

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

8/1977

Änkyrimatojen (Oligochaeta, Enchytraeidae) yksilö-
määristä ja vertikaalijakaumasta luonnontilaisella
ja metsäojitetulla rahkarämeellä

Ilkka Markkula

Helsinki 1977

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Helsinki

KIRJALLINEN

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

8/1977

Änkyrimatojen (*Oligochaeta*, *Enchytraeidae*) yksilömääristä ja vertikaalijakaumasta luonnontilaisella ja metsäojitetulla rahkarämeellä.

Ilkka Markkula

Helsinki 1977

103
1977

ALKUSANAT

Oheinen biol.yo. Ilkka Markkulan opinnäytetyö LuK-tutkintoa varten kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla vuonna 1973 aloitettuun tutkimusprojektiin " Suo ekosysteemien ja sen metsätaloudellisen muuttuman rakenteen ja toiminnan vertailu ". Tässä mp-toimien, erityisesti ojituksen ja lannoituksen vaikutuksia ekosysteemitasolla selvittävässä tutkimuksessa on toimittu yhteistyössä Helsingin yliopiston biologisten laitosten kanssa. Koska tutkimuksen päätavoitteena on energeettinen ja aineenvaihdunnallinen malli muuttuvasta suo-ekosysteemistä, on sekundäärituotannon sektorilla keskitytty ensisijaisesti maaperän eläimiin, orgaanisen aineksen energeettisesti tärkeimpiin kuluttajiin ja esihajottajiin. Nyt valmis-
tuneessa työssä esitetään preliminäärituloksia aineenvaihdunnallisesti keskeisen eläinryhmän populaatiokoon ja vertikaalijakautuman suhteesta detritusekosysteemiä voimakkaimmin sääteleviin ympäristötekijöihin.

Työn tekijät, allekirjoittanut suunnittelijana ja ohjaajana, ovat kiitollisuudenvelassa Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston päällikölle prof. Olavi Huikarille ja Lammin Biologisen aseman esimiehelle, apul.prof. Raimo Ruuhijärvelle työmahdollisuuksista ao. laitoksissa. Päivi Lempinen ja Maija Tuuri suontutkimusosastolla ovat kiitoksen ansaitsevalla tavalla hoitaneet puhtaaksi piirtämis- ja kirjoitustyöt.

Helsinki 31.10.1977

työryhmän puolesta

Antti Reinikainen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1.
1.1. Änkyrimatojen merkityksestä suoekosysteemissä	1.
1.2. Populaatiokoosta ja sen vaihtelusta	2.
1.3. Vertikaalijakaumasta	3.
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	5.
2.1. Tutkimusalue	5.
2.2. Näytteenotto	5.
2.3. Tilastollinen käsittely	6.
2.4. Ympäristötekijät	6.
2.5. Virhelähteistä	7.
3. TULOKSET	8.
3.1. Populaation koko	8.
3.2. Vuodenaikaisfluktuaatio	9.
3.3. Vertikaalijakauma	10.
3.4. Vertikaalijakauman muutokset kesän aikana	11.
4. TULOSTEN TARKASTELUA	13.
5. TIIVISTELMÄ	15.
KIRJALLISUUS	

JOHDANTO

ÄNKYRIMATOJEN MERKITYKSESTÄ SUOEKOSYSTEEMISSÄ

Änkyrimadot ovat runsaimmillaan happamassa, runsaasti orgaanista ainesta sisältävässä maaperässä, ja muodostavat siten huomattavan osan suomaidenkin maaperäeläimistöstä (esim. CRAGG 1961, O'CONNOR 1967). Dominantti laji ainakin Fennoskandian ja Pohjois-Englannin soilla on Cognettia sphagnetorum (SPRINGETT 1963, NURMINEN 1967a).

Maaperäeläinten katsotaan yleensä toimivan maaperän karikkeen-hajotusprosesseissa ns. esihajoittajina, ts. ne pilkkovat kariketta fysikaalisesti ja stimuloivat mikrobitoimintaa (esim. MACFADYEN 1963). Änkyrimatojen osuutta tässä suhteessa on tosin vaikea arvioida, koska niiden ravintobiologia on vielä puutteellisesti tunnettu. Ne syövät kaikenlaista maa-ainesta, mitä niiden ympäristössä esiintyy, mutta voivat valikoida siitä tiettyjä osia, mm. sienten ja jo jonkinverran hajonneen detrituksen preferointia sekä mineraaliaineksen karttamista on havaittu (O'CONNOR 1967, DASH & CRAGG 1972b). Näin ollen niillä voisi olla merkitystä lähinnä hajotusprosessien myöhemmissä vaiheissa. Tosin joidenkin lajien on todettu voivan käyttää ravinnokseen myös tuoretta kasvimateriaalia (O'CONNOR 1967).

STANDEN & LATTER (1977) tutkivat C.sphagnetorum-lajin ravintoa englantilaisella peittosuolla ja havaitsivat lievää preferenssiä jo hieman hajonneisiin kanervan ja tupasvillan jäänteisiin, mutta

ei mikro-organismeihin eikä rahkasammaleeseen. CLYMO (1965) arveli ettei maaperäeläimillä yleensäkkään ole merkittävää osuutta rahkasammalen hajoamiseen. KOZLOVSKAJA (1973,1975) on kuitenkin todennut änkyrien ja eräiden muiden maaperäeläinryhmien ulosteiden tarjoavan erityisesti turvemailla mikrobeille maaperää edullisemman kasvualustan. Änkyrit ja lierot vilkastuttavat ammonifikaatiota, typensidontaa ja selluloosan hajotusta. Rahkasammalten hajotuksessa harvasukamadot ovat KOZLOVSKAJAN mukaan merkittävämpiä meso- ja eutrofisten lajien kohdalla, oligotrofisten lajien hajotuksessa taas oribatidipunkit.

POPULAATIOKOOSTA JA SEN VAIHTELUSTA

Änkyripopulaatioiden vuodenaikaisfluktuaatioita voidaan pitkälle selittää pelkästään lämpötilan ja kosteuden avulla (O'CONNOR 1967, ABRAHAMSEN 1971).

Fluktuaatioissa voidaan erottaa kahta tyyppiä: kuivilla mailla esiintyy kesällä kuivuudesta johtuva minimi ja keväisin ja syksyisin maksimit maan ollessa kosteampaa (NIELSEN 1955a ja b, NURMINEN 1967b). Jatkuvasti kosteina pysyvillä mailla taas lämpötila on tärkein tekijä ja esiintyy vain yksi populaatiomaksimi kesän lämpimimpään aikaan (PEACHEY 1962, DASH & CRAGG 1972a). Tosin myös joillakin jatkuvasti kosteina pysyvillä suo- ja rantahabitaateilla on todettu kesäminimi, joka ilmeisesti johtui liian korkeista lämpötiloista (NIELSEN 1955a ja b). Letaalilämpötila änkyrimadoilla on NIELSENIN (1955b) mukaan 25-30°C, kuivuus taas alkaa olla haitallista kun pF-arvo ylittää 3; pF 4 on NIELSENIN mukaan ehdottoman tuhoisa.

Vaikka änkyrit suosivatkin runsasta kosteutta, on niiden määrän todettu lisääntyvän soilla ojituksen jälkeen (esim. KOZLOVSKAJA 1973, VILKAMAA 1976). Mahdollisesti lisääntyminen kuitenkin tapahtuu vasta useita vuosia ojituksen jälkeen.

Nurminen

Maan jäätyminen voi ainakin Suomen oloissa aiheuttaa huomattavaa kuolleisuuden kasvua ja olla siten tärkeä populaatiokokoa rajoittava tekijä (NURMINEN 1967b).

VERTIKAALIJAKAUTUMASTA

Optimiolosuhteissa useimpien änkyrimatolajien vertikaalijakauma on epedafinen, ts. tiheys on suurin maan pinnassa ja laskee alaspäin mentäessä. Epäsuotuisten olosuhteiden (kuten kuivuuden tai kylmyyden) uhatessa ylhäältäpäin jakauma kuitenkin muuttuu tasaisemmaksi tai pääosa eläimistä on syvemmällä, yleensä kuitenkin enintään 10-20 cm:n syvyydessä (NIELSEN 1955a, O'CONNOR 1963, SPRINGETT 1963, NURMINEN 1967b, SPRINGETT et. al. 1970). Muutos voi tapahtua aktiivisena migraationa kohti suotuisampia olosuhteita, tai olla seurausta erilaisesta kuolevuudesta tai lisääntyvyydestä eri syvyyksillä. Syiden erottaminen voi olla vaikeaa, sillä huomattavakin migrointi voi peittyä syntyvyyden tai kuolevuuden alle (SPRINGETT 1963, diskussion notes). On myös mahdollista, etteivät eläimet suinkaan suunnista keskimääräisten ympäristögradienttien mukaan (joihin ympäristötekijäin mittaus yleensä kohdistuu), vaan maakolojen, juurten yms. muodostamilla mikrohabitaa-teilla voi olla suurempi merkitys (NIELSEN 1955b).

