

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

3/1975

Ojituksen vaikutuksesta rämeen sukkulamatojen,  
änkyrimatojen ja mikroniveljalkaisten yksilö-  
määriin ja biomassoihin

Pekka Vilkamaa

Helsinki 1975



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

3/1975

ARKISTO  
Metsäntutkimuslaitos  
Suontutkimus osasto

OJITUKSEN VAIKUTUKSESTA RÄMEEN SUKKULAMATOJEN,  
ÄNKYRIMATOJEN JA MIKRONIVELJALKAISTEN YKSILÖMÄÄ-  
RIIN JA BIOMASSOIHIN

Pekka Vilkamaa

Helsinki 1975

## Sisällysluettelo

1. Johdanto. . . . .	1
2. Aineisto ja menetelmät. . . . .	11
2.1. Näytealat. . . . .	1
2.2. Näytteenotto ja erottelumenetelmät . . . . .	2
3. Tulokset. . . . .	3
3.1. Nematoda . . . . .	33
3.2. Enchytraeidae . . . . .	5
3.3. Collembola . . . . .	7
3.4. Oribatei . . . . .	8
3.5. Prostigmata ja Mesostigmata. . . . .	9
3.6. Muut eläinryhmät . . . . .	9
3.7. Kokonaisbiomassat. . . . .	10
4. Maaperäeläimistä suon eliöyhteisössä. . . . .	10
5. Kirjallisuus. . . . .	23

## I. JOHDANTO

Laajamittaisen metsänhoidollisen toiminnan vaikutuksista suon ekosysteemiin tiedetään varsin vähän. Tutkimukset ovat keskittyneet lähinnä perustuotantoon, tosin luonnontilaisten ja ojitettujen soiden mikrobiologiaakin on tutkittu (HUIKARI 1953, PAARLAHTI ja VARTIOVAARA 1958). Meikäläisten soiden selkärangattomien lajistoa on myös pyritty selvittämään (KROGERUS 1960, KOPONEN 1968). Useat soiden eläimistön lajistoa tai ekologiaa käsittelevät tutkimukset ovat kuitenkin keskittyneet vain johonkin tiettyyn eläinryhmään (RENKONEN 1938, KARPPINEN 1955, 1972). Turvemaiden maaperäeläinpopulaatioiden vuodenaikaisvaihtelusta ei myöskään ole juuri tietoja.

Tämän työn tarkoitus oli saada kuva yhden suotyypin tärkeimmistä maaperäeläinryhmistä ja metsänparannustoimien vaikutuksista niihin. Työ kuuluu osana Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla aloitettuun suoekosysteemin rakennetta ja toimintaa selvittävään projektiin.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1. Näytealat

Näytealat sijaitsevat Vilppulan kunnan (PH) alueella. Tutkimuskohteeksi valittiin isovarpuinen tupasvillaräme (ITR) ja kaksi sen erilaista metsätaloudellista sukkessiovaihetta. Tutkittujen biotooppien kasvibiomassaa, perustuotantoa ja aluskasvillisuutta selvitettiin samoilta näytealoilta, ja seuraavat näytealojen kasvillisuuden kuvaukset perustuvat tähän tutkimukseen (PURMONEN 1974). Suluissa on ilmoitettu PURMOSEN käyttämä näytealan numero.

Näyteala I (I). Luonnontilainen ITR, Ylisenjärvi (6882:526).

Näytealan puusto- ja pensaskerroksen ainoa laji on mänty. Kenttäkerroksen runsaimpia lajeja (peittävyuden perusteella) ovat Empetrum nigrum, Vaccinium uliginosum, Eriophorum vaginatum ja Ledum palustre. Pohjakerroksessa vallitsevat rahkasammalet ja Pleurozium schreberi. Mätäs- ja välikköpintojen vaihtelu on selvä.

Näyteala II (III). Nuori, lannoitettu ITR-muuttuma, Kaakkosuo (6884:524).

Näyteala on ojitettu vuonna 1954 ja NPK-lannoitettu vuonna 1961. Puusto- ja pensaskerroksen muodostavat mänty, koivu ja kuusi. Kenttäkerroksessa ovat runsaimpia Betula nana, Vaccinium uliginosum, Eriophorum vaginatum ja Empetrum nigrum. Pleurozium schreberi on pohjakerroksen valtasammal.

Näyteala III (IV). Vanha ITR-muuttuma, Jaakkoinso (6883:525).

Näyteala on ojitettu vuonna 1909, ojitusta on täydennetty vuosina 1915 ja 1933. Näyteala on jo turvekangasta lähenevässä sukkessiovaiheessa. Puusto- ja pensaskerroksen lajit ovat mänty ja koivu, kenttäkerroksen runsaimmat lajit ovat Ledum palustre, Vaccinium uliginosum ja Empetrum nigrum. Metsäsammalet ovat pohjakerroksessa vallitsevina, etenkin Pleurozium schreberi,

Näytealat eivät muodosta yhtenäistä sukkessiosarjaa, koska toinen ojitetuista biotoopeista on myös lannoitettu. Ylisenjärven rämeikköksi hiukan rehevämpi, eräässä näytealan osassa on pallosararämeen piirteitä (PURMONEN 1974). Näytealojen koko on 20x30 metriä.

## 2.2. Näytteenotto ja erottelumenetelmät

Näytealat jaettiin näytteenottoa varten  $1 \text{ m}^2$ :n kokoisiin ruutuihin; joista satunnaislukutaulukon avulla arvottiin ne, joista näyteyksiköt otettiin. Kuhunkin näytteeseen otettiin kymmenen näyteyksikköä. Sukkula- ja änkyrimatojen populaatiotiheyksien selvittämiseksi turpeesta kairattiin näytteet putkikairoilla. Nematodinäytteet otettiin kairalla, jonka ottaman näytepalan pinta-ala oli  $5 \text{ cm}^2$ . (Yksi nematodinäyteyksikkö koostui viidestä kairanpistosta). Änkyrinäyteyksikön pinta-ala oli  $25 \text{ cm}^2$ , mikroniveljalkaisyksikön  $10 \text{ cm}^2$ . Muiden niveljalkaisryhmien tutkimiseksi turpeesta leikattiin sahalaitaisella keittiöveitsellä  $625 \text{ cm}^2$ :n ( $25 \times 25 \times 55 \text{ cm}$ ) kokoiset näytepalat.

Tässä työssä käytetyistä maaperäeläinten erottelumenetelmistä on niiden alkuperäisten kuvausten lisäksi ilmestynyt hiljattain tiivistelmänomaisia selostuksia (HUHTA 1972, KOSKENNIEMI 1973), joten menetelmiä ei tässä kuvata yksityiskohtaisesti. Nematodit eroteltiin turvenäytteistä dekantointisuodatusmenetelmällä, änkyrimadot märkäsupilolla (Baermann-O'Connor-suppilo). Mikroniveljalkaisten erotteluun käytettiin hot-rod-menetelmää, makroniveljalkaiset eroteltiin isosupilolla (erottelumenetelmien nimistö HUHDAN (1972) mukaan).

Maaperäeläinnäytteiden

Eläimet laskettiin kokoluokittain. Eläinryhmien eri kokoluokkiin kuuluvien yksilöiden painot saatiin HUHDAN ja KOSKENNIEMEN (in press) tutkimuksesta, jossa pönnipönnösten perusteella laskettiin logaritmiset regressiot eläinten pituuden ja painon välille.

Maaperäeläinnäytteiden ottamista ei ole yleensä pidetty sinänsä ongelmallisena (esim. HUHTA (1972)). Tavalliset metalliset putkikairat on kuitenkin kehitetty kovahkosta, helposti leikkautuvasta maaperästä tapahtuvaa näytteenottoa ajatellen. Turve sen sijaan on pehmeää ja huonosti leikkautuvaa, ja kaira painaa näytettä otettaessa alleen jäävän turpeen kasaan. Näytteen rajaaminen vertikaalisuunnassa on tällöin vaikeaa. Näyte litistyy uudelleen kun sitä työnnetään ulos kairan sylinteristä. Näytteen litistyminen voi vahingoittaa siinä olevia eläimiä, ja ne voivat jäädä erottumatta näytteestä, mikäli käytetään dynaamisia erottelumenetelmiä. Asiaan ovat kiinnittäneet huomiota änkyrien osalta O'CONNOR (1971) ja mikroniveljalkaisten osalta HEALEY (1971). Suon eri pinnanmuodoilla ja osakasvustoissa turpeen pehmeys ja siten sen litistyminen näytettä otettaessa on erilainen. Näyteyksiköiden vertikaalikoossa on tästä syystä jonkin verran vaihtelua. Näytteisiin tuli kuitenkin aina mukaan maaperän pintaosa, johon suurin osa eläimistöä lienee keskittynyt myös turvemäillä.

