

# Morske zajednice

Dvije životne sredine u moru:

1. Slobodna voda (pelagijal) – zajednice **PLANKTON** i **NEKTON**
2. Morsko dno (bental) – zajednica **BENTOS**



# Život na morskem dnu





# Morsko dno – fizička struktura

**1. Hridinasto dno** – stijene i krupno kamenje - na mjestima gdje zbog pojačane dinamike vodenih masa (talasi, struje), nije moguće taloženje finih čestica mulja i pijeska (uz samu obalu, do 200 m)

**2. Pjeskovito dno** - zrnca pijeska u prosjeku  $>0,1$  mm, a pretežno su silikatnog porijekla. Taloženje ovih čestica vrši se na većoj dubini, a u obalskoj zoni na zaklonjenim mjestima – tako nastaju pjeskovite plaže

Prelaz između pjeskovitog i hridinastog dna čini **šljunkovito i ljuštorno** dno. Čestice šljunka su u prosjeku oko 3 mm veličine pa naviše, dok je ljuštorno dno organogenog porijekla, a čine ga ostaci ljuštura Mollusca, Echinodermata, Crustacea i krečnjačkih algi



# Morsko dno – fizička struktura

**3. Muljevito dno** pokriva najveći dio površine morskog dna – zone sa smanjenom dinamikom vodenih masa (fine čestice sedimenata  $<0,1$  mm)

- **terigeni elementi** mulja dopijevaju u more rijekama, bujicama i vjetrovima. Nastaju razaranjem kamena i naplavina zemlje i pokrivaju oko 20% morskog dna - uglavnom u zoni šelfa, maksimalno do 200 m dubine.
- **pelagični mulj** potiče od ostataka pelagičnih organizama: foraminifere, radiolarije, kokolitoforide, silikoflagelate, dijatomeje, planktonski račići itd - javlja se iza pojasa terigenog mulja - od 1000 m dubine pa naniže. Pokriva oko 45% morskog dna i uglavnom je krečnjačke ili silikatne prirode.

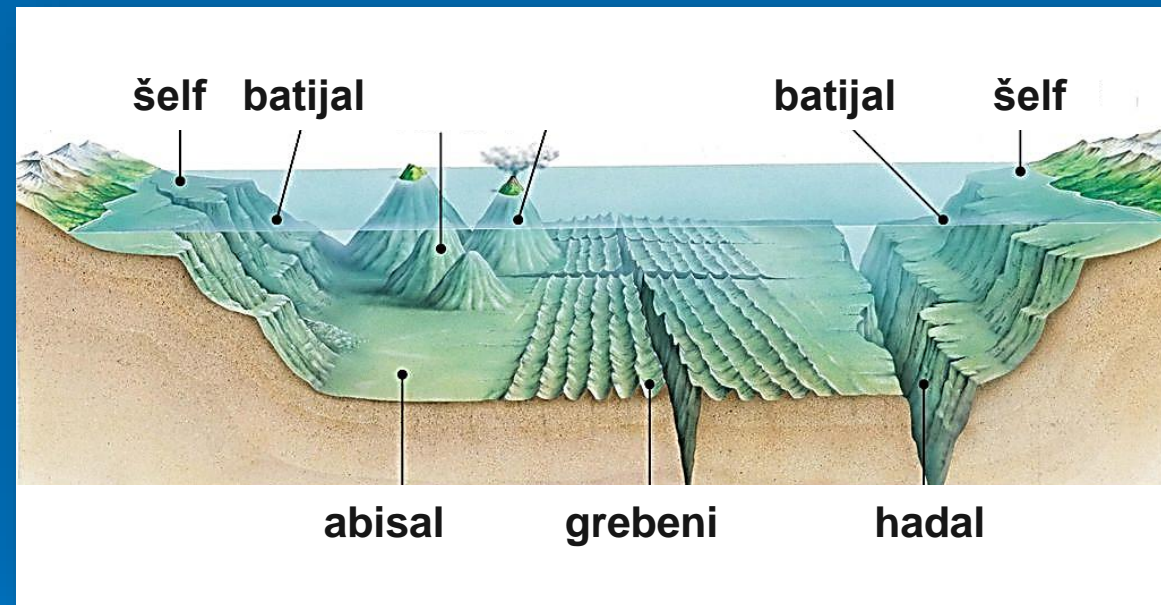
**4. Crvena glina** - na najvećim dubinama ( $>6000$  m) - oko 33% morskog dna, boja potiče od Fe i Mg oksida.

Tokom tonjenja pelagični organizmi bivaju potpuno razoreni fizičko-hemijskim procesima u vodi, pa nema mulja



# Reljef dna – grubo zoniranje

1. Žal (obala)
2. Šelf (kontinentalna padina)
3. Batijal (kontinentalni slaz)
4. Abisal (ravno dno)
5. Hadal (rovovi)
6. Grebeni



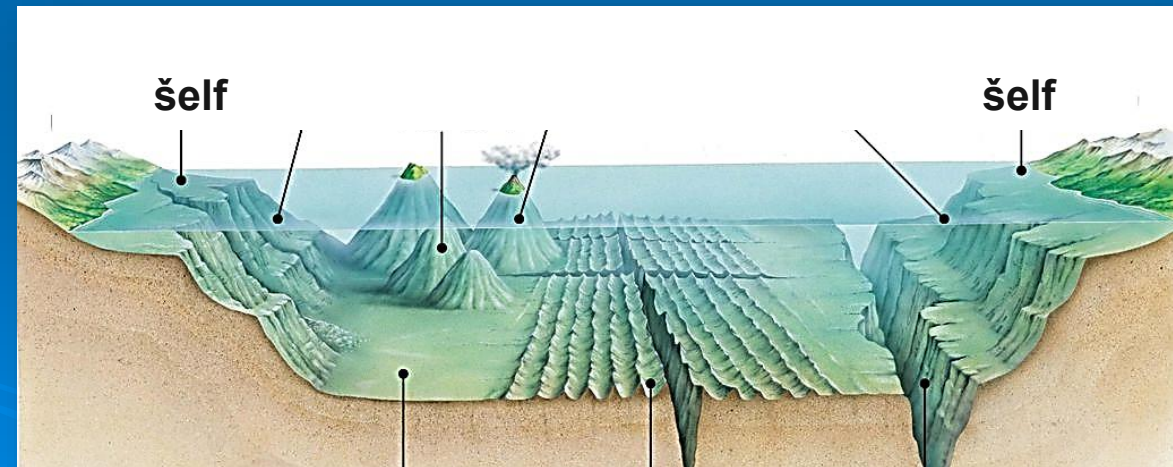
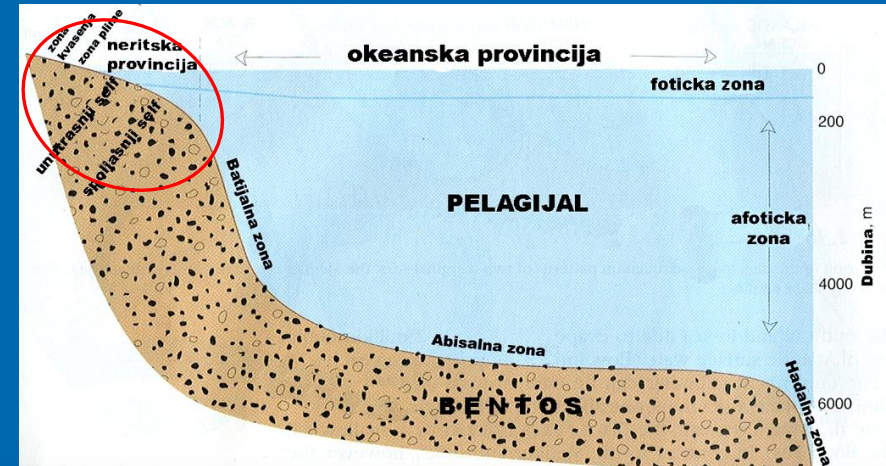


