

MAAPERÄELÄINTEN VERTIKAALIJAKAUMA LUONNONTILAISELLA JA OJITETULLA KEIDASRÄMEELLÄ

VERTICAL DISTRIBUTION OF SOIL ANIMALS IN A VIRGIN AND DRAINED RAISED BOG

Pohjaveden välittömässä vaikutuspiirissä oleville maannoksille on tyyppillistä lyhyellä aikavälillä labiili ympäristötekijöiden kompleksi. Maaperän eliöiden, eläinten, sienten ja mikrobien elinehdot ovat alttiina jatkuville ja varsin satunnaisille muutoksille, jotka vaikuttavat etenkin elintilan vertikaaliulottuvuuteen. Maaperäeläimille sopivan elinympäristön vahvuus vaihtelee siinä määrin, että tutkittaessa kvantitatiivisesti tätä suoekosysteemissäkin merkittävää eläinryhmää, aktuaalisten vertikaalijakaumien selvittäminen kohooa tärkeäksi tutkimustehtäväksi. Soilla tätä tutkimustapaa on sovellettu lähinnä änkyrimatojen (esim. Springett ym. 1970) ja pikkuniveljalkaisten, varsinkin oribatidipunkkien osalta (mm. MacFadyen 1952, Karppinen 1955, Tarras-Wahlberg 1961). Tämä on myös yksi tapa saada viitteitä siitä, mitkä ympäristötekijät voimakkaimmin säätelevät maaperäeläinten elämää. Lämpötila ja kosteus muodostavat turpeeseen vertikaaligradienteja, jotka ovat tärkeimpiä vaikuttajia. Vähemmän on tutkittu bioottisten tekijöiden merkitystä, mutta esim. lajien väliset suhteet ja ravinto ovat tuskin merkityksettömiä tässäkin asiassa.

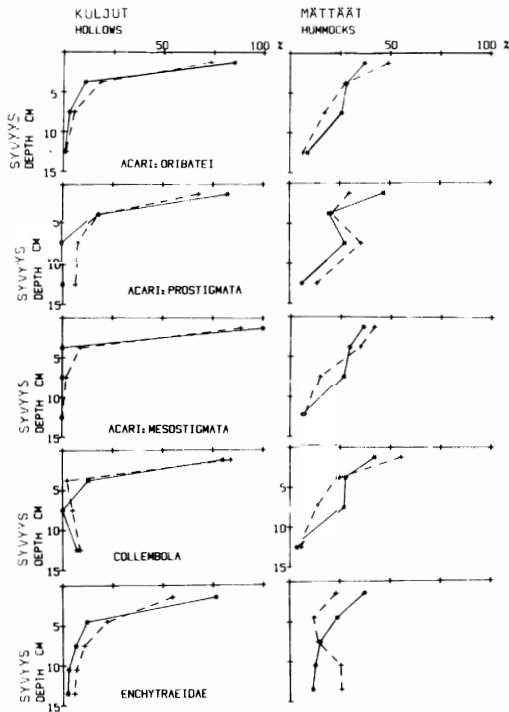
Tässä työssä on tutkittu änkyrimatojen ja pikkuniveljalkaisten (punkkien ja hyppyhäntäisten) vertikaalista jakaumaa ja suhdetta turpeen kosteusoloihin ja lämpötilaan. Maaperäeläinnäytteet on otettu kesinä 1975 ja 1976 Lammin Laaviosuolta kahdelta näytealalta. Toinen näyteala sijaitsi suon tuolloin luonnonvaraisella osalla ja toinen v. 1966 ojitetulla ja 1970 NPK-lannoitetulla osalla (ks. Reinikainen & Lindholm 1980). Näytteitä otettiin kaikkiaan yksitoista kertaa. Näytepalan paksuus oli 15 cm ja se jaettiin edelleen vertikaaliosiin. Änkyrimatonäytteet jaettiin kolmen senttimetrin osiin, mutta niveljalkaisnäytteiden kohdalla oli erottelulaitteiston kapasiteetin takia tyydyttävä neljään jako-osaan: 0—2,5, 2,5—5, 5—10 ja 10—15 cm. Turpeen kosteuden kuvaajana käytettiin pohjavesipinnan syvyyttä. Ojitus oli laskenut pohjaveden pintaa 10—15 cm luonnontilaiseen puoleen ver-

rattuna (taulukko 1). Koska samankin näytealan kuljuja kermipinnat erosivat selvästi pohjavesisuhteiltaan, on niitä tässä käsitelty erillisinä mikrohabitaateina. Tarkempi aineiston ja menetelmien kuvaus tullaan esittämään myöhemmin (Markkula 1982).

