

SVEUČILIŠTE U SPLITU
STUDIJ: «BIOLOGIJA I EKOLOGIJA MORA»

Ekologija mora

Mladen Šolić



Interna skripta

INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO – SPLIT
Rujan, 2005

SADRŽAJ:

- I. Uvod**
- II. Značajke mora kao životnog okoliša**
- III. Pregled morskih staništa**
- IV. Oblici života u moru – Pelagijal**
- V. Oblici života u moru – Bental**
- VI. Prehrana morskih organizama**
- VII. Ekološki faktori u moru – Abiotički faktori**
- VIII. Ekološki faktori u moru – Biološki faktori**
- IX. Protok energije i kruženje tvari u moru**
- X. Ekologija populacija morskih organizama**
- XI. Životne zajednice u moru**
- XII. Biološka raznolikost u moru**
- XIII. Utjecaj čovjeka na morske ekosisteme**

Literatura:

1. Krebs, C.J. 1994. Ecological Methodology. Benjamin/Cummings. 620p.
2. Levinton, J.S. 1995. Marine Biology, Function, Biodiversity, Ecology. Oxford Univ. Press. 420 p.
3. Peres, J.M. i H. Gamulin Bida 1973. Biološka oceanografija. Školska knjiga, Zagreb. 493p.
4. Tait, R.V. and F.A. Dipper. 1998. Elements of Marine Ecology. Butterworth-Heinemann, Oxford. 462 p.

I. UVOD

1. Što je ekologija?

1.1. Definicija i predmet izučavanja ekologije

Haeckel (1869): Znanost o interakcijama između organizama i njihovog okoliša, organskog i anorganskog

Anderwartha (1961): Znanost o distribuciji (raspodjeli) i abundanciji (brojnosti) organizama

Krebs (1972): Znanost o interakcijama koje određuju distribuciju i abundanciju organizama

Ekologija je biološka disciplina koja izučava uzajamne odnose između organizama i njihovog okoliša, a o tim odnosima ovisi održavanje jedinki i populacija vrsta, kao i njihovih zajednica u prirodi, njihova raspodjela i gustoća na pojedinim dijelovima staništa, te način života pod danim uvjetima u okolišu.

Ekologija je znanost o brojnosti (abundanciji), raspodjeli (distribuciji) i međusobnim odnosima (interakcijama) organizama ili skupina organizama u njihovom okolišu

Znanost o okolišu (Environmental science) – znanost o utjecaju čovjeka na okoliš

Naziv ekologije:

Oikos (ekos) = dom, stanište + **logos** = znanost

Ekonomija i ekologija imaju isti korijen:

- Ekonomija - Znanost o proizvodnji i raspodjeli dobara, te materijalnom održavanju ljudskog društva

- Ekologija - Gospodarenje prirode sa samom sobom (ekonomija prirode)

Wells, Huxley i Wells (1939): Ekologija je ekonomija proširena na čitav živi svijet

Razvoj ekologije:

- 1798 Thomas Malthus – principi rasta populacija
 - 1859 Charles Darwin – “Porijeklo vrsta” (ekološki principi ugrađeni u teoriju evolucije i “borbu za opstanak”)
 - 1866 Ernst Haeckel – “Opća morfologija” (uvodi izraz ekologija)
 - 1930 R.A. Fisher – povezuje ideje u ekologiji i evoluciji
 - 1934 G.F. Gause – kompeticija i predacija
 - 1942 Raymond Lindeman – koncept ekosistema
 - 1953 E.P. Odum – “Fundamentals of Ecology”
 - 1955 R.H. MacArthur – raznolikost/stabilnost odnos
 - 1957 G.E. Hutchinson – organizacija zajednica
-
- 1800-tih – opća primjena pojma ekologije (američki i europski znanstvenici sebe počinju nazivati ekolozima)
 - Početak 20. st. – prva ekološka udruženja i časopisi
 - Danas – 10-ci tisuća profesionalnih ekologa
 - Dvostrukom krizom koja se ogleda kroz brzi rast ljudske populacije i narušavanje okoliša ekologija danas postaje krajnje važna za svakoga

Uloga ekologije u našim životima:

- Ekologija nam pruža informacije koje nam omogućavaju bolje razumijevanje svijeta oko nas (važnost poznavanja **ekoloških principa**)
- Poznavanje ekoloških principa nam pomaže
 - U poboljšanju okoliša
 - U pravilnom upravljanju prirodnim resursima
 - U zaštiti ljudskog zdravlja

(Ne)razumijevanje ekoloških principa:

- Naša mogućnost pustošenja svijeta je neograničena!!!!

- Globalno upravljanje ekološkim sustavima ovisi o razumijevanju struktura i funkcioniranja tih sustava a to ovisi o poznavanju ekoloških principa
- Mnogi problemi s okolišem proizlaze iz nerazumijevanja ekoloških principa

Naši problemi s okolišem imaju više dimenzija:

- Ekološki su principi često poznati (zagađenje, tropske kišne šume itd.)
- Michael Robinson (direktor ZOO-a u Washingtonu): "Problemi ne leže u ignoranciji i gluposti; problemi proizlaze iz oskudice siromašnih i pohlepe bogatih"
- Naši problemi s okolišem imaju više dimenzija:
 - EKOLOŠKU: Nerazumijevanje ekoloških principa
 - POLITIČKU: Nuklearni pokusi
 - EKONOMSKU: Pohlepa; dobit; profit
 - SOCIJALNU: Siromaštvo

1.2. Uređenje prirodnog svijeta

- Prirodni svijet je raznolik i kompleksan
- Prirodni svijet je dinamičan, ali je također stabilan i samoobnovljiv
- Prirodni je svijet organiziran kroz fizikalne i biološke procese
 - Prirodne procese najefikasnije predviđamo putem generalizacije ranijih iskustava
 - Dva su izvora predvidivosti: **opažanje i razumijevanje mehanizama**
- Naš način percepcije ograničava naše razumijevanje prirode
 - Osjetila
 - Problem vremenske i prostorne skale

1.3. Metode izučavanja ekologije

Prirodu proučavamo opažanjem, teoretski i eksperimentalno:

- Znanstvenici gledaju na prirodni svijet s mnogo različitih gledišta (ovisno o obrazovanju, temperamentu, problematici kojom se bave)
- U znanosti ne postoji isključivo jedan, najbolji način pristupa problemu. "Znanost je jednako tako umjetnost kao glazba ili slikarstvo" (Ricklefs, 1990)
- Ipak, ekolozi imaju iste ciljeve:
 - Predvidjeti
 - Kontrolirati ili iskorištavati
 - Objasniti ili razumjeti
- Pri tome se služe **znanstvenom metodom**

1.4. Ekološka hijerarhija

Ekološka hijerarhija (hijerarhija biotskih sustava):

- **Jedinka** (organizam) – Temeljna jedinica ekološke hijerarhije
- **Populacija** - Skupina jedinki iste vrste koje žive na određenom prostoru i u određenom vremenu, te koje aktivno izmjenjuju genetički materijal dajući plodno potomstvo
- **Zajednica** - Skup biljnih i životinjskih vrsta koje nastanjuju određeno područje, a koje su međusobno povezane različitim tipovima interakcija. Zajednica se često definira i kao skup svih organizama koji žive na određenom području.
- **Ekosistem** - Sustav koji objedinjuje organizme i njihov fizički okoliš (**biotop**) u jedinstveno povezanu cjelinu.
- **Biom** - Krupni kompleks ekosistema koji prekriva čitave geografske oblasti. Biome međusobno razlikujemo prvenstveno prema dominantnoj vegetaciji koja je povezana s određenim tipom klime
- **Biosfera** - Tanki površinski omotač Zemlje u kojem se odvija život. Najviši stupanj integracije ekosustava i bioma, odnosno čitavog živog svijeta i njegovog fizičkog okoliša u jedinstven i izuzetno složen dinamički sustav.

Stanište i Biotop:

Stanište – Mjesto gdje organizam živi. Kompleks abiotičkih i biotičkih faktora

Biotop - Dio fizičkog prostora koji se odlikuje specifičnim kompleksom ekoloških faktora. Biotop predstavlja abiotičku komponentu ekosistema; fizički prostor kojeg zauzima jedna zajednica.

1.5. Podjela ekologije

Načini podjele ekologije: Prema (1) konceptu ili perspektivi; (2) organizmima; (3) staništu; te (4) primjeni Podjela ekologije prema konceptu ili perspektivi:

- **Ekologija jedinke (Fiziološka ekologija)**
 - Proučava odnose između jedinke (organizma) i njegovog okoliša kroz biokemijske i fiziološke procese u organizmu, njegov rast, razmnožavanje, ponašanje i opstanak
- **Ekologija populacije**
 - Proučava prostorne i vremenske promjene veličine populacija u svjetlu interakcija između jedinki (iste ili različitih vrsta) međusobno, te između jedinki i okoliša
- **Ekologija zajednice**
 - Proučava interakcije između populacija ili drugih skupina različitih vrsta koje zajedno nastanjuju određeni biotop. Distribucija vrsta je kako pod utjecajem bioloških interakcija (predacija, kompeticija itd), tako i pod utjecajem fizičkih faktora u okolišu (temperatura, voda, hrana itd)
- **Ekologija ekosistema**
 - Proučava izmjenu tvari i energije između organizama i njihovog okoliša
- **Ekologija krajolika**
 - Krajolik je površina zemlje koja uključuje mozaik različitih ekosistema. Ekologija krajolika proučava strukturu krajolika i procese koji se u njemu odvijaju
- **Ekologija ponašanja**
 - Proučava kako je ponašanje organizama prilagođeno njihovom okolišu i koja je njegova uloga u preživljavanju i reprodukciji organizama

Autekologija = Ekologija jedinke ili fiziološka ekologija

Sinekologija = Ekologija populacije, ekologija zajednice, ekologija ekosistema

Odnos ekologije prema drugim biološkim disciplinama: evolucija, genetika, fiziologija, sistematika

- **Theodosius Dobzhanski:** “Ništa u biologiji nema smisla osim ukoliko nije promatrano u svjetlu evolucije”

- **Parafrizirajmo:** “Ništa u evoluciji nema smisla osim ukoliko nije promatrano u svjetlu ekologije”

- Darwin i Wallace su shvatili da su interakcije između organizama i okoliša ključni element u procesu prirodne selekcije. Njihova teorija evolucije kroz prirodnu selekciju je **ekološka teorija**

II. ZNAČAJKE MORA KAO ŽIVOTNOG OKOLIŠA

H.B. Bigelow (Woods Hole): "Najvažnija značajka oceana je ta da su oni puni vode"

Brojne značajke morskog okoliša proizlaze iz fizikalnih i kemijskih svojstava vode

Molekule vode imaju asimetričan električni naboj koji je blago pozitivan na strani vodika, a blago negativan na strani kisika što omogućava njihovo povezivanje preko vodikovih veza

Većina jedinstvenih osobina vode proizlazi iz prirode vodikovih veza

- Neobično visoke točke taljenja i vrenja
- Ekstremno veliki toplinski kapacitet
- Opiranje promjeni agregatnog stanja
- Svojstva izvrsnog otapala
- Neobična promjena gustoće s temperaturom
- Adsorpcija sunčeve radijacije
- Velika površinska napetost

Toplinska svojstva vode

- Veliki toplinski kapacitet
- Otpornost na promjene agregatnog stanja
- Maksimalna gustoća kod 4°C

Posljedice toplinskih svojstava vode su daleko ujednačenija temperatura svjetskih mora u odnosu na kopno. Pored toga mora ublažavaju varijacije temperature susjednog kopna.

Temperatura mora opada s dubinom pa je većina vodene mase svjetskih mora hladna.

Vertikalni gradijent temperature najviše je izražen u tropskim područjima, a u umjerenim područjima tijekom ljeta.

Termoklina je sloj mora u kojem dolazi do naglog pada temperature (na srednjim geografskim širinama termoklina je potpuno razvijena tijekom ljeta)

Maksimalna gustoća vode je kod 4°C, a posljedica tog svojstva vode je da led pluta na površini (smrzavanje mora ne započinje na morskom dnu)

Svojstva otapala

Asimetrični električni naboj omogućava molekulama vode da se lako vežu s ionima, što vodu čini izvrsnim otapalom. Jednom kada se nađu u otopini, ioni su okruženi molekulama vode (proces poznat pod nazivom hidratacija) što smanjuje mogućnost njihove kemijske rekombinacije. Niski geokemijski i biokemijski reaktivitet otopljenih iona rezultira njihovim dugačkim boravkom u oceanima u otopljenom stanju

Slanost (salinitet) morske vode:

- Salinitet je količina anorganskih soli izražena u gramima koja je otopljena u 1 kg morske vode. Salinitet se izražava kao djelovi u tisuću (ppt) ili u promilima (‰).
- Salinitet se u otvorenim oceanima kreće u rasponu između 33 i 37 ‰, dok lokalno može varirati i znatno više kao posljedica ravnoteže između razrjeđivanja morske vode uslijed dotoka slatke vode putem rijeka, oborina i podmorskih izvora i koncentriranja soli zbog procesa evaporacije i formiranja leda.

Vrijeme zadržavanja (Residence time) elemenata u moru

- Vrijeme zadržavanja (Residence time) je prosječno vrijeme koje jedinica težine pojedine supstance provede u moru prije nego što se izgubi u sedimentu ili na kopnu.
- Vrijeme zadržavanja mnogih elemenata u moru vrlo je dugo i mjeri se u milijunima godina, za razliku od vremena miješanja morske vode koje se mjeri u tisućama godina.
- To omogućava dobru izmješanost elemenata u moru i homogeniziranost mora s obzirom na relativne odnose pojedinih elemenata.

- To je razlog što su relativni omjeri pojedinih elemenata u moru (pogotovo onih s dužim vremenom zadržavanja) gotovo konstantni bez obzira na varijacije saliniteta od mjesta do mjesta (**Princip konstantnih proporcija**)
- Iz toga proizlazi da je za određivanje saliniteta dovoljno odrediti količinu jednog elementa u moru i iz nje izračunati ukupni salinitet.

Vrijeme zadržavanja (Residence time) elemenata u moru

Klorinitet - Salinitet

- Budući da je omjer klora s drugim elementima u moru konstantan, te da je precizno određivanje klora metodološki vrlo jednostavno, upravo je određivanje klora prihvaćeno kao metoda za određivanje ukupnog saliniteta

Salinitet se na ovaj način može odrediti kao:

$$\text{SALINITET} = \text{KLORINITET} \times 1.81$$

- Klorinitet se precizno može odrediti bilo jednostavnom kemijskom titracijom, bilo mjerenjem konduktiviteta (veća količina klora u otopini povećava vodljivost električne struje).
- Salinitet se s nešto manjom preciznošću se može odrediti i optičkim refraktometrom (povećana količina soli u otopini povećava refrakciju svjetlosti)

Sastav morske vode

- Morska voda je kompleksna otopina u kojoj su otopljene anorganske i organske tvari uključujući i otopljene plinove. Pored toga u morskoj su vodi raspršene anorganske i organske čestice kao i brojni mikroorganizmi.
- Otopljene anorganske tvari u moru uključuju:
 - **GLAVNE KONSTITUENTE** – elementi s dugim vremenom zadržavanja i konstantnim međusobnim omjerima; oni koji čine salinitet morske vode. Prema koncentracijama u kojima su prisutni u moru dijele se na:
 - **MAKROELEMENTE** – koncentracije > **100 ppm** (Cl, Na, Mg, S, Ca, K)
 - **MIKROELEMENTE** – koncentracije **1 – 100 ppm** (Br, C, Sr, B, Si, F)
 - **ELEMENTE U TRAGOVIMA** – koncentracije < **1 ppm** (većinom metali)
 - **HRANJIVE SOLI** – spojevi dušika, fosfora i silicija, koji se uzimaju i oslobađaju tijekom bioloških procesa, čije su koncentracije vrlo niske (10-ak ppm ili manje) i varijabilne (kratko vrijeme zadržavanja)
 - **OTOPLJENE PLINOVE** – najvažniji su elementarni kisik i ugljični dioksid

Otopljene anorganske tvari u more dopijevaju putem rijeka i oborina

Dva glavna elementa u moru (klor i natrij) čine preko 85% od svih otopljenih supstanci, dok 6 iona s najvećim koncentracijama čini preko 99% otopljenih supstanci

Faktori koji reguliraju salinitet

UNOS ANORGANSKIH SOLI U MORE:

- Najveći dio anorganskih soli u more dopijeva rijekama, a posljedica su fizičkog i kemijskog ispiranja kopna ($2.5-4.5 \times 10^{15}$ grama godišnje)
- Neke od soli u more dopijevaju oborinama (SO_4^{2-} je dominantan ion u kišnici)
- Podmorska vulkanska aktivnost i hidrotermalni izvori donose velike količine aniona i kationa (osobito Ca^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} , Cl^-)

UKLANJANJE ANORGANSKIH SOLI IZ OTOPINE:

- Unatoč velikom unosu anorganskih soli, salinitet mora je vrlo malo varirao u zadnjih 1.5 milijardu godina
- Glavni način uklanjanja anorganskih soli iz otopine je precipitacija (taloženje) koja se događa kada morska voda postane prezasićena s nekim od iona (npr. precipitacija NaCl, CaSO_4 , CaCO_3)
- Morski aerosol

- Adsorpcija kationa na minerale gline (K^+ i Mg^{2+})
- Biološka precipitacija: sekrecija oklopa i drugih tvrdih dijelova (Ca^{2+} , Sr^{2+}); bakterijska razgradnja (uklanjanje HCO_3^- , SO_4^{2-}); sinteza tkiva i organske tvari

Koncentracije minerala u moru su često ograničene njihovom maksimalnom topljivošću:

Na primjer:

- Kalcijev karbonat se otapa samo do koncentracije od 0.000014 g/g vode (ta je razina dostignuta eonima ranije, pa se višak kalcijevih iona taloži i formira vapnenačke stijene)
- NaCl predstavlja drugi ekstrem, jer njegova topljivost iznosi oko 0.36 g/g vode što je znatno iznad njegove koncentracije u moru

Raspodjela saliniteta duž geografske širine

Varijacije u ravnoteži između količine oborina i evaporacije duž geografske širine rezultiraju globalnim obrascem raspodjele površinskog saliniteta kojeg karakterizira blagi maksimum saliniteta na oko 30° sjeverne i južne geografske širine, te minimum na ekvatoru, kao i trend opadanja saliniteta prema višim geografskim širinama.

Na geografskim širinama od oko 30° sjeverno i južno od ekvatora prisutne su minimalne prosječne količine oborina, dok je evaporacija maksimalna što rezultira povišenim salinitetom u površinskim vodama

Vertikalna raspodjela saliniteta

Vertikalna raspodjela saliniteta različita je na različitim geografskim širinama. Na niskim geografskim širinama u površinskim je vodama zbog velike evaporacije salinitet povišen, dok je na visokim geografskim širinama salinitet u površinskim vodama snižen zbog otapanja leda

Salinitet utječe na točku ledišta morske vode

Temperatura ledišta morske vode snižava se s povećanjem saliniteta. Dok je točka ledišta slatke vode na 0°C, morska voda saliniteta 35‰ ledi se na temperaturi od -1.9°C.

Najveći dio organske tvari u moru nalazi se u otopljenom obliku

Otopljeni plinovi u moru

- Plinovi iz atmosfere otapaju se u površinskom sloju mora
- Plinovi se u moru bolje otapaju kod niže temperature i nižeg saliniteta. Boljem otapanju plinova doprinosi i vjetar koji podiže valove i omogućava bolje miješanje zraka i vode.
- S iznimkom kisika i ugljičnog dioksida, more je u svim dubinama zasićeno s većinom atmosferskih plinova

Kisik

- Dva su glavna izvora kisika u oceanima: difuzija iz zraka i fotosinteza
- Oba su procesa ograničena na površinske slojeve pa su oni najbogatiji kisikom
- Koncentracija kisika opada s dubinom do **sloja minimalnog kisika** koji se nalazi na dubinama između 300 i 1000 m. U toj se dubini nalazi sloj nagle promjene gustoće morske vode (**piknoklina**) koji daje veliku stabilnost vodenom stupcu i sprječava vertikalno miješanje vode. U tom se sloju nakupljaju organske čestice koje su izložene bakterijskoj razgradnji pri čemu se troši kisik.
- Ispod **sloja minimalnog kisika** biološke potrebe za kisikom opadaju, pa se koncentracija kisika povećava s dubinom
- Postojanje kisika u najvećim dubinama rezultat je tonjenja hladne kisikom obogaćene vode iz polarnih područja koja se spušta prema nižim geografskim širinama.

Ugljični dioksid

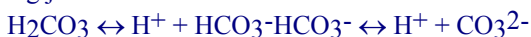
- Glavni izvori ugljičnog dioksida u oceanima su difuzija iz zraka, te procesi respiracije i razgradnje organske tvari
- Primarna proizvodnja koja troši CO_2 smanjuje njegov parcijalni tlak površinskom sloju i pospješuje difuziju CO_2 iz zraka u vodu (fenomen poznat kao **biološka pumpa**)

- Visoke geografske širine karakterizira hladna voda (topljivost CO_2 je dva puta veća na 0°C nego na 20°C), koja zbog velike gustoće brzo ponire (downwelling) i tako uklanja CO_2 iz površinskih slojeva što pospješuje difuziju zbog uspostave gradijenta.

- Kada se CO_2 otopi u vodi on formira ugljičnu kiselinu:



Ugljična kiselina vrlo lako disocira u bikarbonatne i karbonatne ione:



- Ovaj proces disocijacije stvara vrlo efikasan puferski sustav koji održava pH vrijednost morske vode vrlo stabilnom (pH oko 8)

pH u moru je blago lužnat (oko 8), pa u moru dominiraju bikarbonati (HCO_3^-)

Puferski sustav mora:

- pH je mjera za koncentraciju vodikovih iona (H^+), što znači da koncentracija H^+ u moru određuje njegovu kiselost

- Karbonatni i bikarbonatni ioni lako otpuštaju i prihvataju vodikove ione u morskoj sredini, što morsku vodu čini otpornom na nagle promjene pH (osobine pufera):



Koncentracije otopljenog kisika i ugljičnog dioksida u moru prvenstveno su kontrolirane biološkim procesima

- FOTOSINTEZA:** $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{svjetlo} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$

Fotosinteza smanjuje koncentraciju otopljenog CO_2 , a povećava koncentraciju otopljenog O_2 u moru

- RESPIRACIJA:** $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{energija}$

Respiracija smanjuje koncentraciju otopljenog O_2 , a povećava koncentraciju otopljenog CO_2 u moru

Budući da se fotosinteza dominira u površinskim, a respiracija u dubljim slojevima mora, koncentracija otopljenog kisika opada a otopljenog ugljičnog dioksida raste s dubinom

Prodor sunčeve svjetlosti

Oko 80% energije sunčevog svjetla apsorbira se već u prvih 10 m (temperaturna stratifikacija; termoklina)

Od svjetla koje doprije do površine mora, jedan se dio reflektira od njegove površine (refleksija je najmanja kada zrake padaju okomito i kada je površina mora mirna)

Veliki dio svjetla koje prodire u more apsorbira morska voda i čestice, ili se raspršuje na česticama u vodi

Različite valne duljine svjetla različito prodiru u dubinu

Infracrveno i ultraljubičasto svjetlo se apsorbiraju već u prvom metru, tako da jedino vidljivi dio spektra prodire nešto dublje. Od vidljivog svjetla najdublje prodire plavo, a najmanje crveno

- Infracrveno se apsorbira već u prvom metru
- Plavo svjetlo prodire najdublje

U čistom je moru najmanja ukupna apsorpcija plavog svjetla, dok se u zagađenim i obalnim akvatorijima minimum apsorpcije pomiče prema zelenom svjetlu

Cirkulacija vodenih masa (morske struje)

Površinske oceanske struje rezultat su interakcije između planetarnog sustava gibanja zračnih masa i rotacije Zemlje.

Coriolisova sila (sila uslijed rotacije Zemlje od zapada prema istoku) zakreće vjetar na sjevernoj hemisferi prema desno u odnosu na smjer puhanja, a na južnoj hemisferi prema lijevo

Globalno gibanje zračnih masa korigirano Coriolisovom silom stvara dva velika vrtloga (gyres) površinskih oceanskih voda čiji se centri nalaze na oko 30° sjeverne i južne geografske širine. Sjeverni vrtlog se giba u smjeru kazaljke, a južni obrnuto od kazaljke.

Ekmanova spirala – smjer površinskih morskih struja je zbog djelovanja Coriolisove sile pomaknut za oko 45° desno (sjeverna hemisfera) odnosno lijevo (južna hemisfera) u odnosu na smjer gibanja vjetra. Prema dubljim slojevima taj je pomak sve veći što rezultira spiralnom cirkulacijom. Ovaj je fenomen poznat kao Ekmanova spirala

Vjetar i Coriolisov efekt mogu uzrokovati vertikalno gibanje vodene mase na rubovima kontinenata (područje šelfa):

- Ukoliko se površinske vode gibaju od kontinenta to rezultira kompenzacijskom strujom u dubljim slojevima. Dolaskom u blizinu kontinenta dubinska struja se uzdiže prema površini. Ova je pojava poznata kao **upwelling**

- Ukoliko površinske struje idu prema kontinentu, vodena masa u blizini obale ponire i u dubljim se slojevima giba u suprotnom smjeru. Ova je pojava poznata kao **downwelling**

Povremene promjene u obrascu gibanja vodenih masa mogu uzrokovati globalne poremećaje:

Povremeno u nepravilnim ciklusima (2-10 godina) u istočnom Pacifiku dolazi do promjena u lokalnom obrascu gibanja površinskih struja. Tada u prosincu dolazi do situacije kada se topla površinska voda ne giba prema zapadu, već u smjeru juga duž obala Perua. Posljedica toga je izostanak upwellinga što rezultira katastrofalnim smanjnjem ulova ribe. Ova se pojava naziva El Niño. Pored toga većina oluja koje se formiraju u ovom području kreću se prema istoku uzrokujući goleme štete. Od posljedica oluje je tijekom snažne pojave El Nina tijekom 1982/83 poginulo 600 ljudi

El Niño – globalni klimatski fenomen

- **El Niño** Southern Oscillation (ENSO) je atmosferski i oceanski fenomen koji se događa na velikoj prostornoj skali i koji utječe na ekosisteme na globalnoj skali
- ENSO uključuje varijacije u površinskoj temperaturi mora i barometarskom tlaku duž Pacifika i Indijskog oceana
- Tijekom **El Niño** površinska temperatura istočnog tropskog Pacifika je viša, a barometarski tlak niži od prosječnog. To uzrokuje povećanu količinu oborina u Sjevernoj Americi i dijelovima Južne Amerike, a sušu u zapadnom Pacifiku
- Obrnuta pojava, niže površinske temperature mora i višeg tlaka od prosječnog u istočnom tropskom Pacifiku naziva se **La Niña**. **La Niña** uzrokuje sušu u većem dijelu Sjeverne i Južne Amerike, a povećanu količinu oborina u zapadnom Pacifiku

Gustoća morske vode i vertikalno gibanje mora

- Gustoća morske vode određena je u prvom redu temperaturom i salinitetom na način da postaje gušća što je temperatura niža i salinitet viši

- Zbog otopljenih soli morska je voda nešto gušća od destilirane vode (gustoća morske vode se uglavnom kreće u rasponu od 1.02 do 1.07 g cm⁻³)

- Morska voda je oko 800 puta gušća od zraka što je uz činjenicu da je morska voda bogata hranjivim tvarima jedan od razloga razvitka planktonskog načina života. Gustoća morske vode je također omogućila i razvitak najtežih organizama koji su ikada živjeli na Zemlji (plavetni kit je nekoliko puta teži od najtežih dinosaura)

Gustoća morske vode povećava se snižavanjem temperature i povišenjem saliniteta

Gustoća morske vode se najčešće označava kao **σt (sigma te)** koji ima sljedeći odnos prema gustoći:

$$\sigma_t = (\rho - 1) \times 100$$

gdje je ρ specifična gustoća morske vode. Npr. ako je $\rho = 1.02845$, tada je $\sigma_t = 28.45$

Dubinski gradijent gustoće

Budući da je gustoća morske vode u velikoj mjeri određena temperaturom, sunčevo zračenje igra dominantnu ulogu u vertikalnoj strukturi temperature i gustoće oceana. Sunčevo zračenje najače zagrijava površinski sloj mora koji zbog najviše temperature ima i najmanju gustoću. S povećanjem dubine morska je voda sve hladnija i sve gušća.

Tijekom ljeta formira se površinski sloj zagrijanog mora koji je dobro izmješan putem vjetra i ima istu temperaturu u cijeloj dubini (izotermija). Ispod tog sloja nalazi se područje naglog pada temperature (**termoklina**), te kao posljedica toga i naglog porasta gustoće (**piknoklina**). Nakon toga slijedi duboki sloj hladne vode relativno konstantne temperature i gustoće.

Piknoklina je kao i termoklina najslabije izražena na visokim geografskim širinama

Sa slojem termokline i piknokline često se poklapa i sloj naglog porasta saliniteta koji se naziva **haloklina**

Termoklina, a time i piknoklina su najizraženije na ekvatoru gdje je zagrijavanje površinskog sloja mora najveće. Prema višim geografskim širinama termoklina je sve slabije izražena dok se u blizini polova potpuno gubi (temperatura je relativno konstantna duž čitavog vodenog stupca). Pored temperature, na ekvatoru velika količina oborina dodatno reducira gustoću površinske vode i pridonosi stabilnosti vodenog stupca

Zbog utjecaja temperature na gustoću, tijekom ljeta je vodeni stupac izuzetno stabilan, jer voda manje gustoće pluta iznad vode velike gustoće. U jesen se stratifikacija vodenog stupca počinje narušavati. Površinski se sloj mora hladi i dolazi do nestabilne situacije kada je površinski sloj hladniji i gušći od sloja ispod njega. Dolazi do vertikalnog miješanja koje tijekom zime završava izotermijom duž vodenog stupca.

Vertikalna cirkulacija dubokih voda u prvom je redu rezultat razlika u gustoći pojedinih slojeva morske vode. Budući da je gustoća morske vode funkcija temperature i saliniteta ova se cirkulacija naziva i termohalina cirkulacija

Za razliku od površinskih struja, cirkulacija dubinskih oceanskih voda karakterizirana je gibanjem golemih vodenih masa čija su jedinstvena temperaturna i salinitetna svojstva formirana u površinskim vodama visokih geografskih širina. Hladna vodena masa visokih geografskih širina koju karakterizira velika gustoća tone i pomiče se prema nižim geografskim širinama. Tamo se različite vodene mase slažu u slojevima ovisno o njihovim gustoćama

Vertikalna struktura mora u Atlantiku formira se na slijedeći način. U području Antarktika se formira izuzetno hladna Antarktička Pridnena Voda (AABW) vrlo velike gustoće koja je dodatno povećana porastom saliniteta zbog formiranja leda. Ova voda je najgušća, tone do dna i po dnu se giba prema sjevernoj hemisferi. Sjevernoatlantska duboka voda (NADW) formira se u Norveškom moru ali je ona manje gusta od AABW. Ona tone i klizi prema južnoj hemisferi iznad AABW. Antarktička intermedijarna voda (AAIW) se formira u blizini Antarktičkog kruga, ali nije tako hladna i slana kao NADW. Ova voda tone i zauzima mjesto iznad NADW i ispod tople tropske površinske vode male gustoće.

Tlak

U moru se tlak povećava s dubinom i to po stopi od 1 atm svakih 1 m dubine

U najvećim dubinama tlak iznosi preko 1000 atm

Gibanja mora

- **Stalna gibanja – morske struje**
- **Povremena gibanja – valovi**
- **Periodička gibanja – morske mijene (doba)**

Valovi

Valove proizvodi vjetar koji puše preko vodene površine

Visina vala proporcionalna je brzini vjetra, trajanju vjetra, te duljini morske površine iznad koje vjetar djeluje

Visina vala (H) – udaljenost od vrha krijeste do dna udubine

Duljina vala (L) – udaljenost između dvije krijeste

Period (T) – vrijeme koje prođe između prolaska dviju krijesta

Brzina (V) – brzina kojom krijesta putuje ($V = L/T$)

Gibanje valova uzrokuje kružno gibanje mora ispod površine. Promjeri kružnica po kojima se voda giba opadaju s dubinom i gibanje postaje beznačajno na dubinama većim od $L/2$

Kada valovi dospiju blizu obale gdje je more toliko plitko da više nema mjesta za njegovo kružno gibanje, voda se gura prema gore, visina vala se povećava i kada H/L postane veće od $1/7$ val više ne može održati svoju težinu i on se lomi

Valovi se često približavaju obali pod određenim kutom što ima za rezultat stvaranje struje paralelne s obalom (longshore currents).

Ove uzdužne struje su odgovorne za eroziju obale te za premještanje i odnošenje pjeskovitog supstrata.

Refrakcija - Brzina valova opada približavanjem obali (zbog opadanja dubine). Ako se valovi približavaju obali pod kutom tada će brzina biti manja u dijelu bližem obali, a veća u dijelu daljem od obale, što će rezultirati zakretanjem valova prema obali (pojava koja se zove refrakcija). Refrakcija se događa i kada se valovi približavaju zaljevu ili poluotoku

Određene barijere na morskom dnu u priobalnom području uzrokuju da se more od obale vraća kroz kanale između barijera u obliku vrlo snažnih i opasnih **povratnih** struja (**rip currents**)

Morska doba

Morska doba (mijene) su rezultat gravitacijskog utjecaja Mjeseca i Sunca, usklađenog s utjecajem rotacije Zemlje i oblikom morskog bazena

Plima nastaje na strani okrenutoj Mjesecu zbog njegovog gravitacijskog djelovanja, te na strani suprotnoj od Mjeseca gdje je gravitacija minimalna pa je nadjačava centrifugalna sila koja je rezultat rotacije Zemlje. Plimna se gibanja mogu mjeriti bilo gdje na oceanu, ali su ona osobito uočljiva na obali gdje se manifestiraju kroz plimne struje i vertikalne promjene morske razine

Mjesec prođe preko bilo koje točke na površini Zemlje svakih 24 h i 50 min (lunarni dan), pa bi idealno svugdje trebale biti dvije plime i dvije oseke dnevno. Budući da se pozicija mjeseca prema Zemlji mijenja od 28.5° N do 28.5° S, relativna visina plime i oseke mijenja se geografski u ovisnosti o vektoru **gravitacijske sile**.

Tipovi morskih doba

Razlikuju se tri tipa morskih doba: **dnevni** (jedna plima i jedna oseka dnevno); **poludnevni** (dvije plime i dvije oseke dnevno); te **miješani** tip (po jedna velika i mala plima i oseka dnevno)

Velika i mala morska doba

Kada Mjesec i Sunce djeluju po istom pravcu (razdoblje punog i mladog mjeseca) rezultat su velike plime i oseke (spring tides)

Kada Mjesec i Sunce djeluju pod pravim kutom (razdoblje $\frac{1}{4}$ i $\frac{3}{4}$ mjeseca) rezultat su male plime i oseke (neap tides)

Estuariji

Estuariji su područja gdje se slatka voda rijeka miješa s morskom vodom

Tipični estuarski protok podrazumijeva kretanje slatke vode relativno male gustoće nizvodno i iznad gušće slane vode koja dolazi iz mora i giba se uzvodno

Tipovi estuarija:

Visoko stratificirani estuariji – karakteriziraju ih dva potpuno odvojena sloja od kojih je gornji lakša slatka voda, a donji teža slana voda

Umjereno stratificirani estuariji – umjereni vjetar i utjecaj plime uzrokuju miješanje u svim slojevima, pa salinitet raste u pravcu mora (izohaline su nagnute prema moru)

Vertikalno homogeni estuariji – Jako miješanje može rezultirati potpuno homogeniziranim vodenim stupcem. Salinitet u estuariju u potpunosti ovisi o stanju morskih doba. Tijekom oseke salinitet dominantno određuje rijeka, a tijekom plime more

Topografija i struktura morskog dna:

Kontinentalni šelf – mali nagib (1:500; oko 1°); širok 10-300 km

Kontinentalni slaz – veliki nagib (1:20; oko 2.9°)

Oceanske brazde – izdižu se 2000-4000 m iznad dna, a ponegdje sve do površine gdje formiraju otoke (npr. Island)

Dubokomorski jarci – do najvećih dubina (oko 11 km)

Oceansko dno je brazdama podjeljeno u velike cjeline – ploče

Oceanske brazde su rezultat vulkanske aktivnosti. Vulkanski materijal koji se stvara u središtu brazde stvara pojaseve lijevo i desno od brazde koja je centar širenja oceanskog dna (brzina stvaranja oceanskog dna iznosi 2-25 cm godišnje). S druge strane pri sudaru dviju ploča jedna ponire ispod druge i topi se u plaštu Zemlje

III. PREGLED MORSKIH STANIŠTA

71% Zemljine površine pokriveno je morem (61% na sjevernoj hemisferi i 80 % na južnoj hemisferi)

Površina: 360 mil. km² → 2.4 puta više od površine kopna

Pros. dubina: oko 3800 m → 4.5 puta više od prosječne visine kopna (840 m)

→ preko 84% je dublje od 2000 m

Volumen: 1370 milijuna km³ → 11 puta više od volumena izronjenog kopna (125 mil. km³)

Dvije bitne značajke razlikuju mora od kopna:

1. Veća povezanost mora od kopna
2. Veća uniformnost životnih uvjeta (temperatura, salinitet)

Klasifikacija morskih staništa

- Klasifikacija na temelju topografije
 - Podjela na oceane i mora
 - Podjela na temelju profila (reljefa) morskog dna
- Klasifikacija na temelju površinske temperature
- Klasifikacija na temelju batimetrije

Podjela na oceane i mora:

Oceani obuhvaćaju 88.5% ukupne površine svjetskih mora, dok na mora otpada preostalih 11.5%

Tihi ocean: 180 mil. km²

Atlantski ocean: 106 mil. km²

Indijski ocean: 75 mil. km²

Podjela mora:

Rubna ili epikontinentalna mora – Uz rubove kontinenata (obuhvaćaju područje šelfa). Široko komuniciraju s oceanima

Sredozemna mora – Više okružena kopnom (s oceanima komuniciraju preko uskih otvora)

Unutrašnja mora – Još zatvorenija od sredozemnih mora; ne komuniciraju s oceanima (npr. Jadransko more, Crno more itd.)

Zatvorena mora – potpuno okružena kopnom (slana jezera; npr. Mrtvo more)

Podjela na temelju profila (reljefa) morskog dna:

Obalna linija (litoral, žal)

Kontinentalna podina (šelf) - 7% morskog dna; do 200 m dubine; prosječna širina oko 70 km

Kontinentalni slaz - 15% morskog dna; do 1500-2500 m dubine

Abisalna ravnica - 78% morskog dna (2/5 ukupne Zemljine površine); do 6000-7000 m dubine

Kotline i jarci - do najvećih dubina (11 km)

Klasifikacija na temelju površinske temperature:

Polarna mora: uvijek < 5°C

Subpolarna mora: uvijek < 10°C; najčešće < 8°C

Umjerena mora: 8-23°C

Hladna umjerena mora: 8-18°C

Topla umjerena mora: 12-23°C; kratkotrajno preko 25°C

Tropska mora - uvijek > 23°C; najčešće > 25°C

Na temelju temperature se svjetska mora mogu podijeliti u nekoliko velikih cjelina:

Arktička

Borealna (Sjeverna umjereno hladna)

Sjeverna umjereno topla

Tropska

Južna umjereno topla

Antiborealna (Južna umjereno hladna)

Antarktička

Klasifikacija na temelju batimetrije:

Porastom dubine bitno se mijenjaju tri parametra: temperatura, svjetlost i tlak. Razina svjetla može poslužiti kao parametar za klasifikaciju pojedinih zona u moru.

Fotička (trofoga) zona

1. Eufotička ili osvijetljena zona (do 200 m)
2. Disfotička (oligofotička) ili sumračna zona (od 200 do 1000-1500 m)

Afotička (trofolitička) zona

Neritička i oceanska provincija:

Obuhvaćaju dijelove vodene mase i morskog dna koje te vodene mase prekrivaju

Neritička provincija – sačinjava je skup epikontinentalnih mora (mora koja prekrivaju kontinentalnu podinu ili šelf); obuhvaća 7% morske površine

Oceanska provincija – sačinjavaju je preostala mora koja prekrivaju morska dna koja se protežu ispod kontinentalne podine; obuhvaća 93% morske površine

Pelagijal i bental

Pelagičko područje – obuhvaća slobodnu vodu (vodeni stupac) ili pučinu

–Svi organizmi koji žive u vodenom stupcu zajedničkim se imenom nazivaju **pelagijal** ili **pelagos**

•**Bentosko područje** – obuhvaća morsko dno

–Svi organizmi koji žive na morskome dnu ili su o njemu ovisni nazivaju se **bental** ili **bentos**

PELAGIČKO PODRUČJE

Vertikalna podjela pelagičkog područja:

Epipelagička zona (preklapa se s eufotičkom zonom) (do 200 m dubine)

Mezopelagička zona (preklapa se s disfotičkom zonom) (od 200-1000m)

Batipelagička zona (od 1000-4000 m)

Abisopelagička zona (4000-6000 m)

Hadopelagička zona (ispod 6000 m; jarci i kotline)

BENTOSKO PODRUČJE

Vertikalna struktura bentoskog područja:

NERITIČKO PODRUČJE:

1. Litoral: 0 - 60 m

2. Sublitoral: 60 – 200 m

OCEANSKO PODRUČJE:

3. Batijal: obuhvaća kontinentalni slaz

4. Abisal: obuhvaća abisalnu ravnicu

5. Hadal: obuhvaća kotline i jarke

Podjela na stepenice ili etaže (etažiranje):

• **Litoralni ili obalni sustav ili fital (prisustvo alga)**

- 1. Supralitoralna stepenica – zona prskanja mora
- 2. Mediolitoralna stepenica – zona plime i oseke
- 3. Infralitoralna stepenica – donja granica je određena rastom fotofilnih alga i morskih cvjetnica (u Mediteranu na oko 15-20 m, u tropskim morima se granica ove stepenice spušta i do 80 m)
- 4. Cirkalitoralna stepenica – granica određena rastom scijafilnih vrsta alga

- **Dubinski ili profundalni sustav ili afital (alge odsutne)**
 - 5. Batijalna stepenica – obuhvaća kontinentalni slaz; donja granica je određena s donjom granicom rasprostranjenja cirkalitoralnih euribatnih vrsta
 - 6. Abisalna stepenica
 - 7. Hadalna stepenica

Najvažniji ekološki faktor na supralitoralnoj i mediolitoralnoj stepenici je vlaženje, dok je to na ostalim stepenicama svjetlost.

TIPOVI MORSKOG DNA

Sediment – materijal od kojega je izgrađeno morsko dno koji se sastoji od anorganskih i organskih tvari, te porne vode (vode koja ispunjava prostore između čestica sedimenta)

Sediment vodi porijeklo od trošenja i erozije stijena, aktivnosti organizama, vulkanskih erupcija, te kemijski procesa u morskoj vodi

- **Podjela sedimenata prema teksturi (veličini čestica)**

- **Wentworthova skala uključuje:**

- **STIJENA:** > 2 mm
- **PIJESAK:** 62µm – 1 mm
- **MULJ:** 4 – 31 µm
- **GLINA:** < 1.5 µm

Tipovi morskog dna:

- **Podjela sedimenata prema porijeklu**
 - Sedimenti terigenog porijekla
 - Sedimenti organskog porijekla
 - Sedimenti halmirogenog porijekla
 - Sedimenti koji vode porijeklo od prvobitnog sastava Zemljine kore
- **Podjela dna prema strukturi supstrata**
 - Čvrsta (hridinasta) ili nepomična dna – tvrdoća i heterogenost
 - Pomična dna
 - Ljušturna dna – prijelazni oblik između čvrstih i pomičnih dna
 - Šljunkovita dna
 - Pjeskovita dna
 - Muljevita dna
 - Živa dna

Muljevita dna:

- Terigenog porijekla (38%)
- Biogenog porijekla (62%)
 - o Vapnenački mulj (48%) – do 4000-5000 m dubine
 - Foraminiferski (Globigerinski) mulj
 - Kokolitoforidni mulj
 - Pteropodni mulj
 - o Kremeniti mulj (14%)
 - Dijatomejski mulj
 - Radiolarijski mulj

Veličina čestica sedimenta pokazatelj je jačine morskih struja

Struje odnose finiji sediment i na taj način povećavaju prosječnu veličinu zrnaca sedimenta

Sortiranost sedimenta

- Sortiranost je pokazatelj raspodjele brojnosti pojedinih veličinskih kategorija čestica sedimenta
- Kod dobro sortiranog sedimenta većina će čestica pripadati malom broju veličinskih kategorija
- U slabo sortiranom sedimentu biti će prisutne čestice koje će pokrivati vrlo široki veličinski raspon (od koloidnih čestica do krupnog pijeska)
- Okoliš kojeg karakterizira konstantna brzina (snaga) struja imati će dobro sortiran sediment, dok će sortiranost biti slaba u okolišima s varijabilnom snagom struja

IV. OBLICI ŽIVOTA U MORU (1. PELAGIJAL)

Plankton - Organizmi koji lebde u slobodnoj vodi

PLANKTON (živi organizmi) + TRIPTON (nežive čestice) = SESTON

Nekton – Organizmi koji se aktivno kreću

Neuston – Organizmi koji plutaju na površini mora

Pleiston – Organizmi u čijem kretanju bitnu ulogu ima vjetar

PLANKTON

Prilagodbe za lebdjenje:

- Smanjenje specifične težine tijela
 - Redukcija težih dijelova skeleta
 - Uklapanje vode, sluzi, masti i plinova (npr. kod meduza 90% biomase čini voda)
- Povećanje otpora tonjenju
 - Male dimenzije tijela - s povećanjem volumena tijela opada omjer između površine i volumena. Drugim riječima, manji organizmi imaju relativno veću površinu tijela, pa je otpor tonjenju veći
 - Tjelesni nastavci
 - Gibanje

Klasifikacija planktonskih organizama

1. Jednostanični organizmi
 - Prokariota (nemaju formiranu staničnu jezgru – bakterije i cijanobakterije)
 - Protisti (jednostanični eukariotski organizmi)
2. Višestanični organizmi (metazoa)
 1. Fitoplankton
 2. Zooplankton

Podjela planktona prema veličini

Femtoplankton < 0.2 μm (Virusi, Ultramikrobakterije)

Pikoplankton 0.2 – 2 μm (Bakterije, Cijanobakterije, Eukariotske alge)

Nanoplankton 2 – 20 μm (Manji fitoplankton, Manji protozoa)

Mikroplankton 20 – 200 μm (Veći fitoplankton, Veći protozoa - cilijati)

Mezoplankton 0.2 – 2 mm (Veći zooplankton - kopepodi)

Makroplankton 2 – 20 mm (Veći zooplankton)

Megaplankton > 20 mm (Veliki zooplankton – meduze, crijevnjaci)

Sastav planktona

Adultni (odrasli organizmi), ličinke, ciste, spore, jaja

Podjela planktona s obzirom na trajanje planktonskog načina života

- **HOLOPLANKTON (EUPLANKTON) ILI PRAVI PLANKTON**
Organizmi koji čitav život provode u planktonu i ni u jednom stadiju svog razvitka ne ovise o morskom dnu
- **MEROPLANKTON**
Organizmi koji provode dio života u planktonu:
 - Odrasli u bentalu a jaja i/ili ličinke u planktonu
 - Izmjena generacija
 - Planktonski organizmi s trajnim stadijima u bentalu (npr. ciste)
 - BENTOSKE vrste koje se planktonu priključuju u doba parenja

NEKTON

U nektonske organizme spadaju ribe, morski sisavci, gmazovi (kornjače), glavonošci (lignje), ptice (pingvini)

Nektonski organizmi pokazuju neke zanimljive osobine

- Zadržnost (život u velikim zajednicama)
 - Fenomen prisutan kod mnogih riba (plove), glavonožaca (velike plove liganja), te kod sisavaca (skupine kitova i dupina)
- Fenomen seoba (migracija) – karakterističan za mnoge ribe, sisavce, morske kornjače
 - Katadromni tip selica (npr. jegulja)
 - Anadromni tip selica (npr. losos)
- Povišenje tjelesne temperature tijela kod ektoterma (fakultativna endotermija)

Neki nektonski ektotermi mogu održavati visoku temperaturu nekih dijelova tijela

- Tuna održava temperaturu i do 40°C u središtu svoje mišićne mase
- Sabljarkе razvijaju posebne metaboličke grijače od mišićnog tkiva koji održavaju visoku temperaturu u njihovim mozgovima

V. OBLICI ŽIVOTA U MORU (2. BENTAL)

Klasifikacija bentoskih organizama

1. Jednostanični organizmi
 - Prokariota (nemaju formiranu staničnu jezgru – bakterije i cijanobakterije)
 - Protisti (jednostanični eukariotski organizmi)
2. Višestanični organizmi (metazoa)
 1. Fitobentos (biljni bentos)
 2. Zoobentos (životinjski bentos)

Podjela bentosa prema veličini

Mikrobentos < 0.1 mm

Mejobentos 0.1 – 1 mm (0.1 – 0.5 mm)

Makrobentos > 1 mm (> 0.5 mm)

Odnos bentoskih organizama prema podlozi

Dva aspekta:

1. Položaj organizama na morskom dnu
2. Vezanost organizama za podlogu

Položaj organizama na morskom dnu:

LITOBIONTI (PETRICOLA) – Organizmi koji žive na hridinastom (nepomičnom) dnu

PSAMOBIONTI (ARENICOLA) – Organizmi koji žive na pjeskovitom dnu

PELOBIONTI (LIMICOLA) – Organizmi koji žive na muljevitom dnu

Položaj organizama na morskom dnu:

EPIBIONTI – Organizmi koji žive na dnu (**EPIFAUNA**)

ENDOBIONTI – Organizmi koji žive u dnu (**INFAUNA**)

MEZOBIONTI – Organizmi koji žive u prostorima između čestica sedimenta (karakteristično za šljunkovito i pjeskovito dno)

PRIJELAZNI OBLICI:- Organizmi koji su jednim dijelom tijela u sedimentu, a drugim izvan njega
- Organizmi koji povremeno žive u a povremeno na dnu

ČVRSTO (STJENOVITO) DNO:

Epilobionti – Organizmi koji žive na stijenama ili u prirodnim šuplinama stijena

Endolobionti – Organizmi koji u stijenama ili šuplinama koje su sami izbušili

PJESKOVITO DNO:

Epipsamobionti (epipsamon) – Organizmi koji žive na pijesku

Endopsamobionti (endopsamon) – Organizmi koji žive u pijesku

Mezopsamobionti (mezopsamon) – Organizmi koji žive u međuprostorima između zrnaca pijeska (intersticijalna fauna ili mejofauna)

MEZOPSAMON (INTERSTICIJALNA FAUNA; MEJOFAUNA)

Ovi oblici najvećim dijelom spadaju u mikrobentos, ali su prisutni i veći organizmi:

- Kopači/rovači – organizmi koji razmiču čestice sedimenta prilikom kretanja
- Međuprostorni klizači – Organizmi koji klize između zrnaca sedimenta (često su končastog oblika)

MULJEVITO DNO:

Epipelobionti (epipelos) - Organizmi koji žive na mulju

Endopelobionti (endopelos) - Organizmi

Zakopavanje u pomičnom supstratu

- Mnogi se organizmi zakopavaju u sediment služeći se različitim mišićnim i skeletnim strukturama
- Drugi organizmi to rade pomoću **hidrostatskog skeleta**

Hidroskelet

Mnogi kolutičavci imaju u tijelu komorice koje mogu naizmjenice puniti i prazniti tekućinom što im omogućava kretanje ali i zakopavanje u sediment

Tiksotropija

Tiksotropija je pojava kada sediment koji je izložen određenom stalnom pritisku postaje manje otporan i prodiranje u sediment postaje lakše. To osobito vrijedi za fini sediment u kojem ima dosta vode koji izložen pritisku postaje s vremenom sve fluidniji

Organizmi mogu mijenjati veličinski sastav sedimenta

Organizmi koji ruju, kopaju, kreću se ili se hrane sedimentom mogu svojim aktivnostima promijenti raspored veličinskih kategorija čestica sedimenta

Vezanost organizama za podlogu:

I. Pričvršćeni (nepomični) oblici:

1. SESILNI OBLICI – Organizmi pričvršćeni za čvrstu (stjenovitu) podlogu

2. ZAKORIJEJENI (PIVOTANTNI) OBLICI – Pričvršćeni organizmi koji su svojstveni pomičnoj podlozi u koju su zakorijenjeni pomoću korjenolikih nastavaka

Nepokretan način života (sesilni + zakorijenjeni) je rezultirao sličnim morfološkim i drugim osobinama (konvergencijama) kod ovih organizama, koji su ponekad filogenetski vrlo udaljeni:

1. Valjkasti ili čaškasti oblik tijela (radijalna simetrija)
2. Tjelesni nastavci oko usnog otvora (lovke, tentakuli itd.) koji imaju osjetilnu ili prehrambenu funkciju
3. Cikličan raspored perifernih organa
4. Terminalni položaj usnog otvora
5. Premještanje analnog otvora prema vršnom (apikalnom) kraju (pored usnog otvora)
6. Nespolan način razmnožavanja
7. Redukcija tjelesnih organa (jednostavnost građe tijela)
8. Izlučivanje vanjskog zaštitnog skeleta

II. Nepričvršćeni, slabo pomični oblici:

1. SEDENTARNI OBLICI (SEDENTARIJE) – Organizmi koji nisu pričvršćeni za podlogu, ali im je kretanje ograničeno na male udaljenosti (npr. neki puževi, bodljikaši itd.) – **ležaći**

2. HEMISESILNI OBLICI – Organizmi koji ostaju neograničeno vrijeme na istom mjestu, ali se mogu premjestiti na drugo mjesto u svrhu bijega, razmnožavanja ili prehrane (npr. neki školjkaši i poliheti) – **cjevaši**

III. Oblici koji se aktivno kreću

1. VAGILNI (POKRETNI) OBLICI – Pokretni organizmi koji imaju veliku amplitudu kretanja (ribe, sisavci, glavonošci, rakovi itd.)

- Karakterizira ih **bilateralna simetrija** i razvijeni **organi za kretanje** (udovi, peraje)

- Uključuju različite skupine organizama:
 - Plivači – kreću se plivanjem
 - Hodači – kreću se hodaњem
 - Rovači – ruju po pomičnom supstratu
 - Bušači – buše u čvrstom supstratu

VI. PREHRANA MORSKIH ORGANIZAMA

TIPOVI PREHRANE MORSKIH ORGANIZAMA:

- Filtratori (filter-feeders; suspension-feeders)
- Deposit-feeders
- Herbivori (biljojedi)
- Predatori
- Strvinari

1. Filtratori (Suspension-feeders/Filter-feeders)

Organizmi koji se hrane česticama i organizmima u suspenziji na način da ih filtriraju (**filtratori**) ili hvataju (sakupljaju):

- Bakterije** – spužve, mahovnjaci
- Fitoplankton** – većina školjkaša, mnogi poliheti, planktonski rakovi
- Zooplankton** – koralji, stapčari, plaštenjaci
- Detritus** – lovkaši, neki trpovi i zmijače, neki puževi (npr. *Crepidula*), neki dekapodni raci (npr. *Porcellana longicornis* hvata čestice pomoću trećeg para *maksilipeda*)

Pasivni suspension-feeders – Izlažu organe za prehranu struji i pasivno čekaju (stapčari)

Aktivni suspension-feeders – Sami stvaraju struju koja dovodi čestice do usta (lovkaši, školjkaši sa sifonom, vitičari)

2. Deposit-feeders

Organizmi koji gutaju sediment i koriste organsku tvar i mikroorganizme za prehranu:

- U ovu kategoriju spadaju mnogi trpovi i poliheti, štrcaljci, žiroglavci, neki puževi i rakovi, iregularni ježinci – ovi organizmi ruju po sedimentu
- Neki su organizmi specijalizirani za gutanje površinskog filma: puževi (npr. *Turitella*, *Aporrhais*; amfipodi, poliheti, zvjezdani)
- Neki organizmi jedu detritus nataložen na površini sedimenta: zmijače, mnogi rakovi (izopodi, amfipodi, kozice), trpovi nerovači, neki iregularni ježinci, dekapodi “šetači” (npr. *Galathea*)

3. Herbivori (biljojedi)

Organizmi koji se hrane biljkama (mikroskopskim i makroskopskim algama, te morskim cvjetnicama)

-Brojni se organizmi hrane makrovegetacijom (makroskopskim algama i morskim cvjetnicama) (makrofitofagi): mnogi puževi (gološkržnjaci, stražnoškržnjaci); ježinci (*Arbacia*, *Paracentrotus*); neke bentoske ribe, neki poliheti

-Neki organizmi stružu filmove mikroalgi na različitim podlogama (stijena, makroskopske alge) (mikrofitofagi): mnogi puževi (npr. *Bittium*, *Rissoa*, *Gibbula*) – specijalizirani organ: trenica ili radula; mnogoljušturaši (npr. *Chiton*)

4. Predatori (karnivori)

Organizmi koji se hrane drugim životinjama

-U ovu kategoriju spadaju brojni organizmi: vlasulje, meduze, rebraši, vrpčari, valjčari, puževi (npr. *Conus*, *Fasciolaria*), koponošci, glavonošci, poliheti, rakovi, zvjezdače, zmijače, čeljustousti, neki ježinci, kralježnjaci

-Predatori su razvili brojne organe i prilagodbe za hvatanje i savladavanje plijena: vanjska probava, izbacivanje želuca, lučenje toksina (zvjezdače); rila (vrpčari, puževi); lovke (rebraši); žarnice (meduze i vlasulje); snžne čeljusti (čeljustousti, glavonošci, kralježnjaci); električni organi (neke ribe)

5. Strvinari (čistači)

Organizmi koji se hrane uginulim biljkama i životinjama ili njihovim ostacima

-U ovu kategoriju spadaju brojni organizmi: dekapodni raci (većina rakova samaca *Pagurida*); brojni puževi (osobito porodica *Nassidae* čiji predstavnici imaju vrlo dugačka rila za sisanje); neke zmijače itd.

VII. EKOLOŠKI FAKTORI U MORU (1. ABIOTIČKI FAKTORI)

- **Ekološki faktori** – sve komponente vanjskog okoliša koje djeluju na organizme
- **Životni okoliš** – zbir svih ekoloških faktora
- **Značajke ekoloških faktora:**
 - Dinamični i stalno promjenjivi u intezitetu, količini i načinu djelovanja
 - Nikada ne djeluju pojedinačno, već zajedno kao kompleks faktora
 - Mogu biti zamjenjivi i nezamjenjivi
 - Mogu djelovati izravno i posredno preko drugih faktora
 - Ako su neophodni za život organizma nazivaju se faktori opstanka

Ekološka valencija

Ekološka valencija je amplituda kolebanja jednog ekološkog faktora unutar koje je moguć opstanak vrste. Ekološka valencija nije kruta i nepromjenjiva vrijednost, već ona varira u ovisnosti o uvjetima pod kojima dani faktor djeluje.

Ekološka valencija je određena kardinalnim točkama

- **Kardinalne točke:**
 - **Optimum** – Intezitet ili količina danog faktora kod kojeg je njegovo djelovanje na organizam najpovoljnije
 - **Maksimum** – Najviši intezitet ili količina danog faktora kod kojeg je još moguć opstanak organizma
 - **Minimum** – Najniži intezitet ili količina danog faktora kod kojeg je još moguć opstanak organizma
 - Maksimum i minimum se zajednički nazivaju **pesimum**
- **Širina ekološke valencije:**
 - **Stenovalentni organizmi** (*steno* = usko) – imaju usku ekološku valenciju
 - **Eurivalentno organizmi** (*euri* = široko) – imaju široku ekološku valenciju
- **Položaj optimuma unutar ekološke valencije:**
 - **Polivalentni tip** – optimum je bliže maksimumu
 - **Mezivalentni tip** – optimum je po sredini između maksimuma i minimuma
 - **Oligovalentni tip** – optimum je bliže minimumu
- **Preferendum** – Uski raspon ekološkog faktora unutar kojeg je koncentriran najveći broj organizama
- **Ekološki spektar vrste** – Skup ekoloških valencija za sve ekološke faktore važne za opstanak vrste

Kompleks faktora i pravilo minimuma

- Životni okoliš predstavlja kompleks ekoloških faktora koji djeluju kao cjelina i na koje organizam odgovara u cjelini
- **Liebigovo pravilo minimuma** (Liebig, 1840) – Mogućnost opstanka i prosperiteta jedne vrste određeno je faktorom koji se nalazi najbliže minimumu, iako se svi ostali faktori mogu nalaziti u optimumu ili biti blizu njega
- **Opće pravilo djelovanja ekoloških faktora** (Thinemann, 1926) – Brojnost jedne vrste na jednom mjestu određena je onim faktorom koji se u odnosu na razvojni stadij s najužom ekološkom valencijom najviše udaljava po količini i intezitetu od optimuma (“Čvrstoću lanca određuje najslabija karika”)

PODJELA EKOLOŠKIH FAKTORA

1. **Abiotički (fizički, kemijski)** – temperatura, svjetlo, kisik, tlak, hranjive soli, valovi, morske struje, pH itd.
2. **Biotički (Biološki)** – interakcije između organizama (kompeticija, predacija, mutualizam itd.)
 1. **Ovisni o gustoći organizama** – hrana, predacija, kompeticija itd.

2. **Neovisni o gustoći organizama** – temperatura, valovi, salinitet itd.

1. **Uvjeti (stanja)** – Ne konzumiraju se (valovi, struje, temperatura, pH, salinitet itd.)

2. **Resursi** – Konzumiraju se (voda, hrana, energija, prostor, spolni partner itd.)