# Reljef dna – grubo zoniranje

**1. Žal (obalski dio)** - uski najplići pojas morskog dna između visoke i niske vode (nekoliko cm do 15 m - varira u različitim djelovima svjetskog mora)

**2. Šelf (kontinentalna padina)** - karakteriše se laganim padom dna. Prosječno se spušta do dubine od 200m i čini oko 8 % od ukupne površine okeanskog dna. Stub vode iznad kontinentalnog šelfa označava se kao plitka voda – **fotička zona**.

Širina šelfa varira od skoro nepostojeće uz obale Perua i Čilea (gdje se strmi pad Anda nastavlja i u moru), pa do preko 800 km sjeverno od Sibira u Arktičkom okeanu



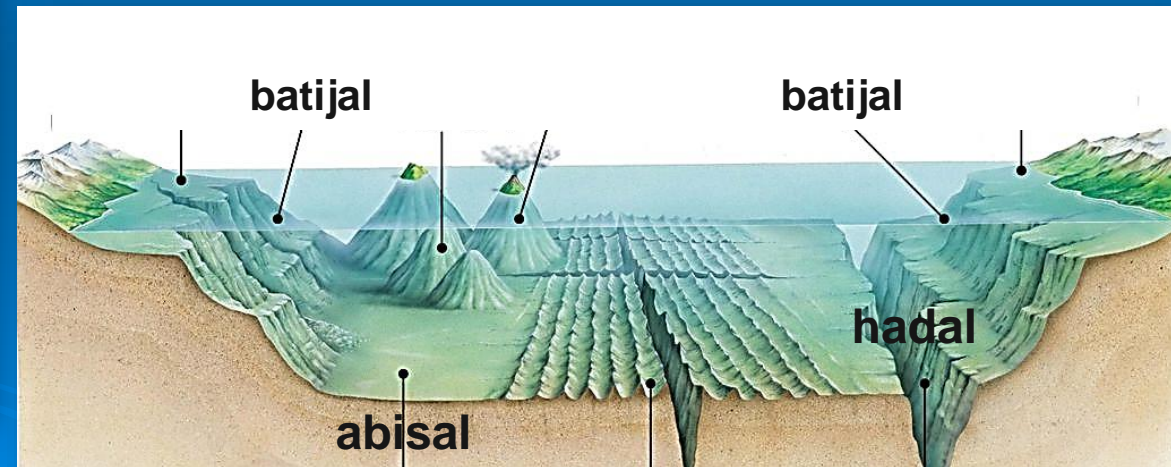
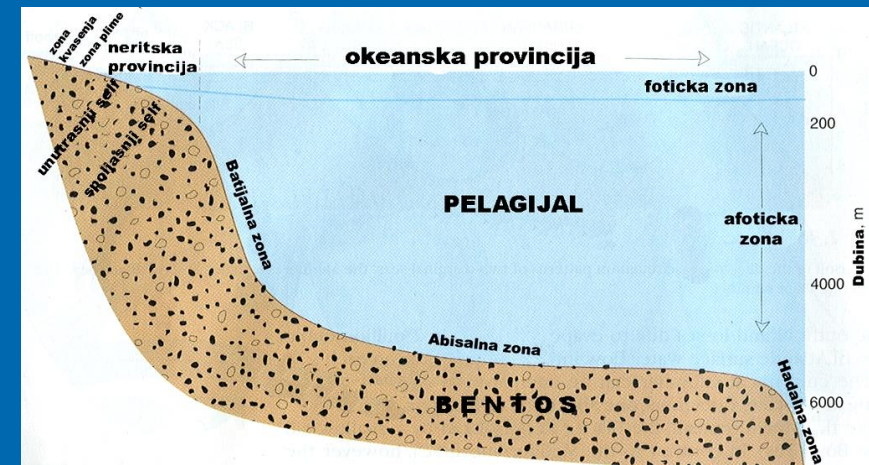


# Reljef dna – grubo zoniranje

**3. Kontinentalni slaz (batijal)** – strmi pad morskog dna: 200 – 3000m dubine, 15% od ukupne površine dna svjetskog mora

**4. Abisalna ravan (abisal)** – ravno morsko dno (3000 – 6000 m) koje čini najveći dio okeanskih basena i sastoji se od ravnog sedimentom pokrivenog prostora (75% ukupne površine dna svjetskog mora)

**5. Okeanski rovovi (hadal)** – dijelovi okeanskog dna koji se spuštaju preko 6000 m dubine, a čine manje od 2% okeanskog dna (Čelendžer – 11km)





