

A C T A A D R I A T I C A

INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO — SPLIT
FNR JUGOSLAVIJA

Vol. IX No. 6

**DNEVNA MIGRACIJA I SEZONSKA
VERTIKALNA RASPODJELA ZOOPLANKTONA
DUBLJEG MORA**

Migration journalière et distribution saisonnière verticale
du zooplancton dans la région profonde de l'Adriatique

Jure Hure



SPLIT 1961

DNEVNA MIGRACIJA I SEZONSKA VERTIKALNA RASPODJELA ZOOPLANKTONA DUBLJEG MORA

MIGRATION JOURNALIÈRE ET DISTRIBUTION SAISONNIÈRE VERTICALE DU
ZOOPLANCTON DANS LA RÉGION PROFONDE DE L'ADRIATIQUE.

Jure Hure

Biološki institut, Dubrovnik

UVOD

U radu o vertikalnoj distribuciji zooplanktona na području otvorenoga mora južnoga Jadrana iznesene su izvjesne općenitosti u pogledu pojavljivanja, promjena gustoće i sezone vertikalne raspodjele planktonskih životinja kroz razdoblje od jedne godine (Hure, 1955). Podaci, koji se odnose na vertikalnu raspodjelu, pokazali su da se je u proljeću i ljetu jezgra populacije znatnog broja vrsta nalazila van dohvata sabiranja materijala i da se izrazito dubinske vrste pojavljuju u slojevima u kojima su izvršena ispitivanja (od 0 do 150 m) skoro isključivo za vrijeme zime i to najčešće u februaru i martu, kada se uspostavlja homotermna stratifikacija svih slojeva. Na taj način nije se mogla na toj postaji odrediti stvarna vrijednost srednje dnevne razine i raširenja za sve kvantitativno važnije zooplanktonte. Kako se je, međutim, pokazalo da dubokomorske vrste sačinjavaju priličan dio zooplanktonske biomase otvorenih voda u južnom Jadranu, smatrali smo da će biti od koristi, ako se upotpune prijašnji podaci o srednjoj dnevnoj razini i raširenju, i to je bio jedan od zadataka ovoga rada.

Poznato je da vertikalnu distribuciju planktonskih organizama uvjetuje niz faktora od kojih primarnu važnost imaju svjetlost i temperatura mora. Utjecaj temperature ispoljava se jedino tokom godine, dok je svjetlost, kao utjecajni faktor, od važnosti naročito pri izmjeni dana i noći, ali i slijedom godišnjih doba, iako u znatno manjoj mjeri. Sezonska vertikalna distribucija zooplanktona bila je ranije izučavana jedino u vezi s temperaturom, dok se je faktor svjetlosti nastojao što više eliminirati tim što se je izvršenje terenskog rada usklađivao po mogućnosti prema jednakim uvjetima danje svjetlosti kroz cijelu godinu. Tako je ostala neispitana dnevna migracija zooplanktona, a isto tako ostao je nepoznat efekat faktora svjetlosti, koliko u odnosu na dnevnu migraciju, toliko i na samu sezonsku vertikalnu raspodjelu organizama u moru.

Studij dnevne migracije planktonskih životinja započeo je relativno rano. Prve podatke donosi već Cuvier (1817) kad kaže da se dafnije zadržavaju bliže površini ujutro i navečer, nego za vrijeme punog danjeg osvjetljenja. Kasniji autori nalaze sličnu pojavu kod svih grupa planktonskih životinja i nastavljaju s opisivanjem noćne migracije iz dubina prema površinskim slojevima. Tako na pr. Rang (1828) piše da se pteropod *Hyalocylis striata* može naći na površini samo poslije zalaza sunca. Slično kaže Weismann (1874) za *Leptodora hyalina*. U izvještajima ekspedicije »CHALLENGER« iznosi Brady (1883) da su ostrakodi i kopepodi bili ulovljeni na površini samo noću. Postepeno se usavršava metodika istraživanja, i noviji radovi donose detaljnije podatke o migraciji planktonskih životinja (Fowler, 1905; Michael, 1911; Esterly, 1923; Rose, 1925; Farran, 1926; Nicholls, 1933; Clarke, 1934; Fraser, 1937; Waterman, Nunnemacher, Chace & Clarke, 1939; i mnogi drugi). U tom razdoblju naročito se ističu radovi Russell-a (1925—1934) u Engleskom Kanalu. Oni su bili glavni inspirator mnogim radovima u drugim morima na području vertikalne migracije zadnjih tridesetak godina. Međutim, za Jadransko more, pa čak ni za Sredozemno more, nema o tome skoro nikakvih podataka.

Poznavanje vertikalne migracije korisno je za svestranije objašnjenje mnogih važnih problema u moru. U prvom redu, aktivna vertikalna pomicanja uzrokuju nejednaku i promjenljivu dubinsku podjelu kvantitete zooplanktona, koje je poznavanje nužno kod određivanja ukupne veličine biomase, kao i stupnja njene hranjive vrijednosti. Nadalje, podaci o vertikalnoj migraciji pružaju mogućnost za potpunije razjašnjenje horizontalne rasprostranjenosti pojedinih zooplaktonskih vrsta, u čemu je Jadransko more naročito zanimljivo. Ono je prirodnim mostom podijeljeno na sjeverozapadni plići dio, koji je samo u kotlini Jabuke dubok nešto više od 200 m i na jugoistočni dio s najvećom dubinom oko 1300 m. Duboki Jadran predstavlja, prema tome, jedno odijeljeno životno područje s prilično stabilnijim fizikalno-kemijskim svojstvima, nego što je to u njegovom sjeverozapadnm dijelu. Već su dosadašnji istraživači (Steuer, 1910; Fr ü c h t l, 1920—1924) upozorili na činjenicu da u Jadranskom moru imaju najveće horizontalno rasprostranjenje vrste koje žive najbliže površini. Međutim, njihove konstatacije temelje se na malom materijalu ekspedicije »NAJADE« i putovanja »R. VIRCHOW« i ne posjeduju dovoljno podataka o vertikalnoj migraciji. Izneseni podaci o ovom radu, dakle, mogu poslužiti za bolje objašnjenje horizontalne rasprostranjenosti zooplanktona u Jadranu i pružaju osnovu za daljnja kvantitativna istraživanja, koja su od najvećeg interesa u savremenom istraživanju mora uopće.