SPRINGETT et.al. (1970) ovat kuitenkin havainneet Cognettia sphagnetorum-lajin englantilaisella peittosuolla migroivan alaspäin suonpinnan kuivuessa kesällä, ja myös vuorokautisvaeltelua esiintyi. Myös ERMAN (1973) on todennut kalifornialaisen nevan änkyrien siirtävän alaspäin päivän kuumimpaan aikaan, minkä hän arveli johtuvan suoveden happipitoisuuden laskusta. NURMISEN (1967b) mukaan migraatiota alaspäin tapahtuu metsämaassa nimenomaan alkutalvella maan alkaessa jäätyä, mutta pääosin vertikaalijakauman muutos talvella on seurausta suuremmasta kuolevuudesta pinnassa.

Tässä työssä esitellään preliminäärisiä tuloksia tutkimuksesta, jossa pyrittiin vertailemaan eteläsuomalaisen keidassuon ja sen metsänparannuskäsitellyn osan änkyrimatopopulaatioiden kokoa ja rakennetta. Erityisesti kohdistettiin mielenkiintoa matojen vertikaaliseen jakautumaan turpeessa ja sen muutoksiin vuoden kesäpuoliskon aikana.

AINEISTO JA MENETELMÄT

TUTKIMUSALUE

Tutkimusalue sijaitsee Lammin (EH) Laaviosuolla, joka kuuluu Rannikko-Suomen kermikeitaisiin. Tutkittu osa on tyypiltään kuljuista rahkarämettä ja osa siitä on ojitettu ja NPK-lannoitettu. Luonnontilaisen suon osan pohjakerroksen muodostavat pääosin rahkasammalet, mättäillä Sphagnum fuscum ja kuljuissa mm. S. balticum ja S. angustifolium. Kenttäkerroksen valtalajit ovat kanerva, variksenmarja ja tupasvilla (LINDHOLM 1977).

Ojitetulla osalla rahkasammalet ovat osittain korvautuneet metsäsammalilla, varsinkin Pleurozium schreberi on paikoin runsas. Varpujen, tupasvillan ja männyn tuotanto ja siten myös kariketuotos on runsaampi kuin luonnontilaisella puolella.

NÄYTTEENOTTO

Kummaltakin suon osalta valittiin 10x10 m:n suuriset näytealat siten, että ne olivat kasvillisuutensa puolesta silmämääräisesti arvioiden mahdollisimman edustavat. Mätäs- ja kuljupintojen suhde oli kummallakin näytealalla n. 4:6.

Näytealat jaettiin edelleen yhden neliömetrin suuruisiin ruutuihin, jotka numeroitiin 1-100:n. Kullakin näytteenottokerralla valittiin näistä näyteruudut satunnaisotannalla. Kerrallaan otettiin yleensä kymmenen näyteyksikköä molemmilta näytealoilta. Näytteet otettiin 25 cm²:n teräspatkikairalla 15 cm:n syvyyteen ja jaettiin kolmen cm:n vertikaaliosiin saksilla leikaten. Änkyrimadot eroteltiin näytteistä märkäsupilomenetelmällä (kts. HUHTA 1972), ja las

kettiin binokulaarin avulla. Näytteitä otettiin ajalla 4.6. - 10.11.-75 ja 5.5. - 19.9.-76 yhteensä 11 kertaa. Ensimmäisenä kesänä näytteenottoväli vaihteli yhdestä kahteen kuukauteen, jälkimmäisenä näytteet otettiin enintään kuukauden välein.

TILASTOLLINEN KÄSITTELY

Tilastollinen käsittely suoritettiin MÄKISEN (1972) mukaisesti. Yksisuuntaisella varianssianalyysillä testattiin oliko ryhmien välinen vaihtelu merkittävästi sisävaihtelua suurempaa näyte-
kertojen, vertikaalisten jako-osien, mikrohabitaattien (mättäät ja kuljut) sekä näytealojen (ojikko ja luonnontilainen) välillä. Koska aineisto ei ollut normaalisti jakautunut, se muunnettiin logaritmuotoon varianssianalyysia varten. Variaateissa oli nollia, joten käytettiin muunnosta $\ln(x+1)$. Keskiarvojen esittämistä varten luvut muutettiin takaisin normaalimuotoon. On syytä huomata, että ne tällöin jonkin verran pienenevät alkuperäisiin lukuihin nähden (geometrinen keskiarvo).

YMPÄRISTÖTEKIJÄT

Tutkimuksen aikana mitattiin näytealojen lähellä mm. pohjaveden tasoa, turpeen lämpötilaa sekä aerobisen kerroksen paksuutta. Pohjaveden taso mitattiin yleensä päivittäin lautaputkesta tehdyistä pohjavesikaivoista, joita oli kummankin näytealan lähellä mätäs- ja tasapinnassa yhteensä neljä. Pohjavesipinta oli suurimman osan kesää näytteenottosyvyyden alapuolella, mutta pintaturpeen kosteuden tiedetään riippuvan pohjaveden etäisyydestä pinnasta,

joskin riippuvuus on sitä vähäisempää, mitä alempana pohjaveden pinta on (esim. AHTI 1971). Turpeen aerobisen kerroksen paksuutta mitattiin ns. hopeasauvamenetelmällä (LÄHDE 1969).

Turpeen lämpötilaa mitattiin eri syvyyksillä erityyppisiltä pinnoilta. Koska vaihtelu eri pinnoilla oli samansuuntaista, esitetään tässä työssä lämpötilan vaihtelu vain luonnontilaisen osan mätäspinoilta 2,5 cm:n syvyydeltä mitattuna. Mittaustulokset on esitetty kuvissa 10-19.

VIRHELÄHTEISTÄ

Näytteenotossa käytetty putkikaira rajaa näytteen pinta-alaltaan tarkasti, mutta pehmeä ja huonosti leikkautuva turve painuu aina jonkinverran kasaan näytettä kairatessa sekä näytettä kairasta poistettaessa. Tällöin eläimet voivat vahingoittua, ja näytteen vertikaalisuuntainen rajaus tulee epätarkaksi. Mätästurve painui kokoon tasapintaturvetta enemmän, mutta myös palautui paremmin entiseen muotoonsa. Ojikon maatuneempi turve leikkautui paremmin kuin luonnontilaisen (vrt. VILKAMAA 1976). Käytetyn erottelumenetelmän on todettu sopivan turvemaahan hyvin (PEACHEY 1962). Kun menetelmä oli sama kaikille näytteille, voitaneen niitä pitää keskenään vertailtavina.

TULOKSET

POPULAATION KOKO

Änkyrimatojen yksilömäärät eri näytteenottokertoina on esitetty taulukoissa 1 . Ojitetun suon osan tiheys oli ensimmäisenä vuonna keskimäärin hiukan suurempi kuin luonnontilaisen, mutta toisena vuonna taas pienempi. Kumpanakaan vuonna ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Tulos poikkeaa aikaisemmista, joiden mukaan suomaiden änkyritiheys kasvaa ojituksen jälkeen (KOZLOVSKAJA 1974, VILKAMAA 1976). Tosin on mahdollista, että lisääntyminen tapahtuu vasta vuosia myöhemmin.

Eri pienmuotojen eläinmäärät olivat kuitenkin varsin erilaiset. Ojikon tasapintojen määrä oli moninkertainen verrattuna mätäspintoihin ja ylitti selvästi myös luonnontilaisen puolen tiheydet.

Luonnontilaisella osalla tilanne oli päinvastainen: mättäiden änkyritiheys ylitti tasapintojen luvut selvästi, joskaan ero ei ollut yhtä suuri kuin ojikolla. Tämän perusteella näyttäisi siis siltä, että luonnontilaisen osan kuljupinnat eivät kosteudesta huolimatta olisi änkyreille suotuisia habitaatteja. Syynä voisi olla esim. niukka happitilanne tai ravinnon puute. STANDEN & LATTER (1977) ovat todenneet englantilaisen peittosuon Calluna- ja Eriophorumkasvustojen Cognettia sphagnetorum-populaatioiden olevan tiheämpiä kuin paljaan Sphagnum-pinnan, minkä he päättelivät johtuvan huonosta ravintotilanteesta rahkasammaleessa.

Ojikon mättäät taas lienevät änkyreille liian kuivia. VILKAMAA (1976) havaitsi mättäillä olevan tasapintoja vähemmän änkyreitä ITR-muuttumilla, mutta myös luonnontilaisella ITR:llä. Ero selittyy sillä, että ITR on kuivempi suotyyppi kuin nyt tutkittu RR. Maaperäeläinten vähenemisen mahdollisuuteen suon ylikuivumisen seurauksena viittaa myös KOZLOVSKAJA (1974), joskaan hän ei esitä asiasta tutkimustuloksia.

Ojikon tasapintojen suuriin tiheyksiin voi olla vaikutusta myös keinolannoituksella, jonka metsämailla on todettu lisäävän änkyrimatojen määriä, tosin vasta useiden vuosien kuluttua lannoituksesta ensivaikutuksen voidessa olla jopa negatiivinen (HUHTA et.al. 1967).

