

KIVENNÄISMAAN RAEKON TUNNUKSISTA JA NIIDEN KÄYTTÖKELPOISUUDESTA ERÄIDEN MAAN OMINAISUUKSIEN KUVAAMISEEN

PENTTI SEPPONEN

SUMMARY:

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF MINERAL SOIL AND THEIR APPLICABILITY FOR DESCRIBING SOME SOIL PROPERTIES

Saapunut toimitukselle 1980-12-16

Artikkelissa tarkastellaan maan raecon tunnuksia ja havainnollistetaan niitä pienellä laboratoriokoeaineistolla. Laboratoriossa analysoitiin maan hienojen lajitteiden suhteellisen osuuden, lajittuneisuuden ja keskiraekoon vaikutusta sen kenttäkapasiteettiin ja kationinvaihtokapasiteettiin. Todettiin, että parhaiten molempia maan ominaisuuksia selittävät hienojen lajitteiden (alle 0,06 mm) suhteellinen osuus maanäytteessä ja näytteen keskiraekoko. Sen sijaan maan lajittuneisuustunnuksen käyttö todettiin ongelmallisemmaksi ja epävarmemmaksi.

1. JOHDANTO

Metsämaatieteellinen tutkimus on jo kauan kiinnittänyt huomiota maan raekokajakau- man merkitykseen keskeisenä ekologisenä tekijänä (esim. AALTONEN 1941a ja b, VIRO 1949 ja LÄHDE 1974). Käytännössä tyydytään useimmiten maalajin nimeämiseen. Maalajiluokituksia on useampia, mutta meillä käytetään metsätieteissä ATTERBERGIN (1912) luokitusta (myös AALTONEN ym. 1949). Maalaji edellytetään tunnettavaksi myös eräissä metsänhoidon ohjekirjeissä (ks. Ohjekirje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta 1978).

Metsätyypin suhdetta maalajiin on myös selvitetty, samoin eri kasvilajien ja lajiryhmien viihtymistä raekooltaan erilaisilla kivennäis- mailla (ILVESSALO 1933, AALTONEN 1941a, URVAS ja ERVIÖ 1974 ja SEPPONEN ym. 1979). Yleisenä toteamuksena on tällöin ollut, että sama metsätyyppi voi esiintyä monilla maalajeilla, joskaan eri metsä-

tyyppien maalajijakaumat eivät ole täysin yhtenevät, vaan kunkin metsätyypin esiintyminen painottuu raekooltaan erilaisille mailla. Tästä on seurauksena, että maan- muokkauksen yleistettyä metsän uudistami- sen toimenpiteenä ohjeisiin on jouduttu otta- maan maalaji metsätyypin lisämääreeksi.

Maan raecon ilmaisemiseen voidaan käyt- tää monenlaisia tunnuksia. Sen lisäksi, että nimetään maalaji tai eri lajitteiden suhteelliset osuudet esitetään taulukkona, voidaan käyt- tää keskiraekokoa, maan lajittuneisuutta ja raekokojakauman muotoa kuvaavia tunnuksia. Nämä ovat toistaiseksi olleet metsä- maatieteessä vähän käytettyjä, mutta sen sijaan yleisiä sedimentologiassa (ks. KUKAL 1971 ja SELLEY 1976). Karkeilla ja keski- karkeilla metsämailla on joissakin yhteyksissä katsottu alle 0,06 mm:n rakeiden suhteellisen osuuden maanäytteessä kuvastelevan hyvin maan ekologisia ominaisuuksia (esim.

LÄHDE 1974 ja SEPPONEN ym. 1979). On myös mahdollista, että hienojakoisille pelto- ja metsämailla soveltuvat parhaiten käytettä- väksi hieman erilaiset tunnuksiset kuin esi- merkiksi Pohjois-Suomen metsämailla, jotka ovat pääasiassa karkeita ja keskikarkeita (ILVESSALO 1933 ja VIRKKALA 1969).

Tässä julkaisussa luodaan katsaus eräisiin omaan raekokotunnuksiin. Niiden ekologista merkitystä pyritään havainnollistamaan tarkastelemalla pienessä laboratorioaineistos-

sa esiintyvää maan kenttäkapasiteetin ja kationinvaihtokapasiteetin riippuvuutta maan raecon tunnuksista.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori Erkki Lähde ja MH Päivi Hänninen tehden siihen useita varteen- otettavia korjausehdotuksia. Kuvat on piirtänyt puhtaaksi tutk.apul. Raimo Pikkupeura ja laboratoriotöissä on avustanut laborantti Raija Korhonen. Englanninkieliset osat on kääntänyt FM Leena Kaunisto. Kiitän arvok- kaasta avusta.

2. MAAN RAKEISUUSTUNNUKSISTA

Eräänä maan raecon tunnuksena on käy- tetty hienojen lajitteiden suhteellista osuutta. Tällöin voi raecon raja-arvo vaihdella riip- puen tarkastelualan yleisestä maiden raekokojakaumasta. Pohjois-Suomen metsä- mailla on usein käytetty 0,06 mm:n raja- arvoa, mutta joillakin hienojakoisempien metsämaiden alueilla saattavat pienemmät raja-arvot olla käyttökelpoisia. Hienojen lajitteiden osuus maanäytteen kokonaispai-

nosta kuvaakin epäilemättä melko hyvin maan ravinne- ja vesitaloutta, joskaan se ei ole läheskään ainoa mahdollinen raekokoa kuvaava tunnus. Eniten käytetty tapa on tietysti ilmoittaa näytteen maalaji. Tätä varten on useita erilaisia luokitusvaihtoehtoja, joista kaksi esitetään taulukossa 1.

Lajittuneisuusaste on ekologinen tekijä, jolla voi olla vaikutusta moniin maan ominai- suuksiin. Käytännössä on usein tyydytty jaka-

Taulukko 1. Alle 20 mm:n maalajitteiden raekokorajat agrogeologisessa (AALTONEN ym. 1949) ja geoteknisessä (VIRKKALA 1972) luokituksessa.

Table 1. Particle size limits for soil particles under 20 mm used in agrogeological (AALTONEN et al. 1949) and geotechnical (VIRK- KALA 1972) classifications.