Istraživanja su dovršena zahvaljujući pomoći koju su mi pružile Uprave Biološkog instituta i Gradskog muzeja u Dubrovniku. Posebnu zahvalnost dugujem Prof. dr. T. Gamulinu, koji je odredio skupinu sifonofora i koji je uvijek bio spreman da mi svojim savjetom pomogne.

MATERIJAL I METODIKA

Materijal je sakupljen u južnom Jadranu na dvije stalne postaje od 4. juna 1956. do 15. maja 1957. godine. Postaje se nalaze 9 i 11 nautičkih milja južno od svjetionika Sv. Andrije (Dubrovnik) na dubini cca 220 m i 320 m i 330 m (17° 57' 20" g. d., 42° 32' 25" g. š. i 17° 57' 20" g. d., 42° 32' 15" g. š.). Za lov planktona upotrebljena je svilena mreža na zapor tipa Nansen: 1 m dijametra i 3,5 m dužine. Gornji dio mreže načinjen je od »Griessgaze« No. 50 (22 niti na 1 cm), a donji čunjasti dio od finije mlinarske svile No. 3 (26 niti na 1 cm).

Na plićoj postaji vertikalni potezi učinjeni su u 6 slojeva: prvi od 200 do 150 m, a ostali do površine svakih 30 m. Dublja postaja (300 m) podijeljena je na 6 jednakih dijelova, tako da je svaki vertikalni potez obuhvatio sloj od 50 m. Sve lovine na obim postajama učinjene su na isti način i na istom mjestu. Dubina je uvijek bila kontrolirana brojčanicom, i mreža se je zatvarala zatvaračem nakon što je obuhvatila čitav sloj mora s najvećom greškom od $\pm 1,5$ m dubinske razlike. Vrijeme, koje je bilo potrebno da se izvrši jedna serija poteza, iznosilo je na plićoj postaji cca 1^h, na dubljoj skoro dvostruko.

U svrhu studija dnevne migracije zooplanktona izvršena je svaka 3 sata u razdoblju od 24 sata po jedna serija vertikalnih poteza. Na slikama su serije označene onim satom koji je bio najbliži u času kada se je završavala polovica serije. Lovine, koje su poslužile radi izučavanja sezone vertikalne raspodjele vrsta dubljeg mora, izvršene su za vrijeme dana od 10^h do najkasnije 12^h.

Rad se bazira na materijalu koji je sakupljen u slijedećim terminima:

— Juni, 4.—5. i 20.—21. 1956. Dvije 24-satne serije od 0 do 200 m dubine. Prva 24-satna serija izvršena je za vrijeme uštapa, a druga za mladaka. Vremenske prilike u oba slučaja bile su povoljne kroz cijeli period od 24 sata: nebo potpuno vedro, bez daška vjetra, more zrcalno mirno sa slabim površinskim strujanjem.

— Septembar, 21.—22. 1956. Jedna 24-satna serija od 0 do 200 m dubine. Vremenske prilike bile su slične kao u junu. Nebo je bilo vedro do pred zalaz sunca, kada se je dijelom naoblačilo nad horizontom. More mirno bez osjetnog strujanja. Mjesec tri dana pred prvu četvrt.

— Septembar, 21. i 30. 1956. Dvije jedno-satne danje serije od 0 do 200 m i to u prvom terminu za vedra dana, a u drugom za potpune naoblake. More u obim prilikama mirno, strujanje slabo.

— Mart, 3.—4. 1957. Jedna 24-satna serija od 0 do 300 m dubine. Vrijeme nepogodno za terenski rad na moru: nebo većim dijelom naoblačeno, vjetar s kopna promjenljive jačine, more srednje valovito s prilično jakom strujom u smjeru glavne jadranske struje. Mjesec u fazi mladaka.

— August, 1956. — maj, 1957. U svim godišnjim dobima izvršena je po jedna serija lovina od 0 do 300 m dubine. Vremenske i maregrafske prilike u svim mjesecima, osim u martu, vrlo povoljne.

Temperatura mora mjerena je redovito obitljivim termometrom na nekoliko točaka od površine do dna. Paralelno su vršena mjerenja prozirnosti morske vode Secchijevim diskom.

Lovine su odmah konzervirane u 2,5% neutraliziranom formolu. Sav materijal je bio skoro uvijek u cijelosti determiniran. Iznimno kod skupine kopepoda služili smo se parcijalnim brojanjem, pri čemu je uzimana u obzir dva puta po $\frac{1}{4}$ lovine i radi točnijih podataka izračunavan je srednjak. Pripadnost mlađih stadija nije se mogla odrediti kod većine vrsta. Tamo gdje je to bilo moguće, uzeti su posebno u razmatranje samo kod nekoliko kvantitativno važnijih vrsta.

U ovom radu donose se podaci o dnevnoj migraciji za sve kvantitativno važnije grupe, osim za dekapodne larve i pteropode, koje zbog poteškoća u određivanju ili malog broja primjeraka nisu uzete u obzir.

Upotrebljeni su slijedeći ekološko-tehnički termini koji potječu iz rada: The zooplankton of the upper waters of the Bermuda area of the North Atlantic, H. B. Moore, 1949.

Srednja dnevna razina (Mean day-level). Za svaku seriju lovina od površine do dna izračunata je dubina iznad koje je nađeno 50% primjeraka neke vrste. Srednja vrijednost tih dubina svih serija kroz godinu označuje srednju dnevnu razinu.

Raširenje (Spread) je dubinska razlika između 25% i 75% srednje dnevne razine, određene na isti način kao gornji termin.

Danje-noćno prostiranje (Day-night range) pokazuje razliku u dubini između 50% dnevne i noćne razine.

Danje:noćni razmjer (Day:night ratio) označuje procentualni odnos između totalne dnevne populacije od površine do 150 m dubine i njenog porasta u noći. Tako 100 pokazuje da nema noćnog porasta od ispod 150 m, a 0 da se je čitava populacija povratila ispod 150 m za vrijeme dana.

Korelacija dnevne razine s naoblakom (Correlation of day-level with cloud) jest dubinska razlika dnevne razine između potpuno vedra i oblačna dana.

Korelacija noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem (Correlation of night surface abundance with moonlight) pokazuje razliku u kvantiteti na površini mora između lovina izvršenih za puna mjeseca i mlađaka. Pozitivna korelacija znači da je kvantiteta za puna mjeseca bila veća, nego za mlađaka. U protivnom slučaju označena je terminom nema ili negativna.