PRILAGODBE ORGANIZAMA NA UVJETE FIZIČKOG OKOLIŠA

Prilagodbe ili adaptacije

- **Prilagodbe ili adaptacije** su strukturne i funkcionalne modifikacije organizama koje idu u pravcu njihovog boljeg usklađivanja s okolišem

- Adaptacije se mogu razviti na dva načina:

- 1. **Evolucijske adaptacije** – svojstva vrsta koja se nasljeđuju, a rezultat su prirodne selekcije kroz dugi niz generacija
- 2. **Individualne adaptacije** – odgovor jedinke kroz ponašanje, fiziologiju ili razvitak

Morfološke konvergencije: Tipični vretenasti oblik tijela morskog psa postigli su i predstavnici ptica (pingvin), gmazova (izumrli ichtiosaur) i sisavaca (dupin) koji su se sekundarno vratili u morsko stanište

Adaptacije organizama uvijek su rezultat kompromisa

- Svaka adaptacija ima svoju cijenu!
- Nijedan organizam nema na raspolaganju neograničeno vrijeme, resurse ili energiju, pa što dodjeli jednoj funkciji mora se uzeti drugoj (**trade-off**):
 - Vrijeme potrošeno na oprez od predatora uzeto je na uštrb vremena hranjenja
 - Energija potrošena na proizvodnju gameta ne može biti upotrijebljena za rast

PRILAGODBE ORGANIZAMA NA UVJETE FIZIČKOG OKOLIŠA

- **Temperatura**
- **Salinitet**
- **Svjetlo**
- **Otopljeni plinovi**
- **Gibanja mora**

TEMPERATURA

Izmjena topline između organizama i okoliša

- Regulacija temperature tijela odvija se kroz ravnotežu između dobitka i gubitka topline
- Organizmi to mogu postići morfološkim prilagodbama, ponašanjem ili metaboličkom aktivnošću

Mehanizmi izmjene topline između organizama i okoliša

- **Radijacija (zračenje)** je apsorpcija (dobitak) ili emisija (gubitak) elektromagnetskog zračenja čiji izvori pored sunca mogu biti nebo, tlo, drugi organizmi i svi drugi predmeti u okolišu
- **Kondukcija (vodljivost)** je prijenos kinetičke energije topline između objekata ili supstanci koje su u fizičkom kontaktu (termička vodljivost ovisi o površini kontakta, udaljenosti i gradijentu topline; vakuum = 0; zrak = 0.0026; voda = 0.006; bakar = 4)
- **Konvekcija** je gibanje tekućina ili plinova iznad čvrstih predmeta (npr. hlađenje putem vjetra; grijanje fenom)

- **Evaporacija (isparavanje)** je samo gubitak topline (evaporacija 1 g vode s površine tijela uklanja 2.43 KJ topline na temperaturi od 30°C)

Načini regulacije tjelesne topline

- **Poikilotermi, ektotermi ili hladnokrvni organizmi**
 - Ne reguliraju tjelesnu temperaturu putem metaboličke aktivnosti
 - Temperatura tijela ovisi o temperaturi vanjskog okoliša
 - Putem morfoloških i anatomske prilagodbe, te putem ponašanja ovi organizmi manipuliraju s radijacijom, kondukcijom, konvekcijom i evaporacijom
 - U ove organizme spadaju sve biljke i sve životinje osim sisavaca i ptica
- **Homeotermi, endotermi ili toplokrvni organizmi**
 - Aktivno reguliraju tjelesnu temperaturu putem metaboličke aktivnosti
 - U ove organizme spadaju sisavci i ptice

DEFINICIJE:

Homeotermija - Održavanje konstantne temperature tijela, najčešće više od temperature okoliša ("toplokrvnost")

Poikilotermija - Nemogućnost reguliranja tjelesne temperature, prilagođavanje temperaturi okoliša ("hladnokrvnost")

Endotermija - Povećanje razine metabolizma kao odgovor na hlađenje tijela, a u svrhu održavanja homeotermije

Ektotermija - Upućenost na vanjske izvore topline (sunčevo zračenje, kondukcija) u svrhu povećanja tjelesne temperature

Heterotermija - Fakultativno smanjenje tjelesne temperature kod endoterma

Fakultativna endotermija - Povećanje temperature tijela kod ektoterma putem određenih fizioloških procesa

Podjela na ektotermne i endotermne nije apsolutna

- Ektotermi mogu održavati visoku temperaturu nekih dijelova tijela
- Tuna održava temperaturu i do 40°C u središtu svoje mišićne mase
- Sabljarka razvijaju posebne metaboličke grijače od mišićnog tkiva koji održavaju visoku temperaturu u njihovim mozgovima

S obzirom da i ektotermi mogu proizvoditi toplotu, zbog čega je endotermija tako rijetka pojava?

- Dio odgovora leži u problemu veličine tijela (ektotermi su u pravilu manjih dimenzija)
- Što je niži površina/volumen (krupnije životinje) omjer, to regulacija temperature može biti preciznija

UTJECAJ TEMPERATURE NA HORIZONTALNU (GEOGRAFSKU) I VERTIKALNU RASPODJELU MORSKIH ORGANIZAMA

Utjecaj temperature na horizontalnu raspodjelu morskih organizama

Nagnutost Zemljine osi i njena rotacija oko sunca definiraju količinu sunčevog zračenja koje dopire do Zemljine atmosfere na različitim geografskim širinama rezultat čega je raspodjela površinske temperature svjetskih mora, kao i njene sezonske oscilacije. Najveće godišnje varijacije temperature u morima prisutne su na srednjim geografskim širinama, dok su prema polovima i na ekvatoru minimalne.

- Temperatura odjeljuje **stenotermne** organizme jedne od drugih ("hladne", "tople" i "umjerene")
- Svi tipovi stenotermnih vrsta pomiješani su s **euritermnim (kozmpolitskim)** vrstama
- Općenito, raniji razvojni stadiji imaju uži raspon temperaturne tolerancije od kasnijih stadija

Geografska distribucija alga

•Tropska mora

- Obilato su zastupljene crvene alge, kao i neke skupine zelenih alga (npr. red Siphonales)
- Na koraljnim grebenima je vegetacija alga vrlo bujna. Ovdje neke skupine alga inkrustiraju vapnenac i tako aktivno sudjeluju u stvaranju grebena (npr. rodovi *Halimeda* i *Lithotamnion*, te porodica Dasycladaceae)
- Fenomen tropskih mora su plutajući sargasi (rod *Sargassum*) koji stavljaju ogromnu biomasu (oko 5 tona po kvadratnoj milji)

•Umjerena mora

- Umjereno topla mora (npr. Sredozemno more) - vegetacija alga se prvenstveno sastoji od crvenih alga i manjih smeđih alga
 - Još su prisutne neke tropske vrste
 - Glavna vegetacijska sezona u blizini površine je u proljeće, a u dubljim slojevima ljeti i zimi
- Umjereno hladna mora (npr. Sjeverno more) – dominiraju smeđe alge

•Hladna mora

- Ova su mora siromašna vrstama, dominiraju smeđe alge koje dostižu najveće dimenzije (alge kao što su laminarije po svojim dimenzijama nadilaze i najveće kopnene biljke i uz plutajuće sargase su najveće poznate alge)
- U ovim morima rastu “šume” kelpa – smeđih alga koje imaju veliku gospodarsku važnost (gnojiva, farmaceutska industrija)
- Što su mora hladnija to je udio smeđih alga veći u odnosu na ukupni broj, a pogotovo biomasu alga
- Feldmanov omjer: omjer između crvenih i smeđih alga (R/P omjer). Ovaj omjer iznosi oko 1.5 za Arktičko mora, 2 za Sjeverno more, 3 za Sredozemno more, te 4.6 za tropska mora

Utjecaj temperature na vertikalnu raspodjelu morskih organizama

- Budući da godišnja kolebanja temperature brzo opadaju s dubinom, temperatura utječe na vertikalni (batimetrijski) raspored vrsta
- Tropska (ekvatorijalna) submerzija** – pojava da stenotermne vrste hladnih voda pokazuju tendenciju spuštanja u dubinu na srednjim i niskim geografskim širinama (prate temperaturu koja im odgovara)
- Vertikalna selekcija vrsta osobito je izražena u području plime i oseke, budući da su kolebanja temperature puno veća u zraku nego u vodi

Lokalna odudaranja temperature od općih uvjeta određenih geografskom širinom i dubinom su česta (npr. lagune, fjordovi, podmorski vrući izvori, pojedini dijelovi staništa itd.)

Extremne temperature

- Morski organizmi u pravilu bolje podnose niže temperature, dok je na visokim temperaturama raspon letalne zone znatno uži
- Morski su organizmi razvili različite prilagodbe za preživljavanje u uvjetima ekstremnih temperatura:
 - Pokretni organizmi mogu migrirati u druga područja, ili se vertikalnim gibanjem u vodenom stupcu pozicionirati u području optimalne temperature.
 - Proizvodnja trajnih stadija pomoću kojih se preživljavaju nepovoljna razdoblja (npr. ciste kod mnogih planktonskih organizama)
 - Proizvodnja glicerola ili drugih supstanci koje djeluju kao antifriz i sprječavaju smrzavanje tjelesnih tekućina (prisutno kod mnogih organizama koji žive u hladnim polarnim vodama)

Organizmi su prilagođeni temperaturi okoliša u kojem žive

- Većina vrsta pokazuje maksimum svojih aktivnosti u vrlo uskom rasponu temperatura, rasponu koji upravo odgovara temperaturama u okolišu (arktičke ribe plivaju jednako brzo kao i tropske)
- Utjecaj temperature na aktivnost organizama počinje već na molekularnoj razini, gdje temperatura utječe na aktivnost enzima
 - Mjera katalitičke sposobnosti enzima je lakoća kojem se enzim veže za supstrat. Ona se izražava Michaelis-Mentonovom konstantom (K_m) koja predstavlja koncentraciju supstrata kod koje je brzina reakcija jednaka $\frac{1}{2}$ od maksimalne
 - Optimalno adaptirani enzimi su oni kojima se K_m nalazi unutar raspona koncentracija supstrata koje se uobičajeno nalaze u tkivima

• **Temperature utječe na brojne značajke kod morskih organizama:**

- **Razmnožavanje i razvitak**
- **Veličinu**
- **Brzinu metabolizma**
- **Ponašanje**

Utjecaj temperature na razmnožavanje morskih organizama

- Prisutnost različitih tipova sezonskog parenja
- Kritične temperature za procese sazrijevanja i oslobađanja spolnih produkata
- Tendencija ranijeg parenja kod vrsta koje žive u plićim područjima budući da se ova ranije zagrijavaju
- Jedinke iste vrste kasnije spolno sazrijevaju u hladnijim vodama:
- Haringa spolno sazrijeva dvije godine ranije u južnom dijelu svoga areala
- Jegulje u Italiji spolno sazrijevaju između 5. i 7. Godine, a u Danskoj

Utjecaj temperature na razvitak organizama

- Individualni razvitak hladnokrvnih organizama (organizama koji ne održavaju konstantnu tjelesnu temperaturu) se u pravilu odvija brže na višim temperaturama. Kako se tijekom razvitka organizam mijenja, djelovanje temperature na brzinu razvitka je različito za pojedine razvojne stadije. Pri tome razlikujemo nekoliko važnih temperaturnih parametara:
 - **Temperaturni prag razvitka** – najniža temperatura na kojoj se razvitak zaustavlja (u pravilu se ne poklapa s donjom letalnom temperaturom)
 - **Temperaturna konstanta** – izražava ukupnu sumu toplotne energije koja je neophodna za odvijanje razvitka određenog razvojnog stadija ili ukupnog razvitka jedinke, bez obzira na kojoj se temperaturi razvoj događa (pravilo “sume topline” ili “sume efektivnih temperatura”)

Krivulja koja opisuje trajanje razvitka u ovisnosti o temperaturi ima oblik hiperbole (njena recipročna vrijednost je pravac) i definirana je sljedećom jednačinom:

$$D(T - t_0) = C$$

D – ukupno trajanje razvitka

T – temperatura na kojoj se razvitak odvija

t_0 – temperaturni prag razvitka

C – termalna konstanta

Drugim riječima, produkt trajanja razvitka i efektivne temperature (višak temperature iznad praga razvitka; $T - t_0$) ima konstantnu vrijednost koja se naziva **termalna konstanta**

Ako je poznata temperatura praga razvitka (t_0), tada je moguće izračunati trajanje razvitka na različitim konstantnim temperaturama:

$$D = C/(T - t_0)$$

Ukoliko je poznato trajanje razvitka na dvjema različitim temperaturama, moguće je izračunati temperaturni prag razvitka kojega je inače vrlo teško empirijski utvrditi. Kada je na obje temperature termalna konstanta ista, onda vrijedi:

$$D(T - t_0) = D_1(T_1 - t_0)$$

pa je prema tome

$$t_0 = (TD - T_1D_1)/(D - D_1)$$

Termalna konstanta može imati vrlo veliki praktični značaj jer omogućava procjenu brzine razvitka jedinki u danim uvjetima temperature. Odnos godišnje sume srednjih dnevnih efektivnih temperatura u danom području naprema vrijednosti termalne konstante dane vrste predstavlja indeks koji pokazuje da li se vrsta može održati u tom području i koliki broj generacija može dati tijekom godine

Utjecaj temperature na rast i veličinu morskih organizama

- Veličina organizama može biti odraz brzine rasta i/ili trajanja rasta
- Rast organizama može se odvijati tijekom čitavog života, tijekom nezrelih stadija (npr. neki mekušci) ili tijekom aduktnog života.
- Često postoje izmjene razdoblja rasta tijela s razdobljima rasta gonada (npr. kod ježinca *Echinus esculentus* tijelo raste od siječnja do lipnja, a gonade od lipnja do kolovoza)
- Kod većine organizama postoji optimalna temperatura ispod i iznad koje brzina rasta opada
- Temperatura može na veličinu organizama djelovati i posredno preko količine hrane (npr. veća biomasa planktona u proljeće i jesen) ili preko aktivnosti hranjenja (npr. udarci cirija kod *Balanus balanoides* su pravilni i pravilno se povećavaju u rasponu od 2-21°C

Utjecaj temperature na brzinu metabolizma morskih organizama

- Respiracija, mjerena konzumacijom kisika, kod kopepoda *Calanus finmarchicus* eksponencijalno se povećava u rasponu temperature od 0 do 20°C
- Respiracija, mjerena konzumacijom kisika, kod dagnje *Mytilus edulis* povećava se u rasponu temperature od 0 do 20°C (na ovoj temperaturi dostiže maksimalnu vrijednost) i potom opada s daljnjim povišenjem temperature iznad 20°C

Utjecaj temperature na ponašanje morskih organizama

- Pacifička srdela se na temperaturama između 8 i 10°C drži u skupinama (plovama), dok se na temperaturama između 15 i 20°C plove raspršuju, a jedinke se povlače u veće dubine
- Ličinka kamenice provodi u planktonu:
 - 7 dana na temperaturi od 24-27°C
 - 13 dana na temperaturi od 23-24°C
 - 17 dana na temperaturi od 29°C
 - 21 dana na temperaturi manjoj od 20°C

SALINITET

Salinitet kao ekološki faktor

- Utjecaj saliniteta na morske organizme manifestira se kroz više aspekata:
 - Salinitet zajedno s temperaturom mora određuje gustoću morske vode što je važno za vertikalno miješanje vodenog stupca, kao i za lebdenje planktonskih organizama (specifična težina)
 - Salinitet daje morskoj vodi veliki osmotski potencijal na što su se organizmi morali prilagoditi
 - Salinitet je posljedica otopljenih soli u moru od kojih su mnoge važna hranjiva za primarne proizvođače

Specifična težina planktonskih organizama

- Specifična težina većine planktonskih organizama je vrlo slična specifičnoj težini vode (varira za $\pm 1\%$) što olakšava njihovo lebdjenje. Varijacije u gustoći morske vode rezultat su varijacija temperature i saliniteta
- Mnogi pelagički organizmi i njihove ličinke zadržavaju se u vodenom stupcu na mjestima iste gustoće (na promjene temperature i saliniteta reagiraju na način da mijenjaju svoj vertikalni položaj kako bi se zadržali u okolišu iste gustoće)

Gibanje vode u vodenim okolišima

- U vodenim okolišima voda se giba duž koncentracijskog gradijenta od otopina s većom koncentracijom vode ili nižom koncentracijom soli (**hipoosmotska**) prema otopinama s nižom koncentracijom vode ili višom koncentracijom soli (**hiperosmotska**)
- Ovo gibanje vode stvara osmotski tlak
- Što je veća osmotska razlika između organizma i okoliša, to je osmotski tlak veći

Kako morski organizmi rješavaju osmotske probleme

- Jednostanični organizmi su najčešće izotonični s morskom vodom čime su izbjegnuli osmotski problemi
- Većina višestaničnih organizama je razvila osmoregulacijske mehanizme:
- Vanjska zaštita od morske vode
- Zaštita na staničnoj membrani
- Ekskrecijski mehanizmi

Ravnoteža soli i vode idu zajedno

- Održavanje ionske ravnoteže između organizama i okoliša (osmoregulacija) protivno fizikalnim silama difuzije i osmoze traži ulaganje energije i vrlo često specijalizirane organe za izlučivanje ili zadržavanje soli
- Morske ribe (koštunjače) gube vodu kroz škrge. Gubitak vode nadoknađuju na način da stalno piju morsku vodu, ali time istovremeno unose velike količine soli u tijelo. Višak soli izbacuju kroz škrge (NaCl), te pomoću sustava za ekskreciju ($MgSO_4$)
- Za razliku od morskih riba koštunjača, hrskavičnjače (morski psi, raže) podižu koncentraciju soli u svojim tijelima nešto iznad koncentracija u moru. Zbog toga morska voda ulazi u njihova tijela kroz škrge. Višak vode izbacuje se kroz urin, a zajedno s njim i višak soli koje koncentriraju posebne žlijezde
- Za razliku od morskih koštunjača, slatkovodne ribe neprestano dobivaju vodu kroz škrge. Viška vode oslobađaju se ekskrecijom jako razrijeđenog urina. Da prilikom ekskrecije vode ne bi izgubile i sve soli iz tijela imaju posebne stanice u u škragama koje apsorbiraju ion klora.

Ekskrecija dušičnog otpada kod morskih životinja

Za razliku od kopnenih životinja koje dušik izbacuju iz tijela u obliku složenih proteinskih metabolita kao što su urea i urinska kiselina, morske životinje dušik izbacuju u obliku jednostavnog metaboličkog produkta amonijaka, koji je blago toksičan ali ga oni obilato razrjeđuju vodom

Život u ekstremno slanim staništima

Neka su staništa ekstremno slana (solane, supralitoralne lokvice, Mrtvo more – salinitet iznosi oko 230‰). Ipak neki su se organizmi prilagodili životu i u takvim staništima.

- Račić slaništar (*Artemia salina*) koji živi u solanama može preživjeti salinitet od 300‰. To postiže uz pomoć izuzetno efikasnog sustava za ekskreciju kojim velikom brzinom izlučuje soli koje mu se nagomilavaju u tijelu
- Kopepod (*Tigriopus californicus*) živi u supralitoralnim lokvicama u kojima salinitet dostiže ekstremno visoke vrijednosti. Kopepod preživljava na način da povećava osmotski potencijal vlastitih tjelesnih tekućina sintezom velikih količina aminokiselina

Kako morski organizmi podnose sniženi salinitet

- Plošnjak (*Gunda ulvae*) podnosi sniženi salinitet u potocima i rijekama u koje ulazi samo ako oni sadrže najmanje 5 mg kalcija po litri
- Rak *Carcinus maenas* pokazuje porast brzine metabolizma za 40% ukoliko se salinitet snizi s 30 na 5‰
- Rak *Carcinus maenas* pokazuje veću toleranciju na sniženi salinitet kod viših temperatura (većina estuarskih organizama u pravilu pokazuje smanjenje tolerancije na sniženi salinitet ukoliko je temperatura niža)
- Kod nekih se alga (npr. rodovi *Fucus* i *Ulva*) se stopa fotosinteze udvostručava smanjenjem saliniteta za 1/3

Salinitet kao ograničavajući factor u distribuciji Morskih organizama

- Ličinke i mlađe jedinke imaju manji raspon tolerancije na salinitet (npr. donja granica za preživljavanje jaja puža *Litorina littorea* je 20‰, što je daleko iznad donje granice za odrasle puževe)
- Kao i kod temperature vrlo je važno trajanje izloženosti određenim uvjetima saliniteta
- Česta je pojava subletalnih efekata (npr. puž *Neritina virginea* podnosi porast saliniteta ali u takvim uvjetima ispoljava patuljasti rast)

Značaj otopljenih anorganskih i organskih spojeva za morske organizme

- Hranjive soli su važne za primarnu proizvodnju u moru. Najveću važnost imaju soli dušika i fosfora koje predstavljaju ograničavajuće faktore za primarnu proizvodnju u moru
- Za pojedine organizme su važni i drugi elementi (npr. silicij, molibden i galij za dijatomeje; željezo i mangan za rast fitoplanktona; stroncij za radiolarije; bakar – važan kod ličinki kamenice u trenutku prihvatanja za podlogu)

Hranjive soli su neophodne za život organizama

N - Strukturna komponenta proteina i nukleinskih kiselina

P - Strukturna komponenta nukleinskih kiselina, fosfolipida i kostiju

S - Strukturna komponenta mnogih proteina

K - Glavni sastojak otopine u životinjskim stanicama

Ca - Strukturna komponenta kostiju i materijala između stanica drva kod biljaka; regulator stanične permeabilnosti

Mg - Strukturna komponenta klorofila; uključen u funkciju mnogih proteina

Fe - Strukturna komponenta hemoglobina i mnogih enzima

Na - Glavni sastojak u otopini koja čini ekstracelularnu tekućinu kod životinja

Morski organizmi mogu akumulirati određene elemente u vrlo visokim koncentracijama

- Morski organizmi mogu akumulirati određene elemente u koncentracijama koje su mnogo puta više u odnosu na njihove koncentracije u morskoj vodi
- Među takve elemente spadaju kalij, jod, nikal, molibden, cink, vanadij, titan, krom, stroncij, bakar, berilij, galij.

Značaj otopljenih organskih spojeva za morske organizme

- Otopljenu organsku tvar kao hranu mogu koristiti jedino bakterije
- Hormoni i vitamini mogu biti značajni za procese mrijesta, metamorfoze i rasta organizama (dodatkom vitamina B₁₂ povećava se brzina rasta mnogih jednostaničnih organizama)
- Biljni hormoni (auksini i heteroauksini) važni su za rast fitoplanktona
- Karotenoidi, steroli i vitamini imaju značajnu ulogu za rast dijatomeja

Značaj otopljenih organskih spojeva za morske organizme

- Sami organizmi izlučuju u okoliš različite organske tvari koje mogu imati pozitivan i negativan utjecaj na druge organizme u okolišu:

- Efekt kondicioniranja – izlučivanje različitih organskih ekstreta može stvoriti povoljne uvjete za pripadnike iste vrste (npr. zlatne ribice rastu bolje u vodi u kojoj su već prije boravile jedinke iste vrste)
- Proizvodnja toksičnih, inhibicijskih i antibiotskih tvari koje štetno djeluju na okolne organizme (neke dijatomeje i jednostanične zelene alge)
- “Red-tide” cvatnje – ekstremni slučaj lučenja toksičnih tvari koji mogu izazvati pomore riba i drugih organizama

Utjecaj organskih tvari na ponašanje organizama

Kemotaktična reakcija privlačenja spermija k jaju (bez toga se veliki broj organizama u moru ne bi mogao razmnožavati)

Kemotaksija je prisutna i kod pronalaženja hrane:

Drvotočac *Teredo* se hrani drvom. Može osjetiti vrlo male koncentracije lignina u moru i to na vrlo velike udaljenosti

Izbor dna za metamorfozu ličinki često ovisi o organskoj tvari ili prisustvu metabolita odraslih pripadnika iste vrste koji privlače ličinke da se spuste među njih i metamorfoziraju

SVJETLOST

Raspodjela solarne energije na Zemlji

Sunčeva radijacija je primarni izvor energije za ekosisteme

Intenzitet radijacije i njegove sezonske varijacije ovise o geografskoj širini (na nižim geografskim širinama su manje sezonske, a veće dnevne varijacije)

Sunčevo svjetlo se sastoji od spektra valnih dužina

Većina se UV zračenja apsorbira u atmosferi (ozon)

Infracrveno zračenje ima premalo energije

Za fotosintezu je najvažniji vidljivi dio spektra (400-700 nm)

Prodiranje svjetla u more

•Prodor svjetla u dubinu ovisi o:

•**Prozirnosti mora** – u obalnim vodama već do dubine od 25 m prodire svega 1% svjetla; u prozirnijim oceanskim vodama 1% svjetla dopire do dubine od 100 m

•**Valnoj dužini svjetla** – kraće valne dužine prodiru dublje; crveno svjetlo se apsorbira već u prvim metrima, dok najdublje prodire plavo svjetlo

Za fotosintezu su važne dvije značajke svjetla: intenzitet svjetla i valna dužina svjetla (energija svjetla):

Različiti pigmenti apsorbiraju različite valne dužine svjetla

Boja pigmenta komplementarna je boji valne dužine svjetla koju pigment apsorbira. Ta se pojava naziva **komplementarna kromatska adaptacija**

Biljke pomoću pigmenata koji su jaki apsorbenti svjetla apsorbiraju određene valne dužine, te vrše fotokemijsku konverziju energije svjetla u kemijsku energiju:

Karotenoidi (žuti pigmenti) – apsorbiraju plavo i zeleno, a reflektiraju žuto i narančasto

Klorofil (zeleni pigment) – apsorbira crveno i ljubičasto, a reflektira zeleno i plavo

Utjecaj svjetla na vidljivost u morskoj sredini

•**Eufotički sloj** – osjetilo vida je vrlo značajno za organizme koji pomoću vida love ili izbjegavaju predatora (dnevne vertikalne migracije zooplanktona kao način izbjegavanja predatora koji love vidom)

•**Veće dubine** – karakteristične su dvije pojave:

- Oči su zakržljale (zamjenjuju ih druga osjetila)
- Razvitak velikih očiju ("teleskopske oči") – mogu činiti 1/10 do 1/6 ukupne težine cijelog organizma

Bioluminiscencija

- Bioluminiscencija (svjetlucaње) je vrlo raširena pojava kod morskih organizama (nalazimo je gotovo u svim skupinama morskih organizama od praživotinja do kralježnjaka)
- Ova je pojava osobito izražena kod dubinskih organizama i u većim dubinama predstavlja jedino svjetlo
- Svrha bioluminiscencije je višestruka:
 - Raspoznavanje (pripadnika iste vrste, spolnih partnera)
 - Pronalaženje i privlačenje plijena
 - Zavaravanje predatora
- Bioluminiscencija se manifestira na više načina:
 - Svjetluca čitavo tijelo
 - Svjetlucaње je ograničeno na žljezdaste organe
 - Postoje posebni organi za svjetljenje ("svjetleći organi")
-
- Može biti kontinuirana ili što je češći slučaj isprekidana (proizvodi se na mahove)
- Može biti različitih boja (crvena, ljubičasta, zelena, plava, srebrnkasta itd.)
- Kod bioluminiscencije svjetlo je vrlo intenzivno (proizvedena toplina ne prelazi 1/5 ukupne energije). Šest račića vrste *Meganytiphares norvegica* (račići dužine 1.5 cm) u posudi od 2 litre proizvode dovoljno svjetla da je uz posudu moguće čitati novine

Bioluminiscencija po porijeklu može biti:

- **Iz posebnih žlijezda** (žlijezde sadrže kemijski spoj luciferin koji prilikom oksidacije oslobađa energiju u obliku svjetla)
- **Simbiotska** (vodi porijeklo od simbiotskih fotogenih bakterija)

Svjetlo kao faktor orijentacije morskih organizama

- **Fototropizam** – zauzimanje položaja tijela u odnosu na izvor svjetla (pojava česta kod sesilnih organizama)
- **Fotokineza** – kretanje pod utjecajem svjetla bez određenog smjera
- **Fototaksija** – kretanje u smjeru svjetla (pozitivna fototaksija) ili suprotno od svjetla (negativna fototaksija)
 - Vertikalne dnevne migracije planktona
 - Periodične migracije (dnevne i godišnje)
 - Ribolov pomoću svjetla ("na sviću")

Fotoperiodizam u morskom okolišu

- **Sezonske promjene** režima svjetla utječu na razmnožavanje, razvitak, rast i prehranu organizama
- **Dnevne promjene** svjetla (izmjena dana i noći)
 - **Ritmički tip aktivnosti** – dnevne, noćne, sumračne
 - **Aritmički tip aktivnosti**
 - **Monofazne životinje** – smjena aktivnosti i mirovanja jednom u 24 sata
 - **Polifazne životinje** – smjena aktivnosti i mirovanja više puta u 24 sata

Štetno djelovanje svjetla

- **Ultraljubičasto (UV) i ljubičasto svjetlo:**
 - Oštećenja na tkivima
 - Brza razgradnja vitamina
- **Mehanizmi obrane:**
 - Pokretni organizmi se mogu premjestiti u veće dubine
 - Neke se životinje zakopavaju u podlogu
 - Noćna aktivnost (neke vrste koralja pružaju svoje lovke samo tijekom noći)

- Prozirnost tijela (tijelo propušta sve valne dužine svjetla i nijednu ne apsorbira)
- Povećanje pigmentacije (gustoća pigmentnih stanica - kromatofora)

Obojenost tijela u svrhu zaštite

- Homokromija** – prilagođenost boji morskog dna
- Mogućnost promjene boje tijela (kromatofore)**
 - Melanofore – crni pigment
 - Ksantofore – žuti pigment
 - Eritrofore – crveni pigment

Sunčevo zračenje i isušivanje

Organizmi u zoni plime i oseke su izloženi jakim sunčevim zrakama

ZAGRIJAVANJE → EVAPORACIJA → ISUŠIVANJE
→ POVEĆANJE SALINITETA

OTOPLJENI PLINOVI

1. Kisik
2. Ugljični dioksid
3. Sumporovodik

KISIK

- Kisik je neophodan za život većine organizama na Zemlji
- Kisik može biti ograničavajući faktor u eutrofiziranim vodama, kao i u morskim sedimentima koji su, osim na samoj površini, vrlo često bez kisika (crna boja, miris sumporovodika)
- Biljke općenito mogu tolerirati veće nedostatke kisika u odnosu na životinje jer im je respiracija znatno manja
- Mnogi su morski organizmi prilagođeni životu u uvjetima snižene koncentracije kisika ili čak u uvjetima bez kisika

Eutrofikacija (obogaćivanje morskog okoliša hranjivima) ima za posljedicu pad koncentracije kisika u pridnenim slojevima što može uzrokovati pomor morskih organizama

Anoksija je potpuno odsustvo kisika

Hipoksija je smanjenje koncentracije kisika ispod fizioloških potreba organizama

Prilagodbe morskih organizama na život u uvjetima sniženih koncentracija kisika

Drvotočac (*Teredo nivalis*) može preživjeti duže razdoblje bez kisika. Kao izvor kisika koristi glikogen koji čini do 50% njegove suhe težine.

Neke vrste kopepoda mogu biti 24 sata bez kisika, a neke vrste Nematoda i do mjesec dana.

Mnogi školjkaši koji žive zakopani u anoksičnim sedimentima održavaju vezu s okolnim morem putem sifona i tulajica (npr. školjkaš *Syndosmya alba*)

Polihet *Arenicola marina* koji gradi u sedimentu cijevi U-oblika. Nedostatak kisika nadoknađuje na način da s površine dovlači mjehuriće zraka i njima prekriva škrge

Velika množina biljaka (npr. livade morskih cvjetnica ili slane močvare) stvaraju tijekom dana dosta kisika, ali ga tijekom noći jako i troše što može biti nepovoljno za životinje.

U livadama *Zostera* zasićenje kisikom u 15 sati može biti i do 260%, dok u 5 sati ujutro može pasti na nulu

U slanim močvarama zasićenje kisikom može danju iznositi od 180-200%, dok noću može pasti na 40-80%

Većina energetske transformacije u biološkim sustavima temelji se na kemiji ugljika i kisika

Tijekom fotosinteze biljke reduciraju atom ugljika iz CO₂ koji se ugrađuje u spojeve bogate energijom (ugljikohidrate)

Da bi se oslobodila energija pohranjena u kemijskim vezama u ugljikohidratima, ugljik je potrebno oksidirati natrag u CO₂

Redukcija kisika je termodinamički favorizirana (traži manje ulaganje energije nego redukcija ugljika)

Oksidacija ugljika oslobađa više energije nego što je redukcija kisika traži (zato je kisik tako dobar oksidans)

Opskrba kisikom može biti kritična kod životinja u vodenim okolišima

- Raspoloživost kisika u okolišu može ograničiti metaboličku aktivnost
- To se pogotovo odnosi na vodene okoliše zbog niske topljivosti i spore difuzije kisika
- Organizmi koriste različite metode opskrbe kisikom

Mehanizmi opskrbe kisikom

Difuzija – efikasna na male udaljenosti (do 1 mm)

Cirkulacijski sustav – otvoreni i zatvoreni krvotok

Respiratorni proteini (npr. hemoglobin)

Krvne stanice (npr. eritrociti)

Respiratorni pigmenti

- KRALJEŽNJACI – hemoglobin
- BESKRALJEŽNJACI
 - Srodni hemoglobinu (sadrže porfirin)
 - Eritrokrorin
 - Klorokrurorin
 - Pigmenti koji ne sadrže porfirin
 - Hemocijanin
 - Hemoeritrin

Oksiforična sposobnost

- Oksiforična sposobnost je sposobnost određene količine krvi da veže određenu količinu kisika
- Kod aktivnih životinja je ta vrijednost visoka (npr. kod skuše iznosi 16-19.5 ml kisika/100 ml krvi)
- Kod slabo pokretnih životinja je ta vrijednost znatno manja (npr. kod hlapa iznosi svega 1 ml kisika/100 ml krvi)

Kapacitet hemoglobina za vezivanjem kisika uravnotežuje raspoloživost i potrebe za kisikom

- Respiratorni pigmenti moraju lako vezati kisik na respiratornim površinama, zatim ga čvrsto držati, te ga lako osloboditi u tkivima
- Kompromis između funkcija vezivanja i oslobađanja kisika najbolje je izražen preko krivulje disocijacije kisika koja prikazuje količinu kisika vezanog za hemoglobin (izraženo kao % od maksimalno moguće) kao funkciju koncentracije kisika u krvnoj plazmi
- Postotak vezanog i nevezanog kisika dostiže ravnotežu koja je opisana jednačinom:
$$\text{Hb} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{HbO}_2$$
- Kako kisik difundira u krv ravnoteža se pomiče prema desno; kako tkiva troše kisik iz krvi tako se ravnoteža pomiče prema lijevo i kisik se oslobađa iz oksihemoglobinskog kompleksa

Prilagodbe organizama za opskrbu kisikom ovise o koncentraciji kisika u okolišu kao i o njihovim potrebama za kisikom

- Male životinje imaju velike potrebe za kisikom pa je kod njih krivulja disocijacije pomaknuta u desno
- Kod embrija sisavca je krivulja disocijacije pomaknuta u desno u odnosu na njihove majke
- Količina hemoglobina u krvi se može podesiti:
 - Aktivna riba poput skuše ima ukupni kapacitet vezivanja kisika 16% u odnosu na 5% kod neaktivnih slabo pokretnih organizama

- Nakon nekoliko tjedana provedenih na visini od 5000 m nosivi kapacitet kisika u krvi čovjeka se poveća s 21 vol% na 25 vol%, dok kod lokalnog stanovništva iznosi 30%
- Važne prilagodbe su također: veličina pluća, brzina i volumen udisaja, veličina srca, brzina i volumen protoka krvi, gustoća kapilara

Protustrujna cirkulacija kod riba omogućava bolju opskrbu kisikom

UGLJIČNI DIOKSID

- Ugljični dioksid je produkt respiracije biljaka i životinja
- Nephodan je za fotosintezu (rijetko je ograničavajući faktor za fotosintezu)
- Važan je raspoloživost CaCO_3 u moru (taloženje se bilje odvija kod visoke temperature, visokog saliniteta i niske koncentracije CO_2)
- TROPSKE VODE – CaCO_3 se lako taloži, što rezultira velikim udjelom organizama s ljušturama od vapnenca
- DUBOKE VODE – karakterizira ih niska temperatura, visoka koncentracija CO_2 i visoki tlak što ima za rezultat veliku topljivost CaCO_3 . Posljedica toga je redukcija skeletnih struktura kod dubinskih organizama

SUMPOROVODIK

- H_2S je toksičan za većinu organizama, pa su vode bogate sumporovodikom vrlo siromašne životom (osim bakterija gotovo da nema drugog života)
- Morski sediment je često anoksičan i sadrži H_2S (crni mulj)
 - Organizmi koji žive u takvom sedimentu održavaju kontakt s vodom iznad sedimenta, ili oblažu svoje cijevi mukusom koji sprječava difuziju sumporovodika iz mulja u cijevi

GIBANJA MORA

1. VALOVI – povremena gibanja mora

- Utjecaj valova osjeća se sve do ruba kontinentalnog šelfa (pomicanje sedimenata), ali najznačajniji utjecaj na organizme imaju u zoni plime i oseke
- Njihov se utjecaj na organizme manifestira na dva načina:
 - Izravan fizički utjecaj valova na organizme
 - Modifikacija vertikalne razdiobe stepenica
 - Pomicanje donje i gornje granice pojedine stepenice
 - Promjene širine stepenica (supralitoral, mediolitoral)

Snaga valova može biti razorna

- Primjeri snage valova zabilježeni u literaturi:
 - Val visine 3 m i dužine 30 m udara snagom od 8200 kg m^{-2}
 - Val visine 13 m i dužine 150 m udara snagom od 30 t m^{-2}
 - Kamen težak 75 t smješten 6 m iznad morske razine pomaknut je snagom valova za 22 m
 - Blok težak 20 t vertikalno je pomaknut 3.7 m
 - Kamen težak 61 kg bačen je 30 m daleko

Prilagodbe organizama

- Čvrsta građa vanjskih skeleta
- Spljoštenost ljuštura (plosnatije kućice priljepaka na izloženijim obalama)
- Mekana tijela koja se ne opiru valovima
 - Otpornost nekih alga na trganje:
 - *Fucus vesiculosus* – 45.5 kg cm^2
 - *Fucus serratus* – 40.8 kg cm^2
 - *Ascophyllum nodosum* – 37.6 kg cm^2

Negativni utjecaji valova

- Abrazivno djelovanje zrnaca pijeska na stijenama
- Kotrljanje šljunka i manjeg kamenja
- Oštećivanje i zatrpavanje organizama
- Skraćivanje vremena hranjenja
- Smanjenje prodora svjetla (difuzija na mjehurićima zraka)

Pozitivni utjecaji valova

- Bolja opskrba hranom filtratora
- Veća produktivnost izloženih obala (100-200%)
- Bolje otapanje i miješanje atmosferskih plinova
- Bolje vertikalno miješanje vodenog stupca (donos hranjiva, sprječavanje prezagrijavanja površinskog sloja)

Modifikacija vertikalne razdiobe stepenica

- Na izloženim obalama valovi čine zonu plime i oseke vlažnom do više razine, što dovodi do modifikacije vertikalne razdiobe stepenica

2. MORSKE STRUJE – stalna gibanja mora

- Morske struje su rezultat kombiniranog djelovanja vjetra, temperature i saliniteta
- Struje mogu biti:
 - Horizontalne i vertikalne
 - Površinske i dubinske (pridnene)
 - Plimne
 - Kompenzacijske

Utjecaj struja na morske organizme

- Iako poput valova i struje djeluju na gibanje čestica u moru, njihovi se utjecaji razlikuju:
 - Struje u pravilu ne utječu na prodor svjetla u more (osim ako podižu sediment)
 - Struje ne modificiraju zonaciju u području plime i oseke
 - Struje nemaju takvu snagu kojom bi mogle oštetiti organizme
- **Negativni utjecaji struja**
 - Pridnene struje mogu podizati sediment što za posljedicu može imati:
 - Abraziju stijena
 - Zatrpavanje organizama
 - Sprječavanje prihvatanja ličinki
- **Pozitivni utjecaji struja**
 - Strujanje je neophodno za život mnogih bentoskih organizama, osobito filtratora i osobito nepokretnih organizama:
 - Struje donose hranjive čestice
 - Kod organizama koji kopaju tunele u sedimentu struje donose kisik i hranjiva, a odnose ugljični dioksid i produkte ekskrecije
 - Struje igraju značajnu ulogu u rasprostranjenju planktonskih organizama i ličinaka
 - *Bipolarnost* nekih vrsta (prisutnost u vodama oko obaju polova) rezultat je dubinskih strujanja od sjeverne polutke prema južnoj
 - Struje su značajne za migracije riba
 - Haringa migrira od sjevera prema jugu prateći struje (*bočna pruga* – osjetilo kod riba za strujanje vode)

- Pomicanje tople atlantske vode prema sjeveru uzrokuje pomicanje bakalara na sjever (fenomen *transgresije*)

3. MORSKA DOBA – periodička gibanja mora

- S obzirom na djelovanje morskih doba, u području plime i oseke razlikujemo sljedeće razine mora:
 - Srednja razina plime velikih morskih doba (*Spring-tides*)
 - Srednja razina plime malih morskih doba (*Neap-tides*)
 - Srednja razina mora
 - Srednja razina oseke malih morskih doba
 - Srednja razina oseke velikih morskih doba

Utjecaj morskih doba na organizme

- Jedan od glavnih načina na koje morska doba djeluju na organizme u zoni plime i oseke je trajanje razdoblja uronjenosti/izronjenosti pojedine razine obale u ovoj zoni
- Time se kontrolira trajanje nepovoljnih (*insolacija* i *isušivanje*) i povoljnih razdoblja (*prehrana*)

Utjecaj morskih doba na organizme

•Prilagodbe organizama protiv isušivanja

- Izlučivanje sluzi koja sadrži dosta vlage tijekom perioda izronjenosti (mnoge alge; npr. *Fucus virsoides*)
- Stvaranje gustih nakupina organizama
- Posebno građene ljušture koje hermetički zatvaraju organizam (npr. dagnja *Mytillus*, puž *Patella*, rakovi vitičari *Balanus* itd.)
- Pokretne životinje se premještaju

• Plimne struje

- Uslijed izmjene morskih doba nastaju plimne struje koje periodički idu prema i od obale
- Ove su struje važne za organizme iz dva razloga:
 - Poput valova donose hranjiva filtratorima i algama
 - Važne su za rasprostranjenje organizama, jer ih raznose u dva pravca (osobito važno kod estuarskih organizama)

ODGOVORI ORGANIZAMA NA VARIJACIJE U OKOLIŠU

- Preživljavanje svake jedinke ovisi o njenoj sposobnosti da se nosi s promjenama u okolišu
- Svjesni smo nekih odgovora našeg tijela na promjene u okolišu (znojenje, drhtanje na hladnoći, tamnjenje kože ljeti itd.)
- Organizam odgovara na promjene u okolišu s ciljem da održi unutrašnje uvjete na optimalnoj razini za funkcioniranje
- Odgovori organizama na promjene u okolišu mogu se promatrati s aspekta cijene i koristi (costs and benefits)

Homeostazija

- Homeostazija je sposobnost jedinke da održava konstantne unutrašnje uvjete, usprkos variranju vanjskog okoliša
- Sve homeostazije pokazuju svojstva negativnog povratnog mehanizma (feedback) (Primjer: rad termostata):
- Elementi negativnog feedback mehanizma su:
 - 1. **Mehanizmi osjećanja unutrašnjih uvjeta u organizmu**

- **2. Mehanizmi uspoređivanja aktualnog internog stanja s željenim stanjem**
- **3. Mehanizam promjene internih uvjeta u pravcu željenih uvjeta**

Homeostazija traži utrošak energije

Postoje različite vrste odgovora na promjene uvjeta u okolišu

- **1. REGULACIJSKI ODGOVORI**
- **2. AKLIMATIZACIJSKI (PRILAGOĐIVAČKI) ODGOVORI**
- **3. RAZVOJNI ODGOVORI**

REGULACIJSKI ODGOVORI

- Reverzibilni su i događaju se najbrže
- Uključuju promjene u brzini fizioloških procesa (npr. metabolizma), te promjene ponašanja
- Regulacijski odgovori ne zahtijevaju morfološke i biokemijske modifikacije

Malo je organizama koji su savršeni regulatori ili prilagođivači za sve faktore

- Žabe se prilagođavaju vanjskoj temperaturi, ali reguliraju koncentraciju soli u krvi
- Čak su i endotermi jednim dijelom temperaturni prilagođivači (nos i uši zimi)
- Organizmi katkada reguliraju unutrašnji okoliš unutar umjerenog raspona vanjskih uvjeta, dok se prilagođavaju kod ekstremnih uvjeta
- *Artemia salina* (račić koji živi u solanama) održava koncentraciju soli u tijelu ispod 3% čak i u otopini s koncentracijom soli od 30%

PRILAGOĐIVAČKI (AKLIMATIZACIJSKI) ODGOVORI

- Također reverzibilni, ali nešto sporiji od regulacijskih odgovora
- Ove se promjene mogu promatrati kao pomaci u rasponima regulacijskih odgovora
- Ovi odgovori uključuju morfološke i biokemijske modifikacije

RAZVOJNI ODGOVORI

- Najsporiji su i u pravilu ireverzibilni
- Događaju se kada su promjene u okolišu spore pa jedinke mogu mijenjati svoj razvoj u svrhu proizvodnje najprikladnijeg oblika
- Organizam ne može razvojnim odgovorom reagirati na kratkoročne promjene u okolišu
- Razvojni odgovori su značajni kod organizama koji imaju nekoliko generacija godišnje

Ekstremni odgovori organizama na nepovoljne uvjete

- Kada se ni sa jednim tipom odgovora na promjene u okolišu ne mogu savladati nepovoljni uvjeti, organizmi posežu za ekstremnim odgovorima:

- **1. MIGRACIJE**
- **2. SKLADIŠTENJE HRANE (ENERGIJE)**
- **3. FIZIOLOŠKO MIROVANJE**

VIII. EKOLOŠKI FAKTORI U MORU (2. BIOLOŠKI FAKTORI)

Biološki faktori uključuju interakcije između organizama i prilagodbe koje su rezultat tih interakcija

- Interakcije između organizama su najčešće povezane s prehranom, potrebama za životnim prostorom i razmnožavanjem.
- Interakcije mogu biti:
 - Intraspecijske i interspecijske
 - Pozitivne, negativne i neutralne
 - Obavezne (obligatne) i neobavezne (fakultativne)

Interakcije između organizama:

Kompeticija - Odnos negativan za oba organizma u kojem oni aktivno djeluju jedan na drugoga kroz takmičenje za zadovoljavanje životnih potreba (hrana, prostor)

Mutualizam - Odnos negativan za oba organizma u kojem oni aktivno djeluju jedan na drugoga kroz takmičenje za zadovoljavanje životnih potreba (hrana, prostor)

Komenzalizam - Odnos negativan za oba organizma u kojem oni aktivno djeluju jedan na drugoga kroz takmičenje za zadovoljavanje životnih potreba (hrana, prostor)

Amenzalizam - Jednostran odnos negativan za jedan, a neutralan za drugi organizam

Predacija - Uzajaman odnos pozitivan za predatora (grabežljivca), a negativan za plijen. Predator trenutačno ubija svoj plijen

Parazitizam - Uzajaman odnos pozitivan za parazita, a negativan za domaćina. Parazit domaćina ne ubija nikada ili bar ne trenutačno. Odnos može biti obligatan ili fakultativan

TAKMIČENJE - KOMPETICIJA

Definicija kompeticije

- Kompeticija je svako korištenje ili obrana resursa od strane jedne jedinke koje ima za rezultat smanjenje raspoložive količine resursa za druge organizme
- Kada dva ili više konzumenta koriste isti resurs, čija je količina uvjetovana stopom konzumacije, a količina resursa utječe na stope rasta i umiranja konzumenata, tada se može kazati da su oni u kompeticiji

Definicija resursa

- Resurs je svaka supstanca, objekt ili faktor koji je organizmima potreban za njihov razvitak, rast i reprodukciju.
- Korištenjem resursa od strane organizama, njihova se količina u okolišu smanjuje.
- Dva najvažnija tipa resursa su hrana (obnovljivi resurs) i prostor (neobnovljivi resurs)

U kompeticiji mogu biti jedinke iste ili različitih vrsta

- **Intraspecijska kompeticija**
 - Kompeticija između jedinki iste vrste
 - Intraspecijska kompeticija vodi k stabilnoj regulaciji veličine populacije (stope rasta i umiranja su ovisne o gustoći populacije)
- **Interspecijska kompeticija**
 - Kompeticija između jedinki koje pripadaju različitim vrstama
 - Interspecijska kompeticija može imati za rezultat nestanak jedne od populacija

Princip kompeticijskog isključenja

Dvije ili više vrsta ne mogu koegzistirati na istom ograničavajućem resursu (resursu čija je količina manja od potreba organizama)

Kada dvije vrste koegzistiraju u određenom staništu to znači da koriste različite resurse ili iste resurse koriste na različiti način (zauzimaju različite ekološke niše)

Kompeticija u prirodnim uvjetima

- Da li se kompeticija događa u prirodi? Ako se događa koliki je njen značaj?
- Kompeticija nema tako očite efekte kao što to na primjer ima predacija. Nijedna vrsta, niti jedinka, ne mora biti eliminirana zbog kompeticije. Kompeticija je daleko finiji i istančaniji odnos koji nije lako uočiti. Kako onda prepoznati kompeticiju u prirodnim uvjetima?

Metode za dokazivanje kompeticije u prirodnim uvjetima

- **Eliminacija vrsta nakon uvođenja kompetitora:**
 - Najbliža prirodna analogija laboratorijskom eksperimentu je slučajno ili namjerno unošenje vrsta od strane čovjeka. Brojni su takvi primjeri potvrdili činjenicu da uvođenje novih vrsta može eliminirati druge vrste
- **Uklanjanje ili dodavanje vrsta omogućava eksperimentalnu demonstraciju kompeticije u prirodnim okolišima:**
 - Uklanjanje i dodavanje vrsta je značajan alat u studijama kompeticije. Ova se metoda temelji na razlikama u rastu dane populacije u prisustvu i u odsutnosti kompetitorske vrste

Asimetrija u kompeticiji odražava asimetriju u ekologiji

- Gotovo je uvijek slučaj da je superiorniji kompetitor jače ograničen abiotičkim faktorima u okolišu (primjer rakova vitičara *Chthamalus* i *Balanus*) ili predatorima

Kako se događa kompeticija? – Mehanizmi kompeticije

- **Konzumacijska (potrošačka) kompeticija** – temelji se na zajedničkom korištenju nekog obnovljivog resursa
- **Kompeticija zaposijedanja (zauzimanja)** – temelji se na zauzimanju otvorenog prostora
- **Kompeticija prerastanja** – događa se kada jedna vrsta raste iznad ili preko druge te joj na taj način oduzima svjetlo, hranjiva ili neki drugi resurs
- **Kemijska kompeticija** – događa se preko proizvodnje toksina koji mogu djelovati i izdaleka (bez direktnog kontakta) nakon što difundiraju u okoliš
- **Teritorijalna kompeticija** – odvija se kroz obranu teritorija ili prostora
- **Kompeticija zbog susreta (sukoba)** – uključuje prolaznu interakciju koja može rezultirati fizičkim ozljedama, gubitkom vremena i energije, te krađom hrane

ISKORIŠTAVANJE

Predatori

- Većina predatora lovi plijen koji je nešto manji od njih ali je dovoljno velik da je vrijedan lovljenja
- Neki predatori konzumiraju ogromne količine sitnog ali vrlo brojnog plijena (kit-kril; filter-feedersi)
- Neki predatori love u skupini, pa mogu savladati i znatno krupniji plijen od sebe
- Predatori su razvili brojne prilagodbe za pronalaženje i savladavanje plijena

“Teorija optimalne prehrane”

Predatori mogu biti suočeni s različitim tipovima izbora:

- a) Izbor između staništa
 - b) Dilema između obilja hrane i rizika od predacije
 - c) Izbor vremena zadržavanja u danom staništu
 - d) Dilema između obilja hrane i broja kompetitora
 - e) Optimalna prehrana – uključiti ili ne uključiti dani plijen u prehranu
- Predator bi se trebao ponašati na način da ostvari najveću moguću korist (pojede što više hrane) uz plaćanje najmanje moguće cijene (utrošak vremena i energije)

- Ekološka teorija koja se bavi analizom cijene i koristi prilikom izbora plijena od strane predatora naziva se “**teorija optimalne prehrane**”

Optimalno vrijeme provedeno u nekom staništu

- Pacifička zvjezdača *Hippasteria spinosa* se specijalizirala na prehranu s organizmom iz skupine koralja *Ptilosarcus gurneyi* koji živi u skupinama koje neujednačeno prekrivaju različito velike dijelove staništa. Ukoliko zvjezdača provede puno vremena u jednom dijelu staništa broj koralja se zbog predacije smanjuje pa zvjezdača ulaže sve više energije i vremena za sve manju dobit
- Zvjezdača se ponaša prema “Teoriji optimalne prehrane”
 - Vrijeme boravka predatora u staništu opada kako vrijeme putovanja do sljedećeg povoljnog staništa opada (kada je novo povoljno stanište blizu tada se isplati brzo napustiti postojeće stanište čim kvaliteta prehrane malo opadne)
 - Vrijeme boravka predatora u staništu opada s porastom stope iscrpljivanja plijena (s porastom efikasnosti predacije)
 - Vrijeme boravka predatora u staništu nije ovisno o ukupnoj količini plijena

Optimalna veličina plijena

- Primjera prehrane kod ribe sunčanice pokazuju da porast gustoće plijena vodi k njihovoj većoj specijalizaciji u prehrani, upravo kako to predviđa teorija optimalne prehrane. Kada je ukupna količina plijena gušća sunčanica propušta manji plijen i specijalizira se na hvatanje većeg plijena.
- Rak *Carcinus maennas* hrani se dagnjama. Male dagnje je lako otvoriti ali imaju malu količinu mesa. Velike dagnje sadrže puno mesa, ali treba uložiti puno energije na njihovo otvaranje. Rak preferira dagnje srednje veličine i one mu zaista i donose najveći energetske profit po jedinici uloženog vremena

“Idealna slobodna raspodjela” (Fretwell, 1972)

- Model koji prognozira rješenje dileme između obilja hrane i broja kompetitora naziva se model “Idealne slobodne raspodjele” (Fretwell, 1972)
- Ukoliko organizmi mogu birati između bogatog i siromašnog staništa, prvi će kolonizatori odabirati bogato stanište, koje će dolaskom sve većeg broja kompetitora postajati sve manje profitabilno. U jednom će trenutku novim kolonizatorima biti isplativije naseliti siromašno stanište, jer je tamo kompeticija manja pa je dobitak po jedinki veći nego u bogatijem staništu
- Drugim riječima, kompetitori podešavaju svoju raspodjelu u odnosu na kvalitetu staništa na način da svaka jedinka ostvari maksimalni mogući dobitak

PRILAGODBE PLIJENA

- Organizmi koji su ekstremno mali u odnosu na predatora pokazuju vrlo malo prilagodbi za njegovo izbjegavanje
- S druge strane, veći se plijen može **sakriti, pobjeći ili boriti**
- Uspješan bijeg ovisi o ranom opažanju predatora, okretnosti i brzini
- Mnoge životinje nisu jestive jer sadrže otrovne spojeve
- Sesilne životinje se štite pomoću bodlji i oklopa (ježinac, puževi, školjkaši itd.)

Kriptičnost ili neupadljivost (zaštitna obojenost) kao način izbjegavanja predatora

Upozoravajuća obojenost je prilagodba suprotna kriptičnosti

Životinje koje su nejestive ili otrovne na to upozoravaju jarkim upadljivim bojama (česte su svena, narančasta i žuta u kombinaciji s crnom)

Mimikrija

Nejestive životinje s upozoravajućom obojenošću često služe kao model za razvitak sličnog izgleda kod vrsta koje ih oponašaju izgledom, a koje nisu otrovne ili neukusne. Ta se pojava naziva Batesova mimikrija (po engleskom prirodoslovcu koji je ovu pojavu otkrio istražujući kukce u području Amazone)

Autotomija

Odbacivanje dijelova tijela

Odbacivanje krakova kod zvjezdača i zmijača ili utrobe kod trpa način je spašavanja od predatora

Autotomija je uvijek povezana s velikom sposobnošću regeneracije

PARAZITIZAM

Većinu parazita karakterizira specifičnost domaćina i složeni životni ciklus

- Paraziti su obično znatno manji od svog domaćina
- Žive ili na površini domaćina (**ektoparaziti**), ili u unutrašnjosti njegovog tijela (**endoparaziti**)
- Paraziti pokazuju karakteristične prilagodbe na svoj način života:
 - Ulažu mali napor u održavanju svog unutrašnjeg okoliša
 - Moraju se rasprostranjivati između domaćina što mnogi postižu kroz vrlo komplicirane životne cikluse (tijekom tih ciklusa se jedan ili više stadija može odvijati i izvan tijela u vanjskom okolišu)
- Neki su paraziti vrlo specifični u pogledu domaćina
- Većina parazit-domaćin sustava razvija finu ravnotežu (parazit rijetko šteti zdravlju svog domaćina)
- Paraziti su morali razviti mehanizme kako da nadmudre imunološki sustav domaćina

SURADNJA (MUTUALIZAM)

- Mutualizam je obostrano koristan odnos između dviju jedinki ili vrsta
- Neke jedinke mogu živjeti i bez njihovih mutualističkih partnera pa se taj odnos naziva **fakultativni mutualizam**
- Druge su jedinke toliko ovisne o mutualističkom odnosu da izvan njega ne mogu živjeti. Takav se odnos naziva **obligatni mutualizam**
- Mutualistički odnosi su privlačili manju pažnju ekologa od kompeticije i eksploatacije na temelju čega bi se mogao izvesti pogrešan zaključak da su mutualističke interakcije u prirodi rijetke. Naprotiv, mutualizam je sveprisutna pojava u prirodi

Sveprisutnost mutualizma

- Gotovo da nema nijednog organizma na Zemlji koji nije u mutualističkom odnosu s barem jednim drugim organizmom
- Bez mutualističkih interakcija mnoge se biljke ne bi mogle oprašivati, niti bi se njihovo sjemenje moglo rasprostranjivati; mnoge biljke ne bi mogle doći do potrebnog dušika; mnogi organizmi ne bi mogli probaviti mnoge sastojke hrane; ne bi postojali lišaji niti koraljni grebeni itd.
- Biomasa bakterija koje žive u tijelu svih ljudi na Zemlji iznosi 0.012 Gtona ugljika ($1 \text{ Gtona} = 10^{15} \text{ g}$) i veća je od biomase svih kitova koji žive na Zemlji. Većina interakcija između ljudi i tih bakterija je mutualistička
- Višestanični organizmi na Zemlji su vjerojatno nastali kao rezultat mutualističkih odnosa između jednostavnijih organizama

Mutualizam i Simbioza

Simbioza je vrlo prisna (često obligatna) asocijacija dviju vrsta koja može imati različite učinke na njih.

