder generally has a small-size stem.

Great differences are observed between the different forest site types. In the present stands, both pure and mixed, the development of pine seems to be generally more rapid than that of spruce and birch; the case is the same, according to the yield tables, as it is in pure natural normal stands. In the southern half of the country, birch seems to be superior to spruce in its rate of development, just as it also is, according to the yield tables, in pure natural normal stands. In the northern half of the country, the reverse is true of the case.

Conclusions from the research point of view

The material for the investigation is very extensive, and comprises samples from the forests on productive land in the whole of Finland in proportion to the different forest site types, tree species, age classes and density classes. The picture provided by the material of the occurrence of the kinds of stands, and also of the proportion of the number of stems and volume of the different species in present-day forests, can therefore be considered as plausible.

The study shows that pure pine stands, with a maximum admixture of 15 %, constitute the most frequent kind of stand in Finland. It was, therefore, appropriate and natural that research into wood stands, in the early stages, was concerned with pure pine stands, which are also simpler in structure than other kinds of stand.

Pure spruce stands and birch stands are relatively few compared with other kinds of stand, and pure alder stands and aspen stands very few indeed. But their study was justified to provide a basis for continually developing research.

Mixed stands comprise the vast and recently increased majority of forests, but their study has remained slight. However, the investigations carried out have yielded valuable results as regards the development and growth of stands nad treatment of forests.

Research into the development, growth and yield of stands, and into the treatment of stands, in spite of the numerous difficulties, must now urgently and

extensively be devoted to mixed stands. For by far their greatest part the Finnish forests will remain mixed forests, and current development is towards this type of forest. It is urgent, therefore, that research work should provide information on what the mixed stands are like compared with pure stands, in their structure, development, growth, yield as regards both volume and monetary gain, and how the different mixed stands are to be treated when the endeavour is to maintain their present composition structure or to change it either into a mixed stand of some other kind or into a pure stand.

III VALTAKUNNAN METSIEN ARVIOINTI

SUUNNITELMA JA MAASTOTYÖN OHJEET

YRJÖ ILVESSALO

THIRD NATIONAL FOREST SURVEY OF FINLAND

PLAN AND INSTRUCTIONS FOR FIELD WORK

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1951

Helsinki 1951. Valtioneuvoston kirjapaino.

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

Johdanto 5
Arvioinnin suoritusaika 7
Arvioinnin perusmenetelmä 8
Arvioimistyön suoritus linjalla 11
Arvioimistyön kartasto 11
Arvioimislinjojen sijoitus ja mittaus 11
Linjaväli 11
Suunta 13
Linjan mittaus 13
Vesien ym. kiertäminen 14
Siirtyminen uudelle linjalle 14
Linjojen ja kuvioiden numerointi 14
Alueiden ja maan omistajan merkintä 15
Maiden luokitus 16
Pääryhmät 16
Metsätyypit 16
Suotyypit 18
Ojituksen tulos puuston suhteen 19
Ojien kunto 19
Suon syvyys 20
Hakamaat 20
IV:n pääryhmän jaoittelu 20
Metsiköittäinen puuston arviointi 21
Puulajit 21
Ikäluokat 22
Tiheys 22
Pituus 23
Puuston rodullinen arviointi 24
Kuutiomäärä 24
Kuutiokasvu 25
Metsikön metsänhoidollinen tila ja toimenpiteet sen parantamiseksi 25
Metsänhoidollinen tila 25
Luokitus 25
Kysymykseen tulevat metsänhoitotyöt 28
Yleisselostusta 28
Töiden ryhmitys 28
Hakkuumäärä 30
Koealat 32
I Täyskoealat 32
Koealojen koko 32
Koealan paikan määrääminen 32
Koealan puuston mittaus 33
Silmävarainen arvioiminen 33
Rajoitus ja puidenluku 34
Koeleimaus 35
Järeiden puiden lisämittaukset 36
Pienen puuston laatu 39
Rodullinen mittaus ja arvioiminen 40
Koepuut 41

Sivu

Kasvun vaihtelun tutkiminen 43
Koealan kasvupaikan kuvaus 43
II Välikoealat 44
Biologiset tutkimukset 45
Arvioimisryhmien toiminnan käytännöllinen järjestely 46
Arvioimisryhmän kokoonpano ja eri henkilöiden tehtävät 46
Työvälineistö ja sen hoito 48
Palkkojen maksu ja tilitys 49
Tiedoitukset työn edistymisestä ja ohjaus 50
Muita määräyksiä 51
Liitteet .....
Rauduskoivun ja hieskoivun erottaminen toisistaan 54
Aputaulukot kuutiomäärän ja kasvun silmävaraisen arvioimisen helpottamiseksi 55
Linja-arvioimislomake
Täyskoealan lomake
Välikoealan lomake
Summary in English 57

III valtakunnan metsien arviointi on suunniteltu suoritettavaksi entisistä arvioinneista jälleen kehitettynä niin, että sen tulokset voisivat tyydyttää metsätalouden kasvavia tarpeita. Suunnitelman ja maastotyön ohjeiden valmistaminen on edellyttänyt asiantuntijain apua, jota ystävällisesti ovat antaneet useat Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen tutkijat ja Keskusmetsäseura Tapio toht. Erkki K. Kalelan avustamana. Samaten metsähallituksen, metsäteollisuuden, metsänhoitolautakuntien ja maatalousministeriön asutusasiainosaston ym. virastojen ja laitosten puolelta on jo tästä alkuvaiheesta lähtien suhtauduttu työhön myötämielisesti ja pyydettyä apua antaen.

JOHDANTO

Vuosina 1921—24 toimeenpannun I:n valtakunnan metsien arvioinnin ja vuosina 1936—38 suoritetun II:n arvioinnin välisenä 15-vuotiskautena Suomessa tapahtui metsätalouden alalla huomattavaa muutosta ja kehitystä. Tämä kuvastui II:n arvioinnin tuloksissa, metsävarojen rakenteessa ja metsien tilassa, joskin sellaiset päätekijät kuin metsäpinta-ala, metsien puuston kokonaiskuutiomäärä ja vuotuinen kokonaiskasvu pysyivät koko maan käsittävinä lukuina likimäärin entisen suuruisina.

II:n arvioinnin alkamisvuodesta 1936 on nyt v. 1951 kulunut jälleen 15 vuotta, jota yleisesti pidetään valtakunnan metsien arviointien maksimiväliaikana. Tämä aika on ollut kaikissa suhteissa poikkeuksellista rauhan- ja sodanvuosien aikaa. Metsätalouden alalla se on ollut erittäin vaihtelevaa, äärimmäisyydestä toiseen.

Puun käytön määrä on jonakin vuotena kohonnut korkeammalle kuin milloinkaan ennen ja taas joinakin sotavuosina supistunut vähimpään määrään, missä se I:n maailmansodan aiheuttamista vaikeuksista selvittyä milloinkaan on ollut. Toisinaan tukkipuita raaka-aineekseen vaativa teollisuus on kuluttanut viisi kertaa niin paljon puuta kuin pienempään puuhun, pinotavaraan, tyytyvä teollisuus. Toisinaan taas jälkimmäisen tarvitsema puumäärä on hiponut edellisen käyttämää. Hyvin tunnettu on suuri halkojen hakkuu sotavuosina.

Ennen sotaa hyvään vauhtiin päässyt metsänparannustyö keskeytyi sotaaikana miltei kokonaan ja muussakin metsänhoidollisessa toiminnassa havaittu kehitys pysähtyi. Niinpä sotavuosien ja vielä niiden jälkeisenkin ajan hakkuissa lienee johtavan ammattimiehistön puutteessa ja muistakin syistä ollut paljon moitteen sijaa.

Sotatoimet aiheuttivat monin paikoin metsille vaurioita. Sodan jälkeen alkoi valtavin mitoin asutustyö, jossa metsää on siirretty omistajalta toiselle. Tällaisen pakko-oton pelko saattoi omistajan usein hakkaamaan puustoa vahvasti ennen luovutusta. Uusi omistaja taas on ottanut saamastaan metsästä runsaasti puuta uuden tilansa rakentamiseen. Kaikki tämä on heikentänyt metsien puustoa.

Perustetuille tiloille on raivattu suuret määrät viljelysmaata metsistä. Siinä on tuottoisakin puusto, vieläpä mallikelpoinen viljelymetsikkö, parhaassa kasvussaan ennenaikaisesti kaadettu. Omistajan epätietoisuus siitä, minkä osan metsästään hän saa lopullisesti pitää, on lamauttanut metsänhoidon harrastusta.

Sotaa seuranneessa rauhanteossa uusi valtakunnan itäraja vedettiin siten, että yli kolme miljoonaa hehtaaria metsää jäi vieraalle puolelle. Maan metsävarat vähenivät tämän johdosta huomattavasti, ja monet hyvät puun

kaukokuljetustiet katkesivat tai tukkeutuivat. Näin typistettyjen metsien varassa oli elävä entisen asujamiston lisäksi se maan altansa menettänyt väestö, joka ennen oli tullut toimeen omillaan mutta rauhanteon jälkeen siirtyi jäljelle jääneeseen nyky-Suomeen.

Maan metsien kestävyydestä ja metsätaloudesta huolehtivilla tahoilla on sodan jälkeen pyritty saamaan aikaan parannusta siihen, mihin metsien kohdalla oli jouduttu. On tuotu voimakkaasti ja selvästi esille, mikä sekä metsätalouden että metsäteollisuuden tulevaisuus on, jollei muutosta tapahdu.

Merkittäväksi avuksi on se, että ammattimiehistön ulkopuolella on havaittavissa entistä suurempaa ymmärtämystä metsätaloutta kohtaan. Siihen on osaltaan vaikuttanut se, että laajat, ennen tuskin sanottavasti metsiemme merkitystä ajatelleet kansalaispiirit joutuivat itse metsään polttopuuta hakkaamaan tai vaikeuksia vastaan taistellen sitä hankkimaan taikka sen puutteesta kärsimään. Siihen vaikutti samaten se, että nämä piirit muiden lisäksi näkivät, kuinka ulkomailta tuotavien välttämättömien tai ainakin siedettävän elintason uudelleen aikaan saamiseksi tarvittavien tuotteiden saanti on tukossa, jollei niiden vastikkeeksi pystytä viemään puunjalosteita. Ilmeisesti myös laajalla pohjalla valmisteltu ja toimeenpantu valtakunnallinen metsämarssi on osaltaan herättänyt mieliä tajuamaan metsien merkitystä ja tarpeita.

Taistelu metsien puolesta onkin jälleen johtamassa tuloksiin. Metsänhoidon näkökohtia pyritään opetus- ja valistustoiminnalla, ohjauksella, neuvonnalla ja leimauksilla sitkeästi saamaan entistä enemmän niiden miljoonien puiden hakkuuseen, jotka vuosittain tarvitaan maaseutu- ja kaupunkiväestön, teollisuuden, liikenteen ja muuhun tarpeeseen. Metsänparannustyö, jota suuret pinta-alat kiireisesti odottavat, on entisestä metsätietöillä laajennetuin suunnitelmin uudelleen käynnissä, mutta sen vauhtiin pääsyä hidastaa sodan edellisestä murto-osaksi vähentynyt valtion tuki.

Osa niistä tapahtumista, jotka sisältyvät II:sta arvioinnista kuluneeseen puoleentoista vuosikymmeneen, vaikuttivat pysyvästi, osa enemmän ohi menevästi mutta silti syvästi ja osa vasta viime vuosiin kohdistuneina toistaiseksi vähemmän näkyvästi maan metsävaroihin ja metsien tilaan. Viimeksi mainittuihin on luettava metsänhoidon tehostuminen ja metsänparannustyö.

Voidaan täydellä syyllä olettaa, että maan metsävarat ja niiden tila ovat vuosista 1936—38 huomattavasti muuttuneet. Mutta jälleen ollaan, niin kuin aiempien arviointien edellä, ikään kuin sokkosilla siinä suhteessa, missä määrin ja millä tavalla metsävarat ja metsien tila ovat muuttuneet. Kun sitä paitsi II:n arvioinnin alkamisesta on kulunut maksimiväliaika 15 vuotta, on pidettävä täysin perusteltuna, että III valtakunnan metsien arviointi viivyttämättä toimeenpannaan. Vuosien 1921—24 ja 1936—38 arviointien määräaikaisena jatkona ja niistä tarpeellisilta osiltaan uusittuna se selvittää kolmannen kerran Suomen metsävarat ja metsien tilan sekä niiden kehityksen. Voidaan odottaa, että se tuloksillaan jälleen entistä täydellisemmin antaa perustaa ja osoittaa suuntaviivoja sille työlle, jota maan talouden kestokyvyn säilyttämiseen ja parantamiseen pyrittäessä on ryhdyttävä yhä voimakkaammin suorittamaan metsien kunnostamiseksi ja tuoton kohottamiseksi sekä monihaaraisen metsätalouden ja metsäteollisuuden kehittämiseksi.

ARVIOINNIN SUORITUSAIKA

III valtakunnan metsien arviointi, jonka esitöitä tehtiin v. 1950, on suunniteltu toimeenpantavaksi vuosina 1951—53, siis kolmena kesäkautena, niinkuin edellisetkin arvioinnit. Näin menetellen arvioimisryhmien lukumäärä voidaan supistaa sellaiseksi, että ryhmien johtajat saatetaan perusteellisesti valmentaa ja pitää tehtävässä koko ajan sekä opastaa ja ohjata heidän työtään maastossa jatkuvasti. Kaikki tämä lisää ryhmänjohtajien vastuuntuntoa ja työn tulosten luotettavuutta. Kun taas toisaalta arviointi jakaantuu vain kolmelle vuodelle ja sitä kunakin kesäkautena suoritetaan laajoille aloille sirotellen, voidaan tulokset yhdistää yhtenäiseksi kokonaisuudeksi.

Arviointien 15-vuotinen väliaika on osoittautunut pitkäksi varsinkin maan eteläpuoliskossa ja erityisesti sen johdosta, että on sattunut tapahtumia, joiden voidaan olettaa aiheuttaneen huomattavia muutoksia metsävaroihin ja metsien tilaan. Tästä syystä arvioinnin tulosten käyttö on tuntunut moneen tarkoitukseen epävarmalta väliajan jälkipuoliskolla. Tämä epävarmuus voidaan todennäköisesti tyydyttävässä määrässä poistaa, jos 15-vuotiskauden puolivälissä yhteen kesäkauteen rajoitettuna toimitetaan sopivalla tavalla pistokokeina välitarkastus. Tämän perusteella saatetaan päätellä, mihin suuntaan ja missä mitassa muutosta on tapahtumassa, ja siten tarkistaa edellisen varsinaisen arvioinnin tulokset niin, että ne kohtuullisessa määrässä tyydyttävät käytäntöä seuraavan arvioinnin valmistumiseen saakka.

III:een valtakunnan metsien arviointiin ryhdyttäessä suunnitelma olisi siis ajan suhteen seuraava: 1. arvioinnin maastotyöt suoritetaan kesäkausina 1951—53 ja laskentatyöt talvikausina niin, että päätulokset ovat valmiina keväällä 1954 ja yksityiskohtainen tulosten esitys myös mahdollisimman pian; 2. vuoden 1960 vaiheissa toimitetaan välitarkastus ja 3. vuosina 1966—68 IV valtakunnan metsien arviointi. Kaikki riippuu tietysti kuitenkin vastaisista tapahtumista ja kehityksen nopeudesta.

ARVIOINNIN PERUSMENETELMÄ

Ennen kuin arviointiin suunniteltua menetelmää käydään yksityiskohtaisesti esittämään, on syytä tarkastella mitä arvioinnin perusmenetelmiä voisi olla käytettävissä ja mikä niistä nykyisin on Suomessa parhaiten sovellettavissa.

Suomen kaksi ensimmäistä valtakunnan metsien arviointia suoritettiin kokonaan maastossa, niin kuin niihin aikoihin yleisesti muuallakin maailmassa, missä vastaavanlaisia arviointeja oli ehditty alkuun panna. II:n arvioinnin jälkeen, erityisesti sotavuosina ja niitä seuranneena aikana, ilmavalokuvien käyttöä metsien kartoittamiseen ja arvioimiseen on entisestä hyvin paljon kehitetty ja pohdittu. Jotkut ovat valmiit perustamaan molemmat tehtävät kokonaan ilmakuviin, toiset ilmakuviin maastomittauksilla täydentäen tai maastomittauksiin ilmakuvista pohjaa ja täydennystä ottaen, toiset taas perustaisivat arvioinnin edelleen pääasiallisesti maastomittauksiin. Ne, jotka joutuvat arviointeja suunnittelemaan ja niistä vastaamaan, näkevät eri menetelmien edut ja puutteellisuudet ja ratkaisevat kysymyksen sen mukaan, minkälaiset olosuhteet ovat, mikä arvioimisen tarkoitus on ja kuinka syvälle yksityiskohtiin siinä pyritään.

Kehityksessä jälkeen jääneissä maissa, joissa metsätalous on alkuasteillaan, saatetaan metsien inventoinnissa tyytyä selvittämään, missä seuduissa ja suurin piirtein minkälaisia metsävaroja on, ja kuinka niiden hyväksi käyttö parhaiten voisi tapahtua. Tällaisissa tapauksissa ilma-arviointi yksinäänkin saattaa olla riittävä.

Seuraavana muotona voidaan pitää menetelmää, jossa ilmakuvat ovat pääasiallisena pohjana, mutta arviointia täydennetään maastomittauksilla. Nämä mittaukset suoritetaan tavallisesti joko määrävälein otettavilla koealoilla tai umpimähkään eri tyyppisiin metsikköihin sirotetuilla koealoilla. Viimeksi mainitussa tapauksessa ilmakuvista on selvitettävä, kuinka suuret alat eri tyyppisiä metsiköitä esiintyy, jotta koealojen tuloksia voidaan laskentaan käyttää. Jos jommoiseenkin tarkkuuteen pyritään, on koealoja ilmakuvien perusteella etsittävä arvioitavan alueen eri osista suuri määrä. Metsiköt vaihtelevat näet metsämaan laadun, puuston satunnaisen tilan, puulajisuhteiden, iän, tiheyden jne. puolesta sangen paljon. Koealojen välimatkat olisi päästävä kulkemaan moottoriajoneuvolla, muuten niiden etsintä käy työlääksi.

Edelleen voidaan käyttää menetelmää, jossa ilmakuvat ovat pohjana, mutta arviointi perustuu pääasiallisesti koealoihin, joiden paikat merkitään määrävälein ilmakuvakartoille. Esim. Yhdysvalloissa käytettiin aluksi

samantapaista maastomenetelmää kuin Suomessa, mutta myöhemmin kävi vaikeaksi saada miehistöä, joka kulkisi jatkuvasti suoraviivaisesti arvioimislinjaa mitaten ja arviointia suorittaen sekä koealoja mitaten läpi kaiken eteen sattuvan maaston. Nyt merkitään ilmakuviin ympyräkoealojen paikat ja niiden välimatkat kuljetaan moottoriajoneuvolla lähimpiä teitä pitkin. Arvioinnin perusteet saadaan pääasiallisesti koealoilta, mutta ilmakuvia käytetään täydennyksenä mm. metsäpinta-alan sekä pääpuulajin ynnä eräiden muiden seikkojen selvittämiselle laajemmalla pohjalla.

Puhtaassa maastomenetelmässä voidaan erottaa kaksi päämuotoa. Toisessa arvioinnin perusteena ovat varsinaisesti määrävälein mitattavat koealat ja lisää selvitystä, esim. maa-alan jakaantumisesta pääryhmiin, metsäalan jakaantumisesta hyvyysluokkiin, puulaji- ja ikäsuhteista jne., saadaan koealojen välisestä linjan mittauksesta. Toisessa menetelmässä otetaan samaten määrävälein koealoja, mutta niiden välinen mittaus käytetään mahdollisimman suuressa määrässä hyödyksi. Linjaa mitattaessa tarkastetaan jokainen linjan koskettama metsikkö erikseen, ja siten kerääntyvä monipuolinen aineisto muodostaa arvioinnin pääperustan. Koealoilla tehtyjä mittauksia käytetään linjametsiköiden arvioinnin tarkistamiseen ja puuston rakenteen yksityiskohtaiseen selvittelyyn. Edellinen tämän ryhmän menetelmistä on pääosalta mekaanista puiden mittausta, jälkimmäinen taas käyttää enemmän hyödyksi arviomiehen arvioimiskykyä.

Valittaessa menetelmää Suomen III:tta arviointia varten pelkkä ilma-arviointi oli hyljättävä. Syynä tähän oli ensinnäkin ilmakuvien kokonaan puuttuminen melkoisesta osasta maata sekä se että suuri osa ilmakuvista on arvioinnin tarkoitukseen vanhoja ja puutteellisia. Ilmakuvasto olisi ehkä voitu hankkia varta vasten lentämällä ja valokuvaamalla arvioimislinjojen seudut. Tämä työ olisi ollut tehtävä n. 24 000 km:n matkalla, mihin lisäksi olisivat tulleet siirtymiset linjalta linjalle ja lentotukikohtiin. Sen jälkeen olisi seurannut paljon aikaa ja kustannuksia vaativa linjakuvaston valmistaminen arviointiin soveltuvaksi ja arvioinnin suoritus kuvista.

Pääsyynä tästä työstä luopumiseen oli harkinnan jälkeen kuitenkin se, että ilmakuvista olisi voitu saada vain suhteellisen pieni osa siitä tietomäärästä, mikä meikäläisissä oloissa arvioinnilla on hankittava. Näistäkin tiedoista huomattava osa olisi ollut liian epävarmaa. Erityisesti puuston rakenne ja kasvu sekä metsien metsänhoidollisen tilan ja viimeaikaisen käsittelyn tarkastelu ja vastaisen käsittelyn tarve ynnä maan ja metsätyyppien tutkiminen olisivat jääneet aivan riittämättömän selvittelyn varaan. Vertailu entisiin tuloksiin ja kehityksen tarkastelu sillä pohjalla olisi ollut hyvin vaikeata ja epävarmaa. Arviointiin nyt uutena liittyvä kasvillisuuden ja eläimistönkin biologinen tutkimus olisi myös ollut jätettävä pois.

Ilma-arviointia olisi ollut täydennettävä maastossa suurin määrin mitattavilla koealoilla. Maamme suhteellisen harvasta ja heikosta tieverkosta sekä vesistöjen runsaudesta johtuen koealojen välisiä matkoja ei yleensä olisi voitu suorittaa muuten kuin jalkaisin. Silloin ei taas koealojen välinen mittaus ja arviointi maastossa olisi ollut kovin suuri lisätyö.

Niin kauan kun ilma-arviointi on nykyisessä kehitysvaiheessaan ja vielä on saatavissa metsänhoitajia ja apumiehistöä, jotka jaksavat suorittaa yhdenjaksoista maastoarviointia, on tämä menetelmä meillä sekä suorituksen että tulosten suhteen sopivin. Ilmakuvakartta tarjoo erittäin hyvän pohjan maastoarvioinnille erityisesti siinä suhteessa, että siitä nähdään pal-

jon selvemmin kuin mistään maastokartasta, minkälaisia maita ja metsiä arvioimislinjalla edetessä on odotettavissa. Hyvistä hiljakkoin valmistetuista ilmakuvakartoista saatetaan luotettavasti mitata viljelysmaiden, soiden ja vesien pituudet linjalla. Ilmakuvista voidaan saada myös likimääräinen arvio esim. pienehköistä linjoille sattuvista saarista, joissa käynti olisi vaikeata ja huomattavia kustannuksia aiheuttavaa mutta joiden vaikutus suuremman laskentayksikön tuloksiin on aivan vähäinen.

ARVIOIMISTYÖN SUORITUS LINJALLA

Arvioimistyön kartasto

Sen johdosta ettei ilmakuvakarttaa eikä taloudellista karttaa vielä ole käytettävissä läheskään koko maasta, arvioimistyön peruskartastoksi on ollut otettava, samoin kuin edellisissä arvioinneissa, Suomen yleiskartta m.k. 1 : 400 000. Kartaksi valittiin kuitenkin maanmittaushallituksen v. 1946 valmiiksi saama yleiskartta, johon metsähallituksen toimesta on väritetty valtionmaat sekä merkitty uittoväylät ynnä päävesistöalueiden rajat.

Arvioimislinjat on piirretty myös kaikkiin taloudellisen kartan, m.k. 1 : 100 000, lehtiin, jotka ovat olleet saatavissa. Samoin on käytetty avuksi topografikartan ja pitäjänkartan lehtiä sieltä, mistä on ollut niitä mutta ei taloudellista karttaa. Kaikkien näiden karttojen tarkoituksena on helpottaa arvioimisryhmien kulkua maastossa ja tarkempaa maaston seuraamista kuin kovin suuripiirteisen yleiskartan perusteella on mahdollista. Arvioimislinjat on edelleen merkitty Suomen postikarttaan, josta nähdään sopivat postipaikat kerääntyneen tutkimusaineiston lähettämistä ja odotettavaa postia varten.

Niistä maan osista, joista ilmakuvakartta on käyttökelpoisena sopivasti saatavissa, annetaan tarvittaessa myös sellainen ryhmille.

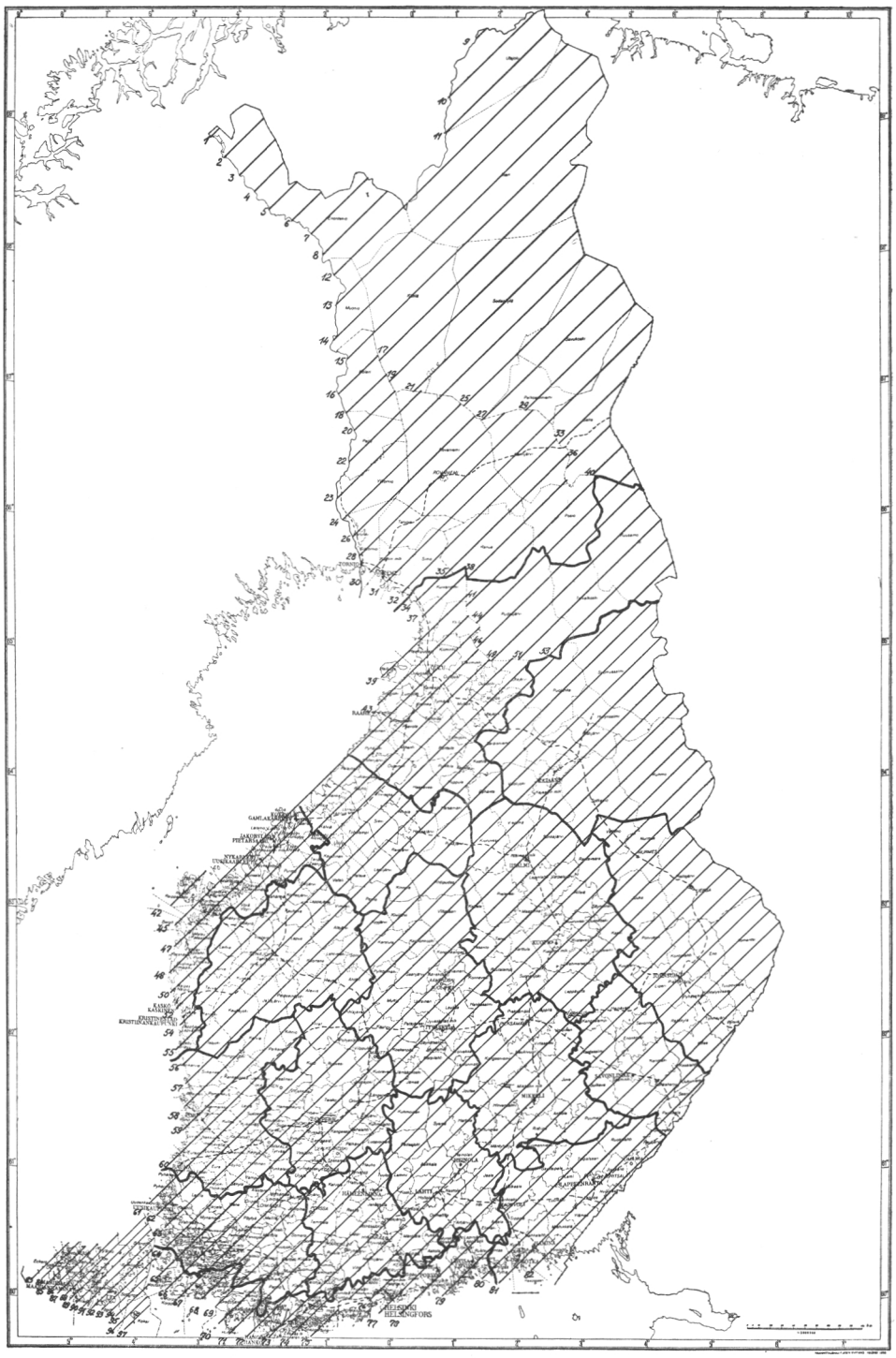
Kaikista kartoista arvioimisryhmillä on kaistaleet, jotka ulottuvat ryhmille määrätyistä linjoista molemmin puolin linjavälin puolelle etäisyydelle saakka. Yleiskartan käsittävästä karttakirjasta nähdään seutua — teitä, vesistöjä jne. — laajemmalti mm. linjalta toiselle siirtymisen helpottamiseksi.

Ryhmien tulee säilyttää kartat huolellisesti ja luovuttaa ne työn päätyttyä arvioimistyön arkistoon. Jos jokin kartan kaistale hukkuu, on siitä tehtävä ilmoitus ja pyydettävä uusi tilalle.

Arvioimislinjojen sijoitus ja mittaus

Linjaväli

Arvioimislinjat on sijoitettu Ahvenanmaalla 6.5 km, pääosassa Suomea — lännessä jonkin verran Oulun pohjoispuolelle ja idässä Kainuun pohjoisrajaan saakka — 13 km, siitä Taka-Lapin etelärajoille saakka 16 km ja Taka-Lapissa 20 km etäisyyksille toisistaan. Näin on otettu huomioon, että metsätalous käy suuripiirteisemmäksi etelästä pohjoiseen päin, sekä että myös Ahvenanmaan tulokset voidaan luotettavasti laskea erillisinä. Mikäli kolmen kesäkauden aika ja varat siihen riittävät, tihennetään linjasto maan eteläisimmässä osassa kaksinkertaiseksi. Kun kaikki 13 km välein käytävät linjat sijoitetaan entisten linjojen keskivälille ja pohjoisessakin linjat käydään entistä tiheämpään, voidaan ainakin eräitä päätuloksia laskea pienemmille alueille kuin ennen.



Kuva 1. III:n valtakunnan metsien arvioinnin linjat metsänhoitolautakuntien toimintapiirejä osoittavalla kartalla. Näiden linjojen välillä sijainneita II arvioinnin linjoja voidaan useassa suhteessa käyttää tueksi.

Suunta

Arvioimislinjat käydään kartan mukaisesti maastoa seuraten ja määräten tähtäyslaitteella varustetulla suuntobussolilla suunta, joka on — Suomen maastokuvioiden yleisintä pituussuuntaa vastaan kohtisuoraan — lounaasta koilliseen tai vastakkaiseen suuntaan kuljettaessa päinvastainen. Linjat on vedetty karttoihin mustalla tushilla ja kussakin kohdassa koillis- tai lounaissuunnan määräämisessä käytettävä kompassineulan pohjoissuunnan ja tähtäyssuunnan välisen kulman asteluku on merkitty SW—NE suunnassa punaisella sekä NE—SW suunnassa sinisellä tushilla. Asteluvut on prof. J. Keräsen johdolla laskettu ottaen huomioon tarvittavat tekijät.

Jos merkitty asteluku jossain paikassa näyttäisi ilmeisesti johtavan väärään, kokeillaan sitä useassa lähekkäisessä kohdassa. Kompassimiehen magnetometri, jota hän muutenkin koko ajan seuraa, osoittaa tarkemmin kompassihäiriön. Todettaessa häiriö selvästi tehdään siitä kuvaus: poikkeaman suunta ja suuruus merkitään karttaan ja laaditaan karttapiirros, jonka avulla paikka on jäljestäpäin löydettävissä. Tämä on tärkeä tehtävä, sillä näitä merkintöjä voidaan tarvita malmin etsinnässä. Häiriön alueella kuljetaan linjaa kartan ja maaston mukaisesti oikeaan suuntaan pyrkien.

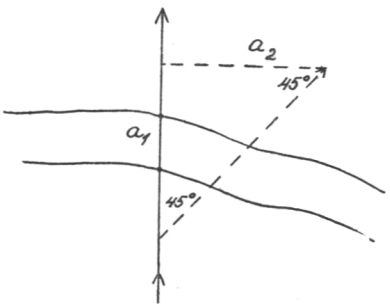
Jos maastossa näkyvistä varmoista merkeistä, esim. rautatiestä, maantiestä, rakennuksista, vesistä tms., havaitaan linjalla joudutun pois oikeasta suunnasta, suoritetaan heti oikaisu palaamalla kohtisuoraan oikealle paikalle ja linjaa jatketaan siitä. Tällaisesta oikaisusta ja sen suuruudesta sekä paikasta tehdään merkintä lähimmän arvioimislomakkeen huomautusten riville.

Linjan mittaus

Linjan mittaus suoritetaan tarkoin kompassimiehen kulun suunnassa, yleensä 20 m teräsmittanauhalla, mutta jyrkänteissä lyhyemmissä erissä. Ryhmä saa käyttöönsä myös 50 m mittanauhan, jos sen käyttö aukeilla soilla, tuntureilla, viljavainioilla yms. osoittautuu edulliseksi.

Jokaiseen arvioimislomakkeeseen merkitään mittauksen mukaisesti kunkin maa- ja metsikkökuvion sekä veden päättymiskohta linjalla — „paalua" (200 m), „tikkua" (20 m) ja metriä. Kuvioiden välinen raja on toisinaan niin jyrkkä, että pituus voidaan mitata metrin tarkkuudella. Toisinaan taas kuvion vaihtuminen on niin vähittäistä, että 5 tai 10:nkin metrin tarkkuus on riittävä. Paalun, tikun ja metrimäärän merkinnässä käytetään arabialaisia numeroita (1, 2, 3 jne.). Kuvion alkamiskohta merkitään tutkimuslaitoksessa edellisen kuvion päättymiskohdan mukaan ja vasta silloin lasketaan myös kuvion pituus linjalla. Erittäin tärkeätä linjan mittauksessa on, että viimeinen „paalu"-numero on aina tarkoin muistissa. Muuten voi varsinkin suurilla kuvioilla tulla 200 m virheitä. Tätä varten takamittamies merkitsee kirjaansa „paalun" numeron tikkuja vaihdettaessa ja ilmoittaa sen ryhmän johtajalle, joka tekee merkinnän lomakkeessa olevalle „paalun" muistiriville.

Linjan sattuessa huomattavan pitkälti kahden kuvion rajalle jaetaan sen pituus tältä osalta tasan näiden kuvioiden kesken. Jos kuviot eroavat jyrkästi toisistaan, voidaan jo 10 m ottaa huomioon, mutta päinvastaisessa tapauksessa ja jos rajaa on vain 20 m linjapituus luetaan sen kuvion osalle, johon linjaa sattuu pitemmälti; 20 m suurempi pituus on jaettava.



Kuva 2. Esimerkki linjan mittauksesta joen yli.

Kapeat vedet mitataan mittanauhalla, leveämmät kartasta. Ojat ja viemärit, joiden vesipinta on yli 2 m leveä, saavat oman lomakkeensa mutta niitä koetetaan mikäli mahdollista yhdistää samalla pelto- ja suoalueella yhdeksi kuvioksi. Joen leveyden mittaus voi tapahtua esim. kuvan 2 osoittamaan tapaan, jolloin syntyy tasakylkinen suorakulmainen kolmio ja a_1 = maastossa mitattava a_2. Myöskin leveät aukeat suot, tunturit ja viljavainiot voidaan mitata kartasta, jos luotettava kartta, esim. ilmakuvakartta, on käytettävissä; lomakkeeseen merkitään: mitattu kartasta.

Vesien ym. kiertäminen

Arvioimislinjaa on kaikkialla kuljettava suoraan. Silloinkin kun järvi, lampi, hyvin upottava suo, viljapelto, rakennus tms. on kierrettävä, suunnataan ja pannaan merkille tähtäys suoraan johonkin varmaan kohtaan. Kierrettyä jatketaan linjaa merkille pannusta paikasta. Jollei tällainen tähtäys ole mahdollinen, on linjan jatkokohta määritettävä karttojen perusteella. Kiertäminen suoritetaan tarkoin suorin kulmin.

Vesien yli mentäessä on pitkien kierrosten välttämiseksi koetettava hankkia venekyyti; lyhyttä yli menoa varten voidaan kyhätä kokoon lautta, mutta silloin on muistettava varovaisuus yli menossa. Kapea joki tai oja ylitetään rannalta kaadettua puuta pitkin tai kahlaamalla jne. Puiden kaadon suhteen vrt. s. 52.

Valtakunnan ja Porkkalan vuokra-alueen rajoilla on liikuttava varovasti. Viimeiset kymmenet metrit voidaan likimääräisesti arvioida etäämmältä ja koealan mittaukseen ei ole sellaisessa tapauksessa ryhdyttävä, jos se näyttää vähänkin vaaran alaiselta.

Siirtyminen uudelle linjalle

Arvioimislinjat on jaettu ryhmien kesken hajalleen maan eri osiin siinä tarkoituksessa, ettei — mahdollisen subjektiivisuuden välttämiseksi — sama ryhmä joutuisi arvioimaan jotakin seutua laajalti. Sen jälkeen kun ryhmä on jonkin linjansa päättänyt, tapahtuu siis siirtyminen uuden linjan alkamiskohtaan yleensä junalla, linja-autolla tms.

Linjojen ja kuvioiden numerointi

Jokainen arvioimislinja on karttaan numeroitu. Tämä numero ja erikseen käytävän linjan osan kirjain merkitään lomakevihkon kanteen, samoin linjan tai erikseen käytävän linjan osan kulkusuunta ja ryhmänjohtajan nimi. Edelleen merkitään mistä linja tai linjan osa on aloitettu ja mihin se päättyy. Alku- ja päätekohta merkitään kanteen lyhyesti mutta ensimmäiseen ja viimeiseen lomakkeeseen mahdollisimman tarkoin niin, että niiden löytäminen ainakin osapuilleen voisi käydä mahdolliseksi. Lomakkeet saavat juoksevan numeronsa kunkin linjan tai linjan osan alusta sen loppuun saakka. Pitäjän nimi merkitään samoin jokaiseen lomakkeeseen.

Arvioimislomakkeen rakenne on koetettu saada sellaiseksi, että siihen tehdyt arvioimismerkinnät voitaisiin helposti viedä tulosten laskennassa käytettäviin reikäkortteihin. Merkinnät ovat harvassa tapauksessa numeroita, yleensä vedetään vain plus-(+) merkki niihin ruutuihin, jotka osoittavat kuvion arvioimistuloksen. Merkki on pantava niin selvästi, ettei se myöhemmässäkään lomakkeiden käsittelyssä kulu näkymättömiin. Kaikki merkinnät on tehtävä selvällä käsialalla.

Alueiden ja maan omistajan merkintä

Linjakartasta nähdään päävesistöalueen, metsänhoitolautakunnan, läänin ja pitäjän rajat. Näitä koskevien lyhennysmerkintöjen selitykset ovat karttakirjassa. Vielä nähdään kartasta likimääräisesti pohjoisen suojametsäalueen ja luonnonsuojelualueiden rajat. Näiden rajojen ja maastossa lisäksi suoritettavien tarkastusten ja tiedustelujen perusteella tehdään merkinnät lomakkeisiin.

Karttaan on merkitty valtion (metsähallituksen, metsätieteellisen tutkimuslaitoksen ym. valtion virastojen ja laitosten alaiset), osakeyhtiöiden, seurakuntien ja kuntien maan omistukset ynnä yhteismetsät sekä näistä kaikista pääasiallisesti sodan jälkeen asutukseen luovutetut alueet, kukin omalla värillään niin tarkoin kuin ne on voitu saada selville. Seurakuntien ja kuntien metsät sekä yhteismetsät yhdistettäneen myöhemmin laskentatyössä yhteisömetsiksi. Mikäli muiden näihin luettavien ryhmien, esim. säätiöiden, parantoloiden, metsänhoitolautakuntien ym. maan omistuksia voidaan maastossa erottaa, viedään ne suoraan „yhteisö"omistukseen. Muut maa-alueet merkitään yksityisten omistamiksi (myös perheyhtiöiden) ja niistäkin pyritään erottamaan sodan jälkeen asutukseen otetut alueet siinä mitassa kuin maastossa selville saadaan. Näin erotetaan siis seuraavat ryhmät: 1. valtio (erikseen a. metsähallinnon ynnä metsätieteellisen tutkimuslaitoksen alaiset ja b. muiden valtion laitosten alaiset maat), 2. yhtiöt, 3. yhteisöt (erikseen a. seurakunnat, b. kunnat, c. yhteismetsät ja d. muut yhteisömaat), 4. yksityiset, joihin kuuluvat myös sodan jälkeiset asutustilat ynnä Ason hallinnassa olevat välittömästi asutustarkoitukseen käytettävät maat. Omistajaksi merkitään se, joka arvioimishetkellä tiedetään maan omistajaksi.

Valtion hoidossa olevat maantiet merkitään valtion (b-ryhmä) omistamiksi, muut tiet niille omistajaryhmille, joiden maiden sisälle ne sattuvat; samoin soranotto-, varasto- yms. alueet.

Kartan merkintöjä omistajasta on pyrittävä varmistamaan maastossa, etenkin yöpymispaikoissa tehtävien kyselyjen, jos mahdollista varsinkin metsänhoitoyhdistysten ja metsänhoitolautakuntien ym. ammattimiesten avulla, sekä tarvittaessa palkatun oppaan avulla. Karttakirjassa on eri omistajaryhmien merkintöjen väriselitys ja luettelo yhtiöiden lyhennysmerkinnöistä.

Jos omistajan määrääminen jää epävarmaksi, luetaan sellainen alue mieluimmin yksityisomistukseen. Mikäli v a l t i o n omistama maa on muuta kuin metsähallinnon tai metsätieteellisen tutkimuslaitoksen hallinnassa, merkitään huomautuksiin lisäksi asianomaisen viraston tai laitoksen nimi, esim. puolustuslaitos, maataloushallitus, Aso, valtion rautatiet jne., jos selvyys saadaan.

Maiden luokitus

Pääryhmät

Metsien arvioinnin ollessa kysymyksessä on luonnollista, että maiden luokituksessa kiinnitetään pääasiallinen huomio metsämaahan ja että luokat erotetaan oman maan metsätaloudessa yleisesti käytetyllä tavalla. Kun metsämaa jaetaan Suomessa vanhan käytännön mukaisesti kasvullisiin ja huonokasvuisiin metsämaihin ja kun siitä on useassa suhteessa etua, säilytetään tämä jako, vaikka näiden ryhmien välinen ero ei olekaan aina selvä. Metsämaaksi luetaan paljaatkin alat, joita ei käytetä muuhun tarkoitukseen ja jotka ilmeisesti ovat aikanaan olleet puuston kasvussa ja sellaisinaan soveltuisivat puuston kasvatukseen.

I Kasvullinen metsämaa. Ryhmään luetaan lehto- ja ns. kangasmaat sekä sellaiset suomaat, jotka tapahtuneen ojituksen johdosta tai ojittamattomina nykyisessä tilassaankin pystyvät kasvamaan tyydyttävää puustoa.

II Huonokasvuinen metsämaa. Ryhmään viedään sellaiset suot, kiviperäiset ja kalliokkomaat sekä tunturi- ja hietikkomaat, jotka nykyisessä tilassaan voivat tuottaa vain kitukasvuista, pääosalta pienikokoista puustoa.

Metsämaan ryhmissä erotetaan s. 20 esitettyyn tapaan erikseen hakamaan luonteiset metsät.

III Joutomaa. Ainakin nykyisessä tilassaan kokonaan puustoa tuottamattomia tahi siellä täällä joitakin pieniä kituliaita puita tai miltei pensasmaista puustoa (esim. tunturikoivua) kasvavia soita, louhikoita, kallioita, hietikoita tai tuntureita.

IV Maatalousmaa ja ns. yleiset alueet. Ryhmään luetaan useanlaisia jäljempänä mainittavia maatalouteen ja tiealueisiin yms. kuuluvia maita.

Ryhmiin I—III vietävä maa jaetaan kahteen alaryhmään: 1. *kova maa* (merkki I k, II k, III k) ja 2. *suopohjainen maa* (I s, II s, III s) sen mukaan, onko se pinnastaan kovaa (kivennäis-) maata vai turvemaata.

Lisäksi erotetaan vedet. Yli 2 m leveät (vrt. s. 14) saavat oman lomakkeensa, mutta siihen tehdään vain yläosaan tulevat yleismerkinnät ja huomautusten riville veden nimi, jos se helposti tietoon saadaan.

Metsätyypit

Kovilla mailla erotetaan seuraavat metsätyypit tahi tyyppiryhmät.

Kasvulliset metsämaat (I k)

Lehtomaat

1. Lehto (Lh). a. Käenkaali-oravanmarjatyyppi (OMaT), b. saniaistyyppi (FT) ja c. kurjenpolvi-metsäimarretyyppi (GDT). Näistä kolmesta yleisimmästä lehtotyypistä tehdään merkintä sekä niiden omaan ruutuun että lehtojen yleiseen ruutuun, muista lehdoista vain viimeksi mainittuun.

Tuoreet kangasmaat

2. Käenkaali-mustikkatyyppi (OMT)
3. Talvikkityyppi (PyT)
4. Kurjenpolvi-metsäimarre-mustikkatyyppi (GDMT)

5. Mustikkatyyppi (MT); erikseen Pohjois-Suomessa: pohjois-mustikkatyyppi (pMT)
6. Paksusammaltyyppi (HMT)

Kuivanpuoleiset kangasmaat

7. Puolukkatyyppi (VT)
8. Variksenmarja-puolukkatyyppi (EVT)

Kuivat kangasmaat

9. Variksenmarja-mustikkatyyppi (EMT)
10. Kanervatyyppi (CT)
11. Varpu-jäkälätyyppi (ErClT)
12. Jäkälätyyppi (ClT)

Huonokasvuiset metsämaat (II k)

13. Kituvaa puustoa kasvava kalliomaa (Vrk II), louhikkomaa (Vrl II) ja Pohjois-Suomessa vaaranlakimaa (Vrlk II)
14. Kituvaa puustoa kasvava tunturimaa, havupuuvyöhyke (Tu h II), koivuvyöhyke (Tu ko II), jonka rungot ovat ainakin alaosassaan niin suoria että niistä voidaan yleisesti saada kunnollista halkopuuta.

Joutomaat (III k)

Avokallio (Vrk III), avolouhikko (Vrl III), avohietikko (Hkk III), pensaikkomaista, mutka- ja väärärunkoista, usean kymmenen vuoden ikäisenä keskimäärin vain 2—5 m korkuista koivua kasvava tunturi (Tu ko III), avotunturi (Tu av III).

Milloin metsätyyppeihin 1—12 luettu kuvio on niin kivinen tai kiviperäinen, että se on luettava kivisyysluokkaan II tai III (vrt. s. 44), merkitään tyypin ruutuun plus-merkin eteen kirjain *k*. Jos kiviperäisyys on niin suuri, että metsätyypin merkit häviävät ja kuvio arvioidaan huonokasvuiseksi, viedään se ryhmään 13. Jos taas kuvio on siinä määrin kohdittain soistunutta, että karhunsammal- ja rahkasammal-laikut käsittävät vähintään 20—30 % kuvion alasta, merkitään plus-merkin eteen kirjain *s*. Soistumiskohtien käydessä hyvin runsaiksi harkitaan, onko kuvio parhaiten luettava kangaskorveksi tai kangasrämeeksi.

Jos metsätyyppi joskus on niin kahden tyypin rajamailla, että on hyvin vaikeata päättää, kumpaan se viedään, merkitään se tällaisissa poikkeustapauksissa yleensä mieluummin niistä huonompaan. Vaikeuksia voi esiintyä varsinkin kuusikon suhteen, joka sammaloituneena saattaa näyttää MT:ltä mutta puuston kehitys on ilmeisesti VT:n kaltaista ja metsätyyppi todellisuudessa VT. Samoin hyvän metsätyypin lepän ja koivun sekainen kuusimetsikkö on voinut kehittyä sammaloituneeksi kuusikoksi, mutta sammalikossa on vaateliaita kasvilajeja, jotka viittaavat hyvään metsätyyppiin niinkuin puuston kehityskin.

Heitteille jäänyt viljelysmaa ja niitty luetaan siihen kovien maiden tai soiden luokkaan, johon sen lähinnä katsotaan kuuluvan esim. ympäröivän samanlaatuisen maan, kasvillisuuden tai muulla perusteella.

Suotyypit (I s, II s tai III s)

Suotyyppejä ja niistä ojituksen johdosta syntyneitä luokkia erotetaan Lukkalan—Kotilaisen soiden metsäojituskelpoisuutta koskevan kirjasen (1951) mukaisesti seuraavasti. Suotyyppien nimien jälkeen mainitaan suluissa niiden merkit ja mihin pääryhmään kukin suotyyppi tavallisesti kuuluu.

Korvet (K; I—II s)

1. Lehtokorpi (LhK;I)
2. Kangaskorpi (KgK;I, poikkeustapauksessa II)
3. Varsinainen korpi (VK;I, joskus II)
4. Rääseikkökorpi (RäK;II, Pohjois-Suomessa)
5. Ruoho- ja heinäkorpi (RhK;II)
6. Nevakorpi (NK;II, toisinaan, pääasiallisesti Pohjois-Suomessa, III)
7. Lettokorpi (LK;II)

Rämeet (R; I—III s)

8. Kangasräme (KgR;I, joskus, pääasiallisesti Pohjois-Suomessa, II)
9. Korpiräme (KR;I, harvemmin II)
10. Isovarpuinen räme (IR;II, joskus I)
11. Ruohoinen sararäme (RhSR;II)
12. Varsinainen sararäme (VSR;II)
13. Huonompi sararäme (HSR;II, poikkeustapauksissa III)
14. Tupasvillaräme eli niittyvillaräme (TR;II, poikkeustapauksissa III)
15. Rahkainen tupasvillaräme (RTR;II tai III)
16. Rahkaräme (RR;III tai II)
17. Lettoräme (LR;II, joskus I)

Nevat (N;III s)

18. Maaduntaneva (MN)
19. Suursaraneva (SN)
20. Rimpineva (RiN)
21. Lyhytkortinen neva (LkN)
22. Rahkaneva (RN)
23. Lettoneva (LN)

Letot (L;III s)

24. Varsinainen letto (VL)
25. Rimpiletto (RiL)

Ojitetut suot (I—III s)

Lisäksi erotetaan ojitettuja soita, joita ei viedä mihinkään varsinaiseen kovan maan tai suotyyppiin.

Sellaiset suot, joiden aluskasvillisuus on kuivatuksen vaikutuksesta muuttunut jo likipitäen metsätyypin kaltaiseksi, viedään ryhmään:

Turvekankaat (tk)

1. Lehtoturvekangas (Lhtk)
2. Lehtomainen turvekangas (OMtk)
3. Mustikkaturvekangas (Mtk)

4. Puolukkaturvekangas (Vtk)
5. Kanervaturvekangas (Ctk)
6. Jäkäläturvekangas (Cltk)

Mikäli kuivatuksen vaikutus on niin vaillinainen, että tyyppi on vielä suo- ja metsätyypin väliaste, erotetaan ryhmä:

Muuttumat (mu), joista merkitään plus asianomaisen muuttuman ja nykyisen suotyypin ruutuun, mikäli tämä voidaan määrittää.

7. Korpimuuttuma (Kmu)
8. Rämemuuttuma (Rmu)
9. Nevamuuttuma (Nmu)
10. Lettomuuttuma (Lmu)
11. Karhunsammalmuuttuma (Polmu)

Jos kuivatuksen vaikutus on vielä niin heikko, että aluskasvillisuus on suotyypin asteella, erotetaan ryhmä:

Ojikot (oj), joista merkitään plus sekä asianomaiseen ojikon että suotyypin ruutuun niin tarkoin kuin tämä voidaan määrittää.

12. Korpiojikko (Koj)
13. Rämeojikko (Roj)
14. Nevaojikko (Noj)
15. Letto-ojikko (Loj)

Ojituksen tulos puuston suhteen

Ojitettujen soiden ryhmässä jaetaan kuviot puuston elpymisen, taimiston kehityksen tai taimettumisen perusteella neljään ryhmään seuraavasti.

1. Hyvä; puuston kasvu tai taimiston kehitys hyvä taikka taimettuminen hyvin onnistunut.
2. Tyydyttävä; puuston kasvu tai taimiston kehitys tyydyttävä taikka taimettuminen tyydyttävästi onnistunut.
3. Heikko; puuston kasvu tai taimiston kehitys heikko taikka taimettuminen huonosti onnistunut.
4. Ojitus on niin hiljakkoin, n. kymmenkunnan viime vuoden aikana tehty, ettei sen tulosta voida vielä pätevästi arvostella; tällöin on muistettava että kysymys on nimenomaan ojituksesta eikä ojien perkauksesta, mikä voidaan erottaa ojan reunoille kaivussa heitetystä maasta, risuista yms.

Ojien kunto

Ojitetuilla soilla eteen sattuneista ojista merkitään — niitä 10—20 m molemmin puolin linjasta tarkastaen — ojan kunto seuraavasti.

1. Hyvä tai tyydyttävä; oja on ainakin likimain moitteettomassa kunnossa; paikoitellen saattaa kuitenkin olla kohdassa 2 mainittuja veden vapaata kulkua haittaavia esteitä, mutta ne ovat vielä helposti korjattavia vikoja, jotka eivät toistaiseksi ole aiheuttaneet veden patoutumista.
2. Välttävä; ojien kunnossapito on huomattavassa määrässä laiminlyöty, ojassa on monin paikoin veden vapaata kulkua haittaavia esteitä: hakkuutähteitä, risusiltoja, puista varisseita oksia, lehtikarikepatoja, turvelohkareita, luiskasta irtautuneita kiviä, esiin pistäviä juuria, liekoja tai kantoja,

sammal- tai muita kasvilaikkuja ja niihin pysähtyneitä lietteitä, eräin paikoin ehkä ojan pohjan haitallista liettymistä, luiskan ja ojan reunan lievää vesottumista jne.

3. Huono; ojien kunnossapito on pahasti tai täydelleen laiminlyöty, ojassa on hyvin runsaasti tai paljon kohdassa 2 lueteltuja vikoja, joiden korjaamiseksi on tarpeen myös ojan pohjan osittainen tai täydellinen puhdistus ja samoin luiskien puhdistaminen joko paikoitellen tai yleisemminkin välttämätön; huonoimmissa tapauksissa oja on pahoin liettynyt tai kokoon puristunut ja siinä saattaa olla sitkeää lietteen sekaista saraikkoa, heinikköä ja vahvaa sammaloitumista jopa raivattavaa vesakkoakin.

Suon syvyys

Jokaisella suotyyppien ryhmään viedyllä kuviolla mitataan turvekerroksen paksuus, siihen luettuna myös lieju- ja mutakerros, 2 + 2 m pituisella rassilla. Mittaus tehdään n. 10 m päästä suon kummastakin laidasta ja näiden kohtien väliltä, suokuvion linjapituudesta riippuen, 20—100 metrin välein, joka tapauksessa myös suon keskivaiheilta. Mittausta ei milloinkaan tehdä kankaan ja suon vaihtumiskohdasta. Mittaustulokset merkitään kukin erikseen lyhyellä pystyviivalla asianomaiseen ruutuun, jotta niiden perusteella voidaan todeta mm. suokuvion suurin syvyys ja laskea sen keskisyvyys sekä viimeksi mainitun perusteella merkitä plus oikeaan ruutuun. Alle puolen metrin syvyisten soiden mittauksessa noudatetaan erityistä huolellisuutta. Mittausluokat ovat seuraavat: —10 cm, 11—20 cm, 21—30, 31—40, 41—50, 51—100 cm, 1.1—2.0 m, 2.1—3.0, 3.1—4.0, 4.1 + m.

Hakamaat

Hakamaan luonteisten metsien erikoisselvittelyä varten merkitään jokaisesta metsämaan kuviosta, onko se katsottava hakamaan luonteiseksi vai ei. Hakamaan luonteiseksi käsitetään aitauksesta riippumatta useimmiten talon läheisyydessä sijaitseva metsämaa, jolla puusto ilmeisesti karjan laiduntamisen johdosta on harvahkoa, aukkoista, lyhyenpuoleista, oksikasta jne. ja puiden väliköissä tavallista enemmän ruoho- ja heinäkasvillisuutta. Tarkoitus ei siis ole pyrkiä selvittämään, kuinka suurella metsäalalla karjaa laitumella käy, vaan kuinka suuren pinta-alan tavallisista metsistä selvästi poikkeavat hakamaan luonteiset metsät käsittävät ja minkälaisina seuraukset tästä kahdenlaisesta maan käytöstä puustossa näkyvät. Jos hakamaan sisällä on aloja, jotka eivät laiduntamiseen sovellu, niitä ei lueta hakamaahan.

IV:n pääryhmän jaoittelu

Tämän pääryhmän yksityiskohtainen selvittely on määräajoin toimeenpantavan maataloustiedustelun tehtävä, jonka vuoksi sen voidaan katsoa olevan metsien arvioinnissa vain täydennysryhmänä. Kun myöskin viljelyskelpoisten maiden määrä ja esiintyminen on otettu erikoistutkimuksin selvitettäväksi, ei maiden viljelyskelpoisuuteen kiinnitetä huomiota. Näistä syistä erotetaan ainoastaan kaksi alaryhmää.

1. Maatalousmaa, johon luetaan erikseen erottamatta kasvi- ja puutarha, pelto, niitty (luonnonniitty), peltoon perustettu tai pellontapaiseksi raivattu viljelyslaidun, johon on jätetty vain karjalle suojaksi tarkoitettuja puita tai puuryhmiä — mainittavampi suojametsikkö luetaan haka-

maan luonteiseksi metsäksi —, maatalouteen liittyvät tonttimaat, tilus- ja viljelystiet, viemärit, hiekan, mudan ja saven ottopaikat sekä sellaiset pihamaihin liittyvät puistikot, joilla ei ole metsällistä merkitystä. Alue, josta puusto viljelystarkoituksessa on raivattu pois ja maata muokattu viljelysmaan tekoa silmällä pitäen, luetaan maatalousmaaksi. Mutta jos sellainen alue on jäänyt jälleen metsittymään, se viedään metsämaahan.

Pellon pientareet luetaan viereiseen metsäkuvioon, jos ne ovat kapeita (alle 5 m). Leveämmät ja pellon keskellä olevat luokitetaan luonnonniittynä maatalousmaahan, louhikkona näihin jne., mihin niiden katsotaan lähinnä kuuluvan. Saman peltoalueen samanlaisia pientareita koetetaan yhdistää samaan lomakkeeseen yhdeksi kuvioksi.

2. Ns. yleiset alueet. Edelliseen alaryhmään kuulumattomat tontti- ja tiealueet ynnä soran ja hiekan yms. ottopaikat, rautatiealueet, voimanjohtolinjat, lento-, urheilu- ja harjoituskentät, puutavaran ym. varastopaikat ja muut näiden kaltaiset alueet.

Metsiköittäinen puuston arviointi

Jokaisessa linjan koskettamassa metsikössä erikseen suoritetaan apumittausten ja aputaulukoiden turvin silmävaraisesti puuston arviointi, johon metsävarojen ja metsien tilan selvittely ensi sijassa perustuu. Tässä arvioimisessa kiinnitetään päähuomio ns. vallitsevaan puustoon, jota silmällä pitäen metsikköä lähinnä on hoidettava. Samalla saavat kuitenkin myös ylispuut ja alikasvos arvioimisessa osansa, jos niitä metsikössä mainittavasti on. Milloin ylispuita esiintyy harvakseen ja ne suurin piirtein sulautuvat vallitsevaan puustoon, niitä ei eroteta viimeksi mainitusta. Myöskin vain harvakseen esiintyvät alikasvosyksilöt, joista ei voi syntyä mitään uutta puustopolvea nykyisen vallitsevan puuston jälkeen, jätetään erikseen huomioon ottamatta.

Vielä korostettakoon, ettei vallitsevaksi puustoksi suinkaan käsitetä sitä puuston kerrosta, joka sisältää suurimman kuutiomäärän, vaan se — yhtä hyvin taimisto kuin muu — jota silmällä pitäen metsikköä ensi sijaisesti on hoidettava.

Puulajit

Linjametsiköissä erotetaan omiin ruutuihinsa merkittävinä puulajeina: mänty, kuusi, koivu, haapa ja leppä. Muita puulajeja esiintyy niin vähän, ettei niille aseteta omaa ruutua. Niistä tehdään merkintä huomautusten riville lomakkeen oikeaan yläkulmaan mainiten, onko puulaji kuviolla vallitsevana vai sekapuulajina tai vain yksittäisesti esiintyvänä, esim. tammi vall., tammi sekap., tammi yks. Samalla ne vallitsevana tai vähintään 10 % kuutiomäärästä käsittävänä sekapuuna viedään ruutuun seuraavasti: kaikki mänty- ja lehtikuusilajit mäntyyn, kuusi- ja jalokuusilajit ynnä puumainen kataja kuuseen sekä edellisessä mainitsemattomat lehtipuut koivuun paitsi paju leppään.

Sellaiset metsämaan alat, joissa nyt ei ole puustoa ensinkään tai sitä on kasvupaikalle sopimatonta puulajia tai huonolaatuista puustoa tai hyvin harvaa taimistoa, enintään tiheysluvulla 0.2 merkitty määrä, luetaan paljaiksi aloiksi. On muistettava ettei paljaaksi lueta harvapuista alaa, jos siinä olevien puiden voidaan olettaa tyydyttävästi siementävän alan kasvu-

paikalle sopivalla puulajilla. Metsikössä oleva aukko luetaan paljaaksi alaksi, jos se on linjalla vähintään 20 m pituinen, eikä se ole taimettuva uudistusaukko eikä nuoressa metsässä ajan mittaan suurin piirtein täyttyvä aukko. Pienemmät aukot otetaan huomioon tiheysluvun arvioimisessa.

Vallitsevan puuston pääpuulajiksi merkitään se puulaji, joka käsittää suurimman sadannesosan vallitsevan puuston kuutiomäärästä. 1. sekapuulajiksi merkitään se, joka määrältään on lähinnä pääpuulajia ja 2. sekapuulajiksi edellistä seuraava (kahdella plus-merkillä) sekä samaan sarakkeeseen muita sekapuulajeja (yksi plus-merkki). Sekapuulaji merkitään, jos sitä arvioidaan olevan vähintään 10 % vallitsevan puuston kuutiomäärästä.

Jos ylispuita ja alikasvosta on useita puulajeja, merkitään pääpuulaji kahdella ja muut yhdellä plus-merkillä. Vähin erikseen merkittävä määrä on sama kuin vallitsevassa puustossa.

Ikäluokat

Ikäluokat erotetaan 20-vuotisina 160 vuoteen saakka ja sen jälkeen 40-vuotisina. Jaoitus on sama vallitsevalle puustolle, ylispuille ja alikasvokselle. Vähäisehkössä määrässä eri-ikäinen puusto luetaan siihen ikäluokkaan, johon sen arvioidaan pääasiallisesti kuuluvan; plus-merkin alle kirjoitetaan raja-ikäluvut, esim. luokka 81—100 v., rajat n. 60—110. Jos puusto on selvästi eri-ikäinen ja ikäerot huomattavan suuret, tehdään merkintä sen ikäluokan ruutuun, johon pääosan pinta-alasta arvioidaan kuuluvan. Huomautuksiin lomakkeen oikeaan yläkulmaan merkitään arviolta kunkin ikäluokan sadannesosuus pinta-alasta ja kuutiomäärästä.

Alikasvoksena tai suolla veden vaivaamana hitaasti kehittyneelle puustolle, joka vapautuksen tai ojituksen johdosta on selvästi elpynyt, merkitään todellisen ikäluokan ohella huomautuksiin ns. talousikä. Tällä tarkoitetaan sitä ikäluokkaa, joka puustolla olisi, jos se olisi saanut kehittyä tämän hetken mittoihinsa normaalisti sellaisissa oloissa kuin se nyt on.

Iän määrittämisen varmistamiseksi on tehtävä usein tyvestä kairauksia, tutkittava ikä hiljakkoin kaadettujen puiden kannosta sekä nuorissa havumetsissä koetettava myöskin oksakiehkuroiden perusteella tukea saada. Kannon korkeudelta (n. 10—30 cm) määritettyyn ikään on todellisen iän saamiseksi lisättävä vuosia seuraavaan tapaan.

Suomen eteläpuoliskossa MT+ 3—6 v., VT 4—8 v., CT 8—10 v., kasvullisilla korpi- ja rämemailla 6—12 v., huonokasvuisilla mailla 8—15 v.; mänty- ja koivumetsiköissä luvut ovat yleensä pienempiä kuin kuusikoissa ja erityisesti kuusialikasvoksissa. Pohjois-Suomessa mänty- ja koivumetsiköille VT+ 5—10 v., EMT 6—12 v., ErClT sekä kasvullisilla korpi- ja rämemailla 7—15 v.; kuusimetsiköille MT+ 5—12 v., muilla kasvullisilla metsämailla 10—20 v. ja huonokasvuisilla metsämailla 15—25 v. Perustetta luvun arvioimiseen saataneen parhaiten kairanlastusta tai kannosta sisimpien vuosilustojen leveydestä.

Tiheys

Tiheys arvioidaan 10-jakoista (0—1.0) asteikkoa käyttäen sen mukaan, kuinka täysin puusto — puulajin ja iän huomioon ottaen — täyttää kasvualan. Lähtökohdaksi otetaan metsänhoidollisen tilan edellyttämä normaali tiheys, siis esim. tarkoituksen mukaisesti harvennettuna täysitiheä puusto. Esim. normaalia siemenpuu- tai suojuspuuasentoa ei lueta täysitiheäksi

vaan arvostellaan tiheyden mukaan. Luonnon normaalina tai muuten liian tiheä puusto, joka on selvästi pikaisen harvennuksen tarpeessa, saa luvun 1+. — Vallitseva puusto, ylispuut ja alikasvos saavat jokainen oman tiheyslukunsa.

Kun tiheyden määrittäminen ei perustu mitattaviin tekijöihin vaan silmävaraiseen arvioon, ei subjektiivisuutta voida siinä välttää. Tästä syystä vallitsevan puuston ja alikasvoksen tiheydet määritetään seuraavasti ryhmittäin.

Metsänhoidolliselta kannalta:

1+ = ylitiheä, puusto kauttaaltaan tai pääosaltaan liiallisesta tiheydestä kärsivää;
1.0—0.8 = täysi, hyvä tai vähintään hyvin tyydyttävä tiheys;
0.7—0.6 = jotenkuten tyydyttävä tai välttävä tiheys;
0.5—0.3 = aivan epätyydyttävä, heikko tiheys, harveikko;
0.2—0.1 = hyvin harvapuinen tai miltei paljas ala (vrt. s. 21);
0 = paljas ala (vrt. s. 21—22).

Jos puusto on ryhmittäin tiheää, mutta huomattavan aukkoista, erotetaan edelleen seuraavat tiheysluokat:

(1.0—0.8) = tiheys ryhmissä 1.0—0.8 mutta puusto siinä määrin aukkoista, että tiheys alan keskimääräksi ajateltuna olisi 0.7—0.6;
(0.7—0.6) = tiheys ryhmissä 0.7—0.6 mutta puusto siinä määrin aukkoista, että tiheys alan keskimääräksi ajateltuna olisi 0.5—0.3.

Alikasvoksen tiheysluvun oikea harkinta on tärkeätä siitä syystä, että sen perusteella saadaan käsitys alikasvoksen riittävyydestä uuden metsäpolven muodostajaksi. Jos alikasvos on selvästi elinvoimainen, elpymiskykyinen ja kasvupaikalle soveltuvaa puulajia, merkitään tiheysruutuun kaksi plus-merkkiä.