PODACI

Medusae

Laodicea undulata Forbes & Goodsir.

Tri primjerka 4. juna u dubini od 0 do 60 m.

Obelia dichotoma L.

Dva primjerka 6. decembra u sloju od 90 do 120 m.

Aequorea forskalea Péron & Lesueur.

Jedan primjerak 21. juna u sloju od 0 do 30 m.

Rhopalonema velatum Gegenbaur.

Ta najbrojnija meduza nije pokazala ni u jedno godišnje doba izrazitiije danje-noćno pomicanje. Nema korelacije dnevne razine s naoblakom, niti korelacije noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem. Srednja dnevna razina 85 m (90 m), raširenje 45 m (45 m)¹.

Aglaura hemistoma Péron & Lesueur.

Neprekidno se nalazi brojnije samo u sloju od 0 do 30 m. U većim dubinama je rijetka i najčešće se pojavljuje u pojedinačnim primjercima. Po Thiele-u (1935) maksimum se kvantitete te vrste nalazi u dubini od 0 do 50 m. Nema korelacije dnevne razine s naoblakom, niti korelacije noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem. Srednja dnevna razina 35 m, raširenje 35 m.

Solmaris solmaris Gegenbaur.

Jedan primjerak 21. juna u sloju od 0 do 30 m.

Siphonophorae

(Sve sifonofore odredio T. Gamulin)

Hippopodius hippopus Forskal.

U južnom Jadranu pojavljuje se brojnije samo u martu (Hure, 1955). Dnevna migracija naslućuje se u svim sezonama, ali se nije mogla pouzdano utvrditi zbog malog broja primjeraka.

Abylopsis tetragona Otto.

Pojavljuje se sporadično u pojedinačnim primjercima pretežno u površinskom sloju.

Muggiaea kochi Will (sl. 1).

Izrazito površinska vrsta, koja se u slojevima ispod 30 m nalazi samo za vrijeme dana i to najčešće u manjim količinama. Nema noćnog porasta iz dubine ispod 150 m. Danje-noćno prostiranje u junu 30 m. Nema korelacije dnevne razine s naoblakom, niti korelacije noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem. Srednja dnevna razina 25 m (30 m), raširenje 25 m (30 m).

¹ Podaci u zagradama o srednjoj dnevnoj razini i raširenju potječu iz prijašnjeg rada (Hure, 1955).

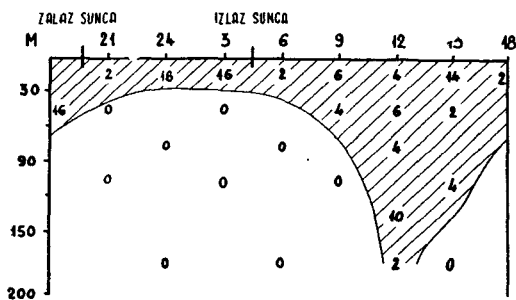


FIG. 1

Muggiaea kochi

Sl. 1. Dnevna migracija 4-5. juna 1956. Na svim slikama, koje pokazuju dnevnu migraciju pojedinih vrsta, iznesene vrijednosti označuju broj ulovljenih primjeraka.

Fig. 1. Migration journalière 4-5 juin 1956. Sur toutes les figures représentant la migration, au cours de la journée, de chacune des espèces, les valeurs indiquées désignent le nombre des exemplaires récoltées.

Chelophyes appendiculata Eschscholtz (sl. 2).

Pojavljuje se brojnije samo u septembru što se podudara s dosadašnjim podacima iz tog područja (Hure, 1955). Čini se da je dnevna migracija dobro izražena u svim godišnjim dobima. Slabi noćni porast iz dubine ispod 150 m; danje: noćni razmjer 90. Danje-noćno prostiranje 30 m. Dobra korelacija noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem. Srednja dnevna razina 70 m (55 m), raširenje 65 m (50 m).

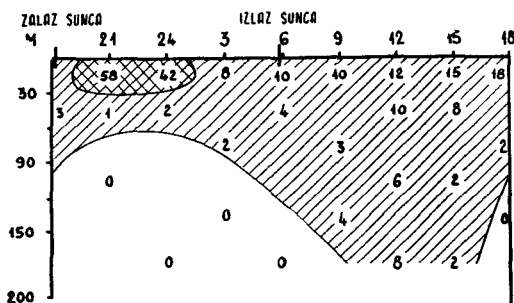


FIG. 2

Chelophyes appendiculata

Sl. 2. Dnevna migracija 21.-22. septembra 1956.

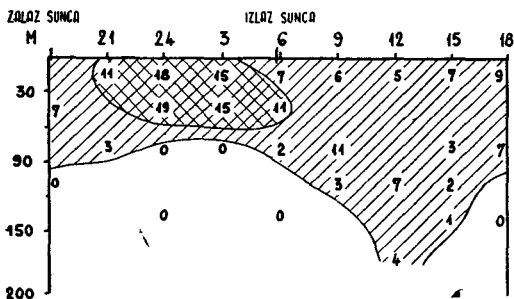


FIG. 3

Eudoxoides spiralis

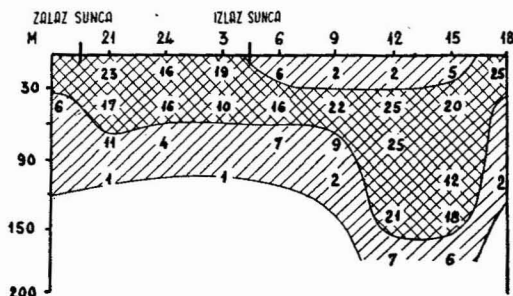
Sl. 3. Dnevna migracija 21.-22. septembra 1956.

Eudoxoides spiralis Bigelow (sl. 3).

Najizrazitije noćno pomicanje prema površinskim slojevima pokazalo se u septembru. Slabi noćni porast iz dubine ispod 150 m. Danje-noćno prostiranje u septembru 35 m. Dobra korelacija dnevne razine s naoblakom. Slaba korelacija noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem. Srednja dnevna razina 60 m (60 m), raširenje 55 m (50 m).

Lensia subtilis Chun (sl. 4).

