Jyväskylän yliopiston julkaisuarkisto
Jyväskylä University Digital Archive

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

This is an electronic reprint of the original article.
This reprint *may differ* from the original in pagination and typographic detail.

Author(s): Sjönberg, Tuomo; Valta, Otso; Salonen, Jouni; Figueiredo, Kaisa; Taskinen, Jouni

Title: Makroäyriäisten (Gammaracanthus lacustris, Mysis relicta, Monoporeia affinis, Pallaseopsis quadrispinosa) vuorokausivaellukset Saimaan Paasivedellä; Diel vertical migrations of the macroscopic crustaceans Gammaracanthus lacustris, Mysis relicta, Monoporeia affinis and Pallaseopsis quadrispinosa in Lake Paasivesi, Saimaa

Year: 2010

Version:

Please cite the original version:

Sjönberg, T., Valta, O., Salonen, J., Figueiredo, K., & Taskinen, J. (2010). Makroäyriäisten (Gammaracanthus lacustris, Mysis relicta, Monoporeia affinis, Pallaseopsis quadrispinosa) vuorokausivaellukset Saimaan Paasivedellä; Diel vertical migrations of the macroscopic crustaceans Gammaracanthus lacustris, Mysis relicta, Monoporeia affinis and Pallaseopsis quadrispinosa in Lake Paasivesi, Saimaa. In H. Simola (Ed.), Suurjärviseminaari 2010: Muuttuva ilmasto – muuttuvat vesistöt ja yhteiskunta; Symposium on Large Lakes 2010: Climate change – changing freshwater ecosystems and society. (pp. 117-121). Publications of the University of Eastern Finland - Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences (4). Joensuu: Itä-Suomen yliopisto. Retrieved from http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-0242-9

All material supplied via JYX is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of the repository collections is not permitted, except that material may be duplicated by you for your research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered, whether for sale or otherwise to anyone who is not an authorised user.

Makroäyriäisten (*Gammaracanthus lacustris*, *Mysis relicta*, *Monoporeia affinis*, *Pallaseopsis quadrispinosa*) vuorokausivaellukset Saimaan Paasivedellä

Diel vertical migrations of the macroscopic crustaceans Gammaracanthus lacustris, Mysis relicta, Monoporeia affinis and Pallaseopsis quadrispinosa *in Lake Paasivesi, Saimaa*

Tuomo Sjönberg, Otso Valta, Jouni Salonen, Kaisa Figueiredo[1] & Jouni Taskinen

Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, PL 35, 40014 JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
[1]Itä-Suomen yliopisto, Biologian laitos, PL 111, 80101 JOENSUU

Avainsanat*:* Amphipoda, Crustacea, reliktilaji, vertikaalijakauma, vertikaalivaellus
Keywords: Amphipoda, Crustacea, relict, vertical distribution, diel vertical migration

Abstract

We examined the diel vertical migrations of the macroscopic pelagic relict crustaceans *Gammaracanthus lacustris*, *Mysis relicta*, *Monoporeia affinis* and *Pallaseopsis quadrispinosa* in the deep Lake Paasivesi basin of the Saimaa lake complex. The samples were collected in October 2006 and 2007 using a Hydro-Bios Multi Plankton Sampler onboard the research vessel R/V Muikku. The study provides information about the day-and-night and year-to-year changes in the vertical distribution of these crustaceans. Regarding *G. lacustris* we explored if body size (length), sex or maturity have bearing on the individuals' depth preference or possible diel migrations. We noticed that *G. lacustris* females occur, with very few exceptions, in the deepest waters at 50—60 m, while the individuals occuring in the depth range of 25—45 m are almost exclusively males. Our results did not indicate any diel vertical migration behaviour in *G. lacustris*. In contrast, 24 % of *M. relicta* were observed to ascend to the depths of 1—20 m during the night time. The migrant *M. relicta* are mainly young individuals, less than 14 mm long. A night-time ascent pattern, on the average by about 10 metres, was also observed in *M. affinis* and *P. quadrispinosa.*

Johdanto

Monet vesieliöt, erityisesti planktoneläimet, vaeltavat vertikaalisesti ja siten laajentavat ekolokeroaan (Kalff 2002). Yleisesti eläinplankton esiintyy päiväsai-

Heikki Simola (toim., ed.), Suurjärviseminaari 2010, Symposium on Large Lakes 2010. Publications of the University of Eastern Finland, Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences 4: 117—121.

kaan syvemmällä ja vaeltaa auringonlaskun aikaan ylöspäin, palaten auringonnousun tienoilla takaisin syvemmälle. Jotkut lajit vaeltavat ylös ja alas mattomaisena ”parvena”, kun taas toiset saattavat yön aikana levittäytyä tasaisesti koko vesipatsaaseen (Lampert & Sommer 2007). Vertikaalivaelluksesta on eläinplanktonille selektiivistä etua, vaikka vaeltaminen kuluttaa energiaa ja syvällä oleva kylmempi vesi ja heikompi ravinnontarjonta rajoittavat yksilöiden kasvua ja erityisesti embryoiden kehittymisnopeutta. Luultavasti valon vuorokausirytmiä noudattava jaksollinen vaellus tuo suojaa päivän aikaan näköaistin avulla saalistavilta pedoilta. Vaelluskäyttäytyminen vaikuttaa myös äyriäisten ravinnonhankintaan ja lisääntymiseen käyttämän energian määrään (Lampert 1989).

