

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

4/1978

Knkyrimatojen yksilömääristä, biomassoista sekä spatiaalisesta jakautumasta luonnontilaisella ja metsäojitetulla rahkarämeellä

Ilkka Markkula

Helsinki 1978

**LAINATOSITE
LÄNEKVITTO**

TÄYTETÄÄN TEKSTATEN IFYLLES MED TRYCKBOKSTÄVER

Tekijä Författare

Kirjan, lehden, sarjan nimi Bokens, tidskriftens, seriens titel

Metsäntutkimuslaitoksen

suontutkimusosaston

tiendonantoja N^o 2/73, 5/73, 7/73, 13/73

Osa	Del	Vsk	Ärg
1/74	6/74	5/74	2/75
3/75	1/76	3/76	4/76
7/76	2/77	3/77	8/77
4/78			

Lainaaaja (SELVÄSTI) Läntagare (TYDLIGT) 2/77, 3/77, 8/77, 4/78

Osoite Adress

Eero Mattila /so

Puh.kot. Tel.hem Toimeen Tjänst Lainaajatunnus Läntagarbeteckning

Päiväys Datum Allekirjoitus (laina saatu) Underskrift (lånet emottaget)

22.11.00
1933

EU.

Eräpäivä Förfalldag

22.12.00

© BTJ Kirjastopalvelu Oy 1997

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kivikko
Johanneksenkatu 3 B
PL 18, 01301 VANTAA

Signum

Kappalemäärä Antal vol.

Hankintanro Accessionsnr

Lainauspäivä Lånedag

Uudistus Förnyat

METSÄTUTKIMUSKESKUS
SUOMEN METSÄTALOUS
LUTUNEN 40 A 0051

Änkyrimatojen yksilömääristä, biomassoista sekä spatiaalisesta jakautumasta luonnontilaisella ja metsäojitetulla rahkarämeellä.

Ilkka Markkula

Pro gradu-tutkielma
eläintieteessä
joulukuu 1978

ALKUSANAT

LuK Ilkka Markkulan pro gradu -työ kuuluu tutkimusprojektiin "Luonnontilaisten ja ojitettujen soiden vertaileva ekosysteemianalyysi", joka vuodesta 1975 lähtien on pitänyt sisällään myös Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston työohjelmassa vuonna 1973 aloitetun aiheen "Suoekosysteemin ja sen metsätaloudellisten muutunnaisten rakenteen ja toiminnan vertailu". Projektissa ovat mukana Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos, Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto ja Lammin Biologinen asema. Hanketta rahoittaa vuodesta 1978 lähtien pääosin Suomen Akatemian luonnontieteellinen toimikunta, mutta tiettyjä osia edelleen myös Metsäntutkimuslaitos Työryhmän vastuullisena johtajana toimii apul.prof. Rauno Ruuhijärvi.

Tässä työssä esitetään tuloksia osatutkimuksesta, jonka tavoitteen on luonnontilaisen ja mp-käsitellyn karun rämeen turpeessa tapahtuvan hajotustoiminnan jakaminen bioottisiin komponentteihinsa. Näiksi on määritelty aerobisten hajottajamikrobien osuus, anaerobinen hajotus ja esihajottajien, so. maaperäeläinten aineenvaihdunta ja aineen esikäsitteily. Maaperäeläinten roolia on tutkittu suorilla populaatiotutkimuksilla. Tärkeäksi on osoittautunut populaatiotiheyden ja biomassojen vertikaalijakauman sekä näiden ympäristötekijäriippuvuuksien määrittäminen. Kertyneen aineiston analysointi tulee vastaisuudessa noudattamaan sitä linjaa, joka tässä työssä on omaksuttu änkyrimatojen määrällisesti merkittävän ryhmän kohdalta.

Helsinki 15.12.1978

työryhmän puolesta

Antti Reinikainen

TIIVISTELMÄ

Työssä vertailtiin eteläsuomalaisen keidassuon ja sen metsänparannuskäsitellyn osan änkyrimatopoulaatioiden kokoa ja spatiaalista jakautumaa.

Tulosten mukaan ei ojitetun ja luonnontilaisen osan änkyrimatopoulaatioiden tiheydessä ollut merkitsevää eroa. Ojitus ja lannoitus näyttää kuitenkin vaikuttaneen matojen määriin eri mikrohabitaateilla siten, että änkyrit ovat runsastuneet kuljuissa mutta vähentyneet kermeissä. Syynä ovat ilmeisesti muutokset kosteudessa sekä hapen ja ravinnon määrässä.

Myös vertikaalijakauma vaihteli mikrohabitaattien mukaan ollen sitä tasaisempi mitä kuivemmasta habitaatista oli kyse. Siten ojitus näytti vaikuttaneen jakaumaa tasoittavasti. Horisontaalinen jakautuma oli aggregoitunut.

Eläinten keskipaino oli pienimmillään loppukesällä, mikä ilmeisesti johtui pienten yksilöiden runsaudesta vilkkaan lisääntymisen seurauksena.

Sekä populaatiotiheys että vertikaalijakautuma vaihtelivat näytteenottokauden aikana mutta regressioanalyysissä lämpötila- ja kosteusmuuttujien selitysasteet jäivät verrattain alhaisiksi.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	s.1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	
2.1. Tutkimusalue	3
2.2. Näytteenotto	4
2.3. Biomassan arviointi	6
2.4. Tilastollinen käsittely	6
2.5. Ympäristötekijöiden mittaus	7
2.6. Virhelähteistä	8
3. TULOKSET	
3.1. Populaation koko	9
3.2. Populaatiokoon vuodenaikaisvaihtelu	12
3.3. Vertikaalijakauma	15
3.4. Vertikaalijakauman muutokset lämpimänä vuodenaikana	16
3.5. Vertikaalijakauman muutokset talven aikana	18
3.6. Keskimääräisen yksilöpainon vuodenaikais- vaihtelu	19
3.7. Horisontaalijakauma	20
4. POHDINTAA	
4.1. Änkyrimatojen populaatiotiheys erilaisil- la soilla	22
4.2. Populaatiotiheys eri mikrohabitaateilla	23
4.3. Populaatiokoon vuodenaikaisvaihtelu	25
4.4. Vertikaalijakauma ja sen muutokset	27
4.5. Mikrodistribuutio	28
KIRJALLISUUS	31
LIITTEET (2 kpl.)	

1. JOHDANTO

Soittemme taloudellisen hyväksikäytön muodoista nykyisin selvästi laaja-alaisinta on ojitus ja lannoitus puuntuotantoa silmälläpitäen.

Näiden toimenpiteiden vaikutuksista suoekosysteemin eri osiin on kuitenkin olemassa varsin niukasti tietoja erityisesti kulluttaja- ja hajottajaportaiden osalta (kts. REINIKAINEN 1975).

Tutkimukset turpeen pieneliöstön suhtautumisesta metsänparannustoimiin ovat meillä rajoittuneet lähinnä mikrobiologisiin töihin sekä biologisen aktiviteetin epäsuoraan mittaukseen (maahengitys, selluloosan hajoamisnopeus) (esim. PAARLAHTI & VARTIOVAARA 1954, LÄHDE 1966, 1969).

VILKAMAAN 1976 ilmestynyt työ oli ensimmäinen ojituksen ja lannoituksen vaikutusta turpeen eläimistöön käsittelevä tutkimus Suomen olosuhteissa. Kun vastaavanlaisia ulkomaisiakin tutkimuksia on käytettävissä vähän (esim. KOZLOVSKAJA 1974, MOORE & al 1975) ja ne ovat erilaisten ilmastollisten ym. olosuhteiden vuoksi vaikeasti Suomen oloihin sovellettavissa, on tämän tyyppisten selvitysten tarve vielä ilmeinen.

Myös luonnontilaisten soiden maaperäeläimistö on meillä vielä kovin vähän tutkittu. Nimenomaan änkyrimatojen osalta on em. VILKAMAAN työn lisäksi NURMINEN (1967a) julkaissut faunistisia tietoja. Sensijaan Pohjois-Englannissa, Moor Housen alueella on tehty runsaasti tutkimuksia peittosoiden ja eräiden muiden sikäläisten suotyyppien änkyrimatojen ekologiasta (PEACHEY 1962, 1963, SPRINGETT 1970, SPRINGETT & al 1970, STANDEN 1973, LATTER 1977, SPRINGETT & LATTER 1977, STANDEN & LATTER 1977, STANDEN 1978

LATTER & HOWSON 1978). Nämä tutkimukset tarjoavatkin mielenkiintoisimman vertailuaineiston käsillä olevan työn tuloksille suomalaisten metsämaiden änkyrimatojen perusekologiaa (NURMINEN 1967b, KAIRESALO 1977) ja suhtautumista metsänhoitotoimiin käsittelevien tutkimusten (HUHTA & al 1967, 1969, HUHTA 1976) ohella.

Tässä työssä esitetään kahden vuoden tutkimustulokset änkyrimatojen ekologiasta luonnontilaisella ja metsäojitetulla sekä lannoitetulla eteläsuomalaisella rahkarämeellä. Tyypillisinä happamen orgaanisen maaperän eläiminä änkyrimadot ovat keskeinen ryhmä myös suoturpeen eläinyhteisössä (GRAGG 1961, PEACHEY 1963, VILKAMAA 1976).

Työ kuuluu esitutkimuksena Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla aloitettuun suoekosysteemin rakennetta ja toimintaa selvittelevään tutkimushankkeeseen.

Aiheen työhöni sain fil.lis. Antti Reinikaiselta, jonka ohjaus ja jatkuva kiinnostus olivat ratkaisevalla tavalla työni tukena. Haluan kiittää myös suontutkimusosaston päällikköä prof. Olavi Huikaria sekä Lammin biologisen aseman esimiestä apul.prof. Rauno Ruuhijärveä työskentelymahdollisuuksista kyseisissä laitoksissa, ja kaikkia näissä laitoksissa toimivia henkilöitä jotka eri tavoin myötävaikuttivat työn edistymiseen. Yhteistyö LuK Tapio Lindholmin kanssa kenttätöissä mahdollisti ympäristötekijöiden jatkuvan seurannan ja oli muutenkin miellyttävää.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Tutkimusalue

Tutkimusalueena oli Lammin (EH) Laaviosuo, joka kuuluu ns. kermikeidassoihin. Tutkittu osa oli tyypiltään kuljuista rahkarämettä ja osa siitä on ojitettu ja NPK-lannoitettu.

Suon pinta muodostuu kahdesta sekä morfologiansa että kasvillisuutensa puolesta selvästi eroavasta komponentista: kosteamat tasapinnat eli kuljut ja niistä korkeammalle kohoavat rahkamättäät eli kermit. Kuljujen pohjakerroksen muodostavat pääosin rahkasammalet Sphagnum angustifolium ja S. balticum, kenttäkerroksen tupasvilla (Eriophorum vaginatum). Kermien rahkasammal on Sphagnum fuscum ja kenttäkerroksen kasvillisuus lähinnä kanervaa (Calluna vulgaris) ja variksenmarjaa (Empetrum nigrum).

Kituliaat männyt muodostavat puu- ja pensaskerroksen. (Luonnontilaisen suon osan kasvillisuudesta tarkemmin kts. LINDHOLM 1977).

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

Eri pinnanmuodoista käytetään tästedes nimityksiä kulju ja kermi, toisinaan niistä puhutaan myös mikrohabitaatteina.

2.2. Näytteenotto

Kummaltakin suon osalta valittiin 10 x 10 m:n suuruiset näytealat siten, että ne olivat kasvillisuutensa puolesta silmämääräisesti arvioiden mahdollisimman edustavat. Kermi- ja kuljupintojen suhde oli kummallakin näytealalla n. 4:6. Näytealat jaettiin edelleen yhden neliömetrin suuruisiin ruutuihin, jotka numeroitiin yhdestä sataan. Kullakin näytteenottokerralla valittiin näistä näyteruudut satunnaisotannalla. Kerrallaan otettiin yleensä kymmenen näyteyksikköä kummaltakin näytealalta (kts. taulukko 1).

Näytteet otettiin 25 cm²:n teräspatkikairalla 15 cm:n syvyyteen ja jaettiin kolmen cm:n vertikaaliosiin saksilla leikaten. Änkyrimadot erotettiin näytteistä O'CONNORIN (1955) kehittämää märkäsuppilomenetelmää käyttäen, ja laskettiin binokulaarin avulla.

Näytteitä otettiin ajalla 4.6.-10.11.1975 ja 5.5.-19.9.1976 kaikkiaan 11 kertaa. Näytteenottoväli vaihteli ensimmäisenä kesänä yhdestä kahteen kuukauteen, jälkimmäisenä kesänä näytteet otettiin enintään kuukauden välein.

Änkyrimatojen mikrodistribuition selvittämiseksi otettiin elokuus-75 kummankin näytealan läheltä sata näyteyksikköä yhden neliömetrin alalta. Luonnontilaiselta puolelta näyte otettiin 25.8., ojikolta 27.8. Neliömetrin suuruiset ruudut jaettiin sataan 10 x 10 cm:n suuruisen ruutuun ja kunkin pienen ruudun keskeltä otettiin 25 cm²:n näytepala, jonka paksuus oli kolme cm. Näytteen pinta-alaksi tuli siis kaikkiaan neljännesneliömetri kummaltakin puolelta.

Taulukko 1. Näyteyksikköjen lukumäärä eri näytteenottokerroilla ja mikrohabitaateilla

pvm.	luonnontil. kuljut	luonnontil. kermit	ojitettu kuljut	ojitettu kermit
4.6.-75	4	6	4	6
24.6.	5	5	5	5
27.7.	5	5	5	5
29.9.	4	6	4	6
10.11.	5	5	4	4
5.5.-76	4	10	4	10
28.5.	3	3	3	3
8.6.	5	5	5	5
10.7.	5	5	5	5
8.8.	5	5	5	5
20.8.	5	5	5	5
18.9	5	5	5	5

2.3. Biomassan arviointi

Tuorepainojen arvioimiseksi madot sijoitettiin laskettaessa lähimpään seuraavista kokoluokista (mm): 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25. Kirjallisuudesta on saatavissa pituustuorepainoregressioita, joiden avulla voidaan laskea biomassat. Tässä työssä käytettiin ABRAHAMSENIN (1973) arvoja.

Koska suon änkyrimadot kuulunevat pääosin lajiin Cognettia sphagnetorum (NURMINEN 1967a), käytettiin tälle lajille laskettua regressiota. Meikäläisissä änkyrimatotutkimuksissa on yleensä käytetty HUHDAN & KOSKENNIEMEN (1975) biomassa-arvoja milloin eläimiä ei ole määritetty lajilleen. Regressio on laskettu OMT-kuusikon änkyrimadoista, ja dominantti laji on sama kuin soillakin (NURMINEN 1967a). Tästä huolimatta HUHDAN & KOSKENNIEMEN regressio antaa jonkin verran suuremmat biomassa-arvot erityisesti suurimmille kokoluokille, mikä on syytä huomioida verrattaessa tämän tutkimuksen biomassa-arvioita muihin meillä tehtyihin töihin (esim. VILKAMAA 1976). Lähinnä arviot kuvaavatkin vain suuruusluokkaa.

2.4. Tilastollinen käsittely

Ryhmien välisten erojen merkitsevyys änkyrimatojen yksilömäärissä testattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä näytteenottokertojen, vertikaalisten jako-osien, mikrohabitaattien (kermit ja kuljut) sekä näytealojen (ojikko ja luonnontilainen) kesken. Varianssisuhteet ja niiden merkitsevyys on esitetty

liitteessä 1 ja taulukoissa 9 ja 10. Koska aineisto ei ollut normaalisti jakautunut, se muutettiin logaritmimuotoon. Variaateissa oli nolliä, joten käytettiin muunnosta $\ln(x+1)$. Muunnetuilla keskiarvoilla laskettiin luotettavuusrajat. Kun logaritmeista lasketut keskiarvot muutetaan jälleen normaali-
muotoon, päädytään ns. geometriseen keskiarvoon, joka on aina aritmeettista pienempi ja usein on lähempänä aineiston mediaania. Kuvissa 12-19 sekä taulukoissa 5, 9 ja 10 on esitetty nimenomaan geometrinen keskiarvo, koska se vaihtelee vähemmän yksittäisten ääriarvojen vaikutuksesta. Kuitenkin vuotuiset keskiarvot (esim. taulukko 2, kuva 11) on ilmoitettu aritmeettisinä keskiarvoina ja niiden luotettavuusrajat on laskettu muuntamattomasta aineistosta. (Näytteenottokerroittaiset aritmeettiset keskiarvot on esitetty liitteessä 2).