Nešto jasnija dnevna migracija konstatirana je samo u junu. Danje : noćni razmjer u junu 85; danje-noćno prostiranje 25 m. Slaba korelacija ili nema korelacije dnevne razine s naoblakom. Dobra korelacija noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem. Srednja dnevna razina 70 m (65 m), raširenje 55 m (50 m).



Lensia subtilis

Sl. 4. Dnevna migracija 4.-5. juna 1956.

FIG. 4.

Lensia campanella Moser.

Pojavljuje se u manjim količinama tako da se dnevna migracija nije mogla pouzdano utvrditi.

Lensia fowleri Bigelow.

Nalazi se sporadično u pojedinačnim primjercima i to uglavnom u dubljim slojevima mora.

Lensia meteori Leloup (sl. 5).

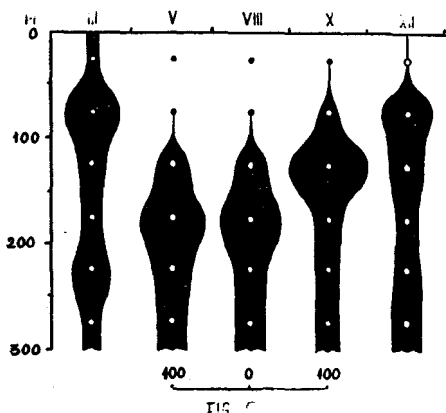
Dubinska vrsta, koja se pojavljuje danju u slojevima iznad 50 m jedino za vrijeme homotermne stratifikacije i to najčešće u pojedinačnim primjercima. Lagana dnevna migracija konstatirana je samo u martu. Neznatan noćni porast iz dubine ispod 150 m. Danje-noćno prostiranje u martu 20 m. Slaba korelacija dnevne razine s naoblakom. Srednja dnevna razina 160 m (95 m), raširenje 100 m (35 m).

Galettia chuni Lens & Van Riemsdijk.

Konstatirana je u pojedinačnim primjercima od septembra do marta pretežno u sloju od 0 do 30 m.

Halistema spec.

Nađeno je samo u junu 15 nektofora u površinskom sloju.



Lensia meteori

Sl. 5. Vertikalna distribucija. Na svim slikama vertikalna distribucija prikazana je za svaku seriju lovina od 0 do 300 m dubine na osnovu procentualnih vrijednosti. Crne tačke pokazuju da nije ulovljen nijedan primjerak.

Fig. 5. Distribution verticale. Sur toutes les figures, la distribution verticale est indiquée pour chaque série de pêches, de 0 à 300 m de profondeur, en se basant sur les valeurs %. Les points noirs signifient qu'aucun exemplaire n'a été récolté.

Polychaeta

Lopadorhynchus uncinatus Fauvel.

Jedan primjerak 21. septembra u sloju od 90 do 120 m.

Alciopa cantrainii Delle Chiaje.

Dva primjerka 21. septembra u dubini od 30 do 90 m.

Vanadis formosa Claparède.

Devet primjeraka u septembru i martu u dubini od 30 do 200 m.

Tomopteris helgolandica Greeff.

Jedan primjerak 22. septembra u sloju od 90 do 120 m.

Tomopteris elengans Chun.

Ta najčešća jadranska vrsta (Hure, 1955; Zei, 1956) bila je jedina koja je nađena u našem materijalu u nešto većem broju. Ukupno je ulovljeno 85 primjeraka i to u junu u dubini ispod 30 m, a u septembru i martu i na površini. Zbog malog broja primjeraka dnevna migracija se nije mogla pouzdano utvrditi, iako se dade naslutiti u svim godišnjim dobima.

Phyllopoda

Evadne spinifera P. E. Müller.

Pojavljuje se u toplijim godišnjim dobima samo u površinskom sloju od 0 do 30 m dubine.

Evadne tergestina Claus.

Pokazuje slično pojavljivanje kroz godinu kao i prethodna vrsta, ali je kvantitativno od nešto veće važnosti.

Ostracoda

Archiconchoecia striata G. W. Müller (sl. 6, 7).

Izrazito dubinska vrsta, koja se čitave godine za danjeg osvjetljenja pojavljuje samo u dubini ispod 50 m. Za vrijeme noći pokazuje, naročito u septembru, intenzivno pomicanje prema površinskim slojevima. Danje : noćni razmjor 15. Danje-noćno prostiranje u septembru 100 m. Srednja dnevna razina 205 m, raširenje 55 m.

Archiconchoecia striata

Sl. 6. Vertikalna distribucija.

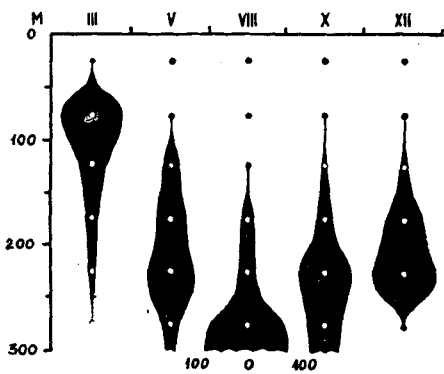


FIG. 6

Archiconchoecia striata

Sl. 7. Dnevna migracija 21.-22. septembra 1956.

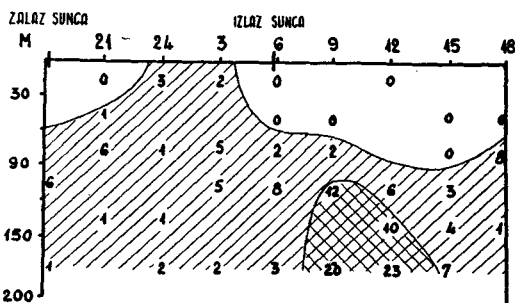


FIG. 7

Conchoecia spinirostris Claus (sl. 8).

Lagano noćno pomicanje prema površinskim slojevima zapaženo je u svim godišnjim dobima. Najintenzivnije je u junu, kada se ta vrsta za danjeg osvjetljenja nalazi u dubini ispod 30 m. Nema većeg noćnog porasta iz dubine ispod 150 m; danje : noćni razmjor 85. Danje-noćno prostiranje u junu 70 m. Dobra korelacija dnevne razine s naoblakom i dobra korelacija noćnog površinskog porasta u vezi s mjesečevim osvjetljenjem. Srednja dnevna razina 80 m (80 m), raširenje 70 m (50 m).