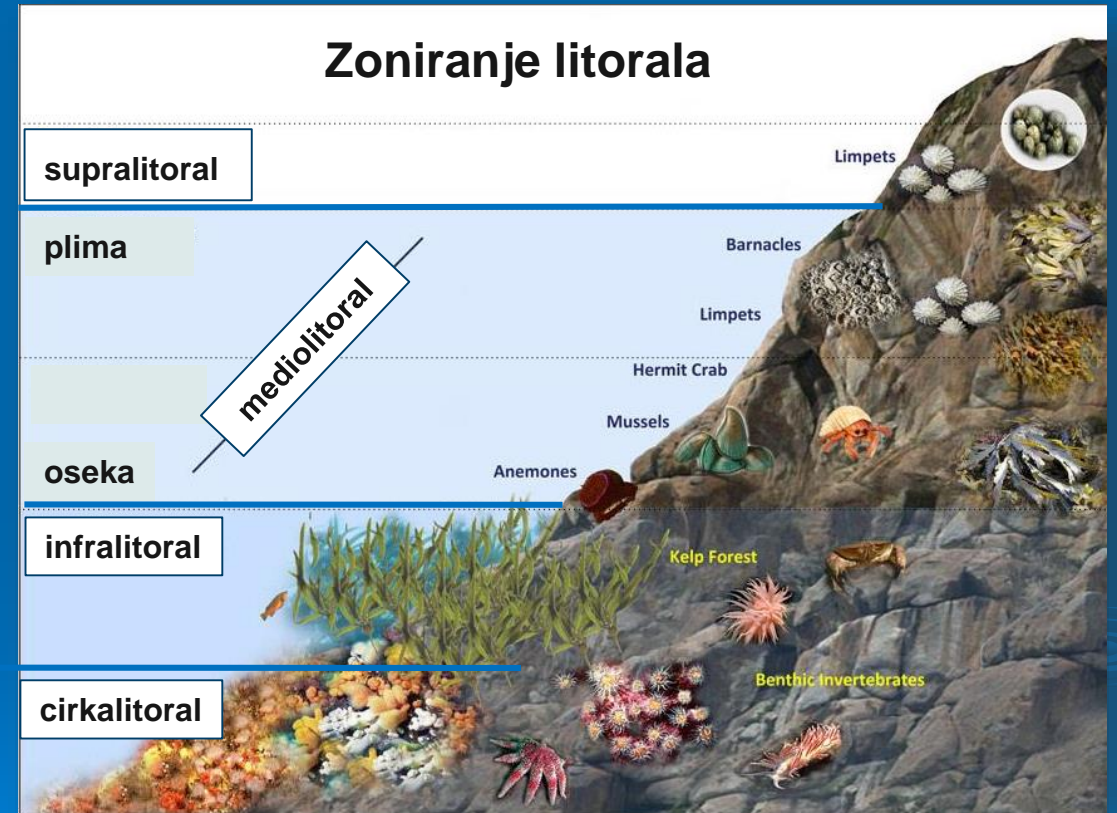
# Reljef dna – fino zoniranje

## 1) **Litoral** - 8% (obala i kontinentalni šelf)

- supralitoral – kvasi se samo talasima
- mediolitoral – zona plime i oseke
- infralitoral – do kraja morskih cvjetnica
- cirkalitoral – do kraja šelfa (do 200m)

## 2) **Profundal** - 92% (dubinska zona dna)

- batijal
- abisal
- hadal





# Bentoske zajednice litorala





# Litoral - osobine

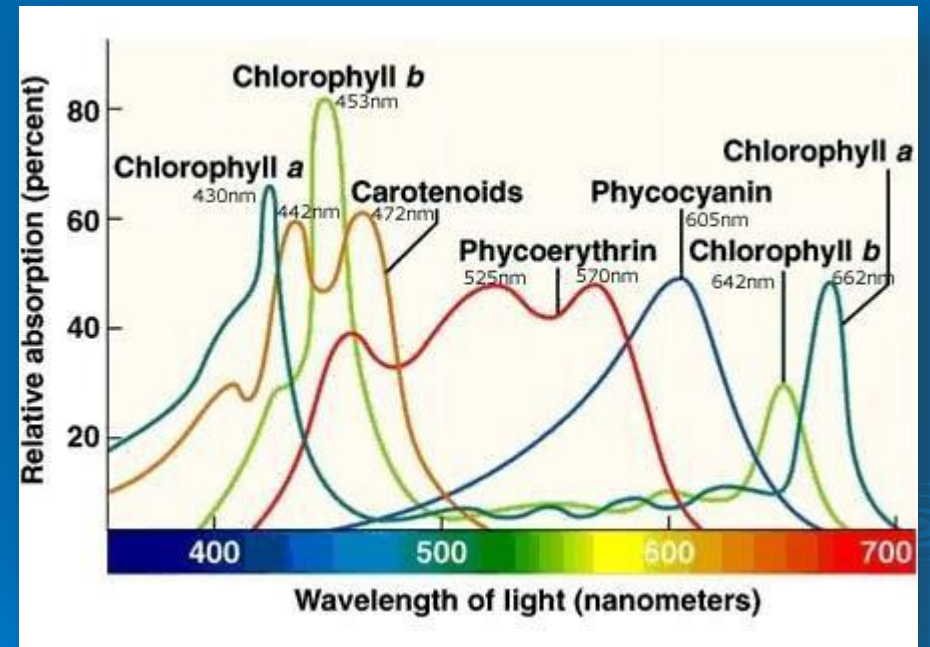
- U prosjeku do 200 metara dubine
- Prisustvo svjetlosti – fotička zona – zona fotosinteze
- Prisustvo **najveće količine organskih materija**
- Izraženo variranje fizičko-hemijskih parametara (posebno temperature)
- Velika **raznovrsnost supstrata** tj. prisustvo najrazličitijih tipova podloge za naseljavanje bentoskih organizama (stjenovita, šljunkovita, pjeskovita, mulj)
- **Najveće bogatstvo živog svijeta** - ogromna većina bentoskih algi, sve morske cvjetnice i oko 99% poznatih vrsta bentoskih životinja

## **ZAJEDNICE:**

- **Fitobentos** (litoralne alge i cvjetnice)
- **Zoobentos**

# Litoralne alge

- Značajne kao produkcionni činilac i stanište
- Mikrofitske alge (jednoćelijske i kolonijalne) – silikatne i zelene
- Makrofitske alge – mrke, zelene, crvene
- **Adaptacije na količinu i vrstu svjetlosti:** različiti sastav pigmenata – hromatska adaptacija
  - pored hlorofila – pomoćni pigmenti **karotenoidi i fikobilini**
  - crvene alge (fikobilini dominiraju) – dosežu najveće dubine





# 1) Supralitoralne i mediolitoralne alge

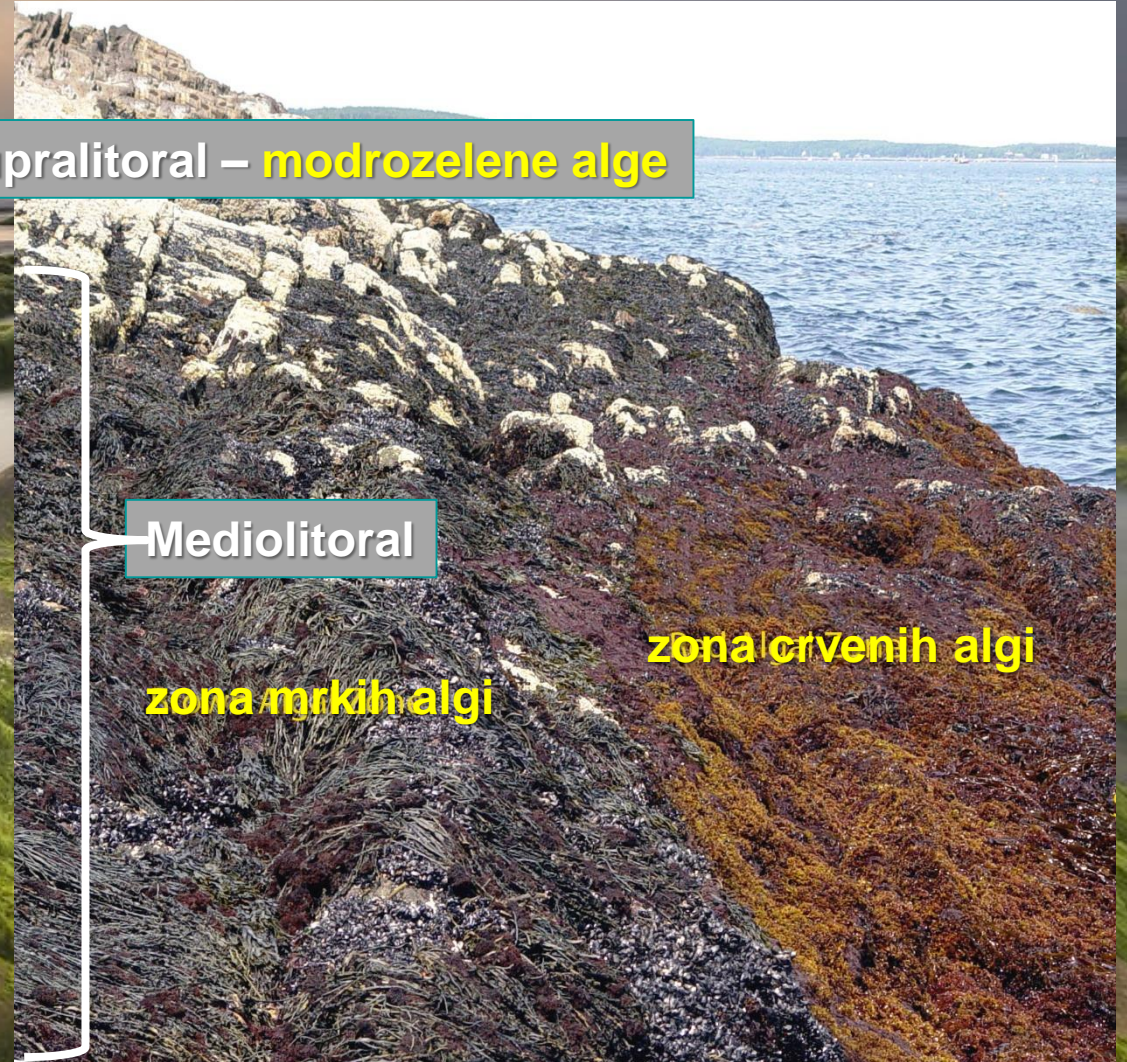
- Najbliže zona litorala
- Stjenovit supstrat
- Izraženi pokreti vode (talasi, plima i oseka)
- Suša
- **Adaptacije:** čvrsto utvrđivanje za podlogu, sluz, gusti busenovi
- Supralitoral – modrozelene alge
- Mediolitoral - mrke alge (gornji dio) i crvene alge (donji dio)

