

ODC 181.3:
114.1:(480.99)

FOLIA FORESTALIA 402

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1979

PENTTI SEPPONEN, ERKKI LÄHDE JA
PENTTI ROIKO-JOKELA

METSÄKASVILLISUUDEN JA MAAN
FYSIKAALISTEN OMINAISUUKSIEN
VÄLISESTÄ SUHTEESTA LAPISSA

ON THE RELATIONSHIP OF THE FOREST
VEGETATION AND THE SOIL PHYSICAL
PROPERTIES IN FINNISH LAPLAND

- 1978 No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi.
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Välivarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen. Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan. Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakki, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineksi.
Harvesting small-sized wood for fuel.
- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia.
PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.
Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great willow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.
- No 345 Metsätalastollinen vuosikirja 1976.
Yearbook of Forest Statistics 1976.
- No 346 Parviainen, Jari: Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus.
Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase.
- No 347 Vuorinen, Heikki: Metsätraktorin kuljettajan kuormittamisen mittaamismahdollisuudet. Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers.
- No 348 Löyttyniemi, Kari: Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimenävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae)
- No 349 Metsämuuronen, Markku, Kaila, Simo & Räsänen, Pentti K.: Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa.
First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973.
- No 350 Oikarinen, Matti: Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoealojen edustavuus. Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa.
Protection of pine pulpwood stacks against the common pine-shoot beetle in northern Finland.
- No 352 Saramäki, Jussi: Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus. Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland.
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle.
Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöötökseen perustuvan tietojärjestelmän kokeilu.
Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based in a sample of forest holdings.
- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista.
Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus.
On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75.
Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Keski-Suomen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi.
Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskuusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelu.
Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.

FOLIA FORESTALIA 402

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1979

Pentti Sepponen, Erkki Lähde
ja Pentti Roiko-Jokela

METSÄKASVILLISUUDEN JA MAAN FYSIKAALISTEN OMINAISUUKSIEN
VÄLISESTÄ SUHTEESTA LAPISSA

On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties
in Finnish Lapland

ODC 181.3:114.1:(480.99)
ISBN 951-40-0406-X
ISSN 0015-5543

SEPPONEN, P., LÄHDE, E. & ROIKO-JOKELA, P. 1979. Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. Summary: On the relationship between the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland. *Folia For.* 402:1-31.

Tutkimuksen aineisto perustuu Suomen Länsi-Lapissa sijaitsevaan 39 koemetsikköön, joista tutkittiin puusto, pintakasvillisuus ja eräät maan fysikaaliset ominaisuudet. Metsiköt ryhmiteltiin pääpuulajin mukaan. Männiköitä oli 21, kuusikoita 4 ja sekametsiköitä 14.

Tutkitut kuusikot sijaitsevat hienojakoisemilla mailla kuin männiköt. Vastavasti kivennäismaan vesipitoisuus ja orgaanisen aineksen määrä on suurempi kuusikoissa kuin männiköissä. Hienojakoisessa maassa on ohut A-horisontti.

Eräiden kasvilajien ja -lajiryhmien riippuvuus maan lajitekoostumuksesta vaihtelee pääpuulajin mukaan. Esim. mustikan ja puolukan keskinäiset runsaussuhteet ovat erilaisia männiköissä ja kuusikoissa. Lajitekoostumuksesta on vaikeaa löytää kuvaajia, jotka selittäisivät riittävän hyvin maan ominaisuuksia. Alikasvoksesta syntyneiden tai harsintahakkuilla käsiteltyjen kuusikoiden bonitoiminen valtapituuden perusteella on epätarkkaa.

Hienojakoisilla mailla kasvavien kuusikoiden puuntuotos on Lapissa maan liian veden vuoksi usein niiden kasvupaikan potentiaaliseen viljavuuteen nähden heikko. Kuusikoiden tuotos jopa laskee siirryttäessä kuivahkoista kankaista tuoreisiin kankaisiin.

Puuston ja muiden luokitustekijöiden riippuvuuden selvittäminen edellyttää jatkotutkimuksia.

The trees, ground vegetation and certain physical properties of the soil in 39 experimental stands in western North Finland were examined in the study. The stands were grouped according to the dominant tree species. There were 21 Scots pine, 4 Norway spruce and 14 mixed stands.

The spruce stands are to be found on sites containing a higher proportion of fine fractions than those where pines are growing. The water content and organic matter content of the mineral soil layer are higher on spruce sites than on pine ones. Soils with a high content of fine fractions are characterized by a thin A-horizon.

The dependence of some plant species and species groups on the particle-size distribution of the soil is different in stands of different tree species. For instance, the dependence between *Vaccinium myrtillus* and *V. vitis-idaea* is different in pine stands and in spruce stands. It is difficult to find a suitable value, when particle-size distribution analysis is carried out, which would describe sufficiently well the properties of the soil. Particularly classification of spruce stands, which have developed from a spruce undergrowth and which have been treated with selective cuttings from above is difficult on the basis of the dominant height.

The wood production of the present-day spruce stands in North Finland is, owing to the too high water content of the soil, usually much lower than the potential fertility of their site would presuppose. Their production decreases when passing from dryish mineral soil sites to moist ones. Elucidation of the dependence between the standing trees and other classifying parameters requires further study.

ALKUSANAT

Tämä työ kuuluu osana Rovaniemen tutkimusasemalla Erkki L ä h t e e n aloitteesta tehtävään Pohjois-Suomen kasvupaikkojen kuvaus- ja luokitustutkimukseen. Tekijät ovat L ä h t e e n ja Pentti R o i k o - J o k e l a n ehdotuksen pohjalta yhteisvoimin suunnitelleet tutkimuksen, jonka osaineistosta Pentti S e p p o n e n on laatinut maaperägeologian oppinäytetyön. Tekijät ovat sen jälkeen yhteisvoimin täydentäneet tutkimusaineistoa, käsitelleet sen uudelleen ja laatineet julkaisun käsikirjoituksen.

Tutkimuksen aineisto on kerätty puuntuotoksen tutkimussuunnan valtakunnan metsien kuudennen inventoinnin systeemiin jälkikäteen suunnitteleilta ja perustamilta pysyviltä koealoilta. Maastotöistä on S e p -

p o s e n ohella vastannut ensisijaisesti metsänhoitaja Mauri T i m o s e n johtama työryhmä. Tutkimusapulainen Sirkka T a p a n i n e n ja laboratorioapulainen Arja Y l i - S u v a n t o ovat tehneet lajitekoostumusanalyysit. FK Raija A r a j ä r v i ja FK Seppo H e r r a n e n ovat avustaneet aineiston matemaattisessa käsittelyssä. Metsäteknikko Tapani V a r t i a i n e n on piirtänyt kuvat. Professorit Kullervo K u u s e l a ja Yrjö V u o k i l a ovat tarkastaneet käsikirjoituksen, jonka englanninkielisen osan John D e r o m e , Bc.S., on kääntänyt.

Tekijät esittävät parhaat kiitoksensa kaikille edellä mainituille sekä muille työn edistymiseen myönteisesti vaikuttaneille.

Rovaniemi, tammikuussa 1979

*Pentti Sepponen, Erkki Lähde
ja Pentti Roiko-Jokela*

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	6
21. Tutkimusalue	6
22. Koalojen valinta ja mittaus	7
23. Laboratoriomittaukset	8
24. Aineiston käsittely	8
3. TUTKIMUKSEN TULOKSET	9
31. Maaperä	9
311. Maan lajitekoostumus ja kivisyys	9
312. Maan vesi- ja humuspitoisuus	9
313. Humus- ja A-horisontti	11
314. Maan ominaisuuksien väliset suhteet	13
32. Kasvillisuus	15
321. Puusto	15
322. Pintakasvillisuus	16
33. Maan ominaisuuksien ja pintakasvillisuuden suhde	17
34. Koalojen luokitus	22
341. Luokitus pintakasvillisuuden mukaan	22
342. Luokitus maan lajitekoostumuksen mukaan	22
343. Luokitus puuston valtapituuden mukaan	23
35. Luokitusten vertailu	25
4. TULOSTEN TARKASTELU	26
5. KIRJALLISUUS	29
6. SUMMARY	31

1. JOHDANTO

Maan lajitekoostumuksen vaikutus metsätyypin määräytymiseen on ollut kiinnostuksen kohteena esim. valtakunnan metsien inventointien aineistoja käsiteltäessä. I l v e s s a l o (1933) ja A a l t o n e n (1941) eivät todenneet selvää riippuvuutta maalajin ja metsätyypin välillä. He totesivat käytettyjen määritysmenetelmien olleen ylimalkaisia, jopa epätarkkoja.

Edellä mainituissa tutkimuksissa havaittiin kuitenkin jonkinasteisia eroja eri maalajeilla esiintyvien samaan metsätyyppiin kuuluvien metsien välillä. A a l t o n e n (emt. s. 59) kirjoittaa: ". . . sama metsätyyppi ainakin jossakin määrin keskittyi määrätuille maalajeille tai että eräillä maalajeilla tavattiin pääasiallisesti hyviä ja toisilla heikkokuntoisempia metsätyyppejä". K u j a l a (1938, s. 14) esittää metsätyyppien parallelisuutta käsittelevässä artikkelissaan, että samoin kuin erilaisiin ilmastovyöhykkeisiin myös erilaisille maalajeille saattaisi syntyä paralleelityyppejä ja että kasvillisuus eroaa yksityiskohdissaan erilaisille maalajeille syntyneissä tyypeissä.

O k k o (1944) on selvittänyt Länsi-Lapin moreenimailla tavattavia metsätyyppejä ja tullut siihen tulokseen, ettei maan lajitekoostumuksessa ole olennaisia eroja eri tyyppien välillä. Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa taas G r a n l u n d ja W e n n e r h o l m (1935 s. 37) havaitsivat, että kuusimetsät syntyvät säännönmukaisesti runsaasti hienoja lajitteita sisältävälle maalle ja männiköt kaikkein karkearakeisimmille maille. Samoin T e i v a i n e n (1952, s. 99–104) toteaa maan lajitekoostumuksessa varsin selvän eron tuoreiden kangasmetsätyyppien ja lehtomaisten kankaiden välillä. Sen sijaan hän ei saanut selviä lajitekoostumuseroja HMT:n ja EMT:n välille. Myöskään S ö y r i n k i ym. (1977) eivät katso Oulangan kansallispuiston alueella esiintyvän eri metsätyyppien kasvualustassa systemaattisia raekokoeroja. He eivät ole kuitenkaan testanneet saamiaan tuloksia tilastollisesti, eikä julkaisusta ilmene selvästi myös-

kään lajitekoostumuksen määritysmenetelmä. Ilmeisesti kysymyksessä on pelkkä kuivaseulonta.

A a r t o l a h t i (1973) viittaa Rokuanvaaralla tekemissään geomorfologisissa tutkimuksissa eri tavoin syntyneiden maiden kasvipeitteeseen. Hänen mukaansa voimakaimmin lajittuneet (eoliset) kasvualustat ovat saaneet karuimman kasvipeitteen, ja tuoreet kasvupaikat ovat vähemmän lajittuneilla (glasifluviaalisilla tai moreeni-) aineksilla. Kasvupaikan laatuun vaikuttaa näin ollen maan syntytapa. Siitä ovat riippuvaisia lajitekoostumus ja lajittuneisuus, maan rakenne ja osittain myös sen mineraalikoostumus sekä ravinteisuus. U r v a s ja E r v i ö (1974, s. 318) toteavat maalajin vaikutuksesta metsätyypin määräytymiseen seuraavaa: "Jokaista tutkimuksessa mukana ollutta metsätyyppiä (OMT, MT, VT, CT, CIT) esiintyy monella eri maalajilla, kuitenkin siten, että hienojakoisimmilla mailla ovat pääasiassa rehevimmät tyytit ja karkeilla mailla karuimmat metsätyypit". He ovat koonneet aineistonsa pääasiassa Keski- ja Etelä-Suomesta. Metsätyypin ja maalajin välisestä riippuvuudesta on siten esitetty erilaisia, osittain keskenään ristiriitaisia käsityksiä.

Maanpeitteen syntymisen jälkeen sen pintaosia ovat muokanneet monet tekijät, kuten rapautuminen, huuhtoutuminen, routiminen, biologinen toiminta ja ihminen. Ilmaston ja pedologisten tekijöiden yhteistuloksena syntyy kullekin ilmastoalueelle ja maaperälle tyyppillinen maannos. Pintamaan lajitekoostumus saattaa muuttua maannostumistapahtuman, metsämaan kyseessä olleen useimmiten podsoloitumisen vaikutuksesta. Syvemmillä olevan maan ominaisuudet vaikuttavat tietysti myös pintamaan ravinne-, kaasu- ja vesitalouteen.

A a l t o n e n (1941) toteaa, ettei eri metsätyypeillä ole selvää eroja A-horisontin paksuudessa. Sitä vastoin A-horisontti ohenee selvästi siirryttäessä geologisesti nuorilta vanhoille maille (A a l t o n e n 1935, s.

104). Tämä johtuu siitä, että B-horisontti syntyy ensin syvemmällä ja kasvaa ylöspäin maan vanhetessa, jolloin A-horisontti vastaavasti ohenee. A-horisontin paksuuden lisääntymisen Lapista Keski-Suomeen ja edelleen Pohjois-Puolaan siirryttäessä toteaa myös J a u h i a i n e n (1969, s. 109). Ero ei kuitenkaan ole suuri ja horisontin paksuus vaihtelee maannoksen iästä riippuen samalla-kin alueella.

Tarkastellessaan A-horisontin paksuutta eri maalajeilla A a l t o n e n (1941) jakaa maat seuraaviin luokkiin: a) karkeat maat, b) keskikarkeat maat ja c) hienot maat. Luokissa a ja b hän ei totea selvää eroa A-horisontin paksuudessa valtakunnan metsien toisen inventoinnin aineistossa (emt. s. 23). Sen si-

jaan luokassa c A-horisontti on selvästi ohuempi kuin muissa.

Huolimatta melko runsaasta tiedon määrästä, joka Lapin maaperästä ja kasvillisuudesta on käytettävissä, puuttuvat edelleen selvitykset kasvillisuuden suhteesta maalajiin ja erilaisiin maannoksiin sekä niiden suhteesta puuston tunnuksiin.

Tämän työn tavoitteena on selvittää alustavasti, miten metsäkasvillisuus ja maan fyysikaaliset ominaisuudet, ennen kaikkea lajitekoostumus, riippuvat toisistaan ja miten pintakasvillisuuteen, maan lajitekoostumukseen ja puuston valtapituuteen perustuvat luokitukset korreloivat keskenään. Samalla käsitellään niitä ongelmia, joita mainittujen luokitusten yhteydessä esiintyy.

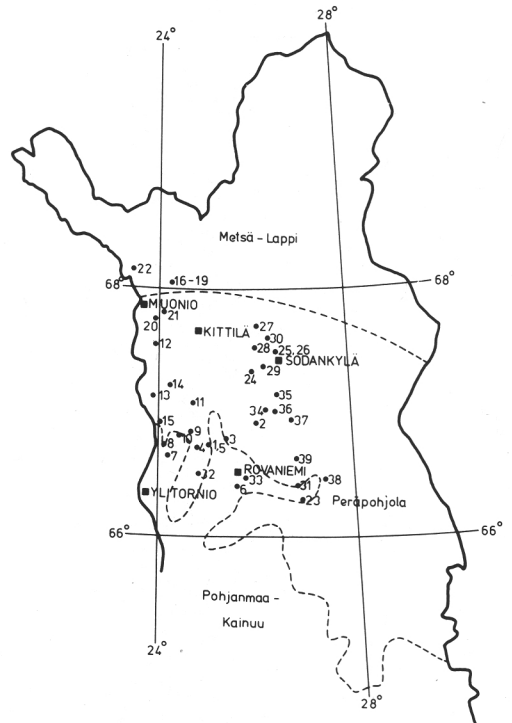
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

21. Tutkimusalue

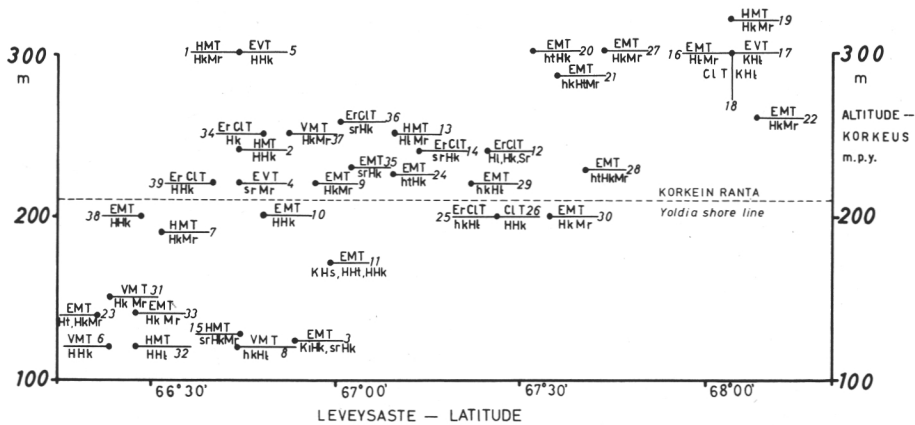
Tutkitut metsiköt sijaitsevat Länsi-Lapissa suunnilleen 66. ja 68. leveysasteen ja 23. ja 28. pituusasteen välisellä alueella (kuva 1). Suurin osa kohteista on Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeessä, eteläisimmät ovat Pohjanmaa-Kainuun vyöhykkeen pohjoisosissa ja pohjoisimmat Metsä-Lapissa. Koalojen korkeus merenpinnasta vaihtelee 110–300 m:n välillä (kuva 2).