AALTONEN, ym. (1949)		VIRKKALA (1972)	
	(mm)		
Sora (Sr)	20–2	Sora (S)	
Gravel		Gravel	
Karkea hiekka (KHk)	0,6–2	Karkea hiekka (KHk)	
Coarse sand		Coarse sand	
Hieno hiekka (HHk)	0,6–0,2	Keskikarkea hiekka (KkHk)	
Sand		Medium coarse sand	
Karkea hieta (KHt)	0,2–0,06	Hieno hiekka (HHk)	
Fine sand		Fine sand	
Hieno hieta (Hht)	0,06–0,02	Karkea siltti (KSi)	
Finer finesand		Coarse silt	
Karkea hiesu (KHs)	0,02–0,006	Keskikarkea siltti (KkSi)	
Coarse silt		Medium coarse silt	
Hieno hiesu (Hhs)	0,006–0,002	Hieno siltti (HSi)	
Finer silt		Finer silt	
Savi (S)	< 0,002	Saves (Sa)	
Clay		Clay	

maan maat karkeasti moreenimaihin ja lajittuneisiin maihin, mutta tarkempikin lajittuneisuuden määrittäminen on verrattain yksinkertaista, jos käytettävissä on maan lajitekoostumustiedot. Eräs tapa on laskea lajittuneisuutta kuvaava indeksi (S) maalajitteiden suhteellisten osuuksien perusteella seuraavaa kaavaa käyttäen (SINDOWSKI 1938):

$$S = \frac{H + A - R}{100}, \text{ jossa}$$

H = runsaimman lajitteen suhteellinen osuus (%),

A = H + edellinen + seuraava lajite,

$$R = 100 - H.$$

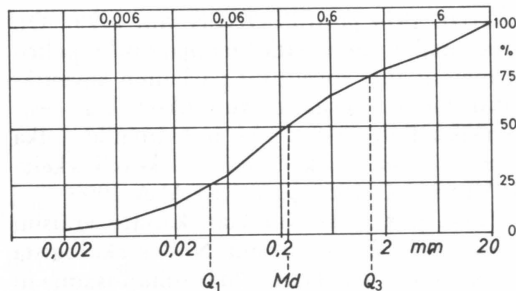
Kun $H \rightarrow 100\% \Rightarrow S \rightarrow 2$ ja lajittuneisuuden aste on tällöin suurin mahdollinen. Luonnossa ei näin lajittuneita maalajeja tietenkään esiinny, vaan mainitut lukuarvot on ymmärrettävä lähinnä raja-arvoiksi. Tässä laskennassa käyttökelpoisimpia lajitteiden raja-arvoja ovat taulukossa 1 esitetyt agrogeologisen luokituksen arvot.

Rakeisuutta kuvaavia tunnuksia voidaan lukea kätevästi summafrekvensikäyrältä, joka piirretään maalajitteiden suhteellisia osuuksia kuvaavien prosenttilukujen perusteella puolilogaritmiseen koordinaatistoon. Esimerkki tällaisesta käyrästä on esitetty kuvassa 1 ja se kuvaa Suomen moreenien keskimääräistä raekoostumusta VIRKKALAN (1969) mukaan. Tällaiselta käyrältä pystytään määrittämään lajittuneisuusaste lukemalla yläkvartiili- ja alakvartiiliraekokoarvot (kuvassa Q_3 ja Q_1) ja laskemalla lajittuneisuus (S_0) niistä seuraavalla kaavalla (ks. esim. SEPPÄLÄ 1971):

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

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

Laboratoriossa tutkittiin 36 maanäytettä. Näytteet oli ennen tätä tutkimusta seulottu 2 mm:n seulalla, joten sitä suuremmat maaraakeet niistä puuttuivat. Näytteistä 19 oli peräisin lajittuneesta maa-aineksesta ja loput moreenimaista. Seulonnalla ja näytteiden



Kuva 1. Esimerkki kumulatiivisesta rakeisuuskäyrästä: Suomen moreenien keskimääräinen rakeisuuskäyrä VIRKKALAN (1969) mukaan ja eräiden rakeisuustunnusten määrääntyminen.

Fig. 1. Example of cumulative particle-size curve: the average particle size curve of the type of moraines found in Finland according to VIRKKALA (1969) and definition of some particle size characteristics.

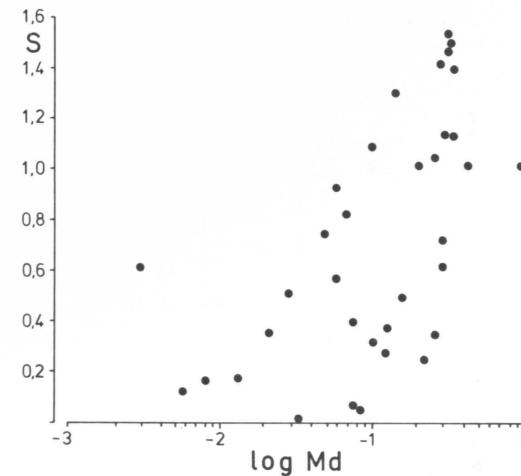
Mitä pienemmän arvon S_0 saa, sitä lajittuneempaa 1. tasaraakeisempaa maa siis on. Joskus on lajittuneisuusastetta (esim. VIRKKALA 1969) kuvaamaan käytetty myös $d_{60} : d_{10}$ -suhdetta ($d_{60} = 60\%$ akselin ja rakeisuuskäyrän leikkauspistettä vastaava raekoko ja d_{10} luetaan samoin käyttäen 10 % akselia).

Rakeisuuskäyrältä saadaan kätevästi myös maanäytteen raekoon mediaaniarvo (Md) lukemalla 50 prosentin akselin ja rakeisuuskäyrän leikkauspistettä vastaava raekoko (ks. kuva 1). Maanäytteen raekoon keskilukuna se saattaa joissakin tapauksissa yksinkin riittää kuvaamaan näytteen rakeisuutta.

Edellä esitetyt raekokotunnukset ovat erilaisia riippuen siitä, mitä maan raekokoa pidetään tarkastelun ylärajana. Seulonta ja liettoanalyysitulokset on mielekästä ilmoittaa alle 20 mm:n aineksesta, koska sitä suurempien maaraakeiden suhteellinen osuus on määritettävissä VIROn (1949 ja 1952) kehittämällä rassaumenetelmällä. Melko usein lajitteiden suhteellinen osuus esitetään alle 2 mm:n maa-aineksesta.

sekoituksella on hävitetty pääasiallisesti maan luonnollinen struktuuri, joka luonnossa myös – tekstuuriin ohella – vaikuttaisi käsiteltäviin maan ominaisuuksiin.

Tutkittujen näytteiden sijoittuminen lajittuneisuuden (S) ja keskiraekoon (Md)



Kuva 2. Tutkittujen näytteiden jakautuminen keskiraekoon (Md) ja lajittuneisuuden (S) muodostamaan koordinaatistoon.

Fig. 2. Plot of average particle size (Md) against soil sorting (S).

muodostamaan puolilogaritmiseen koordinaatistoon on esitetty kuvassa 2. Hienojakoisimmassa maanäytteessä saveslajitteen osuus oli 42 painoprosenttia ja vastaavasti karkeajakoisimmassa maanäytteessä karkean hiekan (0,6–2 mm) osuus 66 painoprosenttia näytteen kuivapainosta.

Maan lajitekoostumus on määritetty ELOSEN (1971) esittämällä liettoanalyysimenetelmällä. Maan kationinvaihtokapasiteetti määritettiin 10 g:n näytteestä kuivaa

maata ja tulos ilmoitetaan milliekvivalentteina (me) 100 g:ssa kuivaa maata (ks. KAILA 1971). Kenttäkapasiteetin määrittämiseksi punnittiin 100 g kuivaa maata suppiloon asetetulle suodatinpaperille. Suppilo sijoitettiin Erlenmeyer-pulloon siten, että ylimääräinen, näytteeseen pidättymätön vesi kerääntyi siihen. Maanäytteeseen kaadettiin 100 ml vettä ja sen annettiin valua näytteen läpi n. 16–18 tuntia. Suppilo peitettiin haihdunnan estämiseksi kellolasilla. Pulloon valunut vesi mitattiin ja sen perusteella laskettiin näytteeseen pidättyneen vesimäärä, jonka osuus ilmoitetaan prosentteina maanäytteen kuivapainosta.

