

SEZONSKA DINAMIKA IN VARIABILNOST MEIOFAVNE V TRŽAŠKEM ZALIVU: TRILETNA RAZISKAVA

Borut VRIŠER

dr. biol. znan., Morska biološka postaja, Institut za biologijo, SI-6330 Piran, Fornace 41,
Ph.D. in biology, Marine biological station, Institute of biology, SI-6330 Pirano, Fornace 41

IZVLEČEK

V prispevku obravnavam triletna opazovanja bentoške meiofavne (organizmov morskega dna velikostnega razreda 0,01 - 1 mm) v osrednjem delu Tržaškega zaliva. Iz dobljenih rezultatov sklepam na vsakoletne sezonske reprodukcijske cikle meiofavne in na dolgoročnejša, zelo izrazita nihanja teh ciklov. Sezonska dinamika je v pozitivni korelaciji s termičnimi razmerami, slanostjo in mikrofitobentoško biomaso morskega sedimenta. Obravnavam tudi vpliv tipične pridnene hipoksije na celotno meiofavno z zmernim zmanjšanjem njene gostote in z dokaj raznolikim vplivom na posamezne taksonomske skupine.

Ključne besede: sezonska dinamika, variabilnost, meiofavna, Tržaški zaliv
Key words: seasonality, variability, meiofauna, Gulf of Trieste

UVOD

Med morskimi bentoškimi raziskovanji so večletne, t.j. več kot eno- ali dveletne (t.im. "longterm") kontinuirane študije sezonske dinamike meiofavne nadvse redke, kar ugotavljajo številni avtorji (npr. Coull, 1985, 1986; Eskin & Coull, 1987; Rudnick *et al.*, 1985), saj pomenijo veliko časovno in programsko obremenitev. Medtem ko je meiofavna severnega Jadrana že dokaj raziskana, pa vemo le malo o njenih sezonskih ciklih in časovni variabilnosti. Ta problematika je še posebno zanimiva in aktualna v Tržaškem zalivu, katerega osrednji, globlji in hidrodinamično stagnantnejši del podlega, kakor kažejo novejša raziskave (Vrišer & Malačič, 1992; Vrišer, 1995), pogostim jesenskim pridnenim hipoksijam in anoksijam.

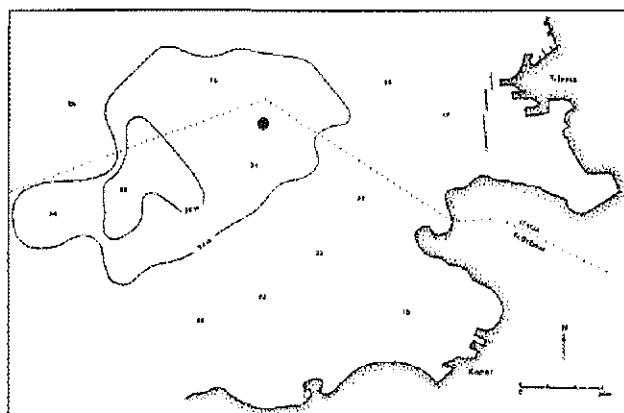
Tako so bili cilji, ki so nas vodili pri naši triletni raziskavi, predvsem naslednji:

1. Sezonska cikličnost oz. sezonska dinamika celotne meiofavne in njenih glavnih skupin.
2. Vplivnost skupnih in posameznih ekoloških faktorjev fizičnega okolja v normalnih in v občasno stresnih razmerah hipoksij.
3. Ugotoviti morebitne sledove dolgoročnejših, večletnih nihanj, oz. ciklov.

METODE

V triletnem obdobju od aprila 1992 do aprila 1995 smo vzorčevali meiofavno na izbrani lokaciji v centru Tržaškega zaliva (slika 1) v globini 25m. Površinski sediment z meiofavno smo odvezemali mesečno z avtonomnim potapljanjem s pomočjo cevnega korerja (premer odprtine 3,5 cm) 5 cm globoko, vedno s tremi paralelkami, posebej pa tudi vzorce fitobentosa. Favno, ki smo jo ekstrahirali iz konzerviranih vzorcev (5% nevtralizirani formalin) s sejanjem in dekantacijo po Wieserju (Wieser, 1960), smo taksonomsko determinirali, sortirali in prešteli. Tako zbrane podatke smo računalniško obdelali (program Foxpro, freelance grafični prikazi). Izračunali smo srednje mesečne in srednje eno- in triletno abundančne vrednosti organizmov, standardno deviacijo in standardno napako v gostoti pojavljanja posameznih taksonomskih skupin. Statistično značilnost razlik med posameznimi leti za taksonomske skupine smo ugotavljali z analizo variance (Statgraf -1 way ANOVA), odnos med ekološkimi faktorji in meiofavno pa s Pearsonovim korelacijskim koeficientom.

Fizikalne in kemijske meritve (temperatura, slanost, vsebnost kisika) pridnenega vodnega sloja so bile opravljene z elektronsko avtomatsko sondo, pa tudi labo-



Slika 1: Lega raziskovalnega območja meiofavne v Tržaškem zalivu.