Ylispuille tuskin milloinkaan tulee 0.5 suurempaa tiheyttä. Niille käytetään sen vuoksi asteita ryhmittelemättä: 0.1, 0.2, 0.3 jne.

Vielä korostettakoon, että tiheysluvun arvioimisessa otetaan huomioon puuston käsittely. Oikein harvennettuna täysitiheäksi katsottava („hoitonormaali") puusto saa tiheysluvun 1.0 myöskin silloin, kun harvennus on juuri tapahtunut, vaikka puusto hetkellisesti näyttää harvahkolta. Tiheyden arvioimisessa on otettava huomioon myös puuston laatu siten, ettei oksikas puusto saa korkeata tiheysluokkaa, vaikka se leveillä latvuksillaan suurin piirtein peittäisikin maan. Pohjois-Suomen karuilla metsämailla ja yleensä koko maassa huonokasvuisilla metsämailla puusto on kasvupaikallaan tyydyttävää harvempana kuin paremmilla metsämailla, jonka vuoksi arvostelu on niillä oleva lievempää.

Pituus

Pituuden tunnukseksi arvioidaan vallitsevan puuston valtapituus, jolla tarkoitetaan tämän puuston valtapuiden keskimääräistä pituutta. Jos vallitsevassa puustossa on useita puulajeja, ratkaisee valtapituuden pääpuulaji. Valtapituuden huolellinen arvioiminen on tärkeätä mm. kuutio-

määrän arvioinnin helpottamista silmällä pitäen. Ylispuiden pituus arvioidaan keskimääräisenä pituutena ja merkitään erikseen. Alikasvoksen pituus arvioidaan samoin keskimääräisenä pituutena, mutta käyttäen suppeampia luokkia kuin edellisille. Pituusluvuilla tarkoitetaan esim.: 12—13 m = 11.5—13.5 m, 14—15 m = 13.5—15.5 m jne.

Puuston rodullinen arviointi

Milloin kasvullisen kovan maan mäntyvaltainen metsikkö on keski-iän alkupuolen sivuuttanut tai sitä vanhempi (S. eteläpuoliskossa: lehto, OMT ja MT 50+ v., VT 60+ v., CT 70+ v.) ja joko metsänhoidollisesti tyydyttävästi alhaalta päin käsiteltynä tai luonnontilaisena kohtuullisen hyvin sulkeutunut (tiheys yleensä vähintään 0.8, heikkolaatuisilla metsämailla etenkin Pohjois-Suomessa vähintään 0.7), arvioidaan puuston rodullinen laatu seuraavasti (vrt. s. 40).

1. Plus-metsiköt; ikäänsä nähden vartevat metsiköt, jotka samalla ovat hyvin karsiutuneita, suoravartisia ja terveitä. Merkki: plus.

2. Minus-metsiköt; ikäänsä nähden suhteellisen lyhytvartiset metsiköt tai sellaiset metsiköt, joiden karsiutuminen on huono; myös silmään pistävä mutkarunkoisuus, lenkous ja tautien esiintyminen aiheuttaa tähän ryhmään joutumisen. Merkki: minus.

3. Normaalimetsiköt; metsiköt jotka eivät kuulu kumpaankaan edelliseen luokkaan, vaan ovat niiden välillä. Merkki: norm.

Minus-metsiköistä merkitään myös syy, joka on aiheuttanut tähän ryhmään viemisen: minus-a. = vartevuus huono, minus-b. = karsiutuminen huono, minus-c. = mutkarunkoisuus tai lenkous, minus-d. = terveydellinen syy.

Merkinnät tehdään linja-arvioimislomakkeen oikeaan yläkulmaan.

Tämä rodullinen arviointi tehdään kuviolla viimeiseksi, koska vasta silloin voidaan päättää (iän, tiheyden ja metsänhoidollisen tilan perusteella), onko metsikkö tähän tarkoitukseen soveltuva. Arviointi tarkistetaan linjoilla mitattavilla ympyräkoealoilla (vrt. s. 40), jotta arviomies tottuisi tehtävän oikein suorittamaan.

Kuutiomäärä

Puuston kuutiomäärä arvioidaan jokaisessa linjan koskettamassa metsikössä silmävaraisesti kuorellisena k-m³/ha. Arvioimiskyvyn kehittämiseksi tarkastetaan ennen työn alkamista tehtävillä harjoitteluretkillä lukuisia koealoja. Linjalla tapahtuvassa arvioinnissa käytetään aputaulukkoa (s. 55). Kuutiomäärä arvioidaan 10 m³ luokkina: 10 = 6—15, 20 = 16—25 jne., suuret kuutiomäärät kuitenkin lomakemallista nähtävään tapaan 20 tai 30 m³ luokkina. Kuutiomäärä, joka on 5 m³ tai sitä pienempi, merkitään ruutuun △; vain paljas ala jää ilman kuutiomäärän merkintää. 420 m³ suurempi kuutiomäärä merkitään huomautusten riville lomakkeen oikeaan yläkulmaan ja samalla ruutuun 400—420. Koko puuston kuutiomäärä arvioidaan yhtenä lukuna, mutta merkitään kuinka suuri osa sadanneksina (△, 10, 20 jne.) siitä arviolta on vallitsevaan puustoon, ylispuihin ja alikasvokseen kuuluvaa. Edelleen arvioidaan koko kuutiomäärän jakaantuminen sadanneksina (△, 10, 20 jne.) lomakkeeseen merkittyjen puulajien osalle.

Talvikausina laskentatöissä tapahtuvaa silmävaraisen arvioimisen tarkistusta ja mahdollisesti tarvittavaa oikaisua silmällä pitäen on erittäin tärkeätä, että arviomies suorittaa kuutiomäärän arviointiaan omaan totuttuun tapaansa koko kesäkauden ja koealoilla samoin kuin linjakuvioilla.

Kuutiokasvu

Metsikön vuotuinen juokseva kuutiokasvu arvioidaan myös silmävaraisesti linjakuvioittain runkojen kuorettomana kuutiokasvuna m^3/ha ja 0.5 m^3:n luokkina: 0.5 = 0.26—0.75, 1.0 = 0.76—1.25 jne. Enintään 0.25 m^3 suuruinen kasvu merkitään ruutuun △. 10.0 m^3 ja sitä suurempi kasvu merkitään huomautusten riville lomakkeen oikeaan yläkulmaan ja samalla ruutuun 9.5 +. Kasvu arvioidaan samoin kuin kuutiomäärä koko metsikön (vallitseva puusto + ylispuut ja alikasvos) yhtenä lukuna, ja sen arvioimisessa on myös tärkeätä totutun tason säilyttäminen koko kesäkauden ajan.

Kun kasvun arvioimisen perusteeksi ei ole puustossa näkyvissä läheskään niin paljon tukea antavia tekijöitä kuin kuutiomäärän suhteen, on kasvun arvioiminen tapahtuva, paitsi harjoittelussa saadun kokemuksen, erityisesti aputaulukon (s. 56) turvin.

Kuutiomäärän ja kasvun silmävaraisen arvioimisen varmistamiseksi ryhmänjohtajan tulee ulkotyökauden alussa laskea nopeata menetelmää käyttäen n. 10 ensimmäiseltä koealalta tulokset ennen koealalta poistumista ja verrata tuloksia sitä ennen tekemiinsä silmävaraisiin arvioihin. Silmävaraisen arvioinnin merkintää ei saa laskennan jälkeen muuttaa, vaan se on pysyvä alkuperäisenä talvikauden tarkistuslaskentaa varten. Näiden koealojen jälkeen tulosten laskenta koealoilla ei ole enää sallittua.

Metsikön metsänhoidollinen tila ja toimenpiteet sen parantamiseksi

Metsien käsittelyä ja tilaa koskevat tulokset ovat viime aikana saaneet entistä suuremman merkityksen ja käytön. Tästä syystä tähän arvioinnin metsänhoidolliseen puoleen kiinnitetään nyt yhä enemmän huomiota.

Metsänhoidollinen tila

Metsänhoidollista tilaa arvioitaessa tarkastetaan nykypuustoa ja sen soveltuvuutta kasvupaikkaan sekä myöskin kantojen määrää, kokoa ja sijaintia, muistaen kuitenkin, ettei kannoista suinkaan aina saateta päätellä puiden ja metsikön aiempaa laatua. Näin voidaan parhaiten saada oikea käsitys.

Luokitus

Arvioimislinjalle osuvat metsiköt jaetaan kahteen pääryhmään: A. kehittämiskelpoiset eli edelleen kehitettäväksi kelvolliset ja B. kehittämiskelvottomat eli edelleen kehitettäväksi kelpaamattomat, uusittavat metsiköt. Näillä pääryhmillä pyritään saamaan käsitystä siitä, kuinka suuri osa ja pinta-ala koko metsäalasta on metsiköitä, joiden nykypuuston edelleen kehittäminen on suotavaa tai välttämätöntä, ja kuinka suuri osa ja pinta-ala sellaisia metsiköitä, joiden nykypuusto on syystä tai toisesta niin ala-arvoinen, että se on välittömästi tai lähitulevaisuudessa uusittava. Kumpikin pääryhmä jaetaan neljään luokkaan.

A. **Kehittämiskelpoiset metsiköt**

I. *Hyvät metsiköt,* joissa puuston paras, kasvukykyisin ja arvokkain osa (alkuperäiset vallitsevat latvuskerrokset) on määrältään riittävänä ja sopivan tasatiheänä, kasvuisana ja kasvupaikalle taloudellisesti soveliaana jäljellä, taikka uudistushakkaus on johtanut tai vielä keskeneräisenä ilmeisesti näyttää johtavan kunnollisen taimiston nousemiseen.

II. *Hoitoa vaille jääneet metsiköt,* joissa tarpeelliset toimenpiteet ovat syystä tai toisesta jääneet suorittamatta, mutta jotka vielä saadaan kuntoon, jos nämä toimenpiteet toteutetaan.

III. *Lepoa tarvitsevat metsiköt,* jotka ovat muutoin hyväpuustoisia, mutta kehitysasteeseensa nähden selvästi liian harvoja, ja jotka ilmeisesti kunnostuvat, jos ne toistaiseksi jätetään rauhaan hakkuilta.

Näissä luokissa erotetaan seuraavat *kehitysluokat.*

1. *Uudistusalat.* Uudistumisen aikaansaaminen on tavoitteena, eivätkä mahdollisesti jäljellä olevan vanhan puuston tarpeet enää määrää alan käsittelyä.

2. *Taimistot.* Elinkelpoiset taimistot ja sellaiset nuoret metsiköt ns. riukuasteelle saakka, joista ei yleensä vielä saada myyntikelpoisen puun mittoja täyttävää puutavaraa. Ylispuita voi esiintyä; jos niitä on huomattavasti (kuutiomäärään tuntuvan vaikuttavasti), erotetaan ne omaan ruutuunsa „Taim. ylisp."

3. *Harvennusmetsiköt.* Nuorenpuoleiset ja keski-ikäiset, varsinaisilla harvennushakkauksilla käsiteltävät metsiköt, joista oikein suoritetussa harvennuksessa tavallisesti saadaan pääosalta pinotavaraa.

4. *Väljennysmetsiköt.* Varttuneemmat, lihotusvaiheessa olevat, väljennysten luonteisilla hakkauksilla käsiteltävät metsiköt, joista kunnollisesti käsiteltäessä tavallisesti saadaan pinotavaran ohella myös huomattava määrä tukkeja.

5. *Uudistusmetsiköt.* Uudistettaviksi kypsät järeät metsiköt, sekä metsiköt, joissa uudistaminen on jo aloitettu, mutta joissa vanhan puuston lihottamis- tms. tarve vielä pääosalta määrää puuston käsittelyn.

IV. *Harsimalla harvennetut metsiköt,* joissa on jäljellä ainakin toisen ja kolmannen latvuskerroksen puita niin runsaasti ja sellaisessa suhteessa, että niistä voidaan oikeilla kunnostustoimenpiteillä vielä saada kasvupaikalle sovelias tyydyttävä metsikkö.

a. Harvennusvaiheessa harsitut metsiköt

1. Harsimalla käsitellyt metsiköt, jotka kuitenkin vielä ovat melko tasaasentoisia ja -rakenteisia. Kunnostetaan kunnostusharvennuksella ja levolla.

2. Harsimalla epätasaisiksi revityt metsiköt, jotka voidaan kunnostaa ryhmittäisillä ja rinnakkaisilla kasvatus-, uudistus- ja hakkuualan kunnostustoimenpiteillä.

b. Väljennysvaiheessa harsitut metsiköt

3. Kuten kohta IV a 1. } Huonoimmat tapaukset luokkaan V.
4. Kuten kohta IV a 2. }

B. **Kehittämiskelvottomat metsiköt**

(Uusittavat metsiköt)

V. *Jätemetsiköt* (raiskiot), joissa on jäljellä enintään vain alkuperäisen puuston kehnoin osa, mikä ei (lähitulevaisuudessa) pysty uutta taloudellisesti hyväksyttävää metsäpolvea siementämään eikä itse kunnollista

metsikköä muodostamaan ja joka samalla on myös esteenä uuden taimiston syntymiselle.

VI. *Puulajiltaan muutettavat metsiköt,* joissa vallitsevana puustona on kasvupaikalle epätaloudellinen puulaji eikä taloudellisempaa puulajia ole joukossa riittävästi muodostamaan kasvupaikalle soveliasta metsikköä edes metsikön tultua täysi-ikäiseksi.

VII. *Yli-ikäiset metsiköt,* jotka ovat yleensä luonnontilaisia tai joskus tukkipuita harvakseen poimien hakattuja, nettokasvunsa miltei tyyten lopettaneita metsiköitä (saavuttaneet biologisenkin kypsyyden).

VIII. *Muut uusittavat metsiköt,* joiden puusto nuorena tai osaksi keski-ikäisenäkin on esim. teknilliseltä laadultaan, terveydentilaltaan tms. syystä niin ala-arvoista, että sen jatkuva kasvattaminen ei ole taloudellista.

Luokituksen lisäkuvausta

A. Kehittämiskelpoiset metsiköt

„Hyvät" ovat suunnilleen samat kuin II arvioinnissa. „Hoitoa vaille jääneitä" ovat esim. perkausta vaativa taimisto (II 2 = edellä esitetyssä luokituksessa: II hoitoa vaille jäänyt, 2 taimisto), siementäjäpuustonsa puolesta kunnollinen mutta raivaamaton hakkuuala (II 1), metsiköt — erityisesti huomattavan runsaasti koivikoita — joissa kasvatus on laiminlyöty (II 3 ja II 4) sekä vanhat kuusikot ja koivikot, joissa uudistumisen edellyttämiä hakkauksia ei ole suoritettu (II 5). „Lepoa tarvitsevia" ovat kehitysasteeseensa nähden selvästi liian harvoiksi hakatut metsiköt, joissa jäljellä oleva osa on alkuperäistä parasta puustoa ja ilmeisesti pystyy myöhemmin rauhaan jätettynä kehittymään suurin piirtein täysituottoiseksi. Tähän ryhmään kuulumiseen ei ole esteenä lievän kunnostuksen mahdollinen tarve.

„Harsimalla harvennetut" metsiköt ovat edellisiä huonommin käsiteltyjä, suurimpana virheenä „väärästä päästä" (ylhäältä) suoritettu hakkaus. Harvennusvaiheessa harsittuina ne voidaan useinkin vielä oikealla käsittelyllä kunnostaa kohtalaisen hyviksi. Vanhempina, väljennysvaiheessa harsittuina ne ovat kunnostumiskyvyltään heikohkoja; huonoimmat niistä viedään siis jätemetsikköjen (V) luokkaan, koska sellaiset alat useimmiten voidaan kunnostaa vain alusta alkamalla, vaikka niissä vielä olisikin kohtalaisesti puustoa. Kehitysluokkia ei eroteta, koska se on vaikeata, mutta sen sijaan erotetaan nuorena ja vanhempana harsitut, koska niiden elpymiskyky on ilmeisen erilainen, sekä molemmissa ryhmissä harsintajäljen perusteella tasaiset ja revityt metsiköt, koska niiden kunnostus on erilaista ja eriarvoista.

B. Kehittämiskelvottomat metsiköt

„Jätemetsiköt" vastaavat suurin piirtein II arvioinnin pilattuja ja hävitettyjä metsiköitä. Yläraja olisi kuitenkin oleva jonkin verran korkeammalla epätyydyttäviin, harsimalla harvennettuihin päin, joten luokka on pilattuja ja hävitettyjä laajempi. „Puulajiltaan muutettavissa" ovat tärkeimpiä ryhmiä pensasmaiset lepiköt (suoravartiset viedään tilansa mukaan kehittämiskelpoisiin, koska ne antavat tyydyttävää polttopuuta), käyttöpuun koon saavuttaneet kuivanpuoleisten ja kuivien kankaiden kuusivaltaiset metsiköt, huonosti hakatut leppä-koivusekametsiköt; yleensä siis kasvupaikalle epätaloudellisen puulajin vuoksi heikot metsiköt. „Yli-ikäisiä metsiköitä"

ovat lähinnä Pohjois-Suomen loppuvaiheessaan olevat paksusammalkuusikot ja nettokasvunsa miltei tyyten lopettaneet „kilpikaarna"männiköt; eteläpuoliskossa pääasiallisesti vain jotkin hyvin vanhat kalliokkomaiden ja rämeiden metsiköt ynnä monesti vanhat säästömetsiköt (muut, näitä lähenevät yleensä ryhmään II 5). „Muut uusittavat metsiköt" ovat pieni ryhmä esim. teknilliseltä laadultaan (oksaisuudeltaan tm.) tai terveydeltään hyvin heikkoja nuoria metsiköitä, maannouseman lahottamia keski-ikäisiä kuusikoita, lumen, myrskyn tai kulon pahoin vioittamia metsiköitä yms. poikkeuksellisia tapauksia, joiden sijoittaminen muualle on vaikeata; mitään „kaatopaikkaa" ryhmästä ei kuitenkaan saa muodostua.

Kysymykseen tulevat metsänhoitotyöt

Yleisselostusta

Jokaiselle metsiköllе on ehdotettava jokin toimenpide (jollei muuta niin lepo). Ehdotus tehdään pelkästään metsänhoidollisten näkökohtien perusteella, sillä arvioimisryhmän johtajan on hänelle tuntemattomilla paikoilla linjaa kuljettaessa mahdotontakin arvostella muita asiaan vaikuttavia tekijöitä ja tulevaisuudessa ehkä tapahtuvia menekki- ym. olosuhteiden muutoksia. Näin voidaan saada yksi yhteisillä ja samoilla perusteilla tehty tilannearvio koko maan metsien metsiköistä, niiden metsänhoidollisesta tilasta ja niiden vaatimista toimenpiteistä.

Toimenpiteet suunnitellaan lähintä 15-vuotiskautta (uuteen arviointiin kuluvaa aikaa) silmällä pitäen. Ne jaetaan likimääräisesti kiireellisyyden ja toimenpiteen sopivan suoritusajan mukaan aikakauden n. 8-vuotiselle ensimmäiselle jaksolle ja n. 7-vuotiselle toiselle jaksolle.

Moni toimenpide, esim. taimiston hoitoa sekä metsikön harvennusta koskeva, samoin esim. uudistushakkauksen eri vaiheet, voi sattua samassa metsikössä 15-vuotiskauden molemmille jaksoille. Silloin on muistettava tehdä tarvittava merkintä kummankin jakson sarakkeeseen.

Töiden ryhmitys

I. *Hakkuualan kunnostus*

1. *Raivaus.* Kaiken sen uuden metsäpolven muodostamiseen kelpaamattoman puuston poistaminen, jota ei tarvita siemennykseen, taimiston suojaksi tai rikkaruohottumisen estämiseksi hakkuualalla tai joka on haitallinen uudistumiselle. Hakkuutähteiden käsittely kuuluu raivaukseen.

2. *Maanpinnan valmistus.* Laikutus tai kulotus. Laikutuksessa kasvipeite ja humus poistetaan kivennäismaata myöten laikuittain uudistusalalta taimettumisen edistämiseksi. Kulotuksessa ala poltetaan roskapuuston ja hakkuutähteiden hävittämiseksi ja maanpinnan valmistamiseksi taimettumiselle. Kulotuksen yhteydessä on kivennäismaan paljastaminen, lähinnä laikutus, usein välttämätön.

II. *Metsänviljely*

Kylvö tai istutus. Jos voidaan arvioida kumpi, merkitään sen ruutuun, muuten yleisruutuun.

III. *Taimiston hoito*

1. *Taimiston perkaus,* jossa poistetaan liikatiheys päätaimistosta ja sen joukossa olevat tarpeettomat vieraiden puulajien yksilöt tai haitallisesti edelle päässeet puut.
2. *Taimiston vapautus,* jossa taimiston kehityksen edistämiseksi poistetaan kasvatuskelpoisen taimiston päällä kasvava ja sen kehitystä haittaava, huomattavasti taimistoa vanhempi ja kookkaampi puusto, myös siemen-, suojus- ja verhopuusto sekä varsinaiset ylispuut.

IV. *Metsikön kasvatus*

1. *Harvennus,* jossa puuston elinvoimaisimman ja taloudellisesti arvokkaimman osan kehitystä edistetään poistamalla ensi sijassa hitaammin kasvaneita, teknillisesti vähäarvoisempia sekä puulajina kasvupaikalle epätaloudellisia puita.
2. *Väljennys,* siirtymisvaihe kasvatuksesta uudistamiseen; tarkoituksena yleensä hoidetun puuston lihottaminen väljässä asennossa (likimain tai täysin „tukkipuuasennossa") ennen metsikön uudistamista.

V. *Metsikön uudistus*

1. *Avohakkaus.* Vanhan puuston täydellinen poistaminen jostakin hyväksyttävästä syystä, hakkaukseen sisältyvine hakkuualan kunnostuksineen ja metsänviljelyineen; myös kaistalehakkaus avohakkauksena, jossa siemennys saadaan reunapuustosta, hakkuualan kunnostuksineen.
2. *Siemenpuuhakkaus.* Mänty- ja koivumetsiköiden uudistushakkaus, jossa siemennys saadaan uudistusalalle jätetyistä kunnollisista siemenpuista, metsätyypin ja puulajin mukaan vaihdellen tav. 25—75 kpl/ha; hakkaukseen sisältyy hakkuualan kunnostus, sillä muutoin se on katsottava yksityismetsälain vastaiseksi.
3. *Suojuspuuhakkaus.* Kuusimetsikön uudistushakkaus, jossa taimiaines pyritään saamaan vanhan puuston alle väljentäen vanhaa puustoa asteittain (yleensä ainakin kolmessa vaiheessa) voimakkaasti alhaalta käsin sekä poistamalla alikasvosyksilöt ja jättämällä kookkaiden elinkelpoisten valtapuiden muodostama suojuspuusto.

VI. *Metsikön kunnostus*

1. *Kunnostusharvennus.* Hoitamattomien metsiköiden kunnostus („harvennus"), jossa poistetaan parhaiden puulajien ja puuyksilöiden kehityksen edistämiseksi turhia ja haitallisia puita. (H u o m. varsinainen harvennus on etupäässä hoidettujen, säännöllisten metsiköiden käsittelytapa).
2. *Epätasaisen metsikön kunnostus.* Epätasaiseksi ja rikkinäiseksi revittyjen metsiköiden kunnostus, jossa puuryhmien ja pikkumetsiköiden puitteissa rinnakkain suoritetaan aukkojen raivausta, taimiston hoitoa, metsikön kasvatusta ja uudistamista.

VII. *Lepo*

Muutoin melko kunnollisten, mutta kehitysasteeseensa nähden liian harvojen metsiköiden jättäminen rauhaan hakkuulta. Alaryhmä: lievä kunnostushakkaus tarpeen.

Hakkuumäärä

Arvioinnin taksatooriset tulokset antavat pohjaa laskelmille siitä, kuinka suuri Suomen metsien, eri päävesistöalueiden ja metsänhoitolautakuntien alueiden, omistajaryhmien jne. metsien hakkuumäärä olisi oleva tai voisi olla lähiaikana. Keskeisenä menetelmänä tässä tarkoituksessa on oleva Lihtosen tuottohakkauslaskelma. Samalla pyritään vertauksen vuoksi arvioimaan, minkälaiseksi hakkuumäärä muodostuisi, jos lähtökohdaksi otetaan metsien metsänhoidollinen käsittely ja siten metsiköittäin kertyvät puumäärät. Tämä ns. metsänhoidollinen hakkuumäärä tarjoo muiden menetelmien rinnalla sen erikoisen lisän, että se koeleimauksin tarkistettuna ja täydennettynä antaa kuvan hakkuumäärän rakenteesta (puulajit, läpimittaluokat, puutavaralajit).

Jos metsikölle ehdotetaan toimenpide, joka käsittää hakkuun (minkälaista puiden poistamista tahansa), arvioidaan kuinka vahva hakkuu suunniteltuna suoritusvuotena an tulee olemaan, so. kuinka monta sadannesta täysiin kymmeniin ryhmittäen hakkuun aikaisesta puuston kuorellisesta kuutiomäärästä — vallitsevan puuston, ylispuiden ja alikasvoksen yhteisestä kuutiomäärästä — silloin poistetaan. Tämä poistosadannes vaihtelee samassakin toimenpiteessä kuvion maanlaadun, metsä- tai suotyypin, ja topografisen luonteen (esim. myrskylle altis), puuston tiheyden, puuston laadun (esim. puulaji, ikä, vikaisuus) ja puuston tilan sekä hakkuun suotavan toistumisen (perkaus, harvennus, väljennys) ja edistymisnopeuden (siemenpuu- ja suojuspuuhakkaus) ynnä edullisimman uudistamisiän (kiertoajan) jne. mukaan.

Näistä syistä ei voida määrittää mitään keskiarvolukuja kunkinlaiseen toimenpiteeseen sisältyvästä hakkauksesta. Esim. avohakkauksessa poistosadannes on tavallisesti kerrallaan 100 %; siemenpuuhakkauksessa puuston kehitysvaiheesta ja aiemmasta käsittelystä riippuen n. 30—100 % (esim. valmistushakkaus, jollei se ole käynyt jo väljennyshakkauksena, 30—40 %, taimettamishakkaus n. 50—80 %, vapauttamishakkaus yhdessä tai kahdessa erässä n. 50—100 %; kaikki kuitenkin n. 5—15 v. aikana, jolloin lyhin aika edellyttänee ennestään jatkuvasti hoidettua metsikköä ja useimmiten metsänviljelyn käyttöä); suojuspuuhakkauksessa hakkuu edistyy hitaammassa tahdissa, 10—25 vuodessa: taimettamis-, jouduttamis- ja vapauttamishakkaus. Vahvassa harvennuksessa, jonka kierto edellä mainituista syistä vaihtelee n. 7—15, Pohjois-Suomessa jopa 20 vuoteen, poistetaan keskimäärin 20—30 %, lievässä harvennuksessa n. 10—20 % ja väljennyshakkauksessa n. 30—40 %.

Harkitaan siis onko metsikössä tehtävä hakkaus I:ssä vai II:ssa jaksossa vaiko molemmissa ja arvioidaan kullekin hakkaukselle oma poistosadanneksensa.

Normaalin hakkuukypsyyden mukaisessa uudistushakkauksessa voidaan keskimääräiseksi kiertoajaksi ajatella — kussakin tapauksessa todennäköistä kypsyyttä, so. jatkuvan kasvattamisen edullisuutta tai epäedullisuutta silmällä pitäen — yleensä vähintään seuraavia vuosimääriä. Tällöin ajatellaan puusto kasvatettavaksi sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa ja kaikenlaatuisilla metsämailla samaan tapaan kuin nykyisin yleisesti siihen ikään, että loppuhakkauksessa saadaan ensi sijassa järeätä puuta ja vasta toisessa sijassa pinotavaraa. Vastakkainen järjestys, joka merkitsisi karuilla met-

sämailla huomattavasti lyhyempää kiertoaikaa, lienee liian uskallettua niin kauan kuin metsäteollisuutemme rakenne on nykyinen.

1. Suomen eteläpuoliskossa: m ä n t y valtaiselle puustolle MT:n ja sitä paremmilla mailla n. 60—80 v., VT n. 70—90 v., CT n. 90—120 v., kasvullisilla rämemailla n. 100—130 v. ja huonokasvuisilla mailla n. 120—150 v.; k u u s i valtaiselle puustolle lehtomaalla ja lehtomaisella maalla n. 60—80 v., MT ja VT (jollei näytä taloudellisemmalta hakata heikkokasvuinen VT:n kuusikko pääasiallisesti pinotavaraa antavana jo varhaisemmin) n. 70—90 v., kasvullisilla korpimailla n. 90—110 v. ja huonokasvuisilla mailla n. 120—150 v.; k o i v u valtaiselle puustolle lehtomaalla n. 60 v., OMT n. 70 v., MT ja VT (jollei näytä taloudellisemmalta hakata heikkokasvuinen VT:n koivikko polttopuuksi jo varhaisemmin) n. 70—80 v., kasvullisilla korpimailla n. 80—100 v. ja huonokasvuisilla mailla n. 100 v.

2. Pohjoispuoliskossa (pienempi luku soveltuu yleensä pohjoispuoliskon eteläosaan ja suurempi pohjoisosaan): lehtomaalla ja lehtomaisella sekä MT:n maalla n. 80—120 v., HMT n. 120—160 v., VT ja EVT n. 100—120 v., EMT n. 120—150 v., ErClT ja ClT n. 140—160 v., kasvullisilla korpi- ja rämemailla n. 120—160 v. sekä huonokasvuisilla mailla n. 150—170 v.; mainitut luvut kohdistuvat havumetsiin, kuitenkin on sanottava kuivanpuoleisten ja kuivien kankaiden kuusimetsien suhteen sama kuin eteläpuoliskon VT:stä, koivulle luvut voidaan ottaa n. 20—40 v. pienempinä.

Kehittämiskelvottomat metsiköt (vrt. s. 26) arvioidaan yleensä joko heti tai ainakin lyhyehkössä ajassa uudistettaviksi. Jos taas metsikön kasvukunto on ikään verrattuna tavallista parempi, pidennetään kiertoaikaa mainituista luvuista.

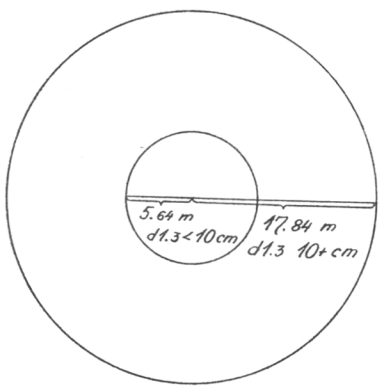
KOEALAT

Yksityiskohtaiset mittaukset ja tutkimukset puuston rakenteen, laadun ja kasvun sekä maan ja kasvillisuuden selvittämiseksi keskitetään 1 km välimatkoin mitattaviin ympyräkoealoihin. Nämä ovat varsinaisia t ä y s k o e a l o j a. Suhteellisen harvaan esiintyvän järeän puuston selvittämistä varmistetaan varsinaisten koealojen puolivälistä otettavilla v ä l i k o e a l o i l l a.

I. Täyskoealat

Koealojen koko

Täyskoealan koko on $^1/_{10}$ ha, siis säde 17 m 84 cm. Tältä alalta luetaan kuitenkin vain rinnankorkeudelta vähintään 10 cm täyttävät puut. 2—10 cm vahvuiset puut sekä taimistoissa kaikki rinnankorkeudelle ulottuvat puut luetaan 5 m 64 cm säteellä eli 1 aarin alalta.



Kuva 3. Koealojen koko ja osat.

Varttuneissa taimistometsiköissä ja muissa tiheiköissä, joissa puiden koko vaihtelee vähän ja joissa $^1/_{10}$ ha koeala kävisi työlääksi, pienennetään täyskoeala 5 aariin, säde 12 m 62 cm, sekä aivan tiheissä pikkutaimistoissa 1 aariin. Koeala pienennetään 5 aariin myös silloin, kun koealaa s. 33 mainitulla siirrollakaan ei saada samaan metsikköön, edellyttäen että se 5 aariin pienentämällä saadaan kokonaisuudessaan samaan metsikköön. Koealan pinta-alan merkintä lomakkeeseen on tällöin erityisen tärkeänä muistettava. D1.3 $<$ 10 cm puille koeala on aina oleva 1 aari.

Täyskoealojen keskivälillä otettavat välikoealat, joilta luetaan vain järeä puusto, tehdään $^1/_{10}$ ha suuruisiksi, siis säde 17 m 84 cm.

Koealan paikan määrääminen

Täyskoeala otetaan linjalla joka 1 000 m päästä, siis joka viidennen 200 m mittaisen „paalunvälin" tultua kuljetuksi, jos tämä kohta sattuu metsämaalle. Koealan keskipiste on oleva täsmälleen viimeisen mittanauhan pituuden päässä, nauhan ollessa jännitettynä tarkoin linjan suunnassa. Jos tässä kohdassa on puu, kivi tai jokin muu este, jonka takia koealan keskuskeppiä ei siihen voida pystyttää, siirretään keskus linjan suunnassa eteen tai taak-

sepäin taikka myös kohtisuoraan sivulle lähimpään mahdolliseen kohtaan. Jos koala oikeasta kohdastaan otettuna jakaantuisi kahdelle eri kuviolle tai kahteen selvästi erilaiseen metsikköön, siirretään sitä niin paljon, että se mahtuu kokonaan sille kuviolle ja siihen metsikköön, johon sen keskipiste linjaa mitattaessa sattui, taikka ainakin lähimpään riittävän suureen metsikköön. Tämä siirto tehdään keskipisteestä eteen- tai taaksepäin taikka kohtisuoraan sivulle päin sen mukaan mihin suuntaan päästään mahdollisimman lyhyellä siirtämisellä. Jollei enintään 20 m siirto riitä, mikä lienee harvinaista, jätetään koeala ottamatta. Koealan siirrosta ja pois jättämisestä tehdään selvitys koealan lomakkeen alaosaan huomautusten riville. Koeala saa siis metsämaalle sattuessaan aina oman lomakkeensa, mutta sen sattuessa muualle kuin metsämaalle, annetaan koealan kohdalle jatkuvasti juokseva n:o ja merkitään se sekä syy, miksei koealaa otettu, edellisen koealalomakkeen takasivun alaosassa oleville tyhjille riveille.

Koealan puuston mittaus

Kun täyskoealan keskipiste on määrätty, pystytetään siihen keskuskeppi ja mittanauha jätetään paikalleen maahan osoittamaan mittauksen helpottamiseksi koealan halkaisijaa. Kaltevalla maalla koeala rajoitetaan vaakasuorassa suunnassa. Puidenluvussa otetaan rajapuista huomioon ne, joiden keskuksen voidaan arvioida jäävän koealan piirin sisälle. Epävarmoista tapauksista joka toinen otetaan mukaan ja joka toinen jätetään pois.

Silmävarainen arvioiminen

Ennen puidenluvun alkamista ryhmänjohtaja suorittaa koealalla ne silmävaraiset arvioimiset, jotka on määrätty tehtäviksi koealalla linjalla tapahtuneen metsiköittäisen silmävaraisen arvioimisen myöhemmin suoritettavaa tarkistamista ja tarvittaessa oikaisemista varten. Arvioimisessa on pyrittävä noudattamaan koealalla tarkoin samaa tapaa ja tasoa kuin linjalla. Se suoritetaan keskuksesta käsin, josta yleensä nähtäneen samalle laajuudelle kuin linjan keskuksesta, ja rajoitetaan koealan alueelle, d 1.3 10 + cm puut koko koealaan ja d 1.3 $<$ 10 cm puut niiden lukualueeseen (niitä ei keskuksesta käsin yleensä laajemmalle nähtänekään). Näiden perusteella yhdistetään yhteinen luku koealalle. Merkinnät tehdään kosmoskynällä koealalomakkeen yläosaan.

Silmävarainen arvioiminen käsittää aina puuston kuutiomäärän kuorineen ja kasvun kuoretta, m^3/ha. Poistosadannes arvioidaan niillä koealoilla, joilla metsänhoidollinen toimenpide edellyttää jonkin hakkuun välittömästi heti tai ainakin kahden lähivuoden kuluessa ja joilla koeleimauskin tehdään. Silloin voidaan todella saada käsitys kunkin nimisessä hakkauksessa poistettavasta puumäärästä, ja silmävaraisen poistosadanneksen ja koeleimauksen tuloksia saatetaan tarkoituksen mukaisesti verrata keskenään.

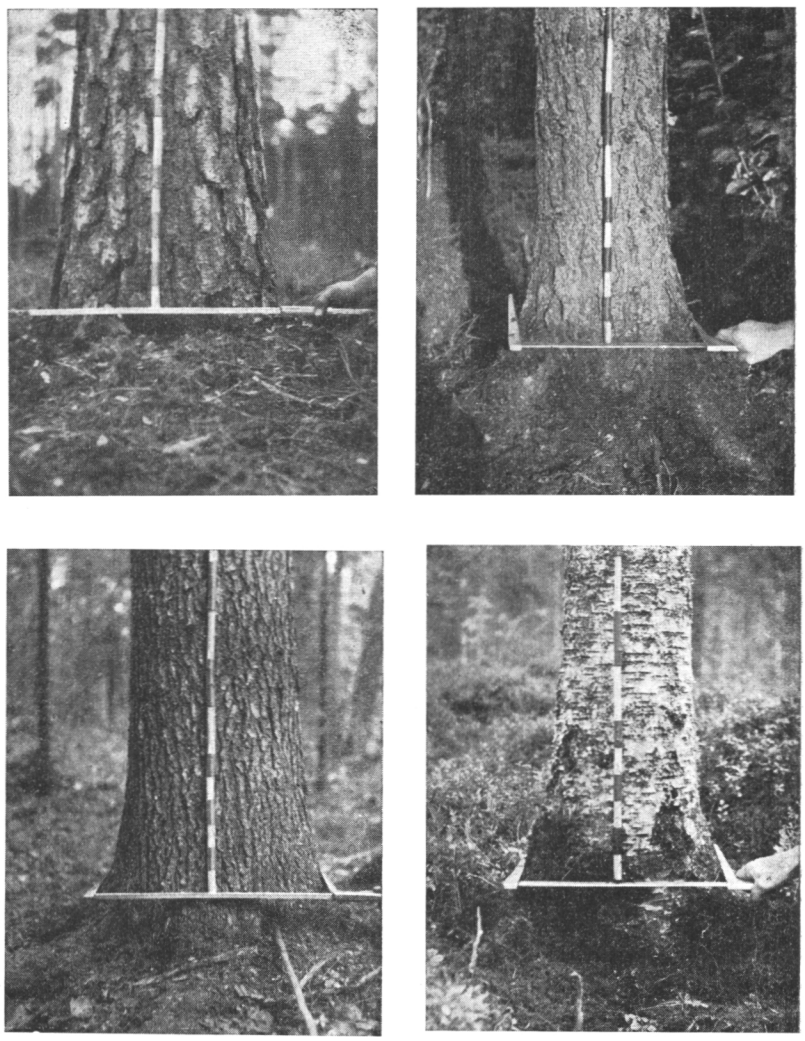
Kivisyys arvioidaan kaikilla kovan maan täyskoealoilla silmävaraisesti. Se tarkistetaan jäljempänä selostettavilla mittauksilla, joiden tulosten perusteella ei saa muuttaa silmävaraista arviota, sillä tarkoituksena on jäljestäpäin vertaillen tarkastaa, missä määrin kivisyys voidaan silmävaraisesti oikein arvioida.

Puuston rodullinen arviointi supistetaan samanlaisiin metsikköihin kuin linjalla (ohje siv. 24) ja merkinnät näistäkin — rotu ja minus-syy — tehdään koealalomakkeen oikeaan yläkulmaan.

Rajoitus ja puidenluku

Koealan puidenlukuun ja muuhun mittaukseen arvioimisryhmä voi kehittää oman tekniikkansa, kunhan vaan kaikki työ tarkoin suoritetaan. Esimerkiksi mainittakoon seuraavanlainen menettely.

Taka-mittamies jää keskuskepille ja irroittaa sädenauhaa vyyhdestä sitä mukaa, kun etu-mittamies vetää sitä koealan laitaa kohti. Nauha jännitetään suoraksi ja siten saadaan määritetyksi ensimmäinen kohta ympyräkoealan kehällä. Kompassimies ja neljäs apuri asettuvat puidenlukijoiksi säteen



Valok. O. E. Töyry.

Kuva 4. Rinnankorkeuden määrittämisen lähtökohta on — kuutioimistaulukoiden edellyttämään tapaan — tyveä laajentavan, ylimmän katkaisua haittaavan juurenhaaran niska tai, ellei mitään sellaista ole, maan pinnan raja puun tyveä vasten.

varrelle ja lukevat d 1.3 10+ cm puut. Sädenauhaa pujotellaan puiden välitse ja jännitetään suoraksi koealan ulkorajan osoittamiseksi puidenlukijoille tarpeeksi tiheään. 10+ cm puiden tultua luetuiksi koko koealalta luetaan alle 10 cm vahvuiset puut aarin koealalta (kuva 3).

Koealojen rajoitus ja puidenluku on tehtävä mahdollisimman huolellisesti, sillä jokainen luettu tai lukematta jätetty puu merkitsee laskelmissa koealan koosta johtuen moninkertaista puumäärää. Ryhmänjohtaja toimii puidenluvussa kirjamiehenä. Mutta jos hän saa koulutetuksi jonkun apulaistaan hyvin ja täysin luotettavasti suorittamaan tämän tehtävän, hän voi itse asettua esim. koealan keskuksessa toimivaksi sädenauhan pitäjäksi — ellei opas (vrt. s. 47) vuorostaan pysty siihen — ja valvoa tarkoin puidenlukua. Puidenluvun pöytäkirjana on koealalomake, johon kaikki muutkin mittaustulokset koealalta merkitään.

Luettaessa puut mitataan rinnankorkeudelta 2 cm läpimittaluokkia käyttäen, luokat 3—5 yhtenä ryhmänä ja seuraavat 7 cm, 9 cm, 11 cm jne. Taimistoissa luetaan kuitenkin erikseen myös 1, 3, 5 cm ja korjataan lomakkeen sarake „D 1.3-luokka, cm" tämän mukaiseksi. Rinnankorkeus määritetään 1.3 m pituisella kepillä, jonka alapää asetetaan kuutioimistaulukoiden edellyttämällä tavalla alimpaan kohtaan, mistä puu lumettomana aikana voidaan kaataa. Tämä kohta vaihtelee maan pinnasta ylimmän katkaisua haittaavan juurenhaaran niskaan (kuva 4). Sellaisia mitättömiä lehtipuun vesoja, joista ei voi kehittyä kunnollista puuta, ei lueta ensinkään. Paksuus mitataan siltä puolelta puuta kuin kulloinkin sattuu, jotta vaihtelut tulevat tasaisesti huomioon otetuiksi. Pystyyn kuivuneet ja kaatuneet, vielä lahoamattomat puut luetaan 10 cm läpimitasta lähtien.

Koealan puidenluku tapahtuu puulajeittain: mänty, kuusi, koivu — josta erikseen raudus ja hies milloin suinkin voidaan ne erottaa —, haapa ja leppä. Muille puulajeille — lehtikuusi, tervaleppä, tammi, lehmus jne. — on vielä kaksi lukusaraketta, joihin ne yleensä erikseen sopivat. Raudus- ja hieskoivun erottamiseksi toisistaan esitetään ss. 54—55 ohjeet.

Puut merkitään luettaessa värivasaralla rinnankorkeudelle lyötävällä täplällä. Jokainen 18+ cm vahvuinen puu merkitään kahdella vähän rinnankorkeuden yläpuolelle lyötävällä vierekkäisellä punamultatäplällä — jotta nämä puut löydetään ilman uutta mittausta järeiden puiden lisämittausta varten. Jos puusta arvioidaan saatavan vähintään yksi minimikoon täyttävä tukki, se viedään puidenlukulomakkeen „tukkipuu"sarakkeeseen; jollei sellaista saada, puu viedään lomakkeen „pinopuu"sarakkeeseen. „Tukkipuu"sarakkeen havupuunrungon tulee täyttää vähintään 6 tuumaa 18 jalan korkeudelta kuoren päältä ja saatavan tukin ainakin III laatuluokan vaatimukset sekä lehtipuunrungon vähintään 7″ 18′ korkeudelta tai 8″ 12′ korkeudelta sekä III laatuluokan vaneripuun vaatimukset.

Koeleimaus

Kun koealametsikössä arvioidaan metsänhoidollisen toimenpiteen sisältämä hakkaus suoritettavaksi viimeistään kahden lähivuoden aikana, jolloin poistettavat puut voidaan nyt jo hyvin todennäköisesti määrittää, toimitetaan koealalla koeleimaus välittömästi puidenluvun jälkeen. Harkitaan mitä kyseessä olevassa hakkauksessa poistetaan ja leimataan jokainen poistettava puu n. 60—70 cm korkeudelle tyvestä lyötävällä kahdella rinnakkaisella punamultatäplällä.

Leimatut puut mitataan uudelleen samalla tavalla kuin puidenluvussa, d 1.3 > 10 cm ja < 10 cm omasta ympyrästään; järeiden puiden arviot saadaan järeiden puiden lisämittauksesta. Lomakkeena käytetään täyskoealan vihkossa seuraavaa lomaketta, johon merkitään koealan n:o ja aivan ylälaitaan *Leimauslomake* ynnä metsänhoidollisen tilan ja toimenpiteen merkki sekä vielä minä vuonna hakkaus on arvioitu suoritettavaksi. Muut tarvittavat merkinnät saadaan koealan varsinaisesta lomakkeesta talvikautena.

Järeiden puiden lisämittaukset

Järeiksi puiksi käsitetään puidenluvussa kahdella punamultatäplällä merkityt, „tukkipuu"sarakkeisiin viedyt puut. Jos järeiden puiden lisämittauksissa havaitaan, ettei puu täytäkään „tukkipuu"sarakkeeseen viennin minimivaatimuksia, se siirretään „pinopuu"sarakkeeseen. Päinvastaistakin voi joskus sattua.

Sen johdosta että järeiden havupuiden ja lehtipuiden lisämittaukset tapahtuvat eri tavoilla, selitetään ne seuraavassa erikseen. Muistettava on, että jos koealalla on suoritettu koeleimaus, niin leimattuja järeitä puita koskevat merkinnät tehdään myös koeleimauksen lomakkeeseen.

A. Havupuut

Mittaus ja arvioiminen

Havupuunrungoista arvioidaan ensiksi tyvitukin latvapään katkaisukohta jäljempänä esitettävien lyhyiden jako-ohjeiden mukaan sekä mitataan tämän kohdan korkeus ja läpimitta varsikaulaimella, johon tätä varten on merkitty muutamia jalan mittoja. Läpimitat ilmoitetaan kuoren päältä otettuina tuumaluokin ja pituudet parillisin jaloin, molemmat alenevaa luokitusta soveltaen. Varsikaulaimena käytetään pituuden mittauksen tankoa ja tuumakaulainta. Lähtökohtana pidetään kannon varaa, so. 10—15 cm korkeutta sen kohdan yläpuolella, johon rinnankork. kepin alapää puidenluvussa asetetaan (vrt. s. 35).

Väli- ja latvatukit arvioidaan samaten silmävaraisesti parillisin jaloin ja samaa luokitusta sekä samoja jako-ohjeita soveltaen kuin tyvitukit; apuna voidaan käyttää „pölkyttäjä"hypsometriä.

Jokaisen mitatun tai arvioidun tukin laatuluokka määritetään jäljempänä mänty- ja kuusitukeille erikseen esitettävien ohjeiden mukaan. Laatuluokan lisäksi merkitään II ja III luokan tukeille tekijä tai tekijät, jotka ovat laatuluokan määränneet. Nämä tekijät ja niiden merkinnät ovat seuraavat: oksat = o, oksakyhmyt = ok, lenkous ja mutkat = l, korot ja huolemat = k, tervasroso = te, laho = la, muut = m.

Jokaisen tukkipuun: 1. puulaji (mänty = M, kuusi = N, koivu = K, haapa = Ha, tervaleppä = Te), 2. tyvitukin pituus ja latvaläpimitta, laatuluokka ja sen määrännyt tekijä sekä 3. väli- ja latvatukkien vastaavat merkinnät ynnä 4. rungon koko pituus luetellaan peräkkäin d1.3-luokan kohdalla koealalomakkeen alaosassa. Merkintä saattaa olla esim. seuraava: M 14 × 9 I, 16 × 7 III l, 14 × 6 III o 25; N 16 × 9 II o, 16 × 7 II o 18. Näihin merkintöihin tulee rodullisen arvioinnin käsittävillä koealoilla (vrt. s. 40) vielä joitakin lisää.

Jokaisesta 18+ cm puusta, joka joutuu „pinopuu"sarakkeeseen, tehdään myös merkintä koealalomakkeen alaosaan, mutta vain puulaji ja lyhyt viiva

(esim. M-), jos syynä on puun pieni koko, ja puulaji ynnä IV (esim. M IV, N IV, K IV), jos puusta koon puolesta saataisiin tukki, mutta se ei täytä edes männyn tai koivun III laatuluokan tai kuusen II luokan vaatimuksia.

Jako-ohjeet

Runkojen jakaminen pystyyn tukeiksi on monessakin suhteessa vaikeata ja epävarmaa. Seuraavia ohjeita noudatetaan mahdollisuuden mukaan.

Yleistä:

1. katkominen suoritetaan silmällä pitäen 16—17 jalan keskipituutta; varteville ja järeille rungoille käytetään suurempaa ja jyrkästi kapeneville ja pienille taas pienempää keskipituutta;
2. maksimipituudet ovat: $\geq 7'' \times 24'$, $6'' \times 20'$;
3. minimipituus on kaikissa läpimittaluokissa 14′, mutta poikkeuksellisesti voidaan ottaa tukkeja seuraaviin pituuksiin, mikäli rungon epäsäännöllisyydet siihen pakottavat: $\geq 8'' \times 10'$, $6—7'' \times 12'$;
4. tukkien minimiläpimitta on 6 tuumaa kuoren päältä mitattuna tai arvioituna.

Säännölliset rungot:

5. lengoista rungoista tehdään yleensä lyhyitä tukkeja ja katkaisu tehdään lengon keskeltä;
6. mäntytukeissa otetaan I laatuluokan osa yhteen tukkiin edellä mainituista poikkeuspituuksista (10′ ja 12′) lähtien, jos sitä seuraa III lk osa ja 14′ pituudesta lähtien jos sitä seuraa II lk osa. II lk osa otetaan erilleen III lk:sta 14′ pituudesta lähtien. Jos I tai II lk osa on näitä mittoja lyhyempi, jatketaan tukkia huonommalla osalla.

Epäsäännölliset rungot:

7. yleinen sääntö on, ettei tukin latvaan saa jättää sellaista vikaa, joka ei esiinny samassa tukissa muualla;
8. pahat korot, mutkat, tervasrosot ja lahot yms. vikakohdat leikataan pois.

Luokitusohjeet

a. Mäntytukit

Laatuluokitusta varten tukit jaetaan suuriin tukkeihin $9''+$ ja pieniin tukkeihin $< 9''$.

Jos jokin ominaisuus ei aivan täytä luokalle asetettuja vaatimuksia, mutta tukki muuten kuuluisi tämän luokan parhaimpiin kappaleisiin, voidaan se lukea tähän luokkaan kuuluvaksi. — Aivan tukin päässä oleva vika arvostellaan lievemmin kuin keskellä oleva.

Oksien paksuus arvioidaan kohtisuoraan pituussuuntaa vastaan, heti kynnäksen yläpuolelta. I ja II luokassa sallitaan maksimisuuruisten oksien lisäksi joitakin niitä pienempiä hajallaan olevia oksia. III luokassa tuoreiden oksien lukumäärä ei ole rajoitettu, mutta lahoja oksia sallitaan vain rajoitetusti ja kooltaan enintään $2''$ paksuisia. — Lenkoudella tarkoitetaan

Vika	Vian maksimimäärä		
	I lk.	II lk.	III lk.
Suurin oksa Suuret tukit (10′ kohden) Pienet tukit	2 kpl. 3/4″ 2 „ 1/2″	2 kpl. 1 1/2″ 2 „ 1″	3″ 3″
Oksakyhmyt	Ei sallita	Pieniä kyhmyjä sallitaan	Sallitaan
Lenkous (koko pituudella)	2 cm	6 cm	10 cm
Korot ja huolemat	Sallitaan pieniä terveitä ja matalia koroja	Sallitaan tukin latvalieriön ulkopuolelle jääviä koroja	Syviä koroja ei sallita
Mutkat	Ei sallita	Sallitaan pieniä mutkia	Jyrkkiä mutkia ei sallita
Kasvukierteisyys	Ei sallita	Ei sallita	Jyrkkää kasvukierteisyyttä ei sallita
Tervasroso	Ei sallita	Sallitaan ¼ tukin ympäryksestä	Sallitaan ½ tukin ympäryksestä

tukin tasaista käyristymistä. Sen suuruudella tarkoitetaan tukin keskiviivan suurinta etäisyyttä latva- ja tyvileikkausten keskipisteiden välisestä suorasta. — Korolla ja huolemalla tarkoitetaan puun pinnassa havaittavia vioittumia. Tukin tyvipäässä sallitaan syvempi koro tai huolema kuin latvapäässä.

b. Kuusitukit

I lk. „Normaali"- tai harvaoksaiset tukit. Oksien läpimitta korkeintaan 2″. Tasaista lenkoutta sallitaan tukin pituudella enintään 10 cm.

II lk. Eläviä ja kuivia oksia saa esiintyä rajattomasti, laho-oksia vain pienikokoisia. Tukin tulee olla muodoltaan sahauskelpoinen.

Jos puussa huomataan tukin osalla olevan maannousema tai muita lahovikoja, on niiden todennäköisesti aiheuttama tyveys otettava huomioon. Lahovikaa ei näet tukissa saa olla muuta kuin aivan rajoitetussa määrässä III luokassa.

B. Vanerikoivut

Mittaus ja arvioiminen

Vanerikoivunrungoiksi luetaan 18′ korkeudelta vähintään 7″ tai 12′ korkeudelta vähintään 8″ täyttävät koivunrungot, mikäli niistä saadaan ainakin III laatuluokan vaneripuuta.

Kaikista vaneripuiksi kelpaavista rungoista arvioidaan mitat ja laatu arvioimalla runko katkotuksi laatuluokittain pölkyiksi parillisille jaloille, minimipituutena 6′. Pölkkyjen vahvuus mitataan tyvitukeista tai arvioidaan väli- ja latvatukeista niiden pituuden puolivälistä, kuoren päältä, tuuman alenevaa luokitusta käyttäen.

Merkinnät vanerikoivunrungoista tehdään samalla tavoin kuin havutukkipuistakin, mutta laadun määränyt tekijä jätetään ilmoittamatta. Esim. K 6′ × 9″ I, 14′ × 8″ II, 10′ × 7″ III, 19; K 22′ × 7″ III, 17; K 6′ × 10″ III, 18′ × 8″ II, 16′ × 7″ III, 21.

Luokitusohjeet

Selitys	I lk.	II lk.	III lk.
Pölkyn paksuus latvasta kuoren päältä	8+″	7+″	6+″
Vika	Vian maksimimäärä		
Oksat 6 jalan pituudella			
— Tuoreet oksat	ei	5 kpl. 1″	7 kpl. 2″, ei kiehkurassa
— Kuivat oksat	ei	2 kpl. $^3/_4$″	2 kpl. 1 ½″ } vaihtoehtoisesti
— Laho-oksat	ei	ei	2 „ 1″ }
Lenkous 6 jalan pituudella	n. 1 cm	n. 2 cm	n. 4 cm
Muut viat			
— Oksakyhmyt	ei	sallitaan	sallitaan
— Rosot, kovapohjaiset korot yms.	ei	yhdellä puolella $^1/_2$″ syviä	yhdellä puolella 1″ syviä
— Tuoheamisviat	ei	ei	enintään 3′ pitkiä
— Pehmeä laho, jota osoittaa kääpä, paisunut tyvi tms.	ei	ei	ei
— Suorat halkeamat	ei	ei	sallitaan

Pienen puuston (d 1.3 17 cm) laadun arviointi

Koealan puidenluvun yhteydessä arvioidaan pienen puuston laatu ainoastaan männyistä ja koivuista läpimittaluokassa 17 cm. Tämän läpimittaluokan rungot jaetaan kahteen laatuluokkaan: tukkipuu (= vaneri- ja tukkipuu-) alokkaisiin sekä pinopuihin, merkitsemällä puita luettaessa ensiksi mainitut „tukkipuu"sarakkeeseen ja viimeksi mainitut „pinopuu"sarakkeeseen.

1. *„Tukkipuualokkailla"* tarkoitetaan sellaisia mäntyjä ja koivuja, joiden voidaan olettaa tulevaisuudessa saavuttavan havutukkipuulta tai vanerikoivulta vaadittavan koon ja täyttävän vähintään III laatuluokan vaatimukset.

Tähän luokkaan kuuluvat koivut ovat yleensä hyvien metsätyyppien nuorten ja keski-ikäisten metsiköiden vallitsevien latvuskerrosten suunnilleen normaalilatvuksisia puita. Mäntytukkipuualokkaita taas on kaikkien metsätyyppien vallitsevissa latvuskerroksissa.

2. *„Pinopuilla"* tarkoitetaan sellaisia koivuja ja mäntyjä, jotka eivät korkean ikänsä tai heikosti kehittyneen latvuksensa vuoksi voi enää saavuttaa vanerikoivun tai tukkipuun kokoa tai jotka oksaisuutensa tai muiden vikaisuuksiensa vuoksi eivät ole vanerikoivuiksi tai tukkipuiksi kelpaavia. Tähän luokkaan kuuluvat tavallisesti: hakamaan luonteisten metsiköiden

puut, hyvin oksaiset „susipuut", tupsulatvaiset puut, yli-ikäiset ja vanhat puut, joiden kasvu on jo hyvin pieni, tukin osalla haaraiset ja mutkaiset puut sekä lahovikaiset yms. puut.

Tällaisia koivuja esiintyy kaikilla metsätyypeillä, mutta yleisimpiä ne ovat huonoilla metsätyypeillä ja hyvien metsätyyppien koivikoiden vallituissa latvuskerroksissa. Tähän luokkaan kuuluvat männyt ovat yleisimpiä huonokasvuisilla soilla ja kallio- yms. mailla sekä useimmiten vallituissa latvuskerroksissa.

Rodullinen mittaus ja arvioiminen

Niillä m ä n t y v a l t a i s t e n m e t s i k ö i d e n koealoilla, joilla aiemman ohjeen (s. 24) mukaan suoritetaan puuston rodullinen tutkimus, tehdään järeiden puiden lisämittausten yhteydessä seuraavat erikoismittaukset ja merkinnät. Nämä tehdään myös vastaavanlaisten k o i v u v a l t a i s t e n m e t s i k ö i d e n koealoilla.

1. Mitataan 15 paksuimman puun karsiutumiskorkeus 0.5 m luokin (1.0 = 0.75—1.25, 1.5, 2.0 jne.) ja liitetään tulos pituuden merkintään, esim. 20/4.5 = pituus 20 m ja karsiutumiskorkeus 4.5 m. Jollei järeiden puiden lukumäärä kohoa 15:een, otetaan lähinnä pienempiä l i s ä p u i t a, jotka merkitään lomakkeen alareunaan. Karsiutumiskorkeus mitataan samasta lähtökohdasta kuin pituus; siihen saa sisältyä se rungon osa, joka on karsiutunut täysin puhtaaksi tai jossa on vain tyvestään 1 cm ohuempia oksia yli metrin etäisyyksin toisistaan tai oksan kyhmyjä, joista ei enää pistä esiin oksan tynkää.

2. Lisäpuista merkitään myös rungon mutkaisuus ja lenkous, jos se on tukin pituuden osalla suurempi kuin II laatuluokka edellyttää, sekä terveys, so. tervasroson tai lahoa osoittavan männynkäävän tai maannouseman (tyvilahon) tai muun lahon esiintyminen. (Tukkipuista nämä on merkitty järeiden puiden lisämittauksissa).

Tällaisissa metsiköissä tukkipuu voi saada lomakkeeseen esim. seuraavan merkinnän: M 14 × 9 I, 16 × 7 III l, 14 × 6 III o te 25/4.5; M 16/3.5 la.

Rodullisen arvioinnin tarkistus

Koealalla tarkistetaan, onko puusto todella luettava siihen rotuluokkaan — plus, minus tai normaali — miksi se lomakkeen yläosaan on silmävaraisesti arvioiden merkitty. Tässä tarkistuksessa on muistettava s. 24 esitetyt ohjeet sekä seuraavat määräykset.

a. Vartevuus. Puusto on varteva (plusluokka), jos sen valtapituus ($^1/_{10}$ ha:n koealalla 15 paksuimman puun pituuksien keskiarvo) ylittää saman kasvupaikan saman puulajin saman ikäisen puuston luonnon normaalin valtapituuden, ja lyhytvartinen (minusluokka) alittaessaan sen vähintään 10 %.

b. Karsiutuminen, joka lasketaan $^1/_{10}$ ha:n koealalla 15 paksuimman puun keskiarvona, on hyvä (plusluokka) jos se ylittää säännöllisen puuston normaalin karsiutumisen vähintään 10 % ja huono (minusluokka) alittaessaan sen vähintään 10 %.

a—b. kohdissa puusto on normaali plus- ja minusluokkien välillä.

c. Puusto on suoravartinen (plus- ja normaaliluokka), jos mainituista 15 puusta enintään 3 kpl. on mutkaisia tai lenkoja. Mutkarunkoisuus tai lenkous on silmään pistävä (minusluokka), jos mainittuja puita on enemmän kuin 3 kpl.

d. Terveessä puustossa (plus ja normaali) tervasrosopuita tai maannousema- ym. lahopuita ei saa olla edellisessä mainituista 15 puusta enempää kuin 3 kpl. Tautien esiintyminen on silmään pistävä (minusluokka), jos mainittuja puita on enemmän kuin 3 kpl.

Koepuut

Koealan puuston kuutiomäärän ja kasvun laskentaa varten tehdään mittauksia, runkolukusarjan laajuuden ja sekapuiden määrän mukaisesti vaihdellen, 10—20 puusta. Yhden puulajin muodostamasta, läpimitan ja pituuden suhteen v ä h ä n vaihtelevasta, tasaisesta metsiköstä riittää yleensä 10—12 koepuuta. Näissä suhteissa p a l j o n vaihtelevasta metsiköstä, varsinkin jos vielä merkitsevä alikasvos vaatii muutaman oman koepuunsa, saattaa koepuiden lukumäärä kohota 20:een. Muuten lukumäärä on mainittujen maksimi- ja minimilukujen välillä.

Koepuut jaetaan eri d 1.3-luokkien tai -luokkaryhmien ja eri puulajien kesken suurin piirtein sen mukaan, mikä kunkin osuus arviolta on koealan koko kuutiomäärästä; suuret puut saavat siis suhteellisesti enemmän edustusta kuin pienet. Koepuiden otossa lähdetään ympyräkoealan keskuksesta ja otetaan kullekin d 1.3-luokalle tai -luokkaryhmälle, jolle koepuu katsotaan tarpeelliseksi, koepuuksi ensimmäinen puu, joka ei aivan ilmeisesti näytä poikkeavan pituuden ja muodon puolesta luokan keskimääräisestä puusta; luokan toiseksi koepuuksi otetaan tarvittaessa keskuksesta käsin ensimmäistä lähinnä seuraava tällainen puu.

Koepuusta mitataan:

1. d 1.3 kuorineen, kahdesta suunnasta otettuna keskiarvona, lähimpään puoleen cm:iin arvioituna.
2. Kuoren paksuus 1.3 m korkeudelta kahden vastakkaisilta puolilta tehdyn mittauksen summana, 0.1 cm tarkkuudella. Kuorimittari painetaan kuoreen niin varovasti, ettei se painu puuhun.
3. 5 ja 10 viime vuoden sädekasvut kahden rinnankorkeudelta vastakkaisilta puolilta otetun kasvulastun keskiarvona, mm tai 0.5 mm tarkkuudella. Kasvulastu otetaan ohutkuorisista puista kasvuvasaralla ja vahvempikuorisista kasvukairalla vain 2—5 cm pituisena, silmällä pitäen että siihen sisältyy n. 10—15 vuotta. Tutkimusvuosi jätetään mittauksesta pois. Jollei lastua saada lahon takia ehjänä 10 v., merkitään: laho. Jos lustojen lukeminen ja mittaus lastusta on vaikeata, esim. lehtipuista ja tiheälustoisista havupuista, lastuun merkitään kosmoskynällä koepuun n:o (vastaava n:o on merkittävä pystykoepuiden puulajisarakkeeseen, esim. M 2). Koealan mittaamattomat lastut pannaan koteloon välipahvin alle, jonka päälle merkitään linjan n:o, linjan osan kirjain, koealan n:o ja sen sisältämien lastujen numerot. Kasvu kairataan yleensä n. ⅔:sta koepuita.
4. Ikä tyvestä kairattuna ja siihen lisättynä kairauskorkeuden ikä (vrt. s. 22). Tasaikäisistä metsiköistä saattaa riittää jo kolmenkin valtapuun ikä, muuten on tutkittava enemmän ja eri kokoisista puista. Jos lastu on sisä-

osasta laho, arvioidaan ikä ja merkitään: laho. Epäselviin lastuihin merkitään kosmoskynällä I (ikälastu) ja koepuun n:o ja ne pannaan kasvulastujen kanssa samaan koteloon.

5. Rungon koko pituus täysin metrein rinnankorkeuden mittauksen lähtökohdasta (vrt. s. 35) alkaen. Pituus mitataan havupuista latvan huippuun ja lehtipuista, joilla ei ole selvää rungon huippua, n. 1 cm vahvuuteen saakka.



Kuva 5. Rinnankorkeusläpimitan mittaus koealalla.



Kuva 6. Pituuden mittaus.

6. Havupuista viiden viime vuoden latvakasvainten keskiarvo, dm tai 0.5 dm tarkkuudella, kumpi milloinkin on mahdollinen; katkenneet latvat saavat tietenkin merkin 0 ja pituuskasvun jotakuinkin lopettaneet puut △. Jos koealalla sattuu olemaan äskettäisiä tuulenkaatoja tai kaadettujen puiden latvuksia, käytetään niitä tukena tälle arvioimiselle.

7. Kapenemisluokka, 8+ m pituisista d 1.3—d 6.0, 6 ja 7 m pituisista d 1.3—d 3.5, cm.

8. Latvuskerros: I = päävaltapuu, puuston ylimmäinen, vallitsevin latvuskerros; II = lisävaltapuu, edellistä pääosaltaan hieman alempi kerros, jonka latvukset ovat yleensä ainakin jonkin verran heikommin kehittyneet; III = välipuu, latvukset sijaitsevat enimmäkseen valtapuiden välissä, vähän edellistä kerrosta alempana, useimmiten ylhäältä vapaina mutta tavallisesti sivuvarjostuksesta kärsien heikosti kehittyneet; IV = aluspuu, latvus yleensä paitsi sivuilta myös ylhäältä varjostettu ja siitä johtuen edellisiäkin heikompi. Äskettäin hakatussa metsikössä latvuskerros arvioidaan sen aseman mukaan, mikä puulla todennäköisesti oli ennen hakkuuta.

Kasvun vaihtelun tutkiminen

Koealan sattuessa kasvullisen metsämaan vähintään 60-vuotiseen, ainakin likimäärin luonnontilaiseen metsikköön, otetaan viidestä suurimmasta koepuusta rinnankorkeudelta kairanlastu mahdollisimman tarkoin ytimeen saakka. Jos jostakin kohdasta voidaan kannon perusteella havaita puu poistetuksi, vältetään sen naapuripuita tällaiseen tarkoitukseen ottamasta. Kairanlastuihin merkitään kosmoskynällä Pl (periodilastu), dl.3 ja puun n:o sekä ilmansuunta jolta lastu on kairattu (E, P, L, I). Lastut on ehjinä pantava koealan muiden lastujen koteloon.