Pääasiassa graniitti ja muut pihhaporikkaat syväkivet muodostavat tutkimusalueen kallioperän. Se kuuluu osittain Peräpohjolan ja Lapin liuskejaksoihin ja osin Keski-Lapin graniittialueeseen. Alueella esiintyy runsaasti kvartsiiteja, kiilleliuskeita ja graniittigneisiä (M a t i s t o 1969, M i k k o l a 1941 ja S i m o n e n 1964). Koemetsiköt sijaitsevat suhteellisten korkeuserojen perusteella arvostellen sekä alanko- että ylänköalueilla. Peruskallio on useissa paikoissa näkyvissä. Alue on myös kalliopaljastumien ja maaperän paksuuden suhteen erittäin vaihteleva (M i k k o l a 1941, s. 14).

Mannerjään reuna perääntyi tutkittavalta alueelta lähes kokonaan n. 7 600 vuotta ennen ajanlaskumme alkua. Jääkauden päätyttyä pysytteli meren ja maan raja S a u r a m o n (1939) mukaan pari sataa vuotta paikallaan, jona aikana syntyi vielä nykyisinkin nähtäviä rantaviivoja. Jääkauden jälkeisen ensimmäisen vesivaiheen korkeimmat rannat sijaitsevat n. 210 m nykyisen merenpinnan yläpuolella. Tätä korkeammalla olevat supra-akvaattiset alueet ovat siis kauimmin olleet ilmaston rapauttavan ja huuhtovan vaikutuksen alaisia. Niiden voi olettaa olevan myös huuhtoutu-



Kuva 1. Koemetsiköiden maantieteellinen sijainti.
Fig. 1. Geographical location of the experimental stands.



Kuva 2. Koemetsiköiden korkeusasema, metsätyyppi, maalaji ja sijainti leveyspiiriin nähden.
 Fig. 2. Coordinates and height above-sea-level of the experimental stands.

neimpia. Tutkitut metsiköt ovat sekä supra-akvaattisella että subakvaattisella alueella (kuva 2).

Kivennäismaasta suurin osa on moreenia, mutta jonkin verran esiintyy luoteesta kaakkoon kulkevia harjuja (Pohjois-Suomen maaperäkartta 1961).

Osittain ilmastotekijöiden, osittain A-horisontin paksuuden perusteella Aaltosen (1941) jakaa maan neljään podsoloitumisalueeseen. Nyt tutkittava alue kuuluu kokonaisuudessaan niistä pohjoisimpaan.

Ilmastossa Aaltosen (1933) pitää tärkeimpänä humidisuutta, suhdetta sadannan ja haihdunnan välillä. Martonnen humidisuusluvun mukaan tutkimusalue sijoittuu humidisuuskäyrien 50 ja 60 väliin. Eteläisemmässä Suomessa luku on 40 ja pohjoisimmassa osassa 60.

Pohjois-Suomen ilmaston suuresta humidisuudesta on osoituksena jokien runsaus ja maan humuskerroksen paksuus (Lähde 1973). Ilmaston humidisuuden ohella vaikuttaa maan pintaosiin mm. lämpötilojen erittäin suuri vaihtelu, joka on keskeinen tekijä rapautumisessa. Tehoisa lämpösukka vaihtelee tutkimusalueella 650–950 d.d. -yksikön välillä. Tarkat arvot määrättyvät maaston topografian mukaan.

Heinon (1977) mukaan suhteellisen kosteuden keskiarvo alueella on 80 % ja lumipeitepäivien lukumäärä aukeilla paikoilla vaihtelee 190–210 välillä.

22. Koalojen valinta ja mittaus

Metsiköt valittiin valtakunnan metsien kuudennen inventoinnin aineistosta satunnaisotannalla. Tästä alaotoksesta rajattiin pois lehdot, lehtomaiset kankaat ja turvemaat. Muutama metsikkö oli pitkälle soistunut.

Jokaiseen metsikköön perustettiin kolme ympyräkoalaa, jotka sijaitsivat 40 m:n välein. Koalan koko

oli 3–4 aaria. Metsiköstä luettiin vähintään 100 puuta, joista tehtiin tavanomaiset kuutiointi- ja kasvumittaukset. Ympyräkoalalle sijoitettiin neljä 0,25 m²:n suuruista näyteruutua. Ruudut rajattiin 0,5 x 0,5 m suuruisen kehikon avulla siten, että ruudun keskipiste sijoittui 5 m:n päähän ympyräkoalan keskipisteestä väli-ilmansuuntiin (NE, ES, SW ja NW). Esteen sattuessa siirryttiin samaa ympyräkehää ensisijaisesti pohjoiseen, toissijaisesti etelään, seuraavaksi lyhennettiin ja lopuksi tarvittaessa jatkettiin sädettä alkuperäisessä suunnassa.

Näyteruuduilta määritettiin peittävyysprosentti yksittäisille kasvilajeille ja seuraaville lajiryhmille: varvut, ruohot, heinät ja sarat, sammat sekä jäkälät. Kasvillisuuden kuvaus ja puustomittaus tehtiin kesän 1977 aikana (13. 6.–9. 9.). Samalla suoritettiin maatutkimukset seuraavaan tapaan.

Kunkin näyteruudun pohjoispuolelle 0,5 m:n päähän kaivettiin kuoppa, josta mitattiin humuskerroksen ja A-horisontin paksuus. Kuopasta otettiin lapiolla n. litran maanäyte 5–15 cm:n syvyydeltä humuskerroksen alareunasta lukien. Mikäli maanäytettä ei tästä kohtaa saatu, pyrittiin kuopan sijainti määräämään samalla periaatteella kuin näyteruudun sijainti esteen sattuessa. Maanäytteet säilytettiin muovipusseissa kylmälaboratoriossa (–5°C). Ne analysoitiin seuraavan syksyn kuluessa. Maan kivisyys määritettiin Viron (1952 ja 1958) esittämällä menetelmällä, jossa metallista maarassia työnnettiin maahan kahteenkymmeneen satunnaiseen kohtaan eri puolille ympyräkoalaa. Maan kivisyysluokka arvioitiin painumien keskiarvona.

Tutkittuja maanäytteitä oli 468 kpl, ja ne edustavat 39 metsikköä. Ilmakuvatulkinnan ja maastohavaintojen perusteella arvioitiin, että 17 metsikköä oli syntynyt moreenimuodostumalle, 20 veden lajittelumalle ainekselle ja 2 dyneille. Lisäksi esiintyi joidenkin metsiköiden sisällä vaihtelua siten, että osa koaloista oli lajituneella, osa lajittumattomalla aineksel-

la. Maalajien nimistö on S o v e r i n (1964, s. 335) mukainen.

Metsätyypit määritettiin C a j a n d e r i n (1949) ja K a l l i o l a n (1973, taulukko 3) esittämien jaotusten mukaisesti. Kasvillisuuden katsottiin edustavan kuutta metsätyyppiä: HMT, VMT, EMT, EVT, ER-CIT ja CIT. Erona näiden jaotusten välillä on mm. se, että C a j a n d e r ei erottanut VM-tyyppiä, joka on kuvattu myöhempien, metsätyyppien paralleelisuutta käsittelevien tutkimusten yhteydessä. Toisaalta C a j a n d e r i n esittämään tyyppiin ER-CIT voidaan katsoa kuuluvaksi sekä Pohjanmaa-Kainuun tyyppi ECT että Peräpohjolan tyyppi MCCIT. Tuoreilla kankailla oli joissakin tapauksissa selviä soistumisen merkkejä. Luettelo koaloista ja niiden ominaisuuksista esitetään taulukoissa 1 ja 2. Aineisto ryhmiteltiin männiköihin ja kuusikoihin vallitsevan puulajin mukaan. Männiköt jaettiin edelleen täysin puhtaisiin metsiköihin ja mäntyvaltaisiin sekametsiköihin, koska oli syytä olettaa erilaisten ekologisten tekijöiden vaikuttavan erisuurella voimakkuudella erilaisissa metsiköissä. Täysin puhtaita kuusikoita ei tutkimusaineistossa esiintynyt. Valtaosa, 21 koemetsikköä, oli puhtaita männiköitä. Kuusikoita oli 4 ja mäntyvaltaisia sekametsiköitä 14.

23. Laboratoriomittaukset

Maanäyteistä määritettiin laboratoriotyönä lajitekoostumus, orgaanisen aineksen määrä ja näytteen kuivapainosta laskettu vesipitoisuus. Lämpimitaltaan yli 2 mm:n suuruiset lajitteet eroteltiin toisistaan kuivaseulonnalla ja alle 2 mm:n lajitteet käyttäen liettoa (E l o n e n 1971). Yli 60 mm:n kivet poistettiin näytteistä ennen määrittystä.

Lietoksesta määritettiin 0,06–2 mm:n lajitteet seulomalla ja alle 0,06 mm:n lajitteet pipetoimalla. Huumuksen poistamiseen lietoksesta käytettiin 30 %:sta vetyperoksidia, jota lisättiin 10–20 ml:n erissä huumuksen määrästä riippuen. Vesipitoisuus määritettiin kuivatusmenetelmällä (+105°C).

Orgaanisen aineksen pitoisuus määritettiin hehkutuskevennyksenä polttamalla 3–5 gramman näytettä n. 550°C lämpötilassa 1–2 tuntia ja laskemalla hehkutuskevennys prosentteina lämpökaappikuivasta maanäytteestä.

24. Aineiston käsittely

Kasvillisuuden esiintymistä eri puulajien vallitsemisissa metsissä vertailtiin tutkittujen peittävyyspro-

senttien keskiarvojen ja ns. konstanssiprosenttien avulla. Jälkimmäiset saatiin laskemalla, monellako prosentilla kaikista analysoiduista ruuduista ko. laji esiintyi. Tutkimuksessa käytettiin H ä m e t - A h d i n ym. (1977) ja K o p o s e n ym. (1977) mukaista nimitystä. Maan lajittuneisuutta kuvaamaan käytettiin lukuarvoa (S_0), joka saadaan rakeisuuskäyrältä luetuista arvoista seuraavasti (esim. S e p p ä l ä 1971, s. 48):

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

, jossa Q_3 = läpäisyprosenttia 75 vastaava raekoko (mm) ja Q_1 = läpäisyprosenttia 25 vastaava raekoko (mm).

Koalojen kasvipeitettä ja maan lajitekoostumusta verrattiin toisiinsa käyttäen J a l a k s e n (1962, s. 4) esittämää yhtäläisyysverrannekaavaa:

$$K_s = \frac{100 \times 2c}{a + b}$$

, jossa K_s = koemetsiköiden välinen yhtäläisyysaste (%), a ja b = kyseessä olevien kasvilajien peittävyys vertailtavissa koemetsiköissä ja c = yhteisten lajien peittävyysistä pienempi.

Koalat asetettiin "sukulaisuusjärjestykseen" sekä kasvipeitteen että maan lajitekoostumuksen yhtäläisyyden perusteella. Jälkimmäisessä tapauksessa kasvilajit korvattiin maan lajitteilla.

Koalojen puuston metsikkökohtaisten tunnusten laskennassa päähuomio kiinnitettiin metsikön valtipituuden ja iän määrittämiseen. Puuston tiheyttä kuvaamaan laskettiin hehtaarikohainen kuutiomäärä, pohjapinta-ala ja runkoluku.

Puuston kasvupaikkaluokituksessa käytettiin hyväksi V u o k i l a n (1971) Suomen oloihin muokkamia pituusbonitointikäyrästöjä. Luokittelu perustuu puuston valtipituuteen 100 vuoden iällä (H_{100}). Koalojen läpimitaltaan paksuimpien koepuiden pituuden ja rinnankorkeusian avulla pituusboniteetti voitiin lukea ko. puulajin käyrästöstä. Koalat saatiin näin paremmuusjärjestykseen myös puuston pituusboniteetin suhteen.

Saatuja järjestyksiä verrattiin toisiinsa käyttäen ns. Spearmanin järjestyslukukorrelaatiota (esim. M a t t i l a 1969, s. 133–193 ja M a n n i n e n 1974, s. 98–99).

Kasvilajien ja lajiryhmien riippuvuutta maan fyysikaalisista ominaisuuksista tutkittiin regressioanalyysin avulla, ja eri metsikköryhmien maiden ominaisuuksia vertailtiin toisiinsa käyttäen t-testiä.

3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

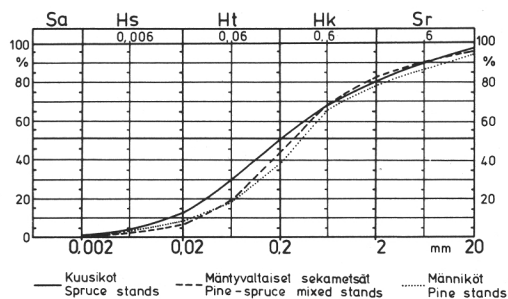
31. Maaperä

311. Maan lajitekoostumus ja kivisyys

Koemetsiköiden maalajitteissa on suurta vaihtelua. Hienojakoisimpia lajitteita on kaikissa hyvin vähän. Yleisin maalaji on hiekkamoreeni (taulukko 1). Hiesu- ja savi-moreeni puuttuvat kokonaan.

Kuusikoissa hienoja lajitteita (karkea hiesu-hieno hiekka, raja-arvot 0,006–0,6 mm) on keskimäärin enemmän kuin sekametsiköissä ja puhtaissa männiköissä (kuva 3). Suurimmillaan ero on hienon ja karkean hiedan rajalla (0,06 mm). Tätä raja-arvoa hienompia lajitteita on kuusikoissa keskimäärin lähes 30 %. Männiköissä ja sekametsiköissä vastaava arvo on alle 20 %. Hienojen lajitteiden runsaus kuusikoissa merkitsee, että maa on selvästi vettä pidättävämpää kuin sekametsiköissä ja männiköissä.

Suuresta hajonnasta (taulukko 3 ja kuva 3) johtuen edes hienoimpien lajitteiden väliset erot eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä. Karkeiden lajitteiden (0,2–6 mm ja > 6 mm) vaihtelu on joka tapauksessa vain satunnaista. Sitä osoittavat ko. metsiköiden maan lajittuneisuuden summakäyrät



Kuva 3. Pääpuulajin mukaan ryhmiteltyjen koemetsiköiden maan lajitekoostumuksen summakäyrät.

Fig. 3. Graphs of the cumulative particle-size distribution of the soil. Stands grouped according to the dominant tree species.

(kuva 3). Myöskään käytetty lajittuneisuustunnus (S_0) ei poikkea eri metsikköryhmissä merkitsevästi.

Kaikissa metsikköryhmissä esiintyy vaihtelevaa kivisyyttä (taulukko 1). Kutakin kivisyysluokkaa on lähes yhtä monta metsikköä. Vähäkivisiä (I) metsiköitä on 13, kivisiä (II) 14 ja erittäin kivisiä (III) on 12 kappaletta. Kivisimpään luokkaan kuuluvat metsiköt ovat yleensä moreenimailla ja vähäkivisimmät lajittuneilla mailla. Myöskään metsätyyppien esiintymisessä ei näytä olevan ryhmittymistä tiettyyn kivisyysluokkaan.

312. Maan vesi- ja humuspitoisuus

Maan vesipitoisuusarvot ovat epävarmoja, sillä näytteet otettiin eri aikoina kesästä ja siten sade- ja lämpöoloiltaan erilaisina ajankohtina. Vesipitoisuus voi siten vaihdella sääolojen, eikä yksin maan ominaisuuksien mukaan. Aineistossa on joka tapauksessa nähtävissä eroja, jotka johtunevat ensisijaisesti maan ominaisuuksista. Esimerkiksi soistuneissa koemetsiköissä 2, 5, 7 ja 32 maan vesipitoisuus on selvästi keskimääräistä suurempi. Pienin vesipitoisuus on taas eniten karkeita lajitteita sisältävillä koealoilla (taulukko 1 ja 2). Perustellusti voidaankin lähteä siitä olettamuksesta, että näytteitä on otettu kaikissa metsikköryhmissä. Sääsuhteiden aiheuttamaa vaihtelua tasoittaa kivennäismaan päällä oleva humuskerros ja se, että näytteet otettiin 5–15 cm:n syvyydestä humuksen alta. Mitä paksumpi humuskerros on, sitä tehokkaammin se tasoittaa vesiolosuhteita.

Maan vesipitoisuus on aineiston mukaan erilainen eri metsikköryhmissä (taulukko 3). Se on korkein kuusikoissa, joissa vettä tehokkaasti pidättävien hienojen lajitteiden osuus on suurin.

Ero on kuusikoiden ja männiköiden välillä t-testin mukaan erittäin merkitsevä. Muiden metsikköryhmien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 1. Koemetsiköiden maaperä, puusto ja metsätyyppi. Maan hienojen lajitteiden osuus (%) lajittekoostumuksesta ja kivisyys sekä puuston puulajisuudet koemetsiköissä.

Table 1. The proportion of fine fractions (%) in the soil, soil stoniness and proportion of different tree species in the experimental stands.