2.5. Ympäristötekijöiden mittaus

Tutkimuksen aikana mitattiin näytealojen läheisyydessä mm. pohjavesipinnan etäisyyttä suon pinnasta, pintaturpeen lämpötilaa sekä hapekkaan kerroksen paksuutta.

Pohjaveden taso mitattiin yleensä päivittäin lautaputkesta tehdyistä pohjavesikaivoista, joita oli kummankin näytealan lähellä kermi- ja kuljupinnassa kaikkiaan neljä. Pohjavesipinta oli suurimman osan kesää näytteenottosyvyyden alapuolella useimmilla mikrohabitaateilla, mutta pintaturpeen kosteus riippuu pohjaveden etäisyydestä (esim. AHTI 1971). Turpeen hapekkaan (aerobisen) kerroksen paksuutta mitattiin ns. hopeasauvamenetelmällä (LÄHDE 1969).

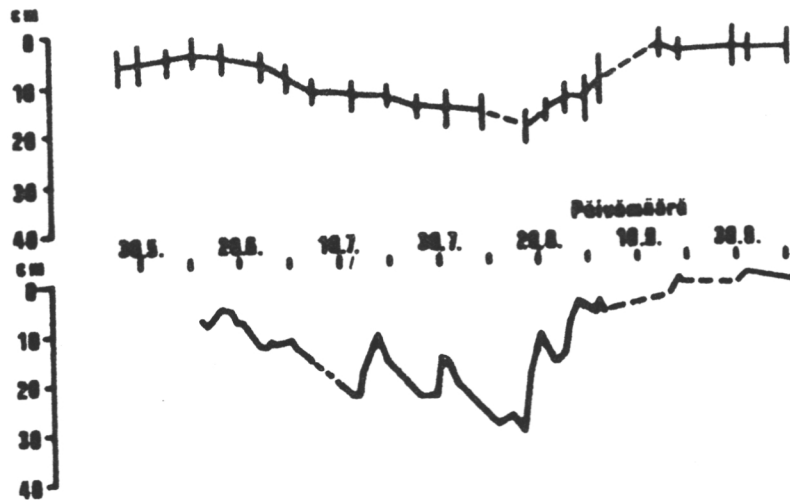
Turpeen lämpötilaa mitattiin eri syvyyksistä erityyppisiltä pinnoilta. Koska vuodenaikaisvaihtelu oli samansuuntaista eri paikoissa, esitetään tässä lämpötilan vaihtelu vain luonnontilaisen puolen kermiltä 2,5 cm:n syvyydeltä mitattuna. Ympäristötekijöiden mittaustulokset on esitetty kuvissa 1, 3, 5 ja 7 (pohjavesi), 1-8 (aerobisuusraja) sekä 9-10 (lämpötila).

2.6 Virhelähteistä

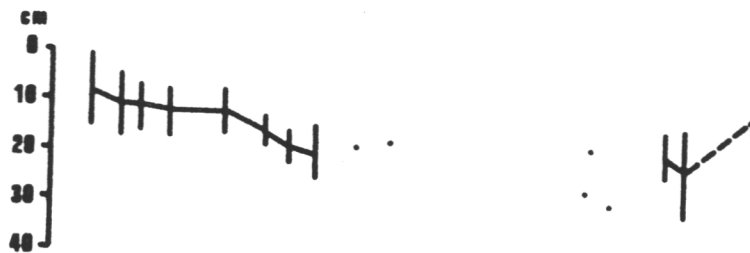
Näytteenotossa käytetty putkikaira rajaa näytepalan pinta-alaltaan tarkasti, mutta pehmeä ja huonosti leikkautuva turve painuu aina jonkin verran kasaan näytettä kairattaessa sekä näytettä kairasta poistettaessa. Tällöin eläimet voivat vahingoittua, ja näytteen vertikaalisuuntainen rajausta tulee epä-tarkaksi. Kermien turve painui kokoon kuljuturvetta enemmän, mutta myös palautui paremmin entiseen muotoonsa. Ojikon maatuneempi turve leikkautui paremmin kuin luonnontilaisen (vrt. VILKAMAA 1976).

Käytetyn erottelumenetelmän tehokkuus on todettu hyvin korkeaksi (ABRAHAMSEN 1972) ja se soveltuu hyvin turvemaille (PEACHEY 1962). Kun erotteluprosessi oli samanlainen kaikille näytteille, voitaneen niitä pitää keskenään vertailtavina. Ainakin periaatteessa on tosin mahdollista, että eläimet reagoisivat suppilon lämpötilagradientteihin eri tavoin esim. eri ikäisinä tai erilaisiin lämpötiloihin akklimoituneina.

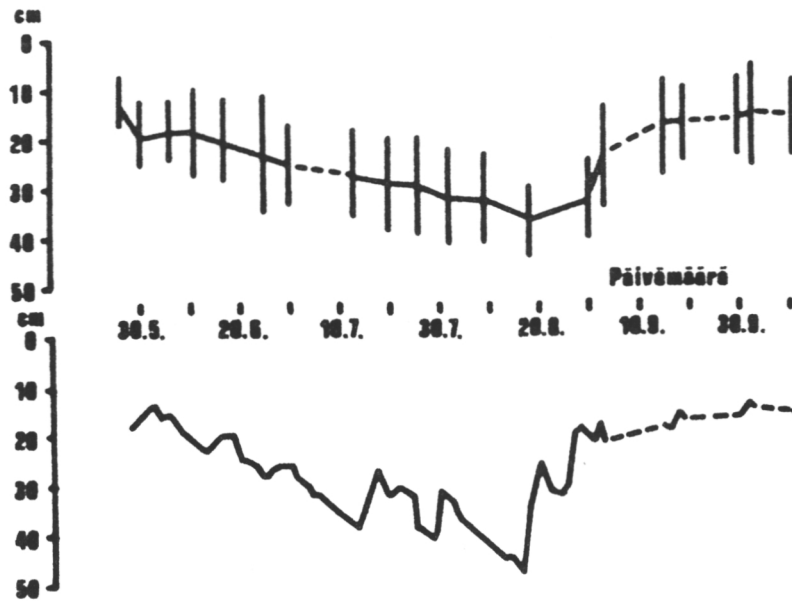
Mikrodistribuutionäytteissä aiheutti lisävirhettä se, että näytepala oli vain 3 cm paksu joten eläimiä jäi runsaasti näytteenottosyvyyden alapuolelle.



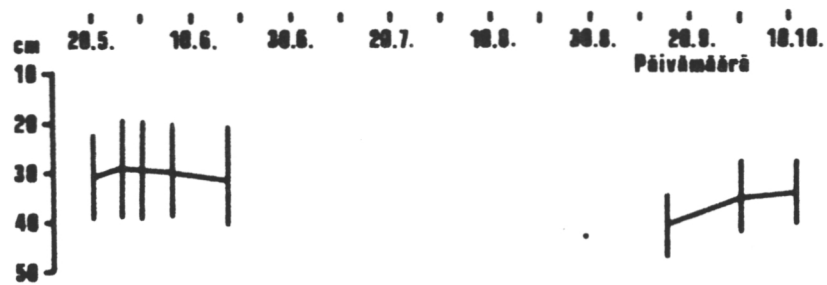
Kuva 1. Luonnontilaisen osan kuljut, vuosi 1975.
 Ylempi käyrä: aerobisen kerroksen alaraja, k.a. s.d.
 Alempi käyrä: pohjaveden syvyys.



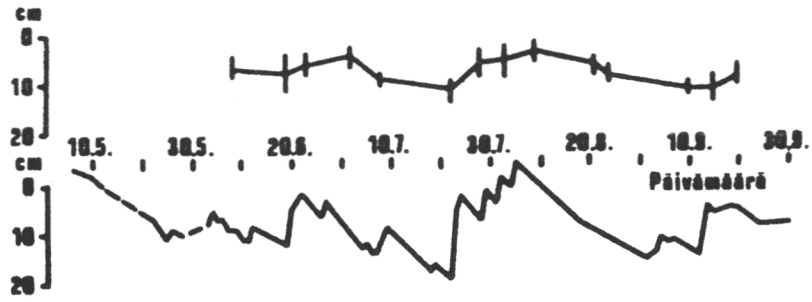
Kuva 2. Ujikon kuljut, vuosi 1975. Aerobisen kerroksen alaraja, k.a. s.d. Pisteteet yksittäishavaintoja.



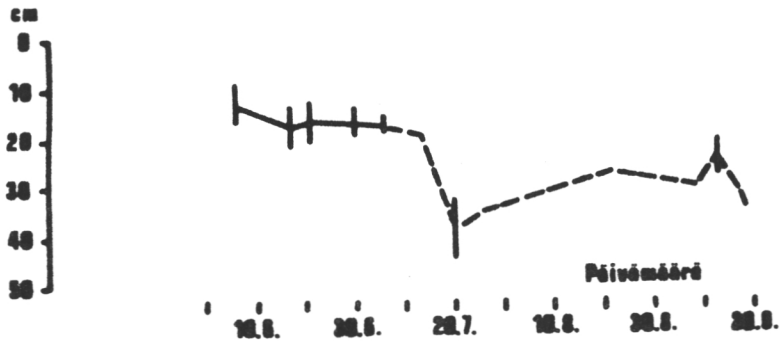
Kuva 3. Kuten kuva 1. mutta luonnontilaisen osan kermit, vuosi 1975



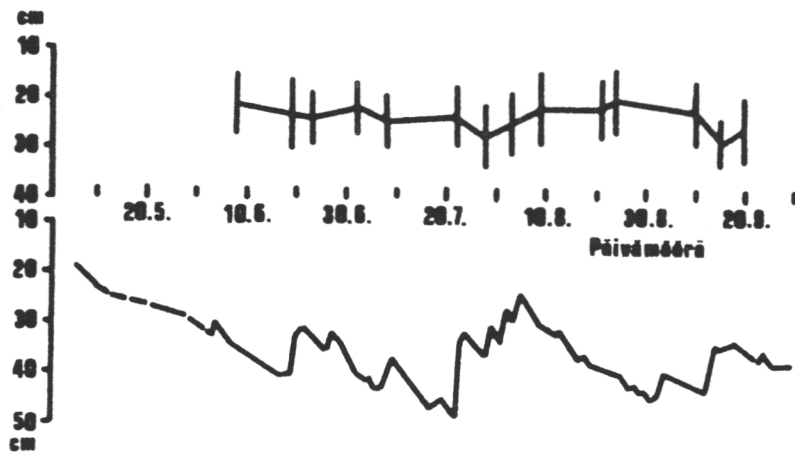
Kuva 4. Kuten kuva 2. mutta ojikon kermit, vuosi 1975.



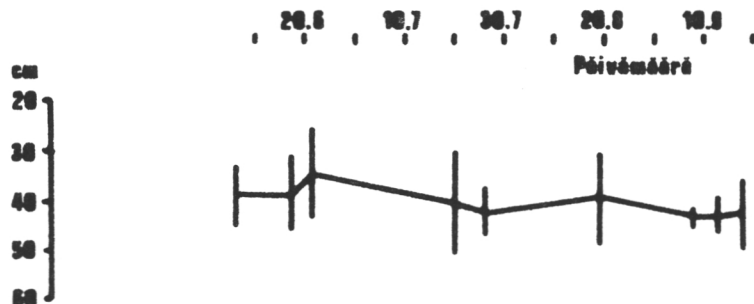
Kuva 5. Kuten kuva 1. mutta vuodelta 1976.



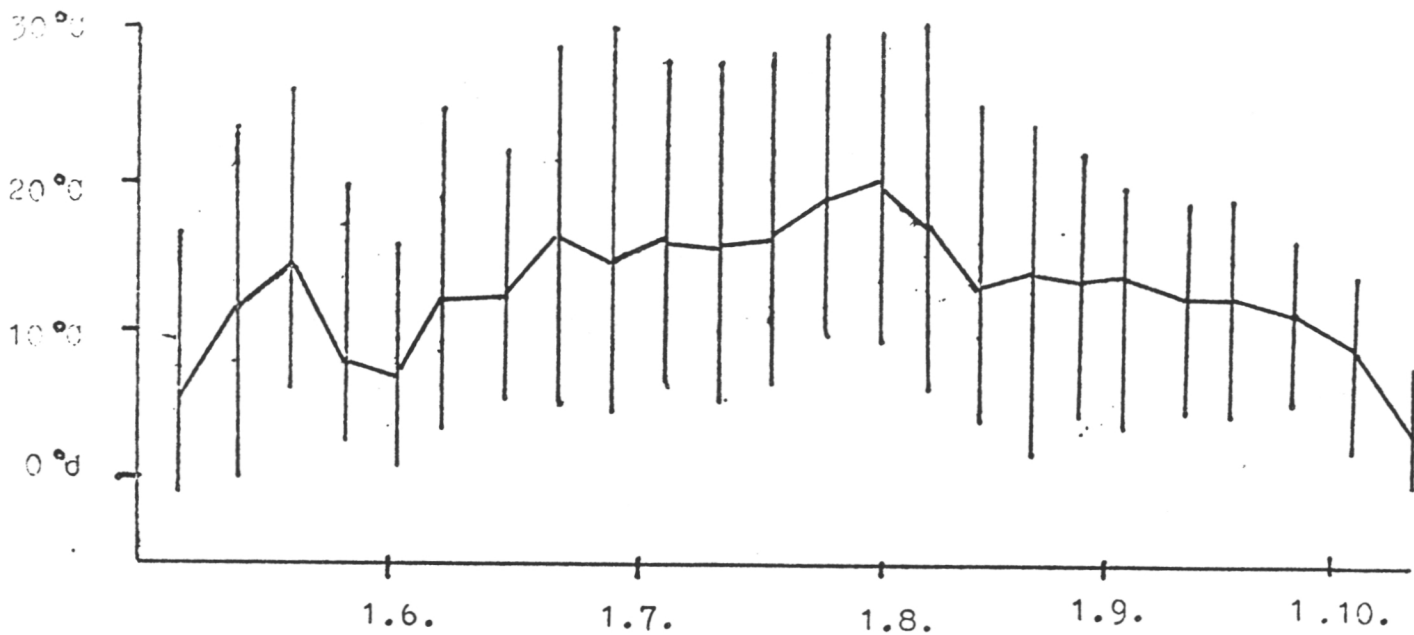
Kuva 6. Kuten kuva 2. mutta vuodelta 1976.



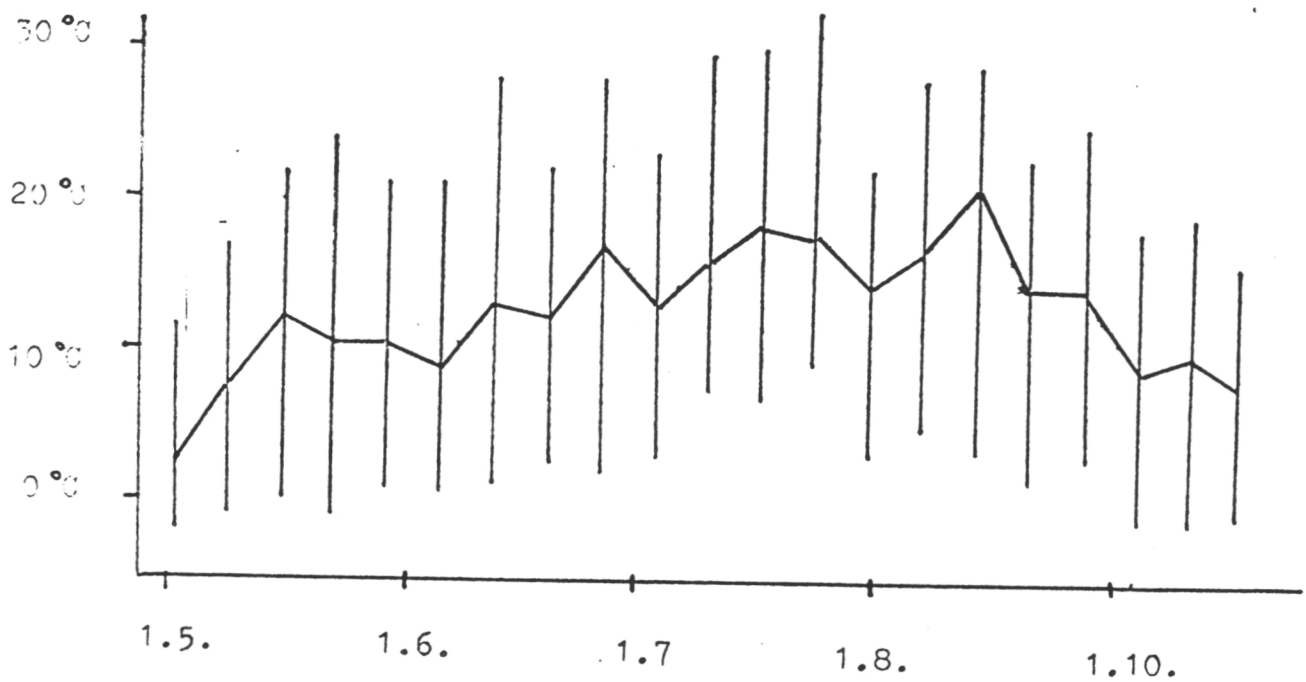
Kuva 7. Kuten kuva 1. mutta luonnontilaisen osan kermit, vuosi 1976.