VUODENAIKAISFLUKTUAATIO

Kesällä -75 vuodenaikaisvaihtelu oli varsin erilaista eri näytealoilla ja pinnanmuodoilla. Luonnontilaisen osan mätäs- ja tasapinnoilla matojen runsaudenvaihtelu oli jokseenkin samansuuntaista ja kokonaisuudessaan melko vähäistä (mätäspinoilla vaihtelu ei edes ollut tilastollisesti merkitsevää). Sen selittäminen ympäristötekijöiden vaihtelulla vaikuttaa hankalalta (kuvat 1 ja 2, taulukko 1.). Ojikon mätäspinoilla ilmeni selvä kesäminimi kuivimpaan aikaan ja populaatio oli tiheimmillään keväällä ja syksyllä. Vaihtelu oli samantapaista kuin kuivilla metsä- ja niittymailla havaittu (NIELSEN 1955a ja b, NURMINEN 1967b). Tasapinnoilla vaihtelu oli samantapaista, mutta alkukesällä tiheys oli hyvin pieni nousten kuitenkin moninkertaiseksi (kuvat 3 ja 4, taulukko 1.).

Alkukevällä -76 eläinten määrä oli laskenut suorastaan romahdusmaisesti. Edellinen talvi oli keskimääräistä kylmempi ja myös vähäluminen (ILMATIETEELLINEN KESKUSLAITOS 1975-76), ja kovien

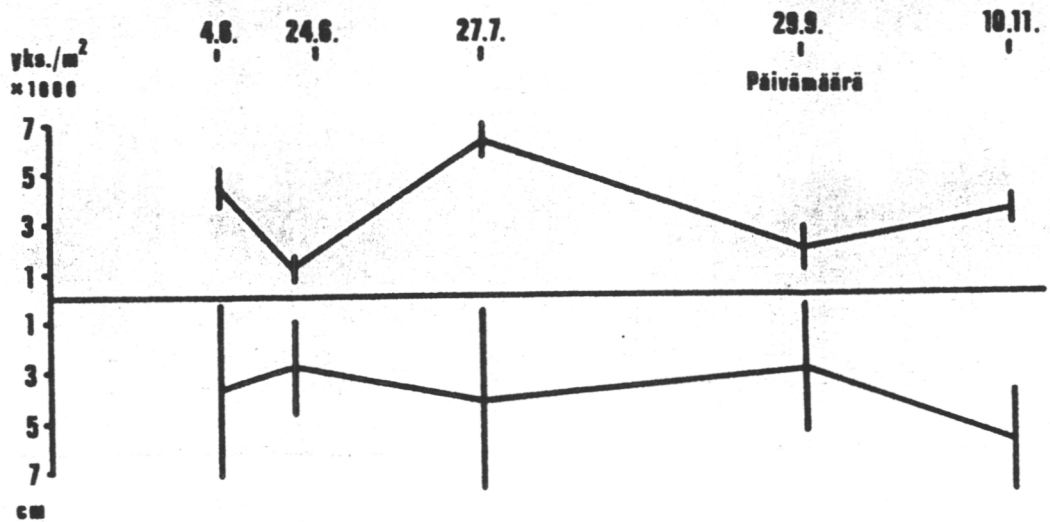
talvien on todettu pienentävän änkyripopulaatioita (NURMINEN 1967b)

Kesän mittaan tiheydet kasvoivat lähes edellisen kesän tasolle. Luonnontilaisella puolella ja ojikon mätäspinoilla maksimitiheydet saavutettiin heinä-elokuussa, minkä jälkeen määrät alkoivat laskea. Muutokset saattaisivat olla sidoksissa lämpötilan kehitykseen suolla. Ojikon tasapintojen vaihtelu sensijaan oli erikoinen: tiheydet kasvoivat elokuuhun asti, jolloin tapahtui jyrkkä lasku ja sitä seurasi jälleen nousu, jota jatkui syksyyn asti. (Kuvat 5, 6, 7 ja 8, taulukko 1).

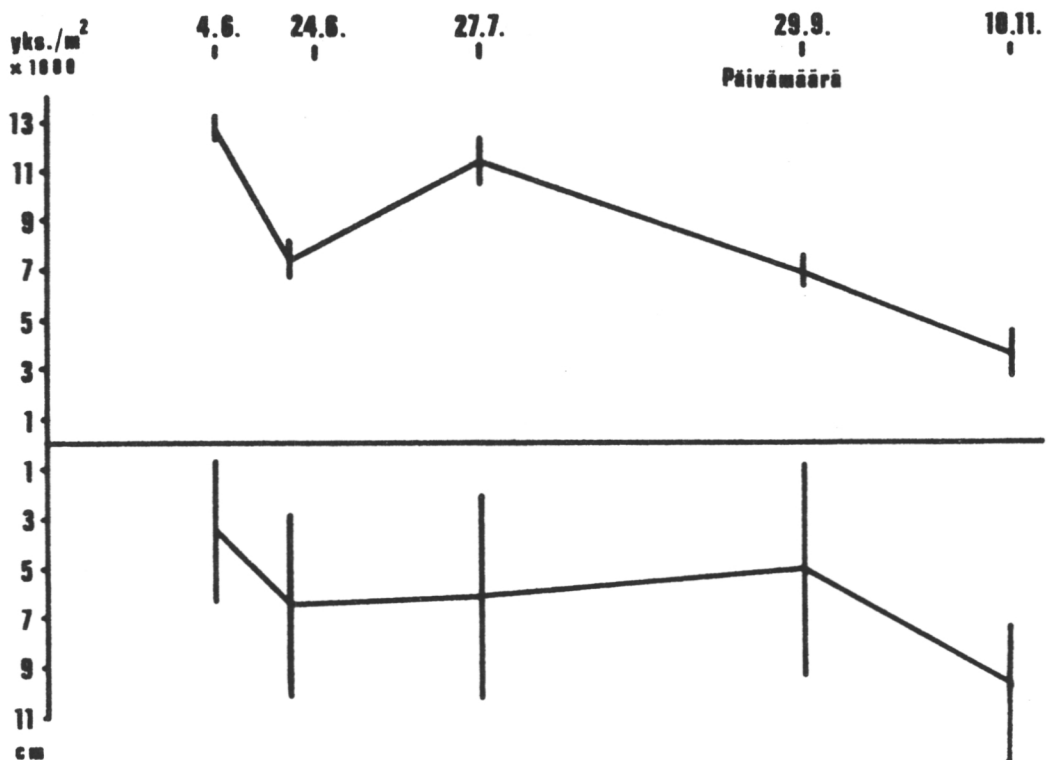
VERTIKAALIJAKAUMA

Tarkasteltaessa matojen prosentuaalista jakautumaa turpeessa kaikista roudattoman ajan näytteistä laskettuna keskiarvona, havaitaan, että tasapinoilla ne olivat keskittyneet pintaan enemmän kuin mätäillä, ja luonnontilaisella samoin ojikkoon verrattuna. Tämä vastaa habitaattien kosteuseroja (kuva 9). Jakauma on varsin samanlainen molempina kesinä, vaikka kesä -76 olikin edellistä kosteampi. Ainoastaan luonnontilaisen osan tasapinoilla olivat madot enemmän keskittyneet pintaan jälkimmäisenä kesänä (yli 80 % ylimmässä kolmessa sentissä). Selitys tälle lienee aerobisen kerroksen ohuus kesällä -76 (vain 5-10 cm suurimman osan kesää, kuva 14).

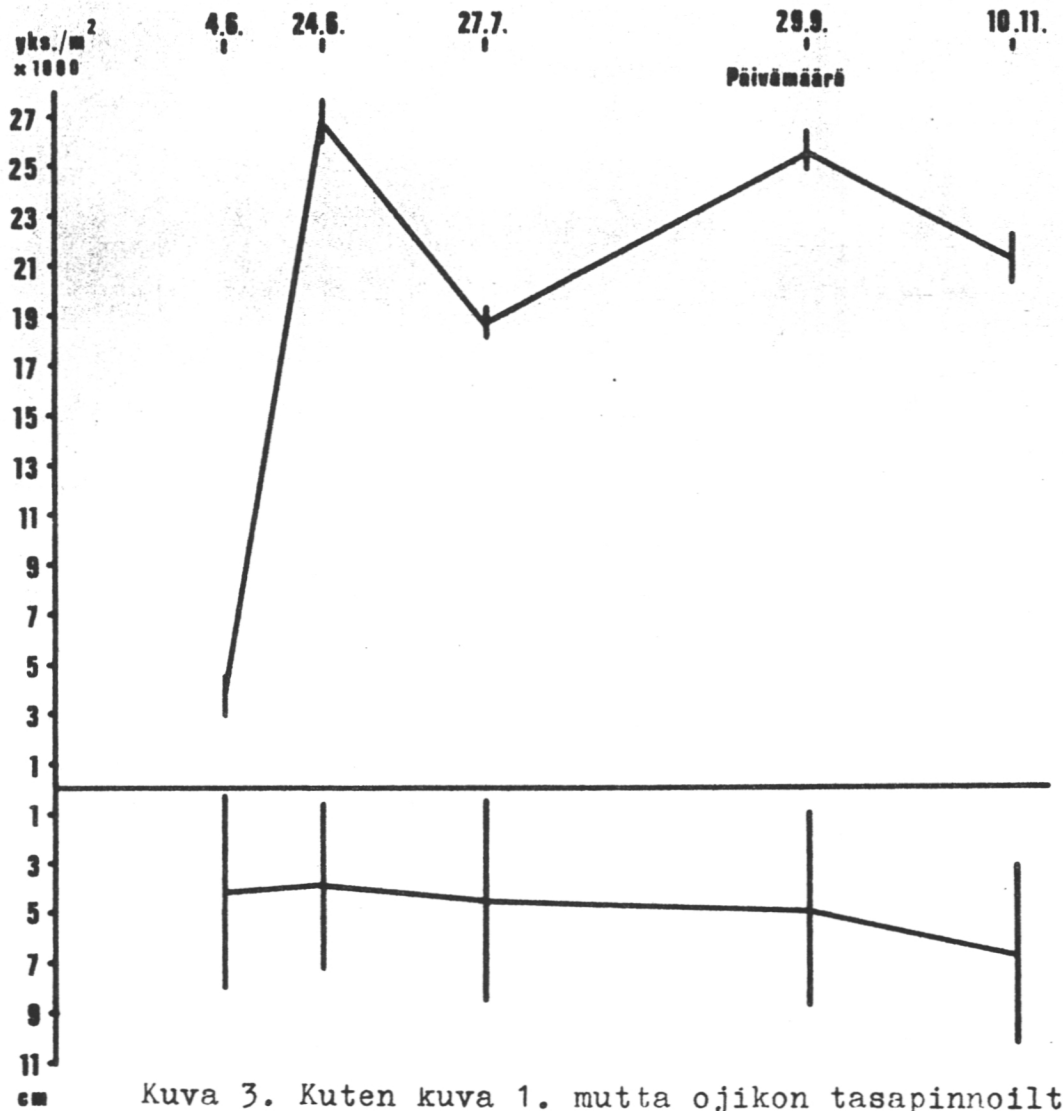
On huomattava, että myös luonnontilaisen osan mätäillä ja ojikon tasapinoilla jakauma oli selvästi epedafinen, vaikka aerobisen kerroksen paksuus ilmeisesti sallisikin eläinten tunkeutumisen syvemmälle (kuvat 15 ja 17).