Koealan kasvupaikan ja puuston kuvaus

Metsä- tai suotyyppi

Koealan metsätyyppi merkitään samaa luokitusta käyttäen kuin linjakuvioilla (ss. 16—17). Suokoealoilla, myöskin puuttomilla soilla jolloin koealaa ei oteta, arvioidaan ja merkitään ss. 18—19 lueteltujen päätyyppien lisäksi alatyyppi Lukkalan—Kotilaisen suotyyppioppaan mukaisesti. Edelleen niillä tarkastetaan turvekerroksen laatu = sen kasvinjätekokoomus ja maatumisaste 0.3—0.4 m syvyyteen saakka Lukkalan—Kotilaisen kirjasen mukaan asteina 1—5: 1. erittäin hyvä, 2. hyvä, 3. tyydyttävä, 4. välttävä, 5. huono, ja merkitään tämä lukuna alatyypin merkin jälkeen. Suon syvyys mitataan koealan, myös puuttoman, keskikohdasta.

Niiltä suokoealoilta, joissa suon syvyys on enintään n. 0.4 m, otetaan suon pohjalta lapiolla kaivaen tulitikkulaatikon neljänneksen suuruinen näyte, puoleksi turpeesta, puoleksi perusmaasta. Näytteet kääritään pergamiinipaperiin, varustetaan asianomaisen koealan numerolla ja lähetetään sopivissa erissä tutkimuslaitokseen. Metsä- ja suotyypistä voidaan tarvittaessa tehdä lähempiä huomautuksia. Tyyppi voi olla toinenkin kuin sillä ehkä laajallakin kuviolla keskimäärin, jolle koeala sattuu.

Puusto

Puustosta merkitään silmin nähtäviä erikoisia huomattavuuksia, varsinkin terveydentilasta ja vahingosta. Esim. meren lähettyvillä, selänteillä ja tunturimailla tuulen aiheuttamista puuston rakenteen erikoisuuksista, selvästi havaittavista hyönteis- ja sienivahingoista, lumivahingoista, palovahingoista, hirven ja poron sekä ihmisen aiheuttamista vahingoista. Määrän kuvaamiseksi kunkin havaitun vahingon jälkeen merkitään aste: 1 = pahoin vahingoittunut puusto, josta vahingon takia ei enää voi kehittyä kunnollista puustoa; 2 = keskinkertaisesti, jolloin puusto ilmeisesti voi vielä toipua kunnolliseksi; 3 = lievästi, jolloin vahinko on kohdistunut yksityisiin puihin niin, ettei sillä ole sanottavaa merkitystä puustoa kokonaisuutena tarkasteltaessa.

Maan pinnan kaltevuus

Maan pinnan kaltevuus määritetään kolmea suuripiirteistä luokkaa käyttäen: 1. tasainen tai heikosti viettävä = < n. 5°, 2. viettävä = n. 5—20°, 3. jyrkkä = > n. 20°. Samalla merkitään kaltevuuden ilmansuunta.

Maalaji

Maalajeja erotetaan kovilla mailla koealan keskuksen vaiheille n. 30 cm syvyiseksi kaivetusta kuopasta ja muutenkin tutkien seuraavasti.

1. Harjusora (merkki h), joka käsittää kaiken kokoisia, yleensä verraten pyöristyneitä ja sileitä aineksia (lohkareita, kiviä, soraa ja hiekkaa), sekä vähän hienoa ainesta; harjusora on lajittunutta vahvuudeltaan vaihteleviksi kerroksiksi, joissa pääaineksen raekoko vaihtelee. Kivet tavallisesti puhtaita.
2. Moreenisora (m), valtavasti yleisin maalaji, joka samoin kuin edellinen käsittää kaiken kokoisia, mutta tavallisesti särmikkäitä tai vain vähän pyöristyneitä aineksia, myös hienoa ainesta, ei kerroksina vaan lajittumattomana seoksena. Kivet tavallisesti hienon aineksen tahrimia. Erotetaan kolme lajia:

a. hiekkainen moreeni (mhk), jossa hienoin aines on verraten karkeata, valtaosaltaan hiekkaa
b. hietainen moreeni (mht), jossa hienoin aines on pääosaltaan hietaa
c. hiesuinen ja savinen moreeni (ms), jossa hienoin aines on pääosaltaan hiesua ja savea.

3. Hiekkamaa (hk), pääaineksen raesuuruus 2—0.2 mm.
4. Hietamaa (ht), pääaineksen raesuuruus 0.2—0.02 mm.
5. Hiesu- ja savimaa (s), ei tunnu sormissa karkealta. Plastillisuus melkoinen.

Joissakin tapauksissa voidaan vielä puhua kivikko- ja somerikkomaista, joiden pääaineksena ovat 20—2 cm suuruiset kivet (Pohjois-Suomen vaarojen laella, joskus entisten rantojen paikoilla jne.), sekä louhikkomaista, joissa ainekset ovat yleensä yli 20 cm suuruisia lohkareita.

Kivisyys

Kivisyys arvioidaan harju- ja moreenisoramailla heti koealalle tultua *silmävaraisesti,* kolmena kivisyysluokkana, I = vähäkivinen (kiviä 0—30 % pinta-alasta), II = kivinen (kiviä 30—60 %), III = erittäin kivinen (kiviä 60+ %). Kivisyyden merkintä liitetään maalajin merkinnän yhteyteen, esim. mhk II = hiekkainen moreeni II kivisyysluokka.

Samoilla koealoilla, joilla tehdään puuston rodullinen tarkastus, suoritetaan kivisyyden mittaus teräspuikolla, joka on yksi linjan mittauksen mittatikuista. Mittaus tehdään kolmestatoista kohdasta: koealan keskipisteestä ja linjan suunnassa eteen- ja taaksepäin sekä kohtisuoraan linjaa vastaan kussakin suunnassa sädenauhan 1, 5 ja 10 aarin merkin kohdalta. Lomakkeeseen merkitään (pystyviiva kerrallaan), kuinka monessa kohdassa puikon painuma on 5 cm luokkia käyttäen 0 (= 0—2.5 cm), 5 (= 2.6—7.5 cm), 10, 15, 20, 25, 30+ cm. Näiden mittausten perusteella tarkistetaan myöhemmin linjakuvioilla silmävaraisesti suoritettu kivisyyden arviointi.

II. Välikoealat

Välikoeala otetaan täyskoealojen keskiväliltä, siis 500 m päästä kustakin täyskoealan paikasta, jos välikoealalle sattuu järeitä (d 1.3 18+ cm) puita. Koealan sijoittamiseksi kokonaisuudessaan samaan metsikköön tehdään tarvittaessa samanlainen keskuksen siirto kuin täyskoealoille. Siirtoa ei kuitenkaan saa tehdä sen takia, että siten haettaisiin koealalle järeitä puita, vaan nimenomaan ainoastaan äsken mainitusta syystä.

Välikoealan koko on sama 0.1 ha kuin täyskoealan täydellinen koko. Siinä suoritetaan seuraavat tehtävät samalla tavalla kuin täyskoealoilla:

1. järeiden puiden lukeminen, joka aloitetaan jo luokasta d 1.3 19 cm, koska siitä hitaasti kapenevista rungoista voidaan saada ainakin 18′ × 6″ tyvitukki;
2. mitataan tyvitukit ja arvioidaan latvatukit sekä mitataan koko pituus;
3. suoritetaan rodullinen arviointi ja sen tarkistusmittaukset, jos koeala sattuu tämän arvioinnin vaatimukset täyttävään metsikköön (vrt. s. 24); tällöin tehdään myös kivisyyden mittaus;
4. kairauksen perusteella määritetään ikäluokka, käyttäen s. 22 erotettuja luokkia;
5. suoritetaan kasvun vaihtelun tutkimista varten tarvittavien kairanlastujen otto, jos koeala sattuu tämän tehtävän edellyttämään metsikköön (vrt. s. 43);
6. tehdään lomakkeen yläosaan tarvittavat merkinnät.

Välikoealan kohta saa aina saman juoksevan numeron kuin sitä seuraava täyskoealan kohta. Jokaiselle välikoealalle, joka sattuu metsämaalle, käytetään oma lomakkeensa. Jos koealalle ei satu järeitä puita, merkitään: „järeitä puita ei ole". Koealan sattuessa muualle kuin metsämaalle käytetään numeroinnissa samaa menetelmää kuin täyskoealoille (vrt. s. 33).

Biologiset tutkimukset

Arvioimistyöhön liitetään biologisia tutkimuksia metsä- ja suokasveista ja niiden esiintymisestä, kasviyhdyskunnista sekä eräiden eläinlajien esiintymisestä. Näitä tutkimuksia suorittaa ryhmän biologi ja muutamien havaintojen teossa hänen apunaan ryhmän kompassimies. Tehtävä käsittää: A. yksityiskohtaiset tutkimukset täyskoealoilla sekä B. havainnot ja muistiinpanot linjalla koealojen välillä. Seuraavassa esitetään lyhyt luettelo tehtävistä, jotka on suunnitellut prof. V. K u j a l a muiden asiantuntijain kanssa neuvotellen ja joiden suorituksesta ryhmille jaetaan hänen laatimansa yksityiskohtaiset ohjeet. Biologiset tutkimukset tehdään ryhmän muun työn rinnalla ja sitä viivyttämättä.

A. Yksityiskohtaiset tutkimukset täyskoealoilla

I Metsämaalla

a. Täyskoealan keskelle sijoitettavalla 1 aarin alalla (= 5.64 m säteellä) suoritetaan seuraavat tutkimukset.

1. Eri putkilokasvi-, maasammal- ja maajäkälälajien peittävyys-%:n arviointi.
2. Ruutuarviointi, joka käsittää kasvillisuuden tarkemman analysoinnin 10:stä 1 m²:n suuruisesta ruudusta mutta ainoastaan niillä koealoilla, joilla tehdään puuston rodullinen arviointi.
3. Mustikan, puolukan ja kanervan varvuston valtakorkeuden mittaus.
4. Mustikan, puolukan, variksenmarjan, suomuuraimen ja mesimarjan ferttilisyysluokan arviointi.
5. Seinäsammal- ja poronjäkäläkerroksen paksuuden mittaus.

b. Koko täyskoealalla tehdään seuraavat tutkimukset.

6. Putkilokasvilajien luettelon täydentäminen koko koealaa koskevaksi.
7. Pensaston, varvuston, ruohoston, sammaliston ja jäkälistön peittävyys-%:n määrittäminen koko alalta.

8. Kuusen ja männyn neulasvuosikertojen lukumäärän laskenta yhdestä tai muutamasta puusta.
9. Katajamuotojen (sypressimäinen, puumainen, puolittain puumainen ja päärungoton pensas) määrittäminen.
10. Sydänlahojen esiintyminen (männyn ja kuusen kannoista).
11. Kääpälajien, „pakurin" ja koivun „tyvihalkeamalahon" toteaminen.
12. Tervasroson esiintyminen ja määrä.
13. Hirvituhojen „ „ „
14. Havaittujen lintulajien (peippo, järripeippo, metsätiainen ja lapintiainen) merkintä.
15. Metsä-kekomuurahaisen pesien lukumäärä.
16. Onko näkyvissä metsäpalon jälkiä ja montako vuotta siitä arviolta on kulunut.

II Puuttomilla soilla

1. Kasvillisuuden kuvaus täyskoealan kohdan keskelle sijoitetulta 1 aarin alalta.
2. Suomuuraimen (Rubus chamaemorus) ja mesimarjan (Rubus arcticus) ferttilisyyden määrittäminen.

B. Havainnot ja muistiinpanot linjalla koealojen välillä

1. Lomakkeeseen merkittyjen kasvilajien esiintyminen linjakuvioilla tai tavallisista lajeista niiden yleisyyden arvioiminen.
2. Visakoivun esiintymien merkitseminen, samoin pahkuramännyt, käärmekuuset yms. erikoisuudet.
3. Havaittujen riistalintujen (metso, teeri, pyy ja metsäkana) merkitseminen.
4. Pääasiallisesti lentävinä havaittujen petolintujen (kotka, hiirihaukka, kanahaukka) sekä korpin merkitseminen.
5. Seuraavista eläimistä merkitään havaittu yksilöluku ja mikäli mahdollista sen linjakuvion numero, jolla eläin on havaittu: närhi, kuusanka, harakka; palokärki, tikat (isotikka, valkoselkätikka, pikkutikka); kurki (suolla); orava, jänis, hirvi, kettu; rupikonna; vaskikäärme, kyykäärme, tarhakäärme.

ARVIOIMISRYHMIEN TOIMINNAN KÄYTÄNNÖLLINEN JÄRJESTELY

Arvioimisryhmän kokoonpano ja eri henkilöiden tehtävät

Aiemmasta on jo pääpiirtein selvinnyt arvioimisryhmän kokoonpano ja eri henkilöiden tehtävätkin. Täydellisyyden vuoksi ne kuvataan vielä seuraavassa.

Arvioimisryhmän johtaja

Arvioimisryhmän vastuullisena johtajana on metsänhoitaja. Hän suorittaa arvioimisen linjalla ja tekee lomakkeen edellyttämät merkinnät huolellisesti ja niin selvästi, ettei epäilystä niistä voi syntyä. Johtaja jakaa tehtävät linjalla ja koealalla apulaisilleen sopivaksi osoittautuvalla tavalla ja pitää silmällä, että jokainen suorittaa hänelle uskotut tehtävät huolellisesti ja tarkasti. Jos johtaja katsoo siihen olevan syytä, voidaan apulaisten tehtäviä ajoittain vaihtaa, jotta työ ei kävisi kovin yksitoikkoiseksi. Kuhunkin työhön koetetaan kuitenkin totuttaa siihen parhaiten sopiva apulainen.

Koealalla johtaja toimii kirjamiehenä, jollei hän jonkin muun tehtävän suorittamiseksi jätä puidenluvun kirjanpitoa kouluttamalleen apulaiselle. Kasvun kairausta ja mittausta sekä pituuden mittausta ja pituuskasvun arvioimista on erityisesti pidettävä silmällä, jollei johtaja itse ehdi niitä tehdä. Johtaja arvioi koepuun latvuskerroksen sekä suorittaa tukkipuiden pystyyn arvioinnin, paitsi jos sen joku apulaisista kokeneena oppii hyvin tekemään. Rodullisen arvioinnin johtaja suorittaa itse, mutta koealalla sitäkin koskevat mittaukset voidaan jättää siihen koulutettavalle apulaiselle. Koeleimauksessa poistettaviksi merkittävät puut osoittaa johtaja.

Ryhmänjohtajan on ennen työn varsinaista aloittamista tarkoin selostettava tehtävät apulaisilleen ja opetettava heidät niiden suorittamiseen, ensin linja-arviointiin ja sitten kunkinlaisilla koealoilla niiden tehtäviin.

Biologi

Biologi suorittaa ohjeiden mukaisesti biologiset tutkimukset ja havainnot linjoilla ja koealoilla sekä huolehtii niitä koskevista näytteistä.

Kompassimies

Kompassimies kulkee puuston tiheyden mukaan vaihdellen 10—50 m mittamiesten edellä, heidän näkyvistään katoamatta. Hän määrittää kompassillaan, karttaan merkittyjen astelukujen perusteella, linjan suunnan. Pitkin matkaa hän tarkkailee magnetometrillä mahdollisia kompassihäiriöitä ja ilmoittaa sellaisesta heti ryhmänjohtajalle. Koealalla kompassimies toimii ryhmänjohtajan osoituksen mukaisesti avustajana. Hänen tulee hyvin huolehtia työvälineidensä säilymisestä ja hoidosta.

Mittamiehet

Mittamiehet suorittavat jatkuvasti ja tarkoin linjan mittausta mittanauhalla, ilmoittaen aina ryhmänjohtajan osoittamassa kohdassa kuvion päättymisen: paalua, tikkua ja metriä. Etu-mittamies pitää kompassimiehen kulun mukaisesti silmällä linjan oikeata suuntaa; taka-mittamies huolehtii jokaisen uuden „paalun" (kuljetun 200 m) merkinnästä kirjaansa ja sen ilmoittamisesta ryhmänjohtajalle sekä tarvittaessa kivisyyden koemittauksista linjalla. Mittamiehet suorittavat koealalla tehtäviä ryhmänjohtajan osoituksen mukaisesti ja huolehtivat hyvin työvälineidensä säilymisestä ja hoidosta.

Ryhmänjohtajan apumies

Tämä neljäs apumies kulkee johtajan lähettyvillä ja suorittaa hänen määräyksestään linjalla tapahtuvan arvioinnin tueksi puiden ikää ja pituutta ynnä tarvittaessa sädekasvua ym. koskevia mittauksia sekä tekee suon syvyyden mittaukset. Hän huolehtii näihin tehtäviin tarvittavien työvälineiden säilymisestä ja hoidosta. Ryhmänjohtajan määräyksestä hän huolehtii muidenkin työvälineiden ja tarpeiden ynnä lomakkeiden ja lastukotelojen sekä johtajan yksityistavarainkin kantamisesta yhdessä toisten apulaisten kanssa. Silloin kun opasta ei ole, tätä apulaista voidaan parhaiten käyttää muonan ja, milloin se on ennakolta mahdollista, majapaikankin hankkimiseen.

Opas

Tarvittaessa ryhmänjohtaja voi palkata, yleensä lyhyille matkoille kerrallaan, paikkakuntaa ja erityisesti maanomistusta tuntevan oppaan, joka

avustaa myös majapaikan haussa, ryhmän ja työvälineiden kuljetuksessa veneellä, autolla jne. Ryhmänjohtaja voi antaa hänelle muitakin tehtäviä sekä välineiden kantamista yms. Tähän tarkoitukseen olisi varmaan usein erityisen sopiva ennakolta pyydettynä esim. kunnan metsänhoitoyhdistyksen teknikko.

Apumiehet sitoutuvat työhön koko kesäkaudeksi; silloin heille maksetaan myös matkakulut työn alkaessa kotoa työpaikalle ja työn päätyttyä takaisin kotiin. Jos apumies rikkoo sitoumuksensa tai työstä luopumiseen on syynä sairastuminen tai erottaminen, on hänen palkastaan ja matkakustannuksistaan sovittava työn johdon kanssa. Työn alkaessa sovittava kk-palkka tarkoittaa koko kesäkaudeksi sitoutuvia.

Työvälineistö ja sen hoito

Jokaisella arvioimisryhmällä on oleva seuraavanlainen työvälineistö ja varusteet.

1. Työohjeet 2 kpl. ja apuvihkoset.
2. Seuraavat linjakartat: kaistaleet yleiskartasta mittakaavassa 1: 400 000 ja taloudellisesta kartasta m.k. 1: 100 000 tahi topografisesta kartasta tai pitäjänkartasta, milloin sellainen on ollut saatavissa sekä postikartan kaistale, josta nähdään linjan lähelle sattuvat postitoimipaikat. — Karttakirja m.k. 1: 400 000.
3. Selluloidinen karttakotelo karttoja varten.
4. Arvioimis- ja koealanlomakevihkoja sellainen määrä, ettei niiden puutteessa tapahdu keskeytystä työn kulussa.
5. Kompasseja 2 kpl.: yksi „Suunto"-bussoli ja yksi „Suunto"-kompassi.
6. Magnetometri kompassin poikkeamien tarkempaa määrittämistä varten.
7. Mittanauhoja kehyksineen 3 kpl.: 2 kpl. 20 m nauhaa matkan mittausta sekä yksi 2 m nauha suurien puiden ympäryksen ja sen perusteella läpimitan ym. mittausta varten.
8. Mittatikut 10 kpl., joista yhtä käytetään maan kivisyyden tutkimiseen.
9. Käyräkaulaimia 2 kpl.: 1 kpl. rinnankorkeudelta ja 1 kpl. ylempää tapahtuvaan mittaamiseen.
10. Kuorimittareita 2 kpl.
11. Pituusmittareita (Lönnrothin mallia) 2 kpl.
12. 5 m tanko (2-osainen) pituusmittauksia varten sekä varsikaulaimen varreksi.
13. Kasvukairoja 2 kpl. varatikkuineen: 1 kpl. 250 tai 300 mm ikää ja periodisuutta koskevien pitkien lastujen ottoa varten sekä 1 kpl. 100 mm kasvun laskemiseksi otettavia lyhyitä lastuja varten.
14. Kasvuvasara kasvulastujen ottamiseen ohutkuorisista puista.
15. Suurennuslaseja 2 kpl.
16. Kasvulastujen säilytys- ja lähetyspahveja laatikkoineen sekä kuminauhoja ja kirjekuoria niitä varten.
17. Ympyräkoealan sädenauha (tämän mahdollista venymistä ja sädemerkkien paikoiltaan siirtymistä on koemittauksin tarkkailtava).
18. Värivasaroita 2 kpl. varasihteineen puidenlukua varten.
19. 4 m suorassi (2-osainen) soiden syvyyden tutkimiseen.

20. Pieni lapio maalajien tutkimiseen koealoilla ja näytteiden ottamiseen soista.
21. Nahkalaukkuja 2—3 kpl. karttoja, lomakkeita ja työvälineitä varten.
22. Tiedoituskortteja työn kulusta ja suunnitteluista tehtäviä ilmoituksia varten.
23. Merkkilippuja linjankohdan ja kaadettujen puiden merkitsemiseksi sekä nastoja merkkien kiinnittämistä varten.
24. Kirjekuoria ja -paperia sekä pergaminipaperia.
25. Palkkausluetteloja, kuittikirjoja, matkalaskulomakkeita ja pidätystodistuksia tilityksiä varten sekä lomakkeita tapaturmailmoituksia varten.
26. Kyniä (väri-, kosmos- ja lyijy-) sekä kumeja.
27. „Ensiapu"-pakkaus välttämättömine lääkeaineineen.
28. Leimasin.
29. Kirves nahkakoteloineen.
30. Telttoja 1—2 kpl.
31. Pihdit ja viila korjausvälineiksi.
32. Voiderasia työvälineiden hoitoa varten.
33. Nuorakerä.
34. Kiikari havupuiden pituuskasvun arvioimista, koivulajien erottamista ym. varten.
35. Puukko.

Henkilökohtaisista varusteista, kuten vaate- ja ruokailutarpeista, huolehtii kukin itse. Kun jokainen työryhmän jäsen joutuu aina kantamaan osan työvälineistä henkilökohtaisten varusteittensa lisäksi, olisi viimeksi mainitut rajoitettava vain aivan välttämättömiin.

Uusia lomakekirjoja, karttoja ja työvälineitä tilataan tiedoituskortissa tai kirjeessä. Työvälineitä on käsiteltävä ja hoidettava huolellisesti ja varottava niitä kadottamasta. Erityisesti mainittakoon, että „Suunto"-bussolit särkyvät helposti tärähdyksistä, joten niitä on käsiteltävä varovasti. Kasvukairat, kuorimittarit ym. pienet työvälineet sekä kynät ja kumit on varustettava kiinnipitonuorilla. Milloin jokin työväline kaikesta huolenpidosta huolimatta särkyy tai katoaa, on uutta välinettä tilattaessa lähetettävä selostus tapahtuneesta vahingosta.

Palkkojen maksu ja tilitys

Arvioimisryhmän johtajan ja hänen vakinaisten apuriensa peruspalkat maksaa metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kassanhoitaja, joka lähettää ne kullekin palkansaajalle kuukauden alussa postisiirron välityksellä ryhmänjohtajan hyvissä ajoin ilmoittamaan postitoimistoon. Tätä varten on jokaisen töiden alkaessa toimitettava verokirjansa tutkimuslaitoksen kassaan. Päivärahansa ja mahdolliset matkakustannuksensa ryhmänjohtaja perii kuukausittain laatimallaan laskulla käyttämällä tutkimuslaitoksesta saatavaa matkalaskulomaketta. Apurit laativat kukin oman laskunsa vain työn alku- ja loppuvaiheessa, jolloin heillä on erilaiset matkakustannukset, jota vastoin muina kuukausina ryhmänjohtaja laatii apurien päivärahoista ja matkakustannuksista yhteisen laskelman matkalaskulomakkeelle. Kuukausien vaihteessa tutkimuslaitokseen lähetetyt matkalaskut maksetaan postisiirron välityksellä.

Tilapäisten apurien palkkiot suorittaa ryhmänjohtaja käyttämällä tutkimuslaitoksen palkkaluetteloja, jotka kaksoiskappalein ja kahden vakinaisen

apurin oikeaksi todistamina lähetetään kuukausittain kassanhoitajalle. Palkkausluettelon laadinnassa on otettava huomioon seuraavat seikat.

Palkasta veroja varten pidätettävän määrän suuruus nähdään kunkin palkansaajan verokirjaan liitetystä pidätystaulukosta. Jos verokirjaa ei esitetä, lasketaan pidätysmäärä seuraavasti: 500—2000 mk:n tulosta 10 %, 2001—8000 mk:n tulosta 20 % ja yli 8000 mk:n menevästä tulosta 30 %. Lapsilisä- ja kansaneläkemaksuksi merkitään 5 mk jokaiselta palkkasumman täydeltä sadalta markalta. Näitä maksuja ei peritä työntekijöiltä, vaan tutkimuslaitos suorittaa ne aikanaan työntekijöittensä puolesta lääninrahastoon. Maksetun palkan määrä, pidätysmäärä ja lapsilisämaksu on merkittävä palkansaajan verokirjaan ja maksajaksi merkitään metsätieteellinen tutkimuslaitos erityistä leimasinta käyttämällä. Verokirjan puuttuessa mainitut merkinnät tehdään erityiseen pidätystodistukseen, jonka alkuperäinen kappale annetaan työntekijälle ja jäljennös toimitetaan tutkimuslaitoksen kassaan. Verokirjastakin on aina merkittävä muistiin työntekijän nimi, syntymäaika ja verotuspaikkakunta, koska tutkimuslaitoksen on annettava verotuslautakunnille tiedot kaikista maksamistaan palkoista.

Suorittaessaan maksuja auto-, vene- ym. kyydeistä sekä työvälineiden kuljetuksista ja niihin verrattavista, on ryhmänjohtajan käytettävä hallussaan olevaa kuittikirjaa ja otettava maksun saajan kuittaus asianomaiseen laskuun.



Kuva 7. Paikan sivuuttamisajan osoittava merkkilippu kiinnitetään pylvääseen.

Ryhmänjohtajan joutuessa korjauttamaan työvälineitä tai tehdessä työtarvikeostoja, on hänen aina otettava suorituksistaan asianmukaisesti kuitattu lasku, sillä pelkät kassakuitit eivät kelpaa tutkimuslaitoksen kirjanpidossa. Laskut lähetetään muiden tilitysten yhteydessä tutkimuslaitoksen kassaan.

Edellä mainittuja ryhmänjohtajan suoritettavaksi jääviä maksuja varten hän saa tutkimuslaitoksen kassasta töiden alkaessa etumaksua. Tämä summa säilyy hänellä käteiskassana töiden loppuun saakka, sillä lähettäessään kuukausien vaihteessa tutkimuslaitoksen kassaan palkkausluetteloja ym. menotositteita, lähetetään hänelle aina niiden osoittama rahamäärä. Mikäli töiden alussa annettu ennakko osoittautuu liian pieneksi, voi ryhmänjohtaja tilata sitä lisää antamalla uuden kuitin.

Tiedoitukset työn edistymisestä ja ohjaus

Arvioimisryhmän johtajan tulee lähettää joka sunnuntaina tai lähimpänä mahdollisena päivänä oheisen mallin mukaisella tiedoituskortilla selonteko kuluneen viikon työstä. Saman kortin toiseen puoliskoon hahmoitel-

laan suunnittelu seuraavan viikon työn todennäköisestä edistymisestä, mikä on tarkoitettu helpottamaan ryhmän tavoittamista ohjausta varten. Samassa tarkoituksessa ryhmä kiinnittää oheisen mallin mukaisia painettuja merkkilippuja näkyvästi puihin, pylväisiin yms. maantien ja rautatien varsille. Ryhmää tavoittava työn ohjaaja voi niiden avulla saavuttaa ryhmän.

Tiedoituskortti

Linjan n:o ....., osan kirj. ..... Kulkusuunta .....

Kulunut viikko 18/6—24/6		Ensi viikolla 25/6—1/7 arvioidaan oltavan:
Päivä	Kuljettu linjaa	
M	5.5 km	
Ti	6.0 „	Helsingin—Lahden rautatiellä
K	4.9 „	
To	6.8 „	Lahden—Hollolan maantiellä
P	(sadetta) 4.2 „	
L	5.6 „	Urajärven kylässä
S	Yht. 33.0 km	„

Osoite 30/6 saakka: Heinola. Postitoimisto.

Arvioimisryhmän johtaja .....

Merkkilippu

VALTAKUNNAN METSIEN ARVIOIMINEN

Linjan n:o ....., osan kirj. ..... Kulkusuunta .....
Paikka sivuutettu / klo
Arvioimisryhmän johtaja .....

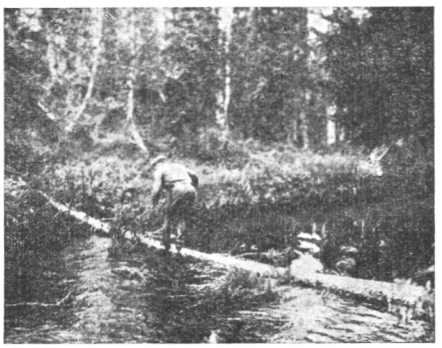
Muita määräyksiä

Valtakunnan metsien arviointi on pidettävä hyvässä maineessa. Mitään sellaista ei saa tapahtua, joka sitä pilaisi. Arvioimisryhmän johtajan on valvottava, että apulaiset aina käyttäytyvät kaikin puolin moitteettomasti. Jos pahanlaatuinen rikkomus tapahtuu, ryhmänjohtaja voi heti erottaa apulaisen, samalla ilmoittaen tapahtumasta tutkimuslaitokseen. Tutkimuslaitoksen puolesta koetetaan monella tavalla tehdä valtakunnan metsien arviointia ja sen tarkoitusta tunnetuksi siinä toivossa, että siten helpotettaisiin arvioimisryhmien työtä sekä majapaikan ja ruuan saantia.

Tulta on erityisesti varottava. Olisi anteeksi antamatonta ja suuri häpeä, jos valtakunnan metsiä arvioiva työryhmä aiheuttaisi metsäpalon,

vaikkapa pienenkin. Sellaisen aiheuttajan ei voida sallia jatkaa työtä. Yöpymis- ja ruokailupaikoissa tehdyt tulet on niin huolellisesti hoidettava ja niin perusteellisesti sammutettava, ettei mitään epäilystä saa jäädä tulen mahdollisesta irtipääsystä. Tupakanpolttoa voidaan sallia vain levähdyskohdissa ja silloinkin suurinta varovaisuutta noudattaen. Ei edes sadesäällä saa tupakoida kulkiessa, sillä siitä syntyisi helposti poutasäällekin jatkuva tottumus. Ryhmänjohtajan tulee olla tässä suhteessa erittäin ankara ja tarkka.





Kuva 8. Varovaisuus vesien ylityksessä!

P u i d e n k a a d o s s a tulen tekoa tai ojan yli menoa tms. varten on meneteltävä säästeliäästi ja varovaisesti. Tällaisten puiden kaatoon pyydetään valtion ja yhtiöiden metsien osalta lupa ennen työn alkamista; valtavasti suurimman omistajaryhmän, yksityisten, osalta sitä ei voida tehdä. Vain kuivia ja laadultaan huonoja puita voidaan kaataa ja aina on kiinnitettävä puun kantoon oheisen mallin mukainen ilmoituslippu. Jos omistaja (myös valtion hoitoalue ja yhtiö) saadaan selville, lähetetään asianomaiselle samanlainen lippu.

Kaadetun puun ilmoituslippu.

Tämän metsän omistajalle!

Tämä puu oli tästä kulkeneen valtakunnan metsien arvioinnin työryhmän (ryhmän johtaja metsänhoitaja .....
.....) pakko kaataa .....
..... varten.
Puu oli rinnankorkeudelta ..... sm:n vahvuinen ja laadultaan
.....
Mikäli vaaditte korvauksen puun arvosta, joka arvioidaan .....
mk:ksi, toimitetaan se Teille, jos lähetätte vaatimuksenne ohella tämän lipun ja samalla osoitteenne kunnanmetsälautakunnan kautta Metsätieteelliselle tutkimuslaitokselle, Unioninkatu 40 A, Helsinki.

Viljelysmaiden yli kuljettaessa on varottava kasvavan viljan sotkemista. Jos isäntäväkeä nähdään, on neuvoteltava ylitystavasta. Kaikessa on vältettävä minkäänlaisen ristiriidan syntymistä maan omistajan kanssa ja pyrittävä selittämään työn tarkoitus. Aitojen yli on samoin varovasti mentävä.

Majapaikan suhteen ei voida muuta neuvoa antaa kuin, että sitä on linjan varresta haettava taikka sitten on turvaannuttava arvioimisryhmille varattuihin telttoihin. Teltoissa yöpymisestä (suotuisalla säällä) on se etu, ettei tarvitse odottaa ruokaa aamulla ja illalla enempää kuin itse haluaa. Linjan varteen sattuvista metsäkämpistä ja -saunoista olisi koetettava ottaa selvää ennakolta majapaikoissa.

Tapaturman sattuessa on ensiksi otettava apua ensiapuvälineistä. Vakavammassa tapauksessa ja sairauden sattuessa on koetettava hankkia kaikki mahdollinen apu ja tarvittaessa ilmoitettava asiasta tutkimuslaitokseen tapaturman ilmoituslomakkeilla.





Kuva 9. Arvioimisryhmillä on yöpymisen helpottamiseksi teltat.

On pyrittävä jokaisena iltana saattamaan täyteen kuntoon päivän lomakkeet sekä tarkastamaan ja puhdistamaan työvälineet. Postin läheisyyteen sattuvista majapaikoista lähetetään täytetyt lomakevihkot ja kairanlastukotelot sekä kasvilajien näytepussit ja soiden pohjasta otetut näytteet viivyttämättä. Ryhmänjohtajan itsensä tai luotettavan apulaisen on saatettava lähetykset postiin ja on niistä sekä tililähetyksistä aina saatava vastaanotosta kuittaus. Jokaisessa lähetyksessä on oleva ryhmän juokseva lähetysnumero, leima ja ryhmänjohtajan nimi. Lähetyksistä ilmoitetaan säännöllisesti lähimmässä tiedoituskortissa, jotta tutkimuslaitoksessa voidaan seurata niiden perille tuloa.

Jos ryhmänjohtajalla on valokuvauskone, tutkimuslaitos lunastaa mielellään kuvia.

Normaalityöpäivä on keskimäärin oleva 9 tuntia, ruokailuajat silloin vähennettyinä, lauantaisin tuntia lyhyempi. Joka toinen lauantai voidaan pitää vapaana „pyykki-, korjaus- yms. päivänä". Hyvällä säällä saattaa olla sopivaa työskennellä hieman pitempään ja vastaavasti levähtää sopivassa paikassa.

Puhelintiedoituksia varten on Helsingissä tutkimuslaitoksessa aina joku vastaamassa: päivisin kesä—elokuussa klo 9—15 (lauantaisin

9—13), syyskuun alusta klo 9—16 (lauantaisin 9—13) numerossa 61 401, sekä iltaisin maanantaina, keskiviikkona ja perjantaina klo 18.30—20.30 numerossa 61 405.

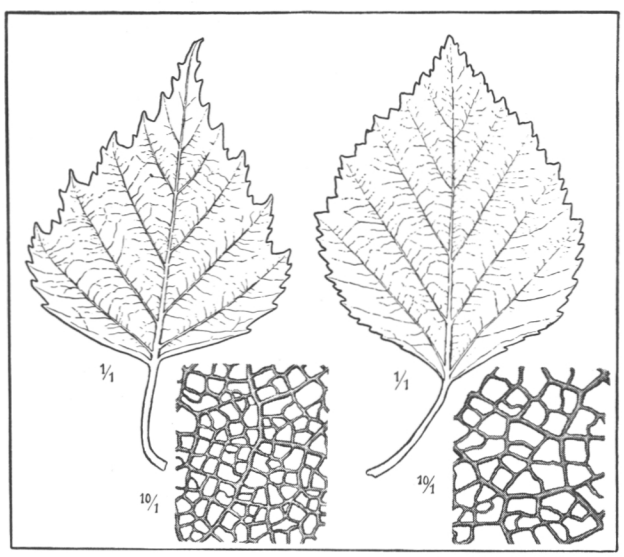
LIITTEET

Rauduskoivun ja hieskoivun erottaminen toisistaan

Puumaiset koivulajimme, rauduskoivu (Betula verrucosa) ja hieskoivu (B. pubescens) eroavat morfologisesti hyvinkin monessa suhteessa toisistaan. Pääeroavuudet kuvataan seuraavassa V. Kujalan ja R. Sarvaksen esittäminä.

Varmoja eroja on vain muutama. Tärkein on lehden erilainen muoto ja rakenne.

Rauduskoivun lehden lapa on muodoltaan kolmiomainen, lehden kärki on pitkä ja kapeasuippuinen. Lehden hammastus on tavallisesti selvästi toissahainen (harvassa isoja hampaita, joiden kupeissa pienempiä). Lapa rajoittuu usein miltei suorassa kulmassa ruotiin, mutta latvuksen yläosassa ja oksien kärjissä lehdet voivat kuitenkin olla varsin kapeakantaisiakin ja ovat muutenkin muodoltaan vähemmän tyypillisiä. Lehden ruoti on pitkä ja ohut. Lehdet ovat täysikasvuisina väriltään harmahtavan vihreät, kaljut ja lujaa sitkeätä solukkoa, minkä vuoksi ne kädessä tuntuvat suhteellisen ohuilta ja kiinteiltä.



Kuva 10. Rauduskoivun (vasemmalla) ja hieskoivun (oikealla) lehti. Lehden viereen piirretty osa suoniverkkoa 3-kertaa suurennettuna. Rauduksen suoniverkko on tiheämpää kuin hieksen.

Hieskoivun lehden lavan muoto vaihtelee enemmän. Tavallisimmin se on soikea, ja kärkisuippu puuttuu. Lehden hammastus on yksinkertainen. Tyypillisimmät lehdet löytyvät hieskoivustakin puun latvuksen alaoksien keskipaikkeilta; oksien kärjissä ja varsinkin latvan huipussa lehdet voivat olla

melkoisesti erilaisia ja harhaan johtaviakin. Lehtiruoti on lyhyempi ja leveämpi kuin rauduskoivulla. Lehtisolukko on suhteellisen paksua ja löyhempää kuin rauduskoivulla. Lehden väri on puhtaan vihreä tai hieman kellertävän vihreä.

Toisen kutakuinkin varman tuntomerkin tarjoavat nuorien puiden kasvaimet ja vanhojen puiden tyvi- tai runkovesat.

Rauduskoivun kasvaimet ovat runsaiden nk. pihkanystyjen johdosta karkeita, mutta kaljuja. Hieskoivun kasvaimissa ei pihkanystyjä ole, mutta ne ovat hienokarvaisia. N. 10—15 vuotta vanhemmissa puissa nämä tuntomerkit kuitenkin menettävät luotettavuutensa, koska sekä raudus- että hieskoivun kasvaimet vanhemmissa puissa käyvät sileiksi ja kaljuiksi. Jos sitä vastoin vanhojen puiden tyvellä tai rungossa tavataan vesoja niin nystyisyys on yleensä varma rauduskoivun ja karvaisuus varma hieskoivun merkki.

Muista vähemmän käyttökelpoisista tuntomerkeistä on mainittava erityisesti kaarnahalkeamat. Vanhojen puiden rungon tyvellä tavattavat pystysuuntaiset, syvät kaarnahalkeamat ovat rauduskoivun tunnus. Sitä vastoin sileä tyvi voi olla joko raudus- tai hieskoivun. Erityisesti maan pohjoispuoliskossa rauduskoivukin on sileäkaarnaista.

Aputaulukko puuston kuutiomäärän silmävaraiselle arvioimiselle

Valtapituus, m	Mänty-						Kuusi-						Koivu-						Valtapituus, m
	valtainen metsä																		
	Tiheys																		
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
	Kuutiomäärä kuorineen, m³/ha																		
5	13	15	17	20	23	26	14	15	15	16	16	17	3	5	7	9	11	14	5
6	16	19	22	25	29	32	16	18	19	21	22	23	7	9	11	13	16	20	6
7	20	23	27	31	36	40	19	21	23	26	28	30	11	14	17	20	23	27	7
8	24	28	32	37	43	48	23	26	29	32	35	38	16	20	23	27	30	34	8
9	29	34	39	45	52	58	27	31	35	40	44	48	22	26	30	34	39	44	9
10	34	40	46	53	61	68	31	36	42	48	53	59	29	33	37	42	48	53	10
11	40	46	53	61	70	79	36	43	50	57	64	71	35	40	44	50	57	64	11
12	46	53	61	70	80	91	42	50	58	67	76	85	42	47	52	59	67	76	12
13	53	61	70	80	92	104	49	58	68	78	89	100	48	54	61	69	78	88	13
14	60	69	80	92	105	118	56	66	78	90	102	115	55	62	70	79	90	101	14
15	67	78	90	104	119	133	64	76	88	102	116	131	61	69	78	89	102	116	15
16	75	88	102	118	134	149	72	86	100	114	130	147	67	76	87	100	115	131	16
17	84	98	114	132	149	166	82	97	112	128	146	165	74	85	98	113	130	148	17
18	94	109	127	146	165	184	92	108	125	143	163	183	80	94	109	126	145	165	18
19	104	121	140	161	182	202	102	121	140	160	181	203	87	104	121	140	161	184	19
20	115	134	154	177	199	220	112	134	155	177	200	224	94	114	134	154	177	203	20
21	127	147	169	193	216	240	124	148	171	195	220	245		125	146	169	195	224	21
22	140	162	185	210	235	261	136	162	188	214	240	266	—	137	159	185	214	246	22
23	153	177	202	228	255	283	150	178	206	234	262	288	—	151	174	202	235	270	23
24	167	192	219	246	275	306	164	195	225	255	284	312	—	166	192	221	256	296	24
25	182	208	236	265	296	329	179	213	246	278	308	336	—	—	—	—	—	—	25
26	198	225	254	284	317	352	195	231	267	301	333	364	—	—	—	—	—	—	26

Aputaulukko puuston kuutiokasvusadanneksen likimääräiselle arvioimiselle.

Ikä v.	*Mänty*valtainen puusto				*Kuusi*valtainen puusto				*Koivu*valtainen puusto				Ikä v.
	Kasvulliset metsämaat			Huonokasv. metsämaat keskim.	Kasvulliset metsämaat			Huonokasv. metsämaat keskim.	Kasvulliset metsämaat			Huonokasv. metsämaat keskim.	
	Puuston tiheysluokka				Tiheysluokka				Tiheysluokka				
	0.6—0.7	0.8—1.0	Luonnon normaali		0.6—0.7	0.8—1.0	Luonnon normaali		0.6—0.7	0.8—1.0	Luonnon normaali		
	Kuutiokasvusadannes *kuorellisen* puuston kuutiomäärästä												
	Suomen eteläpuolisko												
20	13.4	13.4	9.5	7.4	13.6	13.6	12.8	10.2	12.6	12.6	11.0	9.0	20
25	9.0	9.0	7.4	5.8	9.1	9.1	9.7	7.7	8.6	8.6	8.7	7.0	25
30	6.7	6.7	5.9	4.8	7.0	6.8	7.8	6.6	6.9	6.4	7.2	5.9	30
35	5.9	5.7	5.0	4.1	6.3	6.0	6.2	5.8	6.1	5.5	5.8	5.3	35
40	5.2	4.8	4.3	3.7	5.8	5.5	5.3	5.1	5.4	4.9	4.9	4.8	40
45	4.6	4.1	3.8	3.4	5.3	5.0	4.5	4.6	4.9	4.5	4.3	4.3	45
50	4.1	3.5	3.3	3.2	4.9	4.5	3.8	4.2	4.5	4.1	3.7	4.0	50
60	3.3	2.8	2.5	2.9	4.1	3.7	2.8	3.5	3.7	3.5	2.6	3.4	60
70	2.8	2.2	2.0	2.7	3.4	3.0	2.2	3.2	3.2	2.9	1.8	3.0	70
80	2.4	1.9	1.6	2.4	3.0	2.6	1.7	2.9	2.8	2.5	1.1	2.7	80
90	2.2	1.7	1.3	2.0	2.7	2.4	1.4	2.6	2.6	2.3	0.5	2.3	90
100	1.8	1.5	1.0	1.8	2.4	2.2	1.1	2.3	—	—	—	2.0	100
110	1.5	1.3	0.7	1.6	2.2	2.0	0.8	2.0	—	—	—	—	110
120	1.2	1.1	0.5	1.5	1.9	1.7	0.6	1.7	—	—	—	—	120
140	—	—	—	1.3	—	—	—	1.4	—	—	—	—	140
160	—	—	—	1.2	—	—	—	1.3	—	—	—	—	160
	Suomen pohjoispuolisko[1])												
25	6.7	6.7	n. 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
30	6.1	6.0	6.0	5.3	6.3	6.3	—	5.3	—	—	—	—	30
35	5.5	5.4	5.0	4.7	5.6	5.6	—	4.7	—	—	—	—	35
40	4.9	4.7	4.3	4.2	5.1	5.1	—	4.2	—	—	—	—	40
45	4.3	4.1	3.8	3.8	4.7	4.6	—	3.8	—	—	—	—	45
50	3.8	3.5	3.4	3.5	4.3	4.2	—	3.5	—	—	—	—	50
60	3.2	2.8	2.7	3.1	3.7	3.5	—	3.1	—	—	—	—	60
70	2.8	2.4	2.1	2.8	3.1	2.9	—	2.8	—	—	—	—	70
80	2.5	2.1	1.7	2.5	2.6	2.4	—	2.5	—	—	—	—	80
90	2.3	1.9	1.5	2.2	2.2	2.0	—	2.2	—	—	—	—	90
100	2.1	1.7	1.4	1.9	2.0	1.8	—	1.9	—	—	—	—	100
120	1.8	1.5	1.1	1.6	1.7	1.5	—	1.6	—	—	—	—	120
140	1.6	1.4	0.9	1.5	1.5	1.3	—	1.5	—	—	—	—	140
160	1.4	1.2	0.8	1.4	1.3	1.1	—	1.4	—	—	—	—	160
180	1.3	1.1	0.8	1.2	1.1	1.0	—	1.2	—	—	—	—	180
200	1.2	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	—	1.0	—	—	—	—	200

[1]) Tiheysluokat ovat 0.5—0.7 ja 0.8—1.0. Kuusen ja koivun taulukko yhteinen.

Korjauksia ja lisäyksiä

Sen jälkeen, kun edellisessä esitettyjä työohjeita oli kokeiltu arvioimisryhmien harjoitteluissa maastossa, on tehty seuraavat korjaukset ja lisäykset.

Suot s. 19. Muuttumista ja ojikoista merkitään plus asianomaisen muuttuman tai ojikon ruutuun ja nykyinen suotyyppi lomakkeen alareunan huomautuksiin (suotyypin merkki). — Ojituksen tulosta arvosteltaessa voidaan käyttää seuraavaa vertailua: hyvä = MT tai parempi, tyydyttävä = VT, heikko = CT. — Arvioimislomakkeessa ojan kunto *tyydyttävä* korjataan *välttäväksi*, koska tyydyttävä ja hyvä on yhdistetty 1. ryhmäksi.

Puuston rodullinen arviointi s. 24. Keskimääräinen karsiutumiskorkeus arvioidaan silmävaraisesti jokaisessa rodullisen tutkimuksen linjametsikössä; luku liitetään välittömästi plus-, minus- tai norm.-merkin jälkeen arvioimislomakkeen oikean yläkulman huomautuksiin.

Metsänhoidollinen tila s. 26. I luokka „Hyvät metsiköt" jaetaan kahdeksi alaluokaksi: I a (lomakkeeseen ruutuun *Hyvä* merkki +) metsänhoidollisesti hyvin käsitellyt ja yleensä käytännöllisesti katsoen normaalitiheät metsiköt sekä I b (lomakkeeseen ruutuun *Hyvä* merkki —) metsänhoidollisesti tyydyttävästi käsitellyt metsiköt, joiden käsittelyssä selvästi esiintyy puutteellisuutta, mutta joita ei voida viedä luokkiin II—VIII; käytännöllisesti katsoen yleensä normaali tai lähes normaali tiheys. Uudistusaloilla tiheys on tietenkin pienempi. Jos metsikkö on „hyvä" tai „tyydyttävä" mutta tiheys niin paljon alle normaalin, että metsikkö tarvitsee lepoa ainakin 15-vuotiskauden I:n jakson, tehdään merkintä ruutuun III Lepoa tarvitseva.

II:n luokan selitys täydennetään seuraavasti: *Hoitoa vaille jääneet metsiköt* (yleensä = laiminlyödyt metsiköt; syrjäisimmillä seuduilla ja suoja-alueilla ei voida arvostella yhtä ankarasti kuin muualla), joissa tarpeelliset toimenpiteet ilmeisesti ovat syystä tai toisesta jääneet suorittamatta — — (= ohjeissa).

Metsikön uudistus s. 29. Täydennetään seuraavasti: *1. Avohakkaus.* Vanhan puuston (lukuun ottamatta tarpeellista verhopuustoa) täydellinen poistaminen — — (= ohjeissa) — — metsänviljelyineen (joka merkitään metsänviljelyn ruutuun); myös kaistahakkaus — — (= ohjeissa). — 2. Siemenpuu- ja suojuspuuhakkausaloilla tarpeelliseksi katsottu maanpinnan valmistaminen (hiekkamaalla ei yleensä tarpeen) merkitään tämän ruutuun; raivaus sitä vastoin sisällytetään hakkaukseen, joten sitä ei tällöin raivauksen ruutuun merkitä.

Sivu 38. Kappaleen „b. Kuusitukit" jälkeen lisätään: c. Haapa-, tervaleppä- yms. tukit. Jako-ohjeet samat kuin havupuille, ilman laatuluokitusta.

Koepuut s. 41. Kasvu kairataan yleensä n. ⅔:sta koepuita, kuitenkin vähintään 8:sta puusta. — S. 42. Täydennetään: 8. Latvuskerros (lehtipuille): I = päävaltapuu — — (= ohjeissa). — S. 43. Kasvun vaihtelun tutkiminen. Tällaisia „periodilastuja" otetaan riittävän aineiston saantia silmällä pitäen myös koealojen väliltä linjametsiköistä silloin, kun siihen soveltuva luonnontilainen metsikkö tavataan. Jos „periodilastu" katkeaa, tehdään kosmoskynällä kumpaankin osaan yhteen kuulumista osoittava merkki. Jos lastusta irtaantuu kuori, tehdään pintapäähän merkki, joka osoittaa lastun muuten täydelliseksi.

Maan pinnan kaltevuus s. 43. Kaltevuuden suunta merkitään E = etelään, P, L, I.

II. Välikoealat s. 45. Poistetaan kohta 2, mutta järeistä puista tehdään kuitenkin pituus- ja kapenemismittauksia, joskin vähemmän kuin täyskoealoilla. Välikoealan lomakkeeseen voi siis tukkeihin jakoa koskeville riveille tulla vain rodullisen arvioinnin merkintöjä.

THIRD NATIONAL SURVEY OF THE FORESTS OF FINLAND PLAN AND INSTRUCTIONS FOR FIELD WORK

SUMMARY IN ENGLISH

Introduction

The period between the First National Forest Survey of Finland, carried out in 1921—1924 — the years after the First World War — and the Second National Forest Survey carried out in 1936—1938 — the years preceding the Second World War — was for Finland a period of unprecedented prosperity in all cultural and economic life. It was brought about by the great national wealth of Finland: the forests, which were severely tried to effect this rise. Comparison of the results of the two surveys showed that, broadly speaking, the forest resources of the country stood the test. The results illustrated in detail the development of the condition of the country's forest resources and forests in this 15-year period, and provided a basis for the future planning of forestry and for efforts at improving the condition of forests.

1951 marks the lapse — since the years of the Second National Forest Survey — of another 15 years. This period has been a sequence of years of peace and war, exceptional in every respect, for Finland. In forestry it has been marked by great variation, from one extreme to another. Utilisation of wood may in one year have exceeded all former records, while in the war years it was reduced to a minimum. In some years the sawmill industry, working on large-sized timber, has consumed five times as much wood as the paper industry, content with timber of smaller size. In some years again the quantity of wood required by the latter has nearly equalled that consumed by the former. In the war years firewood cut from the forest had to cover practically all the fuel requirements of the country.

Forest improvement work was interrupted during the war, and the development observed in other silvicultural activities was also arrested. Military operations caused damage to the forests. With the peace over 4 million hectares of land had to be ceded from the eastern part of the country; over 3 million hectares of this land were forest. The re-settlement of the population that moved from the ceded territories to present-day Finland and the immense reconstruction work necessitated by the devastations of the war affected the forests profoundly. — Since the war the fight for forests has again led to considerable results.

It can be assumed that the forest resources of the country and their condition have undergone a considerable change since 1936—1938. To ascertain its extent — now that a 15-year period has elapsed since the Second Forest Survey — a new forest survey is again considered necessary. As a continuation of the former surveys and representing, where necessary, an improvement on them, it will examine for the third time Finnish forest resources and the condition of the forests, and their development.

The Third National Forest Survey, for which preliminary work was done in 1950, is planned for execution in 1951—1953. As the survey is divided up over three years only, and as in each summer season it is carried out over scattered areas in different parts of the country, the results can be combined into a uniform whole for the entire country. Because 15 years constitute such a long interval between surveys, it is planned to effect an intermediate survey by sample tests in the middle of this period, about 1960. This may give an indication of the direction and extent of any change taking place, and thus check the results of the Third Forest Survey proper so that they would reasonably satisfy the requirements of forestry practice until the next, Fourth Forest Survey proper, planned for 1966—1968.

The Fundamental Method of the Survey

The first two forest surveys in Finland were carried out entirely as ground surveys. In the last 15 years the use of air photographs for the mapping and estimation of forests has been greatly developed. There are specialists who are prepared to base both these tasks entirely on air photographs, others on air photographs supplemented by ground measurements, and again others on ground measurements supplemented by air photographs, while still another group would prefer to continue basing the survey mainly on ground measurements. Of decisive importance to the solutation of the question are the conditions prevailing in the area to be surveyed, the purpose of the survey and the details required of the survey.

In underdeveloped countries, where the main problem is the exploitation of forests, and where forestry is in its initial stages it may suffice in forest inventories to ascertain from air photographs the area in which forest resources are to be found and their approximate type, and how they best could be utilised.

In the method where the air photograph constitutes the main basis but the survey is supplemented by ground measurements, the measurements are usually made either on sample plots taken at fixed intervals, or on sample plots taken at random in stands of different types. In the latter case the size of the areas containing stands of different types must be ascertained from air photos. If some degree of accuracy is desired a large number of sample plots must be sought from the air photographs, covering the different parts of the area to be surveyed. The stands, naturally, vary a great deal in forest soil quality, temporary condition of tree stand, composition of species of trees, age, density, etc.

Further, one method is to use the air photograph as a starting point, but base the survey mainly on sample plots whose location is entered at fixed intervals on the aerial maps. The distances between the sample plots are covered in a motor vehicle along the nearest roads. The elements of the survey are obtained mainly from the sample plots, but air photographs are used as a supplement e. g. to ascertain the forest area, the dominant species of tree, and certain other factors on a broader basis.

In the pure ground method, two different main forms can be distinguished. In the one, actual sample plots at fixed intervals constitute the basis of the survey, and additional information, e. g. on the division of land area into main groups, on the division of forest area into quality classes, on tree species and age, etc., is obtained from measurements taken along the line between sample plots. In the second method sample plots are taken similarly at fixed intervals, but the measurements between them are utilised to the maximum extent possible. When measuring along the line, each stand touched by the line is examined separately, and the comprehensive material thus collected constitutes the main basis for the survey. The sample plot measurements are utilised to check the estimate of the line-stands and to study in detail the structure of

the growing stock. The former of the methods in this group is mainly mechanical measurement of trees, the latter again makes greater use of the surveyor's ability at estimation.

In selecting the method for the Third Finnish Forest Survey, the air survey alone had to be discarded. The first reason was the total lack of air photographs of a considerable part of the country and the fact that a large part of the air photographs were old and inadequate for the purposes of the survey. The second and principal reason why this method was rejected was, however, that air photographs would only have supplied a relatively small part of the data to be procured by a survey in Finnish conditions. Of these data even, a considerable part would have been too unreliable. Particularly the structure of the growing stock and the growth as well as the study of the silvicultural condition and recent treatment of the forests, requirements of future treatment and the investigation into the soil and forest site types would have remained based on entirely inadequate study. Also the biological study of vegetation and the animal world, now linked up for the first time with the survey, would have been omitted. Due to the relatively poor road network and the abundance of water courses in Finland, distances between the sample plots cannot, generally, be covered by any other means than on foot. Hence, measurements between sample plots and survey on the ground does not add to the work very much.

In this method, too, the aerial map offers a very good basis, particularly since it shows much more distinctly than any ground map the types of land and forest to be expected when advancing along the survey line. From good, recently completed aerial maps the lengths of cultivated fields, open swamps and waters along the line can be accurately measured. From air photographs, further, an approximate estimate can be obtained e. g. of small islands cut by the line; visiting such islands which are very numerous at the long coast and in the many thousands lakes of Finland would entail considerable expense, but their influence on the results of a larger calculation unit is quite small.

Survey work along the lines

Survey Lines

The survey lines, in order to facilitate the following of their course, are drawn in detail on the various maps available. The direction of the lines is SW—NE, which makes them run, in the way presupposed by line survey, at right angles to the general direction of land compartments and waterways. The compass reading to be employed at each point is given calculated on the maps.

The demarcation lines of the district units — main water system areas, provincial forestry board districts, provinces etc. — to be employed in the calculation of results are also indicated, as are land ownerships, whether owned by the state, forest industry companies, communities or the church, while lands other than these are included in private lands proper, mainly as belonging to farms. The correctness of the entries is checked in field work with the aid of local guides.

The interval of the survey lines, for most of the country, is the same, 13 km, as in the Second Survey. In the northernmost parts, where the development of forests is slow and forestry more extensive than further south, the line network is drawn first at 16 km and finally at 20 km intervals. In the south-western archipelago the distance between the lines is 6.5 km, and this is the spacing also applied if necessary in fairly densely populated and cultivated coastal districts. By means of such a network of lines (map on p. 12), satisfactorily accurate results, according to the mathematico-statistical checks effected on the former surveys, can be achieved in Finland, where in the main

there is little variation in altitude. The lines of the previous surveys too, situated between the new ones, can still be utilised in many different ways.

Classification of lands

Lands are classified into four main groups, explained by definitions: I productive forest land, II poor productive forest land, III waste land, and IV agricultural land and the so-called public areas. In Groups I—III land is subdivided into two sub-groups: 1. firm land and 2. swamp (peat) land according to whether its surface is firm (mineral) or peat. Of forest land, forests of the nature of pasture are classed in a special group.

Classification of forest land into quality classes is effected in accordance with the forest (site) type and swamp type system (Cajander).

Drained swamps are classified, on the basis of tree stand revival, seedling stand development or establishment of reproduction, into four groups, defined by explanations. The condition of ditches is checked to a distance of 10—20 m on both sides of the line and classified according to a 3-grade scale. On each land compartment included in the group of swamp types, the thickness of the peat layer is measured at fixed intervals by a 2 + 2 metres long iron rod. The maximum depth and average depth of the swamp are calculated from the measurements.

Estimation of the stands on the line

Separately in each stand cut by the line an ocular estimation of tree stand is effected by auxiliary measurements and auxiliary tables. Foresters heading the survey groups are trained for this task — to refresh their former training — prior to the beginning af the work on excursions undertaken to different parts of the country and to different types of forest, for which excursions a large number of sample plots is measured, and they are further trained on sample lines. Only after this is the survey work started on the lines.

The results of ocular estimation are checked and if necessary corrected on each survey form before they are used for the calculation proper of results, during winter seasons by means of calculation of probability. This is based on sample plots measured at fixed intervals along the survey lines, where the group leader, immediately on arriving at the sample, effects a characteristic ocular estimation in the same way as in stands on the line.

When the results of the sample plots are calculated during the winter season, several hundreds of sample plot measurements, on each of which the result of ocular estimation and the calculated result are known, are obtained to enable the check of the estimation of each survey group leader. The checking of possible systematical difference is effected, separately for each group leader, by correlation calculation, and its correction by means of a regression line, according to the method much employed in Finland for a long time. The interdependence of the results of ocular estimation — carried out as above — and of calculation has proved very definite: the correlation coefficient, as a rule, has been very high, and its standard error quite small.

The estimation to be carried out in each stand touched by the line comprises, firstly, the study of the composition of tree species in the stand. Main attention is devoted to the dominant tree stand, for which the stand is to be treated in the first place. The percentages of different tree species are estimated. Alongside this, the standards and undergrowth, if any, are described separately. Areas of forest land where there is at present no tree stand at all or the tree stand is characterised by a

density figure not exceeding 0.2, are considered as clear areas, naturally, however, excluding seed-tree and shelterwood stands.

Age classes are distinguished by 20-year periods up to 160 years, and subsequently by 40-year periods. Detailed instructions are issued as to the determination of age both in even-aged and in uneven-aged stands.

Density is estimated on the basis of how completely the tree stand — considering the tree species and age — fills the growing space. The starting point is the normal density presupposed by silvicultural conditions hence e.g. a fully-stocked tree stand appropriately thinned. The following grouping is applied: 1+, 1.0—0.8, 0.7—0.6, 0.5—0.3, 0.2—0.1, 0.

The dominant height is estimated as the characteristic of height, i.e. the average height of dominant trees. The height of standards and undergrowth is estimated separately as a mean height.

The estimation of the race of the tree stand is effected in pine stands that are past the early mean age and older, which either in their natural state or silviculturally satisfactorily treated are well closed. 1. Plus-stands = stands tall-stemmed for their site type and age, which at the same time have pruned themselves well, are straight-boled and healthy. 2. Minus-stands = stands relatively short-stemmed for their site type and age or that have pruned themselves poorly; in addition, conspicuous crookness, gradual crook and presence of diseases leads to a stand being placed in this class. 3. Normal-stand = between the two former. The estimation is checked by measurements carried out on sample plots (see p. 66).

Volume of the stand is estimated in every stand touched by the line, by 10-cu.m. classes. The shares of volume of the different tree species is estimated percentually. For checking of the ocular estimation effected in calculation work in the winter season and possible corrections required it is important that the group leader effects the estimation, using the auxiliary table, in his customary way throughout the summer season, and in exactly the same way on the sample plot as in the stands on lines.

Current annual growth of the tree stand is also estimated by means of the auxiliary table in every stand touched by the line, by 0.5 cu.m. classes. What was said above regarding the estimation of the volume, applies also to the estimation of growth.

Silvicultural condition of the stand and measures towards its improvement

The results of the survey in connection with the treatment and condition of forest have recently gained an enhanced importance and practical value. For this reason, more attention than before is paid to the silvicultural aspect. The following gives the groups, classes and sub-classes to be distinguished and which are defined in detail in the instructions.

Silvicultural condition

Stands on the survey lines are divided into two main groups: A. stands capable of being developed, and B. stands incapable of being developed, i.e. stands to be reproduced. The former group, stands capable of being developed, is divided into five classes: I silviculturally well tended and practically seen normally stocked stands, II satisfactorily tended and practically seen normally or fairly normally stocked stands, III obviously untended (neglected) stands, IV stands requiring rest (too thin but capable of becoming well stocked and silviculturally satisfactory or good by sparing from cutting), and V selection-thinned stands.

In each of Classes I—IV five development sub-classes are distinguished: 1. regeneration areas, 2. seedling stands, 3. thinning stands, 4. interlucation stands, and 5. reproduction stands. In Class IV are distinguished: a. stands started by selection cutting at thinning age, and b. stands treated by selection cutting at interlucation age, and in both of these, further, 1. stands still of fairly uniform structure, to be improved by light improvement thinning and rest, and 2. stands ruthlessly utilised to non-uniformity, that can be improved by group and parallel methods of cleaning, thinning, regeneration and preparation of cutting area.

B. Stands incapable of being developed (to be regenerated): V cut-over stands, VI stands in which the species of tree must be changed, VII over-mature stands, and VIII other stands to be regenerated.

Silvicultural measures entering into question

A measure, be it no more than rest, must be suggested for every stand touched by the survey line. The suggestion is made solely on the basis of silvicultural considerations. In this way a situation report based on the same, uniform data can be obtained on the forests of the entire country. Measures are planned for the next 15-year period (until the next survey). They are divided up approximately, depending on their urgency and the most suitable time for their execution, over the first, 8-year part, or the second, 7-year part of the period. Many a measure may come in both parts of the period.

The work is grouped as follows: I Preparation of cutting area: 1. clearing of cutting area, 2. screefing. II Artificial regeneration: sowing or planting, distinguished whenever possible, III Tending of seedling stand: 1. clearing, 2. freeing. IV Tending of the stand: 1. thinning, 2. interlucation. V Regeneration of stand: 1. clear cutting, 2. seed-tree cutting, 3. shelterwood cutting. VI Improvement of stand: 1. improvement thinning, 2. improvement of uneven stand. VII Rest: 1. the stand is to be left completely uncut because of excessive thinness, 2. light improvement thinning.

Cutting Quantity

The mensurational results of the survey provide the basis for calculations of the cutting quantity of the whole country, of the different main water system areas and provincial forestry board districts, of the different ownership groups etc., what the cutting should be or could be in the near future. The calculation method used is the Finnish rental cut method developed by V. Lihtonen.

For the sake of comparison, the so-called silvicultural cutting quantity is calculated. To provide a basis for this an estimate is made, in each stand touched by the survey line, as to whether — if treated silviculturally — any cutting should be effected in the stand within the next 15 years and what is the estimated percentage of the volume to be removed by cutting. The cuttings, as required, are divided between the last and 2nd part of the 15-year period. This felling quantity offers the additional advantage that, checked and supplemented by trial markings effected on the sample plots, it gives an idea of the structure of the cutting quantity, i.e. its breakdown by the different tree species, diameter classes and most frequent assortments of timber.

Sample plots

Detailed measurements and investigations into the structure, quality and growth of tree stand and into soil and vegetation are confined to circular sample plots at 1 km intervals. These are the ordinary, full sample plots. Half-way between them, i.e. at

0.5, 1.5, 2.5 etc. km, intermediate sample plots are measured for additional measurements of the relatively infrequent large-sized trees.

Ordinary sample plots

The size of the sample plot is 1/10 ha. A count is made in this area of trees of Dbh 10+ cm. Smaller trees are counted on an area of 1/100 ha only, in the middle of the sample plot. The sample plot in its entirety is located in the stand with which its centre coincides. To achieve this, the sample plot may be moved, but not more than by the length of its radius, or if absolutely necessary it can be reduced to 1/20 ha.

Prior to the measurements the group leader carries out on the sample plot, starting from its centre, all the ocular estimates that will be checked later in the calculation work from sample plots (see p. 62). Entries are made in indelible pencil, to prevent their being changed afterwards. The trees are measured by 2 cm classes (11, 13, 15, etc. cm) at breast height, determined by a 1.3 m rod as indicated by the volume tables (e.g. Fig. 4).

The trees when counted are marked by a paint marker. Every tree with a diameter of 18 cm or more is marked with two spots, to ensure their easy discovery for the additional measurements of large-sized trees. If it is estimated that at least one log of the minimum size can be obtained from the tree, it is entered in the „timber tree" column of the tree tally form; failing that, it is entered in the „piled wood" column of the form. A softwood stem in the „timber tree" column must measure not less than 6 inches outside the bark at a height of 18 ft., and a hardwood stem not less than 7 inches at 18 ft. or 8 inches at 12 ft; all of them must satisfy at least the standards of Quality Class III (spruce Class II).