3. Zapazilo se da je vrijeme pojavljivanja na površini u noći različito kod pojedinih životinja. Površinske vrste nalaze se redovito na površini u sumraku ili čak još prije zalaza sunca, dok dubinske forme dopijevaju u površinske slojeve najčešće u kasnoj noći (*Archiconchoecia striata*, *Conchoecia chausi*, *Aetideus armatus*, *Euaetideus giesbrechti*, *Pleuromamma gracilis*, *Scolocithricella dentata*, *Corycaeus furcifer*, *Krohnita subtilis*).

4. Konstatiralo se da se porast volumena na površini za vrijeme noći ne podudara u svim terminima sinhrono sa zalazom sunca. U septembru je skoro redovito kod mnogih vrsta taj porast zapažen ranije, nego u junu, a u martu ranije, nego u septembru. Međutim, smanjenje volumena na površini u zoru podudaralo se u junu i septembru s izlaskom sunca (sl. 60 i 61). Čini se da je ta pojava u vezi s dubinom u kojoj životinje žive za vrijeme dana i sa sezonskim razlikama u kvantiteti površinskih vrsta.

5. Fenomen ponoćnog tonjenja zapažen je pouzdano samo kod dvije vrste (*Oncaea mediterranea* i *Sagitta enflata*), ali se dao naslutiti kod nekih životinja, koje se pojavljuju na površini u sumraku ili prije zalaza sunca (*Lensia subtilis*, *Sagitta serratodentata*, *Sagitta minima*).

6. Pokazalo se da su mnoge vrste obilnije na površini za puna mjeseca i da je stupanj koncentracije najveći kod dubinskih vrsta i onih koje obavljaju veliku dnevnu migraciju (*Conchoecia spinirostris*, *Conchoecia clausi*, *Calanus gracilis*, *Euaetideus giesbrechti*, *Scolocithricella dentata*, *Pleuromamma gracilis*, *Styloclerion suhmii*).

7. Izneseni podaci na tabeli III o korelaciji dnevne razine s naoblakom potvrđuju navode brojnih autora da se mnoge vrste zadržavaju bliže površini za naoblake, nego za sunčana dana.

8. Ustanovilo se da je u svim terminima biomasa cjelokupnog zooplanktona od površine do dna približno jednaka za vrijeme dana i noći. Međutim, pokazalo se da biomasa po slojevima znatno varira u junu i septembru, dok je za homotermne stratifikacije, tj. u martu, bila bez većih razlika. Ta pojava potvrđuje iznesenu konstataciju, da je dnevna migracija planktonskih životinja najveća u junu i da je tada obavlja najveći broj vrsta. U martu se, naprotiv, znatno umanjuje, i ograničena je na mali broj vrsta dubljeg mora, koje ne utječu bitno na promjene biomase po slojevima.

9. Moglo se utvrditi da je veličina, vrijeme i trajanje horizontalne migracije planktonskih životinja iz dubinskih voda južnog Jadrana prema sjeveru ovisno prvenstveno o dubini, u kojoj se pojedine vrste zadržavaju tokom godine, i o karakteru njihove vertikalne migracije.

10. Mnoge vrste, koje su u sjevernom i srednjem Jadranu poznate kao vrlo rijetke, bile su u ovom području često puta od veće kvantitativne važnosti. Pored toga, nađen je priličan broj novih vrsta za Jadran, što pokazuje da su ove vode i u kvalitativnom pogledu još uvijek nedovoljno poznate.

LITERATURA

- Brady, G. S. 1883. Copepoda. Rep. Sci. Results Challenger, 8, 23.
- Clarke, G. L. 1934. Further observations on the diurnal migration of copepoda in the Gulf of Maine. Biol. Bull. Wood's Hole, 67, 432.
- 1934. The diurnal migration of copepods in St George's harbour, Bermuda. Biol. Bull. Wood's Hole, 67, 456.
- Cushing, D. H. 1951. The vertical migration of planktonic crustacea. Biol. Revs. Cambridge Phil. Soc., 26, 158.
- Esterly, C. O. 1911. Diurnal migrations of *Calanus finmarchicus* in the San Diego region during 1909. Int. Rev. Hydrobiol., 4, 140.
- 1923. Preliminary statistical report on the occurrence of marine copepoda in the plankton at La Jolla, California. Univ. Calif. Publ. Zool., 22, 417.
- Farran, G. P. 1926. Biscayan plankton collected during a cruise of H. M. S. Research, 1900. XIV. The Copepoda. J. linn. Soc. Zool., 36, 219.
- 1947. Vertical distribution of plankton (*Sagitta*, *Calanus*, and *Metridia*) off the south coast of Ireland. Proc. R. Irish Acad., 51, 121.
- Fowler, G. H. 1905. Biscayan Plankton collected during a cruise of H. M. S. Research, 1900. III. Chaetognatha. Trans. linn. Soc. Lond. Zool., 10, 55.
- Fraser, F. C. 1937. On the development and distribution of the young stages of krill (*Euphausia superba*). Discovery, 14, 3.
- Früchtl, F. 1920. Planktoncopepoden aus der nörd. Adria. Sitzber. d. Akad. d. Wis. Wien, 129, 463.
- 1923. Notizen über die Variabilität nordadriatischer Planktoncopepoden. (Verhandlungen d. Zool.-bot. Gesell., 73, 135).
- 1924. Beitrag zur Kenntnis der qualitativen und quantitativen Verbreitung nördadriatischer Planktoncopepoden und ihrer Epibionten. Ibid. 132.
- Gamulin, T. 1939. Kvalitativna i kvantitativna istraživanja planktonskih kopepoda u istočnim obalnim vodama srednjega Jadrana tokom godine 1936/37. Jugosl. Akad. Znan. i Umjet. Prirodoslovna istraživanja, 22, 97.
- Zooplankton istočne obale Jadrana (u pripremi).
- Hoenigman, J. 1955. Contribution a la connaissance des especes zooplanctoniques dans l'Adriatique. Bull. Scient., Yougoslavia, 2, 2.
- Hure, J. 1955. Distribution annuelle verticale du zooplancton sur une station de l'Adriatique meridionale. Acta Adriatica, 7, (7).
- Michael, E. L. 1911. Classification and vertical distribution of the Chaetognatha of the San Diego region. Univ. Calif. Publ. Zool., 8, 21.
- Moore, H. B. 1949. The zooplankton of the upper waters of Bermuda area of the North Atlantic. Bull. Bingh. Ocean. Coll., 12, (2).
- 1953. Plankton of the Florida Current. II. Siphonophora. Bull. Mar. Sci. Gulf. and Caribbean, 2, 559.
- Moore, H. B., Owre, H., Jones, E. C. and T. Dow, 1953. Plankton of the Florida Current. III. The control of the vertical distribution of zooplankton in the daytime by light and temperature. Bull. Mar. Sci. Gulf. and Caribbean, 3, 83.
- Nicholls, A. C. 1933. On the biology of *Calanus finmarchicus*. III. Vertical distribution and diurnal migration in the Clyde sea area. J. Mar. biol. Ass. U. K., 19, 139.
- Oberwimmer, A. 1898. Mollusken. II. Heteropoden und Pteropoden. Sinusigera. Gesammelt von S. M. Schiff »Pola« 1890-94. Zool. Ergebn. X., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, 65, 573.