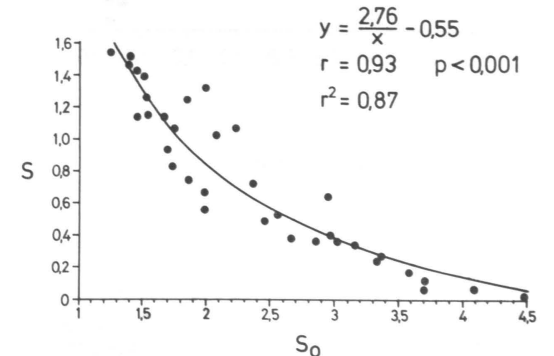
Kenttäkapasiteetin ja kationinvaihtokapasiteetin riippuvuutta rakeisuustunnuksista tutkittiin regressioanalyysin avulla. Maan keskiraekokoon tehtiin ennen aineiston käsittelyä logaritmuunnos (kantaluokuna 10). Maan raekokotunnuksina käytettiin edellisessä luvussa esiteltyjä tunnuslukuja.

Maan kenttä- ja kationinvaihtokapasiteetin vaikuttavat tietysti myös muut tekijät kuin raekokojakauma. Sellaisia ovat esimerkiksi maan orgaaninen aines ja maan struktuuri sikäli kuin se ei ole seulonnassa täysin eliminoitunut. Niiden tarkastelu ei kuulu kuitenkaan tähän esitykseen. Myös kenttä- ja kationinvaihtokapasiteetin määrittäminen vaikuttaa tuloksiin. Tässä on menetelmät pyritty valitsemaan siten, että tuloksissa näkyi juuri maan tekstuuriin vaikutus näihin tunnuksiin.

4. TULOKSET

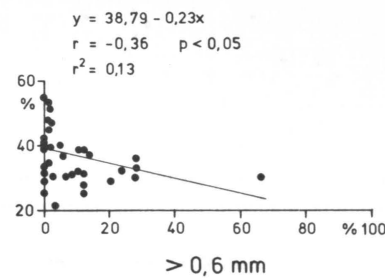
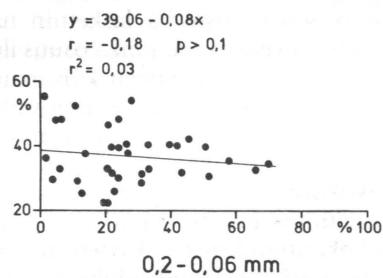
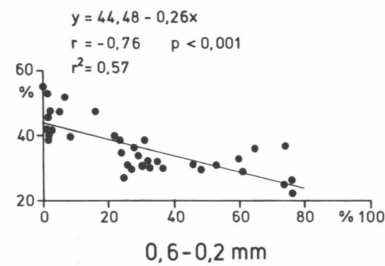
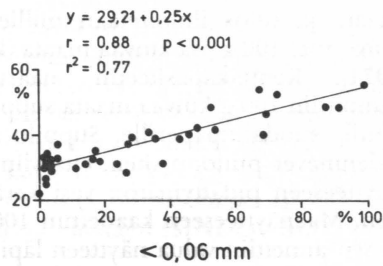
Maan lajittuneisuusastetta kuvaavien tunnusten keskinäinen riippuvuus tässä aineistossa on esitetty kuvassa 3. Siitä näkyy, että joskin kahdella eri tavoin määritetyllä tunnuksella on selvä korrelaatio, se ei kuitenkaan ole täydellinen, vaan hajontaa esiintyy. Riippuvuus ei ole myöskään lineaarinen, vaan kuvassa esitetty käyräviivainen tasoitus antaa parhaan selityksasteen. Riippuvuuden muoto voidaan oikaista tekemällä S_0 -muuttujaan logaritmuunnos, jolloin saadaan regressioyhtälö: $S = 1,76 - 2,84 \log S_0$ ($r = 0,94$, $r^2 = 0,87$).

Kuvista 4 ja 5 ilmenee laboratoriossa mitatun maan kenttäkapasiteetin riippuvuus eräistä maan raekokotunnuksista. Selvin positiivi-



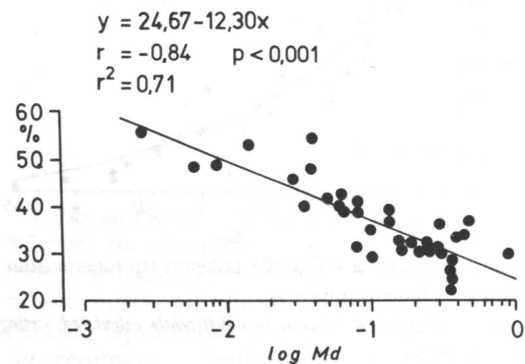
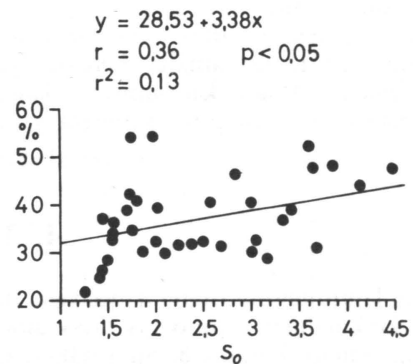
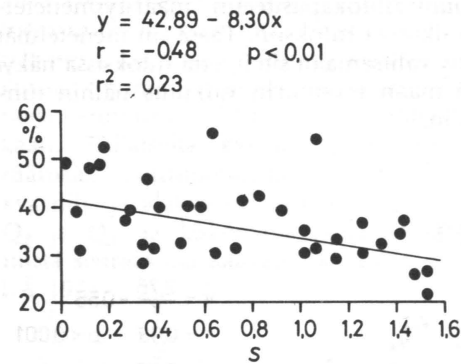
Kuva 3. Kahdella eri tavalla lasketun lajittuneisuusastuksen välinen riippuvuus.

Fig. 3. Correlation between two differently calculated sorting characteristics.