Fig. 1: Meiofaunal investigation area in the Gulf of Trieste.

ratorijsko (slanost titrimetrično, kisik po Winklerjevi metodi), granulometrija sedimenta pa s sejanjem in areometrijo po Atterbergu (Ogorelec *et al.*, 1991). Klorofil (Chl *a*) v sedimentu je bil določen po Sundbacku (Sundback, 1986).

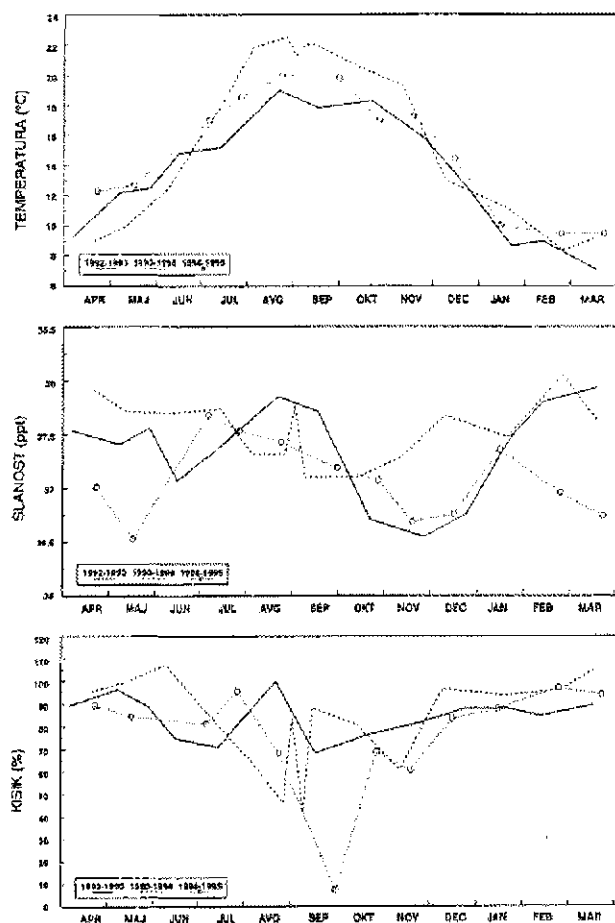
REZULTATI

Ekološke značilnosti raziskovanega območja

Triletno dinamiko fizikalnih in kemijskih parametrov prikazuje slika 2. Sezonsko nihanje temperatur pridnega vodnega sloja je v času vzorčevanj segalo od najnižjih tipičnih zimskih vrednosti v februarju in marcu (7,0-9,5°C) do najvišjih poletnih temperatur (20-25°C) ob koncu avgusta. Srednja triletna temperatura je znašala 14,7°C. Po analizi variance temperaturne razlike naših vzorčevanj med posameznimi leti niso bile statistično značilne (1 way ANOVA, $df=2$, $F=0,38$, $P=0,95$).

Letna dinamika slanosti je pokazala povišane vrednosti v sušnejših mesecih poletja (julij - avgust), predvsem pa zime (december - marec), vendar s statistično značilnimi razlikami med posameznimi leti, saj so le-te bile večje kot znotraj posameznih let (1 way ANOVA, $df=2$, $F=4,81$, $P=0,95$). Ob srednji slanosti (37,74‰) je bil razpon izmerjenih skrajnih vrednosti od 36,5 do 38,6‰.

V triletnih gibanjih pridne vsebnosti (%) kisika je opaziti stabilnejše jesensko - spomladansko obdobje višjih vrednosti - okoli 90% (december - maj) in zelo nihajočo poletno - jesensko fazo z velikimi razlikami med posameznimi leti, ko je za rahlo povišanimi poletnimi koncentracijami (95% julija ali avgusta) sledila značilna jesenska depresija (običajno pod 70% septembra - oktobra ali v novembru). Jesensko pomanjkanje



Slika 2: Triletna dinamika fizikalnih in kemijskih parametrov v pridnem vodnem sloju raziskovanega področja.

Fig. 2: Three year bottom - water layer dynamics (physical and chemical parameters) of the investigated area.

kisika (7,2% O_2 ob vzorčenju meiofavne) se je konec septembra 1994 stopnjevalo v za makrobentos uničujočo termoklinsko hipoksijo. Razpon tipičnih skrajnih vrednosti v "normalnem" letu 1993, ko ni bilo hipoksije, je segal od 41,05% septembra, do 107,3% v juniju. Razlike v kisiku med leti pa kljub temu niso bile statistično značilne (1w. ANOVA, $df=2$, $F=1,72$, $P=0,95$).

Po geološki sestavi sodi sediment raziskovane lokacije med melje (mediana granul. vrednost 5 - 20 μm) na prehodu med glinastimi melji obalnega pasu in meljastimi peski odprtega dela zaliva. Granulometrično ga sestavlja 55% melja, 25% glin in 20% peska, t.j. grobe frakcije nad 63 μm (Ogorelec *et al.*, 1991).

Mikrofitobentosko biomaso (klorofil *a*) smo spremljali skupaj z meiofavno le v letu 1992 (razpon vrednosti od 1,81 mg Chl *a* v aprilu do 9,23 mg avgusta). Dveletne meritve (1991-92) na tej lokaciji so pokazale višjo količino biomase v poletnem času.