Eri eläinryhmien vertikaalijakaumat on esitetty kuvassa 1 koko näytteenottokauden keskiarvoina. Routaantuneesta maasta otetut näytteet on kuitenkin jätetty huomioimatta, koska tässä rajoitutaan vain pohjaveden syvyyden vaikutuksen tarkasteluun. Heinäkuun 1975 niveljalkaisnäyte erosi muista syvyydeltään ja vertikaaliositukseltaan, joten sekin on jätetty pois.

Kaikki eläinryhmät olivat luonnontilaisen puolen kuljuissa keskittyneet kahteen ylimpään jako-osaan. Esim. Mesostigmata-punkkeja oli vain ylimmässä 2,5 cm:ssä. Kermeissä eläimiä oli enemmän myös syvemmissä kerroksissa. Ero selittynee nimenomaan kosteuserojen avulla. Kuljuissahan pohjavesi on koko kesän ajan varsin lähellä pintaa. Pohjavesitasoon liittyy myös hapekkaan kerroksen alaraja, joka viime kädessä rajoittanee eläinten elintilan pintaturpeeseen. Pohjaveden aleneminen ojituksen jälkeen ei kuitenkaan heijastunut kaikkien eläinryhmien vertikaalijakaumaan. Änkyrimatojen ja Prostigmatapunkkien jakauma oli tasoittunut sekä kuljuissa että kermeissä, mutta oribatidien, Mesostigmata-punkkien ja hyppyhäntäisten kohdalla muutokset olivat pienemmät. Kuljuissa jakauma oli lievästi tasaisempi ojitetulla puolella, mutta kermeissä tilanne oli jopa päinvastainen.

Vertikaalijakauman riippuvuus pohjaveden syvyydestä on esitetty kuvissa 2 ja 3 oribatidipunkkien ja änkyrimatojen osalta. Sen mittana on käytetty eläinten määrää ylimmässä näytteen jako-osassa. Kummasakin tapauksessa korrelaatio oli erittäin merkitsevä. Mitä syvemmillä oli pohjaveden pinta, eli siis mitä kuivempaa turve oli, sitä pienempi osa eläimistä löytyi ylimmästä jako-osasta. Korrelaatiot ovat suurimmaksi osaksi tulosta vertikaalijakauman eroista mikrohabitaattien ja näytealojen vä-

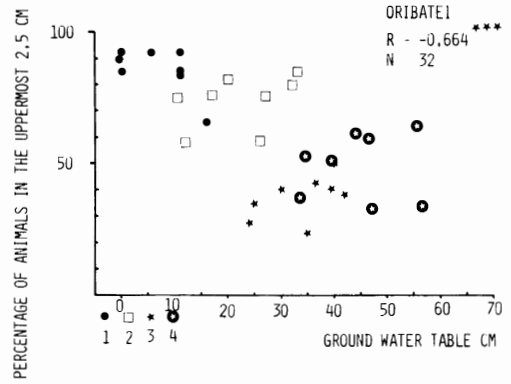


Kuva 1. Maaperäeläinten vertikaalijakauma roudatoman ajan keskiarvoina. Oribatidipunkkien ja änkyrimatojen osalta tulokset on laskettu molempien näytteenottoaikojen aineistosta, muiden ryhmien aineisto vuodelta 1976. Yhtenäinen viiva = luonnontilainen näyteala, katkoviiva = ojitettu ja lannoitettu näyteala.

Fig. 1. Vertical distribution of soil animals as mean over frostfree period. Results for oribatid mites and enchytraeid worms are calculated from the data of sample period 1975 and 1976, those for other animal groups of sample period 1976 only. Continuous line = virgin site, broken line = ameliorated site.