Supralitoral – modrozelene alge

Mediolitoral

zona mrkih algi

zona crvenih algi





# 1) Supralitoralne i mediolitoralne alge

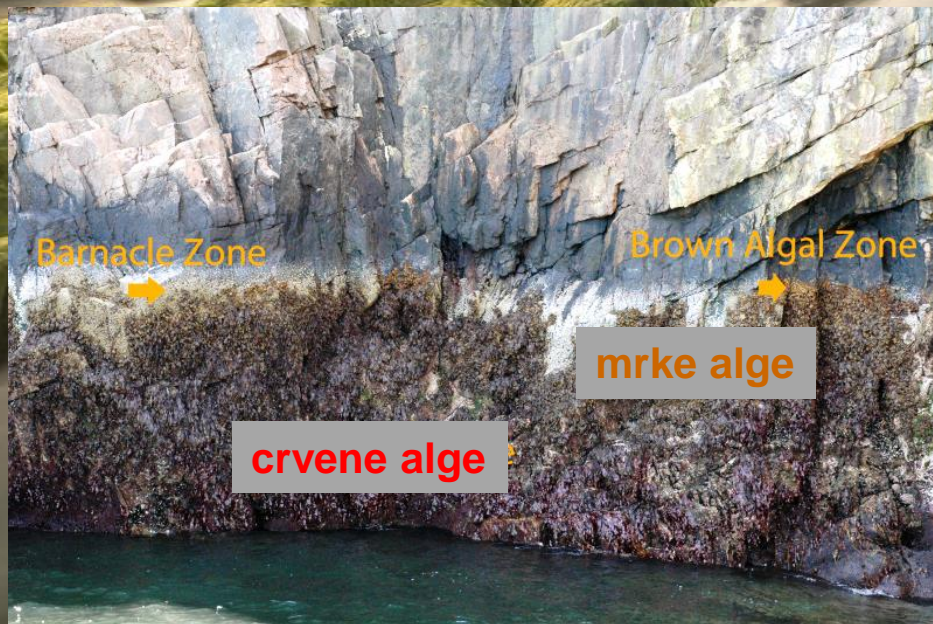
## Mediolitoral

mrke alge (gornji dio)

crvene alge (donji dio)

mjestimično i zelene alge

**JADRAN:**





# Mediolitoralne alge u **hladnim okeanima** **KELP** – džinovske mrke alge

- **Durvillea antarctica**  
(Australija) - debeli listovi  
širine preko 1m i dužine  
do 10m, pneumatofori za  
plivanje

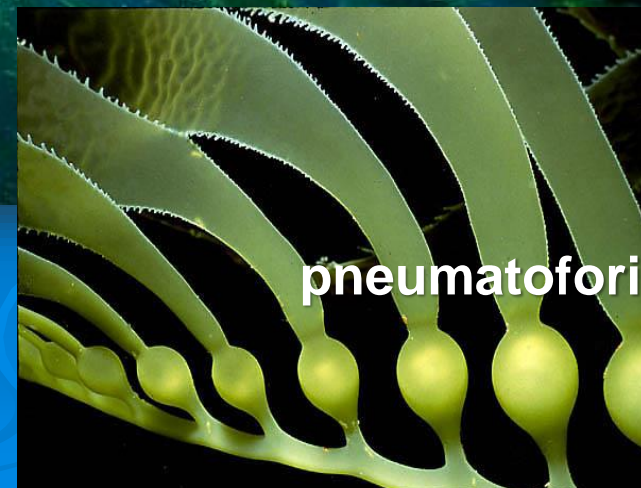




# Mediolitoralne alge u **hladnim okeanima** **KELP** – džinovske mrke alge

## *Macrocystis pyrifera*

česta duž zapadne  
obale Sjeverne Amerike,  
dostiže ogromne  
dimenzije i do 60m



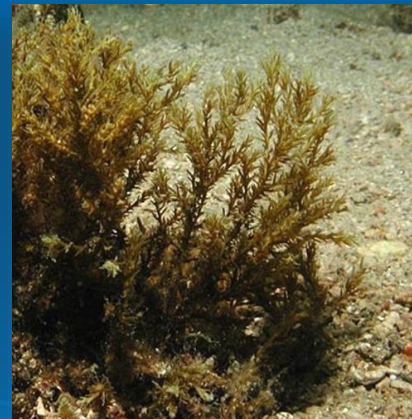


# Infralitoralne alge

- Najpovoljniji uslovi – stalno pokrivene vodom
- **Pješčana podloga** – pomičan supstrat je nepovoljan za učvršćivanje algi - moraju posjedovati dobro razvijen i razgranat rizoidalni dio, mali broj vrsta algi
- U Jadranskom moru, najčešća vrsta na pješčanom dnu je *Vidalia volubilis* (Rhodophyta) - gradi guste podvodne livade
- **Čvrst supstrat** – najveći diverzitet algi, najčešće zelene, mrke i crvene alge