Kuva 8. Kuten kuva 2. mutta ojikon kermit, vuosi 1976.



Kuva 9. Viikottaiset min-, max- ja keskilämpötilat kesällä 1975 luonnontilaisen osan mättäältä 2,5 cm:n syvyydeltä mitattuna.



Kuva 10. Kuten kuva 9. mutta vuodelta 1976.

3. TULOKSET

3.1. . Populaation koko

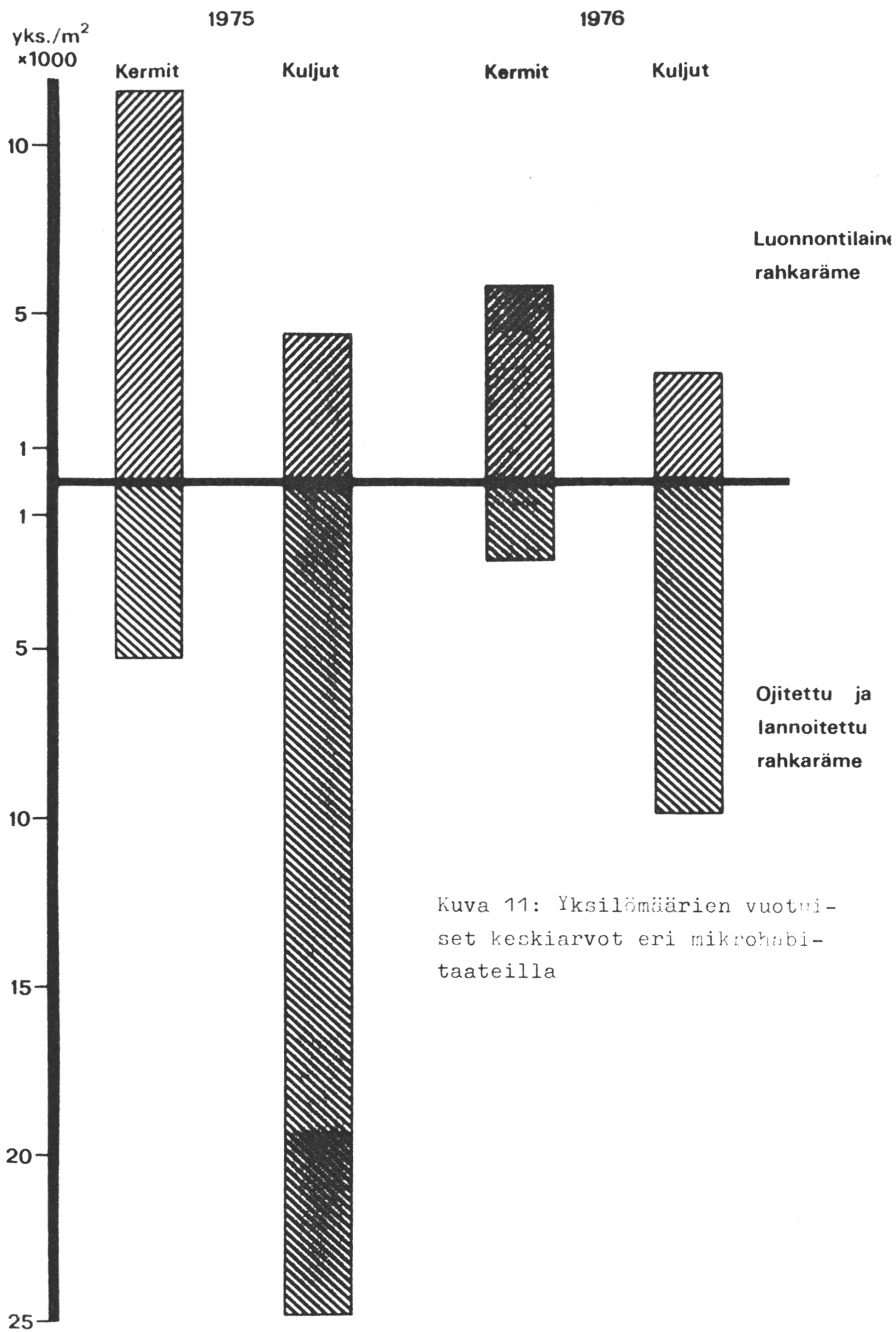
Yksilömäärien vuotuiset keskiarvot on esitetty taulukossa 2 ja kuvassa 11.

Taulukko 2: yksilöitä/m², $\bar{x} \pm 90\%$:n luotettavuusrajat

	1975	1976
luonnontil. kuljut	4380 [±] 1470	3230 [±] 960
- " - kermit	11640 [±] 4490	5780 [±] 1920
- " - keskim.	8300 [±] 2600	4660 [±] 1140
ojitettu kuljut	24820 [±] 7560	9850 [±] 3590
- " - kermit	5240 [±] 2420	2350 [±] 1050
- " - keskim.	14030 [±] 4240	5780 [±] 1860

Kaikilla habiteeteilla yksilömäärät olivat jälkimmäisenä kesänä keskimäärin pienemmät kuin edellisenä. Erot habitaattien välillä olivat kuitenkin samansuuntaiset molempina vuosina.

Kesällä -75 oli ojitetun suon osan änkyripopulaatio lähes kaksinkertainen luonnontilaiseen verrattuna (14.000 kontra 8.300 yks./m²) sensijaan toisena kesänä eri oli hyvin pieni (5.800 ja 4.700 yks./m²). Näytealojen suuren sisäisen vaihtelun vuoksi ei ero kumpanakaan kesänä kuitenkaan saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä (liite 1). Mielekkäämpää lieneekin verrata kummankin näytealan kulju- ja kermipintoja erikseen keskenään, sillä niiden välillä esiintyi molempien näytealojen sisällä merkitseviä eroja (kts. liite 1).



Kuva 11: Yksilömäärien vuotuiset keskiarvot eri mikrohabitaateilla

Luonnontilaisella suon osalla änkyrimatoja oli kermipinnoilla enemmän kuin kuljuissa, joskin ero oli tilastollisesti merkitsevä vain ensimmäisenä kesänä. Ojikolla sensijaan tilanne oli päinvastainen, sillä kuljupintojen änkyritiheys oli moninkertainen kermeihin nähden ylittäen selvästi myös luonnontilaisen suon tiheydet. Tulosten perusteella ojitus näyttäisi siis lisänneen änkyrimatoja kuljupinnoilla, mutta vähentäneen kermeillä. Muutokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: änkyrimatojen määrät ojitetun suon osan pienmuodoilla, erotus luonnontilaisesta prosentteina

	1975	1976
kuljut	+467 %	+205 %
kermit	- 55 %	- 59 %
keskim.	+ 69 %	+ 24 %

Änkyrimatojen on aikaisemmissa tutkimuksissa todettu runsastuvan soilla ojituksen ja lannoituksen myötä (KOZLOVSKAJA 1974, MOORE & al 1975, VILKAMAA 1976). Pääasialliset syyt tähän lienevät pohjaveden aletessa parantuva happitilanne (vrt. LÄHDE 1969) sekä perustuotannon ja mikrobiaktiivisuuden elpyessä runsastuva ravinto (kts. esim. PAARLAHTI & VARTIOVAARA 1958). Näistä ilmiöistä löytynee selitys myös nyt havaitulle änkyrien runsastumiselle ojituksen ja lannoituksen jälkeen kuljupinnoilla.

Sensijaan kermeillä ilmennyt matojen väheneminen johtunee lähinnä kermien liiallisesta kuivumisesta änkyrimatojen kannalta. Maaperäeläinten vähenemiseen suon "ylikuivumisen" seurauksena

viittaa myös KOZLOVSKAJA (1974), joskaan hän ei esitä asiasta tutkimustuloksia. Myöskin VILKAMAAN (1976) tutkimilla ojitusaloilla oli änkyrimatoja enemmän kulju- kuin kermipinnoilla, mutta tilanne oli sama myös hänen luonnontilaisella vertailualallaan (isovarpuinen tupasvillaräme, ITR). Ero nyt saatuihin tuloksiin voi johtua siitä, että ITR on luontaisestikin kuivempi suotyyppi kuin nyt tutkittu rahkaräme.

Ilmeisessä ristiriidassa tämän työn tulosten kanssa on toisaalta se, että VILKAMAAN näytealoilla oli myös ojikon kermeillä enemmän änkyrimatoja luonnontilaiseen vertailualaan nähden ja lisäys oli jopa suurempi kermeillä kuin kuljupinnoilla (taulukko 4).

Taulukko 4: änkyrimatojen määrät eri-ikäisten ITR-ojitusalojen pienmuodoilla, erotus luonnontilaisesta %:na VILKAMAAN mukaan

	nuori, NPK-lannoitettu ojikko (20 vuotta)	vanha muuttuma (yli 70 vuotta)
kermit	+633 %	+400 %
kuljut	+330 %	+235 %

Sekä tämän tutkimuksen että VILKAMAAN tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin huomattava, ettei ole varmuutta, onko tilanne ojitusaloilla niiden vielä luonnontilassa ollessa ollut samanlainen kuin luonnontilaisilla vertailualueilla.

3.2. Populaatiokoon vuodenaikaisvaihtelu

Yksilömäärät eri näyteenottokerroilla on esitetty kuvissa 12-19 ja taulukossa 5 (katso myös liite 2).

Kesällä -75 esiintyi ojikon kermeillä selvä kesäminimi änkyrimatojen populaatiotiheydessä, ts. eläimiä oli runsaimmin keväällä ja syksyllä, vähiten keskikesällä (kuva 15). Pienimmät yksilömäärät havaittiin suon ollessa kuivimmillaan (kuvat 1-4).

Muilla mikrohabitaateilla ei ilmennyt yhtä selviä trendejä. Ojikon kuljuissa oli kuitenkin jonkinlainen minimi kuivimpaan aikaan, muttei luonnontilaisella puolella (kuvat 12-14).

Seuraavan kesän alussa oli änkyrimatojen määrä kaikilla habitaateilla hyvin pieni (luonnontilaisen osan kuljupinnoilta 5.5.-76 otetuista näytteistä ei löytynyt yhtään matoa). Kesän edistyessä yksilömäärät kohosivat hiljalleen. Maksimit havaittiin yleensä elokuussa, minkä jälkeen yksilömäärät kääntyivät laskuun.

Ojikon kuljupinnoilla vaihtelu oli kuitenkin toisenlaista: yksilömäärät kohosivat melko suuriksi jo heinäkuussa, jolloin tapahtui nopea lasku, minkä jälkeen populaatiotiheys alkoi jälleen nousta.

Pienestä näytemäärästä johtuen (yleensä vain 4-5 toistoa) satunnaisvaihtelun osuus tuloksissa lienee melkoinen, eikä kovin pitkäle meneviä johtopäätöksiä ole syytä näiden tulosten perusteella

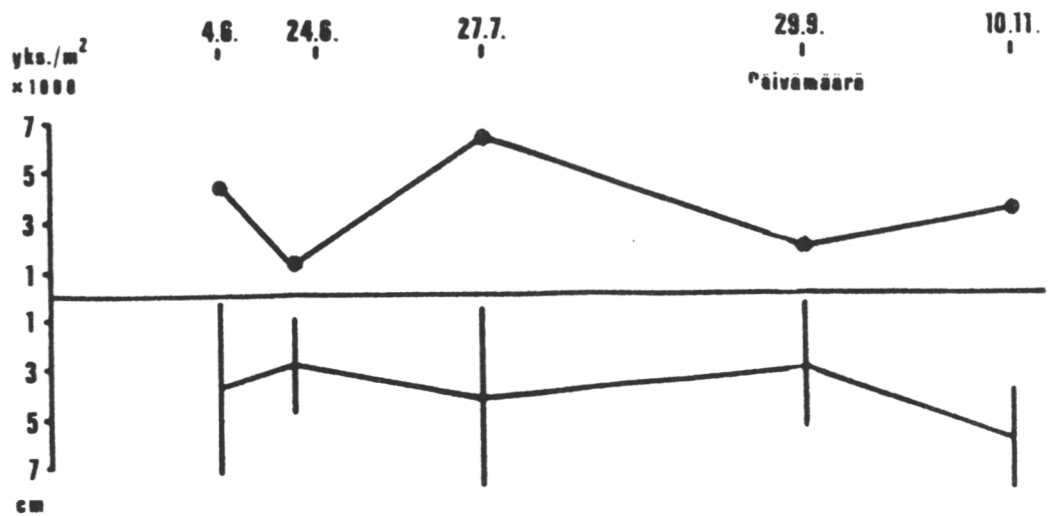
Taulukko 5: änkyrimatojen yksilömäärä neliometriä kohti

(geometrinen keskiarvo sekä kerroin, joka antaa 95% luotettavuusrajat)

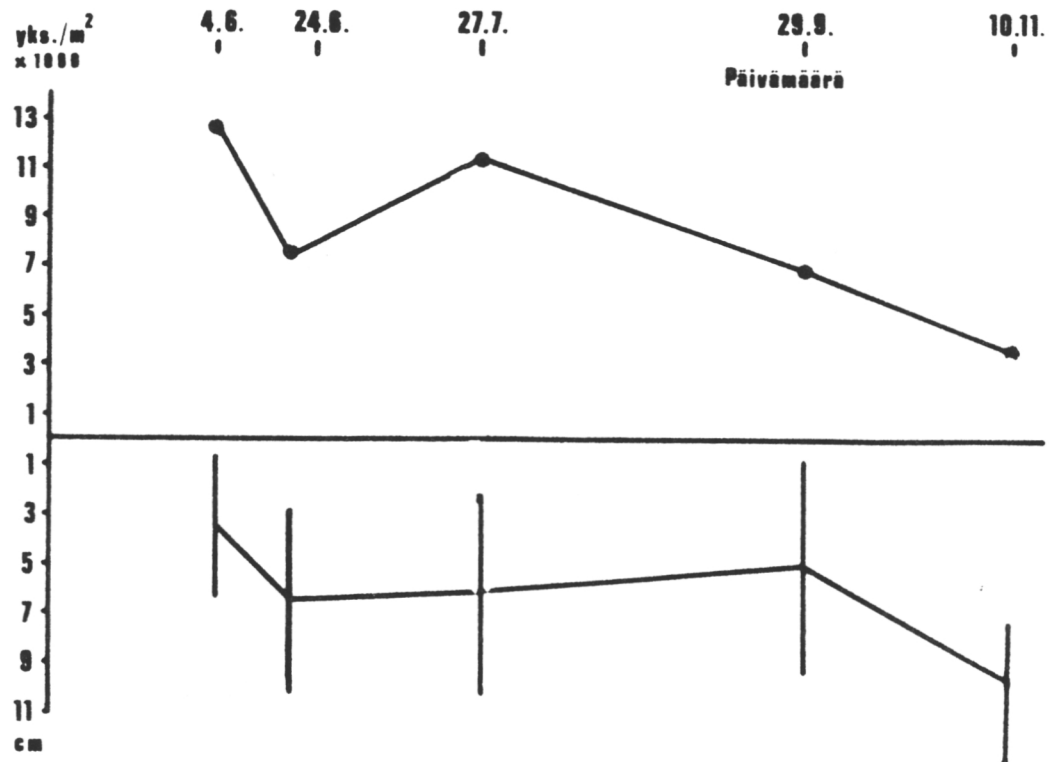
pvm.	luonnontil.		luonnontil.		ojitettu		ojitettu	
	kuljut		kermit		kuljut		kermit	
4.6.-75	4530	3.9	12690	1.6	3710	3.7	9050	2.4
24.6.	1170	1.6	7330	2.9	26840	2.9	1070	3.0
27.7.	6250	2.4	11440	4.4	18720	2.0	520	2.1
29.9.	1930	5.0	6890	1.8	25560	3.8	3640	3.3
10.11.	3430	2.0	3560	4.0	21220	4.7	3160	2.6
5.5.-76	0		50	1.3	800	4.8	150	1.4
28.5.	920	1.5	1970	46.3	590	7.7	490	31.1
8.6.	1990	4.0	3500	1.5	4550	6.6	910	6.6
11.7.	5570	1.4	7160	2.3	14250	3.55	980	3.3
8.8.	3110	4.8	8790	3.4	3000	4.2	3050	2.3
20.8.	3450	4.0	8250	4.4	7210	2.9	4210	3.9
18.9.	1270	2.9	3450	5.1	12240	2.3	1080	2.5