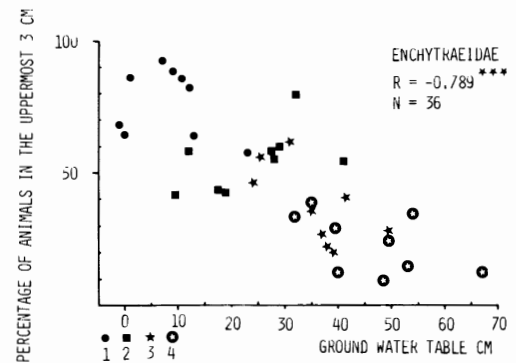
lillä. Sen sijaan kesänaikaiset vaihtelut mikrohabitaattien sisällä eivät juuri noudattaneet pohjavesipinnan vaihteluja (taulukko 2). Tosin ensimmäisenä tutkimuskesänä, joka oli varsin kuiva, änkyrimadot siirtyivät jonkin verran syvemmälle kuivimpana kautena. Esim. ojitetun puolen kermeissä oli kesä-heinäkuun näytteissä yli puolet madoista alle 9 cm:n syvyydessä (Markkula 1978). Jälkimmäisenä, sateisempänä kesänä ei vastaavaa ilmennyt, joten yhdistetty aineisto ei osoita selvää riippuvuutta.

Lämpötilan vaikutus maaperäeläinten vertikaalijakaumaan on havaittavissa selvimmin syksyllä, jolloin alhainen lämpötila ja maan routaantuminen saavat eläimet vaeltamaan alaspäin (esim. Karppinen 1955, Tarras-Wahlberg 1961, Nurminen 1967). Tosin Tarras-Wahlberg (1961) on todennut joidenkin oribatidipunkkien siirtyvän päiväsaikaan alaspäin liian korkeita lämpö-



Kuva 2. Oribatidipunkkien vertikaalijakauman ja pohjaveden syvyyden välinen korrelaatio. Pisteet edustavat eri näytteenottoaikoja. 1 = luonnontilainen, kuljut, 2 = ojitettu ja lannoitettu, kuljut, 3 = luonnontilainen, kermit, 4 = ojitettu ja lannoitettu, kermit.

Fig. 2. Correlation between vertical distribution of oribatid mites and ground water table. Dots represent different samplings. 1 = virgin sites, hollows, 2 = ameliorated site, hollows, 3 = virgin site, hummocks, 4 = ameliorated site, hummocks.



Kuva 3. Änkyrimatojen vertikaalijakauman ja pohjaveden syvyyden välinen korrelaatio. Merkinnot kuten kuvassa 2.

Fig. 3. Correlation between vertical distribution of enchytraeid worms and ground water table. Symbols as in fig. 3.

tiloja välttääkseen. Maanlämmön kohoaminen eläimille haitallisen korkeaksi lienee suolla kuitenkin varsin harvinaista.

Oribatidipunkkien ja änkyrimatojen vertikaalijakauma suonpinnan jäätyessä syksyllä ja sulaessa keväällä on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Marraskuussa, jolloin suon pinta jo oli muutaman cm:n paksuudelta

Taulukko 1. Pohjavesipinnan syvyyden vaihteluvälit näytealojen eri pinnanmuodoilla. Negatiivinen arvo tarkoittaa vedenpinnan olleen maanpinnan yläpuolella.

Table 1. Variation limits of the ground water table in the hummocks and hollows of the study sites. Negative value means that the water table has exceeded the ground surface.

	touko- marraskuu <i>May- November</i> 1975	touko- syyskuu <i>May- September</i> 1976
kulju, luonnontilainen <i>hollow, virgin site</i>	—1—31 cm	—3—20 cm
kulju, käsitelty <i>hollow, ameliorated site</i>	10—48 cm	8—36 cm
kermi, luonnontilainen <i>hummock, virgin site</i>	24—58 cm	24—49 cm
kermi, käsitelty <i>hummock, ameliorated site</i>	32—73 cm	28—58 cm

Taulukko 2. Oribatidipunkkien ja änkyrimatojen vertikaalijakauman sekä pohjaveden syvyyden väliset korrelaatiokertoimet eri mikrohabitaateilla. Pistet kuvissa 2 ja 3.