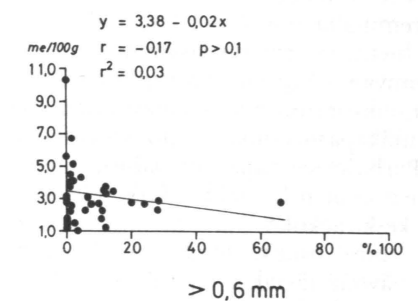
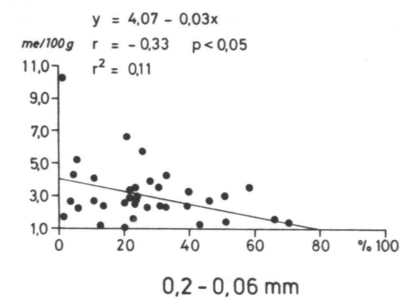
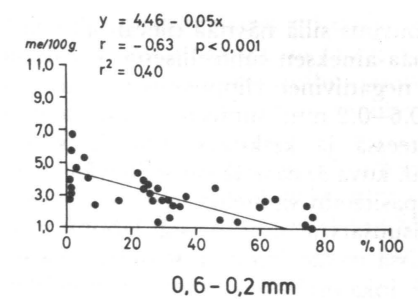
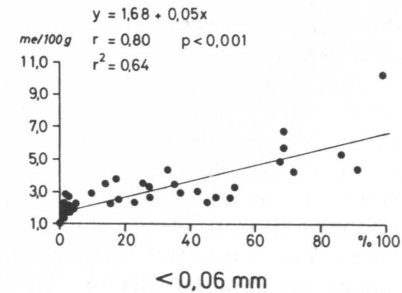
Kuva 4. Laboratoriossa mitatun kenttäkapasiteetin riippuvuus eräiden lajitteiden suhteellisesta osuudesta maanäytteissä.

Fig. 4. Regression of field capacity measured in laboratory on the relative proportion of some particle sizes in soil samples.



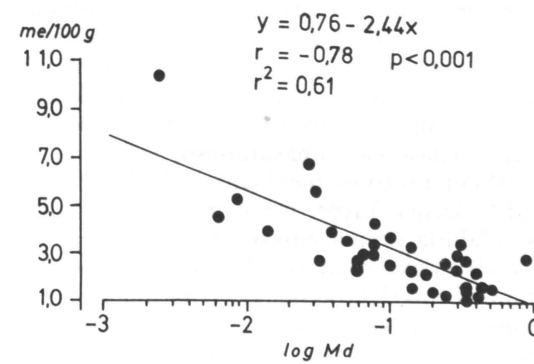
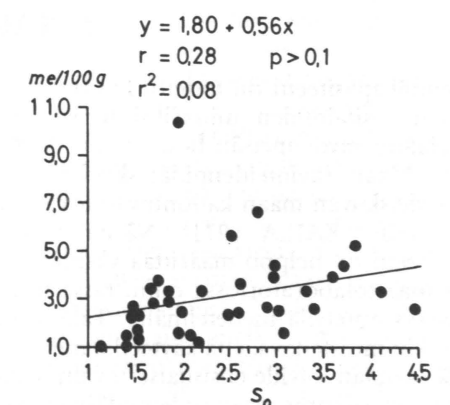
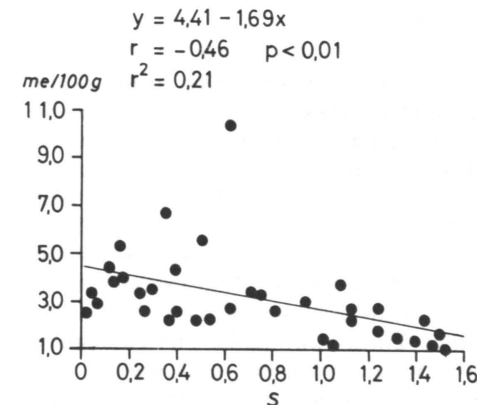
Kuva 5. Laboratoriossa mitatun kenttäkapasiteetin riippuvuus maan lajittuneisuudesta (S ja S₀) ja keskiraakoosta (Md).

Fig. 5. Regression of field capacity measured in the laboratory on soil sorting (S and S₀) and the average particle size (Md).



Kuva 6. Kationinvaihtokapasiteetin riippuvuus eräiden lajitteiden suhteellisesta osuudesta maanäytteissä.

Fig. 6. Regression of cation exchange capacity on the relative proportion of some particle sizes in soil samples.



Kuva 7. Kationinvaihtokapasiteetin riippuvuus maan lajittuneisuudesta (S ja S₀) ja keskiraakoosta (Md).

Fig. 7. Regression of cation exchange capacity on soil sorting (S and S₀) and the average particle size (Md).

nen riippuvuus sillä näyttää olevan alle 0,06 mm:n maa-aineksen suhteellisesta osuudesta ja selvin negatiivinen riippuvuus taas hienon hiekan (0,6–0,2 mm) suhteellisesta osuudesta maanäytteisessä ja keskiraekoosta. Keskiraekoko (Md, kuva 5) näyttää siis selittävän hyvin kenttäkapasiteetin vaihtelua, sen sijaan esim. lajittuneisuusarvot ovat näissä laboratorio-mittauksissa melko huonoja selittäjiä. Näistä indeksi S, joka on laskettu suoraan lajitteiden suhteellisen osuuden mukaan, näyttää hie-man paremmalta selittäjältä kuin rakeisuus-käyrältä luetuista arvoista laskettu S₀.

Kationinvaihtokapasiteetin riippuvuus raekoon tunnuksista on hyvin samansuuntainen kuin kenttäkapasiteetinkin riippuvuus (kuvat 6 ja 7). Parhaita selittäjiä ovat jälleen hienoa hietaa hienompien lajitteiden (alle 0,06 mm) osuus, keskiraekoko ja hienon hiekan (0,2–0,6 mm) osuus. Maan keskiraekoko (kuva 7) näyttää tässäkin tapauksessa olevan jokseenkin yhtä hyvä kationinvaihtokapasiteetin selittäjä kuin alle 0,06 mm:n rakeiden suhteellinen osuus maanäytteisessä. Kummankaan lajittuneisuustunnuksen selityssaste ei ole

läheskään yhtä korkea kuin edellä mainittujen tunnusten (kuva 7).

Aineisto on jakautunut siten, että keskiraekoon (Md) ja lajittuneisuusindeksin (S) välillä näyttää vallitsevan lievä positiivinen korrelaatio (ks. kuva 2). Lajittuneisuuden ja kenttäkapasiteetin sekä lajittuneisuuden ja kationinvaihtokapasiteetin väliset korrelaatiot saattavatkin johtua siitä, että lajittuneemmat maanäytteet ovat samalla myös keskimäärin karkearakeisempia. Tämän tarkistamiseksi laskettiin lajittuneisuuden (S) osittaiskorrelaatiokerroin kenttäkapasiteetin ja kationinvaihtokapasiteetin kanssa siten, että keskiraekoon vaikutus kyseiseen korrelaatioon poistettiin. Osittaiskorrelaatiokerroin kenttäkapasiteetin ja lajittuneisuuden välillä oli vain -0,18 ja kationinvaihtokapasiteetin ja lajittuneisuuden välillä -0,22. Lajittuneisuudella sinänsä ei siis tässä aineistossa näyttäisi olevan suurtaakaan vaikutusta laboratorio-oloissa mitattuun veden- tai ravinteidenpidätyskykyyn, kun tunnuksien on mitattu alle 2 mm:n maa-aineksesta.