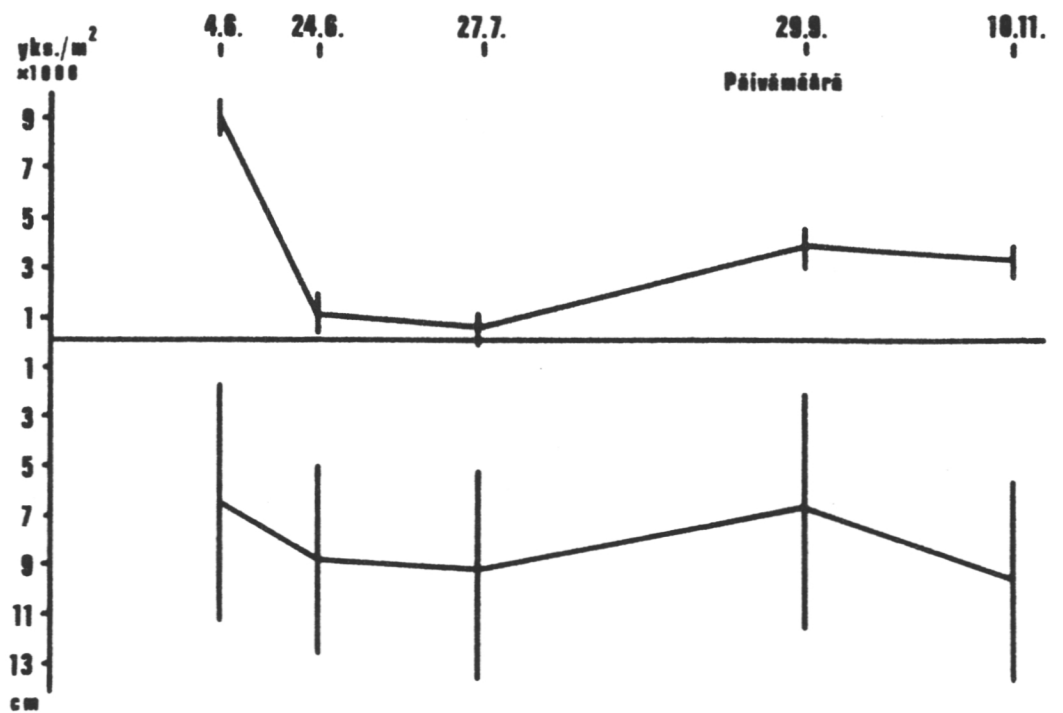
Kuva 1. Luonnontilaisen osan tasapinnat 1975. x-akselin yläpuolella yksilömaerien vuodenaikaisvaihtelu (k.a. \bar{x} 90% luotettavuusrajat), alapuolella "mean depth" \bar{x} "depth deviation" (ks. sivu 11.)



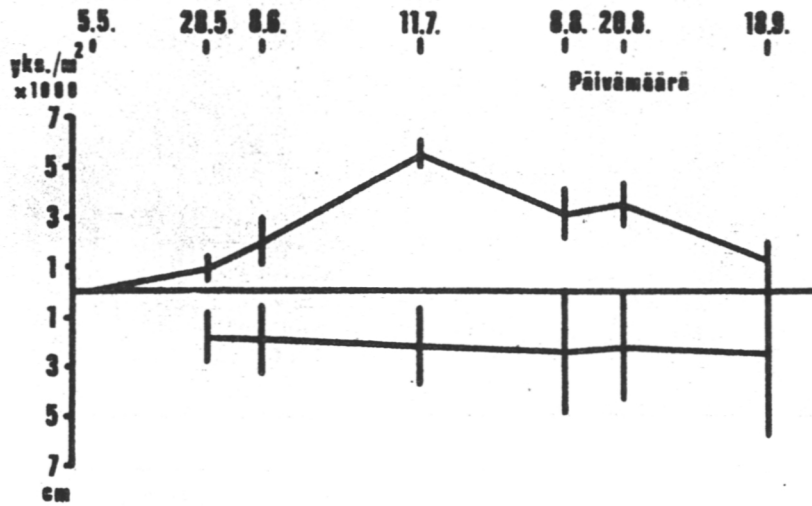
Kuva 2. Kuten kuva 1. mutta luonnontilaisen osan mätaspinnoilta.



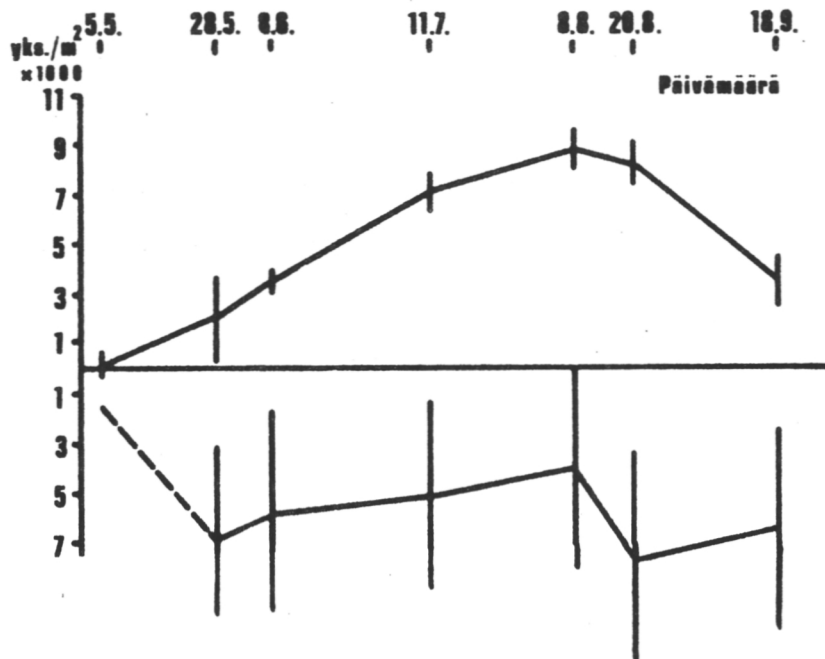
Kuva 3. Kuten kuva 1. mutta ojikon tasapinnoilta.



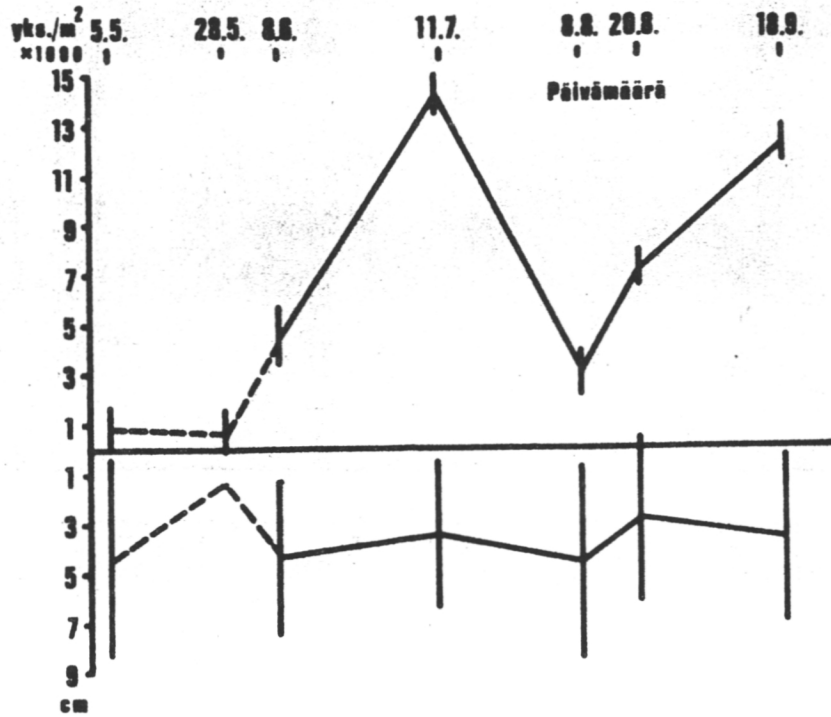
Kuva 4. Kuten kuva 1. mutta ojikon mätäspinnoilta.