Metsikön no	Kvartäärimuodostuma	Maalaji	Metsätyyppi	<0,06 mm lajitteet, %	Lajittuneisuus, So	Kivisyysluokka	Puulajisuudet, % Relationship of tree species, %				
Number of sample plot				<0,06 mm soil fractions	Sorting (So)	Stoniness	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Lehtipuut Hardwoods		
Männiköt – Pine stands				\bar{x}	s	\bar{x}	s				
3	Rantavalli	srHk	EMT	8	3	4,2	1,7	III	100		
4	Peitemoreeni	SrMr	EVT	7	1	4,2	0,9	III	100		
5	Glasifluv. hiekka	HHk ²⁾	EVT	10	7	2,7	1,2	II	100		
9	Peitemoreeni	HkMr	EMT	22	6	5,7	2,2	III	100		
10	Glasifluv. hiekka	HHk ¹⁾	EMT	11	7	4,3	1,8	II	100		
11	Harjuaines	HHt	EMT	52	26	4,2	2,5	I	100		
12	Harjuaines	Ht, Hk	ErCIT	18	12	6,3	2,9	II	100		
14	Kame	SrHk	ErCIT	22	8	6,8	6,9	II	100		
20	Rantavalli	htHk	EMT	15	4	5,1	4,3	I	100		
23	Rantatörmä	Ht, HkMr	EMT	29	8	5,7	4,3	III	100		
24	Harjuaines	htHk	EMT	23	8	3,7	1,4	II	100		
25	Deltta	hkHt	ErCIT	25	6	2,7	0,3	I	100		
26	Dyynjä	HHk	CIT	4	2	1,4	0,1	I	100		
27	Peitemoreeni	HkMr	EMT	23	6	10,7	4,3	III	100		
28	Peitemoreeni	htHkMr	EMT	28	5	5,0	2,9	I	100		
29	Rantavalli	hkHt	EMT	33	8	2,8	0,8	I	100		
33	Rogen moreeni	HkMr, HHk	EMT	11	7	2,9	1,9	II	100		
34	Kame	Hk ¹⁾	ErCIT	9	7	2,9	1,4	III	100		
36	Harjuaines	srHk	ErCIT	13	3	4,6	1,4	III	100		
38	Rantavalli	HHk	EMT	15	13	4,8	2,6	III	100		
39	Harjuaines	HHk	ErCIT	6	2	1,9	0,6	I	100		
Sekametsiköt – Pine-spruce mixed stands				\bar{x}	s	\bar{x}	s				
2	Rantavalli	HHk ²⁾	HMT	10	2	2,2	0,5	II	20	60	20
6	Rantavalli	HHk	VMT	11	8	2,3	0,9	II		70	30
8	Kame	HkHt	VMT	19	9	4,2	2,2	II		90	10
15	Peitemoreeni	srHkMr	HMT	17	5	5,6	4,5	III	20	60	20
16	Peitemoreeni	HtMr	EMT	30	9	3,2	0,8	I	30	50	20
17	Harjuaines	KHt	EVT	43	18	1,4	0,1	I	10	70	20
18	Dyynjä	KHt	CIT	5	1	1,7	0,2	I		90	10
19	Peitemoreeni	HkMr	HMT	21	8	7,4	3,3	III	25	50	25
21	Peitemoreeni	hkHtMr	EMT	28	11	5,4	3,5	II		90	10
22	Peitemoreeni	HkMr	EMT	15	5	3,4	0,9	I		90	10
30	Peitemoreeni	HkMr	EMT	20	7	6,8	3,7	III	15	70	15
31	Rogen moreeni	HkMr	VMT	17	4	3,5	0,7	II	15	80	5
35	Harjuaines	srHk	EMT	14	6	6,9	3,5	II	10	80	10
37	Peitemoreeni	htHkMr	VMT	20	6	4,7	2,2	II	30	50	20
Kuusikot – Spruce stands				\bar{x}	s	\bar{x}	s				
1	Drumliini	HkMr	HMT	16	4	4,8	1,3	I	70	5	25
7	Peitemoreeni	HkMr, Hk ²⁾	HMT	7	4	3,0	1,9	III	60	10	30
13	Peitemoreeni	HtMr	HMT	28	2	4,3	0,9	II	70	30	
32	Seisovan veden kerrostuma	hsHHt ²⁾	HMT	68	12	2,1	0,4	I	70		30

¹⁾ Seassa moreenia

²⁾ Osittain soistunut

Taulukko 2. Eräitä koemetsiköiden ekologisia ominaisuuksia.
Table 2. Ecological characteristics of some of the experimental stands.

Koeala n:o Number of sample plot	Maan vesipitoisuus, % Soil water content, %		Orgaaninen aines, % Organic matter % of dry weight		Horisontin paksuus, cm - Thickness of the horizon, cm				
					Humus Humus		A-horisontti A-horizon		
Männiköt - Pine stands									
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
3	9	6	2,6	2,4	4	2	13	5	
4	8	3	3,3	1,4	4	1	16	3	
5	17	11	2,6	1,2	5	2	9	3	
9	17	2	4,4	0,8	2	1	5	2	
10	10	4	2,1	1,1	6	2	10	3	
11	28	11	3,7	1,0	5	2	1	1	
12	20	10	3,7	1,1	3	1	1	1	
14	12	10	3,8	2,7	2	1	5	4	
20	11	5	2,2	0,5	2	1	5	3	
23	11	4	3,1	1,3	5	2	7	3	
24	13	2	4,5	1,7	5	1	5	3	
25	13	1	2,9	0,6	3	1	2	1	
26	5	1	1,7	0,5	3	1	3	2	
27	15	3	5,4	0,8	2	1	3	2	
28	16	4	4,3	2,4	2	1	1	1	
29	20	1	3,4	1,2	4	2	4	2	
33	9	5	2,5	1,2	4	1	15	5	
34	8	4	1,9	0,9	5	1	12	5	
36	12	4	4,1	1,0	3	1	6	3	
38	15	9	3,4	1,4	7	5	10	3	
39	6	2	1,6	0,5	3	1	5	3	
Sekametsiköt - Pine-spruce mixed stands									
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
2	28	7	2,4	2,1	15	7	14	4	
6	9	1	1,2	0,7	5	1	16	4	
8	14	5	2,2	0,7	4	1	10	4	
15	49	11	4,2	1,6	5	2	6	2	
16	19	6	4,3	2,1	3	1	5	3	
17	21	5	2,9	1,2	5	3	5	2	
18	10	1	2,2	0,6	3	1	3	1	
19	15	4	4,0	1,6	4	1	10	5	
21	19	6	3,2	0,9	4	2	5	3	
22	15	4	2,5	1,0	5	1	10	4	
30	12	4	4,2	1,0	4	1	6	2	
31	13	4	3,9	1,2	7	2	10	5	
35	12	4	4,2	1,0	5	2	8	4	
37	10	3	2,9	0,8	4	2	7	3	
Kuusikot - Spruce stands									
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
1	24	6	3,7	1,6	8	2	12	4	
7	24	8	2,3	1,0	16	7	17	6	
13	15	2	3,6	1,4	6	2	7	2	
32	34	10	4,9	1,0	11	4	2	3	

Kivennäismaan orgaanisen aineksen määrä, humuspitoisuus, on kuusikoissa suurempi kuin sekametsiköissä tai männiköissä (taulukko 2 ja 3). Suuren hajonnan vuoksi ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

313. Humus- ja A-horisontti

Tyypillinen podsolimaannos on vallitseva lähes kaikissa tutkituissa metsiköissä. Horisontit eivät ole kaikissa tapauksissa kehitty-

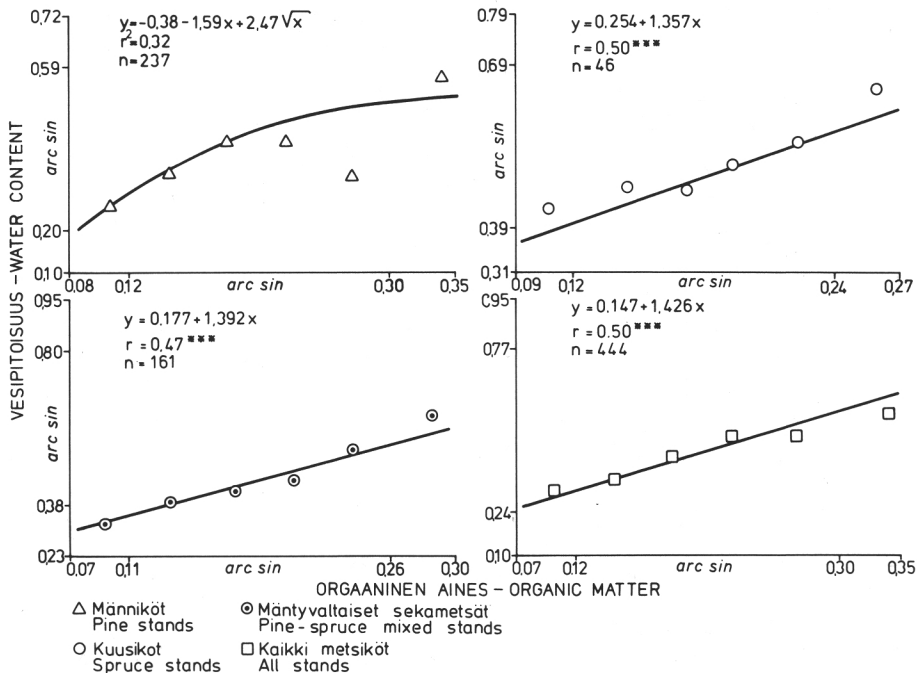
Taulukko 3. Erilaisten metsiköiden maan ominaisuudet ja niiden t-testin mukainen vertailu.
Table 3. Soil properties of the different stands and comparisons between them using the t-test.

Metsikkö Stand	N	Lajitekoostumus Particle size distribution						Lajittuneisuus, (So) Sorting (So)		Vesipitoisuus, % Water content, %		Humuspitoisuus, % Humus content, %		Horisonttien paksuus Thickness of horizons			
		<0,06 mm		0,2-6 mm		>6 mm		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	H		A	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s							\bar{x}	s	\bar{x}	s
1. Männiköt— Pine stands	12	18	13	16	6	6	5	4,4	2,3	13	7	3,1	1,2	4	2	6	4
2. Sekametsät— Mixed stands	62	19	11	14	6	5	4	4,2	2,2	17	11	3,1	1,2	5	2	8	4
3. Kuusikot— Spruce stands	42	29	25	13	8	5	3	3,6	1,3	24	10	3,5	1,3	10	5	7	5
t-arvo — t-value																	
1-2		0,41		1,09		1,58		0,04		2,09		0,16		0,50		0,71	
2-3		1,45		0,82		0,41		1,10		1,98		1,16		3,41**		0,72	
1-3		1,59		1,56		1,04		1,56		4,63***		1,09		4,09**		0,76	

neet selviksi, mutta ne pystyttiin todennäköisesti erottamaan riittävän luotettavasti. Vaikeinta oli erottaa A-horisontti kuusikko-koelalla 32. Maa on tässä metsikössä erittäin hienolajitteista ja sen vesipitoisuus on suuri (taulukot 1-3). Pohjavesi ulottuu lähes maan pintaan asti. Yleisin maannoksen

tyyppi on rautapodsoli. Joissakin kohteissa, etenkin soistuneilla mailla, rikastumiskerrokseen on kertynyt niin paljon orgaanista ainesta, että on syntynyt humuspodsoli.

Horisonttien paksuus vaihtelee suuresti (taulukko 2). Paksuin humuskerros on soistuneissa metsiköissä (2, 7 ja 32). Niissä si-

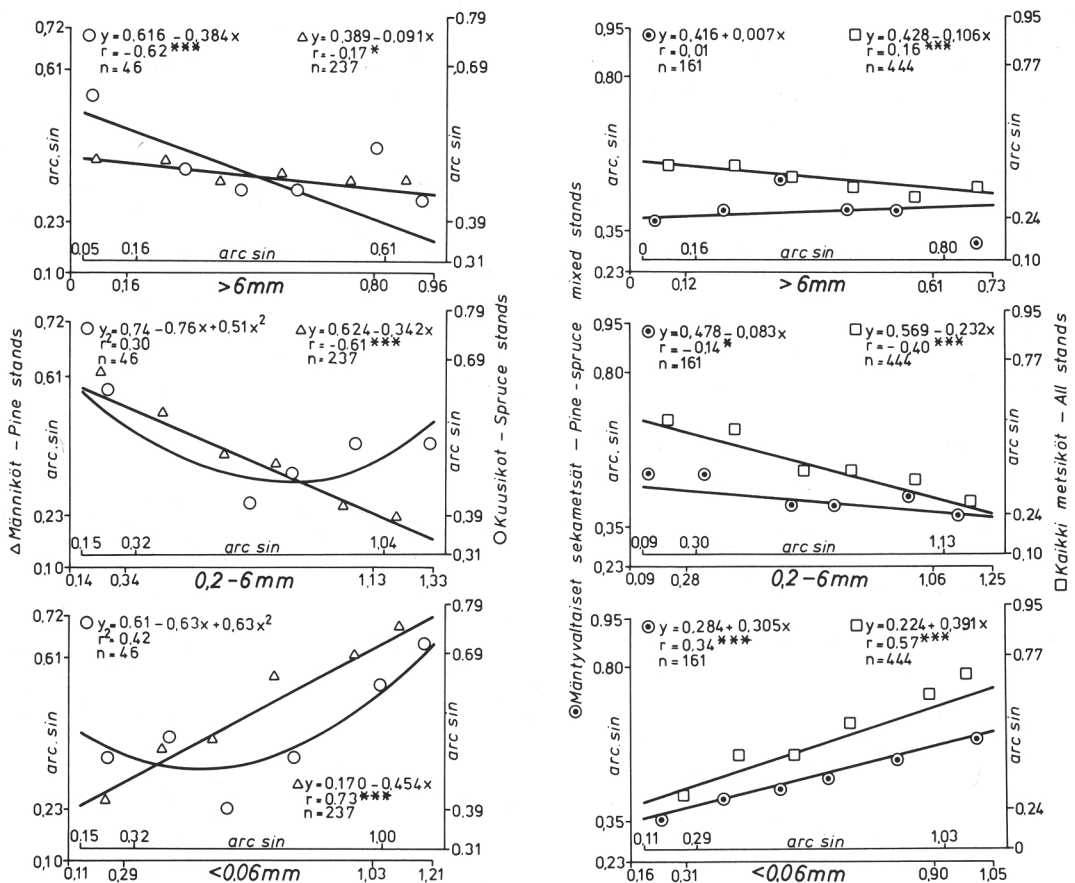


Kuva 4. Maan vesipitoisuuden riippuvuus maan orgaanisen aineksen määrästä erilaisissa metsiköissä.
Fig. 4. Dependence of the water content of the soil on the amount of the organic matter in different stands.

sältyy humuskerrokseen osittain maatumaton turve. Vaihtelu on suuri myös metsikköryhmien sisällä (taulukko 3). Näyttää kuitenkin siltä, että mitä kuusivaltaisemmaksi metsikkö tulee, sitä paksumpi on humuskerros. Ero kuusikoiden ja männiköiden sekä kuusikoiden ja sekametsiköiden välillä on t-testin mukaan tilastollisesti merkitsevä. A-horisontin paksuudessa ei sen sijaan esiinny merkitsevää eroa metsikköryhmien välillä. Ohut A-horisontti on esim. metsiköissä 11, 12 ja 32. Ko. metsiköt ovat syntyneet lajittuneelle maalle. Paksu A-horisontti on vastaavasti karkeilla moreenimailla (esim. metsiköt 4 ja 33).

314. Maan ominaisuuksien väliset suhteet

Maan vesipitoisuus on voimakkaasti riippuvainen maan hienoimpien ($< 0,06$ mm) lajitteiden määrästä (kuva 4). Riippuvuus on positiivinen koko aineistossa ja selvin puhtaissa männiköissä. Näissä tapauksissa havaintojen määrä on myös suurin. Riippuvuus on yleensä lineaarinen, mutta käyräviivainen tasoitus antaa kuusikoissa parhaimman selitystasteen. Vesipitoisuuden ja karkeiden lajitteiden (> 6 mm ja $0,2-6$ mm) runsauden välillä on heikko negatiivinen riippuvuus, joka on koko aineistossa sekä männiköissä ($0,2-6$ mm) ja kuusikoissa (> 6 mm) tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 5. Maan vesipitoisuuden riippuvuus maan lajittekoostumuksesta (lajitteet: > 6 , $0,2-6$ ja $< 0,06$ mm) erilaisissa metsiköissä.

