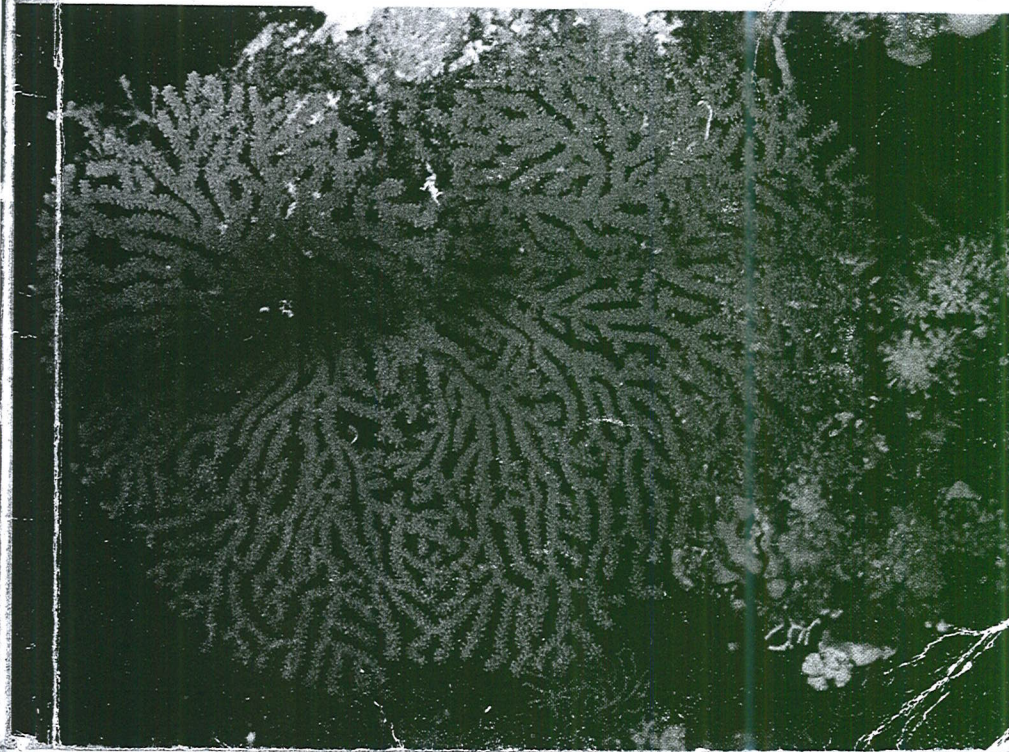


Mala ekološka biblioteka



A. Požar-Domac

O Biologiji mora



MALA EKOLOŠKA BIBLIOTEKA
Knjiga 2

dr. A. Požar-Domac

O Biologiji mora

Hrvatsko ekološko društvo
i
dr. Ante Peliyan

ZAGREB 1988

Izdavački savjet:

prof. dr. Milan Meštrov, prof. dr. Đuro Rauš, prof. dr. Ljudevit Ilijanić, prof. dr. Beatrica Đulić, dr. Adam Benović, doc. dr. Paula Durbešić, mr. Mladen Kerovec

Uredništvo:

Mladen Kerovec, Paula Durbešić, Vladimir Hršak, Joso Vukelić, Goran Sušić, Šandor Horvat

Recenzenti:

prof. dr. Milan Meštrov
prof. dr. Zdenka Lelas

Lektor:

dr. Vjera Rašković-Zec

Crteže izradila:

Hedviga Tomić

Grafička oprema:

Ante Pelivan

Priprema, tisak, dorada:

Ante Pelivan
Zvonko Kerš

Za izdavača:

Paula Durbešić
Mladen Kerovec
Ante Pelivan

Naklada:

1500 primjeraka

Prva strana:

Crvena gorgonija
(*Paramuricea chamaeleon*)

Zadnja strana:

Žuti koralj
(*Parazoanthus axinellae*)

Snimio:

Vladimir Pfeifer

Izdavanjem niza „Mala ekološka biblioteka“ Hrvatsko ekološko društvo želi popuniti veliku prazninu u stručno-popularnoj literaturi s područja biologije i ekologije. Ova i buduća izdanja iz ove serije namijenjena su nastavnicima osnovnih i srednjih škola, učenicima i studentima te svima onima koji vole i žele upoznati prirodu.

Nastojanja za izlaženje ove serije su samo jedna od aktivnosti ekologa Hrvatske, koji organizirano djeluju od 1969. godine, prvo kao sekcija ekologa za SR Hrvatsku pri Društvu ekologa Jugoslavije, a od 1976. godine kao Hrvatsko ekološko društvo. Društvo broji oko četiri stotine članova različitih struka (biolozi, šumari, agronomi, liječnici, veterinari, farmaceuti, tehnolozi, urbanisti, građevinari, sociolozi, novinari, studenti, ljubitelji prirode i dr.).

Program rada Hrvatskoga ekološkog društva odvija se u nekoliko osnovnih aktivnosti: znanstveni rad, znanstveno-stručni kolokviji, javna predavanja, savjetovanja, kongresi i sl. Znanstveni rad obuhvaća kompleksna ekološka istraživanja trajnih ploha širom SR Hrvatske započeta 1976. godine. Dio djelatnosti trebalo bi biti i izdavanje jednostavnijeg štiva koje će pomoći gajenju i rastu ekološke svijesti.

PREDGOVOR

Mali priručnik „O biologiji mora“ nastao je na poticaj Zavoda za prosvjetno-pedagošku službu SR Hrvatske i zamišljen je prvenstveno kao pomagalo nastavnicima osnovnih i profesorima srednjih škola. Uz to moći će se, međutim, njime koristiti i studenti fakulteta i učenici srednjih škola kao i prirodoslovci-amateri.

Zbog skučenosti prostora u ovom je priručniku ogromno znanstveno područje biologije mora moralo biti obrađeno vrlo skraćeno; prikazane su stoga samo njegove najbitnije karakteristike.

Ilustracije su preuzete iz djela koja su navedena u popisu literature: ta su djela poslužila i inače kod pripreme teksta. I ovom prilikom želim zahvaliti Hedvigi Tomić za izradbu crteža.

Nadam se da će ovaj priručnik moći korisno poslužiti, a za upozorenja na njegove eventualne nedostatke bit ću svima vrlo zahvalna.

A. Požar-Domac

1. UVOD

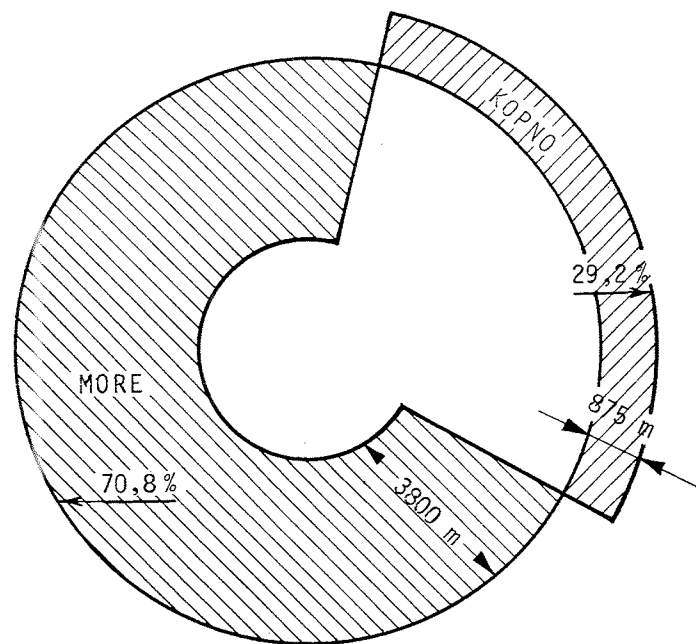
Pred nama se u najnovije vrijeme otvaraju nesagledive mogućnosti korištenja bogatstva mora. Istovremeno se, međutim, ukazuje potreba njegove zaštite od svih oblika onečišćenja. Sprečavanje nepovrativih negativnih procesa u okolišu jedan je od najvećih izazova za suvremenog čovjeka. S jedne strane čitav niz procesa u prirodi ne poznajemo još dovoljno, a s druge strane pogrešni i nepromišljeni zahvati, makako u prvom času izgledali bezazleni, mogu pokrenuti lančane reakcije i poremetiti prirodnu ravnotežu ekosistema na većem ili manjem području.

Iako su se naši narodi već pred četrnaest stoljeća probili na more i od tada ga, usprkos svim aspiracijama i nedaćama, branili i sačuvali, većina naših ljudi nije vezana za more. Kod vrlo malog broja stanovništva razvijena je svijest o tome da smo primorska zemlja. Tu ogromnu blagodat ne cijesimo u dovoljnoj mjeri i ne trudimo se dovoljno da to barem mladi naraštaji spoznaju. Potrebno je upoznati more, život u njemu i njegove zakonitosti da bismo ga zavoljeli i racionalno koristili.

Što, zapravo, podrazumijevamo pod morem?

To je vodena masa od $1368 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ koja se prostire na $360 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ Zemljine kugle i pokriva više od $\frac{5}{7}$ njezine površine. Srednja dubina oceana iznosi oko 3800 m, a srednja visina kopna 875 m. Da bismo dobili jasniju predodžbu o tim odnosima, treba zamisliti što bi se dogodilo da izravnamo čitavu površinu Zemljine kugle: Zemlja bi bila ovijena vođenim omotačem jednolike dubine od 2440 m (sl. 1). Ukupni je volumen mora $1368 \cdot 10^6 \text{ km}^3$, što je oko 11 puta više od volumena kopna iznad morske razine. Svojom težinom od oko $1419 \cdot 10^{18}$ tona more ipak ne prelazi više od jedne četvrtine jednog promila ukupne Zemljine mase.

I pored svoje geografske raznolikosti, morsko se prostranstvo odlikuje tijesnom povezanošću i jedinstvom svih dijelova u životnim zajednicama mora. Oceani i sporedna mora povezani su među sobom strujama, pa je ta ogromna masa vode u neprekidnom pokretu. Promet se vode odvija u horizontalnom smjeru između raznih mora i njihovih dijelova, a u vertikalnom od površine do najvećih dubina, što rezultira jednakim ili vrlo sličnim kemijskim i fizičkim osobinama morske vode. Životni prostor obuhvaća dva fizička elementa: morsko dno i morsku vodu.



površina:	volumen:
$361 \cdot 10^6 \text{ km}^2$:	$149 \cdot 10^6 \text{ km}^2$
$(\frac{5}{7} : \frac{2}{7})$	$1370 \cdot 10^6 \text{ km}^3$:
	$125 \cdot 10^6 \text{ km}^3$
	$(11 : 1)$

SI. 1. PRIKAZ ODNOSA KOPNE NE I VODENE MASE NA ZEMLJINOJ POVRŠINI

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE MORSKOG EKOSISTEMA

Podmorska topografija ima zajedničke osnovne karakteristike za sve oceane. Uokolo kontinenata i otoka proteže se plitki pojas koji ide od obale do oko 200 m dubine – kontinentska podina (sl. 2). Ovo je područje naročito značajno s ekološkog gledišta, jer je ovdje zbog povoljnih ekoloških uvjeta prisutan najveći broj morskih organi-

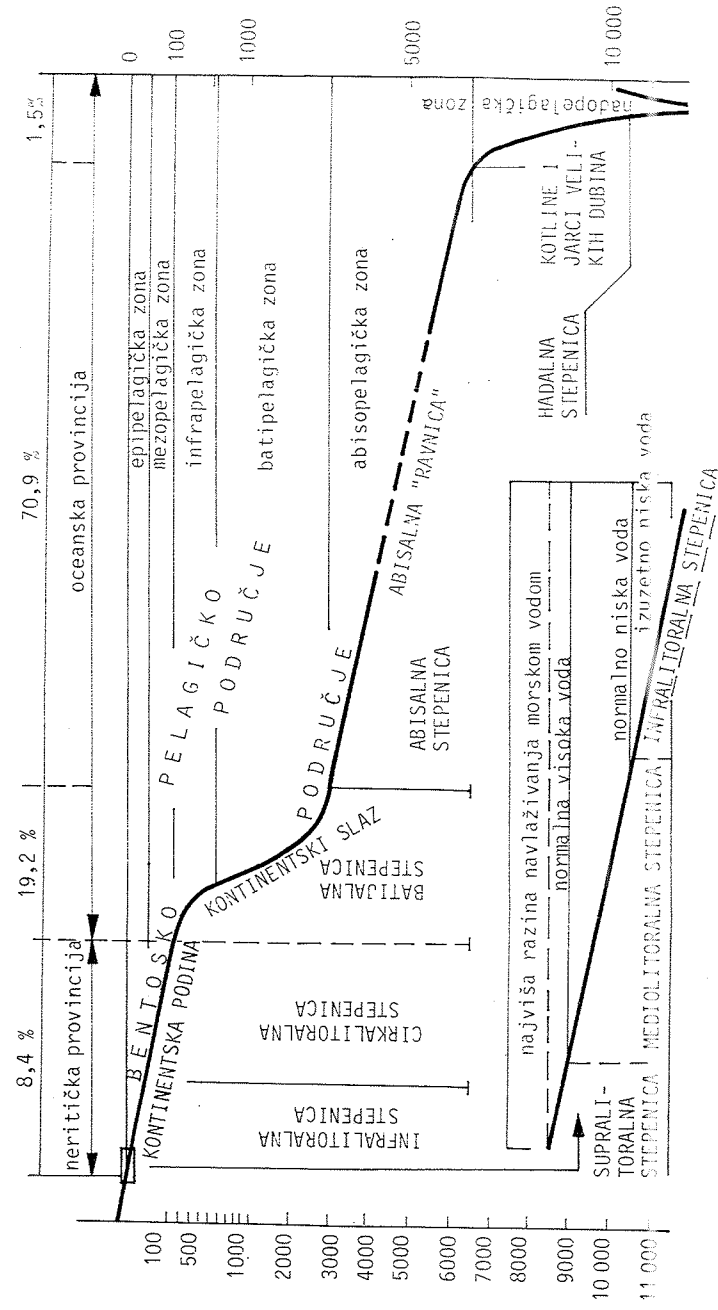
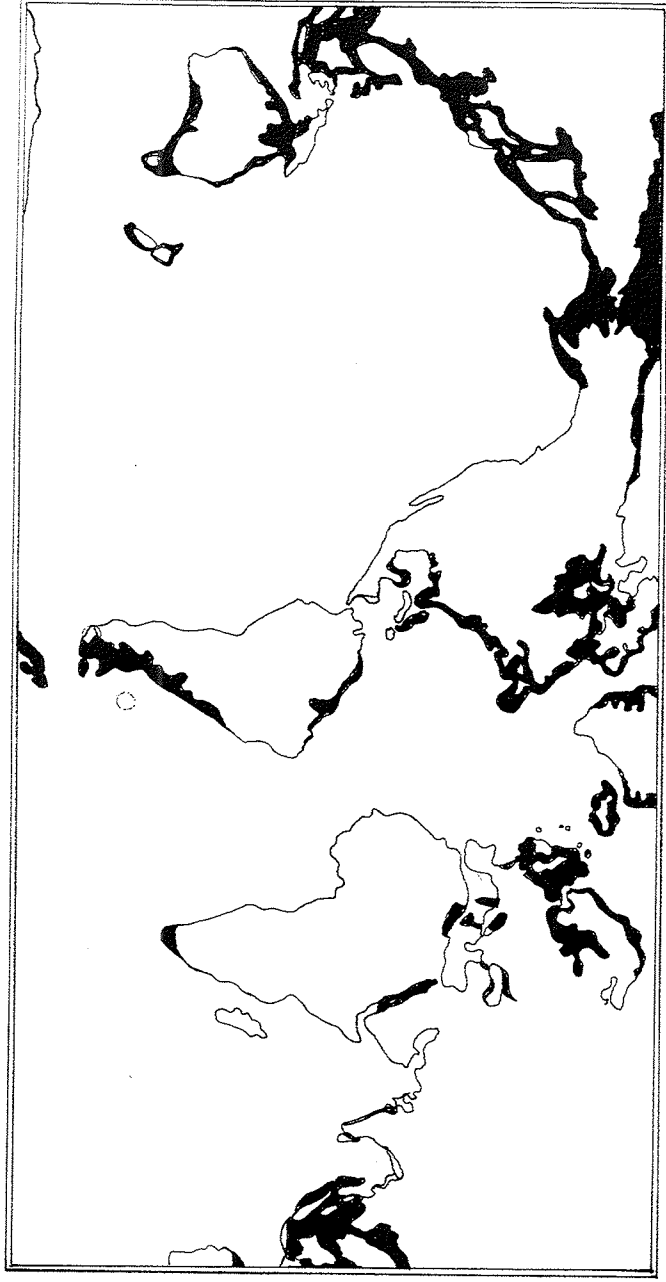
zama. Stoga ima i naročitu ekonomsku važnost, jer su tu i glavne zone ribolova. Iako porijeklo podine nije posve jasno, smatra se da je moglo nastati erozijom obale pod utjecajem valova, kao i donosom i akumulacijom sedimenata, također pod utjecajem valova. Izvjesnog utjecaja na formiranje današnjeg izgleda kontinentske podine imalo je i otapanje ledenjaka na kraju posljednje glacijacije, koje je podiglo nivo mora za oko 100 m.

Na donjoj granici kontinentske podine započinje kontinentski slaz koji se proteže od 200 do 3000 metara dubine a ponegdje i dublje. Nagib kontinentskog slaza varira od 1 do 15%, ali može doseći i 45%. Slaz završava prostranom abisalnom ravnicom, koja zauzima najveći dio oceanskog prostora. Abisalna ravnica nema ravno dno: presjecaju je kotline i jarci velikih dubina od 7000 do 11000 metara i predstavljaju posebno životno područje: hadal. Karakteristična je njihova izdužena forma i uglavnom se protežu paralelno s obalama kontinenata. U Indijskom oceanu je Semba kotlina duboka 8000 m, a u Atlantskom oceanu kotlina Portorika preko 9200 m. Najbrojnije i najdublje su kotline u Pacifiku. Najdublja je Challenger kotlina u blizini Marjanskih otoka, a dubina joj je 11 033 m (sl. 3 i 4).

S obzirom na konfiguraciju morskog dna, uočavaju se i velike razlike u vodama na različitim dubinama, pa se pelagičko područje može grubo podijeliti na dvije provincije: neritičku i oceansku. Neritička provincija obuhvaća vode od obale do, uglavnom, zamišljene vertikalne plohe koja prolazi kroz izobatu od 200 m na kraju kontinentske podine, a oceansku provinciju čine sve ostale vode.

Vode neritičke provincije relativno su neprozirne, jer su bogate tvarima u suspenziji zbog blizine izronjenog kopna i morskog dna, pa su zbog toga i slabo prohodne za svjetlost. Dosta su promjenjive u fizičkokemijskom pogledu zbog male dubine i blizine kontinenata pa je velik utjecaj rijeka, ledenjaka i sl. Zbog relativno male dubine, lako dolazi do kruženja i obnavljanja mineralnih tvari koje su potrebne biljnim organizmima za asimilaciju. Vode oceanske provincije, nasuprot tome, prozirne su i plavkaste su boje. To je, zapravo, boja „pustinja“, jer su te vode siromašne tvarima u suspenziji, pa su i vrlo prohodne za svjetlost. Relativno su konstantne u fizičkokemijskom pogledu u prostoru i vremenu i obično visokog saliniteta. Količina je planktona, u pravilu, vrlo mala, izuzev na mjestima vertikalnog strujanja, jer se mineralne tvari teško obnavljaju u površinskim slojevima zbog velikih dubina.

SI. 2. KONTINENTSKA PODINA U SVJETSKOM MORU



SI. 3. GLAVNA PODJELA OCEANSKIH PODRUČJA

2.1. Morsko dno

Karakteristike su morskog dna vrlo različite u raznim područjima. Ovisno o njegovoj konfiguraciji, dubini, kemijskom sastavu podloge koja se značajno mijenja s tipom dna: čvrstim – stjenovitim ili pokretnim – muljevitim i pjeskovitim. Stjenovita su dna prisutna, uglavnom, samo na kontinentskoj podini, a izvan nje su obično prekrivena sedimentom.

Morsko dno predstavlja važno životno područje za ogroman broj organizama, koji čine tzv. bentos. Ovisno o tipu dna, karakteristike biljaka i životinja koje žive na njemu bitno su različite. Na stjenovitom je dnu, uglavnom, prisutna epiflora (biljne vrste koje žive na površini) i epifauna (životinjske vrste koje žive na površini), a na pomičnim dnima epiflora, epifauna i uglavnom samo endofauna (životinjske vrste koje žive unutar supstrata).

Izuzev u plitkim zonama, na morskom se dnu ekološki činioci (temperatura, salinitet itd.) manje mijenjaju nego u površinskim slojevima mora, a promjene uzrokuju, uglavnom, samo pridnene struje. Mogućnost života na morskom dnu velikih dubina ovisi o količini sitnih čestica organske tvari koja pada s površine. Mnoge se pridnene životinje hrane gotovo ne pokrećući se s mjesta, hvatajući organske čestice koje padaju odozgo ili ih pribavljaju gutajući sediment. U oceanskim dubinama, međutim, relativno mala količina organskih tvari s površine dopire na dno. Najveći dio uginulih organizama razgrade bakterije. Samo anorganski dio tijela tj. skeleti mogu dospjeti do dna na većim dubinama, što ovisi o brzini padanja i otpornosti prema otapanju u morskoj vodi. Zbog toga zubi morskih pasa i slušne kosti kitova lakše dopirevaju na dno od skeleta praživotinja. Kalcijev je karbonat relativno lako topiv u moru, pa će kućice krednjaka (Foraminifera) teže dospjeti do morskog dna od kremenih kućica zrakaša (Radiolaria).

Morski se sedimenti po porijeklu dijele na terigene i pelagičke. Terigeni sedimenti nastaju erozijom kopna i sadrže mineralne čestice, a u more ih donose rijeke, ledenjaci ili valovi odronjavanjem obale. Dvije trećine terigenih sedimenata sačinjavaju silicijski spojevi, a samo mali postotak suhe težine (0,01–0,05%) organskog je porijekla. Značajnu ulogu u formiranju morskog dna mogu imati vulkanski muljevi i pijesak koji nastaje raspadanjem koralja. Terigeni se sedimenti talože na kontinentskoj podini i kontinentskom slazu te tvore pijesak plitkih voda, obalni mulj bogat silicijem i mulj dubljih područja crvene, zelene i plave boje koja ovisi o količini pojedinih komponenata: željeznog oksida, magnezija itd. Taloženje terigenih sedimenata ovisi

dubina u m	%	površina u 10 ⁶ km ²
do 200	8,4	30,60
200-1000	4,4	16,40
1000-2000	4,9	18,05
2000-3000	9,9	36,45
3000-4000	21,7	79,01
4000-5000	30,8	112,72
5000-6000	18,4	66,88
od 6000	1,5	5,38

SI. 4. ODNOS DUBINA MORA I NJIHOVIH POVRŠINA

o veličini i količini čestica te brzini pridnenih struja. U normalnim uvjetima može se pratiti pravilan raspored s obzirom na veličinu čestica od obale prema otvorenom moru: stjenovito, kamenito, pijesak, mulj.

Drugi tip morskih sedimenata nastaje tzv. pelagičkim taloženjem. Pelagički se talozi nalaze dublje od kontinenteskog slaza i sastoje se od finih čestica različitog porijekla, ovisno o dubini i organizmima koji žive u vodama iznad tog dna. Pelagički su sedimenti ostaci uginulih organizama (Foraminifera, Radiolaria, Pteropoda, Ostracoda itd.) i do dubine od 6000 m čine više od 30% težine sedimenta. Do 4000 m se u sedimentu nalaze karbonatni skeleti, a od 4000 do 6000 m na svim oceanskim dnima pretežu silicijski skeleti, jer se na tim dubinama, zbog povišenog hidrostatskog tlaka, kalcijev karbonat lakše topi. Pelagičke naslage nazivaju se po onim organizmima čijih ostataka ima najviše: radiolarijski mulj, globigerinski mulj itd. Ispod dubine od 6000 m količina organskog materijala je zanemariva i sedimenti su, uglavnom, anorganskog porijekla, kao što je npr. crvena glina koja prekriva 40% oceanskih površina na velikim dubinama. Sedimentacija, u prvom redu, ovisi o dubini, pa se u litoralnom području kroz milijun godina može nataložiti sloj od 40 m, a u abisalnom su području nađeni neprekriveni zubi morskih pasa koji su živjeli u gornjem tercijaru, dakle prije 70 milijuna godina.

