

Kivennäismaan ravinnemäärien ilmaisutapa

Kaarina Niska

SUMMARY: EXPRESSING THE NUTRIENT CONCENTRATIONS OF MINERAL SOILS

Niska, K. 1986. Kivennäismaan ravinnemäärien ilmaisutapa. Expressing the nutrient concentrations of mineral soils. *Silva Fennica* 20 (2): 129-138.

Eri maalajeja edustaviin määrätilavuisiin näytteisiin perustuen tarkasteltiin gravimetrinen ravinneanalyytitulosten muunnettavuutta volymetriseksi seulonnan jälkeen laboratoriossa määritetyn tiheyden avulla. Hienoimmilla maalajeilla luonnon-tilaiset tiheydet olivat suurempia kuin laboratoriossa saadut, karkeilla taas päinvastoin. Ravinneanalyytituloksiin tämä vaikuttaa siten, että hienoille maalajeille saadaan liian pieniä arvoja ja karkeille liian suuria verrattuna todelliseen tilanteeseen häiriintymättömässä maassa.

Gravimetrically expressed nutrient concentrations of soil analysis were converted to volumetric values using dry bulk densities measured in the natural state and in the laboratory after air-drying and sieving the samples. The aim was to examine, using volumetric samples representing different soil classes, exactly how the converted nutrient values calculated by this laboratory method describe volumetric nutrient contents in undisturbed soil. In the fine soil classes undisturbed bulk density was higher than laboratory bulk density and converted nutrient concentrations were too small. In coarser soil classes the reverse was true, and the value were too high.

Keywords: Bulk density, soil texture, soil chemistry
ODC 114.11+114.15+114.26

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

Approved on 3. 9. 1986

1. Johdanto

Maanäytteiden ravinnemääritysten tulosten laskemisessa ja esittämisessä on vaihtelevaa käytäntöä. Ravinneanalyytin tuloksia ilmoitetaan useimmiten maan massa- (esim. mg/100 g), tilavuus- (mg/l) tai pinta-alayksikköä (kg/ha) kohden laskettuina, jolloin viimeksi mainitussa tapauksessa myös tarkasteltavan maakerroksen paksuus otetaan huomioon. Tilavuutena käytetään yleensä laboratoriossa määritettyä eikä todellista tilavuutta. Eri yksiköissä ilmaistujen tulosten keskinäinen vertailu edellyttää muuntokerto-

mien käyttöä, mistä aiheutuu hankaluuksia. Volymetrinen ilmaisutapa (mg/l) olisi suositeltava ekologisin perustein, koska tietyn tilavuuden maaerän massa voi vaihdella huomattavasti etenkin humuspitoisuuden, mutta myös maalajin ja maan mineraalikoostumuksen mukaan (Heinonen 1960, Erviö 1970, Westman ym. 1985). Kivennäismaanäytteen massa voi olla jopa 20 kertaa suurempi kuin samantilavuuden turvenäytteen massa eli maan tiheys voi vaihdella 0,1-1,8 g/cm³ (Mehlich 1972). Ravinnemääriä ilmoitettaes-

sa olisi pyrittävä mahdollisimman lähelle häiriintymättömässä maassa vallitsevaa tilanetta, koska kasvien juuristot ovat levittäytyneet maassa tiettyyn tilavuuteen, josta ne ottavat vettä ja ravinteita maan tiheydestä riippumatta.

Volymetristen (määrätilavuisten) näytteiden otto moreenimaasta on vaikeaa erityisesti kivisyyden takia. Sen sijaan lajittuneilla hienojakoisilla mailla ja hyvin vähäkivisillä moreenimailla volymetristen näytteen otto onnistuu tyydyttävästi tarkoitukseen sopivalla näytteenottimella. Kaivetun näytekuopan tilavuus voidaan mitata vesivolymetrillä, mutta tämäkin menettely on hankala ja siihen liittyy monia virhemahdollisuuksia. Edellä mainituista vaikeuksista johtuen näyte otetaan ravinneanalyysijä varten yleensä lapiolla näytekuopan seinämästä tietyistä maakerroksesta.

Eräissä tapauksissa maan tiheys on määritetty laboratoriossa kuivatuksen ja seulonnan jälkeen. Punnitun näytteen tilavuus on määritetty mittalasiin, kun näytettä on tiivistetty koputtamalla. Näin saatujen tiheyksien avulla massayksiköt on voitu muuntaa tilavuusyksiköiksi. Samalla on otettu huomioon näytteestä aikaisemmin seulomalla erotetun soran osuus.