Näytteitä otettiin kaikilta näytealoilta toukokuusta syyskuuhun vuonna 1973. Näytteenotto tapahtui kunkin kuukauden puolivälikissä. Kuukauden välein tapahtuvaa näytteenottoa pidetään tarpeeksi tiheänä ainakin änkyrimatojen populaatiotiheyksiä tutkittaessa (O'CONNOR 1971). Näytteenottokausi käsitti vain osan vuodesta, mutta toisaalta maaperäeläimet ovat aktiivisia juuri lämpimänä aikana vuodesta. Aineistoa ei käsitelty tilastollisesti, joten tulokset ovat lähinnä suuntaa antavia.

### 3. TULOKSET

#### 3.1. Nematoda

##### Yksilömäärät

Kirjallisuudessa on esitetty vain vähän tietoja maaperän sukkulamatojen populaatiotiheyksistä suobiotoopeilla. Tulosten keskinäinen vertailu on vaikeaa, koska tutkitut suot sijaitsevat eri ilmastovyöhykkeissä, ja koska ne edustavat usein meikäläisistä poikkeavia suotyyppejä. myös erilaiset

erottelumenetelmät vaikuttavat jo sinänsä tuloksiin. NIELSEN (1949) ilmoitti rämeen nematoditiheydeksi 770 000 yks./m<sup>2</sup>, ja nevamaisenssuo yksilömääräksi 1.5 milj. yks./m<sup>2</sup>. BANAGEN (1960) tutkimalla englantilaisella seka-suotyypillä (mixed moor) sukkulamatoja oli 460 000 - 2 300 000 neliömetrillä. Ylisenjärven rämeen keskimääräinen populaatiotiheys 928 000 yks./m<sup>2</sup> vastaa jokseenkin NIELSENin (1949) arviota rämeeltä. Nuoren lannoitetun muuttuman (II) yksilömäärä oli jonkin verran korkeampi kuin luonnontilaisen rämeen, vanhan muuttuman (III) ~~yläkaksinkertainen~~ (taulukko I). Lannoituksen mahdollista vaikutusta on vaikea erottaa ojituksen vaikutuksista. BASSUS (1967) havaitsi puoliparasiittisten (sieniä ja juuria syövien) sukkulamatojen määrän kasvavan metsänlannoituksen jälkeen, sen sijaan bakteereja ja detritusta syövien lajien yksilömäärät pienenevät. Kokonaispopulaation koko pysyi muuttumattomana. Myös HUHTA ym. (1967) totesivat, ettei metsänlannoitus vaikuta nematodien kokonaistiheyteen.

Kaikilla ITR-näytealoilla yksilömäärien vuodenaikaisvaihtelu oli samansuuntainen. Populaatiot pienenevät toukokuusta kesän ajaksi ja kasvoivat jälleen syksyllä (taulukot 3 - 5). Kesäminimi on havaittu myös metsämaan sukkulamadoilla ja useilla muilla maaperäeläinryhmillä (HUHTA ym. 1967, KOSKENNIEMI 1973). Kesäminimi johtuu ilmeisesti maaperän kuivumisesta. Turpeen pintakerros kuivui kesäkuukausien aikana selvästi kaikilla näytealoilla, myös luonnontilaisella rämeellä. (ITR on suotyypinä melko kuiva). Nematodit elävät maaperän huokosten vesikalvoilla, ja kuivuminen joko tappaa eläimet tai ne vaipuvat anabioosiin (NIELSEN 1967).

### Biomassat

Ojituksen jälkeen tapahtunut biomassan muutos vastasi yksilömäärissä tapahtunutta. Vanhan muuttuman (III) biomassa (315 mg/m<sup>2</sup>) oli kaksinkertainen luonnontilaisen rämeen arvoon verrattuna. Biomassan fluktuaatio seurasi yksilömäärien fluktuaatiota, mutta kesäminimi ei ollut niin syvä. NIELSENin (1949) ilmoittamat nematodibiomassat ovat hyvin suuria, 1.5-3.1 mg/m<sup>2</sup>. Nämä luvut ovat ilmeisiä yliarvioita (NIELSEN 1967). Englantilaisen Juncus-suon nematodibiomassat 480-750 mg/m<sup>2</sup> (BANAGE 1963) ovat lähempänä nyt saatuja tuloksia, jos kohta selvästi suurempia. KOSKENNIEMEN (1973) OMT-kuusikosta saama arvio (300 mg/m<sup>2</sup>) vaataa jotakuinkin vanhan muuttuman arvoa.

### 3.2. Enchytraeidae

Yksilömäärät



### 3.22. Enchytraeidae

#### Yksilömäärät

Tutkittujen ITR-näytealojen änkyrimatopopulaatiot koostuvat ilmeisesti vain yhdestä lajista, Cognettia sphagnetorumista, joka NURMISEN (1967a) mukaan selvästi dominoi meikäläisten suobiotooppien änkyriyhdyksuntia. Tulokset antavat siis jonkinlaisen kuvan sekä ojituksen vaikutuksista yhden maaperäeläinlajin populaation kokoon että osittain käsityksen myös lajipopulaation<sup>n</sup> vuodenaikaisvaihtelusta. Orgaanisilta maanlaaduilta saadut änkyrien yksilötiheysarviot ovat yleensä melko korkeita (O'CONNOR 1967), mutta useilta suobiotoopeilta on ilmoitettu suhteellisen alhaisia yksilömääriä.

DASHin ja CRAGGIN (1972) tutkiman kanadalaisen nevan änkyripopulaation koko vaihteli 500:n ja 10 000:n yksilön välillä (neliometriä kohti laskettuna), KOZLOVSKAYAN (1974) rämeeltä ilmoittama yksilömäärä 2730 yks./m<sup>2</sup> vastaa hyvin luonnontilaiselta ITR-näytealalta saatua keskiarvoa (2180 yks./m<sup>2</sup>. Korven yksilömääräksi KOZLOVSKAYAsai vain 740 yks./m<sup>2</sup>. Ojitus aiheutti selvän yksilömäärien kasvun (taulukko I). Myös KOZLOVSKAYA (op. cit.) on havainnut änkyripopulaatioiden kasvavan suon ojituksen jälkeen. Änkyrimatojen vähyys hajoamattomassa turpeessa ei johtune liiallisesta kosteudesta (ABRAHAMSEN 1971). Nyt tutkittu ITR-räme (I) oli sitäpaitsi tutkimusajankohdasta melko kuiva. Välikköpinnat olivat kuitenkin selvästi kosteampia kuin mättäät. Änkyrien jakautumisessa suon eri pinnanmuodoille oli myös selvä ero:

	mätäspinnat	välikköpinnat	koko aineiston $\bar{x}$
yks./m <sup>2</sup>	880	4120	2180

Myös muut eläinryhmät voivat olla jakautuneina epätasaisesti suon eri pinnan<sup>n</sup>muodoille ja osakasvustoihin. Tästä on tietoja eräiden mikroniveljalkaisryhmien osalta. (MACFADYEN 1952, KARPPINEN 1955).

Änkyrimadot pystyvät ottamaan ruoansulatuskanavaansa vain jo aiemmin jonkin verran hajonnutta detritusta (O'CONNOR 1967). Ojitetuilla näytealoilla tällaista materiaalia on runsaammin tarjolla muiden maaperäorganismien lisääntyneen toiminnan ansiosta. Änkyrimatopopulaatioiden kasvu alkaakin ojituksen jälkeen myöhemmin kuin monien muiden maaperäeläinten (KOZLOVSKAYA 1974).