Taulukko 6, 4: näytteenottokertaiset biomassat (mg/m^2) eri mikrohabitaateilla

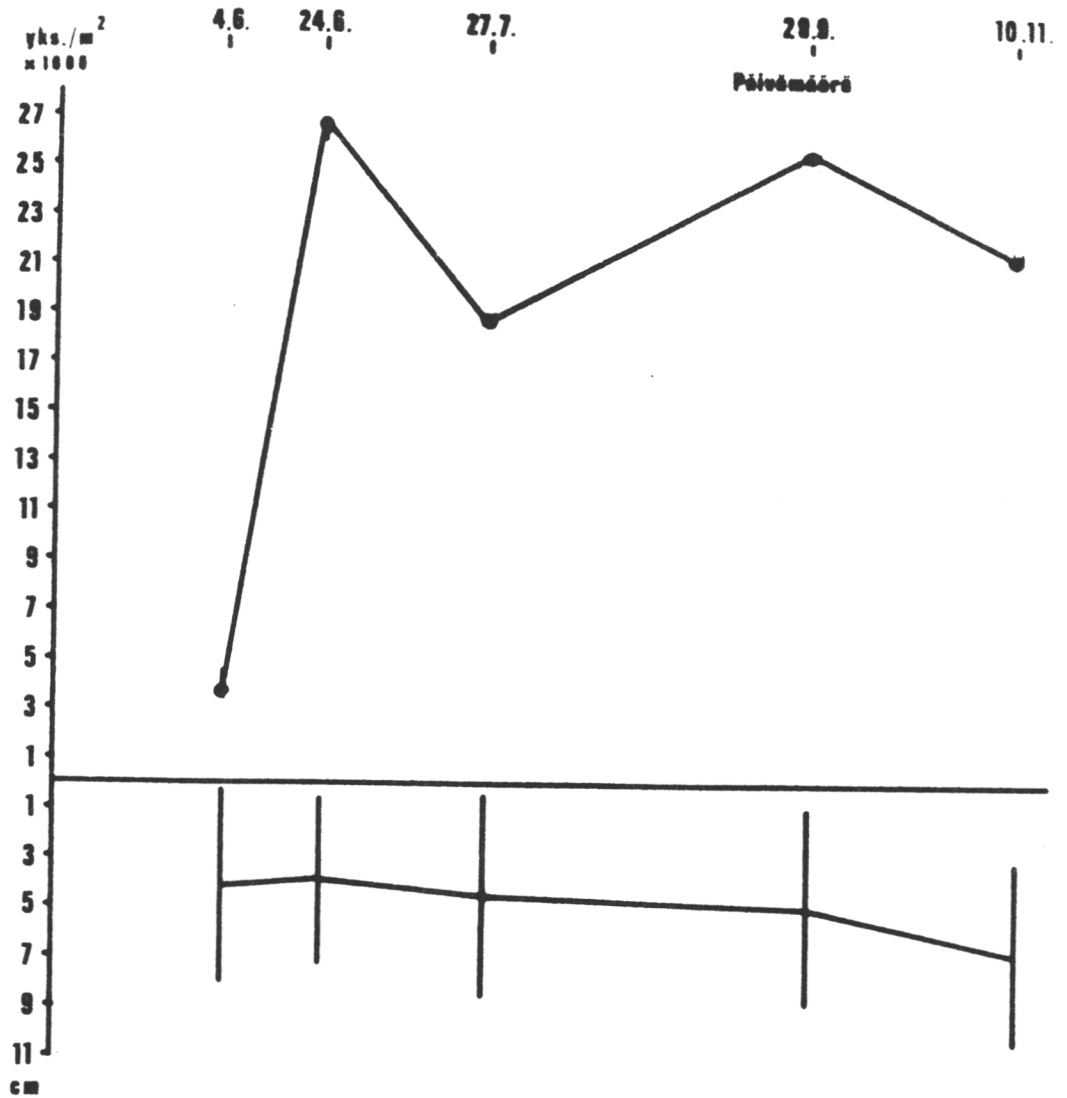
pvm.	luonnontil. kuljut	luonnontil. kermit	ojikko kuljut	ojikko kermit
4.6.-75	820	1670	720	1960
24.6.	180	920	4110	260
27.7.	760	2500	2690	70
29.9.	740	1310	5080	1170
10.11.	550	520	5020	580
5.5.-76	-	10	240	30
28.5.	170	370	140	210
8.6.	430	510	1890	680
11.7.	640	880	2520	300
8.8.	480	1510	560	510
20.8.	580	1180	1120	690
18.9.	190	510	1680	180



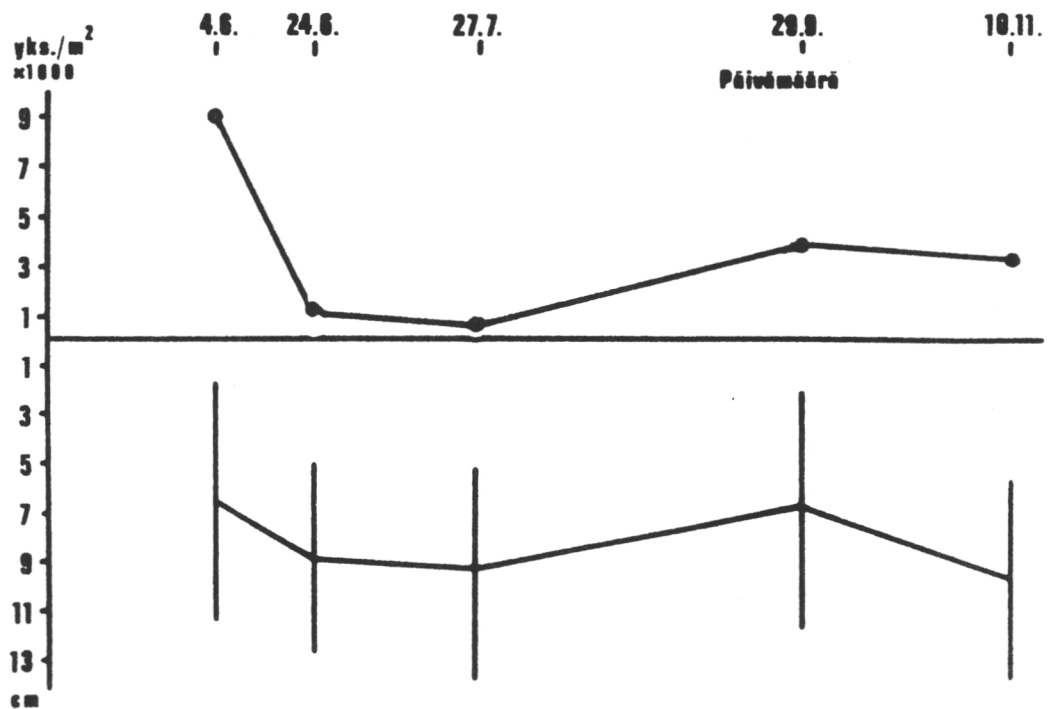
Kuva 12. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu luonnontilaisen osan kuljuissa 1975. x-akselin yläpuolella yksilömäärät neliometriä kohti, alapuolella mean depth-luku hajontoineen (ks.sivu 16)



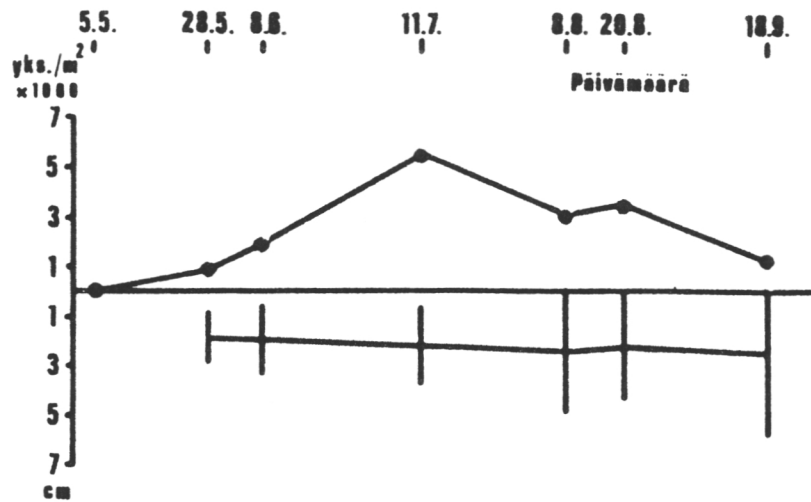
Kuva 13. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu luonnontilaisen osan kermeillä 1975. Selitykset kuten kuvassa 12.



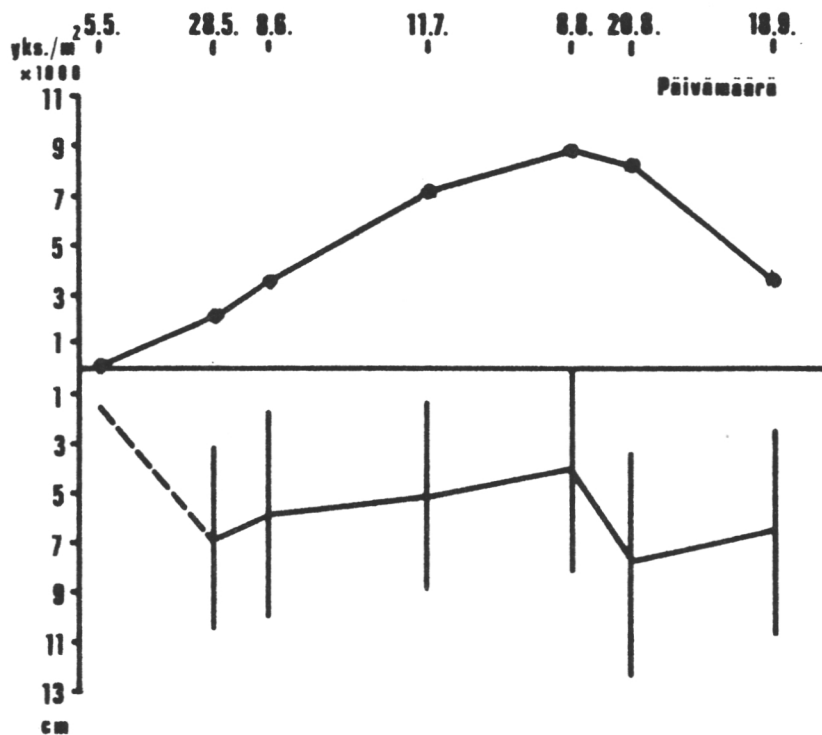
Kuva 14. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu ojikon kuljuissa 1975. Selitykset kuten kuvassa 12.



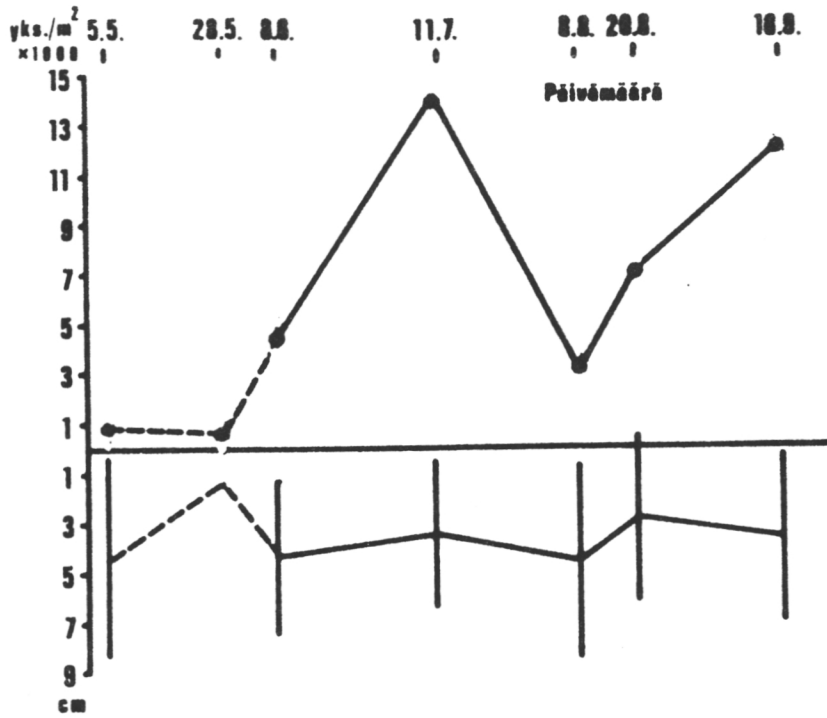
Kuva 15. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu ojikon kermeillä 1975. Selitykset kuten kuvassa 12.



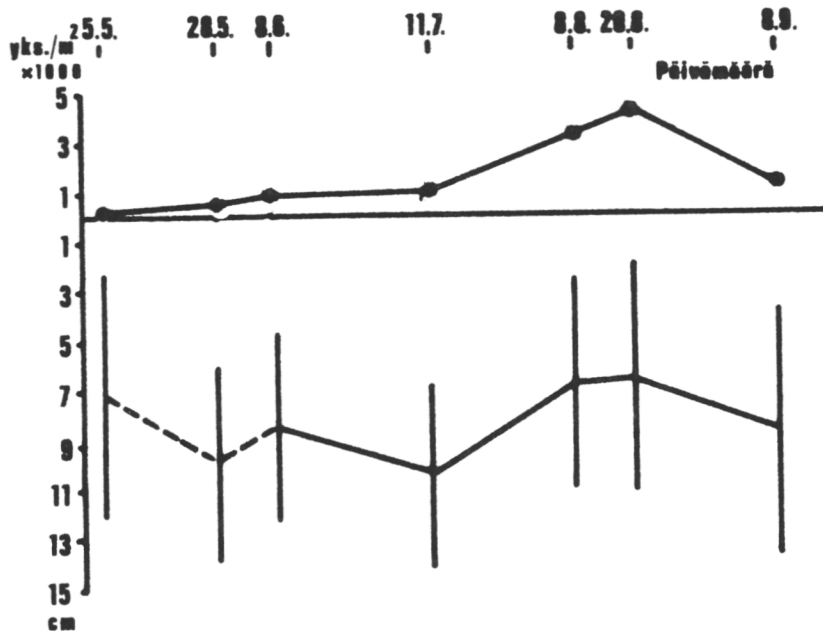
Kuva 16. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu luonnontilaisen osan kuljuissa 1976. Selitykset kuten kuvassa 12.



Kuva 17. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu luonnontilaisen osan kermeillä 1976. Selitykset kuten kuvassa 12.



Kuva 18. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu ojikon kuljuissa 1976. Selityksen kuten kuvassa 12.



Kuva 19. Yksilömäärän ja vertikaalijakauman vaihtelu ojikon kermeillä 1976. Selitykset kuten kuvassa 12.

tehdä. Joitakin seikkoja kannattanee kuitenkin tarkastella. Kuivuuden aiheuttama kesäminimi änkyrimatojen populaatiotiheydessä on tavllinen ilmiö kesän aikana kuivuvilla metsämailla (NIELSEN 1955a ja b, NURMINEN 1967b, HUHTA & KOSKENNIEMI 1975, KAIREVALO 1977). Selvä kesäminimi esiintyi tutkimusalueella vain kuivimmilla tutkituista mikrohabitaateista, ojikon kermeillä ja niilläkin vain ensimmäisenä tutkimuskesänä, jolloin oli pitkä yhtäjaksoinen kuiva kausi (kts. kuvat 1-4). Seuraavana kesänä ei mitään kesäminimiä kuitenkaan voitu havaita, mikä voisi joutua runsaammasta kosteudesta (kts. kuvat 5-8). Myös populaation voimakas lasku edellisen talven aikana voisi olla syynä kevätmaksimin puuttumiseen, jolloin kesäminimi ei "tulisi näkyviin" (vrt. KAIREVALO 1977).

Jonkinlainen kesäminimi ilmeni myös ojikon kuljupinnoilla, mutta kun populaatiotiheys samaan aikaan kasvoi kuivemmillä luonnontilaisilla kermeillä, ei syynä voine olla pelkästään kuivuus. Yksi mahdollinen selitys voisi olla ravinnon loppuminen, sillä ojikon kuljujen änkyrimatotiheys oli omaa luokkaansa verrattuna muihin mikrohabitaatteihin.

Luonnontilaisella puolella näyttäisi populaatiotiheyden vaihtelu noudattelevan pikemminkin lämpötilamuutoksia varsinkin jälkimmäisenä, kosteampana kesänä. Aiemminkin on sekä kenttätutkimuksin (O'CONNOR 1957, PEACHEY 1963) että laboratoriokokein (ABRAHAMSEN 1971) todettu, että kosteuden ollessa riittävä on lämpötila tärkein änkyrien populaatiodynamiikkaa selittävä tekijä.

