

UDK 56.02:577.4(497.13)=863

Primerjava biocenoze in tanatocenoze iz morskih opazovalnih postaj med Istrskim polotokom in delto reke Pad

Comparison of Biocoenosis with Thanatocoenosis from Adriatic, between the peninsula Istria and the river Po

Luka Šribar

Geološki zavod Ljubljana, Dimičeva 14, 61000 Ljubljana, Slovenija

Jernej Pavšič

Katedra za geologijo in paleontologijo

Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 2, 61000 Ljubljana, Slovenija

Kratka vsebina

Primerjava biocenoze s tanatocenozo na treh morskih opazovalnih postajah v litoralnem pasu Jadranskega morja zahodno od Istre je pokazala presenetljivo malo podobnosti med obema. Razliko kaže pripisati postopnim majhnim spremembam ekoloških razmer med nastajanjem raziskovanih tanatocenoz (približno v zadnjih sto letih). Posledic teh ekoloških sprememb v tanatocenozi ne moremo preučevati, ker je izredno intenzivna bioturbacija povsem uničila plastnost in premešala skeletne ostanke v zgornjih tridesetih centimetrih sedimenta. Manjši delež pri omenjenih razlikah igra lateralni transport skeletnih ostankov odmrlih organizmov.

Abstract

The comparison of biocoenosis and thanatocoenosis at three observational stations, west of the peninsula Istria, in littoral of the Adriatic sea, has shown a suprisingly low similarity between them. The difference seems to be due to ecological changes during the deposition of thanatocoenosis (approximately in the last hundred years). These ecological changes can not be studied in thanatocoenosis because of a very high degree of bioturbation that destroyed stratification and mixed all the skeletal particles. Lateral transport of skeletal particles seems to be of minor importance.

Uvod

Za rekonstrukcijo fosilnega okolja, posebno še terciarnega, uporabljamo kot najučinkovitejšo metodo aplikacijo recentnih faciesov na osnovi njihove biološke vsebine. Takšna primerjava zahteva temeljito študijo organizmov v različnih recentnih okoljih ter njihovo kvalitativno in kvantitativno pojavljanje. Hkrati moramo

preučevati fizikalno – kemične parametre recentnih sedimentacijskih okolij in njihovo sezonsko spreminjanje. Vse dejavnike, ki vplivajo na pojavljanje osebka v združbi in njegovo abundanco, lahko razdelimo na biotske in abiotske. Vлага, svetloba in pritisk so trije glavni abiotski dejavniki in jih imenujemo klimati. Seveda je o vlagi smiselno govoriti samo v plimskem in nadplimskem pasu, kjer so organizmi daljši ali krajši čas izpostavljeni nad površino vodne gladine. Kadar slednji prevladujejo nad edapičnimi dejavniki, ki imajo bolj lokalni značaj, imamo lepo vertikalno conacijo bentiških združb (Pérès, 1982, 52).

Po odmrtnosti delujejo na organizme močni fizikalni vplivi okolja (nevihtni valovi dosežejo v svoji bazi globino do 30 m), ki skupaj z biološkim transportom živih in mrtvih organizmov zmešajo sicer tipično »in situ« združbo. Tako imamo v paleontologiji v glavnem opravka s tanatocenozi; le-te predstavljajo organizme, ki skupaj fosilizirajo, ni pa nujno, da so res tudi skupaj živel.

Veliko število današnjih združb ima enake ali podobne ekološke zahteve kot fosilne, še posebno terciarne. Terciarne združbe predstavljajo v veliki meri preživele vrste ali rodove iz enakih ali podobnih fizikalno - kemičnih okolij (Senes, 1988b, 675).

Prikazana je kvalitativna in kvantitativna sestava tanatocenoze ter postmortalne izgube določene biocenoze oz. tanatocenoza, ki se iz nje oblikuje v določenih fizikalno - kemičnih razmerah. Najzanimivejše je vprašanje, kateri organizmi oziroma skeletni deli katerih organizmov se ohranjajo v največji meri in kaj botruje različnemu ohranjanju organizmov. Nadalje je pomembno vprašanje, kako se ohranjajo skeletni ostanki v različnih substratih, oziroma v kakšni meri je njihova ohranitev odvisna od energije sedimentacijskega okolja. Paleontologe zanima, koliko podatkov o okolju, v katerem je živel določena biocenoza, se ohrani v tanatocenozi in v kolikšni meri lahko iz nje rekonstruiramo odnose med posameznimi vrstami oziroma med posameznimi živalskimi skupinami. Zanimivo vprašanje je, ali nam ti podatki kažejo dejansko stanje in če ne, od kod izvirajo razlike. Prikazane so razlike in podobnosti med biocenozo in tanatocenozo v konkretnem fizikalno in kemično definiranim okolju in te razlike so do neke mere tudi pojasnjene. Da bi lahko tanatocenozo definirali v paleontološkem smislu, smo vzporedno z biološko vsebino preučevali tudi sam sediment, v katerem se kopičijo skeletni ostanki organizmov.

Na tem mestu se najtopleje zahvaljujema Centru za pomorske raziskave »Ruđer Bošković« iz Rovinja, ker so omogočili nabiranje vzorcev in dostop do potrebnih podatkov. Predvsem se zahvaljujema dr. D. Zavodniku in mag. A. Jaklinu.

Pregled dosedanjih raziskav

Na področju Jadranskega morja so potekale aktuopaleontološke in aktuogeološke raziskave sporadično zadnjih 25 let. V središču raziskav so bila predvsem specifična morska okolja, kot sta delta reke Pad (Po) in Limski kanal. Pri veliki večini raziskav, ki so potekale na območju Jadranskega šelfa, lahko najdemo le malo aktuogeoloških in aktuopaleontoloških podatkov.

Leta 1965 je skupina raziskovalcev iz Univerze v Bolonji raziskovala sedimente delte reke Pad (Ciabati et al., 1965). Vendar so te raziskave bolj pomembne s sedimentološkega kot s paleontološkega vidika. Van Stratén (1966) je pri pregledu jeder z jugozahodnega dela Jadrana poleg sedimentologije velik del svojih

raziskav posvetil mikropaleontologiji. Tudi Uffenorde (1972) je glavnino svojih raziskav v Limskem kanalu namenil sedimentološki problematiki.

Najobsežnejše raziskave v smislu paleontologije je opravil Seneš (1988a, b, 1989), ki je podrobno raziskal področje Severnojadranskega in Južnojadranskega šelfa. Preiskoval je profile od plimskega pasu do globine 55 m v skupni dolžini 27 km. V njegovem delu dobimo številne podatke o batimetričnih zahtevah številnih organizmov in o njihovi afiniteti do različnega substrata.

V zadnjem času sta v sedimentološkem in mikropaleontološkem smislu raziskovala področje Severnojadranskega šelfa Puškarević in Berger (1990). Poročala sta predvsem o hitrosti sedimentacije na tem področju.

Opis raziskovanega območja

Jadransko morje pripada Sredozemskemu morju tako po nastanku in geografski povezanosti kot po svojih ekoloških značilnostih in značilnostih življenja. Geološka zgodovina Jadrana, spremembe ekoloških značilnosti in spremembe živega sveta se v glavnih potezah ujema z razvojem celotnega Sredozemlja, vendar obstajajo tudi razlike v vseh treh omenjenih dejavnikih. Zaradi tega ločimo Jadran kot posebno biogeografsko enoto mediteranskega področja oz. po Ekmanu (cf. Peres & Brida, 1973, 333) je to subregija mediteransko - atlantske regije. Od vseh področij Mediterana je Jadransko morje najbolj izolirano in ima največ individualnih razlik.

Bentonska favna Jadrana ima največ podobnosti z mediteransko, vsebuje pa tudi nekatere endemične vrste. Te so nastajale med geološkim razvojem Jadrana in se razvijajo še danes, predvsem zaradi relativne izolacije Jadrana in drugačnih ekoloških razmer.

Najobsežnejši del Jadrana pripada cirkomlitoralno. Na celotnem Severnem Jadranu se morsko dno končuje prav s tem območjem. Zaradi specifičnih ekoloških razmer, predvsem zaradi nizke presevnosti, dobimo na Severnem Jadranu cirkomlitoralne združbe že v globini od 13 m naprej, čeprav se navadno začnejo pojavljati v globini 35 cm. Večino tega območja ima pomično podlago, to je predvsem področje z nekoliko nižjo energijo, kjer se vsedajo terigeni in biogeni sedimenti.

Vzorci sedimenta so bili pobrani na pomorskih opazovalnih postajah zahodno od Rovinja (sl. 1.). To področje predstavlja bolj ali manj gladek Severnojadranski šelf. Opazovalni postaji SJ 103 in SJ 108 sta v neposredni bližini delte reke Pad na področju Vatove zoocenoze *Turritella* (Zavodnik & Vidaković, 1987, 263). Postaja SJ 108 je od obale oddaljena približno 20 morskih milj, medtem ko je postaja SJ 103 oddaljena od obale okoli 35 morskih milj. Globina vode na prvi znaša 31 m in na drugi 33 m. Opazovalna postaja SJ 107 leži na črti, ki povezuje delto reke Pad in Rovinj (sl. 1). Od slednjega je oddaljena okrog 20 morskih milj. Voda je tam izmed vseh treh opazovalnih postaj najgloblja in znaša 37 m. Zanj je značilna mešana makrofavna z nekaterimi vrstami, karakterističnimi za združbo obalnega detritičnega dna in obalnega terigenega mulja. Poleg tega je prisotno veliko število vrst tolerantne infavne. Postaja leži na meji zoocenoze *Lima hians* in *Tellina*. Značilna je tudi neenakomerna razširjenost posameznih biocenzov (patch distribution).



Sl. 1. Položajna skica opazovalnih postaj

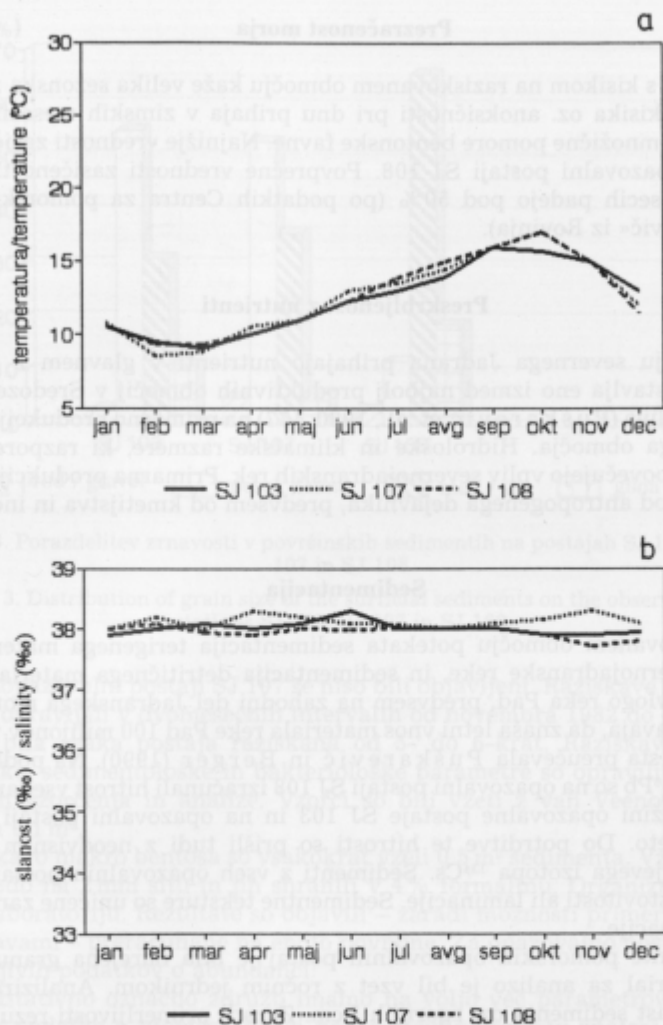
Fig. 1. Map of sample locations

Temperatura morja

Temperatura morske vode se na vseh opazovalnih postajah sezonsko spreminja (sl. 2a). Na morski površini se giblje od približno 6°C v januarju in februarju do 26°C v avgustu. Na dnu so amplitude nihanja temperature nekoliko nižje in zaostajajo za površinskimi. Najnižje so v marcu (9°C) in najvišje v oktobru (16°C) – po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruđer Boškovič« iz Rovinja.