Table 2. Correlation coefficients between vertical distribution of oribatid mites and enchytraeid worms and ground water table in different microhabitats. Dots in figs. 2 and 3.

	Oribatidi- punkit <i>Oribatid mites</i> (n = 8)	Änkyri- madot <i>Enchytraeid worms</i> (n = 9)
kuljut, luonnontil. <i>hollows, virgin site</i>	—0.620 n.s.	—0.278 n.s.
kuljut, käsitelty <i>hollows, ameliorated site</i>	0.511 n.s.	0.549 n.s.
kermi, luonnontil. <i>hummocks, virgin site</i>	0.407 n.s.	—0.646°
kermi, käsitelty <i>hummocks, ameliorated site</i>	0.060 n.s.	—0.520 n.s.

jäässä, jakauma oli selvästi muuttunut syyskuun näytteisiin verrattuna. Eläinten valtaosa oli syvemmillä turpeessa. Keväällä jakauma jälleen muuttui siten, että eläinten määrä pinnassa kasvoi ja syvemmillä väheni. Selvän poikkeuksen muodostivat luonnontilaisen puolen kuljujen oribatidit, jotka ilmeisesti pysyivät koko talven pintaturpeessa. Änkyrimatojen määrä oli toukuun näytteissä niin pieni, ettei vertikaalijakaumasta voi tehdä päätelmiä. Vertikaalijakauman syksyinen ja keväinen muutos ovat ilmeisesti tulosta aktiivisesta siirtymisestä alaspäin alhaisen lämpötilan välttämiseksi ja vastaavasti takaisinmuutosta maan lämmitessä. Tosin myös kuolevuuden

Taulukko 3. Oribatidipunkkien vertikaalijakauma eri mikrohabitaateilla maan routaantumis- ja sulamisvaiheissa. Luvut ovat prosentteja kokonaisyksilömäärästä.

Table 3. Vertical distribution of oribatid mites in different microhabitats during the soil freezing and frost melting periods. Numbers are percentages of total individual numbers.

	Syvyys <i>Depth</i> cm	1975-9 ei rou- taa <i>no frost</i>	1975-11 3—5 cm routaa <i>3—5 cm frost</i>	1976-5 sulavaa routaa <i>frost melting</i>	1976-6 ei rou- taa <i>no frost</i>
kuljut, luonnontil. näyteala <i>hollows, virgin site</i>	0—2,5 2,5—5 5—10 10—15	89,0 6,8 3,1 1,0	92,3 7,0 0,7 0	91,2 6,2 2,1 0,5	84,8 11,0 2,9 1,3
kuljut, käsitelty näyteala <i>hollows, ameliorated site</i>	0—2,5 2,5—5 5—10 10—15	57,8 26,1 7,6 1,0	36,9 48,1 12,6 2,5	55,1 36,0 6,4 2,6	81,8 11,6 5,7 1,0
kermi, luonnontil. näyteala <i>hummocks, virgin site</i>	0—2,5 2,5—5 5—10 10—15	34,5 41,6 17,0 6,9	10,3 27,7 59,6 2,4	34,3 30,1 26,6 9,0	42,3 24,3 25,4 7,9
kermi, käsitelty näyteala <i>hummocks, ameliorated site</i>	0—2,5 2,5—5 5—10 10—15	52,6 24,9 16,3 6,2	13,6 42,1 39,1 5,2	49,6 20,0 22,1 8,3	61,3 22,2 12,3 4,2

Taulukko 4. Änkyrimatojen vertikaalijakauma eri mikrohabitaateilla maan routaantumisvaiheissa ja roudan sulamisen jälkeen. Vrt. taul. 3.

Table 4. Vertical distribution of enchytraeid worms in the different microhabitats during the soil freezing period and after frost melting. See Table 3.