*Sargassum*



*Cystoseira*



*Codium*



*Nematium*



# Infralitoralne alge

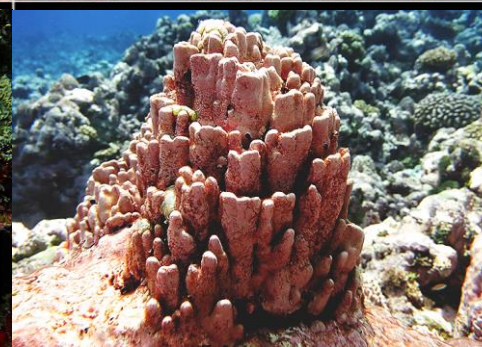
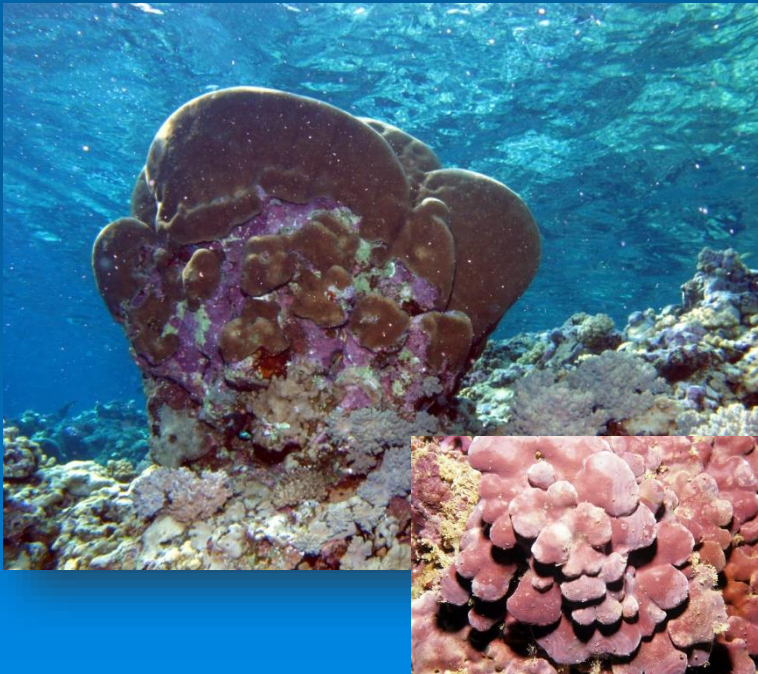
- Posljednjih godina u Mediteranu - širenje invazivnih tropskih vrsta algi *Caulerpa racemosa* i *C. taxifolia* - brzo vegetativno razmnožavanje, rastu na svim tipovima podloge, u vodu ispuštaju materije – alkaloide, nemaju prirodnog neprijatelja, pa se jako brzo šire - paraziti prostora – **tumor Mediterana**





# Cirkalitoralne alge

- Slabi svjetlosni uslovi – sciafilne alge, dominiraju crvene (fikobilini)
- Na čvrstoj podlozi – koraligena zajednica – krečnjačke alge, uglavnom crvene (*Pseudolithophyllum*, *Lithothamnion*) i zelene krečnjačke (*Udotea*, *Halimeda*)





# Morske cvjetnice

- Pripadaju porodici **Zosteraceae** (*Zostera*, *Posidonia*, *Cymodocea*) i ima ih oko 30 vrsta, većinom u toplim morima
- Naseljavaju samo **infralitoralnu** stepenicu i to **pomičnu** podlogu (pješčana i muljevita dna)
- Posjeduju horizontalne **rizome** kojima se pričvršćuju za podlogu, sa kojih vertikalno polazi mnoštvo linearnih listova
- Najčešća morska cvjetnica u Jadranu je **Posidonia oceanica**
  - gradi podvodne livade i stvara znatnu količinu organske materije i kiseonika
  - apsorbuje 15 puta više CO<sub>2</sub> nego ista količina tropske šume
  - rizomima učvršćuje morsko dno - djeluje protiv erozije obalnog područja





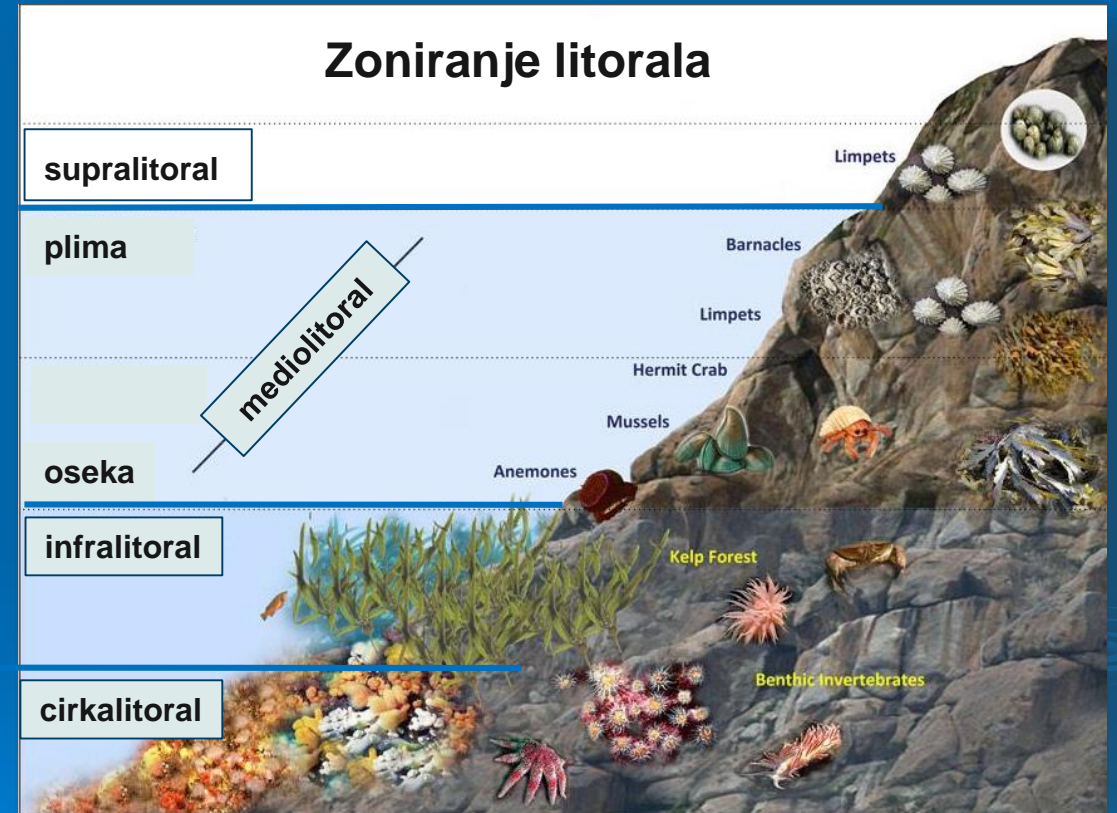
# ZOOBENTOS

## 1) Litoral (obala i kontinentalni šelf)

- supralitoral – kvasi se samo talasima
- mediolitoral – zona plime i oseke
- infralitoral – do kraja morskih cvjetnica
- cirkalitoral – do kraja šelfa (do 200m)

