

HIVENAINEET SUOPROFIILISSA

DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS IN PEAT PROFILES

Maan lajitekoostumus ja sen humuspitoisuus ovat lähinnä perustana meillä käytössä olevassa maalajiluokituksessa ja näiden tekijäin olennainen vaikutus maan viljelyominaisuuksiin on kiistaton.

Hivenaineiden kokonaispitoisuuksien vaihtelu maaperässä on paljon suurempi kuin ns. pääravinteiden. Totaalipitoisuudet sellaisenaan eivät useinkaan anna oikeata käsitystä kasvien mahdollisuuksista tyydyttää hivenaineiden tarvettaan, mutta niiden sekä niihin vaikuttavien maaperätekijäin tuntemisella on tärkeä osuutensa maaperän hivenainekysymysten selvittämisessä.

Tarkasteltaessa eri maalajien hivenainepitoisuuksia voidaan niissä todeta huomattavia, usein systemaattisia eroja, mikä ilmenee mm. taulukosta 1.

Suurimmat hivenainepitoisuudet löydetään yleensä hienojen kivennäismaiden, savien ja hiesun ryhmästä. Karkeiden kivennäismaalajien ryhmässä niitä on huomattavasti vähemmän, ja turvemaissa, erityisesti rahkaturpeissa pitoisuudet ovat alhaisimmat.

Jos tarkastelemme ensin lyhyesti kivennäis-

maiden keskinäisten erojen syitä. Ne ovat ilmeisesti yhteydessä kivennäismaittemme geologiseen alkuperään ja mineraalien rapautumisominaisuuksiin. Hivenaineet ovat alkuun peräisin kallioperämme hivenainepitoisista mineraaleista, mutta jääkaustisten siirtymisten ja sekoittumisen vuoksi kallioperämme ja sen päällä olevan irrallisen maa-aineksen pintakerrosten hivenaineiden välillä on harvoin suoranaista yhteyttä. Eri mi-

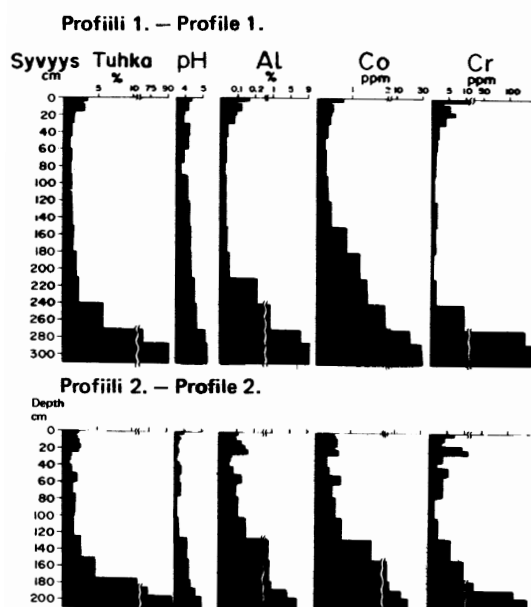
Taulukko 1. Eräiden hivenaineiden keskimääräisiä totaalipitoisuuksia eri maalajeissa (mg/l)

Maalaji	Näytteitä kpl	Mn	Cr	Zn	Cu	Co	Mo
Hienot kiv. maat							
Aitosavi	374	832	130	76	38	22	13
Hieta- ja hiesusavi	413	954	122	68	31	20	12
Liejusavi	157	524	120	46	26	11	11
Hiesu	361	1125	127	65	25	19	13
Karkeat kiv. maat							
Hieno							
hieta	522	715	89	34	19	12	6
Karkea							
hieta	534	545	77	26	19	8	9
Hiekka	45	435	67	27	23	6	4
Moreeni	270	716	74	27	13	8	4
Turvemaat							
Saturve	497	155	23	7	8	4	3
Rahkaturve	76	83	11	6	4	2	1

Kirjoittajan osoite – *Author's address*: Maatalouden tutkimuskeskus, Maantutkimuslaitos, Tikkurila, Finland.