TAXA	Srednja vrednost (st. os. 10 cm ⁻²)	Relativna abund. %	Abundanci razpon (st. os. 10 cm ⁻²) min-max.		SD stand. deviacija srednje vr.	SE stand. napaka srednje vr.
Vsa meiofavna	1604,80	100,00	386	5483	989,81	167,31
Nematoda	1440,50	89,76	361	5227	497,72	160,19
Harpacticoida	77,23	4,81	3	210	49,86	8,43
Polychaeta	54,43	3,39	18	127	32,43	5,48
Turbellaria	17,66	1,10	0	76	15,38	2,60
Bivalvia	3,97	0,25	0	15	4,27	0,72
Ostracoda	4,00	0,25	0	10	3,12	0,53
Kinorhyncha	3,31	0,21	0	11	3,53	0,60
Acarina	1,14	0,07	0	5	1,33	0,22
Gastropoda	0,83	0,05	0	5	1,18	0,20
Ophiuroidea	0,57	0,04	0	6	1,22	0,21
Amphipoda	0,66	0,04	0	6	1,24	0,21
Hydroidea	0,40	0,02	0	4	0,91	0,15
Aschiacea	0,06	0,00	0	1	0,24	0,04
Cumacea	0,06	0,00	0	1	0,24	0,04

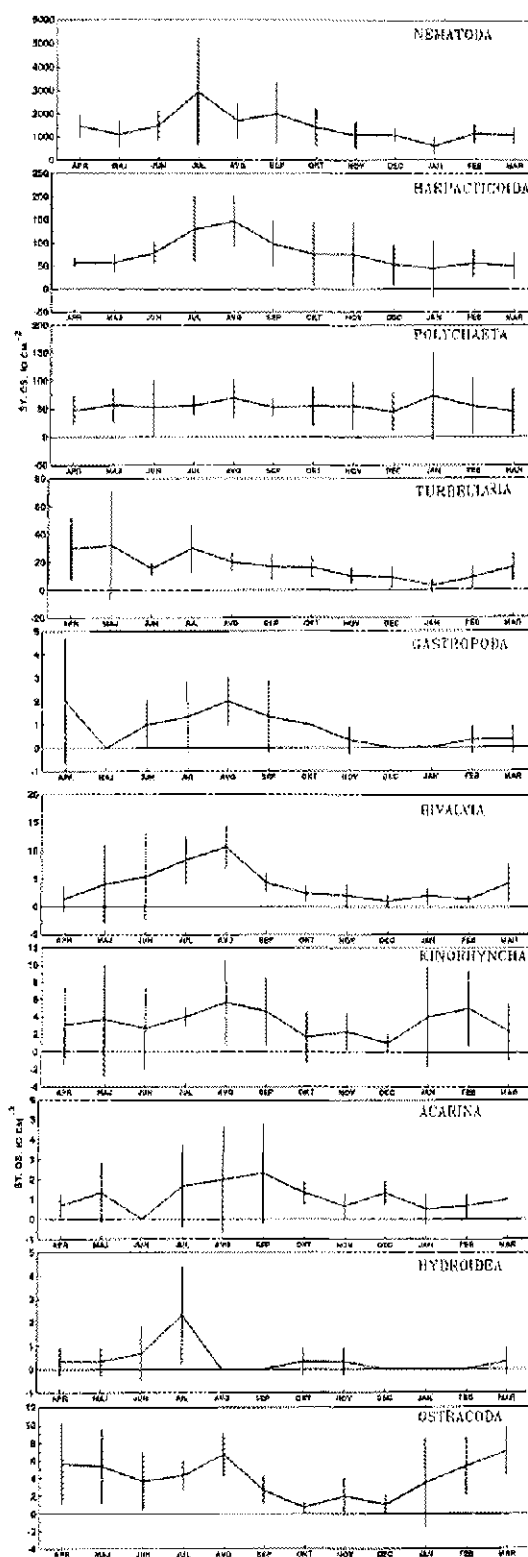
Tabela 1: Pregled triletnih srednjih vrednosti meiofavne.

Tab. 1: Three year mean meiofauna abundance.