Änkyrien yksilömäärä oli suurin NPK-lannoitetulla muuttumalla (taulukko I). Madot ovat voineet hyötyä ojituksen lisäksi myös lannoituksesta. Urea- ja NPK-lannoitus pienentää ensin änkyrimatopopulaatioita, toisena tai kolmantena vuonna lannoituksen jälkeen yksilömäärät kasvavat huomattavasti. Eämän jälkeen alkaa hidaskasvun yksilömäärien pieneneminen (HUHTA ym.1969, ABRAHAMSEN 1970). Yhden vuoden aineiston perusteella on vaikea päätellä, missä vaiheessa populaatio oli lannoitetulla näytealalla. Yksilömäärien vuodenaikaisvaihtelu oli saman tyyppinen kaikilla näytealoilla. (taulukot 3-5). Suurimmat yksilömäärät saatiin kesä- ja syyskuussa, näiden väliin jäi kesäminimi. Kuivuuden aiheuttamaksi tulkittu kesäminimi on todettu myös muunlaisilta maaperiltä (NIELSEN 1955, NURMINEN 1967b). Sellaisilla suobiotoopeilla, joilla kosteuden määrä maaperässä pysyy tasaisen korkeana läpi vuoden, lämpötila on tärkein yksilömääriä säätelevä tekijä. Kesäminimiä ei tällöin yleensä esiinny. (SPRINGETT 1970, DASH ja CRAGG 1972). Heinä- ja elokuun minimi voi johtua myös matojen vaelluksesta syvempiin turvekerroksiin. Cognettia sphagnetorum pakenee maaperän kuivumista vertikaalivaelluksin. Nämä ovatkin lajin ainoa keino välttää uhkaava kuivuminen, koska laji lisääntyy paloittumalla, eikä sillä siis ole kuivumista suhteellisen hyvin kestäviä *Cocconeja* (SPRINGETT ym. 1970). Myös maan alkaessa jäätyä änkyrit voivat siirtyä syvemmälle maaperään (NURMINEN 1967b). Toukokuun näytteiden yksilömäärät olivat pienemmät kuin kesäkuun, osa madoista on voinut jäädä näytteenottosyvyyden alapuolelle. Toisaalta suo pysyy keväällä kauan roudassa ja eläinten nopea lisääntyminen voi alkaa vasta alkukesällä turpeen lämmettyä.

#### Biomassat

Ojituksen jälkeen tapahtunut änkyribiomassan muutos vastasi yksilömäärissä tapahtunutta muutosta. Suurin keskimääräinen biomassa ( $1.4 \text{ g/m}^2$ ) oli nuorella muuttumalla. Meikäläisen ilmastovyöhykkeen soilta ei ole kirjallisuustietoja änkyrimatojen biomassoista. KOSKENNIEMEN (1973) tutkiman eteläsuomalaisen OMT-kuusikon änkyribiomassa ( $0.9 \text{ g/m}^2$ ,  $8240 \text{ yks./m}^2$ ) on hiukan alempi kuin molemmilta nyt tutkituilta ITR-muut<sup>tu</sup>milta saatu. Kesäminimi näkyi myös biomassoissa (taulukot 6-8).

### 3.3. Collembola

#### Yksilömäärät

Useat kirjallisuudessa esitetyt arviot kosteiden suo- tai niittymäisten biotooppien hyppyhäntäisten populaatio\_tiheyksistä ylittävät luonnontilaiselta ITR:ltä (I) saadun arvion  $4\,400 \text{ yks./m}^2$ . Monet tutkitut suobiotoopit pöökkeävät kasvillisuudeltaan kuitenkin melkoisesti meikäläisistä rahkasamalta kasvavista soista. MACFADYEN (1952) arvioi collembolien yksilötiheydeksi Molinia-nevalla  $7\,200\text{--}25\,000 \text{ yks./m}^2$ . HALEN (1966) tutkiman Calluna-suon keskimääräinen hyppyhäntäistiheys oli  $35\,000 \text{ yks./m}^2$ . KOZLOVSKAYA (1974) arvioi rämeen yksilömääräksi  $13\,200 \text{ yks./m}^2$ , mutta korven yksilötiheydeksi vain  $480 \text{ yks./m}^2$ . Ojituksen vaikutuksista ei hyppyhäntäistenkään osalta ole paljon tietoja. KOZLOVSKAYAN (1974) mukaan korven ojitus aiheuttaa yksilömäärien lisääntymisen, rämeellä sen sijaan tapahtuisi populaatioiden pienenemistä. Vanhan ITR-muuttuman yksilömäärä oli kaksinverroin, nuoren lannoitetun muuttuman vain hiukan korkeampi kuin luonnontilaisen rämeen yksilömäärä (taulukko I). Ojitus on voinut aiheuttaa muutoksia myös collembolilajistossa. MURPHY (1955) havaitsi muutoksia hyppyhäntäislajistossa suon kehittyessä kuivemmaksi. Myös lannoituksen on todettu vaikuttavan colleboleihin. HUHDAN ym. (1969) mukaan metsämaan collembolien yksilömäärät olivat laskusuunnassa viisi ja puoli vuotta lannoituksen jälkeen. Nuoren muuttuman suhteellisen pieni yksilötiheys voi johtua juuri lannoituksesta.

Erityisen selvää kesäminimiä yksilömääriissä ei havaittu, toisin kuin metsämaaperässä (HUHTA ym. 1967, KOSKENNIEMI 1973).

#### Biomassat

Myös biomassoissa ojituksen vaikutus näkyi selvästi (taulukko 2) HALEN (1966) tutkiman suon hyppyhäntäisbiomassaan ( $290 \text{ mg/m}^2$ ) verrattuna nyt saadut arvot ovat pieniä. Biomassojen kevät- ja syysmaksimit olivat selvempiä kuin yksilömäärien (taulukot 6-8).

### 3.4. Oribatei

#### y Yksilömäärät

Tiedot suomaaperien oribatidien yksilömäärästä vaihtelevat melkoisesti, MACFADYENIN (1952) mukaan Molinia-nevan yksilötiheys oli 120 700 yks./m<sup>2</sup>, mikä on jonkin verran korkeampi kuin ITR-tyypiltä saatu (101 100 yks./m<sup>2</sup>). BLOCK (1966a) tutki erodoituvan kalliosoituman (blanket Bög) erilaisten suksessiovaiheitten oribatidifaunaa: Luonnontilaisen suon osan (mixed moor) yksilötiheys oli 45 300 yks./m<sup>2</sup>. Kuivemman, eroosioreunan yli ulottuvan ns. hagg lip- muodostuman yksilömäärä oli 18 900 yks./m<sup>2</sup>. BLOCKIN mukaan yksilötiheyden ero johtui biottisista syistä, lähinnä kasvillisuuden ja mikro-organismien erilaisuudesta. HALEN (1963) mukaan hyppyhäntäisiä sen sijaan oli paljon enemmän hagg lip-muodostumassa kuin suon kosteissa, rakkasammalta kasvavassa osassa. Vanhalla ITR-muuttumalla oribatideja oli enemmän, nuorella lannoitetulla muuttumalla taas vähemmän kuin luonnontilaisella ITR:llä (taulukko I). Nuoren muuttuman suhteellisen pieni yksilömäärä voi johtua lannoituksesta. HUHDAN ym. (1969) mukaan lannoitus ei sanottavasti vaikuta oribatidien määrään enää kolmen vuoden kuluttua lannoituksesta kangasmetsien maaperässä. AXELSSON ym. (1973) havaitsivat metsämaan typpilannoituksen vähentävän oribatidien määrää heti lannoituksen jälkeen.

Yksilömäärät olivat kaikilla nyt tutkituilla ITR-näytealoilla korkeita touko- ja syyskuussa. Myös heinäkuun näytteissä punkkeja oli paljon (kuva I). KARPPISEN (1955) mukaan aainakin joidenkin oribatidilajien populaatiot pienenevät kesällä maaperän kuivuessa. Punkit voivat myös siirtyä syvemmälle maaperään sen pinnan alkaessa kuivua. Eri lajien käyttäytymisessä on tässä suhteessa eroa (KARPPINEN 1955, TARRAS-WAHLBERG 1961). Kesä- ja elokuun näytteiden pienet yksilömäärät voivat johtua turpeen kuivumisesta. Heinäkuun korkeat yksilömäärät johtuivat suhteellisen pienikokoisten yksilöitten määrän kasvusta, koska biomassoissa ei näy vastaavaa nousua (kuva I). TARRAS-WAHLBERG (1961) totesi Tectocephus velatus- populaation kasvavan rämeellä kuivien kesäkuukausien aikana. BLOCKIN (1966b) tutkiman suon oribatidipopulaatio ei ollut minimissä turpeen ollessa kuivimmillaan, jja hän piti lämpötilaa tärkeimpänä oribatidien lisääntymistä säätelevänä tekijänä.