5. TARKASTELUA

Kenttäkapasiteetti on todettu hyväksi metsämaan vesitalouden mittariksi ja sillä on korrelaatio myös metsän boniteettiin (VIRO 1962). Maan ravinteidenpidätyskyvystä taas antaa yleiskuvan maan kationinvaihtokapasiteetti (esim. KAILA 1971). Näistä kenttäkapasiteetti on helppo määrittää yksinkertaisessa maastolaboratoriossa esim. tässä tutkimuksessa esitetyllä menetelmällä. Tällöin on kuitenkin muistettava, että käytetyllä menetelmällä saadaan selville ensisijaisesti vain maan tekstuurin vaikutus maan vedenpidätyskykyyn ja maan luontaisen struktuurin vaikutus jää ainakin pääosiltaan tutkimatta. Tämä rajoittaa tietysti ratkaisevasti menetelmän käyttökelpoisuutta muuhun kuin tässä esitetyn kaltaiseen riippuvuuksien vertailuun.

Kationinvaihtokapasiteetin määrittäminen taas vaatii jonkin verran kehittyneempää kemian laitteistoa, kuin mitä maasto-olosuhteissa yleensä on käytettävissä. Käytännössä onkin joskus suuntauduttu etsimään vihjeitä maan ominaisuuksista tarkastelemalla sen raekokojakaumaa (Ohekirje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta 1978).

Maan fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien kannalta yhdeksi ratkaisevimista tekijöistä näyttää näiden analyysitulosten mukaan muodostuvan alle 0,06 mm:n rakeiden suhteellinen osuus (myös LÄHDE 1974 ja SEPONEN ym. 1979). Tämä vastaa VIRKKALAN (1972, ks. taulukko 1) luokituksessa siltin ja saven määrää maassa. Tätä raja-arvoa hienomman maa-aineksen osuus voidaan vielä määrittää kuivaseulonnalla etenkin lajitteista maista. Moreenia seuloessa virhe muodostuu suuremmaksi. Tällöin isojen rakeiden pinnalle jää aina hienoa ainesta, joka joutuu näin punnitukseksi väärässä fraktiossa ja seulomalla saatu hienoainesmäärä jää siten todellista pienemmäksi. Karkeasti voidaan siltin ja saven osuus arvioida tietysti myös maastossa silmävaraisesti.

Maan raekoon mediaani 1. keskiraekoko (Md) kuvaa myös hyvin maan fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia (ks. kuvat 5 ja 7). Keskiraekoko saattaisi olla luotettavampikin tunnus, mikäli tarkasteltavien näytteiden lajittuneisuus ei kovin paljon vaihtelisi. Kaikkein parhaiten sen voinee olettaa kuvaavan maan

raekokoa hyvin lajittuneissa maissa, joissa raekoon hajonta mediaanin molemmiin puolin jää mahdollisimman pieneksi ja rakeisuus-käyrä on mahdollisimman symmetrinen 50 %:n akselin suhteen. Tämän seikan kokeellinen varmentaminen vaatii kuitenkin paljon suuremman aineiston kuin tässä tutkimuksessa on ollut käytössä. Keskiraekoko on hyvin yleisesti käytetty sedimentologinen tunnus (ks. KUKAL 1971). Logaritimuunnoksen teko keskiraekokoarvoille parantaa huomattavasti niiden käyttökelpoisuutta tilastollisessa tarkastelussa. Tässä työssä on käytetty kymmenkantaisista logaritmeista, toinen yleisesti käytetty on kaksikantainen logaritmuunnos (ks. SELLEY 1976).

Maan lajittuneisuusasteen kasvaessa on todettu sekä huokoisuuden että vedenläpäisevyyden lisääntyvän (esim. SELLEY 1976). Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan havaittu selvää riippuvuutta pelkän lajittuneisuuden ja kenttäkapasiteetin tai lajittuneisuuden ja kationinvaihtokapasiteetin välillä. Jonkinasteinen korrelaatio näillä tosin oli (ks. kuvat 5 ja 7), mutta osittaiskorrelaatiotarkastelu osoitti, että mainittu riippuvuus saattaa johtua paremminkin näytteiden raekokoeroista kuin itsestään lajittuneisuudesta. Tällaiseen tulokseen voidaan osoittaa useita syitä. Ensinnäkin tässä tutkittu maanäytekoelma on jakautunut raekoon ja lajittuneisuuden suhteen siten, että heikommin lajittuneet näytteet ovat myös keskimäärin hienojakoisempia (ks. kuva 2). Maan raekoko vaihtelee kaiken kaikkiaan aineistossa niin paljon, että pelkän lajittuneisuuden vaikutuksen tutkiminen näin pienestä aineistosta ei anna kovin luotettavia tuloksia. Mikäli haluttaisiin selvittää nimenomaan lajittuneisuuden vaikutusta, olisi näytteiden syytä olla keskiraekooltaan kutakuinkin samanlaisia ja vaihdella lähinnä lajittuneisuuden suhteen (esim. hietta ja hiekka →

hietta- ja hiekkamoreeni). Lisäksi näytteiden käsittely laboratoriossa on ilmeisesti hävittänyt niistä ne rakenteet, joihin lajittuneisuusasteella on ensisijaisesti katsottu olevan vaikutusta.

Tässä käytetyt lajittuneisuusindeksit on sitä paitsi kehitetty lähinnä hiekkasten sedimenttien tutkimista varten (SINDOWSKI 1938). Nyt tarkastellussa aineistossa on mukana myös hieno hietta-, hiesu- ja savinäytteitä. Kaiken lisäksi tutkitut näytteet seulottiin ennen analyysijä 2 mm:n seulalla, joten joissakin metsämaissa jopa vallitsevat karkeamat lajitteet puuttuvat, mikä vaikuttaa lajittuneisuusarvoihin ja muihin raekoon tunnuksiin. Näin ollen esim. moreeninäytteet eivät ehkä erotu riittävän selvästi muista maanäytteistä lajittuneisuustunnuksensa puolesta. Tämä saattaa ääritapauksissa aiheuttaa jopa sen, että hienorakeisten heikohkosti lajitteiden hiesujen lajittuneisuusluvut ovat yhtä suuria kuin moreenien vastaavat luvut.

Mikäli lajittuneisuutta siis halutaan käyttää rakeisuustunnuksena olisi ainakin sorajajitteet (2–20 mm) otettava tarkasteluun mukaan. Ilmeisesti lajittuneisuustunnuksen tarkastelu olisi lisäksi mielekkäintä rajoittaa juuri hiekkaisiin ja hietaisiin sedimentteihin, jollaisia toki ylivoimainen enemmistö metsämaistamme on. Tässä esitetyllä tavoin lasketut hiesujen ja savien lajittuneisuusluvut eivät siis ole välttämättä vertailukelpoisia karkeampien sedimenttien vastaavien lukujen kanssa.

Maan raekotunnuksissa metsämaatiehteellistä tutkimusta ja käytännön metsätaloutta varten olisi vielä kehittämisen varaa. Tämä koskee etenkin maastossa käytettäviä arviointimenetelmiä. Pelkkä maalajin nimeäminen on paitsi melko ylimalkainen myös ongelmallinen menetelmä ajatellen aineiston tilastomatemaattista käsittelyä.