Meiofavna

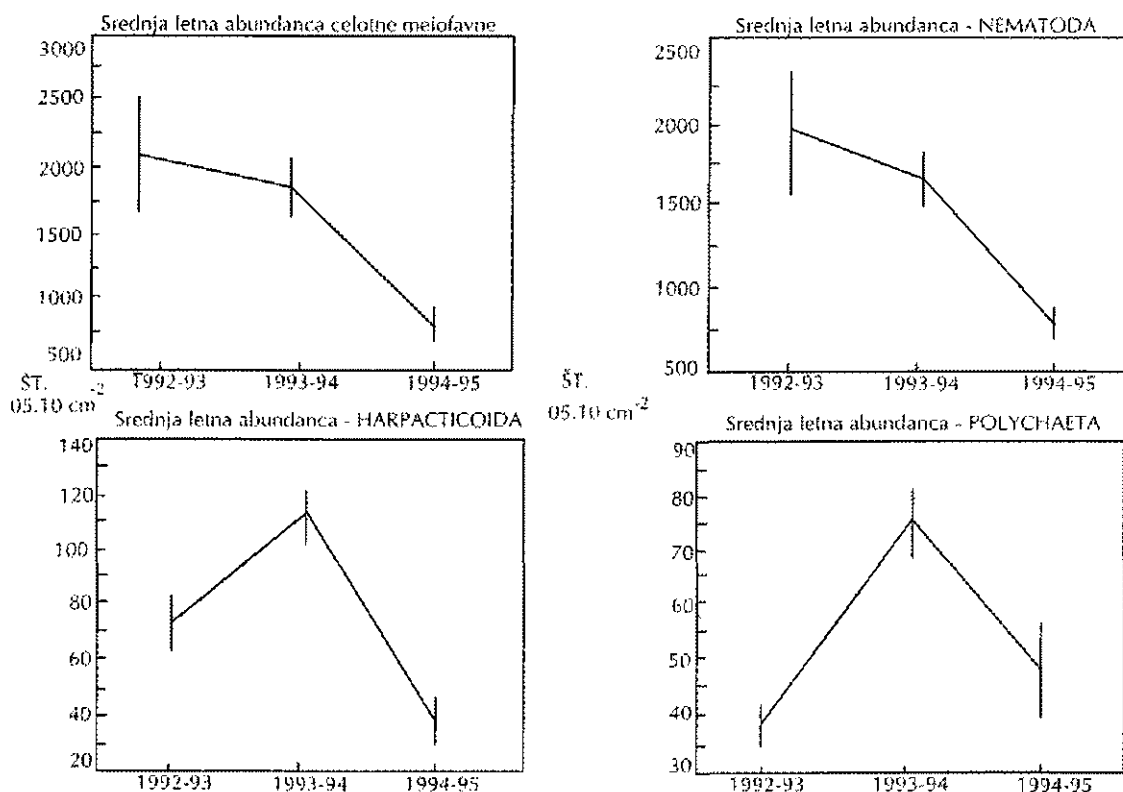
Sumarni statistični pregled raziskane meiofavne, t.j. njeno taksonomsko sestavo - glavne skupine in njih abundančno zastopanost (celokupno srednjo vrednost, % relativne abundance, standardno deviacijo in standardno napako) podaja tabela 1. Zdaleč najštevilnejša skupina s skoraj 90% relativne gostote so bili Nematoda. Sledili so harpaktikoidni kopopodi (Harpacticoida), mnogosčetinci (Polychaeta) in vrtnčarji (Turbellaria) s skupno 9,3%, preostalih deset skupin (po zaporedju njihove pojavnosti: Bivalvia, Ostracoda, Kinorhyncha, Acarina, Gastropoda, Ophiuroidea, Amphipoda, Hydroidea - fragmenti kolonijskih zooidov in juvenilni primerki Aschiacea, ter Cumacea) pa je skupno doseglo le blizu 0,9% celotne triletnje srednje abundance.

Letno sezonsko dinamiko posameznih skupin meiofavne ponazarjajo krivulje iz triletnih srednjih mesečnih abundanc (npr. srednjih vrednosti treh januarjev, treh februarjev itd.), ki jih prikazuje slika 3. Pri večini raziskovanih taksonomskih skupin je nasploh opaziti nizke zimske in občutno višje poletne abundance. Izjema so le Polychaeta z veliko nepravilno variabilnostjo sezonskih nihanj v triletnem obdobju in pa Kinorhyncha ter Ostracoda z visokimi abundancami tako poleti (julij - avgust) kot tudi pozimi (januar - februar). Za poletni abundančni maksimum nematodov sta značilna dva vrhova (julija in septembra), zimski minimum pa je bil vedno decembra in januarja. Poletni vrh harpaktikoidov je obsegal julij in avgust, sledili so mu značilna



Slika 3: Srednje mesečne triletnje abundance (± SE) posameznih skupin meiofavne (t.j. 3 januarjev itd.).

Fig. 3: Monthly mean abundance (± SE) of some meiofaunal groups (i.e. all 3 Januaries etc.).



Slika 4: Srednje letne abundance ($\pm$ SE) celotne meiofavne in nekaj vodilnih skupin.

Fig. 4: Yearly mean abundance ($\pm$ SE) of total meiofauna and some dominant groups.

jesenska stagnacija (oktober - november) in zimsko - spomladanska depresija (december - april). Jesensko - zimsko gostoto meiofavne je leta 1994 močno zaznamovala septembrska anoksija, o čemer bomo govorili posebej.

Vpogled v dolgoročne trende meiofavne nakazujejo srednje letne abundance taksonomskih skupin za triletno obdobje 1992 - 1995 (slika 4). Medtem ko je pri nematodih in pri celokupni meiofauni (pri slednji predvsem zaradi 90% deleža prvih) številčnost v tem obdobju drastično upadla (od povprečnih 2000 os./10 cm² leta 1993, na 700 os./10 cm² leta 1994), pa je pri harpaktikoidnih kopepodih in pri mnogoščetincih bilo najštevilčnejše prav leto 1993. Visoki srednji abundanci meiofavne je leta 1992 botroval izjemen, skrajno visok poletni maksimum nematodov (nad 5000 os./10 cm²), kar se tudi kaže v veliki skupni variabilnosti tega leta (varianca 1,75·10⁶, standardna deviacija - SD 1322,4, standardna napaka - SE 190,2), ki se je v naslednjih dveh letih postopno zmanjševala (1993: varianca 4,3·10⁵, SD 659, SE 190; 1994: varianca 1,4·10⁵, SD 373,2, SE 107). Tudi pri srednjih letnih gostotah je v nizkem povprečju leta 1994 čutili zmanjševalni vpliv močne jesenske anoksije.