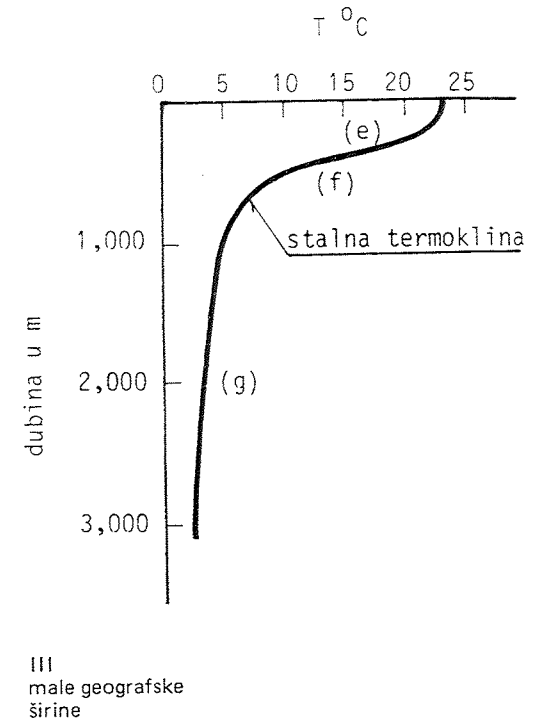
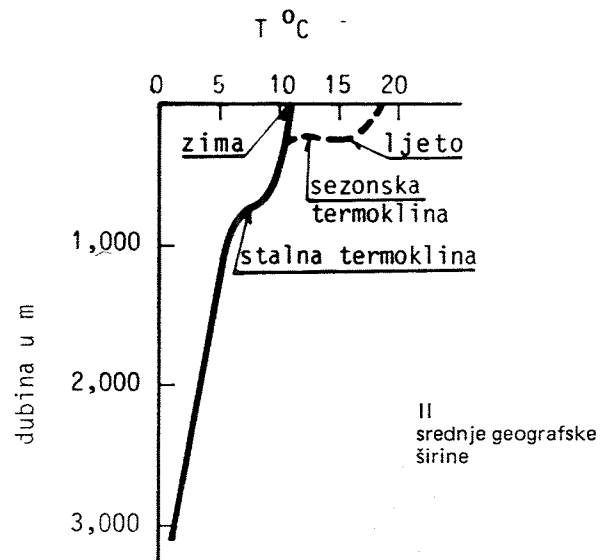
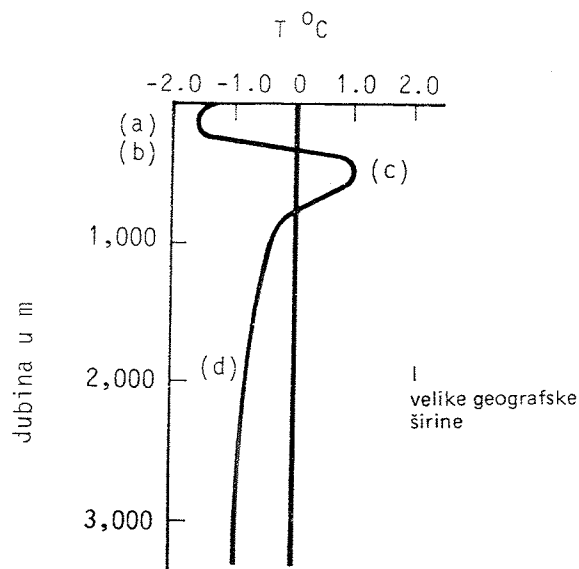
Morfologija (površinska struktura stijena i veličina čestica sedimenta) i kemijski sastav supstrata imaju posebno značenje za organizme koji žive na morskom dnu. Supstrat, posebno u litoralnoj zoni, ima utjecaja na organizme jer može mijenjati fizičkokemijske parametre okoliša. Između većeg kamenja, u udubinama stijena, kao i u međuprostorima supstrata formiraju se mikrobiotopi s posve specifičnim mikroklimatskim uvjetima (svjetlost, hidrodinamizam, količina hranjivih čestica itd.), pa sav taj splet ekoloških činilaca, koji se mijenja u ovisnosti o morskom dnu, nazivamo edafičkim činiocima.

2.2. Temperatura

Temperatura je jedan od najznačajnijih ekoloških činilaca jer, osim što direktno utiče na organizme, na biokemijske procese, na aktivnost enzima itd., ima utjecaja i na brojne fizičke procese, kao što su promjena viskoznosti i gustoće morske vode, topljivost plinova, posebno kisika i ugljičnog dioksida koji imaju fundamentalno značenje za život.

More apsorbira velike količine topline od sunčeva zračenja. Širenje se topline u moru odvija putem konvekcije i kondukcije. Koeficijent je kondukcije, međutim, vrlo mali, pa bi za zagrijavanje vode na dubini od 100 m trebalo oko stotinu godina, što ukazuje na to da se oceanska masa zagrijava procesom konvekcije, tj. gibanjem vodenih čestica. Primljena i izdana energija određuje termičke prilike, odnosno porast i pad temperature u morskoj vodi. Intenzitet primanja i odavanja topline koleba u toku dana i u toku godine, pa temperatura morske vode pokazuje dnevno i godišnje kolebanje. Dnevni porast i pad temperature zavisi o stupnju naoblake i visini Sunca, koja određuje trajanje u grijavanja, ali je amplituda vrlo mala i na površini otvorenog oceana iznosi prosječno 0,5 do 1°C. Amplitude godišnjih kolebanja nešto su veće i zavise o geografskom položaju i sezonskom položaju Sunca. Vremenski se porast, odnosno pad temperature ne podudara s maksimumom i minimumom uspona Sunca, nego dolazi s izvjesnim zakašnjenjem. Godišnje je kolebanje, kao i dnevno, najjače na površini, a s dubinom naglo pada, pa su promjene ispod sloja od 150 do 200 m neznatne ili nikakve (sl. 5).

U području najvećih geografskih širina (sjeverni i južni pol) nema velike razlike u temperaturi površinskih i dubokih oceanskih slojeva. Na manjim se geografskim širinama na površini formira sloj tople i manje guste vode, koji prekriva duboke, hladne i guste slojeve. Temperatura, dakle, ne opada proporcionalno s dubinom i obično se na dubini od oko 150 do 500 m pojavi velika razlika u temperaturi. Termički skok, koji se očituje u velikoj razlici temperature među susjednim slojevima, naziva se termoklina. Temperatura na raznim dubinama i širinama ovisi, u biti, o istim činiocima, kao i na površini, dakle o geografskom položaju i struji. Pad temperature je nejednolik u raznim dubinama. U gornjem sloju (150–200 m) u umjerenom i toplom pojasu temperatura pokazuje nagli pad i pojavu termokline. Srednji sloj (do oko 1000 m) ima mnogo slabiji pad temperature i ne zapažaju se godišnje promjene, a u donjem sloju je pad temperature vrlo spor i ispod 2000 m dubine obično manji od 0,5°C na tisuću metara. U dubinama od 4000 m u najvećem dijelu oceana temperatura ne iznosi više od +2°C i u najvećim se dubinama kreće oko 0°C. Pri samom se dnu češće



SI. 5. PROMJENE TEMPERATURA U OCEANIMA U OVISNOSTI O DUBINI I GEOGRAFSKOJ ŠIRINI: a) površinski slojevi niskog saliniteta; b) sloj nešto hladnije i slanije vode; c) prodor atlantske toplije, još slanije vode; d) duboka arktička voda; e) područje površinskog miješanja; f) sloj prekida (diskontinuiteta); g) duboki i hladni slojevi

javlja lagani porast temperature, tzv. adiabatni porast, koji je posljedica povišenog tlaka.

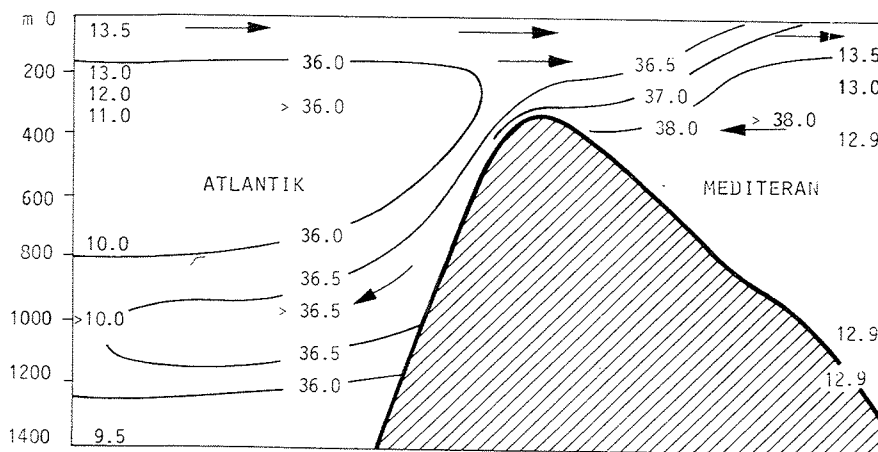
Temperatura površinskih slojeva vode varira u ovisnosti o položaju od 0° i na otvorenom ne prelazi 28°C . U zatvorenim morima i u neposrednoj blizini obale može biti i nešto viša, tj. od 33° do 35°C ,

kao npr. u Crvenom moru, Perzijskom i Meksičkom zaljevu. Temperature površinskih voda na sjevernoj polukugli nešto su više nego na južnoj. Površina je oceana na jugu više otvorena i izvrnuta utjecaju hladnih antarktičkih voda, a sjeverni je dio mnogo više zatvoren prema arktičkim vodama. Izoterme ne idu paralelno s ekvatorom, jer na površinske temperature utječu horizontalne i vertikalne struje.

Morski organizmi različito reagiraju na kolebanje temperature. Pelagičke i dubokomorske vrste su uglavnom stenotermne te podnose samo male promjene temperature. Iznimno se i u plitkom području nalaze vrste (npr. kameni koralji, Madreporaria) koje su izrazito stenotermne, jer žive u tropskim morima gdje ne dolazi do oscilacija temperature. Euritermne vrste, naprotiv, dobro podnose i veća kolebanja temperature, što im omogućuje široko horizontalno i vertikalno rasprostranjenje. U pravilu morski organizmi bolje podnose niže od viših temperatura, ali ipak, ukoliko vrijednosti pređu kritičnu temperaturu koja mijenja metaboličke i enzimatske procese, u oba slučaja ugibaju.

Osim na rasprostranjenje, temperatura direktno utiče na veličinu tijela morskih životinja, a u većine vrste i na sazrijevanje i izbacivanje spolnih produkata.

Većina morskih organizama su poikilotermni, pa im se temperatura tijela izjednačuje s okolinom, a samo oni koji su sekundarno prilagođeni životu u moru — ptice i sisavci — su homioi termni (temperatura tijela im je stalna).



Sl. 6. TEMPERATURA I SALINITET POJEDINIH SLOJEVA VODE S OBJE STRANE GIBALTARSKOG PRAGA

2.3. Svjetlost

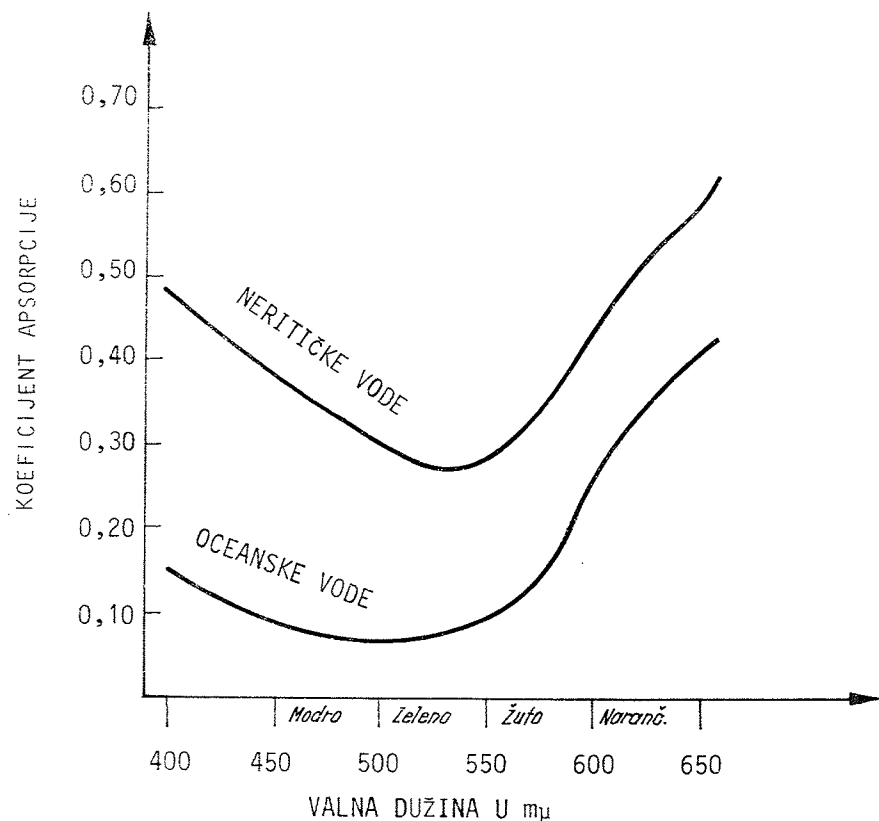
Svjetlost ima fundamentalnu važnost kao izvor energije za fotosintezu i predstavlja jedan od važnih čimbenika koji uvjetuju rasprostranjenje i migracije organizama.

Sunčana zraka, koja pada na morsku površinu, ponaša se kao svjetlosna zraka koja prolazi iz jednog sredstva u drugo. Dio se svjetla odbija od površine, dio koji prodire u vodu djelomice se odbija od vodenih čestica i čestica u suspenziji, a veći dio se apsorbira. Samo ovaj treći dio utiče na osvjetljenje mora.

Apsorpcija svjetlosti ovisi, u prvom redu, o prozirnosti vode (sl. 7). U obalnim vodama koje su neprozirne, svjetlost je reducirana na 1% od ukupne količine koja pada na površinu već na 25 m dubine. U prozirnim vodama nad kontinentskom podinom ova se vrijednost dostiže na 45 m, a u posebno prozirnim vodama u području Golfske struje ili Sargaškog mora tek na dubini od 65 m ili čak dublje. Čista voda, slatka ili morska, upija jedan dio svjetla, pa zbog toga ono prema dubljim slojevima sve više slabi. Sve zrake spektra ne upijaju se podjednako, pa različite valne dužine različito prodiru u dubinu. Koeficijent apsorpcije konstantan je za sve dubine, ali različit za zrake različitih valnih dužina (selektivna apsorpcija).

S obzirom na mogućnost fotosinteze koja određuje tzv. primarnu produkciju, morsko se područje dijeli na tri zone: eufotičku, disfotičku i afotičku. *Eufotička* se zona proteže od 0 do 50 m dubine, ali u vrlo prozirnim vodama na malim geografskim širinama do dubine od 100 m. Ispod eufotičke slijedi *disfotička* zona do dubine od najviše 200 m, gdje je prodor svjetlosti dosta ograničen. Ta količina svjetlosti ne omogućava fotosintezu većine biljnih vrsta. Ispod 200 m proteže se *afotička* zona bez svjetlosti ili s posve neznatnim količinama (u prozirnim tropskim vodama mala količina modrih zraka može prodrijeti i do dubine od 1000 m). Ispod ovih dubina postoji samo bioluminiscencija (bioluminiscencija), koju proizvodi veliki broj morskih životinja. Bioluminiscencija se javlja ne samo kod organizama velikih dubina, nego i onih koji žive u površinskim slojevima, i to naročito u toplim vodama.

Osim o količini svjetlosti fotosintetski procesi, međutim, ovisi i o njezinom kvalitativnom sastavu. Mnoge biljne vrste ostvaruju maksimalnu fotosintetsku aktivnost samo kod određenih valnih duži-



Sl. 7. APSORPCIJA SVJETLOSNIH ZRAKA U MORSKOJ VODI

na, dok druge koriste čitav vidljivi dio spektra. U plitkom području usprkos intenzivnog osvjetljenja vrlo često izostaju alge zbog prejakog zagrijavanja morske vode.

Prisutnost svjetlosti koja uvjetuje razvoj biljaka, indirektno utiče i na rasprostranjenje životinja. Obojenje je morskih organizama također ovisno o količini svjetlosti i mijenja se u ovisnosti o dubini, a vrlo često ima i zaštitnu ulogu. U organizama površinskih slojeva razvijeni su često zaštitni mehanizmi koji sprečavaju preveliku apsorpciju svjetlosti. Biljke se brane protiv prejake svjetlosti povećanom količinom plastida na površini, a životinje povećanom produkcijom pigmenta, zaklanjanjem u podlozi ili spuštanjem u dublja područja. Prozirna tijela planktonskih organizama propuštaju svjetlost a ne apsorbiraju je, pa je to vrlo efikasna zaštita od prejakog osvjetljenja.

2.4. Sastav morske vode i salinitet

Morska je voda otopina vrlo složenog sastava koji se, gledajući u cjelini, održava konstantnim zahvaljujući dinamičkoj ravnoteži. Nove tvari neprestano dopijevaju u more trošenjem i erozijom kontinentalnih stijena a u manjoj količini iz svemirskog prostora. Istovremeno se dio tvari iz otopine gubi taloženjem na morskom dnu. Organizmi koji žive u moru također sudjeluju u ovom procesu uzimajući i izlučujući određene tvari iz otopine.

Osnovna razlika između morske i ostalih prirodnih voda sastoji se u kvalitativnom sastavu i povećanoj količini određenih soli u moru. Slatke vode rijeka i jezera sadrže 1–1,5 g soli u litri vode, a prevladavaju karbonati, dok u morskoj vodi ima oko 35 g soli a prevladavaju kloridi i natrij. Ukupna količina soli otopljenja u jednom kilogramu morske vode i izražena u gramima označava se kao *salinitet*.

U morskoj je vodi utvrđen veliki broj kemijskih elemenata (sl. 8). Analitičkim metodama utvrđeno je oko pedesetak, a ostali su nađeni u dijelovima tijela raznih organizama. Samo jedanaest predstavlja osnovne komponente: soli su im otopljene u ionskom stanju, a čine oko 99,98% ukupne količine soli u moru. Ostatak od oko 0,02% su ostali elementi ili oligoelementi koji često dolaze samo u tragovima. Količine nekih elemenata mogu varirati u vremenu i prostoru, jer ovise o metaboličkim aktivnostima organizama.

Elementi	mg/kg	Elementi	mg/kg
Silicij Si	3	Antimon Sb	0,005
Dušik N	0,5	Cezij Cs	0,0005
Litij Li	0,17	Cer Ce	0,0004
Rubidij Rb	0,12	Itij Y	0,0003
Fosfor P	0,17	Srebro Ag	0,0003
Jod J	0,06	Lantan La	0,003
Barij Ba	0,03	Kadmij Cd	0 00011
Indij In	0,02	Vanadij W	0,001
Aluminij Al	0,01	Germanij Ge	0,00007
Željezo Fe	0,01	Krom Cr	0,00005
Cink Zn	0,01	Torij Th	0,00005
Molibden Mo	0,01	Skandij Sc	0,00004
Selen Se	0,004	Galij Ga	0,00003
Bakar Cu	0,003	Živa Hg	0,00003
Arsen As	0,003	Olovo Pb	0,00003
Kositar Sn	0,003	Bizmut Bi	0,00002
Uran U	0,003	Talij Tl	0,00001
Vanadij V	0,002	Niobij Nb	0,00001
Magnezij Mn	0,002	Zlato Au	0,000004
Nikal Ni	0,002	Berilij Be	0,0000006
Titan Ti	0,001	Radij Ra	1,0 x 10 ⁻¹⁰
Kobalt Co	0,0005		

Anioni	g/kg morske vode	%
Klor Cl ⁻	18,980	55,043
Sulfat SO ₄ ⁼	2,649	7,682
Bikarbonat HCO ₃ ⁻	0,140	0,406
Brom Br ⁻	0,065	0,189
Borat BO ₃ ⁼	0,026	0,075
Fluor F ⁻	0,001	0,003
<hr/>		
Kationi		
<hr/>		
Natrij Na ⁺	10,556	30,613
Magnezij Mg ⁺⁺	1,272	3,689
Kalcij Ca ⁺⁺	0,400	1,160
Kalij K ⁺	0,380	1,102
Stroncij Sr ⁺⁺	0,013	0,038
<hr/>		
	34,482	100,00

SASTAV MORSKE VODE I KOLIČINE POJEDINI
SASTOJAKA

Salinitet površinskih oceanskih voda varira u ovisnosti o geografskom položaju: u ekvatorijalnom području srednje se vrijednosti kreću između 34,5 i 35,00/oo; oko 20° geografske širine na obje polutke utvrđene su najviše vrijednosti koje iznose i nešto više od 37°/oo (Sargaško more i obale Brazila), a prema polovima se postupno snižuju i ispod 34°/oo. U arktičkom području se zbog povećanog kopnenog dotoka i smanjene evaporacije salinitet može sniziti i ispod 28°/oo. Salinitet utječe na fizikalna svojstva morske vode. Slanoća snižuje temperaturu ledišta, a povišuje temperaturu vrelišta. Promjene saliniteta utječu na osmoticnost, toplinski kapacitet, viskoznost, toplinsku i električnu provodljivost, refrakciju i površinsku napetost morske vode. Povećana napetost površine uvjetuje sporije isparavanje morske od slatke vode.

Sva su ova svojstva od značenja za život u moru, a s obzirom na promjene saliniteta razni se organizmi i različito ponašaju. *Stenohalini* organizmi su slabo otporni na promjene saliniteta, a *eurihalini* podnose bez posljedica i značajne promjene koncentracije soli, pa čak u nekim slučajevima mogu prelaziti iz slane u slatku vodu i obrnuto.

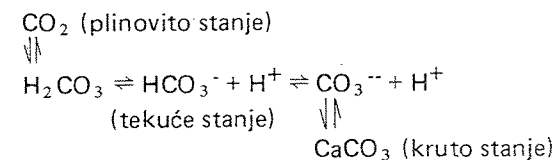
Stenohalini organizmi nastavaju, u pravilu, otvoreno more i duboke vode, tzv. oceansku provinciju, gdje ne dolazi do oscilacija saliniteta. Pojedine stenohaline vrste mogu se razvijati i u plitkom području gdje vladaju konstantni uvjeti (vrste kamenih koralja duž australijske obale i u Crvenom moru prilagođene su određenoj vrijednosti). Stenohaline vrste površinskih slojeva za vrijeme kiša silaze u veće dubine i na taj način izbjegavaju promjene saliniteta. Stanovnici su neritičkog područja pretežno eurihalini, sposobni da podnesu promjene saliniteta koje uzrokuju kopnene vode. S obzirom na njihovu toleranciju, često se mogu naći i na pučini, gdje inače u pravilu dominiraju stenohaline forme. Izrazito su eurihaline vrste koje žive u uskom pojasu supralitoralne i mediolitoralne, gdje su neprestano izvrnute direktnom utjecaju kiša, izronjavanju zbog izmjene morskih doba i dotoku slatkih voda s kopna.

2.5. Kisik, dušik, ugljični dioksid i pH

Otopljeni se plinovi ne mogu ubrojiti u kemijski sastav morske vode u užem smislu riječi, ali imaju veliku važnost za niz procesa koji su usko vezani i odlučujući za postojanje života u moru. Svi plinoviti sastojci atmosfere: kisik, dušik, ugljični dioksid i plemeniti plinovi, tope se u određenim količinama i u morskoj vodi. Najveće biološko značenje imaju kisik u ugljični dioksid zbog njihove uloge u procesima disanja i fotosinteze. Elementarni dušik u plinovitom stanju ima također značajnu ulogu u biološkim procesima u moru. Plemeniti plinovi nemaju, međutim, nikakvo značenje za spomenute životne procese.

Količina kisika i dušika u moru ovisi o tlaku i temperaturi, a povećani salinitet smanjuje njihovu topljivost. S obzirom da ova dva plina imaju različite koeficijente topljivosti, njihova je količina u moru različita i razlikuje se od one u zraku. U litri zraka ima oko 210 ml O₂ i 780 ml N, a u moru (kad je salinitet 35°/oo kod 0°C) 8 ml/l kisika, odnosno 14 ml/l dušika. Kod 20°C kisika ima 5 ml/l, a dušika 10 ml/l. Odnos je dušika i kisika u jednoj litri zraka u atmosferi 78:21 (oko 4:1), a u jednoj litri zraka otopljenog u moru taj odnos je 64:34 (oko 2:1). U površinskom sloju eufotičke zone biljke osiguravaju životinjama kisik i na većim dubinama, zbog manjeg broja biljnih organizama, troši ga se, međutim, isto ili čak i više nego što ga biljke procesom asimilacije oslobađaju. Dubina na kojoj se izjednačuje količina potrošenog i oslobođenog kisika naziva se dubinom kompenzacije.

Ugljični je dioksid uz morsku površinu u ravnoteži s količinom ovog plina u atmosferi, ali zbog asimilacijskih procesa bilja i oksidacijskih procesa svih organizama, razni slojevi oceana imaju različitu koncentraciju. Ugljični se dioksid ne ponaša u skladu s Henryevim zakonom (količina bi zavisila o koncentraciji, odnosno tlaku u atmosferi i o apsorpcijskom koeficijentu morske vode koji pada s porastom temperature i slanoće) i samo je djelomice u moru prisutan u plinovitom stanju, ali je uvijek u ravnoteži s bikarbonatima i karbonatima. Nepravilno ponašanje (veća količina) ugljičnog dioksida nastaje zbog toga što se dio veže s karbonatima i bikarbonatima te nastaju vrlo složene kemijske ravnoteže među ionima i molekulama koje se mogu pojednostavljeno prikazati:



Zbog ovih procesa u morskoj vodi ima, pored plinovitog ugljičnog dioksida, i vodikovih, i karbonatnih i bikarbonatnih iona koji su u pravilnoj reverzibilnoj ravnoteži: ravnoteža ugljične kiseline.