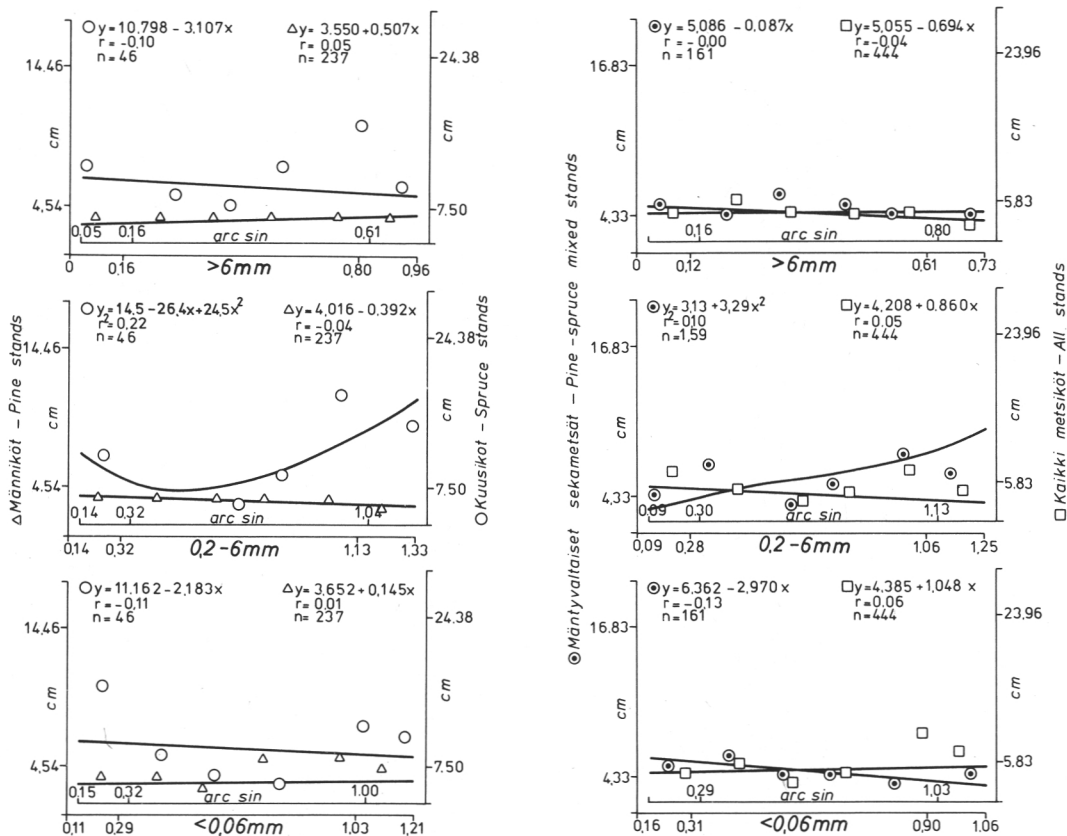
Fig. 5. Dependence of the water content of the soil on the particle-size distribution (fractions: > 6 , $0,2-6$ and $< 0,06$ mm) in different stands.

Vesipitoisuuden ja maan orgaanisen aineksen määrän välillä on myös voimakas positiivinen riippuvuus (kuva 5). Korrelaatiokerroin, kaikissa metsikköryhmissä n. 0,5, on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Puh-taissa männiköissä käyräviivainen riippuvuus antaa parhaimman selitysasteen.

Humushorisonnin paksuus on voimak-kaimmin riippuvainen hiekan ja hienon soran määrästä sekametsiköissä (kuva 6). Riip-puvuus on positiivinen siten, että mitä enemmän maassa on ko. lajitteita, sitä pak-sumpi humushorizontti on. Seuraavaksi suu-rin korrelaatio on kuusikoissa humushorison-tin ja em. lajitteiden runsauden välillä.

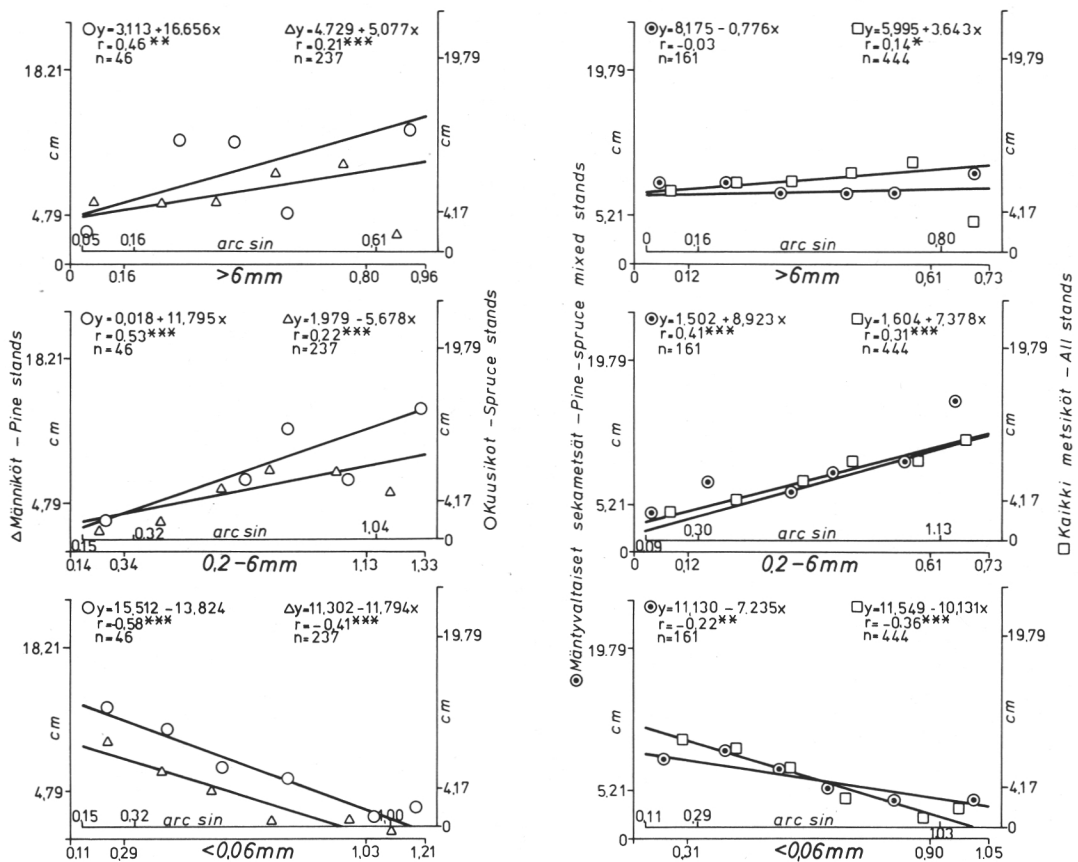
Muissa tapauksissa ei ole mitään selvää riip-puvuutta todettavissa.

Hienojakoista maalajia vastaa yleensä ohut A-horizontti (taulukot 1-3 ja kuva 7). A-horizontin paksuus on vastaavasti positiivisessa korrelaatiossa karkeimpien (> 6 mm) lajitteiden runsauden kanssa (kuva 7). Ilmiö on voimakkain puhtaissa männiköissä ja kuusikoissa. Vielä voimakkaampi positiivi-nen riippuvuus on kaikissa metsiköissä A-horizontin paksuuden ja hiekan sekä hie-non soran yhteismäärän kanssa.



Kuva 6. Humushorisonnin paksuuden (cm) riippuvuus maan lājitekoostumuksesta (lajitteet: > 6, 0,2-6 ja < 0,06 mm) erilaisissa metsiköissä.

Fig. 6. Dependence of the thickness (cm) of the humus layer on the particle-size distribution (fractions: > 6, 0,2-6 and < 0,06 mm) in different stands.



Kuva 7. A-horisontin paksuuden (cm) riippuvuus maan lajitekoostumuksesta (lajitteet: > 6, 0,2-6 ja < 0,06 mm) erilaisissa metsiköissä.

Fig. 7. Dependence of the thickness (cm) of the A-horizon on the particle-size distribution (fractions: > 6, 0,2-6 and < 0,06 mm) in different stands.

32. Kasvillisuus

321. Puusto

Koemetsiköiden puustot ovat rakenteeltaan sangen heterogeenisiä. Niiden luontainen syntytyyppi ja käsittely ovat johtaneet puustoa eri-ikäisyyteen. Metsikön puiden välinen suuri ikäero merkitsee merkittävää sisäistä pituusvaihtelua. Kuusikoiden osuus metsiköistä on 10 %. Yli puolet on mäntyvaltaisia sekametsiköitä (54 %), joissa lehtipuuta on 5-30 %. Neljännes koemetsiköistä kasvaa tuoreilla kankailla, yli puolet kuivahkoilla ja viidennes kuivilla kankailla. Aineistoon kuuluu kaikkia kehitysvaiheita, riukuvaiheesta varttuneisiin kasvatusmetsiköihin.

Metsiköiden puustotunnukset esitetään

taulukossa 4. Puuston ikää kuvaamaan käytettiin rinnankorkeusikää, jota tarvitaan pituusboniteetin määrittämisessä. Metsiköt ovat todellisuudessa kasvupaikkatyyppistä riippuen 16-27 vuotta vanhempia.

Valtapituus on kaikissa tutkimusmetsiköissä alle 20 m, vaikka osa puustoista lähentelee hakkuukypsyyttä. Valtapituuden standardisointi iän suhteen tapahtuu pituusboniteetin avulla.

Metsiköiden tiheyttä on kuvattu runkoluvun, pohjapinta-alan ja kuutiomäärän avulla. Kuutiomäärän ja runkoluvun suhde, rungon keskikoko, osoittaa, että metsiköissä on paljon pieniläpimittaista puuta. Runkolukujakaumat ovat laajoja ja vaikeuttavat siten metsiköiden kuvausta.

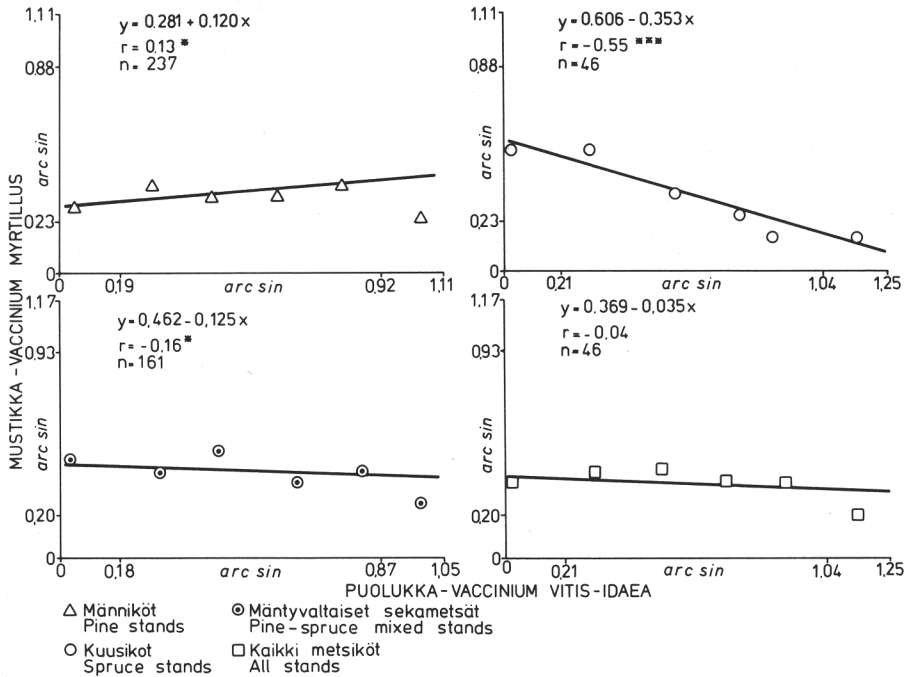
Taulukko 4. Koemetsiköiden ja metsikköryhmien puustotunnukset.
Table 4. Stand characteristics of the experimental stands and different stand groups.

Metsikön n:o Number of sample plot	Rinnankorkeusikä, v. Age of DBH, years	Valtapiisuus, m Dominant height, m	Pituusboniteetti h100 Site index h100	Runkoluku kpl/ha Number of stems per ha	Pohjapinta-ala m ² /ha Basal area sq. m per ha	Kuutiomäärä kuorineen m ³ /ha Volume incl. bark, cu. m. per ha kaikki total	järeät 19 cm in DBH
Männiköt – Pine stands							
3	45	10,9	17,5	2080	19,5	100	30
4	25	5,3	16,8	695	2,7	12	5
5	40	9,9	17,4	778	2,1	7	0
9	60	12,1	16,3	1117	15,9	98	60
10	35	10,7	20,1	1254	8,0	36	8
11	80	16,2	17,4	834	10,9	66	50
12	55	12,6	17,6	544	6,8	36	10
14	30	7,5	17,5	794	3,7	12	0
20	50	11,4	17,4	728	8,5	43	5
23	115	19,3	17,8	513	15,4	110	99
24	40	10,1	18,2	3537	13,8	54	0
25	50	11,9	17,7	1674	9,9	44	10
26	35	6,4	16,0	1050	3,8	13	0
27	45	9,6	16,6	858	7,4	34	2
28	25	6,0	17,0	626	2,1	7	0
29	40	11,4	18,9	1494	12,6	63	14
33	20	6,1	20,0	1994	8,9	34	0
34	30	7,2	17,2	1554	5,3	19	0
36	40	6,2	12,7	637	3,0	12	0
38	45	7,8	14,7	708	3,7	18	7
39	20	4,0	17,9	1101	3,2	14	4
Sekametsiköt – Pine-spruce mixed stands							
2	85	13,5	14,0	1467	11,4	49	24
6	40	12,5	21,3	2200	23,4	119	38
8	95	20,0	20,0	506	16,5	116	100
15	90	15,4	15,8	1075	14,4	82	50
16	55	11,5	16,4	539	8,2	49	26
17	75	12,2	14,1	2295	31,3	136	100
18	45	8,5	15,5	1028	7,4	39	17
19	50	11,1	17,0	832	14,4	94	66
21	30	7,5	18,5	1091	5,3	21	0
22	105	16,7	16,0	1706	24,0	156	123
30	50	12,6	18,8	979	10,0	56	26
31	70	16,0	18,8	1349	20,4	115	57
35	50	12,6	18,8	2640	12,9	66	35
37	95	17,3	17,2	1304	17,7	108	70
Kuusikot – Spruce stands							
1	90	13,0	12,5	1639	15,1	79	37
7	95	14,0	12,7	1439	13,0	66	15
13	90	12,8	12,2	1980	25,8	148	67
32	165	16,1	11,5	1384	20,3	127	94

322. Pintakasvillisuus

Pintakasvillisuutta tarkastellaan erikseen männiköissä, sekametsissä ja kuusikoissa (taulukko 5). Useiden kasvilajien esiintymisrunkaus riippuu vallitsevasta puulajista.

Etenkin mustikkaa (*Vaccinium myrtillus*) tavataan männiköissä vähemmän kuin kuusikoissa. Variksenmarjan (*Empetrum nigrum* coll.), kanervan (*Calluna vulgaris*) ja puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) peittävyys on suurimmillaan männiköissä. Heinien ja sarojen



Kuva 8. Mustikan (*Vaccinium myrtillus*) ja puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) peittävytyden välinen riippuvuus erilaisissa metsiköissä.

Fig. 8. Dependence between the coverage of *Vaccinium myrtillus* and *Vaccinium vitis-idaea* in different stands.

keskimääräinen peittävyys lisääntyy männiköistä kuusikoihin siirryttäessä, mutta heiniä ja saroja on tutkituille ruuduille useimmin osunut sekametsissä. Ruohoja esiintyy aineistossa niukasti, mutta suhteellisesti runsaimmin kuusikoissa.

Sammalet ja etenkin kerrossammal (*Hylacomium splendens*), korven karhunsammal (*Polytrichum commune*) ja eräät rahkasammalsuvun (*Sphagnum sp.*) edustajat lisääntyvät männiköistä kuusikoihin siirryttäessä. Jäkälää taas on sekä peittävydeltään että lajilukumäärältään eniten männiköissä. Yleisimmät lajit ovat harmaa poronjäkäle (*Cladonia rangiferina*) ja mieto poronjäkäle (*Cladonia sylvatica*). Useimmat jäkälälajit puuttuvat kuusikoista kokonaan.

Taulukko 5 osoittaa, että männiköihin kuuluu runsaasti kuiviksi luonnehdittavia kasvupaikkoja ja että toisaalta soistumista osoittavia sammalajeja esiintyy jonkin verran kaikissa tarkasteluryhmissä.

Kahden yleisimmän metsäkasvin, mustikan ja puolukan, välinen riippuvuus on ai-

neistossa selvästi erilainen pääpuulajiltaan erilaisissa metsiköissä (kuva 8). Männiköissä näyttää mustikan lisääntyessä yleistyvän myös puolukka, mutta kuusikoissa samoin kuin sekametsiköissäkin näiden lajien keskinäinen riippuvuus on negatiivinen. Tämä viittaa siihen, että vallitseva puulaji vaikuttaa kyseisten kasvien esiintymisrunsauteen.

33. Maan ominaisuuksien ja pintakasvillisuuden suhde

Vallitsevan puulajin vaikutus näkyy myös kasvillisuuden ja maan lajitekoostumuksen välisissä suhteissa. Sekametsiköissä ja koko aineistossa kasvilajien tai lajiryhmien peittävytyden riippuvuus maan tietystä lajiteosuudesta on yleensä samansuuntainen, mutta männiköissä ja kuusikoissa joissakin tapauksissa erisuuntainen.