- Rang, M. 1828. Notes sur quelques Mollusques nouveaux appartenant au genre Cléodore, et établissement et monographie du sous-genre Créseis. Ann. Sci. nat., 13, 302.
- Rose, M. 1925. Contribution à l'étude de la biologie du plankton; le problème des migrations verticales journalières. Arch. Zool. exp. gén., 64, 387.
- Russell, F. S. 1925. The vertical distribution of marine macroplankton. An observation on diurnal changes. J. Mar. biol. Ass. U. K., 13, 769.
- 1926. The vertical distribution of marine macroplankton. IV: The apparent importance of light intensity as a controlling factor in the behaviour of certain species in the Plymouth area. J. Mar. biol. Ass. U. K., 14, 415.
- 1927. The vertical distribution of marine macroplankton. V: The distribution of animals caught in the ring trawl in the daytime in the Plymouth area. J. Mar. biol. Ass. U. K., 14, 557.
- 1928. The vertical distribution of marine macroplankton. VII: Observations on the behaviour of *Calanus finmarchicus*. J. Mar. biol. Ass. U. K., 15, 429.
- 1934. The vertical distribution of marine macroplankton. XII: Some observations on the vertical distribution of *Calanus finmarchicus* in relation to light intensity. J. Mar. biol. Ass. U. K., 19, 569.
- Russell, F. S. and J. S. Colman, 1935. The zooplankton. IV. The occurrence and seasonal distribution of the Tunicata, Mollusca and Coelenterata (Siphonophora). Sci. Rep. Gt. Barrier Reef Exped., 2, 203.
- Stephensen, K. 1924. Hyperiidea-Amphipoda (part. 2). Report on the Danish Ocean. Exp. 1908-10. 2, D. 4.
- 1924. Hyperiidea-Amphipoda (part. 3), Ibid. D. 5.
- Steuer, A. 1910. Adriatische Planktoncoepoden. Sitzber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, 119.
- 1910. Planktonkunde. Leipzig.
- 1912. Vorläufiger Bericht über das adriatische Zooplankton während der VI Terminfahrt. (Jahresber. des Ver. zur Förd. der Naturwiss. Erforschung der Adria. 9, Jg. 1911).
- Thiele, M. E. 1935. Die Besiedlung des Südatlantischen Ozeans mit Hydromedusen. Wiss. Ergebn. dtsch. Atlant. Exped. »Meteor«, 12, 32.
- Vučetić, T. 1957. Zooplankton investigations in the sea water lakes »Malo Jezero« and »Veliko Jezero« on the island of Mljet (1952—1953). — Istraživanja zooplanktona u Malom i Velikom Jezeru na otoku Mljetu (1952—1953). Acta Adriatica, 6, (4).
- Zei, M. 1956. Pelagic Polychaetes of the Adriatic. — Jadranski pelagički poliheti. Ekološka studija o geografskom i sezonskom rasprostranjenju porodica Tomopteridae, Phyllodocidae, Alciopidae i Typhloscolecidae. Thalassia Jugoslavica, 1, 33.
- Waterman, T. H., Nunnemacher, R. F., Chace, F. A. and G. L. Clarke 1939. Diurnal vertical migrations of deep water plankton. Biol. Bull. Wood's Hole, 76, 256.
- Weismann, A. 1874. Das Thierleben im Bodensee. Z. Viss. Zool., 24, 404.

MIGRATION JOURNALIÈRE ET DISTRIBUTION SAISONNIÈRE VERTICALE
DU ZOOPLANCTON DANS LA RÉGION PROFONDE DE L'ADRIATIQUE

Jure Hure

Institut biologique, Dubrovnik

R É S U M É

Les investigations relatives à la distribution verticale du zooplancton, qui ont été effectuées, jusqu'à présent, en Adriatique méridionale, se sont bornées aux eaux assez basses, jusqu'à 150 m de profondeur. On ne possédait aucune donnée sur la migration journalière des organismes planctoniques. Mais, après avoir observé que les espèces plus profondes constituaient une notable partie de la biomasse planctonique, et qu'à ces profondeurs il était impossible de suivre toute l'année la distribution verticale de tous les planctontes, quantitativement plus important, on a réexaminé, sur une station plus profonde, les résultats antérieurs des recherches, qui ont été complétés par les données sur la migration journalière.

Les recherches se sont poursuivies, toute l'année, sur deux stations fixes, au sud de Dubrovnik, à des profondeurs respectives de 230 et 330 m. Sur la base des données obtenues à ce jour (Hure 1955), et de celles figurant dans ce travail, on peut tirer les conclusions suivantes relatives à la distribution verticale du zooplancton dans les eaux du large de l'Adriatique méridionale.

1. Sur la station plus profonde, presque la moitié des organismes planctoniques a présenté une distribution verticale notablement plus large que sur la station précédemment explorée, de 150 m de profondeur.

Cette constatation est valable surtout pour les ostracodes, un grand nombre de copépodes et certains hétognathes. Les autres groupes planctoniques, dans leur ensemble — sauf quelques espèces — n'ont pas manifesté de changements un peu plus significatifs (tableau II).