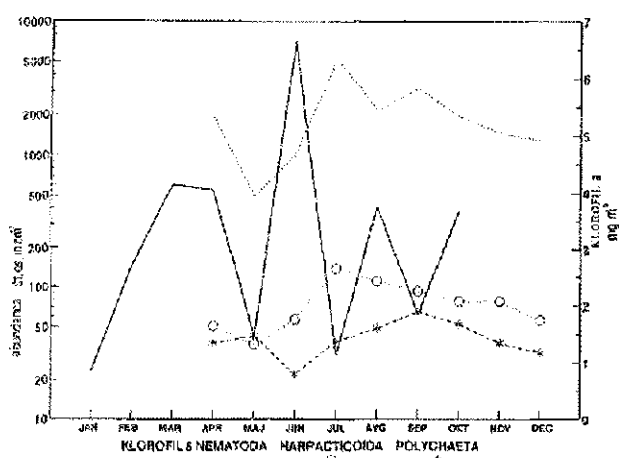
Že iz dosedanjega podajanja je razvidno, da so bile razlike v strukturi favne med posameznimi leti mnogo

večje od razlik med posameznimi meseci oz. sezonami znotraj posameznega leta. To potrjuje tudi statistika: pri dominantnih nematodih so bile te razlike značilne (1 way ANOVA, d.f.=2, F=6,58, P=0,95), pri harpaktikoidih pa celo izrazito značilne (d.f.=2, F=8,58, P=0,95).

TAXA	Temperatura	Slanost	Kisik
Vsa meiofavna	+ 0,25	+ 0,25	- 0,11
Nematoda	+ 0,22	+ 0,23	- 0,09
Harpacticoida	+ 0,55	+ 0,27	- 0,28
Polychaeta	+ 0,20	+ 0,22	- 0,01
Turbellaria	+ 0,03	- 0,01	- 0,02
Gastropoda	+ 0,23	+ 0,07	- 0,32
Bivalvia	+ 0,42	+ 0,01	- 0,35
Kinorhyncha	+ 0,20	+ 0,02	- 0,26
Acarina	+ 0,29	+ 0,05	- 0,09
Ostracoda	- 0,22	+ 0,35	+ 0,21

Tabela 2: Pearsonovi korelacijski koeficienti meiofavne s temperaturo, slanostjo in kisikom.

Tab. 2: Pearson's correlation coefficients for meiofaunal taxon correlations with temperature, salinity and oxygen.



Slika 5: Sezonska dinamika meiofavne in bentoške mikroflоре (april - oktober 1992).

Fig. 5: Seasonal dynamics of meiofauna and microphytobenthos (Apr. - Oct. 1992).

Odnos med meiofavno in posameznimi fizikalno - kemijskimi ekološkimi faktorji (temperatura, slanostjo in vsebnostjo kisika) smo analizirali s korelacijskimi koeficienti, ki jih podajamo v tabeli 2. Koeficienti kažejo prevladujočo pozitivno korelacijo celotne meiofavne in večine njenih taksonomskih skupin s temperaturo in s slanostjo in pretežno negativno korelacijo z vsebnostjo kisika.

Primerjavo sezonske dinamike bentoške mikroflоре (mikrofitobentoške biomase - klorofil a) in meiofavne med aprilom in oktobrom 1992, žal so na voljo vzporedni podatki le za to obdobje, nam omogoča slika 5. Abundantna krivulja nematodov povsem sledi gibanju fitobentoške biomase, vendar s približno enomesečno zamudo. Podobno, a manj izrazito je s sezonsko dinamiko harpaktikoidov, pri mnogoščetincih pa je omejeni fazni premik že dokaj zabrisan. Neposredna korelacija mikrofitobentosa in dominant meiofavne potemtakem kaže na precejšnjo povezanost.

Sredi septembra 1994 je raziskovano območje zajela izrazita, približno štirinajst dni trajajoča termoklinska hipoksija, ki je vplivala tudi na meiobentos. Sezonsko dinamiko posameznih let za izbrane taksonomske skupine prikazujejo diagrami na sliki 6. Medtem ko pri gostoti dominantnih nematodov ni bilo opaziti izrazitejših posledic hipoksije (očiten je le izpad jesenskega maksimuma), pa je jesensko - zimska abundanca harpaktikoidov, kinorinhov in v manjši meri tudi školjk, mnogoščetincev in turbelarijev, močno upadla - pod običajne vrednosti, ko ni bilo hipoksije. O zaznavnih posledicah hipoksije pa bi težko govorili pri skupinah kot Gastro-poda, Amphipoda, Ostracoda, kot tudi Hydroidea, Ascidiacea in Cumacea. Pri prsih in juvenilnih kačjerepih (Ophiuroidea), je v času med in po krizi s kisikom opaziti celo določen porast števila osebkov v vzorcih.