## Biomassat

Vanhan ITR-muuttuman oribatidibiomassa oli selvästi korkeampi kuin luonnon-tilaisen rämeen, nuoren muuttuman vain hiukan korkeampi (taulukko 2). Nuoren muuttuman biomassan suhde yksilömäärään oli suurempi kuin luonnon-tilaisella ITR:llä, mikä viittaa lajiston erilaisuuteen. Biomassan kuukausittainen vaihtelu muistutti yksilömäärien vaihtelua, nuoren muuttuman syyskuun biomassa oli kuitenkin melko alhainen (kuva I).

### 3.5. Prostigmata ja Mesostigmata

#### Yksilömäärät

Myös Prostigmata- ja Mesostigmatapunkkien yksilömäärät kasvoivat ojituksen jälkeen. Vanhan ITR-muuttuman yksilömäärät olivat noin kaksinkertaiset luonnon-tilaisen näytealan yksilömääriin verrattuna (taulukko I). BLOCKin (1966a) tutkiman mixed moor-tyyppisen suon Mesostigmatapunkkien yksilömäärä 3200 yks./m<sup>2</sup> vastaa nuoren ITR-muuttuman<sup>tu)</sup> yksilömäärää (3 500 yks./m<sup>2</sup>). BLOCKin (1966a) arvio Prostigmatapunkkien yksilötiheydestä (200 yks./m<sup>2</sup>) tuntuu sen sijaan kovin pieneltä verrattuna ITR-näytealojen tuloksiin (taulukko I).

Yksilömäärien fluktuaatiossa ei ollut selvää suuntaa, keskikesän yksilömäärät olivat kuitenkin melko korkeat. Prostigmata-ryhmän yksilömäärissä oli lisäksi selvä minimi elokuussa. Molempien punkkiryhmiä vuodenaikaisvaihtelun on todettu olevan melko vähäistä metsämaassa (HUHTA ym. 1967, KOSKENNIEMI 1973).

#### Biomassat

Ojituksen jälkeen tapahtunut biomassojen kasvu vastasi yksilömäärissä tapahtunutta muutosta (taulukko 2).

### 3.6. Muut eläinryhmät

Muita maaperäeläinryhmiä ei tässä käsitellä tarkemmin. Tutkittujen eläinryhmien keskimääräiset yksilömäärät ja biomassat on esitetty taulukoissa I ja 2. Kuukausittaiset arviot näkyvät taulukoista 3-8.

### 3.7. Kokonaisbiomassat

Muuttumien keskimääräiset maaperäeläinbiomassat (makroniveljalkaiset ovat tässä mukana) olivat huomattavasti suurempia kuin luonnontilaisen rämeen biomassassa. Nuoren lannoitetun muuttuman (II) biomassassa oli 69 %, vanhan muuttuman (I) biomassassa oli 89 %, vanhan muuttuman 79 % suurempi kuin luonnontilaisen rämeen kokonaisbiomassassa (kuva 2a). KOSKENNIEMEN (1973) tutkiman OMT-kuusikon maaperäeläinbiomassasta (13.1 g/m<sup>2</sup>) valtaosan muodosti lierojen biomassassa. Mikäli lierojen osuutta ei oteta huomioon, on OMT-maaperän biomassassa (51.2 g/m<sup>2</sup>) silti melkoisesti korkeampi kuin nyt tutkittujen ITR-näytealojen. OMT on tietysti rehevänä metsätyyppinä sinänsä huono vertailukohde karuille turvemaille.

Oribatidit ja änkyrit yhdessä muodostivat 65-72 % ITR-näytealojen biomassasta. Luonnontilaisella rämeellä oribatidien osuus oli 50 %, änkyriä 14 % kokonaisbiomassasta. Nuorella muuttumalla änkyribiomassa oli suhteellisesti suurin (40 %), oribatidien osuus oli 32 %. Vanhan muuttuman biomassaltaan tärkein ryhmä oli Oribatei (42 %), änkyriä 30 %. Kaikilla näytealoilla biomassaltaan kolmanneksi tärkein maaperäeläinryhmä oli Nematoda. Suhteellisesti tärkeimpiä sukkulamadot olivat vanhalla muuttumalla (kuva 2b). KOSKENNIEMEN (1973) tutkiman OMT-kuusikon maaperässä oribatidien ja varsinkin änkyrimatojen suhteellinen osuus kokonaisbiomassasta oli pienempi kuin ITR-näytealoilla.

Kokonaisbiomassan kuukausittainen fluktuaatio noudatti useimmilla maaperäeläinryhmillä tavattua muotoa. Touko- ja syyskuun biomassassa oli suurin, kesäkuukausina biomassassa oli pienimmillään (kuva 3). Biomassan fluktuaatio oli ojitetuilla näytealoilla jyrkempi. Kesän kuivuus lienee vaikuttanut selvimmin juuri muuttumien maaperäeläimistöön.

### 4. MAAPERÄELÄIMISTÄ SUON ELIÖYHTEISÖSSÄ

Tutkittujen rämeyhtealojen maaperäeläimistön yleisrakenne on samanlainen kuin kangasmetsien: turpeessa on melko runsaasti pienikokoisia hajottajaportaan eläimiä. Luonnontilaisellakaan rämeellä useiden eläinryhmien yksilömäärät eivät ole kovin pieniä verrattuna esim. HUHDAN ym. (1967) tuloksiin kuivien kangasmetsien maaperäeläimistöstä (käytetyt erottelumenetelmät tosin eivät olleet samoja).

Kangasmetsien maaperässä tapahtuva orgaanisen aineen hajoaminen on kuitenkin paljon nopeampaa kuin rämeellä. Suo-olot rajoittanevat enemmän mikrobi-toimintaa kuin maaperäeläinten aktiivisuutta. Luonnontilaisella suolla maaperäeläinten osuus orgaanisen aineen hajotuksessa lieneekin melko suuri. Suon happamuus ei ilmeisesti maaperäeläimistöille kokonaisuudessaan ole erityinen minimitekijä, vaikka toisaalta yksittäiset lajit ja jopa eläinryh-mät välttävät hapanta ympäristöä. (EDWARDS 1974). Useimmat maaperäeläinryh-mät hyötyvät ojituksesta, vaikka turpeen happamuuden on todettu lisäänty-vän ojituksen jälkeen (PAARLAHTI ja VARTIOVAARA 1958, LÄHDE 1969). Tietys-ti on mahdollista, että happamuuden lisääntyminen ja ojituksen muut seurauk-set vaikuttavat eläimistöön eri tavoin. Ojituksen on havaittu elvyttävän myös suon mikrobi-toimintaa (HUIKARI 1953, PAARLAHTI ja VARTIOVAARA 1958). Useiden maaperäeläinryhmien tiedetään syövän mikrobeja. Monet detritusta ravintonaan käyttävät eläimet syövät lisäksi mieluummin mikrobien jo jonkin verran hajottamaa ainesta, kuten änkyrit ja monet punkit (O'CONNOR 1967, WALLWORK 1967). Toisaalta maaperäeläinten ulosteet ovat edullinen kasvualus-ta mikrobeille, ja mikrobien on todettu hyötyvän suon ojituksen aiheutta-masta maaperäeläinten runsastumisesta (KOZLOVSKAYA 1974).

Paitsi kvantitatiivista muutosta ojitus saattaa vaikuttaa myös maaperäeläin-lajistoon. Muuttumien melko pitkälle hajonneessa turpeessa voivat viihtyä myös monet kangashumuksen lajit. Ojituksen jälkeen havaittu metsäsammalien runsastuminen (PURMONEN 1974) lisäänee varsinkin turpeen pintakerroksessa elävien eläinlajien lukumäärää.

TAULUKKO I. Maaperäeläinten keskimääräiset yksilömäärät tutkituilla näytealoilla (yks./m<sup>2</sup>).