2. Aineisto ja menetelmät

Tätä tutkimusta varten kerättiin vuosina 1984–85 yhteensä 64 näytettä pääasiassa eri puolilta Etelä-Suomea. Tarkoituksena oli saada sekä moreenimailta että lajittuneilta mailta likimain sama määrä näytteitä eri maalajeista. Maastossa tehty maalajin määrittäminen osoittautui kuitenkin varsin epävarmaksi, ja tarkan raekoostumuksen määrittämisen jälkeen moreenien ja lajittuneiden maiden aineisto päätettiin yhdistää, koska näytemäärä olisi joidenkin maalajien osalta jäänyt vähäiseksi. Yhdistämistä tuki myös alustava tarkastelu, joka osoitti, etteivät niiden tiheydet olennaisesti eronneet toisistaan. Näin menetellen näytteet jakautuivat seuraavasti: soraa 8 kpl, hiekkaa 25 kpl, hietaa 15 kpl, hiesua 4 kpl ja savea 12 kpl.

Volymetriset näytteet otettiin näytteenottimella, jonka läpimitta oli 50 mm. Näytteenot-

Ravinneanalyysissä käytettyjä näyte-eriä voidaan myös ottaa maanäytteestä esikäsitteilyn jälkeen tietyn tilavuusmittalaskulla, jolloin tulokset saadaan suoraan tilavuusyksikköinä (Vuorinen ja Mäkitie 1955). Tämä menettely ei kuitenkaan poista varsinaista ongelmaa eli missä määrin maanäytteen kuivatuksen, hienontamisen ja seulonnan jälkeen määritetty tiheys kuvaa luonnossa vallitsevaa tilannetta.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää, millä tarkkuudella gravimetrisiä ravinneanalyysin tuloksia (mg/100 g) on muunnettavissa volymetrisiksi (mg/l) seulonnan jälkeen laboratoriossa määritetyn tiheyden avulla. Näytteenoton kannalta tulosten muuntamiskelpoisuudella on suuri merkitys, sillä gravimetrisen, häiriintynyt näyte on suhteellisen helposti otettavissa lapiolla kivisestäkin maasta. Analyysitulosten edustavuuden kannalta olisi kuitenkin tärkeää, että ravinnepitoisuus voitaisiin ilmaista maan tilavuusyksikköä kohti.

Professori Eino Mälkönen ja MMT Carl Johan Westman ovat lukeneet käsikirjoituksen ja tehneet siihen huomionarvoisia korjausehdotuksia. Englanninkielisen tekstin on tarkistanut Richard Foley, B.A. Esitän mainituille parhaat kiitokseni.

timeen kuuluu hylsysarja, jonka avulla näyte voidaan jakaa 5 cm kerroksiin. Näytettä otettaessa poistettiin ensin humuskerros ja otetusta kivennäismaanäytteestä hylättiin ylin 5 cm, ja analysoitava näyte otettiin 5–15 cm syvyydeltä. Sen tilavuus oli 196 ml. Osa näytteistä (n:ot 22–25 ja 45–48) otettiin 5–10 cm syvyydeltä halkaisijaltaan 58 mm sylinterillä, jolloin tilavuus oli 132 ml. Lisänäytteitä (n:ot 54–64) otettiin myös sylinterillä, joiden läpimitta oli 72 mm ja korkeudet 5 tai 9,9 cm. Näytteiden tilavuusiksi tuli silloin 209 ja 403 ml. Soranäytteen ottaminen sylinterillä on hankalaa, koska sora pysyy heikosti koossa. Siksi soranäytteiden otossa käytettiin myös vesivolymetriä, jolloin näytteenottokuopan tilavuus mitattiin kumipussiin pumpattavan veden avulla (Hartikainen 1978). Mittalieriössä olevan veden kulutus ilmaisee suo-

raan näytteen tilavuuden. Näytteet laitettiin muovipusseihin ja punnittiin laboratoriossa tuoreena kosteuspitoisuuden määrittämistä varten. Tämän jälkeen näytteet kuivatettiin +70°C:ssa, seulottiin 2 mm seulalla ja punnittiin. Savinäytteitä hienonnettiin huumarissa kuivauksen aikana.

Näytteistä määritettiin raekoostumus pipetointimenetelmällä (Elonen 1971). Kokonaisuutypipitoisuus määritettiin Kjeldahl-menetelmällä ja ns. vaihtuvat ravinteet (K, Ca, Mg) sekä helppoliukoinen fosfori ammoniumasetaattiuutteesta pH 4.65 (Halonen ja Tulkki 1981). Seulottujen näytteiden tiheys määritettiin tässä tutkimuksessa siten, että 250 ml mittalasiin punnittiin näytteestä 100

3. Tulokset

31. Raekoostumus

Näytteistä määritetyn raekoostumuksen perusteella nimettiin maalaji valtalajitteen mukaan (taulukko 1). Näin määritettyjä maalajeja verrattiin ns. D₅₀-menetelmällä (Korhonen ym. 1974) saatuihin, jolloin yhdessä tapauksessa (näyte 24) hieno hiekka olisi muuttunut karkeaksi ja karkea hiekka hienoksi (näyte 33); samoin sora (näyte 56) karkeaksi hiekaksi ja karkea hietä (näyte 61) hienoksi. D₅₀-menetelmässä maalaji saa nimen sen lajitteen mukaan, jonka alueella maalajin rakeisuuskäyrän prosenttilukua 50 vastaava raekoko sijaitsee. Saveksi sanotaan maalajia, joka sisältää savesta vähintään 30 painoprosenttia. Tässä työssä yksi näyte nimettiin valtalajitteensa mukaan hienoksi hieksuksi (näyte 18), vaikka savesta olikin yli 30 %; samoin näytteet 50 ja 64 saveksi, vaikka saveksen osuus oli alle 30 %.