Simbioza uključuje **mutualizam** (obostrano koristan odnos); **parazitizam** (odnos pozitivan za parazita a negativan za domaćina); te **komenzalizam** (odnos pozitivan za komenzala a neutralan za domaćina)

Tipovi mutualizma

Najveći broj vrlo raznolikih mutualističkih interakcija se može svrstati u jedan od tri osnovna tipa mutualizma:

1. Trofički mutualizam – podrazumijeva specijalizaciju partnera za uzajamnu pomoć u dobivanju energije i hranjiva

2. Obrambeni mutualizam – uključuje vrste koje od svojih partnera dobivaju hranu ili zaklon, a zauzvrat ih brane od herbivora, parazita ili predatora

3. Rasprostranjivački mutualizam – u pravilu uključuje životinje koje prenose polen od cvijeta do cvijeta za što su nagrađeni nektarom, ili rasprostranjuju sjemenke konzumirajući plodove kao nagradu

Trofički mutualizam

- U vodenim su okolišima vrlo česte mutualističke simbioze između jednostaničnih alga i životinja kao što su koralji, meduze, vlasulje, spužve i mnogi mekušci. U morskim se okolišima najčešće radi o jednostaničnim flagelatima iz roda *Symbiodinium*, a u slatkovodnim okolišima o jednostaničnoj zelenoj algi iz roda *Chlorella*
- Jedan od najpoznatijih mutualističkih odnosa u moru je između koralja i jednostaničnih alga zooxanthella. Ovaj odnos je analogan odnosu između biljaka i mikoriznih gljivica. Alge žive u tkivu koralja (dostižu gustoću od 1 milijun/cm²) i od svog domaćina dobivaju hranjiva. Zauzvrat, koralji dobivaju organsku tvar koju alge proizvode kroz proces fotosinteze
- Mutualistički odnos između bakterija i crva cjevaša (bradnjaka) u područjima dubokomorskih izvora vruće vode
- Mutualistički odnos između morskih životinja i bioluminiscentnih bakterija

Obrambeni mutualizam

- Mutualistički odnos između rakova i žarnjaka (vlasulja, koralja, moruzgve); tropskih riba i vlasulja
- Odnos domaćina i čistača

KOEVOLUCIJA

Koevolucija smješta interakcije između populacija u evolucijski kontekst

- Kada su dvije populacije ili vrste u interakciji, tada će evolucija svake od njih dijelom biti odgovor na utjecaj druge populacije/vrste. Takav recipročni evolucijski odgovor populacija ili vrsta koje su u interakciji naziva se **koevolucija**
- **Koevolucija** je evolucija značajki kod dvije ili više vrsta kada su te značajke selekcionirane kroz uzajamne interakcije tih vrsta
- **Koevolucija** je proces kojim jedinke dviju ili više vrsta recipročno pridonose selekciji njihovih značajki
- **Koevolucijom** mogu rezultirati kako antagonističke (predacija, parazitizam, kompeticija), tako i mutualističke interakcije

KOMENZALIZAM

- U moru je ovaj odnos najčešće vezan za kretanje, kada se neki manje pokretan organizam prihvaća za dobro pokretne organizme (npr. rakovi vitičari koji žive pričvršćeni za kožu kitova i morskih pasa; riba priljepuša; skušac pratibrod “fanfan”)

AMENZALIZAM

- Najčešće se radi o proizvodnji izlučevina (metabolita) koji djeluju negativno na drugi organizam (spriječavaju njegov razvitak ili ga ubijaju)
- **Antibioza (alelopatija)** – izlučivanje različitih antibiotskih i inhibicijskih supstanci kod mikroorganizama (npr. toksini alga, cijanobakterija)

IX. PROTOK ENERGIJE I KRUŽENJE TVARI U MORU

1. Trofičke razine u ekosistemu
2. Proizvodnja i protok energije kroz ekosistem
3. Kruženje tvari kroz ekosistem
4. Regeneracija hranjiva u ekosistemu

TROFIČKE RAZINE U EKOSISTEMU

Temeljni procesi u ekosistemu: asimilacija, fotosinteza, konzumacija (potrošnja), razgradnja, transformacija (preoblikovanje)

Trofičke razine u ekosistemu:

- Producenti (proizvođači)
- Konzumenti (potrošači)
- Konzumenti u užem smislu (herbivori – biljojedi; karnivori – mesojedi; omnivori – svejedi)
- Destruenti (razgrađivači)
- Transformatori (preoblikovatelji)

Trofički (hranidbeni) status organizama:

- Autotrofni organizmi – sami proizvode organsku tvar; anorganski izvor ugljika (CO₂)
 - Fotoautotrofi – koriste energiju sunca
 - Kemoautotrofi – energiju dobivaju oksidacijom anorganskih supstrata
- Heterotrofni organizmi – uzimaju gotovu organsku tvar (organski izvor ugljika); energiju dobivaju oksidacijom organskih spojeva
 - Osmotrofi – koriste organsku tvar u otopljenom obliku (bakterije)
 - Fagotrofi – koriste organsku tvar u čestičnom (partikuliranom) obliku (sve životinje)
- Mikotrofni organizmi – organizmi koji vrše fotosintezu, ali ovisno o prilikama u okolišu mogu preći na heterotrofni način prehrane (mnogi protisti)

Produktivnost ekosistema

- Primarni produktivitet – produktivitet na razini proizvođača (autotrofna proizvodnja)
- Sekundarni produktivitet – produktivitet na razini potrošača (heterotrofna proizvodnja)

Primarna proizvodnja: Fotosinteza

- Fotosinteza je proces pomoću kojega biljke hvataju energiju sunca i transformiraju je u energiju kemijskih veza u ugljikohidratima:



- Fotosinteza transformira atom ugljika iz oksidiranog stanja (CO₂) u reducirano (ugljikohidrat). Za taj je proces potrebna energija koju biljka dobiva od sunca.
- Za svaki gram asimiliranog ugljika biljka pohranjuje 39 kJ energije.
- Zbog neefikasnosti fotosinteze od ukupne energije koju apsorbiraju fotosintetski pigmenti, u molekule ugljikohidrata se ugradi najviše 34%, a često i znatno manje
- Ukupna fiksacija energije na Zemlji kroz primarnu proizvodnju iznosi oko 10¹⁷ kcal godišnje

BRUTO PRIMARNA PROIZVODNJA = NETO PRIMARNA PROIZVODNJA (rast i razmnožavanje) + RESPIRACIJA (biosinteza i održavanje tkiva)

Fotosintetski aktivno zračenje (PAR) – od ukupnog sunčevog spektra na morskoj razini 53% otpada na infracrveno zračenje, 2% na UV zračenja, a 45% na fotosintetski aktivno zračenje (upotrebljivo biljkama za fotosintezu)

Metode mjerenja primarne proizvodnje

Metode za mjerenje biljne proizvodnje variraju ovisno o staništu i formi rasta:

- Kalorimetrija
- Porast biljne biomase (berba, žetva)
- Potrošnja CO₂
- Proizvodnja kisika
- Radioaktivno obilježavanje (¹⁴C)
- Koncentracija klorofila (korištenje satelita)

Faktori o kojima ovisi fotosinteza

- Stopa fotosinteze ovisi o nizu ekoloških faktora od kojih su najvažniji: svjetlo, temperatura, CO₂, voda i hranjive soli
- Faktori koji ograničavaju proizvodnju su različiti u kopnenim i vodenim staništima
 - Primarna proizvodnja na kopnu općenito je ograničena **temperaturom i vlažnošću**
 - Primarna proizvodnja u vodenim staništima općenito je ograničena **hranjivima**

Ovisnost stope fotosinteze o svjetlu

- Stopa fotosinteze varira u direktnoj proporciji s intenzitetom svjetla do neke kritične razine (obično niže od ¼ punog sunčevog svjetla)
- Daljnje povećanje intenziteta svjetla rezultira usporavanjem rasta stope fotosinteze, njenom stagnacijom ili čak opadanjem (štetno djelovanje)

Odgovor fotosinteze na intenzitet svjetla ima dvije referentne točke:

- **Točka kompenzacije** (fotosinteza = respiracija)
- **Točka zasićenja** (daljnje povećanje intenziteta svjetla nije popraćeno povećanjem fotosinteze)

Efikasnost fotosinteze

- Efikasnost fotosinteze** je postotak od energije sunčevog svjetla koje padne na listove biljaka koji se pretvori u neto proizvodnju
- Efikasnost fotosinteze iznosi maksimalno **1-2%** (u uvjetima kada voda i hranjiva nisu ograničavajući), dok je prosječna efikasnost znatno manja:
 - ŠUMSKE ZAJEDNICE 0.91 %
 - MORSKE PLANKTONSKE ZAJEDNICE 0.066 %
 - PROSJEČNA EFIKASNOST NA ZEMLJI 0.27 %
- Od preostalih 98-99% energije se najveći dio reflektira (25-75%), a preostali dio apsorbiraju molekule koje nisu pigmenti i on se pretvara u toplinu (zrači se u okoliš ili se rasipa kroz proces evaporacije)

Primarna proizvodnja je u vodenim staništima ograničena na eufotički sloj

- Primarna proizvodnja se u moru događa u relativno tankom površinskom sloju u kojem ima dovoljno svjetla (najviše do 200 m dubine)
- U priobalnim područjima točka kompenzacije može biti na znatno manjoj dubini (ispod 20 m)

Primarna proizvodnja je u vodenim staništima općenito određena raspoloživošću hranjivih soli

- Pozitivan odnos između količine hranjivih soli i primarne proizvodnje u vodenim staništima jedan je od najbolje dokumentiranih obrazaca u biosferi
- Najčešće, u slatkovodnim ekosistemima primarnu proizvodnju ograničava fosfor, a u morskim ekosistemima dušik

- Preko 20% otvorenih oceana ima dovoljne koncentracije dušika i fosfora, ali je gustoća fitoplanktona unatoč tome vrlo niska (**HNLC područja: high-nutrient low-chlorophyll**). U ovim je područjima proizvodnja ograničena drugim hranjivima kao što je silicij ili željezo
- Koncentracija hranjiva i debljina eufotičkog sloja su u pravilu obrnuto proporcionalni

Usporedba primarne proizvodnje u različitim kopnenim i vodenim ekosistemima

- Proizvodnja otvorenih oceana je usporediva s pustinjama na kopnu i iznosi 1/10 ili manje u odnosu na primarnu proizvodnju šuma umjerenih područja (plava boja oceana je boja siromaštva)
- Najproduktivnija morska staništa su estuarska područja, slane močvare i područja upwellinga, gdje j proizvodnja usporediva s najproduktivnijim kopnenim staništima (npr. tropske kišne šume)
- Primarna proizvodnja u slatkim vodama usporediva je s morskim staništima, a najveća je u rijekama, plitkim jezerima i barama, a najmanja u čistim potocima i dubokim jezerima

Sekundarna proizvodnja – Proizvodnja konzumenata (potrošača): herbivori, karnivori, detrivori

- Heterotrofni organizmi koriste organske molekule i kao izvor energije i kao izvor ugljika, te u potpunosti ovise o ugljiku i energiji koju su fiksirali autotrofi
- Heterotrofi uključuju tri glavne skupine organizama:
 - HERBIVORI – organizmi koji jedu biljke
 - KARNIVORI – organizmi koji jedu životinje
 - DETRIVORI – organizmi koji jedu neživu organsku tvar (većinom ostatke biljaka)
- Ove tri skupine heterotrofa imaju bitno različite trofičke (hranidbene) probleme

Produktivnost mora i kopna: Usporedba

Primarna proizvodnja i proizvodnja detrivora su daleko veće na kopnu nego u moru, dok je proizvodnja herbivora veća u moru u odnosu na kopno

DINAMIKA PROTOKA ENERGIJE KROZ EKOSISTEM

1. Ekološka efikasnost
2. Brzina prijenosa energije

EKOLOŠKA EFIKASNOST

Ekološka efikasnost ili efikasnost hranidbenog lanca je postotak energije koji s prenese s jedne trofičke razine na drugu. Ta vrijednost se u pravilu kreće u rasponu od 5-20%

Ekološka efikasnost određuje dinamiku gibanja energije duž hranidbenog lanca

Podjela energije unutar pojedine veze u hranidbenom lancu

POJEDENO → ASIMILIRANO → RAST I RAZMNOŽAVANJE → NA RASPOLAGANJU SLJEDEĆOJ TROFIČKOJ RAZINI

Gubici: ono što nije asimilirano:

defekacija, ekskrecija i smrt (NIJE IZGUBLJENO ZA ZAJEDNICU JER JE NA RASPOLAGANJU DETRIVORIMA)

respiracija (ENERGIJA IZGUBLJENA U OBLIKU TOPLINE – IZGUBLJENA ZA ZAJEDNICU)

Ekološka efikasnost određena je **efikasnošću asimilacije hrane i efikasnošću proizvodnje vlastite biomase (rast + razmnožavanje)**

Efikasnost asimilacije i proizvodnje varira kod različitih skupina organizama

- **Efikasnost asimilacije:**

- 1. HERBIVORI**

- Efikasnost asimilacije kod herbivora ovisi o hranjivoj vrijednosti biljne hrane i udjelu neprobavljivih dijelova

- 2. KARNIVORI**

- Životinjska je hrana daleko probavljivija od biljne, pa je efikasnost asimilacije kod karnivora u pravilu znatno veća u odnosu na herbivore i iznosi od 60-90%

- **Efikasnost proizvodnje:**

- 1. BILJKE**

- Efikasnost neto proizvodnje kod biljaka varira između 30 i 85% u ovisnosti o staništu i formi rasta

- 2. ŽIVOTINJE**

- Efikasnost proizvodnje kod životinja značajno se razlikuje između ektoterma i endoterma, a također ovisi i o aktivnosti životinje
 - Kod endotermnih životinja rijetko prelazi 5%, kod ektotermnih kralježnjaka iznosi oko 10%, kod vodenih bezkralježnjaka iznosi preko 30% (kod nekih i do 75%)

Duljina hranidbenih lanaca ograničena je ekološkom efikasnošću

Herbivorni i detrivorni lanci prehrane

- U kopnenim ekosistemima dominira detrivorni lanac prehrane (u šumama preko 90% proizvedene biljne biomase postaje detritus, jer stabla smještaju značajan dio proizvodnje u strukture koje je teško pojesti i/ili probaviti), dok se razmjerno mali dio biljne biomase konzumira od strane herbivora
- U vodenim sustavima, pogotovo otvorenim oceanima, dominira herbivorni lanac prehrane (preko 90% fitoplanktonske biomase konzumiraju herbivori)

BRZINA PRIJENOSA ENERGIJE

- Pokazatelj dinamike protoka energije kroz ekosistem, pored ekološke efikasnosti, je brzina protoka energije
- Brzina prijenosa energije se često izražava kroz njenu inverznu vrijednost: **vrijeme zadržavanja (residence time; transit time)**

$$\text{Vrijeme zadržavanja} = \text{Biomasa} / \text{Neto produktivnost}$$

Brzina prijenosa energije kroz hranidbene lance može se pratiti radioaktivnim obilježivačima (tracerima)

Prijenos i akumulacija energije opisuju strukturu i funkcioniranje ekosistema

- Protok energije i efikasnost tog protoka ukazuju na određene aspekte strukture ekosistema:
 - 1. BROJ TROFIČKIH RAZINA
 - 2. RELATIVNA VAŽNOST HERBIVORNOG I DETRIVORNOG LANCA PREHRANE
 - 3. STANJE RAVNOTEŽE IZMEĐU BIOMASE I AKUMULIRANOG DETRITUSA
 - 4. BRZINA OBRATANJE (TURNOVER) ORGANSKE TVARI U EKOSISTEMU

Autohtoni i alohtoni izvor energije

- **Autohtoni izvor energije** – energije koja se stvara unutar sustava (fotosinteza)
 - U velikim rijekama, jezerima i većini morskih sustava dominira autohtona proizvodnja
- **Alohtoni izvor energije** – energija koja dolazi izvan sustava
 - U malim rijekama, potocima, estuarskim i nekim obalnim područjima dominira alohtona proizvodnja (proizvodnja koja se temelji na alohtonom inputu hranjiva)

Analizom energetskeg budeta velikog broja vodenih ekosistema Kozlovski (1968) je zaključio:

- 1. Efikasnost asimilacije raste prema višim trofičkim razinama**
- 2. Efikasnost neto i bruto proizvodnje opada prema višim trofičkim razinama**
- 3. Ekološka efikasnost ostaje konstantna duž hranidbenog lanca i iznosi u prosjeku oko 10%**

KRUŽENJE ELEMENATA U EKOSISTEMU

- Svaki element slijedi jedinstveni put kruženja koji je određen njegovim specifičnim kemijskim transformacijama
- Živi sustavi transformiraju elemente i njihove spojeve s ciljem pribavljanja hranjiva i energije
- Gledano kroz duže razdoblje, procesi koji transformiraju elemente iz jedne forme u drugu moraju biti uravnoteženi s procesima koji ih vraćaju u prvobitnu formu
- Ipak, ciklusi elemenata mogu ponekad postati neuravnoteženi, pa se elementi akumuliraju ili uklanjaju iz sustava
 - Akumulacija ugljena, treseta i nafte (anaerobni uvjeti su usporili njihovu razgradnju)
 - Ispiranje hranjiva (kroz procese erozije) koja su se godinama akumulirala

Oksidacijsko-redukcijski (redoks) potencijal sustava ukazuje na njegovu energetskeu razinu

- Kemijska energija nekog spoja definirana je njegovom sposobnošću da reducira drugi spoj, ili obrnuto, sposobnošću da bude oksidiran
- **OKSIDANS** je supstanca koja prihvata elektrone (npr. O_2 , NO_3^-). Da bi se reducirao oksidans mora primiti energiju
- **REDUCENS** je supstanca koja predaje elektrone (npr. H_2 , organski-C). Da bi se oksidirao reducens mora osloboditi energiju

U kemijskim reakcijama atom je oksidiran onda kada predaje elektron drugom atomu, koji prihvatanjem elektrona postaje reduciran

Relativna snaga oksidansa i reducensa izražava se preko njihovog električnog potencijala (Eh) (raspoloživost elektrona)

Elementi u prirodi kruže između organizama i fizičkog okoliša i pri tome doživljavaju kemijske transformacije

DISIMILACIJSKI PROCESI Transformacije koje rezultiraju vraćanjem elemenata u anorgansku formu (npr. oksidacija organskog ugljika u procesu respiracije) Ovi procesi oslobađaju energiju

ASIMILACIJSKI PROCESI Transformacije koje rezultiraju proizvodnjom organskih oblika elemenata (npr. redukcija CO_2 u fotosintezi. Ovi procesi potražuju energiju

Kako energija protiče kroz ekosistem, elementi kruže između asimilacijskih i disimilacijskih transformacija. Energija protiče preko veza koje postoje između disimilacijskog dijela jednog ciklusa (oslobađa energiju) i asimilacijskog dijela drugog ciklusa (potražuje energiju)

Gibanje mnogih elemenata kroz ekosistem paralelno je s protokom energije

CIKLUS UGLJIKA

Ciklus ugljika je najbliže povezan s protokom energije u ekosistemu

- **Kruženje ugljika u vodenim i kopnenim sustavima uključuje tri glavne grupe procesa:**
 - 1. Asimilacijske i disimilacijske redoks reakcije ugljika u procesima fotosinteze i respiracije (svake godine na Zemlji u takve reakcije ulazi oko 10^{17} g (10^{11} tona) ugljika
 - 2. Fizikalne izmjene CO_2 između atmosfere i hidrosfere (CO_2 se lako otapa u vodi pa oceani sadrže oko 50 puta veću koncentraciju CO_2 od atmosfere)
 - 3. Otapanje i precipitacija (taloženje) ugljikovih spojeva kao sedimenata (najznačajniji su vapnenac i dolomit). Najveći dio ugljika u ekosistemima je pohranjen u sedimentnim stijenama

Izmjene CO_2 između atmosfere i hidrosfere

- Dinamika protoka CO_2 na granici između zraka i vode kontrolirana je fizikalnim i biološkim procesima
- Vjetrovi iznad oceanske površine stvaraju situaciju u kojoj je parcijalni tlak CO_2 u zraku u ravnoteži s tlakom neposredno ispod površine
- Primarna proizvodnja koja troši CO_2 smanjuje njegovu koncentraciju u površinskom sloju i omogućava protok CO_2 iz zraka u vodu (fenomen poznat kao **biološka pumpa**)
- Visoke geografske širine karakterizira hladna voda (topljivost CO_2 je dva puta veća na 0°C nego na 20°C), te poniranje hladne i guste vode (downwelling) koja brzo odnosi CO_2 iz površinskih slojeva

Otapanje i precipitacija ugljikovih spojeva

- U vodenim sustavima se otapanje i taloženje događa za oko dva reda veličine sporije od asimilacije i disimilacije, pa su ovi procesi relativno beznačajni za kratkoročno kruženje ugljika u ekosistemu
- Kada se CO_2 otopi u vodi on formira ugljičnu kiselinu:



- Ugljična kiselina vrlo lako disocira u bikarbonatne i karbonatne ione:



Otapanje i precipitacija ugljikovih spojeva

- Kada je prisutan kalcij on također održava ravnotežu s karbonatnim i bikarbonatnim ionima:



- U morskom okolišu (gdje je pH blizu neutralnog) karbonatni sustav ima ukupnu ravnotežu:



CIKLUS DUŠIKA

- Ciklus dušika se sastoji od 5 odvojenih reakcija transformacije dušika koje su povezane u ciklus:
 - **1. ASIMILACIJA DUŠIKA** – konverzija NH_3 u organski dušik i biomasu
 - **2. AMONIFIKACIJA** – proces u kojem se organski spojevi dušika transformiraju do NH_3 ili NH_4^+
 - **3. NITRIFIKACIJA** – oksidacija NH_4^+ u NO_2^- (nitrit) i NO_3^- (nitrat)
 - **4. DENITRIFIKACIJA** – redukcija NO_3^- u N_2O ili N_2 s NO_2^- ili NO kao međuproduktima. Ova se redukcija obično događa u anaerobnim uvjetima
 - **5. FIKSACIJA DUŠIKA**
- Kvantitativno najznačajniji put protoka dušika slijedi ovaj ciklus:



CIKLUS FOSFORA

- Fosfor je glavni konstitutivni element u nukleinskim kiselinama i staničnoj membrani, a važan je element u kostima
- Jedan je od ograničavajućih faktora za primarnu proizvodnju u vodenim ekosistemima
- Biljke ga asimiliraju u formi fosfata (PO_4^{3-})
- Ciklus fosfora je manje složen od ciklusa dušika
- Mikroorganizmi imaju sposobnost oslobađanja fosfata:
 - 1. FOSFOMINERALIZATORI – oslobađaju fosfate iz organskih spojeva fosfora
 - 2. FOSFOMOBILIZATORI – oslobađaju fosfor iz anorganskih spojeva (npr. iz kalcijevog fosfata)

CIKLUS SUMPORA

- Sumpor je važna komponenta aminokiselina *cistein* i *metionin*
- Ima brojna oksidacijska stanja i složen ciklus
- Sulfatni ion (SO_4^{2-}) je najznačajniji anion u kišnici, a također je i jedan od najznačajnijih aniona u moru
- Mnoge bakterije mogu osloboditi sumporovodik (H_2S) iz aminokiselina, što je također važan izvor sumpora za organizme
- Morski sedimenti mogu sadržavati značajne koncentracije reduciranih organskih spojeva sumpora (npr. sulfidi, S^{2-})

Redukcija sumpora

- **ASIMILACIJSKA REDUKCIJA** – ima za cilj unošenje sumpora u stanicu
- **DISIMILACIJSKA REDUKCIJA** – ima za cilj dobivanje energije (sumpor nije potreban)
- Neke bakterije sudjeluju u redukciji sulfata u **anoksičnim** uvjetima ($\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-}$) (npr. *Desulfovibrio*, *Desulfomonas*)
- Reducirane forme sumpora koriste **kemotrofne** bakterije (npr. *Thiobacillus*)
- Neke fotoautotrofne bakterije (npr. purpurne i zelene sumporne bakterije) koriste reducirani sumpor kao redukcijski agens ($\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^0 + 2\text{e}^-$); sumpor ima ulogu atoma kisika u H_2O kao elektron donora

Ciklusi elemenata su međusobno povezani kroz složene interakcije

- Ciklusi elemenata nisu izolirani jedni od drugih već su međusobno povezani na više različitih razina
- Asimilacijske i disimilacijske reakcije ugljika u fotosintezi i respiraciji povezuju cikluse ugljika i kisika
- Primarna proizvodnja u oceanima pod utjecajem je omjera između dušika i fosfora kod fitoplanktona, čime se ciklus ugljika povezuje s ciklusima dušika i fosfora
- Pristupačnost fosfora u vodenim sustavima povezana je s indirektnim utjecajem nitrata na cikluse željeza i kisika u sedimentu na dnu (pod anoksičnim uvjetima u vodenim sedimentima fosfor je topljiv kada je željezo reducirano iz forme Fe^{3+} u Fe^{2+} , zbog toga što željezo tada rađe formira sulfide nego fosfatne spojeve)

Biljke i životinje mogu značajno utjecati na raspodjelu i kruženje hranjiva u ekosistemu

REGENERACIJA HRANJIVA U EKOSISTEMIMA

Regeneracija hranjiva u kopnenim i morskim ekosistemima

- Da bi se mogla održati proizvodnja kakvu nalazimo u pojedinim ekosistemima, hranjiva moraju biti regenerirana unutar sustava (stopa dotoka hranjiva izvan sustava u pravilu nije dovoljna za danu proizvodnju)
- Regeneracija hranjiva u forme prikladne za njihovu ponovnu asimilaciju predstavlja ključ razumijevanja regulacije funkcioniranja ekosistema

- Iako su kemijske i biokemijske transformacije koje su uključene u proces regeneracije u osnovi iste, procesi razgradnje se razlikuju između kopnenih i vodenih sustava:
 - U kopnenim sustavima većina hranjiva kruži kroz detritus u površinskom dijelu tla
 - U većini vodenih sustava sediment je isključivi izvor regeneriranih hranjiva

Regeneracija hranjiva u vodenim ekosistemima

- Sedimenti u vodenim ekosistemima se mogu usporediti sa slojem detritusa u tlu u kopnenim ekosistemima. Ipak, između njih postoje dvije značajne razlike:
 - 1. Regeneracija hranjiva iz detritusa u tlu se događa u blizini biljnog korjenja, dok vodene biljke asimiliraju hranjiva iz vode i to u fotičkoj zoni koja je često vrlo udaljena od sedimenta
 - 2. Razgradnja kopnenog detritusa se odvija aerobno (dakle brzo), dok su vodeni sedimenti često anoksični, što usporava većinu biokemijskih transformacija
- U vodenim ekosistemima proizvodnja ovisi o brzini asimilacije regeneriranih hranjiva unutar fotičke zone (biljke asimiliraju regenerirani dušik vrlo brzo, pogotovo u hranjivima siromašnim vodama)
- Održavanje visoke proizvodnje ovisi o blizini sedimenta fotičkoj zoni, ili o jakoj izmjeni između pridnenih i površinskih slojeva, ako ne stalnoj onda barem povremenoj

U plitkim vodama sediment igra značajnu ulogu u regeneraciji hranjiva

Temperaturna stratifikacija sprječava vertikalno miješanje vode u vodenim ekosistemima

- Vertikalno miješanje vode je neophodno za dovođenje regeneriranih hranjiva iz sedimenta u površinske vode (fotičku zonu) u kojima se događa primarna proizvodnja
- Vertikalno miješanje vodenog stupca može biti posljedica:
 - 1. Vjetrovi koji uzrokuju turbulentno miješanje plitkih voda
 - 2. Hlađenja površinskog sloja vode (termalna konvekcija)
 - 3. Evaporacije u morskim ekosistemima koja nadilazi dotok slatke vode (halina konvekcija)

Sezonski ciklus stratifikacije vodenog stupca utječe na proizvodnju fitoplanktona u jezerima i morima na srednjim geografskim širinama (termalna stratifikacija je slabo ili nikako izražena na visokim i niskim geografskim širinama)

Proizvodnja u stratificiranim oceanskim vodama

U neproduktivnim otvorenim vodama mikroorganizmi dominiraju u hranidbenj mreži i kruženju hranjiva - **Mikrobni krug**

Estuariji i slane močvare mogu biti regeneratori hranjiva za morske ekosisteme

Plitki estuariji i slane močvare (ekosistemi koji se nalaze u zoni plime i oseke s uronutom vegetacijom) spadaju među najproduktivnije ekosisteme na Zemlji, i njihov se utjecaj širi u smjeru mora kroz neto-eksport proizvodnje

X. POPULACIJE MORSKIH ORGANIZAMA

1. Struktura populacija
2. Dinamika populacija
3. Strategije u produženju vrste

1. STRUKTURA POPULACIJA

- **Prostorna struktura populacija**
- **Dobna (uzrasna ili starosna) struktura populacija**

PROSTORNA STRUKTURA POPULACIJA

Prostorna struktura populacija uključuje tri glavna elementa:

- 1. **Distribucija** (rasprostranjenost) – definira granice unutar kojih populacija egzistira (areal), tj. geografski i ekološki raspon rasprostranjenja
- 2. **Disperzija** (raspršenost) – definira raspored jedinki u prostoru u odnosu jedne prema drugoj
- 3. **Gustoća** (koncentriranost jedinki) – izražava broj jedinki (ili biomasu) po jedinici prostora (volumena)

Geografska distribucija populacija

- Malo je morskih okoliša na Zemlji u kojima nema živih organizama, ali isto tako ne postoji nijedna vrsta koja može tolerirati sve morske okoliše na Zemlji
- S obzirom da su za svaku vrstu na Zemlji neki okoliši previše topli, neki previše hladni, neki previše slani itd., možemo kazati da je **fizički okoliš taj koji ograničava geografsku distribuciju vrsta**
- **Areal** – geografski definirane granice rasprostranjenja neke populacije ili vrste
- **Areal aktivnosti** – geografsko područje u kojem organizmi obavljaju sve svoje životne aktivnosti (uključuje područja u koja organizmi migriraju radi prehrane i parenja)
- Distribucija populacija uključuje sva područja koja ta vrsta okupira tijekom čitavog životnog ciklusa (**areal aktivnosti**). Na primjer: geografski raspon jegulje ne uključuje samo rijeku u kojoj živi, već i morska prostranstva kojima putuje na mriješćenje (premda se to događa samo jedanput tijekom njihovog života)

Disperzija jedinki u populaciji

- **Tipovi disperzije:**
- Grupna (hrpičasta disperzija) – najčešća u prirodi
- Slučajna disperzija
- Ravnomjerna disperzija

Hrpičasta disperzija je najčešća u prirodi i može biti rezultat:

1. Socijalnog okupljanja jedinki (parenje, obrana)
2. Hrpičaste distribucije resursa
3. Tendencije potomaka da ostaju uz roditelje (kolonije, porodice)
4. Okupljanja na pogodnom staništu (zaklon)
5. Mutualističkih interakcija

Slučajna disperzija ukazuje na nepostojanje interakcija između organizama. Moguća je u staništima s obiljem hranjiva

Ravnomjerna disperzija (hiperdisperzija) je često rezultat antagonističkih odnosa između jedinki ili održavanja minimalne udaljenosti između jedinki (npr. teritorijalno ponašanje kod životinja itd.)

Veličina i gustoća populacije

Veličina populacije određena je brojem jedinki u populaciji

Gustoća populacije izražava se brojem jedinki po jedinici površine ili volumena

Rijetke i česte vrste

Vrsta može biti rijetka na tri načina:

1. Mali geografski raspon
2. Mali raspon prikladnih staništa
3. Male lokalne populacije

Veličina (biomasa) organizama i veličina njihovih populacija obrnuto su proporcionalne

Metode procjene gustoće populacije

- **I. Apsolutne metode** – imaju za cilj utvrđivanje ukupnog broja jedinki u populaciji izraženog po jedinici površine (volumena):
 - **1. Totalno prebrojavanje (cenzus)**
 - **2. Metoda probnih površina (kvadrata) ili volumena**
 - **3. Metoda obilježavanja (markiranja)**
- **II. Relativne metode** – daju relativnu brojnost ili indeks gustoće:
 - **1. Relativna brojnost (skale od 1-5 ili 1-10)**
 - **2. Indeks gustoće (metoda transekt, ribolovni napor itd.)**

Pokrovnost kao pokazatelj veličine populacija

Veličina populacija sesilnih morskih organizama se može izraziti i kroz postotak pokrovnosti

Metoda markiranja (mark-recapture)

Lincoln-Petersonov indeks veličine populacije:

$$M/N = m/n \rightarrow N = Mn/m$$

gdje su:

- N = veličina populacije
- M = ulovljene i obilježene jedinke, te nakon toga puštene
- n = ponovno ulovljene jedinke
- m = broj obilježenih jedinki među ponovno ulovljenim

Ovaj indeks ima tendenciju precjenjivanja veličine populacije, pa je Bailey predložio slijedeću korekciju

$$N = M(n + 1)/m + 1$$

Metoda markiranja se može provesti i fotografiranjem (npr. kitovi, dupini itd.)

Metoda markiranja podrazumijeva određene pretpostavke

- Sve jedinke u populaciji imaju jednaku šansu da budu ulovljene
- Između markiranja i ponovnog hvatanja jedinki, populacija nije porasla uslijed pojačane reprodukcije ili imigracije
- Markirane jedinke ugibaju ili emigriraju jednakom brzinom
- Sve markice su ostale pričvršćene za organizme

Rasprostranjenje organizama i prostorna struktura populacija

- Jedinke imaju tendenciju kretanja između populacija i takvo se kretanje obično naziva **rasprostranjenje**
- Kada govorimo u odnosu na određenu populaciju, ova kretanja jedinki možemo označiti kao **migracije**, pri čemu razlikujemo **emigraciju** (odlazak iz populacije) i **imigraciju** (dolazak u populaciju)
- Gibanje mladih jedinki od mjesta rađanja naziva se **natalno rasprostranjenje**

Tipovi migracija

- Višekratne povratne migracije
 - Dnevne migracije (npr. migracije planktona)
 - Godišnje migracije (npr. bakalar, kitovi)
- Jednokratne povratne migracije
 - Npr. jegulje i lososi
- Migracije u jednom smjeru
 - Nepovratno napuštanje staništa zbog nedostatka hrane ili drugih nepovoljnih promjena

DOBNA STRUKTURA POPULACIJA

- Dobna struktura populacije odražava reproduktivni uspjeh i preživljavanje jedinki u populaciji, kao i njihov potencijal za budući rast populacije (dobna struktura populacije je pokazatelj pravca kretanja populacije u danom trenutku)
- S obzirom na reproduktivnu aktivnost jedinki u populaciji mogu se razlikovati tri osnovne ekološke kategorije uzrasnih klasa
 - **Predreproduktivna kategorija** – jedinke u razdoblju razvitka do spolne zrelosti
 - **Reproduktivna kategorija** – jedinke u razdoblju spolne zrelosti
 - **Postreproduktivna kategorija** – jedinke u razdoblju od gubitka sposobnosti reprodukcije do smrti
- Relativno trajanje ovih faza vrlo je različito kod različitih vrsta

Dva bitna elementa koja određuju dobnu strukturu populacije su fekunditet i mortalitet/preživljavanje

- **Fekunditet**
 - Proizvodnja novih jedinki u populaciji (faktor rasta populacije)
 - **Stopa fekunditeta (rađanja)** – proizvodnja novih jedinki u populaciji po jedinici vremena ($B = \Delta N / \Delta t$); ili izražena po jedinki ($b = \Delta N / N \Delta t$), koja se najčešće izražava u postocima ili promilima
 - **Specifična stopa fekunditeta** – prikazana samo za određenu dobnu kategoriju ili spol (u pravilu ženski spol)
 - **Fiziološki (apsolutni; maksimalni) fekunditet** – fiziološki maksimalno moguća proizvodnja novih jedinki (**reprodukcijски potencijal**)
 - **Ekološki (parcijalni ili ostvareni) fekunditet** – proizvodnja novih jedinki u danim ekološkim uvjetima
- **Mortalitet (smrtnost)**
 - Pojava suprotna fekunditetu (faktor smanjenja populacije)
 - **Stopa mortaliteta** – Broj uginulih jedinki u populaciji u jedinici vremena ($D = -\Delta N / \Delta t$); ili izražena po jedinki ($d = -\Delta N / N \Delta t$), koja se najčešće izražava u postocima ili promilima
 - **Opća stopa mortaliteta** – odnosi se na cijelu populaciju
 - **Specifična stopa mortaliteta** – prikazana samo za određenu dobnu kategoriju ili spol
 - **Fiziološki (minimalni) mortalitet** – smrtnost uslijed fiziološke starosti
 - **Ekološki (ostvareni) mortalitet** – smrtnost ostvarena u danim ekološkim uvjetima

- **Prividni mortalitet** – smrtnost na jednom razvojnem stadiju ili jedne dobne kategorije (smrtnost je različita na različitim razvojnim stadijima organizama, npr. jaja, ličinke, odrasli; kao i kod različitih dobnih kategorija)
- **Ukupni (stvarni) mortalitet** – smrtnost izražena u odnosu na početnu veličinu populacije

Pri visokom ukupnom mortalitetu, čak i njegova vrlo mala variranja mogu imati značajne posljedice; dakle, relativni značaj jednog faktora mortaliteta za kretanje populacije ovisi o razini ukupnog mortaliteta na kojoj taj faktor djeluje

- **Preživljavanje**

- Tijekom jednog vremenskog intervala (od vremena t do vremena $t+1$) pojedini organizam može uginuti ili ostati na životu. Prema tome vrijedi:

Stopa preživljavanja + stopa mortaliteta = 1

- Stopa preživljavanja se može izraziti kao omjer između broja jedinki u jednoj jedinici vremena i broja jedinki u prethodnoj jedinici vremena (konačna ili intervalna stopa preživljavanja):

$$s = N_t/N_0$$

ili općenitije napisano:

$$s = N_t/N_{t-1}$$

Krivulja preživljavanja/mortaliteta

- Krivulje preživljavanja/mortaliteta prikazuju ovisnost stope preživljavanja/mortaliteta o starosti jedinki u populaciji
- Krivulje preživljavanja se obično kreiraju na način da se na os y nanose vrijednosti za preživljavanje/mortalitet a na os x dob. Vrijednosti na osi y se vrlo često logaritmiraju kako bi bilo moguće praviti usporedbe između različitih vrsta ili studija (logaritamska transformacija vrijednosti na osi y standardizira krivulje preživljavanja/mortaliteta i čini ih usporedivim)

Tipovi krivulja preživljavanja:

- **Tip I** – preživljavanje mladih jedinki je veliko, a većina mortaliteta se događa kod starijih jedinki
- **Tip II** – preživljavanje je podjednako bez obzira na starost jedinki (stopa mortaliteta je konstantna tijekom života)
- **Tip III** – stopa smrtnosti je najveća kod mladih jedinki, dok nakon određene starosti stopa mortaliteta postaje znatno manja

2. DINAMIKA POPULACIJA

Pod pojmom dinamike populacija podrazumijevamo vremenske promjene veličine populacija, za koje je odgovorno nekoliko procesa koji se nazivaju populacijski procesi

Reprodukcija, rasprostranjenje i migracije su temeljni procesi koji omogućavaju rast populacija i njihovo iskorištavanje morskih staništa

- 1. Razmnožavanje i razvitak organizama**
- 2. Populacijski rast**
- 3. Fluktuacije veličine populacija**

1. Razmnožavanje i razvitak morskih organizama

Oblici razmnožavanja

- **Nespolno razmnožavanje**

–Uključuje samo jednog roditelja koji se dijeli ili fragmentira pri čemu nastaju dva ili više genetički identična potomka (klonovi).

•**Spolno razmnožavanje**

–Za spolno su razmnožavanje potrebna dva roditelja koji stvaraju spolne stanice (jaje i sjeme), čijim spajanjem nastaje oplođeno jaje (zigota) iz kojeg se razvija zametak (embrij). Spolno razmnožavanje povećava genetičku raznolikost, a time i evolucijski potencijal vrste.

•**Jednospolno razmnožavanje (partenogeneza)**

–Spolni rasplod koji uključuje jaja, ali ne i spermije. Partenogeneza može biti haploidna i diploidna

Tipovi nespolnog razmnožavanja:

- **Dioba**
- **Fragmentacija**
- **Pupanje**
- **Vegetativno razmnožavanje**

Spolno razmnožavanje:

- Raspodjela spolova
- Oplodnja
- Inkubacija i rađanje
- Razvitak

I. Raspodjela spolova

- **Jednospolci (gonohoristi)** – jedinke razdvojena spola
- **Dvospolci (hermafroditi)** – jedinke koje proizvode gamete obaju spolova (češći među sesilnim organizmima jer im to olakšava spolno razmnožavanje)
 - **Istovremeni (simultani)**
 - **Vremenski odjeljeni (sukcesivni)**
 - **PROTOANDRIČNI** – najprije se razvija muški spol
 - **PROTOGINI** – najprije se razvija ženski spol

II. Mehanizmi i uspješnost oplodnje

- **UNUTRAŠNJA OPLODNJA:**
- **Kopulacija** – Najsavršeniji način koji osigurava najveću uspješnost oplodnje. Slabije zastupljen kod bentoskih organizama (prisutan kod velikog broja rakova, nekih puževa, glavonožaca)
- **VANJSKA OPLODNJA:**
- **Pseudokopulacija** – Izbacivanje gameta u zajedničku masu sluzi (poliheti, nemertini, puževi, neki žarnjaci)
- **Izbacivanje gameta u vodeni okoliš** –Najmanja uspješnost oplodnje (bodljikaši, poliheti, svi školjkaši i neki puževi)
 - Vanjska oplodnja je česta kod morskih organizama. Glavni problemi ovakve oplodnje su turbulencija morske vode i udaljenost između jedinki koje se mrijeste, što značajno smanjuje uspješnost oplodnje.
 - Ovi organizmi povećavaju uspješnost oplodnje različitim prilagodbama:
 - PROIZVODNJA VELIKOG BROJA SPOLNIH STANICA (OSOBITO SPERMIJA)
 - SAVRŠENA VREMENSKA I PROSTORNA USKLAĐENOST MRIJESTA

Vremenski usklađeni masovni mrijest – povećava uspješnost vanjske oplodnje

III. Inkubacija i načini rađanja

Viviparnost (živorodnost)

Oviviviparnost

Oviparnost

Oviparnost je najčešća pojava kod morskih životinja, gdje se oplodena jaja ostavljaju u morskom okolišu i u njima se razvija zametak

Oviparnost:

- **Ostavljanje jaja u čvrstim kapsulama** – Neki poliheti i puževi prednješkržnjaci
- **Ostavljanje jaja u želatinoznoj masi** koja ima funkciju zaštite i hrane (vrlo često nepravilnog oblika) – Neki poliheti, puževi stražnoškržnjaci (vrpce kod roda *Doris*, lanci kod roda *Aplysia*), glavonošci (dugi elapsoidi kod lignje)
- **Pričvrščivanje pojedinačnih jaja na podlogu** – Mnogoljušturaši, neki školjkaši, neki glavonošci (rod *Sepioida*)
- **Slobodno ostavljena jaja** (leže na dnu ili lebde u vodi) – Rasprostranjena pojava u moru. Lebdeća jaja obično daju pelagičke ličinke

IV. Tip razvitka

- **Direktan razvoj**
 - Nema ličinačkih stadija (mladi odmah sliče na odrasle)
 - Karakterizira ga mali broj velikih jaja; mali mortalitet
 - Brojne prilagodbe: žumančana kesica, proteinski omotač oko jaja, **adelfofagija** (pojava kada se jedan embrio koji se prvi izvalio hrani preostalim jajima ili embrijima)
- **Indirektan razvoj**
 - Uključuje ličinačke stadije i **metamorfozu**
 - Dominira kod bentoskih beskralježnjaka
 - Kod oko 80% morskih organizama razvoj ide preko pelagičkih ličinaka

Indirektan razvoj: Tipovi ličinki

- **Lecitotrofne ličinke**
 - Izvaljuju se iz velikih jaja
 - Kraće vrijeme prisutne u planktonu (nekoliko sati do 1 dan)
 - Prevaljuju male udaljenosti (10-100 metara)
 - Ne hrane se aktivno već žive od rezervi hrane (žumančana kesica)
 - Raširen tip kod spužava, manje kod bodljikaša i žarnjaka
- **Planktotrofne ličinke**
 - Izvaljuju se iz malih jaja (jaja su brojna)
 - Duže vremena provode u planktonu (i do 100 dana)
 - Aktivno se hrane tijekom planktonskog razdoblja života
 - Trpe veliki mortalitet
 - Najrašireniji tip ličinaka

Roditeljska briga

- Roditeljska briga za oplodena jaja, ličinke i juvenilne organizme u pravilu je obrnuto proporcionalna s brojem proizvedenih jaja (mali broj jaja – velika briga; veliki broj jaja – mala briga)
- Njaveći broj morskih organizama ne pokazuje nikakvu roditeljsku brigu (jaja i spermiji se ispuštaju u more) Ipak, kod nekih vrsta roditeljsku brigu mogu pokazivati ženke, mužjaci (čest slučaj kod riba), te oba spola

Geografska rasprostranjenost tipova razvitka i tipova ličinki

- **Polarna mora**
 - Dominira direktan razvoj
 - Mali broj vrsta s planktonskim ličinkama (5% planktotrofnih; dok lecitotrofnih uopće nema)
- **Umjerena mora**
 - Podjednako zastupljeni oblici s direktnim razvojem, kao i oblici s planktotrofnim i lecitotrofnim ličinkama
- **Subtropska i tropska mora**
 - Udio planktotrofnih ličinki jako raste (kod 80-85% vrsta prisutan je indirektan razvoj preko planktotrofnih ličinaka)

Geografska rasprostranjenost organizama s planktonskim ličinkama

Na visokim geografskim širinama dominira direktan razvoj, dok prema nižim geografskim širinama raste udio vrsta s planktotrofnim ličinkama

Pričvršćivanje ličinaka za podlogu i metamorfoza

- Tijekom planktonskog života ličinke prolaze nekoliko faza izmjene fotopozitivnog i fotonegativnog ponašanja. To im omogućava zadržavanje u površinskom sloju mora gdje se hrane, te odlazak na dno gdje se trebaju pričvrstiti. Ličinke organizama koji žive u zoni plime i oseke imaju cijelo vrijeme fotopozitivno ponašanje.
- Nakon što dotakne supstrat ličinka mora procijeniti je li on pogodan za njen adultni život. Pri tome se koriste mehaničkim i kemijskim sredstvima. Neke ličinke traže određenu veličinu zrnaca pijeska; stijenu s jamicama i brazdama (a ne glatku); većina ličinaka preferira površine prekrivene bakterijama itd.
- Nakon spuštanja na podlogu ličinka ima vrlo ograničen radijus kretanja (svega nekoliko cm), koji joj omogućava da nađe pogodan položaj na podlozi (neku udubinu, da izbjegne prenapučenost itd.)
- Neke ličinke mogu na neko vrijeme odgoditi metamorfozu ukoliko nisu pronašle pogodnu podlogu

Pričvršćivanje u velikim skupinama

- Vrlo često se ličinke odlučuju za površine na kojima žive odrasle jedinke njihove vrste, koje ih privlače mehaničkim i kemijskim putem, pri čemu je najčešće potreban direktan kontakt ličinke s odraslom jedinkom (kemijski tragovi su obično netopljive molekule). Npr. ličinke kamenice privlače peptidi koje izlučuju odrasle jedinke.
- Ponekad ličinke privlače odrasle jedinke drugih bentoskih vrsta. Npr. odrasle jedinke hidroida iz porodice Proboscidiactylidae žive na cijevima poliheta iz porodice Sabellidae

Metamorfoza

Metamorfoza je vrlo dramatičan proces promjene ličinke u odrasli (adultni) organizam. Energetska cijena metamorfoze je ponekad toliko velika da se organizam odmah nakon metamorfoze mora hraniti. Zabilježeno je da su neke jedinke morskih zvijezdača ugibale ukoliko ne bi pronašle plijen u roku od dva dana nakon metamorfoze.

Planktonske ličinke trpe veliki mortalitet zbog predacije, transporta u nepovoljna područja i nedostatka hrane

Ženka malog atlantskog školjkaša *Mulinia lateralis* postaje spolno zrela kod veličine ispod 1cm i proizvodi na stotine i tisuće jaja. Ipak od svih tih jaja do odraslih jedinki se uspije razviti svega nekoliko. Ovaj je školjkaš dobar primjer za većinu morskih organizama.

Izmjena generacija ili metageneza

- Kod nekih morskih organizama dolazi do izmjene spolnog i nespornog načina razmnožavanja. Ta se pojava naziva **izmjena generacija ili metageneza**
- Izmjena generacija je poznata kod različitih skupina kao što su plošnjaci, kolutičavci, raci, plaštenjaci i dr., ali je najizraženija kod žarnjaka, osobito obrubnjaka (Hydrozoa) i reznjaka (Scyphozoa)
- Kod nekih organizama dolazi do izmjene jednog spolne (partenogenetske) i dvospolne generacije. Ta se pojava naziva **heterogonija**

Mnoge vrste mogu mijenjati načine razmnožavanja i tipove razvitka i prilagođavati ih uvjetima u okolišu

- Žarnjak *Tealia felina* u određenim uvjetima ima direktan razvoj, a u određenim uvjetima indirektan preko pelagičkih ličinaka
- Rak vitičar *Balanus balanoides* najčešće ima plivajuće ličinke (nauplije), koje u određenim uvjetima mogu ostati uz majku sve do stadija *Cypris*

Mnoge vrste mogu mijenjati načine razmnožavanja i tipove razvitka i prilagođavati ih uvjetima u okolišu

- Žarnjak *Tealia felina* u određenim uvjetima ima direktan razvoj, a u određenim uvjetima indirektan preko pelagičkih ličinaka
- Rak vitičar *Balanus balanoides* najčešće ima plivajuće ličinke (nauplije), koje u određenim uvjetima mogu ostati uz majku sve do stadija *Cypris*
- Kozica *Crangon crangon* zimi ima krupna, a ljeti mala jaja
- Poliheti pokazuju najveću fleksibilnost od svih skupina (zbog toga su široko geografski rasprostranjeni). Ovisno o prilikama oni mogu izmjenjivati dvospolnost, hermafroditizam, direktan razvoj, viviparnost, te pelagičke i pužajuće ličinke

Razmnožavanje je često povezano s fazama mjeseca

- Jaja puža *Littorina neritoides* dospijevaju u plankton jedino tijekom razdoblja velikih morskih doba
- Gonada kod dagnje *Mytilus edulis* sazrijevaju za mladog mjeseca tijekom velikih morskih doba
- Pacifički palolo polihet se roji tri dana nakon punog mjeseca i 54 minute nakon zalaska sunca
- Ulovi mnogih komercijalnih vrsta riba vezani su za lunarni ritam (npr. ulov haringe za punog mjeseca)

Migracije

Pored prehrane i izbjegavanja nepovoljnih uvjeta, jedan od glavnih razloga za postojanje migracija kod morskih organizama je razmnožavanje

Ciklusi migracija između područja gdje žive adultne jedinke, područja razmnožavanja i područja odrastanja juvenilnih jedinki

•Anadromne ribe

– Žive u moru – razmnožavaju se u slatkim vodama (npr. losos, lojka (čepa), paklara)

•Katadromne ribe

– Žive u slatkim vodama – razmnožavaju se u moru (npr. jegulja)

2. Populacijski rast

Populacije rastu eksponencijalno:

- Broj koji raste aritmetički uvećava se tijekom svakog vremenskog intervala za **konstantnu vrijednost**

Npr. 2, 4, 6, 8, 10, 12, itd.

- Broj koji raste eksponencijalno (geometrijski) ovisan je o veličini broja (porast je veći što je broj veći); dakle, broj se povećava za **konstantnu proporciju**

Npr. 2, 4, 8, 16, 32, 64, itd.

Neograničeni rast populacija

- Pod pojmom neograničenog rasta populacije podrazumijeva se rast populacije koji nije ograničen hranom, prostorom niti bilo kojim drugim životnim resursom; dakle, rast koji nije ovisan o gustoći populacije
- Rast kod kojeg se individualna stopa fekunditeta ne mijenja s veličinom populacije, a populacija raste to brže što je veća (veći se broj jedinki reproducira) naziva se **eksponencijalni rast**
Kod eksponencijalnog rasta stopa rasta je konstantna

Ograničeni (regulirani) rast populacija

- Većina populacija u prirodi ne raste eksponencijalno, ili se taj rast događa vrlo kratkotrajno
 - Rast populacija u prirodi može biti ograničen faktorima koji su ovisni o gustoći populacija (hrana, prostor, predacija, kompeticija), ili abiotičkim faktorima u okolišu koji nisu ovisni o gustoći populacija (temperatura, salinitet, valovi itd.)
- Ograničeni (regulirani) rast populacija opisan je logističkim modelom rasta
- Logistički model rasta temelji se na ideji da je stopa rasta populacija ovisna o njihovoj gustoći
- Kod logističkog rasta stopa rasta opada s porastom gustoće populacije
- Grafički prikaz logističkog rasta je sigmoidna krivulja (krivulja koja ima oblik slova S)

Točka infleksije – točka u kojoj krivulja iz konveksne prelazi u konkavnu, tj. točka u kojoj je krivulja najstrmija, dakle u kojoj populacija raste najbrže. Ta točka odgovara veličini populacije koja je jednaka $\frac{1}{2}$ od maksimalne (dakle, jednaka je vrijednosti $K/2$), i kod te veličine populacije postiže se **maksimalni održivi prinos/prirod.**

Nosivi kapacitet okoliša - maksimalna veličina populacije koju određeni okoliš može neograničeno dugo podržavati. Nosivi kapacitet okoliša određen je količinom raspoloživih resursa (hrana, voda, kisik, svjetlo itd), količinom raspoloživog prostora, predatorima, parazitima i bolestima

3. Fluktuacije u veličini populacija

- Fluktuacije su promjene u veličini populacije koje mogu biti nepravilne ili se mogu događati u pravilnim ciklusima
- Uzrok fluktuacija može biti dvojak:
 - 1. Populacije teže dostići veličinu koja je u ravnoteži s uvjetima u okolišu, a ta je vrijednost određena nosivim kapacitetom okoliša. Kako se uvjeti u okolišu neprestalno mijenjaju, tako se mijenja i vrijednost nosivog kapaciteta. Kretanje populacija prema stalno promjenjivoj vrijednosti kapaciteta okoliša rezultira fluktuacijama njihove veličine
 - 2. Varijacije u veličini populacija mogu pored promjena u okolišu također biti i rezultat unutrašnje dinamike odgovora populacija na te promjene

3. STRATEGIJE U PRODUŽENJU VRSTE

- Strategije u produženju vrste podrazumijevaju prilagodbe organizama koje utječu na određene aspekte njihove biologije kao što su broj i veličina potomaka koje proizvode, stopa preživljavanja, dob spolnog sazrijevanja, te životni vijek
- S obzirom da svi organizmi imaju na raspolaganju ograničene količine energije, hrane i drugih resursa, strategije u produženju vrste nužno podrazumijevaju kompromise (trade-offs) između različitih potreba

1. Životni ciklus i reprodukcija

2. Kompromis između broja potomaka i njihove veličine

3. Kompromis između ulaganja u reprodukciju i biomasu (preživljavanje)

4. Klasifikacija različitih strategija u produženju

1. Životni ciklus i reprodukcija

Broj reproduktivnih epizoda tijekom životnog vijeka može biti različit

- **Semelparitija** (*lat. semel* – jednom, jednokratno; *pario* – rađati)
 - Reprodukcijska se događa jednom u životu (“big-bang” reprodukcija)
 - Npr. jegulja, losos, vodencvijet (“programirana smrt”)

- Semelparitiju treba razlikovati od reprodukcije jednogodišnjih organizama koji tijekom jednogodišnjeg životnog ciklusa mogu imati više od jedne reprodukcije, ili se reprodukcija može događati kontinuirano
- **Iteroparitetija** (*lat. itero* – ono što se ponavlja)
 - Reprodukcijska se događa više puta tijekom životnog vijeka

2. Kompromis između broja potomaka i njihove veličine

Organizmi proizvode **veliki broj malih potomaka** ili **mali broj velikih potomaka**

3. Kompromis između ulaganja u reprodukciju i biomasu (preživljavanje)

Starost organizma kod prve reprodukcije može se promatrati kao kompromis (trade-off) između reprodukcije i preživljavanja:

- A) Ako odgađa reprodukciju organizam riskira da uginge prije nego što se reproducira
- B) Ako se reproducira prerano, riskira svoje preživljavanje (dakle, buduću reprodukciju)

4. Klasifikacija različitih strategija u produženju vrste

- **r-selekcija i K-selekcija**
- **Periodička, oportunistička i ravnotežna strategija**

r-selekcija i K-selekcija

- Jedan od prvih pokušaja definiranja različitih strategija u produženju vrste bio je podjela na r-selekciju i K-selekciju (MacArthur i Wilson, 1967):
 - r-selekcija znači favoriziranje prilagodbi koje povećavaju populacijski rast
 - K-selekcija predstavlja favoriziranje prilagodbi koje povećavaju kompeticijsku sposobnost i efikasnost korištenja resursa

Kompromisi reprodukcija/rast (preživljavanje) i veličina/broj potomaka sastavni su dio koncepta r- i K-selekcije

- **I. Cijena reprodukcije (kompromis reprodukcija/rast)**

Cijena reprodukcije podrazumijeva da povećano ulaganje u reprodukciju rezultira smanjenom stopom preživljavanja i/ili rasta, što onda smanjuje potencijalnu reprodukciju u budućnosti. Svako ulaganje u trenutnu reprodukciju smanjuje buduću reprodukciju i obrnuto (prirodna selekcija favorizira maksimalnu ukupnu reprodukciju tijekom čitavog životnog vijeka)

Visoka cijena reprodukcije

- Visoka cijena reprodukcije prisutna je u uvjetima (staništima) u kojima svaka redukcija rasta, koja je rezultat sadašnje reprodukcije, ima značajan utjecaj na buduću reprodukciju
- Visoka cijena reprodukcije može biti rezultat:
 - Intenzivne kompeticije (takmičenja) između jedinki u kojoj preživljavaju i razmnožavaju se samo najuspješniji (redukcija sadašnje reprodukcije i povećanja rasta može rezultirati većom kompeticijskom sposobnošću)
 - Situacije kada su odrasli organizmi manjih dimenzija izloženi povećanom mortalitetu (zbog predacije ili abiotičkih faktora)
- U uvjetima visoke cijene reprodukcije biti će favorizirano **ulaganje u rast**

Niska cijena reprodukcije

- Niska cijena reprodukcije prisutna je u uvjetima (staništima) u kojima je buduća reprodukcija pod malim utjecajem sadašnjeg rasta. Ukupni reproduktivni uspjeh je prema tome prvenstveno određen razinom sadašnje reprodukcije i neće se bitno promijeniti bez obzira na razinu sadašnjeg rasta
- Niska cijena reprodukcije može biti rezultat:
 - Činjenice da su mnogi izvori mortaliteta neizbježni i neovisni o veličini, pa bi ulaganje u rast na štetu reprodukcije moglo biti pogrešna odluka za budućnost

- Obilja hrane i samnjene kompeticija što daje veliku vjerojatnost preživljavanja i budućeg reproduktivnog uspjeha (takvu situaciju zatiču kolonisti koji prvi dolaze u novonastala staništa)
- Činjenice da ponekad jedinke velikog rasta mogu biti izložene intenzivnijoj predaciji (kada predatori biraju veće jedinke)
- U uvjetima niske cijene reprodukcije biti će favorizirano **ulaganje u reprodukciju**

II. Osjetljivost potomaka na veličinu – kompromis veličina/broj potomaka

- **Potomci su osjetljivi na veličinu** u uvjetima (staništima) u kojima reproduktivna sposobnost pojedinog potomka značajno raste s njegovom veličinom (zbog većeg uspjeha u kompeticiji ili zbog većeg mortaliteta manjih jedinki). U takvim će uvjetima biti favorizirano **ulaganje u rast**
- **Potomci nisu osjetljivi na veličinu** u uvjetima (staništima) u kojima reproduktivna sposobnost pojedinog potomka malo ovisi o njegovoj veličini (zbog mortaliteta neovisnog o veličini; zbog velikog bogatstva resursa; ili zbog mortaliteta koji više pogađa veće jedinke). U takvim će uvjetima biti favorizirano **ulaganje u reprodukciju**

Značajke r- i K-selekcioniranih vrsta – vrste koje prijenjuju r- i K- selekciju posjeduju bitno različite biološke značajke

Smanjenje rizika (Bet hedging) – smanjuje se rizik od katastrofalnih neuspjeha u reprodukciji u nepredvidivim okolišima, tako što se primjenjuje strategija češćih ili odgođenih, ali manje intenzivnih epizoda parenja

- U nepredvidljivim okolišima su ženke Gambusie imale veće ukupno ulaganje u reprodukciju, ali manje ulaganje u svaki pojedini embrio

Faktori o kojima ovisi koja će strategija biti favorizirana

- Kada je preživljavanje između dviju sezona parenja malo ili zahtjeva značajno smanjenje fekunditeta, tada je favorizirana strategija jednogodišnjih organizama
- Kada je proizvodnja potomaka nepredvidiva od godine do godine, tada je favorizirano preživljavanje odraslih jedinki na uštrb reprodukcije (strategija višegodišnjih organizama) (*smanjenje rizika; Bet hedging*)
- Kada reprodukcija traži skupe pripreme tada može biti favorizirana semelparitija; jedna (*all consuming; big-bang*) reprodukcija iza koje slijedi smrt (losos, agava, bambus itd.)
- U nepredvidivim okolišima favorizirane su prilagodbe koje povećavaju populacijski rast (r-selekcija), dok su u predvidivim staništima favorizirane prilagodbe koje povećavaju kompeticijsku sposobnost i efikasnost korištenja resursa (K-selekcija)

Periodička, oportunistička i ravnotežna strategija

- Kirk Winemiller i Kenneth Rose (1992) su na primjeru riba razvili klasifikaciju strategija koja se temelji na kompromisu (trade-off) između sljedećih značajki populacijske dinamike: (1) **fekunditetu**; (2) **preživljavanju** (osobito juvenilnom preživljavanju); te (3) **starosti kod prve reprodukcije** (brzina spolnog sazrijevanja)
- Tri ekstremne strategije koje proizlaze iz gore navedenih značajki Winemiller i Rose su nazvali: **periodička, oportunistička i ravnotežna strategija**

XI. ZAJEDNICE MORSKIH ORGANIZAMA

1. Struktura zajednica

2. Razvitak zajednica

3. Pregled zajednica

STRUKTURA ZAJEDNICA

- Zajednice su asocijacije populacija čije su značajke rezultat utjecaja fizičkih faktora okoliša, kao i interakcija između populacija, a konačni izgled zajednica oblikovan je evolucijskom poviješću vrsta koje ulaze u sastav zajednica
- Struktura zajednica uključuje s jedne strane njen izgled (kvantitativni i kvalitativni sastav), a s druge strane njenu dinamiku koja se ogleda kroz interakcije između populacija (ponajprije hranidbene interakcije, ali i sve druge)

Strukturu zajednice čini sljedeće:

1. Od kojih se elemenata sastoji zajednica
2. U kakvim su međusobnim odnosima ti elementi

Kvalitativni i kvantitativni sastav zajednica, te raspodjela jedinki između vrsta

- **Kvalitativni sastav**
 - Kvalitativni sastav zajednice podrazumijeva popis vrsta što predstavlja prvi elementarni opis zajednice
 - U 19. st. su europski prirodoslovci opisivali lokalne flore (biljne zajednice) preko popisa vrsta. Taj se postupak naziva floristička analiza ili fitosociologija (Braun-Blanquet, 1932, 1965)
- **Kvantitativni sastav**
 - Kvantitativni sastav podrazumijeva broj vrsta koje sadrži zajednica, što se često označava kao bogatstvo vrsta
- **Abundancije vrsta**
 - Važna strukturna značajka zajednica je ukupni broj jedinki u zajednici, te raspodjela tih jedinki po vrstama (abundancije vrsta)
 - Poznavanje abundancija vrsta je važno u procjeni raznolikosti zajednice, kao i u određivanju rijetkih, čestih, važnih i dominantnih vrsta u zajednici

Sastav vrsta u zajednicama

- Temelj za sastav vrsta u lokalnoj zajednici čini regionalna zaliha vrsta koja je u lokalnoj zajednici sužena kroz procese **selekcije staništa, sposobnosti rasprostranjenja i interspecijske interakcije**.
- Regionalna zaliha vrsta rezultat je **evolucijskih procesa, historijskih događaja i fizioloških ograničenja vrsta**

Stalnost ili konstantnost

- **Stalnost ili konstantnost** označava stupanj u kojem se pojedina vrsta susreće u određenom tipu zajednice. Taj se parametar označava različitim izrazima kao što su **prisutnost** ili **prezentnost** (u postocima izražena prisutnost neke vrste u određenom tipu zajednice); **učestalost** ili **frekvencija**; ili **vezanost** za određeni tip zajednice
- Vrste kod kojih je stalnost vrlo mala se nazivaju **slučajne vrste**, dok se one s velikom stalnošću nazivaju **konstantne vrste**
- Vrste koje imaju veliku stalnost (konstantne vrste) se još nazivaju i **karakteristične vrste**. Broj karakterističnih vrsta u zajednici je u pravilu mali
- Karakteristične vrste ne moraju imati veliku brojnost

Dominantne vrste

- Dominantne vrste u zajednici su one vrste koje svojom brojnošću (biomasom), ali i ulogom koju igraju u životu zajednice, dominiraju u njoj i daju joj određeni pečat.
- Uloga dominantnih vrsta u zajednici može biti toliko velika da se one ponekad nazivaju **edifikatori ili graditelji zajednica** (npr. morske cvjetnice u zajednici livada morskih cvjetnica itd.)

Relativne abundancije vrsta kao pokazatelj strukture zajednica

- Danski botaničar Christen Raunkiaer (1918) je prvi zapazio da abundancije vrsta u lokalnim zajednicama pokazuju pravilnu raspodjelu. Kada je na velikom broju primjera prikazao broj vrsta čije su abundancije pripadale određenoj kategoriji (kategorije su na osi x poredane u rastućem nizu), uvijek bi dobio krivulju koja je imala oblik obrnutog slova **J**. Ovaj obrazac sugerira da je u zajednici vrlo malo vrsta koje imaju veliku abundanciju (**dominantne vrste**), dok najveći broj vrsta ima malu abundanciju
- Ovaj je obrazac raspodjele abundancija opisan brojnim matematičkim modelima (model logaritamske serije; model geometrijske serije; model «slomljenog štapa» itd)

Log-normalna distribucija abundancija (Preston, 1948)

- Kada se na os x u rastućem redosljedu nanese broj jedinki po vrsti (ili abundancijski intervali) i pri tome se upotrijebi logaritamska skala, a na os y se nanese broj vrsta unutar svakog abundancijskog intervala, dobije se karakteristična zvonolika normalna krivulja, i ta se raspodjela onda naziva **log-normalna raspodjela**
- Log-normalna distribucija sugerira da najveći broj vrsta u zajednici ima srednju abundanciju, dok je mali broj vrsta koje su ekstremno abundantne ili ekstremno rijetke
- Preston je abundancije vrsta podijelio u sljedeće kategorije: 1-2 jedinke, 2-4 jedinke, 4-8 jedinki itd. i te je kategorije nazvao “oktave” (svaka oktava predstavlja dvostruku abundanciju u odnosu na prethodnu). Taj je postupak rezultirao logaritamskom skalom.
- Neke su vrste toliko rijetke da u uzorku neće biti prisutne s jednom ili više jedinki. Takve vrste padaju u hipotetski dio normalne krivulje koji se nalazi iza “linije prekrivenosti” (“veil line”) i njihovo se pojavljivanje u uzorku može postići jedino povećanjem uzorka

Indeksi raznolikosti

- Iako bogatstvo vrsta predstavlja važan parametar prilikom uspoređivanja zajednica, ono nam ništa ne govori o tome u kojoj su mjeri vrste bogate ili siromašne jedinkama (gubi se informacija da su neke vrste rijetke, a druge česte)
- Zajednice se međusobno razlikuju u broju vrsta koje sadrže (**bogatstvo vrsta**), ali i u relativnim abundancijama tih vrsta (**ujednačenost vrsta**). Ova dva parametra zajedno čine **raznolikost vrsta** koja je važan element strukture zajednica
- Matematički izrazi raznolikosti vrsta, izrazi koji uzimaju u obzir oboje, broj vrsta i način na koji su jedinke u zajednici raspoređene između vrsta, nazivaju se **indeksi raznolikosti** (engl. **diversity index**)

Ujednačenost abundancija i raznolikost

- Utjecaj bogatstva vrsta na raznolikost zajednice je vrlo jasna. Zajednica koja sadrži 2 vrste je očigledno manje raznolika od zajednice koja sadrži 80 vrsta. Utjecaj ujednačenosti abundancija na raznolikost nije na prvi pogled tako očigledan
- Raznolikost zajednice je obrnuto proporcionalna s vjerojatnošću da dvije nasumce uzorkovane jedinke pripadaju istoj vrsti

Simpsonov indeks raznolikosti (Simpson, 1949)

$$D = 1 / \sum p_i^2$$

D – Simpsonov indeks raznolikosti

p_i – proporcija (udio) jedinki jedne vrste u ukupnom broju jedinki (i ide od 1 do S, gdje je S broj vrsta u uzorku)

Simpsonov indeks raznolikosti može varirati od 1 do S, ovisno o ujednačenosti abundancija vrsta

Primjer: Uzorak sadrži 5 vrsta koje su sve jednako abundantne

p_i za sve vrste iznosi 0.20

p_i^2 je za sve vrste 0.04

$\Sigma p_i^2 = 0.04 + 0.04 + 0.04 + 0.04 + 0.04 = 0.2$

$D = 1 / \Sigma p_i^2 = 1 / 0.2 = 5$

Shannon-Weaverov indeks raznolikosti (Shannon i Weaver, 1949)

$$H = - \Sigma p_i \ln(p_i)$$

H – Shannon-Weaverov indeks raznolikosti

p_i – proporcija (udio) jedinki jedne vrste u ukupnom broju jedinki (i ide od 1 do S, gdje je S broj vrsta u uzorku)

- Budući da je H otprilike proporcionalan logaritmu broja vrsta, ponekad je Shannon-Weaverov indeks raznolikosti praktičnije izraziti kao **e^H** jer je u tom obliku proporcionalan broju vrsta, pa ga je moguće usporediti sa Simpsonovim indeksom raznolikosti

- Kao i u slučaju Simpsonovog indeksa raznolikosti i ovaj indeks raznolikosti daje veću važnost abundantnijim vrstama, budući da je uloga pojedine vrste u zajednici u određenoj mjeri proporcionalna njihovim abundancijama. Dakle, rjeđe vrste manje doprinose vrijednosti indeksa raznolikosti od čestih vrsta.