Eläinryhmä	näyteala I, Ylisenjärvi	näyteala II, Kaakkosuo	näyteala III, Jaakkoinsuo
Nematoda	928 000	I 145 000	2 171 000
Enchytraeidae	2 180	10 640	7 830
Oribatei	101 100	72 200	143 300
Prostigmata	21 800	27 900	45 800
Mesostigmata	3 000	3 500	7 500
Araneae	178	293	310
Opiliones	0	3	1
Pseudoscorpionida	6	18	5
Chilopoda	12	11	5
Diplopoda	62	32	41
Blattodea	1	2	1
Psocoptera	1	4	2
Heteroptera	2	3	4
Homoptera	188	137	185
Lepidoptera, toukat	14	10	10
Diptera, toukat	125	356	263
Diptera, aikuiset	8	13	16
Staphylinidae	18	20	11
Coleoptera, muut	16	42	47
Coleoptera, toukat	73	215	261
Formicidae	63	111	180
Hymenoptera, muut	11	11	18
Collembola	4 400	5 100	9 900



TAULUKKO 2. Maaperäeläinryhmien keskimääräiset biomassat ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) luonnontilaisella rämeellä (näyteala I), nuorella lannoitetulla muuttumalla (näyteala II) ja vanhalla muuttumalla (näyteala III).

Eläinryhmä	näyteala I	näyteala II	näyteala III
Nematoda	155.2	178.4	315.0
Enchytraeidae	302.0	I 433.9	III 36.5
Collembola	42.7	56.4	74.9
Oribatei	I 058.6	III 22.9	I 576.4
Prostigmata	19.5	29.6	42.2
Mesostigmata	56.1	96.9	108.5
Araneae	87.6	150.1	157.7
Chilopoda	47.0	42.3	21.4
Heteroptera	21.0	39.0	8.9
Homoptera	35.2	36.1	32.5
Diptera, toukat	84.0	101.4	48.9
Staphylinidae	66.3	90.3	47.4
Coleoptera, muut	18.8	45.3	33.7
Coleoptera, toukat	121.3	142.7	167.7
Yhteensä	2 115.7	3 565.9	3 772.4

TAULUKKO 3. Maaperäeläinten yksilömäärät (yks./m<sup>2</sup>)  
Luonnontilainen ITR, Ylisenjärvi (I).

Eläinryhmä	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu
Nematoda	I II0 000	666 000	696 000	849 000	I 320 000
Enchytraeidae	I20	3I60	I 480	I 980	4 I60
Collembola	4 300	2 800	2 500	3 900	8 400
Oribatei	I55 500	7I I00	II6 800	40 200	I22 000
Prostigmata	I0 I00	I7 700	46 I00	7 300	27 700
Mesostigmata	3 300	I 400	3 400	I 800	5 000
Acari, yht.	I68 900	90 200	I66 300	49 300	I54 700
Araneae	2I0	I54	I4I	205	I79
Opiliones	0	0	0	0	0
Pseudoscorpionida	5	5	8	I0	2
Chilopoda	I6	II	I4	8	I0
Diplopoda	72	8	50	64	II8
Blattodea	0	0	0	2	3
Psocoptera	0	0	2	0	0
Heteroptera	0	0	3	2	3
Homoptera	I25	237	253	238	88
Lepidoptera, toukat	5	8	22	26	I0
Diptera, toukat	I58	59	93	I26	I89
Diptera, aikuiset	5	6	27	3	0
Staphylinidae	2I	22	II	2I	I4
Coleoptera, muut	I66	I3	8	22	2I
Coleoptera, toukat	59	69	66	I23	50
Formicidae	I8	82	53	I55	6
Hymenoptera, muut	I0	I8	I0	II	8

TAULUKKO 4. Maaperäeläinten yksilömäärät (yks./m<sup>2</sup>)

Nuori, NPK-lannoitettu ITR-muuttuma, Kaakkosuo (II).

Eläinryhmä	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu
Nemätoda	I 218 000	I 010 000	783 000	I 156 000	I 560 000
Enchytraeidae	4920	II 560	8 080	5 480	23 160
Collembola	3 700	4 900	7 300	4 100	5 600
Oribatei	98 700	70 000	83 700	25 500	83 200
Prostigmata	27 100	26 600	36 600	6 900	42 500
Mesostigmata	6 500	2 200	3 300	2 200	3 400
Acari, yht.	I32 300	98 800	I23 600	34 600	I29 100
Araneae	282	229	261	299	395
Opiliones	0	8	2	3	2
Pseudoscorpionida	27	10	22	13	19
Chilopoda	8	22	5	11	8
Blattodea	0	0	0	3	6
Psocoptera	0	0	8	0	11
Diplopoda	69	22	6	8	53
Heteroptera	5	2	6	3	0
Homoptera	I62	II2	I01	I70	I38
Neuroptera, toukat	0	0	0	3	5
Lepidoptera, toukat	6	6	3	24	10
Diptera, toukat	I111	219	93	I42	218
Diptera, aikuiset	I3	II	34	5	0
Staphylinidae	46	I3	8 21	21	I4
Coleoptera, muut	67	50	I9	30	45
Coleoptera, toukat	298	90	I46	I65	376
Formicidae	322	98	II	90	34
Hymenoptera, muut	I4	I4	I0	8	I0

TAULUKKO 5. Maaperäeläinten yksilömäärät (yks./m<sup>2</sup>)  
Vanha ITR-muuttuma, Jaakkoinsuo (III).

Eläinryhmä	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu
Nematoda	2 787 000	946400000	1 182 000	3 024 000	2 915 000
Enchytraeidae	9 680	11 600	2 200	6 040	9 640
Collembola	8 200	8 800	12 300	7 400	13 100
Oribatei	186 300	115 000	154 900	63 600	196 600
Prostigmata	33 800	52 800	54 600	20 100	67 900
Mesostigmata	14 700	6 600	5 100	4 000	7 100
Acari, yht.	234 800	174 400	214 600	87 700	271 600
Araneae	475	264	227	341	242
Opiliones	0	2	0	2	0
Pseudoscorpionida	2	0	19	0	3
Chilopoda	5	5	6	2	6
Diplopoda	2	21	3	14	163
Blattodea	2	0	0	2	2
Psocoptera	00	0	6	3	2
Heteroptera	0	0	14	3	2
Homoptera	208	171	182	142	224
Neuroptera, toukat	0	0	0	0	2
Lepidoptera, toukat	14	5	5	10	18
Diptera, toukat	376	272	45	230	392
Diptera, aikuiset	26	27	27	2	0
Staphylinidae	29	6	6	10	6
Coleoptera, muut	59	54	24	51	46
Coleoptera, toukat	344	147	403	221	192
Formicidae	149	106	16	584	45
Hymenoptera, muut	10	5	14	14	48

TAULUKKO 6. Maaperäeläinten biomassat ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )  
Luonnontilainen ITR, Ylisenjärvi.(I).

Eläinryhmä	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu
Nematoda	156.3	143.8	1240.0	157.1	194.8
Enchytraeidae	21.1	490.3	172.6	232.8	593.1
Collembola	66.7	11.4	250.0	19.9	90.4
Oribatei	1 546.6	943.6	1 021.9	410.1	1 370.8
Prostigmata	12.5	20.6	32.6	6.6	25.3
Mesostigmata	55.0	40.3	41.6	67.3	76.1
Acari, yht.	1 681.1	1 016.1	1 121.4	504.1	1 562.7
Araneae	147.3	44.6	38.4	66.1	141.9
Chilopoda	90.6	40.4	34.6	22.1	47.0
Heteroptera	0.0	0.0	3.7	29.3	105.1
Homoptera	23.8	26.4	27.0	67.0	31.5
Diptera, toukat	59.9	18.5	125.7	137.1	78.6
Staphylinidae	117.3	62.0	45.0	78.2	28.8
Coleoptera, muut	8.9	8.3	0.8	66.5	9.4
Coleoptera, toukat	136.9	192.4	88.2	113.9	84.8
<b>Yhteensä</b>	<b>2 433,6</b>	<b>2 043,4</b>	<b>1 781,9</b>	<b>1 474,6</b>	<b>2 773,2</b>

TAULUKKO 7. Maaperäeläinten biomassat (mg/m<sup>2</sup>)

Nuori, NPK-lannoitettu ITR-muuttuma, Kaakkosuo (II).