Änkyrimatojen populaatiotiheyden lasku talven aikana lienee tavallista Suomen oloissa (NURMINEN 1967b). Kevään -76 erittäin alhaisiin yksilömääriin lienee syynä se, että edellinen talvi oli normaalia kylmempi ja lunta varsinkin alkutalvella oli vähän (ILMATIETEEN KESKUSLAITOS 1975-76), joten kova kylmyys ilman lumisuoja ilmeisesti lisäsi matojen kuolevuutta (vrt. KAIREVALO 1977).

Biomassojen muutokset olivat samansuuntaiset kuin yksilömäärienkin. Näyteenottokerroittaiset biomassa-arvot on esitetty taulukossa 6.

Taulukossa 7 on esitetty populaatiotiheyden korrelaatiokertoimet kahden ympäristömuuttujan, pohjaveden syvyyden ja lämpötilan kanssa. Lämpötila on mitattu 2,5 cm:n syvyydeltä luonnontilaisen osan Sphagnum fuscum -mättästä. Sekä pohjavesi että lämpötila ovat keskiarvoja kahden viikon ajalta ennen näytteenottoa.

Taulukko 7:

		pohjavesi	lämpötila	
luonnontil. kuljut	r=0.391 n.s.	r=0.503 ⁰		n=12
- " - kermit	r=0.573 ⁰	r=0.623 [*]		n=12
ojitettu kuljut	r=0.404 n.s.	r=0.061 n.s.		n=12
- " - kermit	r=-0.256 n.s.	r=-0.024 n.s.		n=12

Taulukosta nähdään, että luonnontilaisella suon osalla lämpötila oli korrelaatiossa yksilömäärien kanssa (kuljuilla suuntaa-antavasti, kermeillä melkein merkitsevästi). Myös pohjaveden syvyyden ja populaatiotiheyden välillä oli positiivinen korrelaatio, joskaan ei merkitsevä, joten yksilömäärä oli kääntäen verrannollinen turpeen kosteuteen.

Ojikolla ei esiintynyt merkitseviä korrelaatioita ko. ympäristömuuttujien kanssa. Lienee kuitenkin syytä panna merkille, että kermeillä populaatiotiheys oli negatiivisessä korrelaatioissa pohjaveden syvyyteen, eli suoraan verannollinen turpeen kosteuteen. Kolmen muuttujan korrelaatiosta laskettiin lisäksi pohjaveden ja lämpötilan yhteiset selitysprosentit eri mikrohabitaateilla. Ne on esitetty taulukossa 8.

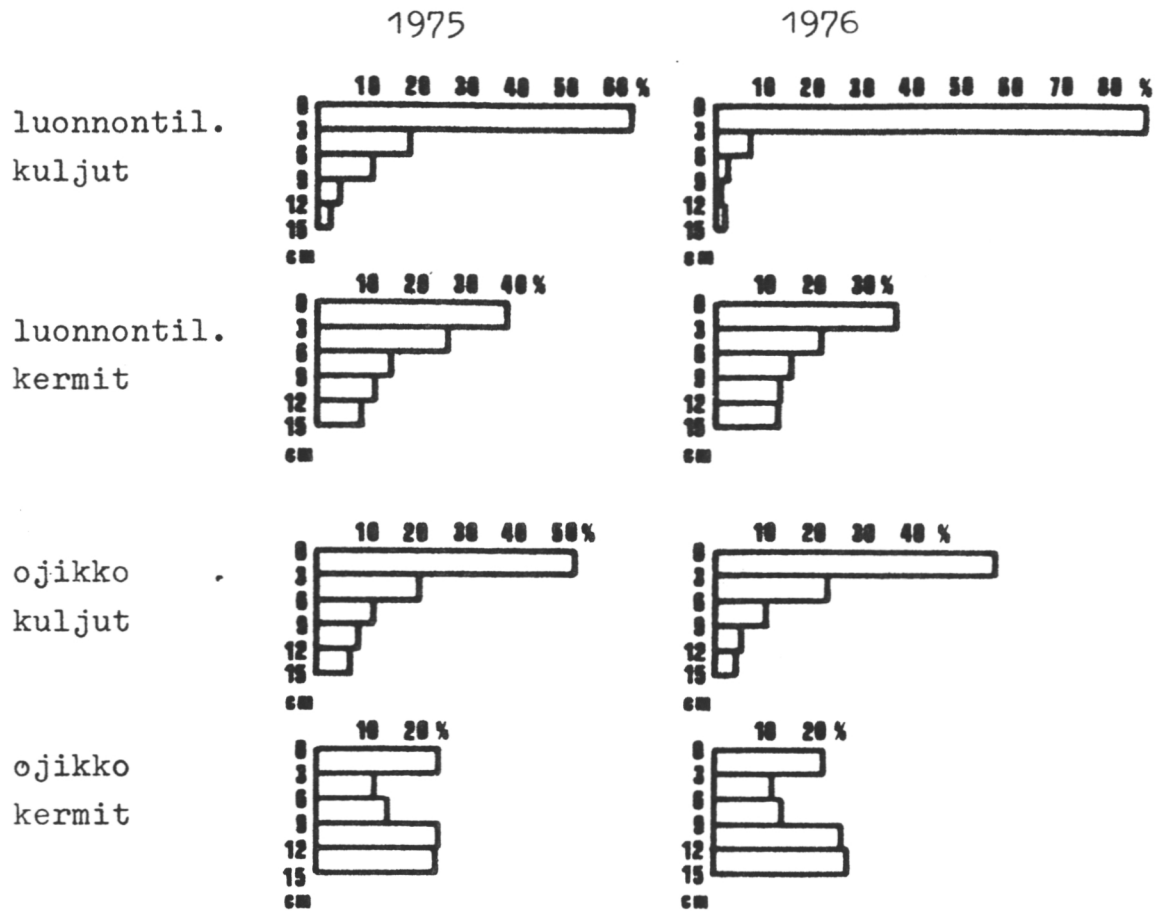
Taulukko 8:

luonnontil. kuljut	26.7 % (lämpötila yksin 25.3)
- " - kermit	42.9 % (lämpötila yksin 38.8)
ojitettu kuljut	21.9 % (pohjavesi yksin 16.3)
- " - kermit	9.4 % (pohjavesi yksin 6.6)

Kaikkiaan selitysprosentit siis jäivät hyvin alhaisiksi. Luonnontilaisella puolella oli lämpötila parempi selittäjä, ojikolla taas pohjaveden syvyys.

3.3. . Vertikaalijakautuma

Kaikkien roudattoman ajan näytteiden keskiarvona lasketut prosentuaaliset vertikaalijakautumat eri pinnanmuodoilla ja eri vuosina on esitetty kuvassa 20. Keskimääräinen jakautuma oli molempina kesinä hyvin samanlainen, mutta eri mikrohabitaattien välillä oli sensijaan selviä eroja. Luonnontilaisen osan kuljuissa madot olivat voimakkaimmin keskittyneet turpeen pintaosiin (ns. edafinen jakauma), ja samansuuntainen, mutta tasaisempi oli jakauma myös luonnontilaisilla kermeillä ja ojikon kuljuissa.



Kuva 20. Yksilömäärien keskimääräinen prosentuaalinen vertikaalijakauma eri mikrohabitaateilla.

Ojikon mättäillä jakauma sensijaan oli hyvin tasainen ja yllättävästi kaksihuippuinen. Kaksihuippuisuus tosin johtunee vain näytteenottokertojen ajoittumisesta.

Huomattavaa on, että jakauma on sitä tasaisempi, mitä kuivemmasta habitaatista on kysymys.

3. 4 . Vertikaalijakauman muutokset lämpimänä vuodenaikana

Änkyrimatojen absoluuttinen ja prosentuaalinen jakauma eri näytteenottokerroilla on esitetty taulukoissa 9 ja 10, prosentuaalinen jakauma myös kuvissa 21 ja 22. 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:nnessä jako-osassa, sekä

N on eläinten määrä yhteensä koko näytteessä.

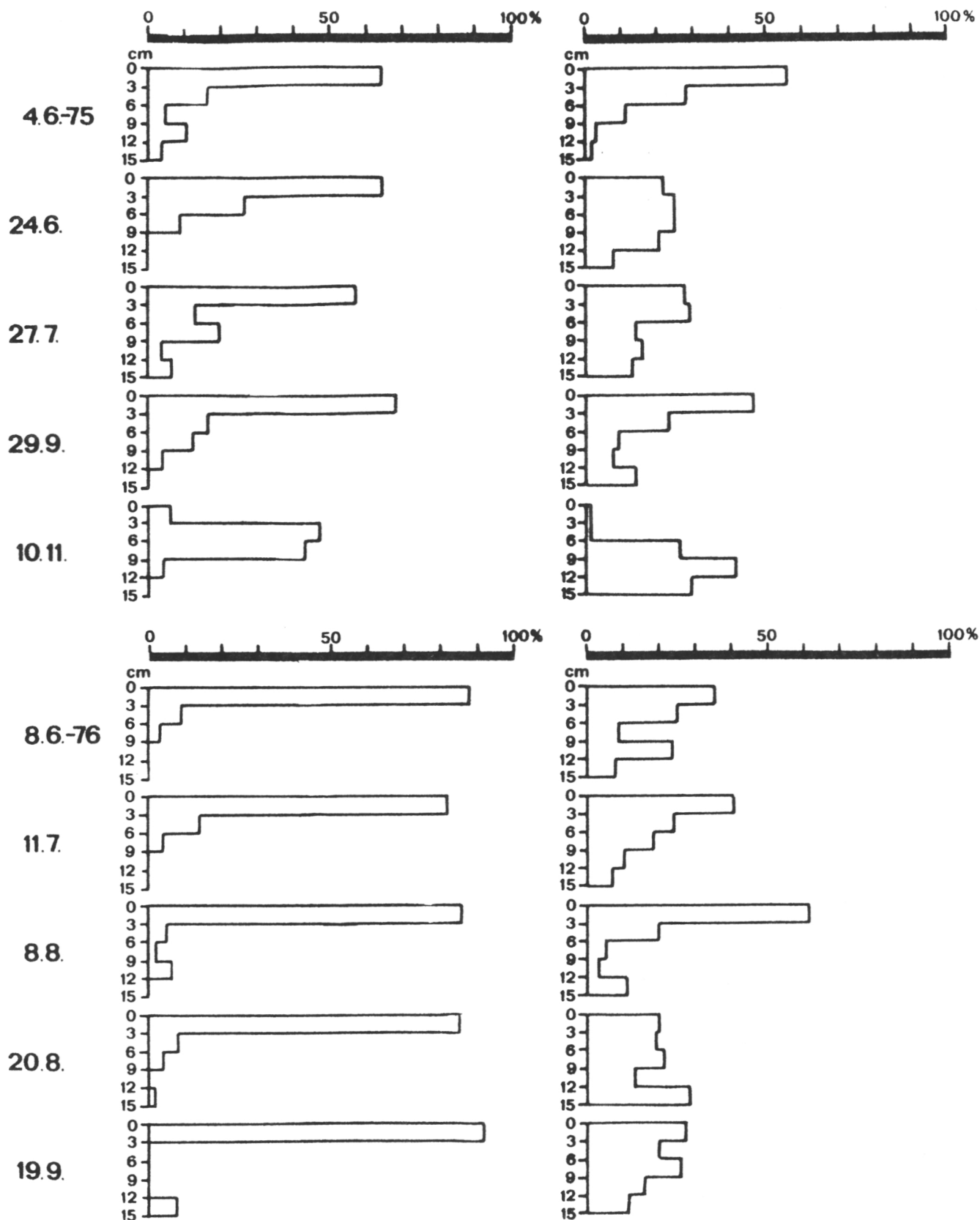
Keskisyvyys saa siten pienimmät arvonsa eläinten ollessa keskittyneinä pintaan ja vastaavasti sitä suurempia, mitä syvemällä pääosa eläimistä on.

Keskisyvyyden hajontaluku (depth deviation) lasketaan kaavalla:

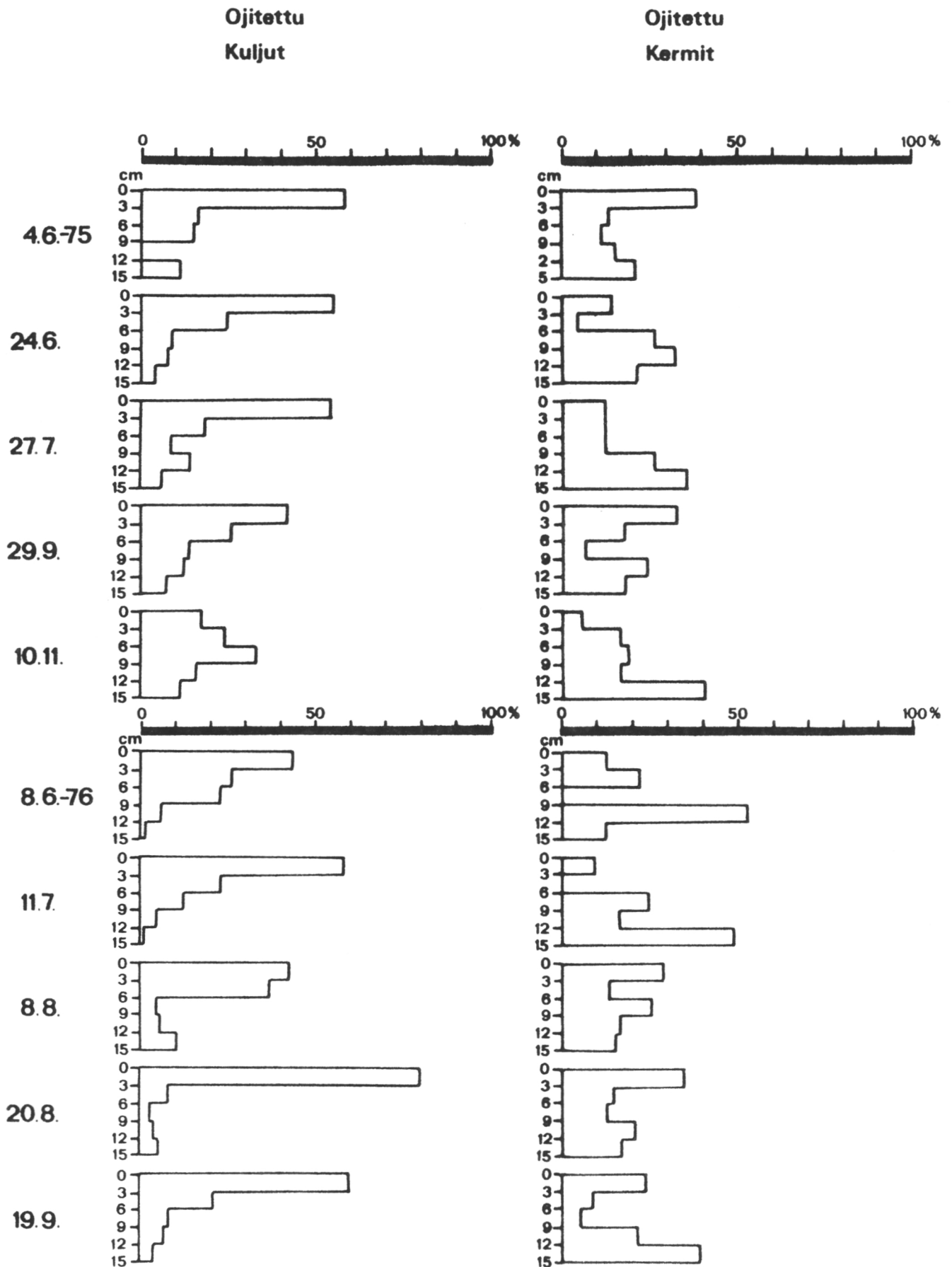
$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n_i d_i^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i d_i}{N} \right)^2}$$

Luonnontilainen
Kuljut

Luonnontilainen
Kermit



Kuva 21. Prosentuaalinen vertikaalijakauma luonnontilaisella puolella eri näytteenottokertoina (5. ja 28.5.-76 näytteet jätetty pois pienen yksilömäärän takia, vrt taul. 10)



Kuva 22. Yksilömäärän prosentuaalinen vertikaalijakauma ojikolla eri näytteenottokertoina .