Slanost morske vode

Slanost se na vseh opazovalnih postajah spreminja sezonsko (sl. 2b). Za opazovalni postaji SJ 107 in SJ 108 je značilen po en sezonski maksimum in minimum slanosti, medtem ko je na opazovalni postaji SJ 103 več sezonskih minimumov in maksimumov. Največje spremembe slanosti so na površini vode, medtem ko se ta pri dnu praktično ne spreminja in se giblje okoli 30‰. Slanost se najbolj spreminja v površinski plasti vode na postaji SJ 108, in sicer v povprečju od 28 do 36‰. Maksimalne vrednosti doseže slanost v zimskih mesecih, minimalne pa v juniju. Nizke vrednosti slanosti v maju in juniju gre verjetno pripisati vplivu reke Pad, ki takrat prinaša zaradi topljenja snega največje količine sladke vode. Na opazovalnih



Sl. 2. Sezonske variacije temperature (a) in slanosti (b) morske vode

Fig. 2. Seasonal variations of sea water, temperature (a) and salinity (b)

postajah SJ 103 in SJ 107 je nihanje slanosti vode dosti manjše in se giblje od 33 do 38‰ oz. od 35.5 do 38‰ – po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruđer Boškovič« iz Rovinja.

Prezračenosť morja

Zasičenost s kisikom na raziskovanem območju kaže velika sezonska nihanja. Do pomanjkanja kisika oz. anoksičnosti pri dnu prihaja v zimskih mesecih. Anoksija povzroča tudi množične pomore bentonske favne. Najnižje vrednosti zasičenja s kisikom so na opazovalni postaji SJ 108. Povprečne vrednosti zasičenosti s kisikom v zimskih mesecih padejo pod 50 % (po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruđer Bošković« iz Rovinja).

Preskrbljenost z nutrienti

Na območju severnega Jadrana prihajajo nutrienti v glavnem z rekami. To območje predstavlja eno izmed najbolj produktivnih območij v Sredozemlju. Reka Pad močno vpliva (Puškarević et. al., 1990, 177) na primarno produkcijo in sestavo planktona tega območja. Hidrološke in klimatske razmere, ki razporejajo vodne mase, znatno povečujejo vpliv severnojadranskih rek. Primarna produkcija je v veliki meri odvisna od antropogenega dejavnika, predvsem od kmetijstva in industrije.

Sedimentacija

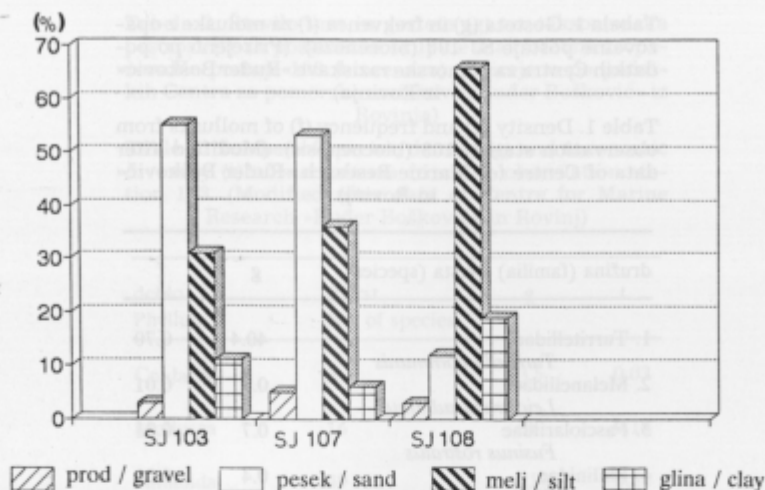
Na raziskovanem območju potekata sedimentacija terigenega materiala, ki ga prinašajo severnojadranske reke, in sedimentacija detritičnega materiala. Pri tem ima največjo vlogo reka Pad, predvsem na zahodni del Jadranskega morja. Senčič (1988a, 289) navaja, da znaša letni vnos materiala reke Pad 100 milijonov ton. Hitrost sedimentacije sta preučevala Puškarević in Berger (1990). Na podlagi svinčevega izotopa ^{210}Pb so na opazovalni postaji SJ 108 izračunali hitrost vsedanja 0.35 mm na leto. V bližini opazovalne postaje SJ 103 in na opazovalni postaji SJ 101 pa 0.11 mm na leto. Do potrditve te hitrosti so prišli tudi z neodvisnim merjenjem vsebnosti cezijevega izotopa ^{134}Cs . Sedimenti z vseh opazovalnih postaj ne kažejo nikakršne plastovitosti ali laminacije. Sedimentne teksture so uničene zaradi izredno visoke bioturbacije.

Za sedimente pomorskih opazovalnih postaj je bila narejena granulometrična analiza. Material za analizo je bil vzet z ročnim jedrnikom. Analizirana je bila površinska plast sedimenta oz. zgornjih 5 cm. Zaradi primerljivosti rezultatov analize zrnivosti je bila uporabljena kombinirana metoda sejanja in areometrije, ki so jo uporabili Ogorelec in sodelavci (1987) za določitev zrnivosti sedimentov Piranskega zaliva.

Sediment z opazovalne postaje SJ 103 je meljast pesek s 30 % melja in 11 % gline. Sediment z opazovalne postaje SJ 107 je prav tako meljast pesek s 35 % melja in 6 % gline. Sediment z opazovalne postaje SJ 108 pa je glinast melj z 19 % gline in 12 % peska (sl. 3).

Metodika dela

Raziskave bentosa na opazovalnih postajah je opravil Center za pomorske raziskave »Ruđer Bošković« iz Rovinja. Rezultate raziskav na opazovalnih postajah SJ 103 in SJ 108 sta objavila Zavodnik in Vidaković (1987), medtem ko rezultati



Sl. 3. Porazdelitev zrnivosti v površinskih sedimentih na postajah SJ 103, SJ 107 in SJ 108

Fig. 3. Distribution of grain size of the surficial sediments on the observation stations SJ 103, SJ 107 in SJ 108

raziskav na opazovalni postaji SJ 107 še niso bili objavljeni. Raziskave na prvih dveh postajah so opravljali v dvomesečnih intervalih od novembra 1982 do oktobra 1983, tako da je bila vsaka postaja raziskana od 5- do 6-krat. Raziskave za osnovne oceanografske, sedimentološke in bakteriološke parametre so opravili po standardnih metodah vzorčenja in analize. Vzorci so bili vzeti z van Veenovim grabilom z volumnom 0.1 m^3 .

Za preiskavo makro bentosa so vsakokrat vzeli 0.5 m^3 sedimenta. Vzorce so sprali z morsko vodo na 2 mm situ in jih shranili v 4% formalinu. Organizme so nadalje obdelali v laboratoriju. Rezultate so objavili – zaradi možnosti primerjave s podobnimi raziskavami – preračunane na enoto površine. Za opazovalno postajo SJ 107 še ni razpoložljivih podatkov o abundanci.

Za kvantitativno označbo združb imamo na voljo več parametrov. Nekateri se nanašajo na podatke o biomasi, drugi pa na število osebkov znotraj taksonomske enote. V svojem pregledu navajam samo slednje, saj prvi nimajo nikakršnega pomena za primerjavo s tanatocenozo. V *t o v a* navaja (v Pérès & Brida, 1973, 158) nekaj koeficientov za izračunavanje kvantitativnih odnosov v združbi. Pod gostoto vrste razume srednje število osebkov določene vrste na m^2 površine morskega dna. Število osebkov ene vrste glede na celotno število osebkov imenuje frekvenca vrste. To lahko uporabljamo tudi za podajanje odnosov znotraj določene taksonomske skupine.

Za primerjavo biocenoze in tanatocenoze so bili ti koeficienti nekoliko spremenjeni, tako da je za osnovno taksonomsko enoto vzeta družina in ne vrsta. Gostota (g) in frekvenca (f) je izračunana samo za taksonomsko skupino moluskov. Vzroki za takšne postopke bodo navedeni kasneje. Za vse druge taksonomske skupine na nivoju debla je izračunan koeficient, poimenovali smo ga taksonomska pestrost (t), ki predstavlja razmerje med številom vrst iz enega debla in številom vseh vrst. Podatki o sestavi biocenoz iz opazovalnih postaj so podani v tabelah 1, 2, 3, 4, 5 in 6.

Tabela 1. Gostota (g) in frekvenca (f) za moluske z opazovalne postaje SJ 103 (biocenozo). (Prirejeno po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruder Bošković« iz Rovinja)

Table 1. Density (g) and frequency (f) of mollusks from observation station 103 (biocenosis). (Modified after data of Centre for Marine Research »Ruder Bošković« in Rovinj)

družina (familia) - vrsta (species)	g	f
1. Turritellidae <i>Turritella communis</i>	40.4	0.70
2. Melanellidae <i>Leiostraca subulata</i>	0.7	0.01
3. Fasciolaridae <i>Fusinus rostratus</i>	0.7	0.01
4. Philinidae <i>Philine aperta</i>	0.4	0.01
5. Anomiidae <i>Monia patelliformis</i>	0.7	0.01
6. Lucinidae <i>Myrtea spinifera</i>	1.8	0.03
7. Veneridae <i>Pitar rude</i> <i>Chione ovata</i>	0.8	0.01
8. Petricolidae <i>Mysia undata</i>	2.1	0.04
9. Tellinidae <i>Tellinella pulchella</i> <i>Quadrans serratus</i>	3.9	0.07
10. Semelidae <i>Abra pellucida</i>	3.2	0.06
11. Solecurtidae <i>Cultrensis adriaticus</i>	1.4	0.02
12. Solenidae Solenidae gen.sp.	0.4	0.01
13. Hiatellidae <i>Hiatella arctica</i>	0.7	0.01
14. Corbulidae <i>Corbula gibba</i>	3.6	0.06

Vzorci za raziskavo tanatocenoze so bili vzeti na enak način, kakor je opisano v prejšnjem poglavju, s to razliko, da so bili vzeti le enkrat in v manjši količini. Na opazovalnih postajah SJ 103 in SJ 108 je bilo vzeto 20 litrov sedimenta, na opazovalni postaji SJ 107 pa 10 litrov. Hkrati je bil na vsaki opazovalni postaji vzet tudi vzorec sedimenta z jedrnikom iz plastične cevi z notranjim premerom 5 cm in dolžine 25 cm.

Sediment je bil spran v laboratoriju na sitih z odprtiniami 6.3, 2.0, 1.0. Zaradi lažjega označevanja v nadaljevanju so frakcije označene s številkami in sicer:

1 = frakcija, večja od 6.3 mm

2 = frakcija med 6.3 in 2.0 mm

3 = frakcija med 2.0 in 1.0 mm

Vse frakcije so bile posušene na temperaturi približno 50°C do konstantne teže. V celoti sta bili pregledani frakcija 1 in frakcija 2 za vzorec iz opazovalne postaje SJ

Tabela 2. Število vrst in gostota (g) ter taksonomska pestrost (t) za posamezne skupine makrofavne z opazovalne postaje 103 (biocenoza). (Prirejeno po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruđer Bošković« iz Rovinja)

Table 2. Number of species, density (g) and taxonomic diversity (t) of macrofauna from the observation station 103. (Modified after data of Centre for Marine Research »Ruđer Bošković« in Rovinj)

deblo Phylum	št.vrst No. of species	g	t
Cnidaria	3	3.5	0.03
Mollusca	16	58	0.18
Annelida	49	210	0.56
Crustacea	9	7.8	0.10
Tentaculata	2	1.1	0.02
Echinodermata	5	672.2	0.06
Varia	3	1.8	0.03

108. Druge frakcije so bile četrtinjene do želene količine materiala, in sicer za frakcijo 2 opazovalnih postaj SJ 103 in SJ 107, $\frac{1}{4}$ materiala in iz frakcije 3, $\frac{1}{16}$ materiala. Za opazovalno postajo SJ 108 je bila četrtinjena samo frakcija 3 in pregledana $\frac{1}{4}$ materiala.