Näytteiden lajittuneisuus määritettiin raekokojakautuman ylä- ja alakvartiilien avulla kaavalla $S = \sqrt{Q_3/Q_1}$ (Seppälä, 1971). Mitä pienemmän arvon S saa sitä lajittuneempaa on maa. Tietyn asteista lajittuneisuutta ($S < 3,0$) oli n. 60 %:lla näytteistä, loput oli moreenimaata (taulukko 1).

Samaksi maalajiksi luokitelluissa näytteissä oli raekoostumuksessa huomattavia eroja, sillä esim. hienon hiekan näytteissä saattoi

g:n erä, minkä jälkeen näytettä tiivistettiin koputtamalla mittalasia kumilevyä vasten 20 kertaa. Tiivistetyn näytteen tilavuus luettiin mittalasin asteikolta. Sama henkilö toisti tiheysmäärittämisen samalla tavalla kolme kertaa kustakin näytteestä. Lisäksi toinen henkilö teki vielä yhden määrittämisen kaikista näytteistä, jotta voitaisiin todeta, missä määrin tulos riippuu määrittämisen tekijästä. Häiriintymättömistä näytteistä saatiin lasketuiksi vastaavat tiheydet vähentämällä ensin soran osuus sekä näytteen massasta että tilavuudesta. Soran tilavuuden laskemisessa käytettiin 15 näytteen perusteella saatua keskimääräistä aineistiheyttä 2,42 g/cm³.

päälajitteen raekoon prosenttinen osuus vaihdella välillä 31–71 %. Vastaavasti myös tätä karkeampien ja hienompien lajitteiden osuudet vaihtelivat suuresti. Tämä osaltaan selittää tiheyksiä laskettaessa esiin tulleen suuren hajonnan.

32. Tiheys

Saadut tilavuudet vaihtelivat saman henkilön tekemän kolmen määrittämisen kesken vähemmän verrattuna toisen henkilön tekemään määrittämiseen. Poikkeamat keskiarvosta olivat yleensä 0–2 %, lukuunottamatta hienompia maalajeja, joilla ne olivat enimmäkseen jopa yli 10 %.

Sekä häiriintymättömistä että seulotuista näytteistä määritetyt tiheydet esitetään taulukossa 2 ja tarkasteltavilla menetelmillä saatujen tiheyksien välinen korrelaatiodiagramma kuvassa 1. Tiheyden vaihtelu saman maalajin eri näytteiden välillä oli hyvin suuri. Koska orgaanisen aineen määrä vaikuttaa tiheyteen, tehtiin heikutushäviö 550°C:ssa niistä näytteistä, joissa sitä näytti olevan eniten. Orgaanista ainetta oli jonkin verran lähes kaikissa näytteissä savea lukuunottamatt-

Taulukko 1. Maanäytteiden lajitekoostumus (% maan kivennäisaineksen massasta).

Table 1. Particle-size distribution of soil samples (% of soil mineral mass).