In stands where the silvicultural measure to be taken is cutting to be effected immediately or not later than within the next two years — when the trees to be removed can be determined with great probability — trial marking for felling is effected on the sample plot immediately after tree tally. The marked trees are measured again in the same way as in tree tally. In this way a basis is provided for the specification of the structure of silvicultural felling quantity.

Additional measurements of large-sized trees

By large-sized trees are understood trees entered in the „timber tree" column of the tree tally. However, they are re-examined, and if they fail to fulfill the minimum requirements for timber trees, they are transferred to the „piled wood" column. Additional requirements for size and quality are made of the large-sized trees, the results being entered in the blank form for the sample plot and, if a trial marking has been effected at the sample plot, also on the blank form for trial marking.

For softwood stems, the butt log is first measured by shaft-calliper according to cross-cutting instructions, which aim at providing the most profitable sawing-yield from a butt log. The middle and top logs to be obtained above the butt log are also estimated ocularly with a view to the most profitable sawing-yield on the basis of cross-cutting instructions and experience gained from training. The quality class of each log (Classes I—III) is determined in accordance with the instructions (Table on p. 38), taking into consideration branches and their thickness, branch knobs, crookedness, scars and cankers, bends and health defects.

On hardwood stems the butt log is measured by shaft-calliper and the middle and top logs estimated ocularly, aiming at the dimensions and qualities most profitable for

plywood logs. The quality classes distinguished are I—III (Table on p. 39), in which attention is paid to fresh, dry and rotten branches, their thickness and number, crookedness of the log, branch knobs, cankers and scurfs, birch-bark peeling, cracks and conks indicative of decay, root swelling etc.

Trees smaller than the minimum for large-sized trees, Dbh at 1.3 m 18 cm or more, are divided into two classes: 1. „budding timber trees", which it can be assumed will attain in the future, in approximately 15 years, by the time of the next survey, the size and quality required of timber tree, and 2. „piled wood trees" unlikely to attain such a size and quality.

Measurement for race

If the sample plot coincides with a stand (see p. 63) where estimate of the race of the tree stand is effected, special measurements are made to check the estimate. The height and self-pruning height of 15 of the thickest trees are measured, and notes are made on stem crookedness and health defects.

The tree stand is tall-stemmed (Plus Class) if the mean value of the heights of the 15 thickest trees exceeds the dominant height (to be seen from the yield tables) of naturally normal stands of the same tree species of the same age and in a similar site; it is short-stemmed (Minus Class) if it is at least 10 % below the said dominant height.

Self-pruning is good (Plus Class) if the mean value for 15 of the thickest trees exceeds the normal self-pruning given in the directive diagram of a regular tree stand by not less than 10 %, and poor (Minus Class) if it is at least 10 % below this standard.

The tree stand is normal in these respects if it is somewhere between the Plus and Minus Classes.

If over 1/5 of the said 15 trees are crooked or damaged by Cronartium or decay, the tree stand is of Minus Class.

Sample trees

For the calculation of the volume and increment of a sample plot 10—20 standing sample trees — varying according to the extent of the stem distribution series and the amount of mixed trees — are measured, the tree closest to the centre of the sample plot being taken for each class or group.

The measurements taken on the sample trees are Dbh, bark and the radial growth of the last 5 and 10 years, all in two oppisite directions, further age, height and taper class (Dbh—D 6.0, in cm). For conifers, the mean value of the leading shoots of the last five years is estimated with the aid of a binocular, and for deciduous trees, the crown class (I—IV). When the sample plot coincides with a stand of not less than 60 years of age, which has grown in an at least approximately natural state, an increment core is taken at breast-height, penetrating to the pith, from the five thickest trees. The periodical changes in increment are studied on the basis of these cores.

Description of the site and tree stand of the sample plot

On firm lands the forest site type is determined and on swamps the swamp type. On swamp sample plots the composition of plant remains in the peat and the degree of decomposition is studied down to a depth of 0.3—0.4 m, the depth of the swamp is measured, and from swamps not deeper than 0.4 m, a small sample consisting half of peat, half of subsoil is taken.

Regarding the tree stand, notes are made of special characteristics readily apparent to the eye, particularly on the condition of health and injuries, employing a grading to indicate their extent.

Three classes are used in determining the inclination of the surface: < 5°, approx. 5—20°, and more than 20°. Superficial deposit is determined from a pit dug in the sample plot area: gravel, moraine (mixed with sand, fine sand, or silt), sand, fine sand and silt and clay. Stoniness is described in three classes (0—30 %, 30—60 % and over 60 % of the area are stones). To check the estimate, the stoniness is measured by steel rod at 13 fixed spots on the sample plot, using 5 cm classes.

Intermediate sample plots

On intermediate sample plots, located half-way between the ordinary sample plots, large-sized timber trees only are measured, in the same way as on the ordinary sample plots.

Biological studies

On a 1/100 ha area situated in the centre of the sample plot, the following investigations are made: 1. Estimation of the cover percentage of the different vascular plants, groundmoss and groundlichen species. 2. Patch estimation of 10 patches of 1 sq.m. each for a detailed analysis of vegetation, but only on those sample plots where measurements concerning the race of the trees are effected. 3. Measurements of the dominant height of bilberry, red whortleberry, crowberry, cloudberry and arctic bramble. 5. Measurement of the thickness of feather moss and reindeer moss layer.

The following additional investigations are effected over the whole area of the sample plots: 6. Occurrence of vascular plants, 7. Cover percentage of shrubs, bushes, grass, mosses and lichens, 8. Number of annual layers of spruce and pine needles, 9. Juniper forms, 10. Heart rot in fresh stumps, 11. Conk species, 12. Occurrence of pine blister rost, 13. Amount of elk damage, 14. Frequency of certain bird species, 15. Number of ant hills.

On treeless swamps the description of vegetation is made of an area of 1/100 ha in the centre of the sample plot. The fertility class of cloudberry and arctic bramble is estimated.

On the survey line between the sample plots the presence and frequence of the different plant species, the presence of curly birch and certain game birds as well as of some other animal species is noted.

Survey group

A survey group consists of a group leader forester, biologist, compass man, 2 chainmen, an assistant group leader and a guide.

Further the survey instructions contain stipulations as to the method of work and its supervision, accounts etc., and some auxiliary tabless and explanations.

NUTRIENT STATUS AND FERTILITY OF FOREST SOIL

I. PINE STANDS

BY
P. J. VIRO

METSÄMAAN RAVINNESUHTEET JA VILJAVUUS

I. MÄNNIKÖT

HELSINKI 1951

Helsinki 1951. Valtioneuvoston kirjapaino

Contents

Page

Introduction 5
Material and methods 8
Material 8
Chemical methods of soil analysis 9
Determination of cations 9
Determination of phosphorus 9
Other determinations 10
Nutrients and fertility 11
Morainic soils 11
Surface soil 11
Cations as nutrients 11
Phosphorus 15
Fixation of phosphorus 15
Phosphorus as nutrient 23
Comparison of methods 25
Conclusions 26
Other factors affecting fertility 28
Subsoil 31
Glacio-fluvial soils 33
Discussion 36
Literature cited 39
Suomenkielinen selostus 45
Tables 8—12 49

Introduction

Since Liebig, in 1840, published his wellknown law of the minimum, according to which soil fertility depends on the quantity of the so-called minimal nutrient, quite a considerable number of methods of determining soil fertility have been introduced in agricultural chemistry. Nevertheless, the earlier opinion was that the quantity of nutrients does not affect the growth of trees, since these take nutrients from the soil in such small quantities and over so long a period that there are always enough nutrients in the soil to meet the need (Heyer 1856).

The first actual investigation on the relation of the fertility of forest soil to the nutrient content was carried out by Schütze (1869, 1871). In his study on the pine stands of sandy soils, he established that the fertility of forest soil is dependent on the nutrient content of the soil. The clearest correlation is with the lime content of the soil, but there is a very distinct relation between fertility and the phosphoric acid content as well. Fertility did not seem to be very dependent on the potash and magnesia content.

Of the later investigations dealing with nutrient content and the fertility of forest soil, only that by Valmari (1921) is mentioned here. He stated that as the site quality improved, the soil humus, electrolytes, nitrogen, and lime increased, whilst phosphoric acid decreased, and potash varied irregularly. [See detailed review by Aaltonen (1948)].

It is very difficult to carry out pot experiments with forest trees, still, Mitchell (1934, 1939) and Süchting (1943) found that the growth of seedlings was improved by addition of nutrients. It is established in several investigations on the fertilizing of forest soil that the yield capacity is improved by fertilizers. Fertilizing with phosphoric acid has also proved to increase fertility. [For review of the literature on fertilization, see Viro (1950)].

In the field of agriculture, Lundegårdh (1945) has established that plants do not absorb nutrients in the same ratios as they are available in the soil. Thus one cannot ascertain the fertilizer requirement by soil analysis. This is better indicated by analysing plants grown at the place in question. According to Ulrich (1945), it is even important which

part of the plant is analysed and by which method. For instance, when the nutrient status of the soil for growing ladino clover is studied, the quantity of phosphorus soluble in acetic acid, and of total potash in the petioles is to be determined; analysis of leaves does not show the nutrient status equally well. In general, according to Ulrich, plant analysis indicates the fertility of the soil only when the content of the nutrient in question is deficient. The investigations of Aaltonen (1950) have shown that the relation between nutrients in the needles or leaves of trees and in the soil is not very clear, and that leaf analysis cannot, at least in its present from, be used for determinig the fertility of forest soil.

Some investigators have found that growth is often quite good though the quantity of nutrients in the soil is very small. Thus Parker (1927) has found the growth of corn to be normal though the phosphorus content was only 0.25 ppm., when this content was maintained continuously. Again, it has been claimed that plants take nutrients directly from soil particles, without the mediation of soil solutions (so-called contact feeding) (Jenny and Overstreet 1939, Jenny, Overstreet, and Ayers 1939, Overstreet 1945). According to Burd and Murphy (1939), the uptake of phosphorus could also occur in this way. However, Dean and Rubins (1945) did not observe any such uptake of phosphorus.

As a summary of the investigations on the relation between the nutrient content and fertility of forest soil it may be said that, in general, fertility is regarded as being dependent primarily on the amount of lime. Several other cationic nutrients are also considered to be important from the point of view of fertility, but the opinions of investigators differ on their mutual order of significance. The nitrogen and humus content of the soil is also considered to affect fertility. Opinion seems to differ most as regards the effect of phosphorus on soil fertility, some investigators considering it important, while others accord less or no importance to it.

In the field of agriculture, chemical analysis is very largely used when determining the fertility and especially the need of fertilization of the soil. The general opinion is that there is no longer any doubt of the value of chemical analysis as an indicator of soil fertility (for instance Giesiger 1950). In the USA they have developed rapid soil-testing methods for practical purposes, by which the fertilizer requirement of the soil can be ascertained in the field. According to Youngberg and Scholz (1949), these methods can also be used for determining the fertility of forest soil, which according to their observations is dependent on the pH and the content of humus and exchangeable cations in the soil.

In most investigations dealing with the fertility of forest soil adequate attention is not paid to the soil class and the texture of the soil, which mainly determine the moisture conditions of the soil. It has often been established that soil fertility is highly dependent on the moisture conditions (Viro 1947). The present study seeks to discover the possibilities of determining the fertility of forest soil by chemical soil analysis in Finnish conditions. The material has been chosen so that in every series dealt with as a unit the moisture conditions are as similar as possible. In view of the lack of knowledge of the importance of phosphorus on the fertility of soil, and especially of forest soil, despite the fact that, especially in recent years, it has been much studied, special attention is paid to clearing up the correlation between phosphorus and soil fertility.

* * *

In this study I have been helped by several persons. Professor V. T. Aaltonen and Dr Risto Sarvas have read the manuscript and given me much good advice. Miss Augusta Unmack, Denmark, has made X-ray analyses of some clays. Spectrographic analyses I have made at Rothamsted Experimental Station, England, in Dr Alex Muir's department. I have been provided with Na zeolite by Mr. Th. Mogensen, Denmark. In the laboratory I have been assisted by Mrs. Laila Savolainen and Lempi Vilander, and Mr. Olli Halonen. The diagrams have been drawn by Miss Irma Virtanen. Mrs. Jean M. Perttunen, B. Sc., (Bristol), has corrected the translation into English. My sincerest thanks are due to all of them.

Material and methods

Material

The material of the present study comprises 78 pine stands, 49 of which are on morainic soil (26 on MT and 23 on VT) and 29 on glaciofluvial soils (3 on MT, 11 on VT, and 15 on CT). Their location in South Finland is shown in fig. 1.

Soil was investigated in two layers, 0 to 30 cm. (= surface soil) and 30 to 60 cm. (= subsoil). The methods of investigating the soil and the

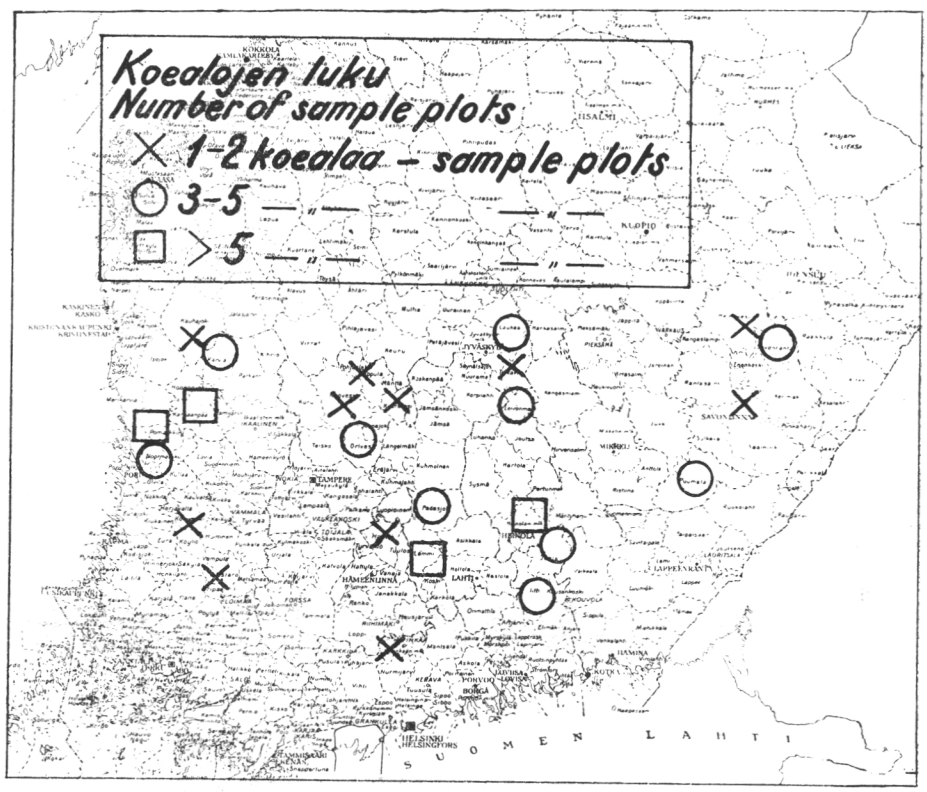


Fig. 1. Location of stands.
Kuva 1. Metsiköiden sijainti.

growing stock, as well as the data concerning them, have been given previously (Viro 1947).

The fertility of forest soil means in forestry literature in general the capacity of the soil to yield wood. However, it has been established that the yield capacity of a known forest soil is highly dependent on the species of tree. Thus it may be more correct to speak of the yield capacity of the *normal stand*, instead of the yield capacity of the *soil*. The term »*stand*» includes both the soil and the growing stock. For this reason every species of tree, perhaps even every race of tree, must be dealt with separately when investigating soil fertility.

As a measure of soil fertility the height of the dominant tree of the stand (= the mean tree of the 100 thickest trees per hectare) at the age of 60 years has been used. This height (H_{60}, m.) is given in table 12, p. 54.

Chemical methods of soil analysis

Determination of cations

The finest fraction of the soil is usually considered to be the most important from the point of view of fertility. In the present investigation the clay (< 0.002 mm.) was separated from the soil by leaching with water. This clay was analysed for its total amounts of CaO, MgO, and K_2O, using fusion analysis (Bilz and Bilz 1942).

In his investigation Valmari (1921) used hydrochloric acid as solvent. However, Aaltonen (1937a) has established that from the point of view of fertility the amount of exchangeable CaO is more important than that soluble in strong acids. In the present study lime has been determined with 1 N NH_4Cl (Tuorila 1945). From this extract MgO was also determined. CaO, MgO, K_2O, SrO, Na_2O, and MnO were analysed with 1 N NH_4CH_3COO (Schollenberger and Simon 1945). K_2O was also determined with Ca lactate in connection with phosphorus determination (Herrmann and Lederle 1944).

CaO and MgO, exchanged in NH_4Cl, were determined by Viro's (1945) method. Ions exchanged in acetate were determined with a Lundegårdh flame spectrograph, K_2O exchanged in lactate with a Schuhknecht—Waibel flame photometer.

Determination of phosphorus

There are much more generally used methods for determining phosphorus than for other nutrients. One of the oldest, and earlier the most generally used is to dissolve the phosphorus with citric acid. However, on account of recent investigations, it is hardly used any more. According to Williams and Stewart (1943), it is the least satisfactory of all solvents. Kaila (1948) has established that the organic phosphorus soluble in citric acid has no value as a nutrient, and the value of inorganic phosphorus as an indicator of useful phosphorus is very questionable. Burd and Murphy (1939) say of this method that the choice of citric acid as solvent may have been the most unfortunate event in the history of phosphorus determination.

Especially in the USA they have made considerable use of Truog's (1930) method, dissolving with weak sulphuric acid. However, according to Bray and Dickman (1941), this has no value in determining soil fertility, since it does not dissolve any known kind of phosphorus, nor total phosphorus.

In Denmark weak nitric acid was widely used as solvent (Bondorff and Steenbjerg 1932). Later they began using 0.2 N sulphuric acid (Bondorff 1950). However, this dissolves much larger amounts of phosphoric acid than plants are able to take up. This method determines some kind of storage phosphorus.

A second method, widely used in Denmark, is the so-called Hedeselskabet's method, exchanging phosphorus with Na zeolite (Møller 1935). This method gives the amount of phosphorus which can be used by plants when maximum use is considered. According to Møller and Mogensen (1950), the amounts of phosphorus by this method correspond well with results of field experiments. Bondorff and Damsgaard—Sørensen (1942) also reported a fairly good correspondance with results of analyses and field experiments. However, they do not consider this method better than the previous ones, and since the variations in the composition of zeolite make the results somewhat uncertain, they consider the method useless. Bondorff (1948) compared the amounts of phosphorus determined by different methods with the results of field experiments. The correlation coefficient between the results of analyses and field experiments was in general highest when using the zeolite method.

In Sweden and Finland the lactate method is very commonly used for determining phosphorus (Egnér, Köhler, and Nydahl 1938). This method determines the very easily soluble phosphorus. According to van den Hende (1950), this is one of the best methods of determining phosphorus. For instance, there is a correlation between the phosphorus in the soil and in the plant.

Recently the fluoride method for determining phosphorus has become more and more general (Dickman and Bray 1941). By this method both the adsorbed and the acid-soluble phosphorus can be determined (Arnold 1947). Kurtz, DeTurk, and Bray (1946) have shown that all the adsorbed phosphate can be exchanged by fluoride. This is based on the small radius of the fluoride ion and on the stable complexes formed with iron, aluminium, and silicic acid. Further, it is isomorphous with the phosphate ion in several compounds.

In the present study phosphorus has been leached from the soil by the lactate, zeolite, and fluoride methods. Further, the total phosphorus content of the clay fraction has been determined. The determinations have been carried out with a Schuhknecht—Waibel photometer. Reduction has been brought about in the lactate method with stannous chloride, in the other methods with methol. With methol as the reducing agent, the use of boric acid proved to be unnecessary in the fluoride method. In this method, where the time of reaction is of great importance, the sample was shaken for a minute and filtered immediately through a Buchner funnel.

Other determinations

Nitrogen was determined in the usual way by Kjeldahl analysis.

The pH was determined in water and in 1 N KCl solution with a quinhydrone electrode. The ratio between soil and solution was 1 : 5.

Humus was determined with Tiurin's method, oxidizing it with $K_2Cr_2O_7$, and titrating back with ferrous sulphate (Aaltonen 1939).

The base mineral index was determined with bromoform (sp. gr. 2.68) from the fraction 0.5—0.2 mm. obtained in the mechanical analysis (Tamm 1934).

Nutrients and fertility

Morainic soils

Surface soil

Cations as nutrients

The content of different nutrients in the soil, calculated per screened (2 mm. sieve) sample are presented in table 8, p. 50. It proved that when examining the relations between fertility and the nutrient content, the quantity of nutrients must be calculated for natural soil, *i. e.* taking into consideration also gravel, stones, and boulders, as has been stated earlier (Viro 1947, Tamm 1950). All figures except in tables 8—11 denoting the nutrient contents have been calculated in this way. Calculations of correlation have also been made using these figures.

Table 1 shows the mean content of nutrients in the soil, determined by different methods. All these, except for Na_2O, are higher for MT than for VT. However, when the difference in the contents of a nutrient for MT and for VT is divided by its standard error, the ratio is usually fairly small. Only the differences in CaO with NH_4Cl, MgO with acetate, and the total nutrient content of the clay fraction can be considered significant.

Valmari (1921) gives the amounts of nutrients soluble in HCl in kg. per hectare in the 20 cm. thick surface layer. When the nutrient content in the clay fraction is calculated in this way (30 cm. thick layer), the following figures are obtained:

Table 1. Mean nutrient contents of the soil by different methods.

Taul. 1. Maan keskimääräiset ravinnepitoisuudet eri menetelmillä.

Nutrient *Ravinne*	Method *Menetelmä*	MT	VT	D.[1]) S. E. D.
		mg./100 g. soil		
CaO	NH_4Cl	14.60 ± 1.135	9.24 ± 0.622	4.15
»	NH_4 acetate	8.06 ± 1.003	4.87 ± 0.577	2.71
MgO	»	1.51 ± 0.150	0.967 ± 0.0933	4.28
»	NH_4Cl	2.96 ± 1.360	2.30 ± 0.862	0.40
K_2O	NH_4 acetate	3.10 ± 0.259	2.70 ± 0.225	1.17
»	Ca lactate	6.94 ± 0.655	5.55 ± 0.464	1.73
SrO	NH_4 acetate	0.0778 ± 0.0170	0.0358 ± 0.0047	2.35
MnO	»	0.587 ± 0.0985	0.326 ± 0.0510	2.29
Na_2O	»	2.94 ± 0.384	3.47 ± 0.651	—0.70
CaO	Total in clay / *Saven kok. määrä*	31.0 ± 2.33	20.6 ± 1.74	3.57
MgO	»	41.2 ± 4.72	23.6 ± 1.88	3.46
K_2O	»	24.7 ± 2.40	15.1 ± 1.21	3.57

[1]) $\frac{\text{D.}}{\text{S. E. D.}} = \frac{\text{difference}}{\text{standard error of difference}} = \frac{\textit{erotus}}{\textit{erotuksen keskivirhe}}$

	Valmari		total in clay	
	MT	VT	MT	VT
CaO, kg./ha.	1 257 ± 85	996 ± 81	930 ± 70	618 ± 52
K_2O, »	446 ± 12	449 ± 18	741 ± 72	453 ± 36

The figures for lime in both investigations can be considered of the same order of magnitude, when the different basis of calculation is taken into account (Valmari has not measured the amounts of stones and boulders). On the other hand, the figures for K_2O given by Valmari are considerably smaller than the total amounts in the clay fraction. It must be considered that the amount of K_2O obtained by Valmari is higher on the poorer site.

When the growing stock of different stands is examined, it is seen that the height of the dominant tree varies for MT from 13.5 m. in stand 43 to 24.0 m. in stand 8. For VT the variation is from 9.2 m. in stand 41 to 18.8 m. in stand 5. When the height of the dominant tree, which is used as an indicator of fertility, varies to this extent on the same site type, it is not remarkable that the amounts of nutrients, which are supposed to be the basis of this fertility, vary. For this reason, it was found most reliable to investigate the effect of nutrients with the aid of correlation calculations. The correlation coefficient between the content of a nutrient found in a stand and the respective height of the dominant tree when 60 years old was calculated.

The following correlation coefficients between the content of a nutrient and the respective fertility of the soil were obtained:

method	CaO	MgO	K_2O	SrO	Na_2O	MnO
NH_4 acetate	0.642±0.085	0.470±0.111	0.542±0.103	0.546±0.103	0.193±0.140	0.268±0.135
clay analysis	0.666±0.079	0.446±0.114	0.517±0.105			
NH_4Cl	0.851±0.039	0.527±0.103	—			
Ca lactate ..	—	—	0.600±0.091			

When these correlation coefficients are examined, it is seen that with every method the coefficient for lime is the highest. The coefficient between lime content, determined with NH_4Cl, and soil fertility is so high and its standard error so small that the dependence of the fertility of pine stands on the content of exchangeable lime in the soil can be considered to be an evident fact.

The formula of the regression equation between the lime content (kg./hectare in the 30 cm. thick surface layer) and the height of the dominant tree is

$$y = 0.0182\,x + 8.98$$

that is, when the amount of lime increases by 100 kg./hectare, the dominant tree becomes 1.82 m. higher. The relation between the lime content and the height of the dominant tree is shown in fig. 2.

When the stands are grouped according to the curve of fig. 2 into three classes so that class I comprises the stands with dominant height

>18.1 m., class II those with dominant height 14.1—18.0 m., and class III those with dominant height <14.0 m., the following figures are obtained for the lime contents and the respective dominant heights of these classes:

class	lime, kg./hectare variation	mean	D. / S. E. D.	height of dominant tree, m. variation	mean	D. / S. E. D.
I	451 +	588 ± 47.7	4.5	18.1 +	20.3 ± 0.59	6.1
II	301 — 450	369 ± 11.7	8.9	14.1 — 18.0	16.1 ± 0.31	6.6
III	— 300	225 ± 11.1		— 14.0	12.5 ± 0.45	

The ratio of the differences in the lime contents or the heights of the dominant tree in adjacent classes to the respective standard error is in every case high enough to enable one to state that the differences found are not random. This calculation also shows that there is a highly significant correlation between the amount of lime and the fertility of the soil.

The standard error of the lime content in class I is remarkably large owing to the large deviation. The standard error of the height of the dominant tree in this class is, nevertheless, not much larger than the respective figure in the other classes. This is because the increase in height, as the lime content increases, is not linear, a fact also shown by the shape of their curve.

According to Ilvessalo (1920), in natural normal pine stands the height of the dominant tree at the age of 60 years is 21.1 m. for MT, 17.6 m. for VT, and 12.9 m. for CT. Of the mean heights in the above-mentioned classes, that of class I comprises about the height of MT,

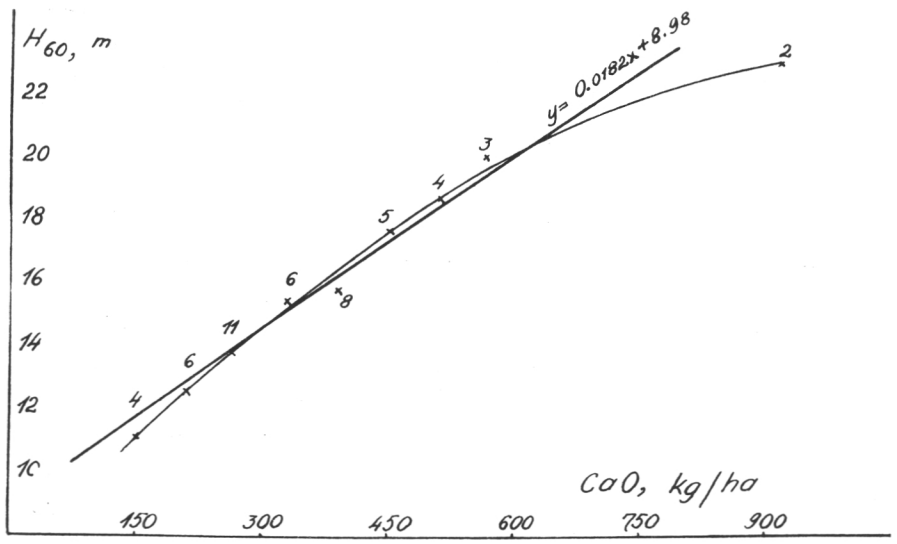


Fig. 2. Lime content and height of dominant tree.
Kuva 2. Kalkin määrä ja valtapuun pituus.

that of class II VT, and that of class III is about the same as the height of CT. Judged from the point of view of the height of the dominant tree, the lime status of these classes can be considered to be as follows:

class I, lime status *good*,
class II, lime status *satisfactory*,
class III, lime status *poor*.

According to the foregoing, pine stands on morainic soil can be divided into three classes on the basis of the lime content exchangeable in NH_4Cl, so that the fertilities of these classes comprise those of MT, VT, and CT. The use of three classes is adequate for practical purposes, yet fig. 2 and the high correlation coefficient between the lime content and the fertility show that on the basis of the lime content the fertility of forest soil can be determined with an accuracy greater than the limits of three classes.

According to Bear, Prince, and Malcolm (1945), also, lime is the most important nutrient. The composition of the exchange complex of an ideal soil should be, according to them: Ca 65 %, Mg 10 %, K 5 %, and H 20 %. Åslander (1950) acknowledges that lime is the most important nutrient, but he considers it to be always available in sufficient quantities, so that lime cannot be the primary growth-limiting factor.

According to Peech and Bradfield (1948), the lime requirement of the soil can be expressed by the amounts of solely exchangeable lime only when the exchange capacity of the soil is less than 2 m. e./100 g. According to Aaltonen (1947), in Finnish soils the amount of Ca determined by NH_4Cl is about as large as the total amount of exchangeable bases. In the present study the total amount of exchangeable bases has not been determined, but the amount of determined bases, exchanged in NH_4 acetate varies from 0.15 to 1.22 m. e./100 g., whereas the amount of Ca exchanged in NH_4Cl varies from 0.14 to 1.11 m. e./100 g. In general the amount of exchangeable bases was below 0.6 m. e./100 g., *i. e.* rather small.

The reason why the amount of exchangeable Ca in Finnish soils is small and why lime is the most important of the nutrients may be the mineral composition of the soil. The basement complex in Finland is mainly composed of granitic material, chalk being present only exceptionally, and basic rocks, which are the best sources of lime, are present only in small amounts. Another factor is the always acid reaction of the soil; in the present study it usually varied between 4.8 and 5.4. It has been stated that the reaction of the soil also greatly affects the amount of nutrients available. For instance, the amount of available calcium diminishes as acidity increases (Truog 1948).

The correlation coefficients between the content of other nutrients and of fertility are not as high as those of calcium. The coefficients of potassium, magnesium, and strontium are still high enough to show that soil fertility also depends on the amounts of these elements. On the other hand, the fertility of the soil seems not to be to any great extent dependent on the amounts of sodium and manganese.

When comparing different methods it is seen that with the exception of calcium exchangeable in NH_4Cl, all the coefficients for a nutrient are about the same, independent of the method used. Accordingly, it is of no account which of these methods is used for determining potassium and magnesium. It may be best to use the acetate method since both of these nutrients can be determined by it. Analysis of the clay fraction did not prove better than the other methods, and since it is very laborious, there is no reason to use it.

Phosphorus

Fixation of phosphorus

Phosphorus in readily available form can be fixed in the soil in different ways, by sorption, precipitation, and biological fixation. Many opinions have been put forward of their mutual significance. The present general concept is that precipitation with iron and aluminium dominates in acid soils, with calcium and magnesium in slightly acid and alkaline soils. Sorption occurs in acid soils, biological fixation mainly in slightly acid soils (see for instance Williams 1949). All these types of fixation always occur, at least to some extent, in every soil.

The amount of phosphorus extracted from the soil by different methods, usually by solution or exchange, depends on several factors. Of these, the following are mentioned:

colloidal Fe and Al hydroxides,
colloidal silicic acid,
humus,
electrolytes, especially calcium and magnesium,
pH,
drying of the soil, and
clay minerals.

According to Gaarder (1930), iron and aluminium combine with phosphates to form relatively insoluble compounds; Bass and Sieling (1950) consider them to be the most important binders of phosphates. According to Metzger (1941), iron is more effective in binding phosphate than aluminium. Davis (1943) stated that the

amount of phosphate insoluble in weak sulphuric acid increases as the amount of iron increases or that of aluminium decreases.

Silicic acid has a solvent effect upon the fixed phosphate (Gaarder and Grahl-Nielsen 1935). According to Koshelkov (1938), this is due to the peptizing effect of silicic acid.

Gaarder and Grahl-Nielsen (1935) have established that humus releases fixed phosphates. This is so because organic matter covers iron and aluminium compounds and so prevents them from fixing phosphates (Dunn 1943). According to Struthers and Sieling (1950), the ability of humus to release phosphates is due to complex formation, for there are in the soil organic acids which form stable complexes with iron and aluminium, preventing them from fixing phosphate. According to Swenson, Cole, and Sieling (1949), humus and lignin can replace phosphate in basic iron phosphate, and thus release phosphate. On the other hand, according to Doughty (1935), organic matter as such hardly has any effect in phosphorus fixation. Mortland and Gieseking (1949) agree with this, and say that in the adsorption and exchange of anions, the polyamine-clay complexes are the active agents. The amount of phosphate adsorbed is dependent on the number of amino groups. According to Låg (1947), the amount of readily soluble phosphate decreases as the amount of humus increases.

Ca and Mg fix phosphate effectively (Gaarder 1930). According to Burd (1948), the amount of soluble phosphate is mainly determined by the concentration of Ca in the soil solution. The release of hydrogen ions brought about by plants only has a solvent effect on calcium, which in turn depresses the solubility of phosphate. With lysimeter experiments MacIntire, Shaw, and Robinson (1949) showed that the increase in the amounts of calcium and magnesium in acid soils decreased the solubility of phosphate, in neutral soils increased it. Wild (1950) has shown that sodium and potassium have the opposite effect, *i. e.* as they increase in amount, the solubility of phosphate increases in acid soils and decreases in neutral soils. On the other hand, according to Davis (1945) and Neller (1946), addition of calcium to the soil always increases the solubility of phosphate. Truog, Goates, Gerloff, and Berger (1947) established that addition of magnesium also increases the solubility of phosphates. In connexion with fertilization experiments, the beneficial effect of the addition of lime on the available phosphate has been established (for instance Stewart 1939, Salonen 1940, Dunn 1943, Smith and Hester 1948, Giesiger 1950). Attoe and Truog (1949) found that plants take in much more phosphate after liming. Nevertheless, no increase in the amount of readily soluble phosphate could be established with

weak acid extraction. As a consequence of liming the harvest was bigger, and obviously the increased crop used all the phosphate immediately the lime released it. According to Semb and Hovland (1946), Damsgaard-Sørensen (1946), and Salonen (1946), the organic phosphorus of acid soils is partly changed to inorganic due to liming. The increased solubility of phosphate after liming claimed by some investigators may be, at least in part, due to this reaction.

Gaarder (1930) in his comprehensive study on the effect of acidity on the fixation of phosphate, reached the conclusion that the reaction of the soil as such does not determine the solubility of phosphate. When the amount of acidoids in the soil is greater than that of basoids, the effect of acidity is very slight. When B is larger than A, more phosphate is fixed as the pH becomes lower. According to Sieling (1947), the lower the pH within the range 3.0 to 7.0, the more phosphate is fixed. This is established also by Murphy (1939), Dunn (1943), and Haseman, Brown, and Whitt (1950).

It has also proved that the drying of the soil affects the fixation of phosphate. According to Aderikhin (1946), it increases the fixation because gels adsorb more phosphate than sols. According to Mortland and Gieseking (1949), this increased fixation is bigger in soils which contain much humus than in soils with a low humus content. Kaila (1950) stated that drying usually decreases the solubility of phosphate, but it can also have the opposite effect.

The ability of clay minerals to fix phosphate has been much studied; only some of these investigations are mentioned here. According to Murphy (1939), the ability of kaolinite to fix phosphate is very great and the phosphate fixed by kaolinite is difficultly available to plants. This is so because the phosphate ion goes between the lattice layers of the kaolinite (Black 1941). The ability of the various clay minerals to fix phosphate differs. According to Perkins (1945), the decreasing order of fixation is: muscovite, montmorillonite, kaolinite, limonite, and lastly quartz, which has a very small fixing ability. According to Haseman, Brown, and Whitt (1950), the order is: gibbsite, goethite, illite, kaolinite, montmorillonite. Coleman (1944) says that both montmorillonite and kaolinite fix very little phosphate, all phosphate being fixed by free iron and aluminium oxides. In halloysite and kaolinite, the phosphate ion is exchanged for the hydroxyl ion of the crystal lattice (Stout 1939). The mineral then loses its crystalline structure. When phosphate is removed, the crystalline structure is restored again. On the other hand, according to Ensminger (1948), the fixation of phosphate by kaolinite is due to the precipitation of aluminium phosphate. The composition of the phosphate formed depends on the conditions; however, it is never $AlPO_4$. Low and Black (1948

and 1950) arrived at the same conclusion and established that the mineral was broken down by this reaction.

S e m b (1943) established that when the pH of a soil which had been treated with phosphate fertilizer was raised with different chemicals, the increase in the yield was greatest with sodium silicate. Probably the fixed phosphate was exchanged for silicate and became soluble. When phosphate is added to a soil which contains kaolinite, it is bound as aluminium phosphate and not as kaolinite phosphate, and silicate is released.

As is seen in the foregoing, information concerning the fixation of phosphate and the factors influencing it is very contradictory. In order to discover the influence of certain colloids and their mutual order in phosphate fixation, some experiments were made in the present study. The effects of liming and of drying the soil were examined simultaneously.

5 g. soil was weighed and 1 mg. P_2O_5 added to each sample. Colloidal Fe and Al hydroxide, silicic acid, and humus were added as hydro-sols. The first series was dried and preserved in beakers. Every day they were moistened with 3 ml. of water and dried again. The second series was watered with in all 25 ml. solution and water, and preserved in stoppered conical flasks. Both series were analysed after a week for P_2O_5 content by the fluoride method. The soil used in this experiment contained 1.3 % of humus and 3.7 % of clay.

The results of these experiments are shown in table 2. It is seen that iron and aluminium hydroxides are very effective fixers of phosphate. The fixing capacity is so great that only in that batch of the wet series to which humus had been added was all the phosphate originally in the soil recovered. Of the 1 mg. added, only 0.08 mg. was recovered even in that case. The fixing capacity of silicic acid seems to vary in different conditions, so that in the wet series addition of silicic acid caused retention, in the dry series release of phosphate. Its effect on the fixation of phosphate seems to be quite slight. Humus prevents the retention of phosphate. The amounts of lime added in these experiments were small;

Table 2. Effect of colloids on retention of P_2O_5.

Taul. 2. Kolloidien vaikutus P_2O_5:n pidättymiseen.

Colloid — *Kolloidi*	Obtained from add. of 1 mg. P_2O_5, mg. *Lisätystä 1 mg P_2O_5 saatu, mg*			
	wet — *märkä*		dry — *kuiva*	
	humus	no humus *ei humusta*	humus	no humus *ei humusta*
None — *Ei mitään*	0.365	0.395	0.275	0.255
H_2SiO_3	0.340	0.355	0.345	0.265
$Fe(OH)_3 + Al(OH)_3$	0.080	—0.035	—0.115	—0.155
$Fe(OH)_3 + H_2SiO_3$	0.045	—0.040	—0.120	—0.155

no effect on phosphate fixation was observable. Drying the soil increased retention considerably.

In another series of experiments more lime was added. The amount of soil was again 5 g. To every sample humus and 1 mg. of P_2O_5 were added. The additions of iron (as $FeCl_3$) and CaO, as well as the amounts of P_2O_5 recovered by the fluoride method, were as follows:

Fe, mg.	CaO, mg.	P_2O_5, mg.
0	0	0.64
0	7.3	0.49
0	73.0	0.39
10	0	0.30
10	7.3	0.24
10	73.0	0.20

In this experiment again the great fixing capacity of iron was established. Lime too, when used in great quantities, fixed phosphate. When the two series of experiments are compared, it is seen that sesquioxide sol is more effective in phosphate fixation than ferric ion.

There is a very distinct correlation ($r = 0.831 \pm 0.051$) between the lime and phosphate content of the soil in those 35 stands where the lime content is less than 420 kg./ha. Fig. 3 shows this correlation. It is seen in the figure that when the lime content exceeds 420 kg./ha., there is no longer any correlation between lime and phosphate contents. The

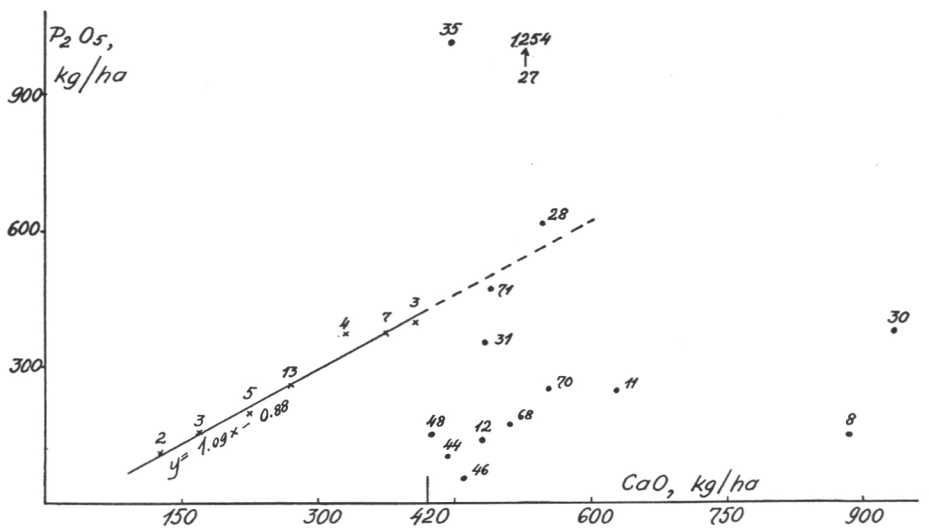


Fig. 3. Relation between lime content of soil and adsorbed P_2O_5, NH_4F method.
Kuva 3. Maan kalkkimäärän ja NH_4F:lla määritetyn adsorboituneen P_2O_5-määrän välinen suhde.

phosphate content in these stands is in general considerably lower than it would be if the same correlation found in stands with less than 420 kg./ha. of lime were to exist; only in two stands is the phosphate content larger. In order to discover the reason for these differing values, the inorganic colloid complex according to Tamm (1922) was determined in those stands with a lime content greater than 420 kg./ha. (Viro 1946). The results of these analyses, as well as the acidity of the soil, are presented in table 3 (calculated for soil finer than 2 mm.). It is seen that in every stand the content of sesquioxides is larger than that of silicic acid. The total amounts of acidoids and basoids have not been analysed but most likely the amount of basoids in every stand is greater than that of acidoids.

Table 3. Acidity and composition of the inorganic colloid complex of the soil.

Taul. 3. Maan happamuus ja epäorgaanisen kolloidikompleksin kokoomus.

No.	cH 10^{-5}	Org. C	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2
		%			
8	0.42	1.72	1.20	0.64	0.188
11	1.10	2.01	1.26	1.30	0.318
12	1.41	2.24	1.28	0.80	0.172
27	0.85	1.08	0.52	0.84	0.224
28	1.12	1.06	0.52	0.78	0.246
30	0.78	1.06	0.87	1.11	0.504
31	0.98	1.52	0.91	1.61	0.524
35	0.36	0.93	0.82	1.17	0.302
44	1.82	2.86	0.70	0.66	0.184
46	3.72	5.40	0.17	0.59	0.110
48	0.74	1.05	0.83	0.59	0.200
68	0.79	1.41	0.74	1.12	0.378
70	0.51	1.52	0.81	1.77	0.614
71	0.28	0.95	0.91	1.79	0.652
Mean *Keskim.*	1.06	1.78	0.82	1.05	0.330

According to Aaltonen (1939), the composition of the inorganic colloid complex in South Finland is as follows:

	sandy soils	loamy soils	clayey soils
Fe_2O_3, %	0.48	0.53	0.96
Al_2O_3, %	0.33	0.49	1.12
SiO_2, %	0.15	0.28	0.26

Accordingly, the amounts of iron and aluminium increase as the soil becomes finer. It is seen in table 3 that the composition of the inorganic colloid complex in these soils corresponds best to the figures for clayey soils. Thus, these soils must be very abnormal as regards the composition

of the colloid complex, for their clay content only varies between 3 and 5 per cent.

When table 3 and the lime and phosphate content of the different stands are examined, the following reasons are found to account (at least partly) for the anomalies (fig. 3):

pH: in stands 12, 44, and 46 acidity is high, in stand 35 low. The phosphate content is low or high respectively. The effect of humus is like that of acidity, so that when the humus content is high, the phosphate content is low, and *vice versa*.

Sesquioxides: in stand 27 the amount of sesquioxides is small, in stand 11, 12, 68, and 70 large. The phosphate content is high or small respectively.

Lime and phosphate content in stands 28 and 71 conform to the rule for stands with a lime content lower than 420 kg./ha.

In stands 8 and 30 the low phosphate content is most likely due to the exceptionally large amount of lime; this binds phosphate into difficultly soluble compounds. The low phosphate content found in stand 48 seems not to be caused either by acidity, or by the amount of sesquioxides or humus; the reason for it has not been detected.

When the effects of acidity and of the amount of sesquioxides upon the amounts of exchangeable phosphate are compared, it is seen that in stand 46 acidity is high and the amount of sesquioxides is small; the phosphate content is low. In stand 35 the amount of sesquioxides is fairly large but the acidity is low; the phosphate content is high. In the other stands the acidity and the amount of sesquioxides do not differ to this extent from the mean values, though it is seen in these as well that *in the exchange of soil phosphate acidity is a more effective factor than the amount of sesquioxides*. In the present study, no difference was found between the effects of iron and aluminium. The effect of silicic acid on the exchange of phosphate seems to be very slight; here its effect was in no case significant.

In the foregoing (p. 17) some investigations have been mentioned which show that the clay minerals differ in their ability to fix phosphate. It has been stated that Finnish clays contain kaolinite, montmorillonite, and some mineral of the mica group, as well as finely ground quartz, felspar, and mica (Aarnio 1938 and 1942, Salminen 1939). Soveri (1950) has established that some illitic mineral is dominant in the clays of Southwest Finland. He did not find kaolinitic minerals in these clays, but in some clays of North Finland he found abundant kaolinite. Soveri also analyzed some morainic clays, two of them belonging to the material of the present study. However, owing to the high content of humus in these clays the interpretation of the curves obtained by differential thermal analysis proved to be difficult.

Table 4. X-ray analyses of morainic clays. [1])

Taul. 4. Moreenisavien jauheröntgenanalyysejä. [1])

No.	Chlorite? d = 4.49	Quartz d = 4.24	Felspar d = 4.03	Quartz d = 3.34	Felspar d = 3.19	Biotite? d = 2.63	Chlorite? d = 2.57	Quartz d = 1.53	Chlorite? d = 1.50
35	m	m	w	v s	m s	—	—	m	m (br.)
60	w	m	w	v s	m	—	—	m	(v)w(br.)
134	m (s)	m	w	v s	m	—	—	m	m s (br.)
12	w	w	v w	m s	m w	w		w (br.)	w (br.)
40	m	m w	v w	s	m s	mw	m	m (br.)	m (br.)
after treatment with HCl — *HCl-käsittelyn jälkeen*									
12	m	m	m w	v s	m s	—	m	m	m (br.)
40	m s	m s	w	v s	m s	—	m	m (s)	m(s)(br.)

Since the mineral composition of morainic clays could not be ascertained by differential thermal analysis, Miss Augusta Unmack (Den Kgl. Veterinaer- og Landbohøjskole, Copenhagen), at the author's request, made X-ray analyses of five morainic clays. The results of these analyses are presented in table 4. The samples fell into two groups:

Nos. 35, 60, and 134 (the last does not otherwise belong to the material of this study): These samples are very much alike. They all contain quartz, some kind of felspar, and a clay mineral resistant to hydrochloric acid but destroyed by heating to 550° C. This mineral shows a strong reflection corresponding to a d value of about 14 Å. The position of this reflection is changed neither by treatment with glycerol, nor with 1 N ammonium chloride. These facts point towards a mineral of the chlorite group, but the very strong reflection corresponding to a d value of 7.2 Å., expected for chlorites, is lacking or extremely weak. The strongest reflections besides the 14 Å. reflection correspond to d values of 4.49 and 1.50 Å. The content of this unidentified clay mineral is greatest in No. 134, lowest in 60; the content of felspar is greatest in 35. All the clays contain fairly large quantities of quartz.

Nos. 12 and 40 contain the three minerals mentioned above, but in addition a mineral for which the main reflections correspond to the d values of 2.63 and 1.53 Å. This mineral is easily destroyed with hydrochloric acid and is perhaps identical with the clay biotite found in Scottish clays (Walker 1949). The content both of this mineral and of the clay mineral present in all 5 samples is greater in 40 than in 12. Sample 12 seems to contain somewhat more felspar than 40.

The quartz content is greatest in the samples belonging to the first group.

[1]) vs = very strong — *hyvin vahva*, ms = medium strong — *vahvanpuoleinen*, m = medium — *keskinkertainen*, mw = medium weak — *heikonpuoleinen*, w = weak — *heikko*, vw = very weak — *hyvin heikko*, br. = broad, diffuse band — *levä, hajanainen viiva.*

This, like earlier investigations, shows that the composition of Finnish clays may vary to a fairly considerable extent. According to the present study, the clay fraction of morainic soils contains appreciable amounts of ground rock, principally quartz, felspar, and mica, or/ and alteration products of these. Though kaolinite and montmorillonite were not found in this study, it is evident that Finnish soils may contain these minerals as well (S a l m i n e n 1939, S o v e r i 1950).

Phosphorus as nutrient

The phosphorus contents, obtained by different methods, are presented in table 9, p. 51. The mean values for different site types are presented in table 5. It is seen that the contents for MT with the exception of the acid-soluble phosphate with NH_4F, are always greater than for VT. The ratio of the difference and its standard error is, however, very small. This shows that none of the differences found is reliable; in other words, there are no significant differences in phosphorus content between MT and VT.

The total phosphorus in the clay fraction and phosphate soluble in HCl obtained by V a l m a r i (1921) were as follows:

	Valmari		total in clay	
	MT	VT	MT	VT
P_2O_5, kg./ha.	910 ± 81	1 080 ± 78	558 ± 70	336 ± 40

If these figures had been calculated on the same basis (see p. 11—12), they would most probably be of the same order of magnitude. It is to be noted that according to V a l m a r i phosphate content decreases with increasing fertility.

The correlation coefficients between phosphorus content and fertility were:

total in clay	0.496 ± 0.108
with Ca lactate	0.105 ± 0.144
with Na zeolite	0.367 ± 0.130
with NH_4F, adsorbed	0.348 ± 0.134
with NH_4F, acid-soluble	0.292 ± 0.137

Table 5. Mean P_2O_5 content of the soil, by different methods.

Taul. 5. Maan keskimääräinen P_2O_5-pitoisuus eri menetelmillä.

Method — *Menetelmä*	MT	VT	D. / S. E. D.
	mg./100 g. soil		
Ca lactate	1.43 ± 0.378	0.92 ± 0.183	1.20
Na zeolite	15.6 ± 2.54	12.5 ± 1.21	1.10
NH_4F, adsorb.	11.1 ± 1.72	9.56 ± 0.960	0.88
» , acid-sol. — *happoliuk.*	5.35 ± 0.595	6.04 ± 0.885	—0.65
Tot. in clay — *Saven kok. määrä*	18.6 ± 2.33	11.2 ± 1.32	2.76

All these correlation coefficients are very small; only that between the total phosphorus content of the clay fraction and fertility is slightly significant. They show that the fertility of the soil cannot be determined with these methods as such. On the other hand, when those stands are discarded in which the phosphate content with Ca lactate is greater than 30 kg./ha., the correlation coefficient between the phosphate content and fertility will be 0.742 ± 0.078 (33 stands). In the same way, when those stands are discarded in which the amount of adsorbed phosphate with NH_4F is greater than 420 kg./ha., the coefficient will be 0.690 ± 0.088 (35 stands). When stands 27 and 35 are discarded, the correlation coefficient between the total phosphorus content of clay and fertility will be 0.648 ± 0.084 (47 stands). In all cases the coefficient is remarkably high, 9.5, 7.9, and 7.7 times the respective standard error.

Fig. 4 shows the relation between the content of lactate-soluble phosphate and fertility, up to a phosphate content of 30 kg./ha.

Møller and Mogensen (1951) divide soils according to their phosphate value (= mg. P_2O_5/40 g. soil, screened through a 2 mm. sieve), obtained by the zeolite method, into the following classes:

P value < 4, available phosphate is evidently deficient,
» 4 to 8, little available phosphate; whether it is deficient or not depends on other growth factors,

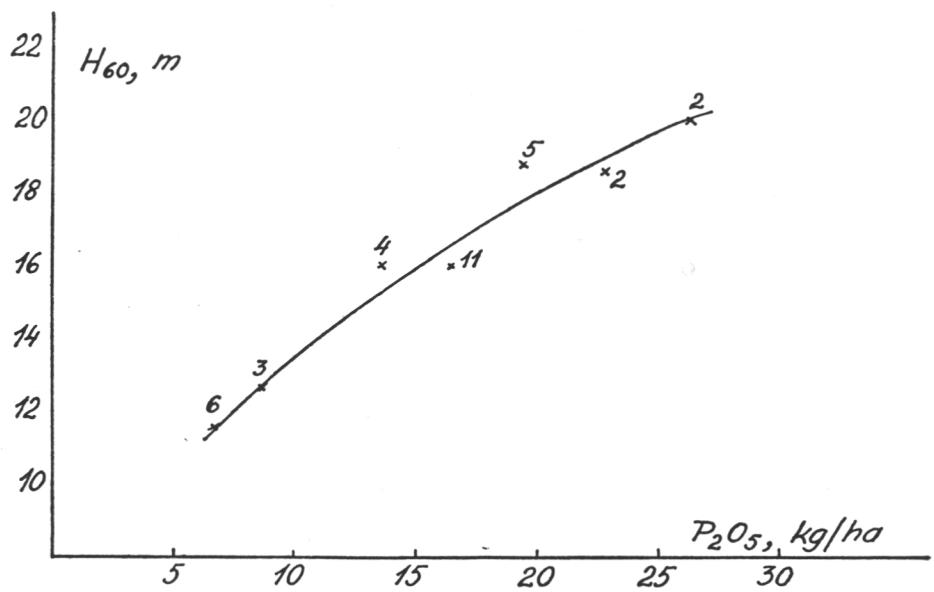


Fig. 4. Lactate-soluble P_2O_5 and height of dominant tree.
Kuva 4. Laktaattiliukoinen P_2O_5 ja valtapuun pituus.

P value 8 to 12, fairly abundant available phosphate; in general: these soils do not require more,
» > 16, soil is rich in phosphate; there is no phosphate deficiency.

The stands of the present study were distributed according to their phosphate value as follows:

P value < 4	0 %	P value 12 to 16	32 %
» 4 to 8	21 %	» > 16	11 %
» 8 to 12	36 %		

According to this distribution, the phosphate status of Finnish forest soils can be considered to be fairly good, for none of these stands belongs to the class of evident phosphate deficiency.

Probably the phosphate requirement of pine stands is quite low. This is indicated, for instance, by the low phosphorus content of pine needles (Aaltonen 1950). If the amount of a nutrient in the soil is greater than the optimum requirement of plants, the excess does not further improve the yield. In at least one third of the stands here studied the phosphate content seems to be so high that it no further improves fertility.

Ilvessalo (1923) did not find any correlation between phosphate content and fertility. According to Vági (1943) and McComb (1949), phosphate hardly has any effect on the fertility of forest soil.

Comparison of methods

Table 6 shows the correlation coefficients between the amounts of phosphorus obtained by different methods as well as the equations of their mutual regression. The highest correlation is between the amounts

Table 6. Correlation coefficients and equations of regression lines between the quantities of P_2O_5 by different methods.

Taul. 6. Eri menetelmillä saatujen P_2O_5-määrien väliset korrelaatiokertoimet ja regressiosuorain yhtälöt.

x / y	NH_4F, ads.	NH_4F, acid-sol. *happoliuk.*	Tot. in clay *Saven kok.*	Na zeolite	Ca lactate
NH_4F, ads.	—	0.743±0.064	0.797±0.052	0.976±0.014	0.684±0.076
» acid-sol.	y = 0.453 x +0.808	—	0.495±0.108	0.709±0.075	0.334±0.135
Tot. in clay—*Saven kokon.* ...	y = 1.12 x +4.05	y = 1.14 x +9.40	—	0.837±0.045	0.736±0.065
Na zeolite	y = 1.16 x +1.55	y = 1.51 x +5.65	y = 0.785 x +2.19	—	0.749±0.066
Ca lactate	y = 0.141 x —0.278	y = 0.115 x +0.559	y = 0.109 x —0.525	y = 0.125 x —0.494	—

of adsorbed phosphate with NH_4F and the zeolite phosphate. The zeolite method proved to be some kind of average method, the coefficients between the amounts of zeolite phosphate and other phosphates being, on average, the highest. The coefficients of the acid-soluble phosphate with NH_4F were smallest. The total phosphorus content of the clay fraction is best given by zeolite method.

Seeing that the correlation coefficients with the zeolite method were on an average the highest, its correlation coefficient with the fertility would have been expected to be the highest also. However, this is not so, probably because according to this method the phosphate status of Finnish forest soils is so good that lack of phosphate is not the primary cause of poor fertility.

Low and Black (1948) established that those reagents which form stable complexes with aluminium are most effective in dissolving phosphate. According to Kurtz, DeTurk, and Bray (1946), the solvent effect of fluoride is largely due to complex formation. Seeing that the amounts of phosphate obtained with Na zeolite and NH_4F are of about the same order of magnitude, and that there is a very high correlation coefficient between them, their effect may be supposed to be similar, *i. e.* the effect of zeolite may be assumed to be also principally due to complex formation, and not only to an exchange reaction between $Ca_3(PO_4)_2$ and Na zeolite, as is assumed by Møller (1935).

In the fluoride method the amount of adsorbed phosphate is considerably greater than that of acid-soluble phosphate. This shows that in acid soils, which include all the soils of the present study, the bulk of the phosphate is in the adsorbed form, as has been established also by Dean and Rubins (1947).

The amounts of adsorbed phosphate given by the NH_4F method, of zeolite phosphate, and of the total phosphorus of the clay fraction are of the same order of magnitude. Probably fluoride and zeolite extract all the adsorbed phosphate from the soil, the bulk of which has been adsorbed by the clay fraction.

Conclusions

Experiments carried out here and elsewhere have shown that the retention of phosphate depends on many properties of the soil. When conditions in the soil vary, retention of phosphate also varies. The difficulty of determining the phosphate requirement of a soil by chemical analysis is further increased by the probable contact feeding, as well as by the interaction of some nutrients. Thus, phosphorus can be partly

substituted by nitrogen (Dumenil and Nelson 1948) and by silicate (Semb 1943). According to Kaila (1950), the difficulty may be still further increased by the action of microorganisms, which render unavailable phosphorus available and *vica versa*. Further, when easily exchangeable phosphate is used, more firmly adsorbed phosphate is by and by changed to readily exchangeable (Bray and Dickman 1941). Thus, the amount of available phosphate in the soil may be sufficient for trees, though the amount found by analysis is small. Thus Kurtz, DeTurk, and Bray (1946) say that the adsorption of phosphate does not take place by any single mechanism, and there is no sharp division between the adsorbed phosphate which is immediately available to plants and that which is only slowly available.

Dean and Rubins (1947) have established that the amount of exchangeable phosphate is not a reliable index of soil fertility, and they suppose that both quantity and intensity factors must be considered in the evaluation of the phosphorus fertility of soils.

Bondorff and Damsgaard-Sørensen (1942), in comparing the results of different methods of phosphate determination with the results of field experiments, arrived at the conclusion that the figure for the phosphate status of the soil given by chemical analysis is not always correct, whatever method is used. There are always soils which give results differing greatly from the average result for the group. In the present study the phosphate values for stands 27, and especially 35, have been much greater, that for stand 46 much smaller than the average, by all methods. In addition the phosphorus content of several other stands has been exceptional by some methods.

The result is arrived at that phosphate probably improves the fertility of forest soil, in some cases even considerably. However, the retention of phosphate in the soil is linked with many properties of the soil, which in turn interact, so that no conclusions on phosphate status can be drawn without a thorough knowledge of these properties. In any case, when the determination of phosphate is carried out by the present methods, it hardly indicates the fertility of forest soil. In the lactate, fluoride, and total phosphorus content of clay methods a distinct correlation between phosphorus content and fertility was established when those stands were discarded in which the amount of phosphate exceeded a certain value. This shows that *the fertility of forest soil does depend on the phosphate content*. However, since the upper limit is dependent at least on the species of tree and soil, the question of the effect of phosphate on the fertility cannot be considered as fully solved.

The best of the present methods of determining phosphorus seem to be the lactate and the total phosphorus content of clay fraction methods.

Other factors affecting fertility

In addition to the effect of the previously mentioned cations and phosphorus, the effect of the content of nitrogen, humus, and basic minerals, and also the effect of acidity on the fertility were studied. The results of these analyses are presented in table 9, p. 51.

The mean figures for the different site types were:

	MT	VT	$\frac{D.}{S.E.D.}$
N, mg./100 g.	34.8 ± 3.85	21.4 ± 4.20	2.61
org. C, mg./100 g.	893 ± 90	598 ± 38	3.00
min. ind. of clay, mg./100 g.	71.4 ± 10.5	41.7 ± 9.46	2.08
pH in water	5.01	4.98	—
pH in KCl	4.37	4.37	—

As is seen, the nitrogen, humus, and basic mineral contents of the clay fraction are greater for MT than for VT. However, the ratio of the difference and its standard error is so small that these differences cannot be considered significant. There is no difference at all in acidity between these site types.

The contents of nitrogen and humus per hectare [the humus content is obtained when the organic carbon content is multiplied by 1.724 (Waksman 1938)], and the corresponding figures given by Valmari (1921) were:

	Valmari		Viro	
	MT	VT	MT	VT
N, kg./ha.	2 428 ± 79	1 726 ± 100	1 050 ± 115	630 ± 128
humus, ton./ha.	123.7 ± 4.1	102.9 ± 5.5	46.2 ± 4.7	30.9 ± 2.0

The nitrogen contents are about 30 to 40 per cent of the respective figures of Valmari, when the results are calculated on the same basis. This at first seems strange, but when the humus contents are examined, it is seen that here as well the figures are 2 to 3 times greater than those found in the present study. Valmari's figures correspond to an average humus content of 3 to 6 per cent, whereas the highest humus content in the present study was 4.12 (stand 46). This difference is partly due to the fact that Valmari's figures represent a soil layer of 20 cm. thickness, those of the present study 30 cm. The humus content has been shown to be greatest in the surface layer of the soil and to diminish with depth. The humus content of moist forest soils in South Finland is (Aaltonen 1939):

depth, cm.	humus content, %		
	sandy soils	loamy soils	clayey soils
0—20	1.14	1.96	1.84
0—30	0.90	1.64	1.42

As is seen in these figures, the humus content of a soil layer 20 cm. thick is 20 to 30 per cent higher than that of a 30 cm. thick layer. However, the great differences between Valmari's figures and those of the present study are not explained by this fact. The differences are also due to the different methods of determination: Valmari has determined humus as the loss on ignition. By this method, the humus content also includes pieces of roots, which are not oxidized by Tiurin's method, as well as the hygroscopic water.

The correlation coefficient between the humus and nitrogen contents of mineral soil was 0.949 ± 0.014, that is, the correlation is very highly significant. This means that the nitrogen content of humus is fairly constant. For the different site types the nitrogen content of humus and Valmari's corresponding figures were:

	Valmari		Viro	
	MT	VT	MT	VT
N content of humus, % ..	1.97	1.69	2.27 ± 0.10	2.10 ± 0.07

According to both studies, the nitrogen content of humus is somewhat greater for MT than for VT. Valmari's figures are too low, because the amount of humus is calculated as the loss on ignition. On the other hand, the figures of the present study are too high, owing to the fact that fragments of organic matter, for instance bits of roots, are not oxidized with dichromate. The true nitrogen content of the humus of mineral soil is between these figures, for MT about 2.1 per cent and for VT about 1.9 per cent. However, the ratio of the difference and its standard error shows that this difference is not significant.

According to Aaltonen (1926), the nitrogen content of the humus layer of forest soil is:

	CT	VT	MT	OMT	OMaT
N, %	1.50	1.67	1.80	2.23	2.80

Thus the nitrogen content of the humus in the humus layer is somewhat lower than that of mineral soil. In the humus layer the nitrogen content also increases as the site type improves.

Tamm and Wadman (1945) did not find any correlation between the base mineral index and the fertility of forest soil in North Sweden, but when the mineral index is multiplied by the percentage of clay, there is a distinct correlation between the so-called mineral index of clay and fertility. In the present study also, the mineral index of clay has been used. This gives the amount of heavy or basic minerals in the clay fraction of a known amount of soil (here mg./100 g. soil), provided that they occur in the same proportions in the clay fraction and in the fraction

0.2—0.5 mm. The bylk of these minerals are easily weathered and they are the most important source of lime in the soil (T a m m 1934).

According to A a l t o n e n (1939), the relation between the amount of lime soluble in 10 % hydrochloric acid and the mineral index in the moist soils of South Finland is very distinct. In the present study the following correlation coefficients between the amounts of lime and the mineral index were found:

NH_4Cl — CaO	0.532 ± 0.102
total CaO in clay	0.581 ± 0.095

The correlation coefficients show that both these amounts of lime depend on the mineral index, but the dependence is not very close. This is due, at least in part, to the ability of the NH_4Cl method to determine mainly adsorbed lime, whereas a part of the lime can be leached from the clay fraction or more lime can be adsorbed onto the clay particles. The mineral index gives the amount of storage minerals which release lime on weathering. The correlation coefficient between the amount of hydrochloric acid — soluble lime and the mineral index would probably have been considerably greater than the afore-mentioned coefficients, owing to the strong solvent effect of hydrochloric acid.

The correlation coefficients between the different factors and fertility were:

nitrogen	0.612 ± 0.083
humus	0.489 ± 0.110
mineral index of clay	0.569 ± 0.096

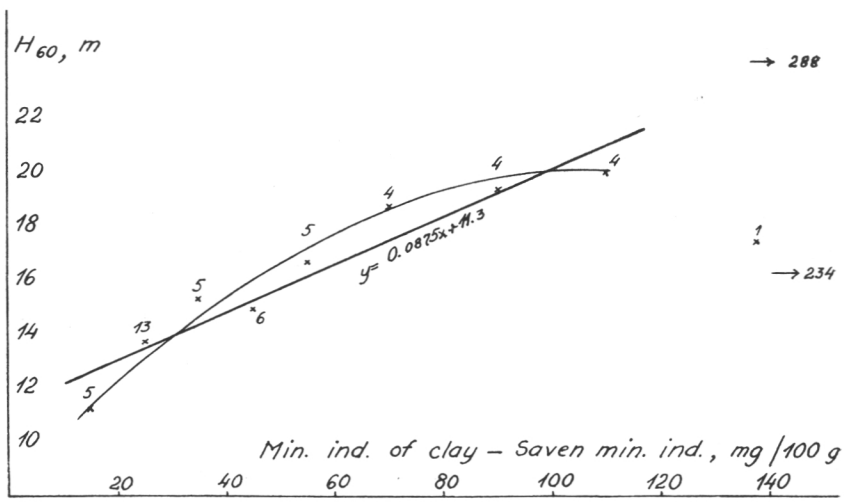


Fig. 5. Mineral index of clay and height of dominant tree.
Kuva 5. Saven mineraali-indeksi ja valtapuun pituus.