Alkalinitet (stupanj bazičnosti morske vode) posljedica je otapanja ugljične kiseline i vezanja jakih baza uz nastajanje karbonata ili bikarbonata. Od četiri radikala jakih baza (Na, K, Ca, Mg) dolazi skoro isključivo kalcij uz koji je vezan gotovo cjelokupni iznos ugljične kiseline, a posve neznatni dio dolazi u obliku vapnenca.

Koncentracija vodikovih iona H^+ , ionska reakcija ili pH morske vode koja iznosi od 7,5 do 8,4, također je važna posljedica otapanja ugljičnog dioksida u moru, a ujedno je i razlog alkalne reakcije morske vode. Vrijednost pH na površini oceana i sporednih mora kreću se obično između 8,0 i 8,3, a u dubini pH pada.

2.6. Tlak

Hidrostatski je tlak važan ekološki činilac s obzirom da se za svakih deset metara povećava za oko 1 atmosferu, pa na najvećim dubinama vlada tlak od preko 1000 atmosfera. Ovako visok tlak ipak omogućuje život, jer su sva oceanska dna do najvećih dubina naseljena. Organizmi žive, međutim, najčešće unutar nekih određenih granica dubine i prilagođeni su tlaku koji tu vlada. Abisalne su bakterije npr. striktno vezane uz visoki tlak. Uzgoj u laboratorijskim uvjetima moguć je samo ako je postignut odgovarajući tlak. Manji broj organizama može podnijeti veće promjene tlaka (euribati), kao npr. pelagičke vrste koje vrše značajne migracije i podnose promjene tlaka od 30 do 40 atmosfera, dok ih mnogo veći broj ne podnosi (stenobati). Organizmi plićih površinskih slojeva u pravilu su uže ograničeni na određena batimetrijska područja, jer se npr. od 0 do 10 m dubine tlak udvostručuje isto kao što se to dešava kod promjene dubine od 1000 do 2000 metara.

Morski sisavci koji dišu atmosferski zrak, posebno su prilagođeni promjenama. Oni ponekad uranjaju do većih dubina gotovo praznih pluća, na koja djeluje povećani tlak tjerajući zrak prema dušniku koji ga može apsorbirati samo u vrlo malim količinama. Za vrijeme imerzije ove životinje mogu koristiti kisik iz mioglobina. Osim toga, podnose mnogo niže koncentracije O_2 u krvi, a više CO_2 nego kopneni sisavci. Za vrijeme boravka u većim dubinama u ovih organizama usporava se rad srca i reducira periferna cirkulacija krvi. Zbog usporedbe: čovjek može zaroniti najviše do dubine od 100 m uz posebne mjere opreza pri izronjavanju.

Povećani hidrostatski tlak uvjetuje promjene raznih fizičkokemijskih parametara morske vode, a uvjetuje na većim dubinama i izvjesno povećanje temperature.

2.7. Gibanje mora

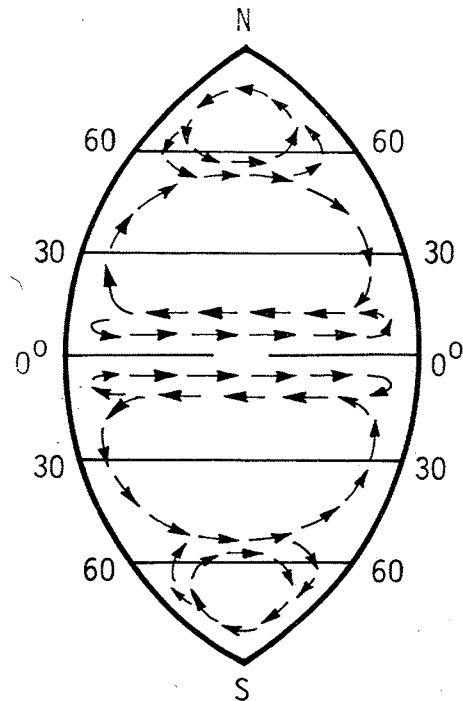
Gibanje mora predstavlja vrlo složen ekološki činilac koji na razne načine utječe na život organizama, ovisno o njihovoj veličini, sposobnosti kretanja i okolišu u kojem žive.

Stalno pokretanje velikih vodenih masa uzrokuju struje, periodično kretanje morska doba, a povremeno valovi.

Morske struje nastaju kombiniranim djelovanjem vjetrova i razlika u tlaku, temperaturi pojedinih dijelova oceana na površini ili u dubljim dijelovima, te razlikama u salinitetu zbog isparavanja i dotoka slatke vode. Struje, s obzirom na smjer, mogu biti horizontalne, kad u tom smjeru premještaju vodu na površini ili u dubljim slojevima, odnosno vertikalne, kad vrše izmjenu vode između površinskih i dubljih slojeva. Pri pokretanju vodenih masa iz toplijih u hladnija područja, hlađenje površinskog sloja uzrokuje spuštanje tog sloja i formiranje pridenih struja.

Uz vjetrove i razliku u gustoći vode, na postanak novih i na tok postojećih struja djeluje i niz drugih činilaca od kojih su najznačajniji uvjeti kontinuiteta i rotacija Zemlje. Zbog uvjeta kontinuiteta nastaju kompenzacijske struje, jer se odnešene vode neprestano nadomještaju novim količinama vode. Takva strujanja uzrokuju i vjetrovi, kao što je bura, široko i drugi lokalni vjetrovi koji pokreću površinske slojeve od obale ili prema obali. Zbog djelovanja Zemljine rotacije struje ne teku posve u smjeru vjetra, nego na sjevernoj polukugli skreću udesno, a na južnoj ulijevo. Jakost kretanja ovisi o brzini struje i geografskoj širini, a raste i s dubinom. Razvoj velikih sistema površinskih oceanskih struja prikazan je shematski na slici 9. Glavnu osnovu sistema površinskih strujanja na oceanima tvore ekvatorijalne struje. Ima ih pet: po jedna južno i sjeverno od ekvatora u Atlantiku i Pacifiku i južno do ekvatora u Indijskom oceanu. One nastaju zbog stalnog djelovanja sjeveroistočnih, odnosno jugoistočnih pasata između 20° sjeverne i 20° južne geografske širine, a teku u rezultanti djelovanja spomenutih pasata, tj. od istoka prema zapadu, pa zatim, odbijajući se od kopna na zapadnim granicama oceana, skreću prema sjeveru, odnosno jugu. Udaljujući se od ekvatora prema polovima i skrećući zbog Zemljine rotacije sve više, svaka od njih, zajedno sa strujama koje su genetski povezane, tvori po jedan veliki zatvoreni krug oceanskog strujanja.

U Mediteranu se površinske struje kreću paralelno s obalom u smjeru obrnutom od kazaljke na satu (sl. 10). Ulaz atlantske površinske vode uvjetovan je velikom evaporacijom te, prema tome, povećanjem saliniteta i gustoće vode, pa Mediteran ima sve karakteristike unutrašnjeg mora s manjkom vode. Zbog jačeg isparavanja od pritjecanja slatke vode, razina Mediterana pada ispod razine Atlantika, pa na površini nastaje strujanje iz Atlantskog oceana u Mediteran (sl. 11). Kao posljedica, u dubini se javlja struja suprotnog smjera koja iz Mediterana odnosi duboku vodu bogatu mineralnim i organskim tvarima. Suprotan se efekt javlja u unutrašnjim morima sa slabom evaporacijom, kao npr. u Crnom moru.

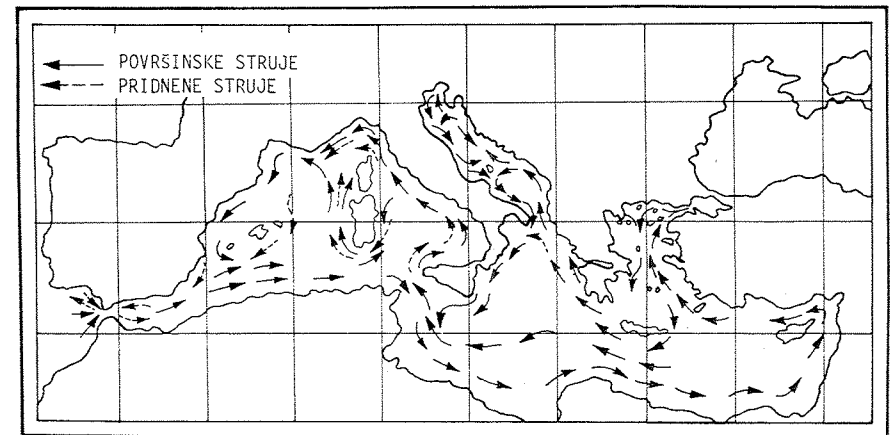


Sl. 9. SHEMATSKI PRIKAZ POVRŠINSKIH OCEANSKIH STRUJANJA

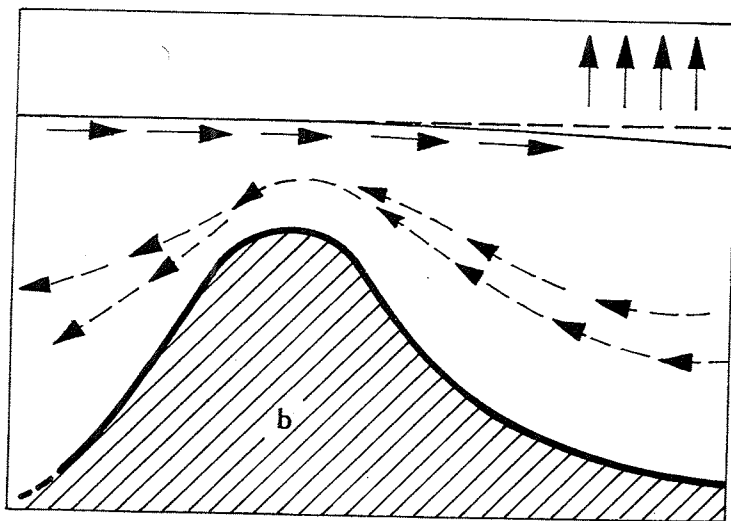
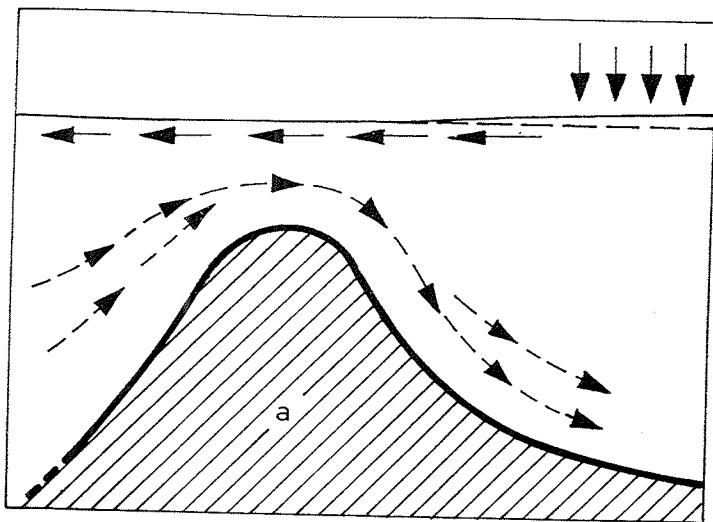
Biološka je važnost struja mnogostruka: utječu na salinitet i temperaturu te donose na površinu hranjive tvari potrebne za razvoj biljnih organizama. Struje omogućuju i bentoski život na velikim dubinama prenoseći kisik, hranjive tvari i obnavljajući katabolite. Geografska distribucija organizama uvelike ovisi o strujama, jer oni aktivno ili pasivno slijede njihov smjer. Na taj se način rasprostranjuju planktonski oblici, ali i bentoski s planktonskim jajima i ličinkama. Ličinke evropske jegulje putuju oko tri godine iz Sargaškog mora i područja Bermuda, nošene sjeveroatlantskom strujom do evropskih obala i u Mediteran, razvijajući se dalje u obalnim bočatim vodama i rijekama u spolno zrele jedinke, koje se opet zbog razmnožavanja vraćaju u more.

Planktonske vrste koje raznose struje mogu biti biološki indikatori koji omogućuju da se utvrdi stabilnost morske vode u fizičkom i kemijskom pogledu i prate gibanja pojedinih slojeva ili veće vodene mase.

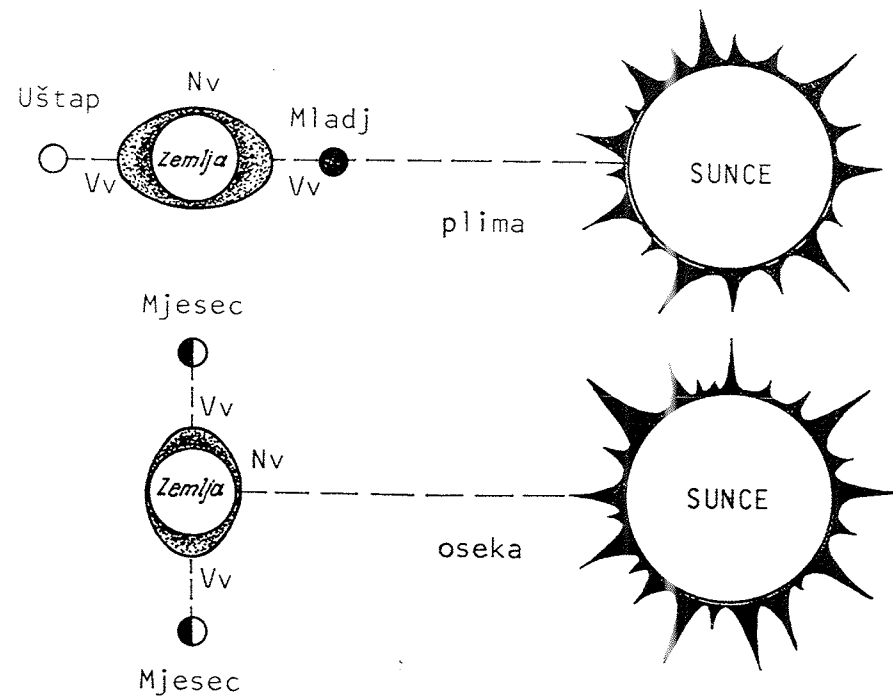
Valovi čije nastajanje uzrokuje vjetar, a jačina im ovisi uz to o konfiguraciji obale i izloženosti, utječu uglavnom direktno na bentoske organizme plićih područja i pelagičke površinskih slojeva. Valovi omogućuju miješanje vode površinskog sloja s vodom dubljih slojeva i na taj način pospješuju izmjenu plinova i topline između atmosfere i mo-



Sl. 10. SMJER POVRŠINSKIH STRUJA U MEDITERANU



SI. 11. SHEMATSKI PRIKAZ STRUJA NA NIVOU PRAGA KOJI DIJELI OCEAN OD UNUTRAŠNJEG MORA:
a) Crno more ima suvišak vode; b) Sredozemno more ima manjak vode



SI. 12. SHEMATSKI PRIKAZ NASTANKA DVOSTRUKOG PLIMSKOG VALA ZBOG DJELOVANJA PRIVLAČNE SILE MJESECA I SUNCA NA VODENU MASU OCEANA

ra. Bez valova ova bi izmjena bila ograničena samo na tanki površinski sloj s obzirom da su procesi difuzije i provodljivosti kroz vodu vrlo spori.

Valovi imaju snažno mehaničko djelovanje na bentoske organizme plitkih područja, bilo vodom, kamenjem ili drugim donešenim materijalom. Ova mehanička snaga ima veliku razornu moć pa takvi organizmi imaju izrazite i određene prilagodbe koje im omogućavaju preživljavanje (snažne organe za prihvaćanje uz podlogu, debele i čvrste ljuštore, ukopavanje i sl.). S obzirom na brzinu kretanja vodene mase na izloženim je lokalitetima otežano prihvaćanje spora i ličnika, pa će kolonizacija biti moguća samo u udubinama ili na drugi način zaštićenim mjestima. Na pješčanim, izloženim obalama, zbog velike količine čestica pijeska u suspenziji živi mnogo manji broj vrsta

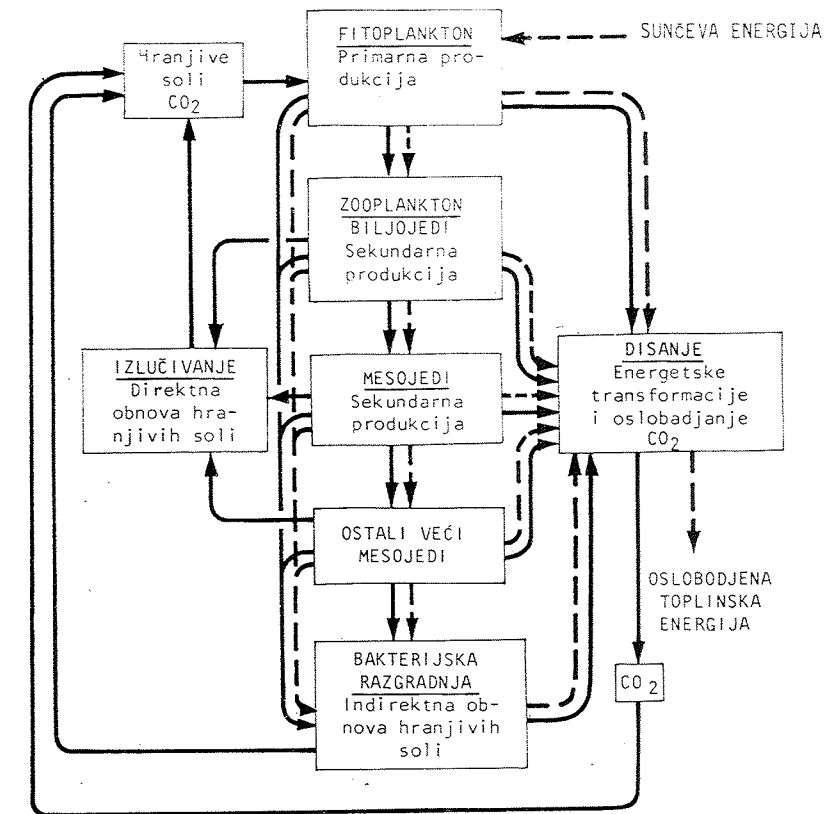
nego na stjenovitim dnima, a za vrijeme uzburkanog mora i ove se životinje zaštićuju ukopavanjem u podlogu (mnogočetinaši, školjkaši, ribe itd.). Organizmi koji žive u površinskim vodama uranjaju za vrijeme valova u dublje, mirnije slojeve

Morska doba su periodična dizanja i spuštanja razine morske vode, koja nastaju zbog djelovanja privlačnih sila Sunca i Mjeseca na vodene čestice. Pored struja, to je drugi oblik gibanja vodene mase koje bitno utječe na život morskih organizama u području obale. Na oceanskoj površini u smjeru privlačnih sila Sunca i Mjeseca nastaje plimni val, koji se pojavljuje i na dijametralno suprotnoj strani Zemljine kugle (sl. 12). Oba vala slijede gibanje privlačnih tjelesa. Na taj način svaki od spomenutih valova prijeđe za vrijeme jednog lunarnog dana (24 sata i 50 minuta) svakom točkom oceana, što znači da se na svakoj točki oceana u tom razdoblju izvrše dva dizanja (plima) i dva padanja (oseka) vodene razine. Razdoblje plime i oseke zajedno traje, prema tome, 12 sati i 25 minuta. Konfiguracija morskog dna i obale može znatno utjecati na visinu plimnih valova (jednog ili oba), a ponekad je izražen samo jedan dnevni plimni val.

Privlačna je sila Mjeseca na vodene čestice, zbog njegove relativno velike blizine, oko 2,34 puta veća od privlačne sile Sunca, usprkos njegove neusporedivo veće mase. Ako, međutim, privlačna sila Sunca i Mjeseca djeluju u istom pravcu, one se zbrajaju i nastaju velika morska doba ili velika plima i oseka, koje nastupaju u vrijeme mlađa i uštopa (sizigija) (sl. 12a). Ako su sile međusobno okomite, učinak se djelomično poništava, pa nastaju mala morska doba ili mala plima i oseka, koje nastupaju u vrijeme prve i posljednje Mjesečeve četvrti (sl. 12b).

3. KRUŽENJE MATERIJE I PROTJEKANJE ENERGIJE U EKOSISTEMU MORA

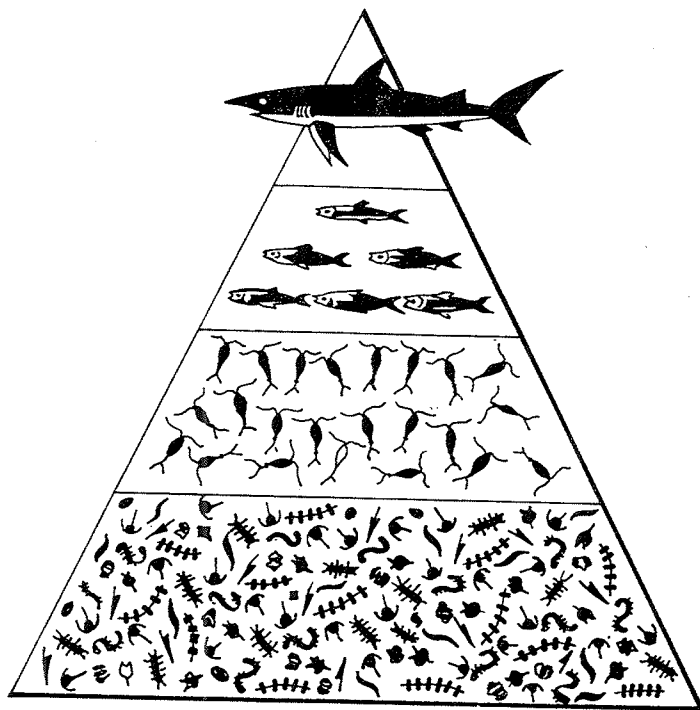
Između životnih zajednica mora i njihovih staništa vlada, zbog kontinuiteta ekoloških činilaca, mnogo čvršća međuovinnost nego na kopnu. Glavni kemijski elementi, koji izgrađuju živu materiju, kruže unutar kompleksnih biogeokemijskih ciklusa. U živi ih svijet uključuju autotrofne biljke tzv. primarnom produkcijom, zbog čega ih se naziva proizvođačima. Elementi zatim teku hranidbenim lancem koji se sa-



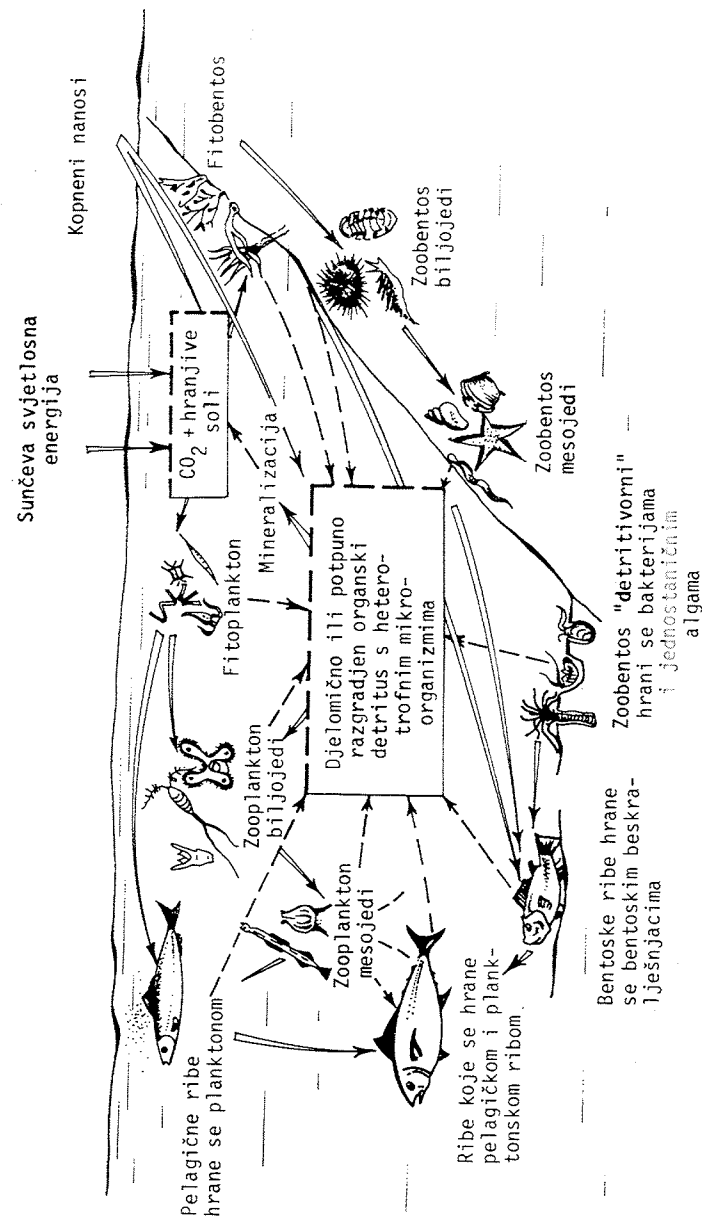
SI. 13. KRUŽENJE ORGANSKE MATERIJE (PUNA CRTA) I PROTJEKANJE ENERGIJE (ISPREKIDANA CRTA) U MORU

stoji od niza karika, tj. raznih tipova životinja: biljojeda (primarni potrošači) i mesojeda (sekundarni, tercijarni itd. potrošači). Krug se zatvara djelovanjem bakterija, koje organske spojeve pretvaraju u anorganske tvari i na taj način omogućuju neprestane procese organske produkcije. Heterotrofni mikroorganizmi, uz oslobađanje toplinske energije, razgrađuju leševe uginulih organizama, mineraliziraju ih do jednostavnijih spojeva: ugljičnog dioksida i mineralnih soli (sl. 13).