Näyte Sample	Sr Gravel	KHk Coarse sand	HHk Medium sand	KHt Fine sand	HHt Coarse silt	KHs Medium silt	HHs Fine silt	Sa Clay	Maalaji Soil type	Lajittuneisuusaste ²⁾ Degree of sorting
1	<u>54,9</u> ¹⁾	23,5	20,3	0,9	0,2	0	0,1	0,1	SrMr	3,1
2	<u>52,2</u>	29,5	16,0	1,7	0,2	0,3	0	0,1	Sr	2,8
3	<u>68,9</u>	14,8	14,9	1,2	0,2	0	0	0	Sr	2,6
4	<u>66,3</u>	16,3	15,6	1,5	0,2	0,1	0	0	Sr	2,6
5	<u>65,9</u>	18,3	14,4	0,8	0,1	0,4	0,1	0	Sr	2,8
6	31,2	15,6	<u>32,6</u>	12,6	4,6	1,4	1,4	0,6	HHkMr	3,6
7	24,2	20,9	<u>36,7</u>	11,0	3,4	2,7	0,1	1,0	HHk	2,8
8	28,8	19,7	<u>31,8</u>	12,7	2,2	2,8	0,7	1,2	HHkMr	3,3
9	24,8	19,8	<u>31,0</u>	14,8	5,2	1,5	0,2	2,6	HHkMr	3,1
10	24,8	18,4	<u>34,9</u>	14,2	3,4	2,0	2,2	0,1	HHkMr	3,0
11	5,4	41,0	<u>43,3</u>	4,9	1,2	3,0	0,4	0,8	HHk	1,9
12	8,3	9,5	17,0	<u>22,4</u>	22,0	14,0	2,5	4,3	KHtMr	4,0
13	15,4	8,9	16,3	<u>20,4</u>	18,0	10,8	4,9	5,3	KHtMr	4,7
14	15,2	9,3	16,3	<u>20,9</u>	17,7	12,5	2,9	5,2	KHtMr	4,9
15	6,5	9,0	17,5	<u>23,7</u>	22,7	10,6	3,8	6,2	KHtMr	3,6
16	4,1	7,9	21,3	<u>26,1</u>	20,1	10,0	3,9	6,6	KHtMr	3,5
17	0	1,5	2,8	2,3	4,0	13,0	35,4	<u>41,0</u>	Sa	2,2
18	3,3	1,1	2,5	1,8	4,3	17,9	<u>36,7</u>	32,4	HHs(Sa) ³⁾	2,4
19	1,5	1,4	0,5	4,5	5,6	10,5	29,0	<u>47,0</u>	Sa	2,3
20	0	0,9	2,5	2,0	5,2	14,1	37,2	<u>38,2</u>	Sa	1,6
21	2,0	3,5	4,7	3,3	10,5	15,0	<u>33,2</u>	27,8	HHsMr	3,3
22	<u>86,0</u>	11,0	2,4	0,3	0,3	0	0	0	Sr	1,9
23	26,3	<u>52,8</u>	16,6	3,0	1,0	0,2	0,1	0	KHk	1,8
24	34,2	20,3	<u>36,5</u>	7,5	0,1	0,4	0,5	0,4	HHk(KHk)Mr	3,3
25	31,5	15,8	<u>41,5</u>	8,4	1,4	0,6	0	0,8	HHkMr	3,2
26	5,2	10,6	<u>56,6</u>	14,4	5,3	1,9	2,5	3,4	HHk	1,7
27	8,7	13,0	<u>64,7</u>	1,5	4,2	0,9	4,2	2,8	HHk	1,6
28	5,0	9,5	<u>57,9</u>	14,8	5,7	1,1	3,0	3,0	HHk	1,7
29	2,5	10,0	<u>54,4</u>	17,0	8,5	0,2	2,6	1,8	HHk	1,9
30	1,9	9,3	<u>62,8</u>	13,6	8,7	0,2	1,2	2,3	HHk	1,6
31	3,9	37,8	<u>40,8</u>	9,2	3,9	0,8	2,7	1,0	HHk	2,1
32	5,1	<u>44,7</u>	33,6	8,3	4,5	0	1,7	2,1	KHk	2,1
33	8,8	<u>37,2</u>	33,8	9,4	5,5	1,4	2,9	1,0	KHk(HHk)	2,2
34	10,6	<u>36,3</u>	30,6	10,8	7,5	0,6	2,7	1,0	KHk	2,4
35	2,9	16,5	<u>64,8</u>	8,8	5,2	0,2	0,4	1,2	HHk	1,6
36	1,1	21,0	<u>61,8</u>	8,3	6,0	0,2	0,4	1,2	HHk	1,6
37	4,1	21,5	<u>64,2</u>	5,4	1,8	1,6	0,6	0,8	HHk	1,7
38	1,8	15,8	<u>62,5</u>	10,1	6,3	0,8	1,5	1,3	HHk	1,6
39	4,6	13,3	<u>70,6</u>	5,7	2,3	0,4	2,7	0,4	HHk	1,5
40	0	0,4	0,9	1,4	4,7	28,9	<u>39,5</u>	24,2	HHs	2,2

Taulukko 1 jatkoa.

Table 1 continued.