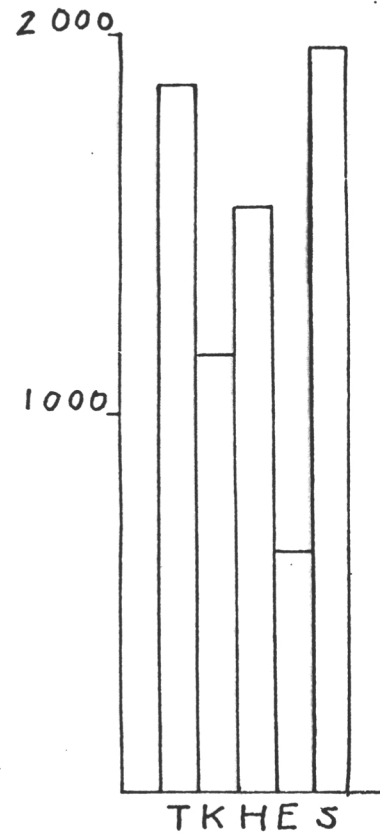
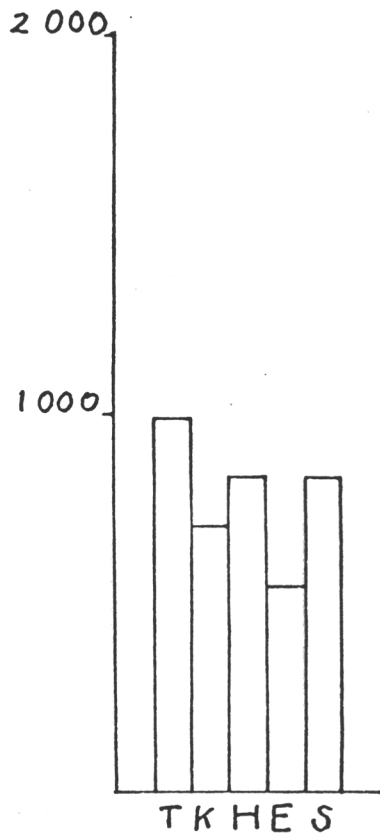
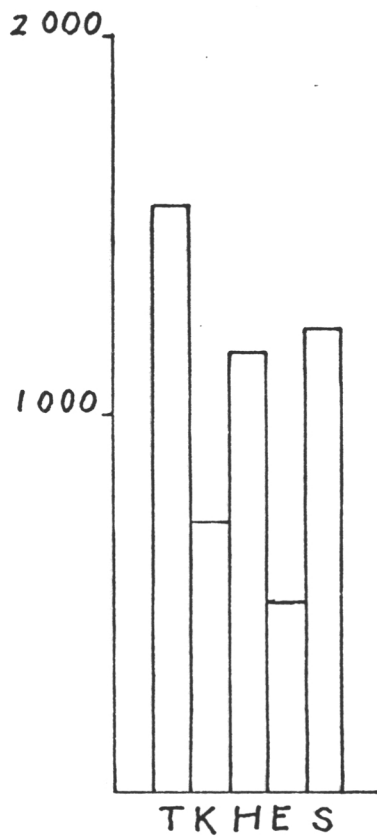
Eläinryhmä	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu
Nematoda	169.4	151.3	149.4	171.5	252.3
Enchytraeidae	I 336.2	I 861.6	794.8	519.5	2 657.3
Collembola	82.2	36.6	55.0	34.8	72.7
Oribatei	I 474.5	I 275.5	I 256.7	589.3	I 018.6
Prostigmata	37.2	30.6	22.33.7	8.9	37.6
Mesostigmata	196.5	52.9	92.5	63.3	79.2
Acari, yht.	I 791.1	I 395.7	I 438.0	696.4	I 208.2
Araneae	108.9	192.1	68.2	69.9	311.7
Chilopoda	84.7	47.6	26.6	22.9	29.9
Heteroptera	53.1	29.3	53.9	58.6	0.0
Homoptera	49.8	27.0	17.6	45.7	40.5
Diptera, toukat	341.3	29.1	32.5	24.6	79.6
Staphylinidae	170.5	32.5	47.0	108,8	92.3
Coleoptera, muut	71.1	63.5	189	57.8	15.5
Coleoptera, toukat	244.8	141.0	114.0	4611	167.8
<b>Yhteensä</b>	<b>4 421.3</b>	<b>3 971.1</b>	<b>2 761.5</b>	<b>1 822.4</b>	<b>4 855.5</b>

TAULUKKO 8. Maaperäeläinten biomassat (mg/m<sup>2</sup>)  
Vanha ITR-muuttuma, Jaakkoinsuo (III).

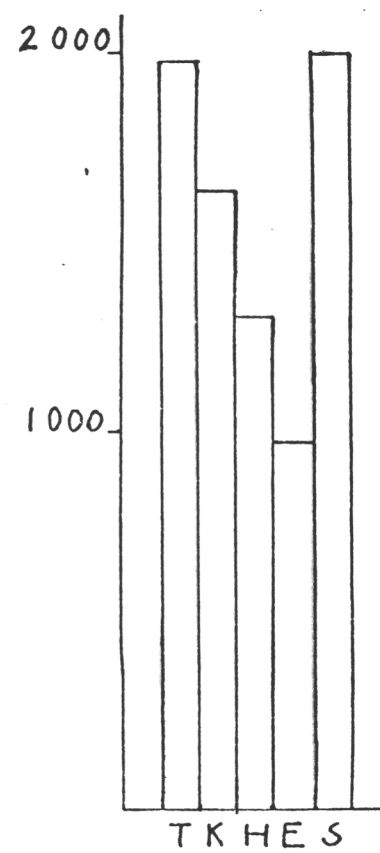
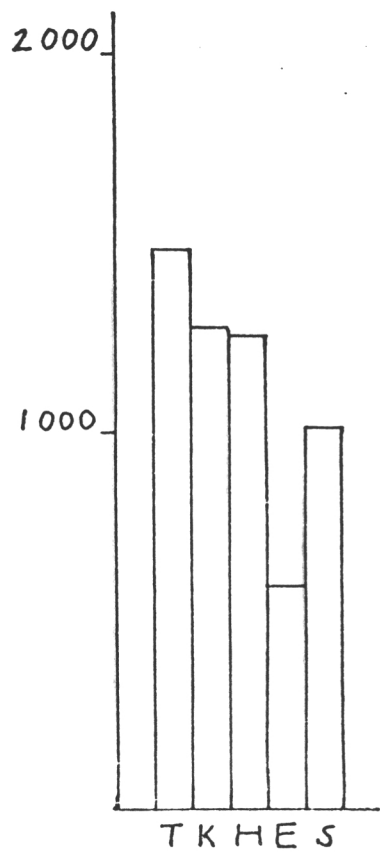
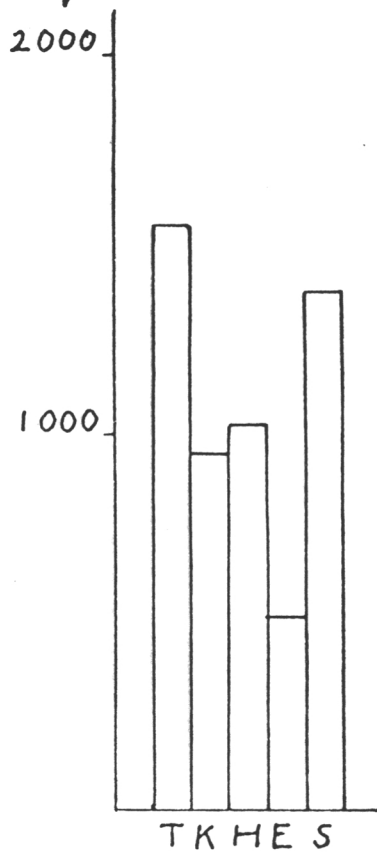
Eläinryhmä	toukokuu	kesäkuu	heinäkuu	elokuu	syyskuu
Nematoda	419.9	187.5	176.5	354.0	437.2
Enchytraeidae	2 085.5	1 816.8	226.2	522.3	1 031.9
Collembola	89.7	55.1	64.8	104.1	60.7
Oribatei	1 972.4	1 631.2	1 305.9	972.8	1 999.5
Prostigmata	46.2	51.1	51.7	13.9	48.2
Mesostigmata	169.4	100.4	69.3	95.9	107.5
Acari, yht.	2 277.8	1 838.0	1 491.8	1 186.9	2 216.0
Arañaee	271.2	166.2	69.7	88.1	193.4
Chilopoda	22.6	5.1	15.0	2.8	61.7
Heteroptera	0.0	0.0	13.9	30.1	0.7
Homoptera	41.3	37.1	21.2	23.8	39.4
Diptera, toukat	83.8	38.4	6.1	221.6	94.6
Staphylinidae	66.9	45.2	27.8	46.7	50.1
Coleoptera, muut	60.2	48.0	5.7	16.4	38.3
Coleoptera. toukat	356.7	105.7	125.8	120.5	129.7
<b>Yhteensä</b>	<b>5 686.3</b>	<b>4 288.4</b>	<b>2 180.2</b>	<b>2 413.6</b>	<b>4 293.5</b>