neraalien kestävyydellä rapautumista vastaan on sensijaan todettu olevan huomattava merkitys sekä rapautumistapahtumien kulkuun että niissä muodostuvien lopputulosten karkeusasteeseen. Helposti rapautuvilla mineraaleilla joko sellaisenaan tai niistä muodostuneina uusina mineraaleina on yleensä huomattava osuus hienojen kivennäismaalajien mineraalikoostumuksessa. Karkeissa maissa taas rapautumiselle vähemmän alttiiden mineraalien, erityisesti kvartsin osuus on vallitseva. Toisaalta, helposti rapautuvat mineraalit yleensä sisältävät hivenaineita enemmän kuin rapautumista kestävät, joista kvartsi on hivenainelähteenä huonoin. Tämä selittää ainakin osittain maalajien karkeusasteen ja niiden hivenainepitoisuuksien välisen vuorosuhteen.

Etsittäessä syitä turvemaiden kivennäismaita alhaisempiin hivenainepitoisuuksiin todettakoon ensiksi, että turvemaan hivenaineet ovat alunperin peräisin kivennäismaasta, todennäköisesti pääosin turpeen alla olevasta kivennäismaasta. Kuvat 1–3 antanevat yleiskuvan hivenaineiden totaalipitoisuuksien jakautumisesta turveprofiilissa.



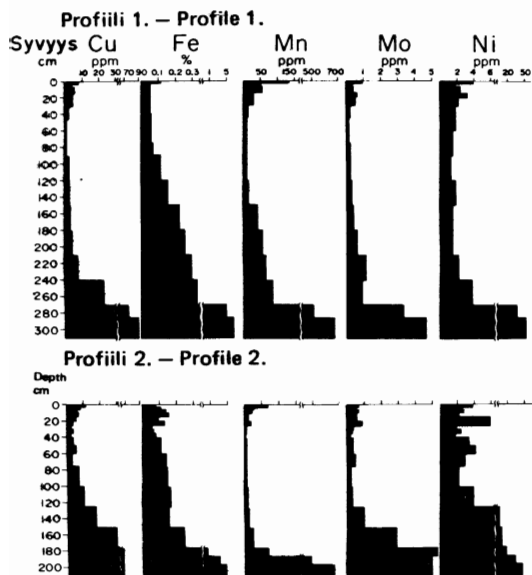
Kuva 1. Tuhkapitoisuus, pH sekä alumiinin, kobolttin ja kromin totaalipitoisuudet kahdessa turveprofiilissa.

Fig. 1. Ash content, pH and the total aluminium, cobalt and chromium contents in two peat profiles.

Kuvissa on esitetty 13:n hivenaineen pitoisuudet kahdessa eteläsuomalaisessa luonnontilaisessa turveprofiilissa, jotka sijaitsevat suhteellisen kaukana valtatiestä, teollisuudesta ja asutuksesta, joten nämä eivät liene suuresti vaikuttaneet niiden hivenainepitoisuuksiin. Kuten tuhkapitoisuus osoittaa, turvekerroksen paksuus on profiilissa 1 noin 270 ja profiilissa 2 noin 185 cm. Kummankin profiilin turvekerroksen ala-osa (n. metri kivennäismaata ylöspäin) on saravaltaista turvetta, joka siitä ylöspäin asteettain muuttuu rahkavaltaiseksi. Profiili 1, jonka turvekerros on paksumpi, edustaa melko tyyppillistä kohosuota. Maan pH on 4:n seuduilla kummassakin profiilissa, kohoten lievästi syvyyden kasvaessa ja saavuttaen pH 5:n allaolevassa kivennäismaassa.

Joskin eri hivenaineiden välillä on eroja, niiden pitoisuuksien vaihtelut profiileissa näyttävät seuraavan samaa yleislinjaa; huomattava konsentraatio aivan pintakerroksessa, josta alaspäin pitoisuudet vähenevät saavuttaen minimin profiilin keskivaiheilla. Tästä alaspäin pitoisuudet jälleen kasvavat saavuttaen maximin allaolevassa kivennäismaassa. Tämä malli on selvempi pitemmälle kehittyneessä profiili 1:ssä kuin profiili 2:ssä, ja eräät hivenaineet kuten sinkki, lyijy, mangaani, strontium, tina ja vanadiini noudattavat tätä linjaa selvemmin kuin muut.