Za kvantitativno označbo združbe so bile izračunane gostota, frekvenca in taksonomska pestrost. Vsi trije parametri se nanašajo na družino, ki je predstavljala osnovno taksonomsko enoto, zato ker velikokrat ni mogoče določiti nižjih taksonomskih enot. Za tanatocenozo bi bilo nesmiselno računati gostoto (g) na enoto površine, zato je izračunana na enoto volumna:

$$g = \frac{N}{dm^3}$$

N = št. osebkov v družini

Frekvenca (f) se računa samo za moluske, in sicer kot:

$$f = \frac{N}{Cel.N}$$

Cel.N = št. vseh osebkov

Za vse taksonomske enote na nivoju debla je izračunana samo taksonomska pestrost (t), ker za veliko skupin ni mogoče ugotoviti števila osebkov. Organizmi

Tabela 3. Gostota (g) in frekvenca (f) za moluske z opazovalne postaje SJ 108 (biocenozo). (Prirejeno po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruder Bošković« iz Rovinja)

Table 3. Density (g) and frequency (f) of mollusks from the observation station SJ 108 (biocoenosis). (Modified after data of Centre for Marine Research »Ruder Bošković« in Rovinj)

družina (familia) - vrsta (species)	g	f
1. Turritellidae <i>Turritella communis</i>	5.5	0.04
2. Melanellidae <i>Leiostrarca subulata</i>	1.0	0.01
3. Scaphandridae <i>Cylichna cylindracea</i>	+	+
4. Philinidae <i>Philine aperta</i>	1.0	0.01
5. Nuculidae <i>Nucula nucleus</i>	+	+
6. Thyasiridae <i>Thyasira flexuosa</i>	1.0	0.01
7. Lucinidae <i>Myrtea spinifera</i>	4.5	0.04
8. Veneridae <i>Chione ovata</i>	3.5	0.03
9. Solecurtidae <i>Azorinus chamasolen</i> <i>Cultrensis adriaticus</i>	1.5	0.01
10. Tellinidae <i>Tellinella pulchella</i>	2.0	0.02
11. Semelidae <i>Abra nitida</i> <i>Abra pellucida</i>	18.5	0.15
12. Corbulidae <i>Corbula gibba</i>	86.0	0.68
13. Thracidae <i>Thracia pubescens</i>	+	+

s členjenim skeletom postmortalno razpadejo v številne členke in pri velikemu številu podobnih členkov, kot na primer pri kačjerepih, ne moremo ugotoviti, kolikim osebkom ti členki pripadajo. Podobne težave so pri kolonijskih organizmih, kjer vsako kolonijo štejemo kot en organizem. Po razpadu kolonij nikakor ne moremo več rekonstruirati njihovega števila. Taksonomska pestrost se računa:

$$t = \frac{S}{\text{Cel.S}}$$

S = št. družin v debelu

Cel.S = št. vseh družin

Za vse družine, katerih delež je nižji od 1 %, nista izračunani gostota in frekvenca, temveč je označena samo njihova prisotnost s »+«.

Tabela 4. Število vrst in gostota (g) ter taksonomska pestrost (t) za posamezne skupine makrofavne z opazovalne postaje SJ 108 (biocenoza). (Prirejeno po podatkih centra za pomorske raziskave »Ruder Bošković« iz Rovinja)

Table 4. Number of species, density (g) and taxonomic diversity (t) of macrofauna from the observation station SJ 108. (Modified after data of Centre for Marine Research »Ruder Bošković« in Rovinj)

deblo Phylum	št.vrst No. of species	g	t
Mollusca	15	122	0.24
Annelida	34	452.5	0.55
Crustacea	4	6	0.07
Echinodermata	4	140	0.07
Varia	5	6	0.08

V vzorcu je bilo veliko juvenilnih osebkov. Pri nekaterih vrstah lahko zasledujemo postopno rast osebkov – od juvenilnih do adultnih. Osebkovi vrste *Corbula gibba* se pojavljajo od velikosti 1.5 mm do povsem adultnih osebkov. To je bil tudi eden izmed glavnih vzrokov, zakaj za veliko skupin moluskov ni določenih nižjih taksonomskih enot od družine. Pri zelo lahko prepoznavnih skupinah, kot je na primer družina Pectinidae, lahko prepoznamo zelo majhen fragment lupinice, pa čeprav ne vsebuje bistvenih taksonomskih znakov. Vendar jih v teh primerih ne upoštevamo, saj bi se tako neupravičeno povečal njihov delež nasproti težje določljivim ostankom. Vsako školjčno lupino smo obravnavali kot polovico osebka in smo se tako izognili povečanju števila teh v primerjavi s polži.

Pri določevanju so bila uporabljena biološka taksonomska dela avtorjev: D'Angela in Gargiulla (1978), Riedela (1970), Milešiča (1991) in Nordsiecka (1968, 1969 in 1972).

Opis tanatocenoz s pomorskih opazovalnih postaj SJ 103, SJ 107 in SJ 108

V tanatocenozah z vseh treh opazovalnih postaj močno prevladujejo moluski tako po številu osebkov kot po številu družin. Med moluski na vseh opazovalnih postajah prevladujejo školjke, ki predstavljajo 66 % vseh moluskov. Njihov delež je največji na opazovalni postaji SJ 108, in sicer 70 %, na preostalih dveh postajah pa znaša ta 65 %. Predstavniki drugih debel se pojavljajo le sporadično, z eno do tremi družinami. Nekoliko drugače je le s foraminiferami, ki so prisotne v večjem številu, vendar so v raziskavi zajete le večje od enega milimetra. Zaradi vseh teh vzrokov je največ pozornosti posvečene moluskom.

Tabela 5. Seznam vrst po družinah za opazovalno postajo SJ 107 (biocenoza). (Prirejeno po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruđer Bošković« iz Rovinja)

Table 5. List of species from the observation station SJ 107 (biocoenosis). (Modified after data of Centre for Marine Research »Ruđer Bošković« in Rovinj)

družina (familia)	vrsta (species)
1. Turritellidae	- <i>Turritella communis</i>
2. Melanellidae	- <i>Leiostraca glaber</i>
3. Naticidae	- <i>Lunatia alderi</i> - <i>L. poliana</i>
4. Pyrenidae	- <i>Mitrella minor</i>
5. Nassariidae	- <i>Hinia incrasata</i>
6. Fasciolaridae	- <i>Fusinus rostratus</i> - <i>F. syracusanus</i>
7. Marginellidae	- <i>Gibberulina clandestina</i>
8. Turridae	- <i>Cythara kochi</i> - <i>C. pontiaca</i> - <i>C. stossichiana</i> - <i>Raphitoma hystrix</i>
9. Scaphandridae	- <i>Scaphander lignarius</i>
10. Philinidae	- <i>Philine aperta</i>
11. Muricidae	- <i>Trophomopsis muricanus</i>
12. Nuculidae	- <i>Nucula nitida</i> - <i>N. nucleus</i> - <i>Nucula</i> sp.
13. Mytilidae	- <i>Musculus marmoratus</i>
14. Pinnidae	- <i>Pinna pectinata</i>
15. Pectinidae	- <i>Aequipecten opercularis</i> - <i>Chlamys glabra</i> - <i>Pecten jacobaeus</i>
16. Limidae	- <i>Lima hians</i>
17. Anomiidae	- <i>Anomia</i> sp. - <i>Monia patelliformis</i>
18. Ostreidae	- <i>Ostrea edulis</i> - <i>Pygmodonta cochlear</i> - <i>Diplodonta brochii</i>
19. Ungulinidae	- <i>Thyasira flexuosa</i>
20. Thyasiridae	- <i>Loripinus fragilis</i>
21. Lucinidae	- <i>Myrcia spinifera</i>
22. Montaculidae	- <i>Mysella bidentata</i>
23. Chamidae	- <i>Pseudochama gryphina</i>
24. Cardiidae	- <i>Acanthocardia echinata</i> - <i>Laevicardium norvegicum</i> - <i>L. oblongum</i> - <i>Papillicardium papillosum</i> - <i>Parvicardium minimum</i> - <i>P. nudosum</i> - <i>Sphaerocardium paucicostatum</i>
25. Veneridae	- <i>Pitar rudis</i> - <i>Venerupis rhomboideus</i> - <i>V. aurea</i> - <i>V. corrugata</i> - <i>V. verrucosa</i> - <i>Timoclea ovata</i>
26. Petricolidae	- <i>Mysia undata</i>
27. Sanguinolariidae	- <i>Gari fervensis</i>

družina (familia)	vrsta (species)
28. Tellinidae	- <i>Qudrans serratus</i> - <i>Tellina crassa</i> - <i>T. distorta</i> - <i>T. pulchella</i>
29. Semelidae	- <i>Abra alba</i> - <i>A. prismatica</i> - <i>Abra</i> sp.
30. Solecurtidae	- <i>Azorinus chamasolen</i> - <i>Cultrensis adriaticus</i>
31. Solenidae	- <i>Ensis ensis</i>
32. Hiatellidae	- <i>Hiatella arctica</i>
33. Corbulidae	- <i>Corbula gibba</i>
34. Lyonsiidae	- <i>Lyonsia norvegica</i>
35. Thraciidae	- <i>Thracia papyracea</i> - <i>T. pubescens</i>

Tabela 6. Število vrst in taksonomska pestrost (t) za posamezne skupine makrofavne z opazovalne postaje SJ 107 (biocenoza). (Prirejeno po podatkih Centra za pomorske raziskave »Ruder Bošković« iz Rovinja)

Table 6. Number of species and taxonomic diversity (t) of macrofauna from the observation station SJ 107. (Modified after data of Centre for Marine Research »Ruder Bošković« in Rovinj)

deblo Phylum	št.vrst No. of species	t
Mollusca	74	0.28
Annelida	103	0.39
Crustacea	27	0.10
Tentaculata	6	0.02
Echinodermata	24	0.09
Rodophyta	5	0.02
Varia	24	0.10

Tabela 7. Gostota (g) in frekvenca (f) za moluske z opazovalne postaje SJ 103 (tanatocenoza)

Table 7. Density (g) and frequency (f) of mollusks from the observation station SJ 103 (thanatocoenosis)

družina (familia) - vrsta (species)	g	f
1. Turritellidae <i>Turritella</i> sp.	46.3	0.17
2. Cerithiidae <i>Cerithium</i> sp.	2.4	0.01
3. Epitonidae <i>Epitonium tenuicostata</i>	1.8	0.01
4. Melanellidae <i>Leiostraca subulata</i>	+	+
5. Calyptraeidae <i>Calyptraea chinensis</i>	2.5	0.01
6. Naticidae <i>Natica</i> sp.	5.2	0.02
7. Nassariidae <i>Nassarius cuvieri</i>	5.4	0.02
8. Fasciolaridae <i>Fusinus rostratus</i>	1.5	0.01
9. Philinidae <i>Philine aperta</i>	1.5	0.01
10. Pyramidellidae <i>Turbonilla lectea</i>	3.2	0.01
11. Aporrhaidae <i>Aporrhais pespelecani</i>	+	+
12. Dentaliidae	9.6	0.04
13. Nuculidae Nuculidae gen.spec.	16.9	0.06
14. Mytilidae <i>Musculus subpicus</i>	2.4	0.01
15. Pectinidae Pectinidae gen.spec.	13.9	0.05
16. Anomiidae <i>Monia patelliformis</i> <i>Heteronomia squaleta</i>	4.4	0.02
17. Thyasiridae <i>Thyasira flexuosa</i>	+	+
18. Lucinidae <i>Myrtea spinifera</i>	+	+
19. Cardidae Cardidae gen.spec.	42.7	0.16
20. Veneridae Veneridae gen.spec.	8.3	0.03
21. Petricolidae <i>Mysia undata</i>	8.9	0.03
22. Tellinidae Tellinidae gen.spec.	3.2	0.01
23. Semelidae <i>Abra</i> sp.	3.2	0.01
24. Solecurtidae <i>Cultrensis adriaticus</i>	+	+
25. Hiatellidae <i>Hiatella artica</i>	3.7	0.01
26. Corbulidae <i>Corbula gibba</i>	78.5	0.29
27. Thracidae <i>Thracia pubescens</i>	+	+
28. Cuspidariidae <i>Cuspidaria cuspidata</i>	+	+

Tabela 8. Seznam družin (razen moluskov) za tanatocenozo z opazovalne postaje SJ 103

Table 8. List of families (except mollusks) of thanatocenosis from the observation station SJ 103

IRHIZOPODA	št. družin = 3 Number of families = 3
familia	species
1.Elphidiidae	<i>Elphidium crispum</i>
2.Rotaliidae	<i>Ammonia</i> sp.
3.Spiroloculinidae	<i>Adelosina</i> sp.
II.ANNELIDA	št. družin = 2 Number of families = 2
familia	species
1. Serpulidae	<i>Pomatoceros triqueter</i> <i>Serpula vermicularis</i> <i>Spirorbis pagenstecheri</i>
III.CRUSTACEA	št. družin = 1 Number of families = 1
familia	species
1.Decapoda	
IV.TENTACULATA	št. družin = 1 Number of families = 1
familia	species
1.Sertellidae	<i>Sertella</i> sp.
V.ECHINODERMATA	št. družin = 2 Number of families = 2
familia	species
1. Fibulariidae	<i>Echinocyamus pusillus</i>
2. Amphiuroidae	

Tanatocenoza z opazovalne postaje SJ 103 vsebuje 28 družin moluskov (tabela 7); v največji meri so zastopane školjke iz družin Corbulidae, ki predstavljajo 29 % vseh moluskov. Z več kot 10 % sta zastopani tudi družini Turritellidae in Cardiidae. Echinodermi so zastopani z dvema družinama (tabeli 8 in 9). Neregularne morske ježke predstavlja vrsta *Echinocyamus pusillus*, katere korone so zelo dobro ohranjene. Poleg tega se pojavljajo tudi številne bodice iregularnih in regularnih morskih ježkov, ki pa so na žalost nedoločljive. V vzorcu so tudi številni členki kačjerepov iz družine Amphiuroidae. Od številnih morskih rakov, ki naseljujejo to območje, se ohranjajo le redki nedoločljivi deli klešč. Serpulidae in Spirorbinae se ohranjajo

Tabela 9. Število družin in taksonomska pestrost (t) za posamezne skupine makrofavne z opazovalne postaje SJ 103 (tanatocenoza)

Table 9. Number of families and taxonomic diversity (t) of each group of macrofauna from the observation station SJ 103 (thanatocoenosis)

deblo Phyllum	št. družin No. of families	t
Rhizopoda	3	0.08
Mollusca	28	0.76
Annelida	2	0.05
Crustacea	1	0.03
Tentaculata	1	0.03
Echinodermata	2	0.05

pritrjene na zunanjo ali notranjo stran večjih školjčnih lupin in polžjih hišic. Nekatere pa so tudi odluščene v sedimentu.