## 2) Profundal (dubinska zona dna)

- batijal
- abisal
- hadal



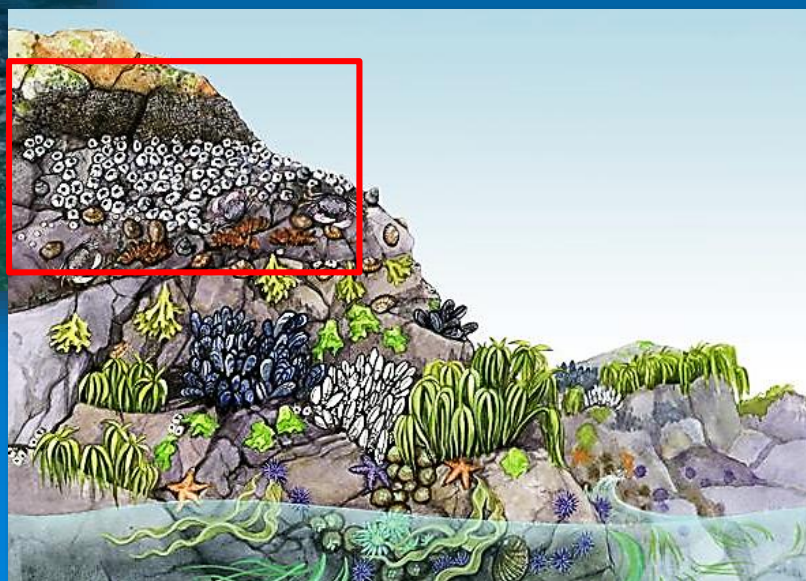


# LITORALNI ZOOBENTOS

- **Supralitoral** - zona vlaženja morskom vodom samo u vrijeme većih talasa, stjenovita podloga, siromašna u pogledu živog naselja
- **Mediolitoral** - zona plime i oseke - veći stepen vlaženja u odnosu na supralitoral – uglavnom sesilni litofilni organizmi - dobro pričvršćeni za podlogu, koji podnose talase i periode suše



**Gornja, sušnija zona – predstavnici**



**Cirripedni rakovi**



**Patella**

**Littorina**



**Mytilus**

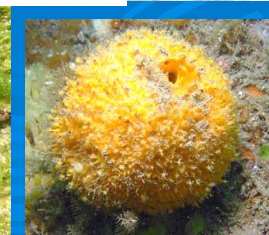
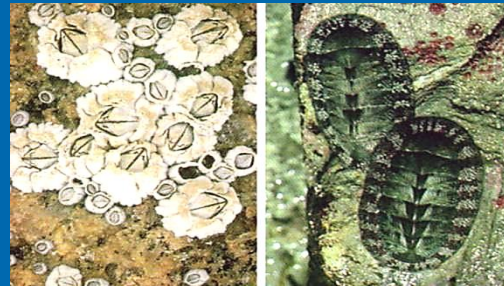
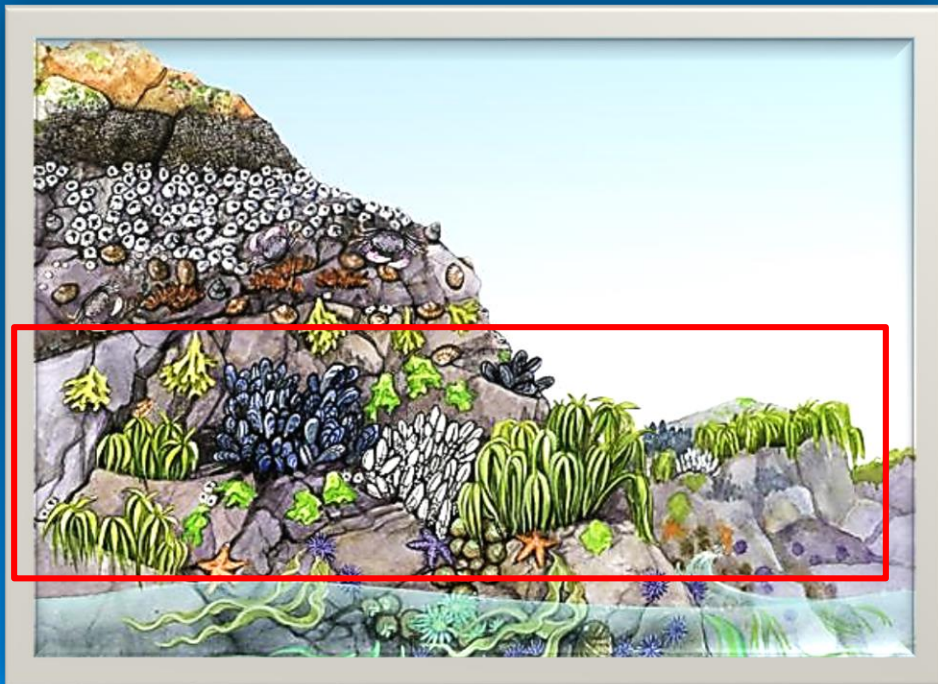




# LITORALNI ZOOBENTOS

Donji mediolitoral – pored sesilnih životinja sa ljušturama, javljaju se i pokretni organizmi i organizmi mekog tijela; raste biomasa algi

Ciripedni rakovi, hitoni (*Chiton olivaceus*), puževi (*Patella*), školjke (*Mytilus*, *Arca noae*), račići roda *Cenobita* i *Eupagurus* (tzv. hermit-krabe koje naseljavaju prazne ljušture puževa u cilju zaštite od predatora), razne vrste kraba, sundera i aktinije.



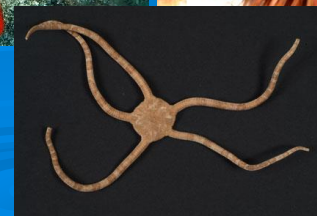
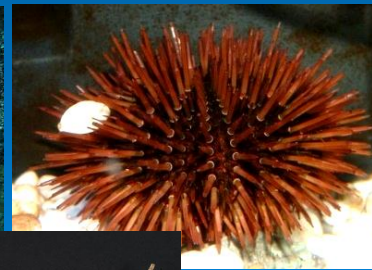
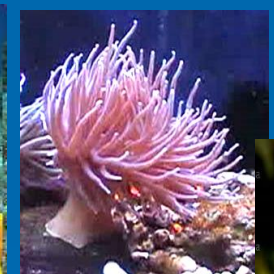
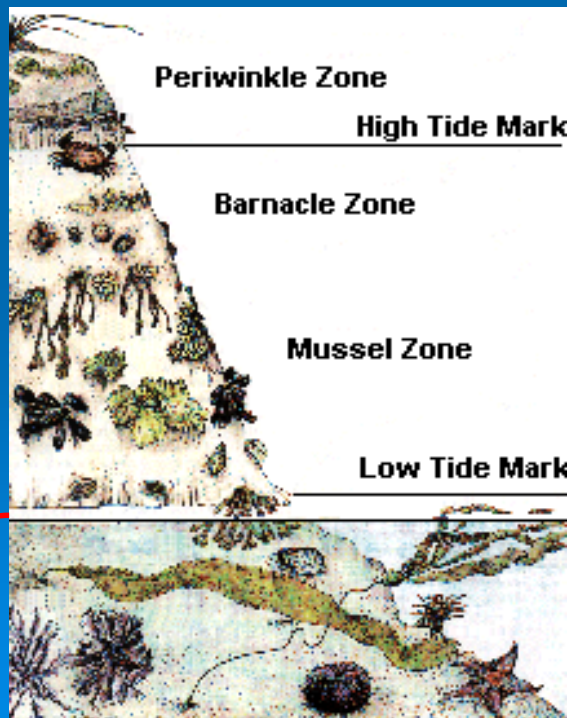


# LITORALNI ZOOBENTOS

**Infralitoralna stepenica** – od donjeg nivoa oseke do donje granice prostiranja morskih cvjetnica.

**Najgušće naseljeni dio litorala** – biljna biomasa veća od životinjske

- Na **čvrstoj podlozi infralitorala** (stijene i kamenje) dominiraju korali, anemone, sunderi (*Verongia*), bodljokošci (morske zvijezde *Asterias*, *Echinaster*, ježevi *Paracentrotus lividus*, zmijuljica *Ophioderma*), školjke (*Ostrea edulis*), puževi (*Gibbula*), krabe (*Acanthonyx*) itd.