Kruženje materije i protjecanje energije započinje, dakle, primarnom produkcijom, pri čemu anorganske tvari prelaze u organsku materiju. Ova je transformacija, uglavnom, rezultat fotosintetske aktivnosti biljnih organizama, ali mala količina organske materije nastaje i kemosintetskom aktivnošću nekih bakterija. Fotosinteza se odvija u eufotičkoj zoni, čija se visina može odrediti i dubinom kompenzacije. Na dubini kompenzacije proces fotosinteze je u ravnoteži s procesima disanja, pa je količina kisika jednaka količini ugljičnog dioksida.

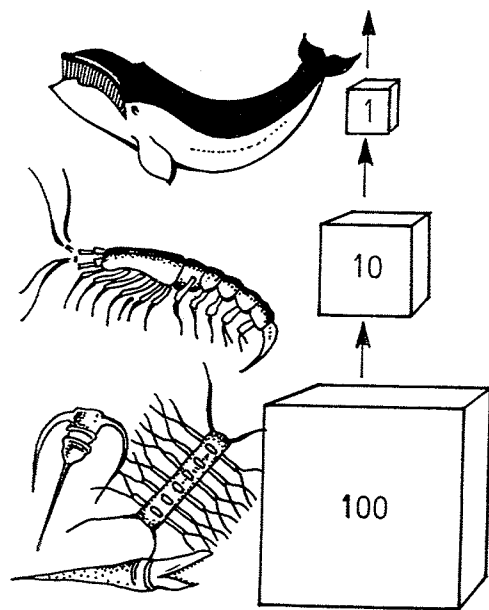


Sl. 14. HRANIDBENA PIRAMIDA U MORU



Sl. 15. SHEMATSKI PRIKAZ HRANIDBENIH LANACA MORA

Glavni je proizvođač u moru fitoplankton koji je rasprostranjen u površinskom sloju svih oceana i mora. Višestanične alge i morske cvjetnjače prisutne su na dnu samo u uskim obalnim zonama. Intenzitet produkcije može se mjeriti na više načina, ali se najčešće izražava težinom ugljika (gC) vezanog u organskim spojevima na određenoj površini ili u određenom volumenu u jedinici vremena (gC/m²/ na dan ili gC/m³/ na dan). Organska materija nastala djelovanjem fitoplanktona, bentoskih biljaka te fotosintetskih i kemosintetskih bakterija, služi za izgradnju životinjskih tkiva, što predstavlja sekundarnu produkciju. Prehrambeni lanac čini niz od jednostavnih biljnih do najvećih životinjskih organizama, koji se hrane jedni drugima: pri tome se gubi dio organske materije koji ulazi u ovaj lanac na početku (sl. 16). Organizmi ugibaju i razgrađuju ih bakterije, dio progutane hrane se apsorbira, a dio izbacuje kao neprobavljeni ostatak. Od probavljenog dijela ne ugrađuje se sve u organizam, jer se dio razgrađuje kataboličkim procesima. Iskorištenje organske materije varira prijenosom od jedne karike do druge, ali se u prosjeku uzima da iznosi samo oko



SI. 16. SHEMATSKI PRIKAZ ISKORIŠTAVANJA ORGANSKE MATERIJE PRELASKOM IZ JEDNE KARIKE PREHRAMBENOG LANCA U DRUGU

10%. Obujam se tijela, idući od jedne karike do druge, postupno povećava, ali se drastično smanjuje broj jedinki pojedine karike (sl. 14).

Kao u svim ekosistemima, tako i u moru bakterije imaju fundamentalnu ulogu jer vrše mineralizaciju organske tvari. Mineralne soli neophodne za autotrofni način prehrane biljaka, samo u maloj količini dopijevaju u more nanosima rijeka s kopna, pa se potrebne količine moraju namiriti iz mora djelovanjem bakterija. Bakterije su, iako u raznim količinama, utvrđene u svim područjima i na svim dubinama u moru. U površinskim je slojevima gustoća bakterija vrlo mala, jer ultravioletne zrake imaju baktericidno djelovanje, a i fitoplankton luči antibiotske tvari. Najviše bakterija ima u morskome dnu, a najgušća naselja su u muljevitom sedimentu. Aerobne su bakterije na svim dubinama brojnije od anaerobnih, ali se broj anaerobnih povećava s dubinom.

4. RASPROSTRANJENOST ŽIVIH BIĆA U MORU

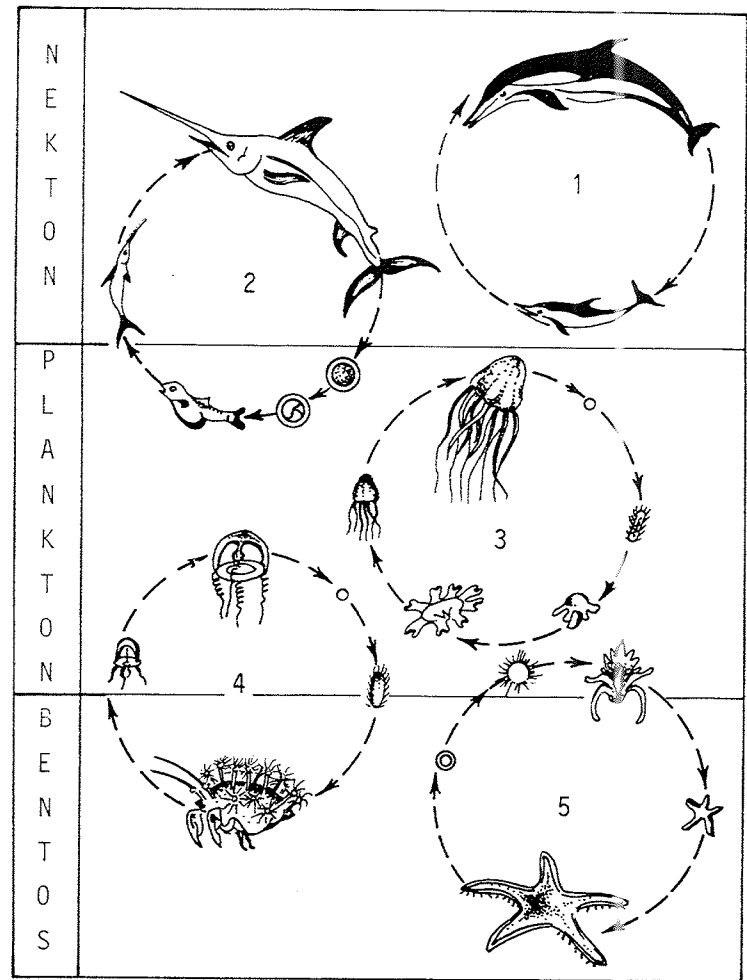
Biljni i životinjski organizmi nisu jednoliko raspoređeni u moru, ni u vertikalnom ni u horizontalnom smislu, što ovisi o ekološkim, topografskim i povijesnim činiocima. U području pelagijala žive dvije velike skupine organizama: oni koji su nesposobni vlastitim pokretima svladati kretanje vode pa lebde u moru, tj. *plankton*, te svi oni koji su pravi plivači te se pokretima tijela suprotstavljaju strujama i valovima, tj. *nekton*. Svi oni organizmi koji su na bilo koji način stalno ili povremeno vezani za dno (hranjenje, razmnožavanje, zaklon itd.), svrstavaju se u veliku skupinu tzv. *bentos*.

4.1. Plankton

U planktonu se, osim biljnih i životinjskih organizama koji cijeli život provode u pelagičkoj sredini (holoplankton), nalaze jaja, ličinke i juvenilni stadiji brojnih bentoskih i nektonskih životinja te rasplodne stanice alga i morskih cvjetnjača (meroplankton). Veličina planktonskih oblika varira od nekoliko mikrona (bakterije i protisti) do oko 1 metar (velike meduze i lanci salpi).

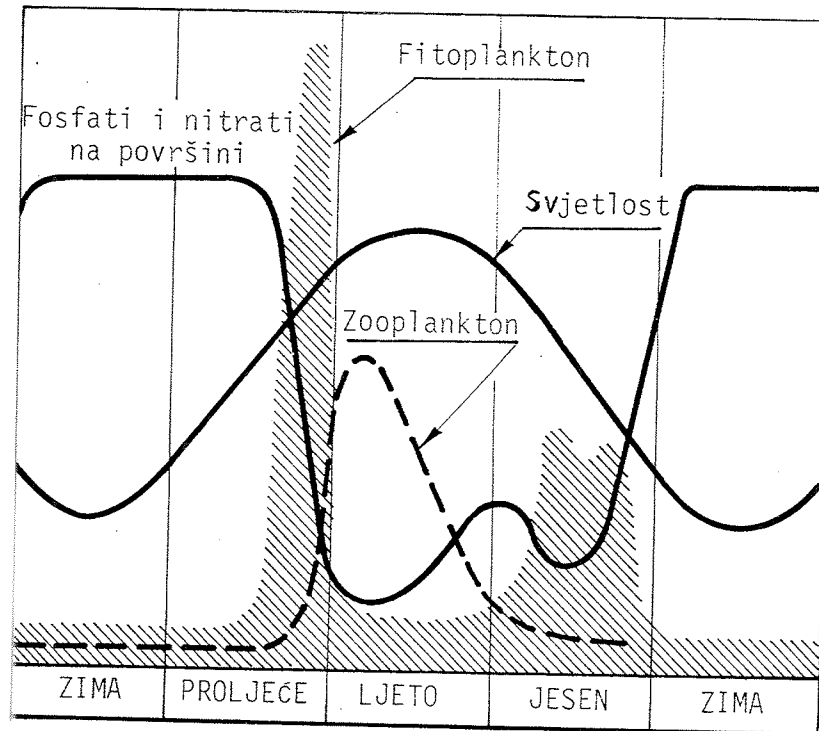
S obzirom na horizontalnu rasprostranjenost, plankton se dijeli na neritički i oceanski. Neritički plankton, koji nastava obalne vode, sastoji se većim dijelom od meroplanktona: razni razvojni stadiji bentoskih organizama koji žive na kontinentskoj podini. U oceanskom planktonu prevladava holoplankton, za čiji su opstanak potrebni stabilniji životni uvjeti. Horizontalne struje često utječu na miješanje ove dvije skupine planktona.

Biljni se plankton (fitoplankton) sastoji, uglavnom, od jednostaničnih alga i kolonija, a samo iznimno od višestaničnih alga, kao što je to slučaj u Sargaškom moru. U životinjskom planktonu (zooplankton) nalazimo predstavnike gotovo svih životinjskih grupa, ili kao odraslih jedinki ili barem u stadiju ličinke (sl. 17). Mikroskopski biljni organizmi planktona predstavljaju ekvivalent kopnenoj vegetaciji koja je osnova za sav životinjski život na Zemlji (uključujući čovjeka). Alge koje žive na osvjetljenom morskom dnu, imaju samo lokalno značenje proizvođača organske materije: njihova je uloga u produktivnosti mora sekundarna u odnosu na značenje fitoplanktona. U područjima bogatim fitoplanktonom duboke se vode neprestano obogaćuju nitratima i fosfatima, a površinske osiromašuju ovim solima. Ovaj se fenomen može najbolje prikazati za vrijeme sezonskog ciklusa (sl. 19).



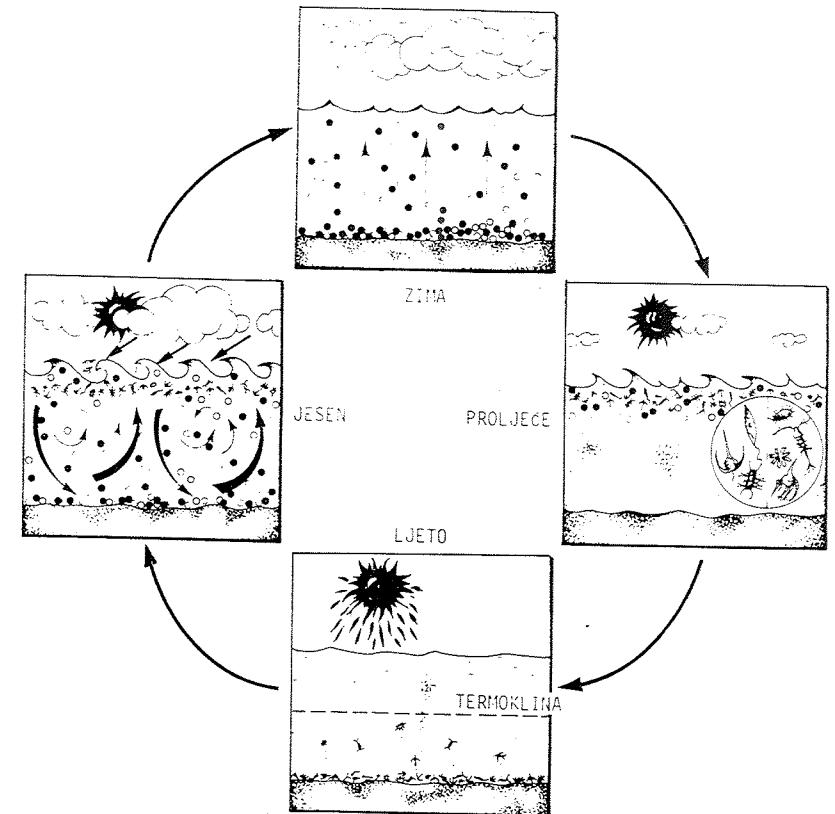
Sl. 17. PRIPADNOST NEKIH ŽIVOTINJSKIH VRSTA POJEDINIM EKOLOŠKIM ZAJEDNICAMA — NEKTONU, PLANKTONU I BENTOSU: 1. dupini (*Delphinus delphis*) cijeli život provode u nektonu; 2. sabljarka (*Xiphias gladius*), odrasla i mlada jadinka su u nektonu, a jaja i ličinke u planktonu; 3. holoplanktonska meduza (*Pelagia noctiluca*); 4. meroplanktonski hidroid (*Podocoryne carnea*), polipi se vegetativno razmnožavaju pupanjem i razvijaju slobodno plivajuće meduze, a meduze, jaja i ličinke su u planktonu; 5. razvojni ciklus zvjezdače (*Astropecten sp.*), jaja i ličinke se razvijaju u planktonu

U morima umjerenog pojasa temperatura je u toku zime na površini i na dnu uglavnom jednaka. Početkom proljeća, zbog intenzivnije i dugotrajnije svjetlosti, počinju se na površini razmnožavati fitoplanktonske vrste što uvjetuje nagli razvoj zooplanktona. Vode, međutim, sve više osiromašuju hranjivim solima, što dovodi do smanjenja broja jedinki fitoplanktona i zooplanktona. U kasno je ljeto količina hranjivih soli u površinskih slojevima bitno smanjena, dok se dublji slojevi obogaćuju zbog „kiše“ mrtvih organizama i tvari koje su izlučivali organizmi dok su bili živi. Početkom jeseni površinski se slojevi počinju hladiti, pa se duboke obogaćene vode, zbog toga što su toplije, počinju dizati na površinu. Miješanju voda pomažu i jesenske oluje. Vode bogate solima na taj način ponovno dospiju na površinu, a svjetlosti ima još uvijek dovoljno za bujniji razvoj fitoplanktona. Zimske



SI. 18. RAZVOJ FITOPLANKTONA I ZOOPLANKTONA U OVISNOSTI O KOLIČINI HRANJIVIH SOLI I SVJETLOSTI

nepogode miješaju ponovno vode, pa se soli sada raspoređuju u istim količinama na raznim dubinama, jer je i temperatura više-manje jednaka (sl. 19).



SI. 19. SEZONSKI CIKLUS PLANKTONA (crni i bijeli kružići označavaju nitrate i fosfate)

Polarna su mora osvijetljena kroz šest mjeseci, a drugih šest su u tami. Za vrijeme duge polarne noći ne može se vršiti fotosinteza, te se ni biljke ne mogu razvijati. Usprkos tome, plankton je za vrijeme ljet-

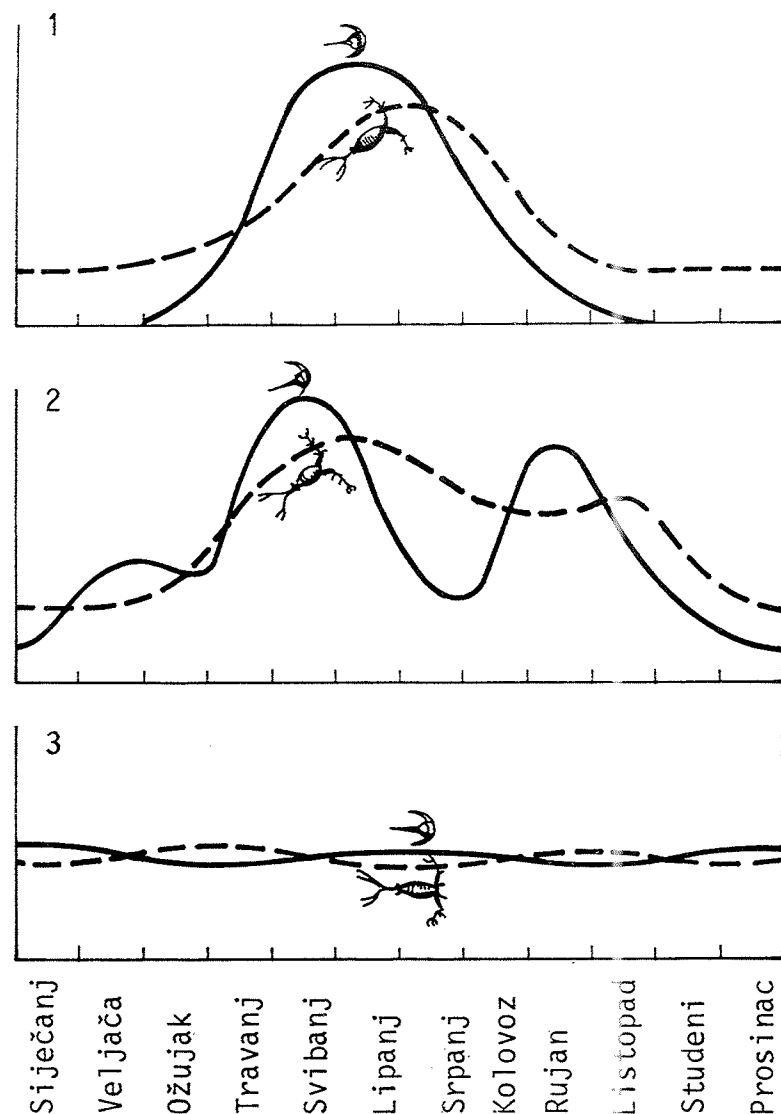
nih mjeseci gust u tim područjima iz dva razloga: zbog mogućnosti da se razmnaža bez prekida tijekom šest mjeseci i zato što vrste u hladnim vodama, uz usporen metabolizam, imaju dugi individualni život, a to dozvoljava da kroz dulje vrijeme koriste raspoloživu količinu hrane. I među polarnim ledenjacima, iako u manjim količinama, ipak ima planktona.

U tropskim je morima, zbog stalne temperature zraka, sloj površinske tople vode uvijek nad dubokim hladnim vodama. Stalnost termokline onemogućuje miješanje površinske i duboke vode, pa u površinskim vodama zbog toga ima vrlo malo nitrata i fosfata, što uvjetuje siromaštvo fitoplanktona, a u vezi s tim i zooplanktona. U ovim je morima broj vrsta velik, ali je broj jedinki jedne vrste vrlo malen. Tropski je plankton, u odnosu na plankton umjerenih i polarnih mora, mnogo siromašniji (sl. 20).

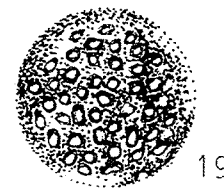
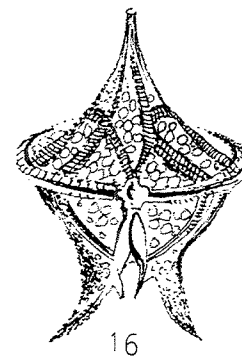
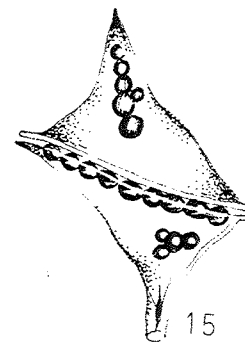
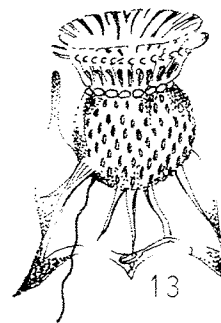
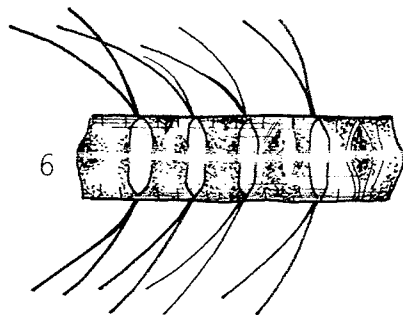
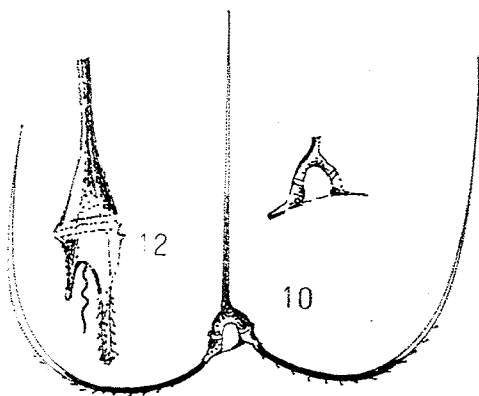
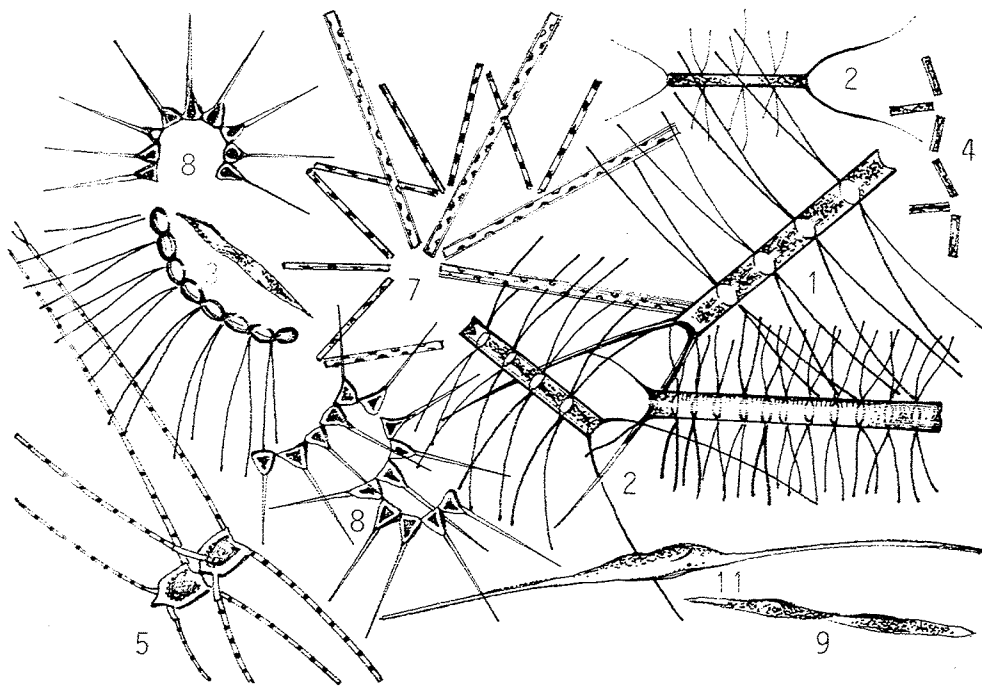
Rasprostranjenost planktonskih vrsta ovisi, u prvom redu, o njihovoj toleranciji prema promjeni pojedinih ekoloških činilaca. Struje često prenose ove organizme u području posve različitih životnih uvjeta: one jedinke koje su nesposobne da podnesu npr. susret hladnih i toplih struja ili promjenu saliniteta, ugibaju stvarajući povoljnije uvjete, tj. više hrane preživjelim vrstama. Vode se pri kretanju postupno miješaju s okolnom vodom, pa se postupno gube i fizičkokemijske karakteristike osnovne vode. Stoga nije moguće po tim svojstvima jednostavno utvrditi tok promatrane vode. Karakteristične vrste, koje voda nosi, ne ugibaju odmah, pa se njihovim određivanjem, prije ugibanja ili raspadanja, može odrediti i sama struja. Vrste – indikatori omogućuju praćenje postanka i kretanja određenih struja.