Perussy tähän trendiin näyttää liittyvän läheisesti turveprofiilin pedologiseen kehitykseen, lähinnä turpeen paksuuskasvuun. Kivennäismaan soistumisen alkuvaiheessa ottavat kasvit juurillaan ravinteensa kivennäismaasta, kuolevat, lahoavat ja kasaavat ottamansa ravinteet, mm. hivenaineet, maan pinnalle, t.s. nostavat näitä aineita ylöspäin. Turvekerroksen paksuuden kasvaessa kasvien juurten yhteys varsinaiseen hivenainelähteeseen, kivennäismaahan vähitellen heikkenee ja lopulta katkeaa kokonaan. Tämän jälkeen kasvit voivat käyttää ja nostaa edelleen ylöspäin vain niitä hivenaineita, jotka edellisten kasvisukupolvien kuljettamina ovat joutuneet niiden juurten ulottuville siis turvekerrokseen. "Kuljetustappiot" ovat melkoiset, mistä osoituksena ovat profiilin pintakerroksia kohden yhä pienenevät hivenainepitoisuudet. Poikkeuksena tästä on kuitenkin ylin pintakerros, jossa viimeisten kasvisukupolvien sinne rikastamat hivenaineet odottavat tulevia sukupolvia ja siirtoa yhä ylöspäin. Tällaisen kehityk-



Kuva 2. Kuparin, raudan, mangaanin, molybdeenin ja nikkelin totaalipitoisuudet kahdessa turveprofiilissa.

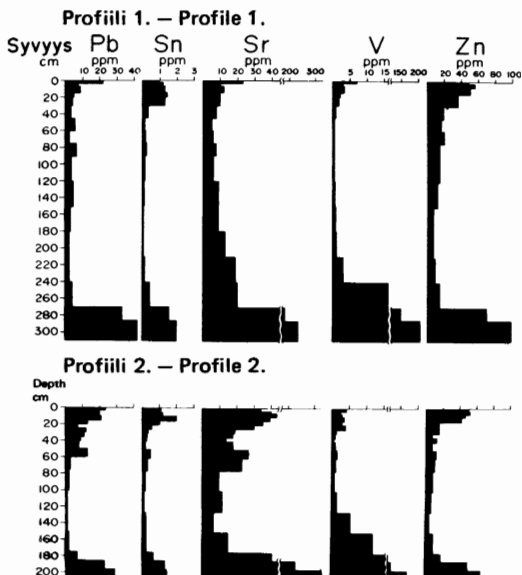
Fig. 2. The total copper, iron, manganese, molybdenum and nickel contents in two peat profiles.

sen seurauksena pienenevät hiivenainepitoisuudet turvekerroksen paksuuden kasvaessa. Sen äärimmäisenä muotona voidaan pitää rakkaisia kohosoita, joissa on erittäin niukasti kaikkia ravinteita.

Kapillaarivoimilla ja evaporaatiolla voi myös olla osuutensa hiivenaineiden siirtämiseen ja niiden kuljetukseen pintakerrokseen. Sensijaan ilman kautta saasteena tulleiden hiivenaineiden osuus lienee mitätön ainakin esimerkkiprofiileissamme niiden syrjäisen sijainnin vuoksi. Lisäksi pintaan rikastuneiden hiivenaineiden määrä on liian suuri voidakseen olla ilmasta peräisin.

Edellä esitetty hiivenaineiden jakautuma turveprofiilissa on ehkä tyypillisintä pohjoisten leveysasteiden soissa, joissa kylmän ilmaston vuoksi kasvit lahoavat hitaasti ja turpeen paksuskasvu on nopeaa. On luonnollista, että paikalliset tekijät, kuten ympäröiviltä kivennäismailta tulevat pintavedet, huuhtoutuminen ja pohjaveden pinnan vaihtelut voivat aiheuttaa vaihtelua edellä esitettyyn jakautumaan. Näin lienee ennen kaikkea alavissa soissa.

Jos vertaamme turveprofiilin ja sen alla olevan kivennäismaan hiivenaineiden totaalipitoisuuksia toisiinsa voimme todeta, että esim. profiilissa 1 kivennäismaan lyijy-, tina-, molybdeeni- ja sinkkipitoisuudet ovat 10–20-kertaa, nikkeli-, man-



Kuva 3. Lyijyn, tinan, strontiumin, vanadiinin ja sinkin totaalipitoisuudet kahdessa turveprofiilissa.