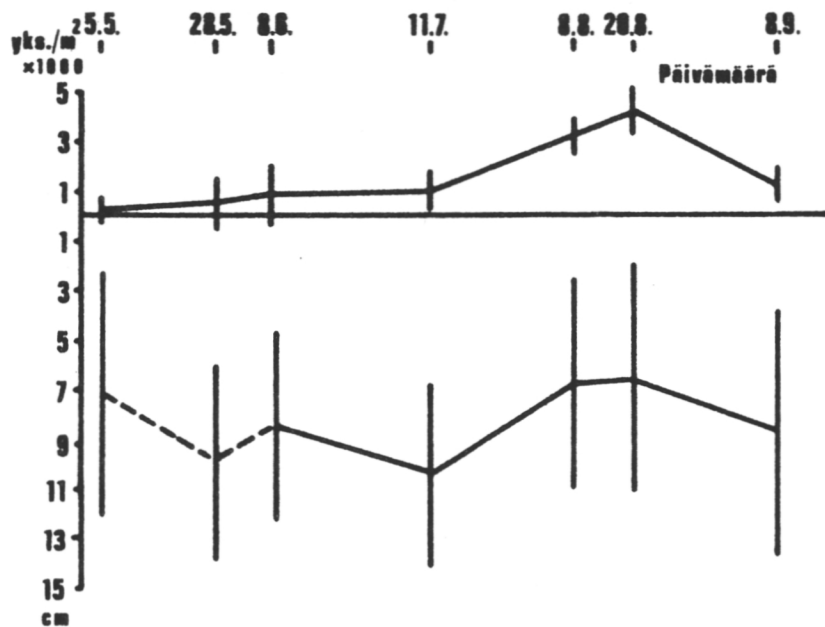
Kuva 5. Kuten kuva 1. mutta vuodelta 1976.



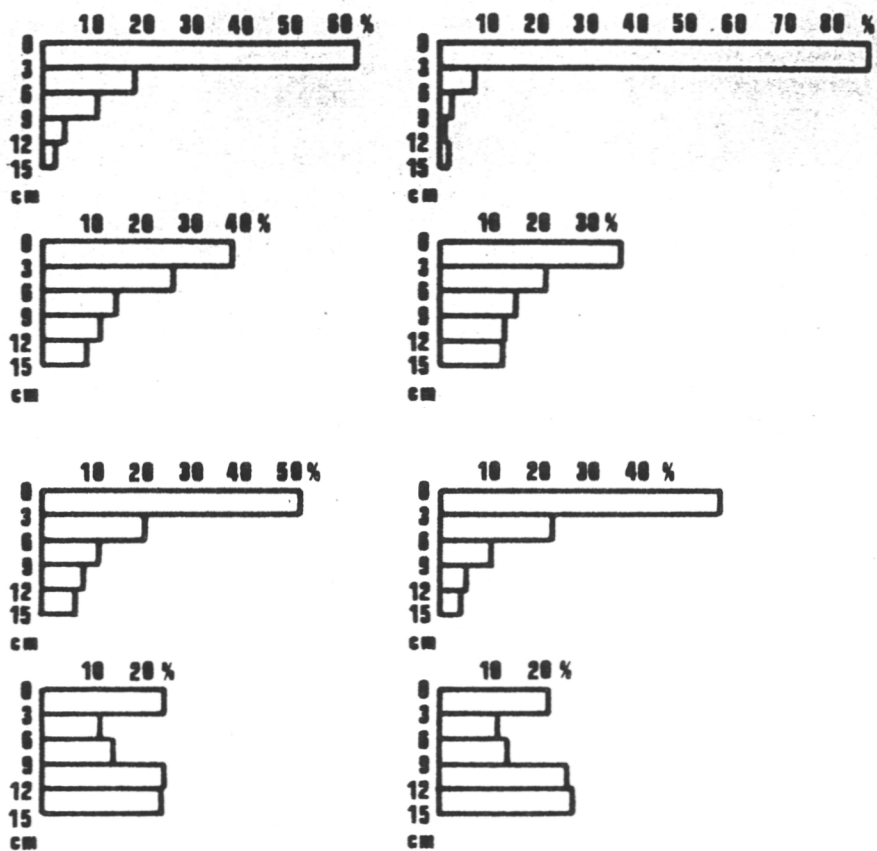
Kuva 6. Kuten kuva 1. mutta luonnontilaisen osan mätäspinoilta vuodelta 1976.



Kuva 7. Kuten kuva 1. mutta ojikon tasapinnoilta, vuosi 1976.



Kuva 8. Kuten kuva 1. mutta ojikon mätäspinnoilta, vuosi 1976.



Kuva 9. Yksilömäärien keskimääräinen vertikaalijakauma prosentteina eri näytealoilla ja pinnanmuodoilla. Vasemmalla kesä 1975, oikealla 1976. Järjestys ylhäältä alas: luonnontilaiset tasapinnat, luonnontilaiset mätäspinnat, ojikon tasapinnat, ojikon mätäspinnat.

Ojikon mättäillä tilanne oli erilainen: jakauma oli kumpanakin kesänä kaksihuippuinen, suurimmat populaatiotiheydet saavutettiin aivan pinnassa ja toisaalta 12-15 cm:n syvyydessä. Jakaumasta voisi myös päätellä, että jonkin verran eläimiä olisi jäänyt näytteenottosyvyyden alapuolellekin. On tietysti mahdollista, että eläinten pieni määrä mätäspinoilla aiheuttaisi jakauman epäsäännöllisyyden, mutta se ei vaikuta todennäköiseltä, koska jakauma oli kumpanakin kesänä hyvin samankaltainen.

VERTIKAALIJAKAUMAN MUUTOKSET KESÄN AIKANA

Änkyrimatojen absoluuttinen ja prosentuaalinen jakauma eri näytteenottokerroilla on esitetty taulukoissa 2 ja 3. Muutosten havainnollistamiseksi laskettiin näytteistä myös ns. "keskisyvyys" (mean depth), joka kuvaa vertikaalijakaumaa yhdellä luvulla (USHER 1975). Se lasketaan kaavalla:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^k d_i n_i}{N}$$

missä k on näytteen vertikaalisten jako-osien lukumäärä

d_i on i:nnen jako-osan keskipisteen syvyys, tässä siis

$d_1=1,5$ cm, $d_2=4,5$ cm jne.

n_i on eläinten määrä i:nessä jako-osassa

sekä N on eläinten määrä yhteensä koko näytteessä

Keskisyvyys saa siten pienimmät arvonsa eläinten ollessa keskittyneinä pintaan, ja vastaavasti sitä suurempia, mitä syvemällä pääosa eläimistä on. Keskisyvyudet on piirretty kuviin 1-8.

Keskisyvyyden hajonta (depth deviation) lasketaan kaavalla:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n_i d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k n_i d_i)^2}{N^2}}$$

Saatujen tulosten mukaan tapahtui kesällä -75 huomattavia muutoksia vertikaalijakaumassa. Alkukesällä madot olivat keskittyneet enemmän turpeen pintaan, mutta kesän aikana ilmeni varsinkin mätäspinoilla selvä muutos alaspäin. Kosteammilla tasapinoilla tapahtui samansuuntaista muutosta, mutta paljon lievempänä. Alkusyöksyllä ilmeni jälleen keskittymistä pintaan.

Muutokset olivat samansuuntaisia kuin SPRINGETTIN et.al. (1970) tutkimus peittosuon änkyrimadoista osoittaa, ja ne näyttävät selittyvän hyvin suonpinnan kosteusmuutoksilla. SPRINGETT et.al. katsoivat muutosten olevan aktiivisen migraation tulosta. Näiden havaintojen perusteella on kuitenkin mahdotonta erottaa vaellusten ja lisääntymisen osuutta änkyritiheyden nousuun syvemmissä kerroksissa. Ojikon mätäillä eläinten määrä jopa laski kaikissa kerroksissa kesän aikana, joten vertikaalijakauman muutos niillä voisi olla seurausta pelkästään kuivuuden aiheuttamasta kuolevuuden kasvusta.

Kesällä -76 vaihtelu oli toisenlaista. Luonnontilaisen osan tasapinoilla matojen valtaosa oli koko kesän ajan turpeen pinnassa. Mätäspinoilla sensijaan änkyrit olivat alkukesällä pääosin syvemmissä kerroksissa sekä luonnontilaisella puolella että ojikolla. Elokuun näytteissä ilmeni kuitenkin muutosta pintaan päin, ojikolla myöhemmin kuin luonnontilaisella. Ojikon tasapinoilla muutos oli samansuuntaista, joskin lievempää. Muutokset sattuvat melko hyvin yhteen pohjavesipinnan muutosten kanssa, jotka poikkesivat edelli-

sestä kesästä (kuvat 14,16).