There was no correlation between acidity and fertility. The three correlation coefficients shown above are not very high. However, they are high enough to show that these substances affect the fertility of forest soil.

When those stands are discarded in which the mineral index of clay is higher than 120 mg./100 g. (3 stands), the correlation coefficient is 0.717 ± 0.074, *i. e.* about 25 per cent higher than with these stands. The shape of the curve of this relation (fig. 5) shows that as the mineral index of clay increases, the angle coefficient of its tangent becomes smaller. When the mineral index of clay is 110 mg./100 g., the curve is practically horizontal. The height of the dominant tree is then about 20 m. As the mineral index of clay increases further, there seems to be no further correlation between this and fertility. The maintenance of the sufficient lime content seems to be assured when the clay fraction has a basic mineral content of 80 mg. or more per 100 g. soil.

Subsoil

According to T a m m (1950), soil samples for mechanical analysis and mineralogical tests must be taken from the subsoil since it represents best the parent material of the soil. However, seeing that according to earlier investigations (V i r o 1947), the surface soil seems to be more important from the point of view of the fertility of forest soil, the subsoil was not analysed by all the methods used for the surface soil. Only CaO and MgO by NH_4Cl, mineral index, and acidity were determined. The results of these analyses are presented in table 10, p. 52. The mean values were:

	MT	VT	$\frac{D.}{S.\,E.\,D.}$
CaO, mg./100 g.	6.31 ± 0.884	5.63 ± 0.834	0.57
MgO, »	2.09 ± 0.334	1.49 ± 0.149	1.79
min. ind. of clay, mg./100 g.	39.4 ± 3.78	30.7 ± 3.95	1.36
pH in water	5.19	5.17	—
pH in KCl	4.62	4.63	—

Here again the values for MT are somewhat greater than those for VT. However, the ratio of each difference and its standard error shows that these differences are not significant. The ratios are smaller than the respective ratios in the surface soil.

There was no difference in the acidity between site types. Surface soil proved to be considerably more acid than subsoil. A a l t o n e n (1937 b) also established that acidity diminishes with depth. The lime and magnesia contents of the surface soil are considerably larger than those of the subsoil.

The mineral index in surface soil was 35.8 ± 2.78 mg./g., in subsoil 42.2 ± 2.92 mg./g. The content of basic minerals in the subsoil seems to be somewhat greater than in the surface soil. The correlation coefficient between these indices was 0.884 ± 0.031, which shows that the primary materials of surface and subsoil in Finnish morainic soils are much alike. The smaller mineral index in the surface soil is probably due to removal by weathering. Aaltonen (1939) also established that the mineral index increases with increasing depth. On the other hand, the mineral index of clay was considerably greater in surface than in subsoil, owing to the higher content of clay in the surface soil [3.2 % in surface soil and 2.1 % in subsoil (Viro 1947)]. If the amount of basic minerals per known *volume* of soil were calculated, the figure for subsoil would be considerably greater than that for surface soil, owing to greater volume gravity.

The correlation coefficients between these factors and fertility were

CaO	0.436 ± 0.116
MgO	0.285 ± 0.132
mineral index of clay	0.297 ± 0.130
cH	no correlation

When these coefficients are compared with the respective coefficients for surface soil (p. 12 and 30), it is seen that the mutual order of magnitude of the coefficients in both layers is the same, *i. e.* the coefficient of lime is the highest, that of magnesium the lowest, and no correlation at all exists between acidity and fertility. All the coefficients for surface soil are considerably higher than the respective coefficients for subsoil. Amongst the coefficients for subsoil only that of lime is significant.

The mean values obtained, as well as the correlation coefficients, show that from the point of view of the fertility of morainic soils, the surface soil is much more important than the subsoil. It is evident also on the basis of root examinations. Of the roots of a 60 year old pine stand 95 per cent are in the upper 30 cm. layer (Kalela 1949). Probably the main significance of the subsoil of morainic soils is as a store of nutrients.

The degree to which trees take nutrients from the different soil layers can hardly be measured. Some kind of rough approximation is aimed at in the following calculation, where the total CaO uptake of a 100 year old pine stand of VT is calculated. The figures which form the basis for this calculation are taken from the following publications: cubic content and natural removal Ilvessalo 1920, roots Laitakari 1927, stump and top Aro 1935, needle litter and lime content Ebermayer 1876. The amount of branches has been estimated as 5 per

cent of the stem, and the amount of fallen branches also as 5 per cent. The yield in 100 years rotation is, for VT:

	wood, cu. m./ha	bark, cu. m./ha.
useful timber, removed in cutting	291	43
left in forest stump	9	1
roots	67	10
top	6	1
branches	30	5
natural removal	151	36
roots of natural removal	45	11
total wood	599	107

The amount of needle litter in 100 years is about 320 000 kg. In total, there is 840 kg. lime in wood and bark, and 1 890 kg. in the litter per hectare. Supposing that the nutrient uptake of roots of equal size is independent of the depth, the lime uptake of roots penetrating deeper than 30 cm. (5 % of roots) is 137 kg. With the wood removed in cutting a habitat of VT loses 135 kg. of lime, or 115 kg. if the timber is barked in the forest. According to this calculation, the uptake of lime of a pine stand from deeper than 30 cm. is greater than the amount removed in cutting.

The estimate of the percentage of useful timber removed in cuttings is quite high in the foregoing calculation. Often, especially in outlying localities, it is considerably lower. The amount given can be regarded as the maximum value for the timber removed.

In this calculation, the lesser vegetation has been totally ignored. Still, some species penetrate with their roots very deep into the soil. All nutrients carried by them to the surface of the soil from deeper soil layers remain in the forest.

According to this calculation, nutrients are enriched in the surface soil to some extent. Nevertheless, seeing that a small amount of nutrients is leached into the ground water, and carried to the sea, the nutrient status of the surface soil can be considered to remain practically unchanged over long periods, *i. e. there is an equilibrium in the nutrient status of the surface soil.*

Glacio-fluvial soils

The importance of glacio-fluvial soils as forest soil is far less than that of morainic soils, for only one fifth of the forest soils in South Finland are glacio-fluvial (A a l t o n e n 1941). For this reason, the nutrients are not determined in these soils by all the methods used in morainic

Table 7. Mean nutrient contents of glacio-fluvial soils.

Taul. 7. Lajittuneiden maalajien keskimääräiset ravinnepitoisuudet.

Nutrient *Ravinne*	MT	VT	CT	MT—VT S. E. D.	VT—CT S. E. D.
	mg./100 g.				
CaO	7.51 ± 0.745	4.39 ± 0.861	2.75 ± 0.404	2.75	1.73
MgO	2.44 ± 0.135	1.45 ± 0.168	0.99 ± 0.133	4.61	2.15
K_2O	10.0 ± 1.85	7.55 ± 0.821	5.37 ± 0.248	1.21	2.57
P_2O_5, lact.	0.39 ± 0.079	1.14 ± 0.348	0.68 ± 0.218	—1.76	1.39
» NH_4F ...	8.33 ± 3.36	17.1 ± 2.39	13.6 ± 1.65	—2.14	1.20
Min ind. of clay *Saven min. ind.*	40.0 ± 5.66	64.4 ± 13.0	38.4 ± 4.57	—1.72	1.87
Org. C	1 220 ± 710	660 ± 56	540 ± 28	0.79	1.93
N	61.7 ± 32.0	27.8 ± 2.3	24.6 ± 2.0	1.05	1.05

soils. In surface soil CaO and MgO with NH_4Cl, K_2O with lactate, organic carbon, nitrogen, mineral index, P_2O_5 with the lactate and fluoride methods, and acidity were determined. In subsoil only mineral index and acidity were determined. It had been intended to determine the nutrient content in the clay fraction of the subsoil, also. However, separating the clay fraction proved to be so tedious that this plan was abandoned. The results of these analyses are given in table 11, p. 53.

When the mean nutrient contents for different site types given in table 7 are examined, it is seen that usually the nutrient content is higher in better site types. However, the ratios of the differences in nutrient contents in neighbouring site types to their respective standard error is so small that these differences are not significant. The lime, magnesia, and potash contents, as well as those of nitrogen and organic carbon, increase as the site type improves. The P_2O_5 content is highest for VT and lowest for MT. The mineral index of clay is also highest for VT, whereas the values for MT and CT are about equal.

When the respective figures for the nutrient contents of morainic and glacio-fluvial soils are compared, a considerable variation is observed. The amounts of lime and lactate phosphate are greater in morainic soils, those of organic carbon, nitrogen, and especially of potash are greater in glacio-fluvial soils. The amounts of the other nutrients are sometimes greater in morainic soils, sometimes in glacio-fluvial soils.

When tables 8 to 11 are examined it is seen that the amounts of many nutrients, calculated per screened soil sample (< 2 mm.), are greater in morainic than in glacio-fluvial soils. Still, the percentage of fine earth is usually much higher in glacio-fluvial soils, and this explains why the amount of some nutrients, for example of nitrogen, is greater in glacio-fluvial soils when calculated for natural soil.

The nitrogen content of humus was:	MT	VT	CT
N, %	2.94	2.42	2.64

On the basis of these figures, hardly anything can be said regarding the variation of the nitrogen content of humus in different site types. (It must be noted that only 3 stands represent MT). The humus of glacio-fluvial soils seems to contain much more nitrogen than that of morainic soils.

The correlation coefficients between nutrient content and fertility were:

CaO	0.474 ± 0.144	MgO	0.650 ± 0.107
K_2O	0.556 ± 0.128	mineral index of clay	0.305 ± 0.168
P_2O_5, lactate ...	0.332 ± 0.165	humus	0.379 ± 0.159
P_2O_5, fluoride ...	0.202 ± 0.159	nitrogen	0.222 ± 0.176

All these coefficients are remarkably small, only those of CaO, MgO, and K_2O, are 3 times their standard error.

When these correlation coefficients are compared with those of morainic soils, it is seen that the coefficient of MgO is higher for glacio-fluvial soils, whilst the coefficients of K_2O and P_2O_5 are of the same order of magnitude for both soils. The coefficient of CaO, which is very high in morainic soils, is lower than the coefficients of MgO and K_2O in glacio-fluvial soils. The ratio of a coefficient and its standard error is rather small, partly owing to the small number of stands (29 stands).

In the subsoil the mineral index of clay was:

	MT	VT	CT
mineral index of clay, mg./100 g.	24.3 ± 3.2	34.9 ± 7.5	24.3 ± 4.3

These values are considerably greater than those for surface soil. Here also the value is greatest for VT. The correlation coefficient between the index and fertility was 0.115 ± 0.183, *i. e.* there is no correlation.

According to T a m m (1937), the poor state of the sandy soils of South Sweden is due to mineralogical conditions, whereas in North Sweden the mineralogical composition hardly has any effect upon fertility (M a l m s t r ö m 1949).

The acidity of glacio-fluvial soils was:

		MT	VT	CT
surface soil,	pH in water	5.31	4.92	4.87
	pH in KCl	4.65	4.62	4.62
subsoil,	pH in water	5.47	4.99	5.02
	pH in KCl	4.72	4.82	4.77

In water the pH is distinctly greatest for MT, the figures for VT and CT being about equal. In KCl, the pH varies irregularly.

Holmbäck and Malmström (1947) stated that the growth of saplings on dry heathland soils was much improved by watering. They consider this to be due to the increased amount of humus. Nitrogen is also considered important. Romell and Malmström (1945) consider nitrogen to be deficient in dry heathland soils, but there is some factor which is still more effective. This factor is supposed to be moisture.

None of the correlation coefficients between a nutrient and fertility in glacio-fluvial soils attains the value 0.7. The coefficients of mineral index, lactate phosphate, and especially that of CaO are of this order in morainic soils. Thus, the fertility of morainic soils can be determined with a much greater reliability than that of glacio-fluvial soils. In view of the fact that the bulk of fertile forest soils in Finland are morainic soils, it is more important in Finnish conditions to be able to determine the fertility of morainic soils.

When some stands of the present study were used for another purpose, the soil was examined deeper. In this connection a fine layer, capable of preventing the percolation of water, was found in stands 13, 26, 29, and 79 at a depth within reach of the trees (between 1 and 2 metres). In these stands the dominant height of trees is considerable, despite the fairly small nutrient content. When these stands are omitted, the correlation coefficient between, for instance, lime and fertility is 0.665 ± 0.112, instead of 0.474 ± 0.144 with all stands. This indicates that it is true that lime also affects the fertility of glacio-fluvial soils, but that there exists a factor which disturbs the manifestation of this effect. In many investigations the limiting effect of water on fertility has been shown (literature on this question is reviewed in Viro 1947). In particular this is so in glacio-fluvial soils, which are often coarse in texture, and poor in water-holding capacity. In the foregoing, 4 stands on glacio-fluvial soils have been mentioned where the soil contains water-holding layers and where the dominant height of stand is exceptionally great. In this way the hypothesis has been reached that stratification has a great effect upon the fertility of glacio-fluvial soils. However, this question will be dealt with later in a special investigation.

Discussion

When the best correlation coefficients obtained in the present study are compared with those calculated by Ilvessalo (1923) [on the basis of Valmari's (1921) results], and the mutual order of importance of different nutrients, obtained by Schütze (1869, 1871), the following table is obtained:

	morainic soils	glacio-fluvial soils	Ilvessalo	Schütze
CaO	0.851 ± 0.039	0.474 ± 0.144	0.537 ± 0.094	I
MgO	0.527 ± 0.103	0.665 ± 0.104	not determined	IV
K_2O	0.600 ± 0.091	0.556 ± 0.128	no correlation	III
N	0.612 ± 0.083	0.222 ± 0.176	0.607 ± 0.084	not det.
P_2O_5	0.496 ± 0.110	0.332 ± 0.165	no correlation	II
humus	0.489 ± 0.108	0.379 ± 0.159	0.285 ± 0.123	not det.

According to the present study, lime is the most important nutrient in morainic soils, magnesia in glacio-fluvial soils. According to Schütze, lime is the most important of the nutrients of pine stands, according to Ilvessalo, nitrogen is the most important. The yield of oak stands is primarily dependent on the amount of exchangeable lime (Youngberg and Scholz 1949). When the coefficients found in the present study for morainic soils are compared with those obtained by Ilvessalo, it is seen that only the coefficients of nitrogen are of the same order of magnitude. Both of these studies are based on data collected from about the same area, and the data is about equally extensive in both. Nitrogen is the only nutrient which has been determined by the same method in both studies. Seeing that all the other nutrients in these studies have been determined by different methods, and that the correlation coefficients between the nutrient content and fertility are much higher in the present study, the methods used here are better suited for determining soil fertility. Ilvessalo did not find any correlation between the potash or phosphate content and fertility. Here both of these were distinctly significant, and the correlation with phosphate highly significant, if some stands with very high phosphate content are omitted. The coefficients for glacio-fluvial soils are, with the exception of MgO, much smaller than those for morainic soils.

In the present study all stands dealt with as a unit have been on similar soils. The moisture conditions of Finnish morainic soils are very much alike; the ground moraine is usually impermeable to water. In general, water does not seem to play the same role in morainic soils as elsewhere, probably owing to better availability. For this reason, more emphasis can be laid on the effect of nutrients in improving the fertility of morainic soils. The effect of moisture, frequently very important, has here been eliminated to a great extent. On the other hand, moisture conditions vary very much in glacio-fluvial soils between different stands, and often water is the primary growth-limiting factor. At least in part on this account, the correlation between the nutrient content and fertility is smaller in glacio-fluvial soils.

The stands of the present study are spread out over the southern part of Finland; they do not represent any certain type of rock or mineralogical composition of soil. The number of stands, at least in morainic

soils, is to be regarded as sufficent. Seeing that the correlation coefficient between the amount of a nutrient and fertility is in some cases considerable, *the determining of the fertility of morainic soils for growth of pine by chemical soil analysis can be considered reliable enough in a given area.* Factors hampering the determination of fertility are, for instance, exposure and inclination. Differences in the height above sea level, which may sometimes affect the fertility to a great extent, are not important in the area at present studied.

The fertility of glacio-fluvial soils seems not to be to the same degree dependent on the nutrient content of the soil. In determining the fertility of these soils, great emphasis must be laid upon the physical conditions of the soil, and the soil must be examined deeper than in morainic soils.

Literature cited

Aaltonen, V. T., 1926. Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. (Summary: The decomposition of nitrogenous compounds in woodland soils). Comm. inst. forest. fenn. 10.

—»— 1937 a. Über die bodenkundliche Bonitierung der Waldstandorte. I. (Selostus: Metsäkasvupaikkojen bonitoinnista maan ominaisuuksien perusteella. I). Ibid. 25, 1.

—»— 1937 b. Einige pH-Bestimmungen in Waldböden. (Selostus: Muutamia pH-määräyksiä metsämaissa). Ibid. 25, 2.

—»— 1939. Zur Stratigraphie des Podsolprofils. II. (Selostus: Valaisua podsolimaan kerrallisuuteen. II). Ibid. 27, 4.

—»— 1941. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. (Zusammenfassung: Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung). Ibid. 29, 5.

—»— 1947. Studien über die Bodenbildung in den Hainwäldern Finnlands mit einigen Beobachtungen über ausländische Braunerden. (Selostus: Tutkimuksia maannostumisesta lehtometsissämme sekä muutamia havaintoja ulkolaisista ruskomaista). Ibid. 35, 1.

—»— 1948. Boden und Wald unter besonderer Berücksichtigung des nordeuropäischen Waldbaus. Berlin und Hamburg.

—»— 1950. Die Blattanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. (Selostus: Lehtianalyysi metsämaan hyvyysluokituksen perusteena). Comm. inst. forest. fenn. 37, 8.

Aarnio, B., 1938. Über die Tone Finnlands und ihre Eigenschaften. (Selostus: Suomen savista ja niiden ominaisuuksista). Maatalouskoelait. maatutkimusos., Agrogeol. julk. 46.

—»— 1942. Suomen savista ja niiden ominaisuuksista. Maataloustiet. aikak. 14, pp. 1—18.

Aderikhin, P. G., 1946. Role of colloids in P_2O_5-absorption by soils. Pedology, pp. 550—554.

Arnold, Charles Y., 1947. Analyses of vegetable fertilizer plots with a soil test which measures acid-soluble and adsorbed phosphorus. Soil Sci. 64, pp. 101—109.

Aro, Paavo, 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. (Referat: Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchholzes und der Hiebreste). Comm. inst. forest. fenn. 20, 4.

Attoe, O. J. and Truog, E., 1949. Correlation of yield and quantity of alfalfa and clover hay with levels of available phosphorus and potassium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 14, pp. 249—253.

Bass, Garland B. and Sieling, Dale H., 1950. Method for determining relative phosphate-fixing capacity of acid soils. Soil Sci. 69, pp. 269—280.

Bear, Firman E., Prince, A. L., and Malcolm, J. L., 1945. Potassium needs of New Jersey soils. N. J. Agr. Exp. Sta. Bul. 721.

Biltz, Heinrich and Biltz, Wilhelm, 1942. Ausführung quantitativer Analysen. Leipzig.

Black, C. A., 1941. Penetration of phosphate into the kaolinite crystal. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 6, pp. 157—161.

Bondorff, K. A., 1948. Jordbundsanalyser og Markforsøg. Nordisk Jordbrugsforskning, pp. 749—764.

—»— 1950. Studier over jordens fosforsyreindhold. V. En ny fremgångsmåde ved undersøgelsen af jordens fosforsyreindhold. Tidskrift for Planteavl 53, pp. 336—342.

—»— and Steenbjerg, F., 1932. Studier over Jordens Fosforsyreindhold. I. Fosforsyrens Opløselighed. Ibid. 38, pp. 273—308.

—»— and Damsgaard-Sørensen, P., 1942. Studier over Jordens Fosforsyreindhold. III. En Sammenligning mellom forskellige kemiske Metoder til Bestemmelse af tilgaengelige Fosfater i Jord. Ibid. 46, pp. 377—425.

Bray, R. H. and Dickman, S. R., 1941. Adsorbed phosphates in soils and their relation to crop responces. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 6, pp. 312—320.

Burd, John S., 1948. Chemistry of the phosphate ion in soil systems. Soil Sci. 65, pp. 227—247.

—»— and Murphy, H. F., 1939. The use of chemical data in the prognosis of phosphate deficiency in soils. Hilgardia 12, pp. 323—340.

Coleman, Russel, 1944. The mechanism of phosphate fixation by montmorillonitic and kaolinitic clays. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 9, pp. 72—78.

Damsgaard-Sørensen, P., 1946. Studier over Jordens Fosforsyreindhold. IV. Det organiskt bundne Fosfor. Tidskrift for Planteavl 50, pp. 653—675.

Davis, Franklin L., 1943. Retention of phosphates by soils: I. Effect of additions of iron and aluminium chloride upon the retention of phosphorus by virgin Hammond very fine sandy loam. Soil Sci. 56, pp. 457—478.

—»— 1945. Retention of phosphates by soils: II. Effect of drying and of certain cations and anions on the cation exchange capacity of soils. Ibid 59, pp. 175—190.

Dean, L. A. and Rubins, E. J., 1945. Absorption by plants of phosphorus from a clay-water system: methods and ensuing observations. Ibid. 59, pp. 437—448.

—»— —»— 1947. Anion exchange in soils: III. Applicability to prob lems of soil fertility. Ibid. 63, pp. 399—406.

Dickman, S. R. and Bray, R. H., 1941. Replacement of adsorbed phosphate from kaolinite by fluoride. Ibid. 52, pp. 263—273.

Doughty, J. L., 1935. Phosphate fixation in soils, particularly as influenced by organic matter. Ibid. 40, pp. 191—202.

Dumenil, Lloyld and Nelson, L. B., 1948. Nutrient balance and interaction in fertilizer experiments. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13, pp. 335—341.

Dunn, L. E., 1943. Effect of lime on availability of nutrients in certain western Washington soils. Soil Sci. 56, pp. 297—316.

Ebermayer, Ernst, 1876. Die gesamte Lehre der Waldstreu mit Rücksicht auf die chemische Statik des Waldbaues. Berlin.

Egnér, H., Köhler, G., and Nydahl, F., 1938. Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. Lantbrukshögskolans Annaler 6, pp. 253—298.

Ensminger, L. E., 1948. The relationship between water lost and PO_4 adsorbed on phosphating clay minerals and soil colloids. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13, pp. 170—174.

Gaarder, Torbjørn, 1930. Die Bindung der Phosphorsäure im Erdboden. Vestlandets Forstlige Forsøksstation. Meddelelse Nr. 14.

—»— and Grahl-Nielsen, O., 1935. Die Bindung der Phosphorsäure im Erdboden. II. Ibid. Meddelelse Nr. 18.

Giesiger, L., 1950. Grundsätzliche Fragen zur Bestimmung der Phosphorsäure- und Kalibedürftigkeit auf Grund der chemischen Bodenuntersuchung. Trans. IV. Congr. Soil. Sci., Vol. I, pp. 208—218.

Haseman, J. F., Brown, Earl H., and Whitt, Carlton D., 1950. Some reactions of phosphate with clays and hydrous oxides of iron and aluminium. Soil Sci. 70, pp. 257—271.

Hende, A. van den, 1950. La valeur des methodes chimiques pour la recherche du besoin en acide phosphorique des sols belges. Trans. IV. Congr. Soil Sci., Vol. I, pp. 218—221.

Herrmann, R. and Lederle, P., 1944. Zusammengefasste Arbeitsvorschrift zur Bestimmung der Phosphorsäure und des Kaliums in den nach H. Riehm erhaltenen Laktatbodenauszügen auf einem von uns ausgearbeiteten kolorimetrischen und geänderten flammenphotometrischen Wege. Bodenkunde und Pflanzenernährung 34, pp. 1—20.

Heyer, Gustav, 1856. Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie. Erlangen.

Holmbäck, Bure and Malmström, Carl, 1947. Några markförbättringsförsök på nordsvenska tallhedar. (Summary: Site-improvement experiments in lichen-pine forests in northern Sweden). Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 36, pp. 1—82.

Ilvessalo, Yrjö, 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland). Acta forest. fenn. 15.

—»— 1923. Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. Ibid. 25.

Jenny, H. and Overstreet, R., 1939. Cation interchange between plant roots and soil colloids. Soil Sci. 47, pp. 257—272.

—»— —»— and Ayers, A. D., 1939. Contact depletion of barley roots as revealed by radioactive indicators. Ibid. 48, pp. 9—24.

Kaila, Armi, 1948. Viljelysmaan orgaanisesta fosforista. (Summary: On the organic phosphorus in cultivated soils). Helsinki.

—»— 1950. Om bestämning av jordens fosforbehov. Lecture, given at the 8th congress of the society »Nordisk jordbruksforsknings förening» at Helsinki.

Kalela, Erkki K., 1949. Männiköiden ja kuusikoiden juurisuhteista I. (Summary: On the horizontal roots in pine and spruce stand I). Acta forest. fenn. 57, 2.

Koshelkov, P. N., 1938. Mobility of the P_2O_5 of the soils and phosphate fertilizers as influenced by the sol of humic acid, sodium humate, and of colloidal silicic acid. Pedology, pp. 163—180.

Kurtz, Touby, DeTurk, Ernest E., and Bray, Roger H., 1946. Phosphate adsorption by Illinois soils. Soil Sci. 61, pp. 111—124.

Laitakari, Erkki, 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. [Summary: The root system of pine *(Pinus silvestris)*. A morphological investigation]. Acta forest. fenn. 33, 1.

Low, P. F. and Black, C. A., 1948. Phosphate-induced decomposition of kaolinite. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, pp. 180—183.

—»— —»— 1950. Reactions of phosphate with kaolinite. Soil Sci. 70, pp. 273—290.

Lundegårdh, Henrik, 1945. Die Blattanalyse. Jena.

Låg, J., 1947. Undersøgelser over innholdet av lettoppløselig fosfor og reaksjonen i jorda på en del gårder i Østfold og Akershus. (Summary: Investigations on the acid lactatesoluble phosphorus and the reaction of the soils of some farms in Østfold and Akershus in Norway). Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole, Småskrifter Nr. 30.

MacIntire, W. H., Shaw, W. M., and Robinson, Brooks, 1949. Migration of phosphorus and other elements from variously phosphated soils, with and without calcium fluoride and liming materials. Soil Sci. 67, pp. 377—394.

Malmström, Carl, 1949. Studier över skogstyper och trädslagsfördelning inom Västerbottens län. (Zusammenfassung: Studien über Waldtypen und Baumartenverteilung im Län Västerbotten). Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 37, pp. 1—231.

McComb, A. L., 1949. Some fertilizer experiments with deciduous forest tree seedlings on several Iowa soils. Agr. Exp. Sta. Iowa State Coll. of Agric. and Mechanic Arts, Forestry Section.

Metzger, W. H., 1941. Phosphorus fixation in relation to the iron and aluminium of the soil. Journ. Amer. Soc. Agron. 33, pp. 1093—1099.

Mitchell, Harold L., 1934. Pot culture tests of forest fertility, with observations on the effect of varied solar radiation and nutrient supply on the growth and nitrogen content of Scots and white pine seedlings. Black Rock Forest Bull. 5.

—»— 1939. The growth and nutrition of white pine *(Pinus Strobus L.)* seedlings in cultures with varying nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium. Ibid. 9.

Møller, Jørgen, 1935. Studier over Ionbytningsprocessen med saerligt Henblick paa Agrikulturkemien. København.

—»— and Mogensen, Th., 1950. Fosforsyre-problemet. Hedeselskabets Tidskrift.

—»— —»— 1951. Metode till bestemmelse af den mobiliserbare fosforsyre i jordbonden. Ibid.

Mortland, M. M. and Gieseking, J. E., 1949. Anion sorption and exchange by amine-clay complexes. Soil Sci. 68, pp. 391—398.

Murphy, H. F., 1939. The rôle of kaolinite in phosphate fixation. Hilgardia 12, pp. 341—382.

Neller, J. R., 1946. Mobility of phosphates in sandy soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, pp. 227—230.

Overstreet, Roy, 1945. Ionic reactions in soils and clay suspensions: The significance of soil filtrates. Soil Sci. 59, pp. 265—270.

Parker, F. W., 1927. Soil phosphorus studies: III. Plant growth and the absorption of phosphorus from culture solutions of different phosphate concentrations. Ibid. 24, pp. 129—146.

Peech, Michael and Bradfield, Richard, 1948. Chemical methods for estimating lime needs of soils. Ibid. 65, pp. 35—55.

Perkins, Alfred T., 1945. Phosphate fixation by soil minerals: V. Time of reaction. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10, pp. 102—106.

Romell, Lars-Gunnar and Malmström, Carl, 1945. Henrik Hesselmans tallhedsförsök åren 1922—42. [Summary: The ecology of lichen-pine forest experiments (1922—42) by the late Dr. H. Hesselman]. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 34, pp. 543—625.

Salminen, A., 1939. Suomalaisten savien kivennäiskokoomuksesta. Suomen Kemistilehti A 12, pp. 2—7.

Salonen, Martti, 1940. Kalkituksen vaikutuksista typen ja fosforihapon mobilisatioon maassa. (Referat: Über den Einfluss der Kalkung auf die Stickstoff- und Phosphorsäuremobilisation im Boden). Maataloustiet. aikak. 12, pp. 142—156.

—»— 1946. Kalkituksen vaikutuksista maaperän orgaaniseen ja helppoliukoiseen fosforiin. (Summary: Effect of liming on organic and easily soluble phosphorus of soil). Ibid. 18, pp. 1—10.

Schollenberger, C. J. and Simon, R. H., 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil. — Ammonium acetate method. Soil Sci. 59, pp. 13—24.

Schütze, W., 1869 and 1871. Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Ertragsfähigkeit des Waldbodens. Zschr. für Forst- und Jagdwesen 1, pp. 500—515, and 2, pp. 367—390.

Semb, Gunnar, 1943. Orienterende karforsøk over forholdet mellom jordens surhetsgrad og fosfatvirkningen. (Zusammenfassung: Orientierende Gefässversuche über das Verhältnis zwischen der Bodenazidität und der Phosphatwirkung). Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole, pp. 374—392.

—»— and Hovland, G., 1946. Undersøgelser over surhetsgrad og fosfattilstand på to jordstykker i 1940 og 1945. Tidskrift for Det norske Landbruk, 53, pp. 179—184.

Sieling, Dale H., 1947. Role of kaolin in anion sorption and exchange. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, pp. 161—170.

Smith, G. E. and Hester, J. B., 1948. Calcium content of soils and fertilizers in relation to composition and nutritive value of plants. Soil Sci. 65, pp. 117—128.

Soveri, U., 1950. Differential thermal analyses of some quaternary clays of Fennoscandia. Helsinki.

Stewart, A. B., 1939. Phosphate manuring and the effect of lime. The Scottish Journ. Agric. XXII, 2.

Stout, P. R., 1939. Alterations in the crystal structure of clay minerals as a result of phosphate fixation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 4, pp. 177—182.

Struthers, Paul H. and Sieling, Dale H., 1950. Effect of organic anions on phosphate precipitation by iron and aluminium as influenced by pH. Soil Sci. 69, pp. 205—213.

Süchting, H., 1943. Die Ernährungsverhältnisse des Waldes. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung 119, pp. 29—42 and 64—75.

Swenson, Richard M., Cole, C. Vernon, and Sieling, Dale H., 1949. Fixation of phosphate by iron and aluminium and replacement by organic and inorganic ions. Soil Sci. 67, pp. 3—22.

Tamm, Olof, 1922. Om bestämning av de oorganiska komponenterna i markens gelkomplex. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 19, 4, pp. 385—404.

Tamm, Olof, 1934. En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. (Zusammenfassung: Eine Schnellmethode für mineralogische Bodenuntersuchung). Svenska Skogsvårdsför. Tidskr., pp. 231—248.
—»— 1937. Om de lågproduktiva sandmarkerna å Hökensås och i övre Lagadalen. (Referat: Über die schwachproduktiven Sandböden auf dem Hökensås und im oberen Lagatal, Südschweden). Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 30, pp. 1—66.
—»— 1950. Principles of classification of forest sites in Sweden by examination of the soil. Trans. IV. Congr. Soil. Sci., Vol. I, pp. 364—367.
—»— and Wadman, Erik, 1945. Om skogens naturliga betingelser i Hamra revir. (Summary: Factors of site and of climate correlated to yield and type of forest in Hamra, North Sweden). Svenska Skogsvårdsför. Tidskr., Bilaga 2.
Truog, Emil, 1930. The determination of readily available phosphorus of soils. Journ. Amer. Soc. Agron. 22, pp. 874—882.
—»— 1948. Lime in relation to availability of plant nutrients. Soil Sci. 65, pp. 1—7.
—»—, Goates, R. J., Gerloff, G. C., and Berger, K. C., 1947. Magnesium-phosphorus relationships in plant nutrition. Ibid. 63, pp. 19—25.
Tuorila, P., 1945. Några problem rörande kalkningsfrågan. Svenska vall- och mosskulturför. kvartalskr. 7, pp. 83—101.
Ulrich, Albert, 1945. Critical phosphorus and potassium levels in ladino clover. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10, pp. 150—161.
Vági, Stefan, 1943. Forschungsprobleme der forstlichen Bodenkunde in Ungarn. Intersylva 3, pp. 21—28.
Valmari, J., 1921. Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Acta forest. fenn. 20.
Viro, Pentti J., 1945. The determination of lime and magnesia by precipitation in common solution. Suomen Kemistilehti B 18.
—»— 1946. On Tamm's method of determining the colloid complex of soil. Ibid. B 19.
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). Comm. inst. forest. fenn. 35. 2.
—»— 1950. Fertilization trials on forest soil. (Selostus: Metsämaan lannoituskokeita). Ibid. 37, 7.
Waksman, Selman A., 1938. Humus. Origin, chemical composition, and importance in nature. London.
Walker, G. F., 1949. The decomposition of biotite in the soil. Mineralogical Magazine 28, pp. 693—703.
Wild, Alan, 1950. The effect of neutral salts on the retention of phosphate by clay at various pH values. Trans. IV. Congr. Soil Sci., Vol. I, pp. 146—149.
Williams, E. G., 1949. Phosphate fixation. National Agric. Adv. Service.
—»— and Stewart, A. B., 1943. Studies on phosphate fixation in Scottish soils. Journ. Agric. Sci. 33, pp. 179—189.
Youngberg, C. T. and Scholz, H. F., 1949. Relation of soil fertility and rate of growth of mixed oak stands in the driftless area of southwestern Wisconsin. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 14, pp. 331—332.
Åslander, Alfred, 1950. The availability of phosphates after standard fertilization. Trans. IV. Congr. Soil Sci., Vol. II, pp. 158—163.

Metsämaan ravinnesuhteet ja viljavuus

Selostus

Johdanto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitä mahdollisuuksia on nykyisin käytännössä olevilla kemiallisilla analyysimenetelmillä määrittää metsämaan viljavuus. Täydellisimmin ovat tätä kysymystä aikaisemmin tutkineet Valmari ja Ilvessalo, joiden mukaan metsämaan viljavuus on lähinnä riippuvainen maan typpipitoisuudesta. Myös maan kalkki-, elektrolyytti- ja humuspitoisuuden lisääntyessä totesivat he viljavuuden parantuvan. Kali- ja fosforipitoisuus sitävastoin osoittautui maan viljavuudelle vähemmän merkitseväksi.

Maanviljelyksessä on paljon käytetty kasvien analysointia maan viljavuuden osoittamiseksi. Puiden neulasten ja lehtien analysoiminen ei kuitenkaan, ainakaan meidän oloissamme, ole osoittautunut sopivaksi metsämaan viljavuuden määritysmenetelmäksi.

Tämä tutkimus perustuu tekijän metsämaan kivisyyttä koskevassa tutkimuksessa käyttämään aineistoon. Koealojen alueellinen jakaantuminen on osoitettu kuvassa 1, s. 8. Maan viljavuuden mittana käytetään metsikön valtapuun pituutta 60 v:n iällä (taul. 12, s. 54).

Koska saman metsämaan tuotto on suuresti riippuvainen puulajista, on oikeampi puhua metsämaan tuottokyvyn sijasta metsikön tuottokyvystä, jolloin tarkoitetaan, paljonko ko. puulajin normaalinen metsikkö tuottaisi. Metsikkökäsite sisällyttää sekä maan että puuston.

Maan analysointi on suoritettu seuraavilla menetelmillä:

1-n NH_4Cl:lla CaO ja MgO,
1-n NH_4CH_3COO:lla CaO, MgO, SrO, K_2O, Na_2O ja MnO,
savilajitteen kokonaisanalyysillä CaO, MgO, K_2O ja P_2O_5,
Ca-laktaatilla K_2O ja P_2O_5,
P_2O_5 on määritetty myös NH_4F:lla ja Na-zeolitilla,
typpi on määritetty Kjeldahl-analyysillä,
mineraali-indeksi on määrätty bromoformilla (om. p. 2.68),
pH on määritetty vedessä ja 1-n KCl:ssa.

Ravinteet ja viljavuus

Moreenimaat

Pintamaa

Kationiset ravinteet

Analyysien tulokset on esitetty taulukossa 8, s. 50. Osoittautui, että ravinteiden määrä on laskettava luonnon maata kohti, siis otettava huomioon myös maan sora-, kivi- ja lohkarelajitteet. Kaikki luvut taulukoita 8—11 lukuunottamatta on laskettu näin.

Taul. 1, s. 11 on esitetty kationisten ravinteiden määrät eri metsätyypeillä. Lukuunottamatta Na_2O:n määrää, MT:n maan ravinnepitoisuus on suurempi kuin VT:n maan. Erotuksen suhde keskivirheeseensä on kuitenkin yleensä verraten pieni. (Jos suhdeluku on < 3, ei havaittua eroa voi pitää luotettavana).

S. 12 on esitetty eri ravinteiden määrien ja viljavuuden väliset korrelaatiokertoimet. NH_4Cl:lla määritetyn CaO:n määrän ja viljavuuden välinen korrelaatiokerroin on hyvin suuri, osoittaen että männikön viljavuus on suuresti riippuvainen vaihtuvan kalkin määrästä. Viljavuus on myös jossain määrin riippuvainen MgO:n, SrO:n ja K_2O:n määristä. Sitävastoin ei Na_2O:n ja MnO:n määrillä näytä olevan suurta vaikutusta männikön viljavuuteen.

Kuva 2, s. 13 esittää maan kalkkimäärän ja viljavuuden välistä suhdetta. Jaettaessa metsiköt maan kalkkimäärän mukaan kolmeen luokkaan, saadaan seuraava asetelma:

luokka	kalkkimäärä, kg/ha		valtapituus, m		maan kalkkitilanne
	vaihtelu	keskimäärin	vaihtelu	keskimäärin	
I	451+	588 ± 47.7	18.1 +	20.3 ± 0.59	hyvä
II	301—450	369 ± 11.7	14.1 — 18.0	16.1 ± 0.31	tyydyttävä
III	—300	225 ± 11.1	— 14.0	12.5 ± 0.45	huono

Näin voidaan männikön viljavuus määrittää käytännön tarpeisiin nähden riittävällä tarkkuudella.

Fosfori

Fosfori sitoutuu maahan hyvin monella tavalla. Kirjallisuudessa esitetyt tiedot fosforin sitoutumisesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä ovat hyvin ristiriitaiset, osoittaen olosuhteiden suuresti vaikuttavan analyysituloksiin. Senvuoksi ei olluttkaan odottamatonta, että maan fosforipitoisuuden ja männikön viljavuuden välillä ei havaittu selvää korrelaatiota.

Eri menetelmillä havaitut fosforimäärät on esitetty taulukossa 9, s. 51, keskimääräiset fosforimäärät metsätyypeittäin taulukossa 5, s. 23 ja fosforimäärän ja viljavuuden väliset korrelaatiokertoimet s. 23. Myös tässä MT:n määrä on yleensä VT:n määrää suurempi. Korrelaatiokertoimet fosforimäärän ja viljavuuden välillä ovat yleensä melko pienet. Jos korrelaatiokerrointa laskiessa jätetään ottamatta huomioon sellaiset metsiköt, joissa fosforin määrä on hyvin suuri, on sen ja viljavuuden välinen korrelaatiokerroin huomattavasti suurempi. Silloin on laktaatti-fosfaatin (< 30 kg/ha) ja viljavuuden välinen korrelaatiokerroin 0.742 ± 0.078, fluoridi-fosfaatin (< 420 kg/ha) 0.690 ± 0.088 ja saven kokonaisfosforin (poistettu metsiköt 27 ja 35) 0.648 ± 0.084. Tämä osoittaa, että männikön viljavuus paranee fosforin määrän lisääntyessä, mutta että Suomen metsämaissa usein on niin paljon fosforia, ettei fosfori ole kasvua rajoittavana tekijänä.

Muita viljavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Taulukossa 9, s. 51 on esitetty mineraali-indeksin, orgaanisen hiilen ja typen määrät sekä happamuus eri metsiköissä. Vastaavat keskimääräiset luvut eri metsätyypeillä on esitetty s. 28. MT:n määrät ovat vastaavia VT:n määriä suuremmat. Happamuudessa ei havaittu eroja eri metsätyyppien välillä. S. 30 esitetyt korrelaatiokertoimet osoittavat, että näillä tekijöillä, happamuutta lukuun-

ottamatta, on huomattava vaikutus männikön viljavuuteen. Mineraali-indeksin ja viljavuuden välinen korrelaatiokerroin on 0.717 ± 0.074, siis huomattavan suuri, jos jätetään ottamatta huomioon ne 3 metsikköä, joissa saven mineraali-indeksi on suurempi kuin 120 mg/100 g.

Pohjamaa

Koska pohjamaan laatu on osoittautunut moreenimaiden viljavuuden kannalta vähemmän merkitseväksi kuin pintamaan, ei pohjamaassa suoritettu analyysejä kaikilla pintamaassa käytetyillä menetelmillä. Analyysien tulokset on esitetty taulukossa 10, s. 52, keskimääräiset luvut metsätyypeittäin s. 31 ja korrelaatiokertoimet viljavuuden kanssa s. 32. Tämäkin tutkimus osoitti, että moreenimaan viljavuus riippuu lähinnä pintamaan laadusta. Vaihtuvan kalkin ja magnesian määrät ovat suurimmat pintamaassa, mineraali-indeksi pohjamaassa. Pintamaa on huomattavasti pohjamaata happamempaa.

Laskelmalla s. 33 osoitetaan, että männikkö ottaa juurillaan 30 cm:iä syvempää niin paljon ravinteita, että pintamaan ravinnepitoisuuden voidaan hakkuista huolimatta katsoa pitkiä aikoja pysyvän käytännöllisesti katsoen muuttumattomana.

Lajittuneet maalajit

Lajittuneiden maalajien analyysitulokset on esitetty taulukossa 11, s. 53, keskimääräiset luvut metsätyypeittäin taul. 7, s 34 ja korrelaatiokertoimet s. 35. Yleensä ravinteiden määrä on paremmalla metsätyypillä suurempi. Korrelaatiokertoimet osoittavat magnesian olevan tärkein lajittuneiden maalajien männiköiden ravinteista. Lukuunottamatta MgO:n korrelaatiokerrointa, moreenimaan kertoimet ovat vastaavia lajittuneiden maalajien kertoimia suuremmat.

TABLES 8–12
TAULUKOT 8–12

Table 8. Content of cationic nutrients in soil. Morainic soils, surface soil (0—30 cm).

Taul. 8. Kationi-ravinteiden määrät maassa. Moreenimaat, pintamaa (0—30 cm).

No. of stand *Metsikön numero*	NH_4Cl		NH_4 acetate						Lactate	In clay fraction *Savessa*		
	CaO	MgO	CaO	MgO	K_2O	SrO	Na_2O	MnO	K_2O	CaO	MgO	K_2O
	mg./100 g.									%		
3	23.8	6.70	—	—	—	—	—	—	11	2.40	2.69	0.92
5	20.0	5.05	10.99	2.38	6.69	.104	3.10	0.22	12	1.76	2.10	0.88
6	19.4	4.03	17.04	2.50	6.59	.141	6.82	0.33	12	2.16	1.79	1.30
8	79.7	13.86	—	—	—	—	—	—	23	1.88	3.31	1.64
9	28.9	6.19	20.97	3.63	8.95	.207	3.00	0.59	20	2.16	2.44	1.38
10	24.3	7.84	21.28	4.78	11.07	.134	6.94	1.78	21	1.60	2.30	1.10
11	31.3	7.48	25.73	3.55	7.44	.271	7.07	0.93	14	1.60	2.98	0.98
12	29.8	9.37	22.42	4.48	8.76	.230	3.53	1.91	15	1.92	3.21	1.24
19	16.3	2.27	13.48	0.74	3.33	.086	5.95	1.06	7	1.76	1.62	1.54
27	19.3	4.14	15.67	1.56	6.50	.112	6.94	1.14	15	2.04	1.89	1.22
28	23.1	2.39	9.14	1.94	5.46	.097	5.05	1.16	14	1.92	2.29	1.58
30	38.8	6.86	29.10	3.91	6.41	.170	3.50	1.21	21	2.36	1.69	1.46
31	23.1	4.77	11.32	2.26	5.37	.087	5.30	0.87	12	1.92	2.03	1.48
32	25.0	4.70	12.11	1.98	8.76	.091	7.44	0.60	17	1.56	1.63	1.44
33	19.3	3.97	13.79	1.25	3.41	.093	3.50	0.92	10	1.62	1.89	1.38
34	15.6	4.48	12.70	1.48	6.88	.096	6.57	0.62	13	1.52	1.79	1.48
35	27.5	7.60	20.64	2.86	7.11	.147	7.69	4.31	22	1.80	1.92	1.14
39	35.6	10.34	15.67	7.44	12.34	.140	7.97	4.19	25	1.72	3.22	1.18
40	26.3	10.51	10.26	3.83	9.04	.048	4.34	2.83	22	1.32	3.90	1.76
41	33.8	14.30	20.63	6.57	13.71	.122	4.25	1.38	41	1.60	3.25	1.22
42	33.1	11.80	28.03	9.07	11.30	.155	5.58	1.95	21	1.64	3.73	1.96
43	39.0	15.85	31.11	9.42	9.94	.165	7.01	3.65	15	1.28	3.68	1.36
44	42.0	9.83	17.21	6.53	9.70	.162	4.71	0.65	18	1.60	3.44	1.92
45	25.0	8.12	8.41	5.00	7.30	.054	4.28	0.89	15	1.84	3.02	1.78
46	34.4	10.60	14.02	7.06	6.12	.130	3.41	0.21	13	1.60	2.34	1.82
47	21.6	6.25	6.73	4.07	5.98	.064	4.34	0.36	12	1.40	2.53	1.52
48	33.1	15.30	26.91	10.69	7.07	.197	3.72	1.14	15	1.56	4.57	2.72
49	24.4	6.86	8.13	4.31	6.17	.048	4.34	1.31	12	1.44	2.98	1.48
56	18.1	5.90	6.39	2.30	4.99	.042	3.04	0.51	11	1.24	1.63	0.84
57	28.1	6.59	10.99	2.74	5.46	.912	3.07	0.18	13	1.24	1.49	1.40
58	25.6	2.90	20.55	3.13	5.46	.105	6.51	1.45	13	1.60	1.74	1.10
59	27.0	2.90	10.76	1.53	4.62	.075	3.88	1.06	11	2.16	1.79	2.34
60	19.1	3.12	8.69	1.41	4.66	.064	2.82	0.18	9	2.12	2.07	1.38
61	21.9	3.96	11.32	2.38	6.64	.089	3.47	1.39	16	1.84	1.18	1.10
62	22.5	2.78	5.72	1.49	4.85	.039	5.98	1.54	13	1.80	2.03	1.16
63	22.2	2.33	4.40	0.93	4.99	.042	12.77	0.17	11	1.52	0.73	1.52
64	14.4	3.64	9.81	1.05	4.71	.083	18.60	0.82	9	2.40	1.92	2.06
65	24.3	6.19	11.21	2.82	6.59	.093	17.05	0.28	16	2.68	1.88	1.66
66	21.8	5.40	4.99	1.45	6.36	.017	14.29	0.51	16	2.32	1.65	2.24
67	16.9	2.73	3.08	8.87	3.25	.031	8.71	0.48	8	1.48	1.14	0.52
68	24.3	3.11	6.67	1.53	3.51	.062	5.15	0.34	7	1.40	1.22	0.82
69	12.5	3.07	7.06	1.94	4.99	.048	11.84	0.52	11	1.68	1.56	1.36
70	25.6	2.32	20.94	1.69	2.77	.148	7.63	0.25	5	1.64	1.38	0.94
71	27.5	3.74	12.11	2.18	4.30	.081	4.53	2.01	8	2.16	2.16	1.66
72	23.3	2.72	4.29	0.44	2.67	.035	2.42	0.21	7	1.84	1.92	1.54
73	27.0	3.80	5.33	1.13	5.56	.048	4.09	0.09	8	1.80	1.53	0.82
74	16.9	4.43	14.52	1.37	7.68	.048	6.57	0.10	8	1.48	1.62	0.70
75	18.8	2.94	10.88	1.53	4.19	.114	2.60	0.14	12	1.72	1.43	0.92
77	27.3	8.52	11.10	2.92	3.82	.045	5.08	1.69	8	1.48	3.01	1.20

Table 9. Content of P_2O_5 and some other nutrients in soil, and pH of soil. Morainic soils, surface soil (0—30 cm.).

Taul. 9. Maan sisältämät P_2O_5:n ja eräiden muiden ravinteiden määrät sekä pH. Moreenimaat, pintamaa (0—30 cm).

No. of stand *Metsikön numero*	P_2O_5					Min. ind., %	Org. C %	N ‰	pH in water *vedessä*	pH in KCl
	lactate	NH_4F ads.	NH_4F acid-sol.	zeolite	in clay *savessa* %					
	mg./100 g.									
3	1.2	22.0	16.0	30.0	0.97	7.16	1.78	5.6	5.05	4.69
5	1.4	32.6	20.6	32.9	1.69	8.78	1.35	5.6	4.94	4.62
6	0.8	18.0	14.2	21.0	1.09	11.38	1.55	4.9	4.95	4.70
8	2.4	13.5	4.4	—	0.98	3.12	1.72	8.3	5.38	4.62
9	2.0	26.6	13.8	38.3	1.31	3.64	1.58	4.9	5.03	4.53
10	1.4	22.4	12.6	24.7	1.28	2.60	2.28	7.0	4.87	4.38
11	0.8	12.2	5.8	15.7	1.02	3.32	2.01	7.0	4.96	4.45
12	1.2	8.8	3.2	17.2	0.95	4.80	2.24	8.4	4.85	4.28
19	0.8	22.9	12.1	30.4	1.43	2.28	0.83	2.1	4.85	4.73
27	7.0	48.6	13.1	56.7	2.06	3.04	1.08	5.6	5.07	4.59
28	5.0	26.5	7.0	35.3	1.26	5.20	1.06	5.6	4.95	4.51
30	0.8	18.2	7.8	20.3	1.11	4.28	1.06	6.3	5.11	4.71
31	0.8	17.0	9.6	19.6	0.90	5.38	1.51	7.0	5.01	4.61
32	1.4	21.8	7.3	30.8	1.35	7.00	1.18	4.8	5.01	4.61
33	2.4	24.2	11.7	36.0	1.14	3.40	1.05	4.9	5.19	4.60
34	1.2	17.0	7.2	23.2	1.15	2.40	0.85	3.9	5.25	4.60
35	16.8	62.6	37.4	98.8	2.81	2.26	0.93	2.8	5.44	4.85
39	11.4	26.3	5.7	41.7	1.26	2.50	2.97	7.7	4.80	3.92
40	11.2	26.9	7.7	30.6	1.09	2.14	1.89	7.7	4.86	4.01
41	8.7	23.6	7.0	28.8	1.11	2.72	3.78	10.5	4.75	3.91
42	14.2	30.2	7.1	46.3	1.16	5.50	1.48	5.9	4.90	4.02
43	8.9	27.8	5.5	40.1	1.00	5.00	1.84	7.0	4.90	4.02
44	3.5	10.6	2.6	17.9	0.61	4.12	2.86	9.4	4.74	3.93
45	5.9	24.8	8.3	37.3	1.02	1.86	1.60	6.6	4.95	4.20
46	2.4	4.2	0.9	10.9	0.29	1.90	5.40	23.4	4.43	4.67
47	1.3	13.5	5.4	16.1	0.68	2.70	1.77	7.8	4.95	4.34
48	2.8	11.8	3.2	22.6	0.50	3.26	1.05	5.3	5.13	4.25
49	2.7	20.8	9.3	27.9	1.18	2.06	1.24	4.9	5.08	4.40
56	1.1	16.3	10.0	22.9	1.05	4.44	1.65	5.7	4.88	4.37
57	0.9	6.4	2.1	13.2	0.41	2.28	2.48	8.3	4.69	4.10
58	1.5	26.6	18.6	37.7	1.31	1.92	1.80	5.6	5.15	4.51
59	1.2	24.3	17.5	37.5	0.82	2.62	1.44	4.5	5.40	4.71
60	1.0	25.1	16.1	36.4	1.02	2.70	1.17	3.8	5.55	4.79
61	1.9	26.8	15.5	29.2	0.99	3.54	2.05	6.2	5.00	4.40
62	1.3	21.2	10.4	32.8	1.16	3.68	1.41	5.2	5.30	4.60
63	0.3	21.5	18.5	20.6	0.45	3.04	0.74	3.1	5.21	4.89
64	0.4	20.2	19.1	24.5	0.67	2.72	0.85	3.5	5.43	4.98
65	0.3	18.2	19.3	21.0	0.48	2.64	1.09	4.3	5.20	4.99
66	0.5	23.8	23.1	26.4	0.91	3.50	0.76	3.1	5.25	5.09
67	0.9	19.9	17.6	25.6	1.56	1.74	0.78	3.2	5.28	4.95
68	0.7	8.2	3.9	10.8	0.75	3.10	1.40	3.9	5.10	4.60
69	0.6	10.8	5.8	10.1	0.53	3.14	1.91	4.8	5.15	4.64
70	0.7	11.8	8.3	13.0	0.78	2.46	1.52	7.7	5.29	4.77
71	1.8	26.8	24.2	38.1	1.41	1.96	0.95	4.1	5.55	5.02
72	1.3	27.4	11.1	27.6	1.08	1.44	1.17	4.6	5.30	4.50
73	1.5	24.6	16.4	—	1.17	1.76	2.01	7.0	5.03	4.56
74	0.8	15.8	9.0	—	0.73	1.82	2.72	11.5	4.99	4.41
75	1.4	16.7	15.3	—	1.14	3.64	4.01	16.8	5.06	4.52
77	3.2	19.7	5.8	—	1.28	9.08	0.82	4.3	4.88	4.35

Table 10. Results of analyses. Morainic soils, subsoil (30—60 cm.).

Taul. 10. Analyysien tuloksia. Moreenimaat, pohjamaa (30—60 cm).

No. of stand *Metsikön numero*	NH_4Cl		Min. ind., %	pH in water *vedessä*	pH in KCl	No. of stand *Metsikön numero*	NH_4Cl		Min. ind., %	pH in water *vedessä*	pH in KCl
	CaO	MgO					CaO	MgO			
	mg./100 g.						mg./100 g.				
3	19.0	2.91	7.48	5.18	4.83	47	8.6	5.45	2.26	5.25	4.48
5	17.3	2.41	11.04	5.03	4.79	48	29.5	17.89	3.22	5.35	4.46
6	15.0	2.27	10.04	5.05	4.84	49	11.6	4.71	3.10	5.24	4.50
8	29.1	5.54	2.92	5.45	4.76	56	9.1	3.41	6.50	5.20	4.56
9	25.0	3.62	4.20	5.20	4.79	57	10.4	3.86	1.88	5.14	4.50
10	15.4	2.41	6.58	4.99	4.69	58	6.1	1.36	3.20	5.40	4.81
11	21.3	3.05	3.42	4.99	4.52	59	13.3	3.07	3.88	5.50	4.90
12	21.9	5.40	4.42	4.99	4.49	60	11.3	4.20	3.04	5.55	4.88
19	19.3	3.05	2.64	4.89	4.88	61	13.1	4.71	3.00	5.45	4.65
27	11.0	3.69	4.08	5.20	4.65	62	10.0	2.90	4.58	5.40	4.71
28	10.0	2.95	6.64	5.05	4.69	63	7.8	2.73	3.42	5.28	5.01
30	18.1	4.03	3.80	5.11	4.79	64	8.5	2.78	3.76	5.35	5.08
31	10.9	5.11	5.88	5.03	4.68	65	10.1	3.58	3.34	5.19	5.01
32	11.9	4.66	7.84	5.11	4.69	66	10.4	2.95	4.16	5.35	5.11
33	12.6	2.95	3.62	5.33	4.81	67	3.0	1.08	2.68	5.26	5.10
34	11.3	1.99	3.44	5.30	4.81	68	3.0	0.57	3.60	5.33	4.85
35	14.5	2.95	3.54	5.53	4.99	69	2.5	0.80	4.20	5.15	4.78
39	13.9	5.57	3.28	5.05	4.27	70	2.6	1.59	3.30	5.46	4.93
40	9.1	5.79	2.74	5.10	4.34	71	5.5	2.16	2.50	5.27	5.11
41	16.9	8.97	4.58	5.08	4.27	72	3.0	0.80	1.82	5.30	4.71
42	16.4	5.51	5.34	5.25	4.29	73	3.6	1.42	2.40	5.10	4.68
43	12.6	6.48	6.98	5.20	4.37	74	5.7	1.19	3.20	5.16	4.64
44	8.00	7.38	5.20	5.12	4.36	75	2.6	0.80	1.68	5.05	4.54
45	12.8	6.87	2.14	5.09	4.36	77	9.2	3.81	6.82	5.25	4.68
46	15.9	6.13	2.96	4.94	4.14						

Table 11. Results of analysis of glacio-fluvial soils.

Taul 11. Lajittuneiden maalajien analyysitulokset.

No. of stand *Metsikön numero*	Surface soil — *Pintamaa*											Subsoil — *Pohjamaa*		
	NH_4Cl		lact.	lact.	NH_4F ads.	NH_4F a.-s.	Org. C %	N ‰	Min. ind., %	pH in water *vedessä*	pH in KCl	Min. ind., %	pH in water *vedessä*	pH in KCl
	CaO	MgO	K_2O	P_2O_5										
	mg./100 g.													
1	11.88	3.41	12	1.2	17.6	8.0	0.82	2.54	8.10	4.95	4.58	11.30	4.80	4.80
2	10.38	2.39	10	0.8	15.6	8.0	0.80	3.08	10.74	4.85	4.70	12.10	4.85	4.80
4	11.63	2.10	7	0.8	19.5	10.0	1.11	3.50	9.26	4.95	4.74	11.94	4.95	4.89
13	3.13	1.99	11	1.6	19.2	11.9	1.08	4.06	4.68	4.85	4.61	7.00	4.76	4.80
14	5.88	1.70	8	0.8	16.2	12.4	0.79	2.54	3.28	4.90	4.79	3.44	4.88	4.90
15	6.25	2.10	7	1.2	26.4	9.7	0.74	2.24	5.02	4.88	4.72	4.44	4.91	4.77
16	6.88	1.93	7	0.8	24.0	13.3	0.73	2.80	5.30	4.87	4.71	5.98	5.00	4.80
17	3.75	1.36	6	0.6	19.3	8.5	0.59	2.66	5.48	4.77	4.74	4.88	4.96	4.77
18	6.50	1.76	7	1.2	35.8	21.8	0.48	2.10	3.44	4.91	4.85	2.04	4.95	4.92
20	3.00	1.14	7	0.8	22.0	9.5	0.62	2.24	2.44	4.66	4.71	3.40	4.75	4.89
21	2.38	1.14	10	0.3	11.8	5.3	0.93	6.44	2.68	4.68	4.61	2.70	4.82	4.82
22	2.00	0.91	11	0.6	14.5	7.4	1.70	3.64	4.04	4.60	4.48	1.94	4.76	4.67
23	2.50	1.25	8	0.1	11.0	3.0	0.74	3.22	3.30	4.63	4.57	9.06	4.72	4.76
24	2.13	0.62	8	0.8	15.0	0.0	0.52	2.24	5.76	4.67	4.54	3.34	4.77	4.73
25	3.00	0.97	14	0.5	19.3	9.6	1.22	5.11	1.84	4.76	4.68	2.68	4.78	4.90
26	2.13	1.65	13	0.6	19.1	9.5	1.23	5.46	3.80	4.82	4.61	4.38	4.84	4.82
29	3.25	1.36	17	3.8	29.1	13.7	0.94	3.92	1.64	4.72	4.52	2.44	4.90	4.80
36	9.63	2.84	15	0.6	16.4	8.7	0.28	1.82	3.50	5.60	4.92	4.70	5.59	5.08
37	13.50	4.37	16	0.6	14.8	6.0	0.85	5.60	5.42	5.34	4.71	7.38	5.65	4.70
38	10.63	3.75	13	1.0	18.8	8.4	1.29	5.88	5.94	5.16	4.39	8.46	5.40	4.70
50	2.75	0.91	4	0.2	14.2	18.6	0.65	3.22	1.66	5.25	4.62	1.80	5.50	4.85
51	2.13	1.02	4	0.5	16.4	10.8	0.63	3.22	1.80	5.10	4.76	2.10	5.22	4.89
52	2.38	1.08	4	0.3	12.1	7.1	0.61	3.22	2.88	4.98	4.76	3.24	5.40	4.89
53	2.50	0.45	4	0.4	14.3	4.2	0.51	2.80	2.00	5.27	4.81	1.72	5.23	4.88
54	3.63	0.80	9	1.0	16.9	8.6	0.73	4.90	2.82	5.09	4.55	8.60	5.10	4.63
55	6.50	2.84	12	1.5	21.0	5.3	2.09	9.38	6.00	4.87	4.31	12.48	5.06	4.55
78	6.88	2.56	8	0.3	2.5	0.6	3.14	14.84	1.20	5.00	4.31	1.64	5.18	4.39
79	3.75	1.87	7	4.1	32.3	5.3	0.52	3.64	0.60	5.04	4.39	1.40	5.39	4.66
80	2.63	1.93	8	3.8	26.7	4.9	0.42	2.87	0.62	4.99	4.42	1.00	5.37	4.70

Table 12. Height of dominant tree at 60 years of age.

Taul. 12. Valtapuun pituus 60 v:n iässä.

No. of stand *Metsikön n:o*	H_{60}, m.	No. of stand *Metsikön n:o*	H_{60}, m.	No. of stand *Metsikön n:o*	H_{60}, m.	No. of stand *Metsikön n:o*	H_{60}, m.
1	14.0	22	10.4	42	12.1	62	10.0
2	16.6	23	12.0	43	13.5	63	13.9
3	17.4	24	8.6	44	15.7	64	12.5
4	16.6	25	10.8	45	10.6	65	13.6
5	18.8	26	15.0	46	20.0	66	14.6
6	15.0	27	20.6	47	17.5	67	15.8
8	24.0	28	20.7	48	16.8	68	17.4
9	12.9	29	16.0	49	16.4	69	16.5
10	11.7	30	23.0	50	10.0	70	21.1
11	19.3	31	20.0	51	12.0	71	17.1
12	20.1	32	17.9	52	7.3	72	15.8
13	20.5	33	16.0	53	11.0	73	12.0
14	10.4	34	17.9	54	8.6	74	11.8
15	10.8	35	16.0	55	8.0	75	15.0
16	10.8	36	16.0	56	10.6	77	14.8
17	12.2	37	20.0	57	10.1	78	19.3
18	14.0	38	10.0	58	14.2	79	17.0
19	14.9	39	11.4	59	16.0	80	14.3
20	13.5	40	11.8	60	15.0	—	—
21	12.0	41	9.2	61	14.3	—	—

KOKEMUKSIA VISAKOIVUN KASVATUKSESTA

OLLI HEIKINHEIMO

EXPERIENCES IN THE GROWING OF CURLY BIRCH
SUMMARY

HELSINKI 1951

Helsinki 1951. Valtioneuvoston kirjapaino

Johdanto

V. 1917 ilmestyneessä A. K. Cajanderin teoksessa »Metsänhoidon perusteet II, Suomen dendrologian pääpiirteet» on seuraava visakoivua koskeva maininta: »Sikäli kuin visataudin kehitystä ja syntysyitä on selvitetty, näyttää luultavalta, että visatauti määrätynlaisella maaperällä, lähemmiten visakoivun luontaisilla kasvupaikoilla, olisi ainakin johonkin määrin perinnöllinen. Tämän seikan lopullista selvittämistä varten olisi tehtävä yksityiskohtaisia viljelyskokeita visakoivun kasvupaikoilla ja samalla tutkittava visapuuyksilöiden anatomisen rakenteen kehitystä.» Tämä näkemys pohjautuu suurelta osalta niihin visakoivua koskeviin havaintoihin, joita T. J. Hintikka Cajanderin kehoituksesta oli vähän aiemmin ryhtynyt suorittamaan ja joiden tuloksista edellinen on tehnyt selkoa useissa vuosien 1916—1926 aikana ilmestyneissä kirjoituksissaan.

Edellä mainitussa teoksessa oleva kehoitus on varmaankin antanut sysäyksen ensimmäisille visakoivulla tehdyille viljelykokeille. Aloitteen teki V. T. Aaltonen v. 1920 ollessaan Evon metsäkoulun johtajana. Hänen toimestaan kerätystä siemenestä saadut taimet käytettiin v. 1925 Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Vesijaon kokeilualueen viljelysalaan n:o 131, kuten edempänä mainitaan. Tutkimuslaitoksen saatua omia kokeilualueita ryhdyttiin visakoivun viljelyyn laajemmassa mitassa. Ensimmäiset taimet ovat vuodelta 1924.

Seuraavassa selostettavissa kokeiluissa on käytetty täysin luonnonvaraista, siis luonnossa vapaan hedelmöitymisen jälkeen syntynyttä visakoivun siementä. Tosin on kokeiltu jo 1930-luvulla myös eri runkomuotoja edustavista visakoivuista vapaan hedelmöityksen ja keinollisesti järjestetyn itsesiitoksenkin jälkeen saadulla siemenellä. Näistä ensimmäisistä yrityksistä ei kuitenkaan useastakaan syystä ole saatu käyttökelpoisia tuloksia. Myöhemmin on sekä Tutkimuslaitoksen että Metsäpuiden rodunjalostussäätiön toimesta järjestetty keinohedelmöitystä erilaisten visakoivujen ja muidenkin koivulajien kesken. Näistä tehdään selkoa myöhemmin toisissa yhteyksissä. Vastaisten visakoivikoiden perustamisen kannalta ovat mielenkiintoisia teknillisesti parhailla puumaisilla visakoivuilla suoritetut risteytykset. Erityisten visakoivun siemenviljelmien perustamisen jälkeen näin alkunsa saanutta erikoissiementä ja sen taimia lienee riittävästi saatavana.

Kasvullisesti, vartteita, pistokkaita ja kantovesoja käyttäen monistettuja visakoivuja kosketellaan tässä yhteydessä vain ohimennen.

Paitsi Tutkimuslaitoksen kokeilualueissa on havaintoja tehty jonkin verran muuallakin. Erityisen antoisa on ollut v. 1942 käynti Ali-Tossan tilalla Pälkäneellä. Sen omistaa mm. visakoivuharrastuksistaan tunnettu maanviljelijä Erkki Tiitola. Häneltä sekä fil. maisteri Sakari Saarnijoelta ja metsänhoitaja Yrjö Kanervalta olen saanut monia tähän kysymykseen liittyviä herätteitä ja tietoja.

Havaintoaineisto

Tutkimuslaitoksen kokeilualueihin perustettujen visakoivualojen luku on taulukon 1 mukaisesti 56 ja niiden yhteinen ala 29.18 ha. Ruotsinkylän kokeilualueesta on kuitenkin asutukselle mennyt 2 istutusalaa, yhteensä 4.18 ha. Pyhäkosken kokeilualueen ainoa viljelmä on taas joutunut voimalaitoksen padontaveden alle. Taulukossa oleva jaottelu istutus- ja kylvöaloihin ei ole täysin oikea, sillä eräissä tapauksissa kylvöksiä on jouduttu täydentämään istuttaen.