2. C'est seulement sur la station plus profonde qu'on a pu établir une corrélation entre la diffusion verticale du zooplancton et le niveau moyen du jour, c'est-à-dire avec la profondeur à laquelle se tenait le noyau de la population de ces organismes au cours de l'année (figure 58). On a, en outre, constaté que les espèces plus profondes présentaient une diffusion verticale plus large que celles qui vivaient plus près de la surface et que, à 300 m, on peut suivre toute l'année, sans interruption, la distribution verticale de l'énorme majorité des zooplanctontes — un petit nombre d'espèces excepté — habitant les eaux plus profondes de l'Adriatique (*Archiconchoecia striata*, *Pleuromamma abdominalis*, *Sagitta decipiens*, *Scolecithricella dentata*).

La migration journalière a été étudiée en mars, juin et septembre à des profondeurs supérieures à 200 m. D'après les données recueillies durant ces périodes de temps, on a pu faire les observations suivantes:

1. La grandeur de la migration journalière de chaque espèce varie, en cours d'année, suivant l'intensité de l'éclairement et l'effet de la température. En juin, quand la pénétration de la lumière du jour est la plus forte, presque toutes les espèces se livrent à la migration journalière la plus grande. En fin d'été, au fur et à mesure que décroît l'intensité de l'éclairement et que les couches d'eau de surface se réchauffent, la migration journalière des animaux planctoniques diminue aussi graduellement. En mars, coïncidant avec les stratifications homothermes, la migration journalière présente les proportions les plus faibles et, chez un nombre notable d'espèces, elle est même à peine perceptible (*Calanus gracilis*, *Calanus minor*, *Mecynocera clausi*, *Corycaeus typicus*, *Conchoecia spinirostris*, *Sagitta enflata* et beaucoup d'autres encore).

2. On a établi, pour la majorité des espèces, l'existence d'une corrélation entre la profondeur de leur habitat diurne (niveau moyen journalier) et la grandeur de leur migration journalière. Les espèces profondes sont soumises à une migration de plus vastes proportions que celles qui se tiennent près de la surface (figure 62).

3. On a observé que le moment de l'immersion nocturne n'est pas le même pour chaque organisme. Les espèces de surface se trouvent régulièrement en surface au crépuscule et même avant le coucher du soleil alors que les formes profondes n'atteignent, le plus souvent, les eaux de surface que tard dans la nuit (*Archiconchoecia striata*, *Conchoecia clausi*, *Aetideus armatus*, *Euaetideus giesbrechti*, *Pleuromamma gracilis*, *Scolecithricella dentata*, *Corycaeus furcifer*, *Krohnita subtilis*).

4. On a constaté que l'accroissement du volume à la surface, pendant la nuit, ne correspondait pas, à toutes les époques, synchroniquement, avec le coucher du soleil.

En septembre, cet accroissement, chez de nombreuses espèces, a été observé plus tôt qu'en juin, et en mars, plus tôt qu'en septembre. Cependant, la diminution du volume en surface, à l'aube, coïncidait en juin et septembre avec le lever du soleil (figures 60 et 61). Ce phénomène semble être en relation avec la profondeur à laquelle vivent les organismes planctoniques pendant le jour et avec les fluctuations saisonnières quantitatives des formes de surface.

5. Le phénomène d'immersion nocturne n'a été observé avec certitude que chez deux espèces (*Oncaea mediterranea* et *Sagitta enflata*), mais on a pu le pressentir chez certains organismes apparaissant en surface au crépuscule ou avant le coucher du soleil (*Lensia subtilis*, *Sagitta serratodentata*, *Sagitta minima*).

6. Il a été démontré que beaucoup d'espèces sont plus abondantes en surface par pleine lune et que le degré de concentration est le plus élevé chez les formes profondes et chez celles qui se livrent à une large migration journalière (*Conchoecia spinirostris*, *Conchoecia clausi*, *Calanus gracilis*, *Euaetideus giesbrechti*, *Scolecithricella dentata*, *Pleuromamma gracilis*, *Stylocherion suhmii*).

7. Les données figurant sur le tableau III, relatives à la corrélation entre le niveau journalier et l'enneuagement confirment les allégations de nombreux auteurs qui ont remarqué que beaucoup d'espèces se tiennent plus près de la surface par temps couvert que durant les jours ensoleillés.

8. On a établi que, à toutes les époques, la biomasse totale des zooplanctons, depuis la surface jusqu'au fond, est à peu près égale le jour et la nuit. Mais, on a remarqué que la biomasse, par couches d'eau, varie de façon notable en juin et septembre, alors, que, pendant l'homothermie de mars, elle ne présentait pas d'écarts sensibles. Ce phénomène confirme donc la constatation énoncée: la migration journalière des organismes planctoniques est la plus forte en juin, époque où elle intéresse le plus grand nombre d'espèces. En mars, par contre, elle s'atténue notablement et se borne à un nombre restreint d'espèces plus profondes sans influence essentielle sur les modifications de la biomasse par couches.

9. On a prouvé que la force, l'époque et la durée de la migration horizontale des organismes planctoniques des eaux plus profondes de l'Adriatique sud, vers le nord sont conditionnées, avant tout, par le niveau où vit chaque espèce pendant l'année et par le caractère de sa migration verticale.

10. Des formes nombreuses, connues pour être très rares dans l'Adriatique septentrionale et moyenne ont été, souvent, dans cette région d'une importance quantitative assez grande.

Un assez grand nombre d'espèces nouvelles pour l'Adriatique ayant été trouvées, ces eaux sont donc encore toujours insuffisamment connues et du point de vue qualitatif.

TAB. II DUBINSKA RAZLIKA IZMEĐU DNEVNIH I NOĆNIH RAZINA
ZA SVE BROJNIJE ZOOPLANKTONTE U JUNU, SEPTEMBRU I MARTU
I NJIHOVA SREDNJA DNEVNA RAZINA I RAŠIRENJE
(DUBINA U METRIMA)

Tab. II. Différences de profondeur entre les niveaux diurnes et les niveaux nocturnes pour toutes les espèces plus nombreuses du zooplancton pendant les mois du juin, septembre et mai et leur niveau moyen journalier et l'amplitude de l'extension (profondeur en mètres).