	Syvyys <i>Depth</i> cm	1975-9 ei routaa <i>no frost</i>	1975-11 3—5 cm routaa <i>3—5 cm frost</i>	1976-6 ei routaa <i>no frost</i>
kuljut, luonnontil. näyteala <i>hollows, virgin site</i>	0—3 3—6 6—9 9—12 12—15	67,9 16,4 11,8 3,9 0	5,7 46,9 43,1 4,3 0	88,2 8,8 3,0 0 0
kuljut, käsitelty näyteala <i>hollows, ameliorated site</i>	0—3 3—6 6—9 9—12 12—15	46,7 25,4 13,5 12,1 7,3	17,6 23,8 32,5 15,4 10,7	43,4 25,8 23,2 5,9 1,7
kermi, luonnontil. näyteala <i>hummocks, virgin site</i>	0—3 3—6 6—9 9—12 12—15	46,4 23,0 8,4 7,7 14,0	1,8 1,8 26,0 41,5 28,8	35,4 24,8 8,6 23,6 7,6
kermi, käsitelty näyteala <i>hummocks, ameliorated site</i>	0—3 3—6 6—9 9—12 12—15	33,3 17,6 6,7 24,1 18,2	5,7 16,8 19,4 16,8 41,1	12,8 21,8 0 53,3 12,4

ja lisääntymisen erot pinnassa ja syvemmillä voivat vaikuttaa samaan suuntaan. Luonnontilaisten kuljujen oribatidien poikkeava käyttäytyminen saattaa johtua pohjavedenalaisen, hapettoman turpeen epäedullisuudesta talvehtimisympäristönä.

SUMMARY:

VERTICAL DISTRIBUTION OF SOIL ANIMALS IN A VIRGIN AND DRAINED RAISED BOG

Vertical distribution of soil mites, springtails and enchytraeid worms was studied in virgin and forest-improved parts of a raised bog Laaviosuo in Lammi in 1975 and -76. The forest-improving practices were drainage in 1966 and NPK-fertilization in 1970.

The drainage had lowered the ground water table by 10–15 cm (Table 1.). In both the virgin and the drained study sites, the water table was deeper in the *Sphagnum fuscum*-dwarf shrub-dominated hummocks than in the *S. angustifolium-Eriophorum*-dominated hollows. Those micro-relief structures were considered as separate microhabitats.

The ground water table was closely correlated with the topsoil moisture and it also stated the lower limit of aerobic conditions in the peat.

In the hollows the animals were relatively more restricted to the uppermost soil layers than in the hummocks (Fig. 1). This was most probably due to the high water table and thin aerobic layer in the hollows.

The distribution of enchytraeids and prostigmatid mites had changed after drainage so that a greater portion of animals lived in the deeper soil layers in relation to the virgin site. In the other animal groups no such difference was observed.

The vertical distribution of enchytraeids and oribatids is plotted against the ground water table in Figs. 2 and 3. The very significant correlations result from great differences between the microhabitats. Inside the microhabitats there were no close correlations (Table 2).

In the samples taken from frozen soil most enchytraeids and oribatids were usually found in the deeper soil layers (Tables 3 and 4). This most probably resulted from active migration to avoid coldness. However, in the virgin site hollows the oribatids stayed in the topsoil, possibly because the waterlogged and anaerobic conditions in deeper layers are unsuitable for their overwintering.