Tanatocenoza z opazovalne postaje SJ 107 je najbogatejša tako po številu osebkov kot po številu družin (tabele 10, 11 in 12). Vsebuje 41 družin moluskov (tabela 10), med katerimi prevladuje družina Cardiidae, to je 23 % vseh osebkov med moluski. Z več kot 10 % je zastopana samo še družina Corbulidae z eno samo vrsto – *Corbula gibba*. V sedimentu se pojavlja tudi drobir rdečih alg. Njegova masa znaša 30 g, kar je 7.2 % vsega skeletnega detritusa.

Tanatocenoza z opazovalne postaje SJ 108 je najskromnejša tako po količini skeletnih ostankov kot po številu družin (tabele 13, 14 in 15). Vsebuje 20 družin moluskov (tabela 13), med katerimi močno prevladuje s 40 % družina Turritellidae. Več kot 10 % predstavlja še družina Corbulidae. V sedimentu s te opazovalne postaje se pojavljajo tudi aglutinirani rovi anelidov vrste *Maldane glebifex*. Ta zlepi terigene in manjše detritične delce v od 4 do 9 cm dolg in od 1 do 3 cm debel valjast rov. V prerezu rova je lepo vidna koncentrična tekstura z od 1 do 2 mm širokim prostorom v sredini. Vendar je možnost za ohranitev teh oblik zelo majhna, saj znaša razmerje med naseljenimi in praznimi rovi 9 : 1.

Vsi skeletni ostanki so bili stehtani po frakcijah (tab. 16). Največ skeletnih ostankov je vseboval sediment na opazovalni postaji SJ 107, in sicer 417 g na 10 litrov sedimenta. Prav tako so bili stehtani tudi vsi nedoločljivi fragmenti po posameznih frakcijah (tab. 16).

Delež določljivih fragmentov pada na vseh treh opazovalnih postajah z manjšanjem frakcije (sl. 4). To tendenco lahko pojasnimo s preprostim dejstvom, da skeletni ostanki pri razpadu prehajajo v manjše frakcije in se kopičijo kot skeletni drobir. Najbolje so ohranjeni skeletni ostanki na opazovalni postaji SJ 108, saj znaša masa

Tabela 10. Gostota (g) in frekvenca (f) za moluske z opazovalne postaje SJ 108 (tanatocenoza)

Table 10. Density (g) and frequency (f) of mollusks from the observation station SJ 108 (thanatocoenosis)

družina (familia) - vrsta (species)	g	f
1. Turritellidae <i>Turritella</i> sp.	27.0	0.40
2. Melanellidae <i>Leiostrarca subulata</i>	0.6	0.01
3. Epitoniidae <i>Epitonium tenuicostata</i>	+	+
4. Calyptraeidae <i>Calyptraea chinensis</i>	0.4	0.01
5. Naticidae <i>Natica</i> sp.	+	+
6. Nassariidae <i>Nassarius cuvieri</i>	1.0	0.01
7. Philinidae <i>Philine aperta</i>	1.8	0.03
8. Nuculidae Nuculidae gen.spec.	4.5	0.07
9. Pectinidae Pectinidae gen.spec.	2.8	0.04
10. Anomiidae <i>Amonia</i> sp.	+	+
11. Thyasiridae <i>Thyasira flexuosa</i>	+	+
12. Lucinidae <i>Myrtea spinifera</i>	+	+
13. Cardiidae Cardiidae gen. spec.	2.6	0.04
14. Veneriidae <i>Chione ovata</i>	0.5	0.01
15. Tellinidae <i>Tellina pulchella</i>	2.0	0.03
16. Semelidae <i>Abra</i> sp.	4.8	0.07
17. Solecurtidae <i>Azurinus chamasolen</i> <i>Cultrensis adriaticus</i>	+	+
18. Hiatelidae <i>Hiatela arctica</i> <i>Saxicavella plicata</i>	2.7	0.04
19. Corbulidae <i>Corbula gibba</i>	13.4	0.20
20. Thracidae <i>Thracia pubescens</i>	+	+

določljivih skeletnih ostankov 72 % vseh skeletnih ostankov. Bistveno manjši delež zavzemajo določljivi skeletni ostanki na drugih dveh opazovalnih postajah. Na opazovalni postaji SJ 103 znaša ta delež 38 % in na opazovalni postaji SJ 107 36 % (sl. 5). Ko te podatke povežemo s podatki iz analize zrnivosti (sl. 3), vidimo, da je ohranitev veliko boljša v sedimentu z visokim deležem muljaste frakcije. Upoštevaajoč

Tabela 11. Seznam družin (razen moluskov) za tanatocenozo z opazovalne postaje SJ 108

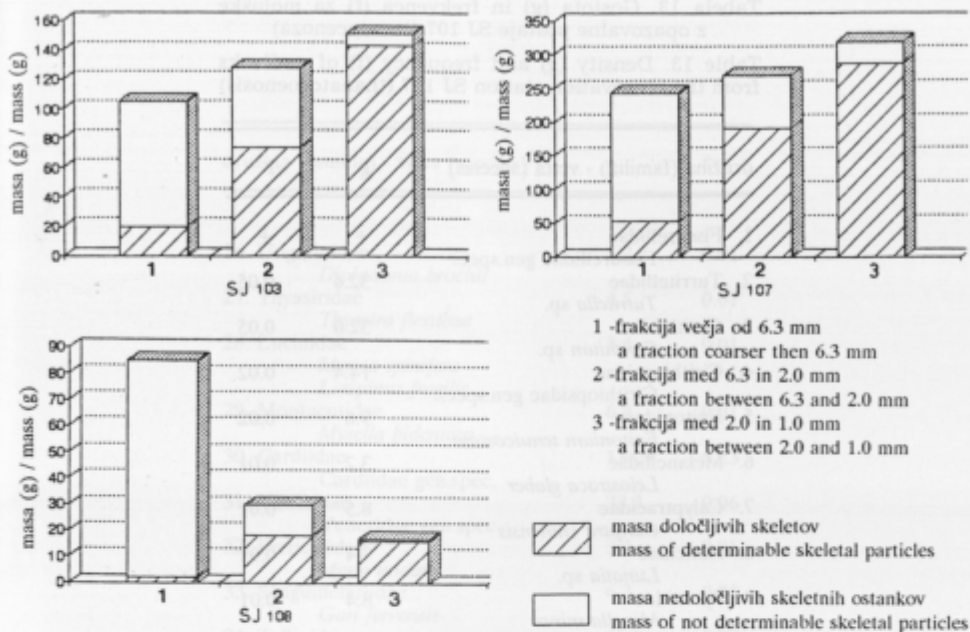
Table 11. List of families (except mollusks) of thanatocoenosis from the observation station SJ 108

I.RHIZOPODA		št. družin = 3
familia		Number of families = 3
		species
1.Elphidiidae	<i>Elphidium crispum</i>	
2.Rotaliidae	<i>Ammonia</i> sp.	
3.Spirolocunidae	<i>Adalosina</i> sp.	
	<i>Spiroloculina dilatata</i>	
II.ANNELIDA		št. družin = 2
familia		Number of families = 2
		species
1.Serpulinidae	<i>Pomatoceros triquetus</i>	
	<i>Serpula vermicularis</i>	
2.Maldanidae	<i>Maldane glabifex</i>	
III.ECHINODERMATA		št. družin = 1
familia		Number of families = 1
		species
Amphiuridae	/	

Tabela 12. Število družin in taksonomska pestrost (t) za posamezne skupine makrofavne z opazovalne postaje SJ 108 (tanatocenozo)

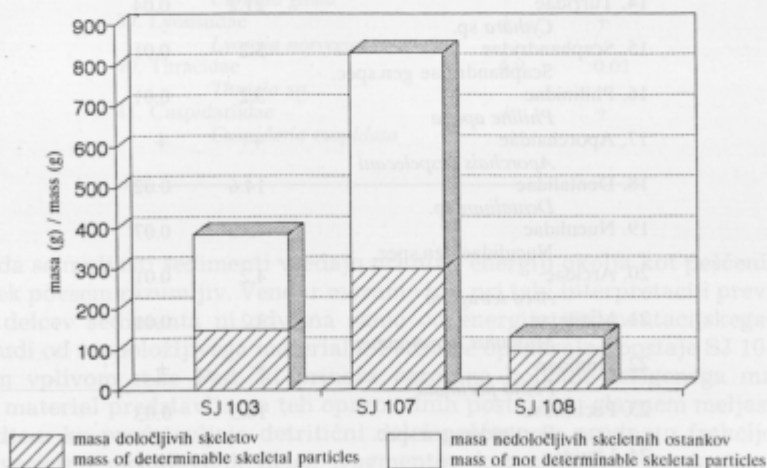
Table 12. Number of families and taxonomic diversity (t) of each group of macrofauna from the observation station SJ 108 (thanatocoenosis)

deblo Phylum	št. družin No. of families	t
Rhizopoda	3	0.11
Mollusca	20	0.77
Annelida	2	0.08
Echinodermata	1	0.04



Sl. 4. Masa skeletnih fragmentnih ostankov po frakcijah

Fig. 4. Mass of skeletal particles in fractions



Sl. 5. Masa skeletnih ostankov v 20 litrih sedimenta

Fig. 5. Mass of skeletal particles in 20l of sediment

Tabela 13. Gostota (g) in frekvenca (f) za moluske z opazovalne postaje SJ 107 (tanatocenoza)

Table 13. Density (g) and frequency (f) of mollusks from the observation station SJ 107 (thanatocoenosis)

družina (familia) - vrsta (species)	g	f
1. Fissurellidae	+	+
Fissurellidae gen.spec.		
2. Turritellidae	32.6	0.05
<i>Turritella</i> sp.		
3. Cerithiidae	32.0	0.05
<i>Cerithium</i> sp.		
4. Cirithiopsidae	14.4	0.02
Cirithiopsidae gen.spec.		
5. Epitonidae	9.6	0.02
<i>Epitonium tenuicostata</i>		
6. Melanellidae	3.2	0.01
<i>Leiostraca glaber</i>		
7. Calyptraeidae	8.5	0.01
<i>Calyptra chinensis</i>		
8. Naticidae	7.4	0.01
<i>Lunatia</i> sp.		
9. Pyrenidae	8.4	0.01
<i>Mirella minor</i>		
10. Piramidellidae	19.6	0.03
<i>Odostodonia conoidea</i>		
<i>Turbonilla lactata</i>		
11. Nassariidae	6.0	0.01
<i>Hinia incrasata</i>		
12. Fasciolaridae	+	+
<i>Fusinus</i> sp.		
13. Marginellidae	+	+
<i>Gibberulina clandestina</i>		
14. Turridae	21.2	0.04
<i>Cythara</i> sp.		
15. Scaphandridae	5.2	0.01
Scaphandridae gen.spec.		
16. Philinidae	3.2	0.01
<i>Philine aperta</i>		
17. Aporchaidae	+	+
<i>Aporchais pespelecani</i>		
18. Dentalidae	14.6	0.02
<i>Dentalium</i> sp.		
19. Nuculidae	43.8	0.07
Nuculidae gen.spec.		
20. Arcidae	4.2	0.01
<i>Arca tetragona</i>		
21. Mytilidae	3.2	0.01
<i>Musculus marmoratus</i>		
22. Pinnidae	+	+
<i>Pinna pectinata</i>		
23. Pectinidae	16.5	0.03
Pectinidae gen.spec.		
24. Limidae	+	+
<i>Lima hians</i>		
25. Anomiidae	15.8	0.03
<i>Anomia</i> sp.		