Näyte Sample	Sr Gravel	KHk Coarse sand	HHk Medium sand	KHt Fine sand	HHt Coarse silt	KHs Medium silt	HHs Fine silt	Sa Clay	Maalaji Soil type	Lajittuneisuusaste ²⁾ Degree of sorting
41	0,2	0,9	1,6	1,4	3,8	18,6	34,5	<u>39,0</u>	Sa	2,3
42	0,1	1,1	1,6	1,9	4,9	15,1	35,1	<u>40,2</u>	Sa	2,2
43	0,3	0,4	1,0	1,4	4,8	30,0	<u>40,1</u>	22,0	HHs	2,2
44	0	0,5	1,5	1,4	3,6	20,5	35,5	<u>37,0</u>	Sa	2,3
45	1,1	1,1	2,6	32,5	<u>40,5</u>	11,0	4,3	6,9	HHt	2,1
46	0,9	1,2	3,5	25,3	<u>41,4</u>	14,3	2,0	11,3	HHt	2,2
47	1,7	0,8	2,1	33,2	<u>39,9</u>	12,9	2,2	7,2	HHt	2,1
48	0,8	0,9	2,3	35,5	<u>37,4</u>	11,2	5,6	6,3	HHt	2,2
49	0	3,6	4,0	2,7	22,7	22,2	9,9	<u>34,0</u>	SaMr	4,6
50	0	3,6	7,2	3,2	24,9	25,2	7,2	<u>28,7</u>	SaMr	4,7
51	0	3,0	4,7	2,5	23,3	21,4	10,7	<u>34,4</u>	SaMr	4,6
52	0	2,8	6,2	3,5	24,1	22,8	9,5	<u>31,1</u>	SaMr	4,7
53	0	4,3	7,2	2,9	25,0	20,3	8,0	<u>32,3</u>	SaMr	5,2
54	2,2	18,0	<u>52,0</u>	14,2	6,1	3,2	2,4	1,9	HHk	2,0
55	3,1	21,3	<u>51,1</u>	14,4	4,0	2,4	2,0	1,6	HHk	1,7
56	<u>40,2</u>	10,1	33,2	9,6	2,7	1,5	1,1	1,7	Sr(KHk)Mr	4,3
57	<u>60,5</u>	11,5	19,6	6,1	0,6	0,4	0,2	1,2	Sr	2,8
58	0	0,5	1,8	30,7	<u>32,8</u>	13,4	3,4	17,3	HHtMr	3,1
59	0	0,3	3,4	30,5	<u>31,1</u>	12,8	6,5	15,5	HHtMr	3,3
60	0	0,2	2,4	29,0	<u>31,4</u>	22,0	2,0	13,0	HHt	2,7
61	0,5	1,3	5,5	<u>40,2</u>	34,3	8,4	2,7	6,9	KHt(HHt)	2,2
62	3,0	3,2	6,7	22,2	<u>24,1</u>	10,7	6,2	23,9	HHtMr	6,5
63	0	0,9	2,6	18,1	<u>32,6</u>	19,5	10,1	16,1	HHtMr	3,3
64	1,8	1,8	4,4	24,3	24,3	10,4	8,3	<u>24,8</u>	SaMr	6,7

¹⁾ valtalajite alleviivattu
main textural class of soil underlined

²⁾ $S = \sqrt{Q_2/Q_1}$; lajittuneisuutta, kun $S < 3,0$
 $S = \sqrt{Q_2/Q_1}$; $S < 3,0$ soil sorting

³⁾ D_{50} -menetelmä: sulkumerkkien sisällä
 D_{50} -method; in parentheses

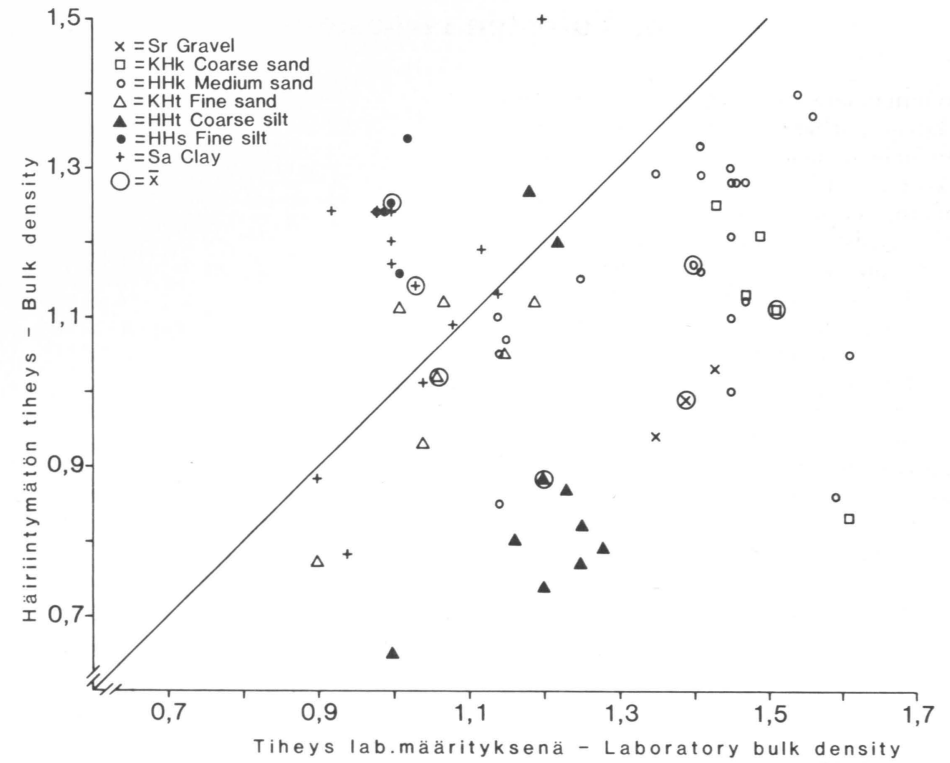
ta. Tehdyissä 26 määrittelyssä orgaanisen aineen määrä vaihteli 1,4–11,1 % ($\bar{x} = 5,5$ %). Tällä ei kuitenkaan selittynyt näytteiden välillä oleva tiheyden vaihtelu. Niissä näytteissä, joissa orgaanista ainetta oli runsaammin, saattoi tiheys olla silti suurempi kuin sitä vähän sisältävissä näytteissä.