# LITORALNI ZOOBENTOS

- **Infralitoral – pomična podloga** - dominiraju uglavnom polihete, nematode, morski krastavci, sunderi i neke vrste školjki koje preferiraju ovakav supstrat (*Pinna nobilis*, *Tellina*)
- Na ovom tipu podloge rastu **livade morskih cvjetnica *Posidonia oceanica***, pa je razvijena epifitska mikrofauna (flagelate, cilijate, anelide, nematode, polihete, amfipode, kopepode i dr), kao i razne vrste morskih krastavaca, školjki, puževa, rakova itd. Većina se hrani struganjem obraštaja od mikroalgi sa površine Posidonije





# LITORALNI ZOOBENTOS

- 4. Cirkalitoralna stepenica** – od infralitorala do kraja kontinentalnog šelfa (50 – 200)
- slaba osvjetljenost – nema morskih cvjetnica, samo sciafilne alge (uglavnom crvene)
  - biomasa životinja veća od biomase biljaka
  - smanjena dinamika vodenih masa i slabo variranje temperature



Na **čvrstoj podlozi** cirkalitorala razvija se tzv. **koraligena zajednica** u kojoj rastu krečnjačke alge, a od životinja **korali** (*Alcyonium*), **sunderi** (*Suberites*, *Spongia*), **morski krinovi** (*Antedon*), **školjke** (*Lithophaga lithophaga*), **rakovi**, itd.





# LITORALNI ZOOBENTOS

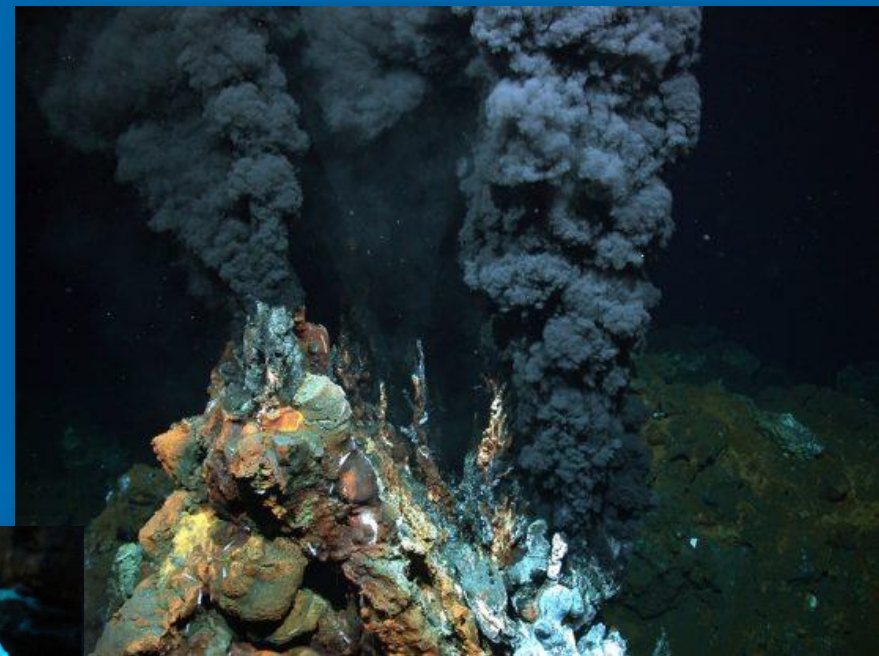
**Pomična podloga cirkalitorala** – donji, najdublji, najmračniji dio cirkalitorala - pjeskovito-muljevita podloga

- Ovu zonu naseljavaju uglavnom mekušci, tj. mnogi puževi (*Aporrhais*, *Turitella*) i školjke (*Pecten*, *Chlamys*, *Cardita*), rakovi, bodljokošci itd.





# ZOOBENTOS PROFUNDALNE ZONE

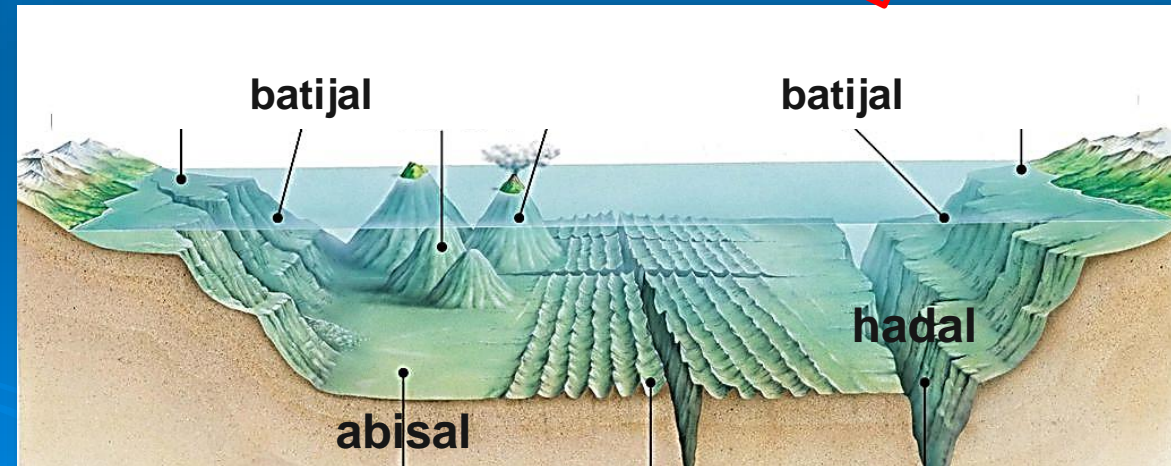
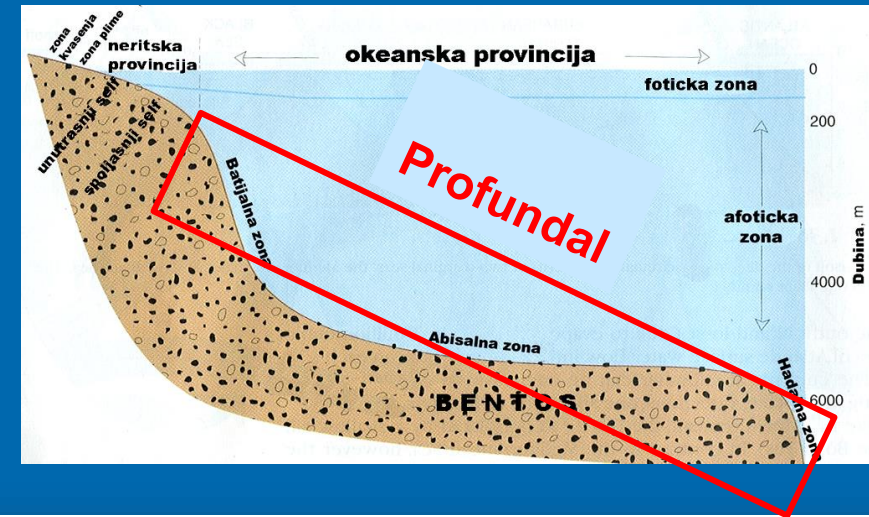