Indeks ujednačenosti (engl. evenness index)

Indeks ujednačenosti (E) se može kvantitativno izraziti na način da se indeks raznolikosti izrazi kao proporcija od maksimalno moguće vrijednosti, koja je jednaka broju vrsta u zajednici (S)

Simpsonov indeks ujednačenosti:

$$D = 1 / \Sigma p_i^2$$

$$E = D / D_{\max}$$

$$E = (1 / \Sigma p_i^2) / S$$

Shannon-Weaverov indeks ujednačenosti:

$$H = - \Sigma p_i \ln p_i$$

$$E = H / H_{\max}$$

$$E = (- \Sigma p_i \ln p_i) / \ln S$$

Rang-abundancija krivulja

- Pokušaj da se složena struktura zajednice opiše jednom značajkom kao što je bogatstvo vrsta, raznolikost ili ujednačenost, se može kritizirati zbog toga što se na taj način gubi jako puno vrijednih informacija
- Potpunija slika distribucije abundancija vrsta u zajednici bi se mogla dobiti tako što bi se proporcije broja jedinki pojedinih vrsta u ukupnom broju jedinki u zajednici prikazale na grafu na način da bi se rangirale od najabundantnije vrste i tako redom sve do najmanje brojne vrste u zajednici (proporcije se prikazuju na logaritamskoj skali i taj se parametar obično naziva **relativna važnost**; engl. **relative importance**)
- Takav se grafički prikaz naziva **rang-abundancija dijagram**, a dobivena krivulja **rang-abundancija krivulja**

Broj vrsta raste s veličinom istraživanog područja

- Raspored vrsta u zajednici je većinom heterogen. S povećanjem istraživanog područja najprije se javljaju česte vrste (vrste s velikom brojnošću), a potom vrste čija je brojnost sve manja i manja. Dakle, za svaku vrstu postoji minimalna veličina područja koje se mora istražiti da bi se ta vrsta registrirala.
- Botaničar Olaf Arrhenius (1921) je bio prvi koji je pokušao matematički izraziti odnos između veličine područja i broja vrsta

$$S = c A^z$$

S – broj vrsta; A – površina područja

- Kada se odnos između broja vrsta i površine logaritamski transformira dobije se pravac čiji je nagib jednak z

$$\log S = \log c + z \log A$$

HRANIDBENE MREŽE

- Pored kvalitativnog i kvantitativnog opisa zajednice, njenu važnu strukturnu značajku čine interakcije između populacija među kojima su osobito važne hranidbene interakcije. Sumarni prikaz hranidbenih interakcija u zajednici naziva se **hranidbena mreža**

Hranidbene mreže opisuju funkcionalne odnose između vrsta u zajednicama

- **Hranidbena mreža** predstavlja prikaz različitih puteva kojima energija prolazi kroz populacije u zajednicama; jednostavnije kazano, hranidbena mreža pokazuje tko koga u zajednici jede
- Hranidbene mreže se sastoje od **hranidbenih lanaca** koji predstavljaju puteve protoka energije od primarnih producenata, preko serije konzumenata, pa sve do vršnog (top) predatora
- Hranidbena mreža uključuje tri kategorije vrsta (populacija): **bazalne vrste** (nisu nikome predator, ali su plijen drugim vrstama; dakle to su biljke); **intermedijarne vrste** (istovremeno su i plijen i predator); te **vršni ili top predatori** (nikome nisu plijen, oni su zadnja karika hranidbenog lanca). Važna strukturna značajka hranidbene mreže mogu biti omjeri između ovih kategorija vrsta
- Analiza hranidbenih mreža je neobično važna za razumijevanje dinamike zajednica

Temeljne ili ključne vrste

- Neke vrste u zajednici vrše izuzetno jak utjecaj na strukturu hranidbene mreže. Uklanjanje tih vrsta dovodi do velikih promjena u strukturi hranidbene mreže, koje mogu rezultirati velikim promjenama gustoće nekih vrsta ili čak njihovim nestankom. Takve su vrste **jaki interaktori** i često se nazivaju **temeljnim ili ključnim vrstama** (engl. **keystone species**). Iako se ovaj pojam izvorno odnosio na predatore (**ključni predatori**), danas je prihvaćeno da se ključne vrste mogu nalaziti na bilo kojoj trofičkoj razini (ključne vrste mogu biti biljke i herbivori, a ne samo predatori)
- Ključne vrste su one vrste koje usprkos maloj biomasi pokazuju snažan utjecaj na strukturu zajednice u kojoj žive. Njihov značaj postaje očigledan kada se te vrste uklone iz zajednice.
- Ključne vrste su one vrste čiji je utjecaj na strukturu zajednice neproporcionalno veći u odnosu na njihovu biomasu

Top-down i bottom-up kontrola

- Kada su vrste istovremeno i konzumenti i resursi, tada se možemo upitati jesu li one prvenstveno limitirane onim što jede ili onim što ih jede
- Ovo pitanje u sebi sadrži definiciju dvaju temeljnih tipova kontrole populacija, a to su kontrola resursima i kontrola predatorima. Regulacija populacije resursima obično se naziva **bottom-up kontrola (kontrola odozdo)** ili **kontrola producentima**; dok se regulacija populacije putem predatorske konzumacije naziva **top-down kontrola (kontrola odozgo)** ili **kontrola konzumentima**

- Gledano iz kuta ekologije životnih zajednica top-down kontrola se odnosi na situaciju kada struktura (a to znači abundancija/biomasa i raznolikost) nižih trofičkih razina ovisi o utjecaju konzumenata s viših trofičkih razina. Bottom-up kontrola se odnosi na situaciju kada struktura zajednice ovisi o faktorima kao što su koncentracija hranjiva i raspoloživost plijena, koji na danu trofičku razinu utječu odozdo
- Jasno je da u prirodi oba mehanizma kontrole djeluju istovremeno, ali se postavlja pitanje da li jedan ili drugi tip kontrole dominiraju na određenom mjestu, u određenom vremenu ili u određenom tipu zajednice

“Trofičke kaskade”

- “**Trofičke kaskade**” ili “**efekt kaskada**” je fenomen kada se utjecaj vršnog predatora kaskadno prenosi s jedne trofičke razine na drugu (hranidbeni lanac s izraženom **top-down kontrolom**)
- Efekt kaskada je osobito izražen u zajednicama s niskom raznolikošću u kojima je utjecaj jedne trofičke razine na razinu ispod nje vrlo jak
- To ne znači da je top-down kontrola odsutna u raznolikijim zajednicama, ali su u takvim zajednicama putevi konzumacije znatno raznolikiji, pa je time njihov efekt znatno ublažen (u takvim bi zajednicama umjesto “trofičkih kaskada” bolje pristajao termin “**trofičko kapanje**”)

PROSTORNA STRUKTURA ZAJEDNICA

Stratifikacija kao oblik prostorne strukture zajednice

- **Stratifikacija (raslojavanje)** predstavlja vertikalne promjene u strukturi zajednice, tj. njenu podjeljenost na više **slojeva (strata)** ili **katova**
- Pojavu stratifikacije nalazimo u “šumama” kelpa, zajednicama mangrova, slanih močvara i livadama morskih cvjetnica gdje se može razlikovati više katova
- Pojavu stratifikacije nalazimo i na manjoj prostornoj skali, kada različite vrste žive jedna na drugoj (razlikuju se **podstoj, međuslojevi, nadsloj**). Ovu pojavu nalazimo kod biljnih zajednica (**epifiti** – biljne vrste koje koriste druge biljne vrste kao podlogu na kojoj žive), ili općenito kod morskih bentoskih zajednica, gdje govorimo o **epibiozama (epibioza 1. stupnja** – vrste koje su direktno pričvršćene na podlogu; **epibioza 2. stupnja** – vrste koje su pričvršćene na prethodnim vrstama itd.)

PERIODIZAM U ŽIVOTU ZAJEDNICA

- Strukturalne i funkcionalne značajke zajednica, kao i njihov izgled mijenjaju se periodički
- Periodičke promjene u zajednicama manifestiraju se kroz:
 - Periodičko pojavljivanje i isčezavanje vrsta
 - Prostorne promjene u strukturi zajednice (migracije, kretanja)
 - Promjene u gustoći populacija
 - Promjene u životnoj aktivnosti i ponašanju

1. Sezonski priodizam

- **Fenologija** – sezonske promjene u abundanciji i aktivnosti organizama, ili pravilne izmjene određenih epizoda u životnom ciklusu organizama (npr. parenje kod životinja; klijanje i cvjetanje kod biljaka)
- Izgled pojedinih zajednica značajno se mijenja tijekom godine i ti se izgledi u različitim godišnjim dobima nazivaju **aspekti**. Aspekti su osobito izraženi kod biljnih zajednica (npr. listopadne šume)
- Pravilne smjene aspekata nazivaju se **fenološka sukcesija**

2. Dnevno-noćni periodizam

- Ritmičke promjene aktivnosti i ponašanja vrsta (vezano za prehranu, zaklon i razmnožavanje) događaju se i na dnevnoj skali, što se odražava na strukturne i funkcionalne značajke zajednice
 - Dnevno-noćni ritam primarne proizvodnje
 - Dnevni ritam u pogledu prehrane: dnevne, noćne i sumračne životinje (“vremenska izolacija” koja smanjuje kompeticiju)

- Izmjenom dana i noći jedni hranidbeni lanci ustupaju mjesto drugima
- Vertikalne migracije planktona

3. Lunarni periodizam

Periodizam u razmnožavanju povezan s mjesečevim mijenama

Razlozi za periodičnost

- Vrste prate varijacije u količini resursa koje su periodične
- Vremenska podjela resursa – vrste koriste iste ograničavajuće resurse u različito vrijeme
- Izbjegavanje perioda kada su predatori najbrojniji
- Fiziološka ograničenja – utjecaj faktora okoliša

RAZVITAK ZAJEDNICA

Razvitak zajednica - sukcesije

- Trenutačan pogled na zajednice (pa čak i tijekom nekoliko dana ili tjedana) ostavlja dojam njihove stabilnosti (nepromjenjivosti)
- Ipak, ukoliko se pogleda поближе zajednice se nalaze u stanju stalnog protoka; organizmi ugibaju a novi se “rađaju” i zauzimaju njihovo mjesto; energija i hranjiva prolaze kroz zajednice
- Ukoliko zajednica ne trpi poremećaje promjene u njenom izgledu i sastavu događaju se vrlo sporo. Mlade dagnje zamjenjuju stare, u livadama morskih cvjetnica mlade jedinke zamjenjuju stare i tako dalje u procesu stalnog “**samoovjekovječivanja**”
- Međutim, ukoliko je stanište poremećeno – koraljni grebeni srušeni u olujama, djelovi populacije dagnji otkinuti valovima – tada se zajednice počinju ponovo izgrađivati; počinje njihov **razvitak**
- Najprije se javljaju vrste koje su prilagođene poremećenim staništima, koje onda sukcesivno bivaju zamjenjivane drugim vrstama dok se na kraju ne uspostavi zajednica koja je po svom izgledu i strukturi slična zajednici koja je bila prisutna u tom staništu prije poremećaja. Taj se slijed izmjena vrsta u zajednici tijekom njenog razvitka naziva **sukcesija**

Sukcesije: definicije

- **Sukcesije** su postepene promjene u sastavu zajednica koje se događaju nakon poremećaja ili nakon kolonizacije novonastalog staništa
- **Sukcesije** su nesezonski, usmjeren i kontinuiran obrazac kolonizacija i nestanaka populacija na nekom području
- **Sukcesije** su izmjene populacija u staništu koje se odvijaju u pravilnom slijedu sve do postizanja stabilnog stanja

Sukcesije: terminologija

Pionirske zajednice – zajednice koje se sastoje od vrsta koje su prve kolonizirale poremećena ili novonastala staništa

Intermedijarne zajednice – zajednice koje dolaze nakon pionirskih i razvijaju se u pravcu klimaksa

Klimatogena ili klimaks zajednica – zadnji stadij u razvitku zajednice

Sukcesijska serija ili **sera** – slijed promjena od pionirske zajednice do klimaksa

Vrste sukcesija:

1. **Primarne sukcesije** – Podrazumijevaju ustanovljavanje i razvijanje zajednica na novo-formiranim staništima (npr. pješčane dine, povremene lokve nakon kiše, slonovski izmet, tokovi lave, klizišta, tlo ogoljelo djelovanjem erozije ili glečera itd.). Primarne sukcesije uključuju bitne modifikacije okoliša od strane ranih kolonista (pionirskih vrsta)
2. **Sekundarne sukcesije** – Podrazumijevaju povratak staništa na njegovu prirodnu zajednicu nakon što je pretrpio poremećaj. Za razliku od primarne sukcesije, ovdje se radilo o umjerenom poremećaju koji je najveći dio fizičke strukture ekosistema ostavio nepromijenjenim

1. **Autogene (endodinamičke) sukcesije** – Sukcesije koje su uzrokovane procesima u samoj zajednici
2. **Alogene (egzodinamičke) sukcesije** – Sukcesije koje su uzrokovane djelovanjem vanjskih sila
1. **Progresivne sukcesije** – Sukcesije koje idu od pionirskih zajednica prema klimaksu
2. **Regresivne sukcesije** – Sukcesije koje idu od viših k nižim sukcesijskim stadijima (degradacija zajednice)

Intezitet i razmjeri poremećaja utječu na karakter sukcesije

- **Sukcesije mogu biti potaknute fizičkim ili biološkim poremećajima u staništu:**
 - 1. Primjeri **fizičkih poremećaja** su otvaranje novih površina na hridinastim obalama usljed djelovanja olujnih valova, otkidanje dijelova koraljnih grebena nakon oluja itd.
 - 2. Primjeri **bioloških poremećaja** uključuju ponašanje životinja kao što je kopanje, bušenje, predacija i herbivornost. Ove aktivnosti mogu imati za posljedicu veće promjene u strukturi zajednica, koje se mogu okarakterizirati kao poremećaji, koje mogu potaknutu sukcesiju

Intezitet i razmjeri poremećaja utječu na karakter sukcesije

- **Poremećena staništa mogu biti kolonizirana iz tri izvora:**
 - 1. “Kolonizacija *in situ*” – poremećaj nije uništio jajašca ili trajne stadije, pa su oni izvor kolonizacije
 - 2. Kolonizacija iz područja koje okružuje područje poremećaja
 - 3. Kolonizacija iz područja koje se nalazi na određenoj udaljenosti od područja poremećaja (npr. pelagičke ličinke koje se nošene strujama mogu rasprostraniti na velike udaljenosti)

Mehanizmi sukcesije

- Joseph Connell i R.O. Slatyer (1977) sugeriraju tri tipa mehanizama pomoću kojih prisustvo jedne vrste utječe na vjerojatnost pojavljivanja druge vrste u zajednici:
 - **1. Olakšavanje** – Situacija kada raniji stadij u sukcesiji pomaže utvrđivanju sljedećeg stadija (npr. povećanje količine hranjiva i vlage u tlu kod biljaka)
 - **2. Inhibicija** – Situacija kada raniji stadij inhibira (spriječava) utvrđivanje kasnijeg stadija (npr. kroz redukciju resursa, direktan sukob ili tako što ga koristi kao plijen)
 - **3. Tolerancija** – Situacija kada raniji stadij ne vrši nikakav utjecaj na kasniji stadij (nema interakcije). To vodi k zajednicama koje su sastavljene od vrsta koje su podjednako sposobne za invaziju novoformiranih staništa. Slijed sere je u tom slučaju određen životnim vijekom i kompeticijskim sposobnostima danih vrsta

Karakter klimaksa određen je lokalnim uvjetima

MONOKLIMAKS TEORIJA

- Sukcesija se tradicionalno promatrala kao neumoljiv put prema konačnom obliku zajednice – klimaks zajednici (Clements, 1916)

POLIKLIMAKS TEORIJA

- Zajednica može imati više različitih klimaksa, što ovisi o uvjetima u staništu

TEORIJA OTVORENIH KLIMAKSA (KONTINUUMA)

- U novije vrijeme koncept otvorene zajednice promijenio je i koncept klimaksa, pa se klimaks zajednice danas promatraju kao **kontinuumi** duž kojih su lokalne varijacije u sastavu vrsta određene uvjetima u okolišu; tj. kao regionalni tip otvorenih klimaks zajednica čiji sastav na svakom lokalitetu ovisi o uvjetima u okolišu (Whittaker, 1953)

Prolazni i ciklički klimaksi

- Vidjeli smo da je jednom ustanovljena klimaks zajednica samoobnovljiva, te da se njen izgled ne mijenja unatoč stalnim zamjenama jedinki unutar zajednice
- Ipak, nisu svi klimaksi trajni, nego mogu biti **prolazni (kratkotrajni)** ili se mogu ponavljati u pravilnim **ciklusima**

- Primjer prolaznog klimaksa je razvitak zajednica u supralitoralnim lokvicama koje prolaze cikluse isušivanja i ponovnog punjenja morem.
- U jednostavnim zajednicama pojedine karakteristike vezane za razvitak nekoliko dominantnih vrsta mogu kreirati ciklički klimaks
 - Ukoliko, na primjer, vrsta A olakšava pojavu vrste B, vrsta B pojavu vrste C, a vrsta C pojavu vrste A stvorit će se pravilan ciklus dominacije vrsta, a trajanje svakog stadija biti će određeno životnim vijekom dominantne vrste

Mozaični obrazac sukcesijskih stadija

Smrt jedinki u zajednicama mijenja okoliš i proizvodi mozaični tip zajednica. Obaranje stabla stvara otvor u šumskom svodu i stvara dijelove šumskog tla koji su suhi topli i osvijetljeni. Ti su otvori objekt invazije vrsta iz ranijih stadija sukcesije i te vrste opstaju sve dok se otvor u svodu ne zatvori. Dakle, obaranje drveća stvara zajednicu koja se sastoji od mozaika sukcesijskih stadija, što povećava ukupnu biološku raznolikost u zajednici. Slične mozaične zajednice često se javljaju u zoni plime i oseke, gdje valovi otvaraju pukotine u zajednici

Sukcesije su rezultat varijacija u sposobnosti organizama da koloniziraju poremećena staništa, kao i promjena u okolišu nakon kojih slijede pojavljivanja novih vrsta

- Dva faktora određuju položaj vrsta u seri:
 - 1. Stopa kojom vrste naseljavaju novoformirana ili poremećena staništa
 - 2. Promjene u okolišu tijekom sukcesije

Značajke dominantnih vrsta u zajednici mijenjaju se tijekom sukcesije

- Vrste karakteristične za rane i kasne stadije sukcesija primjenjuju različite strategije rasta i reprodukcije:
 - Vrste iz ranih stadija sukcesije su oportunističke (prevrtljive) i one kapitaliziraju visoku sposobnost rasprostranjenja koja im omogućava brzu kolonizaciju novostvorenih ili poremećenih staništa.
 - Klimaks vrste se rasprostranjuju i rastu sporije, ali su one bolji kompetitori u odnosu na pionirske vrste.

Svojstva zajednica i ekosistema mijenjaju se tijekom sukcesije

Biološka svojstva biljnih zajednica (npr. naselja alga) u razvitku mijenjaju se kako vrste ulaze i napuštaju sere. Kako zajednica stari (sazrijeva) omjer biomase prema proizvodnji raste. Potrebe za održavanjem zajednice također rastu sve dok proizvodnja može dostići potrebe i kod te točke neto akumulacija biomase u zajednici prestaje.

Tijekom sukcesije se mijenja raznolikost i složenost zajednica

- Kako sukcesija napreduje zajednica općenito postaje raznolikija i složenija (**“sukcesijski gradijent raznolikosti”**), premda maksimum raznolikosti zajednice može biti nešto prije samog klimaksa, budući da su tada u zajednici već prisutne sve klimaks vrste a prisutne su i neke vrste iz ranijih stadija koje u klimaks zajednici nestaju
- Povećanje raznolikosti zajednica tijekom sukcesije može se pripisati većem broju faktora:
 - Povećanje prostorne i strukturne raznolikosti staništa kao rezultata djelovanja samih organizama
 - Porast herbivornosti i predacije može pvećati raznolikost vrsta, što omogućava daljnu varijabilnost resursa i veću heterogenost staništa
 - Veća konstantnost fizikalnih karakteristika okoliša (temperatura, vlažnost, vjetar itd) što omogućava opstanak specijaliziranim vrstama
 - Povećanje proizvodnje u ranim fazama sukcesije

ZNAČAJKE ŽIVOTNIH UVJETA U POJEDINIM OCEANSKIM ZONAMA

Obalne vode

- Kolebanja većine faktora su ovdje najveća
- Uloga valova je značajna

- Izostanak populacija dubokomorskog zooplanktona (koji noću migrira)
- Raste omjer između ličinki i odraslih jedinki u planktonu (raste udio vrsta koje imaju planktonske stadije)
- Raste udio pričvršćenih organizama
- Sezonske promjene temperature mogu ograničavati vertikalnu raspodjelu nekih vrsta
- Fitoplanktonske cvatnje imaju veliki značaj za bentoske organizme (kiša organske tvari koja zbog male dubine dopire na dno)
- Sediment predstavlja rezervoar hranjiva koja se ovdje regeneriraju i resuspendiraju u vodeni stupac

Gornja oceanska zona

- S obzirom na osvjetljenje u ovoj se zoni razlikuju tri sloja:
 - Površinski sloj – intenzitet svjetla je iznad optimalnog ili je čak letalan za fitoplankton i većinu zooplanktona
 - Zona u kojoj biljke aktivno rastu
 - Zona u kojoj tijekom dana boravi onaj dio zooplanktona koji noću migrira u gornje slojeve
- Vertikalna raspodjela većeg zooplanktona pokazuje pik na oko 800 m
- Temperatura opada s dubinom, kao i sezonske oscilacije temperature
- U gornjim su slojevima ove zone prisutne opsežne dnevne migracije mnogih organizama (nejčešće između 200 i 400 m, ponekad i do 1200 m)

Pelagički okoliš srednjih dubina

- Obuhvaća vodu od 1000 m dubine pa naniže
- Uvjeti podsjećaju na one iznad samog dna
 - Male dnevne i sezonske promjene temperature i saliniteta
 - Koncentracije kisika variraju nešto više s minimalnim vrijednostima u blizini gornje granice ove zone
 - U odnosu na abisal tlak je niži, koncentracije hrane nešto veće, ali su oba ova faktora još uvijek ograničavajuća

Abisal

- Nedostatak svjetla, osim bioluminiscencije (nema fotosinteze)
- Ne osjeća se djelovanje valova, a struje su u pravilu slabe
- Kolebanja većine faktora (temperatura, salinitet, kisik itd) su vrlo mala
- Koncentracije CO₂ su visoke (velika topljivost CaCO₃)
- Tlak je ekstremno visok
- Siromaštvo hranom
- Nedostatak čvrstih objekata – problem za sesilne oblike

Morsko dno kontinentalnog šelfa

- Na bentoske organizme utječu osobine sedimenta i vode koja ih okružuje
- Sezonske promjene temperature i saliniteta su manje u pridonim vodama, a također je slabije i djelovanje valova
- Razlikuju se sljedeća područja:
 - Zona plime i oseke – karakteriziraju je brze i velike oscilacije faktora okoliša i naglašena uloga valova i morskih doba
 - Estuariji – velike prostorne i vremenske promjene saliniteta (vertikalni i horizontalni gradijent saliniteta). Specijalni slučajevi estuarija su **fjordovi i slane močvare**
 - FJORDOVI – vrlo duboki sa stjenovitim ili šljunčanim obalama; dotok slatke vode je sezonskog karaktera; zimi je često zamrzavanje površinskih voda (brojna fauna ima migracijski ili sezonski karakter)

- **SLANE MOČVARE** – područja zaklonjene vode gdje trave imaju veću ulogu od alga i formiraju površinski pokrov presjecan kanalima i bazenima; supstrat je pretežno muljevit; ravnoteža između izgrađivanja kopna (vezivanje mulja putem vegetacije) i njegove erozije na rubovima; u kanalima i bazenima su promjene saliniteta, temperature i drugih faktora vrlo velike i brze

Slane močvare

- Slane močvare se razvijaju na zaklonjenim obalnim područjima gdje prevladava muljeviti supstrat, gdje halofilne trave imaju veću ulogu od alga i formiraju površinski pokrov ispresjecan kanalima i bazenima
- Vegetacija vezuje mulj i stvara novo kopno, dok erozija na rubovima zajednice ima suprotan utjecaj (ujednačena visina zajednice formira se na razini plime)
- U kanalima i bazenima se događaju vrlo velike i brze promjene ekoloških faktora (osobito temperature i saliniteta)

Mangrove

- Posvuda u tropskim područjima gdje prevladava fina i koloidalna sedimentacija (muljevi i gline) i gdje obala nije izložena valovima opaža se obalna tvorba koja se naziva **mangrova** (osobito se razvija na ušćima rijeka ili u dubokim zaljevima koja su pogodno orijentirana)
- Mangrova zauzima horizontalni prostor koji odgovara mediolitoralnoj stepenici. Sastoji se od izoliranih busena ili grmova pa sve do pravih šuma koje mogu prijeći visinu od 30 m.
- Stabla imaju zračno korjenje koje strši iz vode poput kolaca, dok je krošnja stabala uvijek iznad vode
- Najvažniji uvjeti za razvitak mangrova su: temperatura ne manja od 20°C, fini koloidni supstrat (reducirani uvjeti, bogat anaerobnim bakterijama, niska koncentracija kisika, prisutan H₂S), poželjan je sniženi salinitet (nije obavezno)
- U biogeografskom smislu razlikujemo zapadnu mangrovu (američke tropske obale i zapadna afrička obala) i istočnu mangrovu (istočne obale Afrike i Indopacifik). Ove dvije mangrove nemaju niti jednu zajedničku vrstu, a istočna je mangrova daleko bogatija vrstama

- **Stabla mangrova imaju veliki broj zanimljivih prilagodbi:**

- **Viviparnost** – nakon oplodnje embrij formira dugačak šiljast nastavak (hipokotil) koji se nakon otkidanja od matičnog stabla zabija u mulj. Nakon tog korjenje raste vrlo brzo pa je nakon 8-10 dana biljka već čvrsto zakorijenjena
- **Obično korjenje** – raspoređeno je poput kolaca i drži listove iznad razine vode. Pored toga ima ulogu razbijanja valova (valolomci)
- **Zračno korjenje** – izviruje iz sedimenta i vode i ima ulogu prozračivanja korjenovog sustava
- **Transpiracija** – mala relativna transpiracija; izbacivanje viška soli kroz listove
- **Sjemenke** – opremljene spužvastim strukturama koje ima omogućavaju dugotrajno plutanje po moru

- **Fauna mangrova pokazuje nekoliko bitnih značajki:**

- 1. Naglašena euritermija, obično popraćena i erihalinošću
- 2. Sposobnost življenja u uvjetima niskih koncentracija kisika
- 3. Mnoge životinje imaju podzemno sklonište koje se spušta do razine podzemnih voda
- Životinjsku komponentu hranidbene piramide čine žderači sitnih otpadaka (detritusa)

- Za razliku od tropskih kišnih šuma, mangrove šume se sastoje od malog broja biljnih vrsta, a vrlo su rijetko prisutne liane i epifiti.
- Fauna mangrova obuhvaća 6 glavnih skupina životinja, a jedna od karakteristika je osobito obilje rakova:
 - Kopnena fauna s lisnatog dijela i bušaći drva na tlu
 - Amfibijska fauna koja se kreće u skladu s promjenama razine vode (mediolitoralna)
 - Sesična mediolitoralna fauna

- Endofauna mediolitoralne stepenice
- Fauna supralitoralne stepenice
- Vagilna fauna koja naseljava donje drveće za vrijeme plime

PLITKA PODRUČJA (SUBLITORAL)

U području sublitorala u svjetskim morima nalazimo neke karakteristične zajednice:

- “Šume” kelpa u hladnijim područjima
- Koraljni grebeni u tropskim područjima
- Livade morskih cvjetnica (značajne u Mediteranu)

“Šume” kelpa

- “Šume” kelpa su tvorevine koje izgrađuje nekoliko vrsta smeđih alga iz skupine Laminariales
- Rasprostranjene su širom svijeta u plitkim otvorenim obalnim vodama i uglavnom su ograničene na područja gdje je temperatura niža od 20°C, a prostiru se sve do polarnih krugova
- Ovisnost o svjetlu potrebnom za fotosintezu ograničava ih na prozirne plitke vode i rijetko se javljaju dublje od 5-15 m.
- Ove alge imaju jedan od najvećih kapaciteta rasta u čitavom biljnom carstvu (npr. kelp iz roda *Macrocystis* može rasti brzinom od 30 cm dnevno, a biljka može narasti 25m u dužinu za 120 dana.
- Na ulogu ježinaca kao herbivora značajno djeluju oluje. Tijekom oluja otkidaju se brojni dijelovi alga koji padaju na morsko dno gdje služe ježincima kao hrana, čime se stimulira njihovo sedentarno ponašanje. U razdobljima bez oluja, ježinci mijenjaju svoje ponašanje i aktivnije se kreću po morskom dnu i jedu mlade izdanke kelpa
- “Šume” kelpa spadaju među najproduktivnija morska staništa, koja se pored toga odlikuju i velikom biološkom raznolikošću
- Slično kao u tropskim kišnim šumama, i u ovoj se zajednici može razlikovati nekoliko vertikalnih slojeva (katova), koje čine područje rizoma, te krošnje različitih vrsta kelpa
- Zajednice kelpa su pod snažnim utjecajem oluja koje otkidaju odrasle biljke i otvaraju prostor za nove izdanke

Koraljni grebeni

- Koraljni grebeni su jedna od biološki najraznolikijih morskih zajednica u kojoj dominira životinjska komponenta
- Koraljni grebeni su velike strukture (najveće građevine na Zemlji koje su izgradila neka živa bića) otporne na valove koje su izgrađene od velikog broja jedinki različitih sporo rastućih vrsta čiji su vapnenasti skeleti međusobno stopljeni u velike oblike. Izgradnji cjele strukture osim koralja doprinose i druge skupine organizama (koraligene alge, spužve, poliheti, itd.) koje također imaju čvrste vanjske skelete koji se ugrađuju u greben
- Razvitak koraljnih grebena ovisan je o mutualističkim odnosima sa simbiotskim jednostaničnim algama (zooxanthellae):
- Koralj ima čitav niz koristi od ovih simbiotskih alga:
 - Pomažu u uklanjanju otopljenih produkata ekskrecije
 - Stvaraju kisik kroz proces fotosinteze
 - Stvaraju ugljikohidrate koje koralji koriste za hranu
 - Pomažu kalcifikaciju kod koralja
 - Pomažu koraljima u sintezi lipida
- S druge strane i alge imaju koristi od koralja:
 - Štite ih od “grazinga” od strane predatora
 - Dobivaju hranjiva kroz ekskreciju koralja

- Razvitak koraljnih grebena ograničen je nizom čimbenika od kojih su najvažniji temperatura, salinitet, svjetlo i turbiditet:
- Temperatura – ograničeni su na tropska i subtropska područja (rasprostranjeni su uglavnom između 25° sjeverne i 25° južne geografske širine)
- Salinitet – ograničeni su na salinitete otvorenih mora i rijetko ih se može naći u tropskim estuarijima
- Svjetlo – svjetlo im je neophodno zbog simbiotskih alga, pa aktivna izgradnja grebena naglo opada ispod dubine od 25-50 m. U plitkim prozirnim vodama ultraljubičasto svjetlo može biti štetno, pa su koralji razvili različite apsorbirajuće materijale kao zaštitu (npr. ugradnja tamnih pigmenata u skelete)
- Turbiditet (zamućenost; broj čestica po jedinici volumena vode) i sedimentacija – ne podnose veliku замуćenost voda jer ona smanjuje razinu svjetla, kao ni veliku sedimentaciju koja inhibira hranjenje koralja preko nježnih nastavaka (tentakula)
- Razvitak koraljnih grebena je posljedica ravnoteže između rasta i bioerozije
- Stopa rasta grebena iznosi oko 1 cm u 1000 godina (u oba smjera – visinu i debljinu). Uz to ide i proces cementacije koji predstavlja kemijski proces koji učvršćuje grebene putem precipitacije kalcijevog karbonata u pukotinama i šuplinama grebena
- S druge strane, koraljni grebeni su pod stalnim utjecajem bioerozije putem brojnih organizama koji buše koraljne skelete. Tim procesima nastaje fini sediment koji se može transportirati od grebena u duboke vode (ponekad se može naći i na dubinama većim od 1000 m).
- Većinu koraljnih grebena karakterizira masovni mrijest, pojava kada različite vrste koralja sinkronizirano ispuštaju gamete u okolnu vodu (ta je pojava poznata i kod mnogih drugih organizama koji naseljavaju koraljne grebene)
- Jedan od glavnih ograničavajućih čimbenika za zajednice koje naseljavaju grebene je prostor. Zbog toga je kompeticija za prostorom jedna od najizraženijih interakcija između organizama koji se za prostor natječu putem prerastanja, zasjenjivanja ili izravnim sukobom
- Pored kompeticije, važna značajka zajednica koraljnih grebena su izuzetno razvijene i fascinantne mutualističke interakcije, kao i široki spektar obrambenih prilagodbi protiv predacije

Livade morskih cvjetnica

- Jedine cvjetnice (sjemenjače) koje su se prilagodile životu ispod morske razine su predstavnici porodice *Zosteraceae* (pripadaju jednosupnicama – Monocotyledoneae). Poznato je oko 30 morskih vrsta od kojih su većina tropske
- Livade koje tvore na morskom dnu svojstvene su infralitoralnoj stepenici (vrste iz rodova *Zostera* i *Cymodocea* su obično lokalizirane u gornjem dijelu infralitorala (maksimalno do 15 m dubine), dok npr. *Posidonia oceanica* u Sredozemnom moru doseže i do 40 m dubine
- Biocenoza livada Posidonije je krajnji stadij (klimaks) u smjenjivanju (sukcesiji) čitavog niza biocenoza
- Važnost morskih cvjetnica je u općoj ekonomiji mora vrlo velika Petersen je izračunao da godišnja proizvodnja biljne biomase koju proizvode livade *Zostere* na obalama Danske iznosi 24×10^6 t svježe tvari, što znatno nadilazi godišnju proizvodnju stočne hrane u ovoj zemlji, inače poznatoj po pašnjacima
- Livade morskih cvjetnica su zbog različitih razloga (sklonište, prehrana, reprodukcija) vrlo poželjno stanište za brojne sedentarne i vagilne vrste.
- Neke su vrste u ovim zajednicama prisutne stalno, dok druge podliježu dnevo-noćnom ritmu.
- U livadama morskih cvjetnica nalazimo slijedeće oblike:
 - Sesilni epifiti na listovima - dijetomeje, krednjaci, hidroidi, poliheti (rod *Spirorbis*), mahovnjaci itd.
 - Sedentarni oblici na lišću – puževi (rod *Rissoa*), amfipodi, izopodi, paguridi itd.
 - Mikrofauna epifitskog pokrova – cilijati, flagelati, mali nematodi, mali poliheti, rotiferi, kopepodi
 - Nektonske vrste s uređajima u obliku prijanjalki za odmaranje na lišću – neke meduze, čeljustousti, neke ribe, sipe itd, ili uređajima u obliku nastavaka (apendiksa) – brojni amfipodi i dekapodi, neke ribe (npr. morski konjić)
 - Sesilne i sedentarne vrste u području rizoma
 - Krupna epifauna i endofauna – ribe, dekapodni raci, glavonošci itd.

Plutajući sargasi

- Plutajući sargasi su jedinstvena pojava u Sargaškom moru gdje smeđe alge iz roda *Sargassum*, kao plutajuće alge, stvaraju masovnu vegetaciju na površini mora (oko 5 t biljne mase na kvadratnu milju)
- Premda ove alge plutaju, one su zapravo bentoske alge izolirane unutar pelagičkog područja koje podržavaju tipično bentosko naselje
- Plutajući sargasi se odlikuju odsutnošću svake seksualnosti, a umjesto toga imaju vegetativno razmnožavanje koje vodi k pravom gigantizmu. Ova se osobitost dovodi u vezu s dva faktora:
 - Homogenost ambijentalnih faktora (temperatura, salinitet, slaba uzburkanost vode)
 - Odsutnost podloge koja bi mogla primiti oplodjena jajašca
- Danas se smatra da plutajući sargasi vode porijeklo od bentoskih oblika iz područja Antila koje je Floridska struja otkinula i odnijela u Sargaško more gdje vegetativnim razmnožavanjem rastu bez mjere
- Naselja sargasa obuhvaćaju epifitske alge, dok je fauna relativno siromašna vrstama i uključuje sljedeće oblike:
 - **Sesilni oblici** – obuhvaćaju 20-ak vrsta iz skupina hidroida, mahovnjaka, žarnjaka, poliheta, mješčičnica, rakova vitičara
 - **Sedentarni oblici** – manje su brojni i obuhvaćaju predstavnike izopodnih račića, puževa, mahovnjaka
 - **Vagilni oblici** – obuhvaćaju uglavnom neke vrste kozica i riba
 - **Slučajno donešene životinje** – najčešće predstavnici pleistona koje je vjetar donio u ovo područje
 - **Životinje** (osobito ribe) koje traže zaklon ili hranu, odlažu jaja, boravak ličinki (npr. leptocefali jegulja)

ŽIVOT U VELIKIM DUBINAMA

- **Dubinska fauna obuhvaća:**
 - **Endemične dubinske oblike**
 - **Euritermne i euribatne oblike** – oblici koji se mogu naći i u području litorala
 - **Euribatne ali ne i euritermne oblike** – oblici koji obuhvaćaju oligostenotermne organizme koji žive u površinskim vodama polarnih područja (ekvatorijalna ili tropska submerzija)

Prilagodbe dubinskih organizama

- **Problem pričvršćenih vrsta**
 - Dominiraju zakorijenjeni oblici koje karakteriziraju dugi dršci (kod nekih organizama mogu biti dugi i do 2 m)
- **Problem vagilnih vrsta**
 - Problem propadanja u žitkom mulju rješavaju povećanjem površine (**spljošteni oblik tijela**) ili s produženim nastavcima (**apendiks**)
- **Skeletične formacije i problem vapnenca**
 - Redukcija i krhkost skeletnih struktura. Mogući razlozi su:
 - Nedostatak CaCO_3 (visoki tlak povećava topljivost CO_2)
 - Nedostatak vitamina D (zbog nedostatka svjetla)
 - Evolucijska regresija potpornog sustava (uslijed mirnih uvjeta)

Prilagodbe dubinskih organizama

- **Relativni gigantizam dubinskih oblika**
 - Mnogi su dubinski (abisalni) oblici divovi unutar svojih sistematskih skupina (npr. izopodi, rakovice, ježinci, trpovi itd.)
 - **Razlozi:** - Niska temperatura (odgađa dostizanje spolne zrelosti, a produžava period rasta
 - Utjecaj hidrostatskog tlaka na metabolizam

- **Osjetilni organi dubinskih organizama**

- Potpuna tama se na osjetilo vida može manifestirati na dva načina:
 1. Oči kržljave (slijepi oblici) – umjesto osjetila vida razvijaju se duga osjetila (opip, kemijska itd.)
 2. Oči postaju ogromne (do ¼ težine tijela; teleskopske oči)
- Razvitak **svjetlećih organa** (proizvodnja svjetla)

Prilagodbe dubinskih organizama

- **Problem hrane za dubinske organizme**

- Budući da nema primarne proizvodnje, osnovu hranidbene piramide čine bakterije i ostaci organske tvari (detritus)
- Najčešći načini prehrane su:
 - MIKROFAGI – hrane se bakterijama i česticama u suspenziji
 - LIMNIVORNI ORGANIZMI – hrane se tako što gutaju sediment i površinski film
 - GRABEŽLJIVCI I STRVINARI – imaju brojne prilagodbe (npr. pomične i rastezljive čeljusti, te rastezljivi želuci kod riba)

- **Problem razvitka dubinskih organizama**

- Većina vrsta ima direktna razvoj (viviparni ili inkubatorni) – sličnost s organizmima visokih geografskih širina

Dubinska fauna sadrži dosta arhaičnih oblika

- Dubinska je fauna arhaična (sastavljena od “živih fosila”) – Npr. 10 rodova spužava je poznato još iz doba krede
- Neki su organizmi bili poznati kao fosili prije nego što su živi primjerci otkriveni u abisali (npr. riba *Latimeria*, skupina mekušaca Monoplacophora (jednoljušturaši))
- Dva su objašnjenja za prisutnost arhaičnih oblika:
 - Kontinuiranost postojanja dubinske faune od pradavnih vremena
 - Manja kompeticija u odnosu na plića područja

Porijeklo dubinskog bentosa

- Danas se smatra da dubinski bentos ima dvojako porijeklo:
 - Arktički ili antarktički oblici litoralnog bentosa su postali dubinski na srednjim geografskim širinama zbog njihove stenotermije (ekvatorijalna submerzija)
 - Migracije litoralnih oblika umjerenih i toplih mora prema velikim dubinama

EKOLOGIJA BENTOSKIH ŽIVOTNIH ZAJEDNICA (BIOCENOZE)

Za razliku od pelagičkih zajednica koje je teže prostorno definirati, pa se one češće određuju funkcionalno kroz hranidbene odnose i trofičke kategorije, bentoske je zajednice mnogo lakše prostorno definirati zbog velikog broja sesilnih i slabo pokretnih vrsta, po čemu ekologija bentoskih zajednica ima puno dodirnih točaka s ekologijom biljnih zajednica na kopnu

Neki pojmovi iz ekologije bentoskih životnih zajednica

• **Enklava** – prisustvo jedne biocenoze na prostoru koji inače zauzima neka druga biocenoza (zbog uvjeta mikrostaništa ili nekog drugog razloga). Čest je slučaj postojanja enklava s jedne stepenice na drugoj, dakle kada se biocenoza s jedne stepenice dijelom prostire i na susjednu stepenicu

- **Facijes** – poseban izgled biocenoze koji se razvija lokalno kada prevladavanje pojedinih ekoloških faktora povlači za sobom bujan razvitak jedne vrste ili malog broja vrsta (bez obzira jesu li te vrste karakteristične za danu biocenozu ili nisu) s time da kvalitativni sastav biocenoze nije poremećen
- **Pojas ili centura** – facijesi uzrokovani stupnjem vlaženja karakteristični za supralitoralnu i mediolitoralnu

Vrste unutar pojedine bentoske biocenoze pripadaju u tri kategorije

- **Karakteristične vrste** – vrste koje preferiraju određeno stanište (biocenozu) i u njemu se redovito javljaju bez obzira na broj jedinki
- **Popratne vrste** – vrste čija je prisutnost u danoj zajednici isto tako normalno kao i u nekoj drugoj zajednici. Tu spadaju:
 - (A) Vrste lokalizirane na određenoj stepenici (karakteristične za stepenicu)
 - (B) Vrste pokazatelji određenog edafskog faktora (nagib obale, izloženost obale itd.)
 - (C) Indiferentne vrste koje su široko rasprostranjene
- **Slučajne vrste** – vrste koje su karakteristične za neku drugu biocenozu, ali su u malom broju povremeno prisutne u nekoj drugoj biocenozi

Kvalitativne metode proučavanja bentoskih zajednica

- Kvalitativna metoda uključuje komparaciju popisa vrsta sakupljenih na različitim tipovima dna, tako da se za svaki tip traže karakteristične vrste, pomoću kojih se prostorno razgraničavaju biocenoze. Pri tome se također trebaju uzeti u obzir i abundancije vrsta
- Kod čvrstih je dna uobičajena metoda socioloških snimki koja podrazumijeva upotrebu dviju ljestvica od kojih je svaka stupnjevana od 1 do 5, a odnose se na kategorije abundancija-dominacija i socijabilnost
- Broj jedinki svake od vrsta u biocenozi predstavlja njenu abundanciju (obilje), dok taj broj izražen kao postotak u odnosu na sveukupni broj jedinki svih vrsta u biocenozi predstavlja dominantnost te vrste

Abundancija-dominacija – brojnost (obilje); postotak pokrovnosti

Socijabilnost – od izoliranih jedinki do kompaktnih naselja

Kvocijent sličnosti

- U razgarničavanju dviju biocenoza se često koristi kvocijent sličnosti (QS) kojim se uspoređuju dva naselja A i B od kojih svako naselje ima svoje vrste a i b, te zajedničke vrste c
- Formulu za izračunavanje kvocijenta sličnosti dao je Sørensen (1948):

$$QS = (2c/(a + b)) \times 100$$

- Gamulin Brida (1960, 1962) predlaže sličan kvocijent sličnosti koji uključuje i obilje (abundancije) vrsta:

$$QS_1 = (2c_1/(a_1 + b_1)) \times 100$$

- Abundanciju svake od vrsta Gamulin-Brida izražava stupnjem abundancije koji je određen na temelju prosječnog broja primjeraka

Što su različiti ekološki uvjeti u kojima žive dva naselja A i B, to će biti veće razlike između QS i QS₁

Kvantitativne metode proučavanja bentoskih zajednica

Metoda probnih površina (kvadrata)

Metoda probnih volumena – kvantitativna proučavanja biocenoza pomičnih supstrata temelje se na poznatom volumenu uzorkovanog sedimenta što se može obaviti dredžama ili češće grabilima i box corerima

- Danski istraživač Petersen (1914, 1915) je uočio da se dna mogu puno bolje okarakterizirati malim brojem vrsta koje po količini čine bitan dio zajednice, nego dugačkim popisima vrsta od kojih većina nisu karakteristične

- Takve odabrane vrste ("pilot-vrste") moraju zadovoljavati sljedeće uvjete:

- (1) Trebaju biti abundantne kako bi se često lovile grabilom
- (2) Ne smiju biti prisutne sezonski
- (3) Trebaju biti homogeno raspoređene po dnu a ne skupljene u hrpama

- Petersen je predložio probnu površinu od 0.25 m², premda se danas koriste površine

•Količina ukupnog organskog materijala sakupljenog iz određenog volumena sedimenta, ili sa određene površine dna može se izraziti kao:

- (1) Svježa (bruto) težina – težina površno (na zraku) osušenih organizama
- (2) Suha težina – težina nakon žarenja na 110°C do konstantne težine različitih veličina (npr. 0td, po principu veća dubina – veća probna površina

Pojmovi: gustoća, učestalost i bioindeks (Vatova, 1949)

- Gustoća** – srednji broj primjeraka po jedinici površine (volumena)
- Učestalost (frekvencija)** – broj jedinki jedne vrste u odnosu na sveukupni broj jedinki svih vrsta
- Bioindeks** – broj jedinki jedne vrste podjeljen s ukupnim brojem vrsta. Visoki bioindeksi (> 40) su karakteristični za biocenoze s malobrojnim vrstama, ali koje su bogate jedinkama (nizak indeks raznolikosti). Niski bioindeksi (< 10) ukazuju na veću raznolikost vrsta (čest slučaj u Mediteranu)

XII. BIOLOŠKA RAZNOLIKOST U MORU

Biološka raznolikost je strukturalna i funkcionalna varijabilnost životnih oblika koja se manifestira na genetičkoj i taksonomskoj razini, kao i na razini viših sustava organizacije kao što su zajednice, ekosistemi i krajobrazi

Razine mjerenja biološke raznolikosti

- **Raznolikost značajki**
- **Genetička raznolikost**
- **Bogatstvo vrsta (taksonomska raznolikost)**
- **Raznolikost viših sustava organizacije**
 - Raznolikost zajednica
 - Raznolikost ekosistema
 - Raznolikost krajobraza
- **Kompozicijska razina** (identiteti raznovrsnost elemenata)
- **Strukturna razina** (fizička organizacija ili obrazac elemenata)
- **Funkcionalna razina** (funkcija elemenata)

Bogatstvo vrsta

- Vrsta je prepoznata kao osnovna jedinica biološke raznolikosti, bogatstvo vrsta kao temeljni pokazatelj biološke raznolikosti, a visoka stopa nestanka vrsta kao glavna manifestacija krize biološke raznolikosti. Iako mnogi bogatstvo vrsta i biološku raznolikost koriste gotovo kao sinonime, to je ipak daleko od istine jer bogatstvo vrsta predstavlja samo jedan aspekt biološke raznolikosti
- Bogatstvo vrsta je jedna od najčešćih i najšire upotrebljivanih mjera za biološku raznolikost zbog nekoliko razloga:
 - Bogatstvo vrsta obuhvaća bitan dio biološke raznolikosti i u korelaciji je s drugim pokazateljima biološke raznolikosti
 - Značenje pojma “bogatstvo vrsta” je općenito lako razumljivo i isključuje potrebu korištenja složenih indeksa da bi se izrazilo
 - Bogatstvo vrsta je u praksi relativno lako mjerljiv parametar
 - Brojni podaci o bogatstvu vrsta već postoje

Bogatstvo vrsta je u korelaciji s drugim pokazateljima biološke raznolikosti

- Pozitivna korelacija s ekološkom raznolikosti (mnoga standardna mjerenja ekološke raznolikosti sastoje se u mjerenju broja različitih tipova vrsta)
- Postoji tendencija pozitivne korelacije između bogatstva vrsta i broja viših taksonomskih kategorija, pa bogatstvo vrsta može biti dobar pokazatelj raznolikosti na višim razinama, pa možda čak i ukupne morfološke raznolikosti
- Kada bogatstvo vrsta postane umjereno visoko, javlja se pozitivna korelacija s filogenetskom raznolikosti (taksonomskom disperzijom)
- Bogatstvo vrsta je u korelaciji s nizom značajki koje određuju strukturu hranidbenih mreža (povezanost, dužina hranidbenih lanaca, broj trofičkih veza itd), što znači da obuhvaća i neke elemente funkcionalne raznolikosti
- Bogatstvo vrsta je u pravilu povezano s topografskom raznolikosti, što sugerira da obuhvaća i neke elemente krajobrazne raznolikosti

GRADIJENTI BOGATSTVA VRSTA I FAKTORI KOJI SU U KORELACIJI S BOGATSTVOM VRSTA

Gradijenti bogatstva vrsta

Usporedba biološke raznolikosti između kopna i mora

More pokazuje veću biološku raznolikost na razini viših taksona, dok je kopno raznolikije na razini vrsta i drugih nižih taksona

- May (1994) iznosi 5 mogućih razloga za ovaj kontrast između biološke raznolikosti mora i kopna:
 - Život je počeo u moru
 - Kopneni okoliši su daleko heterogeniji od morskih
 - Oceansko dno je daleko manje “arhitektonski” razvijeno od kopnenih okoliša
 - Obrasci herbivornosti se razlikuju u moru i na kopnu
 - Postoje razlike u veličinskoj distribuciji vrsta u moru i na kopnu

Veliko bogatstvo vrsta na kopnu u prvom je redu rezultat nevjerojatnog razvitka jedne skupine, a to su **kukci**. Odgovor na pitanje koliko ima vrsta na Zemlji u biti je odgovor na pitanje koliko ima vrsta kukaca na Zemlji.

Najvažniji prostorni gradijenti bogatstva vrsta na Zemlji:

- Geografska širina
- Nadmorska visina
- Dubina
- Sukcesijski gradijent

Vremenski obrasci biološke raznolikosti

- Na evolucijskoj vremenskoj skali biološka je raznolikost rezultat dvaju procesa – specijacije i nestanka vrsta. Praćenje vremenskih promjena nije jednostavno jer su fosilni nalazi u dobroj mjeri fragmentirani i nekompletni
- Unatoč povremenim masovnim nestancima organizama na Zemlji, biološka se raznolikost povećava tijekom vremena

Bogatstvo vrsta je često povezano s nekim faktorima okoliša:

1. Bogatstvo resursa i produktivnost
2. Heterogenost okoliša
3. Klimatske varijacije
4. Dugoročna stabilnost okoliša
5. Surovost okoliša

1. Bogatstvo resursa i produktivnost

Porast raznolikosti s bogatstvom resursa i produktivnošću nije univerzalni fenomen:

“**Paradoks obogaćivanja**” - Opadanje broja vrsta kao odgovor na povećanu količinu hranjiva

Rosenzweig je nazvao

“**Paradoks planktona**” - Primjer za “paradoks obogaćivanja” je proces eutrofikacije u vodenim ekosistemima tijekom kojega se povećava fitoplanktonska proizvodnja, ali opada bogatstvo fitoplanktonskih vrsta.

Odnos produktivnost-raznolikost: Zaključci

- Ne postoji univerzalan obrazac odnosa između produktivnosti i raznolikosti. Odnos između ova dva parametra može biti pozitivan, negativan ili može biti opisan krivuljama “grbavog” oblika ili oblika slova U
- Na globalnoj prostornoj skali (duž geografske širine) u pravilu postoji pozitivna korelacija, dok je na manjim regionalnim skalama taj odnos najbolje opisan “grbavom” krivuljom (maksimalno bogatstvo vrsta kod umjerenih razina produktivnosti)

- Ukoliko porast produktivnosti znači porast raspona resursa (raznolikosti resursa), tada se može očekivati i porast bogatstva vrsta. Međutim, ukoliko je porast produktivnosti rezultat porasta pojedinog resursa, ali ne i porasta raspona resursa (povećao se kvantitet, ali ne i raznolikost resursa), tada to ne mora rezultirati povećanjem bogatstva vrsta, a često može dovesti i do njegovog smanjenja

2. Heterogenost okoliša

Za očekivati je da prostorno heterogeniji okoliši mogu pružiti utočište većem broju vrsta zbog toga što pružaju veću raznolikost mikrostaništa, veći raspon mikroklima, više tipova skloništa od predatora, veći raspon resursa itd.

Regionalna i lokalna raznolikost

Lokalna je raznolikost pod izravnim utjecajem regionalne raznolikosti

Postoje dva teoretska tipa odnosa između lokalne i regionalne raznolikosti:

Tip I – lokalna je raznolikost direktno proporcionalna regionalnoj, ali je manja

Tip II – kako regionalno bogatstvo vrsta raste, lokalno bogatstvo vrsta može dostići maksimum (zasićenje)

Čini se da većina prirodnih sustava pokazuje odnos Tipa I što sugerira zaključak da lokalne zajednice uglavnom nisu zasićene vrstama

Faktori koji utječu na regionalnu i lokalnu raznolikost

Broj vrsta se na regionalnoj razini povećava kroz procese specijacije (nastanka novih vrsta) i imigracije. Na lokalnoj je razini raznolikost vrsta određena ekološkim interakcijama (predacija, kompeticija itd.). Budući da svaka lokalna zajednica predstavlja mali uzorak ukupne regionalne raznolikosti vrsta, jer se vrste specijaliziraju na određena staništa, to znači da je selekcija staništa proces koji povezuje regionalnu i lokalnu raznolikost

MEHANIZMI REGULACIJE BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI

Dva pogleda na regulaciju strukture zajednica:

1. Regionalno/povijesni pogled - Raznolikost lokalnih zajednica primarno je određena regionalnom raznolikošću, tj. regionalno/povijesnom skupinom faktora koja uključuje procese specijacije i nestanka vrsta na dužoj vremenskoj (evolucijskoj) skali, kao i na većoj prostornoj (regionalnoj) skali

2. Lokalno/deterministički pogled - U određivanju raznolikosti lokalnih zajednica važnu ulogu imaju lokalno/savremeni faktori koji uključuju lokalne procese u zajednicama u koje spadaju kompeticija, predacija, bolesti, promjene u sastavu zajednica (sukcesije), te poremećaji u fizičkom okolišu. U tom kontekstu, lokalna bi raznolikost vrsta predstavljala ravnotežu između lokalne stope nestanka vrsta (kao rezultata navedenih procesa) i regionalne stope proizvodnje vrsta i imigracije

Regionalno/povijesni pogled

Vremenska hipoteza:

- Vremenska hipoteza sugerira da se raznolikost kontinuirano povećava tijekom vremena, pa je za očekivati da je raznolikost vrsta veća u starijim staništima
- Tijekom geološke povijesti Zemlje klima je prolazila cikluse zahlađenja i zatopljenja. Tijekom ledenih doba većina je polarnih i umjerenih staništa bila uništena, pa su evolucija i proces akumulacije vrsta u tim područjima bili višekratno resetirani. S druge strane neki su dijelovi tropskih područja preživjeli ledena doba pa je proces evolucije i akumulacije vrsta u njima bio neprekinut

Lokalno/deterministički pogled

1. Ravnotežne teorije - Ravnotežne teorije usmjeravaju pažnju na svojstva zajednica kada se one nalaze u ravnoteži, pa varijacije nisu centralno pitanje kojima se ove teorije bave. Pri tome pod pojmom ravnoteže ekolozi podrazumijevaju stanja kojima sustav teži

2. Neravnotežne teorije - Neravnotežne teorije uzimaju u obzir promjene kao način ponašanja sustava (zajednica) koji je izvan ravnoteže. Ove teorije za razliku od ravnotežnih pažnju usmjeravaju upravo na varijacije unutar zajednica

RAVNOTEŽNE TEORIJE REGULACIJE BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI

1. Ravnotežna teorija otočne biogeografije
2. Povećana specijalizacija korištenja resursa (diverzifikacija niša)

Ravnotežna teorija otočne biogeografije (MacArthur i Wilson 1963, 1967)

- MacArthurova i Wilsonova teorija otočne biogeografije je najznačajnija ravnotežna ekološka teorija koja raznolikost vrsta u zajednicama objašnjava ravnotežom između imigracije vrsta i njihovog lokalnog nestanka
- Budući da su otoci vrlo pogodan objekt za istraživanja teorija je originalno postavljena na temelju istraživanja raznolikosti na otocima. Međutim, otoci nisu samo otoci kopna na moru. Jezera su isto tako "otoci" u "moru" kopna; vrhovi planina su "otoci" u "oceanu" nizina; otvori u šumskom svodu su "otoci" u "moru" krošnji; napokon svaki organizam okružen organizmima druge vrste je "otok". Ukratko, vrlo je malo zajednica u prirodi koje nemaju bar neki element otočnosti

Broj vrsta na otocima određen je ravnotežom između imigracije vrsta s kopna ili susjednih otoka i lokalnih nestanka vrsta

- Stopa imigracije na otok je u početku vrlo velika jer je na otoku malo vrsta pa je prisutan veliki broj neiskorištenih niša a kompeticija je mala. Kako se broj vrsta na otoku povećava stopa imigracije opada
- Stopa nestanka vrsta je u početku mala, ali se povećava kako se broj vrsta na otoku povećava
- Tamo gdje se krivulje imigracije i nestanka sijeku, korespondirajući broj vrsta je ravnotežni broj vrsta na otoku

Ravnotežni broj vrsta na otocima proporcionalan je veličini otoka

- Mali otoci podržavaju manje populacije, pa je vjerojatnost nestanka vrsta veća na manjim otocima. Grafički, to znači da će krivulja nestanka za manji otok biti viša od krivulje nestanka vrsta za veći otok. Kao posljedica, ravnotežni broj vrsta biti će manji na manjem otoku.

Ravnotežni broj vrsta na otocima proporcionalan je blizini otoka kopnu (ili drugom izvoru imigracija)

- Za očekivati je da će stopa imigracije vrsta na otoke opadati što je otok udaljeniji od kopna. Grafički, to znači da će krivulja imigracije za udaljenije otoke biti niža od krivulje za bliže otoke. Rezultat je manji ravnotežni broj vrsta na udaljenijim otocima.

Povećana specijalizacija korištenja resursa (diverzifikacija niša)

- Raznolikost vrsta u zajednici rezultat je ravnoteže između djelovanja kompeticije i dovoljne različitosti niša koje vrste zauzimaju koja osigurava da ne dođe do kompeticijskog isključenja. Koja će razina različitosti između niša biti dovoljna za koegzistenciju vrsta ovisit će o nizu faktora kao što su produktivnost i heterogenost staništa, klimatske prilike, aktivnost predatora i parazita itd.
- Darwinove zebice na otočju Galapagos – primjer specijalizacije u prehrani (diferencijacija niša)
 1. Više vrsta zbog većeg raspona (raznolikosti) resursa
 2. Više vrsta zbog veće specijalizacije
 3. Više vrsta zbog većeg preklapanja niša
 3. Više vrsta zbog boljeg iskorištenja raspona resursa (zajednica je zasićenija vrstama)

Kompeticija i ekološka niša

- Ekološka niša predstavlja zbroj svih faktora u okolišu koji utječu na rast, preživljavanje i reprodukciju vrsta. Drugim riječima, ekološka se niša sastoji od svih faktora koji su neophodni za egzistenciju jedne vrste (kada, gdje i kako ostvaruje svoje životne aktivnosti)
- Ekološka niša odražava potrebe koje vrsta ima u svom okolišu
- Ekološka niša bi se mogla definirati i kao uloga koju vrsta ima u zajednici (Elton, 1927)
- Ekološka niša bi se mogla opisati kao apstraktni **n-dimenzionalni prostor** u kojem svaka os predstavlja jedan faktor okoliša, pri čemu svaka vrsta pokriva određeni raspon duž svake osi (dimenzije) niše (Hutchinson, 1957)

Koja je veza između kompeticije i ekološke niše

Princip kompeticijskog isključenja:

Kada dvije vrste koegzistiraju to znači da moraju na neki način zauzimati različite ekološke niše

Hutchinson (1957) je razlikovao:

Fundamentalnu nišu – raspon uvjeta u kojem određena vrsta potencijalno može preživljavati

Realiziranu nišu – raspon uvjeta koji određena vrsta stvarno i koristi

• Postoje dijelovi fundamentalne niše u kojima, kao posljedica interspecijske kompeticije, vrsta ne može duže opstati niti se uspješno razmnožavati

• Eliminacija jednog kompetitora od strane drugoga će se dogoditi onda kada realizirana niša superiornog kompetitora u potpunosti ispunjava one dijelove fundamentalne niše inferiornog kompetitora koje stanište pruža. To je bit **Principa kompeticijskog isključenja**

• Ukoliko dvije kompetitorske vrste koegzistiraju u stabilnom okolišu, to znači da su se njihove niše postepeno sve više razlikovale i konačno dostigle kritičnu razinu različitosti koja omogućava njihovu koegzistenciju. Taj se proces naziva **diferencijacija niša**

• Razmjer u kojemu vrste mogu biti slične u njihovom korištenju resursa, a da pri tome još uvijek koegzistiraju naziva se **ograničena sličnost**. Ipak, koegzistirajuće vrste u pravilu koriste više od jedne osi niše, pa se vrste koje su previše slične da bi koegzistirale s obzirom na jednu os u pravilu značajno razlikuju u korištenju drugih resursa (drugih osi niše). Takva se situacija naziva **komplementarnost niša**

Premještanje značajki (Character displacement)

• **Diferencijacija niša** smanjuje efekte kompeticije i omogućava koegzistenciju vrsta

• Diferencijacija niša se događa kroz evolucijske procese koji se nazivaju **premještanje značajki (engl. Character displacement)**

Premještanje značajki je proces divergencije značajki kod početno sličnih vrsta čiji se rasponi preklapaju, a taj je proces rezultat selekcije uzrokovane kompeticijom između tih vrsta

NERAVNOTEŽNE TEORIJE REGULACIJE BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI

Poremećaj: Svaka sila koja ometa proces kompeticijskog isključenja može spriječiti nestanak vrsta i povećati raznolikost vrsta u zajednici. Poremećaj podrazumijeva ometanje tijeka procesa ili sukob s postojećim utvrđenim stanjem. U ekologiji zajednica, temeljni proces je interspecifička kompeticija, a postojeće stanje je struktura zajednice. Prema tome, poremećaj je svaki pojedinačni događaj u vremenu koji uklanja organizme ili na neki drugi način remeti zajednicu utječući na raspoloživost resursa ili mijenjajući fizički okoliš. Općenite posljedice mogu biti otvaranje prostora ili oslobađanje resursa. Prema ovoj definiciji, predacija se može promatrati kao poremećaj jednako kao bilo koji poremećaj u fizičkom okolišu

Poremećaji i raznolikost zajednica

- Raznolikost se u prirodi može objasniti podjelom resursa između vrsta koje se za te resurse takmiče. Kompeticija za resurse može završiti isključenjem nekih vrsta (slabijih kompetitora) što bi vodilo k smanjenju biološke raznolikosti.
- Međutim, brojne su situacije kada poremećaji u okolišu (požari, oluje, suše, jake hladnoće, poplave, predatori, paraziti itd.) mogu smanjiti populacije do razine kada resursi prestaju biti ograničavajući pa i kompeticija između vrsta prestaje
- S druge strane, poremećaji mogu stvoriti prostornu i vremensku heterogenost okoliša (nikada jedna godina nije jednaka sljedećoj, niti je jedan cm^2 tla jednak susjednom cm^2) koja će ponovo rezultirati time da princip kompeticijskog isključenja neće funkcionirati

Neravnotežne teorije regulacije biološke raznolikosti:

1. **Koegzistencija posredovana izrabljivačem**
2. **Teorija vremenske heterogenosti okoliša**
3. **Hipoteza umjerenog poremećaja**
4. **Hipoteza lutrije (Hipoteza slučajnog pristupa)**

“Koezistencija posredovana izrabljivačem”

- Kada predatori reduciraju populacije svog plijena ispod nosivog kapaciteta okoliša, oni na taj način posredno reduciraju i kompeticiju između potencijalnih kompetitora i tako omogućavaju koezistenciju većeg broja vrsta
- Štoviše, selektivna predacija superiornih kompetitora može omogućiti kompeticijski inferiornim vrstama da opstanu u zajednici
- Kada predacija djeluje na smanjenje kompeticije između vrsta i na taj način omogućava njihovu koezistenciju, dakle povećava raznolikost vrsta u zajednici, to se naziva **“koezistencija posredovana izrabljivačem”**

“Teorija vremenske heterogenosti okoliša”

- Ukoliko se fizički uvjeti u okolišu kontinuirano mijenjaju, a relativni kompeticijski odnosi između vrsta nisu konstantni, tada kompeticijsko isključenje jedne vrste s drugom ne mora biti neizbježno
- Ovu je ideju prvi iznio Hutchinson (1961) inspiriran bogatstvom fitoplanktonskih zajednica, koje su često pokazivale ekstremno bogatstvo vrsta u vrlo strukturalno jednostavnim i hranjivima siromašnim vodenim staništima. Hutchinson je ovaj fenomen nazvao **“paradoks planktona”**
- Uvjeti u okolišu kao što su temperatura, svjetlo, koncentracije hranjiva itd. mijenjaju se iz sata u sat iz dana u dan. Prihvatljivo je pretpostaviti da je veliko bogatstvo fitoplanktonskih vrsta rezultat opetovanih prekida u procesu kompeticijskog isključenja. Uvjeti u okolišu mijenjaju se dovoljno brzo da nijedna vrsta ne može biti dovoljno dugo superiorna da bi mogla eliminirati druge vrste. Slično se događa i u zajednicama trava na kopnu gdje uvjeti u okolišu variraju iz godine u godinu.