Taulukko 1. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen toimesta syksyyn 1950 mennessä perustetut visakoivuviljelmät.

Table 1. Curly birch cultivations established by the Forestry Research Institute up to the Autumn of 1950.

Kunta *Commune*	Kokeilualue *Experimental area*	Viljelysaloja *Cultivation areas*				Kunta *Commune*	Kokeilualue *Experimental area*	Viljelysaloja *Cultivation areas*			
		istutettuja *planted*		kylvettyjä *seeded*				istutettuja *planted*		kylvettyjä *seeded*	
		kpl *no*	ha	kpl *no*	ha			kpl *no*	ha	kpl *no*	ha
Rovaniemi	Kivalo ym. *etc.*	2	0.06	—	—	Padasjoki, Hauho	Vesijako	7	7.55	1	0.60
Muhos	Pyhäkoski	1	0.09	—	—	Punkaharju, Kerimäki	Punkaharju	20	3.79	9	3.97
Vilppula	Vilppula	2	0.55	4	1.62	Tuusula, Helsingin maalaiskunta	Ruotsinkylä	5	4.51	2	0.69
Pielisjärvi	Koli	1	0.15	2	5.60						
								38	16.70	18	12.48

Istutusaloilla on kokeiltu etenkin eri tiheyksillä. Taimivälit ovat vaihdelleet 0.5 × 0.5—2.0 × 2.0 m:iin. Suurin osa kylvöistä on ollut hajakylvöä entisille viljelyksille, ruutukylvöä on käytetty vähemmän.

Visan tunnukset

Visaa tavataan melkein yksinomaan rauduskoivulla; hieskoivulla se on erittäin harvinainen. Sen tunnukset ovat sekä morfologisia että anatomisia. Edellisillä on jatkuvasti kasvamaan jätettävien taimien ja puiden visautuneisuuden määrittämisessä yleisempi käyttö. Anatomisten

muutosten toteamiseen niissä voidaan yleensä ottaa vain oksien kappaleita; näytteiden ottaminen rungosta mm. kasvukairalla — mikä ennen oli varsin yleistä — turmelee puun piloille. Visan yleisyyttä ja laatua koskevissa tilastollisissa selvittelyissä on kuitenkin usein turvauduttava tarkkailemaan molempiin mainittuihin ryhmiin kuuluvia visalle olennaisia muutoksia. Kun maisteri Sakari Saarnijoen näitä kysymyksiä koskevat perusteelliset tutkimustulokset piakkoin julkaistaan, viitataan tässä vain eräihin sellaisiin visan tunnuksiin, joita tämän selvittelyn yhteydessä on yleisimmin käytetty.

Ensimmäinen ulkoapäin todettava yleisin visautumisen merkki on poikkeuksellisten kohoumien muodostuminen koivun runkoon tai oksiin, useimmiten oksakiehkuran läheisyyteen (kuva 1). Myöhään visautuvissa puissa ensimmäiset kohoutumat voivat olla verraten korkealla, jopa oksissakin. Jos tuohen pinta on lyhyeen ja epäsäännöllisesti kuoppainen ja kohoileva, on kysymyksessä ns. tiivis visa. Pitkittäis- tai vinoharjainen tuohi on juomuvisan tunnus, edellä mainittu kuhmuisuus taas pahkavisan. Seuraava asetelma, joka koskee Vesijaon kokeilualueen koeviljelystä n:o 162 (taulukko 2) osoittaa, miten juomuvisa vanhemmuuttaan vaihtuu tiiviiksi. Visautuneissa oli

	11-vuotisina				14-vuotisina			
tiivis visa ..	5 kpl	eli	2.1	%	125 kpl	eli	38.2	%
juomuvisa ..	68 »	»	28.2	»	32 »	»	9.8	»
pahkavisa ..	168 »	»	69.7	»	170 »	»	52.0	»

Visautumiseen liittyy myös epäsäännöllinen silmumuodostus, mikä osaltaan aikaansaa poikkeuksellisen runsasta haarottumista ja pensottumista. Myöhemmällä visautumisasteella rungon haarottuminen ja latvuksen muoto ovatkin helposti todettavia visautumisen seurauksia. Poikkeukselliset lehtimuodot ovat esiintyessään siksi oikullisia, ettei tällä tunnuksella ole yleensä käytännöllistä merkitystä.

Puun sisässä ensimmäinen visautuminen aikaansaa pitkittäisleikkaukseen pieniä ruskeita täpliä (kuva 2), jotka vastaavassa poikkileikkauksessa osoittautu-



Kuva 1. ← Taimitarhassa kasvatetun 1 + 3 vuotiaan visakoivun tyvivesaa, jonka tyvessä ja rungossa on visakyhmyjä. Oikealla saman taimen kuorittua latvaosaa, jossa on visapuuta. N. ¼ luonnollisesta koosta.
Fig. 1.← Stump sprout of a 1+3 year-old nursery-grown curly birch with protuberances of curlygrained wood at the butt and in the stem. To the right, peeled top part of the same seedling, with curlygrained wood. — Approx. ¼ of the natural size.



Kuva 2. Pitkittäin vuoltu nuori visakoivun runko, josta näkyvät visasolukon ruskeat täplät. Luonnollinen koko.→
Fig. 2. Longitudinally cut young stem of curly birch, showing the brown spots of the curly cell system. — Original size.→



Kuva 3. Nuoren visakoivun poikkileikkaus, josta näkyvät puun pinnassa olevat syvennykset ja niihin päätyvät juovat. — Luonnollinen koko.
Fig. 3. Transverse section of a young curly birch, showing the depressions in the surface of the tree and the stripes ending in them. — Natural size.

vat säteensuuntaisten visajuovien aiheuttamiksi (kuva 3). Näiden juovien kohdalla on puun pinnassa syvennys, joka esiintyy erittäin selvänä, jos kuori irroitetaan puusta (kuva 1). Vanhemman visapuun pinta on usein hyvin rosoista (kuva 4).



Kuva 4. Visapuun pintaa. Kaarna poistettu mahlan aikana. — Luonnollinen koko.
Fig. 4. Surface of curly birch. Rough bark removed in the period of sap flow. — Natural size.

Visan syntyä ja määrittämistä häiritsevät toisinaan eräät hyönteistoukat, etenkin koivun lasisiipinen *(Sesia scolideformis)* ja koivun ruskotäpläkärpänen *(Dendromyza betulae)*. Edellinen voi aiheuttaa epämuodostumia, jopa avohaavojakin nuoren koivun runkoon. Jälkimmäisen käytävät on helppo erottaa visan ruskotäplistä.

T a u l u k k o 2. Tuloksia eräiltä visaviljelmiltä.
Table 2. Results from some curly birch cultivations.

Kokeilualue ja paikka *Experimental area and locality*	Viljelysala n:o *Cultivation area no*	Perustamistapa *Method of establishment*	Ikä v. *Age, years*	Koeala a *Experimental plot, a*	Visautuneisuus *Formation of curly grained wood*				Puumaisten valtapituus, m *Dominant height of arborescent trees, m*	
					kaikissa *total*		visautuneista puumaisia *arborescent among curly trees*		visautuneiden *among curly grained*	normaalien *among ordinary*
					%	kpl/ha *no/ha*	%	kpl/ha *no/ha*		
Rovaniemi, Mortti	—	Ist. — *Pl.* 1.5×1.5	14	2	35	—	—	—	3.0	—
Vilppula, Palomäki ...	93—95	» » 0.5×0.5	10		23	9 300	—	—	4.5	—
		» » 0.5×1.0	»		25	5 000	—	—	5.1	—
	»	» » 1.0×1.0	»	85	48	4 800	—	—	5.9	—
	»	» » 1.0×1.5	»		51	3 400	—	—	4.8	—
	»	» » 1.0×2.0	»		63	3 200	—	—	4.5	—
	»	» » 2.0×2.0	»		40	1 000	—	—	3.6	—
	»	» » 0.5×0.5	13½		49		66		8.0	9.5
Sama	»	0.5×1.0								
	»	» » 1.0×1.0	»		40		54		7.0	9.0
	»	» » 1.0×1.5	»	»	39		60		7.0	10.5
	»	» » 1.0×2.0	»		49		54		6.0	9.0
	»	» » 2.0×2.0	»		51		21		6.0	7.0
Koli, Rekola	13	» » 1.0×1.0	11	15	55	1 000	60	600	6.0	9.0
Mäkrä	5	H. ja r. kylvö — *Broadcast & drill seeding*	15	10	53	2 400	71	1 700	7.0	9.0
Punkaharju, kansakoulu	202	Ist.—*Pl.* 1.5×1.5	22	23	(67)[1]	650	77	500	11.5	15.0
Patasalo .	257—265	H. ja r. kylvö — *Broadcast & drill seeding* ..	16	21	(79)[1]	3 500	94	3 500	10.0	12.0
» .	»	H. ja r. kylvö sekä ist. — *Broadcast & drill seeding & planted*	16	5	(85)[1]	2 580	81	2 100	10.0	12.0
Vesijako, Virnajärvi ..	131 a	Ist. — *Pl.* 1.25×1.25	30	4	(16)[2] (10)[3]	375	100	375	11.0	12.0
» ..	131 b	Ist. — *Pl.* 1.25×1.25	»	6.75	(20)[2] (10)[3]	400	100	400	11.0	12.0
» ..	162	Ist. — *Pl.* 1.5×1.5	26	25	(94)[1]	1 200	28	336	10.0	13.0
Hauho	191	Ist. — *Pl.* 1.7×1.8	17	7	48	1 160	73	830	6.5	8.0

[1]) Normaaleja koivuja osin poistettu. — *A part of the ordinary birches removed.*
[2]) Laskettu kaikista jäljellä olevista koivuista, joissa voi olla myös luonnonvaraisia. — *Calculated from all the surviving birches, which may include naturally grown trees as well.*
[3]) Laskettu istutettujen tainten alkuperäisestä luvusta. — *Calculated from the original number of the planted seedlings.*

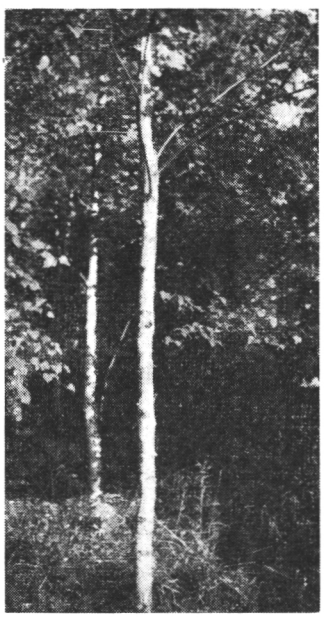
Tuloksia

Taulukossa 2 on lueteltu kokeilualueissa oleviin visakoivuviljelmiin otetut koealat ja niiden pääasialliset tulokset. Tulosten lähempiin yksityiskohtiin kajotaan seuraavassa vain mikäli se esille tulevien kysymysten valaisemiseksi on tarpeellista.

Visakoivun kasvatuksessa on ensisijaisena tavoitteena riittävän lukuisan ja uudistusalalle tasaisesti jakautuneen runkomaisen ja teknillisesti muutenkin mahdollisimman edullisen visapuun hankkiminen. Toisena tavoitteena on tällaisen puuston tarkoituksenmukainen jatkuva hoito. Tässä käsitellään aluksi edelliseen ryhmään kuuluvia kysymyksiä.

Viljelysalan sijainti ja laatu

Visakoivua on Suomessa luonnonvaraisena pääasiallisesti 62. leveysasteen eteläpuolella. Pohjoisin visakoivulöytö on Utajärveltä, n. 64°40′. Tutkimuslaitoksen koeviljelmistä ovat pohjoisimmat olleet Muhoksella ja Rovaniemellä. Viimeksi mainitussa on kaksi pientä koetta, toinen Mortin, toinen Kivalon koeasemalla, molemmat 67. leveysasteen vaiheilla. Mortin alalla, johon taimet on istutettu 1.5 × 1.5 m:n välein, oli syksyllä 1950 247 kpl 14-vuotista koivua, joista 35 % varmasti visautunutta (kuva 5). Kivalon alalla, josta sota-aikana osa koivuista on tuhottu, jäljellä olevasta 30:stä oli visautuneita 17 eli 57 %. Taimet ovat samoja kuin edellisessä. Muhoksella oli MT:n ja OMT:n jokirinteellä v. 1941 olevassa 16 v. vanhassa koivikossa, johon oli käytetty 1 650 visakoivun tainta, 6—7 m pitkistä koivuista »huomattavasti visakoivuja».



Kuva 5. Istutettuja 15 v. vanhoja visakoivuja Mortin koeasemalla Rovaniemellä (n.67. leveysasteella). — Valok. 1951. *Erkki Häyrynen.*

Fig. 5. Planted 15-year old curly birches at Mortti Experimental Station in Rovaniemi (approx. 67th parallel). Photo 1951. Erkki Häyrynen.

Koivun visautuminen ei siis ole sidottu tiettyyn maantieteelliseen sijaintiin, kuten usein on arveltu. Mielenkiintoinen on havainto, että nämä Etelä-Hämeestä (vähän 61. leveysasteen pohjoispuolelta) peräisin olevasta visakoivun siemenestä lähtöisin olevat nuoret puut eivät melkein 6 leveysastetta kotipaikkakuntaansa pohjoisempana ole kärsineet sanottavasti pakkastuhoista. Mortin suhteellisesti hentojen koivujen tyvissä olevat pitkittäishalkeamat lienevät saaneet alkunsa lumen taivutuksesta, kuten usein etelämpänäkin.

Muhoksen koivuissa tehtiin havaintoja nimenomaan pakkastalvien 1939—40 ja 1940—41 jälkeen. Eteläistä perua olevissa koivuissa oli silloin hiukan enemmän kuivalatvaisuutta kuin viereisellä kotipaikkakunnan siementä käyttäen perustetulla rauduskoivun vertailualalla. Lehtensä varistavat »visakoivut» Rovaniemellä myöhemmin kuin paikkakunnan omat koivut.

Visakoivun esiintyminen on tahdottu liittää myös asutukseen. »Visakoivua kasvaa vain niin kaukana kirkolta kuin kirkon kellon ääni kantaa» on vanha sanonta. Tällä on perää sikäli, että visakoivu on haka- ja kaskimaiden puu, joissa metsät ovat harvoja eivätkä pääse varttumaan vanhoiksi. Vanhoista metsistä visakoivu muita puita hidaskasvuisempana ja vapaata kasvutilaa vaativana tuhoutuu. Koivu ei myöskään visaudu ainoastaan kivikkoisilla kangasmailla. Luonnonvaraisena sen tapaa myös savimaalla ja korvessa. Ne koeviljelykset, joiden tuloksia tässä selostuksessa on käytetty hyväksi ovat suurimmaksi osaksi OMT:ä vastaavalla kasvupaikalla.

Visautuneiden yksilöiden osuus

Taulukosta 2 voidaan päätellä, että useimmilla visakoivualoilla visautuneiden yksilöiden osuus harventamattoman puuston koko määrästä on keskimäärin 50 %. Vain harvoin se on tätä suurempi. Visautumisen kehitystä ja osuutta eri ikävaiheissa valaisevat seuraavat Vesijaon kokeilualueen viljelysalan n:o 162 tulokset (vert. taulukko 2). Siemen, joka on kerätty Padasjoella kasvavista puolirungollisista visakoivuista kylvettiin taimitarhaan keväällä 1925, ja 2 +2-vuotiset taimet on istutettu entiseen kivikkoiseen peltoon toukokuussa 1929. Pinta-ala 0.25 ha ja taimia 1 100 kpl, joista oli elossa kesällä 1935, jolloin ensimmäinen tarkastus toimitettiin, 540 kpl. Varsinaiset harvennukset alotettiin v. 1945 ja toistettiin vv. 1948 ja 1950 ennen niitä tarkastuksia, joiden tulokset ovat seuraavassa asetelmassa.

Vuosi	1935	1938	1948	1950
ikä	11	14	24	26
visautuneita	45 %	62 %	74 %	94 %
epävarmoja	11 »	16 »	1 »	—
ei visautuneita	44 »	22 »	25 »	6 »

Visautuneiden luku oli hehtaaria kohden v. 1935 964 kpl, v. 1938 1 308 kpl ja v. 1950 1 176 kpl. Näin ollen tässä tapauksessa ko. visautumissadannes on 62, eikä visautuneiden yksilöiden luku ole kohonnut tämän jälkeen, siis puiden saavutettua 14 vuoden iän. Kun v. 1935 kaikki puut numeroitiin, on yksityistenkin puiden siirtymistä edellä mainituista ryhmistä toiseen voitu aluksi seurata.

Kuten edempänäkin käy selville alkaa visan muodostus sekä perinnöllisistä ominaisuuksista että ulkoisista seikoista riippuen eri ikävaiheissa. Toisinaan voidaan visan alku todeta jo parin vuoden vanhoissa taimissa (vert. kuvat 2 ja 3), toisinaan vasta useita vuosikymmeniä kasvaneissa puissa. Visakoivun kasvatuksessa voidaan kuitenkin 15—20 vuoden ikäkautta pitää sinä vaiheena, jonka jälkeen visaa vain harvoin puhkeaa uusiin yksilöihin. Tähän viittaa myös edellä selostettu koe. Johnsson (1951) katsoo, että tämä vaihe saavutetaan jo 10 vuoden iällä. Huomattavaa kuitenkin on, että hänen koeviljelyksensä ovat poikkeuksellisen hyvällä kasvupaikalla.

Edellä mainittu 50 %:n visautuneisuus ei tietenkään vastaa kaikkia olosuhteita. Kuta puhtaammasta visakoivikosta siemen on kerätty, sitä suuremmaksi ko. luku kohoaa. Normaalien rauduskoivujen joukossa oleva yksinäinen visakoivu voi antaa tässä suhteessa heikointa siementä. Keinohedelmöitys kahden visakoivun kesken lisää taas visautuvien jälkeläisten osuutta. Valaisevia ovat Johnssonin (1951) julkaisemat tulokset 10 v. vanhoista visakoivukokeista, joissa käytettiin visakoivusiemenviljelmästä vapaan hedelmöityksen ja keinosiitoksen jälkeen saadusta siemenestä kasvatettuja koivuja. Edellisessä koesarjassa eri emoyksilöiden jälkeläisistä visautuneita oli 1—52 %, jälkimmäisessä 45—62 %. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen tässä selostettaviin visaviljelyksiin siemen on useimmissa tapauksissa hankittu ± rungollisista visakoivuista, joiden lähettyvillä on kasvanut muitakin visakoivuja, niistä suurin osa ± pensasmaisia.

Visautumissuhdetta arvioitaessa on myös syytä muistaa, että se jää usein todellista pienemmäksi sen johdosta että taimiasteella visautuneet yksilöt tuhoutuvat taimitarhassa ja metsässä herkemmin kuin muut. Lisäksi sekä taimitarha- että metsäkylvöksiin sekaantuu usein myös normaalikoivujen siementä lähettyvillä kasvavista puista. Toisinaan jäävät myös poikkeuksellisen myöhään visautuvat koivut normaalien ryhmään.

Tiheyden vaikutus

Perinnöllisten tekijäin ohella visautumiseen ja sen laatuun vaikuttavat eräät ulkoisetkin seikat, eniten perustetun metsikön tiheys. Suurempi tiheys hidastaa visautumista ja lisää runkomaisten visakoivujen osuutta kaikista visautuneista yksilöistä, väljempi tila taas jouduttaa visan puhkeamista ja alentaa visapuiden suhteellista määrää. Tätä valaisevat seuraavat tapaukset.

Vilppulan koesarjan (n:ot 93—95) koivujen ollessa 10-vuotisia visautuneiden yksilöiden osuus vaihteli 23 ja 63 %:n välillä taimivälien ollessa 0.5 × 0.5—1.0 × 2.0 m (taulukko 2). Tästä yleisestä suunnasta on ollut

poikkeuksena vain koeruutu 2.0 × 2.0 m. 3 ½ kasvukauden kuluttua visautuneiden yksilöiden määrä on saatu kaikissa koeruuduissa jotakuinkin samaksi, keskimäärin 50 %:ksi. Varsin mielenkiintoinen tässä suhteessa on Vesijaon ala n:o 131, jonka jo 30 vuotta vanhoissa koivuissa on ollut visan tunnuksia vain 10 %:ssa kaikkien koivujen luvusta ja 16—20 %:ssa alkuaan istutukseen käytettyjen taimien luvusta. Tämä on selitettävissä siten, että tälle kasketulle alalle on istutettujen koivujen joukkoon noussut luonnon siementämänä runsaasti muuta koivua sekä tiheä kuusialikasvos. Tämän metsikön kehityksestä on olemassa seuraavat havainnot:

Istutettujen koivujen ollessa 15-vuotisia ei alalla, jolle oli pantu 1 300 kpl visakoivun tainta, todettu muuta kuin 3 visautunutta yksilöä, kaksi niistä sen ulkoreunalla. 5 vuotta myöhemmin arvioitiin visautuneiden luku 36:ksi. Samalla toimitettiin harvennus, jossa poistettiin koivuja, harmaaleppiä, kuusia ja mäntyjä. Alalle jääneiden koivujen keskipituus oli 7.0 m, keskiläpimitta D 1.3 4.2 sm, latvuksen leveys 1.1 m ja se rungon tyviosa, jossa oli vain kuivia oksia 2.5 m. Istutettujen koivujen saavutettua 30 vuoden iän poistettiin metsikköön asetetulta 4 aarin koealalta (131 a) hehtaaria kohden 950 kpl keskimäärin 5.8 sm:n läpimittaista koivua ja 4 600 kuusta. Jäljellä oli kuusia 1 800 kpl. Pystyyn jääneet koivut jakautuivat:

visautuneet	375 kpl	eli	16.1 %	D	1.3	5.5 sm,
epävarmat	150 »	»	6.5 »	»	6.3	»
ei visautuneet	1 800 »	»	77.4 »	»	6.1	»

Koivujen valtapituus on 12 m, visautuneiden n. 1 m pienempi. — Koealan 131 b (6.75 a) tulos on samantapainen; visautuneiden D 1.3 on 5.8 sm ja ei visautuneiden 7.3 sm. Kaikki visautuneet koivut ovat molemmissa puumaisia.

Tiheyden vaikutus selviää myös vertaamalla istutettuja ja kylvettyjä visakoivikoita keskenään, etenkin visautuneiden puumaisten osuuden osalta. Tämä sadannes on poikkeuksellisen korkea, yli 70, kylvöaloilla Koli n:o 5 ja Punkaharju n:ot 257—265.

Tiheänä nousseiden visakoivikkojen alkukehitystä valaisee kuva 6. Tässä luonnon siementämässä metsikössä on huomattava määrä jo visautuneita puumaisia koivuja, joiden varaan peruspuustoakin voidaan ryhtyä suunnittelemaan.

Visapuiden pituuskasvun pienemmyys verrattuna saman alan visautumattomiin havaitaan taulukosta 2. Tämä kehitys on asteittaista, kuten näkyy seuraavista Vesijaon viljelysalan n:o 162 mittaustuloksista:



Kuva 6. N. 20-vuotista kulon jälkeen luonnonsiemennyksestä noussutta koivikkoa, jossa on huomattava määrä visautuneita yksilöitä. — Pälkäne, Ali-Tossa. Valok. 1943. *Erkki Tiitola.*

Fig. 6. Birch stand of some 20 years, grown from natural seeding after forest fire, with a considerable number of curlygrained individuals. — Pälkäne, Ali-Tossa. Photo 1943. Erkki Tiitola.

	Ikä v. 11	14
visautuneet, keskipituus	2.7 m	3.9 m
epävarmat »	2.9 »	5.2 »
ei visautuneet »	2.8 »	6.0 »

Koivujen ollessa 26 v. ikäisiä niiden kokoa osoittavat mittaluvut olivat

visautuneet	puumaiset	valtakorkeus	9.8 m	D 1.3	10.0 sm
»	runs. haarottuneet	»	7.1 »	»	10.1 »
»	pensasmaiset	»	6.3 »	»	11.6 »
ei visautuneet,	kaikki	»	13.0 »	»	13.1 »
» »	parhaat	»	14.6 »	»	15.5 »

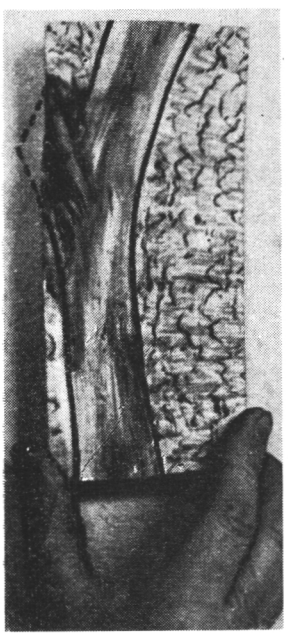
Samansuuntaisia ovat tulokset seuraaviltakin koealoilta:

Koli	n:o	13	D 1.3	visapuut	5.1	sm, normaalit	7.5 sm
»	»	5	»	»	4.2	» »	5.4 »
Punkaharju		257—265	»	»	5.1	» »	6.0 »
Vesijako		191	»	»	6.2	» »	7.0 »

Punkaharjun alan n:o 202 viiden kookkaimman 22-vuotisen visapuun mitat ovat (D 1.3 sm/pituus m) 18/11.5, 17/9.0, 16/8.0, 11/10.0 ja 10/10.0 sekä visautumattomien 21/15.0, 18/13.5, 17/14.5, 16/14.5 ja 18/13.5.

Samansuuntaisiin tuloksiin on tullut myös Johnsson (1951).

Tiheyden ja siitä riippuvan läpimittakasvun vaikutus visautumisen alkamiseen ja jatkumiseen voidaan todeta toisinaan yksityisissäkin puissa. Vallan äärimmäistä tapausta havainnollistaa kuva 7, jossa oleva mustalla viivalla rajoitettu sisäosa on kuulunut nuorelle koivulle, joka tämän mittaisena (kuvan koko n. puolet luonnollisesta) siirrettiin taimitarhasta Tampereen kaupungin puistoon. Saatuaan vapaan kasvutilan koivu alkoi kasvaa nopeasti paksuutta. Visa puhkesi tällöin ensimmäisestä leveästä vuosilustosta rungon tyviosan koko pituudella. Eräässä toisessa 25 sm vahvassa visakoivun poikkileikkauksessa on 6 sm vahvan sydänosan vuosilustojen leveys keskimäärin 1 mm. Tältä osalta puuttuu visa. Tästä lähtien puu on kasvanut 2—3 mm vuosilustoin n. 15 sm:n läpimittaiseksi. Visaa on tällä kohdalla kauttaaltaan. Pintaosan vuosilustot ovat taas 1—2 mm:n väliltä, eikä siinä visaa ole muuta kuin pieninä harvakseen esiintyvinä laikkuina.



Kuva 7. Visa on puhjennut alkuaan hitaasti kasvaneeseen koivun taimeen heti kun paksuuskasvu on huomattavasti lisääntynyt.
Fig 7. Curlygrained wood formation was started in an originally slow-growing birch seedling as soon as diameter growth increased considerably.

Edellä mainittu seikka on huomioitava visakoivun kasvatuksessa siten, että visautumisen alkaminen riittävää tiheyttä käyttäen koetetaan saada siirtymään verraten' myöhäksi. Tällöin myöhemmin visautuvan koivun sisään muodostuu suorasyinen ja siksi suhteellisen tanakka sydänosa, joka tukee puuta ja estää sen herkän taipumisen mm. lumen painosta. Tämä normaaliosa helpottaa myöhemminkin puun veden ja muiden ravintoaineiden saantia maasta. Kun visautuvan koivun pituuskasvu ei yleensä sanottavasti herpaannu ennen sen visautumista, saadaan nuorelle puulle täten huomattavan pitkä ja suora runko.

Kaikki tämä viittaa siihen jo edellä todettuun seikkaan, että visakoivikon perustaminen vapaan hedelmöityksen jälkeen saadusta siemenestä tapahtuu edullisimmin kylvöä, lähinnä kulotetulle alalle suoritettua hajakylvöä käyttäen. Istutuksen epäedullisuutta lisää vielä se, että istutetuista taimista tavallisesti kuolee kolmas osa, jopa puoletkin. Jos istutusta käytetään, on taimet kasvatettava taimitarhassa verraten kookkaiksi, jopa metrin pituiseksi, etenkin jos on kysymys rehevistä kasvupaikoista. Tällöin tiheyden antamat edut käytetään hyväksi jo taimiasteesta lähtien.

Kasvullinen lisääminen

Ulkoisten seikkojen vaikutus visakoivun kehitykseen on helposti todettavissa myös lisättäessä koivua kasvullisesti. Samasta kannosta



Kuva 8. Visakoivun eri ikäisiä kantovesoja. — Pälkäne, Ali-Tossa.
Fig. 8. Curly birch stump sprouts of varying ages. — Pälkäne, Ali-Tossa.

7605—51

nousseet visakoivun vesat eivät tietenkään kaikki, siitä huolimatta että ne kuuluvat samaan klooniin, kehity samalla tavalla, sillä jo tilan puute rajoittaa ja häiritsee niiden kasvua (kuva 8). Jos nuoret kantovesat saatetaan stranguloinnin ja hormoonikäsittelyn avulla itsenäisiksi yksilöiksi (kuten Jensen, 1940 ja Ginlund, 1951), käy niiden siirtäminen uusille kasvupaikoille mahdolliseksi. Erityisen arvokkaita ovat visakoivun pistokastaimet (Meurman ja Pohjanheimo, 1940). Myöskään nämä, samaten kuin varttaen hyvistäkin emopuista kasvatetut siementaimet eivät kuitenkaan ilman erikoistoimenpiteitä anna teknillisesti arvokkaita visapuita. Tällaisten taimien kasvatus taimitarhassa verraten kookkaiksi sekä tarpeellinen koulitus on eduksi. Välipuuistutusten käyttö istutusalalla erityisesti näiden taimien yhteydessä on kokeilemisen arvoinen.

Rungon hoito

Visapuun rungon hoidossa tulee kysymykseen karsiminen, joskus myös tukeminen. Rungon tukemisen tarpeellisuus on seuraus tuoreen visapuun herkästä taipumisesta etenkin lumen painosta. Sitä käytetään

Taulukko 3. Havaintoja karsimisesta.

Viljelysala *Cultivation area*	Ikä karsittaessa v. *Age at pruning, years*	Karsimisesta v. *Years elapsed from previous pruning*	Rungon läpimitta sm *Diameter of stem, cm*	Lustoja sm:llä, kpl *Number of annual rings per cm*	Oksan läpimitta mm *Diameter of branch mm*	Tutkittuja oksia, kpl *Number of branches studied*
Punkaharju, useita, visautuneet — *Punkaharju, several, curlygrained*	10	4	4—8	2—3	<10	9
			4—8	2—3	10—19	12
						21
Punkaharju n:o 202, visautuneet — *Punkaharju No 202, curlygrained*	15	7	4—13	3—6	<10	17
			5—13	3—6	10—19	26
			6—14	4—5	20+	6
						49
Vesijako n:o 162, visautuneet — *Vesijako No 162, curlygrained*	12	11	6—10	4—5	<10	3
			4—15	3—5	10—19	9
			4—17	4—6	20+	13
						25
Punkaharju, useita, ei visautuneet — *Punkaharju several, not curlygrained*	10	4	9—11	$1^1/_2$—2	<10	5
			8—11	$1^1/_2$—2	10—19	19
						24

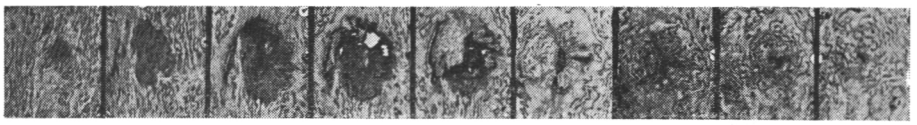
lähinnä poikkeuksellisen arvokkaiden yksilöiden hoidossa. Tällöin on parin vuoden väliajoin suoritettavilla tarkastuksilla pidettävä huoli siitä, etteivät siteet ja tukiseipäät pääse vahingoittamaan puuta. Tarkoituksenmukaisinta on tässäkin mielessä kasvattaa visakoivikko alunperin riittävän tiheänä. Parempi on »saada tukiseiväs visapuun sisälle» kuin sitoa se rungon ulkopuolelle.

Kun visapuuta käytetään pääasiallisesti vanerin valmistukseen, on tietenkin tärkeätä, että puun suorat ja järeät osat ovat mahdollisimman oksattomia. Tähän pyritään myös karsimisella. Tähänastiset selvittelyt viittaavat siihen, että koivu, niinipuun ohella, soveltuu vähimmin karsittavaksi (M a y e r-W e g e l i n, s. 82), sillä se on erittäin altis lahoille, etenkin jos karsiminen kohdistuu eläviin oksiin.

Eräillä tässä selostetuilla visakoivun viljelysaloilla on tehty myös havaintoja karsimisen vaikutuksesta. Karsiminen on yleensä suoritettu oksasahalla tai oksasaksilla elo—syyskuun vaihteessa, ja on se kohdistunut melkein yksinomaan tuoreisiin oksiin. Rungon pätkiä on otettu 95 karsimakohdasta. Vertailua varten on hankittu myös 24 vastaavanlaista pätkää visautumattomista koivuista. Näytteet on tutkittu laboratoriossa Helsingissä. Tuloksista on yhdistelmä taulukossa 3.

Table 3. Observations of pruning.

Lahoa % — *Rot %*				Oksa-aukko % *Branch wound %*			
ei *none*	oksassa *in branch*	oksassa ja rungossa *in branch and stem*	rungossa *in stem*	umpeentunut *completely healed*	pienempi *smaller than*	yhtä suuri *equal to*	suurempi *larger than*
					kuin oksan läpimitta *the diameter of the branch*		
89	9	—	—	33	11	—	56
75	—	—	25	—	33	25	42
81	5	—	14	14	25	14	47
100	—	—	—	59	23	6	12
69	12	19	—	19	27	8	46
33	50	17	—	—	—	17	83
76	12	12	—	31	22	8	39
33	33	34	—	67	—	—	33
22	22	56	—	11	33	22	34
—	31	69	—	—	23	31	46
12	28	60	—	12	24	24	40
100	—	—	—	80	20	—	—
79	21	—	—	58	5	21	16
83	17	—	—	62	8	17	13



S 14 S 7 O P 3 P 7 P 14 P 20 P 37 P 43

Kuva 9. 5 × 7 sm² laajuisen haavan kohdalta sorvattuja 0.8 mm:n vahvuisia vaneripaloja. Pala 0 on haavan laajimmasta (syntymä-) kohdasta, S7 on seitsemäs pala sydämeen päin, S14 neljästoista, P3 kolmas pintaan päin jne. Laho ei siis ole puussa sanottavasti levinnyt.

Fig. 9. 0.8 mm thick pieces of veneer turned from the place of a 5×7 cm² wound. The piece O orginates from the widest (initial-) place of the wound, S 7 is the seventh piece towards the pitch, S 14 fourteenth, P 3 third towards the surface etc. Accordingly the rot has spread very little.

Joskin käytettävänä aineisto on kovin pieni, voidaan saatujen lukusarjojen perusteella kuitenkin varmistua siitä, että katkaistun oksan koolla ja karsitun rungon läpimittakasvulla on oksakohdan umpeutumiseen ja lahon esiintymiseen ratkaiseva vaikutus. Kuta vahvempi oksa ja kuta hitaampi kasvu sitä suurempi on alttius laholle. Varsin valaiseva on Punkaharjun ei visautuneiden koivujen oksanjäljen umpeutuminen 4 vuodessa, jos oksa on alle 1 sm:n läpimittainen, ja huomattavalta osalta jos läpimitta on 1:n ja 2 sm:n väliltä.

Visakoivun kasvatuksen kannalta on huomionarvoista, että tuoreiden oksien karsimisen aiheuttama laho on ulottunut itse runkopuuhun suhteellisen harvoin, esiintyen silloinkin yleensä vain kovana sydänlahona. Omituista on, että visautunut runkopuu näyttää olevan vähemmän altis lahon leviämiselle kuin normaali puu. Tätä havainnollistaa myös kuvan 7 esittämä tapaus, jossa laho on pysähtynyt aivan jyrkästi suorasyisen ja visautuneen puuosan rajalle. Ko. visakoivussa, joka on 32 v. vanha ja 2 m:n korkeudelta 22 sm paksu on kaikkiaan 15 vioittumaa, niistä kuvassa näkyvä pahin, eikä yhdestäkään laho ole laajentunut sanottavasti mihinkään suuntaan. Saman puun 5 × 7 sm² laajuisen haavan umpeutumista valaisee kuva 9 (Heikinheimo, 1940). Näin suotuisaan tulokseen on osaltaan vaikuttanut myös puun verraten nopea kasvu.

Visakoivun karsimisessa on kokeiltu myös tuoreiden oksien typistämisellä. Edullisimmaksi on tällöin osoittautunut lyhyehkön, n. 5 sm:n pituisen tyngän jättäminen ja sen poistaminen muutaman vuoden kuluttua. Pitempään tynkään kehittyy eläviä versoja, jotka estävät tyngän kuivumisen. Kohtuuton karsiminen etenkin pensasmaisuuteen taipuvissa visakoivuissa on vain haitaksi, sillä tällöin voimistuvat jäljellä olevat haarat ja uusiakin tyvivesoja voi syntyä.

Harvennukset

Visaviljelysten edullisinta harventamista vaikeuttaa lähinnä se, ettei ensimmäisten harvennusten aikana olla selvillä siitä, mitkä koivut tulisivat lopullisesti visautumaan, mitkä eivät. Visautuneen ja samalla myös

normaalikoivuja hidaskasvuisemman yksilön poistaminen on tietenkin myös uhkaamassa niin kauan kuin visan tunnukset ovat vielä piileviä. Ulkoisten seikkojen vaikutus ilmenee myös siten, että visapuut ovat etenkin istutusaloilla ryhmäpäissä, joten säännöllisesti jakautuvaa peruspuustoa on tällöin vaikea saada. Vain tiheissä istutuksissa sekä kylvön jälkeen saaduissa koivikoissa on, kuten on nähty, riittävä aines parhaan peruspuuston valintaan.

Edellä mainituista syistä on harvennukset toistettava lyhyin väliajoin ja niiden voimakkuutta on lisättävä asteittain.

Sovellutukset

Tehdyt havainnot, jotka perustuvat täysin luonnonvaraisen metsikkösiemenen käyttöön ja 56:een yhteensä 29 ha käsittävään viljelysalaan, antavat aihetta seuraavien johtopäätösten tekoon.

1. Tällaisesta siemenestä saadaan 15—20 ikävuoteen mennessä, jolloin visan ilmestyminen koivuihin on yleensä havaittavissa, keskimäärin 50 % visautuneita yksilöitä silloin elossa olevien alkuperäisten koivujen luvusta. Kun visautuneista lisäksi vain verraten pieni osa, usein korkeintaan puolet, on puumaisia, ei tällaisen siemenen käyttö ole suositeltava muuta kuin poikkeuksellisesti. Tulosten parantamiseksi tässä mielessä on pyrittävä saamaan visaviljelyksiin yksinomaan laadulleen parhaiden visakoivujen tai niiden kloonien keinoristeytyksellä hankittua erikoissiementä tai parhaita kloonitaimia.

2. Perinnöllisten tekijäin lisäksi visautumisen alkuun ja jatkumiseen vaikuttavat ulkoiset seikat, etenkin taimiston ja puuston tiheys. Ylitiheys hidastuttaa visautumista, väljä tila jouduttaa sitä. Toisaalta on edellisestä se etu, että visautuvista koivuista saadaan suhteellisesti enemmän puumaisia. Sopivasti valmistetulle alalle suoritettu hajakylvö, jossa käytetään 0.5—1.0 hl/ha, onkin yleensä edullisempi kuin istutus, jonka laadullista tulosta heikontaa vielä se, että istutettujen taimien kuolleisuus on varsin huomattava, sääsuhteista ja kasvupaikasta riippuen usein 30—50 %. Myöskään hyvistä klooneista saaduista taimista ei kehity parasta mahdollista laatupuuta ilman riittävää tiheyttä. Tähän voidaan pyrkiä myös toista puulajia olevan välipuuston istutuksella.

3. Visapuu on tehtyjen havaintojen mukaan laholle ja sen levenemiselle vähemmän altis kuin normaali puuaines, jollei kysymys ole sellaisista syvistä vioittumista kuin mm. kasvukairan reijät ovat. Tästä johtuu, että visapuun laatua parantavia tuoreidenkin oksien karsimisia voidaan toimittaa. Oksat eivät kuitenkaan saa olla yleensä sanottavasti yhtä senttimetriä vahvempia. Vähiten tuhoa on odotettavissa

nopeasti kasvavassa puussa, jonka oksahaavat umpeutuvat nopeimmin. Karsiminen on kuitenkin tehtävä varoen ja sopivimpaan vuodenaikaan, mieluimmin elokuun ja syyskuun vaihteessa.

4. Visautuneet puumaisetkin koivut ovat huomattavasti hidaskasvuisempia kuin samalla alalla kasvavat visautumattomat. Lisäksi eivät kaikki visautumismahdollisuuden omaavat nuoret puut ole aina saaneet visan tunnuksia vielä silloin, kun metsikössä olisi ryhdyttävä hoitotoimenpiteisiin. Tämä vaikeuttaa etenkin ensimmäisten harvennusten edullisinta suorittamista. Varovaisinta on tällöin käyttää verraten lieviä ja lyhyin väliajoin toistuvia harvennuksia. Myöhemmin on parhaiden visapuiden kasvutila pidettävä verraten väljänä niin ettei visan muodostuminen liian tiheyden vuoksi pysähdy.

Kirjallisuutta

Cajander, A. K., 1917. Metsänhoidon perusteet II. Suomen dendrologian pääpiirteet.

Ginlund, Herman, 1951. Ny masur från gamla stubbar. Skogsbruket.

Heikinheimo, Olli, 1933. Visakoivumetsien perustaminen ja kasvattaminen. Metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja III.

1936. Tuloksia visakoivun viljelystä. M. A.

1938. Tuloksia visakoivun viljelystä. M. A.

1940. Havaintoja visakoivun kasvattamisesta. M. A.

1940. Om odling av masurbjörk. Skogen.

1940. Iakttagelser rörande uppdragning av masurbjörk. Skogsbruket.

1951. Visakoivun kasvatuksen ongelmia. Metsätietoa.

Hintikka, T. J., 1916. Niverä, ydintäpläisyys ja visa. Tapio.

1916. Visakoivusta ja sen esiintymisestä Suomessa. M. A.

1922. Enemmän huomiota visakoivuihin. Tapio.

1922. Die »Wisa»-Krankheit der Birken in Finnland. Zeitschr. für Pflanzenkrankheit und Gallenkunde.

1926. Über den Habitus und die Wachstumsart der Wisabirken. Mitteil. der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft.

Jensen, Holger, 1940. Ett försök med vegetativ förökning av björk m. m. Meddelanden från Föreningen för växtförädling av skogsträd.

Johnsson, Helge, 1951. Avkommor av masurbjörk. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift.

Mayer-Wegelin, Hans, 1926. Ästung. Hannover.

Meurman, O. — Pohjanheimo, O. 1940. Kokeita koivujen lisäämisestä pistokasversoista. M. A.

Experiences in the Growing of Curly Birch

by Olli Heikinheimo.

Summary

Material

Formations of curlygrained wood in birch in Finland are encountered almost exclusively in the silver birch *(Betula verrucosa)*, and only exceedingly rarely in the white birch *(B. pubescens)*.

The curly birch cultivation experiments reported on here were carried out on the experimental areas of the Forestry Research Institute. The cultivation plots numbered 56, and their total area was 29.18 ha (Table 1). The majority of them were established by planting, and the spacing between plants varied from 0.5 × 0.5 —2.0 × 2.0 m. Where seeding was employed, broadcast seeding on former agricultural areas was the method most generally adopted. The quantities of »seed» used varied between 0.5—1.0 hl/ha. The earliest experiments were started in 1921 hence, the oldest cultivation was 30 years old at the end of 1950.

It is to be noted that the seed employed for these cultivations was entirely natural, i. e. produced by wind pollination. In the majority of cases the mother trees were more or less arborescent, but several comparatively shrubby curly birches were also present in the vicinity. A number of observations was also made on the development of vegetatively propagated curly birches — cuttings, grafts and stump sprouts. A report on artificial pollination, effected both among curly birches and between curly birch and other birch species, will be published later.

Characteristics of curlygrained wood

Principally morphological characteristics have been employed in the determination of curlygrained wood, protrusions and depressions observable on stem and branch surfaces. Wood samples have also been taken from branches in some cases (Figs. 1—4). On a suitable site the characteristics of curlygrained wood become discernible at the latest by the age of 15—20 years. In exceptional cases curlygrained wood may appear in an older tree even.

Results

A part of the results are given in Tables 2 and 3, another part in the Finnish text.

Position and type of cultivation area

Curly birch is indigenously grown in Finland principally south of the 62nd parallel. However, experiments have shown that this type of birch may be cultivated as far north as the 67th parallel (Fig. 5). Nor is it limited to a certain site; it can be found growing naturally e.g. on better peat soils.

Percentage of curlygrained individuals

From Table 2 it can be concluded that, on the majority of the experimental areas, the percentage of curlygrained individuals of the total unthinned stock averages 50, and in one single case it was 62 %. Often the percentage recorded may remain below the real percentage, as individuals curlygrained by the seedling stage are more susceptible than others to destruction in nurseries and forest cultivation areas.

Effect of density

Apart from genetic factors, certain environmental factors too contribute to the formation of curlygrained wood and its quality, chief among them being the density of the stand. Greater density retards the formation of curlygrained wood and increases the percentage of arborescent curly birches of the total curly individuals, whereas more abundant space — as does a better site — accelerates the breaking out of the curlygrained wood and reduces the relative number of arborescent curly trees. This can be seen e.g. from a comparison between planted and seeded curly birch stands, or by observing birch stands grown from natural seeding (Fig. 6).

Curlygrained birches grow considerably more slowly than the normal. The differences are distinct, both in height and thickness growth. By retarding the formation of curlygrained wood, greater density in the youth stage may, therefore, promote the height growth of a future curly birch. An additional advantage is that a straight-grained centre is retained in the heart of the curly tree, bracing the tree and promoting the passage of fluids from the soil to the foliage.

Vegetative propagation

The influence of external factors on the development of the curly birch can also be observed in the employment of vegetatively produced individuals. Sprouts of curly birch growing from one and the same stump naturally do not, in spite of their belonging to the same clone, all develop in the same way; shortage of space alone restricts and interferes with their growth (Fig. 8). Particularly valuable are curly birch plants from cuttings (Meurman and Pohjanheimo, 1940). The use of filltrees of another species on the plantation area in connection with such a valuable planting stock seems recommendable.

Treatment of stem

The methods entering into question in the treatment of the curly birch stem are pruning and sometimes supporting. Although the material employed for the investigation into pruning is small (119 stem sections), it has been possible to ascertain that the branch size and thickness growth of the pruned stem are of decisive importance in the healing over of the branch wound and against the appearance of rot (Table 3). It is peculiar that curlygrained stem wood seems to be less susceptible to the spread of rot than normal wood (Fig. 7).

Thinnings

The main problem limiting the most advantageous thinning of curly birch plantations is that by the time the first thinnings are due there is insufficient indication as to which of the birches will finally turn out curlygrained and which will not.

Conclusions

The observations made on the basis of the use of wind pollinated seed lead to the following conclusions.

1. Such seed, up to the age of 15—20 years, the age when the appearance of curlygrained wood in the birches can usually be observed, turns out as curly individuals about 50 % of the surviving original birches. As in addition a fairly small part only, often not exceeding half, is arborescent, the use of such seed is not to be recommended, save in exceptional cases. To improve results, efforts must be made to secure for curly birch cultivations élite seed, obtained exclusively from the artificial crossing of qualitatively the best curly birches or of their clones, or the best clone plants.

2. In addition to genetic factors, the starting and continued development of curlygrained wood are affected by environmental factors, particularly the density of seedling and tree stands. Over-density retards the formation of curlygrained wood, whereas abundant space accelerates it. On the other hand, the advantage of the former is that a relatively larger number of the birches that become curly will be arborescent. Broadcast seeding on a suitably prepared area, with 0.5—1.0 hl of seed per ha, is usually more profitable than planting, the qualitative result of which is further weakened by the quite high mortality rate of planted stock, often 30—50 %, depending on weather conditions and on the site. Nor is the best possible quality of wood obtained from seedlings grown from élite seed or good clones, unless the density suffices. This can also be achieved by planting fill-trees stand of another tree species.

3. According to observations, curlygrained wood is less susceptible to rot and its spread than normal wood, unless deep injuries such as the holes made by an increment borer are in question. As a result of this, prunings, improving the quality of curly wood, may be effected even with green branches. However, branches must not, generally speaking, exceed 1 cm in thickness. Destruction is to be anticipated least in a rapidly growing tree where the pruning wounds heal in the shortest time. However, the pruning must be effected with care and during a suitable season, preferably end of August—beginning ot September.

4. Even when arborescent, curlygrained birches grow much more slowly than the ordinary birches growing in the same area. In addition, not all the young trees in which the possibility of producing curlygrained wood is inherent will have developed curly birch characteristics by the time treatment measures should be taken in the stand. This hampers particularly the most profitable execution of first thinnings. The risk is reduced if fairly slight thinnings, repeated at short intervals, are applied. Later on the growing space for the best curly birches must be kept fairly large in order to avoid halting the formation of curlygrained wood by excessive density.

KOKEMUKSIA JAAKKOINSUON KOEOJITUSALUEELTA

O. J. LUKKALA

EXPERIENCES FROM JAAKKOINSUO EXPERIMENTAL DRAINAGE AREA

SUMMARY

HELSINKI 1951

Helsinki 1951. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat.

Metsätietoa-sarjan vihkossa II. 1 julkaistiin v. 1936 kirjoitus nimeltä »Neljännesvuosisadan kokemuksia Jaakkoinsuon koeojitusalueelta», joka paitsi muuta oli tarkoitettu lukuisille Jaakkoinsuolla retkeileville oppaaksi. Mainitun kirjoituksen eripainos on jo monet vuodet ollut loppuun jaettuna. Kun Jaakkoinsuo on edelleen pysynyt suosittuna retkeilyjen kohteena ja kun Jaakkoinsuon koeojitusalueelta nyttemmin, noin 40 vuoden kuluttua sen perustamisen ja 15 vuoden kuluttua edellä mainitun kirjoituksen ilmestymisen jälkeen, on karttunut runsaasti lisäkokemuksia, on katsottu tarpeelliseksi julkaista täydennetty katsaus Jaakkoinsuolta tähän mennessä saavutettuihin kokemuksiin. Kirjoitus on nytkin pyritty saamaan sellaiseksi, että se muun ohella soveltuisi Jaakkoinsuolla retkeilevien oppaaksi.

Paitsi apulaisilleni suontutkimusosastolla, jotka ovat monin tavoin uurastaneet Jaakkoinsuon koetoiminnan hyväksi, esitän tässä parhaat kiitokset erityisesti myös Vilppulan kokeilualueen metsäteknikolle Herman Anttilalle. Jaakkoinsuo ja sen koetoiminta on jo yli 25 vuoden ajan ollut hänen huolenpitonsa ja harrastuksensa kohteena. Tähän kiitokseen yhtyvät varmaankin mielihyvin ne lukuisat retkikunnat, jotka hän on vuosien kuluessa saanut ja tulee epäilemättä vastedeskin saamaan Jaakkoinsuolla opastaakseen.

Helsingissä, kesäkuussa 1951.

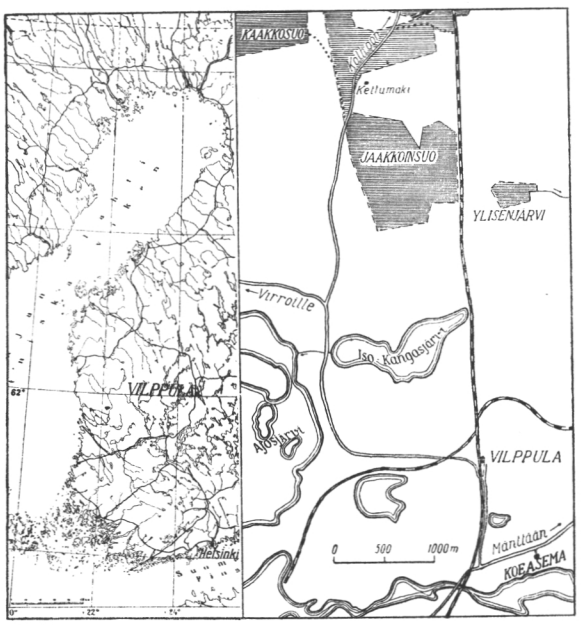
O. J. Lukkala.

Sisällys.

	Sivu
Johdanto	5
Turvekerroksen paksuus ja painuminen ojituksen vaikutuksesta	7
Suotyypit ja ojituksen vaikutus aluskasvillisuuteen	12
Pohjaveden tason mittaukset	17
Ojituksen vaikutus metsien kasvuun	22
Metsien luontainen ja keinollinen uudistaminen	34
Hiekoitus-, kalkitus- ja lannoituskokeet	40
Jälkikatsaus	48
Summary	51

Johdanto.

Kun metsähallitus v. 1908 päätti ryhtyä toimeenpanemaan järjestelmällisiä metsäojituksia, saivat vasta nimitetyt kaksi suonkuivausmetsänhoitajaa ensimmäiseksi tehtäväkseen valita sopivan suojakson erityiseksi koeojitusalueeksi. Tällaiseksi hyväksyttiin silloisen Oriveden hoitoalueen Vuohijoen valtionpuistossa, lähellä Vilppulan asemaa (ks. kuvaa 1) oleva Jaakkoinsuon alue. Mainittu suo sijaitsee lähellä rautatieasemaa, mitä varsinkin niihin aikoihin pidettiin tärkeänä näkökohtana koeojitusaluetta valittaessa. Se oli lisäksi maantien välittömässä läheisyydessä. Siellä oli myös verraten vähäisellä alalla edustettuina useita eri suolaatuja. Alue näytti niin ollen hyvin soveltuvan kyseiseen tarkoitukseen.



Kuva 1. Jaakkoinsuon koeojitusalueen sijainti.
Fig. 1. Location of Jaakkoinsuo experimental drainage area.

Jaakkoinsuo oli alkuaan yhtenäinen, vähäisten kangasmaa-alojen lisäksi 190 hehtaaria soita käsittävä valtionmaan osa, mutta valtion metsätorppien v. 1917 itsenäistyessä sen keskuksesta jouduttiin luovuttamaan osia itsenäistyville torpille, joten alue jakaantui kahdeksi erilliseksi kappaleeksi. Vuoteen 1923 asti Jaakkoinsuo oli metsähallituksen hallinnassa suonkuivausmetsänhoitajien koeojitusalueena. Sanottuna vuonna, kun Vilppulan kokeilualue (18. 9. 1922) perustettiin, se siirtyi Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen hallintaan.

V. 1941 menetettiin koeojitusalueesta maita myös pika-asutukselle. Jaakkoinsuon eteläisestä osasta tutkimuslaitoksen hallinnassa vielä olevan alueen, johon pääasiallisin koe- ja tutkimustoiminta sekä myös retkeilyt ensi kädessä ovat kohdistuneet, kokonaispinta-ala on 97.5 hehtaaria, josta 93 % on ennen ojituksia ollut suona.

Jaakkoinsuon valmistava ojitus suoritettiin silloisen suinkuivausmetsänhoitajan, nykyisen professori Antti Tantun, joka oli Jaakkoinsuon koeojitusalueeksi valinnutkin, laatiman suunnitelman mukaan v. 1909. Tällöin kaivettiin ojia keskimäärin 73 m/ha. Ojien syvyys vaihteli. Yleensä ne olivat kookkaita (keskikoko 1.25 m^3/m). Kustannusarvio oli 0.36 mk/m, 0.29 mk/m^3. Sittemmin on ojitusta täydennetty useampanakin vuonna, kuten oheisia kartakkeita ja niiden selityksiä tarkastelemalla voi todeta. Vuosina 1949 ja 1950 Jaakkoinsuolle tehtiin erilaisin riukutäyttein muutamia salaojiakin. Seuraavina vuosina näiden teettoa jatketaan. Koeojitusalueen kyseenä ollen Jaakkoinsuon ojitus on edelleen toisin paikoin varsin harvaa, toisin paikoin hyvinkin tiheätä.

Turvekerroksen paksuus ja painuminen ojituksen vaikutuksesta.

Seuraavalla sivulla olevasta kartasta (kuva 2) näkyvät Tantun suorittamien mittausten mukaan Jaakkoinsuon syvyys- ja kaltevuussuhteet v. 1909 sekä samana vuonna kaivetut ojat. Suon paksuturpeisimmat osat ovat vähän yli 3 m, mutta niin syvää on vain 2 %:n osuudella koko suoalasta. 2—3 m:n syvyistä on 15 %:n, 1—2 m:n syvyistä 19 %:n ja alle 1 m:n syvyistä 64 %:n osuudella koko suoalasta. Suo on siis verraten ohutturpeinen. Perusmaana ovat kivinen hiekka, hieta ja eräillä osilla hiesu. Lukuun ottamatta luoteiskulmassa olevaa hiekkaista, laihaa Kettukangasta suohon rajoittuvat kankaat ja kangassaarekkeet ovat yleensä moreenia ja mustikkatyypin maita.

Suontutkimusosaston v. 1932 suorittamien tutkimuksien mukaan suon ala oli kuusen yleistyessä seudulle, so. noin 5 000 vuotta sitten, 26 % nykyisestään (ks. kuvaa 2). Suon minkään osan kohdalla ei ole tavattu todisteita umpeenkasvaneista »muinaisjärvistä», vaan suo on kauttaaltaan joko soistunutta metsämaata tai suoraan suoksi muuttunutta entisen meren pohjaa.

Jaakkoinsuo sijaitsee 116—125 m meren pinnan yläpuolella. Suojakso viettää, kuten kartalle (kuva 2) merkityt korkeuskäyrät osoittavat, verraten voimakkaasti kaakkoiseen tai eteläiseen suuntaan. Alueen eteläosan keskuksessa oleva kangasryhmä pakottaa johtamaan ojien vedet alas kahta eri valtaojaa myöten.

Samalle kartalle on merkitty Tantun suolle jo ojitusvuonna (1909) asettamien »painumispaalujen» paikat. Paalutukset käsittivät alkuaan yhteensä 7 eri sarjaa, mutta v. 1917 yksi näistä sarjoista jäi itsenäistyneen torpan alueelle ja ennen pitkää tuhoutui. Kussakin sarjassa on — yhtä kuuden paalun sarjaa lukuun ottamatta — 8 samassa, ojasta tai kahden ojan yhtymäkohdasta poispäin etenevässä rivissä, 5—20 m:n välimatkoilla toisistaan olevaa vankkaa, tukevasti perusmaahan asti lyötyä paalua, joihin on merkitty suon pinnan ojituksen aikainen korkeus mustalla juovalla sekä sen yläpuolelle numeroin turvekerroksen paksuus. Näiden merkintöjen perusteella on sittemmin ollut helppoa ja havainnollista seurata turvekerroksen vähittäistä painumista ojituksen vaikutuksesta.



Kuva 2. Jaakkoinsuon syvyys- ja kaltevuussuhteet. Suon ala 5000 vuotta sitten (26 % nykyisestä), v. 1909 kaivetut ojat sekä turvekerroksen painumista varten samana vuonna asetettujen painumispaalujen paikat näkyvät myös kartasta.

Fig. 2. Depth of peat layer and gradient at Jaakkoinsuo. Area of swamps 5000 years ago (26 % of the present). Ditches dug and poles placed in 1909 are also shown on the map.

Painumisen määrä mitattiin ja merkittiin muistiin v. 1935, jolloin oli kulunut 26 vuotta kyseisten paalujen paikoilleen asettamisesta. Tällöin oli useita heikoksi lahonneita paaluja myös uusittava. V. 1945, 10 vuoden kuluttua edellisestä mittauksesta, painumismäärät mitattiin uudestaan.

Viitaten jo alkusanoissa mainittuun Jaakkoisuon kokeiden 25-vuotishistoriikkiin,[1]) jossa esitetään yksityiskohtaisia numerotietoja turvekerroksen paksuudesta ja painumisen määrästä eri paalujen kohdalla vuoteen 1935 mennessä, tässä esitetään tilan säästämiseksi vain yhdistelmä (taulukko 1) eri sarjojen kohdan ojituksen aikaisista suotyyppisuhteista, lähimmän ojan sijainnista ja syvyydestä, turvekerroksen alkuperäisestä paksuudesta sekä painumisen määristä erikseen vuosien 1909—1935 ja 1909—1945 aikana. Sarjoissa II, IV ja VI on, kuten kuvan 3 (s. 11) perusteella voi todeta, eräitä yksityisiä paaluja jonkin muun suotyypin kuin taulukossa nimettyjen varsinaisen korven (VK), isovarpuisen rämeen (IR) ja suursaranevan (SsN) kohdalla.[2])

Tarkastettaessa painumismääriä alkuaineiston perusteella eri sarjojen yksityisten paalujen kohdalla on todettava, että se on ollut verraten vaihtelevaa. Ojan läheisyydenkään vaikutus ei tunnu kauttaaltaan selvänä. Tämä johtuu siitä, että turvekerroksen paksuus vaihtelee huomattavasti samankin paalurivin eri paalujen kohdalla. Useiden sarjojen tienoille on sitä paitsi myöhemmissä täydennysojituksissa kaivettu ojia, joiden vaikutus ei ole tasainen kaikkien paalujen kohdalla.

Painumisen määriä suotyypeittäin tarkastaessa huomio kiintyy erityisesti siihen, että vahvanlaisesti maatuneen korpiturpeenkin kohdalla painuminen on ollut varsin runsasta, so. noin 90 cm:n paksuinen turve-

[1]) O. J. Lukkala, Neljännesvuosisadan kokemuksia Jaakkoinsuon koeojitusalueelta. Metsätietoa II. 1. 1936.

[2]) Julkaisussa esiintyvien turvemaatyyppien lyhennysmerkkien selostus.
Korpi (K): LhK = lehtokorpi, RhK = ruoho- ja heinäkorpi, KgK = kangaskorpi, VK = varsinainen korpi, RhNK = ruohoinen nevakorpi, NK = nevakorpi.
Räme (R): LR = lettoräme, RSR = ruohoinen sararäme, VSR = varsinainen sararäme, KgR = kangasräme, KR = korpiräme, IR = isovarpuinen räme, INR = isovarpuinen niittyvillaräme, NR = niittyvillaräme, RNR = rahkainen niittyvillaräme.
Neva (N): SsN = suursaraneva.
Korpikangas (KKg): LhKKg = lehtokorpikangas, VKKg = varsinainen korpikangas.
Rämekangas (RKg): RhSRKg = ruohoinen sararämekangas, SRKg = sararämekangas, KRKg = korpirämekangas, IRKg = isovarpurämekangas.
Turvekangas (Tk): OMTk = lehtomainen turvekangas, MTk = mustikkaturvekangas, VTk = puolukkaturvekangas.

The peat soil type groups and types discussed in the publication:
Korpi (K) = wet peat-moor bearing spruce and hardwoods.
Räme (R) = wet peat-moor bearing pine.
Neva (N) = open sphagnum bog.
Korpikangas (KKg) = wet spruce-hardwoods peat-moor in process of drying up.
Rämekangas (RKg) = wet pine peat-moor in process of drying up.
Turvekangas (Tk) = drained peat soil with healthy ground cover like that of firm forest soil.
In the list above, the types in each type group (K), (R), etc. are given in the order of site quality, from the best to the poorest.

Taulukko 1. Turvekerroksen painuminen (cm ja % turvekerroksen paksuudesta) v. 1909 asetettujen painumispaalujen mukaan.

Table 1. Compression of peat layer (in cm and % of depth of peat layer) according to poles placed in 1909.

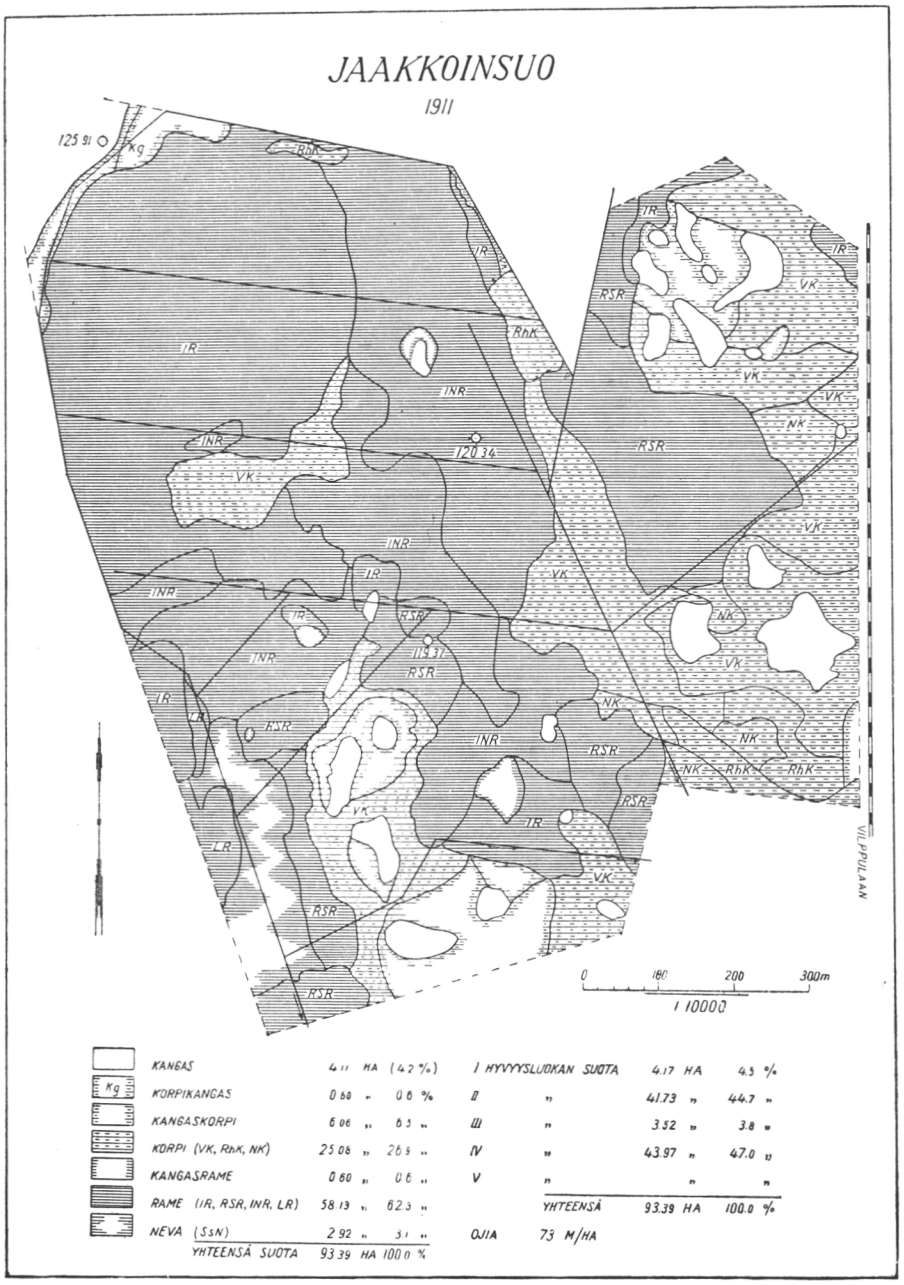
Sarja ja paalun N:o *No. of batch and pole*	Suotyyppi *Swamp type* 1909	Lähimmän ojan *Nearest ditch,* etäisyys *Distance*	Lähimmän ojan *Nearest ditch,* syvyys *Depth*	Turvekerros 1909 (keskim.) *Peat layer 1909 (average)*	Painumismäärä (keskim.) *Compression (average)* 1909—1935		1909—1945	
		m		cm	cm	%	cm	%
II. 1—8	VK [1])	5—96	1.30	88	24	27	32	36
III. 1—8	»	3—97	1.30	86	16	19	21	24
IV. 1—8	IR	5—98	1.20	260	15	6	24	9
V. 1—8	»	5—101	1.50	297	15	5	27	9
VI. 1—8	SsN	6—101	1.35	102	19	19	31	30
VII. 1—6	»	6—51	1.35	122	31	25	41	34
		Keskim. — *Average*		161	19	12	29	18

[1]) *For explanation of abbreviations, see p. 9.*

kerros on 36 ojituksen jälkeisen vuoden kuluessa ohentunut 55—65 cm:n paksuiseksi. Kyseiset paalurivit ovatkin olleet, kuten kuvasta 2 selviää, ojien kulmauksissa ja siten poikkeuksellisen tehokkaasti kuivuneilla kohdilla. Suopursurämeellä painuminen on ollut suhteellisen vähäistä, samassa ajassa vain 9 % turvekerroksen koko paksuudesta, joka ojitettaessa oli 2.6—3.0 m. Suursaranevalla painuminen on ollut sekä absoluuttisesti että suhteellisesti turvekerroksen paksuuteen katsoen vielä runsaampaa kuin korvessa. Mikäli taulukon perusteella tehdään vertailuja painumisen jatkumisesta edelleen 26—36 vuosien aikana ojien kaivun jälkeen, on huomioitava paalurivien läheisyyteen vuosina 1915, 1923 ja 1929 kaivettujen lisäojien vaikutus (ks. sivulla 8 olevaa karttaa).