Aineisto ja menetelmät

Näytteet otettiin Saimaan Paasiveden syvältä selältä 4.10.2006 (päivänäytteet klo 12—17, pimeänäytteet klo 19—23) ja 3.10.2007 (klo 10—15, klo 19—22). Horisontaaliset haavivedot tehtiin tutkimusalus R/V Muikun planktonnoutimella (Hydro-Bios Multi Plankton Sampler). Vedon aikana haavien läpi kulki keskimäärin 35 m^3 vettä. Näytteenottokertoja oli viisi: kaksi päivä- ja kaksi yövetoa vuosilta 2006 ja 2007 sekä yksi päiväveto syvyyksistä 45—60 m vuodelta 2007. Näytteenoton yhteydessä tehtiin myös veden fysikaalis-kemialliset mittaukset pystysuunnassa laskettavalla CTD-luotaimella. Näytteiden makroäyriäiset (jättikatka *Gammaracanthus lacustris*, n=747, jäännehalkoisjalkaäyriäinen *Mysis relicta,* n=8 926, valkokatka *Monoporeia affinis*, (vain vuoden 2007 yksilöt, n=151) ja okakatka *Pallaseopsis quadrispinosa,* n=68) säilöttiin etyylialkoholiin.

Vertailimme makroäyriäisten prosentuaalista syvyysjakaumaa vuoden 2006 päivä- ja yönäytteissä sekä vuoden 2007 päivä- ja yönäytteissä. Vuosien välillä ei näyttänyt olevan merkittävää eroa syvyysjakaumissa, joten yhdistimme molempien vuosien päivävedot yhdeksi muuttujaksi (2006 ja 2007 päivä) ja yövedot toiseksi muuttujaksi (2006 ja 2007 yö). Tarkastelimme yksilöiden prosentuaalisia osuuksia eri syvyyksissä.

Ristiintaulukoinnin ja siitä johdetun χ^2 -testin ja ristitulosuhteen (OR) avulla tarkastelimme eripituisten makroäyriäisten jakautumista kahteen eri syvyysluokkaan. Asetimme pituuksien raja-arvot ensimmäisen ja toisen sukupolven välille pituusfrekvenssien perusteella. Jättikatkan ja jäännehalkoisjalkaäyriäisen pituusjakaumat olivat kaksihuippuisia, jättikatkalla mahdollisesti kolmehuippuisia. Arvioimme myös jättikatkojen ja jäännehalkoisjalkaäyriäisten kokonaisyksilömäärää Paasiveden yli 60 m syvänteessä. Luode-kaakko-suunnassa pitkänomaisen > 60 m syvänteen pinta-ala on n. 600 000 m^2 (n. 2000 m x n. 300 m). Jättikatkan kohdalla käytimme syvänteen vesitilavuuden (36 000 000 m^3) kolmasosaa, koska jättikatkat esiintyvät pääosin 40—60 m syvyyksissä. Yksilötiheydet

kuutiometriä kohden laskettiin jakamalla haaviin jäänyt yksilömäärä haavin läpi menneen vesimäärän tilavuudella (yksilöä m^{-3}). Arvioitu kokonaisyksilömäärä kullekin lajille saatiin (ks. tulokset) syvänteen tilavuuden ja yksilötiheyden tulona. Valkokatkan osalta tutkimme ainoastaan vuoden 2007 aineiston. Valkokatkojen vertikaalivaellusta tutkimme kuvaajan lisäksi laskemalla niiden esiintymistiheyden (yksilömäärä m^{-3}) päivällä ja yöllä.

Tulokset

Jättikatkoilla ei esiintynyt vuorokaudenaikaista vertikaalivaellusta (kuva 1). Vuosien 2006 ja 2007 syvyysjakaumissa ei myöskään ollut merkittävää eroa. Ristitulosuhteista nähdään, että 35—45 m syvyydessä esiintyvien yksilöiden lukumäärän suhde 50—60 m syvyyksissä esiintyviin yksilöihin oli alle 25 mm pituisten jättikatkojen joukossa 2,5-kertainen verrattuna yli 25 mm pituisiin jättikatkoihin. Ristitulosuhteista näimme myös, että 35—45 m syvyydessä esiintyvien yksilöiden lukumäärän suhde 50—60 m syvyyksissä esiintyviin yksilöihin oli koiraiden joukossa nelinkertainen verrattuna naaraisiin vuonna 2007. Jättikatkojen arvioiduksi kokonaisyksilömääräksi Paasiveden yli 60 m syvänteessä (40—60 m syvyyksissä) laskimme n. 2,5 miljoonaa yksilöä. Yksilötiheys oli n. 0,210 yksilöä m^{-3}.