ORIBATEI

100 yks./m<sup>2</sup>



mq/m<sup>2</sup>

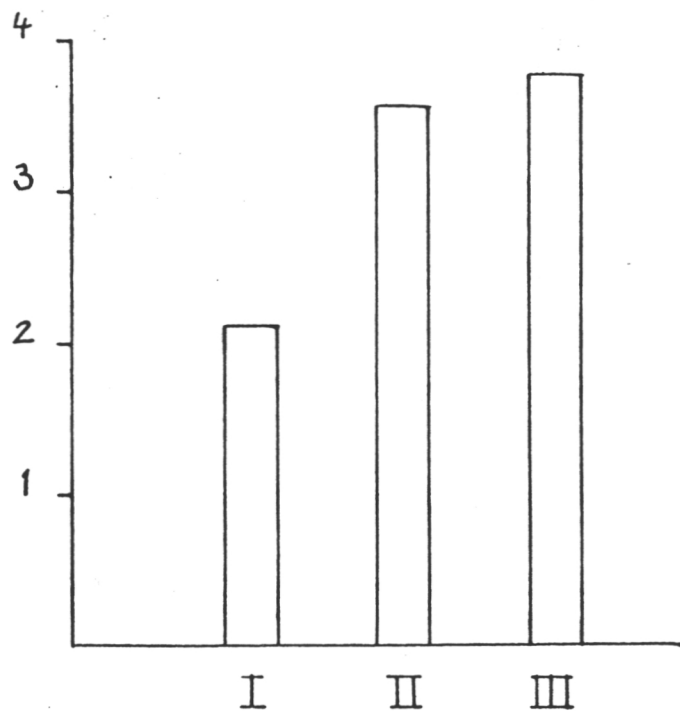


I

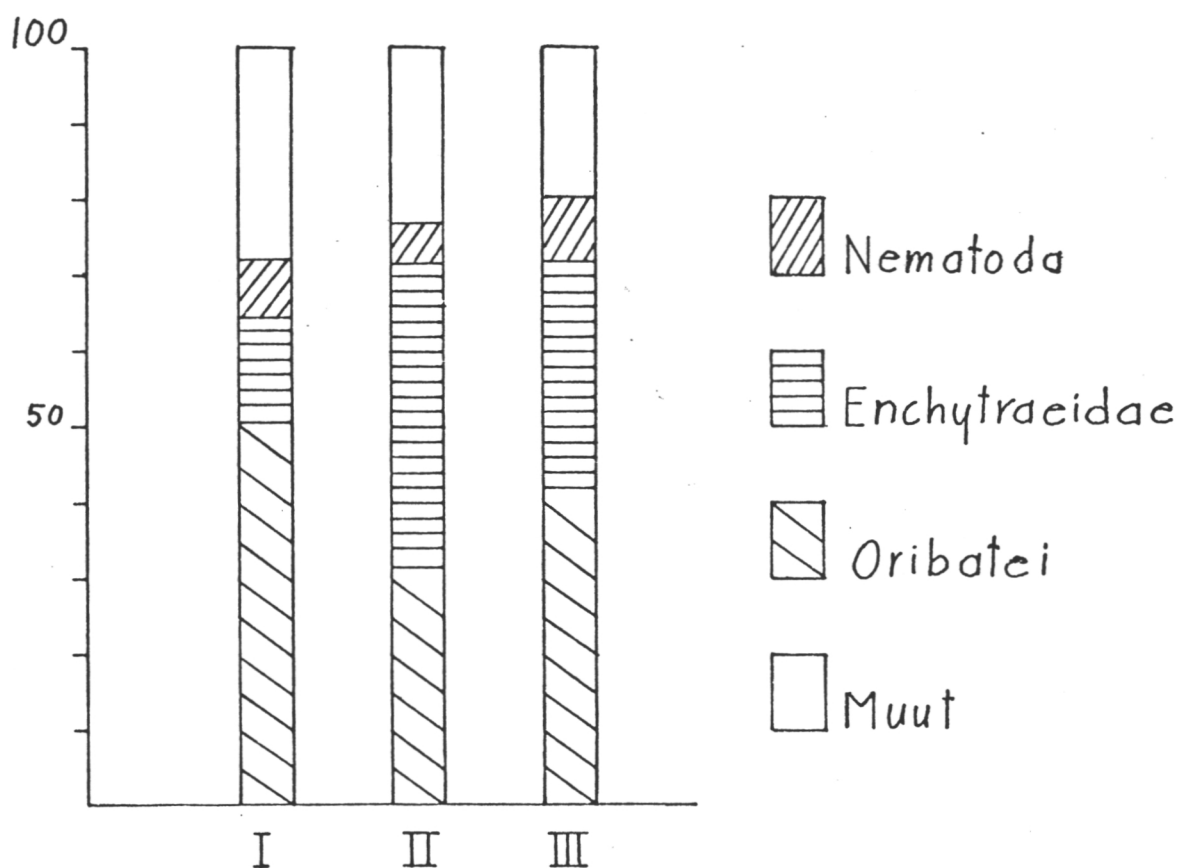
II

III



a)  $g/m^2$ 

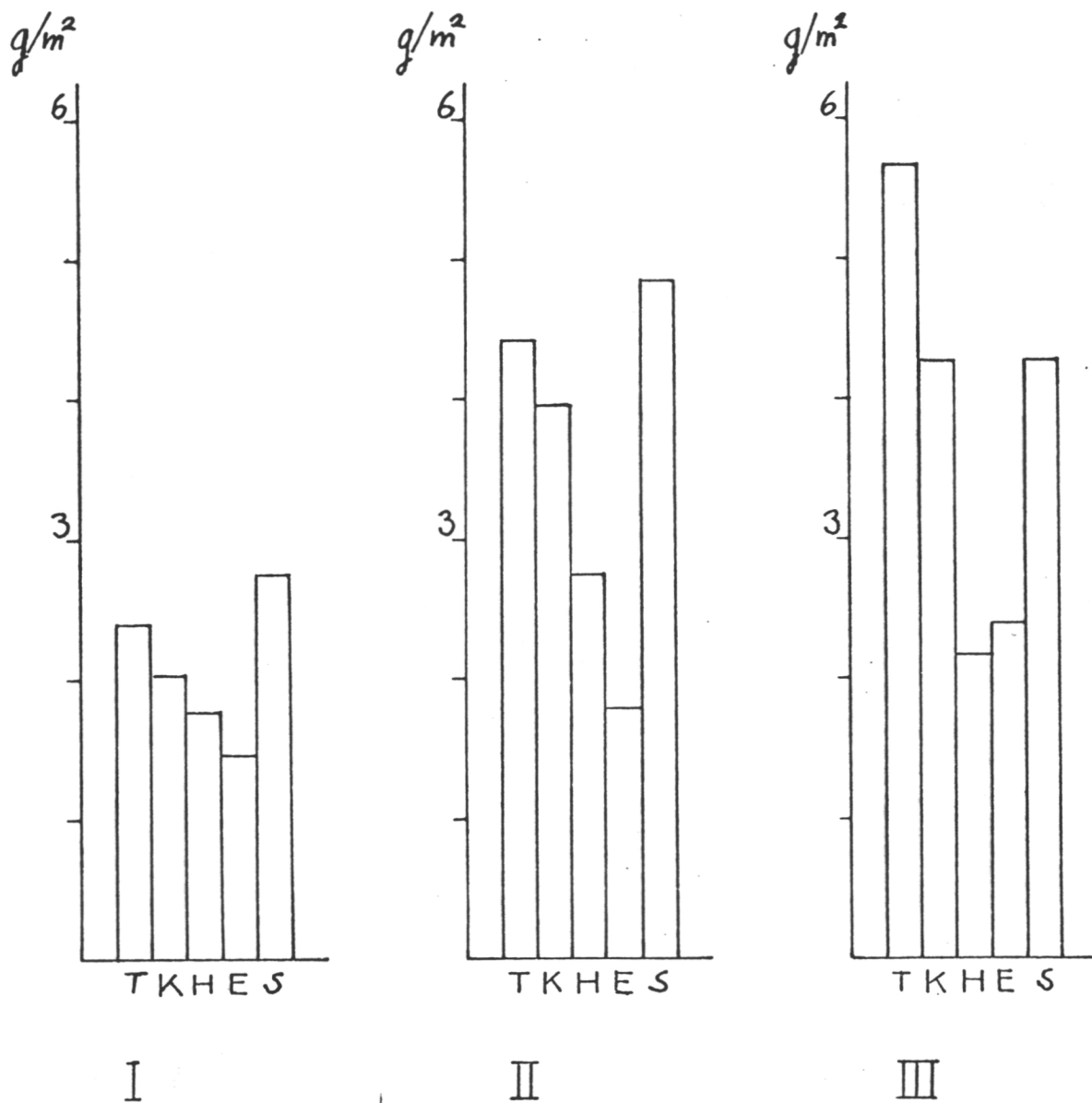
b) %



KUVA 2. a) Maaperäeläinten keskimääräiset kokonaisbiomassat vuonna 1973.

b) Eräiden eläinryhmien osuudet näytealojen biomassasta.