družina (familia) - vrsta (species)	g	f
26. Ungulinidae	7.2	0.01
<i>Diplodonta brochii</i>		
27. Thyasiridae	4.5	0.01
<i>Thyasira flexuosa</i>		
28. Lucinidae	3.4	0.01
<i>Myrtea spinifera</i>		
<i>Laripinus fragilis</i>		
29. Montacutidae	6.8	0.01
<i>Mysella bidentata</i>		
30. Cardiidae	138.9	0.23
Cardiidae gen.spec.		
31. Veneridae	33.3	0.06
Veneridae gen.spec.		
32. Petriculidae	3.1	0.01
<i>Mysia undata</i>		
33. Sanguinolariidae	6.3	0.01
<i>Gari fervensis</i>		
34. Tellinidae	11.9	0.02
Tellinidae gen.spec.		
35. Semelidae	7.4	0.01
<i>Abra</i> sp.		
36. Solecurtidae	+	+
Solecurtidae gen.spec.		
37. Hiatellidae	8.8	0.01
<i>Hiatella arctica</i>		
38. Corbulidae	86.0	0.14
<i>Corbula gibba</i>		
39. Lyonsiidae	+	+
<i>Lyonsia norvegica</i>		
40. Thracidae	4.9	0.01
<i>Thracia</i> sp.		
41. Cuspidariidae	+	+
<i>Cuspidaria cuspidata</i>		

dejstvo, da se muljasti sedimenti vsedajo pri nižji energiji okolja kot peščeni, je tudi ta podatek povsem razumljiv. Vendar moramo biti pri taki interpretaciji previdni, saj velikost delcev sedimenta ni odvisna samo od energije sedimentacijskega okolja, temveč tudi od razpoložljivega materiala. Področje opazovalne postaje SJ 108 je pod največjim vplivom reke Pad, ki prinaša ogromne količine terigenega materiala. Terigeni material predstavlja na teh opazovalnih postajah v glavnem meljasto frakcijo, medtem ko predstavljajo detritični delci peščeno in prodnato frakcijo. Poleg tega je verjetno nastal velik delež fragmentov kot posledica predacije. Skelete moluskov drobijo na primer morske zvezde in ježki.

Na opazovalni postaji SJ 108 je hitrost sedimentacije po razpoložljivih podatkih trikrat večja kot na preostalih dveh. To pomeni, da muljast material »razredči«

Tabela 14. Seznam družin po deblih (razen moluskov) za tanatocenozo opazovalne postaje SJ 107

Table 14. List of families (except mollusks) of thanatocoenosis from the observation station SJ 107

I. Rhizopoda	Št. družin Number of families
familia	species
1. Elphidiidae	<i>Elphidium crispum</i>
2. Spiroloculinidae	<i>Adelosina</i> sp.
3. Rotaliidae	<i>Ammonia</i> sp.
II. ANNELIDA	Št. družin = 2 Number of families = 2
familia	species
1. Serpulinidae	<i>Serpula vermicularis</i> <i>Spirorbis pagenstecheri</i>
III. TENTACULATA	Št. družin = 2 Number of families = 2
familia	species
1. Sertellidae	<i>Sertella</i> sp.
2. Scrupocellariidae	<i>Scrupocellaria reptans</i>
IV. ECHINODERMATA	št. družin = 2 Number of families = 2
familia	species
1. Fibulariidae	<i>Echinociamus pusillus</i>
2. Amphiuridae	

detritične delce, kar se kaže v nižji vsebnosti skeletnih ostankov na volumsko enoto. To potrjujejo tudi podatki o abundanci bentonskih organizmov na tej postaji. Iz tega lahko sklepamo, da ohranjenost skeletnih ostankov določata dva dejavnika: energija okolja in hitrost sedimentacije.

Na vseh opazovalnih postajah so na polžjih hišicah in školjčnih lupinah vidni sledovi oziroma znaki predacije v obliki večjih ali manjših luknjic (tabela 17). Teh sledov je največ na opazovalni postaji SJ 103, kjer je navrtanih 20 % vseh moluskov. Na opazovalni postaji SJ 107 je navrtanih 10 % moluskov in na opazovalni postaji SJ 108 6 %. Zanimivo je tudi, da je družina Nuculidae, ki je na vseh opazovalnih postajah med številnejšimi družinami, na dveh opazovalnih postajah v veliki meri žrtev predacije z vidnimi sledovi, medtem ko na tretji opazovalni postaji na osebkih te družine ni vidnih nikakršnih znakov predacije. Tako lahko sklepamo, da obstaja visoka specializacija predatorjev. Za školjke smo sklepali, da predstavlja ena navrtana lupina hkrati že en navrtani osebek.

Predatorje, ki so zapustili vidne sledove predacije le težko določimo, saj le malo

Tabela 15. Število družin in taksonomska pestrost (t) za posamezne skupine makrofavne z opazovalne postaje SJ 107 (tanatocenoza)

Table 15. Number of families and taxonomic diversity (t) of each group of macrofauna from the observation station SJ 107 (thanatocoenosis)

deblo Phylum	št. družin No. of families	t
Rhizopoda	3	0.06
Mollusca	41	0.82
Annelida	2	0.04
Tentaculata	2	0.04
Echinodermata	2	0.04

Tabela 16. Masa fragmentnih ostankov po frakcijah

Table 16. Mass of skeletal particles in fractions

vzorec Sample	frakcija Fraction	m_1	m_2	volumen v litrih Volume in litres
SJ 103	1	105	20	
	2	128	74	
	3	151	143	
Σ SJ 103		384	237	20
SJ 107	1	122	27	
	2	135	96	
	3	160	144	
Σ SJ 107		417	267	10
SJ 108	1	85	2	
	2	30	18	
	3	17	16	
Σ SJ 108		132	36	20

m_1 = masa vseh skeletnih ostankov
mass of all skeletal particles

m_2 = masa nedoločljivih skeletnih ostankov
mass of not determinable skeletal particles

Tabela 17. Znaki predacije v odstotkih

Table 17. Evidence of predation in percentage

družina / familia	SJ 103	SJ 107	SJ 108
Turritellidae	34	25	9
Corbulidae	28	13	9
Cardiidae	8	12	16
Nuculidae	15	30	/
Tellinidae	+	+	/
Pectinidae	+	+	/
Turridae	+	+	/
Naticidae	+	+	/
Nassaridae	+	+	/
Fasciolaridae	+	+	/
Hiatelidae	+	+	/
Veneridae	+	+	/
Cerithidae	+	+	/
Mytilidae	+	+	/
Cerithiopsidae	+	+	/

Tabela 18. Primerjava gostote družin (g) predatorjev z deležem navrtanih osebkov v odstotkih (f)

Table 18. The comparison between predator families density (g) and percentage of bored prey shells (f)

familia	SJ 103		SJ 107		SJ 108	
	g	f	g	f	g	f
Naticidae	5.2		+		+	
Nassariidae	4.5	20	6.0	10	1.0	6
Fasciolaridae	1.5		+		/	

literature obravnava to problematiko. Za veliko vrst pa je način življenja povsem neznan. Predatorji, ki nosijo odgovornost za nastanek lukenj v skeletih na teh opazovalnih postajah, so prav gotovo polži iz družin Naticidae, Nassariidae in Fasciolaridae. Vendar pa je to verjetno le nepopoln seznam »vrtalcev«. Kljub vsemu pa kažejo podatki o gostoti družin na teh opazovalnih postajah presenetljivo podobnost s podatki o deležih navrtanih skeletov (tabela 18).

Dejstvo, da na opazovalni postaji SJ 108 ni navrtanih lupinic školjk iz družine Nuculidae in ne predatorjev iz družine Fasciolaridae, namiguje na možnost specializiranega predatorstva. Vendar na podlagi teh nekaj skopih podatkov tega še nikakor ne moremo povzeti.

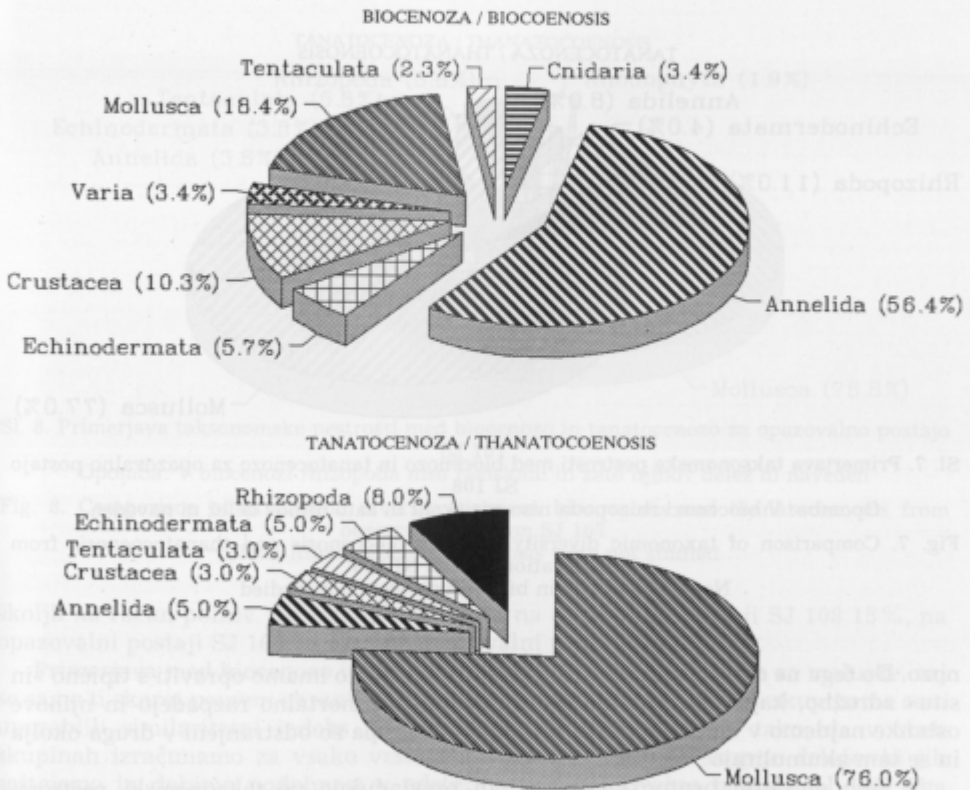
Ko govorimo o predaciji, nikakor ne smemo mimo dejstva, da večina predatorjev ne zapusti nedvoumno razpoznavnih sledov. Predaciji gre pripisati tudi velik del

zdrobljenega skeletnega materiala. Vendar predatorjev nikakor ne moremo dokazati brez neposrednega opazovanja, saj skeleti ne kažejo nikakršnih znakov oziroma sledov, ki bi jih lahko imeli za sled kateregakoli plenilca. Zdrobljen skeletni detritus lahko prav tako pripišemo fizikalnim vplivom okolja.

Primerjava biocenozo s tanatocenozo na opazovalnih postajah

Geologe in paleontologe najbolj zanima, v kolikšni meri tanatocenoza odraža biocenozo. Seveda ne more obstajati neko splošno pravilo, pač pa je to odvisno predvsem od fizikalnih in bioloških razmer v okolju.