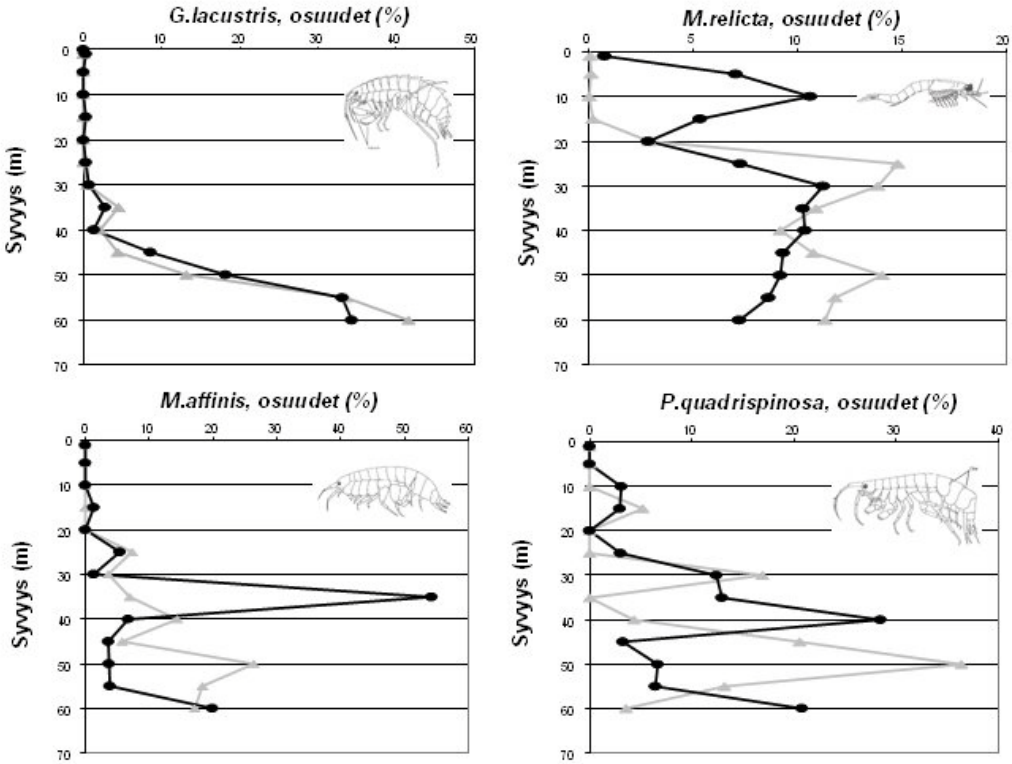
Jäännehalkoisjalkaisilla todettiin hyvin selvä vuorokautinen vertikaalivaellus (kuva 1). Yöllä 0—15 m syvyyteen nousi yksilöitä hyvin runsaasti, mutta päivällä yksilömäärät tässä syvyysvyöhykkeessä olivat erittäin alhaiset. Yöllä 1—20 m syvyydessä esiintyvät yksilöt ovat suurelta osin alle 14 mm mittaisia pieniä yksilöitä (χ^2_{2006}=164,267, p=0,001 ja χ^2_{2007}=46,998, p<0,0001). Jäännehalkoisjalkaisen kokonaisyksilömääräksi >60 m syvänteessä laskimme n. 43,6 miljoonaa.

Valkokatkojen vertikaalivaelluksen esiintymistä tukee esiintymispiikki 30—40 m syvyydessä yöaikaan (kuva 1). Yöllä valkokatkojen esiintymistiheys oli myös kolme kertaa suurempi (0,068 yksilöä m^{-3}) kuin päivällä (0,023 yksilöä m^{-3}), mikä voi olla osoitus siitä, että yöllä vaelsi tutkittuun vesikerrokseen yksilöitä syvemmältä, 60—70 m:n syvyydestä.

Alle 3 mm pituiset yksilöt olivat öisin tilastollisesti merkitsevästi runsaampina syvyydessä 35—45 m kuin tätä suuremmat yksilöt (χ^2=4,221, p=0,039). Pienen okakatka-aineistomme (n=63) syvyysjakaumissa näkyy mielenkiintoisia eroja vuorokaudenaikojen välillä (kuva 1). 1—40 m syvyydessä esiintyneistä okakatkoista (n = 68) 35 % oli alle 10 mm pituisia ja 65 % yli 10 mm pituisia.