4.2. Nekton

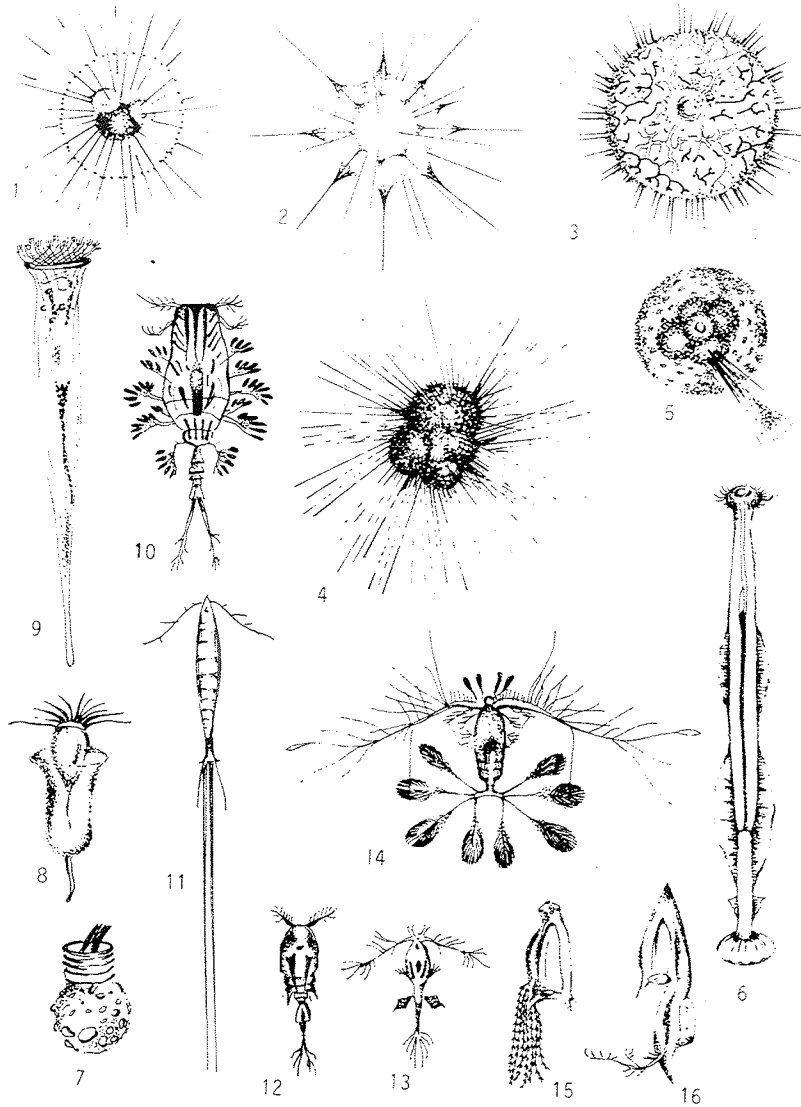
Svi oni organizmi koji su pelagički i pravi plivači, te se pokretima tijela mogu suprotstaviti strujama i valovima čine nekton. Ponekad je teško povući oštru granicu između planktona i nektona. Protozoa i planktonske alge praktički su nesposobni da upravljaju pokretima, dok su npr. Copepoda i neki drugi mali planktonski račići u stanju vršiti umjerene pokrete, a neki Decapoda, ukoliko struje nisu prejače, pokreću se i intenzivnije. Među predstavnicima nektona postoje značajne razlike u plivačkim sposobnostima. Međutim, i ovi organizmi imaju često planktonske stadije, ne samo jaja i ličinke, nego su često i mladi nesposobni da se odupru strujama. Velika većina životinja nektona ima morfološke i funkcionalne prilagodbe za aktivno kretanje u vodi, a razvijene su i posebne prilagodbe za plivanje (lignje npr. imaju bočne izbočine u formi peraja i produljeno tijelo). Kralješnjaci nek-



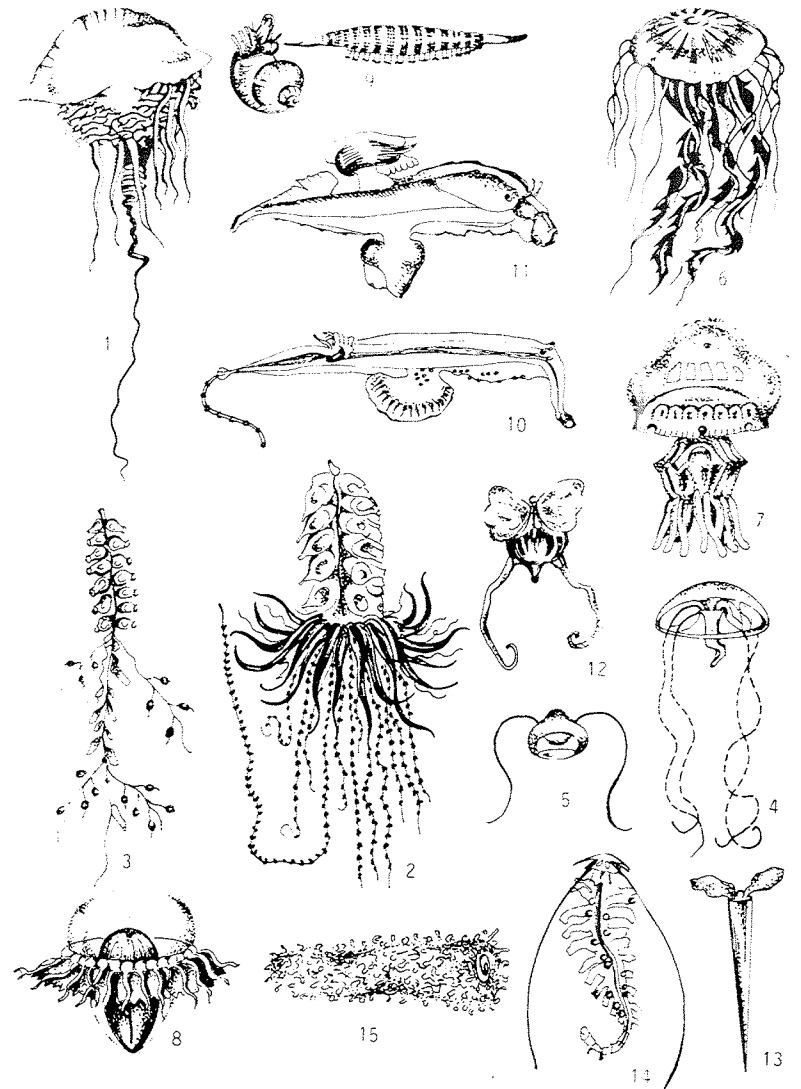
Sl. 20. GODIŠNJI CIKLUS FITOPLANKTONA I ZOOPLANKTONA U RAZNIM GEOGRAFSKIM PODRUČJIMA: 1. polarna mora, 2. mora umjerenih područja, 3. tropska mora



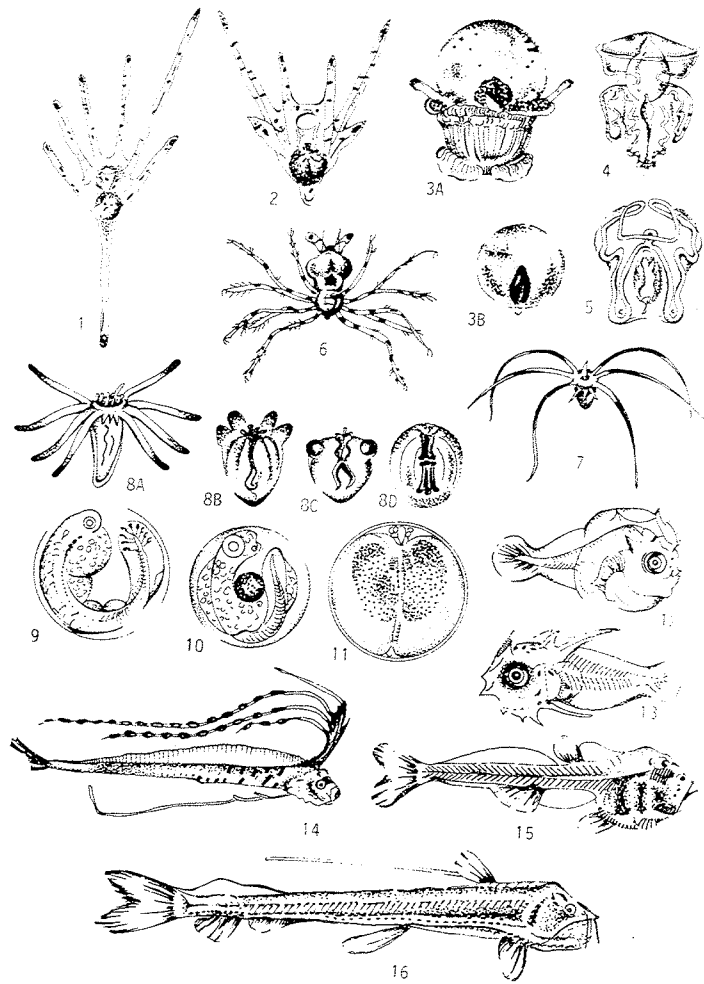
Sl. 21. FITOPLANKTON: kremenjašice (Bacillariophyceae): 1. *Chaetoceros decipiens*, 2. *C. affinis*, 3. *C. curvisetus*, 4. *C. costatus*, 5. *C. rostratus*, 6. *C. constrictus*, 7. *Thalassiothrix frauenfeldii*, 8. *Asterionella japonica*, 9. *Nitzschia seriata*; peridineje (Dinoflagellatae): 10. *Ceratium trichoceros*, 11. *C. fusus*, 12. *C. furca*, 13. *Ornithocercus magnificus*, 14. *O. heteroporus*, 15. *Peridinium depressum*, 16. *P. divergens*, 17. *Dinophysis caudata*, 18. *Noctiluca scintillans*; ksantoficeje (Xantophyceae): 19. *Halosphaera viridis*



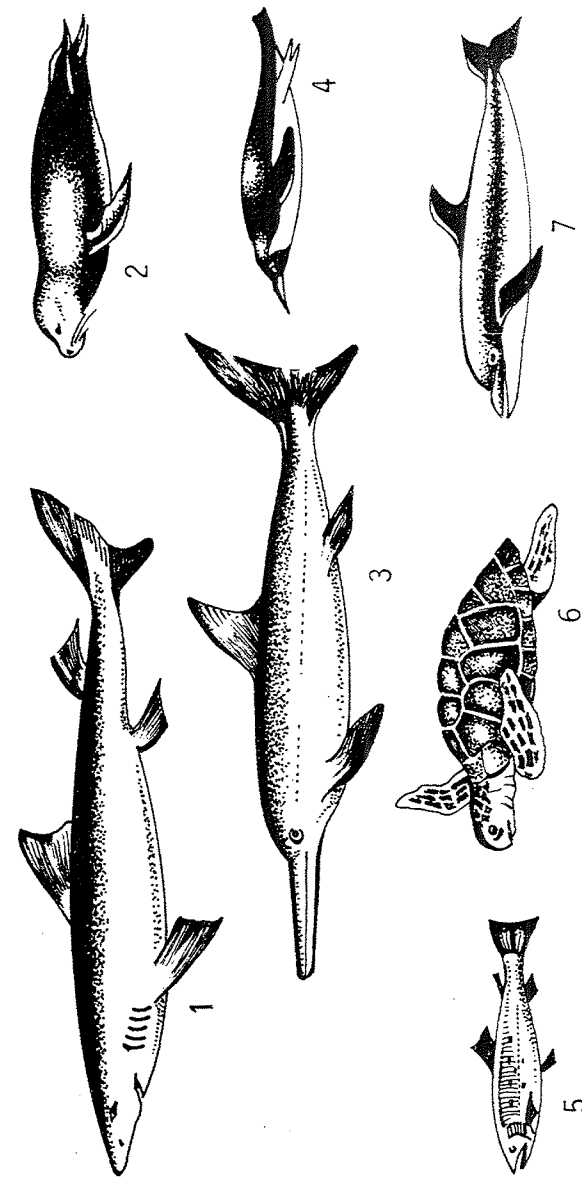
SI. 22. ZOOPLANKTON: zrakaši (Radiolaria): 1. *Radiozoon lobatum*, 2. *Acanthometrum pellucidum*, 3. *Coelodendrum raillimum*; krednjaci (Foraminifera): 4. *Globigerina bulloides*, 5. *Orbulina universa*; četinočeljusti (Chaetognatha): 6. *Sagitta* sp. zvončići (Tintinnidae); 7. *Codonellopsis morchella*, 8. *Tintinnopsis campanula*, 9. *Rhabdonella spiralis*; veslonošci (Copepoda): 10. *Copilia vitraea*, 11. *Setella gracilis*, 12. *Corycaeus obtusus*, 13. *Oithona nana*, 14. *Calocalanus pavo*; cijevnjaci (Siphonophora): 15. *Abyla pentagona*, 16. *Dyphyes hydrostatica*



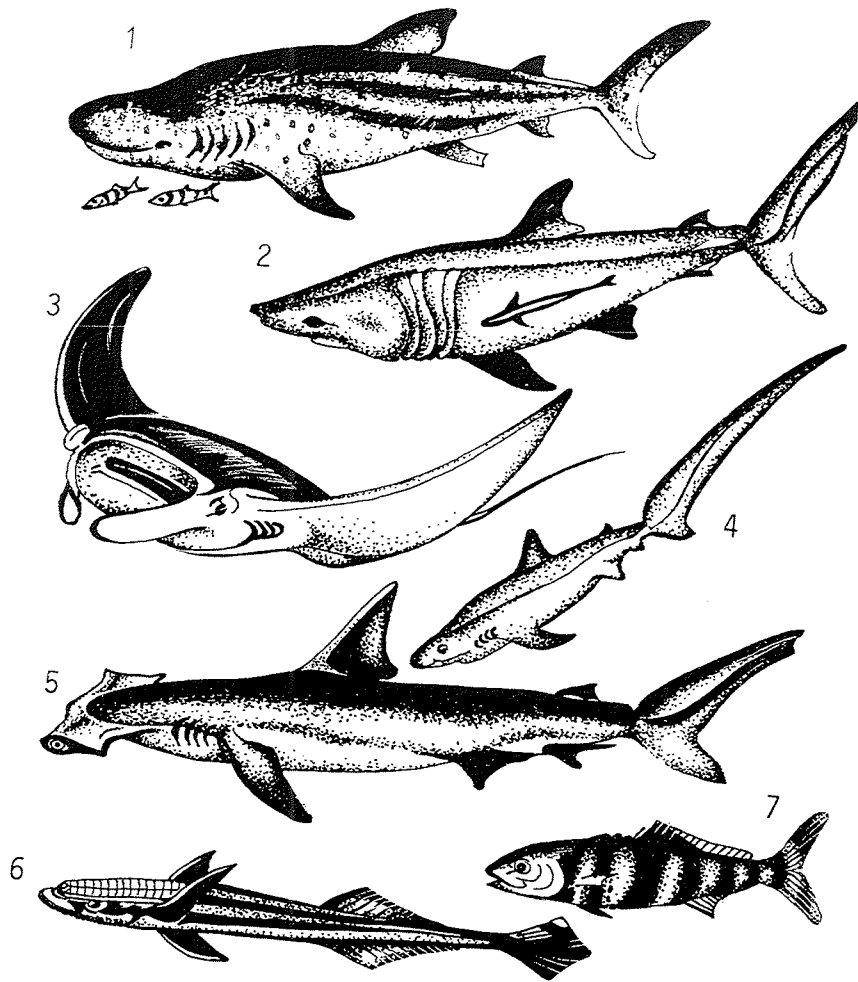
SI. 23. ZOOPLANKTON: obrubnjaci (Hydrozoa): 1. *Physalia physalis*, 2. *Physophora hydrostatica*, 3. *Nanomia bijuga*, 4. *Liriope tetraphylla*, 5. *Solmundella bitentaculata*; režnjaci (Scyphozoa): 6. *Crysaora bysoscella*, 7. *Thizostoma pulmo*, 8. *Atolla bairdii*, prednjoškržnjaci (Prosobranchiata): 9. *Janthia gracilis*, 10. *Carinaria lamarckii*, 11. *Pterotrachea coronata* stražnjoškržnjaci (Opisthobranchiata): 12. *Cavolinia tridentata*, 13. *Creseis acicula*; mnogočetinaši (Polychaeta): 14. *Tomopteris euchaeta salpe* (Thaliacea): 15. *Physosoma elegans*



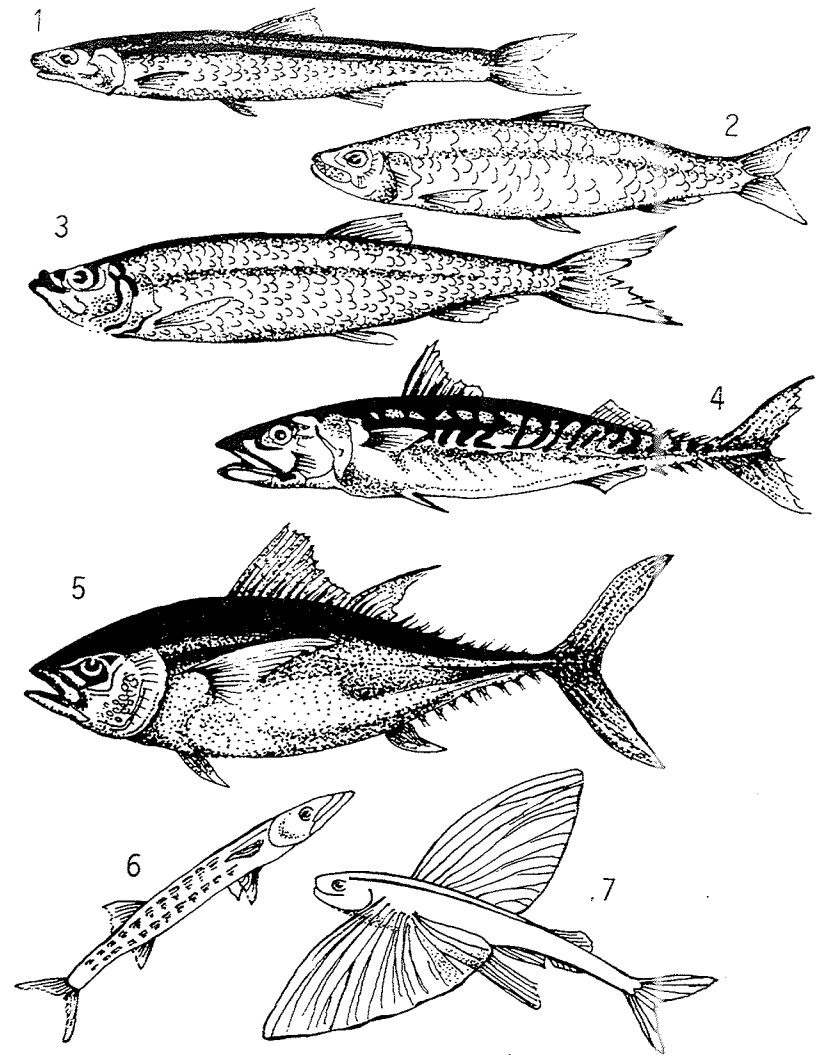
Sl. 24. ZOOPLANKTON: meroplankton, jaja i razni razvojni stadiji nekih morskih organizama: 1. *Ophiopluteus zmi-jače*, 2. *Echinopluteus ježinca*, 3a i 3b razvojni stadiji vrste *Verella verella*, *Tornaria žiroglavca*, 5. *Auricularia trpa*, 6. *Phyllosoma* vrste *lalinurus elephas*, 7. ličinka vrste *Cerianthus violaceus*, 8a, 8b, 8c i 8d ličinački stadij vrste *Cerianthus membranaceus*, 9. jaje vrste *Chauliodus sloani*, 10. jaje vrste *Glossanodon leioglossus*, 11. jaje vrste *Scomberesox saurus*, 12. ličinka vrste *Mola mola*, 13. ličinka vrste *Dactylopterus volitans*, 14. mladi stadij vrste *Regleucus glesne*, 15. poslijeličinački stadij vrste *Agryropelecus hemigymnus*, 16. poslijeličinački stadij vrste *Chauliodus sloani*



Sl. 25. Sličan oblik tijela predstavnik raznih sistematskih skupina: 1. morski pas, 2. tuljan, 3. *Ihtiosaurus*, 4. pingvin, 5. pastrva, 6. morska kornjača, 7. dupin



SI. 26. NEKTONSKE HRKAVIČNJAČE: 1. *Rhinodon typus*, 20 m; 2. *Cetorhinus maximus*, 13 m; 3. *Manta birostris*, 6. m; 4. *Alopias vulpes*, 6 m; 5. *Sphyrna zygaena*, 7 m; 6. *Echeneis naucrates*, 40 cm; 7. *Naucrates ductor*, „riba pilot“, 35 cm



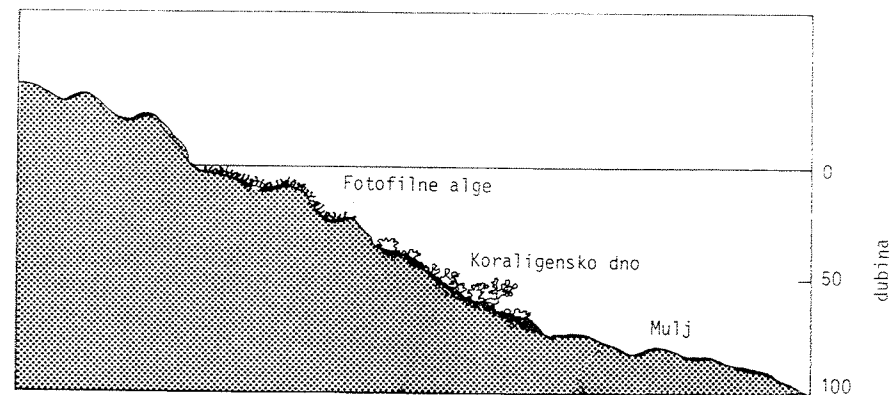
SI. 27. NEKTONSKE KOŠTUNJAČE: 1. *Engraulis encrasicolus*, 2. *Clupea pilchardus*, 3. *Clupea harengus*, 4. *Scomber scombrus*, 5. *Sphyræna barracuda*, 6. *Thunnus thynnus*, 7. *Exocoetus rondeleti*

tona, iako pripadaju filogenetski udaljenim grupama, imaju zajedničke morfološke karakteristike u vezi savladavanja otpora vode, npr. kitovi su sisavci posve prilagođeni životu u vodi, te imaju, kao i ribe, produženo tijelo i perajama slične nastavke. I izumrli morski gmazovi, tzv. ihtiosauri, imali su oblik tijela sličan ribama (sl. 25). Svaka nektonska vrsta ima širi ili uži areal rasprostranjenja te posve određene zahtjeve specifične u pogledu ekoloških uvjeta, kao što su salinitet, temperatura itd. Čak se i unutar iste vrste mogu razlikovati grupe koje su prilagođene na različite ekološke uvjete. Sled je npr. vrlo široko rasprostranjen u umjerenim morima, ali su pojedine rase prilagođene određenim ekološkim uvjetima. Nektonu pripadaju mnogobrojne vrste riba (sl. 26. i 27), kitova i mnogi glavnošci, te druge životinje otvorenog mora koje se neprestano giblju, uključujući tu i sezonske migracije. U pridnenim slojevima žive mnogobrojne ribe koje se, međutim, ne smatraju nektonom, jer su, zbog hrane, skrovišta ili razmnožavanja, u čestom kontaktu s dnom (sl. 36. i 37). I u velikim dubinama žive životinje koje se mogu aktivno pokretati: glavnošci, rakovi i ribe, ali se zbog svojih posebnih morfoloških i fizioloških karakteristika svrstavaju u tzv. batipelagičku faunu.

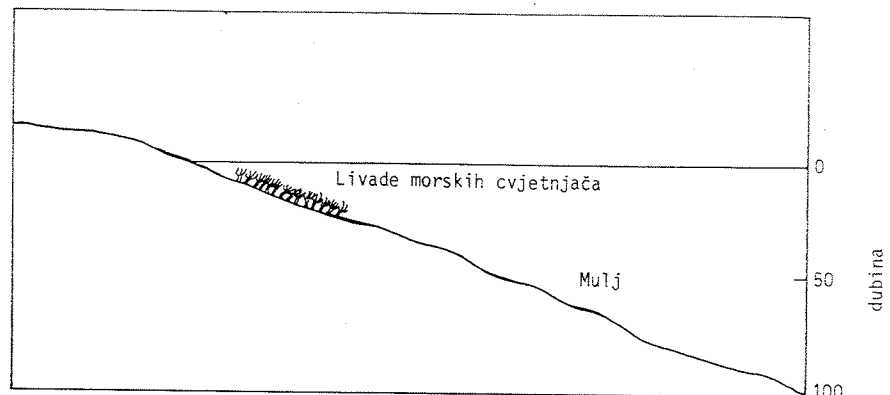
4.3. Bentos

Razvoj određenih bentoskih životnih zajednica ovisi, u prvom redu, o dubini, pa se i razdioba bentoskog područja vrši u vertikalnom smjeru (sl. 3), na stepenice ili etaže (supralitoralna, mediolitoralna, infralitoralna, cirkalitoralna, batijalna, abisalna i hadalna). Dubina se ne smatra ekološkim činiocem u užem smislu riječi, ali ona uvjetuje promjene niza činilaca: svjetlosti, temperature, tlaka, hidrodinamizma, veličine čestica sedimenta itd. Morsko dno je vrlo raznoliko s obzirom na konfiguraciju i sastav sedimenta (sl. 28). Može biti čvrsto (stjenovito ili kamenito) i pomično (pjeskovito ili muljevito). Voda pri tome prodire u međuprostore podloge, a čestice sedimenta su često raspršene u pridnenom sloju vode. Supstrat i voda predstavljaju, dakle, okoliš za dvije velike skupine bentoskih organizama: one koji žive u morskom dnu (čvrstom ili pomičnom), sa specifičnim prilagodbama za taj način života (endoflora i endofauna) (sl. 29, 30, 31), i one koji žive na površini dna za koje su vezani samo (ili uglavnom) zbog učvršćivanja (epiflora i epifauna) (sl. 32, 34).