Najprej moramo ugotoviti, da raziskava tanatocenozo na nivoju makro skeletnih ostankov nikakor ne more dati popolne slike biocenozo, ki je oblikovala to tanatoceno-

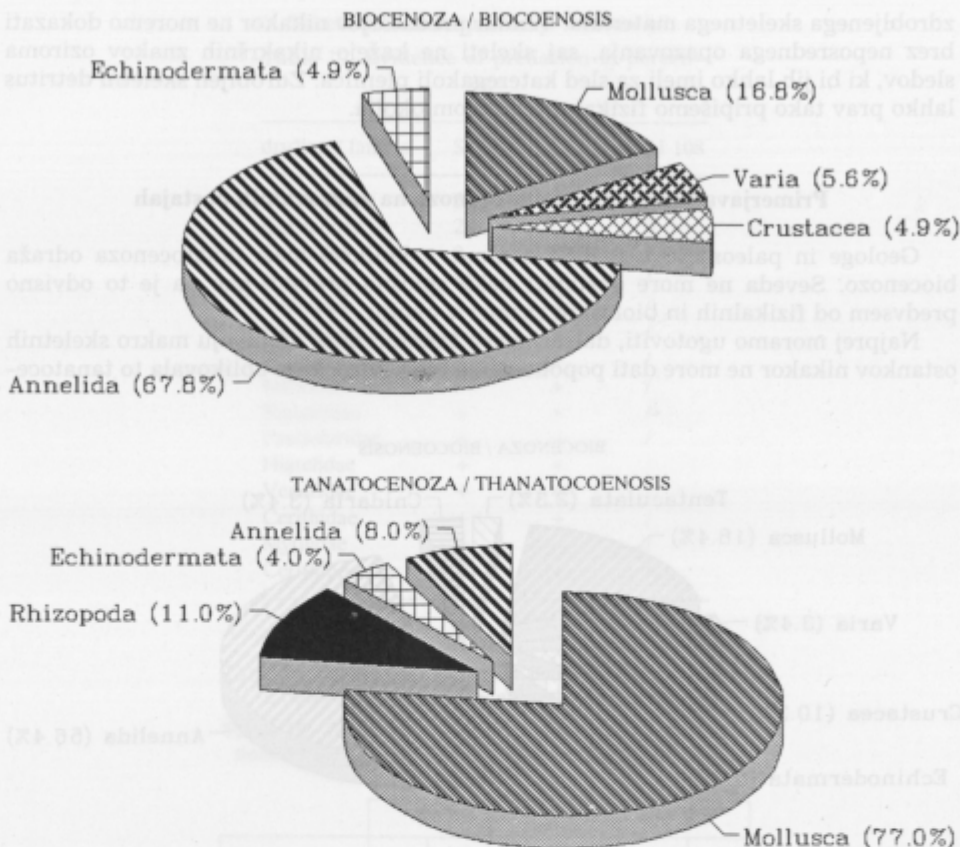


Sl. 6. Primerjava taksonomske pestrosti med biocenozo in tanatocenozo za opazovalno postajo SJ 103

Opomba: V biocenozii rhizopoda niso raziskani in zato njihov delež ni naveden

Fig. 6. Comparison of taxonomic diversity between biocoenosis and thanatocoenosis from observation station SJ 103

Note: Rhizopoda in biocoenosis were not studied



Sl. 7. Primerjava taksonomske pestrosti med biocenozo in tanatocenoza za opazovalno postajo SJ 108

Opomba: V biocenozni rhizopoda niso raziskani in zato njihov delež ni naveden

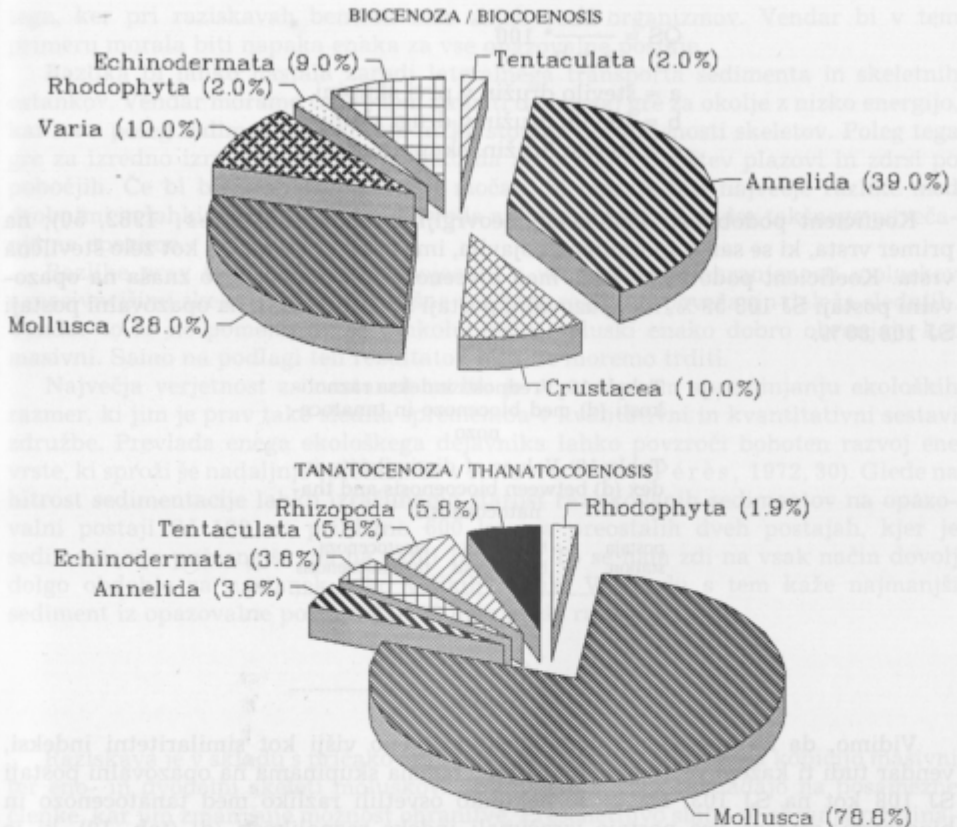
Fig. 7. Comparison of taxonomic diversity between biocoenosis and thanatocoenosis from observation station SJ 108

Note: Rhizopoda in biocoenosis were not studied

nozo. Do tega ne more priti niti v idealnih razmerah, ko imamo opraviti s tipično »in situ« zdužbo, kajti nekateri makro organizmi postmortalno razpadejo in njihove ostanke najdemo v mikroskopskih frakcijah, drugi pa so odstranjeni v druga okolja in se tam akumulirajo.

V vseh opisanih bentonskih združbah prevladujejo po taksonomski pestrosti anelidi, ki predstavljajo od 39 do 56 % vseh taksonomskih enot. Ker pa so slednji v glavnem brez trdnih delov, njihov delež v tanatocenozi pade na vsega 4 do 8%. Vzporedno s tem pa se v tanatocenozah dvigne delež moluskov z 18 oz. 28% na celih 76 oz. 79%, medtem ko nekatere taksonomske skupine povsem izginejo (Cnidaria in Tunicata) (sl. 5, 6 in 7).

Na vseh opazovalnih postajah se med moluski v tanatocenozah zmanjša delež



Sl. 8. Primerjava taksonomske pestrosti med biocenozo in tanatocenozo za opazovalno postajo SJ 107

Pomba: V biocenozi rhizopoda niso raziskani in zato njihov delež ni naveden

Fig. 8. Comparison of taxonomic diversity between biocoenosis and thanatocoenosis from observation station SJ 107

Note: Rhizopoda in biocoenosis were not studied

školjk na račun polžev. To zmanjšanje znaša na opazovalni postaji SJ 108 15%, na opazovalni postaji SJ 103 14% in na opazovalni postaji SJ 107 6%.

Primerjava med biocenozo in tanatocenozo je bila narejena samo za moluske, saj se samo ti skoraj povsem ohranijo. Za prikaz podobnosti med obema skupinama smo uporabili similaritetni indeks po Sandersu (IS). Tega dobimo tako, da v obeh skupinah izračunamo za vsako vrsto njen delež in nato še skupne deleže, ki jih seštejemo in dobimo podobnost v odstotkih. Za opazovalno postajo SJ 107 tega indeksa ni bilo mogoče izračunati zaradi odsotnosti podatkov o abundanci. Podobnosti na preostalih dveh opazovalnih postajah so na prvi pogled presenetljivo majhne. Za opazovalno postajo SJ 103 je IS 34% in za opazovalno postajo SJ 108 39%. Da je bilo možno napraviti tudi primerjavo za opazovalno postajo SJ 107, smo izračunali tudi Sandersov koeficient podobnosti (QS), ki temelji zgolj na kvalitativni sestavi združbe. Seveda je tudi tukaj namesto vrste uporabljena družina:

$$QS = \frac{2c}{a + b} * 100$$

a = število družin v prvi skupini

b = število družin v drugi skupini

c = število družin, skupnih obema

Koeficient podobnosti ima nekaj neovrgljivih slabosti (Péres, 1982, 50); na primer vrsta, ki se samo sporadično pojavlja, ima enak vpliv na QS kot zelo številčna vrsta. Koeficient podobnosti (QS) med biocenozo in tanatocenozo znaša na opazovalni postaji SJ 103 59 %, na opazovalni postaji SJ 107 82 % in na opazovalni postaji SJ 108 80 %.

Tabela 19. Vrednosti indeksa raznolikosti (d) med biocenozo in tanatocenozo

Table 19. Values of dissimilarity index (d) between biocoenosis and thanatocoenosis

postaja station	biocenoza biocoenosis	tanatocenoza thanatocoenosis
SJ 103	7.9	11.9
SJ 107	/	14.8
SJ 108	6.6	12.0

Vidimo, da so koeficienti podobnosti bistveno višji kot similaritetni indeksi, vendar tudi ti kažejo večjo podobnost med obema skupinama na opazovalni postaji SJ 108 kot na SJ 103. Da bi še nekoliko osvetlili razliko med tanatocenozo in biocenozo, smo za vse postaje izračunali indeks raznolikosti (d) (tab. 19), ki je nekoliko prirejen, tako da se ne nanaša več na vrste, temveč na družine:

$$d = \frac{S}{\log_{10}N}$$

S = št. družin

N = št. osebkov oz. abundanca

Indeksa raznolikosti v tem primeru ne moremo uporabljati kot absolutno merilo, saj se v prvem primeru nanašajo podatki na enoto površine, v drugem pa na enoto volumna. Lahko pa ga uporabljamo za primerjavo med skupinami oz. opazovalnimi postajami. Vidimo, da se je raznolikost tanatocenoze spremenila v večji meri na opazovalni postaji SJ 108 kot na SJ 103, kar se ujema z rezultati IS in QS.

Glavno vprašanje, ki se sedaj ponuja, je, od kod izvirajo te napake in kaj pomenijo. Najprej bi razlika lahko izvirala iz različnega načina vzorčenja oz. iz različne količine pregledanega materiala. V vseh opazovalnih postajah je v tanatocenozi določeno večje število taksonomskih enot, kot so jih zabeležili za biocenozo (seveda ne smemo pozabiti, da gre za moluske). Liter sedimenta vsebuje tudi do 600 osebkov, medtem ko je v njem komaj kakšen živ. Torej bi lahko napaka nastala zaradi

tega, ker pri raziskavah bentosa niso zajeli vseh organizmov. Vendar bi v tem primeru morala biti napaka enaka za vse opazovalne postaje.

Razlika bi lahko nastala zaradi lateralnega transporta sedimenta in skeletnih ostankov. Vendar moramo tudi o tem izraziti dvom, saj gre za okolje z nizko energijo, kar nam poleg sedimenta kaže tudi nizka stopnja obrabljenosti skeletov. Poleg tega gre za izredno izravnano območje, tako da ne pridejo v poštev plazovi in zdrsi po pobočjih. Če bi bil lateralni transpot močan, bi morale biti največje razlike med drobnimi in lahkiimi organizmi, ki jih voda najlaže prenaša. Vendar takšnega povečanja ne opazimo.

Razlike prav tako ne moremo pojasniti z večjo stopnjo ohranjenosti moluskov z masivnejšimi skeleti, saj ni nikakršne značilne razlike v povečanju deleža slednjih. Vendar to še ne pomeni, da se tankolupinski moluski enako dobro ohranjajo kot masivni. Samo na podlagi teh rezultatov tega ne moremo trditi.

Največja verjetnost za nastanek razlik je v postopnem spreminjanju ekoloških razmer, ki jim je prav tako sledila sprememba v kvalitativni in kvantitativni sestavi združbe. Prevlada enega ekološkega dejavnika lahko povzroči bohoten razvoj ene vrste, ki sproži še nadaljnje spremembe v sestavi združbe (Pé r è s, 1972, 30). Glede na hitrost sedimentacije lahko izračunamo starost raziskovanih sedimentov na opazovalni postaji SJ 108 na približno 600 let, na preostalih dveh postajah, kjer je sedimentacija počasnejša, pa na okoli 1000 let. To se nam zdi na vsak način dovolj dolgo obdobje za nastanek tako velikih razlik. V skladu s tem kaže najmanjši sediment iz opazovalne postaje SJ 108 najmanjše razlike.

Sklep

Raziskava je v skladu s pričakovanji pokazala, da se v sedimentu kopičijo masivni ter eno- in dvodelni skeleti moluskov. Sestavljeni skeleti razpadajo na posamezne členke, kar jim zmanjšuje možnost ohranitve. Presenetljivo slabo se ohranjajo hitinasti skeleti morskih rakov, od katerih se kljub velikemu številu živih na tem področju ohrani v sedimentu le nekaj ostankov klešč. Korone večine morskih ježkov razpadejo na posamezne ambulakralne ploščice; edino izjemo predstavlja približno centimeter velika vrsta *Echinocyamus pusillus*.