Tulosten tarkastelu

Jättikatkalle ei ole kehittynyt vertikaalivaellusta. Niiden voisi olettaa säätelevän syvyyttään valaistuksen ja myös veden lämpötilan mukaan. Jos jättikatkalle vertikaalivaelluksesta koituva nettoenergiahyöty jäisi negatiiviseksi, tämä voisi olla



Kuva 1. Makroäyriäisten syvyysosuudet päivällä (klo 10—17) ja yöllä (klo 19—23) 4.10.2006 ja 3.10.2007. Musta viiva on yönäytteet ja harmaa viiva on päivänäytteet. *G. lacustris* n=733, *M. relicta* n=8184, *M. affinis* n=143, *P. quadrispinosa* n=63. *Depth distributions of the studied macrocrustaceans at day-time (10 a.m.–17 p.m.) and at night (19—23 p.m.); pooled samples collected on 4.10.2006 and 3.10.2007. Black line shows the night results and gray line those for the daytimes.* G. lacustris *n=733,* M. relicta *n=8184,* M. affinis *n=143,* P. quadrispinosa *n=63.*

evolutiivinen selitys vertikaalivaelluksen puuttumiselle. Huonot olosuhteet, kuten hapen puute, voi saada eläinplanktonin vaeltamaan ylempään vesikerrokseen (Lampert 1989). Saimaan Paasiveden syvänteen happiolosuhteet eivät kuitenkaan ole huonot. Tutkimuksemme mukaan n. 94 % jättikatkoista esiintyy 45—60 m syvyyksissä vuorokaudenajasta riippumatta. Vuoden 2007 aineistosta käy kuitenkin ilmi, että jättikatkanaaraat pysyttelevät 55 m alapuolella ja 35—0 m syvyyksissä esiintyvistä yksilöistä (n. 28 % aineistosta) on 90 % koiraita.

Vertikaalivaelluksen energiakustannusta arvioitaessa täytyy ottaa huomioon predaatioriskin suhde saavutettuun kasvunopeuden lisääntymiseen. Nuorilla yksilöillä kasvunopeudessa saavutettu hyöty on suurempi ja ylemmissä vesikerroksissa tavattavat yksilöt ovat useammin nuoria. Valkokatkapopulaatio piene-

nee selvästi elo–lokakuussa, kun vertikaalivaellus on voimakkainta, joten predaation aiheuttamat tappiot ovat merkittäviä (Donner & Lindström 1980).

Jäännehalkoisjalkaäyriäisistä 48 %, valkokatkoista 68 % ja okakatkoista 74 % esiintyi päiväaikaan samoissa syvyyksissä (45—60 m) yhdessä jättikatkan kanssa, vaikka ne kaikki ovat oletettavasti jättikatkan ravintoa. Yöaikaan jäännehalkoisjalkaäyriäistä 34 %, valkokatkoista 31 % ja okakatkoista 37 % esiintyy 45—60 m syvyyksissä eli jättikatkalle on tarjolla vähemmän ravintokohteita yöaikaan. Voisi olettaa, että jättikatka pyydystää yöaikaan passiivisemmin ravintoa, jos reliktiäyriäisen vähentyneellä tiheydellä on merkitystä jättikatkalle. Valkokatkan ja okakatkan vertikaalivaellukset 30—40 m syvyyksiin, eli jättikatkojen yläpuolelle, saattavat liittyä predaatioriskin pienenemiseen. Se, että jäännehalkoisjalkaäyriäisistä 24 % vaeltaa yön ajaksi 1—20 m syvyyteen, johtunee siitä, että näin ne hyödyntävät ekosysteemin tarjoamat resurssit parhaalla mahdollisella tavalla. Muiden kuoriäyriäisten aiheuttamalla kilpailulla tuskin on suurta vaikutusta niiden vaelluskäyttäytymiseen, sillä jäännehalkoisjalkaäyriäisten tiheys on 1—60 m syvyyksissä kahdeksankertainen jättikatkaan, 28-kertainen valkokatkaan (v. 2007) ja 127-kertainen okakatkaan verrattuna.

Kirjallisuus

Donner, K. O. & Lindström M. 1980. Sensitivity to light and circadian activity of Pontoporeia affinis (Crustacea, Amphipoda). Annales Zoologici Fennici 17: 203—212.

Kalff, J. 2002. Limnology. Prentice-Hall inc, New York, 592 p.

Lampert, W. 1989. The adaptive significance of diel vertical migrations of zooplankton. Functional Ecology 3: 21—27.

Lampert, W. & Sommer U. 2007. Limnoecology, The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press, New York, 324 p.