Taulukko 9. 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 ^f		
	d 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.		
	d 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.		
	d 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	5,0	24,2
	3-6	930	13,5	50	4,4	60	12,4	610	17,6	480	16,8	12,0
	6-9	770	11,1	310	26,8	60	12,4	230	6,7	500	19,4	14,3
	9-12	1070	15,5	370	32,6	130	26,8	840	24,1	480	16,8	24,3
	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.		
	d ₁ ,df ₂	4,24		4,25		4,20		4,20		4,15		

Taulukko 10 Yksilömäärien absoluuttinen ja prosenttijakauma - 76.

Luonnontil. tasapinnat	5.5.-76		8.6.-76		11.7.-76		8.8.-76		20.8.-76		19.9.-76	
	FVM. cm.	yks/m ²	%	yks	%	yks	%	yks	%	yks	%	yks
0-3	0	0	87,9	1750	88,2	4330	82,2	2800	2680	1160	85,6	92,2
3-6	0	0	12,1	170	8,8	730	13,9	170	260	0	8,3	0
6-9	0	0	0	50	3,0	210	4,0	60	130	0	4,1	0
9-12	0	0	0	0	0	0	0	220	0	0	0	0
12-15	0	0	0	0	0	0	0	0	60	100	1,9	7,8
F				8,296 ^{ns}		37,843 ^{ns}		8,247 ^{ns}	6,73 ^{ns}	9,58 ^{ns}		
df ₁ ,df ₂				4,10		4,20		4,20	4,20	4,20		
Luonnontil. mätäspinnat												
0-3	50	100	11,3	970	35,4	2500	40,5	4880	1580	980	19,7	26,6
3-6	0	0	39,5	680	24,8	1490	24,1	1560	1520	730	19,0	19,8
6-9	0	0	23,1	230	8,6	1100	17,8	390	1660	960	20,7	25,8
9-12	0	0	13,0	650	23,6	650	10,4	260	1010	600	12,6	16,3
12-15	0	0	13,0	210	7,6	450	7,2	860	2250	420	28,0	11,4
F				1,528 n.s.		1,635 n.s.		5,598 ^{ns}	0,321 n.s.	0,324 ^{ns}		
df ₁ ,df ₂				4,20		4,20		4,20	4,20	4,20		
Ojitettu tasapinnat												
0-3	480	57,8	100	1540	43,4	7550	58,2	1170	5610	5490	79,5	59,9
3-6	120	14,9	0	920	25,8	3000	23,1	1020	580	1930	8,3	21
6-9	0	0	0	830	23,2	1620	12,5	130	210	790	3	8,6
9-12	230	27,3	0	210	5,9	620	4,8	150	290	600	4,1	6,6
12-15	-	-	0	60	1,7	170	1,3	280	370	360	5,2	3,9
F				1,382 n.s.		6,603 ^{ns}		1,838	6,117 ^{ns}	3,671 ^{ns}		
df ₁ ,df ₂				4,10		4,20		4,20	4,20	4,20		
Ojitettu mätäspinnat												
0-3	60	39	0	100	12,4	100	9,4	780	1050	260	34,5	24,2
3-6	0	0	31,5	170	21,9	0	0	360	440	100	14,4	9,2
6-9	30	18,7	0	0	0	260	24,7	690	400	60	13,0	5,6
9-12	30	18,7	24,2	420	53,3	170	16,5	440	650	230	21,1	21,8
12-15	36	23,6	44,3	100	12,4	520	49,3	420	520	422	17	39,3
F				0,535 n.s.		1,705 n.s.		0,352 n.s.	0,292 n.s.	0,888 n.s.		
df ₁ ,df ₂				4,10		4,20		4,20	4,20	4,20		

Keskisyvyudet hajontoineen on piirretty kuviin 12-19.

Kesällä -75 ilmeni kermeillä selvää muutosta alaspäin pohjaveden pinnan aletessa ja suonpinnan siten kuivuessa. Syksyn näytteissä madot olivat taas keskittyneet ylempiin kerroksiin. Ojikon kermeillä muutos oli selvempi kuin luonnontilaisilla. Muutokset olivat hyvin samanlaiset kuin SPRINGETT et al (1975) havaitsivat Moor Housen peittosuolla Pohjois-Englannissa.

Kuljupinnoilla sensijaan ei ollut mitään selvää trendiä havittavissa.

Kesällä -76 ei vertikaalijakauman muutoksissa ollut millään pinnanmuodoilla havaittavissa selkeää suuntaa. Kesä oli kaikkiaan edellistä sateisempi eikä pohjaveden tason vaihtelu ollut yhtä säännöllistä kuin kesällä -75 (kts. kuvat 1-9).

Myös vertikaalijakauman muutoksia yritettiin selittää korreloimalla niitä lämpötilan ja pohjaveden syvyyden kanssa. Vertikaalijakauman kuvaajana käytettiin eläinten prosentuaalista määrää ylimmässä kolmessa sentissä. Ympäristömuuttujista käytettiin näytteenottopäivänä mitattuja arvoja, sillä änkyrimatojen on todettu voivan vaeltaa vertikaalisuunnassa huomattavasti jo muutamien tuntien aikana, ilmeisesti juuri lämpötila- ja kosteusmuutoksista johtuen (ERMAN 1973, SPRINGETT et al 1975). Korrelaatiokertoimet on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11:

		pohjavesi	lämpötila
luonnontil.	kuljut	$r = -0.278$ n.s.	$r = -0.387$ n.s.
- " -	kermit	$r = -0.646^0$	$r = -0.239$ n.s.
ojitettu	kuljut	$r = 0.549$ n.s.	$r = 0.112$ n.s.
- " -	kermit	$r = -0.520$ n.s.	$r = -0.619^0$

Tilastollista merkitsevyyttä korrelaatiot eivät saavuttaneet, toisin kuin esim. SPRINGETT & al:n tutkimilla suobiotoopeilla. Mahdollisesti tässä työssä käytetty vertikaalijako-osa oli niin paksu (3 cm), etteivät muutokset tulleet yhtä selvästi näkyviin (SPRINGETT et al käyttivät 1.5 cm:n ositusta).

Lienee kuitenkin syytä huomioida, että kermeillä korrelaatiot olivat suurempia kuin kuljuissa.

Ojikon kuljuissa saatiin yllättäen positiiviset korrelaatiot sekä pohjaveden syvyyden että lämpötilan kanssa. Tuntuu kuitenkin epätodennäköiseltä, että änkyrimadot siellä reagoisivat ympäristötekijöihin toisin kuin muualla. Kyseessä lieneekin pelkkä harha, joka johtunee vertikaalijakauman kaiken kaikkiaan vähäisestä vaihtelusta ko. pinnanmuodoilla.

Kun lasketaan korrelaatio yhdistämällä kaikkien pinnanmuotojen havainnot, saadaan sensijaan erittäin merkitsevä korrelaatio pohjaveden syvyyden kanssa ($r=-0.789^{***}$), kts. kuva 23. Lämpötilan kanssa ei saatu minkäänlaista korrelaatiota ($r=-0.091$).

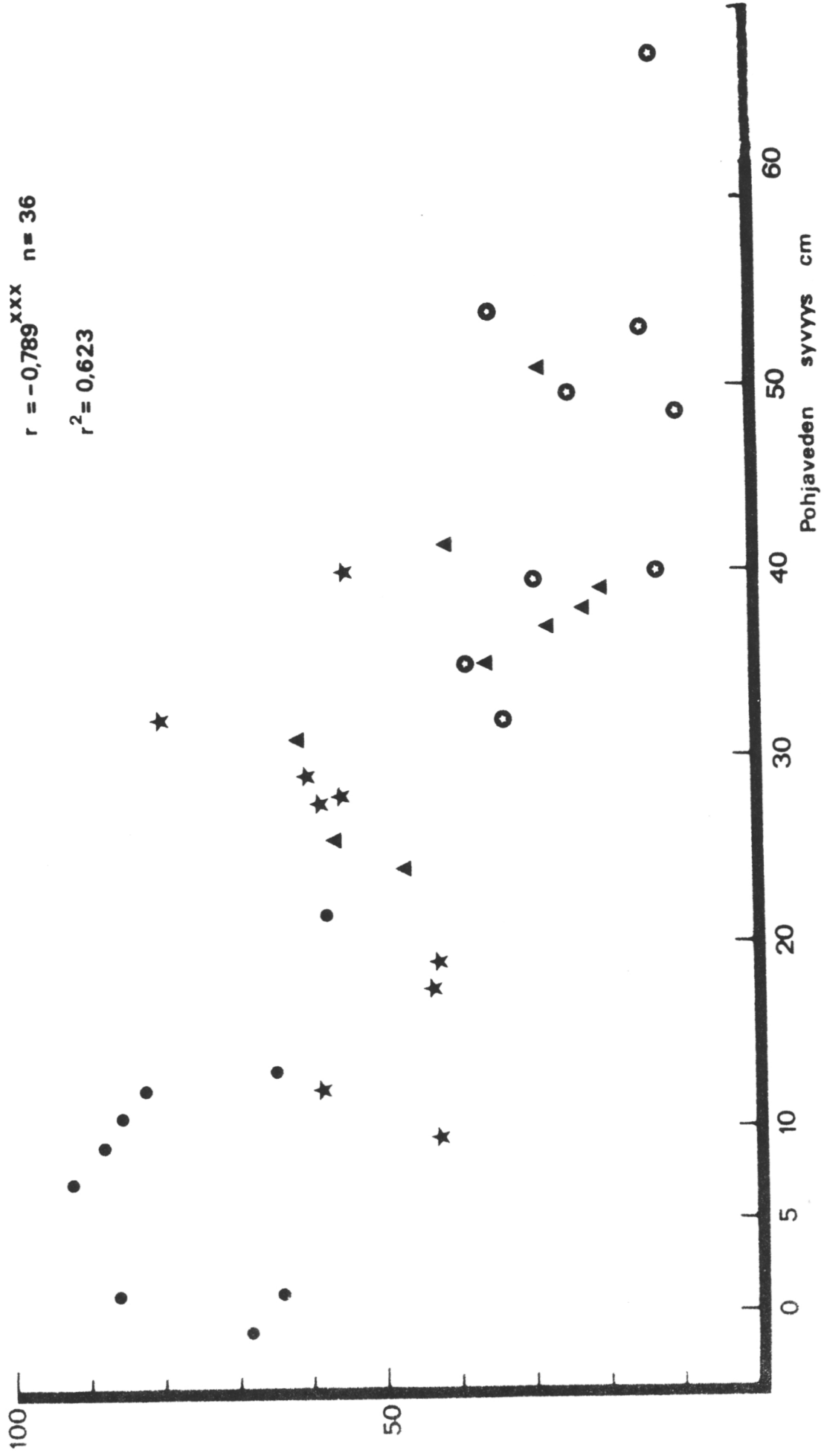
Kuten kuvastakin ilmenee, kyseessä on tietenkin vain näennäiskorrelaatio, joka on aikaansaatu yhdistämällä neljä erillistä pisteparvea, mutta se kertoo kuitenkin mikrohabitaattien välisistä suurista eroista vertikaalijakauman suhteen (vrt. kuva 20).

3. 5 . Vertikaalijakauman muutokset talven aikana

Vertikaalijakauman muutosta maan jäätyessä syksyllä voidaan tarkastella vuoden -75 viimeisistä näytteistä 10.11., jolloin suon pinta oli jo jäänyt muutaman cm:n syvyydelle (ei tosin

kuva 25. Vertikaalijakauman riippuvuus pohjaveden tasosta.

Eläimiä ylimmässä 3 cm:ssä %



vielä pysyvästi). Kaikilla pinnanmuodoilla 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 jäätymispisteen tienoilla. Myös NURMINEN (1967) ja KAIREVALO (1977) havaitsivat vertikaalivaellusta havu- ja lehtometsämaan änkyreillä 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.

3.6 Keskimääräisen yksilöpainon vuodenaikaisvaihtelu

Näytteenottokerroittaiset keskimääräiset yksilöpainot on esitetty kuvassa 24. Kuvista havaitaan melko selvä trendi: matojen keskipaino pienenee kevästä syksyyn ja kohoaa taas syksyllä (tosin varsin suuriakin poikkeamia yleisestä suunnasta esiintyi). Samanlainen ilmiö on havaittu monissa aiemmissakin tutkimuksissa hyvin erilaisissa änkyrimatoyhteisöissä (esim. PEACHEY 1963, O'CONNOR 1967, RYL 1977) ja se johtunee pienten yksilöiden suuremmasta osuudesta populaatiossa lisääntymiskauden aikana.

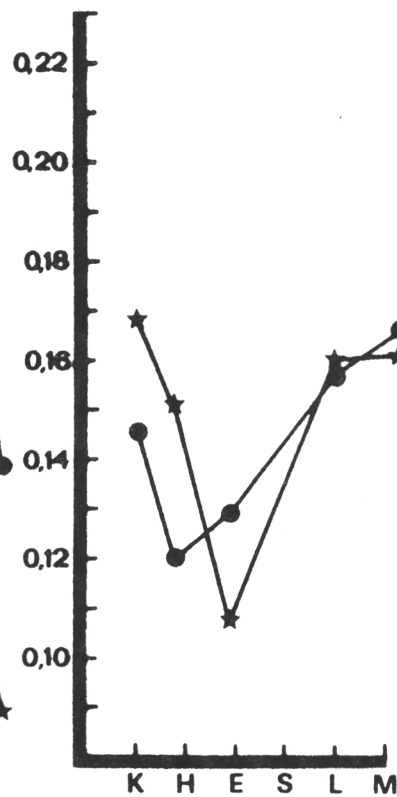
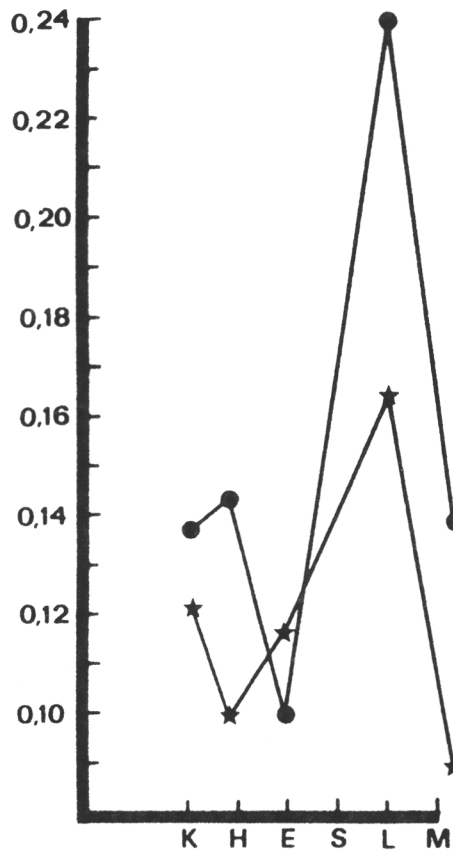
Kiintoisa yksityiskohta on, että näiden tulosten perusteella madot näyttävät olevan hieman pienempiä kuin Cognettia-suvun änkyrimadot PEACHEYN tutkimalla vihviläsuolla Pohjois-Englannissa.

Luonnontilainen

Ojitettu

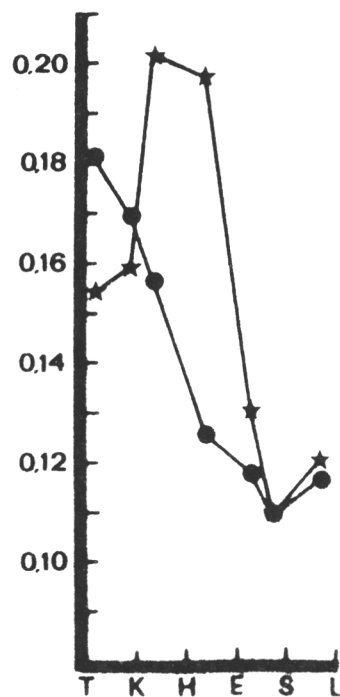
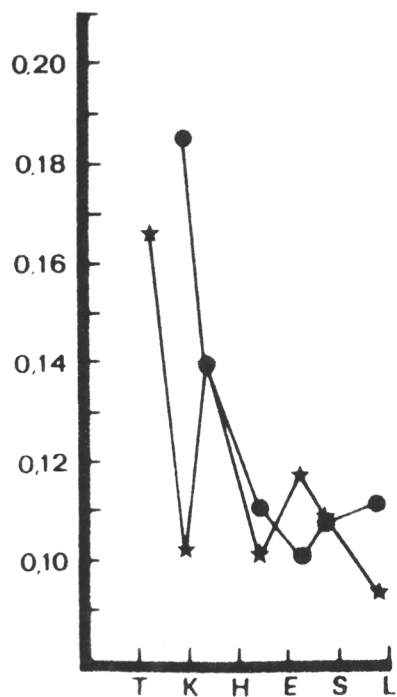
1975

Yksilöpaino (mg)

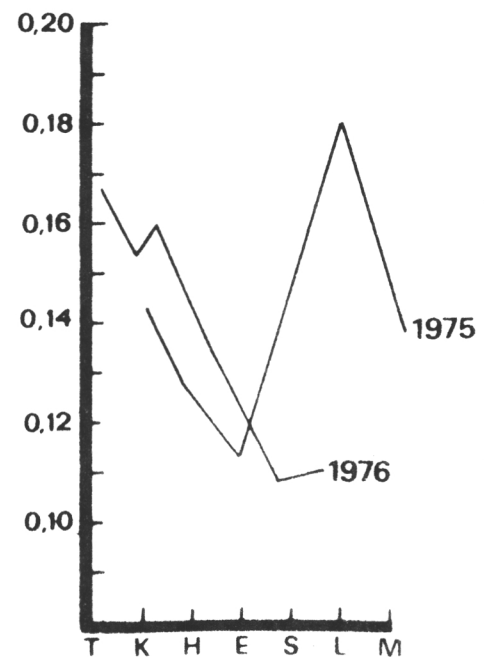


★ Kermit
● Kuljut

1976



Keskimäärin



Kuva 24. Keskimääräinen yksilöpaino eri näytteenottokerroilla.