(I= luonnontilainen ITR, II= nuori, NPK-lannoitettu muuttuma, III= vanha muuttuma)



KUVA 3. Maaperäeläinten kuukausittaiset biomassat ( $g/m^2$ ) luonnontilaisella rämeellä (I), nuorella, lannoitetulla muuttumalla (II) ja vanhalta muuttumalla (III).

## 5. KIRJALLISUUS

- ABRAHAMSEN, G. 1970: Skoggjødsling og jordbunnsfaunaen. - Tidsskr. for skogbruk 78: 296-303.
- " - 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.
- AXELSSON, B., LOHM, U., LUNDKVIST, H., PERSSON, T., SKOGLUND, J. & WIRÉN, A. 1973: Effects of nitrogen fertilization on the abundance of soil fauna populations in a Scots pine stand. - *Inst.växtekol. marklära, Res. notes* 14: 1-18.
- BANAGE, W.B. 1960: Studies on the nematode fauna of moorland soils. - Thesis, Durban University Library. - Lainattu CRAGGIN (1961) mukaan.
- " - 1963: The ecological importance of free-living soil nematodes with special reference to those of moorland soil. - *J. Anim. Ecol.* 32: 133-140.
- BASSUS, W. 1967: Der Einfluss von Meliorations- und Düngungsmassnahmen auf die Nematodenfauna verschiedener Waldböden. - *Pedobiologia* 7: 280-295.
- BLOCK, W.C. 1966a: The distribution of soil Acarina on eroding blanket bog. - *Pedobiologia* 6: 27-34.
- " - 1966b: Seasonal fluctuations and distribution of mite populations in moorland soils, with a note on biomass. - *J. Anim. Ecol.* 35: 487-503.
- CRAGG, J.B. 1961: Some aspects of the ecology of moorland animals. - *J. Anim. Ecol.* 30: 205-234.

- DASH, M.C. & CRAGG, J.B. 1972: Ecology of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Canadian Rocky Mountain soils. - *Pedobiologia* 12: 323-335.
- EDWARDS, C.A. 1974: Macroarthropods. - Teoksessa: DICKINSON, C.H. & PUGH, G.J. (toim.): *Biology of plant litter decomposition*: 533-554. London-New York.
- HALE, W.G. 1963: The Collembola of eroding blanket bog. - Lainattu BLOCKin (1966a) mukaan.
- " - 1966: A population study of moorland Collembola. - *Pedobiologia*: 6: 65-99.
- HEALEY, I.N. 1971: Apterygotes, Pauropods and Symphylans. - Teoksessa: PHILLIPSON, J. (toim.): *Quantitative soil ecology*: 209-232.
- HUHTA, V. 1972: Kvantitatiivisista maaperäeläinten keräily- ja erottelumenetelmistä. - *Luonnon Tutkija* 76: 127-136.
- HUHTA, V., KARPPINEN, E., NURMINEN, M. & VALPAS, A. 1967: Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. - *Ann. Zool. Fennici* 4: 87-145.
- HUHTA, V., NURMINEN, M. & VALPAS, A. 1969: Further notes on the effect of silvicultural practices upon the fauna of coniferous forest soil. - *Ann. Zool. Fennici* 6: 327-334.
- HUHTA, V. & KOSKENNIEMI, A. (in press): Numbers, Biomass and community respiration of soil invertebrates in spruce forests at two latitudes in Finland.
- HUIKARI, O. 1953: Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. - *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 42(2):1-16.
- KARPPINEN, E. 1955: Ecological and transect survey studies on Finnish Camisiids (Acar., Oribatei). - *Ann. Zool. Soc. Vanamo* 17(2): 1-80.
- " - 1972: Studies on the Oribatid fauna of spruce-hardwood peatlands in southern Finland. I - *Ann. Entomol. Fennici* 38: 96-99.

- KOPONEN, S. 1968: Über die Evertebrata-Fauna (Mollusca, Chilopoda, Phalanhgida, Araneae und Coleoptera) von Hochmooren in Südwest-Häme. - Lounais-Hämeen Luonto 29: 12-22.
- KOSKENNIEMI, A. 1973: OMT-kuusikon maaperäeläimistön kvantitatiivinen analyysi. - 77 s. Pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopiston Eläintieteen laitos.
- KOZLOVSKAYA, 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.
- KROGERUS, R. 1960: Ökologiske Studien über nordische Moorarthropoden.1. - Comm. Biol. Soc. Scient. Fennicae 21(3): 1-238.
- LÄHDE, E. 1969: Biological activity in some natural and drained peatlands with special reference to oxidation-reduction conditions. - Acta Forest. Fennica 94: 1-69.
- MACFADYEN, A. 1952: The small arthropods of a Molinia fen at Cothill. - J. Anim. Ecol. 21: 87-117.
- MURPHY, D.H. 1955: Long-term changes in Collembolan populations with special reference to moorland soils. - Teoksessa: KEVAN, D.K. (toim.): Soil Zoology: 157-166.
- NIELSEN, C.O. 1949: Studies on the soil microfauna II. The soil inhabiting nematodes. - Natura Jutlandica 2: 1-131.
- " - 1955: Studies on the Enchytraeidae 5. Factors causing seasonal fluctuation in numbers. - Oikos 6: 153-169.
- " - 1967: Nematoda. - Teoksessa: BURGESS, A. & RAW, F. (toim.): Soil biology: 197-211. London-New York.
- NURMINEN, M. 1967a: Faunistic notes on North-European enchytraeids (Oligochaeta). - Ann. Zool. Fennici 4: 567-587.

- NURMINEN, M. 1967b: Ecology of enchytraeids (Oligochaeta) in Finnish coniferous forest soil. - *Ann. Zool. Fennici* 4: 147-157.
- O'CONNOR, F.B. 1957: An ecological study of the enchytraeid worm population of a coniferous forest soil. - *Oikos* 8: 161-199.
- " - 1967: The Enchytraeidae. - Teoksessa: BURGESS, A. & RAW, F. (toim.): *Soil biology*: 213-257. London-New York.
- " - 1971: The Enchytraeids. - Teoksessa: PHILLIPSON, J. (toim.): *Quantitative soil ecology*: 83-106. Oxford.
- PAARLAHTI, K. & VARTIOVAARA, U. 1958: Havaintoja luonnontilaisten ja metsäojitettujen soiden pieneliöstöistä. - *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 50(4):11-38.
- PURMONEN, R. 1974: Ojituksen ja lannoituksen vaikutuksesta ITR-ekosysteemin kasvibiomassaan ja perustuotantoon Vilppulassa (Tb). - *14:s. LuK-tutkimielma*, Helsingin yliopiston Kasvitieteen laitos.
- RENKONEN, O. 1938: Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrischen Käferwelt der finnischen Bruchmoore. - *Ann. Zool. Soc. Vanamo* 6(1): 1-231.
- SPRINGETT, J.A. 1970: The distribution and life histories of some moorland Enchytraeidae (Oligochaeta). - *J. Anim. Ecol.* 39: 725-737.
- SPRINGETT, J.A., BRITTAIN, J.E. & SPRINGETT, B.P. 1970: The vertical movement of Enchytraeidae (Oligochaeta) in moorland soils. - *Oikos* 21: 16-21.
- TARRAS-WAHLBERG, N. 1961: The Oribatei of a Central Swedish bog and their environment. - *Oikos*, suppl. 4: 1-56.
- WALLWORK, J.A. 1967: Acari. - Teoksessa: BURGESS, A. & RAW, F. (toim.): *Soil biology*: 363-395. London-New York.