Postoje, međutim, i tzv. međuvrste: školjkaši, mnogočetinaši i dr., koji žive u sedimentu ali im razni nastavci ili dijelovi tijela lebde u pridnenom sloju vode pribavljajući hranu (sl. 30). Razvoj epiflore i epifaune intenzivniji je na čvrstom dnu. Prijelaz između čvrstog i po-

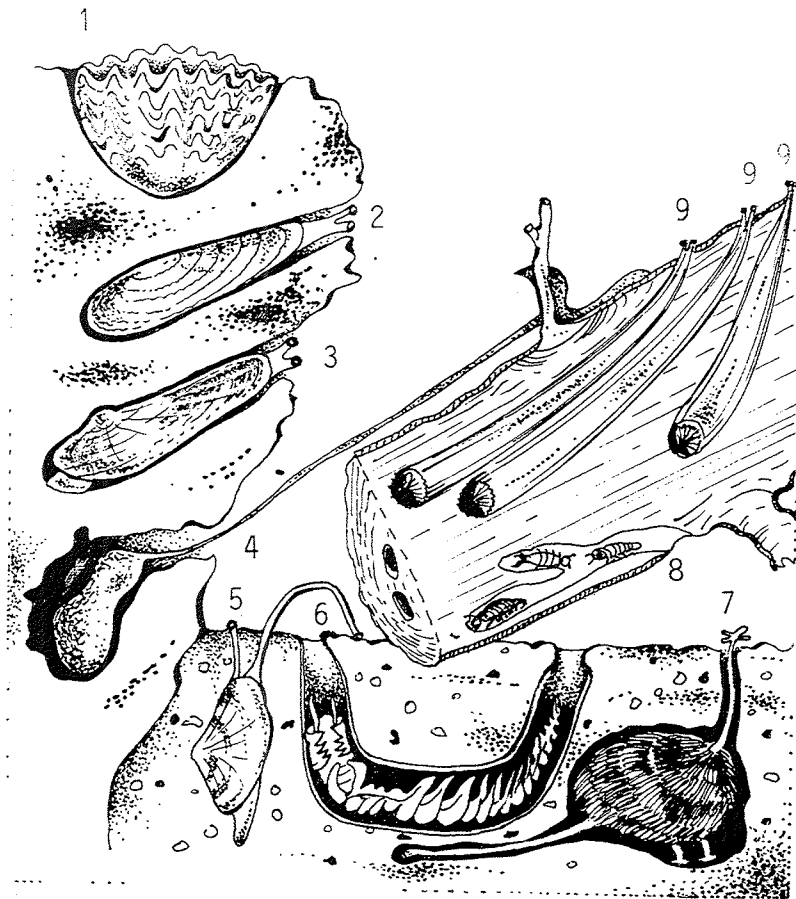


Stjenovita obala - čvrsta podloga



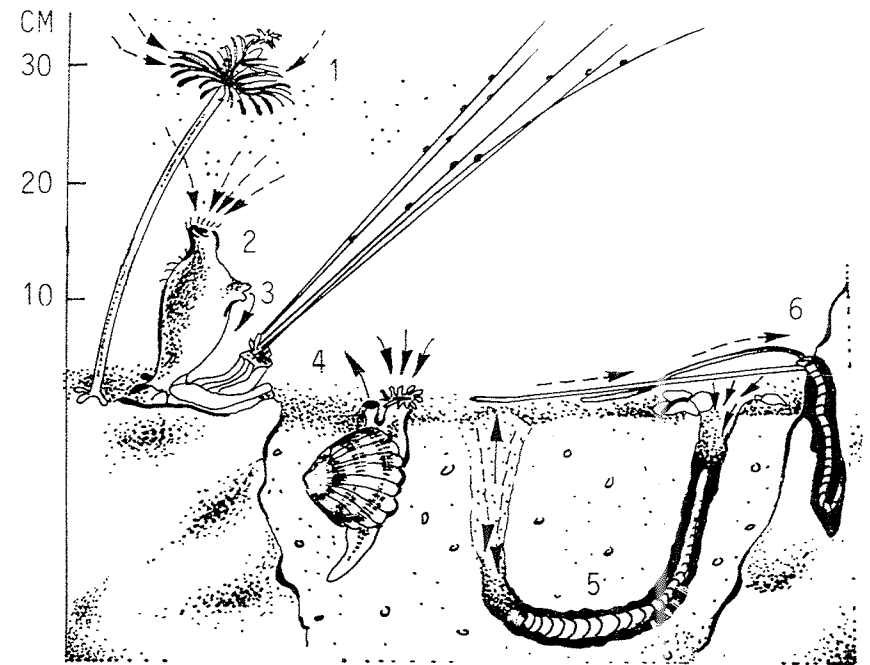
Pjeskovita obala - pomična podloga

Sl. 28. DVA OSNOVNA TIPA OBALNOG MORSKOG DNA



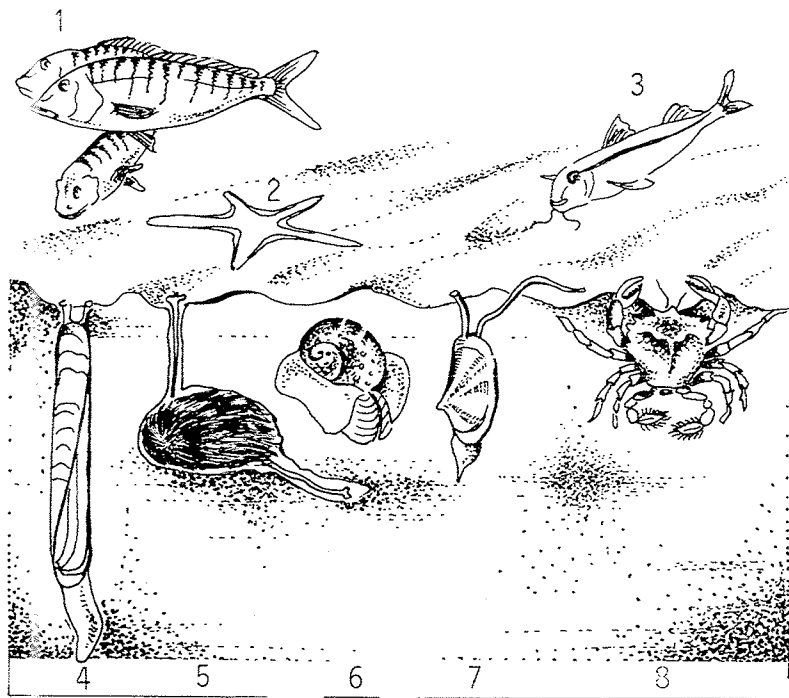
SI. 29. NEKI PREDSTAVNICI ENDOFAUNE: 1. *Tridacna gigas*, 2. *Lithophaga lithophaga*, 3. *Pholas dactylus*, 4. *Bonellia viridis*, 5. *Tellina distorta*, 6. *Chaetopterus vario-pedatus*, 7. *Echinocardium sp.*, 8. *Teredo navalis*

mičnog dna čine detritička dna, kod kojih je veličina čestica različita. Ukoliko su čestice dovoljno velike, a njihova pokretljivost slaba, na njima se mogu prihvaćati alge i sesilne životinje pa se razvijaju zajednice slične onima na čvrstom dnu.

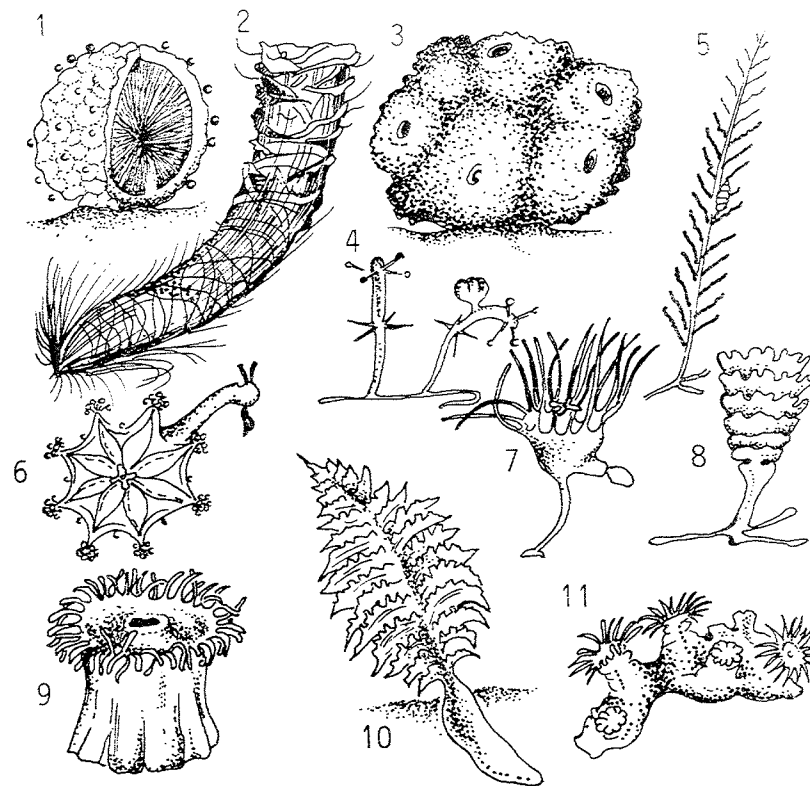


SI. 30. VRSTE KOJE KORISTE ZA HRANU ČESTICE U SUSPENZIJI: 1. *Spirographis spallanzanii*, 2. *Halocynthia papillosa*, 3. *Vermetus arenarius*, 4. *Cardium edule*, 5. *Arenicola marina*, 6. *Polydora ciliata*

Litoralno ili obalno područje, koje se proteže do izobate od 200 m zajedno s neritičkom provincijom, svojom raznolikošću i bogatstvom vrsta, biocenozama i odnosima koji vladaju među jedinkama istih i raznih vrsta, posebno je zanimljivo i relativno lako dostupno za prvo upoznavanje života u moru.



SI. 31. EPIFAUNA I ENDOFAUNA PJESKOVITOG DNA:
 1. *Pagellus mormyrus*, 2. *Astropecten sp.*, 3. *Mullus surmuletus*, 4. *Ensis siliqua*, 5. *Echinocardium cordatum*,
 6. *Natica millepunctata*, 7. *Tellina sp.*, 8. *Portunus sp.*



SI. 32. BENTOSKE SPUŽVE I ŽARNJACI: 1. *Thetia aurantium*, 2. *Euplectella aspergillum*, 3. *Spongia officinalis*,
 4. *Cladonema radiatum*, 5. *Aglaophenia tubulifera*, 6. *Lucernaria quadricornis*, 7. *Cassiopea sp.*, 8. *Aurelia aurita*,
 9. *Actinia equina*, 10. *Pennatula phosphorea*

4.3.1. SUPRALITORAL – POJAS IZLOŽEN PRSKANJU MORA

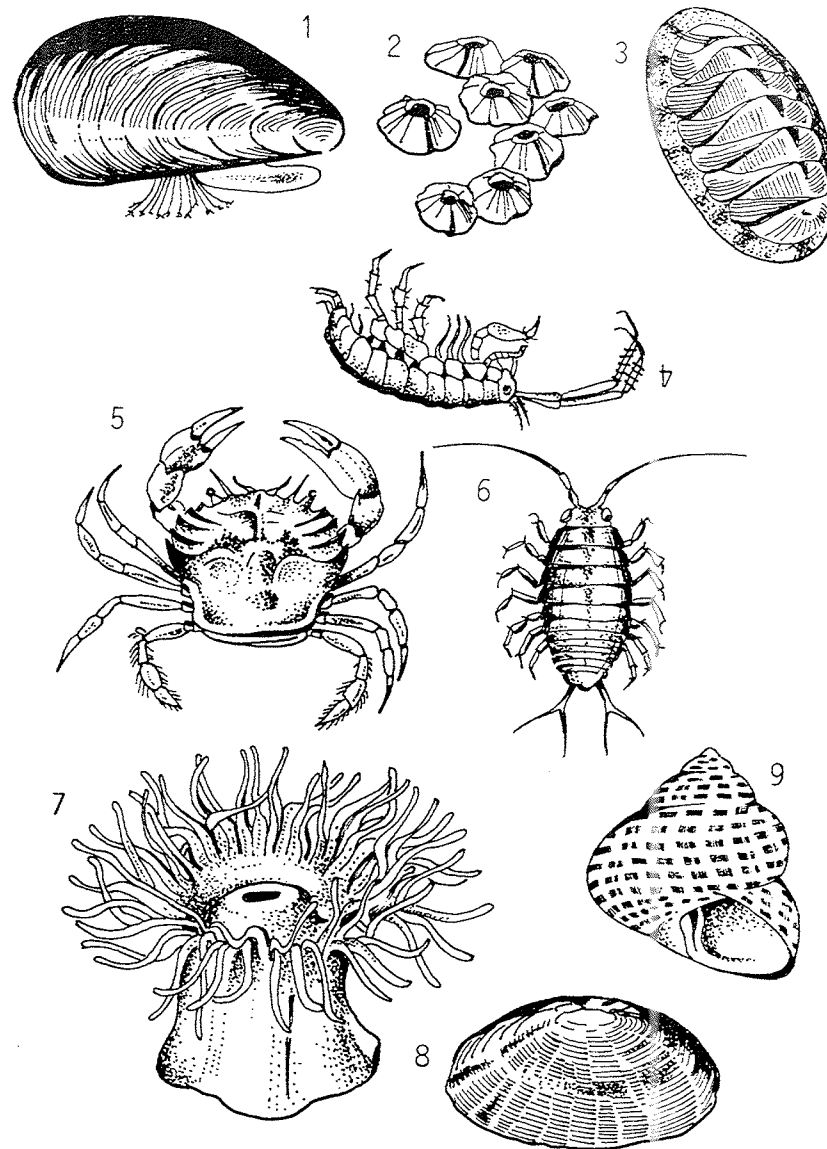
U supralitoralalu, koji je stalno izvan vode, naselja čvrste podloge vlaže se samo prskanjem, razlijevanjem i mlatanjem valova, a naselja pomične podloge još i prodiranjem vode između zrnaca pijeska ili mulja. Konfiguracija obale i izloženost utječu na vertikalnu ekstenziju supralitoralne stepenice. Na izloženim strmim obalama visina može iznositi i preko 10 m, a na položenim, zaštićenim lokalitetima do pola metra.

Duž čitave naše obale razvijena su naselja na stjenovitim podlagama koja se redovito sastoje od endolitskih i epilitskih modrozelenih i zelenih alga te raznih lišaja (npr. *Verrucaria adriatica*). Modrozelene alge uzrokuju tamniju boju stijena i omogućuju vrlo laku procjenu visine stepenice. Mali broj životinjskih vrsta prilagođen je ekstremnim i vrlo promjenljivim životnim uvjetima ovog područja. Osim karakterističnih vrsta koje su najčešće prisutne s većim brojem jedinki, a to je pužić litorina (*Littorina neritoides*), babura (*Ligia italica*) i rak vitičar (*Chtamalus depressus*), dolutaju u potrazi za hranom i vrste donjih stepenica (sl. 33).

Biocenoze na pomičnoj podlozi mnogo su manje istraživane, jer se životinje ukapaju u sediment pa je otežano uzimanje uzoraka za kvalitativnu i kvantitativnu analizu naselja. Sediment se sastoji od pijeska, muljeviteg pijeska ili mulja, što ovisi o tipu i izloženosti obale i jačini pridnenih struja. U masi detritusa (lišće morskih cvjetnjača i sl.) koju valovi nanesu na pješčane obale, od morskih životinja dolaze gotovo samo vrste rodova amfipoda *Talitrus* i *Orchestia*, kojima se pridružuju kopneni kukci dvokrilci (Diptera) i tvrdokrilci (Coleoptera). Na muljevitim se obalama u ovom području razvijaju zajednice caklenjača (rod *Salicornia*). Uz samo more raste jednogodišnja zeljasta vrsta (*Salicornia herbacea*), a na malo povišenim, ali još uvijek vrlo vlažnim mjestima, koja se, međutim, u ljetnim mjesecima isušuju, polugrmasta caklenjača (*S. fruticosa*). Fauna se sastoji od kukaca (Coleoptera i Diptera), puževa plućaša (Alexia) i rakova (Ocypodidae).

4.3.2. MEDIOLITORAL – POJAS PLIME I OSEKE

Gornja je granica mediolitorala nešto iznad gornje granice visoke vode kod plime, a ovisi o izloženosti obale i visini mlatanja valova, dok se donja granica podudara s donjom granicom normalnih oseka. Organizmi, koji nastavaju ovo područje, prilagođeni su vrlo velikim oscilacijama vlage, temperature i slanosti te mlatanju valova. Za vrijeme suhih razdoblja preživljavanje životinjama omogućuju latentni stadiji,



Sl. 33. NAJČEŠĆE ŽIVOTINJSKE VRSTE SUPRALITORALNE I MEDIOLITORALNE STEPENICE: 1. *Mytilus galloprovincialis*, 2. *Chtamalus stellatus*, 3. *Middendorfia caprearum*, 4. *Gammarus* sp., 5. *Pachygrapsus marmoratus*, 6. *Ligia italica*, 7. *equina*, 8. *Patella* sp., 9. *Monodonta turbinata*

hermetičko zatvaranje kućica, školjaka i cijevi, uvlačenje u prazne kućice i skrivanje među stielke alga. Brojne, međutim, vrste jednostaničnih i višestaničnih alga mogu bez posljedica podnijeti izronjavanje za vrijeme niskih voda.

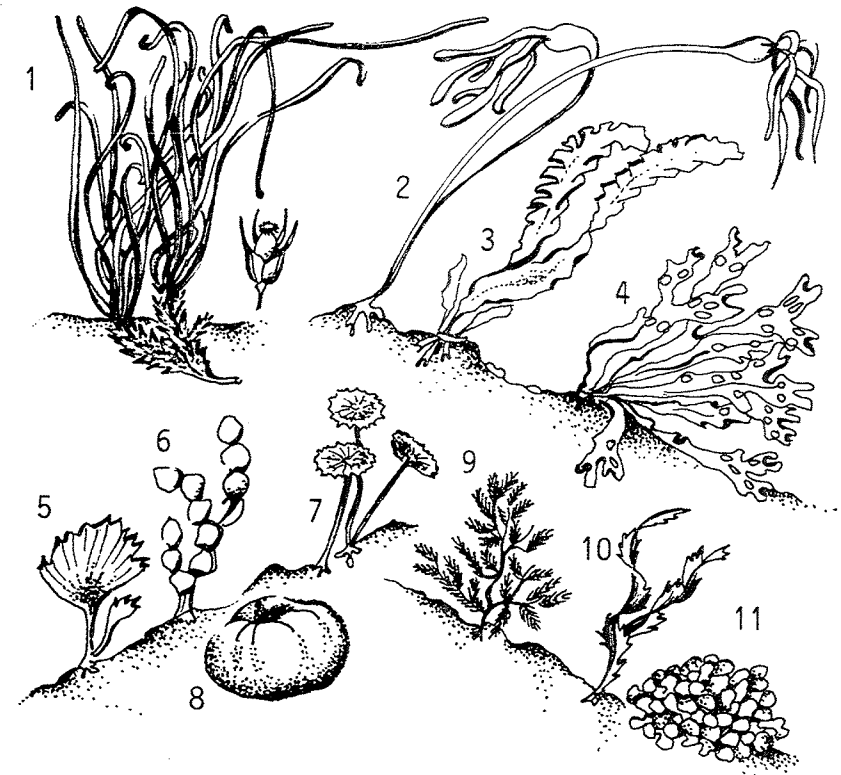
Osim epilitskih i endolitskih modrozelenih i zelenih alga, na čvrstim se podlogama razvija i više vrsta višestaničnih alga. Na ovoj se stepenici na čvrstoj podlozi razlikuju dva pojasa: gornji, koji se kvasi samo valovima i njihovim zalijevanjem, te donji, čije namakanje ovisi o valovima i zalijevanju, o kolebanju vode zbog atmosferskog tlaka, vjetrova te plime i oseke. Gornji pojas naseljen je endolitskim i epilitskim modrozelenim algama koje uzrokuju tamno karakteristično obojenje. Crvena alga *Catenella opuntia* često je prisutna u ovom pojasu, iako se može razvijati i u supralitoralnoj stepenici. Rak vitičar (*Chtamalus stellatus*) i priljepak (*Patella lusitanica*) žive u gustim nakupinama i mogu potpuno prekriti stijene.

U donjem pojasu prisutan je veći broj višestaničnih alga i životinjskih vrsta. U sjevernom hladnijem dijelu Jadrana raširen je jadranski bračić (*Fucus virsoides*), visok 10–20 cm, otporan na mlatanje valova, kao i zelena alga *Enteromorpha compressa*, te smeđa *Cystoseira spicata*. Karakteristične su zoobentoske vrste priljepak (*Patella aspera*) i hiton (*Midendorphia caprearum*).

Od sjevernog dijela Jadrana prema jugu broj vrsta alga, koje pokrivaju stijene i hridine, postaje sve veći i sličniji onom u sredozemnim naseljima. Djelovanjem crvene alge kamenjače (*Lithophyllum tortuosum*), u pojasu mlatanja valova duž srednje razine mora, razvija se tzv. „trotoar“. To je izbočenje, koje nalikuje na šupljikavi kamen, nastalo rastom kamenjače. Na površini je sloj živih jedinki, a u unutrašnjosti su ostaci stielki s velikom količinom kalcijevog karbonata. Trotoar nastaje djelovanjem još nekih vrsta melobezijskih alga istog roda (*Lithophyllum papillosum* i *L. incrustans*).

Veći broj životinjskih vrsta redovni su stanovnici mediolitoralne stepenice: priljepci (*Patella aspera* i *P. lusitanica*), hiton, rak vitičar, puž ogrc (*Monodonta turbinata*), moruzgva (*Actinia equina*), smeđa vlasulja (*Anemonia sulcata*) i dr. Amfibijski desetonožni rak gomnar (*Pachygrapsus marmoratus*) čest je na cijelom području ove stepenice, a za ljetnih žega silaze ovamo pokretne supralitoralne vrste. U potrazi za hranom dolaze i vrste iz dubljeg područja. Na lokalitetima s jačim dotocima slatke vode, ili s većom količinom organskih čestica u suspenziji u blizini nekog izvora onečišćenja, razvijaju se gusta naselja dagnja (*Mytilus galloprovincialis*) (sl. 33). Na pomičnoj je podlozi

mного teže odrediti granicu mediolitoralne stepenice radi zadržavanja morske vode u intersticijskim šupljinama i sposobnosti ukopavanja životinja.



Sl. 34. NEKE BENTOSKE BILJNE VRSTE LITORALA: 1. *Posidonia oceanica*, 2. *Nereocystis luetkeana*, 3. *Laminaria rodriguezii*, 4. *Fucus vesiculosus*, 5. *Udotea petiolata*, 6. *Halimeda tuna*, 7. *Acetabularia mediterranea*, 8. *Codium bursa*, 9. *Vidalia volubilis*

4.3.3. INFRA-LITORAL – POJAS FOTOFILNIH ALGA I MORSKIH CVJETNJAČA

Od granice niske vode kod oseke do dubine gdje se još mogu razvijati morske cvjetnjače (35 do 50 m), prostire se infralitoralna stepenica. U tropskim se morima u tom području razvijaju biocenoze na bazi koralja graditelja grebena. Stalna uronjenost i dobro osvjetljenje pogoduju bujnom razvoju biljnih organizama (sl. 34), a među stieljkama alga i listovima cvjetnjača brojne životinje nalaze dovoljno hrane i pogodne zaklone.