Vertikaalijakauman muutosta maan jäätyessä syksyllä voidaan tarkastella vuoden -75 viimeisistä näytteistä 10.11., jolloin suon pinta oli jo jäätynyt muutaman cm:n syvyydeltä (ei tosin vielä pysyvästi). Kaikilla näytealoilla ja mikrohabitaateilla jakauma oli selvästi muuttunut edellisestä kerrasta, ja matojen valtaosa oli nyt keskittynyt 3-9 cm:n syvyyteen. Muutoksen täytyy ainakin osittain johtua aktiivisesta migraatiosta, sillä matojen määrä syvemmissä kerroksissa oli myös absoluuttisesti noussut, eikä lisääntymistä juuri enää tapahtune lämpötilan ollessa jäätympisteeseen tienoilla. Myös NURMISEN (1967b) mukaan vertikaalimigraatioita esiintyy nimenomaan alkutalvella maan alkaessa jäätyä.

Vuoden -76 ensimmäiset näytteet (5. ja 28.5.) otettiin roudan sulamisvaiheessa, mutta eläinten kokonaismäärä oli tällöin niin pieni, ettei päätelmiä vertikaalijakauman muutoksista voi näiden tulosten perusteella tehdä.

TULOSTEN TARKASTELUA

Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että ojitus olisi muuttanut änkyrimatojen elinympäristöä suotuisammaksi kuljupinnoilla, mutta sensijaan liian kuivaksi mätäspinoilla niin, ettei luonnontilaisen ja ojitetun näytealan välillä keskimäärin ollut eroa. Ei kuitenkaan tiedetä varmasti, onko tilanne ojitetulla suon osalla sen vielä ollessa luonnontilassa ollut sama kuin luonnontilaisella näytealalla. Vain kahdelta suhteellisen pieneltä näytealalta saadut tulokset eivät myöskään ole suoraan

Taulukko 2. Yksilömäärien absoluuttinen ja prosentuaalinen vertikaalijakautuma -75.

Luonnontil. tasapinnat	PVM cm.	4.6.-75		24.6.-75		28.7.-75		29.9.-75		10.11.-75		Keskiarvo %:na roudattomalta ajalta
		yks/m ²	%		%							
	0-3	2900	64,2	710	64,4	3400	57,3	1310	67,9	130	5,7	63,5
	3-6	740	16,4	290	26,6	770	12,9	310	16,4	1070	46,9	18,1
	6-9	230	5,0	100	8,9	1160	19,5	230	11,8	980	43,1	11,3
	9-12	480	10,7	0	0	210	3,5	70	3,9	100	4,3	4,5
	12-15	170	3,7	0	0	400	6,7	0	0	0	0	2,6
	F	2,743 ⁰		7,255 ^{**}		4,589 ^{**}		2,403 n.s.		3,12 [*]		
	df ₁ ,df ₂	4,13		4,18		4,20		4,15		4,19		
Luonnontil. mätäspinnat	0-3	6240	55,9	1470	21,8	2680	28,2	2740	46,4	60	1,8	38,1
	3-6	3140	28,1	1660	24,8	2770	29,2	1360	23,0	60	1,8	26,3
	6-9	1270	11,4	1660	24,8	1320	13,9	530	8,9	850	26,0	14,8
	9-12	310	2,8	1380	20,5	1500	15,8	460	7,7	1360	41,5	11,7
	12-15	210	1,9	550	8,1	1220	12,9	830	14,0	940	28,8	9,2
	F	16,226 ^{***}		0,717 n.s.		0,308 n.s.		2,634 n.s.		2,868 n.s.		
	df ₁ ,df ₂	4,24		4,20		4,20		4,25		4,20		
Ojitettu tasapinnat	0-3	1240	58,1	11 950	55,1	9320	54,4	9920	41,7	3320	17,6	52,3
	3-6	340	16,1	5320	24,5	3030	17,7	6050	25,4	4470	23,8	20,9
	6-9	310	14,8	1860	8,6	1430	8,3	3210	13,5	6110	32,5	11,3
	9-12	0	0	1680	7,8	2360	13,8	2870	12,1	2900	15,4	8,4
	12-15	230	11,0	890	4,1	980	5,7	1730	7,3	2020	10,7	7,0
	F	0,978 n.s.		4,293 [*]		2,921 n.s.		1,562 n.s.		0,443 n.s.		
	df ₁ ,df ₂	4,13		4,19		4,17		4,15		4,15		
Ojitettu mätäspinnat	0-3	2650	38,5	170	14,6	60	12,4	1160	33,3	170	5,8	24,7
	3-6	930	13,5	50	4,4	60	12,4	610	17,6	480	16,8	12
	6-9	770	11,1	310	26,8	60	12,4	230	6,7	560	19,4	14,3
	9-12	1070	15,5	370	32,6	130	26,8	840	24,1	480	16,8	24,8
	12-15	1470	21,3	250	21,5	170	35,9	630	18,2	1170	41,1	24,2
	F	0,741 n.s.		0,745 n.s.		0,380 n.s.		0,735 n.s.		1,413 n.s.		
	df ₁ ,df ₂	4,24		4,25		4,20		4,20		4,15		

Taulukko 3. Yksilömaerien absoluuttinen ja prosenttijakauma - 76.

Luonnontil. tasapinnat	PVM. c.m.	5.5.-76		8.6.-76		11.7.-76		8.8.-76		20.8.-76		19.9.-76	
		yks/m ²	%	yks/m ²	%	yks/m ²	%	yks/m ²	%	yks/m ²	%	yks/m ²	%
Luonnontil. mätäspinnat	0-3	0	0	1750	88,2	4330	82,2	2800	86,0	2680	85,6	1160	92,2
	3-6	0	0	170	8,8	730	13,9	170	5,3	260	8,3	0	0
	6-9	0	0	60	3,0	210	4,0	60	1,8	130	4,1	0	0
	9-12	0	0	0	0	0	0	220	6,8	0	0	0	0
	12-15	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1,9	100	7,8
	F				8,296 ^{ns}		37,843 ^{ns}		8,247 ^{ns}		6,73 ^{ns}		9,58 ^{ns}
df ₁ ,df ₂				4,20		4,20		4,20		4,20		4,20	
Luonnontil. mätäspinnat	0-3	50	100	970	35,4	2500	40,5	4880	61,3	1580	19,7	980	26,6
	3-6	0	0	680	24,8	1490	24,1	1560	19,6	1520	19,0	730	19,8
	6-9	0	0	230	8,6	1100	17,8	390	4,9	1660	20,7	960	25,8
	9-12	0	0	650	23,6	650	10,4	260	3,3	1010	12,6	600	16,3
	12-15	0	0	210	7,6	450	7,2	860	10,9	2250	28,0	420	11,4
	F			1,528 n.s.		1,635 n.s.		5,598 ^{ns}		0,321 n.s.		0,324 n.s.	
df ₁ ,df ₂			4,20		4,20		4,20		4,20		4,20		
Ojitettu tasapinnat	0-3	480	57,8	1540	43,4	7550	58,2	1170	42,6	5610	79,5	5490	59,9
	3-6	120	14,9	920	25,8	3000	23,1	1020	37,1	580	8,3	1930	21
	6-9	0	0	830	23,2	1620	12,5	130	4,7	210	3	790	8,6
	9-12	230	27,3	210	5,9	620	4,8	150	5,5	290	4,1	600	6,6
	12-15	-	-	60	1,7	170	1,3	280	10,1	370	5,2	360	3,9
	F			1,382 n.s.		6,603 ^{ns}		1,838		6,117 ^{ns}		3,671 [*]	
df ₁ ,df ₂			4,20		4,20		4,20		4,20		4,20		
Ojitettu mätäspinnat	0-3	60	39	100	12,4	100	9,4	780	29	1050	34,5	260	24,2
	3-6	0	0	170	21,9	0	0	360	13,4	440	14,4	100	9,2
	6-9	30	18,7	0	0	260	24,7	690	25,6	400	13,0	60	5,6
	9-12	30	18,7	420	53,3	170	16,5	440	16,3	650	21,1	230	21,8
	12-15	36	23,6	100	12,4	520	49,3	420	15,7	520	17	422	39,3
	F			0,535 n.s.		1,705 n.s.		0,532 n.s.		0,292 n.s.		0,888 n.s.	
df ₁ ,df ₂			4,10		4,20		4,20		4,20		4,20		

yleistettävissä koskemaan koko suota, sillä sen eri osissa voivat olosuhteet olla erilaiset.

Havainnot änkyriemäärän vuodenaikaisvaihtelusta sopivat osittain varsin hyvin yhteen monien aikaisempien tutkimustulosten kanssa, joissa fluktuaatiot voitiin pitkälle selittää lämpötilan ja kosteuden avulla (vrt. johdanto). Ilmeni kuitenkin myös epäsäännöllistä vaihtelua, jonka selitysyritykset jäävät odottamaan tutkimusalueelta tehtyjen ympäristömittausten tarkempaa analysointia.