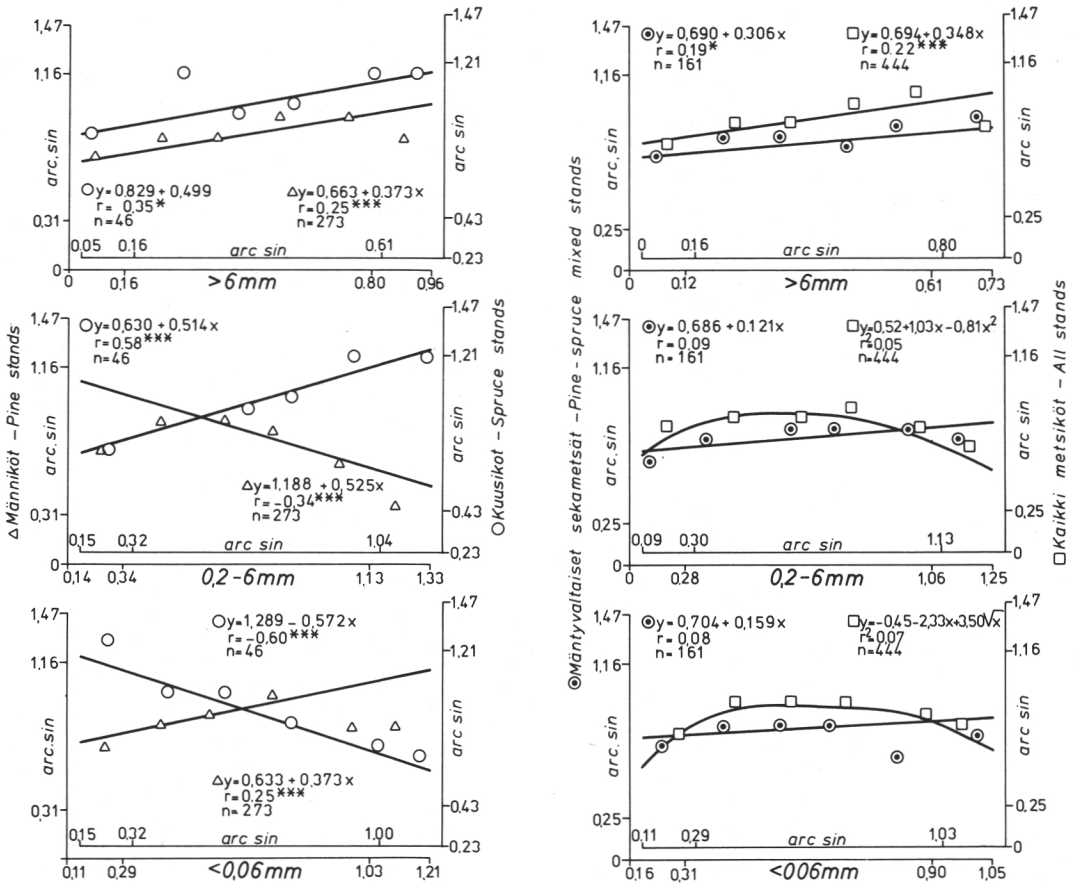
Varpujen esiintyminen on selvästi riippuvainen eri lajiteryhmiä runsaudesta sekä kuusikoissa että männiköissä (kuva 9). Seka-

Taulukko 5. Kasvilajiryhmien ja yksittäisten lajien peittävyys- ja frekvenssiprosentti metsikköryhmissä.

Table 5. The coverage and frequency percentage of plant species groups and individual plant species in the different stand groups.

Kasvilaji tai -lajiryhmä Species or group of species	Männiköt — Pine stands			Sekametsät — Mixed stands			Kuusikot — Spruce stands		
	Peittävyys-%	Frekvenssi-%		Peittävyys-%	Frekvenssi-%		Peittävyys-%	Frekvenssi-%	
	Dominance-%	Frequency-%		Dominance-%	Frequency-%		Dominance-%	Frequency-%	
	\bar{x}	Vaihtelu- väli Variation		\bar{x}	Vaihtelu- väli Variation		\bar{x}	Vaihtelu- väli Variation	
Varvut — Dwarf-shrubs	51	0–100	100	50	0–100	98	66	5–100	100
<i>Andromeda polifolia</i>	—	—	—	—	—	—	+	0–1	2
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	1	0–80	5	+	0–10	1	—	—	—
<i>Calluna vulgaris</i>	11	0–80	41	+	0–10	1	1	0–20	8
<i>Diphasium alpinum</i>	+	0–10	2	+	0–15	6	—	—	—
<i>Empetrum nigrum coll.</i>	14	0–78	65	12	0–80	60	5	0–20	56
<i>Ledum palustre</i>	+	0–15	4	2	0–90	14	1	0–20	17
<i>Lycopodium annotinum</i>	+	0–5	2	+	0–10	5	+	0–5	10
<i>Lycopodium clavatum</i>	—	—	—	+	0–5	1	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	11	0–80	73	16	0–75	71	41	0–90	90
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	+	0–1	1	—	—	—	+	0–1	4
<i>Vaccinium uliginosum</i>	3	0–70	14	4	0–80	18	4	0–60	19
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	13	0–80	93	20	0–85	98	17	0–80	100
Heinät ja sarat — Grasses	2	0–30	24	6	0–80	60	8	0–60	42
<i>Calamagrostis sp.</i>	—	—	—	—	—	—	1	0–20	4
<i>Carex globularis</i>	+	0–15	1	+	0–5	1	—	—	—
<i>Carex sp.</i>	+	0–10	2	—	—	—	3	0–30	17
<i>Deschampsia caespitosa</i>	—	—	—	+	0–3	2	—	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1	0–30	22	5	0–80	56	4	0–40	35
<i>Festuca ovina</i>	—	—	—	+	0–2	3	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	+	0–10	2	+	0–5	4	+	0–1	6
Ruohot — Herbs	+	0–10	2	1	0–20	18	1	0–10	52
<i>Antennaria dioica</i>	—	—	—	+	0–1	1	—	—	—
<i>Epilobium angustifolium</i>	+	0–5	0	+	0–1	1	—	—	—
<i>Equisetum sylvaticum</i>	—	—	—	—	—	—	+	0–5	6
<i>Hypericum maculatum</i>	—	—	—	—	—	—	+	0–1	6
<i>Linnaea borealis</i>	—	—	—	+	0–20	7	+	0–5	29
<i>Melampyrum pratense</i>	—	—	—	+	0–10	4	+	0–4	10
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	—	—	—	+	0–5	3	—	—	—
<i>Melampyrum sp.</i>	+	0–10	2	+	0–1	1	+	0–10	10
<i>Ortbilia secunda</i>	—	—	—	—	—	—	+	0–5	10
<i>Rubus chamaemorus</i>	+	0–10	0	—	—	—	—	—	—
<i>Solidago virgaurea</i>	—	—	—	+	0–2	3	+	0–1	2
<i>Trientalis europea</i>	—	—	—	—	—	—	+	0–4	8

Kasvilaji tai -lajiryhmä Species or group of species	Männiköt — <i>Pine stands</i>			Sekametsät — <i>Mixed stands</i>			Kuusikot — <i>Spruce stands</i>		
	Peittävyys-% Dominance-%	Frekvenssi-% Frequency-%		Peittävyys-% Dominance-%	Frekvenssi-% Frequency-%		Peittävyys-% Dominance-%	Frekvenssi-% Frequency-%	
	\bar{x}	Vaihtelu- väli Variation		\bar{x}	Vaihtelu- väli Variation		\bar{x}	Vaihtelu- väli Variation	
Sammalet — <i>Mosses</i>	40	0–100	93	63	0–100	96	70	0–100	100
<i>Aulacomnium palustre</i>	+	0– 1	0	–	–	–	+	0– 1	4
<i>Bryum sp.</i>	+	0– 10	1	+	0– 1	1	–	–	–
<i>Calliergon stramineum</i>	–	–	–	+	0– 1	1	–	–	–
<i>Dicranum drummondii</i>	1	0– 50	7	+	0– 5	1	–	–	–
<i>Dicranum fuscescens</i>	1	0– 20	6	1	0– 30	9	1	0– 30	6
<i>Dicranum majus</i>	–	–	–	–	–	–	1	0– 30	4
<i>Dicranum polysetum</i>	+	0– 20	8	1	0– 30	13	1	0– 20	10
<i>Dicranum scoparium</i>	7	0– 70	49	4	0– 70	39	3	0– 30	40
<i>Dicranum sp.</i>	+	0– 30	2	+	0– 30	1	–	–	–
<i>Hepaticae sp.</i>	+	0– 5	7	+	0– 10	10	1	0– 30	19
<i>Hylocomium splendens</i>	1	0– 70	7	3	0– 90	20	22	0–100	60
<i>Mnium sp.</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pleurozium schreberi</i>	27	0–100	63	49	0–100	86	23	0–100	77
<i>Poblia nutans</i>	+	0– 20	6	+	0– 20	2	+	0– 10	4
<i>Polytrichum commune</i>	1	0– 30	14	3	0– 80	29	9	0– 80	48
<i>Polytrichum juniperinum</i>	2	0– 40	34	1	0– 40	17	+	0– 20	6
<i>Polytrichum piliferum</i>	–	–	–	+	0– 15	2	+	0– 10	2
<i>Ptilidium ciliare</i>	+	0– 25	4	+	0– 10	2	+	0– 1	2
<i>Ptilium crista-castrensis</i>		0– 1	0	–	–	–	1	0– 20	13
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	+	0– 70	0	–	–	–	7	0– 90	10
<i>Sphagnum nemoreum</i>	+	0– 25	1	–	–	–	1	0– 70	2
<i>Andreaea rubestris</i>	+	0– 5	2	+	0– 20	1	–	–	–
Jäkälät — <i>Lichens</i>	23	0– 95	81	9	0– 90	53	1	0– 30	23
<i>Cetraria crispa</i>	+	0– 1	1	+	0– 10	4	–	–	–
<i>Cetraria islandica</i>	+	0– 10	0	+	0– 5	3	+	0– 1	2
<i>Cetraria nivalis</i>	–	–	–	+	0– 20	2	–	–	–
<i>Cladonia alpestris</i>	+	0– 10	6	1	0– 50	7	–	–	–
<i>Cladonia coccifera</i>	+	0– 20	17	+	0– 3	10	+	0– 1	4
<i>Cladonia cornuta</i>	+	0– 20	13	+	0– 1	5	–	–	–
<i>Cladonia crispata</i>	+	0– 10	12	+	0– 10	6	+	0– 1	4
<i>Cladonia deformis</i>	1	0– 20	29	+	0– 10	9	+	0– 1	4
<i>Cladonia furcata</i>	+	0– 1	2	+	0– 1	4	–	–	–
<i>Cladonia gracilis</i>	1	0– 10	25	+	0– 1	4	+	0– 1	4
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	0– 10	7	+	0– 1	1	–	–	–
<i>Cladonia rangiferina</i>	8	0– 60	64	3	0– 40	35	+	0– 5	4
<i>Cladonia squamosa</i>	+	0– 5	2	–	–	–	–	–	–
<i>Cladonia sylvatica</i>	10	0– 80	65	2	0– 60	35	1	0– 30	13
<i>Cladonia uncialis</i>	3	0– 40	28	1	0– 30	13	–	–	–
<i>Cladonia verticillata</i>	+	0– 1	0	–	–	–	–	–	–
<i>Cladonia sp.</i>	+	0– 1	2	+	0– 1	2	–	–	–
<i>Nephroma arcticum</i>	+	0– 30	3	+	0– 45	3	–	–	–
<i>Peltigera aphthosa</i>	+	0– 10	2	+	0– 20	5	+	0– 1	4
<i>Solorina crocea</i>	–	–	–	+	0– 1	1	–	–	–
<i>Stereocaulon sp.</i>	1	0– 60	9	2	0– 60	8	–	–	–
<i>Cetraria pinastri</i>	+	0– 1	1	+	0– 1	1	–	–	–
<i>Gyrophora deusta</i>	+	0– 10	0	–	–	–	–	–	–
<i>Rhizocarpum geograficum</i>	+	0– 1	1	+	0– 1	1	–	–	–
<i>Umbilicaria pustulata</i>	+	0– 1	0	–	–	–	–	–	–
<i>Parmelia physodes</i>	+	0– 5	0	–	–	–	–	–	–
<i>Parmelia centrifuga</i>	+	0– 10	1	–	–	–	–	–	–



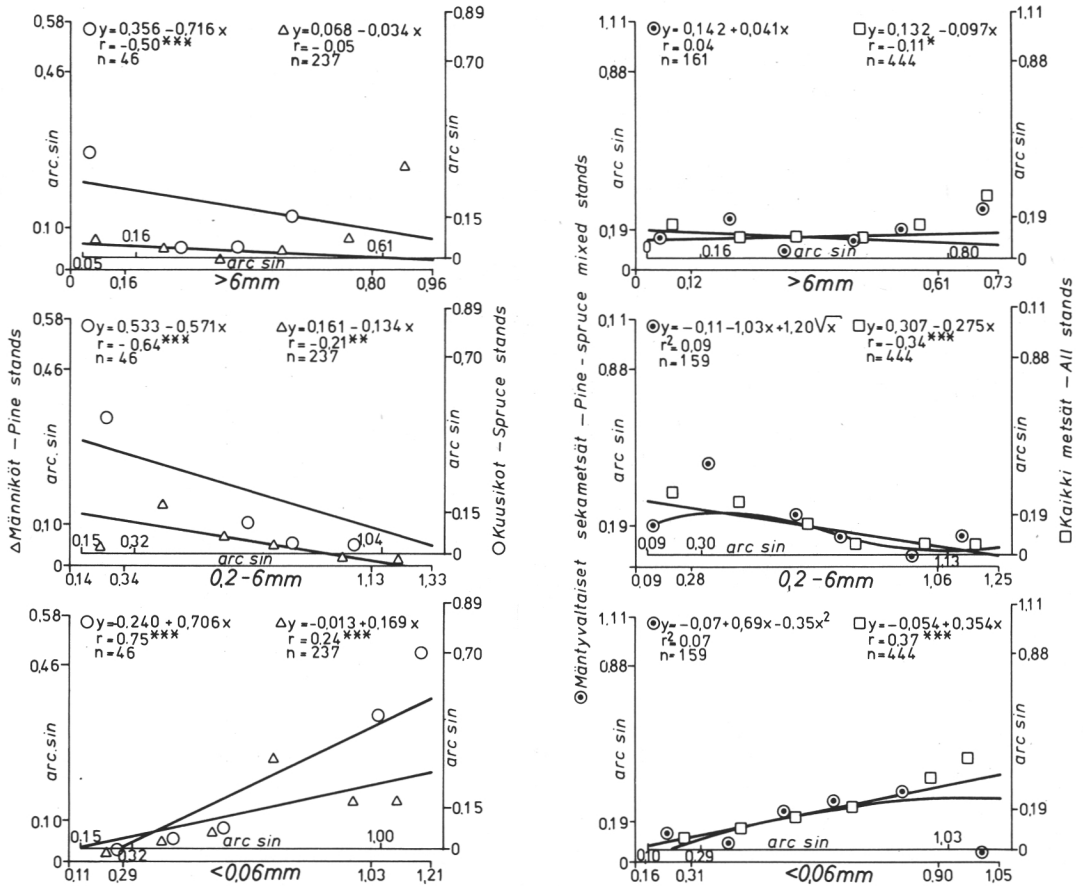
Kuva 9. Varpujen peittävyys riippuvuus maan lajitekoostumuksesta (lajitteet: > 6, 0,2-6 ja < 0,06 mm) erilaisissa metsiköissä.

Fig. 9. Dependence of the coverage of dwarf-shrubs on the particle-size distribution (fractions: > 6, 0,2-6 and < 0,06 mm) in different stands.

metsiköissä ja koko aineistossa vastaava riippuvuus on selvästi tätä heikompi. Karkeimpaan lajiteryhmään (> 6 mm) varvuilla on kaikissa metsikköryhmissä jonkinasteinen positiivinen korrelaatio. Mallien selitysteasteet ovat kuitenkin pieniä, eikä riippuvuus ole kovin voimakas. Hienon soran ja hiekan (0,2-6 mm) osuuden suuretessa varpujen määrä lisääntyy kuusikoissa, mutta vähenee männiköissä. Sekametsiköissä ja koko aineistossa ei selvää riippuvuutta ole havaittavissa. Myös hienoimpien lajitteiden (< 0,06 mm) suhteen varvuilla on kuusikoissa ja männiköissä vastakkaisuuntaiset riippuvuudet. Tässäkin tapauksessa koko aineistossa ja sekametsiköissä nämä vastakkaiset suuntaukset

peittävät toisensa eikä tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota esiinny. Kuusikoissa näyttää siten eniten varpuja kasvavan sellaisella maalla, joka sisältää runsaasti hiekkaa, mutta ei ole kovin hienojakoista.