Ohranjenost skeletov je tem boljša, čim bolj drobnozrnat je sediment, ki obdaja skelete. Ohranjenost skeletov na obravnavanih opazovalnih postajah je funkcija hitrosti sedimentacije in energije okolja.

Med biocenozo in tanatocenozo na raziskovanem področju je presenetljivo majhna podobnost. Razlike lahko iščemo na večjih področjih, vendar ima pri tem največji vpliv sprememba ekoloških razmer. Pri vseh evidentiranih spremenljivkah imajo časovne spremembe ekoloških razmer na raziskovanem območju največji pomen.

Pri raziskavah podobnih tanatocenoz iz geološke preteklosti ne bi opazili teh razlik, kajti aktivna bioturbacija popolnoma uniči vsakršno plastovitost in laminacijo. Tako nastane fosilna združba, ki je homogena v večji debelini sedimenta, čeprav vsi organizmi niso živeli istočasno.

V tej raziskavi nikakor ni bilo odgovorjeno na vsa zastavljena vprašanja. V nadaljevanju bi morali raziskave še nekoliko razširiti, in to tako v kvantitativnem kot v kvalitativnem smislu. Predvsem bi morali raziskati še večje število vzorcev iz podobnih okolij, s čemer bi lahko ločili posamezne parametre, ki so v največji meri

odgovorni za kvalitativno in kvantitativno sestavo združbe. V raziskave bi morali vključiti neposredna opazovanja, ki bi nam dala zelene podatke o načinu življenja posameznih organizmov v nekem okolju. Prav tako bi šele takrat lahko preučevali odnose med posameznimi vrstami v biocenozii. S tem pa nam bi bila dana možnost rekonstrukcije prehranjevalne verige v tanatocenozi. V obzir bi morali vzeti tudi vse mikro organizme, predvsem zato, da bi lahko ugotovili, kateri dejavnik v največji meri vpliva na ohranitev skeletnih ostankov. Morali bi neposredno meriti vodne tokove v normalnih in nevihtnih razmerah. Prav tako bi bilo koristno vključiti laboratorijske poskuse, kjer bi lahko spreminjali razmere, predvsem energijo okolja in zrnavost substrata.

Se vedno obstaja nerešen problem znatne razlike med tanatocenozo in biocenozo nekega okolja. Tudi v tem primeru bi bili koristni podatki neposrednega opazovanja in merjenja vodnih tokov pri dnu ter laboratorijskih poskusov o ohranjanju posameznih organizmov. Šele ko bi zanesljivo vedeli, v kakšni meri se ohranjajo organizmi in kakšen je lateralni transport, bi lahko ugotovili, kolikšne razlike med biocenozo in tanatocenozo so nastale zaradi neprestanega dinamičnega razvoja biocenoze.

Comparison of Biocoenosis with Thanatocoenosis from Adriatic, between the peninsula Istria and the river Po

Introduction

In this paper, the comparison of biocoenosis with thanatocoenosis at three marine observation stations (Fig. 1.) is presented. The main question to answer was: »How much information on biocoenosis is preserved in thanatocoenosis?«. To answer this question, the detailed study of biocoenosis, thanatocoenosis and environment was made. The Center for Marine Research »Ruđer Bošković« from Rovinj has investigated the benthic communities and the physical and chemical characteristics of environment in different seasons. Changes of salinity, aeration and temperature were measured.

The northern Adriatic represents a very flattened shallow shelf see between 25 and 50m deep. The stations SJ 103 and SJ 108 are located just offshore from the mouth of river Po in the area occupied by V a t t ' s zoocoenosis *Turritella* (Z a v o d n i k & Vidaković, 1987). Station SJ 107 lies about 20 Nm from the coast in the area occupied partly by zoocoenosis *Lima hians* and *Tellina*. Patch distribution is significant for that area. Depth at the first two stations is 31 and 33m, while at the third 37m.

Both areas are characterized by seasonal fluctuations of temperature, salinity and dissolved oxygen (Figs. 2a and 2b). Near the bottom the alternations of salinity are minor while the alternations of oxygen level are far greater. Especially problematic can be anoxic conditions which were observed several times. The investigated area is one of the most productive in the Mediterranean (Puškarević & Berger, 1990). This is mostly due to the very high nutrient supply impact by the river Po.

The river Po has also the main influence on sedimentation of the examined area.

Seneš (1988 a) reported that the annual input of terrigenous material is as high as 10^6 t. The rate of sedimentation was studied on the base of ^{210}Pb by Puškarević and Berger (1990). At the station SJ 108 they estimated 0.35mmy^{-1} , and at station SJ 103, 0.11mmy^{-1} .

The sediment at the stations SJ 103 and SJ 107 is silty sand, while at the station SJ 108 clayey silt (Fig. 3.).

Methodology

Researches of benthos in observation stations were done by Centre for Marine Research »Ruđer Bošković« from Rovinj. Results of the researches in the observation stations SJ 103 and SJ 108 were published by Zavodnik and Vidaković (1987), while those in the observational station SJ 107 haven't been published yet. Researches in the first two stations were done during bimonthly intervals from November 1982 to October 1983, so that at each station investigations were performed six times. Researches for basic oceanographic, sedimental and bacteriological parameters were done according to standard methods of sampling and analysis. Samples were taken with the van Veen 0.1m^2 grab. For the macrobenthos research, 0.5m^3 of sediment was used every time. Results were published to make it possible to compare them with similar researches recalculated per surface unit. There are no available data on abundance for observation station SJ 107.

There are several available parameters that can be used for quantitative marking of communities. Some of them refer to biomass data and others to a number of subjects within a taxonomic unit. In this revise, only the latter parameters are represented because the former are of no importance for comparison with thanatocoenosis. Vat mentions (Peres & Brida, 1973) several coefficients for calculating the quantitative relationship in a community. Species density refers to the average number of specimens per m^2 of the sea bottom surface. The number of specimens of one species in the total number of specimens is called species frequency. We can also use this term to express the relationship within a certain taxonomic group.

When used for the purpose of comparing biocoenosis with thanatocoenosis, the coefficients were somewhat changed. The basic taxonomic unit is expressed by family instead of species. Density (d) and frequency are calculated only for the taxonomic group of mollusks. Reasons for such procedures will be explained later. For all other taxonomic groups at the level of phylum only taxonomic diversity was calculated. It presents a relationship between the number of species of one phylum and the number of all species. Data about constituents of a biocoenosis from the observational stations are shown in tables 1 to 6.

Samples for thanatocoenosis research were taken in the way explained above with the exception that they were taken only once, and in a smaller quantity. In the observation station SJ 103 and SJ 108, 20l of material were taken, and at the observation station SJ 107, 10l. Simultaneously, in each observation station the sample of sediment was taken with a corer from a plastic pipe whose inner diameter was 5 cm and length 25 cm.

The sediment was washed in a laboratory on sieves with openings 6.3, 2.0 and 1.0 mm. To make marking easier in the rest of this paper, fractions are marked with numbers as follows:

- 1 = fraction coarser than 6.3 mm
- 2 = fraction between 6.3 mm and 2.0 mm
- 3 = fraction between 2.0 mm and 1.0 mm

All fractions were dried on the temperature approximately 50°C until constant weight was obtained. The fraction 1 and the fraction 2 for samples from observation station SJ 108 were completely examined. Other fractions were quartered until the desired quantity of material was reached.

For quantitative work, density was calculated as well as frequency and taxonomic diversity. These three parameters refer to the family that represented the basic taxonomic unit, for it was not always possible to determine lower taxonomic units. It would be senseless to calculate the density per surface unit for thanatocoenosis, and therefore the volume units are calculated.

$$d = \frac{N}{dm^3}$$

N = the number of specimens in a family

The frequency is calculated only for mollusks, as follows:

$$f = \frac{N}{Cel.N}$$

Cel.N = the number of all specimens

For all taxonomic units at the phylum level only taxonomic diversity (t) was calculated, because it is impossible to determine the number of specimens in some groups. Organisms that have skeletons with joints disintegrate postmortem into numerous joints, and when there is a large number of similar joints, as for example with starfish, it is not possible to determine the number of specimens whom those joints belong to. The similar problem arises when dealing with colonial organisms where every colony is considered one organism. After colonies are disintegrated, it is impossible to reconstruct their number. Taxonomic diversity is calculated in the following way:

$$t = \frac{S}{Cel.S}$$

S = the number of families in phylum

Cel.S = the number of all families

For families whose portion is lower than 1%, density and frequency were not calculated. It is only the presence that is marked with »+«.

There was a lot of juvenile subjects in the sample. In the same species, it is easy to follow the gradual growth of specimens from juvenile to adult ones. The specimens of *Corbula gibba* species appear in all sizes and ages, or, to be more precise, from 1.5 mm to the size of completely adult individuals. This is also one of the main reasons why there are no determined lower taxonomic units than family for the large group of mollusks. We considered every shell half of a specimen, and in this way we avoided the increase of their number in the comparison with the number of gastropods.

The Description of Thanatocoenoses from Marine Observation Stations SJ 103, SJ 107 and SJ 108

In thanatocoenoses from all three observation stations, mollusks greatly prevail in the number of specimens as well as in the number of families. Among mollusks in all stations pelecypods prevail. They constitute 60% of all mollusks. Their portion is largest in the station SJ 107. It makes 70%, while their portion in the other two stations is 65%. Representatives of other phyla appear only sporadically, with one to three families. It is only with foraminifers that is somewhat different, because they appear in a larger number. But we have to take in consideration the fact that this research dealt only with those which are larger than one millimeter. Because of all facts mentioned here, mollusks were paid the greatest attention.

Thanatocoenosis from station SJ 103 contains 28 families of mollusks (tab. 7), pelecypods from the family Corbulidae are the most represented and make 29% of all mollusks. With more than 10% are represented also the families Turritellidae and Cardiididae. Echinoderms are represented by two families (tab. 8 and 9). Irregular sea urchins are represented by species *Echinocyamus pussilus* whose coronas are extremely good preserved. In addition, numerous spines of irregular and regular sea urchins appear, but they are unfortunately indeterminable. The sample contains also numerous joints of starfish. Those belong to the family Amphiuridae. Of numerous sea crabs that are settled in the area, only rear indeterminable parts of pincers are preserved. Serpulidae and Spirorbinae are preserved fastened to the outer and inner side of larger shells, and some of them are also loose in sediment.

Thanatocoenosis from the station SJ 107 is richest in the number of specimens as well as in the number of families (tab. 10, 11 and 12). It contains 41 families of mollusks (tab. 10), among which the family Cardidae prevails, for they make 23% of all specimens among mollusks. With more than 10% the family Corbulidae is represented. There are also fragments of red algae in the sediment. Their mass weighs 30 g, 7.2% of all skeleton particles.

Thanatocoenosis from the station SJ 108 is the poorest in the quantity of skeletal remains as in the number of families (tab. 13, 14 and 15). It contains 20 families of mollusks (tab. 13) among which Turitellidae with 40%, greatly prevail. There is more than 10% of Corbulidae. There are also agglutinated tubes of worm *Maldane glebifex* in the sediment from that station. The animal attaches terrigenous and smaller detrital particles and forms in that way cylindrical tubes 4 to 9 cm long and 1 to 3 cm wide. In cross-section of tube, concentric texture is seen with 1 to 2 mm empty space in the middle. Although the probability of preservation of these forms is extremely small, it, at least, shows that the relationship between inhabited and empty trenches is about 9 : 1.

All skeletal remains were weighed in fractions. Sediment in the station SJ 107 contained the most of skeletal remains attaining 417 g per 10l of sediment (Fig 3). Indeterminable fragments were weighed separately. The portion of determinable fragments decreases in all three stations as the fractions do (Fig. 4). This tendency can be explained with the fact that skeletal remains, while decaying disintegrate into smaller fractions. Skeletal remains in the station SJ 108 are best preserved and the mass of determinable skeletal remains contains 72% of all skeletal remains. The determinable skeletal remains in the other two stations have essentially smaller portions. In the station SJ 103, that portion is 38% and in the station SJ 107, 36% (Fig. 5). When connecting these data with the data of grain size (Fig. 3), it can be seen

that preservation is much better in the sediment with larger portion of mud. If we take into consideration the fact that muddy sediments deposit when the energy of the environment is lower, as well as the sandy ones do, this is completely understandable. But, we have to be very cautious when using such an interpretation, because the size of the particles of the sediment depends not only on the energy of sedimentary environment, but also on available material. The area of the station SJ 108 is influenced by the Po river that brings huge amounts of terrigenous material. Terrigenous material consists in these stations mostly of silt, while the biotests are of sand and gravel sizes. Furthermore, the great portion of fragments appeared as the result of predation. Skeletons of mollusks are crushed by, for example, starfishes and sea urchins.