Vrste Espèces	4 - 5. VI		20-21. VI		21-22. IX		3 - 4. III		(Srednja dnevna razina) Le niveau moyen journalier	(Raširenje) L'amplitude de l'extension
	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne		

Siphonophorae										
<i>Muggiaea kochi</i>	45	15	—	—	15	15	—	—	25	25
<i>Chelophyes appendiculata</i>	—	—	—	—	60	30	—	—	70	65
<i>Eudroxoides spiralis</i>	80	55	—	—	75	40	—	—	60	55
<i>Lensia subtilis</i>	—	—	70	45	40	40	—	—	70	55
<i>Lensia meteori</i>	—	—	—	—	—	—	160	140	160	100
Ostracoda										
<i>Archiconchoecia striata</i>	175	135	175	150	160	60	—	—	205	55
<i>Conchoecia spinirostris</i>	105	35	110	60	70	60	65	55	80	70
<i>Conchoecia procera</i>	175	165	170	165	150	140	140	130	185	115
<i>Conchoecia clausi</i>	140	60	125	75	120	20	110	80	145	90
Copepoda										
<i>Calanus gracilis</i>	110	60	120	65	75	40	40	30	90	50
<i>Calanus tenuicornis</i>	105	70	100	100	100	95	50	45	95	65
<i>Calanus minor</i>	80	35	80	20	55	25	25	25	50	45
<i>Mecynocera clausi</i>	65	45	70	70	70	50	40	40	60	45
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	65	55	70	65	55	45	40	40	60	45
<i>Ctenocalanus vanus</i>	95	70	90	80	70	50	40	35	70	45
<i>Aetideus armatus</i>	—	—	—	—	—	—	120	40	140	100
<i>Euaetideus giesbrechti</i>	—	—	—	—	—	—	100	40	125	95
<i>Euchaeta hebes</i>	110	65	110	105	70	20	40	30	80	45
<i>Scolecithricella dentata</i>	160	70	160	80	140	35	85	50	165	60

Vrstie Espèces	4 - 5. VI		20 - 21. VI		21 - 22. IX		3 - 4. III			
	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne	(Dnevna razina) Niveau diurne	(Noćna razina) Niveau nocturne	(Srednja dnevna razina) Le niveau moyen journalier	(Rasirenje) L'amplitude de l'extension
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	—	—	—	—	—	—	210	95	190	65
<i>Pleuromamma gracilis</i>	150	70	150	120	110	70	100	70	145	100
<i>Centropages typicus</i>	45	20	25	20	—	—	—	—	40	40
<i>Lucicutia flavicornis</i>	135	65	130	90	120	70	120	85	140	75
<i>Haloptilus longicornis</i>	150	145	160	165	160	160	130	125	170	120
<i>Oithona setigera</i>	100	95	—	—	90	70	80	60	100	95
<i>Oncaea mediterranea</i>	100	60	90	95	60	45	—	—	85	60
<i>Oncaea conferta</i>	—	—	—	—	140	60	125	85	140	100
<i>Corycaeus (Aetus) typicus</i>	80	50	100	100	70	40	40	40	70	90
<i>Corycaeus (Urocory.) furcifer</i>	—	—	—	—	130	110	115	100	125	95
Euphausiacea										
<i>Stylocherion suhmii</i>	85	35	—	—	75	30	—	—	85	60
<i>Stylocherion longicorne</i>	—	—	—	—	125	65	—	—	145	60
Amphipoda — Hyperideia										
<i>Themisto gracilipes</i>	75	70	70	55	—	—	—	—	110	60
Chaetognatha										
<i>Sagitta lyra</i>	105	95	105	110	95	95	90	80	100	60
<i>Sagitta enflata</i>	60	15	40	20	55	15	—	—	45	35
<i>Sagitta serratodentata</i>	60	35	60	30	40	25	—	—	60	45
<i>Sagitta minima</i>	65	45	70	70	40	30	—	—	60	40
<i>Sagitta decipiens</i>	—	—	—	—	—	—	205	135	195	70
<i>Krohnita subtilis</i>	—	—	—	—	—	—	200	110	150	90
Copepata										
<i>Oikopleura longicauda</i>	75	75	90	85	60	55	40	40	70	45

TAB. III DNEVNA RAZINA BROJNIJIH ZOOPLANKTONATA
U SEPTEMBRU ZA POTPUNE NAOBLAKE I VEDRA DANA
(DUBINA U METRIMA)

Tab. III. Niveau diurne pour les espèces zooplanctoniques plus nombreuses d'un jour nuageux et d'un jour serein pendant le mois de septembre (profondeur en mètres).

Vrste Espèces	(Dnevna razina) Niveau diurne	
	(Vedro) Jour serein	((Oblačno) Jour nuageux
Medusae		
<i>Ropalonema velatum</i>	80	80
<i>Aglaura hemistoma</i>	35	35
Siphonophorae		
<i>Muggiaea kochi</i>	15	15
<i>Eudoroides spiralis</i>	75	60
<i>Lensia subtilis</i>	70	65
<i>Lensia meteori</i>	170	160
Ostracoda		
<i>Conchoecia spinirostris</i>	70	60
Copepoda		
<i>Calanus gracilis</i>	75	70
<i>Calanus tenuicornis</i>	100	95
<i>Calanus minor</i>	55	40
<i>Mecynocera clausi</i>	70	50
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	55	50
<i>Ctenocalanus vanus</i>	70	65
<i>Euaetideus giesbrechti</i>	120	115
<i>Euchaeta hebes</i>	70	55
<i>Scolecithricella dentata</i>	140	130
<i>Pleuromamma gracilis</i>	110	95
<i>Centropages typicus</i>	20	20
<i>Lucicutia flavicornis</i>	120	115
<i>Haloptilus longicornis</i>	160	165
<i>Oithona plumifera</i>	75	70
<i>Oithona setigera</i>	90	90
<i>Oncaea mediterranea</i>	60	55
<i>Oncaea conifera</i>	140	135
<i>Corycaeus (Agetus) typicus</i>	70	70
<i>Corycaeus (Urocor.) furcifer</i>	130	125

Vrstie Espèces	(Dnešná razina) Niveau diurne	
	(Vedro) Jour serein	(Oblačno) Jour nuageux
Euphausiacea		
<i>Stylocherion suhmii</i>	75	55
<i>Stylocherion longicorne</i>	125	120
Amphipoda — Hyperiidea		
<i>Themisto gracilipes</i>	60	60
Chaetognatha		
<i>Sagitta lyra</i>	95	95
<i>Sagitta enflata</i>	60	50
<i>Sagitta serratodentata</i>	40	35
<i>Sagitta minima</i>	40	30
<i>Sagitta decipiens</i>	200	190
<i>Krohnita subtilis</i>	190	185
Copepata		
<i>Oikopleura longicauda</i>	60	50