Heinien ja sarojen peittävyys on kuusikoissa päinvastainen varpujen peittävyteen verrattuna (kuva 10). Kun soran tai hiekan osuus suurenee, vähenee heinien ja sarojen osuus merkittävästi. Hienojen lajitteiden osuuden suuretessa heinien ja sarojen osuus sitä vastoin suurenee. Sekametsiköissä ei esiinny selvää riippuvuutta heinien ja sarojen runsauden sekä lajiteryhmän välillä. Koko aineistossa heinien ja sarojen voimakkain riippuvuus on hienon soran ja hiekan suh-



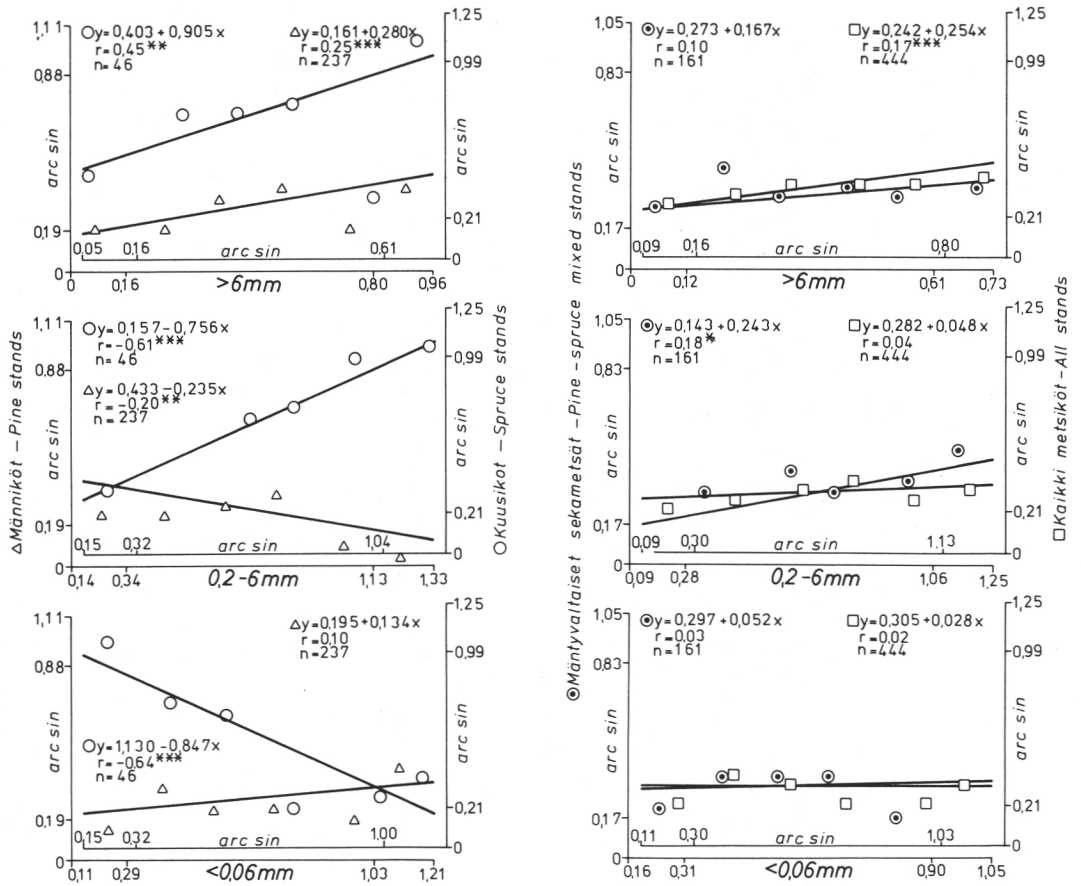
Kuva 10. Heinien ja sarojen peittävyys maan lajitekoostumuksesta (lajitteet: > 6, 0,2-6 ja < 0,06 mm) erilaisissa metsiköissä.

Fig. 10. Dependence of the coverage of herbs and grasses on the particle-size distribution (fractions: > 6, 0,2-6 and < 0,06 mm) in different stands.

teen. Se on negatiivinen, mutta hienojen lajitteiden runsauden suhteen se on positiivinen.

Kenttäkerroksen tunnuslajeista mustikalla ja puolukalla on samansuuntainen riippuvuus männiköissä ja kuusikoissa ainoastaan karkeaan soraan nähden (kuva 11 ja 12). Muihin lajiteryymiin riippuvuudet ovat vastakkaiset. Sekametsiköissä ja koko aineistossa ei ko. kasvilajeilla esiinny lajiteryhmiä kanssa selvää korrelaatiota. Puolukan riippuvuus maan lajitekoostumuksesta on samansuuntainen sekä kuusikoissa että männiköissä. Tilanne mustikan osalta on toisenlainen ja korrelaatiot sen ja lajiteryhmiä välillä

ovat heikompia kuin puolukalla. Sammalilla ja jäkälillä ei ole selvää korrelaatiota missään metsikköryhmässä karkeaan soraan (> 6 mm) (kuva 13 ja 14). Hienoon soraan ja hiekkaan (6-0,2 mm) sammalien peittävyysellä on negatiivinen, mutta jäkäliden peittävyysellä positiivinen korrelaatio. Korrelaatiot ovat voimakkaimmat männiköissä. Kuusikoissa ne ovat heikoimpia. Hienojen lajitteiden (< 0,06 mm) runsauteen sammalilla on lievä positiivinen, mutta jäkälillä lähinnä männiköissä lievä negatiivinen korrelaatio. Voimakasta riippuvuutta ei ko. kasvilajiryhmiä ja lajiteryhmiä välillä kuitenkaan ole.



Kuva 11. Mustikan (*Vaccinium myrtillus*) peittävyys maan lajitekoostumuksesta (lajitteet: > 6, 0,2–6 ja < 0,06 mm) erilaisissa metsiköissä.

Fig. 11. Dependence of the coverage of *Vaccinium myrtillus* on the particle-size distribution (fractions: > 0,2–6 and > 0,06 mm) in different stands.

34. Koalojen luokitus

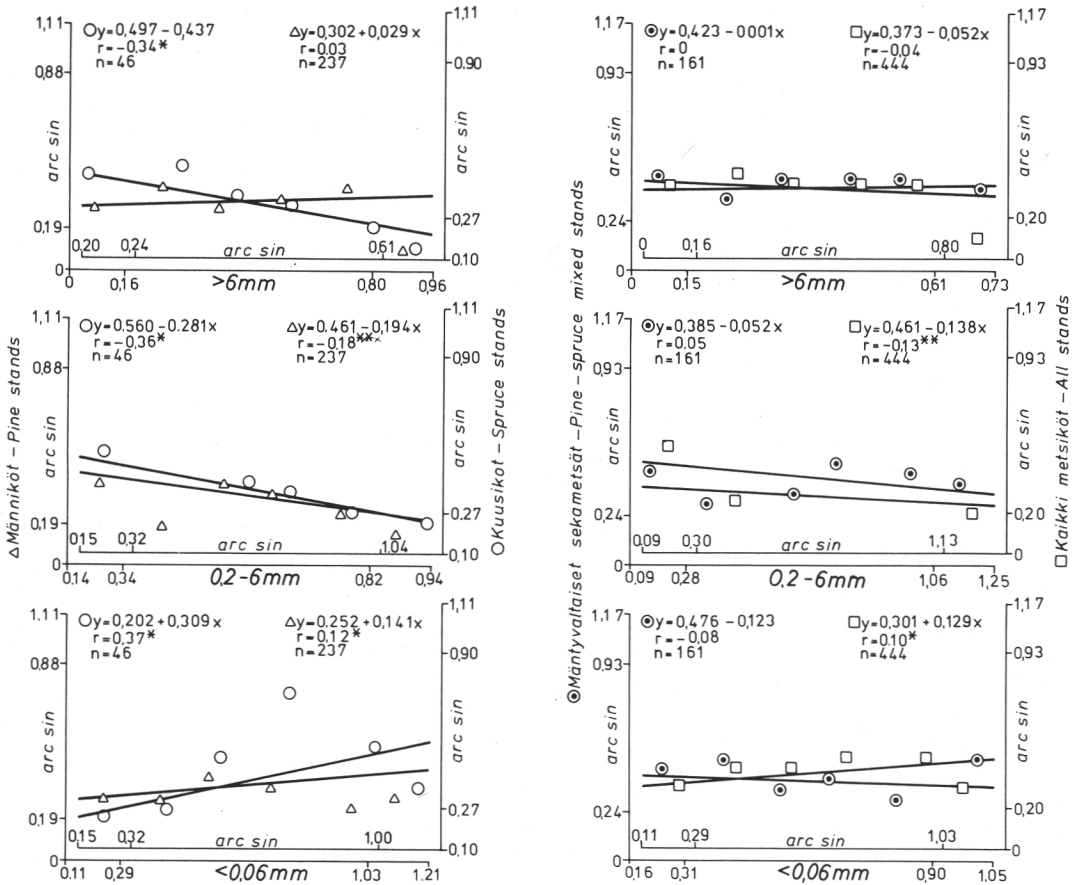
341. Luokitus pintakasvillisuuden mukaan

Yhtäläisyysverran teiden laskennassa otettiin perustavilukohdaksi karuinta tyyppiä (CIT) edustava koala, joksi katsottiin metsikön 26 ensimmäinen ympyräkoala. Varpujen ja sammalien peittävyys sillä on erittäin pieni. Ainoastaan yhdellä ruudulla esiintyy yli 10 % variksenmarjaa ja puolukkaa. Seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*) esiintyy ainoastaan yhdellä näyteruudulla (10 %). Jälkikäli sen sijaan on runsaasti. Niiden peittävyys vaihtelee 20–90 %:n välillä. Kasvillisuus on aukkoista. Yhtäläisyysverran teilla

koalat asetettiin sukulaisuusjärjestykseen mukaan, miten läheisesti niiden kasvillisuus muistutti vertailukoalan kasvillisuutta. Luokitus noudattaa muutamia vähäisiä poikkeuksia lukuunottamatta etukäteen muodostettua käsitystä koalojen metsätyyppijakautumasta. Metsätyyppiä CIT ja ErCIT edustavat koalat sijoittuvat lähimmäs vertailukoalaa ja kauimpana siitä ovat vastavasti HMT:n ja VMT:n koalat.

342. Luokitus maan lajitekoostumuksen mukaan

Vertailukohtaan valitseminen lajitekoostumuksen osalta on vaikeaa, sillä lajitekoostu-



Kuva 12. Puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) peittävyys maan lajitekoostumuksesta (lajitteet: > 6, 0,2-6 ja < 0,06 mm) erilaisissa metsäkoissa.

Fig. 12. Dependence of the coverage of *Vaccinium vitis-idaea* on the particle-size distribution (fractions: > 6, 0,2-6 and < 0,06 mm) in different stands.

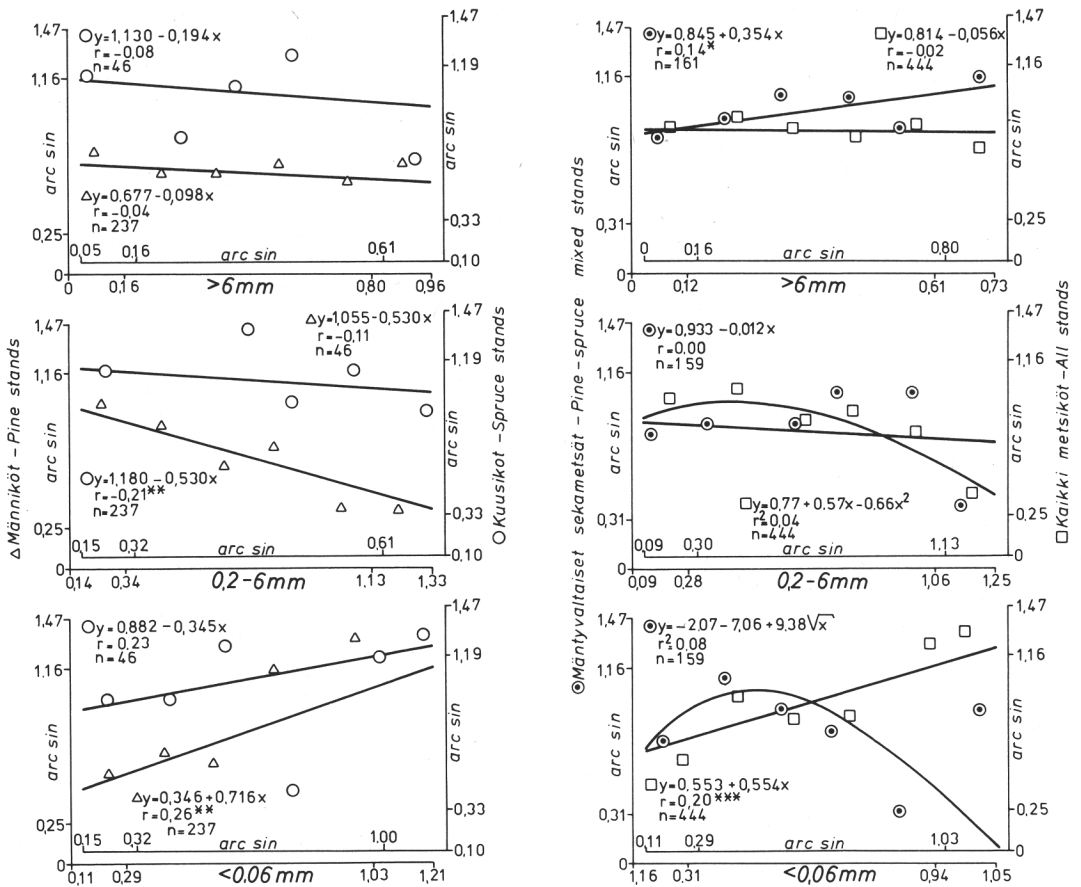
musta voidaan tarkastella monista erilaisista lähtökohdista. Erityisen vaikeaa on löytää vain yksi sellainen tunnus, joka kuvaisi maan lajitekoostumusta kokonaisuudessaan. Tässä tarkastelussa meneteltiin siten, että yhtäläisyysverranneanalyysissä otettiin sama koeala vertailukohtaksi kuin kasvillisuuden tarkastelussakin, ja kasvilajien peittävyysprosenttien tilalle sijoitettiin maalajitteiden osuudet.

Vertailukoealan maa sisältää yli 90 % hienoa hiekkaa ja karkeata hietaa (0,06-0,6 mm). Koealan pantiin järjestystyksen myös sen mukaan, kuinka paljon maassa oli ko. lajitteita. Kauimmaksi vertailukoealasta sijoit-

tuu se koeala, joka sisältää vähiten ko. lajitteita. Tällä tavoin muodostettiin ns. HHk- ja KHt -luokitus. Lisäksi koealat pantiin maan lajittuneisuusasteen mukaiseen järjestykseen lajittuneimmasta sekarakeisimpaan.

343. Luokitus puuston valtapituuden mukaan

Koealojen luokitus puuston pituuden mukaan perustuu valtapituusmääritykseen, jossa lasketaan hehtaarille 100 paksuimman puun keskipituus. Käytännössä tämä merkitsee,



Kuva 13. Sammalten peittävyys riippuvuus maan lajitekoostumuksesta (lajitteet: > 6, 0,2–6 ja < 0,06 mm) erilaisissa metsiköissä.

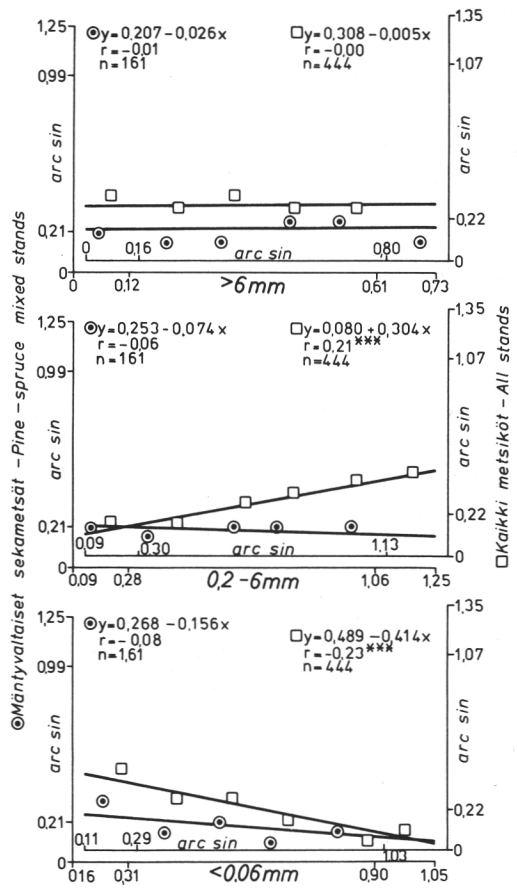
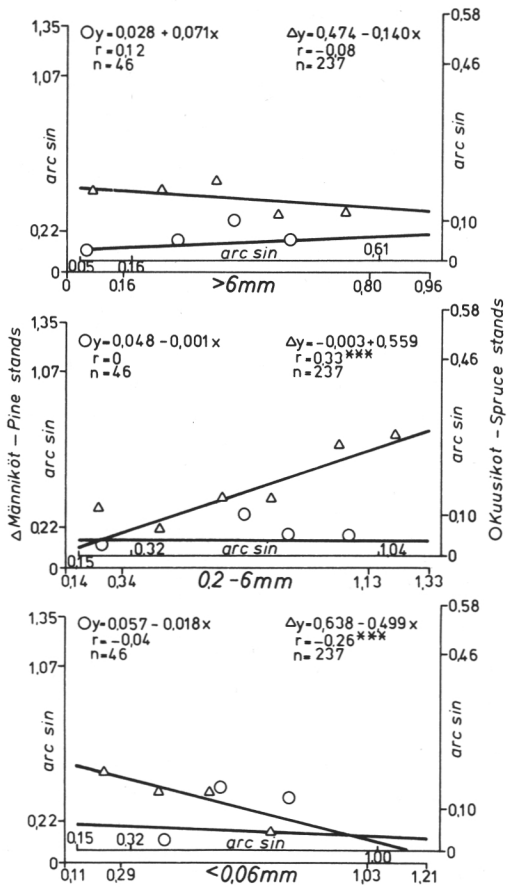
Fig. 13. Dependence of the coverage of mosses on the particle-size distribution (fractions: > 6, 0,2–6 and < 0,06 mm) in different stands.

että aaria kohden mitataan paksuimman puun pituus ja ikä, joiden avulla keskimääräiskäyriä käyttäen saadaan selville pituusboniteetiniluokka. Se on sidottu puuston valtapituuteen 100 vuoden biologisella iällä. Koska koealojen suuruus käytännössä on usein kolmen aarin luokkaa, pituusboniteetti määritetään kolmen paksuimman valtapuun avulla.