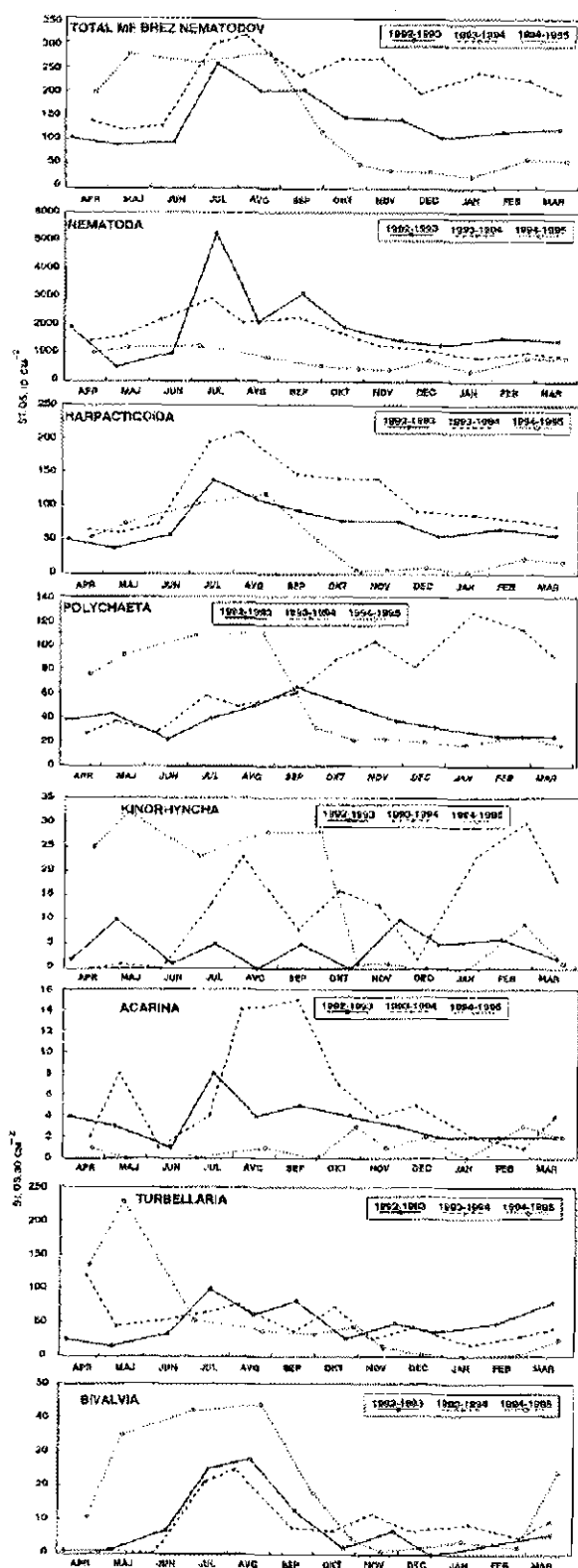
Vpliv hipoksije je bil torej na posamezne taksonomske skupine meiofavne zelo različen, a se je zaradi 90% deleža nematodov, le-teh hipoksija ni drastično prizadela, na celokupni meiofavni le zmerno odrazil.

DISKUSIJA

Po obstoječih starejših podatkih (Vrišer, 1989; 1991) pripada lokacija naših sezonskih raziskav vrstno in abundantno revnejši biocenoz (povprečno 500 osebkov/10 cm² v mesecu avgustu) mejev globljih predelov (20 - 25 m) Tržaškega zaliva. To združbo sestavljajo nematodi (90%), harpaktikoidi in mnogoščetinci (9%) in do največ 10 maloštevilnih preostalih skupin s skupno le 1% relativne gostote.

Kontinuirana triletna opazovanja v kvantitativnem smislu izpodbijajo abundantni rang omenjene biocenotske opredelitve, saj je bila srednja vrednost meiofavne v mesecu avgustu povprečno vsaj trikrat višja - okoli 1500 os./10 cm² - a z razponom skrajnih vrednosti od 1000 do 3000 os./10 cm². Prav ta razpon po drugi strani pojasnjuje nizke gostote, ugotovljene leta 1985, saj so bili tedanji vzorci verjetno zajeti na najnižjem, spodnjem koncu razpona. S tem pa smo v bistvu že posegli k najizrazitejšemu rezultatu triletnih opazovanj meiofavne: k njeni izjemni, nepričakovano veliki medletni variabilnosti, ki je bila pri vodilnih skupinah po analizi variance izrazito značilna. Velika abundantna nihanja nematodov sta zaostila (v smeri navzgor) en sam izjemno velik poletni maksimum, povsem nepojasljiv z razpoložljivimi ekološkimi podatki in (v smeri navzdol) prav tako neobičajno nizek, a razločljiv minimum zaradi hipoksije. Po primerljivih tujih virih visoka dolgoletna gostotna variabilnost meiofavne niti ni presenetljiva, posebno ne v blatnih sedimentih, saj ponazarja, če citiramo Coulla (Coull, 1985) "njeno veliko naravno, nadvse kompleksno, težko razločljivo posebnost". Vsekakor je triletno obdobje vse prekratko za iskanje morebitnih večletnih ciklov, v našem primeru s kratko, teoretično zgolj 1,5 letno periodo.