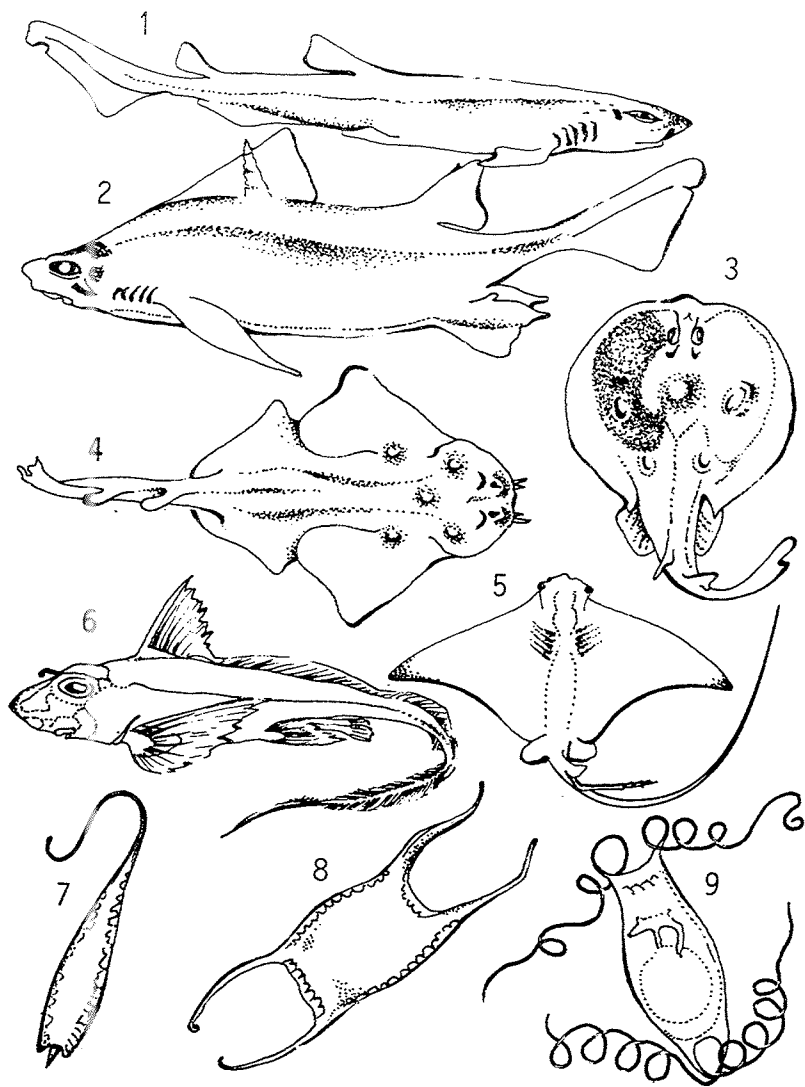
Na hridinastom dnu, koje s manjim prekidima obrubljuje čitavu našu obalu, razvijena je biocenoza fotofilnih alga s većim brojem facijesa. U ovom području dolazi do kolebanja brojnih ekoloških činilaca, pa lokalna izraženost bilo kojeg može izazvati bujniji rast jedne ili više vrsta alga i razvoj jednog facijesa. Na našoj su obali česti facijesi *Cystoseira barbata*, *Jania rubens*, *Acetabularia mediterranea* itd. Kvalitativni se sastav same biocenoze znatnije tada ne mijenja, ali u kvantitativnom pogledu nastaju veće promjene. Karakteristične životinjske vrste rasprostranjene su jednoliko u čitavoj biocenozi fotofilnih alga, bez obzira na razvoj pojedinog facijesa.

Na pomičnim podlogama (pjeskovito-muljevita dna) razvijaju se u infralitoralnoj stepenici livade morskih cvjetnjača (sl. 35). U sjevernom se Jadranu pretežno razvijaju vrste *Cymodocea nodosa* i *Zostera nana*, a u srednjem i južnom vrsta *Posidonia oceanica*. U ovim je naseljima živi svijet veoma raznovrstan, a mogu se razlikovati dva sloja s različitim ekološkim uvjetima. U gornjem sloju među lišćem žive vagnilne zoobentoske i nektonske vrste, a na lišću sesilne biljke i životinje. Biljojedi i mesožderi nalaze ovdje dovoljno hrane, ima dosta svjetla i kisika, pa je biomasa livada morskih cvjetnjača vrlo visoka. U pridnom sloju i u sedimentu, uz podanke, razvijeno je naselje, koje je po svom sastavu slično biocenoza dubljih područja, jer je količina svjetla bitno smanjena zbog gustog lišća i svih onih organizama koji žive u gornjem sloju. Neke vrste riba, kao što su vrana (*Labrus merula*), knez (*Coris julis*), kovač (*Zeus faber*), škarpina (*Scorpaena porcus*) i zubatac (*Dentex dentex*) česte su u ovoj biocenozi jer nalaze obilje hrane. S obzirom na bujnost živog svijeta, prisutna je i velika količina organskih čestica u suspenziji, što pogoduje sesilnim i sedentarnim filtratorima. Najveći naš školjkaš – plemenita periska (*Pinna nobilis*), često naseljava prorijeđene predjele ove biocenoze gdje joj jača pridnena strujanja neprestano donose nove količine hranjivih čestica.

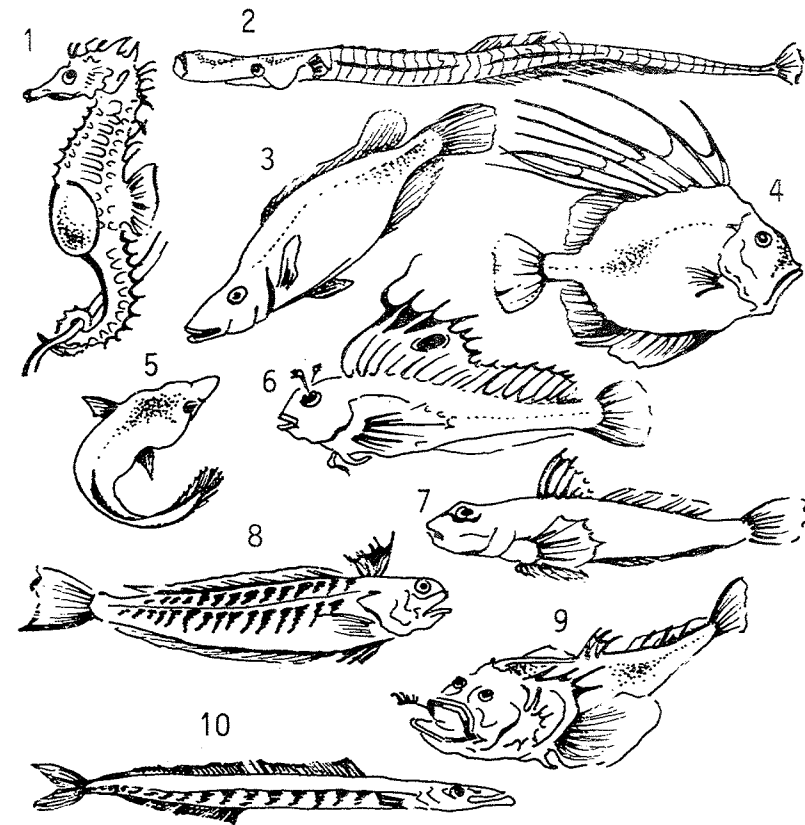


Sl. 35. BIOCENOZA LIVADA MORSKIH CVJETNJAČA (*POSIDONIA OCEANICA*): 1. *Syngnathus acus*, 2. *Coris rostratus*, 3. *Ascidia aspersa*, 4. *Paracentrotus lividus*, 5. *Psammechinus microtuberculatus*, 6. *Cucumaria planici*, 7. *Asterina pancerii*, 8. *Aplysia punctata*, 9. *Microporella johanna*, 10. *Aglaophenia* sp., 11. *Botryllus schlosseri*, 12. *Spirorbis* sp., 13. *Obelia geniculata*, 14. *Paractinia striata*

Na većim dubinama postepeno se smanjuje količina svjetlosti, čestice sedimenta postaju manje i broj životinjskih vrsta raste, a ispod dubine od oko 200 m biljaka više nema. Ova ogromna prostranstva naseljena su brojnim vrlo raznolikim stabilnim biocenoza, koje su, obzirom na male promjene ekološki činilaca i jednodušnost dna, razvijene na relativno velikim površinama. Ove dubine nisu dostupne za samostalna istraživanja učenika: ni predviđene za obradu u osnovnim i srednjim školama, pa se ovdje ne opisuju.



SI. 36. BENTOSKE HRSKAVIČNJAČE: 1. *Scylorhinus caniculus*, 2. *Oxynotus centrina*, 3. *Torpedo torpedo*, 4. *Squatina squatina*, 5. *Myliobatis aquila*, 6. *Chimaera monstrosa*, 7. jaje vrste *Ohimaera monstrosa*, 8. jaje vrste *Raja batis* i 9. u istom jajetu već razvijen zametak



SI. 37. BENTOSKE KOŠTUNJAČE: 1. *Hippocampus guttulosus*, 2. *Syngnathus typhle*, 3. *Crenilabrus scina*, 4. *Zeus faber*, 5. *Lepadogaster lepadogaster*, 6. *Bllenius ocellaris*, 7. *Trachinus draco*, 8. *Typeroplus lanceolatus*

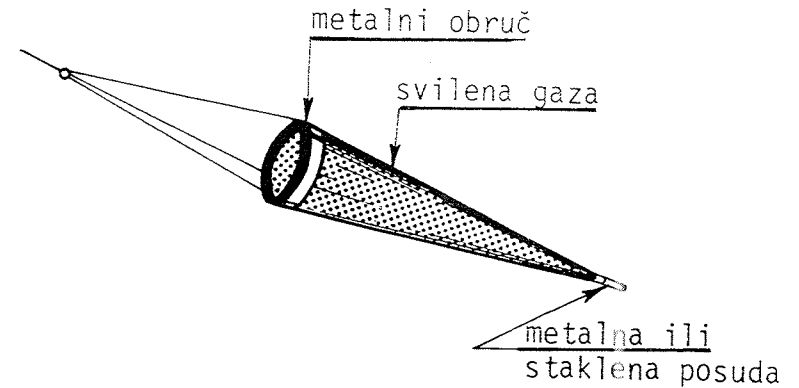
5. PRIMJERI ISTRAŽIVANJA ŽIVOG SVIJETA U PRIOBALNOM POJASU

Učenici mogu samostalno promatrati, istraživati i sakupljati uzorke u litoralnom području u dva životna područja: morskoj vodi i na morskom dnu. Opis rada, s detaljnim uputama za svladavanje nastavnih jedinica u kojima se obrađuje ovo područje, naći će nastavnici u priručniku Z. Lelas: „Nastavne ekskurzije u biologiji“. Uz nastavna pomagala i metode rada, u radnim su listićima nabrojena potrebna sredstva, pomagala i pribor za rad na terenu. Detaljno su razrađeni radni zadaci, počevši od izlaska na obalu mora, rada na terenu, pa sve do obrade podataka nakon ekskurzije. Stoga ovdje nisu potrebne dodatne upute, te će biti prikazani samo neki primjeri za uspješnije istraživanje.

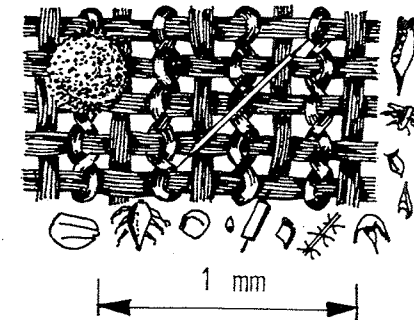
Skupljanje planktona može se izvesti vrlo jednostavnom „mrežom“ (sl. 38), koju vuče motorni čamac. Najpodesniji materijal za izradu „mreže“ jest svilena gaza ili gusto platno. Mreža ima ljevkast oblik, na jednom kraju je stalno otvorena pomoću metalnog obruča, dok je na drugom, uskom kraju pričvršćena metalna ili staklena posuda. Pri povlačenju planktonske mreže filtrira se voda kroz rupice (oka) mreže, čiji je promjer tako malen da zadržava organizme koji lebde u moru (sl. 39). Sakupljeni uzorak planktona konzervira se dodavanjem 4%-tnog formalina u posudu. Promatranje i crtanje vrši se mikroskopom ili binokularnom lupom, a za određivanje su potrebni ključevi (npr. Riedl, Flora und Fauna der Adria).

Promatranje i istraživanje bentoskih životnih zajednica u plitkom litoralnom području (supralitoralnoj, mediolitoralnoj i infralitoralnoj stepenici) izvodi se s učenicima bez većih poteškoća, jer nisu potrebna nikakva skupa ni složena pomagala.

Izabrano mjesto na stjenovitoj obali omeđi se drvenim okvirom, čije su stranice duge 1 m. Zatim se utvrde prisutne vrste i odredi njihov broj, tj. izvrši se kvalitativna i kvantitativna analiza naselja (određuje se množina ili abundancija, pretezanje ili dominacija i zadružnost ili socijabilnost, sl. 40). Nakon toga se na ultrapasnoj ploči običnom olovkom skicira profil terena te jednostavnim znakovima ucrtava raspored biljnih i životinjskih vrsta. Takvim priborom može se služiti i u moru (plivajući i roneći) te bilježiti vrste koje žive i u infralitoralnoj stepenici (sl. 41, 42, 43, 44, 45).

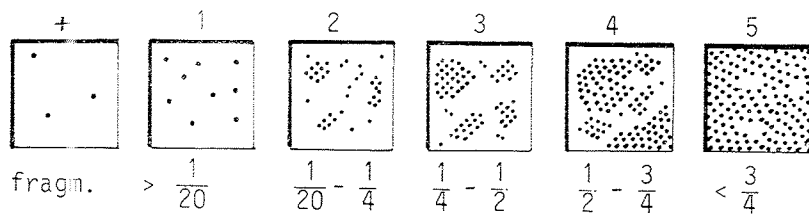


SI. 38. PLANKTONSKA MREŽA

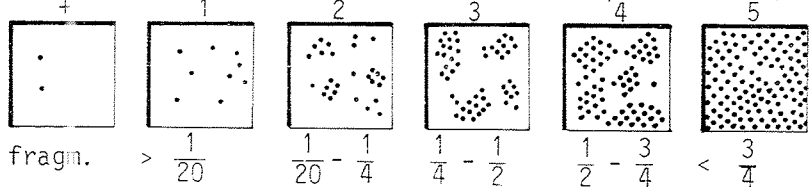


SI. 39. DETALJ PLANKTONSKE MREŽE OD SVILENE GAZE
(povećano)

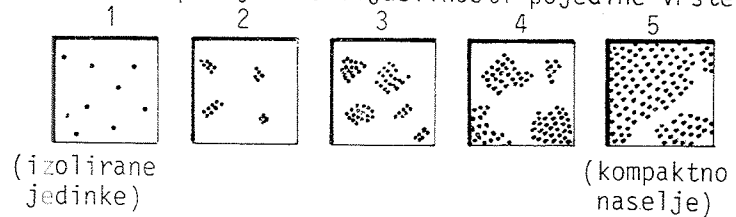
Ljestvica procjene abundancije bentoskog naselja



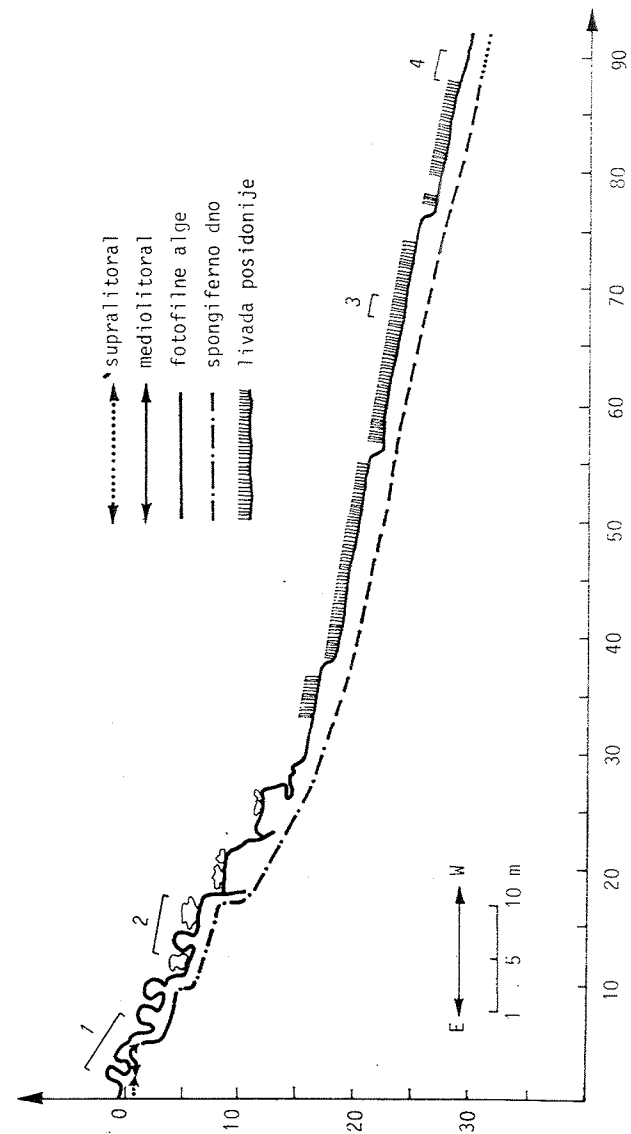
Ljestvica procjene dominacije pojedine vrste u naselju



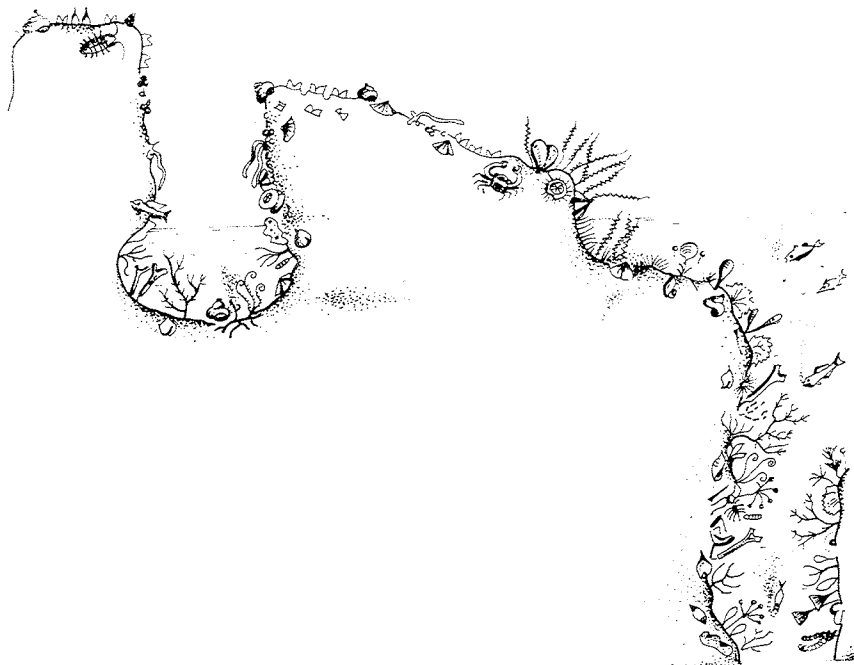
Ljestvica procjene socijabilnosti pojedine vrste



SI. 40. NAČIN BILJEŽENJA ABUNDANCIJE, DOMINACIJE I SOCIJABILNOSTI ZA BENTOSKA NASELJA



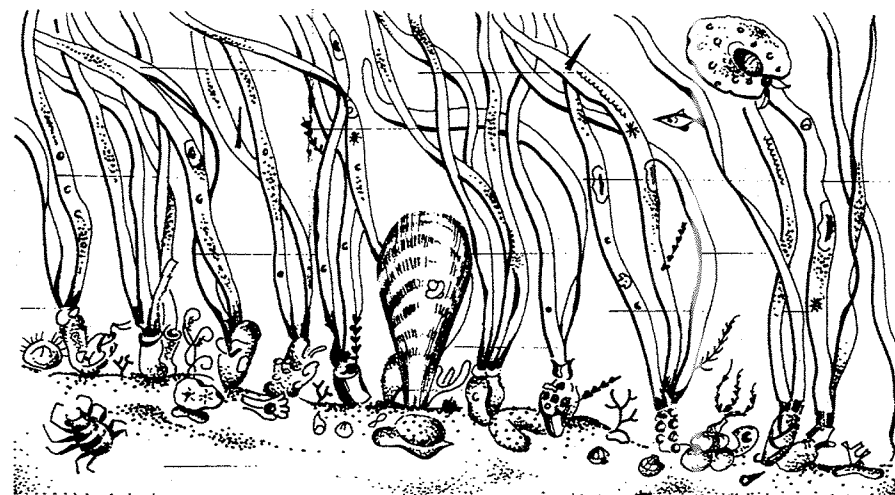
SI. 41. PROFIL OBALE KOD LOKRUMA OD SUPRALITORALNE DO INFRALITORALNE STEPENICE (prema J. Belamarić, Dipl. rad PMF Zagreb 1981)



Sl. 42. detalj 1. SUPRALITORALNA I MEDIOLITORALNA STEPENICA



Sl. 43. detalj 2. INFRALITORALNA STEPENICA – DONJI POJAS NA ČVRSTOJ PODLOZI



Sl. 44. detalj 3. INFRALITORALNA STEPENICA – DONJI POJAS NA POMIČNOJ PODLOZI (Biocerove livada morskih cvjetnjača)



Sl. 45. detalj 4. KRAJ LIVADE POSIDONIJE I PRIJELAZ U
DETRIČKO DNO

TUMAČ ZNAKOVA



Cladophora coleothrix



Acetabularia acetabulum



Udotea petiolata



Helimeda tuna



Helopteris scoparia



Padina pavonia



Dictyopterus membranacea



Dictyota dichotoma



Cystoseira spicata



Cystoseira spinosa



Cystoseira compressa



Nemalion helminthoides



Hypnea musciformis



Lithothamnium calcereum



Lithophyllum incrustans



Amphiroa rigida



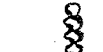
Amphiroa cryptarhodia



Corallina officinalis



Jania rubens



Phyllophora nervosa



Rytiphloea tinctoria



Posidonia oceanica



Axinella verrucosa



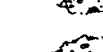
Ircinia muscarum



Ircinia spinosula



Dynamena cavolinii



Agalophenia sp.



Actinia equina



Eunice torquata



Nereidae







































Serpula vermicularis




























Pomatoceros triqueter



Protula tubularis

	<i>Myxicola infundibulum</i>		<i>Monodonta turbinata</i>
	<i>Chthamalus stellatus</i>		<i>Caliostoma conulus</i>
	<i>Chthamalus depressus</i>		<i>Littorina neritoides</i>
	<i>Alpheus dentipes</i>		<i>Bittium reticulatum</i>
	<i>Leander squilla</i>		<i>Conus mediterraneus</i>
	<i>Processa canaliculata</i>		<i>Pleurobranchus sp.</i>
	<i>Anapagurus laevis</i>		<i>Arca noae</i>
	<i>Porcellena platycheles</i>		<i>Glycimeris sp.</i>
	<i>Porcellena longicornis</i>		<i>Lithophaga lithophaga</i>
	<i>Maia verrucosa</i>		<i>Pinna nobilis</i>
	<i>Eurynome espera</i>		<i>Pecten jacobaeus</i>
	<i>Portunus arcuatus</i>		<i>Laevicardium oblongum</i>
	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>		<i>Tellina sp.</i>
	<i>Ligia italica</i>		<i>Holothuria tubulosa</i>
	<i>Chiton olivaceus</i>		<i>Arbacia lixula</i>
	<i>Patella coerulea</i>		<i>Sphaerechinus granularia</i>
	<i>Patella lusitanica</i>		<i>Psammechinus microtuberculatus</i>
	<i>Patella aspera</i>		<i>Paracentrotus lividus</i>

	<i>Spatangus purpureus</i>		<i>Chromis chromis</i>
	<i>Ophidiaster ophidianus</i>		<i>Labrus bimaculatus</i>
	<i>Marthasterias glacialis</i>		<i>Coris julis</i>
	<i>Ophiothrix fragilis</i>		<i>Crenilabrus pavo</i>
	<i>Ophiopsila aranea</i>		<i>Crenilabrus scina</i>
	<i>Amphipholis squamata</i>		<i>Blennius gattorugine</i>
	<i>Ophioderma longicauda</i>		<i>Tripterygium tripteronotus</i>
	<i>Halocynthia papillosa</i>		<i>Grammonus alter</i>
	<i>Serranus cabrilla</i>		<i>Gobius auratus</i>
	<i>Serranus scriba</i>		
	<i>Diplodus annularie</i>		
	<i>Pagellus mormyrus</i>		
	<i>Boops boops</i>		
	<i>Boops selpa</i>		
	<i>Cantharus cantharus</i>		
	<i>Oblata melanura</i>		

6. OSNOVNE KARAKTERISTIKE JADRANSKOG MORA I NJEGOVA ZAŠTITA

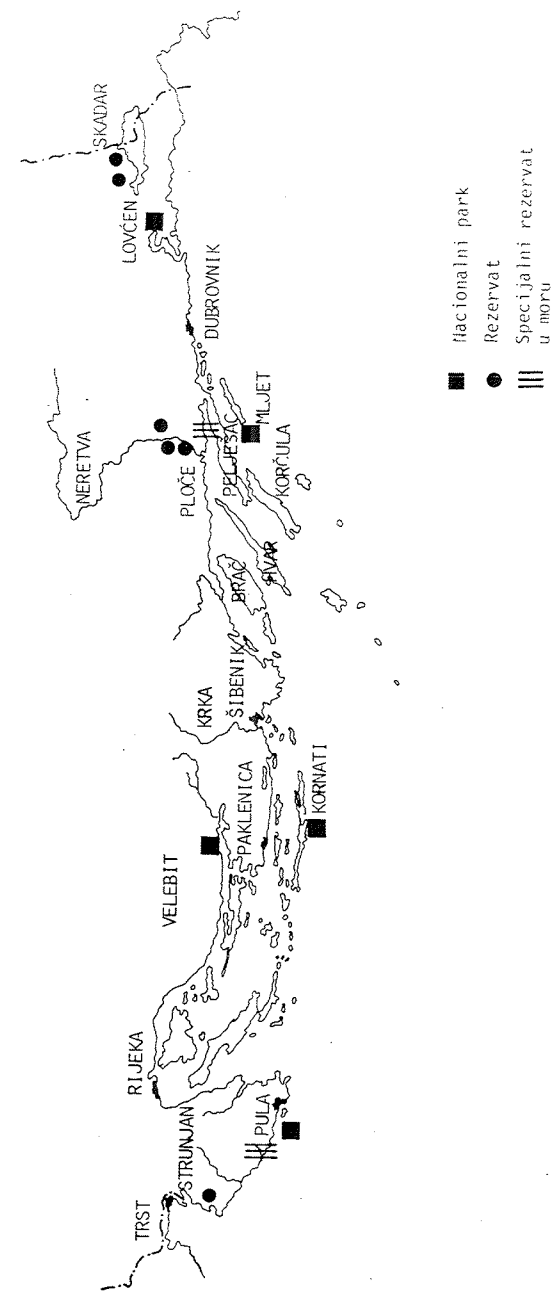
Jadransko je more u prošlosti i sadašnjosti poprište djelovanja često suprotnih, veoma različitih činilaca: geoloških, geografskih, ekoloških i biogeografskih. Duboki, južni dio geološki je star (mezozojska tvorevina), dok je sjeverni, plitki dio relativno mlad (postglacijalnog podrijetla).