Hipoteza umjerenog poremećaja

Utjecaji koje poremećaji imaju na zajednicu snažno ovise o intezitetu poremećaja, kao i o frekvenciji poremećaja (frekvenciji kojom se otvaraju pukotine ili slobodni prostori u staništu). U tom kontekstu “hipoteza umjerenog poremećaja” sugerira da će se najveća raznolikost vrsta održavati kod srednjih (umjerenih) inteziteta i frekvencija poremećaja

Poremećaji jakog inteziteta će sami po sebi eliminirati mnoge vrste, dok će poremećaji malog inteziteta omogućiti kompeticijsko isključenje. Isto tako, poremećaji koji se događaju s malom učestalošću će omogućiti da između dva poremećaja dominantne vrste jako povećaju svoje populacije i isključe slabije kompetitore, dok će prečesti poremećaji smanjiti broj vrsta jer mnoge vrste neće imati dovoljno vremena da se oporave od prethodnog poremećaja

Hipoteza lutrije ili hipoteza slučajnog pristupa

Neke zajednice riba tropskih koraljnih grebena ponašaju se prema “hipotezi lutrije”:

- U zajednicama riba na koraljnim grebenima slobodni životni prostor je glavni ograničavajući faktor koji se regenerira nepredvidivo u vremenu i prostoru. Juvenilne ribe koloniziraju koraljne grebene slučajno s jednakom šansom za jedinke svih vrsta da zauzmu mjesto odraslih jedinki koje su uginule ili na neki drugi način napustile svoj teritorij na grebenu. Ovakvim načinom slučajne kolonizacije slobodnih prostora na grebenu reducira se vjerojatnost kompeticijskog isključenja, te se na taj način omogućava veća raznolikost vrsta

- U ovoj su “lutriji” ličinke i riblja mlađ listići, a dobitni je listić ona jedinka koja prva dospije u oslobođeni prostor i osvoji ga. Sve dok sve vrste uspijevaju osvojiti poneko mjesto u nekom vremenu, one će kontinuirano plasirati svoje ličinke u plankton (dakle, imat će svoj ulog za novi krug lutrije). Jedna od prilagodbi ovih riba za ovakav tip natjecanja je vrlo često parenje (kod nekih vrsta tijekom cijele godine)

- Zajednice koraljnih riba su ekstremno raznolike. Broj vrsta varira između 900 i 1500, a na površini promjera 3m se može naći više od 50 vrsta. Analogan je primjer visoka raznolikost na krednim travnjacima Velike Britanije, gdje ulogu lutrijskih listića imaju sjemenke biljaka, kako one koje se rasprostranjuju vjetrom, tako i one koje su prisutne u tlu

UTJECAJ BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI NA STABILNOST ZAJEDNICA

Povijesni pregled ideja vezanih za odnos između složenosti i stabilnosti zajednica:

1. Opće uvjerenje – složenost doprinosi stabilnosti
2. Modeli zajednica – složenost smanjuje stabilnost
3. Novi pogledi
 - Različitost odgovora vrsta
 - Funkcionalne zalihe vrsta
 - Važnost slabih interakcija

UTJECAJ BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI NA FUNKCIJE EKOSISTEMA

Vitousek i Hooper (1993) su opisali nekoliko mogućih tipova odnosa između bogatstva vrsta i funkcija ekosistema:

- **“Hipoteza zakovice”** pretpostavlja linearni porast funkcija ekosistema s porastom bogatstva vrsta
- **“Hipoteza preobilja”** predviđa da će kod viših razina raznolikosti vrsta funkcije ekosistema dostići zasićenje

POSljedICE SMANJENJA BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI

- Svojom dominantnom ulogom u ekosistemima čovjek je značajno reducirao raznolikost života u staništima širom Zemlje. Ljudi su već uzrokovali nestanak 5-20% vrsta kod mnogih skupina organizama, a trenutačna stopa nestanka vrsta je 100-1000 puta veća u odnosu na masovne nestanke koji su se događali tijekom geološke prošlosti Zemlje. Stopa kojom nestaju tropske šume, jedno od najraznolikijih staništa na Zemlji, iznosi između 0.8 i 2% godišnje. Iz toga proizlazi da će godišnje nestati oko 1% populacija u tropskim šumama što iznosi oko 16 milijuna populacija godišnje, ili jedna populacija svake dvije sekunde. Koristeći se odnosom broj vrsta-površina može se procijeniti stopa nestanka vrsta od oko 27000 godišnje, ili jedna vrsta svakih 20 minuta.
- Jedno od najvažnijih pitanja koje su ekolozi počeli postavljati u zadnje vrijeme je: “Koliko vrsta može nestati prije nego što se to odrazi na funkcioniranje ekosistema?” Čini se da je potreba za razumijevanjem kako gubitak vrsta utječe na stabilnost i funkcioniranje ekosistema dostigla kritičnu točku, kada davanje odgovora na ta pitanja postaje hitno i životno važno za samu ljudsku vrstu

Posljedice smanjenja biološke raznolikosti

Nekoliko je hipoteza kako se smanjenje biološke raznolikosti može odraziti na funkcioniranje ekosistema:

- Smanjenje biološke raznolikosti rezultira linearnim opadanjem funkcija ekosistema
- Smanjenje biološke raznolikosti rezultira progresivno rastućim opadanjem funkcija ekosistema
- Smanjenje biološke raznolikosti rezultira linearnim smanjenjem funkcija ekosistema do određene kritične vrijednosti nakon čega funkcije ekosistema naglo opadaju

NESTANAK MORSKIH VRSTA

Ideje o neispravnosti mora

Jean Baptiste de Lamarck i Thomas Huxley, dvojica vodećih mislilaca 18. i 19. stoljeća, su vjerovali da ljudi ne mogu uzrokovati nestanak morskih vrsta. To je mišljenje bilo odraz opće prihvaćenog vjerovanja da su mora neiscrpan izvor hrane i drugih bogatstava, te da ljudi bez obzira koliko ih iskorištavali mogu uzeti tek mali dio. Takvo je mišljenje bilo temelj za prekomjerni ribolov koji se događao desetljećima.

Faktori koji povećavaju rizik nestanka

•Ograničena geografska distribucija

–Nasuprot vjerovanju o širokoj rasprostranjenosti morskih vrsta, mnoge od njih imaju vrlo ograničen geografski raspon

•Ograničeni izbor staništa

–Mnoge vrste morskih organizama vezane su za vrlo ograničene tipove staništa. To osobito vrijedi za bentoske organizme koji čine najveći dio biološke raznolikosti u moru (oko 75%)

•**Mali fekunditet**

–Mnoga su istraživanja opovrgnula Lamarckovu hipotezu po kojoj se morski organizmi odlikuju izuzetno velikim fekunditetom. Otkrivene su brojne vrste koje proizvode vrlo mali broj potomaka po jednoj reproduktivnoj epizodi

Biološke značajke vrsta vezane za njihovu reprodukciju, kapacitet obnavljanja i distribuciju, koje te vrste čine više ili manje ranjivima, često djeluju zajedno

•Alleeov efekt u kombinaciji s jakom eksploatacijom uzrokovao je nestanak golemog školjkaša (*Tridacna gigas*) na mnogim lokalitetima (Fidi, Nova Kaledonija, Guan itd.)

•Slično se događa s vrstama trpova koji žive u plitkim vodama, a čije se eksploatiranje jako intenziviralo (postoje procjene da će za manje od 5 godina doći do lokalnih nestanaka mnogih vrsta trpova)

•Morske pse i raže (hrskavičanjače) ugrožava kombinacija velikih dimenzija tijela i niskog fekunditeta, što ih čini jako ranjivima na izlovljavanje. Jedna vrsta raže (*Raja batis*) je nestala sa nekih lokaliteta u Francuskoj još 1960-tih godina, a 1980-tih i sa nekih lokaliteta u Irskom moru. U Sjevernom moru ove vrste praktički nema

•Slično se događa i s nekim vrstama pasa kao što su *Echinorhinus brucus* i *Squatina squatina* koje su se u 18. i 19. stoljeću normalno lovile u Francuskoj, a danas ih više nema

•Alleeov efekt (utjecaj smanjenja gustoće populacija na njihov smanjeni reproduktivni nuspjeh) često vodi k progresivnom smanjenju ili fragmentaciji geografske rasprostranjenosti vrsta

XIII. UTJECAJ ČOVJEKA NA MORSKE EKOSISTEME

- 1. Prekomjerno iskorištavanje živih resursa
 - 2. Unošenje vrsta
- 3. Smanjenje i poremećaji prirodnih staništa
 - 3.1. Uništavanje staništa
 - 3.2. Fragmentacija (usitnjavanje) staništa
 - 3.3. Degradacija staništa
 - 3.4. Uznemiravanje staništa
- 4. Zagađenje morskog okoliša
 - 5. Globalno zatopljenje
 - 6. Ozonske rupe

1. PREKOMJERNO ISKORIŠTAVANJE ŽIVIH RESURSA

- Čovjek iskorištava (izlovljava) morske organizme zbog hrane, krzna, nakita, sirovine za različite proizvode, kolekcionarstva, sporta (sportski lov i ribolov)
- Pod pojmom prekomjernog iskorištavanja podrazumijevamo situaciju kada je stopa kojom se organizmi uklanjaju iz njihovih prirodnih staništa veća od stope kojom se oni obnavljaju. To neizbježno vodi k smanjenju njihovih populacija, a u konačnici i do nestanka populacija kao i čitavih vrsta
- Zbog ove su ljudske aktivnosti već mnoge vrste nestale, a mnoge su ozbiljno ugrožene i nalaze se pred istrebljenjem
- Prekomjerno iskorištavanje pojedinih vrsta ne odražava se samo na te vrste već na čitav ekosistem

Ulov neciljanih vrsta

Zbog neselektivnih ribolovnih alata, prilikom ribolova stradaju i mnoge vrste koje nisu bile cilj lova. Lov na tune u istočnom tropskom Pacifiku ubio je najmanje 6 milijuna dupina u zadnjih 30 godina! Oko 25% ukupnog ulova riba se odbaci kao neprikladno za jelo ili drugu upotrebu.

2. UNOŠENJE VRSTA

- Namjerno ili slučajno unošenje vrsta u područja u kojima te vrste ne žive sve je učestalija pojava budući da je prometna povezanost svih dijelova Zemlje bolja nego ikada
- Sudbina unešenih (stranih, egzotičnih, alohtonih) vrsta može biti različita:
 - 1. Vrste se ne mogu prilagoditi novim uvjetima i ubrzo nestaju
 - 2. Vrste se asimiliraju u zajednice bez većih negativnih utjecaja
 - 3. Brzo se adaptiraju, često nemaju prirodnih neprijatelja, te njihove populacije ubrzano rastu i istiskuju domaće (autohtone) vrste. Posljedice mogu biti vrlo ozbiljne i mogu se manifestirati kroz smanjenje biološke raznolikosti, te poremećaje u funkcioniranju hranidbenih mreža i čitavih ekosistema

Invazija tropskih alga i morskih cvjetnica u Jadransko more

- Invazija tropskih vrsta poprima sve veće razmjere u Jadranu. U ovom je trenutku zabilježeno prisustvo tri vrste zelenih tropskih alga iz roda *Caulerpa* na više različitih lokacija u hrvatskom dijelu Jadrana, kao i prisustvo tropske cvjetnice *Halophila stipulacea* u priobalju Albanije
- Za sve je ove vrste karakteristično da su vrlo agresivne, prekrivaju sve vrste podloga, te na taj način guše i eliminiraju autohtone vrste alga, kao i sesilnih životinja

3. SMANJENJE I POREMEĆAJI PRIRODNIH STANIŠTA

• **Pod utjecajem čovjeka prirodna se staništa mijenjaju na najmanje 4 načina:**

- 1. Zbog urbanog i industrijskog razvitka, proizvodnje hrane i iskorištavanja prirodnih resursa prirodna se staništa uništavaju i njihova se površina sve više smanjuje
- 2. Izgradnja objekata u priobalju i druge ljudske aktivnosti uzrokuju usitnjavanje (fragmentaciju) staništa što može imati velike negativne posljedice na biljne i životinjske zajednice
- 3. Kvaliteta staništa se degradira uslijed zagađenja mora i na taj način mnoga staništa postaju nepovoljna za život mnogih vrsta
- 4. Ljudske aktivnosti poput turizma, korištenja prometnih sredstava, pa čak i znanstvenih istraživanja uznemiravaju staništa što mnoge vrste ometa u njihovim životnim aktivnostima, pogotovo u razmnožavanju (buka kao zagađenje)

Zbog rasta ljudske populacije povećava se pritisak na morski okoliš

- Porast svjetskog stanovništva naglo se ubrzao od početka industrijskog doba, a danas se povećava s brzinom od 90 milijuna ljudi godišnje (rast je brži od eksponencijalnog)
- Urbanizacija
- Litoralizacija

Fragmentacija (usitnjavanje) staništa

- Minimalna veličina staništa
- “Rubni efekt”

Većina zajednica sadrži vrste koje su karakteristične za unutrašnji (sržni) dio zajednice (**unutrašnje vrste**); kao i one vrste koje preferiraju rubne djelove zajednice (**rubne vrste**)

Udio rubnih dijelova zajednice u odnosu na ukupnu površinu koju zauzima zajednica ovisi o stupnju fragmentiranosti zajednice, kao i o obliku prostora kojeg zajednica zauzima (izduženi oblik ima veći udio rubnih dijelova od kružnog oblika)

4. ZAGAĐENJE MORSKOG OKOLIŠA

Izvori zagađenja mora:

KOPNO: rijeke, podzemne vode, ispiranje kišom, vjetar, aktivnost ljudi (otpadne vode, odlaganje otpada itd.)

ATMOSFERA: izmjena na granici more-atmosfera

MORE: plovila, podmorske bušotine, podmorski naftovodi i plinovodi itd.)

Tipovi zagađenja:

Kruti otpad
Toksične tvari
Radioaktivno zagađenje
Termalno zagađenje
Biološko zagađenje
Eutrofikacija

Kruti otpad – količine, brzina razgradnje

Toksične tvari

- Teški metali (Hg, Pb, Zn, Cu, Cd ...)
- Protuobraštajne boje (TBT – tri-butyl-tin)
- Pesticidi (lako se ispiru a sporo razgrađuju)
- Poliklorirani bifenili (PCB) – maziva
- Nafta (najmanje je toksična sirova nafta)
- Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) – derivati fosilnih goriva

Teški metali

• Izvori teških metala

- Otpadni pridukti brojnih industrijskih procesa (npr. industrija celuloze oslobađa živu)
- Urbana naselja (kanalizacijske vode; olovo na prometnicama)
- Teški metali su sastavni dio različitih pesticida i protuobraštajnih boja (tri-butyl-tin)

• Djelovanje na organizme

- Cink i bakar denaturiraju proteine
- Bakar blokira respiratorne krvne pigmente
- Živa i olovo djeluju na živčani sustav
- Kadmij djeluje na funkcije bubrega
- Organizmi imaju sposobnost stvaranja organskih kompleksa s metalima i na taj ih način čine manje toksičnim (iznimka je živa koja je upravo najtoksičnija u organskom kompleksu – metilživa)

• Napori u rješavanju problema

- Smanjenje primjene teških metala u industriji; pesticidi koji ne sadrže teške metale; bezolovni benzin itd.

Pesticidi

- Široko se primjenjuju u poljoprivredi, odakle ispiranjem tla dopijevaju u more
- Najopasniji pesticidi su oni koji imaju sljedeće osobine: (1) lako se ispiru iz tla; (2) u moru se sporo razgrađuju

Poliklorirani bifenili (PCB)

- Široka primjena u industriji maziva
- Vrlo su toksični za sve morske organizme, te kancerogeni za ljude
- Kemijski su stabilni i netopljivi u vodi
- U ovu skupinu spojeva spada DIOKSIN (TCDD) koji je naopasniji otrov koji je čovjek proizveo.
- Nastaje spaljivanjem organske tvari; nusprodukt je organske kemijske industrije
- Bio je prisutan u kemikaliji “Agent Orange” koja je u vijetnamskom ratu upotrebljavana za defolijaciju šuma
- Izaziva poremećaje u metabolizmu masti; oštećuje jetru, slezenu, limfna tkiva

Bioakumulacija toksičnih tvari u morskim organizmima

- Jedna od karakteristika mnogih toksičnih tvari (teški metali, pesticidi, poliklorirani bifenili itd.) je njihovo koncentriranje u organizmima tijekom vremena (najčešće se koncentriraju u pojedinim tkivima i/ili organima)
- Na primjer, kadmij ima tendenciju akumuliranja u probavnim žlijezdama rakova.
- Pesticidi i poliklorirani bifenili su netopljivi u vodi, ali se lako otapaju u mastima pa se koncentriraju u masnim tkivima organizama (npr. nađene su visoke koncentracije pesticida DDT u masnom tkivu pingvina i drugih morskih ptica)
- Koncentracije toksičnih tvari se višestruko povećavaju duž hranidbenih lanaca (**biomagnifikacija**)

Nafta i policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)

- Sirova nafta je najmanje toksična jer sadrži manje od 5% toksičnih aromatskih spojeva
- Rafinirana ulja se daleko toksičnija jer sadrže 40-50% aromatskih spojeva
- Toksični aromatski ugljikovodici (derivati fosilnih goriva) zaustavljaju funkcije staničnih membrana što onemogućava čitav niz životnih funkcija kao što su razmnožavanje, razvitak jaja i ličinki, fitoplanktonsku proizvodnju itd.
- Kancerogeni su za sisavce i ribe

Radioaktivno zagađenje

- Nuklearne elektrane i brojni nuklearni pokusi općenito su povećali prisutnost radioaktivnih izotopa na Zemlji, pa tako i u morskom okolišu
- Najznačajniji izotopi koji su prisutni u morskoj vodi su Cezij-137, Stroncij-90 i Plutonij-239
- Akutne visoke radijacije do kojih može doći incidentnim situacijama uglavnom imaju letalni učinak
- Kronična izloženost niskim radijacijama može imati za posljedicu različite oblike karcinoma, te genetičke promjene kod organizama
- Kao i u slučaju teških metala i pesticida, radioaktivne doze se akumuliraju tijekom vremena u organizmu

Termalno zagađenje

- Mnoga industrijska postrojenja, posebice nuklearne i termo elektrane koriste morsku vodu kao rashladnu i nakon njenog prolaska kroz sustave za hlađenje ispuštaju je natrag u more ali zagrijanu iznad temperature okolnog mora
- Zagrijana morska voda djeluje na morske organizme i ekosisteme na dva načina:
 - Nagla promjena temperature koja se događa u neposrednoj blizini ispusta može izazvati trenutačnu smrt (letalni efekt) ili stres i fiziološke poremećaje (subletalni efekti)
 - Povišenje temperature mora može rezultirati povećanom primarnom proizvodnjom i bakterijskom razgradnjom može imati za posljedicu ubrzavanje procesa eutrofikacije

Biološko zagađenje

Zagađenje patogenim mikroorganizmima (virusi, bakterije, gljivice, paraziti)

Alohtoni mikroorganizmi u moru – izvori: fekalne otpadne vode, rijeke, atmosfera, kupaći

Eutrofikacija

Eutrofikacija je proces obogaćivanja vodenog staništa hranjivima što ima za posljedicu porast fitoplanktonske biomase, povećan protok partikulirane organske tvari prema dnu gdje se odvijaju intenzivni procesi bakterijske razgradnje koji troše kisik. Eutrofikacija se događa kao prirodni proces koji se odvija sporo, ali postaje problem kada se odvija ubrzano zbog utjecaja čovjeka (antropogena eutrofikacija)

Posljedice eutrofikacije:

Fitoplanktonske cvatnje
- netoksične
- toksične
Hipoksija, anoksija

Osobita opasnost od patogenih mikroorganizama i biotoksina prisutna je kroz konzumaciju školjkaša

- Školjkaši su rizična skupina organizama za ljudsko zdravlje, a razlozi za to su sljedeći:
 - PREHRANA
 - Filtracija morske vode
 - U prosjeku 40 l/dan
 - U optimalnim uvjetima 80 l/dan
 - Koncentriranje mikroorganizama na škrgama, probavilu i drugim djelovima tijela
 - SESILNOST
 - JESTIVOST
 - PRISTUPAČNOST
 - RASPROSTRANJENOST
 - PRIPREMA ZA JELO

Infekcije i trovanja putem školjkaša:

- Bakterijske infekcije
- Bakterijska trovanja
- Virusne infekcije
- Parazitske infekcije
- Trovanja biotoksinima
- Kemijska trovanja

Štetni utjecaji marikulture na morski okoliš

- **Zagađenje/Eutrofikacija**
 - Dodavanje antibiotika, hormona, anestetika, pigmenata, vitamina i herbicida
 - Ostaci hrane i produkti ekskrecije
- **Unošenje alohtonih vrsta**
 - Jaja i mlađ alohtonih vrsta
 - Genetički modificirani organizmi
- **Bolesti i paraziti**
 - Unošenje novih parazita i bolesti preko matičnog stoka i hrane
 - Inkubiranje lokalnih bolesti zbog velike koncentracije riba
- **Uklanjanje potencijalnih predatora**

5. GLOBALNO ZATOPLJENJE

- Povećanje koncentracije ugljičnog dioksida i drugih “stakleničkih plinova” ima za posljedicu povećanje temperature na Zemlji (fenomen poznat kao “efekt staklenika”)
- Energija sunca koju tijekom dana apsorbira Zemlja, se tijekom noći isijava u obliku dugovalnog zračenja (infracrvenog) i vraća u svemir. Staklenički plinovi usporavaju prolaz infracrvenog zračenja kroz atmosferu.
- Apsorpcija CO₂ u oceanima ima važnu ulogu u ublažavanju ovog efekta
- Spaljivanje fosilnih goriva je najvažniji izvor stakleničkih plinova

Ublažavajući efekti

- Višak CO₂ u atmosferi jednim dijelom završi u oceanima. Fitoplankton koji troši CO₂ u površinskom sloju omogućava njegov protok iz atmosfere u more (fenomen koji je poznat kao “biološka pumpa”)
- Neki plinovi u atmosferi djelom poništavaju efekte stakleničkih plinova. Tu u prvom redu spadaju neki sumporni spojevi koji reflektiraju sunčevo zračenje i tako smanjuju zagrijavanje Zemlje
- Pored toga ovi spojevi mogu iznad mora djelovati kao jezgre kondenzacije vode i tako pospiješiti stvaranje oblaka koji reflektiraju sunčevo zračenje
- Najznačajniji sumporni sloj koji sudjeluje u formiranju oblaka je dimetilsulfid (DMS), plin kojeg proizvodi fitoplankton.

Utjecaji klimatskih promjena na ekosisteme

Klimatske promjene bi preko svojih izravnih manifestacija: promjena temperature, količine oborina i razine mora imale snažan utjecaj na ekosisteme kao i na čitav spektar ljudskih djelatnosti kao što su agrikultura, šumska bogatstva, zdravlje, rezerve pitke vode, eroziju obalnih područja, gubitak mnogih prirodnih staništa

Prognoze mogućih utjecaja globalnog zatopljenja na koraljne grebene

- Učestale pojave ekstremnih temperatura značajno bi smanjile rasprostranjenje koraljnih grebena
- Povećane koncentracije CO₂ u moru (smanjenje pH) imale bi za posljedicu smanjenje sposobnost precipitacije kalcijevog karbonata kod koralja i koralogenih alga. Takvi bi uvjeti pogodovali nekim vrstama alga koje bi u kompeticiji za prostorom mogle eliminirati koralje
- Koraljni grebeni koji su vezani za kopnenu masu bili bi pod snažnim utjecajem promjena koje bi se dogodile u režimu oborina i dotoka slatkih voda
- Izbljeđivanje koralja - Zbog povišene temperature koralji gube simbiotske alge iz svojih tkiva što rezultira njihovom depigmentacijom i smrću

Ozonske rupe i UV zračenje

- Uloga ozona u atmosferi je izuzetno važna za život na Zemlji budući da ozon apsorbira za organizme opasno ultraljubičasto (UV) zračenje
- U zadnjih je nekoliko dekada opaženo veliko smanjenje količine ozona u atmosferi, a taj je fenomen prvi put opažen 1970-tih iznad Antarktika
- Trend gubitka ozona iznad polova iznosi oko 8% po dekadi
- Za razaranje ozonskog omotača su odgovorni spojevi s klorom koji u lakačanoj reakciji razaraju molekule ozona
- Glavni izvor klora u atmosferi su spojevi pod nazivom klorofluorouglici (CFC) koji se koriste u hladnjacima, klima uređajima, raznim sprejevima itd

Štetno djelovanje UV zračenja

- UV zračenje ubija ili oštećuje fitoplanktonske stanice i tako smanjuje primarnu proizvodnju u moru
- Smanjenjem primarne proizvodnje UV zračenje posredno smanjuje apsorpciju CO₂ u moru, čime se potpomaže globalno zagrijavanje
- UV zračenje izaziva karcinom kod riba i drugih morskih organizama

PRILOZI:

- 1. Taksonomski pregled morskih organizama**
- 2. Pregled bentoskih biocenoza Jadrana**
- 3. Riječnik pojmova iz ekologije mora**

Prilog 1: TAKSONOMSKI PREGLED MORSKIH ORGANIZAMA**CARSTVO: *Monera***

ZNAČAJKA	SCHIZOMYCETES - BAKTERIJE
Građa	Primitivni, jednostanični mikroorganizmi (0.2-2 µm), bez prave stanične jezgre (prokariota); Oblik stanice može biti kuglast (koki), štapčast (bacili), te zavojiti svinut (vibrioni i spirili); Mnogi su pokretni; imaju bičeve: 1 terminalni bič (monotrihni tip), terminalni snopić (lofotrihni tip), te puno bičeva po čitavoj stanici (peritrihni tip)
Prehrana	Većinom heterotrofni (koriste otopljenu organsku tvar); ima i autotrofnih oblika, bez klorofila i pravih plastida, već su pigmenti okupljeni u tvorevinama sličnim listićima (tilakoidi) (npr. zelene i purpurne bakterije)
Razmnožavanje	Dioba, u nepovoljnim prilikama neke stvaraju spore iz kojih kliju nove stanice
Stanište	Plankton; pričvršćeni za sve vrste podloge, u sedimentu
Značaj	Važne su u hranisbenoj mreži mora (razgrađivači i transformatori); Simbionti s mnogim višim organizmima; neke proizvode tvar luciferin koja pri oksidaciji svijetli (svjetleće bakterije - prisutne u svjetlećim organizmima mnogih morskih organizama; Mnoge su uzročnici bolesti kod morskih životinja

ZNAČAJKA	CYANOBACTERIA - CIJANOBAKTERIJE
Građa	Jednostanične ili nitaste, pretežno modrozeleno; Većina je nepokretna; Neki nitasti oblici mogu puzati po podlozi
Prehrana	Većinom autotrofne; brojne jednostanične vrste koje žive slobodno u vodi; imaju crvenkasti pigment fikoeritrin
Razmnožavanje	Dioba
Stanište	Plankton; bentos
Značaj	Neke vrste stvaraju vapnenačke stijene, slojevite vapnenačke kore (stromatoliti) u toplim morima u zoni plime i oseke Neke vrste luče toksine

CARSTVO: *Protista*

ZNAČAJKA	PYRRHOPHYCEAE (DINOFLAGELLATAE)
Građa	Jednostanični, stanice uvijek pojedinačne, imaju dva dugačka biča i žučkastosmeđe do crvenkaste kromatofore; Stanična stijenka od poligonalnih prozirnih celuloznih ploča kroz čije pore izlazi plazam u obliku finih niti; Na površini tijela su dva žlijeba svaki s bičem: (1) poprečni žlijeb (pojas ili anulus), te (2) uzdužni žlijeb (sulcus). Kod oklopljenih oblika anulus može biti prekriven s perforiranom pločom (cingulum). Anulus dijeli tijelo na dva dijela: prednji dio (čunj ili epitheca) i stražnji dio (hypotheca); Jedan je bič pokretački, a drugi trepetljikava okreće stanicu oko njene osi (vrtložno kretanje); Neki imaju crveno pigmentiranu točku koja je osjetljiva na svjetlo (stigma), koja se kod nekih razvila u strukturu sličnu oku (ocelus) opremljenu lećom.
Prehrana	Većina su autotrofni; Neki su izgubili sposobnost fotosinteze pa se hrane kao saprofiti, predatori ili paraziti (neki su miksotrofni)
Razmnožavanje	Uzdužna dioba; kod nekih postoji i spolno razmnožavanje
Stanište	Svi su planktonski

Značaj	Zajedno s dijatomejama i kokolitoforinama čine glavnu fitoplanktona; neki uzrokuju noćno svjetlucanje mora; neki izlučuju toksine ("red tide" cvjetanja); mnogi su parazitski
Glavne skupine	(I) Tipični dinoflagelati - podjeljeni u dva reda: (1) goli i neoklopljeni (Gymnodiniales) i (2) oklopljeni (Peridinales) (II) Postoje i netipični dinoflagelati: ■ Zooxanthellae - male okruglaste stanice koje žive u simbiozi s različitim morskim organizmima (zrakaši, školjkaši i posebice koralji) ■ Adinida - nemaju žljebove, a celulozna im je ljuštura poput školjke; oba su bića na prednjoj strani ■ Cystoflagellata - sličje minijaturnim meduzama; poznati po bioluminiscenciji (rod: Noctiluca)

ZNAČAJKA	CHRYSTOPHYCEAE - ZLATNOSMEDE ALGE
Građa	Jednostanične, zlatnosmede do smeđe alge; Većinom imaju 2 bića različite dužine (jedan trepetljikav), a mnogi i treću biću sličnu nit (haptonema) koja služi za prihvaćanje; Mnogi stvaraju trajne stadije (ciste) koje imaju kremenu stijenkicu i čep
Prehrana	Većina autotrofne (ima i heterotrofnih oblika)
Razmnožavanje	Nespolno (dioba) i spolno; Neki stvaraju grmolike kolonije (cenobiji) u kojima se stanice razmnožavaju diobom i gube bičeve, dok se nove kolonije razvijaju od slobodno plovajućih zoospora
Stanište	Planktonske i bentoske
Glavne skupine	Najjednostavniji predstavnici su goli, ameboidni Najznačajnije skupine: 1. Diatomeae (alge kremenjašice) 2. Coccolithophoridae 3. Silicoflagellidae - imaju silikatnu ljušтуру Unutar Chrysophyceae postoje i druge skupine malih flagelata bez posebnih skeletnih struktura

ZNAČAJKA	1. DIATOMEAE - ALGE KREMENJAŠICE
Građa	Karakterizira ih skeleton ili kapsula (frustula) koja se sastoji od dviju kremenih ljuštura: vanjske (epiteka) i unutrašnje (hipoteka); Bočno oko stanice je pojas koji povezuje dvije ljušture; Stanice su u presjeku trokutaste, dok odozgo ili sa strane mogu biti različitih oblika; Ljušture su prozirne s vrlo finim simetričnim ornamentima na površini; Uzduž ljušture prolazi dugačka pukotina (rafa); Većina živi pojedinačno, dok su neke povezane u lance ili lepezaste oblike; Velike su od <10 µm do 1 mm
Prehrana	Autotrofne (ima i miksotrofnih oblika)
Razmnožavanje	Dioba; svaka ljušturica stvara novu manju ljušтуру (hipoteku), tako da se dio potomaka sve više smanjuje i to ide do neke kritične veličine kada dolazi do spolnog razmnožavanja; Iz oplodene zigote nastaju auxospore ; Neke vrste stvaraju trajne spore (obično tonu u dublje slojeve ili na dno) pomoću kojih preživljavaju nepovoljne uvjete
Stanište	Planktonske i bentoske (mogu biti sesilne i slobodne)
Značaj	Vrlo široko distribuirane i čine dominantnu biomasu planktona (pogotovo tijekom proljetnih i jesenskih "cvjetanja" - 10 ⁶ stan./l)
Glavne skupine	Dva velika podreda: 1. Centricae - radijalno simetrične (cilindrične ili diskoidne); ornamentacije raspoređena oko jednog centra; većinom planktonske; proizvode 1

	auxosporu
	2. Pennatae - bilateralno simetrične; perasta ornamentacija; većinom bentoske; proizvode dvije auxospore

ZNAČAJKA	2. COCCOLITHOPHORIDAE
Građa	Mali flagelati s dva žučkasta kromatofora, dva biča i diska od kalcijevog karbonata (kokolit); Kokoliti potisnuti prema površini stanice formiraju oklop
Prehrana	Autotrofni (ima i heterotrofnih u većim dubinama)
Razmnožavanje	Dioba
Stanište	Planktonski
Značaj	Poznati su kao fosilni još iz doba jure; veliki značaj u formiranju vapnenačkih sedimenata (npr. u 1 cm ³ pisače krede - do 800 milijuna kokolita), a čine značajan dio i u "globigerinskom mulju"

PROTOZOA (PRAŽIVOTINJE)

I MASTIGOPHORA (FLAGELATA) (BIČAŠI) - žive posvuda (značajni u moru)

II SARCODINEA (SLUZAVCI)

1. Rhizopodia (Korjenonošci)

- A) *Amebeida* (*Amebe*) - slatke vode, nametnici
- B) *Testacea* (*Okučeni*) - slatke vode (malo u moru)
- C) *Foraminifera* (*Krednjaci*) - isključivo morski

2. Actinopodia (Zrakastonozi)

- A) *Heliozoa* (*Sunašca*) - slatkovodni
- B) *Radiolaria* (*Zrakaši*) - isključivo morski

III SPOROZOA (TRUSKOVCİ) - paraziti

IV CILIATA (TREPETLJIKASHI) - žive posvuda (značajni u moru)

SKUPINA	ZNAČAJKE
PROTOZOA (PRAŽIVOTINJE)	Jednostanični organizmi mikroskopske veličine; Sve životne funkcije obavljaju posebne strukture unutar stanice (organeli); Žive pojedinačno ili u zadrugama
1. Flagelata (Bičashi)	Izgled: Tijelo obavija čvrsta opna (pelikula); imaju jedan ili dva biča smještena na jednom polu (ponekad i veliki broj bičeva po cijelom tijelu); Prehrana: Hrane se bakterijama i fitoplanktonom (obuhvaćaju autotrofne, heterotrofne i miksotrofne oblike); Razmnožavanje: Jednostavna dioba; Stanište: Većina živi slobodno u planktonu (ima i nametnika); Značaj: Značajni su kao predatori bakterija i fitoplanktona, te imaju veliku ulogu u mikrobnoj hranidbenoj mreži
2. Sarcodinea (Sluzavci)	Izgled: Nemaju pelikulu; kreću se pomoću lažnih nožica (pseudopodija); Neki oko tijela izgrađuju čvrsti skelet; Prehrana: Hrane se mikroorganizmima koje hvataju pomoću pseudopodija; Razmnožavanje: Jednostavna dioba; Stanište: U planktonu i na morskom dnu; Skupine: Za more su značajne 2 skupine: (1) Foraminifera (krednjaci) - Tijelo im obavija ljuska koja ima otvore kroz koje izlaze nitasti pseudopodiji; Često žive u simbiozi s

	pigmentiranim bičama; Većina živi na dnu (pijesak mulj), dok su neki planktonski (npr. <i>Globigerina</i> - značajni po globigerinskom mulju koji pokriva gotovo 1/3 morskog dna) (2) Radiolaria (zrakaši) - Tijelo je kuglastog oblika i sadrži središnju čahuru iz koje izlaze zrakasti pseudopodiji; Svi su stanovnici planktona
3. Ciliata (Trepetljikaši)	Izgled: Tijelo obavija pelikula koja je prekrivena trepetljikama (cilijama) koje se mogu združiti u različite tvorbe (cire, membranele itd.); Neki oko tijela izlučuju omotač (lorika); Prehrana: Hrane se bakterijama, algama i bičama; Cilije osim uloge pokretanja imaju i hranidbenu funkciju, jer oko usnog otvora tvore aparat koji stvara struju mora i filtrira čestice; Razmnožavanje: Osim nespolne diobe razmnožavaju se i spolno preko karakteristične izmjene jezgara (konjugacija), pa svi imaju dva tipa jezgara: somatičnu jezgru (makronukleus) i generativnu jezgru (mikronukleus); Stanište: Žive u planktonu i na dnu (ima sesilnih oblika); Značaj: Značajni su kao predatori bakterija, fitoplanktona i bičaša, te imaju veliku ulogu u mikrobnoj hranidbenoj mreži

CARSTVO: *Plantae (biljke)*

PREGLED BILJNOG CARSTVA

(skupine napisane podebljano imaju predstavnika u moru).

ODJELJAK	RAZRED	MORFOLOŠKI STUPANJ ORGANIZACIJE
Phycophyta (Alge)	Chlorophyceae Phaeophyceae Rhodophyceae	TALOFITA
Mycophyta (Gljive) Lichenes (Lišajevi) Bryophyta (Mahovine) Pteridophyta (Papрати) Spermatophyta (Sjemenjače)		BRIOFITA KORMOFITA

ZNAČAJKA	CHLOROPHYCEAE - ZELENE ALGE
Građa	Obuhvaćaju: (1) jednostanične, mikroskopske oblike; (2) nerazgranjene i razgranjene nitaste alge koje tvore guste busenčiće; te (3) alge složenije građe kojima steljka podsijeca na više biljke
Prehrana	Autotrofne
Razmnožavanje	Nespolno i spolno
Stanište	Većinom bentoske, malo planktonskih
Glavne skupine	Zbog njihovog značaja za morsku sredinu spomenut ćemo 2 reda: 1. Ulotrichales - obuhvaća višestanične oblike; razmnožava se nespolno (putem flagelatnih zoospora) ili spolno (pokretni spermij + jaje), a česta je i izmjena generacija; Najpoznatiji su rodovi: (1) Ulva (morska salata) - ima plosnati talus od velikih listovima sličnih ploha, te (2) Enteromorpha - ima cjevast ili spljošteno vrpčast talus 2. Siphonales ili Codiales - cjevaste alge (stanice talusa nemaju poprečnih stijenki), karakteristične za topla mora. Poznati su rod: (1) Caulerpa , (2) porodica Dasycladaceae - steljka se sastoji od "stabla" (jedna produžena stanica) koje je učvršćeno za podlogu pomoću rizoida (npr. rod Acetabularia - na "stablu" ima klobučić poput kišobrana); (3) porodica Codiaceae - izgrađene od nitastih isprepletenih stanica (kod roda Halimeda steljka je inkrustirana vapnencem)

ZNAČAJKA	PHAEOPHYCEAE - SMEĐE ALGE
Građa	Sve su višestanične, smeđe obojene alge koje često narastu do velikih dimenzija ("haluge"); Stanične stijenke su iznutra od celuloze, a izvana od pektina, a kod nekih se javlja gelu sličan polisaharid - algin ; Karakterizira ih velika raznolikost oblika - od malih busenčića, pa do više metara velikih oblika koji podsijecaju na više biljke (imaju filoide , kauloide i rizoide)
Prehrana	Autotrofne
Razmnožavanje	Gotovo sve imaju heterofaznu izmjenu generacija; pokretne spore i gamete (zigote odmah kliju bez stvaranja flagelatnog stadija)
Stanište	Žive u bentosu pričvršćeni za čvrstu podlogu (litofiti); neke su epifiti
Značaj	Čine glavninu vegetacije stjenovitih morskih obala; Poznato je oko 2000 vrsta (od toga svega 3 vrste nisu morske)
Glavne skupine	Zbog njihovog značaja za morsku sredinu spomenut ćemo 3 reda: 1. Ectocarpales - obuhvaća većinu smeđih alga; vrlo je rasprostranjen rod Ectocarpus koji ima busenasto razgranjenu nitastu steljku 2. Laminariales - često dostižu goleme dimenzije (npr. vrsta Macrocystis pyrifera naraste u dužinu i do 100 m) 3. Fucales - zajedno s redom Laminariales čine glavninu vegetacije obala hladnijih mora; Poznati su rod Fucus (u Jadranu endemična vrsta Fucus virsoides); te rod Cystosira koji je vrlo bogat endemičnim vrstama u Jadranu.

ZNAČAJKA	RHODOPHYCEAE - CRVENE ALGE
Građa	Višestanične, crvene, tamnopurpurne, smeđecrvene ili ljubičaste alge
Prehrana	Autotrofne
Razmnožavanje	Spore i gamete su uvijek nepokretne pa imaju jedinstven način spolnog razmnožavanja na način da se nepokretne muške gamete pasivno prenose na ženski spolni organ (gametangij) koji se naziva karpogon , a koji posjeduje dugi vitki organ (trihogina) za prihvaćanje muških gameta
Stanište	Žive u bentosu litoralne zone, osobito toplijih mora (mnoge su vrste osjetljive na kolebanja temperature); Često naseljavaju dublja područja (do 200 m); Na podlogu su pričvršćene pomoću niti ili pločica; Neke su epifiti; Poznato je oko 4000 vrsta
Glavne skupine	Posebno je zanimljiva porodica Corallinaceae u koju spadaju rodovi: Corallina , Lithothamnion i Lithophyllum kod kojih su stijenke inkrustirane vapnencem.

ZNAČAJKA	SPERMATOPHYTA - SJEMENJACE
Građa	Višestanični; Imaju rizome koji nose korjenčiće, kratke stabljike i duge vrpčaste listove; Imaju cvjetove koji su okupljeni u klasove unutar zaštićenog omotača; Kod nekih vrsta listovi pri kraju jeseni opadaju
Prehrana	Autotrofni
Razmnožavanje	Spolno
Sistematika	Sve morske cvjetnice pripada ju porodici Zosteraceae , a ima ih oko 30 vrsta, većinom tropskih i svega nekoliko vrsta umjerenih mora. U Jadranu su poznata 3 roda: Posidonia , Zostera i Cymodocea
Stanište	Morske cvjetnice tvore travnjake ili livade, koji su svojstveni infralitoralnoj stepenivi. Zostera i Cymodocea dolaze u gornjem dijelu infralitorala (do 15 m), dok Posidonia doseže i do 40 m. Posidonia uspijeva na muljevitim pjescima i dobro je zastupljena u južnom i sjevernom Jadranu; Livade Posidonije su često krajnji stadiji (klimax) u smjenjivanju (sukcesiji) čitavog niza biocenoza
Značaj	1. Velika važnost u općoj ekonomiji mora (Petersen je izračunao da godišnja proizvodnja Zostere na danskim obalama nadilazi proizvodnju stočne hrane (a Danska je poznata po pašnjacima) 2. Livade morskih cvjetnica čine posebne biocenoze u moru (pružaju zaštitu i predstavljaju pogodna mjesta za odlaganje jaja); Te biocenoze obuhvaćaju epifitske, sedentarne i vagilne oblike kako u zoni listova, tako i u zoni rizoma (ovdje živi i najveći jadranski školjkaš (plemenita periska - Pinna nobilis))

CARSTVO: *Animalia* (životinje)

Pregled glavnih taksonomskih kategorija (koljena) životinjskog carstva i tipova organizacije kojima pripadaju (koljena koja su isključivo morska su napisana debelim slovima, a ona koja su pretežno morska su potcrtna).

KOLJENO	TIP ORGANIZACIJE
1. Mesozoa	MESOOZA
2. <u>Spongia</u> (Spužve)	PARAZOA
3. <u>Cnidaria</u> (Žarnjaci)	AMERIA (BESKOLUTIČAVCI)
4. Ctenophora (Rebraši)	
5. Platyzoa (Plošnjaci)	
6. <u>Nemertina</u> (Vrpčari)	
7. <u>Kamptozoa</u> (Stapkočašci)	
8. Aschelminthes (Oblenjaci)	
9. Priapulida (Valjčari)	
10. <u>Mollusca</u> (Mekušci)	POLYMERIA (MNOGOKOLUTIČAVCI)
11. Annelida (Kolutičavci)	
12. Echiuroidea (Zvezdani)	
13. Sipunculoidea (Štrcaljci)	
14. Onychophora (Crvonošci)	
15. Tardigrada (Dugoživci)	
16. Pentastomida (Jezičari)	OLIGOMERIA (MALOKOLUTIČAVCI)
17. Arthropoda (Člankonošci)	
18. <u>Lophophorata</u> (Lovkaši)	
19. Echinodermata (Bodljikaši)	
20. Pogonophora (Bradnjaci)	CHORDONIA (SVITKOVCI)
21. Chaetognatha (Četinočeljasti)	
22. Hemichordata (Polusvitkovci)	
23. Chordata (Svitkovci)	

Detaljniji pregled životinjskog carstva koji uključuje koljena i značajnije skupine unutar koljena (uglavnom razrede) s naznakom kojoj životnoj oblasti pripadaju

TAKSON	ŽIVOTNA OBLAST
SPONGIA ili PORIFERA (SPUŽVE)	sve morske (osim por. Spongilidae)
CNIDARIA (ŽARNJACI) A) Anthozoa (Koralji) B) Scyphozoa (Režnjaci) C) Hydrozoa (Obrubnjaci) a) <i>Siphonophora</i> (Crijevnjaci)	isključivo morski isključivo morski gotovo isključivo morski isključivo morski
CTENOPHORA (REBRAŠI)	isključivo morski
PLATODES (PLOŠNJACI) A) Turbellaria (Virnjaci) B) Trematoda (Metilji) C) Cestoda (Trakavice)	malo vrsta u moru nametnici nametnici
NEMERTINA (VRPČARI)	gotovo isključivo morski
KAMPTOZOA (STAPKOČAŠCI)	gotovo isključivo morski
ASCHELMINTHES (OBLENJACI) A) Rotatoria (Kolnjaci) B) Gastrotricha (Trbodlaci) C) Kinorhyncha (Bodljoglavci) D) Nematodes (Oblići) E) Nematomorpha (Strunaši) F) Acanthocephala (Kukaši)	više slatkovodni, manje u moru manji broj u moru isključivo morski većinom nametnici, malo u moru samo su neki morski nametnici
PRIAPULIDA (VALJČARI)	isključivo morski
MOLLUSCA (MEKUŠCI) A) Monoplacophora (Jednoljušturaši) B) Aplacophora (Bezljušturaši) C) Polyplacophora (Mnogoljušturaši) D) Scaphopoda (Koponošci) E) Gastropoda (Puževi) F) Bivalvia (Školjkaši) G) Cephalopoda (Glavonošci)	isključivo morski isključivo morski isključivo morski isključivo morski većina morskih, dosta slatkovodnih osim Plućnjaka koji su kopneni većinom morski isključivo morski
ANNELIDA (KOLUTIČAVCI) A) Polychaeta (Mnogočetinaši) B) Clitellata (Pojasnici) a) <i>Oligochaeta</i> (Maločetinaši) b) <i>Hirudinea</i> (Pijavice) C) Myzostomida	gotovo isključivo morski nametnici, žive i u moru nametnici, žive i u moru nametnici isključivo na bodljikašima
ECHIUROIDEA (ZVJEZDANI)	isključivo morski
SIPUNCULOIDEA (ŠTRCALJCI)	isključivo morski
ONYCOPHORA (CRVONOŠCI)	isključivo kopneni
TARDIGRADA (DUGOŽIVCI)	žive svugdje, većinom nametnici
PENTASTOMIDA (JEZIČARI)	nametnici
ARTHROPODA (ČLANKONOŠCI) A) Arachnida (Paučnjaci) B) Scorpiones (Štipavci)	većinom kopneni kopneni većinom morski

C) Crustacea (Raci) D) Myriapoda (Stonoge) E) Insecta (Kukci)	kopneni većinom kopneni, malo u moru
LOPHOPHORATA (LOVKAŠI) A) Phoronidea (Potkovnjaci) B) Bryozoa (Mahovnjaci) C) Brachiopoda (Ramenonošci)	isključivo morski gotovo isključivo morski isključivo morski
ECHINODERMATA (BODLIKAŠI) A) Crinoidea (Stapčari) B) Holothuriodea (Trpovi) C) Echinoidea (Ježinci) D) Asteroidea (Zvezdače) E) Ophiuroidea (Zmijače)	isključivo morski isključivo morski isključivo morski isključivo morski isključivo morski
POGONOPHORA (BRADNJACI)	isključivo morski
CHAETOGNATHA (ČETINOČELJUSTI)	isključivo morski
HEMICHORDATA (POLUSVITKOVCI) A) Enteropneusta (Žiroglavci) B) Pterobranchia (Peroškršci)	isključivo morski isključivo morski
CHORDATA (SVITKOVCI) A) Tunicata (Plashtenjaci) a) <i>Appendicularia</i> (Repnjaci) b) <i>Ascidacea</i> (Mješćinice) c) <i>Thaliacea</i> (Dvootvorke) B) Cephalochordata (Svitkoglavci) C) Cyclostomata (Kružnousti) D) Pisces (Ribe) E) Tetrapoda (Četveronošci) a) <i>Amphibia</i> (Vodozemci) b) <i>Reptilia</i> (Gmazovi) c) <i>Aves</i> (Ptice) d) <i>Mammalia</i> (Sisavci)	isključivo morski isključivo morski isključivo morski isključivo morski isključivo morski gotovo isključivo morski većinom morski kopnene vode, kopno većinom kopneni, malo u moru većinom kopneni većinom kopneni, malo u moru

ZNAČAJKA	PORIFERA (SPONGIA) - SPUŽVE
Građa tijela	Jednostavna građa bez diferenciranih tkiva i organa Sitniji otvori - ostije ; veliki otvori - oskulum
Veličina	1mm - 1m
Simetrija	Varijabilna (uglavnom nepravilna)
Probavilo	Nemaju probavila (probava u stanicama - hoanocyte)
Razmnožavanje	Nespolno pupanjem (gemula); Spolno (ličinka parenhimula)
Spec.značajke	Skelet (spikule , skleriti , vlakanca - spongin); Regeneracija Specijalizirane stanice - hoanociti , amebociti
Stanište	Sve su sjedilačke
Prehrana	Filtracija morske vode
Broj vrsta	5000
Glavne skupine	1. Calcispongiae (vapnenjače); 2. Hyalospongiae (staklače); 3. Demospongiae (kremenorožnjače)

ZNAČAJKA	CNIDARIA - ŽARNJACI
Građa tijela	Vrečasto tijelo građeno iz tri sloja: epiderm, endoderm i mezoderm (mezogleja); Lovke oko usnog otvora
Veličina	2 mm - 2 m
Simetrija	Radijalna (Radiobilateralna)
Probavilo	Slijepo probavilo: usta, gastrovaskularna šupljina (pregrade)
Živčani sustav	Mrežasti (mreža živčanih stanica)
Razmnožavanje	Nespolno (pupanje); Spolno (ličinka planula); izmjena generacija
Spec.značajke	Dva strukturna oblika: polip (nespolna) i meduza (spolna); velika moć regeneracije; Nematoblasti : stanice iz kojih nastaju žarnice
Stanište	Sjedilački (polipi); Planktonski (meduze)
Prehrana	Uglavnom mesožderi (lovke + žarnice)
Broj vrsta	9000 (80 u Jadranu)
Glavne skupine	1. Anthozoa (koralji): samo polip; pojedinačno ili zadruge; vanjski ili unutrašnji skelet; 6000 vrsta 2. Scyphozoa (režnjaci): mali polipi - velike meduze; polip nikad u zadrugi; 200 vrsta (7 u Jadranu) 3. Hydrozoa (obrubnjaci): veći polipi - male meduze; polipi pojedinačni ili u zadrugi; 2700 vrsta 3.1. <i>Syphonophora</i> (crijevnjaci): planktonske zadruge; polimorfnost; pneumatofor

ZNAČAJKA	CTENOPHORA - REBRAŠI
Građa tijela	Jajasto ili kruškolika tijelo; sa svake strane po jedna velika lovka bez žarnica (Acnidaria)
Veličina	1-3 cm
Simetrija	Biradijalna
Probavilo	Usta, ždrijelo, želudac, analne cijevčice
Živčani sustav	Ganglije, živčane vrpce; Statocist - osjetilo ravnoteže (apikalno)
Razmnožavanje	Dvospolci
Spec.značajke	Kreću se pomoću 8 redova meridijalno položenih pločica koje su nastale srašćivanjem treplji
Stanište	Planktonski organizmi
Prehrana	Grabežljivci (lovke)
Broj vrsta	80 (6 u Jadranu)

ZNAČAJKA	PLATODES - PLOŠNJACI
Građa tijela	Izdužene, dorzoventralno spljoštene životinje Unutrašnjost tijela ispunjena mezenhimom (hidroskelet)
Veličina	0.2 - 50 mm; uglavnom 0.5 - 15 mm
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Jednostavno slijepo probavilo
Živčani sustav	Mozak + ventralne vrpce; Osjetila (oči, ticala)
Razmnožavanje	Dvospolci
Spec.značajke	Regeneracija; Kreću se puzanjem pomoću tisuća cilija Mnogi su nametnici
Stanište	Većina živi na dnu (pod kamenjem, među algama); nekoliko pelagičkih vrsta
Prehrana	Dijatomeje, praživotinje, spore alga, sitni račići
Broj vrsta	1600 (od toga malo živi u moru)
Glavne skupine	Turbelaria (virnjaci); Trematoda (metilji); Cestoda (trakavice)

ZNAČAJKA	NEMERTINA - VRPČARI
Građa tijela	Vrlo dugačko i tanko tijelo; prednji dio tijela odvojen kao glava
Veličina	10-70 cm (promjer oko 1 mm); najveći do 30 m (promjer 9 mm)
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Usta, jednjak, želudac, crijevo
Cirkulacija	Prve životinje s razvijenim optjecajnim sustavom koji je zatvoren i odvija se u žilama
Živčani sustav	Mozak, osjetne stanice na glavi (cerebralni organ); osjetilo za vid
Razmnožavanje	Uglavnom jednospolici (ličinka pilidij)
Spec.značajke	Imaju rilo koje je smješteno s leđne strane probavila i koje je znatno duže od tijela pa je smotano u vrećici; Velika moć regeneracije; Na nekim unutrašnjim organima začeci polimerizacije
Stanište	Žive u obalnom području: ispod kamenja, među algama, u mulju i pijesku
Prehrana	Grabežljivci (plijen love brzim izbacivanjem rila)
Broj vrsta	800

ZNAČAJKA	KAMPTOZOA - STAPKOČAŠCI
Građa tijela	Tijelo se sastoji od čaške (calyx) i držka i prekriveno je kutikulom; U čaški su smješteni svi organi a oko nje je vijenac od 8-30 lovki.
Veličina	oko 5 mm
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Probavilo ima oblik slova U (oba su otvora s gornje strane)
Živčani sustav	Ganglij iz kojeg izlaze 3 para živaca koji se granaju; Osjetne stanice za dodir
Razmnožavanje	Dvospolci (ličinka)
Spec.značajke	Velika moć regeneracije; Slični su Bryozoima
Stanište	Sjedilačke (pojedinačne ili u zadrugi); žive u plićim vodama
Prehrana	Dijatomeje, praživotinje i drugi sitni organizmi
Broj vrsta	60

ZNAČAJKA	ASCHELMINTHES - OBLENJACI
Građa tijela	Crvoliko, nekolutičavo tijelo prekriveno kutikulom
Veličina	Uglavnom vrlo sitni (<1 cm); neki preko 1m
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Prohodna cijev koja počinje s ustima, a završava analnim otvorom
Živčani sustav	Ganglij + dvije živčane vrpce
Razmnožavanje	Jednospolci
Spec.značajke	Mnogi su nametnici; samo neki razredi prisutni u moru
Stanište	Različito (više na dnu, manje u planktonu)
Prehrana	Različito (detritus, alge, grabežljivci)
Broj vrsta	12000
Glavne skupine	6 razreda

RAZRED	ZNAČAJKE
Rotatoria (Kolnjaci)	40µm-3mm; tijelo: glava, trup, noga; usta okružena trepljama (trepčani ili rotatorni organ); sjedilački ili pokretni; prehrana: detritus, grabežljivci; 1700 vrsta (5% u moru)
Gastrotricha (Trbodlaci)	0.1-1.5mm; treplje pokrivaju glavu i trbušnu stranu trupa; usta okružena svinutim bodljama; žive više na dnu (malo u planktonu); 150 vrsta
Kinoryncha (Bodljoglavci)	< 1mm; tijelo: glava, vrat trup; bez treplji; kutikula izvana ima 13 prstenova (zonita); glava se može uvući; prehrana: dijatomeje, detritus; 100 vrsta
Nematodes (Oblici)	1mm - 5cm (nametnici > 1m); uglavnom nametnici; malo ih živi u moru; opisano oko 10000 vrsta (možda 500000-800000)
Nematomorpha (Strunaši)	0.5-1 m; tijelo: vrlo dugo i nitasto; većina nametnici; 230 vrsta
Acanthocephala (Kukaši)	Svi su nametnici; nema ih u moru; 500 vrsta

ZNAČAJKA	PRIAPULIDA - VALJČARI
Građa tijela	Cjevasto tijelo prekriveno bradavicama i bodljama; kutikula je izvana prstenasto podjeljena. Tijelo od dva dijela: prednji prosoma i stražnji trup ili metasoma (prednji dio uvlačiv); Na vrhu prosome su usta okružena bodljama, iza njih je ovratnik, a iza njega glavni dio prosome - rilo ili proboscis
Veličina	oko 8 cm
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Prohodna cijev (usta, crijevo, crijevni otvor)
Cirkulacija	Tjelesna tekućina ispunjena tekućinom u kojoj plivaju respiratorni pigmenti
Disanje	Smatra se da dišu pomoću repnih privjesaka
Živčani sustav	Živčani prsten u ovratniku i jedna trbušna vrpca
Razmnožavanje	Jednospolici (ličinka)
Stanište	Žive na mekanom supstratu (do dubine od 500 m)
Prehrana	Grabežljivci (ruju po dnu rilom i hrane se polihetima, zmijačama)
Broj vrsta	Do sada poznato 5 vrsta

ZNAČAJKA	MOLLUSCA - MEKUŠCI
Grada tijela	Životinje s mekanim, nekolutičavim tijelom; kod većine se razlikuju glava stopalo i trup
Veličina	1mm - 10m
Simetrija	Bilateralna (sekundarno asimetrični)
Probavilo	Usta, ždrijelo, jednjak, želudac, crijevo
Cirkulacija	Srce i krvne žile (obično otvoren sustav)
Disanje	Škrge (ktenidije); kod nekih dio plaštene šupljine ima ulogu pluća
Živčani sustav	Kod nekih vrlo razvijen; od osjetila razvijene oči
Razmnožavanje	Jednopolci i dvopolci (ličinka veliger)
Spec.značajke	Tijelo obavija kožni nabor (plašt ili pallium) koji izlučuje ljušturu koja može biti izgrađena od 8, 2 ili 1 dijela; stopalo
Stanište	Sjedilačke i planktonske
Prehrana	Vrlo raznolika (od filtracije morske vode do grabežljivaca)
Broj vrsta	128000 (ot toga 40000 fosilnih)
Glavne skupine	Obuhvaćaju 7 razreda: Aolacophora, Monoplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda

RAZRED	ZNAČAJKE
Aplacophora ili Solenogastres (Bezljušturaši)	Crvoliko tijelo bez ljušture i stopala; Veličina oko 2.5cm; Žive na dnu u mulju ili na kolonijama žarnjaka; Dvopolci; oko 150 vrsta
Monoplacophora (Jednoljušturaši)	Imaju jednu ljušturu ovalnog oblika (poput satnog stakalca); Veličina 3-4cm; Određeni stupanj polimerizacije (više parova škrge, mišića, srčanih komora itd); Žive na muljevitom dnu; Hrane se radiolarijama, foraminiferama, dijatomejama i spužvama; Jednopolci; Otkriveni tek 1950/52 ("Galathea")
Polyplacophora (Mnogoljušturaši)	Ljuštura im se sastoji od 8 pločica; glava je reducirana; Veličina 2-3cm; Žive na čvrstom dnu u zoni plime i oseke; Hrane se algama; Jednopolni; 1000 vrsta (10 u Jadranu- <i>Chiton</i> - babuška)
Scaphopoda (Koponošci)	Ljuštura (kućica) i plašt su cjevasti (poput tuljka); Dužina oko 10cm; Oko usta dva busena lovki; Nemaju škrge (dišu pomoću plašta); Nemaju srce niti krvne žile (krv struji u zatonima); Žive na pješčanom dnu; Grabežljivci; 350 vrsta (8 u Jadranu)
Gastropoda (Spuževi)	Nesimetrično tijelo (spiralna utoba - torzija); Neparni organi (1 škrge, 1 klijetka itd); stopalo potplatasto; Na glavi oči iticala; Većina ima kućicu; Uždrijelu imaju trenicu ili radulu ; Jednopolci (prednješkržnjaci) i dvopolci (stražnjoskržnjaci); 105000 vrsta
Bivalvia ili Lamellibranchia (Školjkaši)	Tijelo zatvoreno između 2 ljušture; Nemaju glavu, oči, ticala i trenicu; Stopalo sjekirasto; Škrge imaju dvostruku ulogu - disanje i filtracija hrane; 20000 vrsta
Cephalopoda (Glavonošci)	Ljuštura je vanjska, unutrašnja ili reducirana; Oko usta 8, 10 ili više krakova; Velika glava s velikim složeno građenim očima; Stopalo preobraženo u lijevak (kretanje na mlazni pogon) i krakove; Pigmentne stanice u koži; Jednopolci (briga za leglo); Svi su grabežljivci; 730 vrsta (29 u Jadranu); Dekapodi (sipe, lignje), Oktopodi (hobotnice)

ZNAČAJKA	ANNELIDA - KOLUTIČAVCI
Građa tijela	Crvoliko, kolutičavo tijelo (segmentacija), pokriveno kutikulom na kojoj su četine koje služe za kretanje; Poliheti imaju nastavke parapodije ili bataljice iz kojih izlaze snopovi četina; Na tijelu sve razlikuju: glaveni kolutić (prostomij ili akron), trupni kolutići (peristomiji) i analni kolutić (pigidij)
Veličina	1mm - preko 1m
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Prohodna cijev s ustima i crijevnim otvorom
Cirkulacija	Zatvoren sustav za optjecanje (leđna žila stežljiva, ima ulogu srca)
Disanje	Dišu kožom, škragama na parapodijima ili pomoću vitica
Živčani sustav	Cerebralni ganglij + ljestvičavo živčevlje; oči na prostomiju
Razmnožavanje	Nespolno (neki poliheti); Jednospolci (poliheti) i dvospolci (oligoheti i pijavice)
Spec.značajke	Kolutičavost (segmentacija)
Stanište	Sjedilački (mnogi žive u kožastim cijevima; <i>Serpulidae</i> - vapnenaste cijevi pričvršćene na čvrstim podlogama ili na algama) i pelagički
Prehrana	Vrlo raznolika (filtracija mora, grabežljivci)
Broj vrsta	8700 vrsta (poliheta oko 5000 vrsta, u Jadranu 500 vrsta)
Glavne skupine	Polychaeta (mnogočetinaši) ; Oligochaeta (maločetinaši) ; Hirudinea (pijavice) ; Myzostomida

ANELIDSKO-ARTHROPODSKA SKUPINA

1. **ECHIUROIDEA (ZVJEZDANI)** - isključivo morski
2. **SIPUNCULOIDEA (ŠTRCALJCI)** - isključivo morski
3. **ONYCHOPHORA (CRVONOŠCI)** - kopneni
4. **TARDIGRADA (DUGOŽIVCI)** - kopno, kopnene vode, nametnici
5. **PENTASTOMIDA (JEZIČARI)** - nametnici u nosnoj šupljini kraljež.