Več pričakovanih in pravilnih značilnosti kaže meiobentos v vsako leto ponavljajoči se sezonski dinamiki. Visoke poletne in nizke zimske abundance celotne meiofavne in večine taksonomskih skupin sledijo letni temperaturni krivulji in so dokaj skladne z ugotovitvami nekaterih študij (npr. Harris, 1972; Bovee & Soyer, 1974). Julijski in septembrski maksimum nematodov se v grobem ujema s poletnim razmahom fitoplanktona, medtem ko zimskega porasta nematodov nismo opazili. Za harpaktikoidne kopepode je značilen izrazit julijsko - avgustovski vrh, domnevni jesenski sunek pa je morda nakazan le v obliki stagnantne "stop-nice" (oktober - november). Namesto jesenskega ali zgodnjesezonskega porasta, ki praviloma omogoča meiofavni lažje prebroditi neugodno obdobje najnižjih temperatur (december - marec), opazimo v naših vzor-



Slika 6: Sezonska dinamika posameznih skupin meiofavne, prizadetih z jesensko hipoksijo septembra 1994.
Fig. 6: Seasonal changes of some meiofaunal groups, affected by hypoxia in september 1994.

cih izrazit zimski dvig številčnosti (januar - februar) nekaterih skupin (Kinorhyncha, Ostracoda, Amphipoda), ki je težje razložljiv. Ker je zimsko obdobje tudi čas mikrofytobentoske in fitoplanktonske stagnacije (vira hrane za meiofavno), kaže iskati vzroke bolj v smeri biotskih mehanizmov predacije (makrofavna) ali še verjetneje kompeticije s "poletnimi" vrstami.

Pri iskanju povezav med meiofavno in ekološkimi dejavniki abiotnega okolja so korelacijski indeksi pokazali pričakovano pozitivno korelacijo s temperaturo in slanostjo ter nepričakovano negativno korelacijo z vsebnostjo kisika. Podrobnejša primerjava meiofentostskih in kisikovih krivulj pokaže kljub deloma podobnim sezonskim trendom velike časovne razmike in občasno izrazito spreminjanje krivulj. Primer poslednjega je zimsko obdobje po anoksiji, ko se je koncentracija kisika naglo dvignila, gostota nekaterih skupin meiofavne pa je še več mesecev upadala.

Neposredna primerjava favne in bentoske klorofilne biomase nakazuje odvisnost meiofavne od mikrofytobentosa kot njenega pomembnega prehranjevalnega vira. To razmerje verjetno pojasnjuje približno enomesečni odmik abundančne krivulje meiofavne (zlasti nematodov in kopepodov) za fitobentostsko dinamiko. O tesni trofični povezanosti meiofavne in mikrobentostskih primarnih producentov govorijo številne raziskave (Montagna, 1984; Rudnick *et al.*, 1985; Blanshard, 1990; Pickney & Sandulli, 1990; Montagna *et al.*, 1995), prav tako pa tudi o podobnem razmerju med razgradnimi produkti mikroalg - bakterije in organski detrit - in meiofavne (Grant & Schwinghamer, 1987; Fleeger *et al.*, 1989; Danovaro *et al.*, 1995 *itd.*).

Na območju, kjer smo odvezemali naše vzorce, to je v najglobljem, osrednjem delu Tržaškega zaliva, so najnižje vsebnosti kisika običajno jeseni, v ustreznem kompleksnem spletu okoliščin (termoklinska, hidrodinamična in meteorološka konstelacija) pa se lahko stopnjujejo v prave hipoksije. V zadnjih dvajsetih letih pozornostnejših opazovanj smo pojav hipoksij registrirali vsaj šestkrat, torej najmanj vsako tretje leto.

V nasprotju s popolnim pomorom makrobentosa so bile posledice hipoksije septembra 1994 v meiofavni nekoliko zmernejše. Upad abundance je bil še najmanjši pri nematodih, nekoliko večji pri kinorinhih, polihetih, turbelarijih in juvenilnih primerkih školjk, daleč najizrazitejši pa pri harpaktikoidih. Vse našete skupine so za pol leta padle pod običajne zimske vrednosti. Skoraj enake rezultate sta dobila Murell & Fleeger (1989), zelo podobne pa tudi Austen & Widbom (1991) na Baltiku, ter Travizi (1992) in Aleffi *et al.*, (1992) v bližnjih zahodnoistrskih vodah in v Tržaškem zalivu. Precej razhajanj je opaziti, sodeč po virih, z oceno hitrosti regeneracije prizadete meiofavne. V primerjavi z makrobentostskimi združbami, ki potrebujejo za postopen povratek po hipoksiji vrsto let, je nekajmesečna obnova meiofavne seveda zelo hitra. V našem primeru velja

poudariti, da jesenska hipoksija (v drugih okoljih se pojavlja tudi poleti) prizadene meiofavno vedno prav pred zimo in s tem občutno poslabša oz. upočasni

možnosti regeneracije vse tja do pozno pomladanskega obdobja.