In the station SJ 108 the rate of sedimentation is according to available data three times greater than in the other two stations. This actually means that muddy material dilutes detrital particles, as it can be seen from lower contents of skeletal remains per volume unit. This is confirmed also by data on abundance of benthic organisms in this station. From this it can be concluded that preservation of skeletal remains is determined by two factors: energy of environment and speed of sedimentation.

In all stations, tracks, that is signs of predation that have the form of bigger or smaller holes (Tab. 17) are visible on shells. The largest quantity of these tracks is located in the station SJ 103, where 20% of all mollusks are bored. In the station SJ 107 10% of mollusks are bored, and in the station SJ 108, 6%. It is also interesting that Nuculidae, one of the most numerous families in all stations, are mostly prey with visible tracks, while in the third station there is no visible sign of predation on the specimens of that family. So, we can easily come to the conclusion that high specialization of predation exists. As far as shells are concerned, one bored shell represents one bored specimen.

Predators which left visible tracks of predation can be hardly determined, because only few texts deal with that problem. The way of living of many species is completely unknown. Predators which are responsible for the appearance of holes in skeletons in those stations are obviously gastropods from the families Naticidae, Nassariidae and Fascioliariidae. But, this list of predators is probably incomplete. In spite of everything, data on family density in these stations shows surprising similarity with data on portion of bored skeletons (Tab. 18).

The fact that, in the station SJ 108, there are no bored shells from family Nuculidae, as well as predators from the family Fascioliariidae, indicates the possibility of specialized predation. But such conclusion can not be based on those few facts.

When talking about predation it must not be forgotten that the majority of predators do not leave undoubtedly recognisable tracks. Often also much of crushed skeletal material could be considered result of predation. However, this cannot be concluded without close observation. Crushed skeletal detritus can be easily the result of physical processes in the environment.

The Comparison of Biocoenosis with Thanatocoenosis in Observation Stations

Geologists and paleontologists are most interested in the question on how much information on biocoenosis is supplied by thanatocoenosis. Of course, there is no general rule, but it basically depends on physical and biological conditions in the environment.

First we have to prove that the thanatocoenosis research at the level of macro-skeletal remains can, by no means give us a complete picture of biocoenosis which forms this thanatocoenosis. It can not be achieved in ideal conditions either, where we have to deal with topical in situ community. Because some macroorganisms are postmortem disintegrated, their remains can therefore be found in microscopic fractions, while the others are removed to some other environments where they accumulate.

In all described benthos communities worms prevail. They constitute 39% to 56% of all taxonomic units. Because worms are mostly without solid parts, their portion in thanatocoenosis decreases for only 4% to 8%. Simultaneously with that process, the portion of mollusks in thanatocoenosis increases from 18% to 28% and from 76%, to 79%. In the meantime, some taxonomic groups completely disappear (Cnidaria and Tunicata) (Figs 6, 7 and 8).

In all stations, among mollusks, the portion of pelecypods decreases on the account of snails. This decrease amounts in the station SJ 108 to 15%, in the station SJ 103 to 14%, and in the station SJ 107 to 6%.

The comparison of biocoenosis with thanatocoenosis was made only for mollusks, because they are the only that are completely preserved. To show similarities between these two groups, the Sanders similarity index (IS) was used. We get IS if we calculate, in both groups, for each species, its portion, and than also common portions, which we add. In this way we get similarity in percentage. It was not possible to calculate this index in the station SJ 107 because there was no available data on abundance. Similarities in the other two observation stations are surprisingly small at the first sight. In the station SJ 103, IS is 34% and in the station SJ 108 SI is 39%. To make the comparison with SJ 107 possible, we have also calculated Sanders' coefficient of similarity (QS). This coefficient is based on the qualitative contents of the group. Of course, we used again a family instead of species:

$$QS = \frac{2c}{a+b}$$

a = number of families in the first group
b = number of families in the second group
c = number of families in both groups

The similarity coefficient has certain weaknesses (Pérès, 1982). For example, a species which appears only sporadically has the same influence on QS as an extremely numerous species. The similarity coefficient (QS) between biocoenosis and thanatocoenosis at the observation station SJ 103 is 59%, at the observation station SJ 107 82% and at the observation station SJ 108 80%.

We can see that similarity coefficients are much higher than similarity indexes are, though they also show greater similarity between both groups in the station SJ 108 than in the station SJ 103. To make difference between thanatocoenosis and biocoenosis clearer, we have in all stations calculated the diversity index (d) (Tab. 19), which is adapted so that it refers to families and not to specimens:

$$d = \frac{S}{\log_{10} N}$$

S = number of families
N = number of specimens
(abundance)

The diversity index, in this case, cannot be used as an absolute measure, because, in the first example, data refer to surface unit, and in the second one, they refer to

volume unit. In any case, it can be used for the comparison between groups, that is, between stations. It can be seen that the thanatocoenosis diversity changed more in the station SJ 108 than in the station SJ 103, which corresponds to the results shown by IS and QS.

The main question is where these differences come from, and what they mean. First, the difference can be the result of the various ways of sampling, that is, of the different quantity of examined material. In all stations a larger number of taxonomic units is found in thanatocoenosis than it is in biocoenosis. (We must not forget that we deal with mollusks!) One litre of sediment contains up to 600 specimens of which hardly any is alive.

The differences could be the result of a different lateral transport of sediments and skeletal remains. But it is also disputable because we deal here with the environment that has low energy, which is shown not only by sediments, but also by the facts that skeletons are not much worn out. Besides, the area is quite flat and therefore slumps couldn't occur. In the case that there was a big lateral transportation, the greatest difference should exist among tiny and light organisms which can be easily transported by water. But, there was no visible difference among them.

The difference can not be explained by a greater degree of preservation of mollusks which have more massive skeleton either, because there is no important difference in the portion increase of the latter. But, that doesn't mean that tiny shell mollusks are as good preserved as the massive ones are. Such an assumption can not be based on this results.

It is most likely that these differences appeared during the gradual changing of ecological conditions, which was followed by the change of qualitative and quantitative contents of the group. Predominance of one ecological factor can cause rich evolution of one species, which causes some other changes of the contents of the group (Pérès, 1982). As far as the speed of sedimentation is concerned, we can easily calculate the age of the examined sediments in the station SJ 108 at approximately 600 years, and in the other two stations, where sedimentation was slower, at 1000 years. It is, in any case, a period long enough for the appearance of such large differences.

Conclusion

This research showed, as it was expected, that there are accumulations of massive, one- and two-piece mollusks skeletons. Articulated skeletons disintegrate into single joints, and this have lower possibility to be preserved.

There is a surprisingly small similarity between biocoenosis and thanatocoenosis in the examined area. We can look for differences in larger areas, though the greatest influence has the change in ecological conditions. Temporal changes of ecological conditions in the examined area have the greatest importance for all of faunistic changes.

Those differences couldn't be noted during the research of similar thanatocoenoses from the geological past because active bioturbation completely destroys every bedding and laminations. In this way, fossil community, which is homogeneous in a greater thickness of sediment, is formed, even though all organisms didn't live at the same time.

This research did not provide answers to all asked questions. To answer them, more researches should be done. First, we should examine a greater number of

samples taken from similar areas, and than we should use them to distinguish single parameters which are mostly responsible for qualitative and quantitative contents of the community. In this research we should use direct observations that would provide the wanted data on the way of living of certain organisms in a certain area. Only then we could study the relationships between single species in biocoenosis. Thus, we would have the possibility to reconstruct the predator - pray relationship in thanatocoenosis. We should take in consideration all micro organisms, first of all, because we have to determine factors which have the strongest influence on the preservation of skeletal remains. We should directly measure the water currents at normal and at stormy weather. It would be also useful to include laboratory experiments where we could change conditions, especially the environment energy and granularity of the substrate.

Still, we did not answer the question on the origin of the difference between thanatocoenosis and biocoenosis in a certain area. Data on preservation of certain organisms, which we would get from direct observations and measurements of the water currents on the bottom as well as from laboratory experiments, would be of a great help also in this case. If we would only know better the degree of preservation of organisms and the intensity of lateral transport, we could more easily estimate what differences between biocoenosis and thanatocoenosis were caused by a dynamic evolution of biocoenosis.

Literatura

- Ciabatti, M., Colantoni, P. & Rabbi, E. 1965: Ricerche oceanografiche nel' Alto Adriatico antistante il Delta Po. – *G. Geol.*, 33, 1, 207-232, Bologna.
- D'Angelo, G. & Gargiullo, S. 1981: Guida alle conchiglie Mediterane. – Fabbri Editori, 181 pp., Milano.
- Milešić, N. 1991: Školjke i puževi Jadrana. – *Logus*, 302 pp., Split.
- Nordsieck, F. 1968: Die europäischen Meeres Gehäuseschnecken (Prosobranchia). – Gustav Fischer Verlag, 273 pp., 31 Taf., Stuttgart.
- Nordsieck, F. 1969: Die europäischen Meeresschnecken (Bivalvia). – Gustav Fischer Verlag, 255 pp., 26 Taf., Stuttgart.
- Nordsieck, F. 1972: Die europäischen Meeresschnecken (Opisthobranchia mit Pyramidellidae, Rissoacea). – Gustav Fischer Verlag, 327 pp., 37 Taf., Stuttgart.
- Ogorelec, B., Mišić, M., Faganelli, J., Stegnar, P., Vrišer, B. & Vuković, A. 1987: Recentni sediment Koprškega zaliva. – *Geologija* 30, 87-121, 18 sl., 6 tab., Ljubljana.
- Pérès, J. M. & Gamulin-Brida, H. 1973: Biološka oceanografija. – Školska knjiga, 493 pp., Zagreb.
- Pérès, J. M., 1982: Zonations. 9-43. In: Kinne, O.: Marine ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Volume V. Ocean management, part 1. – John Wiley & Sons, 642 p. New York.
- Pérès, J. M. 1982: General features of organismic assemblages in pelagial and benthal. 47-65. In Kinne, O.: Marine Ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Volume V. Ocean management, part 1. – John Wiley & Sones, 642 pp., New York.
- Puškarović, S. & Berger, G. B. 1990: Successive Appearance of Subfossil Phytoplankton Species in Holocene Sediments of the Northern Adriatic and its Relation to the Increased Eutrophication Pressure. – *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 31, 177-187. London.
- Riedl, R. 1970: Fauna und Flora der Adria. – Verlag Paul Parey, 702 pp., 37 Taf., Hamburg & Berlin.
- Seneš, J. 1988 a: Principles of Study of Adriatic Shelf Ecosystems From the Viewpoint of Applications in Geology. – *Geologica Carpathica*, 39, 3, 285-300, Bratislava.
- Seneš, J. 1988 b: Quantitative Analyses of North and South Adriatic Ecosystems. – *Geologica Carpathica*, 39, 6, 675-712, Bratislava.
- Seneš, J. 1989: North Adriatic Inter – Island shelf Ecosystems of the Rovinj Area. – *Geologica Carpathica*, 40, 3, 333-354, Bratislava.
- Uffenor, H. 1972: Ökologie und jahreszeitliche Verteilung rezenter benthonischer Ostracoden des Limski Kanal bei Rovinj (nördliche Adria). – *Göttinger Arbeiten z. Geol. und Paläont.*, 13, 1-121, Göttingen.
- Van Straten, L. M. Y. U. 1966: Micro – malacological investigation of cores from the Southern Adriatic sea. – *Koncil. Nederl. Akad. Wetensch.*, 69, 3, 429-445, Amsterdam.
- Zavodnik, D. & Vidaković, J. 1987: Report on bottom fauna in two Northern Adriatic areas presumed to be influenced by inputs. – *FAO Fish. Rep./ FAO Rapp. Peches*, 352 pp., Roma.

This research showed, as it was expected, that there are accumulations of massive one- and two-piece mollusk skeletons. Articulated skeletons disintegrate into single joints, and this has led to their being preserved.

There is a surprising similarity between bioconstructions and thanatocoenoses in the examined area. We can look for differences in larger areas through the greatest influence has the change in ecological conditions. Temporal changes of ecological conditions in the examined area have the greatest importance for all of faunistic changes.

These differences couldn't be noted during the research of similar thanatocoenoses from the geological past because active bioturbation completely destroys every bedding and laminations. In this way, fossil community, which is homogeneous in a greater thickness of sediment is formed, even though all organisms didn't live at the same time.

This research did not provide answers to all asked questions. To answer them, more researcher should be done. First, we should examine a greater number of