Maaperäeläinpopulaatioita käsittelevien artikkelien kirjallisuus

Literature of papers concerning the populations of soil animals

- Hotanen, J.—P. 1981: Tuhka- ja NPK-lannoituksen vaikutuksista änkyrimatoihin (Oligochaeta: Enchytraeidae) korvessa ja rämeellä Ilomantsin Ahvensalossa. — Erikoistyö, Joensuun Korkeakoulu, Biologian laitos, 46 s.
- Huhta, V. 1971: Succession in the spider communities of the forest floor after clear-cutting and prescribed burning. — *Ann. Zool. Fennici* 8: 483–542.
- Huhta, V. 1972: Efficiency of different dry funnel techniques in extracting Arthropoda from raw humus forest soil. — *Ann. Zool. Fennici* 9: 42–48.
- Huhta, V., Karppinen, E., Nurminen, M. & Valpas, A. 1967: Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. — *Ann. Zool. Fennici* 4: 87–145.
- Huhta, V. & Koskenniemi, A. 1975: Numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates in spruce forests at two latitudes in Finland. — *Ann. Zool. Fennici* 12: 164–182.
- Huikari, O. 1953: Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. (Summary: Studies on the effect of drainage and ash fertilization upon the microbes of some swamps.) — *Commun. Inst. For. Fenniae* 42 (2): 1–16.
- Karppinen, E. 1955: Ecological and transect survey studies on Finnish Camisiids (Acar., Oribatei). *Ann. Zool. Soc. "Vanamo"* 17(2): 1–80.
- Koponen, S. 1968: Über die Evertebrata-Fauna (Mollusca, Chilopoda, Phalangida, Araneae und Coleoptera) von Hochmooren in Südwest-Häme. — *Lounais-Hämeen luonto* 29: 12–22.
- Kosonen, R. 1976: Ojituksen ja lannoituksen vaikutus isovarpuisen rämeen kasvibiomassaan, perustuotantoon ja kasvillisuuteen Jaakkoinsoo ojitusalueella Vilppulassa (PH). — *Metsäntutkimuslaitoksen suونتutkimusosaston tiedonantoja* 1976 (3): 1–57.
- Kozlovskaya, L.S. 1974: The effect of drainage on the change in the biological activity of forest peat soils. — *Proc. Int. Symp. Forest Drainage 2nd-6th Sept. Jyväskylä—Oulu, Finland*: 57–62.
- Kozlovskaya, L.S. 1975: Decomposition processes of swampy plants in peat soils. In: Vanek, J. (ed.), *Progress in soil zoology*: 255–260. Prague.
- Macfadyen, A. 1952: The small arthropods of a Molinia fen at Cothill. — *J. Anim. Ecol.* 21: 87–117.
- Markkula, I. 1978: Änkyrimatojen yksilömäärästä, biomassoista sekä spatiaalisesta jakautumasta luonnontilaisella ja metsäojitetulla rahkarämeellä. — *Metsäntutkimuslaitoksen suونتutkimusosaston tiedonantoja* 1978 (4): 1–35.
- Markkula, I. 1981: Maaperäeläinten vertikaalijakauma luonnontilaisella ja ojitetulla keidasrämeellä. (Summary: Vertical distribution of soil animals in a virgin and drained raised bog.) — *Suo* 32: 126–129.
- Markkula, I. 1982: Ojituksen ja NPK-lannoituksen vaikutus keidasrämeen maaperän mesofaunaan. (Summary: Effect of drainage and NPK-fertilization on soil mesofauna of a raised bog.) — *Suo* 33: painossa.
- Nurminen, M. 1967: Ecology of enchytraeids (Oligochaeta) in Finnish coniferous forest soil. — *Ann. Zool. Fennici* 4: 147–157.
- O'Connor, F.B. 1962: The extraction of Enchytraeidae from soil. In: Murphy, P.W. (ed.), *Progress in soil zoology*: 279–285. London.
- Paarlahti, K. & Vartiavaara, U. 1958: Havainnot luonnontilaisten ja metsäojitetujen soiden pieneliöstöstä. (Summary: Observations concerning the microbial populations in virgin and drained bogs.) — *Commun. Inst. For. Fenniae* 50(4): 1–38.
- Raevaara, H. 1981. Maaperäeläimistö kolmella rämebiotoopilla (TR, NR ja RhNR). (Summary: Soil fauna in three pine bog sites). — *Suo* 32: 123–125.
- Reinikainen, A. & Lindholm, T. 1980: Fertilization experiments on the Laaviosuo mire-ecosystem study area. — *Lammi Notes* 4: 22–27.
- Springett, J.A., Brittain, J.E. and Springett, B.P. 1970: The vertical movement of Enchytraeidae (Oligochaeta) in moorland soils. — *Oikos* 21: 16–21.
- Swift, M.J., Heal, O.W. & Anderson, J.M. 1979: Decomposition in terrestrial ecosystems. 372 pp. Oxford.
- Tarras-Wahlberg, N. 1961: The Oribatei of a Central Swedish bog and environment. — *Oikos*, Suppl. 4: 1–56.
- Vilkamaa, P. 1976: Ojituksen vaikutus rämeen maaperäeläinten yksilömääriin ja biomassoihin. — *Metsäntutkimuslaitoksen suونتutkimusosaston tiedonantoja* 1976(2): 1–102.