Tässä yhteydessä on syytä mainita, että suontutkimusosaston muualla laajassa mitassa suorittamien tutkimusten mukaan [1]) turvekerroksen ojituksen jälkeinen painuminen on keskimäärin voimakkainta vetisillä ja löyhäturpeisilla nevoilla, rämeillä se on heikompaa sekä heikointa korpimailla. Painuminen on runsainta jo kaivun aikana tai kohta sen jälkeen. Suurin osa kokonaispainumisesta tapahtuu kaivun jälkeisten viiden vuoden aikana ja ensimmäisen 10-vuotiskauden jälkeen painuminen on jo varsin hidasta. Painuminen on runsainta ojan välittömässä läheisyydessä. Ojasta loitotessa painuminen vähenee aluksi hyvin nopeasti, 10 m:n matkalla useinkin lähes puoleen ojan reunan painumismäärästä, etäämpänä ojasta asteittain vähemmän. Myös ojan syvyydellä on ratkaiseva vaikutus painumisen määrään.

[1]) O. J. Lukkala, Soiden turvekerroksen painuminen ojituksen vaikutuksesta. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 37. 1. 1949.



Kuva 3. Jaakkoinsuon ojituksen aikaiset suotyypit v. 1911 suoritetun kartoituksen mukaan. Myös v. 1909 kaivetut ojat näkyvät kartasta. Tyyppien lyhennysmerkkien selostus on sivulla 9.

Fig. 3. Swamp types at Jaakkoinsuo at the time of drainage as mapped in 1911. The ditches dug in 1909 are also shown on the map. Left below: Areas of different swamp types (%). Right below: Areas of different fertility classes (%). For explanation of abbreviations, see p. 9.

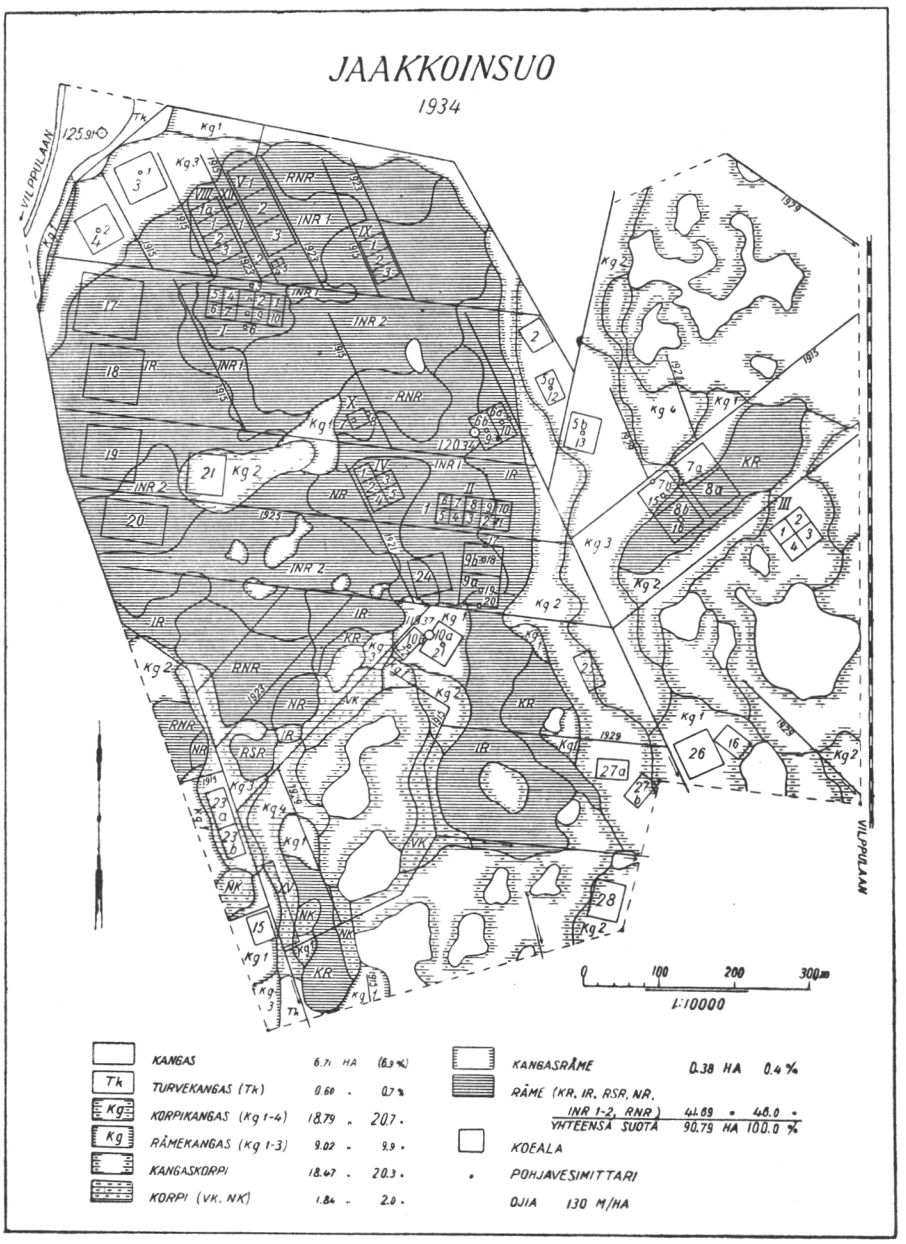
Suotyypit ja ojituksen vaikutus aluskasvillisuuteen.

Kuva 3 esittää silloisen suonkuivausmetsänhoitajan, sittemmin dosentti A. L. Backmanin 1911 suorittaman kartoituksen mukaiset suotyypit. Kuten kartasta ja sen alla olevasta numeroaineistosta selviää, korvet ja rämeet ovat olleet runsaasti ja lukuisin tyypein edustettuina, jota vastoin nevoja on ollut niukasti, vain 3 % koko suoalasta. Kartan (kuva 3) selitykseen on merkitty myös silloisten suotyyppien mukaisesti soiden jakaantuminen hyvyysluokkiin.[1]) Soiden valtaosa kuuluu hyvyysluokkiin II ja IV. Itse asiassa olisi pitänyt viedä myös hyvyysluokkaan V kaksi myöhemmässä kartoituksessa rahkaiseksi niittyvillarämeeksi todettua kuvion kohtaa, jollaista suotyyppiä ei ole erotettu v. 1911 suoritetussa kartoituksessa.[2]) Tällöin olisi hyvyysluokkaan V tullut noin 5 % suoalasta hyvyysluokan IV alan vastaavasti vähentyessä.

Kuvasta 4 nähdään, minkälaisiksi tyyppisuhteet olivat muuttuneet vuoteen 1934 mennessä, jolloin Jaakkoinsuon alue kartoitettiin suontutkimusosaston toimesta uudestaan. Tälle kartalle on ilmestynyt runsaasti lisäojia, jota paitsi kartalle on merkitty myös siihen mennessä perustetut koealat. Soiden ala on saanut edelliseen karttaan verraten tuntuvasti vaaleamman »värityksen», so. entisten korpien tilalle on tullut laajahkoille aloille etenkin ojien läheisyyteen korpikankaita ja joittenkin rämeitten kohdalle rämekankaita. Entinen neva-ala on muuttunut metsäiseksi, osin korpikankaaksi, osin rämekankaaksi, vaillinaisemmin kuivuneet kohdat nevakorveksi. Mainitunlaisilla korpikankailla ja rämekankailla rahkasammal- ja muu suokasvillisuus on ojituksen vaikutuksesta kituliasta ja kuolevaa, osaksi jo kuollutkin, mutta alkuperäinen suotyyppi antaa kuitenkin vielä alalle leimansa. Turvekankaaksi, siis likimain metsätyypin asteelle, aluskasvillisuus on muuttunut vain kahdella vähäisellä suon osalla.

Toisaalta on myös todettava, että laajoilla aloilla suokasvillisuus on pysynyt vielä siksi elinvoimaisena ja runsaana, että tyyppi on mer-

[1]) O. J. Lukkala—Mauno J. Kotilainen, Soiden ojituskelpoisuus. 1945.
[2]) Kun Cajander (Studien über die Moore Finnlands, Acta forest. fenn. 2) julkaisi suotyyppijärjestelmänsä vasta v. 1913, on ymmärrettävää, ettei Jaakkoinsuolla v. 1911 suoritettu kartoitus ole kaikin kohdin täysin Cajanderin tyyppijaoittelun mukainen.



Kuva 4. Jaakkoinsuon tyyppisuhteet v. 1934. Siihen mennessä kaivetut ojat, joista v. 1909 myöhempien kaivuvuodetkin on merkitty kartalle, sekä silloisten koealojen ja pohjavesimittarien sijainti näkyvät myös kartasta. Tyyppien lyhennysmerkkien selostus on sivulla 9. Kartalla esiintyy kangaskorpireunuksin: Kg 1 = lehtokorpikangas, Kg 2 = varsinainen korpikangas, Kg 3 = ruohoinen korpikangas, Kg 4 = sarakorpikangas sekä kangasrämereunuksin: Kg 1 = sararämekangas, Kg 2 = varpurämekangas ja Kg 3 = suopursurämekangas.

Fig. 4. Swamp types at Jaakkoinsuo in 1934. Ditches dug to date, years of digging subsequent to 1909 entered on the map; location of the sample plots, and ground water gauges also shown on the map. For explanation of abbreviations, see p. 9.

kitty edelleen suotyypiksi, tavallisesti kuitenkin joksikin ojituksen aikaista kuivemmaksi. Ojitus, mikä vähitellen oli kohonnut 130 ojametriin suohehtaaria kohden, ei siis ole ollut niin tehokasta, että ainakaan siihen mennessä olisi kauttaaltaan päästy edes korpi- tai rämekankaisiin, turvemaan varsinaisista metsätyypeistä puhumattakaan.

Mutta ojitus olikin v. 1934 ainakin eräin osin vielä verraten nuorta — muutamia täydennysojia oli, kuten kuvasta 4 näkyy, kaivettu vasta v. 1929 — ja monin kohdin vielä varsin vaillinaistakin. Vaikka koeojitusalueella ei tietenkään tarvitse pyrkiä kauttaaltaan täydelliseen kuivatukseen, on Jaakkoinsuolle vielä vuoden 1934 jälkeenkin lisätty jokin määrä ojia. Näitä on kaivettu varsinkin alueen itäosan ennestään vaillinaisesti ojitettuihin kangaskorpiin, jota paitsi alueen pohjois-osassa olevasta alkuperäisen ojituksen aikaisesta isovarpuisesta niittyvillarämeestä on haluttu eräät osat kuivata erityisen tehokkaasti.

Jaakkoinsuon alue kartoitettiin suontutkimusosaston toimesta uudestaan v. 1948. Tämän kuten edellisenkin kartoituksen suoritti metsänhoitaja E. K. E. Saarinen. Kartalle (kuva 5) on merkitty aikaisempien ojien ohella myös vuoden 1934 jälkeen kaivetut ojat. Siitä näkyvät lisäksi kesällä 1948 suunnitellut ojat, joista eräät olivat salaojiksi tarkoitettuja. Viimeksi mainituista koealan 17 (ks. karttaa viereisellä sivulla) vaiheille suunnitellut kaivettiin vuosina 1949 ja 1950.

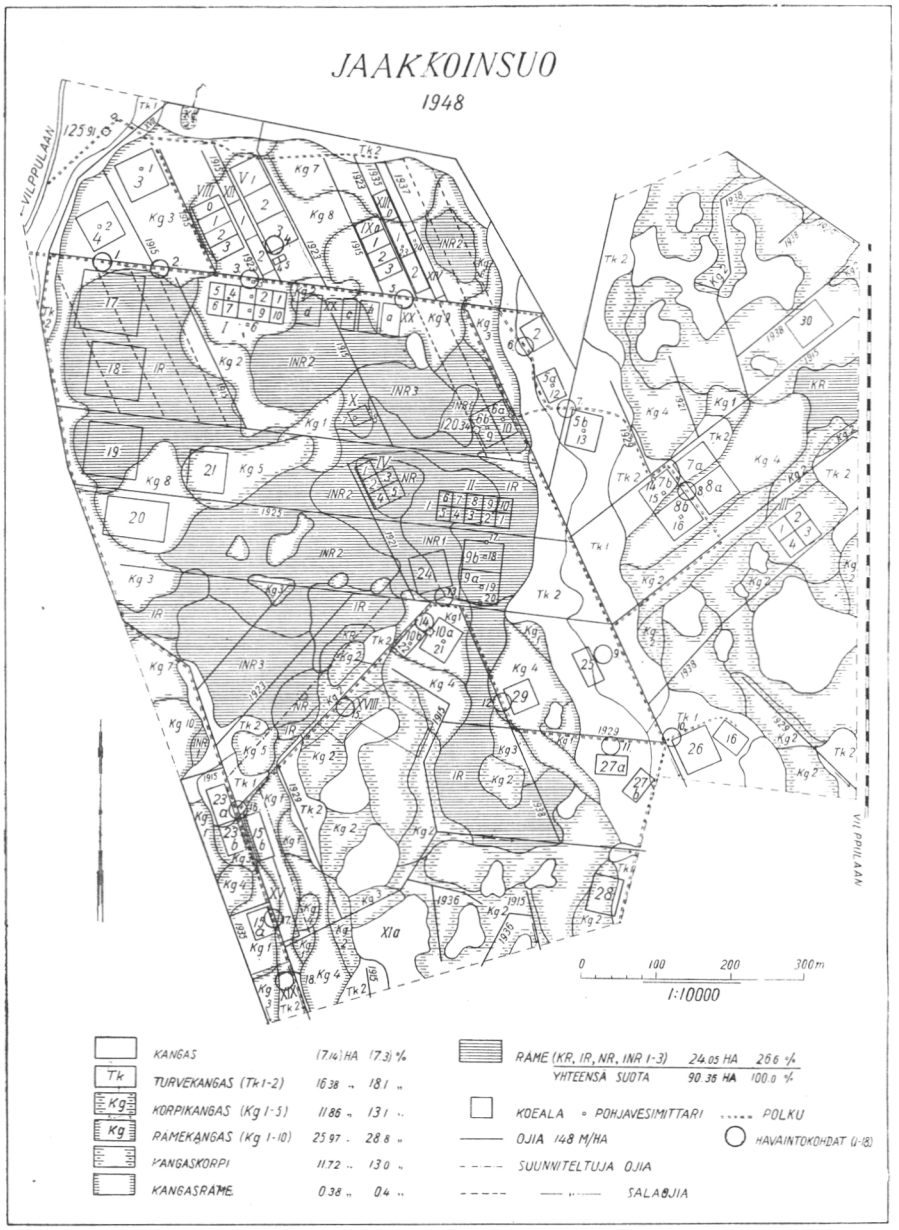
Jo pikainen silmäys karttoihin riittää osoittamaan, että turvekankaittenkin, mutta ennen kaikkea korpikankaitten samoin kuin rämekankaitten osuus on kartoitusten välillä kuluneiden 14 vuoden aikana entisestään hyvin huomattavasti lisääntynyt. Eri kartoituksien aikaisten turvemaatyyppien määrä selviää taulukosta 2.

Taulukko 2. Jaakkoinsuon turvemaatyypit vuosina 1911, 1934 ja 1948 suoritettujen kartoitusten mukaan.

Table 2. Vegetation types of Jaakkoinsuo as mapped in 1911, 1934 and 1948.

Kasvillisuustyyppi *Vegetation type*	1911		1934		1948	
	ha	%	ha	%	ha	%
Turvekangas — Tk [1]	—	—	0.60	0.7	16.38	18.1
Korpikangas — KKg	0.60	0.6	18.79	20.7	11.86	13.1
Rämekangas — RKg	—	—	9.02	9.9	25.97	28.8
Kangaskorpi — KgK	6.06	6.5	18.47	20.3	11.72	13.0
Korpi — K	25.08	26.9	1.84	2.0	—	—
Kangasräme — KgR	0.60	0.6	0.38	0.4	0.38	0.4
Räme — R	58.13	62.3	41.69	46.0	24.05	26.6
Neva — N	2.92	3.1	—	—	—	—
Turvemaita — *Peat soils* ..	93.39	100.0	90.79	100.0	90.36	100.0
Kangasmaita — *Firm forest lands*	4.11		6.71		7.14	
Yhteensä — *Total*	97.50		97.50		97.50	

[1]) *For explanation of abbreviations, see p. 9.*



Kuva 5. Jaakkoinsuon tyyppisuhteet v. 1948. Siihen mennessä kaivetut ja kaivettaviksi suunnitellut ojat, perustetut koealat sekä pohjavesimittarien sijainti selviävät myös kartasta. Yleisimmin käytetyn retkeilyreitin varteen on merkitty ympyröin 18 havaintokohtaa. Tyyppien lyhennysmerkkien selostus on sivulla 9. Kartalla esiintyy ilman reunusmerkintää: Tk 1 = lehtomainen turvekangas, Tk 2 = mustikkaturvekangas ja kangaskorpireunuksin. Kg 2 = varsinainen korpikangas, Kg 3 = ruohoinen korpikangas, Kg 4 = sarakorpikangas sekä kangasrämereunuksin: Kg 1 = sararämekangas, Kg 2 = varpurämekangas, Kg 3 = suopursurämekangas, Kg 4 = korpirämekangas, Kg 5 = ruohoinen sararämekangas, Kg 6 = lievästi rahkainen varpurämekangas, Kg 7 = rahkainen varpurämekangas, Kg 8 = isovarpuinen niittyvillarämekangas, Kg 9 = lievästi rahkainen isovarpuinen niittyvillarämekangas ja Kg 10 = rahkainen isovarpuinen niittyvillarämekangas.

Fig 5. Swamp types at Jaakkoinsuo in 1948. Ditches dug or planned to date, sample plots established, and location of ground water gauges also shown on the map. Along the most popular excursion route 18 observation points have been marked with circles.

Kuten näkyy, likimain metsätyypiksi muuttuneiden turvekankaitten osuus on 40 ojituksen jälkeisen vuoden kuluessa kohonnut jo 18 %:in. Korpi- ja rämekankaita on yhteensä 42 %. Kangaskorpia lukuun ottamatta, joiden kohdalla ojitus on monin paikoin suhteellisen harvaa, korpia ei ole enää lainkaan. Rämeitten osuus on sen sijaan edelleen huomattavan suuri. Niistäkin parhaat ja paremmanpuoleiset kuten lettorämeet, ruohoiset sararämeet ja varsinaiset sararämeet ovat jo muuttuneet turvekankaiksi tai ainakin rämekankaiksi, mutta suopursurämeet ja isovarpuiset niittyvillarämeet, joita kumpiakin on Jaakkoinsuolla runsaasti, menettävät rämeluonteensa hyvin hitaasti ja vain erityisen tehokkaasti ojitettuina. Saman taulukon mukaan voidaan edelleen todeta, että myös varsinaiseksi kangasmaaksi luettu ala, jolta turvekerros on ojituksen vaikutuksesta huvennut olemattomiin, on vähitellen lisääntynyt.

Sen lisäksi, mitä edellä on mainittu Jaakkoinsuon uusiintuneiden kartoitusten mukaan ojituksen vaikutuksesta soiden aluskasvillisuuteen, viitataan edempänä (s. 24 ja 25) olevaan taulukkoon 4, josta selviää siinä lueteltujen kestokoealojen kasvillisuustyyppien muuttuminen kuivatuksen vaikutuksesta. Kuten siitäkin näkyy, parhaisiin hyvyysluokkiin kuuluvat suotyypit muuttuvat herkemmin ja nopeammin kangasmetsätyyppejä kohden ja huonompiin kuuluvat asteittain hitaammin. Niinpä isovarpuisten niittyvillarämeitten kohdalla olevien koealojen tyyppi on vielä 40 vuoden kuluttua ojituksesta edelleen rämetyyppiä, tosin alkuperäisestä isovarpuiseksi rämeeksi muuttuneena.

Kun Jaakkoinsuolle ryhdyttiin v. 1928 perustamaan edempänä puheeksi tulevia pysyviä koealoja, tehtiin kunkin koealan kasvipeitteestä yksityiskohtainen kuvaus. Koealojen uusintamittausten yhteydessä on tarkastettu ja merkitty muistiin myös aluskasvillisuuden saman aikainen kokoon pano. Näin kertyneen aineiston perusteella voitaisiin aivan kasvilajeittain tarkastella eri suolaatujen kasvipeitteessä ojituksen vaikutuksesta vuosien kuluessa tapahtuneita muutoksia. Kun kysymys on suontutkimusosastolla parhaillaan tarkasteltavana laajemman aineiston pohjalla, ei siihen puututa tässä yhteydessä.

Pohjaveden tason mittaukset.

Kesäkuussa 1931 Jaakkoinsuolle asetettiin yhteensä 22 pohjavesimittaria. Nämä ovat sisäläpimitoiltaan noin 3 × 3-tuumaisia lautatorvia, joiden alaosassa on reikiä veden kulkua varten. Ohutturpeisilla kohdilla mittarit kaivettiin, paksuturpeisilla lyötiin maahan, jota varten mittarien alapäässä oleva tulppa veistettiin teräväksi. Turvekerroksen paksuudesta riippuen mittarien alapäät tulivat 1—2 m maan pinnan alapuolelle. Mittarien vierusta tallattiin tiukaksi ja vähän koholle pintavesien suoranaisen mittariin valumisen ehkäisemiseksi.

Pohjavesimittarit sijoitettiin, kuten sivulla 13 olevan kartan merkinnöistä näkyy, osaksi yksitellen koealojen keskuksiin, osaksi ojista kohtisuoraan etääntyviksi sarjoiksi. Syksyllä 1937 asetettiin vielä kaksi mittaria (N:t 23 ja 24) kohdille, joiden kuivatusta oli vuosina 1935 ja 1937 erityisesti tehostettu (ks. karttaa sivulla 15).

Mittauksia suoritettiin yhtäjaksoisesti 11 vuoden aikana, kolmena ensimmäisenä vuonna tasaisin väliajoin neljä, myöhemmin kaksi kertaa kuussa. Mittaukset aloitettiin yleensä toukokuun alussa, so. niin kohta kun jää oli mittareista sulanut, ja jatkettiin saman vuoden loppuun. Vuosina 1937—1939 tehtiin mittauksia myös talvikuukausien aikana, vaikkakaan kaikkia mittareita ei saatu pysymään sulina yli koko talven.

Pohjaveden tason mittausten tuloksia, joita Jaakkoinsuoltakin on kerääntynyt varsin runsaasti, tarkastellaan tässä vain pääpiirtein, sillä suontutkimusosaston toimesta eri kokeilualueissa suoritettuja pohjaveden tasoa koskevia tutkimuksia tullaan lähiaikoina selostamaan erillisessä julkaisussa.

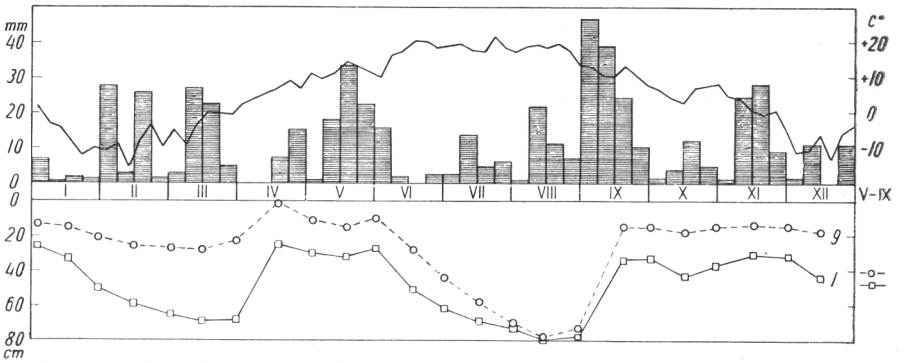
Kuvasta 7 näkyy pohjaveden tason vaihtelu vuoden 1937 aikana mittarien 1 ja 9 mukaan. Edellinen (ks. karttaa sivulla 13) on koealalla 3, jonka kohdalla turvekerroksen paksuus on 2.5 m, jälkimmäinen koealalla 6 b, jonka kohdalla turvekerroksen paksuus on 1.1 m. Kuvasta, johon on merkitty myös kyseisen seudun ¼-kuukausittaiset sademäärät sekä keskilämpötila, ilmenee pohjaveden korkeustasossa vuoden kuluessa havaittava aaltomainen vaihtelu. Pohjavesi on keskitalvella, maaliskuussa, alhaalla, kohoaa sitten keväällä lumen sulaessa, alenee



Kuva 6. Näkymä Jaakkoinsuon valtaojan reunalla kulkevan retkeilypolun varrelta. Valok. 1949 Olavi Huikari.
Fig. 6. View from the excursion path running along the edge of the Jaakkoinsuo main ditch. Photo 1949.

kesällä lähinnä voimakkaan haihdunnan vaikutuksesta ja on yleensä heinä—elokuussa alimmillaan. Syksyllä, kun haihdunta vähenee, pohjavesi alkaa taas kohota, kunnes maan jäätyessä ja sateen tullessa lumena pohjaveden taso jälleen laskee toista vuoden aikaista minimiään kohden. Tilapäiset runsaat kesäsateet samoin kuin talven aikaiset voimakkaat suojasäätkin voivat aiheuttaa poikkeuksia tähän yleiseen säännönmukaisuuteen.

Samasta kuvasta havaitaan edelleen, että pohjaveden taso oli mittarin 9 kohdalla, jossa suotyyppi oli vielä 1937 isovarpuisena rämeenä (ojitettaessa 1909 isovarpuista niittyvillarämettä), keskimäärin tuntuvasti lähempänä maan pintaa kuin mittarin 1 kohdalla, joka jo silloin oli



Kuva 7. Pohjaveden taso v. 1937 mittarien 1 ja 9 mukaan. Kuvaan on merkitty pylväin myös kyseisen seudun neljänneskuukausittaiset sademäärät (mm) sekä yhtäjaksoisena murtoviivana keskilämpötila (C°).

Fig. 7. Ground water level in 1937 according to gauges 1 and 9. Histogram of the weekly precipitation (mm) in this district; the unbroken line indicates the average temperature (C°).

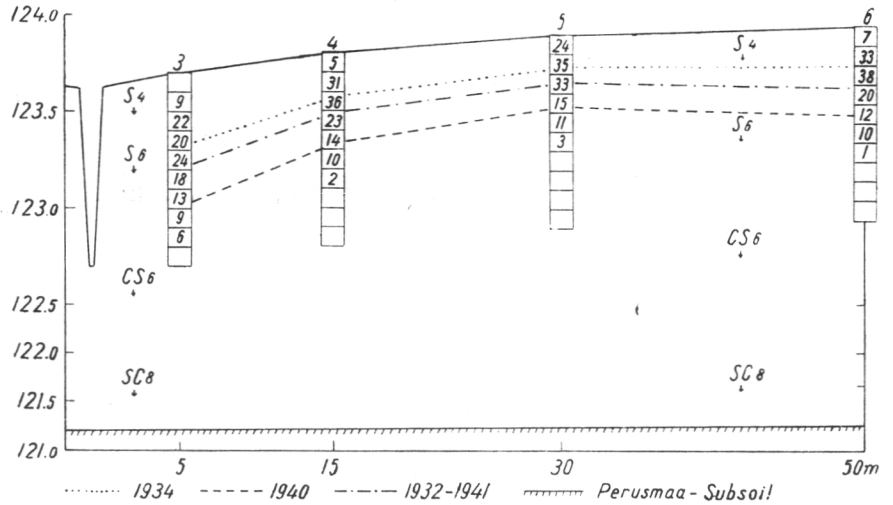
muuttunut ojituksen vaikutuksesta rämekankaaksi (ojitettaessa 1909 isovarpuista rämettä).

Edellä esitetyn täydennykseksi on vielä mainittava, että kesäkauden 1937 sadesuhteet poikkesivat normaaleista sikäli, että touko- ja syyskuu olivat normaalia runsassateisemmat, kesä-, heinä- ja elokuu niukkasateisemmat. Tämä on aiheuttanut touko—kesäkuun vaihteeseen ja syyskuun loppupuoliskolle tavallista korkeamman sekä heinä- ja varsinkin elokuulle tavallista matalamman pohjaveden tason.

Kuva 8 osoittaa havainnollisesti ojan läheisyyden vaikutuksen pohjaveden tasoon. Kyseiset mittarit (N:t 3, 4, 5 ja 6) sijaitsevat suopursurämeellä (vrt. karttaa sivulla 13), jonka aluskasvillisuutta ojitus ei ollut kyennyt mittausvuosiin mennessä sanottavastikaan muuttamaan. Turvekerroksen paksuus on kohdalla noin 2 m. Pinnassa on 30 cm:n paksuinen kerros rahkaturvetta, maatuneisuus 4, siitä alaspäin 1.1 m:n syvyyteen samoin rahkaturvetta, maatuneisuus 6—8.

Kuten näkyy pohjaveden taso oli kesäkautena 1934, jolloin vastaavan ajan sademäärä oli 358 mm (72 mm/kk), keskimäärin varsin lähellä maan pintaa. Kesällä 1940, jolloin sademääräkin oli vain 240 mm (48 mm/kk), pohjavesi pysytteli tuntuvasti alempana. Kun pohjaveden taso keskimäärin kesäkausina 1932—1941 on ollut — ojan lähireunaa lukuun ottamatta — vain 25—50 cm maan pintaa alempana, ei ole ihme, että suokasvillisuus on säilynyt likimain ennallaan. Suopursun varvusto ja rahkasammaleet eivät ole järjestään kuolleet edes mittarin 3 vaiheilla, joka on vain 5 m:n päässä ojasta, ja jossa pohjavesi on kesäkausien aikana pysytellyt sentään keskimäärin lähes 0.5 m:n syvyydessä.

Mittauksissa kertyneestä runsaasta numeroaineistosta esitetään tässä vain supistelma (taulukko 3), joka antaa käsityksen, missä syvyydessä



Kuva 8. Pohjaveden touko—syyskuun aikainen taso vuosien 1934 ja 1940 sekä keskimäärin vuosien 1932—1941 aikana v. 1909 kaivetusta ojasta kohtisuoraan poispäin olevien mittarien 3, 4, 5 ja 6 mukaan. Pohjavesimittarien kohdalla olevien pylväitten 10 cm:n korkeutta vastaaviin ruutuihin on merkitty, montako kertaa koko mittauskauden aikana pohjaveden tason on todettu olleen kyseisen ruutukorkeuden kohdalla.

Fig. 8. Ground water level during May—September in 1934 and 1940 and the average for 1932—1941 according to gauges 3, 4, 5 and 6. Each square in the columns represents a height of 10 cm, and bears a figure indicating the number of times the ground water level was found to coincide with this height during the entire period of measurement.

pohjaveden taso on vuosien 1932—1941 kesäkuukausien aikana eri mittarien mukaan keskimäärin pysytellyt. Ryhmittely on tehty siten, että ensinnä ovat mittarit, jotka ovat osoittaneet keskimäärin alinta, puolta metriä syvemmässä olevaa pohjaveden tasoa. Seuraavien ryhmien

Taulukko 3. Pohjaveden keskimääräinen taso sekä kyseisen seudun sademäärä touko—syyskuun aikana vuosina 1932—1941.

Table 3. Ground water level and precipitation in the district, average during May—September from 1932 to 1941.

Kasvillisuustyyppi *Vegetation type*	Turvekerros *Peat layer,* m	Mittarin N:o *Gauge no.*	V	VI	VII	VIII	IX	V—IX
			Pohjaveden taso maan pintaa alempana *Ground water level below soil surface,* cm					
KKg [1])	0.3—0.5	12, 13, 14, 15	21	40	71	74	65	55
RKg	2.5	1, 3	30	42	54	51	45	45
IR	0.8—1.1	11, 17, 18, 20	15	28	54	51	37	37
(RKg), IR	0.9—2.5	(2), 4, 6, 10, 19	19	28	41	40	30	33
RKg	0.3	21, 22	15	31	43	39	30	32
KR, IR, RNR .	0.3—1.3	8, 9, 16	12	23	38	35	26	27
IR, RNR	1.3—2.5	5, 7	10	20	29	26	18	21
		Keskimäärin — *Average*	18	30	49	47	37	37
Sademäärä vuosina 1932—1941 mm — *Precipitation in 1932—1941, mm*			40	34	70	79	69	58

[1]) Lyhennysmerkkien selostukset sivulla 9. — [1]) *For explanation of abbreviations, see p. 9.*

mittarit ovat osoittaneet asteittain korkeampaa tasoa. Viimeiseen ryhmään on joutunut kaksi mittaria, joiden kohdalla pohjaveden taso on kesäkuukausienkin aikana ollut keskimäärin vain 21 cm syvässä.

Ensimmäiseen ryhmään ovat joutuneet korpikankaat, toiseen — eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta — rämekankaat. Ne mittarit, joiden kohta on pysynyt suotyypin asteella, ovat taulukon loppupäässä. Turvekerroksen paksuudella ja pohjaveden korkeudella ei ole tiettyä suhdetta. Ojan läheisyyden merkitys on useassa tapauksessa selvempi, mutta sekään ei asiaa yksin ratkaise, kuten voi päätellä, jos sivulla 13 olevan kartan mukaan vertailee eri pohjavesimittarien sijoittumista taulukon 3 ryhmiin.

Taulukosta havaitaan edelleen, että toukokuussa, lumen sulamiskauden päätyttyä, pohjaveden taso on Jaakkoinsuon mittarien mukaan ollut keskimäärin vain 18 cm maan pintaa alempana. Kesäkuussa se on jo keskimäärin 30 cm syvässä. Heinä- ja elokuussa pohjaveden taso on ollut keskimäärin lähes puolen metrin syvyydessä, mutta syyskuussa taas keskimäärin 10 cm ylempänä kuin edellisen kuukauden aikana. Touko—syyskuun keskiarvo, 37 cm, muodostuu syyskuun mukaiseksi.

Taulukkoon on merkitty myös kesäkausien 1932—1941 aikaiset keskimääräiset kuukausittaiset sademäärät Vilppulassa. Nämä ovat vuosittain melkoisesti vaihdelleet, mutta ovat koko ajanjakson huomioon ottaen vain vähän alle normaalin, kuitenkin siten, että kesäkuu on ollut normaalia hyvin huomattavasti niukkasateisempi.

Kuten jo edellä on mainittu, v. 1937 asetettiin kaksi lisämittaria, joista toinen (N:o 23) tuli 22 m ja toinen (N:o 24) 15 m leveän, noin metrin syvyisillä ojilla varustetun saran keskukseen. Turvekerroksen paksuus näillä kohdin on 1.2 m. Sarkaojat on kaivettu vuosina 1923, 1935 ja 1937, jolloin kohta oli edelleen suopursurämettä. Vuosien 1938—1941 touko—syyskuun aikana pohjaveden korkeus vaihteli eri mittauskertojen mukaan 22 m leveän saran keskuksessa 58—105 cm:n välillä ja oli keskimäärin 82 cm syvässä sekä 15 m leveän saran keskuksessa 71—121 cm:n välillä ja oli keskimäärin 102 cm syvässä. Kumpaisenkin ja varsinkin kapeamman saran kohdalla pohjaveden taso on siis koko kasvukauden ajan pysytellyt siksi alhaalla, etteivät mäntyjen juuret ole joutuneet sen kanssa välittömään kosketukseen. Puut ovatkin — ojituksen aikaisen niittyvillarämeen kyseen ollen — kasvaneet huomattavan hyvin. Kyseisten kesäkuukausien aikainen sademäärä oli 52 mm/kk eli jonkin verran alle normaalin.

Ojituksen vaikutus metsien kasvuun.

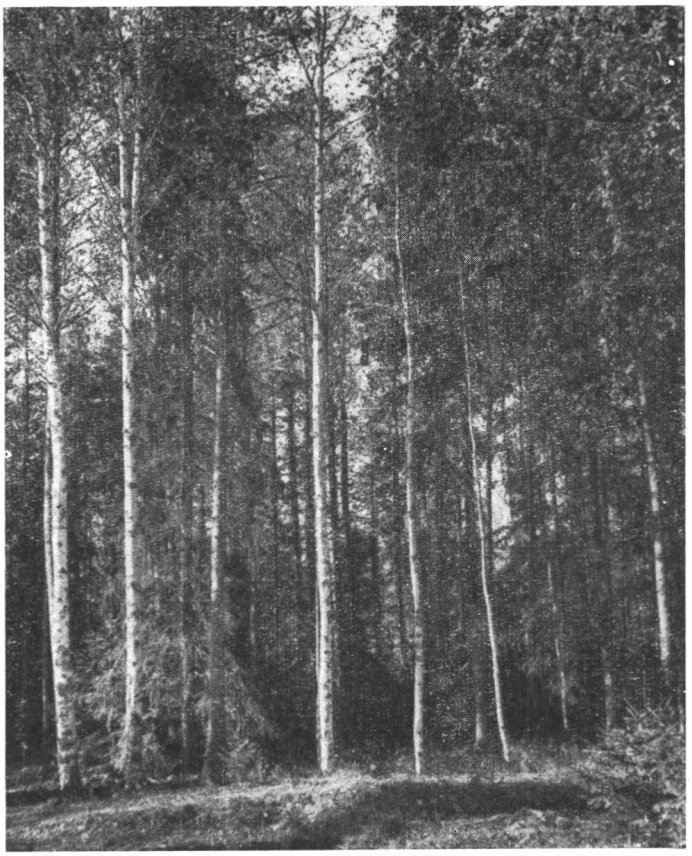
Pysyviä koealoja ryhdyttiin Jaakkoinsuolle perustamaan v. 1915, jolloin kyseisen piirin silloista suonkuivausmetsänhoitajaa avustava metsänhoitaja, nykyinen professori S. E. Multamäki, suorittaessaan alueella leimauksen suometsien puhdistushakkausta varten, asetti suolle kolme koealaa. Nämä hän mittasi uudestaan syksyllä 1920 samalla mitaten siellä eräitä uusiakin koealoja. Koealamittausten tuloksia hän on selostanut julkaisussaan v. 1923.[1])

V. 1928, jolloin Metsätieteelliseen tutkimuslaitokseen perustettiin suontutkimusosasto, ryhdyttiin Jaakkoinsuolle asettamaan koealoja aikaisempaa laajemmassa mitassa. Kun ojituksesta oli tällöin jo kulunut 19 vuotta, koetettiin ojituksen vaikutuksen osoittamiseksi selvitellä kyseisten metsiköitten aikaisemmat vaiheet runkoanalyysien avulla. Siten määritettiin koealametsiköitten kuutiomäärä 5-vuotiskausittain ojitusvuoteen asti sekä siitä vielä yksi 5-vuotiskausi taaksekin päin. Näin menetellen päästiin silloisten (1928) puustojen aikaisempiin puu- ja kasvumääriin, jotka metsikön itseharvenemisen takia ja muista syistä ovat kylläkin todellisia jonkin verran alemmat.

Vuosina 1928 ja 1934 perustettujen koealojen mittausten päätulokset näkyvät taulukosta 4. Siihen on sivulla 15 olevan kartan osoittamien koealojen lisäksi otettu myös koealat 13 ja 14, jotka eivät ole itse Jaakkoinsuolla, vaikkakin sen välittömässä läheisyydessä. Koealat on sijoitettu taulukkoon suurin piirtein siten, että ensimmäisenä on tuotoltaan paras ja sitten seuraavat asteittain yhä heikkotuottoisemmat. Koealat on uudismitattu kasvukauden päätyttyä vuosina 1934, 1939 ja 1947.

Koeala 13 on v. 1912 kaivettujen ojien kulmauksessa, koeala 14 v. 1911 kaivetun ojan läheisyydessä. Itse Jaakkoinsuon, jolla siis kaikki muut taulukossa esitellyt koealat sijaitsevat, valmistava ojitus suoritettiin, kuten aiemmin on mainittu, v. 1909. Missä määrin ja minä vuosina eri koealojen läheisyydessä on toimitettu täydennysojituksia, selviää sivulla 15 olevan kartan merkinnöistä. Taulukosta 4 ilmenee myös

[1]) S. E. Multamäki, Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Acta orestalia fennica 27.



V. 1909 (10) m³/ha, kasvu (0.5) m³/ha
1934 170 » » 10.8 » harv. 26 %
1939 175 » » 8.4 » » 3 »
1947 248 » » 9.0 » » 10 »

Kuva 9. V. 1909 ojitettua lettorämettä, nyt lehtomaista turvekangasta. Turvekerroksen paksuus 1 m. Jaakkoinsuon tuottoisimpia koealametsiköitä. Koeala 23 a. Valok. 1939 E. K. E. Saarinen.

1909 (10) cu. m./ha, increment (0.5) cu.m./ha
1934 170 » » 10.8 » thinned 26 %
1939 175 » » 8.4 » » 3 »
1947 248 » » 9.0 » » 10 »

Fig. 9. Fen-like wet pine peat-moor drained in 1909, now grove-like peat soil with ground cover like firm forest land. Depth of peat layer 1 m. One of the most productive sample stands at Jaakkoinsuo. Sample plot 23 a. Photo 1939.

kunkin koealan kohdan ojituksen aikainen suotyyppi sekä kasvillisuustyyppi v. 1947. Kuten näkyy, 25 koealasta 13 sijaitsi v. 1947 jo turvekankaaksi muuttuneella maalla. 7 koealan kohta oli silloin vielä korpitai rämekangasasteella ja vain 5 heikkotuottoista koealaa sijaitsi edelleen

Taulukko 4. Kestokoealojen päätuloksia.

Table 4. Main results from permanent sample plots.

Koealan N:o *Sample plot no.*	Kasvillisuustyyppi *Vegetation type* 1909	1947	Turvekerros, m *Peat layer, m*	Metsikön ikä (1947) vuotta *Age of stand (1947) years*	Kuutiomäärä kuorineen, m³/ha *Volume incl. bark, cu.m./ha* 1909	1928	1934	1939	1947	Harvennus (kuollut), m³/ha *Thinning (dead), cu.m./ha* 1928—39	1947
13	LhK	MTk (OMTk)	0.2	68 (40—110)	(7)	113	138	204	281	51	35
14	RhK	»	1.3	49 (25—60)	(8)	116	126	132	185	91	17
23 a	LR	»	1.0	75 (30—100)	(10)	(110)	170	175	248	49	24
23 b	»	RhSRKg	0.8	64 (35—110)	(10)	(80)	128	130	185	36	35
2	RhK	OMTk (MTk)	0.5	42 (30—50)	△	72	89	107	110	83	20
26	RhNK	OMTk	0.4	47 (25—75)	(5)	(60)	105	112	156	40	59
16	RhNK	MTk (OMTk)	0.4	47 (25—65)	(4)	57	80	103	153	24	14
27 b	RSR	MTk (VTk)	0.5	73 (40—95)	(5)	(110)	158	162	215	33	36
27 a	»	»	0.4	62 (40—100)	(5)	(60)	107	124	178	20	21
25	VK	MTk	0.9	67 (40—95)	(10)	(90)	134	120	180	51	3
5 a	RSR	MTk (OMTk)	0.4	62 (20—105)	6	69	130	166	211	(3)	(5)
5 b	»	MTk	0.5	64 (30—100)	6	77	108	122	166	36	11
10 a	VSR	SRKg	0.3	79 (40—100)	8	70	97	125	187	18	13
10 b	»	» (VTk)	0.3	72 (30—90)	9	74	120	150	200	(8)	(7)
7 a	»	VTk (MTk)	0.4	62 (15—110)	3	33	50	64	114	22	8
7 b	»	MTk (VTk)	0.4	65 (20—110)	5	47	88	121	173	(4)	(6)
8 a	»	KRKg	0.4	57 (15—100)	4	29	42	59	109	9	8
8 b	»	»	0.3	69 (10—95)	5	34	55	72	124	(1)	(1)
15 a	SsN	SRKg	0.8	48 (30—65)	△	37	54	83	130	11	12
9 a	INR	IR	0.8	77 (40—90)	7	42	52	59	81	5	1
24	»	INR	0.7	74 (45—90)	(10)	(32)	39	46	66	3	1
4	IR	IRKg	2.5	155 (75—165)	58	93	106	112	121	4	(1)
9 b	INR	IR	0.9	88 (50—100)	12	30	35	37	49	5	—
6 a	»	»	1.1	98 (65—140)	17	37	47	50	67	6	2
6 b	»	»	1.1	94 (40—105)	11	28	35	38	49	5	1

Lyhennysmerkkien selostukset sivulla 9. — *For explanation of abbreviations, see p. 9.*

rämetyyppinä säilyneellä suon osalla. Taulukosta selviää myös turvekerroksen paksuus eri koealojen kohdalla koealaa perustettaessa suoritetun mittauksen mukaan.

Taulukkoon on merkitty koealametsiköiden keski-ikä v. 1947. Se on laskettu eri puulajien tasoitettujen ikäkäyrien perusteella kuutiomäärillä punniten. Sulkujen välissä olevat vuosimäärät osoittavat puuston valtaosan ikäsuhteet. Koealametsiköt, jotka kaikki ovat luontaisesti syntyneitä, ovat yleensä hyvin eri-ikäisiä. Vaikkakin harvennukset ja luonnon poisto sekä toisaalta uusien puuyksilöitten kohoaminen 1.3 m:n korkuisiksi osaltaan vaikuttavat asiaan, voidaan taulukossa mainituista ikäluvuista likimain laskea, vanhojako kyseiset metsiköt olivat ojitettaessa sekä eri mittauskertojen aikana.

V. 1928 perustettujen koealojen ojituksen aikaisen puuston määrä tunnetaan ainakin suurin piirtein. Kuten näkyy, se on yleensä ollut varsin pieni, kohoten vain eräiden heikkolaatuisten (INR) suotyyppien koh-

Taulukko 4:n jatko. — *Table 4, cont'd.*

Puustosta (1947) % *of growing stock*			Juokseva vuotuinen kasvu *Current annual increment*						Keskim. vuot. kasvu ojit. jälk. m³/ha *Aver. ann. incr. after drainage cu.m./ha*	Vastaava metsätyyppi *Corresponding forest site type*	Koealan N:o *Sample plot no.*
mä *pine*	ku *spruce*	ko *birch*	1909	1928	1934	1939	1947	1947			
%			m³/ha — *cu.m./ha*					%			
7	72	21	(0.5)	9.0	8.2	12.2	9.8	3.9	9.3	OT-OMT	13
14	56	30	(0.5)	9.3	5.9	8.8	6.9	4.2	7.7	»	14
59	13	28	(0.5)	(9.0)	10.8	8.4	9.0	4.1	7.6	»	23 a
46	6	48	(0.5)	(6.0)	7.7	5.8	6.2	3.9	5.6	»	23 b
12	12	76	△	7.4	6.3	6.5	4.6	4.8	5.1	»	2
—	19	81	(0.2)	(6.0)	7.2	6.2	6.1	4.4	5.0	»	26
1	9	90	(0.2)	5.1)	4.3	5.8	5.8	4.5	4.6	MT	16
46	10	44	(0.5)	(6.5)	7.9	5.2	6.7	3.6	6.4	»	27 b
43	10	47	(0.5)	(5.0)	5.9	5.1	6.3	4.2	5.1	»	27 a
22	52	26	(0.4)	(5.5)	7.9	6.3	6.6	4.2	5.8	»	25
2	38	60	0.3	6.0	7.8	6.5	5.5	3.0	5.5	»	5 a
20	15	65	0.4	6.3	6.4	5.3	5.1	3.5	5.2	»	5 b
77	1	22	0.4	3.6	4.9	6.0	7.1	4.4	5.2	VT	10 a
80	2	18	0.4	3.8	5.9	5.7	6.4	3.7	5.2	»	10 b
43	6	51	0.1	3.0	3.5	4.5	5.6	5.6	3.5	»	7 a
53	4	43	0.3	4.2	5.4	5.9	6.2	4.1	4.5	»	7 b
70	3	27	0.3	1.8	2.4	3.4	5.6	6.0	3.0	»	8 a
72	6	22	0.4	1.9	2.8	3.1	5.8	5.4	3.2	»	8 b
62	1	37	△	4.3	3.6	5.3	5.2	4.6	3.7	»	15 a
100	—	—	0.4	1.4	1.9	1.2	2.5	3.6	2.1	CT—ClT	9 a
97	—	3	(0.5)	(1.0)	1.2	1.7	2.3	4.1	1.6	»	24
100	—	—	1.0	2.4	1.5	1.5	1.3	1.3	1.7	»	4
100	—	—	0.4	1.0	1.1	0.5	1.4	3.4	1.1	»	9 b
100	—	—	0.5	1.2	1.6	0.8	1.8	3.4	1.4	»	6 a
100	—	—	0.3	1.0	1.2	0.7	1.3	3.2	1.1	»	6 b

OT = *Oxalis type*, OMT = *Oxalis-Myrtillus type*, MT = *Myrtillus type*, VT = *Vaccinium type*, CT = *Calluna type*, ClT = *Cladina type*.

dalla yli 10 m³/ha ja on suopursurämeella (koeala 4) ollut lähes 60 m³/ha. V. 1934 perustetuista koealoista ei tehty runkoanalyysejä. Puheena olevaan taulukkoon sulkeisiin merkityt vuosien 1909 ja 1928 aikaiset kuutioja kasvumäärät ovat vastaavanlaisten koealametsiköiden mittausten perusteella arvioituja lähiarvoja.

Ennen kaikkea suon laadusta riippuen puumäärän lisääntyminen on ollut eri koealoilla varsin vaihtelevaa, toisilla hyvin voimakasta, toisilla taas heikompaa. Suon ojituksen aikaisen puuston määrä ei ole ollut minkäänlaisena takeena sen ojituksen jälkeiselle lisääntyneelle kasvulle, pikemminkin — kuten jo mainittiin — päinvastoin. Pantakoon mm. merkille, että ojitettaessa likimain puuton, luontaisesti metsittynyt nevakin (koeala 15 a) on 38 ojituksen jälkeisen vuoden aikana tuottanut puuta — harvennuksissakin poistetut puuerät huomioon ottaen — yhteensä 141 m³/ha eli 3.7 m³ vuotta ja hehtaaria kohden.



V. 1909	6	m³/ha,	kasvu	0.4	m³/ha		
1928	77	»	»	6.3	»	harv.	26 %
1934	108	»	»	6.4	»	»	15 »
1939	122	»	»	5.3	»	»	1 »
1947	166	»	»	5.1	»	»	7 »

Kuva 10. V. 1909 ojitettua ruohoista sararämettä, nyt lehtomaista turvekangasta. Turvekerroksen paksuus 0.5 m. Koivut, joista osa oli alalla jo ojitettaessa ja silloin jo noin 60-vuotisia, alkavat kärsiä vanhuuttaan ja metsikkö tullaankin ennen pitkää uudistamaan. Koeala 5 b. Valok. 1939 E. K. E. Saarinen.

1909	*6*	*cu.m./ha,*	*increment*	*0.4*	*cu.m./ha*		
1928	*77*	»	»	*6.3*	»	*thinned*	*26 %*
1934	*108*	»	»	*6.4*	»	»	*15* »
1939	*122*	»	»	*5.3*	»	»	*1* »
1947	*166*	»	»	*5.1*	»	»	*7* »

Fig. 10. Wet pine peat-moor with sedge and herb vegetation drained in 1909, now grove-like peat soil with ground cover like firm forest land. Depth of peat layer 0.5 m. The birches, some of which were about 60 years old at the time of drainage, are beginning to suffer from old age. The stand will be regenerated before long. Sample plot 5 b. Photo 1939.

Harvennus-sarakkeesta näkyy, että useimpia koealametsiköitä on uusintamittausten yhteydessä harvennettu. Vain koealat 4, 5 a, 7 b, 8 b ja 10 b on säilytetty luonnontilaisina vertauksena niiden harvennetuille rinnakkaiskoealoille. Kuten taulukon kyseisten sarakkeitten lukuarvot osoittavat, parhaitten suotyyppien koealoilta on harvennuksissa poistettu puuta huomattavat määrät, jopa eräiltä toista sataa kuutiometriä hehtaaria kohden, näin siitä huolimatta, että nimenomaan näillä koealoilla ojituksen aikaiset puumäärät olivat varsin vähäiset. Suotyypin huonotessa harvennusmäärät alenevat ja huonoimpien suotyyppien koe-



Kuva 11. Vanhaa, ojitettaessa v. 1909 jo 120-vuotista suopursuämeen männikköä, jonka kasvu on ojituksesta huolimatta pysytellyt puolentoista m³/ha vaiheilla. Metsikkö hakattiin siemenpuuasentoon v. 1947. Koeala 3. Valok. 1939 E. K. E. Saarinen.

Fig. 11. Old pine stand on a wet pine peat-moor with many undershrubs, 120 years old at the time of drainage in 1909. In spite of drainage the increment has persisted at about 1.5 cu.m./ha. The stand was cut by the seed-tree method in 1947. Sample plot 3. Photo 1939.

aloilla, vaikka ne ojitettaessa olivat suhteellisesti puisevimpia, harvennusmäärät ovat vähäisimpiä. Niillä myös runkoluku hehtaaria kohden on pysynyt ojituksesta huolimatta pienenä.

Puuston suhteellinen jakaantuminen eri puulajien kesken on kuutiomäärien mukainen. Kuten näkyy taulukon alkupään parastuottoisilla suolaaduilla kuusi on valtapuuna. Parhaanpuoleisilla soilla yleensä kaikki kolme pääpuulajiamme ovat muodostaneet puuston, koivun useimmiten ollessa mäntyyn verraten ylivoimaisena. Suon huonontuessa kuusen

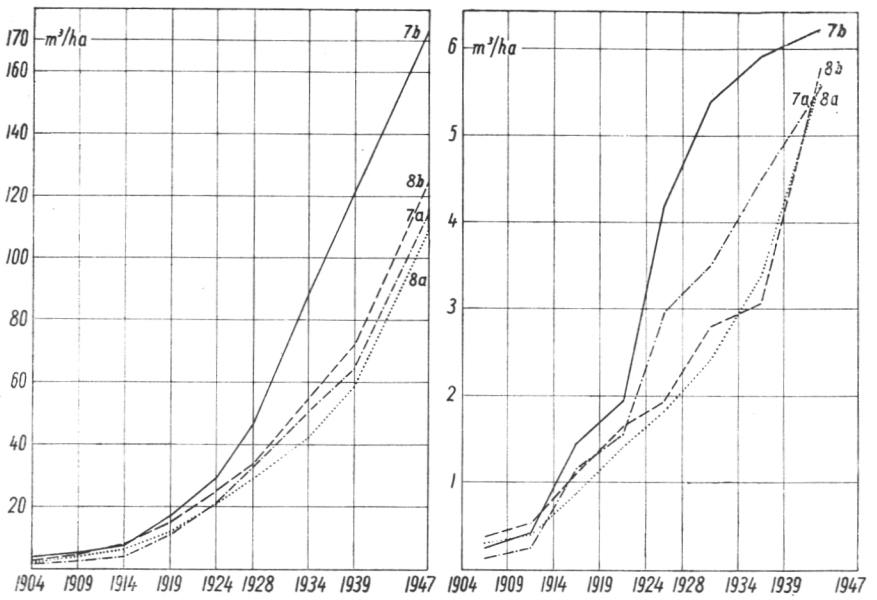
osuus vähenee, koivu pysyy edelleen runsaana sekapuuna. Huonoimmilla suolaaduilla metsikön muodostaa puhdas männikkö.

Ehkä kiintoisin sarakeryhmä on se, joka esittää juoksevan vuotuisen kasvun ojitettaessa (1909) sekä sen asteittaisen kehityksen. Vuoden 1909 kasvu on, kuten jo aikaisemmin on mainittu, laskettu vuoden 1928 koealoja perustettaessa runkoanalyysien avulla. Taulukkoon olisi voitu merkitä näiden koealametsiköiden kasvun kehitys 5-vuotiskausittain myös vuosien 1909 ja 1928 välisenä aikana, mutta tilan säästämiseksi siitä on luovuttu. V. 1934 perustettujen koealojen aikaisemmat, sulkeisiin merkityt kasvumäärät on arvioitu, kuten niiden kuutiomäärätkin, vastaavanlaisten koealojen mittaustulosten perusteella.

Kuten näkyy koealametsiköiden kasvu on ojitettaessa yleensä ollut varsin heikkoa, useimmiten vain 0.3—0.4 m^3 hehtaaria kohden eikä eri suotyypeillä olevien koealametsiköiden kasvumäärien välillä ole ollut mainittavaakaan eroa. Vain suopursurämeen koealalla 4 kasvu on jo ojitettaessa ollut 1 m^3/ha. Vuoteen 1928 mennessä kasvumäärät ovat muuttuneet kokonaan toisiksi, etenkin parhailla suotyypeillä moninkertaisiksi ojituksen aikaisiin verraten. Huonommilla suotyypeillä kasvun elpyminen on ollut asteittain heikompaa. Seuraavien uusintamittausten perusteella kasvun määrissä on todettu vaihteluita suuntaan tai toiseen. Tässä suhteessa etenkin suoritetuilla harvennuksilla on ollut tuntuva vaikutus. Voimakkaasti harvennetun koealametsikön kasvu on ainakin ohimenevästi yleensä alentunut.

Puheena olevassa taulukossa 4 luetellaan myös viimeisen mittauksen aikaiset kasvuprosentit sekä keskimääräinen vuotuinen kasvu ojituksen jälkeen. Näiden ja muiden taulukossa esiintyvien lukuarvojen sekä lisäksi valtapituuksien ja eräitten muitten karakteristikkojen perusteella, joiden esittämiseen taulukon tila ei ole riittänyt, on Ilvessalon kasvu- ja tuottotauluihin verraten koetettu arvioida, mitä metsätyyppiä eri koealat puustonsa ojituksen jälkeisen kasvun perusteella lähinnä vastaisivat. On selvää, että tällainen vertailu on monesta syystä epävarmaa. Mainittakoon mm., että koealojen 2 ja 26 metsikkö on viimeisten vuosien aikana kuusialikasvoksensa takia saatettu yhä enemmän uudistumisvaiheessa olevan metsikön mukaiseksi. Tämä on vaikuttanut alentavasti sanottujen koealametsiköiden viimeisten mittausten aikaisiin kasvumääriin.

Esiteltyjen koealatulosten tarkastelun perusteella havaitaan, että suotyyppi osoittautuu suon ojitusarvolle selvästi suuntaa antavaksi. On koealoja, joiden ojituksen jälkeinen puuston kasvu on verrattavissa kovan maan käenkaali-mustikkatyyppiin tai ylittääkin sen. Monet koealat vastaavat suunnilleen mustikkatyyppiä. On myös koealoja, joiden kasvu on vain puolukkatyypin veroinen. Heikoimmat taulukossa edustetut suotyypit, isovarpuiset rämeet ja niittyvillarämeet, osoittautuvat



Kuva 12. Koealojen 7 a (v. 1915 kaivetun ojan varrella, harvennettu), 7 b (saman ojan varrella, luonnontilainen), 8 a (keskisaralla, harvennettu) ja 8 b (keskisaralla, luonnontilainen) puuston kuutiomäärän ja kasvun kehitys. Valmistavan ojituksen aikana (1909) ala oli varsinaista sararämettä, nyt on koealojen 7 kohta puolukka-mustikkaturvekangasta, koealojen 8 kohta rämekangasta. Turvekerroksen paksuus 0.4 m.

Fig. 12. Development of the volume and growth of the stands on sample plots 7 a (thinned), 7 b (in natural condition), 8 a (thinned) and 8 b (in natural condition). At the time of the preliminary drainage (1909) the area was wet pine peat-moor with sedge vegetation. Depth of peat layer 0.4 m.

ainakin toistaiseksi vain kovan maan kanerva- tai jäkälätyypin veroisiksi. Taulukon alkupäässä olevaa kasvillisuustyyppisaraketta tarkastellessa kiintyy aikaisemmin esitetyn lisäksi huomio erityisesti siihen, että kolmen korkeatuottoisimman koealan kasvillisuustyyppimerkintä vuodelta 1947 osoittaa vain niukasti lehtomaista leimaa. Nimenomaan aluskasvillisuudessa sitä oli itse asiassa vieläkin vähemmän.

Turvekerroksen paksuudella on suotyyppiin verraten kyseisessä suhteessa vähäinen merkitys. Sen sijaan kuivatuksen tehokkuusaste vaikuttaa kaikkien suolaatujen ojituksen jälkeiseen puuntuottokykyyn varsin ratkaisevana tekijänä. Niinpä koeala 13, joka tosin edustaa parhaita suotyyppejäkin, ja jonka puuston ojituksen jälkeinen keskikasvu on ollut 9.3 m³/ha, sijaitsee ojien kulmauksessa erityisen tehokkaasti kuivatulla kohdalla.

Nimenomaan kuivatuksen tehokkuuden merkityksen valaisemiseksi viitataan kuvaan 12, joka esittää koealasarjan 7—8 kuutiomäärän ja kasvun kehityksen. Kyseinen koealasarja (ks. karttaa sivulla 15) sijait-

see 125 m leveällä saralla siten, että koealat 7 a ja 7 b ovat v. 1915 kaivetun ojan läheisyydessä, koealat 8 a ja 8 b saran keskikohdalla siten, että niiden laidalta on v. 1909 kaivettuun koealoja lähinnä olevaan ojaan noin 40 m.

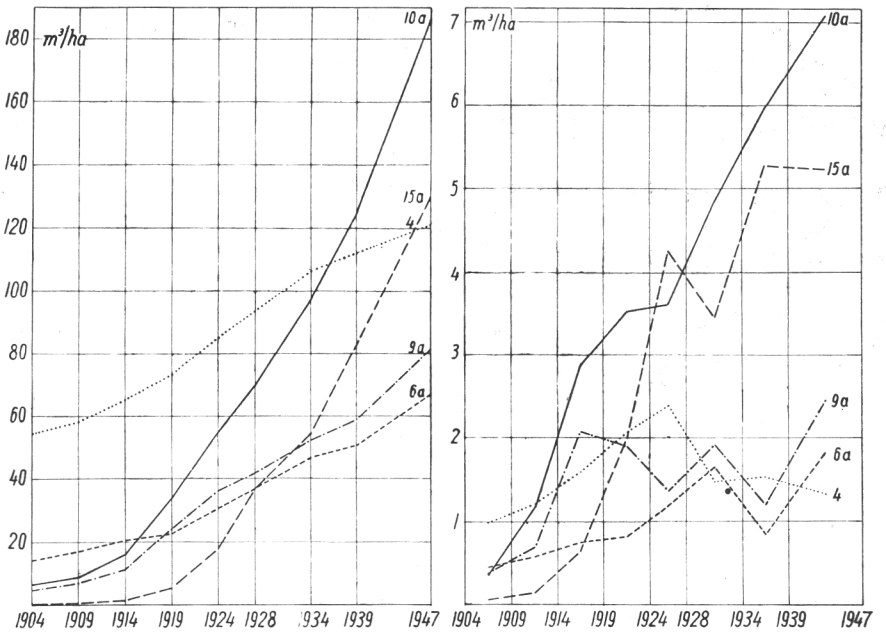
Ojitettaessa koealasarjan kohta oli varsinaista sararämettä. V. 1947, jolloin koealat viimeksi mitattiin, koealojen 7 pääosa oli jo muuttunut mustikkaturvekankaaksi. Koealojen 8 kohta oli vasta rämekangasasteella, so. suokasveilla oli vielä huomattava osuus aluskasvillisuudessa. Kuten kuvan selostuksestakin näkyy, koealoja 7 a ja 8 a on mittausten yhteydessä harvennettu, koealat 7 b ja 8 b ovat olleet luonnontilaisina.

Kuva osoittaa havainnollisesti, että puustojen varttuminen on aluksi ollut hidasta, mutta on ennen pitkää kohoamistaan kohonnut. Harventamatta olleiden koealojen puumäärät ovat pysytelleet harvennettuja suurempina, jopa siten, että keskisaran luonnontilaisella koealalla 8 b uusintamittausten aikainen puumäärä on ollut vähän suurempi kuin ojan varrella harvennetulla koealalla 7 a, josta tosin onkin poistettu puuta harvennusten yhteydessä yhteensä 30 m^3/ha.

Ehkä selvemmin kuin puumäärän lisääntymisessä ojituksen vaikutus ilmenee kasvun elpymisessä. Jo v. 1909 toimitetulla valmistavalla ojituksella on ollut jokin vaikutus kasvuun ja vielä tuntuvampaa kasvun nousua voidaan todeta v. 1915 kaivetun täydennysojan vaikutuksesta. Se ilmenee voimakkaana varsinkin tällöin kaivetun ojan läheisyydessä olevien koealojen 7 a ja 7 b kohdalla. Erityisesti ilahduttavana seikkana voidaan tässä yhteydessä panna merkille se, että 125 m leveän saran keskivaiheilla olevien koealojen 8 a ja 8 b kasvu on viime vuosien aikana kohoamistaan kohonnut.

Harvennuksen vaikutusta kokonaistuottoon voidaan tarkastella myös taulukon 4 (sivuilla 24 ja 25) mukaan mm. rinnakkaiskoealojen 5 a ja 5 b sekä 10 a ja 10 b tulosten perusteella. Edellisten koivuvaltaisten koealojen koivut alkavat jo käydä yli-ikäisiksi, mikä selittää näiden koealametsiköiden kasvun viimeaikaisen alenemisen. Koealoilla 10 a ja 10 b, joista viimeksi mainittu on saanut kasvaa luonnontilaisena, tähän astiset kokonaispuumäärät ovat likimain samat. Kumpaisellakin näistä kasvu on nykyisin hyvä ja tuntuu yhä osoittavan kohoavaa suuntaa.