ZNAČAJKA	ECHIUROIDEA - ZVJEZDANI
Građa tijela	Produljeno, valjkast tijelo, na presjeku okruglo na kojem se razlikuju dva dijela; Površina tijela može biti glatka ili bradavičava, a pokrivena je kutikulom
Veličina	3-40 cm
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Usta, ždrijelo, jednjak, crijevo
Cirkulacija	Zatvoreni sustav optjecanja
Živčani sustav	Okoloždrijelni prsten i jedna trbušna vrpca
Razmnožavanje	Jednospolci (izražen spolni dimorfizam)
Spec.značajke	Rilo nastalo od prostomija koje se ne može uvlačiti, proteže se daleko ispred usnog otvora. Ispod usta par velikih uvlačivih četina. Mužjaci puno manji od ženki i parazitiraju na njima
Stanište	Polusjedilačke (uglavnom nastanjuju plitka mora)
Prehrana	Ženke: male životinje i organski depozit; Mužjaci: parazitiraju na ženkama
Broj vrsta	70 vrsta

ZNAČAJKA	SIPUNCULOIDEA - ŠTRCALJCI
Grada tijela	Produljeno tijelo izrazito kontraktilno, prekriveno kutikulom; Prednji dio tijela se uvlači u trup; Oko usta je vijenac lovki
Veličina	2mm - 50 cm
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Usta, ždrijelo, jednjak, crijevo
Cirkulacija	Zatvoreni sustav optjecanja
Živčani sustav	Moždani ganglij, trbušna živčana vrpca
Razmnožavanje	Jednospolci
Stanište	Žive na dnu, kreću se puzanjem
Prehrana	Gutaju pijesak i mulj
Broj vrsta	250 vrsta

ARTHROPODA – ČLANKONOŠCI

1. ARACHNIDA (PAUČNJACI) - većinom kopneni
2. SCORPIONES (ŠTIPAVCI) - kopneni
3. CRUSTACEA (RACI) - većinom morski
4. MYRIAPODA (STONOGE) - kopneni
5. INSECTA (KUKCI) - većinom kopneni (malo morskih)

ZNAČAJKA	CRUSTACEA - RACI
Grada tijela	Tijelo od 5-65 kolutića, sraslih u 2-3 segmenta (kod viših rakova 20 kolutića: 6+8+6); prvi kolutić je prostomij , zadnji je telzon kod viših rakova zajedno s zadnjim nogama zatka izgrađuje repnu peraju; kod nižih rakova telzon često ima vilicu ili furku Tijelo od 3 dijela: (1) glava (glaveni kolutići ili cefalomere), (2) prsna (pereiomere), (3) zadak (pleomere); Glava i prsna često stopljeni u glavopršnjak (na vrhu glave - glaveni šiljak, rostrum) Kod nekih postoji veliki kožni nabor s leđne strane (kora ili carapax) koji poput ljuske zaštićuje tijelo; Imaju dva para ticala: (1) antenule (opip, miris); (2) u obliku rašljaste nožice (služe za veslanje); Gornja čeljust (mandibula); Dvije donje čeljusti (prednja- maksilula , stražnja- maksila)
Veličina	1mm - 50cm
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Usta (3 para usnih organa), žvačni želudac ("račje oči" ili gastroliti), crijevo
Cirkulacija	Otvoren sustav, srce na leđnoj strani
Disanje	Škrge
Živčani sustav	Primarno ljestvičav (mozak, skupine ganglija, živčane vrpce; Brojna osjetila (oči, četine za opip, miris, ravnoteža
Razmnožavanje	Jednospolci, ličinke (nauplij , zoea)
Spec.značajke	Tagmatizacija (spajanje kolutića u glavu, prsna i zadak) Presvlačenje (ekdisis)
Stanište	Najvažnije planktonske životinje; bentos, sjedilačke (vitičari - pričvršćeni za podlogu
Prehrana	Vrlo raznolika (filtracija kod planktonskih, grabežljivci, detritivori, lešinari itd)
Broj vrsta	35000 vrsta
Glavne skupine	Obuhvaćaju 9 podrazreda svrstanih u dvije velike skupine: Niži raci (Entomostraca) i Viši raci (Malacostraca)

SISTEMATIKA RAKOVA

I ENTOMOSTRACA (NIŽI RACI) -različit broj kolutića i nogu (6-60); česta ljuska

1. Podrazred: CEPHALOCARIDA ili LIPOSTRACA
2. Podrazred: BRANCHIOPODA (Škrgonošci) - slanišni škrgonožac (*Artemia salina*)
3. Podrazred: OSTRACODA (Ljuskari)
4. Podrazred: MYSTACOCARDIA
5. Podrazred: COPEPODA (Veslonošci) - najznačajnije planktonske životinje
6. Podrazred: BRANCHIURA (Škrgorepci)
7. Podrazred: ASCOTHORACIDA
8. Podrazred: CIRRIPIEDIA (Vitičari)
9. Podrazred: MALACOSTRACA (Viši raci)

II MALACOSTRACA (VIŠI RACI) - 20 kolutića (6+8+6); 19000 vrsta

1. Red: LEPTOSTRACA (Tankoljuskaši)
2. Red: STOMATOPODA (Ustonošci) - kozorepci (*Squilla*)
3. Red: ANASPIDACEA
4. Red: KOONUNGIDAE
5. Red: STYGOCARIDACEA
6. Red: BATHYNELLACEA
7. Red: EUPHAUSIACEA (Svjetlari) - svjetleći organi; glavna hrana kitova (kril)
8. Red: DECAPODA (Desetonošci) - oklop (glavopršnjak), klješta, 8300 vrsta
9. Red: THERMOSBAENACEA
10. Red: SPELAEOGRIPHACEA
11. Red: TANAIIDACEA ili ANISIPODA (Nejednakonošci)
12. Red: MYSIDACEA (Rašljonošci)
13. Red: CUMACEA (Tankorepci)
14. Red: ISOPODA (Jednakonošci) - babure, dosta nametnika (riblja uš)
15. Red: AMPHIPODA (Rakušci) - bočno spljošteni (uz kopepode najvažniji)

ZNAČAJKA	LOPHOPHORATA - LOVKAŠI
Grada tijela	Tijelo se sastoji od 3 dijela: prosoma, mezosoma i metasoma
Veličina	1mm - 10m
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Crijevo savinuto pa je analni otvor u blizini usnog ali izvan vijenca lovki
Cirkulacija	Zatvoren sustav (srce i krvni zatoni)
Disanje	Dišu pomoću lovki
Živčani sustav	Moždani gangliji (nadždrijelni, podždrijelni), uzdužna živčana vrpca
Razmnožavanje	Nespolno (pupanje); Dvospolci (ličinački stadij)
Spec.značajke	Oko usta vijenac trepetljivikavih lovki lofofore kojima hvataju hranu. Imaju cijevi ili ljuske koje su nastale kao kutikularne tvorevine
Stanište	Sjedilačke
Prehrana	Detritus, love pomoću lovki
Broj vrsta	5000 vrsta
Glavne skupine	Obuhvaćaju 3 razreda

RAZRED	ZNAČAJKE
Phoronidea (Potkovnjaci)	Žive u opnastim cijevima koje su gusto obložene pijeskom; Veličina 1-30cm; Dvospolci (ličinka actinotroha); Žive pojedinačno ili u zadrugama; Nastanjuju plića područja, pjeskovito dno ili buše ljuštore mekušaca i ramenonožaca; Love pomoću lovki (dijatomeje, detritus); 10 vrsta (1 u Jadranu)
Brachiopoda (Ramenonošci)	Tijelo im je uklopljeno u dvostranu ljusku koja ima držak s kojim su pričvršćeni za podlogu; Veličina 1-8 cm; Žive na dubini od 10-50m (ima dosta dubinskih oblika); Hrane se trepetljivikavim lovkama (uglavnom detritusom); Oko 300 vrsta
Bryozoa (Mahovnjaci)	Male životinje (zooidi) koje pupanjem stvaraju velike zadruge koje poput mahovine ili kore prevlače različite predmete; Epiderm izlučuje kutikularnu kućicu od sluzi, hitina ili vapnenca; Veličina - pojedinačni organizmi su vrlo sitni (<1mm); kolonije mogu biti vrlo velike (i do 1/2m); Lovke imaju višestruku funkciju (disanje, ishrana, osjetilo opipa); Dvospolci su a razmnožavaju se i nespolnim pupanjem; Žive u plićim vodama (do 50m); Oko 4000 vrsta (100 u Jadranu)

ZNAČAJKA	ECHINODERMATA - BODLJIKASI
	Različitog oblika; imaju usnu (oralnu) i vršnu (apikalnu) stranu
Grada tijela	
Veličina	0.5cm - preko 1m
Simetrija	Radijalna (najčešće peterozrakasta); neki su bilateralni (trpovi)
Probavilo	Podulje crijevo (često slijepo - bez analnog otvora); često oko usta imaju složeno žvakalo
Cirkulacija	Optjecajni sustav nepotpuno razvijen i uvijek otvoren
Disanje	Pomoću ogranaka vodožilnog sustava
Živčani sustav	(1) Usni živčani sustav koji se sastoji od površinskog (epineuralni) prstena oko usta iz kojeg izlaze zrakasti nastavci u 5 zraka; te dubinski (hiponeuralni) koji je jednak površinskom ali je smješten dublje u koži (ima pokretačku ulogu; nemaju ga ježinci); (2) Vršni (apikalni) živčani sustav koji upravlja krakovima (najbolje razvijen kod stapčara); Od osjetila mnogi imaju jednostavne oči

Razmnožavanje	Uglavnom jednospolci (ličinka dipleurula); neki nemaju ličinku (brinu se o leglu)
Spec.značajke	(1) Kožni skelet od vapnenačkih dijelova uloženi u kožu; na skeletu mnogi imaju bodlje, kvрге i štipaljke (2) Vodožilni (ambulakralni) sustav : sudjeluje u disanju, kretanju (prionjive nožice), ekskreciji, osjetilna funkcija (3) Velika moć regeneracije
Stanište	Uz malo izuzetaka svi žive na dnu (od plićaka do velikih dubina)
Prehrana	Vrlo različita (od detritiva do grabežljivaca)
Broj vrsta	600 vrsta (60 u Jadranu)
Glavne skupine	Obuhvaćaju 5 razreda: Crinoidea, Holothurioidea; Echinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea

RAZRED	ZNAČAJKE
Crinoidea (Stapčari)	Jedini bodljikaši koji su pričvršćeni za podlogu pomoću posebne stapke (ponekad samo tijekom razvitka); Tijelo im je čaškasto, na rubovima čaške (calyx) 5 ili 10 krakova koji imaju postrane ogranke perca ili pinule ; Jednospolni; Usta i crijevni otvor s gornje strane; Hrane se mikroorganizmima; 620 vrsta (80 ima stapku), u Jadranu jedna vrsta bez stapke - sredozemna dlakavica (<i>Antedon mediterranea</i>)
Holothurioidea (Trpovi)	Uzdužna os duža od zrakastih pa je tijelo izduženo; na dnu leže bočno pa se razvila bilateralna simetrija; Oko usta vijenac od 10-30 ticala različitog oblika; Kožni skelet slabo razvijen (imaju kožnomišićnu mješinu s jakim mišićima pa se tijelo može savijati); Jednospolni (ličinka aurikularija), mnogi njeguju legla; Žive na dnu, zakopavaju se u pijesak, neki su pelagički; Hrane se gutanjem sedimenta; Velika moć regeneracije (izbacivanje utrobe); 1100 vrsta (10-ak u Jadranu)
Echinoidea (Ježinci)	Uzdužna os kraća od zrakastih; Tijelo kuglasto, rjeđe srcasto ili pločasto; Pločice kožnog skeleta čine čvrstu čahuru na kojoj su bodlje; Čahura : 5 dvoreda ambulakralnih pločica (imaju rupice kroz koje izlaze ambulakralne nožice; 5 dvoreda interambulakralnih pločica; Usta s donje strane imaju 5 zubića koja pripadaju složenom žvakalu (Aristotelova svjetiljka); Oko usta mekano membranozno usno polje (peristom) na kojem je 5 pari usnih nožica koja su kemijski osjetila. Na površini tijela mnogobrojni privjesci (štipaljke ili pedicelariji služe za hvatanje plijena, obranu i čišćenje); Jednospolci (najmanje se brinu za leglo), ličinka echinopluteus ; Slaba sposobnost regeneracije; Ishrana: brste alge, žarnjake, mahovnjake, love račiće itd; 750 vrsta (oko 20 u Jadranu); Dva reda: <i>Reguralia (pravilnjaci)</i> i <i>Irregularia (nepravilnjaci)</i> - imaju bilateralnu simetriju, mekane bodlje, zakopavaju se u pijesak i gutaju ga radi ishrane
Asteroidea (Zvjezdače)	Splošteno tijelo, u smjeru zraka izvučeno u 5 krakova; Duž donje strane krakova su ambulakralne brazde; Usta su s donje strane i imaju žvakalo; Jak kožni skelet, s brojnim bodljama, trnovima i kvrgama; Dišu pomoću izbočina tjelesne stijenke (papule); Najveći dio utrobe čini jaki mišićavi želudac kojeg mogu izbaciti iz tijela i njime obuhvatiti plijen (školjkaši, rakovi, ježinci itd); Sve su zvjezdače grabežljivci; Jednospolci (brinu se za leglo), ličinka bipinarija ; Velika sposobnost regeneracije (autotomija); 1500 vrsta (oko 15 u Jadranu)
Ophiuroidea (Zmijaje)	Plosnato tijelo (središnji dio kotur je oštro odvojen od krakova koji su tanki, obli i zmijoliki); Kreću se savijanjem gipkih krakova koji nemaju ambulakralnu brazdu; Oko usta 5 pari pukotina gdje izlaze vrećice s dišnim i spolnim organima; Razvijen kožni skelet; Jednospolci (ličinka ophiopluteus), neke su viviparne ; velika moć regeneracije; Hrane se malim životinjama, često i leševima; 1900 vrsta (10 u Jadranu)

ZNAČAJKA	POGONOPHORA - BRADNJACI
Građa tijela	Crvoliko tijelo bet usta i crijeva; građeno od tri dijela: kratka prosoma s lovkama, kratka mezosoma i duga bradavičava metasoma koja je dvostrukim prstenom (anulus) podjeljena na dva dijela; Epiderm izlučuje tanku hitinsku kutikulu; Broj lovki od nekoliko do preko 200 (tvore šuplju cijev)
Veličina	1-36 cm (vrlo tanki < 1mm)
Simetrija	bilateralna
Probavilo	Nemaju
Cirkulacija	zatvoren, glavna leđna i trbušna žila
Živčani sustav	gangliji i živčane vrpce
Razmnožavanje	jednospolci
Spec.značajke	otkriveni tek 1933 u Beringovom moru
Stanište	sjedilačke, često žive u 1 m dugim cijevima koje su okomito pričvršćene za morsko dno; većina živi u velikim dubinama (1500-9000 m), a manji broj u plićim vodama; široko rasprostranjeni
Prehrana	Simbioza s bakterijama
Broj vrsta	47

ZNAČAJKA	CHAETOGNATHA - ČETINIČELJUSTI
Građa tijela	Trodjelno, streličasto tijelo s vodoravnim perajicama na bokovima; Sprijeda je velika okruglasta glava s vijencem čvrstih kukastih četina; Imaju kožni nabor koji se može prevući preko glave; S leđne strane glave i dijela trupa je trepetljikavi vijenac (corona ciliata)
Veličina	od nekoliko mm do 10 cm
Simetrija	bilateralna
Probavilo	usta i ravna cijev duž trupa koja završava crijevnim otvorom
Cirkulacija	nemaju
Živčani sustav	moždani i trbušni ganglij iz kojih izlaze živci; oči na glavi i osjetila za opip po čitavom tijelu
Razmnožavanje	Dvospolci
Spec.značajke	spособnost regeneracije; ne mogu se držati u laboratorijskim uvjetima više od 2-3 dana
Stanište	tipični pelagički organizmi, samo jedan rod živi u bentosu (<i>Spadella</i>)
Prehrana	Grabežljivci, hrane se sitnim planktonskim beskralježnjacima ali i ličinkama riba; Plije hvataju četinama i nazubljenim tvorevinama oko usta; Usta i ždrijelo se mogu jako proširiti
Broj vrsta	oko 50

	HEMICHORDATA (Polusvitkovci) ili BRANCHIOTREMATA (Crijevodisači)
ZNAČAJKA	ENTEROPNEUSTA - ŽIROGLAVCI
Građa tijela	Oblo, crvoliko tijelo sastavljeno od 3 dijela: glavica (prosoma) koja je slična žiru (može se uvlačiti i ispružati), kraća i uža ogrlica (mezosoma) , te dugački trup (metastoma)
Veličina	2.5 cm - 2.5 m
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Usta, ždrijelo, jednak, crijevo
Cirkulacija	Otvoren optjecajni sustav; leđna i trbušna žila te brojni zatoni
Disanje	Prednji dio probavila prorezan škržnim pukotinama
Živčani sustav	Ogrlična moždina iz koje izlaze leđna i trbušna živčana vrpca

Razmnožavanje	Jednospolci (ličinka tornarija); neki se razmnožavaju nespolno
Spec.značajke	Živčani sustav s leđne strane (veza sa svitkovcima); S leđne strane početka ždrijela je malena slijepa izbočina crijeva što se smatra začetkom svitka
Stanište	Žive na dnu; pomoću glavice i ogrlice ruju hodnike potkovastog oblika u kojima žive i koje oblažu sa sluzi
Prehrana	Gutaju mulj i pijesak
Broj vrsta	60 vrsta

	HEMICHORDATA (Polusvitkovci) ili BRANCHIOTREMATA (Crijevodisači)
ZNAČAJKA	PTEROBRANCHIA - PEROŠKRŠCI
Građa tijela	Crvoliko tijelo sastavljeno od 3 dijela; izlučuju cijevi u koje se uvlače
Veličina	1-7 mm; zadruge visoke do 25 cm
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Usta, ždrijelo, jednjak, crijevo
Cirkulacija	Otvoren optjecajni sustav; leđna i trbušna žila te brojni zatoni
Disanje	Prednji dio probavila prorezan škržnim pukotinama
Živčani sustav	Ogrlična moždina iz koje izlaze leđna i trbušna živčana vrpca
Razmnožavanje	Jednospolci; neki su dvospolci; u zadrugi ima jedinki bez izraženog spola; neki se razmnožavaju i nespolno (pupanjem)
Spec.značajke	Živčani sustav s leđne strane (veza sa svitkovcima); S leđne strane početka ždrijela je malena slijepa izbočina crijeva što se smatra začetkom svitka; Žive u velikim zadrugama
Stanište	Žive u hladnim morima; pričvršćeni na kamenju i školjkašima
Broj vrsta	20 vrsta

CHORDATA (SVITKOVCI)

I ACRANIA (BEZLUBANJCI)

1. Tunicata (Plaštenjaci)
2. Cephalochordata (Svitkoglavci)

II CRANIATA (LUBANJCI) ili VERTEBRATA (KRALJEŽNJACI)

1. Agnatha (Bezčeljusti)
 - A) Cyclostomata (*Kružnouste*)
2. Gnathostomata (Čeljustousti)
 - A) Pisces (*Ribe*)
 - B) Tetrapoda (*Četveronošci*)
 - a) Amphibia (Vodozemci)
 - b) Reptilia (Gmazovi)
 - c) Aves (Ptice)
 - d) Mammalia (Sisavci)

ZNAČAJKA	CHORDATA - SVITKOVCI
Građa tijela	Nekolutićave životinje
Veličina	Vrlo različita
Simetrija	Bilateralna
Probavilo	Potpuno probavilo
Cirkulacija	Zatvoren krvotok, srce na trbušnoj strani
Disanje	Prednji dio crijeva ima škržne proreze; kopneni dišu plućima
Živčani sustav	Na leđnoj strani (iznad svitka) je leđna moždina koja je sprijeda povećana u mozak
Razmnožavanje	Većinom spolno (uglavnom jednospolci); samo neki nesporno
Spec.značajke	Svitak (chorda dorsalis) - prutić potpornog tkiva koji se proteže duž čitavog tijela iznad probavnog, a ispod živčanog sustava; Neki (plaštenjaci) imaju svitak samo u stadiju ličinke; Kod viših svitkovaca (kralježnjaci) svitak zamjenjuje kralježnica
Stanište	Pelagički i sjedilački
Prehrana	Vrlo različita
Broj vrsta	Oko 45000 vrsta
Glavne skupine	Tunicata (plaštenjaci); Cephalochordata (svitkoglavci); Vertebrata (kralježnjaci)

ZNAČAJKA	TUNICATA - PLAŠTENJACI
Građa tijela	Oblik tijela vrlo raznolik; oko tijela imaju poseban ovoj - plašt
Veličina	1-10 cm
Simetrija	Bilateralna (ponekad nepravilna)
Probavilo	Potpuno probavilo
Cirkulacija	Srce i krvni zatoni
Disanje	Škrge
Živčani sustav	Mozak s živčanim vrpčama
Razmnožavanje	Dvospolci; nesporno pupanje (ponekad izmjena generacija)
Spec.značajke	Svitak kod većine imaju samo ličinke (iznimka su repnjaci) Tijelo je obloženo posebnim ovojem koji se zove plašt ili tunika koji može biti različite debljine i čvrstoće; Pupanjem često nastaju polimorfne zadruge
Stanište	Sjedilački i manje pelagički
Prehrana	Filtracija mora
Broj vrsta	Oko 2000 vrsta (od toga samo 100 pelagičkih); u Jadranu 30 vrsta
Glavne skupine	Appendicularia (repnjaci); Ascidiacea (mješčinice); Thaliacea (dvootvorke)

RAZRED	ZNAČAJKE
Appendicularia (Repnjaci)	Oblik: Malene prozirne životinje nalik na punoglavca (valjkast trup s razmjerno dugim repom); Veličina: do 1cm; Svitak: Tijekom čitavog života; Plašt: Proziran i u početku pognut uz tijelo, ali se kasnije podigne tako da stvara kućicu u kojoj se životinja može slobodno kretati; Kad se kućica onečisti repnjak je napušta i izgrađuje novu; Prehrana: Udarcom repa stvara struju i procijedi je more kroz finu mrežicu kojom je zastrt prednji otvor kućice; Broj: oko 60 vrsta; Stanište: pelagičke; Razmnožavanje: dvospolci
Ascidiacea (Mješčinice)	Oblik: Nepravilnog oblika, na gornjem dijelu su dva otvora - viši usni (oralni) i niži predvorni (atrijski) ili nečisnični (kloačni); mišići zatvarači mogu potpuno zatvoriti ove otvore; Veličina: 1 do 10cm; Svitak: Samo kod ličinaka; Plašt: Imaju debeli plašt od tunicina (tvar slična celulozi - jedinstveno u životinjskom

	svijetu); Prehrana: Struja vode ulazi kroz usni otvor a izlazi kroz nečisnični; Broj: oko 1900 vrsta (u Jadranu oko 20); Stanište: Sesilne na stjenovitom dnu (iznimka su Red <i>Svjetlice</i> (<i>Lucida</i>) koje žive u pelagičkim zadrugama valjkastog oblika koje mogu biti velike i do 4 m; Razmnožavanje: dvospolci; nesporno pupanje
Thaliacea (Dvootvorke)	Oblik: Tijelo bačvastog oblika, imaju 8 mišićnih prstena (daju izgled bačve); Veličina: do 1cm; Svitak: Samo kod ličinaka; Plast: Hladetina, tanak i proziran; Prehrana: Filtriraju more (struja se stvara naizmjeničnim stezanjem mišićnih obruča; Broj: oko 40; Stanište: Pelagičke (česte su polimorfne zadruge); Razmnožavanje: dvospolci; nesporno pupanje; karakteristična je izmjena spolne i nesporno generacije; Skupine: bačvaši i salpe

SKUPINA	ZNAČAJKE
I ACRANIA (BEZLUBANJCI)	Nemaju lubanju
1. Cephalochordata (Svitkoglavci)	Ribolik oblik tijela; od Plaštenjaka se razlikuju: (1) imaju unutrašnju kolutičavost (metamerija) nekih dijelova tijela (osobito mišića); (2) nemaju plast; Glavni predstavnik: kopljača
II VERTEBRATA (KRALJEŽNJACI) ili CRANIATA (LUBANJCI)	Svitak je zamjenjen kolutičavom hrskavičnom ili koštanom osi koja se zove kralježnica (columna vertebralis) koja se sastoji od niza kralježaka; Uz kralješnicu se veže opleće i kukovlje; Osim kralješnice imaju i lubanju; Leđna moždina je u prednjem dijelu proširena u mozak; Srce podijeljeno na 2-4 dijela; U krvi su crvene krvne stanice
1. Cyclostomata (Kružnousti)	Dugačko, oblo tijelo; glava nije odjeljena od trupa; Usta su smještene na dnu lijevka za prisisavanje, a ne podržavaju ih čeljusti (spadaju u Agnatha - Bezčeljusti), već usni prsten od hrskavice; Nemaju pravih zubi; Nemaju parnih udova; Koža je glatka bez ljusaka; Za disanje im služi 6-14 škržnih vrećica koje se otvaraju posebnim otvorima na prednjem dijelu tijela; Hrane se tako da se prisisavaju na žive ili uginule ribe; Najpoznatiji predstavnici su: paklara i sljepulja
2. Pisces (Ribe)	Tijelo je pokriveno ljuskama; Za kretanje im služe parne i neparne peraje; Dišu škrgama; Srce se sastoji iz 1 klijetke i 1 pretklijetke; imaju čeljust (spadaju Gnathostomata - Čeljustousti); Obuhvaćaju 3 razreda: (1) Chondichthyes (hrskavičnjače) - čitav je kostur hrskavičan; škrge nisu ispod škržnih poklopaca, već se škržne pukotine otvaraju izravno; ovdje spadaju morski psi, mačke, raže (2) Actinopterygii (zrakoperke) - tu spada najveći broj današnjih riba (preko 20000 vrsta); imaju zrakaste peraje i koštani kostur (zovu se još i koštunjače). (3) Choanoichthyes (nosnoprolaznice) - poznato svega 10-ak vrsta (npr. dvodihalice); predstavljaju prelazni oblik između riba i kopnenih kralježnjaka
3. Tetrapoda (Četveronošci)	Čeljustousti lubanjci s parnim petoprstim nogama, plućima, rožnatom kožom i koštanim kosturom. U moru su prisutni predstavnici sisavaca (kitovi, pliskavice); gmazova (morske kornjače); ptica (pingvini)

Prilog 2: PREGLED BENTOSKIH BIOCENOZA JADRANSKOG MORA

Pregled bentoskih biocenoza Jadranskog mora (Prema Gamulin-Brida, 1970)

STEPENICA	ČVRSTE PODLOGE	POMIČNE PODLOGE
SUPRALITORAL	B. supralitoralnih stijena B. supralitoralnih lokvica	B. morskih oseklini
MEDIOLITORAL	B. gornjih stijena mediolitorala B. donjih stijena mediolitorala	B. detritičnih dna mediolitorala B. mediolitoralnih pijesaka B. muljevitih pijesaka i muljeva laguna i ušća
INFRALITORAL	B. fotofilnih alga B. spongifernih dna	B. livada morskih cvjetnica B. sitnih površinskih pijesaka B. ujednačenih površinskih pijesaka B. muljevitih pijesaka B. zamuljenih pijesaka zaštićenih obala Spongiferna dna
CIRKALITORAL	Koraligenska biocenoza B. polutamnih spilja	B. obalnih detritičkih dna B. obalnih terigenih muljeva B. "Nephrops norvegicus - Thenea muricata"
BATIJAL	B. velikih dubinskih kolonijalnih koralja	B. batijalnih muljeva
BIOCENOZE NEOVISNE O VERTIKALNOJ RAZDIOBI		B. krupnih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem pridnenih struja (naselje kopljače "Amphioxus") B. pomičnih prelaznih dna

I. SUPRALITORAL

A) ČVRSTA DNA

Biocenoza supralitoralnih stijena

- Obuhvaća zonu prskanja mora (nikada nije potpuno pod morem)
- Karakteristične životinjske vrste su puž *Littorina neritoides* koji brsti cijanoficeje (modrozelenne alge), vitičar *Chthamalus depressus*, te izopodni rak *Ligia italica* koji se uglavnom hrani detritusom
- Od biljaka su prisutne litofitske cijanoficeje, jedostanične zelene alge, te lišaj *Verrucaria adriatica*. Na nekim lokalitetima ima i višestaničnih alga.

I. SUPRALITORAL

A) ČVRSTA DNA

Biocenoza supralitoralnih lokvica

- Karakteriziraju ih velike varijacije saliniteta (od do 300 ‰)
- Karakteristična vrsta je kopepodni račić *Tigriopus fulvus*

I. SUPRALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza morskih oseklina naglog sušenja

Biocenoza morskih oseklina polaganog sušenja

- Obje biocenoze karakterizira fauna račića izopoda i amfipoda
- Prva se biocenoza razvija na plažama s više ili manje finim pijeskom koje su jako izložene sunčevima zrakama
- Druga se biocenoza više razvija na krupnijem pijesku sa šljunkom, a obično i s kamenjem

II. MEDIOLITORAL

A) ČVRSTA DNA

Biocenoza gornjih stijena mediolitorala

- U najgornjem dijelu se javlja puž *Patella lusitanica* (često se smješta na svodu navođenih stijena s kućicom prema dolje). Navečer odalzi na supralitoralnu stepenicu gdje brsti epilitske cijanoficeje
- Na djelovima izloženim valovima javljaju se guste populacije raka vitičara *Chthamalus stellatus*
- Povremeno se javlja amfibijska ribica *Blennius gallerita* koja spretno odgriza vitice rakova vitičara
- U mediolitoralnim spiljama i pukotinama javlja se crvena alga *Catenella opuntia* gdje tvori pokrov poput saga
- Na nekim se lokalitetima ističu sezonski pojasi (*centure*) nekih alga; npr. pojas crvene alge *Bangia fuscopurpurea*, a nešto niže pojas druge crvene alge *Porphyra leucosticta*

II. MEDIOLITORAL

A) ČVRSTA DNA

Biocenoza donjih stijena mediolitorala

- Karakteristične vrste u ovoj biocenozi su puž *Patella aspera* i mnogoljušturaš *Middendorfia caprearum*, a od biljaka crvene alge *Lithophyllum tortuosum*, *L. papillosum*, te cijanoficeja *Rivularia atra* koja se javlja u obliku crnkastih kuglica
- Na stijenama izloženim udaranju valova javlja se crvena alga *Nemalion helminthoides*
- Prisutni su brojni *facijesi* od kojih je pojas endemične smeđe alge Jadranskog bračića (*Fucus virsoides*) posebno karakterističan za Jadransko more

II. MEDIOLITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza detritičnih dna mediolitoralne stepenice

- Obuhvaća priobalne oblutke i naslage mrtvog lišća *Posidonije*–Nalazi se obično u manjim uvalama opkoljenim hridinastim obalama

–Karakteristične vrste su pojedine vrste izopoda, amfipoda i poliheta

•**Biocenoza mediolitoralnih pijesaka**

–Obuhvaća pješčane plaže s mediolitoralnim naslagama pijeska

–Karakteristične vrste su školjkaš *Mesodesma corneum*, poliheti *Ophelia radiata* i *Nerine cirratulus*, izopodni račić *Eurydice affinis*, te predstavnici račića rašljonožaca (porodica Mysidaceae)

•**Biocenoza muljevutih pijesaka i muljeva laguna i ušća**

–Razvijena na ušću Neretve gdje ima prostranih pjeskovito-muljevitih naslaga na kojima rastu biljke caklenjača (*Salicornia herbacea*) i sitinac (*Juncus maritimus*)–Na površini sedimenata cijanoficeje mjestimično tvore inkrustacije, čime se učvršćuje podloga

III. INFRALITORAL

A) ČVRSTA DNA

Biocenoza fotofilnih alga

•Biocenoza je dominantno određena naseljima alga među kojima dominiraju smeđe alge iz roda *Cystoseira* koje formiraju posebne *facijese* ove biocenoze

•Karakteristične životinjske vrste su: raci *Acanthonyx lunulatus*, *Clibanarius erythropus*; mekušci *Cardita calyculata*, *Patella coerulea*, *Cerithium rupestre*, *C. vulgatum*, *Gibbula adansonii*, *Rissoa variabilis* i druge Rissoidae; bodljikaši *Paracentrotus lividus*, *Echinaster sepositus*; raličite skupine riba osobito porodice Labridae, Gobidae (npr. endem *Gobius buchichii*) i Blennidae (npr. endem *Blennius zvonimiri*). Iznad alga često plivaju velika jata crneja (*Chromis chromis*), bukava (*Boops boops*), ušata (*Oblata melanura*), zubataca (*Dentex dentex*) itd.

III. INFRALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza livada morskih cvjetnica

•U Jadranu su prisutna tri roda morskih cvjetnica.

•Biocenoze livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* su veoma dobro razvijene u južnom i srednjem Jadranu na pješčano-muljevitom dnu infralitoralne stepenice, dok se u sjevernom Jadranu ove biocenoze javljaju samo lokalno kao manje oaze

•U sjevernom Jadranu su više rasprostranjene livade morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*, a rijede morske cvjetnice *Zostera marina*

Biocenoza livada Posidonije

•U livadama Posidonije se mogu razlikovati dva sloja s različitim ekološkim uvjetima: (1) Gornji sloj na lišću čini biocenozu livada Posidonije u užem smislu, dok (2) donji sloj pri dnu stabljika, koji je više-manje zasjenjen, pripada sklopu koralinskih naselja. U ovoj biocenozi obitava najveći jadranski školjkaš, plemenita periska (*Pinna nobilis*), ugrožena i zaštićena vrsta

•U gornjem sloju su zastupljena 4 biocenološka elementa:

–**Sesilne vrste:** mahovnjaci, hidroidi, poliheti (npr. *Spirorbis*), sitne vapnene spužve, mješčičnice (npr. *Botryllus schlosseri*)

–**Vagilne zoonebtoske vrste:** brojne vrste puževa stražnjokrznjaka, puževi iz rodova *Rissoa* i *Bittium*, mala zvjezdača *Asterina pancerii*, te neke vrste izopoda i amfipoda

–**Nektonske vrste:** više vrsta kozica (npr. *Palaemon elegans*), čeljustousti, meduze, glavonožac *Sepiella rondeleti*, ribe (morski konjić, šilo)

–**Epifitska mikrofauna:** protozoa (foraminifere, flagelati, cilijati), sitni anelidi, kolnjaci, amfipodi, kopepodi, te ličinke različitih vrsta

III. INFRALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza sitnih površinskih pijesaka

- Ova biocenoza obuhvaća plitku obalnu prugu pješčanih plaža (od 0 do 2.5 m)
- Karakteristične vrste su ponajviše školjkaši *Donax semistriatus*, *D. trunculus*, *Tellina tenuis*, *Lentidium mediterraneum*; puž *Cyclonassa donovani*; rakovi *Idotea baltica*, *Iphinoe inermis*; poliheti *Nerinides cantabra*, *Glycera convoluta*

III. INFRALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka

- Vatova (1949) je ovu biocenozu označila kao zoocenozu *Venus gallina*•Prostire se kao dugačka pruga počevši nešto južnije od delte rijeke Po, pa gotovo sve do Pescara na dubinama od 2.5 m pa do 20-25 m.
- U ovoj biocenozi prevladavaju školjkaši a karakteristične su vrste *Venus gallina*, *Glycimeris insubricus*, *Cardium tuberculatum*, *Donax venustus*, *Tellina pulchella*, *T. planata*, *Pharus legumen*, *Ensis siliqua* itd.
- Ova je biocenoza tipično razvijena na pijesku uglavnom bez epifaune i bez vegetacije cvjetnica

III. INFRALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza muljevitih pijesaka

- Slična je prethodnoj biocenozi, ali je karakterizira odsutnost školjkaša *Venus gallina*, a prisutnost brojnih primjeraka školjkaša *Syndosmia (Abra) alba*, te drugih vrsta školjkaša kao što su *Nucula nucleus*, *Tellina distorta*, *T. donacina*, *Angulus nitidus*, *Corbula gibba* itd.

III. INFRALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala

- Obuhvaća pješčane plaže često miješane sa šljunkom, ponegdje obrasle cvjetnicama *Cymodocea* i *Zostera*. Cvjetnice sadrže karakterističnu epifaunu, dok je na dnu prisutna brojna vagilna epifauna kao što su trpovi *Holothuria tubulosa*, *Holothuria polii*, te puževi *Cerithium vulgatum* i *C. rupestre*

III. INFRALITORAL

B) POMIČNA DNA

Ostale manje biocenoze pomičnih dna infralitorala

•Biocenoza krupnih pijesaka i finih šljunaka izloženih valovima

- Prisutna je npr. na sjevernoj strani poluotoka Marjana
- Karakteristične vrste su neki predstavnici vrpčara (Nemertina) kao npr. rod *Lineus*, te kolutičavaca (Anelida)

•Biocenoza pijesaka relativno zaštićenih od valova

- Karakteristične vrste su ponajviše školjkaši *Kellia suborbicularis*, *Jagonia reticulata*, *Divaricella divaricata*, *Loripes lacteus*, te neki puževi i raci

•Biocenoza infralitoralnih valutaka

- Karakteristične vrste su rak *Xantho poressa*, puž *Gibbula richardi*, zvjezdača *Asterina gibbosa* itd.

•Lagunarna euritermna i eurihalina biocenoza

- Ova se biocenoza razvija uglavnom na ušćima rijeka i u Jadranu je slabo izučavana

III. INFRALITORAL

C) SPONGIFERNA DNA

•Ova se biocenoza razvija na dnima koja su mješovitog karaktera na prijelazu između čvrstog i pomičnog dna. Tu prevladava pjeskovito ljuštuno dno i biogeno učvršćeno dno, a poneki se vrhunci stijena uzdižu iznad sedimenta. U Jadranu se spongiferna dna pretežno nalaze na infralitoralnoj stepenici, ali djelomično prelaze i na cirkalitoralnu stepenicu.

•Posebnost ove biocenoze se temelji na (1) posebnim karakteristikama životnih uvjeta, te (2) na karakterističnim vrstama spužava i drugih organizama

•Osobito je razvijena u srednjem Jadranu u otvorenijem dijelu otočne zone (npr. kod otoka Hvara)

•U ovoj biocenozi žive komercijalno važne vrste spužava *Spongia officinalis* i *Hippospongia communis*.

•**Biocenoza spongifernih dna obuhvaća:**

–**Sesilne epibionte:** komercijalno važne vrste spužava *Spongia officinalis* i *Hippospongia communis*, rožnate spužve iz roda *Ircinia*, te neke žarnjake, mješčičnice i mahovnjake

–**Vagilne epibionte:** brojni rakovi kao što su *Dromia vulgaris*, *Pilumnus hirtellus*, *Pisa nodieps*; zvjezdača *Echinaster sepositus*–**Endobionte spužava:** najzastupljeniji su poliheti iz porodica Syllidae i Terebellidae

IV. CIRKALITORAL

Bitne ekološke karakteristike cirkalitoralne stepenice su znatno smanjenje inteziteta svjetla i gibanja vode, te sve manja kolebanja saliniteta i temperature. Ova stepenica čini dublji dio kontinentalne podine (šelfa) gdje se stalno vrši sedimentacija, a oslabljeno je gibanje vodenih masa. Gornja granica cirkalitoralne stepenice (prosječno 35 m) se podudara s donjom granicom livada morskih cvjetnica, dok se donja granica (prosječno 200 m) podudara s prisutnošću zadnjih višestaničnih alga, izrazito scijafilnih. Na području cirkalitoralne stepenice životinjska biomasa prevladava nad biljnom i to sve više s porastom dubine. Najveći dio cirkalitoralne stepenice prekriva pomično dno.

IV. CIRKALITORAL

A) ČVRSTA DNA

Koraligenska biocenoza

•U ovoj biocenozi obično dominiraju scijafilne alge

•Karakteristične vrste alga su vapnenačke crvene alge, osobito *Pseudolithophyllum expansum*, neke nekalcificirane alge poput crvene alge *Vidalia volubilis* i smeđih alga *Cystoseira opuntoides*, *C. Spinosa*, *Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*

•Karakteristične vrste životinja su: brojne vrste koralja poput *Paramuricea chamaeleon*, *Eunicell cavolini*, *E. stricta*, *Alcyonium acaule*, *A. coralloides*; spužve *Chondrilla nucula*, *Petrosia ficiformis*, *Axinella cavolini*; poliheti *Serpula vermicularis*, *Eunice sicilensis*; mahovnjaci *Myriapora truncata*, *Porella cervicornis*; dekapodni raci *Lissa chiragra*; zvjezdače *Hacelia attenuata*, *Ophidiaster ophidianus*; školjkaši *Lima squamosa*, *Chlamus pes-felis*; različite vrste mješčičnica itd.

•**Koraligenska biocenoza se javlja u dva glavna aspekta:**

–A) **Predkoraligenski aspekt** ili početni stadij koraligenske biocenoze, kojeg čine blago scijafilna naselja u kojima prevladavaju nekalcificirane alge

–B) **Tipični koraligenski aspekt** kojeg tvore izrazito scijafilna naselja s dominacijom kalkificiranih alga, koralja, mahovnjaka i spužava

IV. CIRKALITORAL

A) ČVRSTA DNA

Biocenoza polutamnih spilja

- Ova je biocenoza isključivo životinjska (zoocenoza)
- Isključivo karakteristična vrsta je crveni koralj *Corallium rubrum*•Druge važna vrsta je scijafilna spužva *Verongia cavernicola*
- Ostale vrste koje se često javljaju u ovoj biocenozi su: spužve *Petrosia ficiformis*, *Oscarella lobularis*; različiti mahovnjaci poput *Adeonella calveti*, *Schizobrachiella sanguinea*; neke mješčičnice iz porodice Pyuridae; koralj *Parazoanthus axinelle* itd.

IV. CIRKALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza obalnih detritičkih dna

- Javlja se uz samu granicu infralitoralne stepenice
- Karakteristične vrste su prije svega školjkaši *Cardium deshayesi*, *Laevicardium oblongum*, *Tellina donacina*, *Pecten jacobaeus*, *Abra prismatica*, *Chlamys flexuosa*, *Pandora obtusa*, *Propeamussium incomparabile* itd.
- Ostale vrste koje se javljaju u ovoj biocenozi su: crvena alga *Cryptonemia lomatum*; spužva *Bubaris vermiculata*; poliheti *Hermione hystrix*, *Ditrupea arietina*; dekapodni rak *Ebalia tuberosa*; zvjezdača *Anseropoda placenta*; ježinac *Psammechinus microturbeculatus*; puž *Turritella triplicata*

IV. CIRKALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza obalnih terigenih muljeva

- Ova se biocenoza javlja tamo gdje režim strujanja omogućava taloženje sitnih muljevitih čestica (npr. Splitska vrata). Rasprostranjena je u kanalskom području srednjeg Jadrana
- Biocenoza obuhvaća 4 skupine organizama:
 - Endobionti:** polihet *Sternaspis scutata*; školjkaš *Cardium paucicostatum*; puž *Turritella communis*; trpovi *Oerstergeria digitata*, *Trachythyone elongata*, *T. tergestina*
 - Pivotantni (zakorijenjeni) oblici:** žarnjaci *Pennatula phosphorea*, *Virgularia mirabilis*, *Veretillum cynomorium*
 - Epibionti sedimenta:** polihet *Aphrodite aculeata*; dekapodni rak *Dorippe lanata*; trp *Stichopus regalis*–
 - Sesilni oblici:** žarnjak *Alcyonium palmatum*; školjkaš *Pteria hirundo*; mješčičnica *Diazona violacea*
- Ova se biocenoza javlja u obliku 4 facijesa:
 - 1. Facijes mekanih muljeva
 - 2. Facijes ljepljivih muljeva
 - 3. Facijes ukorijenjenih oblika
 - 4. Facijes sesilnih oblika

IV. CIRKALITORAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza muljevitih dna otvorenog srednjeg Jadrana i otočne zone sjevernog Jadrana “*Nephrops norvegicus* – *Thenia muricata*”

- Područja ove biocenoze su vrlo važna ribarska dna, prvenstveno zbog ulova škampa
- Karakteristične vrste su škamp (*Nephrops norvegicus*); spužva *Thenia muricata*; koralj *Funiculina quadrangularis*; te dekapodni raci - kozice *Parapenaeus longirostris* i *Chlorotocus crassicornis*

V. BATIJAL

S batijalnom stepenicom započinje *afitalni sustav* od kojega se u Jadranu nalazi samo najgornji dio. Batijalna stepenica je u Jadranu prisutna samo u Južnojadranskoj kotlini i najdubljem dijelu Jabučke kotline. Neke vrste karakteriziraju batijalnu stepenicu u cjelini. To su ramenonožac *Terebratula vitrea* i ježinac *Cidaris cidaris*

V. BATIJAL

A) ČVRSTA DNA

Biocenoza velikih dubinskih kolonijalnih koralja

- Jedina poznata biocenoza na čvrstoj podlozi na ovoj stepenici je biocenoza ovih dubinskih koralja ("bijeli koralji") koji se razvijaju na dubinama preko 300 m
- U Jadranu su elementi ove biocenoze poznati u Jabučkoj kotlini, te između Lastova i Palagruže
- Karakteristične vrste su koralji *Lophelia pertusa* (u Jadranu su nađeni samo mrtvi primjerci), te *Madrepora oculata* i *Desmophyllum cistagalli* koje su nađene između Lasova i Palagruže

V. BATIJAL

B) POMIČNA DNA

Biocenoza batijalnih muljeva

- U Jadranu pomična dna već u dubljim dijelovima cirkalitoralne stepenice pretežno čine fini glinasti i glinasto-ilovasti sedimenti, što se nastavlja i na batijalnoj stepenici, premda se u područjima jačih struja nalaze i sedimenti keupnijih čestica
- Karakteristične vrste ove biocenoze su: spužva *Thenea muricata*; žarnjaci *Funiculina quadrangularis*, *Isidella elongata*, *Hormathia coronata*; bodljikaši *Brisingella coronata*, *Odontaster mediterraneus*; dekapodni raci *Parapenaeus longirostris*, *Chlorotocus crassicornis*, *Nephrops norvegicus*; glavonožac *Sepietta oweniana*; te batifilne vrste riba poput ugotice (*Gadiculus argenteus*), oslića (*Merluccius merluccius*) i manjić morskog (*Molva elongata*)
- **Biocenoza batijalnih muljeva uključuje dva karakteristična facijesa:**
 - 1. Facijes mekih muljeva s fluidnom površinskom pelikulom
 - 2. Facijes pjeskovitih i pjeskovito-šljunkovitih muljeva

VI. BIOCENOZE NEOVISNE O VERTIKALNOJ RAZDIOBI

Biocenoza krupnih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem pridonjenih struja

- Ova se biocenoza razvija na područjima jačih pridonjenih strujanja na pjeskovito-šljunkovitim i pjeskovito-ljuštunim dnima u svim predjelima Jadranskog mora, a poznata je kao naselje kopljače ("Amphioxus")
- U Jadranu se redovito razvija na infralitoralnoj stepenici, dok se u Sredozemnom moru javlja i na cirkalitoralnoj stepenici
- Često se razvija u blizini livada morskih cvjetnica na čistinama neobraštenog pijeska (npr. u Kaštelanskom zaljevu)
- Karakteristične vrste su: kopljača (*Branchiostoma lanceolatum*); školjkaši *Glycimeris glycimeris*, *Dosinia exoleta*, *Donax variegatus*, *Tellina crassa*; polihet *Sigalion squamatum*; dekapodni raci *Anapagurus breviaculeatus*, *Macropipus pusillus*

VI. BIOCENOZE NEOVISNE O VERTIKALNOJ RAZDIOBI

Biocenoza pomičnih prijelaznih dna

- U Jadranu su utvrđene različite biocenoze prijelaznog karaktera i to češće na cirkalitoralnoj nego na infralitoralnoj stepenici. Najčešće obuhvaćaju prijelaznu zonu između biocenoza obalnih detritičkih dna i koraligenske biocenoze.
- Karakteristične vrste su ponajviše školjkaši poput *Leda pella*, *Dosinia lupinus*, *Tellina distorta*; te neki puževi poput *Natica guillemini* i zvjezdača *Astropecten aurantiacus* koja se hrani školjkašima

Prilog 3: RIJEČNIK POJMOVA IZ EKOLOGIJE MORA

Abiotički čimbenici - Obuhvaćaju kompleks čimbenika koji se odnose na neživu prirodu, kao što su *klimatski čimbenici* (temperatura, vlažnost, svjetlo), orografski, pedološki i drugi, a koji zajedno s *biotičkim čimbenicima* čine *ekološke čimbenike* u okviru kojih se odvija život organizama (**vidi:** *klimatski čimbenici*, *ekološki čimbenici*; **usporedi:** *biotički čimbenici*).

Abisalna ravnica - Dio reljefa morskog dna koji se nastavlja na *kontinentalni slaz* i blago se spušta do dubine od 6000-7000 m. Obuhvaća 78% površine morskog dna (što je oko 2/5 ukupne Zemljine površine). Abisalna ravnica nije ravna, već je izbrazdana dubokim *kotlinama* i *jarcima*, dolinama i pravim podmorskim planinskim lancima ili usamljenim planinama (tzv. guyot) (**vidi:** *kontinentalni slaz*, *dubokomorske brazde*).

Abisalna stepenica (abisal) - *Stepenica* koja se nastavlja na *batijalnu stepenicu*, obuhvaća *abisalnu ravnicu* i proteže se do dubine od 6000-7000 m. Za ovu je stepenicu karakterističan potpuni nestanak *euribatnih* vrsta.

Abisobentalna fauna – Fauna koja naseljava *abisobental* (**vidi:** *abisobental*).

Abisobentalna zona – Dio bentoskog okoliša koji obuhvaća dubokomorsko dno (obuhvaća *abisalnu ravnicu*, te *dubokomorske brazde*). Zajedno s *arhibentalnom zonom* pripada *oceanskoj provinciji*.

Abisopelagička zona – Dio pelagičkog okoliša koji se nastavlja na *batipelagičku zonu* i proteže se do dubine od 6000-7000 m.

Abrazija – Trošenje (brušenje) stijena česticama sedimenta koje s dna podižu valovi ili morske struje ili djelovanjem organizama (bušenje, struganje itd.).

Abundancija - Veličina *populacije* izražena kao broj jedinki u populaciji; *gustoća* populacije (**vidi:** *relativna abundancija*; **usporedi:** *gustoća populacije*).

Adaptacija - (**sinonim:** *prilagodba*) - Skup specifičnih reakcija na djelovanje vanjskog okoliša zahvaljujući kojima se organske vrste održavaju u prirodi pod uvjetima koji se stalno mijenjaju; genetički određena značajka koja povećava sposobnost jedinke da se nosi sa svojim *okolišem*; evolucijski proces kojim organizmi postaju bolje prilagođeni svom okolišu.

Adelfofagija - Pojava kada ženka stvara veći broj jaja u ovigenoj kapsuli od kojih će se razviti samo jedno apsorbirajući ostala (ostala jaja će poslužiti kao hrana jednom koje će se razviti)

Adijabatski porast temperature – Mali porast temperature mora u velikim dubinama uvjetovan velikim tlakom

Adultni organizam - Odrasli organizam; zadnji razvojni stadij u razvitku jedinke (**vidi:** *posredan razvitak*; *razvojni stadij*).

Aerobni uvjeti - Uvjeti koje karakterizira prisustvo kisika; *oksični uvjeti* (**usporedi:** *anaerobni uvjeti*).

Afitalni sustav (afital) (**sinonim:** *profundalni sustav*, *dubinski sustav*) - Sinonim za profundalni ili dubinski sustav koji je naziv dobio po tome što obuhvaća bentosko područje koje karakterizira odsustvo svjetla, pa prema tome i zelenih biljaka (**vidi:** *profundalni sustav*; **usporedi:** *fitalni sustav*).

Afotička zona - Neosvjetljena zona; zona u većim vodenim sustavima, kao što su mora i dublja jezera, do koje ne dopire sunčevo svjetlo. Ova zona u morima obuhvaća abisalnu i abisopelagičnu zonu, a u

jezerima odgovara profundalnoj zoni. Još se naziva i *trofolitička zona* (**usporedi:** *fotička zona*, *disfotička zona*).

Alleeov efekt - Efekt kada smanjenje gustoće populacije ima značajan utjecaj na njenu reprodukciju.

Alohtone vrste - Vrste koje su sekundarno dospjele u određeno stanište iz drugih područja ili izvora, i kojima data staništa ne predstavljaju, ili prvobitno nisu predstavljala, prirodni okoliš. Npr. fekalne bakterije koje u more dopijevaju putem kanalizacijskih otpadnih voda su alohtone u morskom okolišu (**usporedi:** *autohtone vrste*).

Amenzalizam – Tip interakcije između dvaju organizama u kojem je ta interakcija negativna za jedan organizam, a neutralna za drugi. Najčešće se radi o tome da jedan organizam proizvodi izlijevine ili metabolite koji djeluju negativno na drugi organizam tako što koče njegov razvitak ili ga čak ubijaju.

Amplituda morskog doba – Visinska razlika između *visoke* i *niske vode* (**vidi:** *niska voda*, *visoka voda*).

Anabioza - Stanje u kojem su životne aktivnosti organizama svedene na minimum, a koje se javlja u uvjetima ekstremnog djelovanja jednog ili više *ekoloških čimbenika* (npr. temperature, različitih organskih i anorganskih zagađivala itd.).

Anadromne selice - Ribe koje žive u slatkim vodama a mrijeste se u moru (npr. jegulja) (**vidi:** *selice*; **usporedi:** *katadromne selice*).

Anaerobni uvjeti - Uvjeti bez prisustva kisika; *anoksični uvjeti* (**usporedi:** *aerobni uvjeti*).

Analiza ključnog čimbenika - Statistička analiza *populacijskih* podataka čiji je cilj utvrđivanje čimbenika koji su najodgovorniji za promjene u veličini populacije.

Analogije - Morfološke sličnosti između filogenetski udaljenih grupa organizama koje su nastale *konvergentnom evolucijom* u sličnim životnim uvjetima (**vidi:** *konvergentna evolucija*; **usporedi:** *homologije*).

Analogne strukture (organi) - Strukture (organi) različitog evolucijskog porijekla, ali sa sličnim funkcijama (**vidi:** *analogije*; **usporedi:** *homologne strukture*).

Anoksija - Uvjeti bez kisika; *anaerobni uvjeti* (**vidi:** *anaerobni uvjeti*; **usporedi:** *oksični uvjeti*).

Antagonistički resursi - *Resursi* koji su u međusobnoj interakciji na način da konzument treba više mješavine ovih resursa, nego što treba svakog posebno (**vidi:** *resursi*; **usporedi:** *komplementarni resursi*).

Antropogena eutrofikacija – *Eutrofikacija* koja je rezultat utjecaja čovjeka (**vidi:** *eutrofikacija*).

Antropogeni čimbenici - Čimbenici koji se odnose na utjecaje koje na živi svijet vrši čovjek. Ti utjecaji mogu biti izravni, kada se izravno djeluje na organizme, ili posredni kada se mijenjaju uvjeti u sredini u kojoj organizmi žive.

Areal - Područje rasprostranjenja pojedinog *taksona* ili *zajednice*. Areal može biti *jedinstven (kompaktan)* kada predstavlja cjelovito područje, ili *razjedinjen (disjunktan)* kada se sastoji od više međusobno odvojenih područja. Područje unutar kojeg se obavljaju životne aktivnosti naziva se *areal aktivnosti*.

Areal aktivnosti ⇒ *areal*

Arhibentalna fauna – Fauna koja naseljava *arhibental* (**vidi:** *arhibental*).

Arhibentalna zona – Dio bentoskog okoliša koji obuhvaća sami rub *kontinentalne podine* i čitavi *kontinentalni slaz*. Zajedno s *abisobentalnom zonom* pripada *oceanskoj zoni* (**vidi:** *kontinentalna podina; kontinentalni slaz*).

Aritmički tip aktivnosti – Aktivnost organizama ne podliježe nikakvim vremenskim ritmovima (npr. indiferentne su prema dnevno noćnom ritmu svjetla) (**usporedi:** *ritmički tip aktivnosti*).

Asimilacija - Inkorporacija (ugradnja) bilo kojeg materijala u tkiva, stanice ili tjelesne tekućine organizma.

Asimilacijski proces - Biokemijska transformacija koja rezultira *redukcijom* elementa u organsku formu, dakle, njegovo pretvaranje u biološki dio *ekosistema* (**usporedi:** *disimilacijski proces*).

Asimilirana energija – Energija od hrane koju organizam probavi i apsorbira (**usporedi:** *respirirana energija*).

Asocijacija - Skupina vrsta koje žive na istom mjestu.

Autohtone vrste - Vrste koje su prirodno prisutne na određenom staništu (**usporedi:** *alohtone vrste*).

Autotomija (**sinonim:** *samosakaćenje*) - Jedna od najspektakularnijih prilagodbi koje su razvile neke vrste organizama da bi povećale svoje izgleda da izbjegnu biti pojedene od predatora, a sastoji se u odbacivanju dijelova tijela (npr. krakovi kod zvjezdača, utroba kod trpova itd.). Autotomija je gotovo uvijek povezana s velikom sposobnošću regeneracije, tako da odbačeni dio tijela ponovo izraste.

Autotrofni organizmi - Organizmi koji su sposobni koristiti neorgansku tvar za sintezu organskih spojeva. Svi *autotrofi* koriste CO₂ kao izvor ugljika, dok energiju mogu dobivati od sunca (*fotoautotrofi*) ili putem *oksidacije* anorganskih spojeva (*kemoautotrofi*). U autotrofne organizme spadaju zelene biljke, te neke vrste bakterija (**vidi:** *fotoautotrofi, kemoautotrofi; usporedi:* *heterotrofni organizmi*).

Bakterioplankton - Dio planktona kojeg čine planktonske bakterije (bakterije koje slobodno žive u vodenom stupcu) (**vidi:** *plankton*).

Batimetrijska raspodjela – Raspodjela po dubini

Batijalna stepenica (batijal) - *Stepenica* koja se nastavlja na *cirkalitoralnu stepenicu* i koja obuhvaća *kontinentalni slaz* i dio dna s ublaženim nagibom u podnožju slaza, što znači da se pruža do dubine od oko 3000 m, što odgovara donjoj granici rasprostranjenja cirkolitoralnih *euribatnih* vrsta.

Batipelagička zona – Dio pelagičkog okoliša koji se nastavlja na *infrapelagičku zonu* i proteže se do dubine od 2000-2500 m. Donja granica ove zone u srednjim geografskim širinama odgovara otprilike *izotermi* od 4°C. Najveći dio biomase u ovoj zoni otpada na planktonske račiće kopepode.

Bental ⇒ *bentos*

Bentos - (**sinonim:** *bental*) - Organizmi koji su vezani za dno vodenih ekosistema, bez obzira na to jesu li *sesilni* (pričvršćeni za dno) ili su *vagilni* (pokretni); jedna od *životnih formi* morskih organizama (**vidi:** *životna forma; usporedi:* *pelagijal*).

Biocenoza ⇒ *životna zajednica*

Biohora - Viša jedinica u tipološkoj klasifikaciji *biotopa*, koja okuplja slične tipove biotopa (**vidi:** *biotop*).

Biološka raznolikost – Ukupna raznovrsnost, varijabilnost i heterogenost života koja uključuje genetičku razinu, taksonomsku (vrste ili drugi taksoni) razinu, razinu sustava (zajednice, ekosistemi, krajobraz), te funkcionalnu razinu.

Bioluminiscencija (svjetlucanje) – Pojava svjetlucanja čitavog tijela, nekih dijelova tijela ili posebnih organa (*svjetleći organi*) kod mnogih morskih organizama. Svjetlucanje može biti rijede kontinuirano ili češće isprekidano; može biti različitih boja; te po porijeklu može biti iz posebnih žlijezda (žlijezde sadrže tvar luciferin koja prilikom oksidacije daje svjetlo) ili simbiotsko (svjetlucanje uzrokuje simbiotske fotogene bakterije) (**vidi:** *svjetleći organi*).

Biomasa - Pokazatelj *gustoće populacije* ili *zajednice* u danom trenutku, izražen kroz njihovu ukupnu težinu po jedinici površine ili volumena (**vidi:** *gustoća populacije*).

Biotički čimbenici - Obuhvaćaju utjecaje koje na određeni organizam vrše drugi živi organizmi (biljke, životinje i čovjek), a koji zajedno s *abiotičkim čimbenicima* čine *ekološke čimbenike* (**vidi:** *ekološki čimbenici*; **usporedi:** *abiotički čimbenici*).

Biotički potencijal - Unutrašnja (urođena) sposobnost *populacije* da raste. On u sebi uključuje *potencijal razmnožavanja* i *potencijal preživljavanja*, koji predstavljaju teoretski maksimalno mogući potencijal koji bi se mogao ostvariti u idealnim uvjetima. U prirodi se biotički potencijal ostvaruje samo djelomično uslijed *otpora sredine* (**vidi:** *nosivi kapacitet okoliša*).

Biotop - Dio prostora koji se odlikuje specifičnim kompleksom *ekoloških čimbenika*. Može se definirati i kao *abiotička* komponenta *ekosistema*, ili kao mjesto koje zauzima određena *životna zajednica* (**vidi:** *ekosistem*; **usporedi:** *stanište*).