KIRJALLISUUS

- AALTONEN, V. T. 1941 a. Metsämaamme valtakunnan metsien toisen arvioinnin tulosten valossa. Referat: Die finnischen Waldböden nach Erhebung der zweiten Reichswaldschätzung. Commun. Inst. For. Fenn. 29 (5): 1–71.
 — " — 1941 b. Maalajien luokituksista. Referat: Über die Klassifizierung der Bodenarten. Commun. Inst. For. Fenn. 29 (6): 1–42.
 — " — , AARNIO, B., HYYPPÄ, E., KAITERA, P., KESKINEN, L., KIVINEN, E., KOKKONEN, P., KOTI-

- LAINEN, M. J., SAURAMO, M., TUORILA, P. & VUORINEN, J. 1949. Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. Summary: A critical review of soil classification in Finland in the year 1949. Maatal.tiet. Aikak. 21: 36–66.
 ATTERBERG, H. 1912. Die mechanische Bodenanalyse und die Klassifikation der Mineralböden Schwedens. Int. Mitt. Bodenk. 2: 312–342.
 ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. Acta Agr. Fenn. 122: 1–122.

- ILVESSALO, Y. 1933. Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla. Summary: Occurrence of forest types on the different soils. *Commun. Inst. For. Fenn.* 18 (5): 1–36.
- KAILA, A. 1971. Effective cation exchange capacity in Finnish mineral soils. *J. Sci. Agr. Soc. Finland* 43: 178–186.
- KUKAL, Z. D. 1971. *Geology of Recent Sediments*. Academic Press. 490 s. London.
- LÄHDE, E. 1974. The effect of grain-size distribution on the condition of natural and artificial sampling stands of Scots pine. *Seloste: Maan lajitekoostumuksen vaikutus männyn luontaisten ja viljelytaimistojen kuntoon*. *Commun. Inst. For. Fenn.* 84 (3): 1–23.
- Ohjekirje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta 1978. N:o Mh. 130. Metsähallitus. 66 s. Helsinki.
- SELLEY, R. C. 1976. *An Introduction to Sedimentology*. Academic Press. 408 s. London.
- 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.
- SEPPÄLÄ, M. 1971. Evolution of eolian relief of the Kaamasjoki–Kiellajoki river basin in Finnish Lapland. *Fennia* 104: 1–88.
- SINDOWSKI, K.-H. 1938. *Sedimentpetrographische Methoden zur Untersuchung sandiger Sedimente*. *Geologische Rundschau* 29: 196–200.
- URVAS, L. & ERVIÖ, R. 1974. Metsätyypin määräytymisen maalajin 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): 272–278.
- VIRKKALA, K. 1972. *Maaperäkartoituksen maastopäätös*. *Geologinen tutkimuslaitos. Opas n:o 4*. 37 s. Otaniemi.
- VIRO, P. J. 1949. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil. *Commun. Inst. For. Fenn.* 35 (2): 1–115.
- VIRO, P. J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. *Commun. Inst. For. Fenn.* 40 (3): 1–8.
- VIRO, P. J. 1962. Forest site evaluation in Lapland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 55 (9): 1–14.

SUMMARY:

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF MINERAL SOIL AND THEIR APPLICABILITY FOR DESCRIBING SOME SOIL PROPERTIES

Since site preparation has become more frequently used in regeneration work, knowledge of soil properties has attained an ever increasing importance in forestry. As the particle size-distribution affects several properties of the soil, the ability to define the texture type of the soil as accurately as possible in field conditions is essential. The soil particle size classification devised by ATTERBERG (1912) is used in Finnish forestry, although other alternatives exist as well (see Table 1).

This study is based on a small laboratory material. The correlation between some characteristics of the soil particle size distribution, field capacity and cation exchange capacity has been determined.

This study employed such particle size characteristics as the relative proportion of different particle sizes, average particle size (Md) and parameters depicting the degree of sorting. The relative proportion of soil particles below 0,06 mm correlated best with both field capacity and cation exchange capacity. Similarly, the average particle size and the degree of sorting correlated well with the field capacity and the cation exchange capacity (see Figs. 4–7). However, the correlation with soil sorting was

assumed to be primarily depended on the fact that the soil samples composed of a high proportion of different-sized particles were also finer, on the average, than those composed of even-sized particles.

In conclusion the use of sorting characteristics is not well-suited to the type of soil sample material containing a high proportion of particles of varying size as was used in this material. Such characteristics are probably more easily applicable to the fine sand and sand sediments which are pre dominant in Finnish forest soils. The most useful particle size distribution characteristics in soils having a great variation in particle sizes were the average particle size and the relative proportion of silt and clay (<0,06 mm).

Thus the nutrient and water status of the soil can be predicted to some extent by examining the percentage of silt and clay (<0,06 mm), average particle size and the degree of sorting. There remains, however, much to be done before the best particle-size distribution characteristics which are applicable to both practical forestry and research, will be found.

1981. Metsämaan lämpöolojen mittaaminen ruokosokerin inversion perustuvalla menetelmällä. Summary: Sucrose inversion method for measuring the temperature condition in forest soil. — *Silva Fennica* Vol. 15 (2):115–121. Helsinki.

The use and problems of the sucrose inversion method for the study of forest humus and soil are discussed. The method is based on the temperature dependence of sucrose inversion, changes in rotation angle being determined with a circle polarimeter. Average temperatures and thermal sums for forest humus in different forests in Finland were measured, using this method, for a period of ca. 100 days. The results are not considered definitive but are regarded rather as examples. Average temperatures were somewhat higher in the humus of dry and poor heath forests than in that of moist and herb-rich forests, with exceptions being explicable by topographic position.

Authors' address:

¹⁾ Botanical Institute, University of Oulu, P.O.Box 191, SF-90101 Oulu 10, Finland.

²⁾ Department of Biology, University of Turku, SF-20500 Turku 50, Finland.

1981. Effect of the within-stand light regime on the share of stem, branch and needle growth in a twenty-year-old stand. Seloste: Männikön sisäisen valaistuksen vaikutus rungon, oksien ja neulasten kasvuun osuuksiin eräässä kaksikymmenvuotiaassa männikössä. — *Silva Fennica* Vol. 15 (2):130–139. Helsinki.

The share of stem, branch and needle growth was dependent on the within-stand light regime in a young Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand. The share of needle growth increased at the expense of stem and branch growth in poor light conditions. In good light conditions the share of branch wood increased substantially. The share of stem wood growth was greatest in moderate shading, emphasizing the role of an adequate stand density for growing high-quality timber. The basic density of the stem wood was considerably greater in suppressed trees than in dominating trees. These differences were related to the illumination of the crown system.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Technology, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

1981. Effect of air pollution on the volatile oil in needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Seloste: Ilman epäpuhauksien vaikutus männyn neulasten vaihtuvien öljyjen määrään. — *Silva Fennica* Vol. 15 (2): 122–129. Helsinki.