Laaviosuolla keskimääräinen yksilöpaino vaihteli eri näytteenottokerroilla 0.11 - 0.18 mg:n välillä (kaikkien mikrohabitaattien keskiarvoina) kun taas PEACHEYN tutkimuksen mukaan vaihteluväli oli 0.16 - 0.26 mg. Ei tunnu uskottavalta, että näin iso ero johtuisi pelkästään biomassan arviointimenetelmien yms. eroista vaan kyseessä voi olla todellinen ilmiö, joka epäilemättä ansaitsisi tarkempaa huomiota osakseen.

3.7. Horisontaalijakauma

Lähes kaikilla näytteenottokerroilla oli otoksen varianssi huomattavasti suurempi kuin keskiarvo, mikä viittaa ns. aggregoituneeseen jakautumaan.

Jakautuman tarkemmaksi selvittämiseksi otettiin kesällä -75 kummankin näytealan läheltä yhden neliömetrin alalta mikrodistribuitionäytteet (ks. luku 2.2. s.4). Näytealoilla oli sekä kulju- että kermipintaa, mutta näiden välillä ei änkyrimatojen määrässä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (testaus varianssianalyysillä, liite 1), joten kumpaakin ruutua käsiteltiin omana yhtenäisenä kokonaisuutenaan. Mikrodistribuuutiokartat on esitetty kuvissa 25 ja 26.

Jakauman aggregoituneisuutta kuvaamaan laskettiin LLOYDIN (1967)

"index of patchiness": $\frac{\bar{x}^2}{\bar{x}}$

\bar{x} on "mean crowding", joka saadaan kaavalla

$\bar{x} = \bar{x} + \left(\frac{V}{\bar{x}} - 1\right)$ missä \bar{x} on keskiarvo ja V on varianssi.

OJITETTU RAHKARÄME



$$n > \bar{x}$$



$$n > \bar{x} + s.d.$$

$$\bar{x} = 9.0$$

$$s^2 = 65.1$$

kuva 26. Änkyrimatojen
mikrodistributio.

1	2	0	3	8	9	15	16	29	40
8	25	7	2	4	8	24	33	18	13
7	23	9	4	2	12	16	13	38	18
9	16	1	3	2	3	0	4	6	2
6	10	10	4	15	7	5	2	6	14
5	13	13	7	23	0	1	5	1	9
15	0	3	8	17	22	5	1	15	10
1	6	6	8	16	16	13	3	0	7
16	1	7	4	3	2	3	5	6	10
4	9	9	7	4	5	15	1	8	2

Indeksi saa arvon 1, kun jakauma on satunnainen, on yhtä suurempi jakauman ollessa aggregoitunut ja vastaavasti pienempi kuin 1 säännölliselle jakaumalle. Satunnaisuudesta poikkeavuuden merkittävyys voidaan testata χ^2 -testillä (vrt. myös REISE & WEIDEMANN 1975). Indeksi sai molemmilla ruuduilla erittäin merkitsevästi ykkösestä poikkeavat arvot:

luonnontilainen:	1.549 ^{***}
ojitettu:	1.693 ^{***}

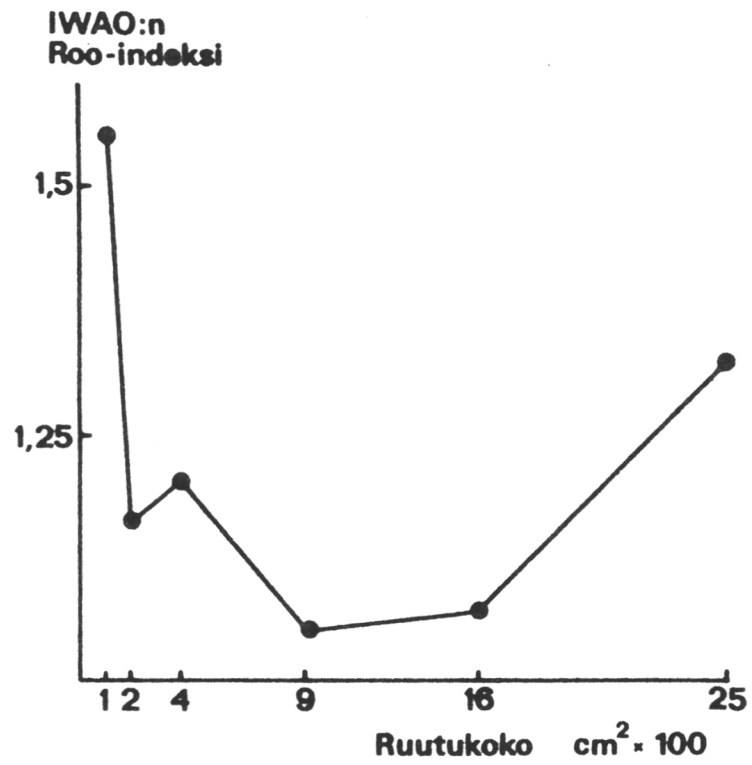
Aggregaattien kokoa ja jakautumista voidaan tutkia mikrodistributioaineiston perusteella esim. IWAON ρ (Roo) -indeksin avulla (REISE & WEIDEMANN 1975).

Indeksi voidaan laskea ottamalla mikrodistributioaineistosta useita otoksia erilaista ruutukokoa käyttäen. Perättäisten ruutukokojen keskiarvoista ja "mean crowding" -lukuista saadaan indeksin arvo kaavalla:

$$\rho_i = \frac{\bar{m}_i - \bar{m}_{i-1}}{\bar{x}_i - \bar{x}_{i-1}}$$

Pienimmälle ruutukoolle $\rho_i = \rho_1$ on $\frac{\bar{m}_1}{\bar{x}_1}$.

IWAON ρ -indeksin arvot vaihtelevat jakautuman mukaan kuten LLOYDIN indeksinkin. Sen muuttuminen ruutukoon kasvaessa kertoo aggregaattien horisontaalisesta jakautumisesta.



Kuva 27. IWAOn indeksin muuttuminen ruutukoon mukaan.

Luonnontilaisen puolen mikrodistributioaineistosta tutkittiin f -indeksin muuttumista ruutukoon kasvaessa. Aineistosta otettiin 20 yksikön satunnaisotoksia 200, 400, 900, 1600 ja 2500 cm²:n ruutukokoja käyttäen. 100 cm²:n ruutukoon arvona käytettiin koko ruudusta laskettua arvoa.

Kuvasta 27 nähdään, että indeksin arvo pienenee siirryttäessä pienimmästä ruutukoosta (100 cm²) suurempiin, mutta kääntyy 1600 - 2500 cm²:n kohdalla jälleen nousuun. Voidaan päätellä, että mikrodistributiuruudulla esiintyi kahdentasoista aggregoitumista: alle 100 cm²:n suuruisia aggregaatteja, jotka olivat edelleen ryhmittyneet suurempiin joukkoihin.

Ojikon aineistosta ei vastaavaa analyysia tehty, mutta kuvista 25 ja 26 voidaan päätellä tilanteen olevan jokseenkin samantapainen.

4. POHDINTAA

4.1. Änkyrimatojen populaatiotiheys erilaisilla soilla

Saadut arvot yksilömääristä ja biomassoista ovat jokseenkin samaa suuruusluokkaa kuin VILKAMAAN (1976) isovarpuiselta rämeeltä ja sen muuttumilta esittämät. Tarkempaan vertailuun ei eri vuosina tehtyjen tutkimusten perusteella liene aihettakaan sillä änkyrimatojen populaatiotiheyden vuosittaiset vaihtelut voivat samalla-kin paikalla olla huomattavia (esim. HUHTA & al 1967).

Ulkomaisia tutkimuksia ei ole vastaavista ilmasto-olosuhteista, mutta on mielenkiintoista verrata änkyrimatojen populaatiotihe-

yttä ilmastollisesti erilaisten alueiden soilla.

LOHM & al (1972) ilmoittavat pohjoisruotsalaiselta suolta vain 650-730 änkyrimatoa nelimetriä kohti. Sensijaan Suomea etelämpänä on havaittu suurempia tiheyksiä, esim. Tanskasta 21-139 000 yks./m² (NIELSEN 1955a). Pohjois-Englannissa, Moor Housen alueella (kts. CRAGG 1961) on suobiotoopeilta ilmoitettu seuraavanlaisia änkyrimatitiheyksiä:

- kasvipeitteetön erodoitunut turve 12-50 000 yks./m², biomassa 10 grammaa neliometrillä (PEACHEY 1963)
- Juncus-suo 130-290 000 yks./m², biomassa 53 g/m² (PEACHEY 1963)
- peittosuo (vain Cognettia sphagnetorum-laji) 20-100 000 yks./m² (STANDEN 1973).

Näyttäisi siis siltä, että änkyrimatojen populaatiotiheys lisääntyisi pohjoisesta etelään ja mantereisesta ilmastosta mereisempään siirryttäessä soilla samaan tapaan kuin havumetsämaillakin on todettu (ABRAHAMSEN 1972, HUHTA & KOSKENNIEMI 1975). Pääasiallisena syynä lienee talven ankaruus pohjoisempana. On kuitenkin muistettava, että kaikki em. tulokset ovat vain yhden tai kahden vuoden tutkimuksista, joten suuri vuosivälinen vaihtelukin voi ainakin osaltaan olla erojen takana. Myös soitten erilainen ravinteisuus, kosteus yms. vaikuttaa varmasti asiaan.

4.2. Populaatiotiheys eri mikrohabitaateilla

Änkyrimatojen horisontaalinen jakautuminen suon eri pinnanmuotojen (kuljut ja kermit) kesken on mielenkiintoisella tavalla yhdensuuntainen Moor Housessa saatujen tulosten kanssa Cognettia sphagnetorum -änkyrilajin runsaudesta peittosuon eri osakasvustoissa, ravintopreferenssistä ja lisääntymisestä erilaisilla

Kasvatusalustoilla (STANDEN & LATTER 1977, SPRINGETT & LATTER 1977, LATTER & HOWSON 1978, LATTER 1977, STANDEN 1978).

STANDEN & LATTER (1977) totesivat lajin esiintyvän runsaampana Calluna- ja Eriophorum-kasvustoissa kuin pelkässä rahkasammallessa. Samoin kasvatuskokeet osoittivat ko. lajin lisääntyvän paremmin kanerva- ja tupasvillakarikkeessa kuin rahkasammallessa (SPRINGETT & LATTER 1977, LATTER & HOWSON 1978). Kasvatuskokeissa kanerva antoi paremman tuloksen, mutta kenttäkokeissa laji suosi enemmän tupasvillaa. Ero näiden kahden välillä oli kuitenkin pieni. Nyt saaduissa tuloksissa on havaittavissa osin samanlainen trendi:

Vähiten änkyrimatoja oli luonnontilaisen osan kuljupinnoilla, joiden kasvillisuus on miltei pelkkää rahkasammalta. Sensijaan luonnontilaisen osan kermeillä, missä kasvaa runsaasti kanervaa, oli matojakin enemmän.

Ojikon kuljupinnoilla saavutettiin suurimmat änkyritiheydet. Ne ovat myös tupasvillan runsaimman tuotannon paikkoja ojituksen ja etenkin lannoituksen seurauksena. Ojikon kermeillä taas änkyrimatoja oli varsin vähän huolimatta niiden luonnontilaista suuremmasta kanervatuotannosta, mutta tämä selittyy niiden liiallisella kuivuudella änkyrimatojen kannalta. (Tätä tukee myös se, että ojikon kermeillä ainoana tutkituista mikrohabitaateista änkyrimatojen runsaus oli positiivisessa korrelaatiossa turpeen kosteuden kanssa).

Luonnontilaisen osan kuljupinnoilla voi myös hapen puute olla populaatiokokoa rajoittava tekijä.

Mahdollinen riippuvuus änkyrimatojen määrän ja kasvillisuuden välillä lienee lähinnä ravintobiologinen. Ravintoketju kanerva/tupasvilla - änkyrimato on tuskin kuitenkaan suora, vaan on luultavampaa, että ko. kasvien karike tarjoaa hyvät kasvuedellytykset jollekin (tai joillekin) änkyrimatojen ravinnokseen käyttämälle sienelle tai mikrobille. Näin tarjolla olevan ravinnon määrä näyttäisi määrävän änkyrimatojen horisontaalista jakautumaa siellä, missä abioottiset ympäristötekijät eivät muodostu rajoittaviksi. Bioottisten ja abioottisten tekijöiden vaikutus voi kuitenkin olla yhtäaikaista, eikä näiden tulosten perusteella voi vetää varmoja johtopäätöksiä.

Metsämaillakin on typpilannoituksen todettu muutaman vuoden viiveellä lisäävän änkyrimatojen määrää (HUHTA & al 1967, 1969, LOHM & al 1975), mikä johtunee myöskin juuri kariketuoannon ja siten ravinnon lisääntymisestä. Typpilannoitteiden ensivaikutus voi tosin olla jopa matoja vähentävä, mutta se kestää vain muutaman vuoden.

4.3. Populaatiokoon vuodenaikaisvaihtelu

Yleensä änkyrimatojen populaatiodynamiikkaa on pystytty hyvin selittämään pelkästään abioottisten ympäristömuuttujien, lähinnä kosteuden ja lämpötilan avulla (esim. O'CONNOR 1967). Kuivilla habitaateilla on populaatiotiheyden havaittu olevan positiivisessa korrelaatiossa kosteuden kanssa (NIELSEN 1955a ja b, NURMINEN 1967b, KAIREVALO 1977), kosteina pysyvillä habitaateilla taas lämpötilan (O'CONNOR 1957, PEACHEY 1962).

Myös laboratoriokokein on todettu, että riittävässä kosteudessa änkyrimatojen määrä on suoraan verrannollinen lämpötilaan (ABRAHAMSEN 1971). Kuivuuden vaikutus perustuu lähinnä matojen ja niiden munien kuolleisuuden kasvuun, lämpötilan taas elintoimintojen ja siten myös lisääntymisaktiiviteetin nopeuteen (O'CONNOR 1967).

Pääpiirteittäin nyt saadut tulokset ovat yhdensuuntaisia aiemmin esitettyjen kanssa. Lämpötila selitti populaatiotiheyden vaihtelua parhaiten kosteammalla luonnontilaisella osalla (ja kaikilla habitaateilla paremmin jälkimmäisenä, kosteampana kesänä). Vastaavasti kuivilla ojikon kermipinnoilla populaatiotiheys oli suoraan verrannollinen turpeen kosteuteen.

Kaikenkaikkiaan näiden ympäristömuuttujien selityksasteet jäivät kuitenkin sangen alhaisiksi verrattuna moniin muihin änkyrimatotutkimuksiin (esim. KAIREVALO 1977). Osittain tämä varmasti johtui pienen näytemäärän aiheuttamasta satunnaisvaihtelun suuruudesta, mutta erityisesti ojikon kuljupinnoilla esiintyneet oudot vaihtelut tuntuvat viittaavan saatavilla olevan ravinnon määrän mahdolliseen vaikutukseen (ks. luku 3.1.2.).

Kirjallisuudesta löytyy joitakin havaintoja, joiden voisi tulkita tukevan tätä olettamusta. ABRAHAMSENIN (1971) kasvatuskokeissa optimaalisissa lämpö -ja kosteusoloissa hyvin tiheäksi nousseessa Cognettia sphagnetorum -populaatiossa tapahtui myöhemmin romahdus. ABRAHAMSEN ei lisännyt kasvatusastioihinsa ruokaa, joten romahdus oli luultavasti ravinnonpuutteen aiheuttama. PEACHEY

(1962) havaitsi vihviläsuon tiheissä änkyrimatopopulaatioissa kosteus- ja lämpötilamuutoksilla selittymättömiä vaihteluita ja arveli syyksi mahdollisesti jotakin tiheydestä riippuvaa tekijää.