Bipolarnost – Pojava da su neke vrste prisutne samo u oba polarna područja (smatra se da su dubinske struje omogućile ovaj fenomen).

Bočata voda - (**sinonim:** *brakična voda*) - Voda koja sadrži veće količine otopljenih soli od slatke vode, a manje od morske vode. Nastaje na mjestima miješanja slatke i morske vode (npr. ušća rijeka, *estuariji*). Takve vode predstavljaju specifične *biotope* i mogu se smatrati *ekotonom* sa svim njegovim značajkama (**vidi:** *estuarij*, *ekoton*).

Bočna pruga – Niz osjetilnih stanica poredanih duž bočnih strana riba pomoću kojih riba osjeća smjer strujanja morske vode.

Bogatstvo vrsta – Jedan od najčešće korištenih načina mjerenja i izražavanja biološke raznolikosti, koji se temelji na broju vrsta na nekom području ili u nekoj zajednici (**vidi:** *biološka raznolikost*).

“Bottom-up” kontrola - (kontrola “odozdo” ili kontrola *resursima*). Stupanj u kojem su veličina *populacije* kao i varijacije te veličine određene količinom *resursa* i varijacijama u dotoku resursa u određenom staništu. U pravilu, količina resursa određuje gornju granicu veličine populacije u datoj sredini (**vidi:** *resursi*; **usporedi:** *top-down kontrola*).

Brakična voda ⇒ *bočata voda*

Bruto primarna proizvodnja ⇒ *primarna proizvodnja*

Bruto proizvodnja - Ukupna energija ili biomasa koju *asimilira* organizam, *populacija* ili *zajednica* (**usporedi:** *neto proizvodnja*).

Brzina protoka (prijenosa) energije – Brzina kojom energija protiče kroz hranidbeni lanac; inverzna vrijednost od *vremena zadržavanja*. Matematički je definirana kao omjer između neto produktivnosti i biomase (**vidi:** *vrijeme zadržavanja*).

Bušači - Životni oblik koji uključuje organizme koji buše čvrsti supstrat (dno); ekvivalent *rovačima* ali na čvrstom supstratu (**vidi:** *čvrsto dno*; **usporedi:** *rovači*).

Carstvo - Najviša taksonomska kategorija. Svi organizmi na Zemlji raspoređeni su u pet carstava: *monera*, *protista*, gljive, biljke i životinje.

Centri endemizma – Područja koja se odlikuju jedinstvenošću vrsta, tj. velikim brojem *endema* (**vidi:** *prioritetni ciljevi zaštite*; **usporedi:** *centri raznolikosti*, *vruće točke nestanka*, *centri korisnosti*, *reprezentativni tipovi zajednica i ekosistema*).

Centri korisnosti – Područja bogata vrstama koje imaju veliku sadašnju ili buduću korist za čovjeka (hrana, lijekovi itd.) (**vidi:** *prioritetni ciljevi zaštite*; **usporedi:** *centri raznolikosti*, *centri endemizma*, *vruće točke nestanka*, *reprezentativni tipovi zajednica i ekosistema*).

Centri raznolikosti – Područja koja se odlikuju velikim bogatstvom vrsta (**vidi:** *prioritetni ciljevi zaštite*; **usporedi:** *centri endemizma*, *vruće točke nestanka*, *centri korisnosti*, *reprezentativni tipovi zajednica i ekosistema*).

Cikličke oscilacije - Pravilna kolebanja (*fluktuacije*) *gustoće populacije* koja se javljaju u određenim vremenskim intervalima (imaju određeni period osciliranja) (**vidi:** *fluktuacije*).

Cirkalitoralna stepenica – *Stepenica* koja se nastavlja na *infralitoralnu stepenicu*, a njena donja granica određena je dubinom na kojoj još uspijevaju alge koje su najtolerantnije prema slaboj osvjetljenosti (*najscijafilnije vrste*).

Cjevaši - *Sjedilački organizmi* koji grade kožaste ili vapnenačke cijevi u kojima žive i koje mogu napustiti i na drugom mjestu izgraditi nove (**vidi:** *sjedilački organizmi*; **usporedi:** *ležači*).

“Cost-benefit” analiza - Analiza omjera između uloženog (npr. energije) i dobivenog (cijena – korist)

“Cvjetanje” - Povećani rast fitoplanktona najčešće povezan s vertikalnim miješenjem vodenog stupca. U morima umjerenih geografskih širina karakteristična su proljetna i jesenska “cvjetanja”.

Čimbenici neovisni o gustoći - Čimbenici čiji utjecaj na *populaciju* nije ovisan o njenoj *gustoći* (*abundanciji*). U najširem smislu tu spadaju *klimatski čimbenici* (**usporedi:** *čimbenici ovisni o gustoći*).

Čimbenici ovisni o gustoći - Čimbenici čiji je utjecaj na *populaciju* ovisan o njenoj *gustoći* (*abundanciji*). U te čimbenike općenito spadaju hrana (*resursi*), te utjecaji drugih organizama (*kompeticija*, *predacija*, *parazitizam*) (**vidi:** *rast ovisan o gustoći*; **usporedi:** *čimbenici neovisni o gustoći*).

Čvrsto dno ⇒ *hridinasto dno*

Demerzalne ribe - Ribe koji žive u blizini morskog dna.

Destruenti ⇒ *Razgrađivači*

Detritofagi ⇒ *Detrivori*

Detritus - Svježe mrtva ili djelomično razgrađena organska tvar.

Detrivori (sinonim: *detritofagi*) - Organizmi koji se hrane *detritusom*.

Difuzija - Spontano gibanje molekula plina ili tekućine iz područja visoke u područje niske koncentracije.

Dijatomejski mulj - Mulj kremenog porijekla nastao taloženjem ljušturica dijatomeja (alga kremenjašica). Pokriva oko 8% morskog dna, a rasprostranjen je u umjerenim i hladnim vodama, osobito Atlantika (**usporedi:** *globigerinski mulj, pteropodni mulj, radiolarijski mulj*).

Dinamička konvekcija – *Konvekcija* pod utjecajem nekog vanjskog čimbenika, u prvom redu vjetra (**vidi:** *konvekcija*).

Dinamika populacije - Obuhvaća ukupnost promjena koje se događaju u *populaciji*, a to su u prvom redu *stopa rasta populacije, fluktuacije njene gustoće, te mehanizmi kontrole i regulacije kretanja gustoće populacije*.

Direktan razvitak ⇒ *izravan razvitak*

Disanje ⇒ *respiracija*

Disfotička zona - Zona u vodenim sustavima koja počinje na oko 200 metara dubine i prostire se do dubine od 1000-1500 m. Ona je nedovoljno osvijetljena za život planktonskih alga, ali ima dovoljno svjetla za reakcije životinja. Obuhvaća batijalnu i batipelagijalnu zonu mora (**vidi:** *fotička zona; usporedi:* *afotička zona*).

Disimilacijski proces - Odnosi se na biokemijsku transformaciju koja rezultira *oksidacijom* organske forme elementa, dakle njegov gubitak iz biološke komponente *ekosistema* (**usporedi:** *asimilacijski proces*).

Disjunktni (razjedinjeni) areal ⇒ *areal*

Disk jednadžba - Matematički model koji definira ovisnost *vremena traženja* (vrijeme koje predator provede u traženju plijena) i *vremena rukovanja* (vrijeme koje predator utroši na hvatanje i konzumaciju plijena) o gustoći plijena.

Distribucija - Raspodjela organizama odnosno *populacije* u smislu širine *areala*, odnosno u smislu definiranja granica unutar kojih *populacija* egzistira; geografska rasprostranjenost populacije ili druge ekološke jedinice.

Dna od fecesa - Dna izgrađena od fecesa i pseudofecesa (npr. Waddensko more)

Domaćin (sinonim: domadar) – Organizam ili dio organizma na kojem parazitira parazit ili parazitoid. Jedan parazit može imati više domaćina, a na jednom domaćinu može parazitirati više parazita (**vidi:** *parazit*).

Dominantna vrsta (ili skupina organizama) - Ona vrsta ili skupina organizama koja je u nekoj *životnoj zajednici* ili u nekom *staništu* najbrojnija ili zauzima najveći dio staništa.

Druga linija obrane - Fenomen poznat kod mnogih vrsta plijena, koje u slučaju kada jedna prilagodba za izbjegavanje predacije ne uspije prelaze na drugu (npr. kada je *kriptični* organizam otkriven, tada koristi druge metode poput blefiranog napada i sl.).

Dubina kompenzacije ⇒ *kompenzacijska dubina*

Dubina miješanja – Dubina iznad koje je vođeni stupac u potpunosti izmješšan.

Dubinski sustav ⇒ *profundalni sustav*

Dubokomorske brazde (jarci, kotline ili grabe) - Veliki procjepi u *abisalnoj ravnici* koji se spuštaju do najvećih dubina mora (preko 10000 m). Ove su brazde smještene uz rubove kontinenata i najveći ih ima u Pacifiku (11 velikih brazda od poznatih 15). Najdublja poznata brazda je "Vitez" nazvana po sovjetskom istraživačkom brodu koji ju je otkrio 1959. godine kod Marijanskih otoka u Pacifiku, a njena najveća izmjerena dubina iznosi 11032 m.

Dvospolci (sinonim: hermafroditi) - Vrste koje tijekom svog života proizvode i muške i ženske spolne stanice (gamete). Gamete obaju spolova se mogu proizvoditi istovremeno, pa te organizme nazivamo *simultanim hermafroditima*, ili je proizvodnja muških i ženskih gameta vremenski odjeljena pa ih nazivamo *sukcesivnim hermafroditima*. Ukoliko se kod sukcesivnih hermafrodita najprije razvije muški spol, tada za takve organizme kažemo da su *protoandrični hermafroditi*, ukoliko se najprije razvije ženski spol te organizme nazivamo *protogini hermafroditi (usporedi: jednospolci)*.

Efekt kaskada $\Rightarrow$ *trofičke kaskade*

Efekt kondicioniranja $\Rightarrow$ *kondicioniranje*

Efektivna temperatura – Višak temperature iznad *temperaturnog praga razvitka* (razlika između temperature na kojoj se odvija razvitak i *temperaturnog praga razvitka*; $T - t_0$) (**vidi: temperaturni prag razvitka; termalna konstanta**).

Efektivna veličina populacije – Broj jedinki u populaciji koji sudjeluje u reprodukciji.

Efikasnost asimilacije - Omjer između *asimiliranog* i pojedenog (**vidi: ekološka efikasnost**).

Efikasnost bruto proizvodnje - Omjer između proizvedenog i pojedenog; proporcija energije hrane koja se pretvara u energiju biomase konzumenta (**vidi: ekološka efikasnost**).

Efikasnost fotosinteze – Postotak od upotrebljive energije svjetla, koja padne na površinu Zemlje, koji se ugradi u biljnu biomasu. Ova je efikasnost u svim ekosistemima vrlo mala i u pravilu je manja od 1%.

Efikasnost hranidbenog lanca $\Rightarrow$ *ekološka efikasnost*

Efikasnost iskorištavanja - Omjer između pojedene hrane i proizvodnje plijena (**vidi: ekološka efikasnost**).

Efikasnost neto proizvodnje - Omjer između proizvodnje (rast + razmnožavanje) i *asimilacije* (**vidi: ekološka efikasnost**).

Efikasnost rasta $\Rightarrow$ *efikasnost bruto proizvodnje*

Egzogeni čimbenici - Vanjski čimbenici (npr. temperatura, svjetlo itd.) koji djeluju na procese u organizmima ili u *životnim zajednicama*. Izvor tih čimbenika je izvan samog sustava (organizma, zajednice), a njihovo se djelovanje najčešće manifestira kao ubrzavanje ili usporavanje određenih procesa.

Ekologija - Znanost koja proučava uzajamne odnose između organizama i njihovog okoliša. Ekologija se može definirati i kao znanost o manifestacijama borbe za opstanak, shvaćene u širokom darvinovskom smislu. Ekologija je istovremeno i ekonomija prirode, tj. znanost o proizvodnji i raspodjeli organske tvari u prirodi (**vidi: autekologija, sinekologija**).

Ekološka efikasnost - (**sinonim: efikasnost hranidbenog lanca**) - Predstavlja postotak prijenosa energije od jedne trofičke razine na slijedeću, a definirana je omjerom između proizvodnje konzumenta i proizvodnje plijena. Drugačije kazano, ekološka efikasnost je produkt *efikasnosti iskorištavanja*

hrane i *efikasnosti bruto proizvodnje*, dakle ona je efikasnost s kojom organizam pojedenu hranu pretvara u biomasu koja je na raspolaganju slijedećoj trofičkoj razini. S obzirom da najveći dio biološke proizvodnje biva konzumiran efikasnost iskorištavanja je 100%, pa ekološka efikasnost ovisi o dva čimbenika: (1) proporciji konzumirane energije koja je asimilirana, i (2) proporciji asimilirane energije koja je inkorporirana u rast (bilo povećanje biomase, bilo reprodukciju). Prva spomenuta proporcija naziva se *efikasnost asimilacije*, a druga se naziva *efikasnost neto proizvodnje*. Produkt ovih dviju efikasnosti naziva se *efikasnost bruto proizvodnje*. U većini ekosustava ekološka efikasnost se kreće između 5 i 20%.

Ekološka gustoća $\Rightarrow$ *gustoća populacije*

Ekološka ekonomija – Ekonomija budućnosti u kojoj će vrijednost vrsta, zajednica, ekosistema i krajobraz biti suprostavljena dobitima koje stvaraju industrijski projekti koji im mogu nanijeti štetu.

Ekološka niša (niša) - Položaj ili status organizma u *ekosistemu* koji proizlazi iz morfoloških *adaptacija*, fizioloških reakcija i ponašanja organizama. Ekološka niša nije definirana samo mjestom gdje organizam živi, već i funkcijama koje on obavlja u datom *staništu*. Moglo bi se kazati da je *stanište* “adresa” organizma, a ekološka niša njegovo “zanimanje”; ekološka uloga (funkcija) određene vrste u *zajednici*; zbir raspona i kvaliteta *resursa* unutar kojih organizam ili vrsta egzistira, a koji se često predodređuje kao višedimenzionalni prostor (**usporedi: stanište**).

Ekološka valencija - Označava amplitudu kolebanja jednog *ekološkog čimbenika* u čijim je granicama moguć opstanak određene vrste. Organizmi koji podnose široki raspon kolebanja određenog ekološkog čimbenika su za taj čimbenik *eurivalentni*, dok su oni organizmi čiji je opstanak moguć jedino u vrlo uskom rasponu danog ekološkog čimbenika *stenovalentni*. Ekološka valencija ima svoje *kardinalne točke*, a to su *minimum*, *optimum* i *maksimum* (**vidi: kardinalne točke**).

Ekološki čimbenici - Predstavljaju sumu svih *abiotičkih* i *biotičkih čimbenika* koji djeluju na organizme. Ekološki čimbenici u prirodi djeluju kompleksno i svi zajedno čine životni okoliš organizma (**vidi: abiotički čimbenici, biotički čimbenici**).

Ekološki mortalitet (**sinonim: ostvareni mortalitet**) $\Rightarrow$ *mortalitet*

Ekološki natalitet (**sinonim: ostvareni natalitet, parcijalni natalitet**) $\Rightarrow$ *natalitet*

Ekološki spektar vrste – Skup ekoloških valencija za sve ekološke čimbenike važne za opstanak vrste

Ekomorfološka analiza - Metoda za analizu ekoloških odnosa između vrsta i njihovih *niša* koja se temelji na morfologiji ispitivanih vrsta. Osnovna premisa ove metode je ta da morfološke razlike između vrsta korespondiraju s njihovim položajem u ekološkom prostoru niše (**vidi: ekološka niša**).

Ekosistem - Sustav koji objedinjuje organizme (*životne zajednice*) i njihov fizički okoliš (*biotop*) u jedinstvenu funkcionalno povezanu cjelinu. Ekosistem se ponekad naziva i *biogeocenoza* (**vidi: biocenoza, biotop**).

Ekotip – Genetički diferencirani soj u *populaciji* koji je ograničen na specifično stanište.

Ekoton - Granični prostor između dvije različite *zajednice*, koji ima zajedničke karakteristike s graničnim zajednicama, ali i specifične karakteristike samo njemu svojstvene. Primjer za ekoton predstavljaju ušća rijeka s *bočatom vodom* i drugim specifičnim karakteristikama. Ekoton se odlikuje velikim gradijentom promjene sastava vrsta.

Ekskrecija (izlučivanje) - Eliminacija, izbacivanje iz organizma soli, dušikovih spojeva ili drugih tvari.

Eksponecijalna stopa rasta - Stopa kojom u određenom trenutku populacija raste, a koja je izražena kao proporcionalni porast po jedinici vremena.

Ektoparazit ⇒ *parazit*

Ektotermija ⇒ *poikilotermija*

Emerzija – Izronjenost, vrijeme izronjenosti dijela obale tijekom morskih doba ili tijekom djelovanja valova (**usporedi:** *imerzija*).

Emigracije - Jednosmjerna migracijska kretanja suprotna od *imigracije* koja znače odlazak jedinki ili populacije iz njihovog staništa bez povratka (**vidi:** *migracijska kretanja*; **usporedi:** *migracije*, *imigracije*).

Endem – Vrsta ili neki drugi *takson* koja živi samo na jednom području i nigdje drugdje na svijetu.

Endobionti - Organizmi koji žive u supstratu, u morskom dnu, bilo unutar samog supstrata, bilo u šupljinama, pukotinama i međuprostorima supstrata. Oni tvore zajednice *endobioze* unutar kojih se biljna komponenta naziva *endoflora*, a životinjska *endofauna*.

Endobioza ⇒ *endobionti*

Endofauna ⇒ *endobionti*

Endoflora ⇒ *endobionti*

Endolitobionti - Organizmi koji žive u stijenama, tj. u šupljinama i hodnicima koje su sami izdubili (**usporedi:** *epilitobionti*).

Endoparazit ⇒ *parazit*

Endopelobionti - Organizmi koji žive u mulju (**usporedi:** *epipelobionti*)

Endopsamobionti - Organizmi koji žive u pijesku (**usporedi:** *epipsamobionti*, *mezopsamobionti*)

Endotermija ⇒ *homeotermija*

Epibionti - Organizmi koji žive na površini supstrata, na morskom dnu i tvore zajednice *epibioze* unutar kojih se biljna komponenta naziva *epiflora*, a životinjska *epifauna*.

Epibioza ⇒ *epibionti*

Epifauna ⇒ *epibionti*

Epiflora ⇒ *epibionti*

Epikontinentalna mora (**sinonim:** *rubna mora*) - Mora smještena uz rub velikih oceanskih prostranstava koja dosta široko komuniciraju s oceanima. Mora koja prekrivaju *kontinentalnu podinu* ili *šelf* (**vidi:** *kontinentalna podina*).

Epilitobionti - Organizmi koji žive na stijenama (**usporedi:** *endolitobionti*).

Epipelagička zona – Najgornja zona *pelagijala* koja se prostire od 0 do 50 m (20-120 m) dubine, a ograničena je prosječnom *kompensacijskom dubinom* za autotrofne planktonske alge. Poklapa se s *eufotičkom zonom*.

Epipelobionti - Organizmi koji žive na mulju (**usporedi:** *endopelobionti*).

Epipsamobionti - Organizmi koji žive na pijesku (**usporedi:** *mezopsamobionti*, *endopsamobionti*).

Epistrate-feeder - Organizmi koji se hrane struganjem *epiflore* s podloge ili gutanjem površinskog filma na sedimentu (**usporedi:** *filter-feeder*).

Eritrofore ⇒ *kromatofore*

Esencijalni resurs - Resurs koji ograničava *populaciju konzumenta* neovisno o drugim resursima, dakle bez mogućnosti supstitucije (zamjene) ili *sinergističkog* djelovanja (**vidi:** *resursi*, *sinergizam*; **usporedi:** *zamjenjivi resurs*).

Estuarij - Poluzatvorene obalne vode, često na ušćima rijeka, koje karakterizira veliki dotok slatke vode, što utječe na velike *fluktuacije saliniteta*.

Etaža ⇒ *stepenica*

Etažiranje – Sustav vertikalne raspodjele *bentoskih* staništa koji uključuje veći broj *stepenica* ili *etaža* (**vidi:** *stepenica*).

Eufotička zona - Zona u vodenim sustavima u koju prodire dovoljno svjetla za proces *fotosinteze*; površinski sloj vode do dubine prodiranja svjetla, tj. do dubine kod koje su *fotosinteza* i *respiracija* u ravnoteži. Obuhvaća litoralnu, sublitoralnu i epipelagijalnu zonu (**vidi:** *fotička zona*, *kompezacijska točka*; **usporedi:** *afotička zona*, *disfotička zona*).

Eukariota - Organizmi koji u svojim stanicama imaju “pravu”, opnom obavijenu jezgru za razliku od *prokariota* (**usporedi:** *prokariota*).

Euplankton ⇒ *holoplankton*

Euribatni organizmi - Organizmi koji podnose velike promjene tlaka (imaju široku *ekološku valenciju* za tlak), pa im je vertikalna rasprostranjenost vrlo velika.

Euribionti ⇒ *eurivalentni organizmi*

Eurifagi - Organizmi koji se hrane širokim spektrom drugih organizama (**vidi:** *generalizacija u prehrani*; **usporedi:** *stenofagi*).

Eurivalentni organizmi - (**sinonim:** *euribionti*) - Organizmi koji imaju široku *ekološku valenciju* u odnosu na kompleks osnovnih *ekoloških čimbenika*. Kada se želi istaknuti *ekološka valencija* u odnosu na određeni čimbenik onda se na prefiks *euri-* dodaje nastavak koji označava dati čimbenik (npr. *euriterman* organizam je onaj koji ima široku ekološku valenciju u odnosu na temperaturu; *eurihalini* organizam u odnosu na *salinitet* itd.). Točka *optimuma* može imati različiti položaj pa organizam može biti *oligoeurivalentan* kada mu je optimum bliže *minimumu*; *polieurivalentan* kada mu je optimum bliže *maksimumu*; te *mezoEurivalentan* kada je optimum po sredini između minimuma i maksimuma. (**vidi:** *ekološka valencija*, *kardinalne točke*; **usporedi:** *stenovalentni organizmi*).

Eutrofikacija - Obogaćivanje vode hranjivim solima potrebnim za rast biljaka; prekomjerno obogaćivanje uvjetovano otpadnim vodama koje za posljedicu može imati snažan bakterijski rast i smanjenje koncentracije otopljenog kisika.

Eutrofno - Bogato hranjivim solima koje su potrebne zelenim biljkama; vodeno *stanište* visoke *produktivnosti* (**usporedi:** *oligotrofno*).

Ex situ konzervacija – Očuvanje i zaštita vrsta izvan njihovog prirodnog okoliša (zoološki vrtovi, botanički vrtovi, banke sjemenja i spolnih stanica itd.).

Fagotrofi – Organizmi koji konzumiraju organsku tvar u partikuliranom obliku (**usporedi:** *osmotrofi*).

Femtoplankton - *Planktonski* organizmi koji su manji od 0.2 μm , i koji predstavljaju najmanju kategoriju živih organizama u koje spadaju *virusi* i *ultramikrobakterije* (**vidi:** *plankton*).

Fiksacijska površina - Površina tijela kojom je organizam pričvršćen za podlogu (veličina fiksacijske površine se relativno izražava preko omjera ukupne površine tijela i fiksacijske površine; kod *korastih oblika* taj omjer gotovo iznosi 1) (**vidi:** *korasti oblici*).

Filter-feeder - Organizam koji se hrani filtracijom hranjivih čestica iz morske vode (npr. školjkaši).

Filimorfno - Končasto, nitasto. Oblik tijela čest kod *mezopsamobionata* koji se moraju provlačiti kroz uske prostore između zrnaca pijeska.

Filtrator $\Rightarrow$ *filter-feeder*

Fitalni sustav (fital) (**sinonim:** *obalni sustav, litoralni sustav*) - Sinonim za litoralni ili obalni sustav koji je naziv dobio po tome što obuhvaća bentosko područje do dubine u kojoj su još prisutne zelene biljke (**vidi:** *litoral*; **usporedi:** *afitalni sustav*).

Fitoplankton - Biljna komponenta *planktona* (**vidi:** *plankton*).

Fitness - Adaptivna vrijednost organizma; ukupnost prilagodbi organizama na uvjete u okolišu čija se vrijednost mjeri reproduktivnim uspjehom (količinom alela prosljeđenih u naredne generacije).

Fiziološki (minimalni) mortalitet $\Rightarrow$ *mortalitet*

Fiziološki (maksimalni ili apsolutni) natalitet $\Rightarrow$ *natalitet*

Fluktuacije - Kolebanja *gustoće populacije* kao rezultat promjena u okolišu ili interakcija između organizama. U prirodi su češća nepravilna kolebanja i tada se period fluktuacije naziva *gradacija*, dok su dvije uzastopne gradacije odvojene fazom koja se naziva *latenca*, čije je trajanje nepredvidljivo. Pravilne se fluktuacije (npr. dnevne, sezonske, lunarne itd.) nazivaju *oscilacije* (**vidi:** *oscilacije*).

Fotička zona - Obuhvaća *eufotičku zonu*, koja seže do dubine od oko 200 m, i koja je dovoljno osvijetljena za rast zelenih biljaka i *disfotičku zonu* koja se prostire do dubine od oko 1000-1500 m i u kojoj još uvijek ima svjetla ali ne dovoljno za *fotosintezu*. Fotička zona se još naziva i *trofogeni zona* (**vidi:** *eufotička zona, disfotička zona*; **usporedi:** *afotička zona*).

Fotoautotrofni organizmi - (*fotoautotrofi*) - Organizmi koji su sposobni vršiti organsku sintezu uz pomoć neorganskih *supstrata* i korištenjem sunčeve energije (**vidi:** *autotrofni organizmi, fotoorganotrofni organizmi*; **usporedi:** *kemoautotrofni organizmi*).

Fotofilni organizmi – Organizmi koji trebaju i vole jače svjetlo (**usporedi:** *scijafilni organizmi*).

Fotokineza – Kretanje organizama kao reakcija na svjetlo, ali bez određenog pravca (reakcije karakteristične za niže organizme) (**usporedi:** *fototaksija; fototropizam*).

Fotoperiodizam – Ritmičke promjene životnih aktivnosti organizama koje prate promjene u režimu svjetla (dnevne, sezonske itd.).

Fotosinteza - Sinteza organskog ugljika kod koje se energija, koja je potrebna da bi se anorganska forma ugljika reducirala u organsku, dobiva od sunca; korištenje energije svjetla pomoću koje se CO₂ i voda kombiniraju u jednostavne šećere (**vidi:** *fotoautotrofni organizmi*; **usporedi:** *kemosinteza*).

Fototaksija – Usmjereno kretanje organizama kao reakcija na svjetlo. Fototaksija može biti pozitivna (organizam se kreće prema svjetlu) ili negativna (organizam se kreće od svjetla) (**usporedi:** *fotokineza, fototropizam*).

Fototropizam – Pojava kada nepokretni (*sesilni*) organizmi reagiraju na svjetlo zauzimajući određeni položaj tijela u odnosu na izvor svjetla (**usporedi:** *fotokineza, fototaksija*)

Freatička fauna (**sinonim:** *podzemna fauna; intersticijalna fauna*) - Fauna koja pripada *freatičkom naselju* (**vidi:** *freatičko neselje*).

Freatičko naselje (freatik) - Zajednica *mezopsamobionata* koja se javlja u dubljem sloju pijeska (**vidi:** *mezopsamobionti*; **usporedi:** *psamičko naselje*).

Fronta – Mjesto susreta (sudara) dviju različitih vodenih masa. Mjesto na kojem mogu biti ostvareni povoljni uvjeti za fitoplanktonsko “cvjetanje”.

Funkcionalni odgovor - Promjena u stopi iskorištavanja *plijena* od strane pojedinog *predatora* kao rezultat promjene u gustoći plijena (**usporedi:** *numerički odgovor*).

Generacijsko vrijeme - Prosječno vrijeme koje je potrebno *populaciji* da se poveća za faktor koji je jednak *neto stopi proizvodnje* (**usporedi:** *vrijeme udvostručavanja*).

Generalizacija u prehrani - Prilagodba organizama da za prehranu koriste vrlo široki spektar drugih organizama; takvi se organizmi nazivaju *generalisti* (**vidi:** *eurifagi*; **usporedi:** *specijalizacija u prehrani*).

Generalist ⇒ *generalizacija u prehrani*

Globigerinski mulj - Vapnenački mulj nastao taloženjem ljušturica foraminifera (krednjaka) (najčešća je vrsta *Globigerina bulloides*) i kokolitoforida (npr. *Pontosphaera huxleyi*) koji pokriva oko 33% morskog dna, a rasprostranjen je osobito u tropskom i umjerenom pojasu svih triju oceana, a osobito Atlantika. Sadrži oko 80% kalcijevog karbonata i javlja se na dubinama od 1000 do 5000 m (što je dublje u njemu je manje kalcijevog karbonata. Ovaj tip mulja ima veliku ulogu u formiranju vapnenačkog kamenja (**vidi:** *pteropodni mulj, dijatomejski mulj, radiolarijski mulj*).

Gonohoristi ⇒ *jednospolci*

Grabežljivac ⇒ *predator*

Gradijent - Prostorna mjera promjene neke funkcije (npr. temperature).

Grazing (“pašnja”) – Konzumacija fitoplanktona od strane zooplanktona ili mikroorganizama od strane njihovih *predatora*.

Gustoća-ovisan rast ⇒ *rast ovisan o gustoći*

Gustoća populacije - Kvantitativni pokazatelj veličine *populacije* na jedinicu prostora. Gustoća se može izraziti brojem jedinki ili njihovom biomasom na jedinicu površine ili volumena u danom trenutku. Treba razlikovati *opću gustoću* koja je izražena prosječnim brojem (biomasom) jedinki

na jedinicu čitavog prostora, od *ekološke gustoće* koja predstavlja prosječan broj (biomasa) jedinki po jedinici stvarno naseljenog prostora (**vidi:** *abundancija, biomasa*).

Hadalna stepenica (hadal) (sinonim: ultraabisal) - *Stepenica* koja se nastavlja na *abisalnu stepenicu* i pruža se ispod 6000-7000 m pa do najvećih dubina (obuhvaća *dubokomorske brazde*).

Hadopelagička zona – Dio pelagičkog okoliša koji se nastavlja na *abisopelagičku zonu* i proteže se do najvećih dubina.

Halina konvekcija ⇒ *konvekcija*

Halmirogeni sedimenti - Sedimenti nastali precipitacijom minerala iz morske vode kada je ona prezasićena tim spojevima (npr. precipitacija kalcijevog karbonata osobito u plitkim tropskim vodama; precipitacija mangana u dubokim vodama u obliku velikih gruda, tzv. *nodula* koje mogu biti promjera i do 10 cm) (**usporedi:** *terigeni sedimenti, organski sedimenti*).

Halofilni organizmi - Organizmi koji vole povišeni salinitet.

Hemiesencijalni resursi - Slučaj kada nelimitirajući *resurs* utječe na vrijednost *esencijalnog resursa* (**vidi:** *resurs*).

Hemisesilni organizmi ⇒ *sjedilački organizmi*

Herbivori - (**sinonim:** *biljojedi*) - Organizmi koji za ishranu koriste biljke ili njene dijelove (npr. *herbivorni zooplankton* predstavlja zooplanktonske organizme koji se hrane jednostaničnim planktonskim biljkama - *fitoplanktonom*) (**usporedi:** *karnivori, omnivori*).

Hermafroditi ⇒ *dvospolci*

Heterotrofni organizmi - Organizmi koji sami ne sintetiziraju organsku tvar već se hrane s gotovom organskom tvari, a njenom *oksidacijom* dobivaju energiju. Heterotrofni organizmi uključuju različite *trofičke* tipove organizama kao što su *osmotrofi, saprofiti, paraziti, predatori* (**vidi:** *osmotrofi, saprofiti, paraziti, predatori; usporedi: autotrofni organizmi*).

Hiperparazit (sinonim: superparazit) ⇒ *parazit*

Hipertrofija - Prekomjerna *eutrofikacija*, tj. prekomjerno obogaćivanje vodenog staništa hranjivima potrebnim za rast zelenih alga, koje podrazumijeva niz negativnih posljedica usljed tog procesa. U hipertrofiranom području određeni procesi mogu dostići stupanj ireverzibilnosti (nepovratnosti) (**vidi:** *eutrofikacija*).

Hipoksija - Smanjenje koncentracije kisika ispod razine fizioloških potreba organizma (**usporedi:** *anoksija*).

Hiporeik - Dio *freatičkog naselja* koji obuhvaća plitki dio šljunka ili pijeska u kojem se osjeća utjecaj kopnene klime (**vidi:** *freatičko naselje*).

Hipsografska krivulja - Krivulja koja prikazuje jedinstveni profil Zemljine kore uključujući njen izronjeni i uronjeni dio.

Hladna umjerena mora - Mora kod kojih je površinska temperatura između 8°C i 18 °C (**vidi:** *umjerena mora; usporedi: topla umjerena mora*).

Hladnokrvnost ⇒ *poikilotermija*

Holoplankton - (sinonim: *euplankton, pravi plankton*) - Planktonski organizmi kod kojih se čitav životni ciklus odvija u slobodnoj vodi i koji su tijekom čitavog života u potpunosti neovisni o dnu (**vidi:** *plankton*; **usporedi:** *meroplankton*).

Homeotermija (sinonim: *endotermija, toplokrvnost*) – Jedan od dva osnovna tipa termičke razmjene između organizama i okoliša; održavanje tjelesne temperature na konstantnoj temperaturi koje se razvilo kod ptica i sisavaca, a povremeno je moguće i kod nekih drugih organizama (npr. nekih riba i gmazova). Homeotermni organizmi su s obzirom na tip odgovora organizma na promjene u okolišu *regulatori* (vidi: *regulatori*; usporedi: *poikilotermija*).

Homokromija (sinonim: *zaštitna obojenost*) – Prilagođenost boje organizma boji okoliša (npr. morskog dna) (**vidi:** *kriptičnost, homotipija*)

Homologne strukture (organi) - Strukture (organi) koji imaju isto evolucijsko porijeklo, pri čemu funkcije mogu biti iste, slične ili posve različite (**usporedi:** *analogne strukture*).

Homotipija - Sličnost oblika tijela predmetima u okolišu (**vidi:** *kriptičnost, homokromija*).

Horizont – Manji vertikalni prostor unutar pojedine *stepenice* (**vidi:** *stepenica*)

Hranidbena mreža - Splet hranidbenih odnosa unutar određene *životne zajednice* ili *ekosistema*; ukupnost puteva protoka energije kroz *populacije* u zajednici (biocenozi) (**vidi:** *hranidbeni lanac*).

Hranidbeni lanac - (sinonim: *lanac ishrane*) - Označava vezu između *proizvođača* organske tvari (*producenata*) i *potrošača* različitih kategorija (*konzumenti, destruenti*); protok energije kroz *populacije* u *životnoj zajednici* (biocenozi). Lanci ishrane u životnim zajednicama mogu biti vrlo složeni tako da pojedina vrsta može biti član više lanaca u istoj zajednici. Hranidbene lance karakteriziraju određeni kvantitativni odnosi između pojedinih članova lanca. U pravilu su početni članovi u lancu najbrojniji ili imaju najveću ukupnu biomasu, dok prema završnim članovima lanca broj i biomasa postepeno opadaju (**vidi:** *piramida brojeva*)

Hranjiva tvar - Svaka supstanca koja je potrebna organizmima za normalan rast i održavanje.

Hridinasto dno (sinonim: *čvrsto dno*) - Dno kojeg čine obalne stijene, velike hridi i grebeni na morskom dnu. Javljaju se na mjestima gdje je zbog jačeg gibanja vode (zbog valova i/ili struja) ili jakog nagiba onemogućeno taloženje finijih čestica. U pravilu ne prelazi područje *šelfa* (**usporedi:** *pjeskovito dno, muljevito dno, ljuštuno dno*).

Imerzija – Uronjenost, vrijeme uronjenosti dijela obale tijekom morskih doba ili tijekom djelovanja valova (**usporedi:** *emerzija*).

Imigracije - Jednosmjerna migracijska kretanja koja predstavljaju dolazak jedinki ili populacije u lokalitet druge populacije bez povratka (**vidi:** *migracijska kretanja*; **usporedi:** *migracije, emigracije*).

Indirektan razvitak ⇒ *posredan razvitak*

Infralitoralna stepenica – *Stepenica* koja se nastavlja na *mediolitoralnu stepenicu*, dok je njena donja granica definirana dubinom na kojoj je moguć život *fotofilnih* alga i cvjetnica (u Mediteranu ta dubina iznosi oko 15-20 m, dok se u tropskim morima može spustiti i do 80 m).

Infrapelagička zona – Dio pelagičkog okoliša koji se nastavlja na *mezopelagičku zonu* i prostire se do dubine od 500-600 m. U ovoj zoni tijekom dana borave brojne vrste *zooplanktona* koje noću *migriraju* u površinske vode gdje se hrane *fitoplanktonom*.

Inkubacija jaja - Oblik brige za oplođena jaja koji različiti morski organizmi iskazuju na različite načine (zadržavanje jaja u tijelu do naprednog stadija ličinke, čuvanje oplođenih jaja u cijevima, kućicama i drugim tvorevinama itd.).

Interspecifički odnosi - Odnosi između organizama različitih vrsta (**usporedi:** *intraspecifički odnosi*).

Intersticijalna fauna $\Rightarrow$ *freatička fauna*

Intersticijalna voda - Voda koja ispunjava prostore između čestica sedimenta. Unutar pjeskovitog sedimenta predstavlja *stanište* za osebjnu zajednicu *mezopsamobionata* (**vidi:** *mezopsamobionti*, *psamičko naselje*, *freatičko naselje*, *freatička fauna*).

Intraspecifički odnosi - Odnosi između organizama koji pripadaju istoj vrsti (**usporedi:** *interspecifički odnosi*).

Iridocyte $\Rightarrow$ *kromatofore*

Izlučivanje $\Rightarrow$ *ekskrecija*

Izokolina - Linija na populacijskom grafu, koji prikazuje *kompeticijske populacije* ili populacije *plijena* i *predatora*, na kojoj je *stopa rasta* jedne od populacija jednaka nuli.

Izoklina nultog neto rasta - Ravnotežna izoklina koja pokazuje najnižu razinu *resursa* ili kombinacije resursa kod koje je rast *populacije* još uvijek pozitivan.

Izoterma – Crta koja spaja mjesta iste temperature.

Izotonično - Istog *osmotskog potencijala* (**vidi:** *osmotski potencijal*).

Izravan (direktan) razvitak - Tip razvitka kod kojeg je mlada jedinka po rođenju ili izvaljivanju iz jaja identična roditeljima (**usporedi:** *posredan razvitak*).

Jarci $\Rightarrow$ *dubokomorske brazde*

Jednospolci (**sinonim:** *gonohoristi*) - Vrste kod kojih su spolovi razdvojeni (postoje muški i ženski spol) (**usporedi:** *dvospolci*).

Jesensko "cvjetanje" fitoplanktona – Cvjetanje fitoplanktona koje se u umjerenim geografskim širinama događa u jesen kada zbog hlađenja površinskog sloja mora dolazi do vertikalnog miješanja vodenog stupca čime se u *eufotičku zonu* dovode velike količine hranjivih soli iz pridnenih slojeva (**vidi:** *proljetno cvjetanje fitoplanktona*).

Kaos - Neizvjesne promjene u veličini *populacija* upravljane *diferentnim jednadžbama* a, koje imaju visoke unutrašnje *stope rasta*.

Kapacitet okoliša $\Rightarrow$ *nosivi kapacitet okoliša*

Karakteristično vrijeme povratka (vraćanja) - Vezano za *populaciju*, predstavlja inverznu vrijednost *eksponencijalne stope rasta*; pokazatelj stope s kojom se populacija, nakon što je poremećena, vraća u ravnotežu.

Kardinalne točke - Karakteristične točke koje definiraju *ekološku valenciju* organizma za određeni *ekološki čimbenik*. U kardinalne točke spadaju: *minimum*, *optimum* i *maksimum*, a minimum i maksimum se zajedno još nazivaju i *pesimum* (**vidi:** *minimum*, *optimum*, *maksimum*, *pesimum*, *ekološka valencija*).

Karnivori - (**sinonim:** *mesojedi*) - Organizmi koji koriste hranu životinjskog porijekla; *konzumenti primarnih konzumenata (herbivora)*, dakle, konzumenti drugog, trećeg itd. reda. U širem smislu tu spadaju *predatori* (**vidi:** *predatori, konzumenti*; **usporedi:** *herbivori, omnivori*).

Katadromne selice - Ribe koje žive u moru a mrijeste se u slatkim vodama (npr. losos, jesetra, moruna itd.) (**vidi:** *selice*; **usporedi:** *anadromne selice*).

Kategorije rizičnosti – Mnoge su vrste danas dovedene u situaciju da postoji određeni rizik od njihovog nestanka. Razlikujemo tri kategorije rizičnosti: *ranjive vrste, ugrožene vrste i kritične vrste* (**vidi:** *ranjive vrste, ugrožene vrste, kritične vrste*).

Kemijska kompeticija - Odvija se preko proizvodnje toksina koji mogu djelovati i na daljinu bez izravnog kontakta (**vidi:** *kompeticija*).

Kelp - Zajedničko ime za nekoliko vrsta smeđih alga iz skupine *Laminariales* koje rastu u plitkim otvorenim obalnim vodama umjerenih geografskih širina, gdje tvore vrlo guste nasade poznate kao "šume kelpa" (**vidi:** *šume kelpa*).

Kemoautotrofni organizmi - Organizmi koji su sposobni vršiti organsku sintezu uz pomoć neorganskih *supstrata*, uz korištenje energije dobivene *oksidacijom* anorganskih spojeva (**vidi:** *autotrofni organizmi*; **usporedi:** *fotoautotrofni organizmi*).

Ključni čimbenik $\Rightarrow$ *analiza ključnog čimbenika*

Koeficijent kompeticije - Mjera stupnja kojim jedan *konzument* koristi resurse drugog konzumenta (**vidi:** *kompeticija*).

Koegzistencija - Suživot dvaju ili više kompetitorskih vrsta na određenom području; jedan od mogućih rezultata *kompeticije* kada nijedna od kompetitorskih vrsta ne biva eliminirana, već se uspostavlja *stabilna ravnoteža* obaju *populacija*, što omogućava egzistenciju (opstanak) obaju vrsta (**vidi:** *kompeticija*).

Koevolucija - Postojanje genetički određenih značajki (*adaptacija*) kod dviju ili više vrsta selekcioniranih (odabranih) putem *mutualističkih* interakcija koje su bile kontrolirane tim značajkama.

Komenzalizam - Tip interakcije između dva organizma u kojoj jedan organizam ima korist od zajedničkog života, dok je za drugoga taj odnos neutralan.

Kompaktni areal $\Rightarrow$ *areal*

Kompenzacijska točka (dubina) - Stanje u kojem je količina asimiliranog CO₂ jednaka količini CO₂ izlučenog kroz proces *disanja (fotosinteza = respiracija)*. U moru, kompenzacijska točka određuje donju granicu *eufotičke zone*, a ona može biti definirana bilo dubinom, bilo razinom svjetla.

Kompenzacijsko strujanje – Kontinuirano strujanje u jednom smjeru u jednom sloju mora ima za rezultat kompenzacijsko strujanje u suprotnom smjeru u drugom sloju mora.

Kompeticija - Tip interakcije u kojem dva organizma djeluju negativno jedan na drugoga. Kompeticija predstavlja takmičenje ili čak borbu između rivala za određene životne potrebe, u prvom redu za hranu i prostor (*resurse*). Ona se javlja između jedinki dviju vrsta sa istim ili sličnim ekološkim zahtjevima, pogotovo ukoliko su mogućnosti zadovoljavanja tih zahtjeva u danoj sredini ograničene. Kompeticijsko djelovanje može biti izraženo posredno (npr. trošenje zajedničkih resursa) ili izravno (ubijanje ili protjerivanje rivala). U kompeticiji mogu biti jedinke iste vrste pa se tada radi o *intraspecifičkoj kompeticiji*, ili jedinke različitih vrsta (*interspecifička kompeticija*). Intraspecifička kompeticija vodi k *stopama rasta i ugibanja ovisnim o gustoći*, te obično rezultira

stabilnom regulacijom veličine *populacije* u granicama koje su određene mogućnostima *staništa*. Interspecifička kompeticija može rezultirati eliminacijom jednog od kompetitora ili njihovom *koegzistencijom*.

Kompeticija iscrpljivanjem (iskorištavanjem) resursa (**sinonim:** *konzumacijska ili potrošačka kompeticija*) - Kompeticija koja se događa kroz takmičenje za resurse, kada jedan kompetitor koristeći resurse iste uskraćuje drugom kompetitoru (**vidi:** *kompeticija*).

Kompeticija prerastanjem - Događa se na način da jedna vrsta raste iznad ili preko druge te joj na taj način oduzima svjetlo, hranjivima bogatu vodu ili neki drugi resurs (**vidi:** *kompeticija*).

Kompeticija sukobljavanjem - Događa se kroz direktan sukob između kompetitora što može rezultirati fizičkim ozljedama, gubitkom vremena i energije, te gubitkom resursa oko kojeg je došlo do sukoba.

Kompeticija zaposijedanjem (zauzimanjem) - Temelji se na takmičenju za prostor (**vidi:** *kompeticija*).

Komplementarna kromatska adaptacija – Pojava kada alge pretežno stvaraju fotosintetske pigmente onih boja koje najbolje upijaju valne dužine svjetla koje su najviše prisutne u okolišu, a to su valne dužine svjetla čija je boja komplementarna boji pigmenta.

Komplementarni resursi - *Resursi* koji međusobno djeluju *sinergistički* (**vidi:** *resursi, sinergizam; usporedi:* *antagonistički resursi*).

Kompromis (nagodba; eng. trade-off) - U raspodjeli resursa koji mu stoje na raspolaganju, organizam je uvijek suočen s kompromisom, jer ulaganje resursa za jednu životnu potrebu (npr. reprodukcija) znači manje resursa za drugu životnu potrebu (npr. rast ili obrana od predatora). Kompromis je ključni princip u razvitku uspješnih prilagodbi kod organizama. Kompromis je odnos između dvije životne značajke kod kojeg poras koristi za jednu značajku znači smanjenje koristi za drugu; dakle kompromis ili nagodba je negativna korelacija između životnih značajki.

Konačni preferendum ⇒ *preferendum*

Kondicioniranje – Pojava kada organizmi stvaraju povoljne uvjete za život drugih organizama, iste ili različitih vrsta (npr. poznato je da zlatne ribice bolje rastu u akvariju u kojem su prije već boravile zlatne ribice nego u novom akvariju).

Kontrola predacijom ⇒ “*top-down*” kontrola

Kontrola resursima ⇒ “*bottom-up*” kontrola

Konvekcija – Prenosjenjem toplote gibanjem molekula tekućine ili plina. U moru se konvekcijom uspostavlja vertikalno miješanje vodenog stupca, a događa se kada površinski slojevi mora postanu gušći i počinju tonuti. Površinski sloj mora može postati gušći zato što se ohladio (termička konvekcija), zato što mu se uslijed intenzivne evaporacije povećao *salinitet* (halina konvekcija) ili zbog kombinacije obaju uzroka (termo-halina konvekcija).

Konvergentna evolucija - Pojava izrazite morfološke sličnosti filogenetski udaljenih skupina organizama, nastala dugotrajnom evolucijom u sličnim životnim uvjetima.

Kontinentalna podina (plato) (**sinonim:** *kontinentalni šelf; šelf*) - Dio morskog reljefa koji predstavlja produžetak izronjenog reljefa. Predstavlja blagi nagib reljefa koji ide od obale do 120-350 m dubine. Obuhvaća oko 8% morskog dna.

Kontinentalni slaz - Dio morskog reljefa (dna) koji se nastavlja na *kontinentalnu podinu* i naglo se spušta do dubine od 1500-2500 m, gdje se nagib ponovo ublažava. Obuhvaća oko 15% morskog dna (**vidi:** *kontinentalna podina*).

Konzervacijska biologija (ekologija) – Biološka disciplina koja se bavi problemom očuvanja biološke raznolikosti (**usporedi:** *restauracijska biologija*).

Konzumacijska (potrošačka) kompeticija ⇒ *kompeticija iscrpljivanjem (iskorištavanjem) resursa*

Konzumenti - (**sinonim:** *potrošači*) - Jedinka ili populacija koja koristi određeni resurs. U određenom smislu to je sinonim za *heterotrofne organizme*, dakle organizme koji nemaju sposobnost samostalne *sinteze* organske tvari, već se hrane biljkama (*herbivori*) ili životinjama (*karnivori*). Konzumenti mogu biti *primarni* (hrane se biljkama), *sekundarni* (hrane se životinjama, tj. primarnim konzumentima), *tercijarni* (hrane se sekundarnim konzumentima) itd.

Kopulacija - Najsavršeniji način oplodnje koji podrazumijeva izravno unošenje muških gameta u tijelo ženke uz pomoć različitih tipova kopulatornih organa. Izolacijom spolnih stanica od vanjskog okoliša ostvaruje se maksimalna sigurnost procesa oplodnje. Kopulacija je slabo raširen tip oplodnje kod morskih organizama (**usporedi:** *pseudokopulacija*).

Kotline ⇒ *dubokomorske brazde*

Klizači ⇒ *međuprostorni klizači*

Kopači - Jedan od karakterističnih načina kretanja svojstven organizmima koji pripadaju *psamičkom naselju* (**vidi:** *psamičko naselje*; **usporedi:** *međuprostorni klizači*).

Koprofagi – Organizmi koji se hrane izmetom drugih organizama.

Koraligene alge - Alge koje precipitiraju vapnenac iz morske vode talože ga na svom talusu, pa su čvrste i tvrde poput koralja (inkrustirane su vapnencem).

Koraljni grebeni - Velike strukture u plitkim tropskim morima izgrađene od velikog broja jedinki zadržanih koralja čiji su vapnenasti skeleti međusobno stopljeni u velike tvorevine. Izgradnji cijele strukture doprinose brojni drugi organizmi poput *koraligenih alga*, spužava, poliheta i dr. koji također imaju vanjske skelete koji se ugrađuju i učvršćuju greben. Koraljni grebeni su najveće tvorevine koje je neko živo biće na Zemlji izgradilo, uključujući i čovjeka.

Korasti oblici - Organizmi koji poput tanke kore prekrivaju podlogu na kojoj su pričvršćeni (npr. mnogi mahovnjaci, spužve itd.); imaju veliku fiksacijsku površinu (**vidi:** *fiksacijska površina*).

Kozmopolitske vrste (taksoni) – Široko rasprostranjene vrste (taksoni); vrste (taksoni) s širokim geografskim rasprostranjenjem; sveprisutne vrste (taksoni). Ove su vrste (taksoni) u pravilu *eurivalentni*.

Kriptičnost (sinonim: neupadljivost) - Jedna od prilagodbi plijena za izbjegavanje predatora, koja se sastoji u tome da je organizam bojom ili oblikom sličan okolišu i zato teško uočljiv predatoru (**vidi:** *homokromija, homotipija*).

Kritična dubina – Dubina iznad koje je ukupna proizvodnja u vodenom stupcu jednaka ukupnoj respiraciji.

Kritične vrste – Vrste kod kojih je rizik od nestanka najmanje 50% i to u razdoblju od 5 godina ili dvije generacije (ovisno što je duže) (**vidi:** *kategorije rizičnosti*; **usporedi:** *ranjive vrste, ugrožene vrste*).

Kromatofore – Posebne stanice kod mnogih morskih organizama (osobito riba, rakova i glavonožaca) koje ima omogućavaju promjenu boje tijela i prilagođavanje boji okoliša. Mogu biti različitih boja: melanofore – crne; ksantofore – žute; eritrofore – crvene; iridocite – srebrne itd. (iridocite sadrže posebnu tvar guanin koja tvori kristaliće od kojih se svjetlo odbija i tako nastaje srebrnkasti odsjaj karakterističan za mnoge ribe).

Kruženje elemenata - Kretanje elemenata kroz *ekosistem* uključujući njihovu *asimilaciju* od strane organizama, kao i njihovu *regeneraciju* u ponovno upotrebljive anorganske forme.

Ksantofore $\Rightarrow$ *kromatofore*

Lanac ishrane $\Rightarrow$ *hranidbeni lanac*

Larva $\Rightarrow$ *ličinka*

Lecitotrofne ličinke - *Pelagičke ličinke* koje se tijekom svog boravka u pelagijalu aktivno ne hrane, već troše zalihe hrane iz žumančane kesice (**vidi:** *pelagičke ličinke*; **usporedi:** *planktotrofne ličinke*).

Letalno - Smrtonosno; ono što dovodi do smrti (npr. letalni utjecaj, letalna koncentracija itd.) (**usporedi:** *subletalno*).

Ležači - *Sjedilački organizmi* koji leže na dnu (**vidi:** *sjedilački organizmi*; **usporedi:** *cjevaši*).

Ličinka (larva) - Jedan od stadija u razvitku mnogih morskih organizama kod kojih je razvitak *posredan* (**vidi:** *posredan razvitak*, *razvojni stadij*).

Liebigovo pravilo minimuma - U ekološkom smislu ovaj zakon govori o tome da je mogućnost opstanka i prosperiteta određene vrste određena čimbenikom koji se nalazi najbliže *pesimumu*, iako istovremeni svi drugi čimbenici mogu biti u *optimumu*. (**vidi:** *Thinmanov zakon*).

Limitirajući resurs $\Rightarrow$ *ograničavajući resurs*

Limnivorni organizmi – Pretežno sjedilački organizmi koji se hrane na način da gutaju mulj iz kojeg u probavilu izvlače organsku tvar (npr. mnogi trpovi i mnogočetinaši) (**vidi:** *sjedilački organizmi*).

Litobionti - Organizmi koji žive na hridinastom (čvrstom) supstratu (**vidi:** *epilitobionti*, *endolitobionti*; **usporedi:** *psamobionti*, *pelobionti*).

Litoral – Dio bentoskog okoliša koji se prostire od obale do ruba *kontinentalne podine*, te pripada *neritičkoj provinciji*. Obuhvaća dvije zone: pliću *litoralnu* i dublju *sublitoralnu*. Prema sustavu *etažiranja* litoral (litoralni ili obalni ili *fitalni* sustav) uključuje *supralitoralnu*, *mediolitoralnu*, *infralitoralnu* i *cirkalitoralnu stepenicu* (**vidi:** *litoralna zona*, *sublitoralna zona*, *etažiranje*; **usporedi:** *profundalni* ili *dubinski* ili *afitalni* sustav).

Litoralna zona – Gornji, plići dio *litorala* koji se proteže od 0 m do 40-60 m dubine. Zajedno sa *sublitoralnom zonom* pripada *neritičkoj provinciji* (**vidi:** *litoral*, *sublitoralna zona*)

Litoralni sustav (**sinonim:** *obalni sustav*) $\Rightarrow$ *litoral*

Logistička jednadžba - Jednadžba koja opisuje *rast populacije ovisan o gustoći*, a koja se temelji na ideji da je promjena *eksponencijalne stope rasta* funkcija veličine populacije [$dN/dt = f(N)$]. Jednadžba je grafički predstavljena karakterističnom sigmoidnom krivuljom (krivulja S-oblika) koja se naziva *logistička krivulja rasta*; matematički izraz za određenu sigmoidnu krivulju rasta

populacije, kod kojeg postotna *stopa rasta* opada linearno s porastom populacije (**vidi:** *rast ovisan o gustoći, logistička krivulja rasta*).

Logistička krivulja rasta - Krivulja definirana *logističkom jednadžbom*, koja opisuje regulirani rast populacije. Ima karakterističan oblik izduženog slova S (sigmoidna krivulja). Točka u kojoj krivulja prelazi iz konveksne u konkavnu (točka u kojoj je krivulja najstrmija) naziva se točka infleksije, a definirana je veličinom populacije koja iznosi 1/2 od *nosivog kapaciteta okoliša*. Kod te je veličine populacije stopa stvaranja novih jedinki u populaciji najveća, pa se točka infleksije još naziva i točka *maksimalno održivog prinosa* (**vidi:** *logistička jednadžba, nosivi kapacitet okoliša, maksimalno održivi prinos*).

Luciferin ⇒ *bioluminiscencija*

Ljuštorno dno - Tip dna kojeg čini smjesa pjeska i tvrdih dijelova organogenog porijekla kao što su ljušture ili ostaci ljuštura mekušaca i bodljikaša, inkrustacije vapnenačkih alga itd. Po svojoj strukturi se ovo dno nadovezuje na pjeskovito dno (**usporedi:** *hridinasto dno, pjeskovito dno, muljevito dno*).

Makroplankton - Planktonski organizmi koji se po veličini nalaze između *mezoplanktona* i *megaplanktona*. Njihova se veličina kreće u rasponu od 2-20 mm i vidljivi su prostim okom (**vidi:** *plankton*).

Maksimalni održivi prinos (prirod) - Veličina populacije kod koje je stvaranje novih jedinki u populaciji (prirod, prinos) maksimalan, a koja iznosi 1/2 od *nosivog kapaciteta okoliša* (ova je veličina populacije definirana točkom infleksije na *logističkoj krivulji rasta* populacije) (**vidi:** *nosivi kapacitet okoliša, logistička krivulja rasta*).

Maksimum - *Kardinalna točka* koja označava gornju granicu inteziteta određenog čimbenika pri kojoj je još uvijek moguća egzistencija dane vrste (**vidi:** *ekološka valencija, kardinalne točke*).

Mala morska doba (sinonim: mrtva doba; engl. neap tides) – Morska doba za vrijeme kvadratura (prva i posljednja četvrt mjeseca) kada pravac sunčevog privlačenja stoji okomito na pravac mjesečevog privlačenja, pa se učinci njihovih djelovanja poništavaju (**vidi:** *morska doba; usporedi: velika morska doba*).

Mangrove - Poseban tip vegetacije koji se razvija u tropskim obalnim područjima gdje prevladavaju fini koloidni sedimenti (obično na ušćima velikih rijeka). Za mangrovu su karakteristična stabla sa zračnim korijenjem čije je lišće uvijek iznad vode. Područje mangrova je stanište za brojnu morsku faunu među kojom dominiraju *detritivne* vrste.

Masovni nestanci – Razdoblja u tijeku geološke povijesti Zemlje u kojima je u fosilnim nalazima zabilježeno veliko smanjenje broja vrsta.

Medij - Materijal koji potpuno okružuje organizam i s kojim organizam obavlja svoju potpunu izmjenu tvari. Medij je uvijek ili plinovit (zrak) ili tekući (voda ili more) (**usporedi:** *supstrat*).

Mediolitoralna stepenica – *Stepenica* koja obuhvaća *amplitudu morskih doba* (između *visoke i niske vode*), tj. tijekom *plime* je uronjena, a tijekom *oseke* izronjena.

Meduprostorni klizači - Jedan od karakterističnih načina kretanja svojstven organizmima koji pripadaju *psamičkom naselju* (**vidi:** *psamičko naselje; usporedi: kopači*).

Medustanišna komponenta raznolikosti – Raznolikost vrsta između različitih staništa (**usporedi:** *unutarstanišna komponenta raznolikosti*).

Megaplankton - Obuhvaća najkrupnije *planktonske* organizme veće od 20 mm, kao što su različite vrste meduza, siphonophora, ctenophora, chaetognatha itd. (**vidi:** *plankton*).

Melanofore ⇒ *kromatofore*

Meroplankton - Organizmi koji provode *planktonski* način života samo tijekom nekih faza svoga životnog ciklusa (npr. ličinke mekušaca, rakova, ascidija, vrpčara, kolutičavaca; te jaja nekih riba, npr. srdele) (**vidi:** *plankton*; **usporedi:** *holoplankton*).

Metabolizam - Sveukupnost procesa kroz koje se ostvaruje razmjena tvari i energije u prirodi; biokemijske transformacije odgovorne za izgradnju i razgradnju tkiva, te za oslobađanje energije od strane organizma. Moguće je govoriti o metabolizmu pojedinog organizma, *populacije*, *životne zajednice* ili *ekosistema* kao cjeline.

Metapopulacija – Populacija koja se sastoji od većeg broja izoliranih subpopulacija ali između kojih ipak postoji ograničeni protok gena.

Metazoa - Višestanične životinje (**vidi:** *protozoa*)

Mezoeurivalentni organizmi ⇒ *eurivalentni organizmi*

Mezopelagička zona – Dio pelagičkog okoliša koji se nastavlja na *epipelagičku zonu* i proteže se do 200 m (100-300 m) dubine, a njena je donja granica u srednjim geografskim širinama određena *izotermom* od 10°C. Poklapa se s *disfotičkom zonom*.

Mezoplankton - *Planktonski* organizmi koji se po veličini nalaze između *mikroplanktona* i *makroplanktona*. Njihova se veličina kreće između 0.2 i 2 mm, pa se nalaze na granici vidljivosti prostim okom (**vidi:** *plankton*).

Mezopsamobionti - Organizmi koji žive u prostorima između zrnaca pijeska (**usporedi:** *epipsamobionti*, *endopsamobionti*)

Mezostenovalentni organizmi ⇒ *stenovalentni organizmi*

Michaelis-Mentonova konstanta - Koncentracija supstrata kod koje se *enzimatski* katalizirana reakcija odvija brzinom koja je jednaka 1/2 maksimalne.

Migracije - Periodička, dvosmjerna migracijska kretanja jedinki ili populacija (**vidi:** *migracijska kretanja*; **usporedi:** *imigracije*, *emigracije*).

Migracijska kretanja - Fenomen vezan za prostornu strukturu populacije. Kretanja (često periodička) populacija u prostoru radi zadovoljavanja životnih potreba, u prvom redu prehrane i razmnožavanja. Razlikuju se tri kategorije takvih kretanja: *migracije*, *imigracije*, *emigracije*. (**vidi:** : *migracije*, *imigracije*, *emigracije*).

Mikroplankton - *Planktonski* organizmi koji se po veličini nalaze između *nanoplanktona* i *mezoplanktona*, a čija se veličina kreće između 20 i 200 µm. To su najsitniji organizmi koji se mogu sakupiti planktonskom mrežom (koji spadaju u tzv. *mrežni plankton*) (**vidi:** *plankton*).

Mikrostanište - Dio *staništa* u okviru određenog ekosistema kojeg karakterizira posebna kombinacija *ekoloških čimbenika*, prije svega posebna *mikroklima* (**vidi:** *stanište*).

Miksotrofi ⇒ *miksotrofni organizmi*

Miksotrofni organizmi - Mikroskopski organizmi koji imaju sposobnost *autotrofnog* načina ishrane, ali u određenim uvjetima mogu preći i na *heterotrofan* način ishrane (**vidi:** *autotrofni organizmi, heterotrofni organizmi*).

Mimikrija - Prilagodba plijena za izbjegavanje predacije koja se sastoji u tome da jedinka svojim izgledom (boja, oblik tijela) i ponašanjem oponaša drugu vrstu koja je nejestiva ili otrovna i koju zbog toga predatori izbjegavaju (**vidi:** *upozoravajuća obojenost*).

Mineralizacija - Razgradnja organskih spojeva do anorganskih formi; transformacija elemenata od organskih do anorganskih formi, često putem *disimilacijskih oksidacija*.

Minimum - *Kardinalna točka* koja označava gornju granicu inteziteta određenog čimbenika pri kojoj je još uvijek moguća egzistencija dane vrste (**vidi:** *ekološka valencija, kardinalne točke*).

Modus - Izloženost obale udarima vjetera i valova. Pojedine obale karakteriziraju različite gradacije tog utjecaja koje variraju od veoma zaštićenog do jako izloženog (tučenog) modusa.