Änkyrimatojen vertikaalijakautuma oli ojitetulla osalla tasaisempi kuin luonnontilaisella ja eläinten vaikutus syvemmissä kerroksissa siten suurempi. Tällä on ilmeisesti merkitystä siihen, että ojitetujen soiden hajotusaktiiviteetti on luonnontilaisia suurempi ja ulottuu syvemmälle (vrt. LÄHDE 1969), mutta sen todellista osuutta tässä suhteessa on vaikea arvioida, ennen kuin änkyrimatojen merkitys hajotusprosesseissa yleensäkin tunnetaan paremmin.

Vertikaalijakaumassa esiintyi kesän ja syksyn aikana muutoksia, jotka näyttävät selittyvän hyvin lämpötilan ja kosteuden vaihtelulla. Ne ovat ainakin osittain seurausta aktiivisesta migraatiosta ja samansuuntaisia aiempien tutkimusten kanssa (esim. SPRINGETT et al 1970, NURMINEN 1967b). Migraatioilla voi ainakin teoriassa olla merkitystä turpeen mekaanisessa muokkautumisessa, joskin änkyrimadot luokitellaan ns. mikrohajottajiin, jotka eivät yleensä kaiva maahan uusia käytäviä (MACFADYEN 1963).

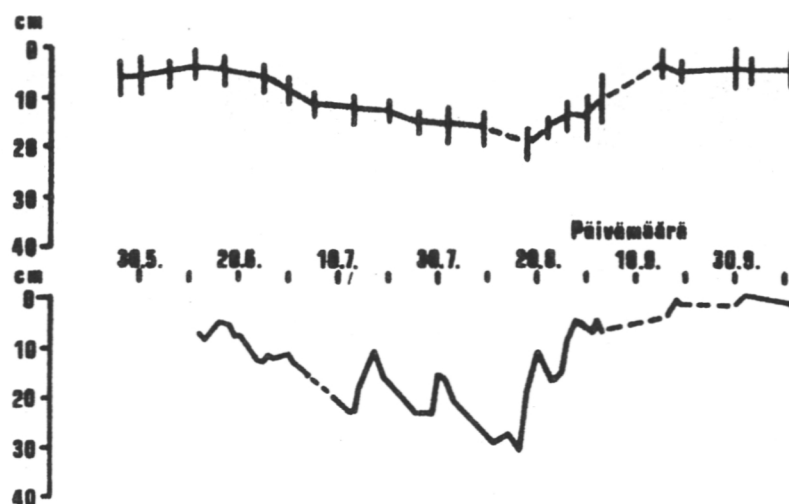
Merkitystä näinkin huomattavilla vertikaalijakauman muutoksilla on ainakin näytteenoton suunnittelun kannalta jatkotutkimuksissa, jottei eläinten jääminen näytteenotto- ja kasvun alapuolelle aiheuta virhettä populaation koon arviointiin.

TIIVISTELMÄ

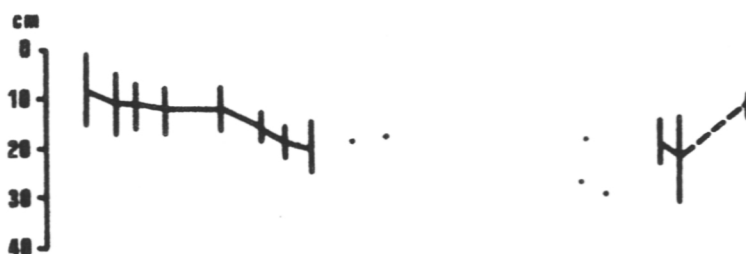
Työssä pyrittiin vertaamaan etelä-suomalaisen keidassuon ja sen metsänparannuskäsitellyn osan änkyrimatopopulaatioiden kokoa, vertikaalista jakautumaa sekä näiden muutoksia vuoden kesäpuoliskon aikana.

Tulosten mukaan änkyrien määrä oli luonnontilaisella suon osalla mättäillä suurempi kuin tasapinnoilla, ojitetulla osalla taas suurempi tasapinnoilla. Erot johtuivat ilmeisesti pinnanmuotojen erilaisesta kosteudesta ja ravintotilanteesta. Keskimäärin ojitetun ja luonnontilaisen välillä ei kuitenkaan ollut merkittävää eroa.

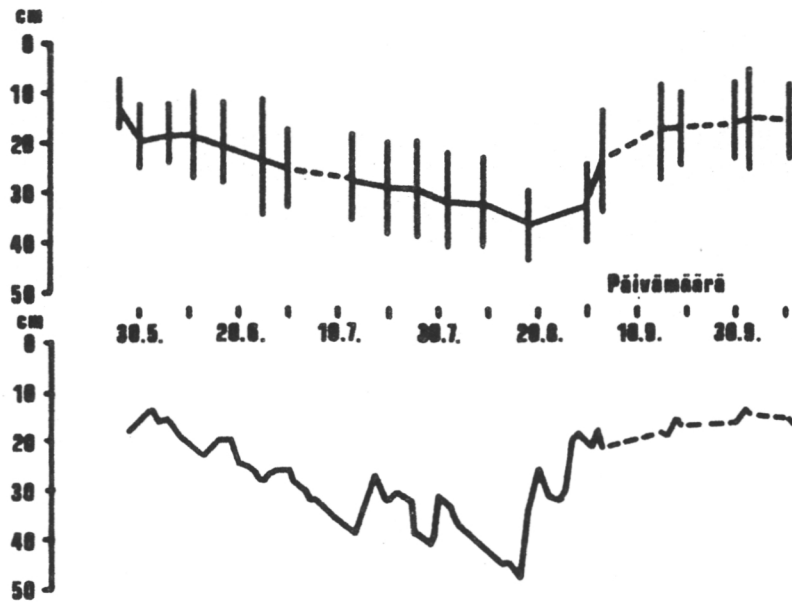
Eläimet olivat keskittyneet enemmän pintaan tasapinnoilla kuin mättäillä, ja samoin luonnontilaisella ojikkoon verrattuna. Erot noudattivat habitaattien kosteuseroja. Populaatiokoossa ja vertikaalijakaumassa ilmeni huomattavia vuodenaikaisvaihteluita, jotka voitiin osittain selittää kosteuden ja lämpötilan muutoksilla.



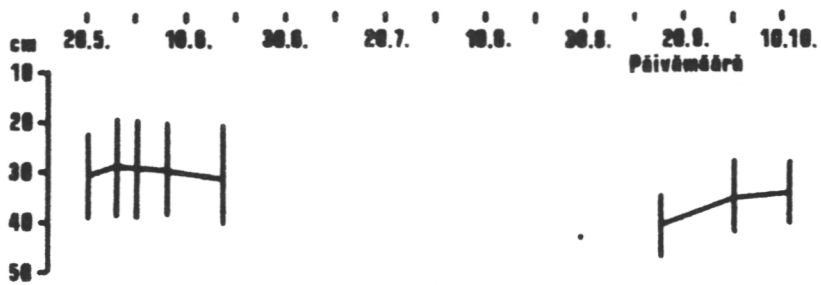
Kuva 10. Luonnontilaisen osan tasapinnat, vuosi 1975.
 Ylempi käyrä: aerobisen kerroksen alaraja, k.a.±s.d.
 Alempi käyrä: pohjaveden etäisyys turpeen pinnasta.



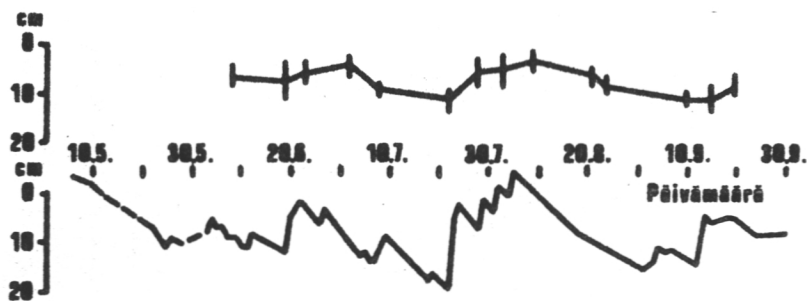
Kuva 11. Ojikon tasapinnat, vuosi 1975. Aerobisen kerroksen alaraja, k.a.±s.d. Pisteet yksittäishavaintoja.



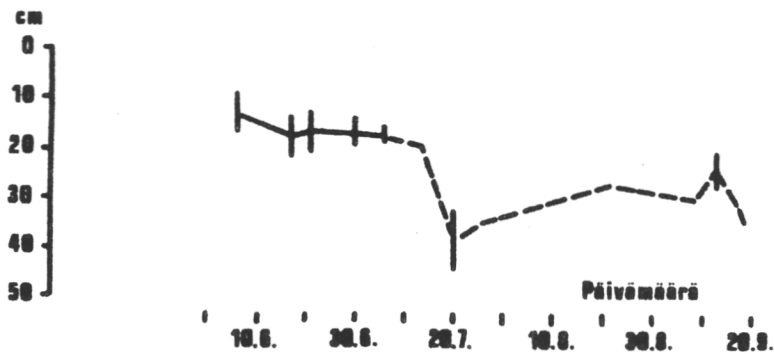
Kuva 12. Kuten kuva 10. mutta luonnontilaisen osan mätäs-pin-
nat, vuosi 1975.