Kun tiedot siitä, mitä suoturpeen änkyrimadot todella käyttävät ravinnokseen, ovat toistaiseksi varsin niukat, eikä tässäkään työssä tehty mitään selvitystä potentiaalisen ravinnon määrästä tutkimusalueella, jää pohdinta tarjolla olevan ravinnon määrästä populaatiokokoa säätelevänä tekijänä suon änkyrimadoilla kuitenkin lähinnä arvailun asteelle.

4.4. Vertikaalijakauma ja sen muutokset

Änkyrimatojen vertikaalijakauman on todettu vaihtelevan lajeittain samallakin habitaatilla (SPRINGETT 1963, ABRAHAMSEN 1972, KAIREVALO 1977). Tässä työssä ei lajistoa tarkasteltu, mutta se koostunee lähes yksinomaan yhdestä ainoasta lajista (Cognettia sphagnetorum), jonka on todettu olevan hyvin dominoiva laji meikäläisillä soilla (NURMINEN 1967a). Kuitenkin vertikaalijakauma vaihteli huomattavasti eri mikrohabitaateilla, ilmeisesti lähinnä kosteus- ja happitilanteen vaikutuksesta.

Vertikaalijakauman muuttumisella ojituksen seurauksena lienee merkitystä sille, että hajotusaktiiviteetti ojitetuilla soilla kasvaa ja aerobisen hajotuksen vaikutus ulottuu syvemmälle kuin luonnontilaisilla soilla (esim. LÄHDE 1966, 1969). Jo pelkästään änkyrimatojen on englantilaisissa tutkimuksissa arvioitu vilkastuttavan karikkeen hajotusta suoekosysteemissä n. 1.3-kertaiseksi (kts. esim. HEAL & al 1975). Tosin änkyrimatojen suhteellinen merkitys saattaa olla Pohjois-Englannin peittosoilla suurempi

kuin meikäläisillä soilla. Moor Housessa on nimittäin arvioitu änkyrimatojen (C. sphagnetorum) osalle tulevan jopa 70-75 % koko hajottajafaunan energia-assimilaatiosta (HEAL & al 1975). Sensijaan eteläsuomalaiselta rämeeltä saadut tulokset viittaavat änkyrimatojen suhteellisesti pienempään merkitykseen (biomassa- ja hapenkulutusmäärillä mitattuna) verrattuna esim. oribatidipunkkeihin (VILKAMAA 1976).

Mielenkiintoa vertikaalijakauman ajallisen ja paikallisen vaihtelun selvittämisellä on myös näytteenoton suunnittelun kannalta jatkotutkimuksissa. Voidaanhan kuvista 21 ja 22 sekä taulukoista 9 ja 10 suoraan nähdä, että esim. luonnontilaisen puolen kuljupinnoilla 90 % yksilömääristä tavoittava näytepalan paksuus olisi 6-12 cm vuodenaikojen mukaan vaihdellen. Ojikon kermeillä taas ei edes 15 cm ilmeisesti ole kaikin ajoin riittävä näytesyvyys.

4.5. Mikrodistribuutio

Änkyrimatojen mikrodistribuutiota on tutkittu varsin paljon hyvinkin erilaisten maaperien erilaisilla änkyriyhteisöillä (esim. NIELSEN 1954, O'CONNOR 1957, PEACHEY 1963). Yhteinen havainto näissä kaikissa tutkimuksissa on selvästi aggregoitunut horisontaalijakauma (mikä tosin on hyvin yleinen ilmiö eliökunnassa yleensäkin).

O'CONNOR (1967) on laskenut useista eri tutkimuksista keskimääräisen frekvenssijakautuman käyttäen yksikkönä keskihajontalukua. Taulukosta 12 nähdään, että jakauma on selvästi oikealle vino ja että tässä tutkimuksessa saatiin jokseenkin samanlainen jakauma molemmilta mikrodistribuutioruuduilta.

Taulukko 12: mikrodistributioaineistojen prosenttiset frekvenssi-
jakaumat O'CONNORIN ja tämän tutkimuksen mukaan.

	-3xs.d.	-2xs.d.	-1xs.d.	\bar{x}	+1xs.d.	+2xs.d.	+3xs.d.
O'CONNOR:							
	0.4	12.1	43.9	28.5	10.9	4.1	
Tämä tutkimus luonnontilainen:							
	0	15	42	29	9	5	
ojitettu:							
	0	5	55	29	7	4	

Maaperäeläinten aggregoitumisen syistä on esitetty useita olet-
tamuksia (esim. O'CONNOR 1967).

Muninta ryhmiin on joissakin tapauksissa ilmeinen selitys, kuten
esim. SALTIN ja HOLLICKIN (1946) tutkimilla sepäntoukilla. Än-
kyrimatojen kohdalla se ei kuitenkaan voi olla syynä ainakaan
milloin on kyse fragmentoitumalla lisääntyvistä lajeista kuten
PEACHEYN (1963) ja ilmeisesti myös tässä tutkimuksessa.

Eläinten aktiivista hakeutumista toistensa läheisyyteen on myös
esitetty mahdollisena syynä. Änkyrimatojen käyttäytymistä tunne-
taan vähän, mutta tätä mahdollisuutta tukee se, että eri lajien
on todettu aggregoituvan toisistaan riippumatta (O'CONNOR 1967).

Todennäköinen ja ilmeisesti aina ainakin jonkin verran vaikuttava
syy lienee ympäristön laikuttaisuus. Ympäristössä voi esiintyä
pienimuotoista vaihtelua fysikaalis-kemiallisissa, ravintobio-
logisissa ym. tekijöissä, jotka säätelevät änkyrimatojen lisäänty-
mistä ja kuolleisuutta.

Ainakin teoriassa mahdollinen syy aggregaattien synnylle olisi eräänlainen positiivinen "feed back -mekanismi". Maaperäeläinten toiminnanhan on todettu stimuloivan sienten ja mikrobien kasvua ja nämä taas ovat monien maaperäeläinten pääasiallista ravintoa. Näin eläinten alunperin vaikkapa satunnainen runsas esiintyminen jossakin paikassa johtaisi k.o. paikan muuttumiseen pysyvästi korkean tiheyden alueeksi.

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: 417-424

-"- 1972: Ecological study of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Norwegian coniferous forest soils. -*Pedobiologia* 12: 26-82

-"- 1973: Studies on body-volume, body-surface area, density and live weight of Enchytraeidae (Oligochaeta) -*Pedobiologia* 13: 6-15

AHTI, E. 1971: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä. -*Folia Forestalia* 112: 1-10

CRAGG, J. B. 1961: Some aspects of the ecology of moorland animals. -*J. Ecol.* 49: 477-506

ERMAN, D. C. 1973: Invertebrate movements and some diel and seasonal changes in a Sierra Nevada peatland. -*Oikos* 24:

HEAL, O. W., JONES, H. E. and J. D. WHITTAKER 1975: Moor House, U.K. teoksessa: ROSWALL & HEALS (toim.): Structure and function of tundra ecosystems. *Ecological bulletin* 20.

HUHTA, V. 1976: Effect of clear-cutting on numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates. -*Ann. Zool. Fenn.* 13: 63-80

-"- , KARPPINEN, E., NURMINEN, M. and VALPAS, A. 1967: Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. -*Ann. Zool. Fenn.* 4: 87-145

HUHTA, V. and KOSKENNIEMI, A. 1975: Numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates in spruce forests at two latitudes in Finland. -*Ann. Zool. Fenn.* 12: 104-112

HUHTA, V., NURMINEN, M. and VALPAS, A. 1969: Further notes on the effect of silvicultural practices upon the fauna of coniferous forest soil. -Ann. Zool. Fenn. 6: 327-334

ILMATIETEELLINEN KESKUSLAITOS 1975-1976: Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon.

KAIRESSALO, P. 1977: Eteläsuomalaisen lehdon änkyrimatojen ekologiaa. -Pro gradu-tutkielma Helsingin yliopiston Eläintieteen laitokselle.

KOZLOVSKAJA, L.S. 1974: The effect of drainage on the change in the biological activity of forest peat soils. -Proc. Int. Symp. Forest Drainage Jyväskylä-Oulu, Finland: 57-62

LATTER, F.M. 1977: Decomposition of a moorland litter in relation to *Marasmius androsaceus* and soil fauna. -Pedobiologia 17: 418-427

-"- and HOWSON, G. 1978: Studies on the microfauna of blanket bog with particular reference to Enchytraeidae 2. Growth and survival of *Cognettia sphagnetorum* on various substrates. -J. Anim. Ecol. 47-2: 425-449

LINDHOLM, T. 1977: Rakkasammalten kasvusta Lammin (EH) Laaviosuolla. -Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja /1977. Helsinki.

LLOYD, M. 1967: Mean crowding. -J. Anim. Ecol. 36: 1-30

LOHM, U., LUNDKVIST, H. and PERSSON, T. 1972: Abundance and biomass of some soil animals at the Stordalen mire. -Swedish Tundra Biome Project, Techn. Rep. 14: 90-92

-"- and A. WIREN 1977: effects of nitrogen fertilization on the abundance of enchytraeids and microarthropods in Scots pine forests. -Studia Forestalia Suecica 140: 1-23

LÄHDE, E. 1966: Vertical distribution of biological activity in peat of some virgin and drained swamp types. -Acta Forest. Fenn. 81-6:

-"- 1969: Biological activity in some natural and drained peat soils with special reference to oxidation-reduction conditions. -Acta Forest. Fenn. 94: 1-69

MOORE, J. J., DOWNING, P. and P. HEALY 1975: Glenamoy, Ireland. teoksessa RUSWALL & HEAL (toim.) Structure and function of tundra ecosystems. Ecological bulletin 20.

NIELSEN, C. C. 1954: Studies on Enchytraeidae 3. The microdistribution of Enchytraeidae. -Oikos 5: 167-178

-"- 1955a: Studies on Enchytraeidae 2. Field studies. -Natura Jutlandica 4-5: 1-58

-"- 1955b: Studies on Enchytraeidae 5. Factors causing seasonal fluctuations in numbers. -Oikos 6: 152-159

NURMINEN, M. 1967a: Faunistic notes on northeuropean Enchytraeids (Oligochaeta). -Ann. Zool. Fenn. 4: 567-587

-"- 1967b: Ecology of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Finnish coniferous forest soil. -Ann. Zool. Fenn. 4: 147-157

O'CONNOR, F. B. 1955: Extraction of enchytraeid worms from coniferous forest soil. -Nature 175: 815-817

-"- 1957: An ecological study of enchytraeid worm population of a coniferous forest soil. -Oikos 8: 162-199

-"- 1967: The enchytraeidae. teoksessa MURGULA & RAY (toim.): Soil biology. London-New York

LAANIKANTI, K. ja VARTIOVAARA, U. 1958: Havaintoja luonnontieteisten ja metsäojitettujen soiden pieneliöstästä. -Ann. Inst. Forest. Fenn. 50-4: 1-38

- BEACHEY, J.E. 1962: A comparison of two techniques for extracting Enchytraeidae from moorland soils. -teoksessa MURPHY, I.W. (toim.): Progress in soil zoology. London: 286-293
- "- 1963: Studies on the Enchytraeidae (Oligochaeta) of moorland soils. -Pedobiologia 2:81-95
- REINIKAINEN, A. 1975: Suoekosysteemi tutkimuskohteena. -Suo 27: 9-18
- REISE, K. and WEIDEMANN, G. 1975: Dispersion of predatory forest floor arthropods. -Pedobiologia 15:106-128
- RYL, B. 1977: Enchytraeids (Oligochaeta, Enchytraeidae) on rye and potato fields in Turew. -Ekologia Polska 25-3: 519-529
- SALT, G. and F. HOLLICK 1946: Studies of wireworm populations 2. Spatial distribution. -J. Exp. Biol. 23: 1-46
- SPRINGETT, J.A. 1963: Vertical distribution of Enchytraeidae in different soils. -teoksessa DOEKSEN, J. and VAN DER DRIFT, J. (toim.): Soil organisms. Amsterdam.
- "- 1970: The distribution and life histories of some moorland Enchytraeidae (Oligochaeta). -J. Anim. Ecol. 39: 725-737
- "- , BRITTAIN, J. and B. SPRINGETT 1970: The vertical movement of Enchytraeidae (Oligochaeta) in moorland soil. -Oikos 21: 16-21
- "- and LATTER, P.M. 1977: Studies on the microfauna of blanket bog with particular reference to enchytraeidae. 1. Field and laboratory tests of micro-organisms as food. -J. Anim. Ecol. 46: 954-974
- TANDEM, V. 1973: The production and respiration of an enchytraeid population in blanket bog. -J. Anim. Ecol. 42: 219-245

STANDEN, V. 1978: The influence of soil fauna on decomposition by micro-organisms in blanket bog litter. -J.Anim.Ecol. 47: 25-39

-"- and P. LATTER 1977: Distribution of a population of *Cognettia sphagnetorum* (Enchytraeidae) in relation to microhabitats in a blanket bog. -J.Anim.Ecol. 46: 213-229

USHER, M. 1975: Seasonal and vertical distribution of a population of soil arthropods: cryptostigmata. -Pedobiologia 15

VIIKAMAA, P. 1976: Ojituksen vaikutus rämeen maaperäeläinten yksilömääriin ja biomassoihin. -Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 2/1976. Helsinki.

LIITE 1 . Varianssianalyysien tulokset:

Näytteenottokertojen väliset erot:

		luonnontil. kuljut	luonnontil. kermit	ojikko kuljut	ojikko kermit
1975	F	3.139 ^x	1.611 n.s.	3.846 ^x	5.715 ^x
	df _{1,2}	4,18	4,22	4,17	4,22
1976	F	3.330 ^x	11.996 ^{xxx}	4.176 ^x	3.915 ^{xx}
	df _{1,2}	6,25	6,31	6,25	6,31

Mikrohabitaattien (kuljut ja k rmit) sekä näytealojen (luonnontilainen ja ojitettu) väliset erot näytteenottokerroittain ja kaikkiaan: F (df_{1,2})

pvm	mikrohabitaatit		näytealat	
	luonnontil.	ojitettu		
4.6.-75	5.659 ^x (1,8)	2.375 (1,8)	0.590 (1,18)	
24.6.	14.688 ^{xx} (1,8)	24.280 ^{xxx} (1,8)	0.513 (1,18)	
27.7.	0.865 (1,8)	71.469 ^{xxx} (1,8)	1.486 (1,18)	
29.9.	5.308 ^o (1,8)	7.852 ^x (1,8)	1.366 (1,18)	
10.11.	0.003 (1,8)	10.085 ^x (1,6)	2.807 (1,16)	
kaikkiaan 1975	12.585 ^{xxx} (1,48)	30.544 ^{xxx} (1,47)	0.423 (1,97)	
5.5.-76	0.381 (1,12)	4.565 (1,12)	5.249 ^x (1,26)	
28.5.	0.425 (1,4)	0.013 (1,4)	1.152 (1,10)	
8.6.	0.896 (1,8)	1.902 (1,8)	0.102 (1,18)	
11.7.	0.508 (1,8)	14.225 ^{xx} (1,8)	0.605 (1,18)	
8.8.	1.785 (1,8)	0.001 (1,8)	1.153 (1,18)	
20.8.	1.428 (1,8)	0.657 (1,8)	0.002 (1,18)	
18.9.	1.422 (1,8)	23.127 ^{xx} (1,8)	0.950 (1,18)	
kaikkiaan 1976	0.585 (1,68)	18.439 ^{xxx} (1,68)	0.028 (1,158)	
mikrodistribuutionäytteet (25. ja 27.8.1975)				
	1.366 (1,98)	0.853 (1,98)	36.507 ^{xxx} (1,198)	

LIITE 2. Ankyrimatojen yksilömäärä neliometriä kohti
(aritmeettinen keskiarvo)

pvm	luonnontil. kuljut	luonnontil. kermit	ojitettu kuljut	ojitettu kermit
4.6.-75	6000	13870	5000	11670
24.6.	1280	9280	34160	1730
27.7.	7600	21520	20880	640
29.9.	3100	8000	32400	7270
10.11.	4000	5840	30300	3600
5.5.-76	0	80	1300	200
28.5.	930	3600	800	1330
8.6.	3040	3680	12080	3300
11.7.	5760	8720	20000	1520
8.8.	4800	12880	4720	3920
20.8.	5440	10880	10320	6320
18.9.	1680	5440	14400	1520