Valtapituusboniteetin vaihtelu on koemetsiköissä laaja, vaikka koko maata ajatellen parhaat boniteetit puuttuvatkin kokonaan. Metsätyypeittäin metsiköiden pituusboniteetin keskiarvo ja -hajonta ovat seuraavat:

Metsätyyppi	Metsiköitä, kpl	Pituusboniteetti, H ₁₀₀	s
CIT	2	15,7	0,4
ErCIT	6	16,8	2,0
EMT+EVT	20	17,4	1,6
VMT	4	19,3	1,7
HMT	7	13,7	2,0

Pituusboniteetin ja metsätyyppien keskinäinen riippuvuus on johdonmukainen aina HMT-metsiköihin saakka. Mitä karumpi metsätyyppi, sitä alhaisempi pituusboniteetti. Ryhmittelyssä EVT-metsiköt on vähäisen lukumääränsä vuoksi yhdistetty läheiseen



Kuva 14. Jäkälien peittävyys riippuvuus maan lajitekoostumuksesta (lajitteet: > 6 , $0,2-6$ ja $< 0,06$ mm) erilaisissa metsiköissä.

Fig. 14. Dependence of the coverage of lichens on the particle-size distribution (fractions: > 6 , $0,2-6$ and $< 0,06$ mm) in different stands.

EMT-tyyppiin. HMT-kuusikoiden pituusboniteetti jää selvästi alhaisimmaksi. Niiden heterogeisuus ilmenee myös pituusboniteetin suuresta hajonta-arvosta. Pelkkien kuusikoiden pituusboniteetin keskiarvo $12,2 \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$ on vielä HMT:n alapuolella, josta mäntyvaltaiset metsiköt on poistettu. Sen sijaan puhtaiden männiköiden ($17,3 \text{ m} \pm 1,6 \text{ m}$) ja mäntyvaltaisten sekametsien ($17,3 \text{ m} \pm 2,2 \text{ m}$) välillä ei ole pituusboniteettieroa. Sekametsiköiden keskihajonta vain on männiköitä suurempi.

35. Luokitusten vertailu

Vertailtaessa eri tavoin tehtyjä luokituksia voidaan todeta, että vain maan lajitekoostumuksen perusteella aikaansaadut erilaiset

luokitukset korreloivat keskenään erittäin merkittävästi. Voimakkain korrelaatio on yhtäläisyysverran teilla sekä HHK- ja KHT-lajitteiden perusteella saatujen maaluokitusten välillä, mutta myös lajittuneisuusluokituksen kanssa on molemmilla mainituilla luokituksilla erittäin merkittävä korrelaatio (taulukko 6).

Pintakasvillisuusluokituksella on ainoastaan maan HHK- ja KHT-luokituksen pieni, jokseenkin merkittävä korrelaatio, muihin luokituksiin ei tällaista riippuvuutta ole havaittavissa. Käytetyt pintakasvillisuuden ja maan lajitekoostumuksen mukaiset luokitukset eivät siis korreloi selvästi keskenään.

Puuston valtapituuden mukainen luokittelu korreloi hyvin heikosti muiden luoki-

tustapojen kanssa. Puuston ja pintakasvillisuuden välille ei löydy lainkaan yhtäläisyyttä käytettyjen luokitustapojen ja analyysien avulla. Tuloksen ei tarvitse merkitä riippuvuussuhteen täydellistä puuttumista, vaan se voi johtua muista vaihtelutekijöistä. Esim. pintakasvillisuudeltaan rehevimmät tuoreet kankaat ovat puustoltaan heikkoja kuusirää-

seikköjä. Niiden heikko kasvu on ilmeisesti seurausta maan liiasta vedestä.

Maiden luokituksen pituusboniteetti korreloi jokseenkin merkitsevästi. Riippuvuusuhdetta rasittaa tässäkin tapauksessa tuoreiden kankaiden hyvän viljavuuden ja puuston välinen ristiriita.

Taulukko 6. Koealojen eri luokitusten väliset järjestyskorrelaatiot (n = 116).

Table 6. Rank correlations (n = 116) between the different classifications carried out on the stands.

	1	2	3	4	5
1. Kasvillisuuden yhtäläisyysverranneluokitus <i>Vegetation classification based on the similarity coefficients</i>	1,00				
2. Puuston pituusbonitointiluokitus <i>Tree stand productivity classification</i>	0,05	1,00			
3. Maiden luokitus HHk- ja KHt -aineksen mukaan <i>Classification based on the amount of middle sand and fine sand in the soil</i>	0,19*	-0,11	1,00		
4. Maiden luokitus lajittuneisuusasteen (S ₀) mukaan <i>Classification based on the sorting (S₀) of the soils</i>	0,05	0,00	0,58**	1,00	
5. Maiden luokitus yhtäläisyysverranteilla <i>Classification based on the similarity coefficients of the soils</i>	0,16	0,20*	0,83***	0,36***	1,00

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksen koeala-aineisto keskittyy valtakunnan metsien kuudennen inventoinnin aineistosta Länsi-Lapista valittuihin metsiköihin, joihin puuntuotoksen tutkimussuunta on perustanut pysyviä koealoja. Maalajeista yleisin on hiekkamoreeni. V i r k k a l a n (1969) mukaan yleisin maamme moreeneista on hietamoreeni, ja hiekkamoreeni on vasta toiseksi yleisin. Nyt tutkitun ja V i r k k a l a n aineiston ero johtuu siitä, että tämän tutkimuksen näytteet otettiin vain maan pintakerroksesta (5–15 cm), jossa hienon aineksen osuus saattaa olla pienempi kuin syvemmällä maassa (ks. J a u h i a i n e n 1969, s. 71). Lisäksi voidaan olettaa geologisesti vanhoilla mailla tapahtuneen ainakin jonkin verran hienoimman aineksen huuhtoutumista. Näin voidaan olettaa käyneen tämän tutkimuksen korkeimmissa, vaaran rinteillä sijaitsevilla metsiköissä. K u j a n s u u (1967, s. 18) on todennut Länsi-Lapin kumpumoreenien sisältävän runsaasti melko karkeaa ainesta ja olevan usein pitkälle lajittuneita. Sama ilmiö näkyy mm. eräissä tämän aineiston Rogen-tyyppi-

sissä moreeneissa. Kuusikot sijaitsevat Pohjois-Suomessa yleensä hienojakoisemmillä mailla kuin männiköt (esim. L ä h d e 1974). Tämän aineiston mukaan hienon ja karkean hiedan (0,06 mm) raja-arvoa hienompia lajitteita on kuusikoissa n. 30 %, mutta männiköissä vain n. 20 %. Sekametsiköiden lajitekoostumus vastaa V i r k k a l a n (1969, kuva 3) esittämää Suomen moreenien keskimääräistä koostumusta.

Eri puulajien vallitsevat metsiköt jakaantuvat tasaisesti kivisyysluokkiin. Metsätyyppienkään esiintymiseen ei kivisyydellä ole merkitystä. Myös V i r o n (1958, s. 25) mukaan eri metsätyypit, Pyrola-tyyppiä lukuunottamatta, esiintyvät sekä vähäkivisillä että hyvinkin kivisillä mailla.

Orgaanisella aineksella on huomattava vaikutus kivennäismaan vesi- ja ravinneta-louteen (A a l t o n e n 1940, s. 46–70, T r o e d s s o n ja N y k v i s t 1973, s. 120–153). Yleensä kivennäismaan orgaanisen aineksen määrä on melko pieni. Tutkittussa aineistossa sen osuus on keskimäärin 3 %, mutta se on kuusikoissa suurempi kuin

männiköissä. Samoin maan vesipitoisuus ja myös hienoimpien laitteiden osuus on suurin kuusikoissa. Hienojen laitteiden osuus selittääkin maan vesipitoisuutta voimakkaasti. Riippuvuus on voimakkain männiköissä. Vesipitoisuuden ja orgaanisen aineksen määrän välillä on myös voimakas positiivinen riippuvuus.

Aaltosen (1941, s. 23), Jaahiaisen (1969, taulukko 7 ja 8) sekä Lähteen ja Mutkan (1974) mukaan hienojakoista maalajia vastaa yleensä ohut A-horisontti. Tämä ilmiö esiintyy myös nyt tutkitussa aineistossa. Joillakin koelajoilla, joissa oli runsaasti hienoja laitteita ja joissa pohjavesi yletyi lähes maanpintaan asti, A-horisontti oli niin ohut ja epäselvä, että sitä oli vaikea erottaa. Tällaisia maita toteaa myös Aaltonen (1951, s. 72) löytyvän. Soistuneilla mailla esiintyy joissakin kohteissa humuspodsolia, mutta yleisin maannos on rautapodsoli. Aaltonen (1935, s. 104) on todennut myös A-horisontin ohentuvan siirryttäessä geologisesti nuorilta mailta vanhoille. Kun B-horisontti syntyy ensin syvemmällä ja kasvaa maan vanhetessa vähitellen ylöspäin, A-horisontti ohenee vastaavasti. Maan geologista ikää voidaan luonnehtia mm. maan kohoamisesta johtuen sen korkeudella merenpinnasta. Tutkitussa aineistossa ei esiinny selvää riippuvuutta koemetsikön sijaintikorkeuden ja A-horisontin paksuuden välillä. Maalajien aiheuttama horisontin paksuusvaihtelu ilmeisesti peittää korkeuserojen aiheuttaman vaihtelun. Aaltosen (1941, s. 29) mukaan humuskerros paksunee karkeista maista hienojakoisempiin päin. Vastaavaa riippuvuutta ei voida tässä aineistossa selvästi todeta.

Koska lajitekoostumus vaikuttaa moniin maan ekologisiin ominaisuuksiin, voidaan olettaa, että sillä on vaikutusta myös kasvipeitteeseen (esim. Lakanen ym. 1970 ja Viro 1962). Kasvilajien peittävyys ja maan lajitekoostumuksen välisiä riippuvuuksia ei Suomessa ole riittävästi tutkittu. Tässä tutkimuksessa todetut korrelaatiot maan lajitekoostumuksen ja kasvilajien tai lajiryhmien välillä ovat monessa tapauksessa heikkoja. Tämä johtuu mm. siitä, että yhdellä luvulla esitetty lajitekoostumus kuvaa riittämättömästi maan ominaisuuksia. Toisaalta ilmaston ja maaston topografia aiheuttavat kasvien esiintymisvaihtelua tietyllä

maalajilla. Voimakasta vaihtelua aiheuttaa myös metsien käsittely, johon tässä työssä ei ole voitu kiinnittää huomiota. Lajitekoostumustutkimukset koskevat sitä paitsi vain maan 5–15 cm paksua pintaosaa, vaikka sitä syvemmällä olevan maan ominaisuudet vaikuttavat osaltaan kasvupaikkatekijöihin.

Kasvilajien ja -lajiryhmien sekä maan ominaisuuksien välinen riippuvuus on päähavupuulajeilla erisuuntainen. Puulaji vaikuttaa kasvipeitteeseen todennäköisesti pienilmaston välityksellä. Niinpä kuusikon karkealajitteinen maa voi olla kosteusuhteiltaan edullisempi kasvilajille, joka männikössä esiintyy yleensä hienompilajitteisella maalla ja päinvastoin. Johtopäätösten tekeminen kasvupaikan laadusta ei voi siis tapahtua pelkästään pintakasvillisuuden perusteella, kun eri puulajien vallitsemisessa metsikössä käytetään samoja luokitusperusteita.

Esim. mustikan ja puolukan keskinäinen riippuvuus on erilainen männiköissä ja kuusikoissa. Männiköissä mustikan yleistymisen lisää puolukan esiintymistä, mutta kuusikoissa vähentää sitä. Vastaava ilmiö havaitaan, kun tarkastellaan eri kasvilajien ja -lajiryhmien riippuvuutta maan lajitekoostumuksen osakomponenteista. Sekametsiköissä riippuvuudet ovat samansuuntaisia, mutta eroja esiintyy jälleen männiköiden ja kuusiköiden välillä.

Varpuja näyttää esiintyvän sitä runsaammin mitä enemmän maassa on karkeita lajitteita. Hienon soran ja hiekan osuuden suuretessa varpujen määrä lisääntyy kuusikoissa, mutta vähenee männiköissä. Kuusikoissa varpuja kasvaa eniten sellaisella maalalla, missä on runsaasti hiekkaa. Mitä enemmän maassa on hienoja lajitteita sitä runsaammin esiintyy heiniä ja saroja.

Sammalet ja jäkälät käyttäytyvät eri tavoin. Hienojen laitteiden runsauteen sammalet reagoivat positiivisesti ja jäkälät lievästi negatiivisesti. Hienon soran ja hiekan määrään nähden suhteet ovat päinvastaiset.

Koemetsiköiden puusto on hyvin erikikäistä. Se saattaa osittain johtua metsien käsittelystä. Puiden pituuserosta johtuva porrastus on Lapin metsille ominaista. Se vaikuttaa puustoon perustuvaa kasvupaikkaluokitusta. Suurin ongelma on kuusikoissa, jotka ovat yleensä kehittyneet alikasvoksista. Luokiteltaessa metsikkö vanhan ja nuoren puujakson mukaan päädytään ristiriitaisiin tuloksiin. Yli-ikäisten metsiköiden kasvu-

paikkaluokittelu puuston perusteella on epäilemättä epätarkkaa. Pituusbonitointia on arvosteltu myös sillä perusteella, että valta-
puiden kehitykseen vaikuttavat voimakkaasti
esim. harsinnan luonteiset hakkuut tai muut
poikkeukselliset käsittelyt.

Yhtäläisyysverran tehty kasvillisuus-
luokitus ei korreloi selvästi minkään muun
luokituksen kanssa. Osittain tämä johtune-
e jo aiemmin esitetystä hajontaa aiheuttavista
tekijöistä, joita käytetyt luokitukset eivät
ota huomioon. Toisaalta voidaan asettaa ky-
seenalaiseksi, miten hyvin käytetyt luokitus-
menetelmät soveltuvat tämännäyttyypiseen tut-
kimukseen. Luokiteltaessa kasvillisuus yhtä-
läisyysverran tehtailla (esim. J a l a s 1962) to-
detaan, että koalat asettuvat kutakuinkin
maastossa arvioitujen metsätyyppien mukai-
seen järjestykseen. Tätäkin luokitusta voitai-
siin tarkentaa tekemällä kutakin koalaa
kohti enemmän kasvipeiteanalyysjä, suu-
rentamalla ruutujen kokoa jne.

Maan lajitekoostumuksen osalta tuottaa
vaikeuksia löytää lukuarvoja, jotka kuvai-
vat riittävän täydellisesti maan ominaisuuksia.
Lisäksi voidaan asettaa kyseenalaiseksi,
miten paljon pelkkä lajitekoostumus yleensä
kään riittää säätämään pintakasvillisuuden
kehitystä tietyksi kasvupaikkatyypiksi
(ks. A a l t o n e n 1941, T e i v a i n e n
1952, U r v a s ja E r v i ö 1974).

Normaalitapauksessa metsikön puusto ku-
vaa hyvin kasvupaikan viljavuutta. Puuntuo-
toksessa yhtyvät silloin ilmaston, maan vilja-
vuuden ja vesitalouden vaikutukset. Ongel-
mana on, kuten tämäkin tutkimus osoittaa,
että tietyt metsikköön kohdistuvat toimen-
piteet heikentävät puustoluokittelun luote-
tavuutta. Metsikön historia, jopa syntytapa,
vaikuttaa huomattavasti bonitoinnin tulok-
seen, koska aikatekijä vaihtelee eri tavoin
syntyneissä puustoissa. Kaikki tekijät, jotka
vaikuttavat metsikön pituuskehitykseen, sen
tasoon ja ajallisiin muutoksiin, vaikuttavat
pituusbonitoinnissa myös suoranaisesti luok-
itukseen.

Metsiköiden sisäinen pituusvaihtelu on
Pohjois-Suomen metsissä suuri. Aaria koh-
den yhden paksuimman puun pituuden sel-
vittäminen iän ohella ei siksi riitä. Vastaa-
vaan tulokseen ovat tulleet ruotsalaiset
F r i e s (1974) ja E b e l i n g (1978).
Puustoluokitusta olisi kehitettävä ja selven-
nettävä, jotta koalamittauksissa saavutetta-

siin edustava otos metsikön pituusvaihtelus-
ta.

Suomessa tällä hetkellä sovellettavat pi-
tuusbonitoitikäyrästöt nojautuvat Ruotsissa
saavutettuihin kokemuksiin. Tästä syystä ne
ovat sovellutuskelpoisia lähinnä Etelä-Suo-
men metsissä. Varsinkin Pohjois-Suomen
kuusikoiden pituuskehitys poikkeaa käytet-
ävissä olevista taulukoista. Pituusboniteetti-
luokkien tuotosodotukset ovat kuusella to-
dennäköisesti liian suuret. Vastaavaan käsi-
tykseen on tullut E b e l i n g (1978) Poh-
jois-Ruotsin heikoilla kasvupaikoilla.
H ä g g l u n d i n (1974) mukaan Poh-
jois-Ruotsissa pituusbonitoinnin soveltuvuus
on vain 30 % metsämaan alasta, ja samaa
suuruusluokkaa voitane soveltaa Lapissakin.
Puuston mukainen luokittelu on herkkä
metsien aiemmalle käsittelylle aina metsän
syntyhistoriaan saakka. Sen vuoksi luokitus-
tavaltaan yksinkertaiseen ja helppoon valta-
pituusbonitointiin on suhtauduttava kriitti-
sesti. Se ilmaisee kyllä selkeästi puuston ny-
kytilan, mutta kasvupaikan todellisesta vil-
javuudesta se voi antaa harhauttavan käsityk-
sen.