Kun soranäytteiden (5 kpl) häiriintymätön tilavuus määritettiin vesivolymetrillä, saadut tiheydet vaihtelivat 1,96–2,72 ($\bar{x} = 2,24$). Tulokset olivat selvästi liian suuria johtuen todennäköisesti näytekupuan tilavuuden mittauksen epäonnistumisesta. Seulonnan jälkeen tehdyt määrittelyt antoivat tiheydeksi

1,61–1,64 ($\bar{x} = 1,62$). Sylinterillä otettu sora-näyte n:o 22 samoin kuin vesivolymetrin avulla otetut volymetriset näytteet hylättiin virheellisinä. Hienoilla maalajeilla (savi ja hiesu) häiriintymättömien näytteiden tiheydet olivat keskimäärin suuremmat kuin seulottujen näytteiden, karkeilla maalajeilla (hieta, hiekka ja sora) taas päinvastoin.

Taulukko 2. Eri maalajien tiheys (g/cm³).
Table 2. Bulk density of different soil classes.

Maalaji	Näyte nro	Häiriintymättömät	(\bar{x})	s	Seulotut	(\bar{x})	s
Soil type	Sample	Undisturbed			Sieved		
Sr Gravel	56	1,03	(0,99)	0,06	1,43	(1,39)	0,06
	57	0,94			1,35		
KHk Coarse sand	23	0,83	(1,11)	0,19	1,61	(1,51)	0,08
	32	1,25			1,43		
	33	1,21			1,49		
	34	1,13			1,47		
HHk Medium sand	6	1,21	(1,17)	0,16	1,45	(1,40)	0,15
	7	0,85			1,14		
	8	1,40			1,54		
	9	1,37			1,56		
	10	1,10			1,45		
	11	1,28			1,45		
	24	0,86			1,59		
	25	1,05			1,61		
	26	1,07			1,15		
	27	1,10			1,14		
	28	1,05			1,14		
	29	1,29			1,35		
	30	1,15			1,25		
	31	1,28			1,45		
	35	1,30			1,45		
	36	1,16			1,41		
	37	1,28			1,47		
	38	1,12			1,47		
	39	1,29			1,41		
54	1,33	1,41					
55	1,00	1,45					
KHt Fine sand	12	1,12	(1,02)	0,14	1,19	(1,06)	0,10
	13	1,11			1,01		
	14	1,05			1,15		
	15	1,12			1,07		
	16	0,93			1,04		
	61	0,77			0,90		
HHt Coarse silt	45	0,79	(0,88)	0,21	1,28	(1,20)	0,08
	46	0,80			1,16		
	47	0,87			1,23		
	48	0,74			1,20		
	58	0,82			1,25		
	59	1,27			1,18		
	60	1,20			1,22		
62	0,77	1,25					
63	0,65	1,00					
HHs Fine silt	18	1,24	(1,25)	0,07	0,97	(1,00)	0,02
	21	1,16			1,01		
	40	1,34			1,02		
	43	1,24			0,99		
Sa Clay	17	1,17	(1,14)	0,19	1,00	(1,03)	0,09
	19	1,20			1,00		
	20	1,24			0,92		
	41	1,24			1,00		
	42	0,88			0,90		
	44	1,24			0,97		
	49	1,09			1,08		
	50	1,50			1,20		
	51	1,01			1,04		
	52	1,13			1,14		
	53	1,19			1,12		
64	0,78	0,94					



Kuva 1. Häiriintymättömän ja laboratoriossa käsitellyn maan tiheys eri maalajeilla.

Fig 1. Interrelation between undisturbed and laboratory bulk densities in soils of different textural classes.

33. Ravinnetunnukset

Ravinneanalyyseiden tulokset esitetään taulukossa 3 sekä gravimetrisinä että volymetrisinä yksikköinä. Viimeksi mainitut laskettiin sekä häiriintymättömän tiheyden että laboratoriossa määritetyn tiheyden perusteella. Ravinnepitoisuudet olivat hienoilla maalajeilla (savella 14 %- ja hiesulla 25 %-yksikköä) suurempia häiriintymättömän kuin seulotun näytteen tiheyden avulla laskettuina. Kar-

keilla maalajeilla taas tilanne on päinvastoin, seulottua näytettä kohti lasketut tulokset ovat suuremmat kuin häiriintymättömän näytettä kohti lasketut (soralla ja karkealla hiekalla 40 %- ja hienolla hiekalla 23 %-yksikköä suurempia). Karkean hietamaan ravinnemäärät eroavat toisistaan vähiten eri tavoin laskettuina. Painoyksikköä kohden ilmaistuina ravinnemäärät pienenevät tilavuusyksikköihin verrattuna, kun maan tiheys on yli 1 ja suurenevät, kun tiheys on alle 1.