Fig. 3. The total lead, tin, strontium, vanadium and zinc contents in two peat profiles.

gaani-, strontium- ja kuparipitoisuudet 30–80-kertaa sekä rauta-, kromi-, koboltti- ja vanadiinipitoisuudet yli 100-kertaa suuremmat kuin niiden turveprofiilin keskivaiheilla olevat minimipitoisuudet.

Hiivenaineiden puute turvemaidella on usein, ehkäpä liian usein, selvitetty sekundääriseksi, ts. hiivenaineiden voimakkaasta pidättymisestä eloperäiseen ainekseen johtuvaksi, vaikka todellinen syy olisikin primäärinen eli yksinkertaisesti liian pieni totaalipitoisuus. Tällainen väärä päätelmä voi johtua esim. siitä, että analyysitulokset on ilmoitettu yleisen kansainvälisen tavan mukaan maan painoyksikköä (ppm eli mg/kg) kohden eikä kuten meillä Suomessa maan tilavuutta kohden (nykyisin mg/l, aikaisemmin kg/ha^x). Sen vuoksi tulosten ilmoitustapaan on syytä kiinnittää erityistä huomiota varsinkin silloin kun verrataan kivennäis- ja turvemaita keskenään. Edellisten tilavuuspaino voi olla jopa 10–15-kertainen turvemaihin verrattuna. Esimerkki:

	Hiivenainepitoisuus			
	tilav.paino	ppm	mg/l	kg/ha
Kiv.maa	1.5	100	150	300
Turvemaa	0.15	100	15	30

x) ha:lla tarkoitetaan tässä 20 cm kyntökerrosta = 2 milj. litraa.

Huomattakoon, että esimerkkiprofiilien pitoisuudet on esitetty painoyksikköä kohden eli ppm:nä. Jos ne esitettäisiin tilavuusyksikköä kohden olisivat erot profiilien kivennäismaan ja turvemaan välillä paljon suuremmat kuin mitä piirroksista ilmenee. Maan tilavuusyksik-

köön perustuva ilmoitustapa on kiistattomasti totuudenmukaisempi, sillä eihän voi olettaa, että turvemaalla kasvava kasvi ulottaisi juurensa esim. 15 kertaa suurempaan tilavuuteen kuin sama kasvi kasvaessaan kivennäismaalla.

SUMMARY

DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS IN PEAT PROFILES

Total contents of various trace elements in Finnish soil types are presented. The tendency for the trace element content to decrease with increasing particle size in mineral soil is discussed. It is believed to be associated with the geological origin of the soil matrix and especially with the relative resistance to weathering of the minerals from which the trace elements are derived. Fine textured soils are likely to have been derived from more easily weatherable rocks and minerals than coarse soils, in which resistant minerals like quartz are known to be the main constituents. On the other hand, those minerals containing the trace elements in question are among the most easily weatherable, while quartz is likely to contain none of these elements.

The characteristic distribution of 13 trace elements in two peat profiles ^{x)}, as well as the low content of most elements in peats as compared with those in mineral soils are explained as a result of the transport of elements by plants from lower strata: The trace elements can be considered as originating from the mineral soil underlying the peat. Plants which grow and then decay, first on the mineral soil and

later on the peat, obtain the trace elements from the subsoil and, when dying, cause these elements to accumulate on the surface layer. When the peat layer becomes thicker contact between the plant roots and the mineral subsoil is gradually reduced until finally the bulk of the roots are no longer in contact with the mineral soil. Subsequently, the plants lift up elements from the lower peaty layers of the profile, thus decreasing the element content of the lower parts of the peat. For this reason, the trace element content in the peat profile decreases as the peat thickness increases; extreme cases of this development are the "raised bogs" of *Sphagnum* peat which are known to have a very low content of all the nutrients. The relatively high concentration at the immediate surface is obviously a result of the elements lifting activity of the most recent generations of plants; the elements have been lifted to the surface and are awaiting removal by future generations of plants.

x) Orig. publ.: Sillanpää, M. 1972. Distribution of trace elements in peat profiles. Proc. 4th Intern. Peat Congr. I-IV: 185-191.