Kasvupaikkaluokkien jako karukko-, kui-
viin, kuivahkoihin, tuoreisiin ja lehtomai-
siin kankaisiin muodostaa ravinteisuussarjan.
Ravinteisuuden vaikutusta puuntuotok-
kyyn täydentää ja muuttaa maan vesitalous.
Todennäköisesti Pohjois-Suomessa esiintyy
tuoreitten kankaitten joukossa sekä hyvä-
tuottoisia että selvästi vajaatuottoisia kasvu-
paikkoja. Viimeksimainitut lienevät topo-
grafialtaan ja maan vedenläpäisyominaisuuksil-
taan puunkasvatuksen kannalta epäedullisia,
mikä ilmenee mm. kunttaantumisenä
(L ä h d e 1974). Tämä otetaan huomioon
käytännön inventointityössä siten, että lievä
kunttaisuus alentaa veroluokkaa yhdellä ja
paksu kunttaisuus kahdella yksiköllä.

Koko kasvupaikkatyypin sarjaa tarkas-
teltaessa puuntuotokky kohoaa aina tuorei-
siin kankaisiin saakka. Tuoreiden kankaiden
osalta riippuvuuden muoto puuston ja mui-
den luokitustekijöiden suhteen ei kuitenkaan
ole aina lineaarinen, kuten nyt käytetyissä
analyysissä on oletettu, vaan kysymys voi
useissa tapauksissa olla käyräviivaisesti tietyn
optimiarvon saavuttavasta riippuvuudesta.
Tätä riippuvuuden muotoa on jatkotutki-
muksissa selvitettävä. Vasta sen jälkeen voi-
daan tehdä riippuvuussuhteiden kvantitatiiviset
määrittelyt.

5. KIRJALLISUUS

- AALTONEN, V.T. 1933. Über die postglazialen natürlichen Veränderungen des Waldbodens in Finnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 18(4):1–22.
- 1935. Zur Stratigraphie des Podsolprofils I. *Commun. Inst. For. Fenn.* 20(6):1–150.
- 1940. Metsämaa. 615 s. Porvoo. WSOY.
- 1941. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. Referat: Die finnischen Waldböden nach den Erhebungen der zweiten Reichswaldschätzung. *Commun. Inst. For. Fenn.* 29(5):1–62.
- 1951. Soil formation and soil types. A general handbook on the geography of Finland. *Fennia* 72:65–73.
- AARTOLAHTI, T. 1973. Morphology, vegetation and development of Rokuanvaara, an esker and dune complex in Finland. *Fennia* 127:1–53.
- CAJANDER, A.K. 1949. Metsätyypit ja niiden merkitys. *Forest Types and Their Significance.* *Acta For. Fenn.* 56:1–69, 1–71.
- EBELING, F. 1978. Funderingar kring bonitetsbegreppet. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 3:225–254.
- FRIES, J. 1974. Praktisk bonitering. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 5–6:551–563.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. *Acta Agr. Fenn.* 122:1–122.
- GRANLUND, E. & WENNERHOLM, S. 1934. Sambandet mellan moräntyper samt bestånds- och skogstyper i Västerbottens lappmarker. *Sveriges Geologiska Undersökning.* 28(4):1–65.
- HEINO, R. 1977. Ilmasto-oloista Suomessa 1961 . . . 1975 verrattuna normaalikauteen 1931 . . . 1960. Helsinki. Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja n:o 33:1–36.
- HÄGGLUND, B. 1974. Bonitering. Framtidsskogen – Skogsproduktionens mål och medel. Institutionen För Skogsproduktion. *Rapporter och Uppsatser* 33:204–213.
- HÄMET-AHTI, L., JALAS, J. & ULVINEN, T. 1977. Suomen alkuperäiset ja vakiintuneet putkilokasvit. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 44:1–77.
- ILVESSALO, Y. 1933. Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla. Summary: Occurrence of forest types on the different soils. *Commun. Inst. For. Fenn.* 18(5):1–36.
- JAUHIAINEN, E. 1969. On soils in the Boreal coniferous region. Central Finland – Lapland – Northern Poland. *Fennia* 98(5):1–123.
- JALAS, J. 1962. Yhtäläisyysverranneiden hyväksikäytöstä metsäkasvillisuustutkimuksissa. *Luonnon tutkija* 66:3–13.
- KALLIOLA, R. 1973. Suomen kasvimaantiede. 308 s. Porvoo. WSOY.
- KOPONEN, T., ISOVIITA, P. & LAMMES, T. 1977. The bryophytes of Finland: An annotated checklist. *Flora Fennica* 6:1–77.
- KUJALA, V. 1938. Metsätyyppien paralleelisuudesta. Referat: Über die Parallelität der Waldtypen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 27(1):1–17.
- KUJANSUU, R. 1967. On the deglaciation of Western Finnish Lapland. *Bull. Comm. Geol. Finl.* 232:1–98.
- LAKANEN, E., SILLANPÄÄ, M., KURKI, M. & HYVÄRINEN, S. 1970. Maan viljavuustekijöiden keskinäiset vuorosuhteet maalajeittain. Summary: On the interrelations of pH, calcium, potassium and phosphorus in finnish soil tests. *Maatal. tiet. aikak.* 42:59–67.
- LÄHDE, E. 1973. Metsämaan ominaisuudet ja männyn taimistojen kunto Pohjois-Suomessa. Summary: The qualities of forest soils and the condition of pine plantations in Northern Finland. *Lapin Tutkimusseura, vuosikirja* 1973:5–10.
- 1974. The effect of grain-size distribution on the condition of natural and artificial sampling stands of Scots pine. *Commun. Inst. For. Fenn.* 84(3):1–23.
- & MUTKA, K. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in Northern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 83(3):1–53.
- MANNINEN, P. 1974. Tilastotiedettä yhteiskuntatieteilijöille. 335 s. Hämeenlinna. Karisto.
- MATISTO, A. 1969. Kivilajikartan selitys, lehti B 8, Enontekiö. Suomen Geologinen Yleiskartta. 78 s. Helsinki.
- MATTILA, S. 1969. Tilastotiede II. 174 s. Helsinki. KY:n Kirja- ja Paperikauppa.
- MIKKOLA, E. 1941. Kivilajikartan selitys, lehdet B7–C7–D7. Muonio – Sodankylä – Tuntisajoki. Suomen Geologinen Yleiskartta. 286 s. Helsinki.
- OKKO, V. 1944. Moränenuntersuchungen im westlichen Nordfinnland. *Bull. Comm. Geol. Finlande* 131:1–46.
- Pohjois-Suomen maaperäkarta 1961. (Laatineet E. Hyypä ja S. Penttilä). Helsinki. Geologinen Tutkimuslaitos.
- SAURAMO, M. 1939. The mode of the land up-

- heaval in Fennoskandia during late-quaternary time. *Fennia* 66(2):1-23.
- SEPPÄLÄ, M. 1971. Evolution of eolian relief of the Kaamasjoki-Kiellajoki river basin in Finnish Lapland. *Fennia* 104:1-88.
- SIMONEN, A. 1964. Kallioperä. Teoksessa: K. Ränkama (toim.) Suomen geologia. 49-124. Helsinki. Kirjayhtymä.
- SOVERI, V. 1964. Maalajit ja niiden käyttö. K. Ränkama (toim.) Suomen geologia. 333-376. Helsinki. Kirjayhtymä.
- SÖYRINKI, N., SALMELA, R. & SUVANTO, J. 1977. Oulangan kansallispuiston metsä- ja suokasvillisuus. Summary: The forest and mire vegetation of the Oulanka national park Northern Finland. *Acta For. Fenn.* 154:1-150.
- TEIVAINEN, L. 1952. Pohjois-Suomen tuoreiden kangasmetsien kasvillisuudesta. Referat: Über die Vegetation der Mischen Heidewälder in Nord Finnland. *Ann. Bot. Soc. Fenn. 'Vanamo'* 25(2):1-168.
- TROEDSSON, T. & NYKVIST, N. 1973. Marklära och markvård. 402 s. Stockholm. Almqvist & Wiksell.
- URVAS, L. & ERVIÖ, R. 1974. Metsätyyppin määritys maalaajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Abstract: Influence of the soil type and the chemical properties of soil on the determining of the forest type. *Maatal. tiet. Aikak.* 46:307-319.
- VIRKKALA, K. 1969. Suomen moreenien rakeisuusluokitus. Summary: Classification of Finnish tills according to grain size. *Terra* 81(3):273-278.
- VIRO, P.J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. *Commun. Inst. For. Fenn.* 40(3):1-8.
- 1958. Suomen metsämaiden kivisyydestä. Summary: Stoniness of forest soil in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 49(4): 1-45.
- 1962. Forest site evaluation in Lapland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 55(9):1-14.
- VUOKILA, Y. 1971. Harvennusmallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille. Summary: Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. *Folia For.* 99:1-18.

6. SUMMARY

The interdependence between stand vegetation and certain physical properties of the soil, and the correlation between classifications based on the ground vegetation, particle-size distribution of the mineral soil and dominant height average of the tree stand are examined in the study.

The stands used in the study are situated in the western part of North Finland lying approx. between latitudes 66° and 68° and longitudes 23° and 28°. The height above sea level varied from 110–300 m (Fig. 2).

The study material consists of 39 experimental stands, three circular sample plots, with a radius of 9,78 m, being measured in each stand. Each plot was situated at a distance of 40 m from each of the other two. The ground vegetation (species and their coverage-%) in four sample blocks, 0,25 m² in size, was measured in each circular sample plot. The sample blocks were situated at the four points of the compass at a distance of 5 m from the center of the sample plot. Soil samples were taken at a distance of 0,5 m to the north of each sample block. Mineral soil samples, approx. one liter in size, were taken at a depth of 5–15 cm. The thickness of the humus and A-horizons at each sampling point was also measured. The particle-size distribution, moisture content and organic matter content of the samples were determined. Stoniness was determined by pressing a metal rod into the ground at regular intervals (cf. V i r o 1952).

The stands were grouped together according to the dominant tree species. Stands were considered to be pure if at least 90 % of the stems were of the same tree species. The remaining stands were considered to be mixed stands. The majority of the stands were Scots pine stands (21). There were only 4 Norway spruce stands and 14 mixed stands. The stands are described in detail in Tables 1 and 2.

According to the results, spruce stands in North Finland generally grow with a higher content of fine particles than those where pine stands are growing. Fine sand and particles finer than this (< 0,06 mm) represented 30 % of the mineral soil in spruce stands and 20 % in pine stands, on an average. The proportion of organic matter in the mineral soil is to some extent higher in spruce stands than in pine stands. The moisture content showed a similar trend. The proportion of fine fractions in the mineral soil explained very well the moisture content of the soil. Soils with a lot of fine material were also characterized by a thin A-horizon.

The correlations between the particle-size distribution of the soil and the plant species or species groups were in most cases low. It is very difficult to depict the particle-size distribution by means of a single

parameter. One interesting fact revealed by the results is that the dependence between the plant species and species groups and the particle-size distribution parameter is usually different in stands dominated by different tree species. For instance, the dependence between *Vaccinium myrtillus* and *V. vitis-idaea* is different in pine stands and spruce stands. Dwarf shrubs appeared to be more abundant, the greater the amount of large particles in the soil. As the proportion of fine gravel and sand increases, the number of dwarf shrubs in spruce stands also increases, while in pine stands it decreases. The dependence of herbs and grasses is quite the opposite with respect to the coverage of dwarf shrubs. The greater the proportion of fine fractions in the soil, the greater the amount of herbs and grasses. The ratios for mosses and lichens are also inversely proportional to each other. Mosses react positively to a high proportion of fine fractions and lichens negatively.

When the vegetation is classified by the similarity coefficients, it can be seen that the sample plots follow to some extent the order in which the forest site types were estimated to be in the field. As far as the particle-size distribution of the soil concerned, it is difficult to find values which could be used to describe the properties of the soil sufficiently well.

In a normal case, the trees in a stand give a very accurate picture of the fertility of a site. The effects of climate and the water status and fertility of the soil are combined and manifest themselves in the stand. This study shows that certain types of cutting affect adversely site classification made on the basis of the tree stand. This problem is at its greatest in spruce stands, the development of which has presumably started from the undergrowth stage. The variation in height within the stand is rather large. This is the reason why the determination of the height of the thickest tree per 100 m², in addition to the age, is not sufficient for drawing up a reliable classification system. Although classification based on dominant height is simple and easy to carry out, it should be regarded in a rather critical light.

Spruce stands in North Finland are mainly to be found on moist, fertile sites. However, their wood production is, from the point of view of the potential fertility of such sites, poor. The most probable reason for this is the excessive amount of water in the soil. In present-day naturally regenerated stands of North Finland, wood production clearly decreases on moving from dryish mineral soil sites to extremely moist mineral soil sites. The dependence between the tree stand and other classifying parameters is obviously curvilinear. The quantitative determination of such dependence requires, however, further study.

ODC 181.3:114.1:(480.99)
ISBN 951-40-0406-X
ISSN 0015-5543

SEPPONEN, P., LÄHDE, E. & ROIKO-JOKELA, P. 1979. Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. Summary: On the relationship between the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland. *Folia For.* 402:1-31.

The material consisted of 39 stands grouped according to the dominant tree species. The results show that in certain cases the dependence between soil properties and plant species and species groups are different in pine stands and in spruce stands. Comparison of the classification is made more difficult, above all, by the fact the development of the trees in spruce stands differs from that in pine stands when moving from soils with a low proportion of fine fractions to sites with a higher proportion.

Authors' addresses: Lähde: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17. Roiko-Jokela and Sepponen: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi 30

ODC 181.3:114.1:(480.99)
ISBN 951-40-0406-X
ISSN 0015-5543

SEPPONEN, P., LÄHDE, E. & ROIKO-JOKELA, P. 1979. Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. Summary: On the relationship between the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland. *Folia For.* 402:1-31.

The material consisted of 39 stands grouped according to the dominant tree species. The results show that in certain cases the dependence between soil properties and plant species and species groups are different in pine stands and in spruce stands. Comparison of the classification is made more difficult, above all, by the fact the development of the trees in spruce stands differs from that in pine stands when moving from soils with a low proportion of fine fractions to sites with a higher proportion.

Authors' addresses: Lähde: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17. Roiko-Jokela and Sepponen: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi 30

ODC 181.3:114.1:(480.99)
ISBN 951-40-0406-X
ISSN 0015-5543

SEPPONEN, P., LÄHDE, E. & ROIKO-JOKELA, P. 1979. Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. Summary: On the relationship between the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland. *Folia For.* 402:1-31.

The material consisted of 39 stands grouped according to the dominant tree species. The results show that in certain cases the dependence between soil properties and plant species and species groups are different in pine stands and in spruce stands. Comparison of the classification is made more difficult, above all, by the fact the development of the trees in spruce stands differs from that in pine stands when moving from soils with a low proportion of fine fractions to sites with a higher proportion.

Authors' addresses: Lähde: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17. Roiko-Jokela and Sepponen: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi 30

ODC 181.3:114.1:(480.99)
ISBN 951-40-0406-X
ISSN 0015-5543

SEPPONEN, P., LÄHDE, E. & ROIKO-JOKELA, P. 1979. Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. Summary: On the relationship between the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland. *Folia For.* 402:1-31.

The material consisted of 39 stands grouped according to the dominant tree species. The results show that in certain cases the dependence between soil properties and plant species and species groups are different in pine stands and in spruce stands. Comparison of the classification is made more difficult, above all, by the fact the development of the trees in spruce stands differs from that in pine stands when moving from soils with a low proportion of fine fractions to sites with a higher proportion.

Authors' addresses: Lähde: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17. Roiko-Jokela and Sepponen: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi 30

- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyyppin kuusikossa.
Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.
Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja simensadon määrän mittauksista metsäpuilla.
Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975.
The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.
- No 366 Ryynänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä.
Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta.
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyysillä.
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen.
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Phelibia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.
Phelibia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- No 375 Metsätalostollinen vuosikirja 1977—1978.
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.
Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa.
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976.
Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa.
The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla.
Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta.
Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löyttyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhouista.
On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.

- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsite-
tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the
years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-
myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv.
1973—76 Suomessa.
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.),
in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio
Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoit-
tamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots
pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon.
The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn-
karisteen yhteydessä.
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic
on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen
taimien kehittymiseen taimitarhalla.
The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce
transplants in the nursery.
- No 395 Löytyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests
in forests of the Nordic Countries 1972—1976.
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boo-
rinpuutosalueella.
Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron
deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976
(1964—1973).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973)
by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana.
Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa
männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce
stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlan-
noitustutkimuksen seminaari 15.2.1979.
Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest
Research Institute symposium on forest fertilization research 15.2.1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon.
The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan
fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in
Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja
ominaisuudet.
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsi-
tyksestä.
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.