The amount of volatile oil and monoterpene composition in pine needles were studied in trees growing near two factories and in the city of Kuopio. The amount of volatile oil increased with increasing injury class in trees growing near the fertilizer factory. The amounts of volatile oil in trees near the pulp mill differed in the various injury classes. More oil was found in younger needles. The greatest differences in monoterpene composition were in the amounts of camphene, pinene, myrcene and tricyclene.

Author's address: Asemakatu 1, SF-74100 Iisalmi Finland.

1981. Yhteistoiminnan kehittäminen puunkorjuuorganisaatiossa työmaataapaamisen avulla. Summary: Development of co-operation between workers and supervisors in logging through work-site meetings. — *Silva Fennica* Vol. 15 (2): 140–147. Helsinki.

The aim of the study was to find out the effect of the working place meeting on the increased cooperation between workers and supervisors, the improved work performance, the intensified use of machines and the improved job satisfaction. In the study loggers, forest machine operators and foremen were interviewed. The results of the study showed that the working place meeting is a useful means to realize the above-mentioned aims.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland

BHAT, K. M. and KÄRKKÄINEN, MATTI

ODC 81:176.1 *Betula tortuosa* Ledeb.

1981. Wood anatomy and physical properties of wood and bark in *Betula tortuosa* Ledeb. Seloste: Tunturikoivun puuaineen anatomia sekä puun ja kuoren fysikaalisia ja anatomisia ominaisuuksia. — *Silva Fennica* Vol. 15 (2): 148–155. Helsinki.

Ten trees of mountain birch (*Betula tortuosa* Ledeb) with an average age of 39 years were sampled in northern Lapland. The average green density of wood was 859 kg/m³ and that of bark 971 kg/m³. The basic densities were 520 and 559 kg/m³, respectively. The basic density increased only a little from the pith to the surface. In contrast, the number of bars in the perforation plates of the vessels increased considerably in the same direction. The average number of bars was 17.3.

Authors' addresses: Bhat: Kerala Forest Research Institute, P.O. Peechi 680658, Kerala State, India. Kärkkäinen: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

BHAT, K.M. and KÄRKKÄINEN, MATTI

ODC 815.84: 176.1 *Betula*

1981. Variation in structure and selected properties of Finnish birch wood: II. Observations on the anatomy of root wood. Seloste: Suomalaisen koivupuun rakenteen ja eräiden ominaisuuksien vaihtelu: II. Havaintoja juuripuun anatomiaasta. — *Silva Fennica* Vol. 15 (2): 180–188. Helsinki.

A preliminary study on the anatomy of root wood in *Betula pendula* and *B. pubescens* showed that root wood has several essential features of stem wood, such as gelatinous fibres, growth eccentricity, scalariform perforation plates in the vessels and pith flecks. However, some of the anatomical differences are significant. The differences between the species were more pronounced in the root than in the stem anatomy.

Authors' addresses: Bhat: Kerala Forest Research Institute, P. O. Peechi 680658, Kerala State, India. Kärkkäinen: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

KÄRKKÄINEN, MATTI

ODC 8: 176.1 *Populus* (048.1)

1981. Haapa- ja poppelilajien (*Populus*) käyttö. Summary: Utilisation of aspen and poplar (genus *Populus*) species. — *Silva Fennica* Vol. 15 (2): 156–179. Helsinki.

According to the literature, numerous *Populus* species can be utilised in the industry with success instead of light softwood species and in addition to them. The main emphasis is in the growing of large-sized timber, and there is no clear trend to changing to the short-rotation forestry of poplar. However, the utilisation of the good sprouting properties of *Populus* species will possibly increase as this regeneration method is cheap.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

KELLOMÄKI, SEPPÖ & OKER-BLOM, PAULINE

ODC 181.62 x 164.5 *Pinus sylvestris*

1981. Specific needle area of Scots pine and its dependence on light conditions inside the canopy. Seloste: Mämmyn neulasten ominaispinta-ala ja sen riippuvuus kasvuympäristön valaistussuhteista. *Silva Fennica* Vol. 15 (2): 190–198. Helsinki.

The specific needle area of young Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) showed a substantial within-tree and between-tree variation which was associated with the position of the tree and the position of the whorl as indicated by the prevailing crown and branch illumination. In suppressed trees the values of the specific needle area were three to four times those in dominating trees. A similar morphogenesis was discernible in comparison of the lower and the upper part of the crown. The mean specific needle area value for the whole stand was 184 cm²g⁻¹.

Authors' address: 1) The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Technology, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland. 2) University of Helsinki, Department of Silviculture, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

RIIHINEN, PÄIVIÖ

ODC 906

1981. Forestry and the timber economy in economic development. Seloste: Metsä- ja puutalouden vaikutus taloudelliseen kehitykseen. **Silva Fennica** Vol. 15 (2): 199–207. Helsinki.

The article deals with differences in economic growth in different countries and regions and with reasons for these differences. The central role of investments in economic growth and the mechanism of its differentiation are elucidated. The properties of forestry and the forest industries in equating or differentiating economic growth are considered. In the light of the theories of regional differentiation, the mere production of rawmaterial in some region tends to increase differences in economic development if that rawmaterial is processed in some other region — despite the fact that the level of income rises in both regions. It is therefore desirable that afforestation projects in the development countries are accompanied by the development of the forest industries.

Author's address: University of Helsinki, Department of Social Economics of Forestry, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

PUUKKO, KARI

ODC 145.7

Ips acuminatus

1981. Okakaarnakuoriaisen, *Ips acuminatus* Gyll. (Coleoptera, Scolytidae) levinneisyyden nykyinen eteläraja Suomessa. Summary: The southern border of the present distribution of *Ips acuminatus* Gyll. (Coleoptera, Scolytidae) in Finland. **Silva Fennica** Vol. 15 (2) 222–227. Helsinki.

The research maps the southern border of the distribution of *Ips acuminatus* Gyll. It was found, that there have been changes in the distribution of this species during the last three decades. *I. acuminatus* has now disappeared from southern Finland. Today the southern border of this pest lies on the line running through the places: Vaasa — Seinäjoki — Alavus — Äänekoski — Jyväskylä — Pieksämäki — Savonlinna — Punkaharju.

Author's address: University of Helsinki, Department of Agricultural and Forest Zoology, SF-00710 Helsinki 71, Finland.

MATTI NUORTEVA, JYRKI PATOMÄKI & LENNART SAARI

ODC 151.35

1981. Large poplar longhorn, *Saperda carcharias* L. as food for white-backed woodpecker, *Dendrocopos leucotos* (Bechst.). Seloste: Runkohaapsanen, *Saperda carcharias* (L.) valkosekätkän, *Dendrocopos leucotos* (Bechst.) ravintona. — **Silva Fennica** Vol. 15 (2): 208–221 Helsinki.

In a locality in Southern Finland where the white-backed woodpecker, *Dendrocopos leucotos* (Bechst.) was previously breeding we found many conical borings in young aspens on average 8.1 cm in diameter. Fullgrown larvae of *Saperda carcharias* (L.) (Coleoptera, Cerambycidae) hibernated in pupal chambers constructed about 0.5 m above ground level. Below this chamber the larva has usually prepared an exit hole. The number of conical borings does not correspond with the amount of larvae eaten, since the woodpecker often made these borings in places from which it could not obtain a prey.