4. Tulosten tarkastelu

Ravinnemäärittysten volymetrinen ilmaisu-tapa kuvaa parhaiten kasveille tarjolla olevia ravinnemääriä maassa. Se mahdollistaa myös tiheyksiltään erilaisten orgaanisen ja kivennäismaan vertailun (Westman ym. 1985). Määrätilavuisten näytteiden ottamiseen on kehitetty monenlaisia välineitä (esim. Doran ym. 1984, Flint ym. 1985), mutta niiden käyttö on hankalaa varsinkin kivisillä mailla. Siksi otetaankin useimmiten gravimetrinen, häiriintynyt näyte, jonka tiheys määritetään vasta laboratoriossa.

Volymetrisesti otetun näytteen käsittely laboratoriossa muuttaa sen tiheyttä, joten kuivauksen ja seulonnan jälkeinen tiheyden määrittäminen ei enää vastaa luonnontilaisen, häiriintymättömän maan tiheyttä. Maalajista riippuu kuinka suuri on muutos ja mihin suuntaan se tapahtuu. Hienojen maalajien

tiheyden pienentyminen laboratoriomittauksissa johtuu siitä, että seulonnan jälkeen kuivina ja kevyinä ne eivät enää pakkaannu yhtä tiiviisti mittalasisissa koputettaessa kuin mitä ovat luonnontilassa. Karkeilla maalajeilla taas tiheyden kasvu voi johtua siitä, että hienompi aines sekoittuu karkeamman väliin jäävään ilmatilaan ja näyte pakkautuu tiiviimmäksi kuin luonnontilassa. Toisaalta taas maan rakenteesta, kuten kivistä ja maan kovuudesta johtuvat hankaluudet näytteenotossa vaikuttavat mitattuihin tiheksiin. Näyte voi rikkoutua ja näytteenottimen seinämää vasten jää tyhjää tilaa. Koska näyte on pieni, niin vähäisetkin virheet aiheuttavat suhteellisen suuren poikkeaman lasketuissa tiheyksissä.

Tiheys muuttuu sitä enemmän mitä karkeammasta maalajista on kysymys. Poikkeuk-

sen tekee tämän tutkimuksen mukaan karkea hieta, jossa tiheyden muutos on pienin. Keskimääräiset tiheydet olivat seulotuilla ja häiriintymättömällä (suluissa) näytteillä seuraavat: sora 1,39 (0,99), karkea hiekka 1,51 (1,11), hieno hiekka 1,40 (1,17), karkea hieta 1,06 (1,02), hieno hieta 1,20 (0,88), hieno hiesu 1,00 (1,25) ja savi 1,03 (1,14). Hienoilla maalajeilla (savi ja hiesu) luonnontilaiset tiheydet olivat suurempia kuin laboratoriossa saadut, karkeilla maalajeilla (hieta, hiekka ja sora) taas päinvastoin.

Mehlich (1973) on selviteltyt maanäytteiden ravinneanalyytitulosten erilaisia ilmaisu-tapoja viljelymailla ja todennut luonnontilaisten ja laboratoriotiheyden aiheuttaman eron vähäiseksi verrattuna maanäytteiden tiheyksien suureen vaihteluun yleensä. Erviö (1970) ulotti vastaavat tutkimuksensa pinta-maiden lisäksi pohjamaihin, jotka vastaavat

paremmin tämän selvityksen häiriintymättömän kivennäismaata. Niissä eräiden ravinteiden arvot olivat enimmillään 32 % todellista pienempiä. Samantapaiset tulokset tässä tarkastelussa antavat viitteitä siitä, että nykyisin käytössä olevalla menettelyllä saataisiin liian pieniä ravinnemääriä hienoille maalajeille (10–20 %-yksikköä) ja liian suuria karkeammille (20–40 %-yksikköä). Karkean hieta-maan arvot ovat lähimpänä oikeaa eli vain noin 4 %-yksikköä liian suuria. Toisaalta kun hiekka- ja hietalajitteet muodostavat yleisempien moreenimaalajien pääosan ja vallitsevat myös lajittuneilla metsämailla (Sepponen 1982), on virhe pienimmillään juuri näillä mailla. Suuremman aineiston avulla voitaisiin ehkä laskea muuntokerroin, jolloin gravimetrisestä näytteestä saadut tulokset olisivat muunnettavissa paremmin luonnontilasta vastaaviksi eri maalajeilla.

Taulukko 3. Ravinneanalyyttien tulokset.

Table 3. The results of nutrient analyses.