SUMMARY

The research into the benthic meiofauna carried out for three successive years (1992 -1995) in the central part of the Gulf of Trieste showed above all an exceptionally great variability of communities in otherwise expected seasonal dynamics. Although reproductional cyclic tendencies of their taxonomic groups were clearly manifested in the seasonal oscillations each year, it has been established that the three-year period was too short to ascertain potential long-term trends. The leading group of the dealt with meiofauna were the Nematoda (90%), followed by the Harpacticoida, Polychaeta and Turbellaria (totalling 9%), and some remaining groups totalling 1% of relative abundance. In the greater part of the meiofauna, low winter and higher summer abundance values were noted. Particularly distinct in the annual cycle of the nematods - and to a lesser extent of the harpacticoids - are two peaks (July-August and September). The abundance of meiofauna of the researched area is in positive correlation with thermic conditions and salinity; its dependence on the microphytobenthic biomass in the sediment was also noted. The bathyal autumn hypoxia, which affected the area in 1994, was reflected in the entire meiofauna and the dominant nematods only to a small extent, while in the harpacticoids and the majority of the remaining groups it resulted in a substantial decrease in their abundance. Regeneration of the meiofauna immediately after the hypoxia was due to winter conditions rather slow.

LITERATURA

Aleffi F., Brizzi G., Del Piero D., Goriup F., Landri P., Orel G., Vio E., 1992: Macro and meiobenthic responses to oxygen depletion in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea, Italy). Preliminary results. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 33, 343.
 Austen M.C. & Widbom B., 1991: Changes in and slow recovery of a meiobenthic nematode assemblage following a hypoxic period in the Gullmar Fjord basin, Sweden. Marine Biology 111, 139-145.
 Blanshard G.F., 1990: Overlapping microscale dispersion patterns of meiofauna and microphytobenthos. Mar. Ecol. Prog. Ser., 68: 101-111.
 Bovee F. & Soyer J., 1974: Cycle annuel quantitative du meiobenthos des vases terrigenes cotieres. Distribution verticale. Vie Milieu, 24(1): 141-157.
 Coull B. C., 1985: Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 year study. Mar. Ecol. Prog. Ser., 24: 205-218.
 Coull B. C., 1986: Long-term variability of meiobenthos: value, synopsis, hypothesis, generation and predictive modelling. Hydrobiologia 142, 271-279.
 Danovaro R., Fabiano M., Albertelli G., Della Croce N.,

1995: Vertical distribution of meiobenthos in bathyal sediments of the eastern Mediterranean Sea: Relationship with labile organic matter and bacterial biomasses. P.S.Z.N.I: Marine Ecology, 16(2), 103-116.
 Eskin R. A. & Coull B. C., 1987: Seasonal and three-year variability of meiobenthic nematode populations at two estuarine sites. Mar. Ecol. Prog. Ser. 41, 295-303.
 Fleeger J.W., Shirley T.C., Ziemann D.A., 1989: Meiofaunal responses to sedimentation from an Alaskan spring bloom. I. Major taxa. Mar. Ecol. Prog. Ser. 57, 137-145.
 Grant J. & Schwinghamer P., 1987: Size partitioning of microbial and meiobenthic biomass and respiration on Brown's Bank, south-west Nova Scotia. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 647-661.
 Harris R. P., 1972: Seasonal changes in the meiofauna population of an intertidal sand beach. J. mar. biol. Ass. U.K. 52, 389-403.
 Montagna P. A., 1984: *In situ* measurement of meiobenthic grazing rates on sediment bacteria and edaphic diatoms. Mar. Ecol. Prog. Ser. 18, 119-130.
 Montagna P. A., Blanshard G. F., Dinet A., 1995: Effect of production and biomass of intertidal microphytobenthos on meiofaunal grazing rates. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 185, 149-165.

- Murrell M. C. & Fleeger J. W., 1989:** Meiofauna abundance on the Gulf of Mexico continental shelf affected by hypoxia. *Continental Shelf Research*, 9(12): 1049-1062.
- Ogorelec B., Mišič M., Faganeli J., 1991:** Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects. *Marine geology*, 99, 79-92.
- Pickney J. & Sandulli R., 1990:** Spatial autocorrelation analysis of meiofaunal and microalgal populations on an intertidal sandflat: Scale linkage between consumers and resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30, 341-353.
- Rudnick D. T., Elmgren R., Frithsen J. B., 1985:** Meiofaunal prominence and benthic seasonality in a coastal marine ecosystem. *Oecologia (Berlin)* 67, 157-168.
- Sundback K., 1986:** What are the benthic microalgae doing on the bottom of Laholm Bay. *Ophelia Suppl.*, 4, 273-286.
- Travizi A., 1992:** Recovery of benthos after an anoxic stress. III. Meiofauna. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 33, 354.
- Vrišer B., 1989:** Meiofauna južnega dela Tržaškega zaliva. I. Taksonomska struktura in abundanca. *Biol. Vestn.* 37(4), 65-76.
- Vrišer B., 1991:** Meiofauna of the southern part of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). Problems of the Mesoscale spatial distribution. *Biol. Vestn.* 39(1), 165-176.
- Vrišer B., 1995:** Meiofaunal investigations and anoxia in the central part of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 34, 48.
- Vrišer B. & Malačič V., 1992:** Hypoxic bottom water and meiofauna in the Gulf of Trieste. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 33, 356.
- Wieser W., 1960:** Benthic studies in Buzzards Bay II. The meiofauna. *Limnol. Oceanogr.* 5, s. 121-137.