Tähän liitetään vielä kuva 13, joka havainnollistaa eri hyvyysasteen suotyypeillä olevien viiden koealametsikön puumäärän ja kasvun kehitystä ojituksen vaikutuksesta. Tarkastellaan aluksi vaikkapa suopursurämeen männikköön asetettua koealaa 4. Siinä on puumäärä ollut jo ojitettaessa (1909) noin 60 m^3/ha ja ojituksen jälkeisten 38 vuoden kuluessa se on kohonnut kaksinkertaiseksi. Puuston kasvu oli ojitettaessa 1.0 m^3/ha. Parikymmentä vuotta myöhemmin kasvu oli 2.4 m^3/ha, mutta sittemmin se on alentunut ja oli viimeisen mittauksen (1947)



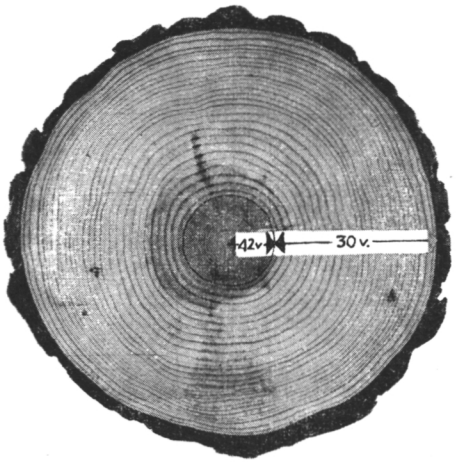
Kuva 13. Koealojen 4 (ojitettaessa v. 1909 suopursurämettä), 6 a ja 9 a (isovarpuista niittyvillarämettä), 10 a (varsinaista sararämettä) ja 15 a (suursaranevaa) puuston kuutiomäärän ja kasvun kehitys.

Fig. 13. Development of the volume and growth of the stands on sample plots 4 (at the time of drainage in 1909 wet pine peat-moor with many undershrubs) 6 a and 9 a (wet cottongrasspine peat-moor), 10 a (wet pine peat-moor with sedge vegetation) and 15 a (wet open Sphagnum bog with sedge vegetation).

aikana vain 1.3 m³/ha. Kyseisen koealan männyt ovatkin melkoisen vanhoja — keski-ikä v. 1947 oli 155 vuotta — ja ala olisi uudistettava, so. hakattava siemenpuuasentoon, kuten tehtiin vastaavanlaiselle koealalle 3 v. 1947.

Isovarpuiselle niittyvillarämeelle asetetun, harvaa mäntymetsää kasvavan koealan 6 a kohdalla on ollut puuta ojitettaessa 17 m³/ha. Kasvu on silloin ollut 0.5 m³/ha. Kasvun lisääntymistä on tapahtunut vain hitaasti ja vuosina 1934—1939 kasvu on ollut edellisen mittausvälin aikaista tuntuvasti heikompaa, sen jälkeen taas kohoten.

Koealalla 9 a, joka niin ikään on isovarpuisella niittyvillarämeellä — tosin ohutturpeisemmalla kuin edellinen — kasvu on ojituksen vaikutuksesta kohonnut nopeammin ja huomattavasti runsaammin kuin edellisellä koealalla, mutta sen kohdalla voidaan todeta kasvun alenemista varsin pian ojituksen jälkeen. Parin viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana koealametsiköiden 6 a ja 9 a kasvua osoittavat murtoviivat kulkevat hyvin saman suuntaisina. Kun näillä koealoilla ei ole toimeenpantu edes harvennuksia eikä toisaalta myöskään täydennysojituksia,



Kuva 14. Rinnankorkeuskiekko v. 1909 tehokkaasti ojitetulla sararämeellä kasvaneesta männystä, jonka rinnankorkeusläpimitta oli puuta kaadettaessa 21 cm.

Fig. 14. Section at breast height of a pine grown on wet pine peat-moor with sedge vegetation, effectively drained in 1909. D.B.H. 21 cm.

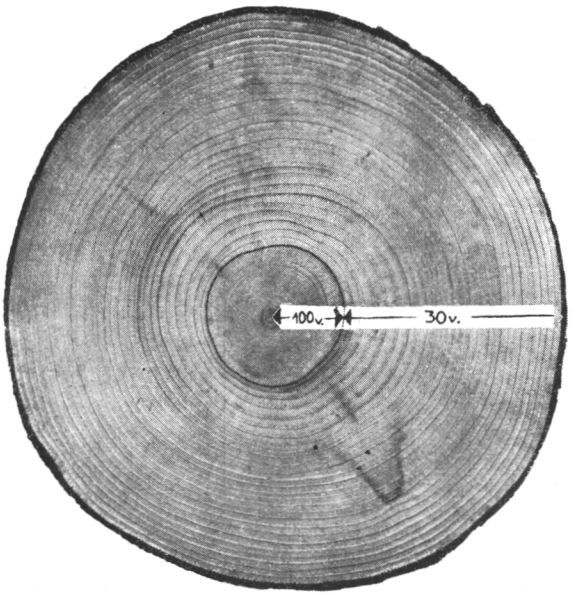
ei kasvun alenemisia ja kohoamisia voida selittää näidenkään perusteella, vaan siihen täytyy olla muita syitä.

Koealan 15 a kohta oli ojitettaessa puutonta suursaranevaa. Se metsittyi ojitettuna luontaisesti. V. 1928, siis 19 vuoden kuluttua ojituksesta, puumäärä oli jo 37 m³/ha ja kasvu 4.3 m³/ha. Kun puustosta tällöin harvennettiin 21 %, aleni kasvu ohimenevästi, mutta on kahden viimeisen mittauskerran aikana ollut jo yli 5 m³/ha.

Samaan kuvaan on merkitty vielä koealan 10 a puumäärän ja kasvun kehitys. Kuten näkyy tällä koealalla puuston, jota ojitettaessa oli vain 8 m³/ha, määrä ja kasvu ovat alkaneet ojituksen vaikutuksesta nopeasti lisääntyä. Kasvun kohoaminen on sitä paitsi — siitä huolimatta, että harvennuksissa on poistettu puuta 31 m³/ha — ollut jatkuvaa ja on viimeisen mittauksen aikana ollut 7.1 m³/ha.

Yhteistulokseksi Jaakkoinsuon koealoilta jää, että suotyyppi vaikuttaa ratkaisevasti ojituksen tulokseen. Eräillä suotyypeillä puuston elpyminen ojituksen vaikutuksesta alkaa nopeasti, jo lähivuosina, ja metsikön kasvu kohoaa ennen pitkää parhaitten kangasmetsätyyppien veroiseksi. Huonoimmilla kasvun elpyminen on asteittain hitaampaa ja kohoaa niukkaravinteisimmilla soilla vain heikkotuottoisimpia metsätyyppejä vastaavaksi tai jää senkin alle. Paremmilla suotyypeillä kasvun kohoaminen näyttää — harvennusten aiheuttamia kasvun ohimeneviä alenemisia lukuun ottamatta — jatkuneen näihin asti. Heikommilla suoladuilla, kuten isovarpuisilla rämeillä ja isovarpuisilla niittyvillarämeillä, kasvumäärät sen sijaan alkoivat ennen pitkää osoittaa alenevaa suuntaa sellaisillakin koealoilla, joilla ei ole toimeenpantu harvennuksia ja joilla puusto ei ole ollut kookasta eikä edes ylen vanhaa. Mikäli sittemmin mainitunlaisten niukkaravinteisten soiden kuivatusta on tehostettu, puiden kasvu, kuten edempänä (s. 43 ja 44) esitettävät luston mittausten tulokset osoittavat, on taas alkanut ainakin ohimenevästi kohota. Suon laadun ohella enemmän tai vähemmän tehokas kuivatus osoittautuu siten kaikillakin, mutta etenkin heikkolaatuisilla soilla erittäin vaikuttavaksi tekijäksi puiden kasvuun.

Mikä vaikutus säätekijöillä [1]) on ollut selostettujen koealametsiköiden kasvusuhteisiin, ei ole varmasti pääteltävissä. Voidaan olettaa, että v. 1909 suoritettua ojitusta seurannutta kasvun kohoamista olisivat tukeneet samanaikaisesti parantuneet sääsuhteet. Näyttää myös siltä, että ojitettujen heikkolaatuisten soiden puuston kasvumäärissä säätekijäin vaikutus olisi helpommin osoitettavissa kuin parempilaatuisilla soilla. Kysymys tulee vielä lyhyesti esille tuonnempana (s. 44). Tähän oheistetaan kuvat 14 ja 15, jotka havainnollistavat poikkeuksellisen tehokkaan kuivatuksen vaikutusta männyn ja kuusen sädekasvuun runsasravinteisilla soilla. Kuten näkyy ojituksesta aiheutunut kasvun lisäys on kumpaisessakin tapauksessa ainakin 30 vuoden ajan jatkunut voimakkaana ja verraten tasaisena.



Kuva 15. Rinnankorkeuskiekko v. 1912 tehokkaasti ojitetussa lehtokorvessa kasvaneesta kuusesta, jonka rinnankorkeusläpimitta oli puuta kaadettaessa 27 cm.

Fig. 15. Section at breast height of a spruce grown on grove-like wet spruce-hardwoods peat-moor, drained effectively in 1912. D.B.H. 27 cm.

[1]) Vrt. Peitsa Mikola, Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 38.5. 1950.

Metsien luontainen ja keinollinen uudistaminen.

Kun Jaakkoinsuolla ryhdyttiin toimeenpanemaan ojituksia v. 1909, oli se suon vetisyyden takia enimmiltä osiltaan hyvin heikkometsäinen. Vain alueen luoteisosan suopursurämeellä oli rämemetsäksi kohtalaista männikköä sekä itä- ja eteläosan korpimailla paikoin puisevaakin kuusivaltaista metsää.

Lukuun ottamatta koealojen kohdalla suoritettuja hakkauksia Jaakkoinsuolla on toimeenpantu mainitsemisen arvoisia hakkuita vuosina 1916, 1932 ja 1947. Nämä hakkuut ja varsinkin ensimmäinen niistä ovat tarkoittaneet lähinnä sen puuston talteen ottamista, joka ei ole ojituksesta elpynyt, sekä toisaalta elpyvän puuston kasvuedellytysten parantamista ja taimettumisen helpottamista. Vanhoissa korpikuusikoissa jo v. 1916 hakkaus oli eräin kohdin voimakkaampaa, uudistushakkauksen luonteista, näin mm. siinä ohutturpeisessa korvessa, jossa koeala 28 sijaitsee. Viimeiset hakkuun jälkeiset ylispuukuuset poistettiin alalta talvella 1942/43. Syksyllä 1950 mainitulla koealalla oli vähintään 1.3 m pitkiä koivuja 9 400, kuusia 5 200 ja mäntyjä 600 kpl/ha. Kuutiomäärä oli 32 m^3/ha ja kasvu 3.5 m^3/ha. Koivujen valtapituus oli 8.5 m, kuusten 7.5 m. Metsittymistä, kun alalla oli lisäksi 1.3 m lyhyempiä puun alkuja 19 300 kpl/ha, niistä 15 200 kuusta, voidaan pitää hyvänä.

Myös vuosien 1932 (koealat 17—19 vaippoineen) ja 1947 (sarka, jolla koeala 3) siemenpuuhakkaukset luoteisosan suopursurämeen eräissä männiköissä ovat tähdänneet metsien uudistamiseen ja nekin ovat, kuten kuvasta 16 selityksineen havaitaan, johtaneet tyydyttäviin taimistoihin. Sen sijaan lievästi soistuneiden kangasmaiden ja aivan ohutturpeisten kangaskorpien metsittyminen — niin hyvin lohkoharsinnan kuin siemenpuuhakkauksen jälkeen — on eräin kohdin ollut siksi puutteellista, että niiden keinollinen metsitys on paikoin osoittautunut välttämättömäksi. Muihin keinollisiin metsityksiin ei olisi ollutkaan todellista aihetta, sillä Jaakkoinsuon ainoa, sen lounaisosassa oleva neva oli siksi vähäinen, että se metsittyi reunametsän siementämänä ennen pitkää luontaisesti.



Kuva 16. V. 1909 ojitettua isovarpuista rämettä, jonka hidaskasvuinen männikkö hakattiin siemenpuuasentoon v. 1932. Siemenpuut (90 kpl/ha) poistettiin v. 1939, jolloin taimiluku oli 22 000 kpl/ha. Kun puusto oli harvaa jo siemenpuuhakkauksen aikana, oli taimista jo silloin alalla noin $^3/_4$. Vanhimmatkin taimet ovat kuitenkin vasta ojituksen jälkeen syntyneitä. Koeala 17. Valok. 1939 E. K. E. Saarinen.

Fig. 16. Wet pine peat-moor with many undershrubs, drained in 1909. The slow-growing pine stand was cut by the seed-tree method in 1932. The seed-trees (90 per ha) were removed in 1939, when the number of seedlings was 22 000 per ha. Sample plot 17. Photo 1939.

Etupäässä koemielessä Jaakkoinsuollakin on toimeenpantu jokin määrä keinollisia metsityksiä, joista tässä esitellään muutamia. Multamäki suoritti jo v. 1916 männyn hajakylvön suojakson luoteisosassa olevan v. 1909 ojitetun suopursurämeen eräälle harvametsäiselle ja likimain paljaaksi hakatulle osalle vajaan hehtaarin suuruiselle alalle nykyisten koesarjojen VIII ja XII kohdalle (ks. karttaa sivulla 15). Siemen oli Tuomarniemeltä, siis noin 60 km pohjoisempaa. Kylvöstä on noussut

jonkin verran epätasainen, paikoin hyvinkin tiheä, suon laadusta ja aluksi vaillinaisesta kuivatuksestakin johtuen hidaskasvuinen taimisto, nyt jo metsä. Siinä on toimitettu taimiston perkauksia ja harvennuksia vuosina 1935, 1943 ja 1948. Syksyllä 1945 metsikössä oli rinnankorkeuden täyttävien puiden luku 10 000—11 000 kpl/ha, joista koivuja 500—1 000 kpl. Kuutiomäärä oli koesarja VIII:n kohdalla 10—12 m^3/ha, kasvu noin 1 m^3/ha (13 %), valtapituus noin 3 m. Syksyllä 1950 valtapituus oli 4.5 m:n vaiheilla.

Samoin v. 1916 on kylvetty nykyisen koealan 2 kohdalle noin ¼ ha:n suuruiselle alalle silloin hyvin heikkometsäiseen 1909 ojitettuun ruohoja heinäkorpeen hajakylvönä tuomariniemeläistä kuusen siementä. Alalla jo silloin alulla olleitten koivujen suojaamana kylvöstä jonkin verran epätasaisena noussut kuusen taimisto on alikasvoksena koealan mittausten yhteydessä useaan kertaan harvennetun koivikon suojassa (kuva 17).

Jaakkoinsuon jo kuuluessa Vilppulan kokeilualueeseen on v. 1927 suoritettu hankikylvö edellisenä talvena paljaaksi hakatun ja hiekoitetun, 1909 (1915, 1923) ojitetulla suopursurämeellä olevan koesarjan V (vrt. s. 40) kohdalla. Siemen (1.0 kg/ha) oli paikallista. Rinnankorkeuden saavuttaneiden puiden luku oli syksyllä 1945 koesarjan eri osissa 10 000—14 000 kpl/ha, kuutiomäärä 6—10 m^3/ha ja kasvu 0.6—0.7 m^3/ha (9—15 %). Mäntyjen valtapituus oli 2.0—3.0 m. Metsikön alkukehitys on siis ollut verraten heikkoa.

Keväällä 1930 kylvettiin Jaakkoinsuon keskuksessa olevan, 1909 ojitetun niittyvillarämeen eräälle hyvin harvametsäiselle osalle (koesarja IV), jolta korjattiin talteen loputkin männyt, Eskolasta, siis varsin paljon pohjoisempaa, saatuja männyn siemeniä (itävyys 87 %). Turvekerros on niittyvillan sekaista, heikosti maatunutta rahkaa, paksuus 0.7 m. Siemenet siroteltiin ruutuihin, joista oli poistettu pintaturve sekä samanlaisin välimatkoin laikkuihin suon pinnalle. Ruutuihin nousi ensimmäisinä kesinä virkeät taimet, mutta seuraavaan kesään mennessä ne olivat painanteiksi jääneihin ruutuihin kerääntyneen veden jäädyttyä miltei järjestään kuolleet. Mutta reunametsän siemennyksestä alalle nousi ennen pitkää tyydyttävä männyn taimisto.

Saman aikaisesti hajakylvettiin vähäiseksi kokeeksi samoja männyn siemeniä, tosin vain 0.5 kg/ha, koesarja IV:n viereen, sen itäpuolelle. Harva mäntypuusto, joka jätettiin alalle kasvuaan jatkamaan, esti taimien ilmestymisen.

Jaakkoinsuon eteläosassa olevien alavien kankaitten sekä ohutturpeisten ja kivisten kangaskorpien, jotka olivat — kuten jo edellä on mainittu — v. 1916 toimeenpantujen lohkoharsintojen ja siemenpuuhakkuitten jälkeen metsittyneet puutteellisesti, keinolliseen metsitykseen ryhdyttiin keväällä 1936. Eräällä osalla (koeala XI a) suoritettiin haja-



V. 1909 △ m³/ha, kasvu △ m³/ha
1928 72 » » 7.4 » harv. 34 %
1934 89 » » 6.3 » » 21 »
1939 107 » » 6.5 » » 38 %
1947 110 » » 4.6 » » 18 »

Kuva 17. V. 1909 ojitettua ruoho- ja heinäkorpea. Alalle on v. 1916 kylvetty kuusta, jonka taimisto on alikasvoksena luontaisesti nousseen, vähitellen harvennetun koivikon suojassa. Koeala 2. Valok. 1939 E. K. E. Saarinen.

1909 △ cu.m./ha, increment △ cu.m./ha
1928 72 » » 7.4 » thinned 34 %
1934 89 » » 6.3 » » 21 »
1939 107 » » 6.5 » » 38 »
1947 110 » » 4.6 » » 18 »

Fig. 17. Wet spruce-hardwoods peat-moor rich in herbs and grass-like vegetation. Spruce was sown in 1916. The young stand grows as undergrowth in the shelter of naturally grown and gradually thinned birch stand. Sample plot 2. Photo 1939.

kylvö, jossa käytettiin hehtaaria kohden laskien sekaisin 1 kg männyn (itävyys 74 %) ja 2 kg kuusen (67 %) siementä, Vilppulasta hankittua. Toisaalla (koeala XI b) suoritettiin männyn ja kuusen ruutukylvö vuororiveihin siihen astisissa ojitettujen soiden keinollisissa metsityksissä edullisimmaksi havaittua ruuduntekotapaa käyttäen, so. siemenet kylvettiin notkelmakohdissa suon pinnalle, kuivemmilla kohdilla ruudun kohdalle ylösalaisin käännettyyn turvelohkareeseen.

Tuloksista mainittakoon tässä lyhyesti, että kumpikaan menetelmä ei johtanut hyviin, eipä edes tyydyttäviin tuloksiin. Hajakylvön, sekä männyn että kuusen, taimia rupesi 2—3 vuoden kuluttua ilmestymään,

mutta niiden määrä jäi lopultakin liian vähäiseksi. Kylvöruuduista, joista enimpiin oli parin vuoden kuluttua noussut tuuhea karhunsammalikko, jäi mäntyjenkin osalta noin kolmannes, kuusten osalta noin puolet tyhjiksi. Mutta mikäli taimet selvisivät alkuvaikeuksista, ovat niin hyvin haja- kuin ruutukylvönkin taimet, etenkin männyt, kehittyneet hyvin. Ruutukylvöala jouduttiin pika-asutuksen yhteydessä luovuttamaan »karjan jalkoihin». Saman pika-asutustilan uudisviljelykseksi raivattiin Jaakkoinsuon lounaiskulmassa olleelle vanhalle kytöheitolle v. 1935 istuttaen perustetun koivikon *(Betula verrucosa)* lupaavalta näyttänyt alku.

Keväällä 1939 suoritettiin vuosina 1935 ja 1937 kaivettujen ojien muodostamalle, vain 15 m leveälle saralle (koeala XIV), joka silloin vielä oli isovarpuisen rämeen asteella, männyn ja kuusen ruutukylvö, osaksi erilaisin ruuduntekomenetelmin, osaksi erilaisia maanparannusaineita ja lannoitteita kylvöruutujen kohdalle sirotellen. Harva mäntypuusto jäi paikalle. Kun varsinkin kuusen taimia nousi niukasti, kylvettiin keväällä 1943 kaikkiin taimettomiin ruutuihin männyn siemeniä. Maanparannusaineista ja lannoitteista huolimatta taimien kehitys on ollut hidasta, mihin pystyyn jätetyt ylispuumännyt, joiden oma kasvu on tehostetun kuivatuksen johdosta vuodesta 1937 alkaen suuresti elpynyt, ovat ilmeisesti olleet syynä.

Samana keväänä 1939 suoritettiin kuusen palleistutus (koeala XV) mäntyä ja koivua kasvavalle sararämekankaalle (ojitettaessa v. 1909 suursaranevaa). Taimet lähtivät hyvään kasvun alkuun, mutta runsaanlaisesta päällyspuustosta ja kasvualustan niukkaravinteisuudesta johtuen ne ovat kehittyneet hitaasti. Keväällä 1949 alalle — etupäässä istutuskuusten ympärille — siroteltiin kalisuolaa (40 %) ja superfosfaattia, kumpaistakin 200 kg/ha.

Talvella 1948/49 hakattiin Jaakkoinsuon eteläosassa paljaaksi hajanainen ja ojituksesta vain heikosti elpynyt korpikankaan, eräin osin kangaskorven, kuusivaltainen metsä 0.7 ha:n suuruiselta alalta (koeala XVIII). Risut poltettiin toukokuun lopussa 1949 ja alalle hajakylvettiin toukokuussa 1950 paikallista männyn siementä, jonka itävyys oli 71 %, 2 kg/ha.

Samoin talvella 1948/49 hakattiin paljaaksi Jaakkoinsuon lounaiskulmassa metsäpalon v. 1946 turmelema koivun sekainen männikkö 0.35 ha:n suuruiselta, ojituksen vaikutuksesta sararämeestä rämekankaaksi, ojan puoleisella osalla turvekankaaksi, muuttuneelta alalta. Paikalle (koeala XIX) istutettiin tri Risto Sarvaan aloitteesta toukokuussa 1950 vuororiveihin $^1/_1$-ikäisiä Punkaharjulta peräisin olevia hieskoivun ja raudaskoivun taimia. Saman vuoden syksynä taimet olivat yleensä elossa ja elinvoimaisia. Hieskoivut olivat keskimäärin noin 20 cm pitempiä kuin rauduskoivut, mikä pituusero johtui siitä,

että useimpien viimeksi mainittujen latvakasvain oli istutettaessa ollut kuollut.

Tässä yhteydessä mainittakoon lisäksi, että jo keväällä 1931 ryhdyttiin keinollisesti metsittämään myös K a a k k o s u o t a, joka on (ks. karttaa sivulla 5) Jaakkoinsuosta noin kilometrin päässä luoteeseen ja jonka koetoiminta liittyy Jaakkoinsuolla suoritettavaan. Se on ollut ojitettaessa (1914) jänteistä rimpinevaa. Turvekerroksen paksuus on 1.6 m, rahkasammalvaltaista, puolen metrin syvyyteen asti vain heikosti maatunutta. Erilaisin kylvö- ja istutusmenetelmin suoritetut metsitykset, oli sitten kysymyksessä mänty, kuusi tai koivu, eivät johtaneet tuloksiin. Keväinä 1935, 1936 ja 1937 tehtiin samoilla aloilla, sen jälkeen kun kuivatusta oli edelleen tehostettu, uusia metsittämisyrityksiä, mutta yhtä huonoin tuloksin. Vasta sitten, kun v. 1937 ryhdyttiin ko. suolla toimeenpanemaan puuntuhka- ja väkilannoitekokeita, saatiin — kuten edempänä tulee puheeksi — Kaakkosuollekin nousemaan metsää.

Rautatien itäpuolella, varsinaisesta Jaakkoinsuosta noin puolen kilometrin päässä (ks. karttaa sivulla 5), on v. 1910 lasketun Y l i s e n j ä r v e n v e s i j ä t t ö, jonka kuivatus metsän kasvatusta varten toimeenpantiin v. 1936. Pintakasvillisuus oli silloin ruohoiselle saranevalle luonteenomainen. Turvekerros oli runsaasti kahden metrin paksuinen, pinnasta noin metrin syvyyteen asti kortteen jätteitä sisältävää rahkasaraturvetta, maatuneisuus 5.

Mainitulla vesijätöllä on 26 eri koealaa (yht. n. 10 ha), joiden kohdalla on kevätkausina 1934—1939 suoritettu männyn, kuusen ja koivun kylvöjä ja istutuksia erilaisin menetelmin. Kuusi on alan hallaisuuden, puutteellisen kuivatuksen ja ravinnon niukkuuden takia onnistunut huonosti. Koivu on yleensä jäänyt matalaksi ja tullut haarovaksi, jota vastoin mänty on kehittynyt hyvin, oli se sitten haja- tai ruutukylvetty tai istutettu. Etenkin juuri istutus yksinkertaisena puikko- tai kiilaistutuksena suoritettuna on antanut hyviä tuloksia. Sen menestyminen näyttää taatulta, mikäli vain laskuväylän kynnyskohta kyetään pitämään siksi alhaalla, että jatkuvasti painuvan suon pintakerros saadaan pysymään riittävän kuivana.

Hiekoitus-, kalkitus- ja lannoituskokeet.

Sen johdosta, että Jaakkoinsuolla ei näyttänyt ojituksella saatavan ainakaan paksuturpeisilla suopursurämeillä ja niittyvillarämeillä puuston kasvua kohtuullisessa ajassa tyydyttävästi elpymään eikä suokasvillisuutta häviämään, ryhdyttiin — tehostetun kuivatuksen lisäksi — kokeilemaan etenkin mainitunlaisten soitten hiekoituksella ja kalkituksella, jopa lannoituksellakin.

Ensimmäinen h i e k o i t u s suoritettiin kevättalvella 1926. Jaakkoinsuota reunustavasta kanervatyyppiä edustavasta Kettukankaasta kuljetettiin lähes 3 m:n paksuiselle v. 1909 (1915, 1923) ojitetulle suopursurämeelle hiekkaa kolmelle, likimain paljaaksi hakatulle ruudulle (koesarja V): yhdelle (V. 1) 2.5 cm:n (250 m^3/ha), toiselle (V. 2) 5 cm:n (500 m^3/ha) ja kolmannelle (V. 3) 7.5 cm:n (750 m^3/ha) paksuinen kerros (ks. karttaa sivulla 15).

Ainakin runsaampi hiekoitus suurin piirtein hautasi alleen aluskasvillisuuden ja nimenomaan rahkasammalikon, mikä tietenkin saattoi sen kituliaaksi. Varvusto (variksenmarja, juolukka, suopursu ja kanerva) jäi eloon. Ennen pitkää, 10—15 vuoden kuluttua, rahkasammalet alkoivat laikuittain uudestaan nousta esille. Myös tupasvilla rupesi yleistymään. Niukasti heiniä *(Agrostis, Festuca, Poa)* on ilmestynyt. Kuten jo edellä (s. 36) on selostettu, mainitulle hiekoitusalalle hajakylvettiin männyn siementä keväällä 1927. Eri määrässä hiekoitettujen taimistojen kehityksessä ei ole kovinkaan silmään pistävää eroa. Tosin runsaammin hiekoitettujen ruutujen puilla on hieman kookkaammat neulaset ja elinvoimaisempi väri sekä vähän parempi pituuskasvukin, jota paitsi hiekoitus on jonkin verran lisännyt taimiston tiheyttä.

Kyseisten koealojen pintaturpeista tehtiin kemiallisia analyysejä v. 1940, mutta mitään selvää tärkeimpien ravinteiden lisääntymistä ei voitu todeta. Pintaturpeen happamuusastekin oli pysynyt likimain ennallaan, pH 3.5:n vaiheilla.

Helmikuussa 1930 kuljetettiin samasta Kettukankaasta edellisen hiekoitussarjan yhteyteen, sen eteläpuolelle, koealoille V. 4 ja V. 5, joiden kummankin koko on vain yksi aari, toiselle 5, toiselle 10 cm:n

paksuinen hiekkakerros. Näiden molempien koealojen kohdalta rahkasammalikko puuttuu vielä nytkin miltei tyystin. Alalla kasvaa ylispuumäntyjen, jotka poistettiin talvella 1947/48, hajanaiseksi saattamaa männyn taimistoa.

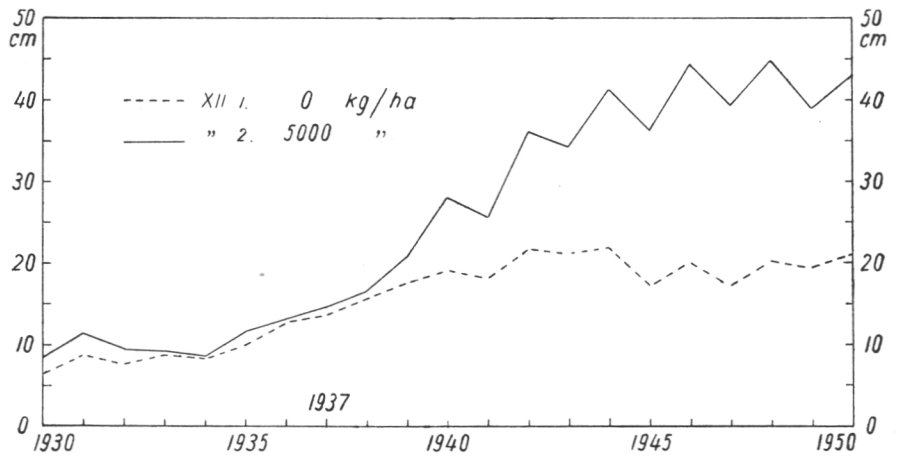
K a l k i t u k s i a ryhdyttiin Jaakkoinsuolla toimeenpanemaan syksyllä 1929, jolloin järjestettiin koesarjat I, II ja III (ks. karttaa sivulla 15).

Sarja I on v. 1909 kaivetun ojan varrella 2.0—2.5 m paksulla suopursurämeellä, jonka aluskasvillisuus oli v. 1929 edelleen likimain ojituksen aikaisen mukainen. Turve on runsaasti metrin syvyyteen asti rahkaturvetta, 30 cm:n paksuisen pintaturvekerroksen maatuneisuus on 4, siitä alaspäin 6—8. Sarja käsittää 10 eri ruutua, 2 000 (I. 1 ja I. 10), 4 000 (I. 2 ja I. 9), 6 000 (I. 4 ja I. 7) ja 8 000 (I. 5 ja I. 6) kg/ha kalkkikivijauhetta, jota paitsi keskellä on 0-ruudut (I. 3 ja I. 8).

Kalkin vaikutus ilmeni aluskasvillisuudessa jo toisena vuonna. Rahkasammalet alkoivat kitua ja alalle ilmestyi vähitellen kalkin suosijoita kuten *Pohliaa* sekä eräitä heinälajeja (*Agrostis*, *Deschampsia*, *Festuca*). Myös *Aulacomnium* sekä *Dicranum*-lajit ja *Pleurozium* lisääntyivät. Suopursu osoitti vähenemisen, vaivaiskoivu ja juolukka sekä etenkin variksenmarja lisääntymisen oireita. Niillä ruuduilla, joille oli annettu kalkkia 6 000 tai 8 000 kg/ha, rahkasammalien kuoleminen on miltei täydellinen eikä niitä ole ilmestynyt alalle mainittavasti vieläkään, vaikka kalkituksesta on kulunut jo yli 20 vuotta.

Suon pintaturvekerros oli kalkitusta toimeenpantaessa varsin hapan, pH-luku oli aina puolen metrin syvyyteen asti yleensä alle 3.5. Vähitellen kalkin neutralisoiva vaikutus alkoi ilmetä ja se on ollut sitä tuntuvampi, kuta suurempi kalkkimäärä on ollut kyseessä. Se ulottuu kuitenkin ohueen, 0—15 cm:n, ja hyvin tehokkaana vain 0—5 cm:n paksuiseen pintaturvekerrokseen. V. 1948 tehtyjen happamuusmääritysten mukaan pH-luku oli runsaimmin kalkitun ruudun 0—5 cm:n paksuisessa pintaturpeessa 5.73. 0-ruudun kohdalla, joka on kalkittujen ruutujen välissä, vastaavasti 4.06, joten tämänkin ruudun pintaturpeessa on tapahtunut lievää happamuuden alenemista. Kalkituksen ohella hakattiin alalta hajanainen mänty-ylispuusto pois ja taimistoa tasailtiin. Tämän taimiston kasvua kalkitus on pystynyt vain heikosti elvyttämään, tuskin senkään vertaa kuin edellä selostettu hiekoitus. Neulasten väri on tosin runsaammin kalkituilla ruuduilla selvästi terveemmän (so. sinertävän) vihreä kuin niukemmin kalkituilla ja kalkitsemattomilla ruuduilla.

Samoin syksyllä 1929 järjestetty kalkitussarja II käsitti niin ikään 10 ruutua. Käytetyt kalkkikivijauhemäärät olivat vain 1 000, 2 000, 3 000 ja 4 000 kg/ha. Kyseisen alan suotyyppi on ollut ojitettaessa (1909) isovarpuista niittyvillarämettä ja oli likimain sellaista — tosin runsaammin varvuttuneena — vielä kalkituskoesarjaa perustettaessakin. Turve-



Kuva 18. Syksyllä 1937 suoritetun tuhkalannoituksen vaikutus vuoden 1916 hajakylvöstä nousseitten, v. 1950 3—5 m:n pituisten mäntyjen pituuskasvuun rämekankaalla. Koealasarja XII.

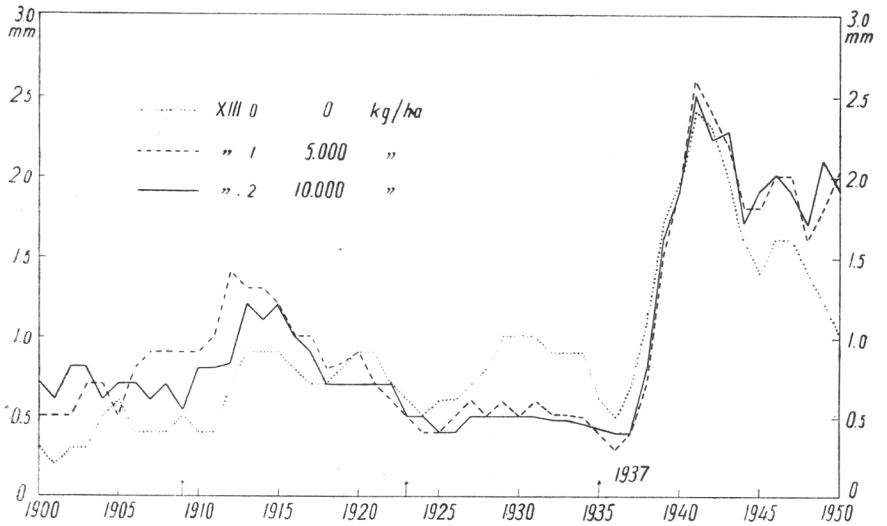
Fig. 18. Influence of ash fertilization (autumn 1937) on the height growth of pines grown from broadcast sowing (1916). 3—5 m high by 1950. Wet pine peat-moor in the process of drying out. Sample plot XII.

kerroksen paksuus on 0.8 m, pintaturpeen pH-luku oli kalkituksen aikana edellisen koesarjan mukainen.

Tämän sarjan kalkkimäärät osoittautuivat liian vähäisiksi saadakseen aluskasvillisuudessa aikaan mainittaviakaan muutoksia. Suurin, 4 000 kg/ha, määrä on tosin saattanut rahkasammalikon kituliaaksi, mutta nyt, noin 20 vuoden kuluttua kalkituksesta, kalkin vaikutus alkaa loppua, sillä *Sphagnum angustifolium* ja *S. magellanicum* näyttävät uudelleen virkistyvän ja valtaavan alaa. Puissa, jotka tämän sarjan kohdalla ovatkin kookkaanlaisia rämemäntyjä, kalkituksen vaikutus ei ilmene lainkaan.

Kolmas syksyllä 1929 järjestetty kalkitussarja (III) tuli ohutturpeiseen, vanhaa kuusta kasvavaan kangaskorpeen. Käytetyt kalkkikivijauhemäärät olivat 1 000, 2 000, 3 000 ja 4 000 kg/ha. Runsaimmankaan kalkituksen vaikutusta ei ole voitu todeta aluskasvillisuudessa paremmin kuin puissakaan. Pintaturpeen pH-luku oli jo kalkitusta suoritettaessa noin 4.

Keväällä 1935 järjestettiin kaksi uutta kalkituskoesarjaa VIII ja IX. Näistä on edellinen vuosina 1915 ja 1923 kaivettujen ojien välisellä saralla suopursurämeellä, jolle oli hajakylvetty mäntyä v. 1916 (vrt. s. 35). Käytetyt kalkkimäärät olivat: poltettua, hienoksi jauhettua, sammuttamatonta kalkkia (CaO) 2 000 kg/ha (VIII. 1), sammutettua kalkkia ($Ca(OH)_2$) 3 000 kg/ha (VIII. 2) sekä kalkkikivijauhetta ($CaCO_3$) 4 000 kg/ha (VIII. 3). Koeala VIII. 0 on jätetty kalkitsematta. Rahkasammalpeite on kärsinyt eniten ja melko tuntuvasti 4 000 kg/ha kalkkikivijauhetta saaneella ruudulla. Puustossa kalkituksen vaikutusta ei voi todeta.



Kuva 19. Syksyllä 1937 suoritetun tuhkalannoituksen »vaikutus» v. 1950 rinnankorkeudelta 8—16 cm paksujen mäntyjen sädekasvuun rämekankaalla. Pienet pystynuolet osoittavat valmistavan ja täydentävien ojituksien vuosia. Koealasarja XIII.

Fig. 19. »Influence» of ash fertilization (autumn 1937) on the radial increment of pines of a D.B.H. of 8—16 cm in 1950, on wet pine peat-moor in the process of drying out. The small vertical arrows indicate the years of preliminary and supplementary drainage. Sample plot XIII.

Koesarja IX on samoin kuin edellinenkin vuosina 1915 ja 1923 kaivettujen ojien välisellä saralla isovarpuisella niittyvillarämeellä. Kalkkimäärät olivat: poltettua, hienoksi jauhettua, sammuttamatonta kalkkia 1 000 kg/ha (IX. 1), sammutettua kalkkia 1 500 kg/ha (IX. 2) ja kalkkikivijauhetta 2 000 kg/ha (IX. 3). Kalkkierät olivat liian vähäiset aiheuttaakseen rahkasammalpeitteelle näkyvää haittaa.

Suontutkimusosaston vanhimmat lannoituskokeet puun tuhkalla on toimeenpantu syksyllä 1937. Koesarjan XII. 2-ruudulle levitettiin Mäntän tehtaalta saatua puun tuhkaa 5 000 kg/ha. Ala oli tällöin edelleen suopursurämettä, jolle oli v. 1916 suoritetun hajakylvön tuloksena noussut hidaskasvuinen, parin metrin korkuinen mäntymetsän alku. Turvekerroksen paksuus on 2.2 m.

Tuhkan vaikutus alkoi ilmetä jo seuraavana ja etenkin sitä seuraavana kesänä siten, että rahkasammalet rupesivat kitumaan ja kuolemaan. Pintaturpeen (0—5 cm) reaktio oli v. 1948 tuhkalannoitealalla 6.47, 0-ruudulla (XII. 1) 3.94. Tuhkan neutralisoiva vaikutus on siis hyvin voimakas, mutta ei ulotu 10—15 cm suon pintaa alemmaksi. Kuva 18 osoittaa kyseisten koeruutujen vuosina 1915 ja 1923 kaivettujen ojien välisellä, vain 20 m leveällä saralla olevien puiden pituuskasvun kehityksen. Kukin kuvan murtoviivoista edustaa vallitsevan latvuskerroksen seitsemää likimain keskisaralla kasvavaa mäntyä. Kuten näkyy tuhka-

lannoituksen vaikutus mäntyjen pituuskasvuun on selvä. Huomio kiintyy myös siihen, että pituuskasvun määriä esittävien murtoviivojen kulku on viimeksi kuluneen 10-vuotiskauden aikana — ilmeisesti säätekijäin vaikutuksesta — hyvin yhdenmukainen. Vuosien 1930—1937 aikainen pituuskasvu on ollut tuhkalannoiteruudulla keskimäärin 11.3 cm, lannoittamattomalla 9.6 cm, vuosina 1938—1950 vastaavasti 31.2 cm ja 18.9 cm.

Samana syksynä järjestettiin myös koesarja XIII, jonka ruudulle 1 levitettiin puun tuhkaa 5 000, ruudulle 2 10 000 kg/ha. Ruutu XIII. 0 jäi lannoittamatta. Ala on ollut ojitettaessa isovarpuista niittyvillarämettä ja oli kuivatuksen vaikutuksesta muuttunut isovarpuiseksi rämeeksi. Puusto on harvaa, pienikokoista männikköä. Turvekerroksen paksuus on 1.4 m.

Tällä koesarjalla, joka on vuosina 1923 ja 1935 kaivettujen ojien erottamalla, 22 m leveällä saralla, tuhkan vaikutus aluskasvillisuuteen on vielä voimakkaampi kuin edellisellä. 5 000 kilonkin tuhkamäärä hehtaaria kohden — 10 000:sta puhumattakaan — on tappanut rahkasammalet miltei järjestään. Kumpaisellekin koeruudulle on ilmestynyt jonkin verran *Pohlia*a sekä jälkimmäiselle vähän horsmaakin. Kuvasta 19 näkyy puheena olevan koesarjan likimain keskisaralla kasvavien mäntyjen sädekasvu kuluvan vuosisadan aikana. Kukin kuvassa oleva murtoviiva edustaa keskiarvoa 20 männystä, joiden pituus on v. 1950 vaihdellut 9—12 m:n, rinnankorkeusläpimitta 8—16 cm:n ja lustoluku samalla korkeudella 30—80 välillä.

Kuten näkyy jo v. 1909 toimeenpantu valmistava ojitus on — saman aikaisesti parantuneiden säätekijäin vaikutuksesta — jonkin verran, vaikkakin vain ohimenevästi, lisännyt mäntyjen sädekasvua. V. 1923 kaivetun ojan vaikutus on, 0-ruudun puita lukuun ottamatta, jäänyt vähäiseksi ja kaikkien ruutujen kohdalla ennen pitkää ohimeneväksi. Vuosista 1936, 1937 alkaen mäntyjen sädekasvu on jyrkästi kohonnut aina vuoteen 1941 asti. Tämä kohoaminen on likimain yhtä voimakasta lannoittamattomalla ja tuhkalannoituksen saaneilla ruuduilla, minkä perusteella voidaan päätellä, että kasvun elpymisen täytyy olla — tässäkin tapauksessa samalla edullisten säätekijäin tukemana — ensi kädessä v. 1935 tehostetun kuivatuksen aiheuttamaa. Tuhkan vaikutus ilmenee lähinnä vain siten, että 0-ruudulla mäntyjen sädekasvu alkaa vuodesta 1941 lähtien laskea voimakkaammin kuin tuhkalannoituksen saaneilla ruuduilla.

Tässä yhteydessä on syytä mainita, että edellä selostetun tuhkalannoitesaran viereisellä, idänpuoleisella saralla, joka on vuosina 1935 ja 1937 kaivettujen ojien erottamana vain 15 m:n levyinen, mäntyjen kasvu on tehostetun kuivatuksen johdosta, siis ilman mitään lannoitteita, niin ikään aivan yllättävästi elpynyt. Niiden sädekasvun määriä

esittävä murtoviiva muodostuisi suurin piirtein kuvan 19 murtoviivan 10 000 kg/ha mukaiseksi.[1])

Syksyllä 1937 levitettiin jo edellä (s. 39) puheena olleen Kaakkosuon eräälle (VI. 10) koeruudulle, jonka suuruus on 12 aaria, puun tuhkaa 7 000 kg/ha. Alalle oli hajakylvetty mäntyä keväällä 1931 sekä koivua syksyllä 1936, mutta ilman sanottavia tuloksia.

Tuhkan vaikutus ilmeni jo seuraavana kesänä ja paljon voimakkaampana kuin edellä selostetuissa kokeissa Jaakkoinsuon puolella. Rahkasammalet kuolivat järjestään, karhunsammalet (etenkin *Polytrichum gracile)* ja *Aulacomnium* sen sijaan aluksi virkistyivät. *Pohlia*a, *Ceratodon*ia ym. kalkin suosijoita ilmestyi alalle, samoin lukuisia eri heinä- ja ruoholajeja. Jo samana ja varsinkin sitä seuraavana (1939) kesänä alalle nousi joukoittain virkeitä männyn ja etenkin koivun taimia, joiden molempien kasvu on vuosi vuodelta kiihtynyt. Taulukko 5 osoittaa taimiston, nyt jo puuston, tähän astisen kehityksen syksyinä 1945, 1947 ja 1950 suoritettujen mittausten mukaan. Metsikön (kuva 20) alkukehitys ylittää suuresti parhaittenkin metsätyyppien kasvu- ja tuottotaulujen mukaiset saavutukset.

Syksyllä 1947 suoritettu happamuustutkimus osoitti, että pH-luku oli 1—5 cm syvässä maan pintaa alempana 6.1—6.4, mutta 5—10 cm syvässä vain 4.6 sekä siitä alaspäin 4.2—4.4 eli likimain sama kuin tuhkalannoitealan ulkopuolella suon pinnasta alkaen.

Jaakkoinsuolla on toimeenpantu myös v ä k i l a n n o i t e k o k e i t a. Näistä mainittakoon ensiksikin jo aiemmin (s. 42) selostetun kalkituskoesarjan VIII kohdalla toimeenpantu. Koeruudulla VIII. 1 on kaksi aarin neliötä, joista toukokuussa 1946 toinen sai fosforihappo- ja typpi-, toinen kali- ja typpilannoituksen. Koeruudulle VIII. 3 asetettiin samoin kaksi aarin neliötä, joista toinen sai kali-fosforihappo-, toinen kali-, fosforihappo-, typpilannoituksen. Typpilannoite, jota annettiin 100 kg/ha, oli kalkkisalpietaria (15.5 % typpeä, siitä 14.5 % nitraattityppeä). Fosforihappolannoitetta (19 % veteen liukenevaa fosforihappoa sisältävää superfosfaattia) samoin kuin kalisuolaa (50 %) annettiin 200 kg/ha, kaikki mahdollisimman tasaisesti suon pinnalle levitettyinä. Fosforihapon ja kalin vaikutus alkoi ilmetä jo seuraavana vuonna aluskasvillisuuden ja puiden neulasten elinvoimaisemmassa värissä, mutta puiden pituuskasvuun käytetyillä väkilannoitemäärillä ei ole ollut kovinkaan silmiinpistävää vaikutusta.

---

[1]) Suontutkimusosaston toimesta on vuosien kuluessa keräilty ja mittailtu eri osista Suomea varsin huomattava määrä kairan lastuja sen kysymyksen valaisemiseksi, minkälaiseksi eri tehokkaan ojituksen vaikutus muodostuu erilaisilla soilla valtakunnan eri ilmastovyöhykkeissä. Nämä luston mittausten tulokset, jotka on tarkoitus ennen pitkää ottaa vertailtaviksi, tulevat ehkä osaltaan valaisemaan myös puiden kasvussa todetun jaksoittaisen vaihtelun merkitystä kuivatuksen aiheuttaman kasvun lisäyksen rinnalla.

Taulukko 5. Kaakkosuon tuhkalannoitealan (7 000 kg/ha syksyllä 1937) puuston kehitys.

Table 5. Development of growing stock on Kaakkosuo ash-fertilized area (7 000 kgs/ha ash in autumn 1937).

Vuosi (syksyllä) *Year (autumn)*	Runkoluku kpl/ha *Number of stems/ha*		Valtapituus m *Dominant height, m*		Puumäärä kuorineen m³/ha *Volume incl. bark, cu.m./ha*	Juokseva vuotuinen kasvu *Current annual increment,*		Harvennus *Thinning,*	
	mä *pine*	ko *birch*	mä *pine*	ko *birch*		m³/ha *cu.m./ha*	%	m³/ha *cu.m./ha*	%
1945.....	4 000	57 000	3.6	5.3	31	—	—	4	13
1947.....	2 400	34 000	4.8	6.6	41	4.8	15.3	15	37
1950.....	500	13 700	6.3	8.0	57	8.9	19.1	14	24

Koesarjalle X, jolle oli keväällä 1935 siroteltu kalkkikivijauhetta 1 000 kg/ha, järjestettiin keväällä 1946 samanlaiset väkilannoitekokeet kuin koesarjalle VIII. Koealan kohdan kuivatus on heikko ja suotyyppi, rahkainen niittyvillaräme, oli kalkitusta ja vielä lannoitustakin toimeenpantaessa kutakuinkin ennallaan. Vähäisestä kalkkimäärästä paremmin kuin lannoituksestakaan ei ole saatu näkyviä tuloksia.

Mainittakoon vielä, etenkin kun se sattuu yleisesti käytetyn retkeilypolun varteen (ks. karttaa sivulla 15), että syksyllä 1949 järjestettiin fosforihappo-, kali- ja puuntuhkalannoitekoesarja XX. Ruudulle XX a siroteltiin kalisuolaa (40 %) 300 kg/ha, ruudulle XX b raakafosfaattia 400 kg/ha, ruudulle XX c kalisuolaa 150 kg/ha ja raakafosfaattia 200 kg/ha sekä ruudulle XX d puun tuhkaa 8 000 kg/ha. Lannoitteiden näkyviä vaikutuksia aluskasvillisuuteen ja puustoon voidaan lähivuosina odotella.

Keväällä 1941 sekä edelleen keväällä 1946 järjestettiin väkilannoitekokeita myös Kaakkosuolle. Ne käsittivät samoja lannoitteita ja likimain samoissa suhteissa kuin edellä mainittiin v. 1946 Jaakkoinsuolla käytetyn. Jo toisena kesänä voitiin todeta, että kali ja fosforihappo sekä varsinkin nämä yhdessä olivat kirkastaneet aluskasvillisuuden, mm. ojituksen jälkeen alalle nousseen ohuen karhunsammalpeitteen, väriä. Myös männyn ja koivun taimet, joita suoritettujen kylvöjen jälkeen oli jonkin verran alalle ilmestynyt, rupesivat mainituista lannoitteista lähivuosina silminnähtävästi virkistymään ja uusia taimia alkoi nousta. Näin on saatettu todeta, että Kaakkosuo, joka ilmeisesti on liian niukkaravinteinen tehokkaastikin ojitettuna metsittyäkseen, saadaan kasvavaksi ei vain puun tuhkan, vaan myös suhteellisen vähäisten fosforihappo- ja kalilannoitemäärien avulla (kuva 20). Etenkin kivennäisravinteita siinä on luonnostaan perin vähän, sillä pintaturpeen (10—20 cm) P_2O_5-pitoisuus on vain 0.01—0.1 % ja K_2O-pitoisuus 0.01—0.02 %.



Kuva 20. Kaakkosuon tuhkalannoiteala VI.10 (7 000 kg/ha syksyllä 1937). Vasen etuala lannoittamatonta. Etualalla oikealla kapeilla kaistaleilla vuoden 1941 väkilannoitekokeita. Valok. 1949 Olavi Huikari.

Fig. 20. Ash-fertilized area VI.10 on Kaakkosuo (7 000 kgs/ha ash in autumn 1937). The area in the foreground on the left was not fertilized. Foreground, to the right, 1941 fertilizer experiments on narrow strips. Photo 1949.

Sen sijaan typpipitoisuus on Kaakkosuon pintaturpeessakin yleensä lähes 2 %. Tämä saattaa osaltaan selittää sen, että puun tuhkan, joka sisältää kalkkia, kalia ja fosforihappoa, vaan ei typpeä, samoin kuin fosforihappo- ja kalilannoitteidenkin vaikutus on Kaakkosuolla osoittautunut paljon tehokkaammaksi kuin Jaakkoinsuon isovarpuisilla rämeillä ja niittyvillarämeillä, joilla pintaturpeen typpipitoisuus analyysitulosten mukaan yleensä jää alle 1 %:n.

Jälkikatsaus.

Kun Suomen valtionmetsissä ryhdyttiin v. 1908 toimeenpanemaan järjestelmällisiä metsäojituksia, valittiin Jaakkoinsuo (ks. karttaa sivulla 5) suonkuivausmetsänhoitajien koeojitusalueeksi. Suo oli metsähallituksen hallinnassa vuoteen 1923, jolloin se siirtyi — kun Vilppulan kokeilualue perustettiin — Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen hallintaan. Alueen pinta-alasta, kaltevuussuhteista ja turvekerroksen paksuudesta saa käsityksen sivulla 8 olevasta kartasta. Jaakkoinsuo on pääosiltaan soistunutta metsämaata, osaksi suoraan suoksi muuttunutta meren pohjaa.

Suolle v. 1909 valmistavaa ojitusta suoritettaessa asetettujen, tukevasti perusmaahan asti lyötyjen paalujen perusteella on voitu havainnollisesti seurata turvekerroksen painumista vuosien kuluessa vähitellen täydennetyn ojituksen vaikutuksesta. Näin saaduista tuloksista esitetään suppea taulukko sivulla 10.

Kun Jaakkoinsuolla on suoritettu suotyyppien mukainen kartoitus jo v. 1911 sekä uudestaan vuosina 1934 ja 1948, on sieltä siten saatu tietoja mm. ojituksen vaikutuksesta soiden aluskasvillisuuteen. Asiaa voidaan tarkastella sivuilla 12, 13 ja 15 olevien karttojen ja niiden selitysten perusteella. Eri kartoitusten aikaisten soiden ja niiden metsätyyppejä kohden vaihtumisasteiden pinta-alasuhteista esitetään yhdistelmätaulukko sivulla 14. Likimain alkuperäisten luonteisten mäntyvaltaisten rämetyyppien runsaus vielä v. 1948, siis noin 40 vuoden kuluttua ojituksesta, johtuu osaksi siitä, että kuivatus on koemielessä säilytetty näihin asti toisin paikoin varsin harvana, osaksi se on osoituksena huonohkojen rämetyyppien aluskasvillisuuden kestokyvystä ojitetuillakin turvemailla.

Vuosien 1932—1941 aikana Jaakkoinsuolla suoritettiin pohjaveden tason mittauksia yhteensä 24 pohjavesitorvesta. Mittauksia tehtiin määräajoin, yleensä neljä kertaa kuussa ja — mikäli mittarien jäätyminen ei ollut esteenä — kautta vuoden. Pohjaveden tasossa vuoden kuluessa todettu aaltomainen vaihtelu, keväinen ja myöhäsyksyn kohokohdat sekä keskitalven ja loppukesän aikaiset aallon-

pohjat, havaitaan sivulla 19 olevasta kuvasta. Erikoisen runsaat vesisateet samoin kuin talven aikaiset voimakkaat suojailmat voivat tosin aiheuttaa poikkeuksia tähän säännönmukaisuuteen. Sivulla 20 olevasta kuvasta näkyy pohjaveden tason jyrkkä kohoaminen ojan reunalta poistuttaessa. Samalla sivulla olevassa taulukossa esitetään supistelma pohjaveden tason mittauksien yhteydessä kertyneestä runsaasta numeroaineistosta. Kuten näkyy pohjaveden pinta on ollut kesäkuukausienkin aikana keskimäärin varsin lähellä maan pintaa, vain eräitten korpikankaitten, so. korven ja kangasmetsätyypin väliasteitten kohdalla edes puolen metrin syvyydessä. Rämekankaitten kohdalla se on ollut vastaavana aikana noin 30—45 cm ja rämeasteella säilyneiden suotyyppien kohdalla vain noin 20—30 cm maan pintaa alempana.

Erikoisen mielenkiinnon kohteen mm. retkeilijöille tarjoavat lukuisat pysyvät koealat, joiden avulla saadaan varmaa tietoa eri tehokkaan kuivatuksen vaikutuksesta erilaisten soiden aluskasvillisuuteen ja turvesuhteisiin sekä ennen kaikkea puustoon. Sivuilla 24 ja 25 olevassa taulukossa esitellään päätuloksia koealametsiköiden mittauksista. Näiden sekä eräiden piirrosten (sivuilla 29 ja 31) perusteella voidaan seurata koealametsiköiden kehitystä ojituksen aikaisesta, useimmissa tapauksissa silloin miltei tai kokonaan olemattomasta alusta kookkaaksi ja kasvuisaksi tukkipuustoksi. Suon laadun, jota jo suotyyppi suurin piirtein kuvastaa, merkitys osoittautuu metsikön kehitykseen katsoen ratkaisevaksi, jos kohta kuivatuksen tehokkuusasteellakin on — erityisestikin niukkaravinteisilla suolaaduilla — kyseisessä suhteessa merkittävä osuutensa. Koealametsiköiden kasvu on yleensä näihin asti kohonnut. Vain laihoilla rämeillä ojituksesta aluksi ehkä huomattavastikin elpynyt kasvu osoittaa 15—20 vuoden kuluttua alenevaa suuntaa ellei kuivatusta tehosteta.

Muutamin rinnakkaiskoealoin pyritään valaisemaan myös eri asteisen harvennuksen vaikutusta. Yhteistuloksena voidaan todeta, että kokonaistuotto on muodostunut harvennetuilla ja harventamattomilla koealoilla jokseenkin samaksi, sikäli kuin rinnakkaiskoealojen ojituksen aikaiset kasvupaikka- ja puustosuhteet sekä kuivatusteho ovat olleet likimain samanlaiset.

Ojituksen lisäksi Jaakkoinsuolla on suometsien kasvua pyritty edistämään myös hakkauksin. Uudistushakkuita on toimeenpantu etenkin vanhoissa, ojituksesta vain heikosti elpyneissä korpikuusikoissa sekä suopursurämeen männiköissä. Varsinaisten korpien kohdalla voimakkaat hakkaukset, lohkoharsinnat, siemenpuuhakkaukset ja kohtuulliseen alaan supistuvat paljaaksihakkaukset ovat johtaneet koivu-kuusimetsiköihin, edellisen muodostuessa yleensä valtapuuksi. Kangaskorpien luontainen metsittyminen on heikompaa. Rämemänniköissä reunasiemennys tai siemenpuuhakkaus ovat johtaneet tyydyttäviin tuloksiin.

Kun Jaakkoinsuon ainoa ja vähäinen puuton neva on metsittynyt luontaisesti, on siellä ollut vain vähän tilaisuutta ja tarvetta keinollisiin metsityksiin. Eräillä paljaaksihakkausaloilla on tosin kokeeksi hyvin tuloksin hajakylvetty mäntyä ja suojapuuston alle eräille parempilaatuisille soille kuustakin. Myös männyn ruutukylvöä sekä kuusen ja koivun istutusta on jossain määrin suoritettu erilaisia menetelmiä kokeillen.

Läheisellä Ylisenjärven vesijätöllä, jonka koetoiminta liittyy Jaakkoinsuolla suoritettavaan, on, kuten ruohoisilla saranevoilla yleensäkin, käytetty yhtä menestyksellisesti hajakylvöä, ruutukylvöä ja istutusta. Istutus on suoritettu hyvin tuloksin yksinkertaisena kiilaistutuksena ja mänty on osoittautunut edullisimmaksi puulajiksi.

Kun näytti siltä, ettei tehostettukaan kuivatus kykene kohtuullisen ajan kuluessa tukahduttamaan rahkasammalikon kasvua suopursu- ja muilta niukkaravinteisilta rämeiltä, ryhdyttiin Jaakkoinsuolla kokeilemaan ojitettujen soiden hiekoituksella ja kalkituksella. Hiekka, jota on levitetty suon pinnalle eri paksuina (2.5, 5.0, 7.5 ja 10 cm:n) kerroksina, on kuljetettu suota reunustavasta laihasta kankaasta. Runsaampi hiekoitus on ainakin ohimenevästi tukahduttanut rahkasammalikon suopursurämeen 50 m leveällä saralla, mutta puuston kasvussa kyseisenlaisen hiekan vaikutus on vain hyvin heikosti todettavissa.

Kalkituskokeet, joissa useimmiten on käytetty vaihtelevat määrät kalkkikivijauhetta, osoittavat, että melkoisen happamilla (pintaturpeen pH-luku 4 tai vähemmän) soilla, kuten isovarpuisilla rämeillä ja isovarpuisilla niittyvillarämeillä, noin 4 000 kg/ha tai sitä suuremmat määrät kalkkikivijauhetta aiheuttavat rahkasammalpeitteen kitumisen ja sitä suuremmat — vähintään 6 000 kg/ha käsittävät — täydellisen häviämisenkin. Kalkin neutralisoiva vaikutus ulottuu vain ohueen, 5 à 10 (15) cm:n paksuiseen pintaturvekerrokseen, mutta on siinä melkoisen voimakas ja pitkäaikainen, ainakin parikymmentä vuotta kestävä. Puiden kasvussa runsaammankin kalkituksen vaikutus tuntuu odottamattoman heikkona.

Puun tuhkalla — 5 000—10 000 kg hehtaaria kohden suon pinnalle siroteltuna — on sen sijaan saatu erinomaisia tuloksia, näin etenkin Jaakkoinsuon viereisellä Kaakkosuolla, jänteisellä rimpinevalla, joka osoittautui liian niukkaravinteiseksi — etenkin kalia ja fosforihappoa oli niukasti — metsittyäkseen tehokkaastikaan ojitettuna.

Toistaiseksi vain vähässä määrin ja verraten pienin erin suoritetut väkilannoitekokeet osoittavat, että fosforihappo- ja kalilannoitteilla — etenkin niitä kumpaistakin yhdessä käytettäessä — saadaan varsin niukkaravinteisetkin suot metsää kasvaviksi. Näillä ei kuitenkaan näytä päästävän yhtä loistaviin tuloksiin kuin puun tuhkalla, jossa kalkin, kalin ja fosforihapon lisäksi olevilla ns. hivenravinteilla lienee erityinen merkityksensä.

Experiences from Jaakkoinsuo Experimental Drainage Area.

Summary.

When systematic forest drainage was introduced in Finnish state-owned forests in 1908, Jaakkoinsuo swamp (see map on p. 5) was chosen as the experimental drainage area. The swamp remained under the supervision of the Forest Service until 1923, when it was transferred — in connection with the establishment of Vilppula experimental station — and came under the Forest Research Institute. The map on p. 8 gives an idea of the area, the gradient, and the depth of the peat layer. Jaakkoinsuo is, in the main, paludified forest land, and in part sea bottom that has become swamp.

Poles were placed in the bog in 1909 in connection with preliminary drainage and securely anchored to the subsoil. Measurement of these has demonstrated the thinning of the peat layer due to gradually supplemented drainage over the course of the years. A brief table of the results thus achieved is given on p. 10.

As Jaakkoinsuo was mapped as regards swamp types in 1911, and again in 1934 and 1948, information has been obtained on the influence of drainage on the ground vegetation of swamps, *etc.* The effect can be studied from the maps on pp. 12, 13 and 15 and the key to these maps. A combined table giving the areas of the swamps at the times of the different mappings and their intermediate stages of progress towards the different forest site types is given on p. 14. Wet pine peat-moor types, of approximately original character, still remained abundant in 1948, some 40 years after drainage. This is partly due to the fact that drainage work, for experimental purposes, was quite limited up till that time. However, it indicates a natural tendency to conservation of the ground vegetation of poorish wet pine peat-moor types, even on drained peat soils.

From 1932 to 1941 ground water level measurements were effected in Jaakkoinsuo from a total of 24 ground water gauges. Measurements were taken at fixed intervals, as a rule four times a month and — in so far as it was not prevented by the freezing of the gauges — throughout the year. The wave-like fluctuation observed in the level of the ground water during the year — the maxima in the spring and late autumn as well as the minima in mid-winter and late summer — can be seen from the figure on p. 19. Exceptionally long rainy spells and strong thaws during winter, it is true, may have led to exceptions in this regularity. The figure on p. 20 shows the steep rise in ground water level with increasing distance from the edge of the ditch. The table on p. 20 gives a summary of the abundant data concerning ground water level measurements. As can be seen, the surface of the ground water, even during the summer months, has mostly

been quite close to the soil surface; only in certain wet spruce-hardwoods peat-moors in process of drying up, *i. e.* intermediate stages between wet peat-moors and firm land forest site types, has it been as much as half a metre below the surface. For wet pine peat-moors in process of drying up, *i. e.* intermediate stages between wet pine peat-moors and firm land forest site types, has it been, at corresponding times, some 30—45 cm, and for swamp types remaining at the wet pine peat-moor stage, only approx. 20—30 cm below the soil surface.

Points of special interest, for example to visitors, are demonstrated in the numerous permanent sample plots. These provide reliable information on the influence of drainage of varying intensity on the ground vegetation and peat conditions and, above all, on the growing stock. The table on pp. 24 and 25 gives some of the main results of the measurements of the sample stands. From these and from certain sketches (on pp. 29 and 31) the development of the sample stands, at first either practically or completely non-existent, can be observed from their beginnings at the time when drainage was begun to stands of large-sized and vigorous timber trees. The importance of the swamp quality, broadly reflected by the swamp type, proves of decisive importance for the development of the stand, even though the intensity of drainage — especially on swamps poor in nutrients — plays a considerable part in this. In general, the growth of the sample stands has been increasing up to date. Only on poor wet *Sphagnum* peat-moors has the growth, which at first was perhaps considerably revived, sometimes revealed a declining trend after 15—20 years unless drainage is intensified.

An attempt has also been made to elucidate the influence of different degrees of thinning by means of a few parallel sample plots. A general result found is that the total growth has become approximately the same on thinned and unthinned sample plots.

On Jaakkoinsuo efforts have been made to promote the growth of swamp forests, not only by drainage but also by cutting. Regeneration cuttings have been effected especially in old spruce stands on wet peat-moors poorly revived by drainage, and in pine stands on peat soils growing *Ledum palustre*. For wet spruce-hardwoods peat-moors proper, intense cuttings, cutting by the group-selection method, cutting by the seed-tree method, and clear cuttings confined to a reasonable area, have led to mixed birch-spruce stands, the former generally becoming the dominant species. Natural afforestation of swampy forest land of a wet peat-moor bearing spruce and hardwoods character, with a thin layer of peat, has been less successful. In pine stands on wet *Sphagnum* moors, marginal seeding or cutting by the seed-tree method have led to satisfactory results.

As the only open *Sphagnum* bog on Jaakkoinsuo, which is of small extent, has become naturally afforested, there has been little opportunity or need for artificial afforestation. On some clear-cut areas, it is true, pine has been sown broadcast, with good results, and even spruce has been sown under shelterwood on certain peat soils of better quality. Patch sowing of pine and planting of pine, spruce and birch has been practised to some extent, experimenting with different methods.

It seemed that even intensified drainage was not able, within a reasonable period of time, to eradicate the growth of *Sphagnum* mosses on wet pine peat-moors with many undershrubs, otherwise poor in nutrients. Experiments were therefore initiated on Jaakkoinsuo with sanding and liming of the drained peat soils. The sand, spread on the surface of the swamp in layers of varying thickness (2.5, 5.0, 7.5 and 10 cm), was taken from the adjacent poor forest soil. Liberal sanding has eradicated the *Sphagnum* mosses, temporarily at least, but as regards the growing stock the influence of the sand has been scarcely discernible.

In the liming experiments, powdered limestone was used in varying quantities. The experiments show that on fairly acid peat soils (pH of surface peat not exceeding 4), approx. 4 000 kgs/ha or more of powdered limestone reduces the growth of the *Sphagnum* moss cover, while larger quantities — at least 6 000 kgs/ha — may even destroy it completely. The neutralising effect of lime extends to a thin layer of surface peat only, down to a depth of 5—10 (15) cm, but will persist strongly for a lengthy period, *i.e.* for at least some twenty years. Even an abundant liming affects the growth of trees surprisingly little.

On the other hand, excellent results have been achieved with wood ash of 5 000—10 000 kgs/ha spread on the surface of the swamp. This was shown particularly on a very wet *Sphagnum* bog, which proved too poor in nutrients, potash and phosphoric acid in particular being scanty, for afforestation even with intense drainage.

Fertilizer experiments have so far been carried out on a rather limited scale and using small quantities. They show that with phosphoric acid and potash fertilizers even peat soils quite poor in nutrients can be made to bear forest — particularly if the two fertilizers are employed together. However, the results attainable with them do not seem as outstanding as those attained with wood ash. It is probable that the so-called trace elements, present in addition to lime, potash and phosphoric acid, are of special importance.