U geomorfološkom pogledu razmjerno dugi (dužina Jadranskog mora iznosi 783 km), a uski (prosječna širina Jadranskog mora iznosi 248,3 km) zaljev Sredozemnog mora, plitak u sjevernom (oko 50 m), a dubok u južnom dijelu (preko 1000 m), Jadran se po svom geografskom položaju nalazi na prijelazu iz zapadnog u istočni Mediteran, te je pod utjecajem jednog i drugog bazena, što se očituje u florističkom i faunističkom sastavu biocenoza. Najvećim se dijelom nalazi na području kontinentske podine, tj. u litoralnom ili fitalnom sistemu: cijeli sjeverni, srednji (osim najdubljeg dijela kotline Jabuke), kao i obalni dio južnog Jadrana, a samo duboka kotlina južnog Jadrana (1330 m) pripada dubinskom ili afitalnom sistemu.

U ekološkom je pogledu Jadran pod utjecajem veoma različitih činilaca, osobito na svojim „polovima“. U sjevernom dijelu, opkoljenom relativno visokim planinama, utjecaj je kopnenih voda značajan, jer donose obilje (čak i suvišak) hranjivih tvari i dolazi do ohlađivanja voda. Naprotiv, u južnom dijelu Otrantska vrata (741 m) omogućuju intenzivan utjecaj otvorenog mora, odnosno strujanja čistih dubinskih voda. U biogeografskom pogledu Jadran čini cjelinu s Mediteranom, te je oko 90% vrsta utvrđenih u Jadranu rasprostranjeno i u Mediteranu. Samo oko 10% vrsta su posebni, endemski oblici ili vrste koje su nađene samo u sjevernom Jadranu ili sjevernom Atlantiku.

Jadransko se more dobrim dijelom još uvijek može smatrati čistim morem. Doduše, sjeverni je dio, zbog velike aglomeracije ljudi, moderne zemljoradnje, razvijene industrije i prometa, već sada dosta onečišćen, a geomorfološke karakteristike ne dopuštaju efikasnu difuziju zagađivača, kao što je to slučaj u ostalim područjima.

Posrednim ili neposrednim onečišćavanjem mora, tog ogromnog izvora hrane i sirovina, čovjek nanosi nesagledivu štetu i istodobno ugrožava vlastito zdravlje. Stoljećima je ljudska djelatnost vremenski i prostorno predstavljala samo malu kariku u ekosistemima biosfere, ali danas se to mijenja. Sve intenzivnijim bakterijskim, kemijskim, termičkim i nuklearnim zagađivanjem mora, čovjek postupno, ali sigurno

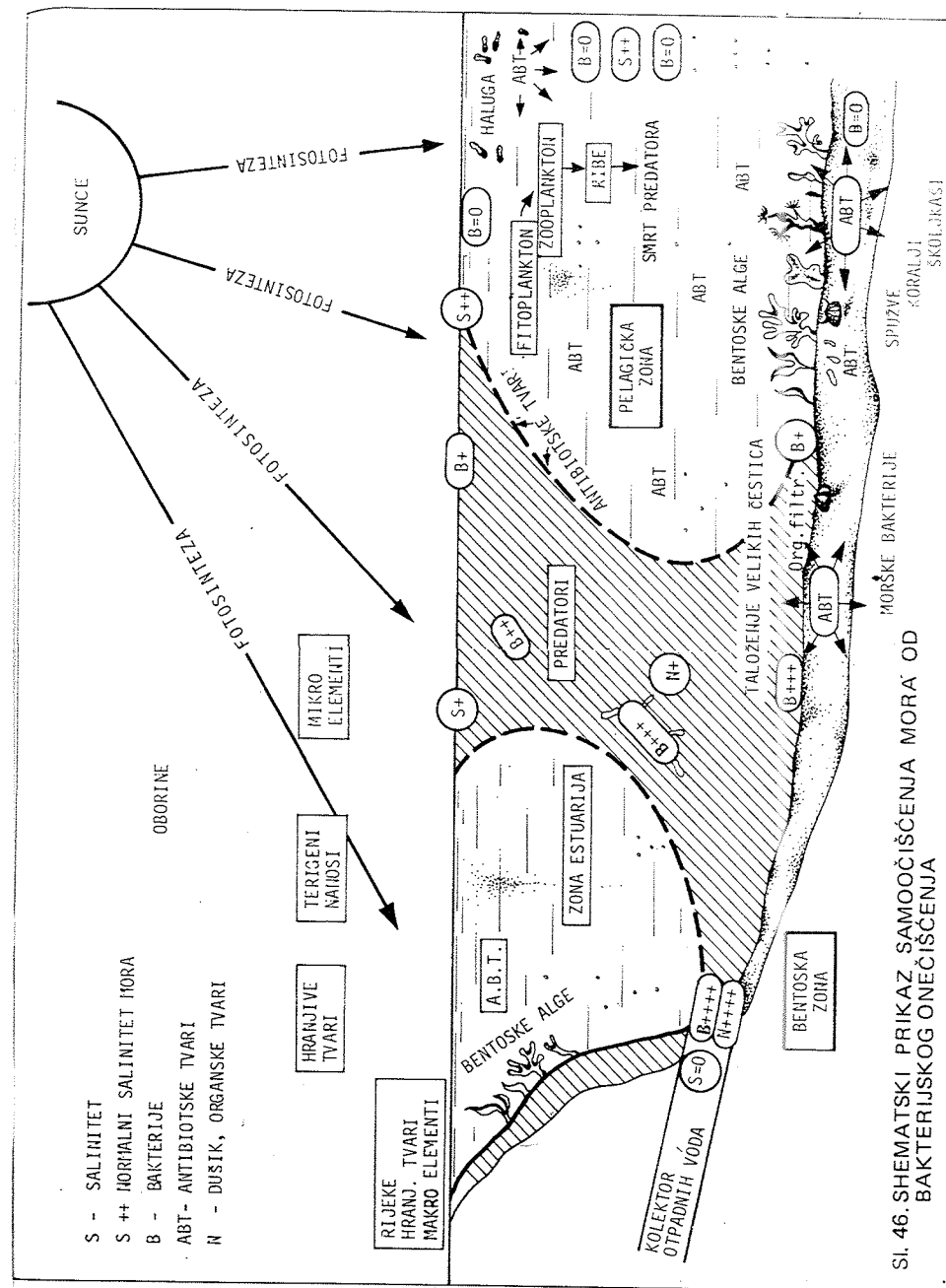


dovodi do ozbiljnih ekoloških poremećaja u njemu. Stupanj kontaminacije ovisi o tipu zagađivača i formi u kojoj se javlja, udaljenosti izvora zagađenja, vrsti dna, morskim strujama i drugim relevantnim činiocima.

Iako more posjeduje snažnu moć autoepuracije, ne treba gubiti iz vida činjenicu da ta moć nije neograničena i da se ne odnosi na sve tvari kojima čovjek (otpaci suvremene tehnologije) zagađuje more. Bakterije koje dospiju u more rijekama i izljevima kanalizacije, podvrgnute su antagonističkim djelovanjima (sl. 46). Provedena istraživanja pokazuju da onečišćeno more u blizini izljeva kanalizacije ne predstavlja veliku opasnost po zdravlje kupaca, čak ni onda kad se onečišćenje uočava prostim okom. U takvim prilikama obično dolazi samo do lakših infekcija kože i gornjih dišnih organa. Naprotiv, konzumiranje školjkaša, rakova i riba s takvog područja može uzrokovati ozbiljne bolesti, kao što je pojava teških infekcija probavnog sustava (trbušni tifus, salmoneloza, kolera, virusni hepatitis i dr.).

Kemijsko onečišćenje mora predstavlja danas najopasniju vrstu štetnog djelovanja čovjeka na okoliš. Ugljikovodici i pesticidi najdirektnije ugrožavaju čovjekovo zdravlje. Mnogi kemijski spojevi uništavaju nježne planktonske organizme, koji sudjeluju u procesu autoepuracije, te se na taj način uništava sistem „samoobrane“ mora od ostalih zagađivača.

Intenzivna ekološka i biocenološka istraživanja, koja se vrše u svim dijelovima Jadranskog mora, pridonijet će upoznavanju sadašnjeg stanja i omogućiti efikasniju borbu protiv daljeg zagađenja. Naročitu pažnju zahtijeva planiranje i izgradnja kanalizacijskih kolektora za gradske i industrijske potrebe, lučkih postrojenja i lukobrana, koji mogu utjecati na intenzitet i smjer priobalnih struja. Djelomičnom razgradnjom otpadnih tvari prije njihova odlaganja u more, olakšao bi se proces prirodne biodegradacije i autoepuracije. Zaštitu mora treba provoditi u naseljenim mjestima ali i uz slabo napučene otoke i otočiće otvorenog mora, gdje je priroda uglavnom netaknuta, da bi se održalo sadašnje koliko-toliko zadovoljavajuće stanje. Zajedničkim naporima odgovarajućih društvenih, znanstvenih, privrednih činilaca i cjelokupnog stanovništva, uz osnivanje nacionalnih parkova, zaštićenih zona i drugih preventivnih mjera, uspjeh ćemo sačuvati biološki integritet i ljepotu našeg Jadranskog mora.



7. LITERATURA

1. AUBERT, M., 1971: *Téorie général de l'auto-epuration de la mer*, Rév. int. Oceanogr. Med. 24, 61–125.
2. BULJAN, M., 1960: *Zanimljiva oceanografija*, Matica hrvatska, Split
3. COGNETTI, G., SARA, M., 1974: *Biologia marina*. Calderini, Bologna
4. ERCEGOVIĆ, A., 1949: *Život u moru*, JAZU, Zagreb
5. LELAS, Z., 1985: *Nastavne ekskurzije u školi*, Školske novine, Zagreb
6. LEVINTON, J. S., 1982: *Marine Ecology*, Prenticehall INC, New Jersey
7. MALDURA, C., 1971: *Oceanografia biologica*, Bulzoni, Rim
8. PERES, J. M., GAMULIN-BRIDA, H., 1973: *Biološka oceanografija*, Bentos, BENTOSKA bionomija Jadranskog mora, Školska knjiga, Zagreb
9. RIEDL, R., 1970: *Flora und Fauna der Adria*, Parey, Hamburg i Berlin
10. TRADENT, P., 1979: *Meeresbiologie*, Thieme, Stuttgart
11. Grupa autora, 1981: *Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje*, JAZU, Zagreb.

SADRŽAJ

1. UVOD	5
2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE MORSKOG EKOSISTEMA .	6
2.1. Morsko dno	10
2.2. Temperatura	13
2.3. Svjetlost	17
2.4. Sastav morske vode i salinitet	19
2.5. Kisik, dušik, ugljični dioksid i pH	23
2.6. Tlak	24
2.7. Gibanje mora	25
3. KRUŽENJE MATERIJE I PROTJEKANJE ENERGIJE U EKOSISTEMU MORA	31
4. RASPROSTRANJENOST ŽIVIH BIĆA U MORU	36
4.1. Plankton	36
4.2. Nekton	40
4.3. Bentos	50
4.3.1. Supralitoral — pojas izložen prskanju mora	56
4.3.2. Mediolitoral — pojas plime i oseke	56
4.3.3. Infralitoral — pojas fotofilnih alga i morskih cvjetnjača	60
5. PRIMJERI ISTRAŽIVANJA ŽIVOG SVIJETA U PRIOBALNOM POJASU	64
6. OSNOVNE KARAKTERISTIKE JADRANSKOG MORA I NJEGOVA ZAŠTITA	74
7. LITERATURA	78
8. KAZALO	80

KAZALO

abisaina ravnica, 6, 9
 abundancija, 66
 Abyla pentagona, 44
 Acanthometron pellucidum, 44
 Acetabularia mediterranea, 59, 60
 Actinia equina, 55, 58, 58, 72
 adiabatski porast, 16
 afotička zona, 17
 Aglaophenia tubulifera, 55
 Aglaophenia sp., 72
 Argyropelecus hemigymnus, 46
 alkalinitet, 24
 Alpheus dentipes, 73
 Amphipholis squamata, 75
 Amphiroa cryptarhodia, 71
 Amphiroa rigida, 71
 Anapagurus laevis, 73
 Anemonia sulcata, 58
 Arbacia lixula, 74
 Arca noae, 74
 Arenicola marina, 53
 Asterionella japonica, 42
 Astropecten sp., 54
 Atolla bairdii, 45
 Aurelia aurita, 55
 auricularia, 46
 autoepuracija (samoočišćenje), 78, 80
 Axinella verrucosa, 72

Bacillariophyceae, 42
 bakterije, 24, 32, 34, 35, 80
 bioluminiscencija, 18
 Bittium reticulatum, 74
 Blennius gattorugine, 76
 Blennius ocellaris, 63
 Bonelia viridis, 52
 Boops boops, 75
 Boops salpa, 75

Caliocalanus pavo, 44
 Caliostoma conulus, 74
 Cantharus cantharus, 75
 Cardium edule, 53
 Carinaria lamarcki, 45
 Cassiopea sp., 55
 Catenella opuntia, 58
 Cavolinia tridentata, 45
 Ceratium furca, 42

Ceratium fusus, 42
 Ceratium trichoceros, 42
 Cerianthus membranaceus, 46
 Cerianthus violaceus, 46
 Chaetoceros affinis, 42
 Chaetoceros constrictus, 42
 Chaetoceros costatus, 42
 Chaetoceros curvisetus, 42
 Chaetoceros decipiens, 42
 Chaetoceros rostratus, 42
 Chaetognata, 44
 Chaetopterus variopedatus, 52
 Chauliodus sloani, 46
 Chimaera monstrosa, 62
 Chromis chromis, 76
 Chrysaora hysoscella, 45
 Chtamalus depressus, 56, 73
 Chtamalus stellatus, 57, 73
 Chiton olivaceus, 73
 Cladonema radiatum, 55
 Cladophora coelethrix, 71
 Clupea harangus, 49
 Clupea pilchardus, 49
 Codium bursa, 59
 Codonellopsis morchella, 44
 Coelodendrum gracillimum, 44
 Conus mediterraneus, 74
 Copilia vitrea, 44
 Copepoda, 44
 Corallina officinalis, 72
 Coris julis, 60, 76

Corycaeus obtusus, 44
 Crenilabrus pavo, 76
 Crenilabrus scina, 63, 76
 Creseis acicula, 45
 Cymodocea nodosa, 60
 Cystoseira barbata, 60
 Cystoseira compressa, 71
 Cystoseira spinosa, 71
 Cystoseira spicata, 71

Dactylopterus volitans, 46
 Dentex dentex, 60
 Dictyopteris membranacea, 71
 Dictyota dichotoma, 71
 Dinoflagellatae, 42
 Dinophysis caudata, 43
 dijatomeje, 42

Diplodus annularis, 75
 distotička zona, 17
 dominancija, 66
 Dyphyes hydrostatica, 44
 Dynamena cavolinii, 72

Echinocardium cordatum, 54
 Echinocardium sp., 52
 edafički činioci, 12
 echinopluteus, 46
 endofauna, 10, 50, 52, 53
 Engraulis encrassicholus, 49
 Ensis siliqua, 54
 Enteromorpha compressa, 52
 epifauna, 10, 50, 54, 55
 epiflora, 10, 50, 59, 60
 eufotička zona, 17
 Eunice torquata, 72
 Euplectella aspergillum, 55
 eurihalini organizmi, 20
 Eurynome aspera, 73
 Exocoetus rondeleti, 49
 facijes, 60
 fitoplankton, 34, 36, 39, 41,
 42, 43, 48
 Foraminifera, 44
 Fucus vesiculosus, 59
 Fucus virsoides, 58

Gammarus sp., 57
 Globigerina bulloides, 44
 Glossanodon leiglossus, 46
 Gobius auratus, 76
 Grammonus ater, 76
 Glycimeris sp., 74

halad, 6, 9
 Halimeda tuna, 59, 71
 Halocynthia papillosa, 53, 75
 Halopteris scoparia, 71
 Halosphaera viridis, 43
 holoplankton, 42, 43, 44, 46
 Holothuria tubulosa, 74
 Hydrozoa, 45
 Hypnea musciformis, 71
 Hypocampus guttulatus, 63

Ircinia muscarum, 72
 Ircinia spinulosa, 72

Jania rubens, 30, 72
 Janthia gracilis, 45

kontinentska podina, 6, 8, 10
 kontinentski slaz, 6, 8
 krednjaci, 44
 ksantoficeje, 43

Labrus bimaculatus, 76
 Labrus merula, 60
 Laevicardium oblongum, 74
 Laminaria rodriguezii, 59
 Leander squilla, 73
 Lepadogaster lepadogaster, 63
 Ligia italica, 56, 57, 73
 Liriope tetraphylla, 45
 Lithophaga lithophaga, 52, 74
 Lithophyllum incrustans, 58, 71
 Lithophyllum papillosum, 58
 Lithophyllum tortuosum, 58
 Lithothamnium calcareum, 71
 Littorina neritoides, 56, 72, 74
 Lucernaria quadricornis, 55

Maia verrucosa, 73
 Marthasterias glacialis, 75
 meroplankton, 36, 37, 46
 Middendorfia caprearum, 57, 58
 Mola mola, 46
 Monodonta turbinata, 57, 58, 74
 morska doba, 29, 30
 morske struje, 25, 26, 27, 28
 Mullus surmuletus, 54
 Myliobatis aquila, 62
 Mytilus galloprovincialis, 57, 58
 Myxicola infundibulum, 73

Nanomia bijuga, 45
 Natica millepunctata, 54
 Nemalion helminthoides, 71
 Nereidae, 72
 Nereocystis luetkeana, 59
 neritička provincija, 6, 9
 Nitzschia seriata, 42
 Noctiluca scintillans, 43

Oblata melanura, 75
 obrubnjaci, 45
 oceanska provincija, 6, 9
 Oithona nana, 44
 Ophidiaster ophidianus, 75
 Ophioderma longicauda, 75
 Ophiopsila aranea, 75
 Ophiothrix fragilis, 75

ophiopluteus, 46
Orbucula universa, 44
Orchestia, 56
Ornithocercus heteroporus, 43
Ornithocercus magnificus, 43
Oxynotus centrina, 62

Pachygrapsus marmoratus, 57, 59, 73
Padina pavonia, 71
Pagellus mormyrus, 54, 75
Palinurus elephas, 46
Paracentrotus lividus, 74
Patella aspera, 58, 73
Patella coerulea, 73
Patella lusitanica, 58, 73
Pecten jacobaeus, 74
Pennatula phosphorea, 55
peridineje, 42
Peridinium depressum, 43
Peridinium divergens, 43
Pholas dactylus, 52
Phyllophora nervosa, 72
phyllosoma, 46
Physalia physalis, 45
Physophora hydrostatica, 45
Pinna nobilis, 60, 74
Pleurobranchus sp., 74
Polydora ciliata, 53
Pomatoceros triqueter, 72
Porcellana longicornis, 73
Porcellana platycheles, 73
Portunus arcuatus, 73
Portunus sp., 54
Posidonia oceanica, 59, 60, 61, 70, 72
Processa canaliculata, 73
Prosobranchiata, 45
Protula tubularia, 72
Psammechinus microtuberculatus, 74
Pyrosoma elegans, 45

Radiolaria, 44
Radiozoon lobatum, 44
Raja batis, 62
Regulus glesne, 46
režnjaci, 45
Rhabdonella spiralis, 44
Rhizostoma pulmo, 45
Rytiphloea tinctoria, 72

Sagitta sp., 44
Salicornia fruticosa, 46
Salicornia herbacea, 56
Scomber scomber, 49
Scomberesox saurus, 46
Scorpaena porcus, 60
Scylorhinus caniculus, 62
Scyphozoa, 45
Serpula vermicularis, 72
Serranus cabrilla, 75
Serranus scriba, 75
Setella gracilis, 44
Siphonofora, 44
Solmundella bitentaculata, 45
Spatangus purpureus, 75
Sphaerechinus granularis, 74
Sphyræna barracuda, 49
Spirographis spallanzani, 53
Spongia officinalis, 55
spužve, 55
Squatina squatina, 62
stenohalini organizmi, 20
Syngnathus typhle, 63

Talitrus, 56
Tellina distorta, 52
Tellina sp., 54, 74
Teredo navalis, 52
Thalassiothrix frauenfeldii, 42
Thetia aurantium, 55
Thunnus thynnus, 49
Tintinnidae, 44
Tintinnopsis campanula, 44
tornaria, 46
Torpedo torpedo, 62
Trachinus draco, 63
Tridacna gigas, 52
Tripterygium tripteronotus, 76
Typeroplus lanceolatus, 63

Udotea petiolata, 59, 71

valovi, 29
Velella velella, 46
Vermetus arenarius, 53
Verrucaria adriatica, 56
veslonošci, 44
Vidalia volubilis, 59
vjenčići, 44

Xanthophyceae, 43

Zeus faber, 60, 63
zooplankton, 37, 38, 41, 44, 46
Zostera nana, 60
zrakaši, 45

žarnjaci, 55

I a p r a v c i

str. 21	stoji:	treba:
	-	Sl.9
" 43 sl. 21.7.	Thalassiotrix	Thalassiothrix
" 45 sl. 23.15.	Pyrosoma	Pirosoma
" 46 sl. 24.	Tornaria ziroglavca	4. Tornaria ziroglavca
" 46 sl. 24.15.	Agryropelecus	Argyropelecus
" 52 sl. 29.8.	Teredo navalis	8. Limneria sp. 9. Teredo navalis
" 55 sl. 32.	-	11. Episoanthus sp.
" 57 sl. 32.7.	equina	Actinia equina
" 59 sl. 34.9.	Vidalia volubilis	9. Plocamium coccineum 10. Vidalia volubilis 11. Lithophyllum racemus
" 62 sl. 36.1.	Scylorhinus	Scyllorhinus
" 62 sl. 36.7.	Ochimaera	Chimaera
" 63 sl. 37.1.	Hippocampus	Hippocampus
" 63 sl. 37.6.	Ellenius	Blennius
" 63 sl. 37.7.	Trachinus draco	7. Gobius cruentatus 8. Trachinus draco 9. Uranoscopus scaber 10. Hyperoplus lanceolatus
" 69 sl. 44.	Bioceroza	Biocenosa
" 71 red 5 /lijevo/	Helimeda	Helimeda
" 71 " 13 "	Nemalion	Nemalion
" 71 " 15 "	calcareum	calcareum
" 71 " 18 "	cryptarhodia	cryptarhodia
" 71 " 10 /desno/	Agalophenia	Aglaophenia
" 72 " 2 /lijevo/	Chthamalus	Chthamalus
" 72 " 3 "	Chthamalus	Chthamalus
" 72 " 11 "	espera	aspera
" 72 " 16 /desno/	granularia	granularis
" 73 " 11 /lijevo/	annularis	annularis
" 78 " 2 odozgo	Teorie general	Théorie général
" 78 " 2 "	epuration	épuration
" 78 " 3 "	Oceanogr.	Océanogr.
" 78 " 3 "	Med.	Méd.
" 81 " 5 odozdo	Hippocampus	Hippocampus
" 82 " 9 "	Pyrosoma	Pirosoma
" 82 " 7 odozgo	Scylorhinus	Scyllorhinus

S obzirom na nesagledive mogućnosti korištenja mora potrebno ga je zaštititi od svih oblika onečišćenja i tako spriječiti negativne posljedice u okolišu, a to je jedan od najvećih izazova suvremenom čovjeku. Upoznamo li more, život u njemu i njegove zakonitosti, zavoljet ćemo ga i znati racionalno koristiti njegova bogatstva.