Massayksikkönä mg/100 mg
On a weight basis

Maalaji Soil type	N	P	K	Ca	Mg
Sr Gravel	0	0,6	6,0	29,2	2,3
KHk Coarse Sand	40	0,4	3,2	4,6	1,1
HHk Medium Sand	63	0,4	2,6	5,5	1,1
KHt Fine Sand	150	0,2	2,5	5,3	1,5
HHt Coarse Silt	111	0,1	1,7	6,1	1,6
HHs Fine Silt	88	0,4	7,6	27,2	10,6
Sa Clay	119	0,3	10,2	43,3	13,7

Tilavuusyksikkönä mg/100 ml
On a volume basis

Häiriintymätön näyte An undisturbed sample		N	P	K	Ca	Mg
Sr Gravel	0	0,6	5,9	28,9	3,4	
KHk Coarse Sand	44	0,4	3,6	5,1	1,2	
HHk Medium Sand	74	0,5	3,0	6,4	1,3	
KHt Fine Sand	153	0,2	2,6	5,4	1,5	
HHt Coarse Silt	98	0,1	1,5	5,4	1,4	
HHs Fine Silt	110	0,5	9,5	34,0	13,3	
Sa Clay	135	0,3	11,6	49,4	15,6	

Seulottu näyte A sieved sample		N	P	K	Ca	Mg
Sr Gravel	0	0,8	8,3	40,6	3,2	
KHk Coarse Sand	60	0,6	4,8	6,9	1,7	
HHk Medium Sand	88	0,6	3,6	7,7	1,5	
KHt Fine Sand	159	0,2	2,7	5,6	1,6	
HHt Coarse Silt	133	0,1	2,0	7,3	1,9	
HHs Fine Silt	88	0,4	7,6	27,2	10,6	
Sa Clay	123	0,3	10,5	44,6	14,1	

Kirjallisuus

- Doran, J. W. & Mielke, L. N. 1984. A rapid, low-cost method for determination of soil bulk density. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 717–719.
- Elonen, P. 1971. Particle-size analysis of soil. *Acta Agr. Fenn.* 122: 1–122.
- Erviö, R. 1970. The importance of soil bulk density in soil testing. *Selostus: Maalajin merkitys maan viljavuuden analysoinnissa laboratoriossa mitatun tilavuuden mukaan. Ann. Agr. Fenn.* 9: 278–286.
- Flint, A. & Childs, S. 1984. Development and calibration of an irregular hole bulk density sampler. *Soil Sci. Am. J.* 48: 374–378.
- Halonen, O. & Tulkki, H. 1981. Ravinneanalyyttien työohjeet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 36: 1–23.
- Hartikainen, O.-P. 1978. Tielaboration työohjeita 396: 51–54. Otapaino Espoo.
- Heinonen, R. 1960. Das Volumgewicht als Kennzeichen der "normalen" Bodenstruktur. *Selostus: Tilavuuspaino maan "normaalin" rakenteen tunnusena. J. Sci. Agr. Soc. Finl.* 32: 81–87.
- Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. 1974. Geotekninen maaluokitus. *Geotekniikan laboratorio, tiedonanto* 14: 1–20. Valtion teknillisen tutkimuskeskus.
- Kurki, M., Lakanen, E., Mäkitie, O., Sillanpää, M. & Vuorinen, J. 1965. Viljavuusanalyyttien tulosten ilmoitustapa ja tulkinta. *Summary: Interpretation of soil testing results. Ann. Agr. Fenn.* 4: 145–153.
- Mehlich, A. 1972. Uniformity of expressing soil test results. A case for calculation results on a volume basis. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 3 (5): 417–424.
- 1973. Uniformity of soil test results as influenced by volume weight. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 4 (6): 475–486.
- Sepponen, P. 1982. Kivennäismaiden maaluokitus ja sen merkitys metsäekologiselle tutkimukselle ja metsänhoidolle. *Luonnon tutkija* 86: 77–81.
- Seppälä, M. 1971. Evolution of eolian relief of the Kaamasjoki-Kiellajoki river basin in Finnish Lapland. *Fennia* 104: 1–188.
- Westman, C. J., Starr, M. & Laine, J. 1985. A comparison of gravimetric and volumetric soil properties in peatland and upland sites. *Seloste: Gravimetrisesti ja volymetrisesti ilmaistujen maan ominaisuuksien vuorosuhdetta turve- ja kangasmailla. Silva Fenn.* 19 (1): 73–80.

Total of 14 references

Summary

EXPRESSING THE NUTRIENT CONCENTRATIONS OF MINERAL SOILS

The use and problems of expressing nutrient concentrations of soil gravimetrically and volumetrically is discussed. Converting gravimetric nutrient values to volumetric ones was studied using volumetric samples of different soil classes. Bulk densities of 64 samples were measured in the natural state and in the laboratory after air-drying, sieving (< 2 mm) and compressing. Soil texture had an effect on bulk density in that laboratory bulk density in the fine soil classes was lower than undisturbed bulk density and was higher in coarser soil

classes (Fig. 1). Mean values of laboratory and undisturbed bulk densities respectively were as follows: gravel 1,39 (0,99), coarse sand 1,51 (1,11) medium sand 1,40 (1,17), fine sand, 1,06 (1,02), coarse silt 1,20 (0,88), fine silt 1,00 (1,25) and clay 1,03 (1,14). It turned out that analysed nutrient contents when converted to volumetric with laboratory bulk density are too low in the fine soils and too high in the coarser ones when compared to the concentrations in natural soil.