Monera - Jedno od pet carstava organizama koji žive na Zemlji. U carstvo Monera spadaju *prokariotski* organizmi, dakle bakterije i cijanobakterije (modrozelenne alge) (**vidi:** *prokariota; carstvo*).

Monodova jednadžba - Jednadžba koja opisuje *stopu rasta populacije* kao asimptotsku funkciju koncentracije *resursa*.

Monofagi - Organizmi koji su se tijekom *evolucije* specijalizirali na prehranu sa samo jednom određenom vrstom biljaka ili životinja. U novije je vrijeme ustanovljeno za mnoge monofage da u nedostatku te vrste mogu za ishranu koristiti i neke druge vrste, pa se danas monofagija smatra rijetkom pojavom u prirodi (**vidi:** *specijalizacija u prehrani; usporedi: oligofagi*).

Monofazni organizam ili tip aktivnosti ⇒ *ritmički tip aktivnosti*

Morska doba (sinonim: *morske mijene*) – Periodično dizanje i spuštanje morske razine pod utjecajem Mjeseca i Sunca, koje se događa svakih pola mjeseceva (lunarnog) dana koji iznosi 24 sata i 50 minuta (**vidi:** *velika morska doba; mala morska doba*)

Morski snijeg - Amorfnii agregati koji su sveprisutni u slobodnoj morskoj vodi. Sastav agregata varira s obzirom na porijeklo a uključuje kemijske i biološke komponente.

Mortalitet - (sinonim: *smrtnost*) - Predstavlja negativan čimbenik rasta populacije, a izražava se brojem uginulih jedinki u jedinici vremena. *Fiziološki* ili *minimalni mortalitet* predstavlja smrtnost pod optimalnim životnim uvjetima i u odsustvu ograničavajućih čimbenika, dakle predstavlja smrtnost usljed fiziološke starosti. *Ekološki mortalitet* izražava smrtnost u danim ekološkim uvjetima, kada varijacije u mortalitetu prate promjene uvjeta u okolišu (**vidi:** *prividni mortalitet, stvarni mortalitet; usporedi: natalitet*).

Mrežni plankton - *Planktonski* organizmi koji se mogu sakupiti planktonskom mrežom (organizmi veći od 20 µm), koji uključuju *mikroplankton, mezoplankton i makroplankton*) (**vidi:** *plankton*).

Multiparazitizam - Situacija kada na istom *domaćinu* živi istovremeno više vrsta *parazita* (**vidi:** *parazitizam*).

Muljevito dno - Dno sastavljeno od čestica manjih od 0.02 mm. Prekriva najveći dio površine morskog dna. Može biti *terigenog (kopnenog)* ili *pelagičkog* porijekla (**vidi:** *pelagički muljevi; usporedi: pjeskovito dno, ljuštuno dno, hridinasto dno*).

Mutualizam - Tip interakcije između organizama kojeg karakterizira recipročan i *obligatan* odnos između jedinki dviju vrsta, čiji je efekt uvijek pozitivan za oba partnera. Mutualizam obično uključuje *koevoluciju* (**usporedi:** *simbioza*).

Nanoplankton - *Planktonski* organizmi koji se po veličini nalaze između *pikoplanktona* i *mikroplanktona*, a čija se veličina kreće između 2 i 20 µm. Ovo je najveća veličinska kategorija organizama koji više ne spadaju u *mrežni plankton* jer su dovoljni sitni da prolaze i kroz okca najfinijih planktonskih mreža (**vidi:** *plankton*).

Natalitet - Predstavlja pozitivni čimbenik rasta *populacije* koji označava proizvodnju novih jedinki koje se pridodaju već postojećim jedinkama u populaciji. Izražava se brojem rođenih (novonastalih, npr. diobom kod mikroorganizama) jedinki u populaciji u jedinici vremena. *Fiziološki* ili *maksimalni natalitet* označava fiziološki maksimalnu moguću proizvodnju novih jedinki koja se može ostvariti pod optimalnim uvjetima, dakle poklapa se s pojmom *potencijal razmnožavanja*. *Ekološki natalitet* predstavlja proizvodnju novih jedinki koja se ostvaruje pod određenim ekološkim uvjetima. Ekološki natalitet varira s veličinom *populacije* i njenim uzrasnim sastavom, kao i s promjenama uvjeta u okolišu.

Nekrofagi ⇒ *strvinari*

Nekton - Organizmi koji se slobodno i aktivno kreću u vodi (**usporedi:** *plankton*).

Neobnovljivi resurs - *Resurs* koji je prisutan u fiksnoj količini i koji se *konzumira* u cjelosti (npr. prostor) (**vidi:** *prostor*; **usporedi:** *obnovljivi resurs*).

Nepomičan supstrat (sinonim: čvrsti supstrat) - Čvrsti supstrat otporan na pomicanje pod utjecajem valova i morskih struja. Tu u prvom redu spadaju hridinasta obala i veće stijene i grebeni na morskom dnu, ali isto tako kobilice brodova, debla stabala, drugi organizmi itd. (**usporedi:** *pomičan supstrat*).

Neritičko područje (provincija) - Područje morskog dna koji se postepeno spušta od obale do dubine od 200 m zajedno s masom vode koja ga pokriva; skup epikontinentalnih mora (**usporedi:** *oceansko područje*).

Neto-autotrofan ekosistem – *Ekosistem* u kojem je autotrofna proizvodnja veća od heterotrofne (**usporedi:** *neto-heterotrofan ekosistem*).

Neto-heterotrofan ekosistem - *Ekosistem* u kojem je heterotrofna proizvodnja veća od autotrofne (**usporedi:** *neto-autotrofan ekosistem*).

Neto primarna proizvodnja ⇒ *primarna proizvodnja*

Neto proizvodnja - Ukupna energija ili biomasa koju organizam akumulira putem rasta i reprodukcije; razlika između *bruto proizvodnje* i *respiracije* (**vidi:** *respiracija*; **usporedi:** *bruto proizvodnja*).

Neupadljivost ⇒ *kriptičnost*

Neuston - Organizmi koji žive na samoj površini vode (**usporedi:** *plankton*).

Neutralizam – Situacija kada dva organizma nisu u međusobnoj interakciji; ne djeluju jedan na drugoga.

Niska voda – Faza najniže razine mora (**vidi:** *plima, oseka*; **usporedi:** *visoka voda*).

Niša ⇒ *ekološka niša*

Nodule - Grude minerala precipitiranih iz morske vode, osobito u velikim dubinama (iz dubokih voda Pacifika su izvađene grude (nodule) mangana koje su imale promjer od 10 cm).

Nosivi kapacitet okoliša (engl. *Carrying capacity*) - Maksimalna veličina *populacije* koju određeni *okoliš* može neograničeno dugo podržavati; asimptota *logističke krivulje* (**vidi:** *logistička krivulja rasta, maksimalno održivi prinos*).

“Nova” energija – Sva energija koju asimiliraju zelene biljke, a koja dolazi iz izvora izvan ekosistema (dolazi od sunca).

“Nova” proizvodnja – *Primarna proizvodnja* koja se temelji na hranjivima koji dolaze izvan sustava (s kopna ili iz pridnenih slojeva) (**usporedi:** *regenerirana proizvodnja*).

Numerički odgovor (**sinonim:** *odgovor brojnošću*) - Promjena u veličini *populacije predatora* kao rezultat promjene veličine populacije njegovog *plijena* (**usporedi:** *funkcionalni odgovor*).

Obalni sustav (**sinonim:** *litoralni sustav*) $\Rightarrow$ *litoral*

Obnovljivi resurs - *Resurs* koji kontinuirano pristiže u sustav tako da ne može biti u potpunosti potrošen od strane *konzumenata* (**vidi:** *resurs*; **usporedi:** *neobnovljivi resurs*)

Oceansko područje (provincija) - Obuhvaća prostranu vodenu masu otvorenog mora zajedno s dubokim dnom koje se pruža od dubine od 200 m pa sve do najdubljih područja (**usporedi:** *neritičko područje*).

Odjeljci brze cirkulacije – Djelovi *ekosistema* u kojima se elementi dugo zadržavaju, odnosno kroz njih sporo cirkuliraju (**usporedi:** *odjeljci spore cirkulacije*).

Odjeljci spore cirkulacije – Djelovi *ekosistema* u kojima se elementi kratko zadržavaju, odnosno kroz njih brzo cirkuliraju (**usporedi:** *odjeljci brze cirkulacije*).

Ograničavajući čimbenici - *Ekološki čimbenici* koji se za datu *populaciju* nalaze u području *pesimuma*, pa prema tome predstavljaju ograničenje za egzistenciju te vrste (**vidi:** *pesimum, kardinalne točke*).

Ograničavajući resurs – Resurs potreban za rast organizama čija je koncentracija ili veličina najbliže minimumu i koji prema tome predstavlja ograničavajući čimbenik za rast populacije (**vidi:** *resurs, Liebigovo pravilo minimuma*).

Ograničeni (limitirani) ciklus - Oscilacije *populacija predatora* i *plijena* koje se javljaju onda kada su stabilizirajuće i destabilizirajuće tendencije njihovih interakcija u ravnoteži; jedan od tipova *osciliranja* veličine populacije oko njene ravnotežne vrijednosti.

Okoliš - Sve ono što okružuje organizam, uključujući biljke, životinje i mikroorganizme s kojima je u interakciji.

Oksično - U prisustvu kisika.

Oksidacija - Uklanjanje jednog ili više elektrona s atoma, *iona* ili molekule (**usporedi:** *redukcija*).

Oksidans - Supstanca koja lako prima elektrone (npr. O_2 , NO_3^-). Da bi se *reducirao*, oksidans mora primiti energiju (mora se uložiti energija) (**vidi:** *oksidacija*; **usporedi:** *reducens*).

Oksido-redukcijska reakcije - (**sinonim:** *redoks reakcije*) - *Oksidacijske* i *redukcijske* reakcije kroz koje se odvijaju energetske transformacije kemijskih spojeva u biološkim sustavima; kemijske reakcije pri kojima je oksidacija jedne tvari vezana za istodobnu redukciju druge.

Oksiforična sposobnost krvi – Sposobnost krvi da veže određenu količinu kisika. Ova je sposobnost znatno veća kod aktivnih *nektonskih* morskih organizama nego kod pasivnijih i slabo pokretnih *bentoskih* organizama.

Oligoeurivalentni organizmi $\Rightarrow$ *eurivalentni organizmi*

Oligofagi - Organizmi koji su se tijekom *evolucije* specijalizirali na prehranu s malim brojem vrsta biljaka i životinja. Oni, dakle, imaju usku *ekološku valenciju* u odnosu na širinu prehrane tj. *stenofagni* su (**vidi:** *specijalizacija u prehrani, ekološka valencija; usporedi: monofagi*).

Oligostenovalentni organizmi $\Rightarrow$ *stenovalentni organizmi*

Oligotrofno - Siromašno s hranjivim solima potrebnim zelenim biljkama; vodena *staništa* niske produktivnosti (**usporedi:** *eutrofno*).

Omjer akumulacije biomase $\Rightarrow$ *vrijeme zadržavanja*

Omnivori - (**sinonim:** *svejedi*) - Organizmi koji za ishranu koriste i biljke i životinje.

Opća stopa mortaliteta - *Stopa mortaliteta* izražena u odnosu na cijelu populaciju (**vidi:** *mortalitet, stopa mortaliteta, specifična stopa mortaliteta*).

Optimum - *Kardinalna točka* koja označava onu razinu inteziteta određenog čimbenika koja je najpovoljnija za datu vrstu (**vidi:** *ekološka valencija, kardinalne točke*).

Organski sedimenti - Sedimenti organskog porijekla, najvećim dijelom nastali od vapnenačkih ili kremenih ljušturica planktonskih organizama (**vidi:** *globigerinski mulj, pteropodni mulj, dijatomejski mulj, kokolitoforidni mulj, radiolarijski mulj; usporedi: terigeni sedimenti, halmirogeni sedimenti*).

Oscilacije - Pravilne *fluktuacije* kroz fiksne *cikluse*, iznad i ispod neke srednje vrijednosti (**vidi:** *fluktuacije*).

Oseka – Vremenski razmak između *visoke vode* i naredne *niske vode* (**vidi:** *niska voda, visoka voda; usporedi: plima*).

Osmotrofi – Organizmi koji su sposobni putem osmoze uzimati otoplenu organsku tvar (tu spadaju bakterije, gljivice i neki *protisti*) (**usporedi:** *fagotrofi*).

Osmotski potencijal - Svojstvo otopine da privlači vodu; privlačenje vode od strane vodene otopine s obzirom na koncentraciju *iona* i drugih malih molekula. Osmotski potencijal se obično izražava kao tlak (**vidi:** *osmoza*).

Osmoza - Proces kretanja vode kroz propusnu membranu u smjeru prema visokim koncentracijama iona; *difuzija* tvari u vodenoj otopini kroz staničnu membranu.

Otpor okoliša (sredine) - Obuhvaća kombinirano djelovanje *ekoloških čimbenika* okoliša (*abiotičkih* i *biotičkih*), a njegova je veličina jednaka razlici između potencijalnog broja jedinki koji bi se mogao ostvariti kroz *potencijal razmnožavanja* i broja stvarno preživjelih jedinki (**vidi:** *nosivi kapacitet okoliša*).

Oviparnost - Pojava kada se mladi ne rađaju živi izravno, već se legu (izvaljuju) iz jaja (**usporedi:** *viviparnost*).

Paradoks fitoplanktona – Pojava da u hranjivima siromašnim morskim vodama *koegzistira* veliki broj fitoplanktonskih vrsta i da ne dolazi do *kompeticijskog isključenja* (**vidi:** *princip kompeticijskog isključenja*; **usporedi:** *paradoks obogaćivanja*).

Paradoks obogaćivanja (bogatstva hranjivima) – Pojava kada je u uvjetima većeg bogatstva hranjivim solima prisutno manje bogatstvo fitoplanktonskih vrsta (**usporedi:** *paradoks fitoplanktona*).

Paralelna evolucija - Proces nastanka sličnih prilagodbi u filogenetski srodnim skupinama organizama, ili sličan proces evolucije koji je proizveo slične evolucijske linije organizama na različitim područjima.

Paraziti - *Heterotrofni organizmi* koji žive stalno ili povremeno **na** *domaćinu* (*ektoparaziti*) ili **u** *njegovoj unutrašnjosti* (*endoparaziti*) ne ubijajući ga trenutačno ili nikada. Mnogi su paraziti specifični za *domaćina na* ili *u* kojem žive. Paraziti koji parazitiraju na drugim parazitima nazivaju se *hiperparaziti* ili *superparaziti* (**usporedi:** *predator*).

Parazitizam - Tip interakcije između organizama koji je koristan za jednu (*parazit*), a štetan za drugu (*domaćin*) vrstu (**vidi:** *parazit*; **usporedi:** *predacija*).

Pelagičke ličinke - Ličinke koje svoj život do preobrazbe provode u *pelagijalu*. Neke se ličinke u tom razdoblju hrane (*planktotrofne ličinke*), dok druge žive od rezervi iz žumančane kesice (*lecitotrofne ličinke*) (**vidi:** *planktotrofne ličinke*, *lecitotrofne ličinke*).

Pelagički - Koji pripada otvorenom moru (**vidi:** *pelagijal*).

Pelagički muljevi - Muljevi koji potječu od anorganskih ostataka pelagičkih organizama. Javljaju se izvan pojasa *terigenih muljeva* i pokrivaju oko 45% morskog dna (**vidi:** *globigerinski mulj*, *pteropodni mulj*, *dijatomejski mulj*, *kokolitoforidni mulj*, *radiolarijski mulj* **usporedi:** *terigeni muljevi*).

Pelagijal - Organizmi koji žive u slobodnoj vodi neovisno o morskom dnu. Pelagijal obuhvaća dvije različite životne forme: *plankton* i *nekton* (**vidi:** *životna forma*, *plankton*, *nekton*; **usporedi:** *bentos*).

Pelagijalna (pelagička) zona - Obuhvaća slobodnu vodu mora i oceana. Osvjetljena zona (do 200 m dubine) koja odgovara *neritičkom području* čini *neritopelagijalnu zonu*, dok osvjetljena zona do 200 m dubine koja odgovara *oceanskom području* čini *epipelagijalnu zonu*. Dublja mračnija zona (dubina od 200 do 1000-1500 m) čini *batipelagijalnu zonu*; dok se ispod 1000-1500 m dubine nalazi *abisopelagijalna zona*.

Pelobionti - Organizmi koji žive na pjeskovitom supstratu (**vidi:** *epipelobionti*, *endopelobionti*; **usporedi:** *litobionti*, *psamobionti*).

Pesimum - Zajednički naziv za *minimum* i *maksimum*; *kardinalne točke* koje označavaju onu razinu inteziteta određenog čimbenika koja je najnepovoljnija za određenu vrstu (**vidi:** *ekološka valencija*; *kardinalne točke*).

Pikoplankton - Planktonski organizmi koji se po veličini nalaze između *femtoplanktona* i *nanoplanktona*, a čija se veličina kreće između 0.2 i 2 μm . Tu spadaju bakterije, cijanobakterije i neke *eukariotske* alge.

Pivotantni oblici $\Rightarrow$ *zakorijenjeni oblici*

Pjeskovito dno - Dno koje je izgrađeno od zrnaca, većinom silikatne prirode, čiji je promjer od 0.02 do 2 mm. Taloženje pijeska se događa na podnožju obale u plitkoj vodi, pa ova vrsta dna u pravilu ne prelazi područje *šelfa* (**usporedi:** *muljevito dno*, *hridinasto dno*, *ljuštorno dno*).

Plankton - Predstavlja posebnu životnu formu organizama koji lebde u vodi. Premda neki planktonski organizmi imaju sposobnost aktivnog kretanja, oni se ipak ne mogu suprostaviti općim gibanjima vodenih masa. Otpor tonjenju planktonski organizmi pružaju čitavim nizom specifičnih prilagodbi. Najveći broj planktonskih organizama su mikroskopskih dimenzija. Postoje različite podjele planktonskih organizama u odnosu na različite kriterije: prema veličini (*piko-*, *nano-*, *mikroplankton* itd.); na biljni (*fitoplankton*) i životinjski (*zooplankton*); prema području u kojem živi (*neritički*, *oceanski*); prema trajanju planktonskog načina života (*holoplankton*, *meroplankton*). Plankton zajedno s neživim česticama koje lebde (*tripton*) čini *seston* (**usporedi:** *nekton*).

Planktotrofne ličinke - Ličinke koje se tijekom svog boravka u pelagijalu hrane. Razlikujemo planktotrofne ličinke s dugačkim pelagičkim životom od onih koje u planktonu borave kratko (**vidi:** *pelagičke ličinke*; **usporedi:** *lecitotrofne ličinke*).

Plijen - Organizam koji služi kao hrana *predatoru*; predatorova žrtva (**vidi:** *predator*, *predacija*).

Plima – Vremenski razmak između *niske vode* i naredne *visoke vode* (**vidi:** *niska voda*, *visoka voda*; **usporedi:** *oseka*).

Plimna struja – Struja koja je rezultat procesa podizanja razine mora (*plime*).

Plutajući sargasi - Jedinostvena pojava u Sargaškom moru gdje smeđa alga iz roda *Sargassum* pluta na površini stvarajući ogromnu biomasu. Ove alge spadaju među najveće biljke na zemlji jer u dužinu narastu i preko 100 m.

Pneumatofori - Zračni mjehurići koji imaju funkciju smanjenja specifične težine organizma, što im omogućava lebdjenje ili plutanje (npr. kod sifonofora, nekih plutajućih alga itd.).

Podzemna fauna ⇒ *freatička fauna*

Poikilotermija (sinonim: *ektotermija*, *hladnokrvnost*) – Jedan od dva osnovna tipa termičke razmjene između organizama i okoliša; temperatura tijela odgovara temperaturi u okolišu; ovaj je oblik razmjene prisutan kod svih organizama osim ptica i sisavaca. Poikilotermni organizmi su s obzirom na tip odgovora organizma na promjene u okolišu *prilagođivači* (**vidi:** *prilagođivači*; **usporedi:** *homeotermija*).

Polarna mora - Mora kod kojih je površinska temperatura uvijek niža od 5°C.

Polifazni organizam ili tip aktivnosti ⇒ *ritmički tip aktivnosti*

Polimorfizam - Pojava da se jedna vrsta može javljati u više različitih morfoloških oblika, što je prema nekim tumačenjima prilagodba za izbjegavanje predatora, s obzirom da se na taj način predator zbunjuje u pokušaju da prepozna poželjni plijen (**vidi:** *tražena slika*).

Polistenovalentni organizmi ⇒ *stenovalentni organizmi*

Pomičan supstrat - supstrat sastavljen od čestica koje se pomiču pod djelovanjem valova ili morskih struja (mulj, pijesak ili manji šljunak) (**usporedi:** *nepomičan supstrat*)

Populacija - Skupina jedinki određene vrste koje žive na određenom prostoru i u danom vremenu, i aktivno razmjenjuju genetički materijal dajući plodno potomstvo. Svaka populacija ostvaruje specifičan sustav odnosa s vanjskim okolišem. Populacija je prema tome reproduktivna zajednica, genetički sustav, ekološka jedinica i objektivna biološka kategorija.

Populacijski model - Podrazumijeva tip rasta odnosno dinamike populacije. Razlikuju se četiri osnovna populacijska modela ovisno o tome da li se reprodukcija u populaciji događa kontinuirano ili periodički, te da li se generacije u populaciji preklapaju ili ne preklapaju.

Posredan (neizravan) razvitak (sinonim: indirektan razvitak) - Tip razvitka kod kojeg je mlada jedinka po rođenju ili izvaljivanju iz jaja morfološki više ili manje različita od odrasle (*adultne*) jedinke, i koja tijekom svog razvitka do odrasle jedinke mora proći kroz veći ili manji broj *razvojnih stadija* (**vidi: razvojni stadij; usporedi: izravan razvitak**).

Postlarva ⇒ *postličinka*

Postličinka (postlarva) - Jedan od stadija u razvitku mnogih morskih organizama kod kojih je razvitak *posredan*; stadij koji dolazi nakon *ličinke* (**vidi: posredan razvitak, razvojni stadij, ličinka**).

Potencijal razmnožavanja (sinonim: reproduksijski potencijal) – Maksimalno moguća plodnost jedne vrste koja bi se mogla ostvariti po optimalnim uvjetima u okolišu. Isto značenje ima i pojam *fiziološkog nataliteta* (**vidi: natalitet**).

Potrošači ⇒ *konzumenti*

Predacija - Tip interakcije između organizama kojeg karakterizira uzajaman odnos, pozitivan (koristan) i *obligatan* za jednu vrstu, a negativan (štetan) za drugu. Za razliku od *parazitizma* gdje *parazit* uopće ne ubija ili ne ubija trenutačno svog *domaćina*, kod predacije, *predator* ubija ili u cijelosti konzumira svoj *plijen* (**vidi: predator, plijen; usporedi: parazitizam**).

Predator - Organizam koji se hrani na način da jede druge organizme koji su za njega *plijen*. U širem smislu predatori su sve životinjske vrste. U užem smislu, predator je *grabežljivac* koji lovi, ubija i proždire svoj plijen (**vidi: plijen, predacija**).

Preferendum – Uski raspon inteziteta ili količine nekog čimbenika unutar kojega će se koncentrirati najveći dio populacije. Taj raspon može varirati u ovisnosti o uvjetima na koje su organizmi bili prethodno prilagođeni, ali se i te varijacije događaju unutar raspona koji se naziva *konačni preferendum*.

Prigušena oscilacija - Osciliranje oko ravnotežne vrijednosti kod kojeg se amplituda progresivno smanjuje; jedan od tipova *osciliranja* veličine *populacije* oko njene ravnotežne vrijednosti.

Prilagodba ⇒ *adaptacija*

Prilagođivači – Organizmi koji na promjene u okolišu odgovaraju na način da svoj unutrašnji okoliš prilagođavaju vanjskom okolišu (npr. *poikilotermi*).

Primarna proizvodnja (produkcija) - Proizvodnja organske tvari na razini *producenata* (*proizvođača*); *autotrofna* proizvodnja. *Bruto primarna proizvodnja* označava ukupnu stopu akumulirane energije u procesu *fotosinteze*; dok *neto primarna proizvodnja* označava ukupnu količinu organske tvari koja stoji na raspolaganju kao hrana *trofičkim razinama konzumenata*; primarna proizvodnja je *asimilacija* (bruto primarna proizvodnja) ili akumulacija (neto primarna proizvodnja) energije i hranjiva od strane zelenih biljaka i drugih *autotrofa* (**vidi: produktivnost; usporedi: sekundarna proizvodnja**).

Princip kompeticijskog isključenja (sinonim: Volterra-Gausov princip; Gausovo pravilo) - Princip koji kaže da dvije vrste ne mogu *koegzistirati* na istom ograničenom resursu; ili kada dvije vrste koegzistiraju to znači da moraju na neki način zauzimati različite *ekološke niše* (**vidi: koegzistencija, ekološka niša**).

Prioritetni ciljevi zaštite – U strategiji očuvanja biološke raznolikosti potrebno je odrediti prioritetne ciljeve zaštite. Pri odabiru ciljeva mogući su različiti kriteriji: *centri raznolikosti, centri endemizma, vruće točke nestanka, centri korisnosti, reprezentativni tipovi zajednica i ekosistema* (**vidi:** *centri raznolikosti, centri endemizma, vruće točke nestanka, centri korisnosti, reprezentativni tipovi zajednica i ekosistema*)

Prividni mortalitet (smrtnost) - Postotak smrtnosti na jednom stupnju razvitka jedinke (**vidi:** *mortalitet; usporedi:* *stvarni mortalitet*)

Producenti ⇒ *proizvođači*

Produkcija ⇒ *proizvodnja*

Produktivitet - Mjera organske proizvodnje *ekosistema* koja se izražava količinom organske tvari stvorene u jedinici vremena. Produktivitet na razini *proizvođača (producenata)* označen je kao *primarni produktivitet (primarna proizvodnja)*, a na ostalim *trofičkim razinama* kao *sekundarni produktivitet (sekundarna proizvodnja)* (**vidi:** *primarna proizvodnja*).

Profundalni sustav (sinonim: dubinski sustav, afitalni sustav) - Dio bentoskog područja koji se pruža od ruba *kontinentalne podine* pa do najvećih dubina. Prema sustavu *etažiranja* obuhvaća *batijalnu, abisalnu i hadalnu stepenicu* (**vidi:** *afitalni sustav; usporedi:* *litoralni sustav*).

Proizvodnja - Akumulacija energije ili biomase (**vidi:** *produktivitet*).

Proizvođači - Svi živi organizmi u jednom ekosistemu koji su sposobni neposredno koristiti anorgansku tvar i iz nje izgrađivati organske spojeve. Oni su po svom načinu ishrane *autotrofni* (**vidi:** *autotrofni organizmi; usporedi:* *konzumenti, destruenti*).

Prokariota - Jednostanični organizmi koji nemaju “prave”, ovojem obavijene stanične jezgre. Pored te najznačajnije razlike, od *eukariota* ih također razlikuje pomanjkanje kloroplasta i mitohondrija, kao i drugačija građa bičeva (flagela). U prokariota spadaju bakterije i cijanobakterije, skupine koje čine carstvo *Monera* (**vidi:** *Monera; usporedi:* *eukariota*).

Proljetno “cvjetanje” fitoplanktona – Cvjetanje fitoplanktona koje se u umjerenim geografskim širinama događa u proljeće kada nakon zimske homogenizacije vodenog stupca dolazi postepeno do njegovog raslojavanja zbog zagrijavanja površinskih slojeva, pa velike količine hranjivih soli ostaju zarobljene u *eufotičkom sloju* čime se ostvaruju povoljni uvjeti za fitoplanktonsko “cvjetanje” (**vidi:** *jesensko cvjetanje fitoplanktona*).

Protisti - Jednostanični eukariotski organizmi (**vidi:** *eukariota*)

Protoandrični hermafroditi ⇒ *dvospolci*

Protogini hermafroditi ⇒ *dvospolci*

Protozoa - Jednostanične životinje. Danas se svi jednostanični *eukarioti* svrstavaju u skupinu *protista* (**vidi:** *eukariota, protista; usporedi:* *metazoa*).

Protukooperacija - Tip interakcije između organizama kojeg karakteritira recipročan odnos između jedinki dviju vrsta, čiji je efekt uvijek pozitivan za oba partnera. Dakle, ovaj je odnos identičan s *mutualizmom* s tom razlikom što nije *obligatan* (**usporedi:** *mutualizam, simbioza*).

Protustrujna cirkulacija – Vrlo za namljiva prilagodba kod riba koja ima za cilj poboljšanu opskrbu organizma kisikom. Temelji se na strukturnoj građi škrga koja omogućava da krv u škržnim lamelama i morska voda koja struji duž škržnih lamela teku u suprotnim pravcima što omogućava

postojanje stalnog gradijenta u koncentraciji otopljenog kisika koji rezultira stalnom difuzijom kisika iz morske vode u krv, čime je opskrba organizma kisikom znatno poboljšana.

Psamičko naselje - Zajednica *mezopsamobionata* koja se javlja u najvišoj površinskoj zoni pijeska (maksimalno do dubine od 5 cm) (**vidi:** *mezopsamobionti*; **usporedi:** *freatičko naselje*).

Psamobionti - Organizmi koji žive na pjeskovitom supstratu (**vidi:** *epipsamobionti*, *mezopsamobionti*, *endopsamobionti*; **usporedi:** *litobionti*, *pelobionti*)

Pseudokopulacija - Tip oplodnje kod morskih organizama kada mužjak i ženka proizvode zajedničku masu sluzi u koju izbacuju svoje gamete i u kojoj će se odvijati razvitak oplođenih jaja (**usporedi:** *kopulacija*)

Pteropodni mulj - Vapnenački mulj nastao taloženjem ljušturica pelagičkih puževa, osobito pteropoda (npr. *Carinaria*, *Atlanta*, *Diacria* itd.). Pokriva oko 0.7% morskog dna. Prisutan je u tropskim morima i ne ide dublje od 4000 m (**usporedi:** *globigerinski mulj*, *dijatomejski mulj*, *radiolarijski mulj*).

Radiolarijski mulj - Mulj kremenog porijekla nastao taloženjem ljušturica radiolarija (zrakaša) koji pokriva oko 2.3% morskog dna. Osobito je prisutan u tropskom Pacifiku na dubinama ispod 4000 m (**usporedi:** *globigerinski mulj*, *pteropodni mulj*, *dijatomejski mulj*).

Ranjive vrste – Vrste kod kojih postoji 10%-tna vjerojatnost nestanka u razdoblju od 100 godina (**vidi:** *kategorije rizičnosti*; **usporedi:** *ugrožene vrste*, *kritične vrste*)

Rast ovisan o gustoći - Rast regulirane *populacije* koji je opisan *logističkom jednadžbom*, koja polazi od ideje da je promjena *eksponencijalne stope rasta* populacije funkcija veličine populacije.

Razgrađivači - (sinonim: *destruenti*) - Organizmi koji razgrađuju organsku tvar do anorganskih spojeva (**usporedi:** *producenti*, *konzumenti*).

Raznolikost - Brojnost vrsta u određenom području; mjera za raznolikost ("šarolikost") vrsta u zajednici koja uzima u obzir i *abundanciju* svake od vrsta.

Razvojni stadij - Faza u razvitku jedinke. Mnogi morski organizmi koji imaju *posredan razvitak* prolaze tijekom njega kroz veći ili manji broj razvojnih stadija od oplođenog jaja, preko različitih *ličinačkih* i *postličinačkih stadija* do odraslih (*adultnih*) oblika (**vidi:** *posredan razvitak*, *ličinka*, *postličinka*, *adultni organizam*).

Red veličine - Faktor 10 (npr. tri reda veličine su faktor 1000).

Redoks reakcije ⇒ *Oksido-redukcijske reakcije*

Reducens - Supstanca koja lako daje (otpušta) elektrone (npr. H₂, organski ugljik). Da bi se *oksidirao*, *reducens* mora osloboditi energiju (**vidi:** *redukcija*; **usporedi:** *oksidans*).

Redukcija - Dodatak jednog ili više elektrona atomu, *ionu* ili molekuli (**usporedi:** *oksidacija*).

Red-tide – (sinonim: *crvena plima*) – Crveno obojenje mora kao posljedica masovnog rasta nekih vrsta dinoflagelata koji izlučuju toksine i mogu biti uzrok masovnih pomora morskih organizama.

Regenerirana proizvodnja – *Primarna proizvodnja* koja se temelji na hranjivima koja se recikliraju unutar sustava (otopljena organska tvar kao rezultat procesa fotosinteze, ekskrecije i zooplanktonskog "*grazinga*") (**usporedi:** "*nova*" *proizvodnja*).

Regulatori - Organizmi koji unatoč promjenama u okolišu održavaju svoj unutrašnji okoliš na željenoj razini (npr. *homeotermi*).

Relativna abundancija - Mjera *gustoće populacije* koja se temelji na procjeni. Ovakvo je ocjenjivanje brojnosti često subjektivno, ali je u nedostatku preciznijih metoda korisno i omogućava usporedbu gustoća različitih populacija; proporcionalni prikaz učestalosti vrsta u *uzorku* ili *populaciji* (**vidi:** *abundancija, gustoća populacije*).

Reprezentativni tipovi zajednica i ekosistema – Jedan od mogućih prioriteta u zaštiti *biološke raznolikosti* koji uvažava činjenicu da biološka raznolikost predstavlja više od bogatstva vrsta. (**vidi:** *prioritetni ciljevi zaštite; usporedi:* *centri raznolikosti, centri endemizma, vruće točke nestanka, centri korisnosti*).

Residence time ⇒ *vrijeme zadržavanja*

Respiracija - (**sinonim:** *disanje*) - Korištenje kisika za *metaboličku* razgradnju organskih spojeva u svrhu oslobađanja kemijske energije.

Respirirana energija – Onaj dio energije dobiven od pojedene hrane koji organizam iskoristi za metaboličke potrebe, a većina nje se izgubi u obliku topline (**usporedi:** *asimilirana energija*).

Restauracijska biologija (ekologija) – Obnavljačka biologija; biološka disciplina koja se bavi problemom obnove ili oporavka degradiranih, uništenih ili nestalih zajednica i ekosistema (**usporedi:** *konzervacijska biologija*).

Resurs - Svaka supstanca ili čimbenik koji može uzrokovati povećanje rasta *populacije*, onda kada se njegovo prisustvo u okolišu povećava i kojega pri tome organizmi *konzumiraju*; supstanca ili objekt potreban organizmu za normalno održavanje, rast i razmnožavanje. Resursi mogu biti *obnovljivi* i *neobnovljivi*; zatim mogu biti *ograničavajući*; a dva ili više resursa mogu biti u interakciji, a ovisno o tipu interakcije razlikujemo *uzajamno esencijalne, hemiesencijalne, zamjenjive, komplementarne, antagonističke resurse* itd.).

Ritmički tip aktivnosti – Aktivnost organizama podliježe ritmičkim izmjenama vezanim za uvjete u okolišu (npr. ritmičke dnevne izmjene intenziteta svjetla uvjetovale su razvitak različitih tipova ritmičkih aktivnosti organizama: dnevni, noćni i sumračni). Smjene aktivnosti i mirovanja se mogu događati jednom u 24 sata pa se radi o *monofaznom tipu aktivnosti* ili više puta tijekom 24 sata pa se radi o *polifaznom tipu aktivnosti* (**usporedi:** *aritmički tip aktivnosti*).

Rovači - Životni oblik koji uključuje organizme koji ruju po *pomičnom supstratu* (*dnu*) (**vidi:** *pomično dno; usporedi:* *bušači*).

Rubna mora ⇒ *epikontinentalna mora*

Rubni efekt – Pojava da su na rubovima određenog staništa uvjeti različiti u odnosu na uvjete u središtu staništa i u pravilu manje povoljni za vrste koje preferiraju dano stanište. Rubni efekt dolazi do izražaja prilikom fragmentacije staništa kada se ukupna površina povoljnog staništa u preostalim fragmentima bitno smanjuje.

Salinitet - (**sinonim:** *slanost*) - Ukupna količina soli u gramima koja se nalazi u 1kg morske vode.

Samosakaćenje ⇒ *autotomija*

Samozasjenjivanje (**engl.** *self-shading*) – Pojava kada velika količina fitoplanktona smanjuje količinu svjetla koju dobiva svaka stanica, osobito stanice koje su u donjim slojevima.

Saprofagi (Saprofiti) - Heterotrofni organizmi koji se hrane uginulom i dijelom mehanički i kemijski raspadnutom organskom tvari biljnog i životinjskog porijekla. Saprofagi uključuju niz podkategorija kao što su *detritofagi* (hrane se *detritusom*); *koprofagi* (hrane se izmetom drugih životinjskih vrsta); te *nekrofagi* (hrane se leševima životinja) (**vidi:** *heterotrofni organizmi*).

Sargasi ⇒ *plutajući sargasi*

Scijsafilni organizmi – Organizmi koji izbjegavaju jako svjetlo, vole zasjenjena staništa (**usporedi:** *fotofilni organizmi*)

Search image ⇒ *tražena slika*

Sedentarije ⇒ *sjedilački organizmi*

Sedentarni organizmi ⇒ *sjedilački organizmi*

Sediment (sinonim: talog) - Materijal koji pokriva morsko dno, koje može imati različito porijeklo.

Sekundarna proizvodnja - Proizvodnja organske tvari na razini *konzumenata*; *heterotrofna* proizvodnja (**vidi:** *produktivitet*).

Self-shading ⇒ *samozasjenjivanje*

Selice - Organizmi koji poduzimaju migracijska kretanja (**vidi:** *migracijska kretanja*, *anadromne selice*, *katadromne selice*).

Sesili ⇒ *sesilni organizmi*

Sesilni organizmi - Nepokretni organizmi, stalno pričvršćeni za čvrstu podlogu.

Seston - Obuhvaća ukupni materijal koji lebdi u vodi koji uključuje žive organizme (*plankton*) i nežive čestice (*tripton*) (**usporedi:** *neuston*).

Simbioza - Tip interakcije između organizama koji uključuje zajednički život dvaju ili više organizama. U širem smislu simbioza obuhvaća tri kategorije odnosa među organizmima: *komensalizam*, *mutualizam* i *parazitizam*. U užem smislu simbioza označava zajednički život dvaju organizama u kojem svaki od njih ima neku korist od udruživanja, dakle uključuje mutualizam (gdje je taj odnos *obligatan*) i *protukooperaciju* (gdje je taj odnos *fakultativan*). (**usporedi:** *mutualizam*, *protukooperacija*).

Simultani hermafroditi ⇒ *dvospolci*

Sinergizam - Zajedničko djelovanje dvaju čimbenika kod kojeg je njihov zajednički utjecaj veći od zbroja njihovih pojedinačnih utjecaja; obrnuto od *antagonizam* (npr. *komplementarni resursi* djeluju sinergistički (**vidi:** *komplementarni resursi*; **usporedi:** *antagonizam*)).

Sistematika - Klasifikacija (razvrstavanje) organizama u hijerarhijski niz kategorija (*taksa*; jednina: *takson*) s obzirom na njihovu evolucijsku srodnost.

Sjedilački organizmi (sinonim: sedentarni organizmi, sedentarije) - Organizmi koji nisu trajno pričvršćeni za morsko dno, ali im je premiještanje ili kretanje ograničeno na vrlo male udaljenosti. Prisutni su na čvrstom i pomičnom dnu. Neke skupine organizama koje su za dno pričvršćene i uopće se ne kreću, ali se tijekom svog života mogu više puta premjestiti na novu lokaciju ponekad se nazivaju i *hemisesilnim organizmima*. Među sjedilačkim organizmima su najčešća dva životna oblika: *ležači* i *cjevaši* (**vidi:** *ležači*, *cjevaši*).

Slane močvare - Tip vegetacije prisutan u nekim estuarijima, ali i u područjima gdje nema dotoka slatke vode, ali se radi o dubokim dobro zaklonjenim uvalama, gdje uglavnom rastu različite vrste *halofilnih* trava koje imaju veću ulogu od alga u formiranju površinskog pokrova. Te su močvare obično ispresijecane kanalima, a travnata vegetacija je pod morem za vrijeme plime ili oluja. Slane močvare spadaju među najproduktivnija morska staništa, ali se ne odlikuju velikom biološkom raznolikošću.

Slanost $\Rightarrow$ *salinitet*

Sloppy-feeding - Ishrana *herbivora* sa stanicama *fitoplanktona* prilikom koje se dio organskog materijala oslobodi u more; jedan od izvora otopljene organske tvari u moru.

Smrtnost $\Rightarrow$ *mortalitet*

Specifična stopa nataliteta – *Stopa nataliteta* koja nije izračunata u odnosu na cijelu populaciju (ukupna ili globalna stopa nataliteta), već na određeni dio populacije, najčešće u odnosu na određenu dobnu kategoriju, ili spol (ženke), što ima veću analitičku vrijednost od globalne stope nataliteta (**vidi:** *stopa nataliteta, natalitet*).

Specifična stopa mortaliteta – *Stopa mortaliteta* koja nije izračunata u odnosu na cijelu populaciju (*opća stopa mortaliteta*), već na određeni dio populacije, najčešće u odnosu na određenu dobnu kategoriju, ili spol. Izražava se u postocima ili promilima (**vidi:** *mortalitet, stopa mortaliteta, opća stopa mortaliteta*).

Specijalist $\Rightarrow$ *specijalizacija u prehrani*

Specijalizacija u prehrani - Prilagodba organizma da za prehranu koristi mali broj drugih organizama, ponekad samo jednu vrstu (*monofag*). Takav se organizam naziva *specijalist* (**vidi:** *stenofagi; usporedi:* *generalizacija u ishrani*).

Sredozemna mora - Mora koja su uvučena u unutrašnjost kontinenta više od rubnih mora, a s oceanima komuniciraju samo preko uskih tjesnaca čija je dubina manja od dubine samog mora.

Standing stock (crop) - (*stalna zaliha, stalna količina*) - Predstavlja stalnu veličinu *populacije* (izraženu brojem ili *biomasom*) u određenom vremenskom razdoblju.

Stanište - Najčešće sinonim za *biotop*. Međutim, često se upotrebljava kao oznaka za mjesto gdje organizam živi, gdje se može naći, uzimajući u obzir kompleks *abiotičkih* i *biotičkih* čimbenika; dakle u tom smislu stanište ima više značenje *ekosistema* a ne biotopa koji uključuje samo kompleks abiotičkih čimbenika; mjesto gdje biljke i životinje normalno žive koje je okarakterizirano bilo dominantnom vrstom (najčešće biljnom), bilo fizikalnim karakteristikama (npr. šumsko stanište, morsko stanište, potok, bara, livada, itd (**vidi:** *ekosistem; usporedi:* *biotop*).

Steady-state - Stanje u sustavu kada su suprotne sile ili protoci u ravnoteži (npr. *input* jednak *outputu*; rađanje jednako umiranju itd.); ravnotežno stanje.

Stenobionti $\Rightarrow$ *stenovalentni organizmi*

Stenofagi - Organizmi koji za prehranu koriste mali broj vrsta drugih organizama; imaju usku *ekološku valenciju* (*stenovalentni* su) kada je u pitanju prehrana (**vidi:** *ekološka valencija, specijalizacija u prehrani; usporedi:* *oligofagi, eurifagi*).

Stenovalentni organizmi - (**sinonim:** *stenobionti*) - Organizmi koji imaju usku *ekološku valenciju* u odnosu na kompleks osnovnih *ekoloških čimbenika*. Kada se želi istaknuti *ekološka valencija* u odnosu na određeni čimbenik onda se na prefiks *steno-* dodaje nastavak koji označava dani

čimbenik (npr. *stenoterman* organizam je onaj koji ima usku ekološku valenciju u odnosu na temperaturu; *stenohalini* organizam u odnosu na *salinitet* itd.). Točka *optimuma* kod stenovalentnih organizama može imati različiti položaj pa organizam može biti *oligostenovalentan* kada mu je optimum bliže *minimumu*; *polistenovalentan* kada mu je optimum bliže *maksimumu*; te *mezostenovalentan* kada je optimum po sredini između minimuma i maksimuma. (**vidi:** *ekološka valencija, kardinalne točke; usporedi: eurivalentni organizmi*).

Stepenica (**sinonim:** *etaža*) – Vertikalni prostor morskog bentoskog područja u kojem su ekološki uvjeti ili konstantni, ili redovito variraju između dvije kritične razine koje označavaju granice stepenice (**vidi:** *etažiranje*).

Stopa preživljavanja - Postotak preživjelih jedinki u populaciji od jednog vremenskog razdoblja do drugog.

Stopa rađanja (**sinonim:** *stopa nataliteta*) - Prosječan broj potomaka proizveden po jednom organizmu po jedinici vremena (**usporedi:** *natalitet, stopa umiranja*).

Stopa umiranja (**sinonim:** *stopa mortaliteta*) - Postotak novorođenih jedinki koji ugiba tijekom određenog vremenskog intervala (**usporedi:** *mortalitet, stopa rađanja*).

Stratifikacija - Prostorni *gradijent* određenog *biotičkog* ili *abiotičkog* čimbenika; uspostavljanje odvojenih slojeva vodene mase u odnosu na *temperaturu* ili *salinitet* koje se temelji na različitim gustoćama između tople i hladne, odnosno slane i slatke vode.

Strvinari – Organizmi koji se hrane strvinom ili ostacima uginulih organizama.

Stvarni mortalitet (smrtnost) - Postotak smrtnosti izražen u odnosu na početnu veličinu populacije (**vidi:** *mortalitet; usporedi: prividni mortalitet*).

Subletalno - Ono što dovodi do oštećenja struktura i/ili inhibicije funkcija organizma, a što trenutačno ne završava sa smrću (**usporedi:** *letalno*).

Sublitoralna zona – Dublji dio litorala koji se nastavlja na *litoralnu zonu* i proteže se do dubine od 60-200 m (do kraja *kontinentalne podine*). Zajedno s *litoralnom zonom* pripada *neritičkoj provinciji* (**vidi:** *litoral, litoralna zona*).

Subpolarna mora - Mora kod kojih je površinska temperatura uvijek niža od 10°C, a najčešće je, osim tijekom kratkih ljetnih razdoblja, niža i od 8°C.

Sukcesija – Slijed promjena sastava vrsta u zajednici

Sukcesivni hermafroditi ⇒ *dvospolci*

Suma efektivnih temperatura – Ukupna suma toplotne energije, izražene preko sume dnevnih temperatura tijekom trajanja razvitka ("suma stupnjeva dana"), koja je neophodna za odvijanje razvitka određenog razvojnog stadija ili ukupnog razvitka jedne jedinke, bez obzira na kojoj se temperaturu razvitak događa. Suma efektivnih temperatura je izražena *termalnom konstantom*. (**vidi:** *termalna konstanta; usporedi: suma topline*).

Suma topline - Ukupna suma toplotne energije, izražene u Joulesima koja je neophodna za odvijanje razvitka određenog razvojnog stadija ili ukupnog razvitka jedne jedinke, bez obzira na kojoj se temperaturu razvitak događa. Suma efektivnih temperatura je izražena *termalnom konstantom*. (**vidi:** *termalna konstanta; usporedi: suma efektivnih temperatura*).

Superparazit ⇒ *parazit*

Supralitoralna stepenica – *Stepenica* koja je samo iznimno potpuno uronjena, a u pravilu je vlažena prskanjem mora pod utjecajem valova.

Supstitucijski resurs $\Rightarrow$ *zamjenjivi resurs*

Supstrat - Površina na kojoj organizmi žive ili su na njoj pričvršćeni; materijal unutar kojeg organizmi žive (npr. zemlja, kamen, voda). Supstrat za organizme predstavlja podlogu za koju su vezani, sklonište ili, u slučaju mikroorganizama, materijal iz kojeg crpe hranu (**usporedi:** *medij*).

Svjetleći organi – Posebni organi za svjetljenje, česti kod dubinskih organizama (**vidi:** *bioluminiscencija*).

Šelf $\Rightarrow$ *kontinentalna podina*

Šume kelpa - Gusti nasadi *kelpa* koji spadaju u vrlo produktivna i biološki raznolika morska staništa (**vidi:** *kelp*).

Tablica života (preživljavanja) - Tablični prikaz stopa *nataliteta*, *mortaliteta* i *preživljavanja* za svaku dobnu kategoriju u populaciji. Tablica života je polazište za izračunavanje stope rasta dobnog strukturirane populacije (**vidi:** *stopa nataliteta*, *stopa mortaliteta*, *stopa preživljavanja*).

Takson - Sistematska kategorija (npr. vrsta, rod, porodica, red, razred itd) (**vidi:** *taksonomija*).

Taksonomija - Opisivanje, davanje imena i klasificiranje organizama (**vidi:** *takson*, *sistematika*).

Teleskopske oči – Povećane oči kod nekih dubinskih organizama, osobito riba, koje ponekad mogu činiti 1/10 do 1/6 težine cijelog organizma.

Temperatura - Stupanj toplinskog stanja tvari koji se mjeri određenom temperaturnom skalom; jedan od najvažnijih *klimatskih čimbenika* (**vidi:** *klimatski čimbenici*).

Temperaturni prag razvitka – Najniža temperatura na kojoj je razvitak još moguć; ispod te temperature razvitak se zaustavlja (**vidi:** *efektivna temperatura*; *termalna konstantna*).

Teorija optimalnog hranjenja - Matematički model koji analizira optimalan način hranjenja organizama u ovisnosti o nizu čimbenika (količina hrane, udaljenost mjesta hranjenja, potrošena energija prilikom procesa hranjenja itd.).

Terigeni muljevi - Muljevi koji su nastali od materijala donesenog s kopna (vjetrom, rijekama, ispiranjem tla itd.) (**usporedi:** *pelagički muljevi*).

Terigeni sedimenti - Sedimenti koji vode porijeklo s kopna, a nastali su mehaničkom i kemijskom erozijom izronjenog kopna (**usporedi:** *organski sedimenti*, *halmirogeni sedimenti*).

Teritorijalna kompeticija - Odvija se kroz obranu teritorija ili prostora (**vidi:** *kompeticija*).

Teritorijalnost - Fenomen vezan za prostornu strukturu populacije. Pojava kada jedinka ili skupina jedinki aktivno brani svoj *areal aktivnosti* ili neki njegov dio (**vidi:** *areal*).

Termalna konstanta – Produkt trajanja razvika i *efektivne temperature*; $D(T - t_0) = C$; gdje su: D - ukupno trajanje razvitka, T – temperatura na kojoj se odvija razvitak, t_0 – temperaturni prag razvitka. (**vidi:** *efektivna temperatura*; *temperaturni prag razvitka*).

Termička aklimatizacija (prilagođavanje) – Fiziološko prilagođavanje na određenu temperaturu.

Termička konvekcija ⇒ *konvekcija*

Termohalina konvekcija ⇒ *konvekcija*

Termoklina - Sloj vodenog stupca s naglom promjenom temperature. Ovaj se sloj može nalaziti na različitim dubinama što ovisi o geografskoj širini područja i s njom povezanom *klimom*, te o periodu godine (sezona); sloj mora s maksimalnim vertikalnim *gradijentom* temperature.

Thinnemanov zakon - Opće pravilo djelovanja *ekoloških čimbenika*. Po njemu je brojnost jedne organske vrste određena onim čimbenicima koji se po količini ili intezitetu najviše udaljavaju od *optimuma* i to u najosjetljivijem stupnju razvitka date vrste ("Čvrstoću lanca određuje najslabija karika"). Thinnemanov zakon predstavlja nadopunjenu i poopćenu verziju *Liebigovog zakona minimuma* (**vidi**: *Liebigov zakon minimuma*).

Točka kompezacije ⇒ *kompezacijska točka*

Toksini - Otrovnost tvari različitog porijekla (organskog ili anorganskog). Mnoge su od njih proizvod različitih biljnih i životinjskih vrsta koje ih koriste za zaštitu od drugih organizama ili za ubijanje plijena. Međusobno djelovanje toksinima među mikroorganizmima uspostavlja različite oblike *interspecifičkih odnosa*, koji mogu biti značajni faktor u regulaciji *gustoće populacija* i ostvarivanju dinamičke ravnoteže u okviru *ekosistema*.

"Top-down" kontrola (*kontrola predacijom, kontrola "odozgo"*) - Stupanj u kojem su veličina *populacije* kao i varijacije te veličine određene čimbenicima koji uzrokuju bakterijski *mortalitet*, a tu u prvom redu spadaju *predatori* i virusi. Dok *resursi* predstavljaju gornju granicu rasta populacije, *predacija* određuje razinu realiziranog rasta (**usporedi**: *"bottom-up" kontrola*).

Topla umjerena mora - Mora kod kojih se površinska temperatura kreće između 12 °C i 23 °C, a ponekad i do 25 °C ali samo tijekom kratkih razdoblja (**vidi**: *umjerena mora*; **usporedi**: *hladna umjerena mora*).

Toplokrvnost ⇒ *homeotermija*

Trade-off ⇒ *kompromis*

Transformacija - Energetsko preoblikovanje kemijskih spojeva u biološkim sustavima koje se u prvom redu događa tijekom *oksidoredukcijskih reakcija*.

Tražena slika ("search image") - Učenjem i iskustvom predatori stvaraju "traženu sliku" poželjnog plijena (zapamćeni izgled plijena). Prilikom traženja plijena jedinke potencijalnog plijena koje susreću uspoređuju s traženom slikom što ih čini efikasnijima i smanjuje greške.

Trofička razina - Položaj u *hranidbenom lancu* koji je određen brojem koraka u prijenosu energije do te razine.

Trofička struktura - Organizacija *zajednice (biocenoze)* i *ekosistema* koja se temelji na hranidbenim odnosima među *populacijama*.

Trofičke kaskade - Utjecaj *predatora* na organizme koji se nalaze na *trofičkim razinama* ispod njihovog plijena (utjecaj "predatorovog predatora"). Npr. ciljati kao glavni predatori flagelata (a flagelati su najvažniji bakterijski predatori) mogu imati pozitivan utjecaj na bakterijsku *populaciju*.

Trofičko - Ono što se odnosi na hranu i hranjenje.

"Trofičko kapanje" - U raznolikijim sustavima (zajednicama) utjecaj organizama s jedne trofičke razine nije tako snažan na pojedinu vrstu na trofičkoj razini ispod nje, jer se taj utjecaj raspršuje na veći

broj vrsta. Takva situacija više sliči na "trofičko kapanje" nego na "*trofičke kaskade*" (**vidi:** *trofičke kaskade*).

Trofogena zona $\Rightarrow$ *fotička zona*

Trofolitička zona $\Rightarrow$ *afotička zona*

Tropska mora - Mora kod kojih je površinska temperatura uvijek viša od 23 °C, a najčešće viša i od 25 °C.

Turbulencija (turbulentno miješanje) - Gibanje tekućine u kojem su trenutačne brzine podložne nepravilnim promjenama.

Turnover $\Rightarrow$ *vrijeme obrtanja*

Ugrožene vrste – Vrste kod kojih vjerojatnost nestanka iznosi 20% u razdoblju od 20 godina ili 10 generacija (ovisno što je duže) (**vidi:** *kategorije rizičnosti*; **usporedi:** *ranjive vrste, kritične vrste*)

Ultraplankton - Planktonski organizmi manji od 5 μ m.

Umjerena mora - Mora kod kojih se površinska temperatura kreće između 8 °C i 23 °C. Razlikujemo *hladna umjerena mora* i *topla umjerena mora* (**vidi:** *hladna umjerena mora*; *topla umjerena mora*).

Unutarstanišna komponenta raznolikosti – Raznolikost vrsta između različitih područja ali unutar jednog definiranog staništa (**usporedi:** *unutarstanišna komponenta raznolikosti*).

Unutrašnja mora - Mora koja se uskim i plitkim pragom otvaraju ne prema oceanu, nego prema nakom drugom moru (npr. Jadransko more).

Upozoravajuća obojenost - Jedna od prilagodbi plijena za izbjegavanje predatora, potpuno suprotna *kriptičnosti*, koja se sastoji u tome da je organizam obojen jarkim bojama (žuta, narančasta, crvena - često u kombinaciji s crnom) čime se predator upozorava na nejednostojnost ili otrovnost plijena (**vidi:** *kriptičnost*).

Upwelling - Vertikalno uzdizanje vode, obično u blizini obala, uvjetovano vjetrom koji puše s kopna. Uzdizanje vode podiže i hranjiva s dna i pridnenih slojeva vode u površinske slojeve što uvjetuje visoku organsku *produkciju*.

Uzajamno esencijalni resursi - Situacija u kojoj kako se jedan *resurs* približava kritičnoj razini za datog *konzumenta*, potrebno je sve više drugog limitirajućeg resursa (**vidi:** *resurs*).

Uzorak - Dio *populacije* na osnovu kojeg se zaključuje o čitavoj populaciji. Uzorak treba ispunjavati dva uvjeta, a to su da je *slučajan* i *reprezentativan*.

Vagili $\Rightarrow$ *vagilni organizmi*

Vagilni organizmi - Pokretni organizmi koji imaju veću amplitudu kretanja (**usporedi:** *sesilni organizmi*, *zakorijenjeni organizmi*).

Van't Hoffovo pravilo - Izražava ovisnost brzine kemijskih reakcija o temperaturi. Prema ovom pravilu kemijske se reakcije odvijaju 2-3 puta brže s porastom temperature od 10°C. Ovo je pravilo u određenim granicama primjenjivo i na brzine životnih procesa kod organizama, posebice kod jednostaničnih mikroorganizama, ali je primjenjivo samo unutar određenog temperaturnog raspona

i uz potrebnu rezervu s obzirom na ogroman broj biokemijskih reakcija koje se odvijaju u organizmu.

Vanjski okoliš $\Rightarrow$ *životni okoliš*

Velika morska doba (sinonim: *živa doba*; *engl. spring tides*) – Morska doba za vrijeme sizigija kada su Mjesec i Sunce u konjukciji ili u opoziciji (mlad mjesec i pun mjesec ili uštap), kada privlačne sile Mjeseca i Sunca djeluju u istom pravcu, pa se učinci njihovih djelovanja zbrajaju (**vidi:** *morska doba*; **usporedi:** *mala morska doba*).

Vertikalno miješanje - Izmjena vode između pridnenih i površinskih slojeva.

Visoka voda – Faza najviše razine morske vode (**vidi:** *plima, oseka*; **usporedi:** *niska voda*)

Viviparnost - Rađanje živih mladih (**usporedi:** *oviparnost*).

Vremensko kašnjenje (pomak) - Kašnjenje u odgovoru *populacije* ili drugog sustava na promjene uvjeta u *okolišu*; jedan od uzroka osciliranja veličine populacije.

Vrijeme obrtanja (*engl. turnover*) - Brzina zamjene *biomase* s novostvorenom biomasom; pokazatelj dinamike *ekosistema*. Brzina obrtanja se može procijeniti preko proizvodnje nove biomase (omjer između biomase i *proizvodnje*), ili preko eliminacije postojeće biomase, a u tu svrhu može poslužiti *grazing* pod uvjetom da je on dominantan izvor mortaliteta u sustavu, pa je u tom slučaju brzina obrtanja definirana kao omjer između biomase i *grazinga*)

Vrijeme rukovanja (*eng. handling time*) $\Rightarrow$ *disk jednadžba*

Vrijeme traženja (*eng. search time*) $\Rightarrow$ *disk jednadžba*

Vrijeme udvostručavanja - Prosječno vrijeme koje je potrebno *populaciji* da se njena veličina udvostruči (**usporedi:** *generacijsko vrijeme*).

Vrijeme zadržavanja (*engl. residence time*) - Inverzna vrijednost brzine prijenosa energije kroz *ekosistem*; vrijeme zadržavanja energije na određenoj trofičkoj razini, a definirano je omjerom između energije pohranjene u biomasu i stope protoka energije (*biomasa/neto produktivnost*); omjer između veličine nekog dijela *ekosistema* i protoka kroz njega, izražen u jedinicama vremena; prosječno vrijeme koje energija ili tvar provedu u danom dijelu ekosistema. Vrijeme zadržavanja se katkad rađa računa s masama nego s energijama pa se tada naziva *omjer akumulacije biomase*.

Vruće točke nestanka – Područja u kojima su vrste izrazito ugrožene i gdje je stopa nestanka vrsta velika (**vidi:** *prioritetni ciljevi zaštite*; **usporedi:** *centri raznolikosti, centri endemizma, centri korisnosti, reprezentativni tipovi zajednica i ekosistema*).

Zakorijenjeni oblici (sinonim: *pivotantni oblici*) - Nepokretni oblici svojstveni pomičnom supstratu u kojega su zakorijenjeni korjenolikom nastavcima; ekvivalent *sesilnim organizmima* ali na pomičnom supstratu (**vidi:** *pomičan supstrat*; **usporedi:** *sesilni organizmi*).

Zamjenjivi (supstitucijski) resurs - *Resurs* koji može zadovoljiti određene potrebe organizma umjesto nekog drugog resursa. Zamjenjivi resursi mogu biti *komplementarni* i *antagonistički* (**vidi:** *resurs, komplementarni resurs, antagonistički resurs*; **usporedi:** *esencijalni resurs*).

Zamjenske serije - Eksperimentalni postupak za praćenje *interspecifičke kompeticije*, koji isključuje utjecaj *intraspecifičke kompeticije* na način što je ukupna gustoća organizama u eksperimentu konstantna, dok varira omjer između broja jedinki dviju vrsta (**vidi:** *kompeticija*).

Zaštitna obojenost $\Rightarrow$ *homokromija*

Zatvorena mora - Mora koja su potpuno zaokružena kopnom, pa bi se prije mogla nazivati slanim jezerima (npr. Kaspijsko more, Aralsko more itd.).

Zooplankton - Naziv za životinjsku komponentu *planktona* (**vidi:** *plankton*).

Žal - Uski dio profila (reljefa) morskog dna koji obuhvaća područje plime i oseke.

Životna oblast - Velika područja na Zemlji u kojima se odvija život, a koja se međusobno bitno razlikuju po svojim fizikalno-kemijskim osobinama, pa tako i po sastavu zajednica. Na Zemlji razlikujemo tri velike životne oblasti: kopno, more i slatke vode.

Životni oblik (forma) - Skup *adaptivnih* odlika jedne organske vrste usklađenih s konkretnim okolišem u kojoj ta vrsta živi. Životna forma je *adaptivni tip* koji odražava neposredne odnose vrste prema određenom kompleksu životnih uvjeta pod kojima živi. Životna forma je ekološka kategorija i nije vezana za nikakvu *sistematsku kategoriju*. *Plankton* i *bentos* su dva primjera životnih formi u morskom okolišu koji uključuju organizme iz različitih sistematskih kategorija.

Životni okoliš - Obuhvaća brojne i složene utjecaje vanjskog okoliša na organizme, koji mogu biti različite prirode (fizikalne, kemijske i biološke), kojima je organizam izložen i na koje na svoj specifičan način odgovara.

Životna zajednica - (**sinonim:** *biološka zajednica, zajednica, biocenoza*) - Visoko integrirani skup *populacija* biljaka i životinja u određenom staništu koji je obično definiran prirodom njihovih interakcija ili mjestom na kojem žive. Njihov se zajednički život temelji na vrlo složenim uzajamnim odnosima koji su rezultat dugog evolucijskog procesa njihovog međusobnog prilagođavanja, međusobne konkurencije, kao i prilagođavanja uvjetima okoliša. Životna zajednica se ponekad iz praktičnih razloga dijeli na *fitocenuzu* (skup međusobno povezanih populacija biljaka) i *zoocenuzu* (skup međusobno povezanih populacija životinja).

Živa dna - Biljni i životinjski organizmi ili dijelovi organizama koji predstavljaju dno za druge organizme (npr. obraštaji alga i poliheta na ljušturama školjkaša, mnogi organizmi kao podlogu koriste taluse alga itd.).

Žuta tvar – Tvar srodna kiselinama koja u more dopijeva s kopna (rijekama ili vjetrom)