The exit holes and the conical borings occlude within a few years. The galleries within the tree will not heal and several years later a new larva may utilize them. In the wintering habitats of the white-backed woodpecker the availability of food could be improved by increasing the amount of *S. carcharias* larvae. This is easily done by encouraging young aspens.

Authors' address: Matti Nuorteva and Lennart Saari, Department of Agricultural and Forest Zoology, University of Helsinki, Viikki, SF-00710 Helsinki 71, Finland. Jyrki Patomäki, Vanha-Taipale, SF-18100 Heinola 10, Finland

SEPPONEN PENTTI

ODC 114.14: 114.16

1981. Kivennäismaan raekoon tunnuksista ja niiden käytökelpoisuudesta eräiden maan ominaisuuksien kuvaamiseen. Summary: Particle size distribution characteristics of mineral soil and their applicability for describing some soil properties. **Silva Fennica**. Vol. 15 (2): 228–238. Helsinki.

The study is based on a small laboratory material dealing with the correlation of field capacity and cation exchange capacity with some characteristics of soil particle size: the relative proportion of different particle sizes, average particle size (Md) and parameters for the degree of sorting. The relative proportion of soil particles below 0.06 mm and the average particle size (Md) correlated best with both field and cation exchange capacities. However, an overall conclusion was that the use of sorting characteristics is not well-suited for a soil sample material with as greatly varying particle sizes as in this material.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi 30, Finland.

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

Silva Fennica-sarjassa julkaistaan lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia kotimaisilla kielillä tai jollakin suurella tieteellisellä kielellä. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus on jätettävä Seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan Silva Fennican numerossa Vol. 4, 1970, N:o 3 painettuja kansainvälisiä ohjeita. Suureissa, yksiköissä sekä symbolien ja kaavojen merkinnöissä noudatetaan ohjeita, jotka ovat suomalaisissa standardeissa SFS 2300, 3100 ja 3101. Oikoluvussa noudatetaan standardia SFS 2324.

Kirjoituksen alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt yhdistelmä tutkimuksen tuloksista. Samoin laaditaan tutkimuksen yhteyteen lyhyt englanninkielinen tiivistelmä, jonka lisäksi kunkin Silvan numeron loppuun painetaan irti leikattavan kartin muotoon kustakin tutkimuksesta englanninkielinen esittely. Sisällysluetteloa ei käytetä. Mahdolliset kiitokset esitetään lyhyesti johdannon lopussa ja merkitään painettavaksi petiitillä.

Kuvien ja piirrosten viivapaksuudet ja tekstikoko on valittava siten, että ne sallivat painatuksen vaati-
man pienennyksen. Kuvien ja piirrosten painatuskoosta on syytä neuvotella etukäteen toimittajan kanssa, sillä tarpeettomia kustannuksia aiheuttavaa painatuskokoa ei sallita. Valokuvien tulee olla teknisesti moitteettomia ja kiiltävälle valkealle paperille suurennettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä painettavaksi. Kuvat ja taulukot numeroidaan kummatkin erikseen juoksevasti, ja niiden otsikoista laaditaan erillinen luettelo kirjapainoa varten.

Jos vieraskielisessä lyhennelmässä viitataan tiettyihin kuviin ja taulukoihin, on nämä varustettava vieraskielisin otsikoin ja selityksin. Muut kuvat ja taulukot voivat olla yksikielisiä.

Lähdeviitauksissa tekijännimet sijapääteineen kirjoitetaan isoin kirjaimin mikäli tekijännimen vartalo on muuttunut. Muutoin taivutusääte kirjoitetaan pienaakkosin. Esimerkkejä: KOSKISEN (1972) tutkimus . . . , YLI-VAKKURIN (1972) tutkimus . . . Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. HEIKURAINEN ym. 1961). Vieraskielisessä tekstissä ym. korvataan merkinnällä et al. Jos julkaisulla on kaksi tekijää viitteessä, pannaan tekijöiden nimien väliin ja-sana painatuskielellä. Esimerkki: KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ (1973, s. 222) osoittivat . . .

Viitekirjallisuus luetteloidaan tekijännimien (kirjoitetaan isoin kirjaimin) mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Jos tekijöitä on useampia, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä jotka erotetaan &-merkillä. Tekijän etunimistä suositellaan käytettäväksi vain alkukirjaimia. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhenteittä. Julkaisusarjoista käytetään niitä lyhenteitä, jotka on painettu Silva Fennican numerossa Vol. 5, 1971, N:o 2. Täydellisempi luettelo on nähtävissä Seuran toimistossa. Kirjoituksen löytämisen helpottamiseksi mainitaan aikakauslehdistä myös sivunumerot. Suomenkielisistä tutkimuksista otetaan mukaan vieraskielisen lyhennelmän nimi. Volyymi merkitään julkaisusarjan nimen jälkeen. Jos kyseessä on aikakauslehti tai vastaava, numero merkitään volyymin jälkeen suluissa. Sivunumerot erotetaan kaksoispisteellä volyymistä tai suluissa olevasta numerosta. Jos samalla kertaa ilmestynyt volyyymi sisältää useita tutkimuksia, merkinnässä sovelletaan ko. julkaisussa noudatettua tapaa. Esimerkkejä:

ILVESSALO, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Commun. Inst. For. Fenn. 40:1.
WILCOX, W. W., PONG, W. Y. & PARMETER, J. R. 1972. Effects of mistletoe and other defects on lumber quality in white fir. Wood & Fiber 4 (4): 272—277.

Englanninkielisen lyhennelmän ja mahdollisten kuva- ja taulukkoketekstien kääntämisestä ja pätevän kieliasiantuntijan tekemästä tarkastamisesta huolehtii kirjoittaja. Seura voi maksaa kustannukset valtiovarainministeriön antamien ohjeiden mukaan. Jos kääntäjän lasku on ohjeiden edellyttämää tasoa korkeampi, kirjoittaja vastaa ylittävistä osuudesta.

Lähempiä tietoja antaa Seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATTAJAJÄSENET – UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO
KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA
SUNILA OSAKEYHTIÖ
OY WILH. SCHAUMAN AB
OY KAUHAS AB
KEMIRA OY
G. A. SERLACHIUS OY
KYMI KYMMENE
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
KAJAANI OY
KEMI OY
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA

VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS
OY HACKMAN AB
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ
RAUMA REPOLA OY
OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS
JAAKKO PÖYRY CONSULTING OY
KANSALLIS-OSAKE-PANKKI
SOTKA OY
THOMÉSTO OY
SAASTAMOINEN YHTYMÄ OY
OY KESKUSLABORATORIO
METSÄNJALOSTUSSÄÄTIÖ
SUOMEN METSÄNHOITAJALIITTO
OY KYRO AB
SUOMEN 4H-LIITTO
SUOMEN PUULEVYTEOLLISUUSLIITTO R.Y.
OULU OY
OY W. ROSENLEW AB