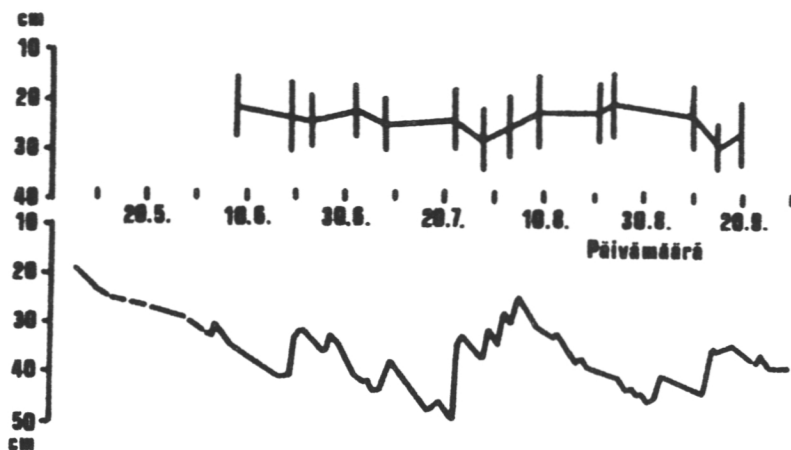
Kuva 13. Kuten kuva 11. mutta ojikon mätäs-pin-
nat, vuosi 1975.



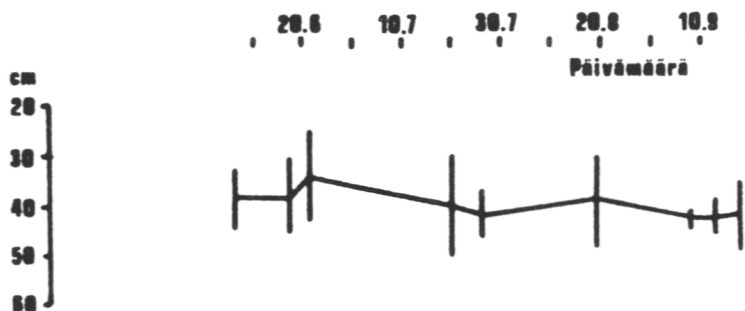
Kuva 14. Kuten kuva 10. mutta vuodelta 1976.



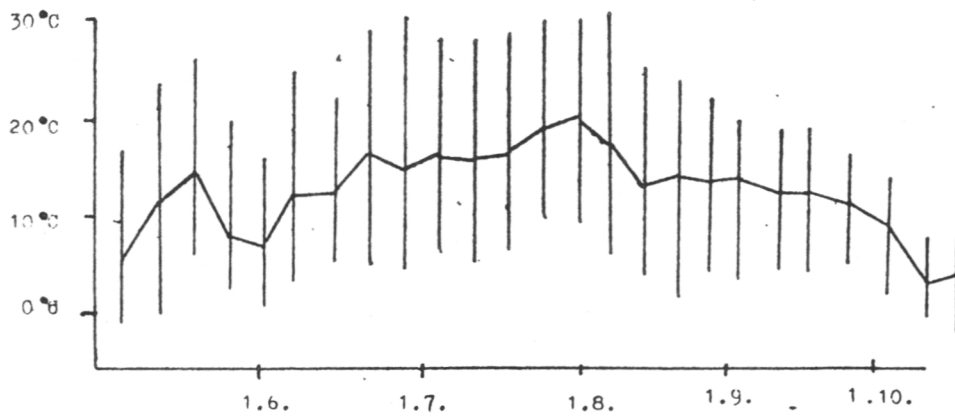
Kuva 15. Kuten kuva 11. mutta vuodelta 1976.



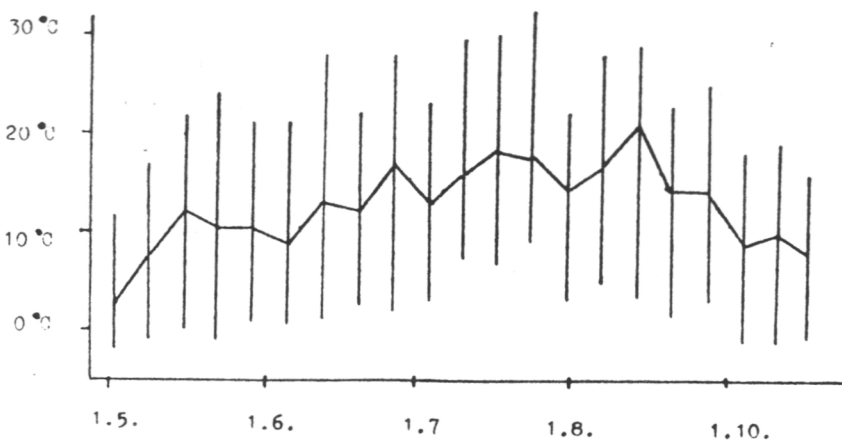
Kuva 16. Kuten kuva 10. mutta luonnontilaisen osan mätäspinnat, vuosi 1976.



Kuva 17. Kuten kuva 11. mutta ojikon mätäspinnat, vuosi 1976.



Kuva 18. Viikottaiset min-, max- ja keskilämpötilat kesällä 1975 luonnontilaisen osan mättäältä 2,5 cm:n syvyydeltä mitattuna.



Kuva 19. Kuten kuva 18. mutta vuodelta 1976.

KIRJALLISUUS

- ABRAHAMSEN, G. 1971. The influence of temperature and soil moisture on the population density of *Cognettia sphagnetorum* (Oligochaeta, Enchytraeidae) in cultures with homogenized raw humus. - *Pedobiologia* 11.
- AHTI, E. 1971. Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä. *Folia For.* 112.
- CLYMO, R.S. 1965. Experiments on breakdown of *Sphagnum* in two bogs. *J.Ecol.* 53.
- CRAGG, J.B. 1961. Some aspects of the ecology of moorland animals. *J.Anim.Ecol.* 30.
- DASH, M.C. & CRAGG, J.B. 1972a. Ecology of Enchytraeidae in Canadian Rocky Mountain soils. *Pedobiologia* 12.
- " - " - 1972b. Selection of microfungi by Enchytraeidae (Oligochaeta) and other members of soil fauna. *Pedobiologia* 12.
- ERMAN, D.C. 1973. Invertebrate movements and some diel and seasonal changes in a Sierra Nevada peatland. *Oikos* 24.
- 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.Fenn.* 6.
- HUHTA, V. 1972. Kvantitatiivisista maaperäeläinten keräily- ja erottelumenetelmistä. *Luonnon Tutkija* 76.
- ILMATIETEELLINEN KESKUSLAITOS 1975-76. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon.
- KOZLOVSKAJA, L. 1974. The effect of drainage on the change in the biological activity on forest peat soils. in *Proc.int. symp on Forest drainage.*

- KOZLOVSKAJA, I. 1975. Decomposition processes of swampy plants in peat soils. In Vanek, J., (ed.): Progress in soil zoology. Prague.
- LINDHOLM, T. 1977. Rahkasammalten kasvusta Lammin (EH) Laaviosuola. LuK-tutkielma. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos.
- LÄHDE, E. 1969. Biological activity in some natural and drained peatlands with special reference to oxidation-reduction conditions. Acta For.Fenn. 94.
- MACFADYEN, A. 1963. The contribution of the microfauna to total soil metabolism. in DOEKSEN, J. & VAN DER DRIFT, J. (eds.): Soil organisms. Amsterdam.
- MÄKINEN, Y. 1974. Tilastotiedettä biologeille. Synapsi ry:n kurssimoniste. Turku.
- NIELSEN, C.O. 1955a. Studies on Enchytraeidae 2. Field studies. Natura Jutlandica 4.
- " - 1955b. Studies on Enchytraeidae 5. Factors causing seasonal fluctuations in numbers. Oikos 6.
- NURMINEN, M. 1967a. Faunistic notes on North-European Enchytraeidae (Oligochaeta). Ann.Zool.Fenn. 4.
- " - 1967b. Ecology of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Finnish coniferous forest soil. Ann.Zool.Fenn. 4.
- O'CONNOR, 1967. The enchytraeidae. in BURGESS, A. & RAW, F. (eds.) Soil biology. London - New York.
- PEACHEY, J. 1962. A comparison of two techniques for extracting Enchytraeidae from moorland soils. in MURPHY, P. (ed.): Progress in soil zoology, London.
- SPRINGETT, J. 1963. Vertical distribution of Enchytraeidae in different soils. in DOEKSEN, J. & VAN DER DRIFT, J. (eds.): Soil organisms. Amsterdam.

- SPRINGETT, J., BRITAIN, J. & SPRINGETT, B. 1970. The vertical movement of Enchytraeidae (Oligochaeta) in moorland soil. Oikos 21.
- STANDEN, V. & LATTER, P. 1977. Distribution of a population of Cognettia sphagnetorum (Enchytraeidae) in relation to microhabitats in a blanket bog. J.Anim.Ecol. 46.
- USHER, M. 1975. Seasonal and vertical distribution of a population of soil arthropods: Cryptostigmata. Pedobiologia 15.
- VILKAMAA, P. 1976. Ojituksen vaikutus rämeen maaperäeläinten yksilömääriin ja biomassoihin. Pro gradu-työ. Helsingin yliopiston eläintieteen laitos.