# Profundalna zona mora i okeana

**Profundalna (dubinska) zona** - dio morskog dna od donje granice kontinentalnog šelfa (200 m) pa do najvećih okeanskih dubina (92% ukupnog morskog dna)

- 1. Kontinentalni slaz (batijal)** – strmi pad morskog dna: 200 – 3000m dubine (15% dna)
- 2. Abisalna ravan (abisal)** – ravno morsko dno (3000 – 6000 m) - najveći dio okeanskih basena (75% dna)
- 3. Okeanski rovovi (hadal)** – dijelovi okeanskog dna koji se spuštaju preko 6000 m dubine (oko 2% dna)

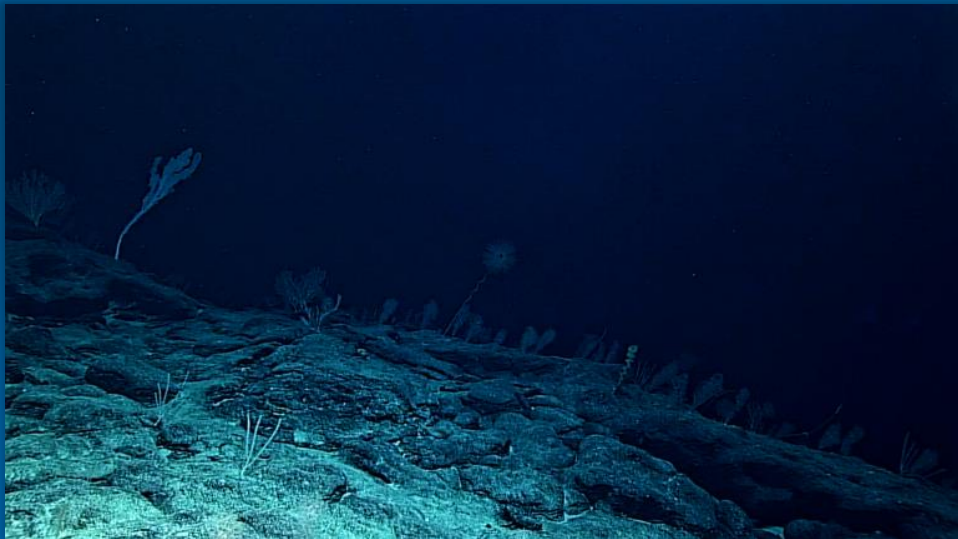




# Profundalna zona mora i okeana

## Karakteristike:

- potpuno odsustvo svjetlosti i fotosintetskih organizama
- deficit kiseonika
- konstantno niska temperatura i ogroman pritisak
- muljevito dno i crvena glina
- hrana uglavnom dopire odozgo – „morski snijeg“ (taloženje uginulih organizama) – detritus
- duboko-okeanski vrući izvori – omogućavaju primarnu produkciju (hemosinteza)





# Bentos profundalne zone

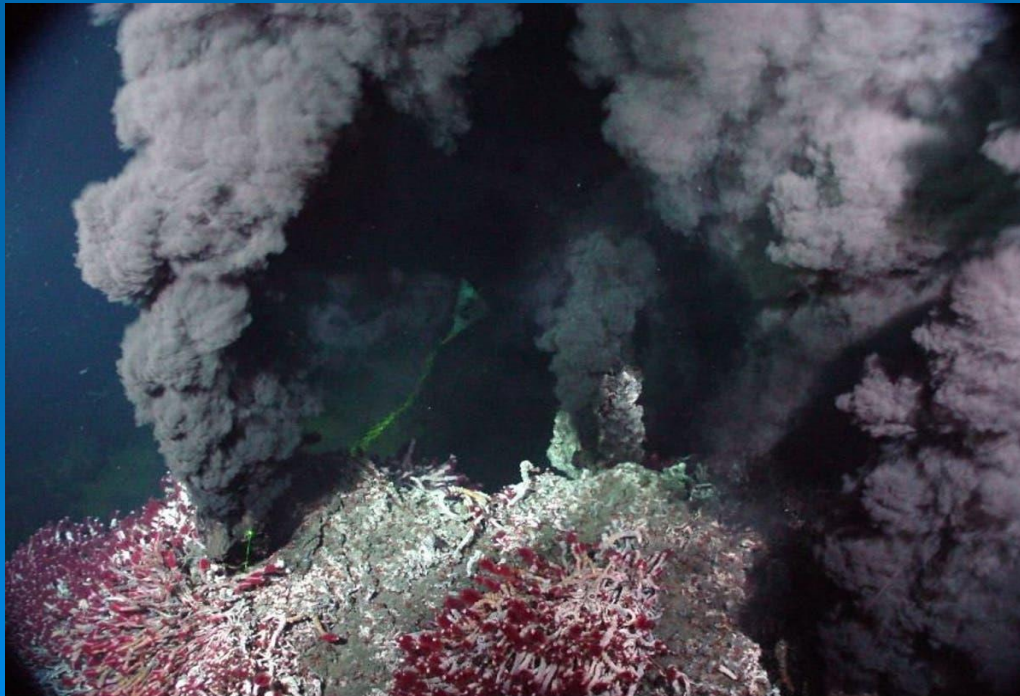
- Bentos se uglavnom sastoji od **nematoda**, **poliheta**, amfipodnih, izopodnih, ostrakodnih i kopepodnih **račića**, kao i nekih **kraba**, **bodljokožaca**, **puževa** i **školjki**
- Većina ovih organizama se hrani gutanjem sedimenta, iz kojeg, u digestivnom traktu izvlače organsku komponentu, a ostatak izbacuju





# Bentos profundalne zone

- **Duboko-okeanski vrući izvori** – izvori vrele vode koja izbija kroz pukotine na okeanskom dnu i sadrži veliku količinu sulfida ( $H_2S$ ,  $FeS$ ,  $MnS...$ ) koji boje vodu u crno – liče na dimnjake
- U njihovoj okolini je mnogo bogatiji živi svijet – posebni ekosistemi









# Bentos oko dubinskih izvora

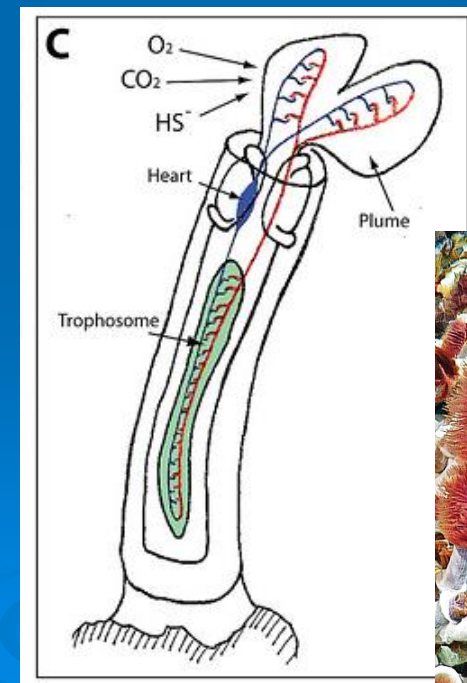
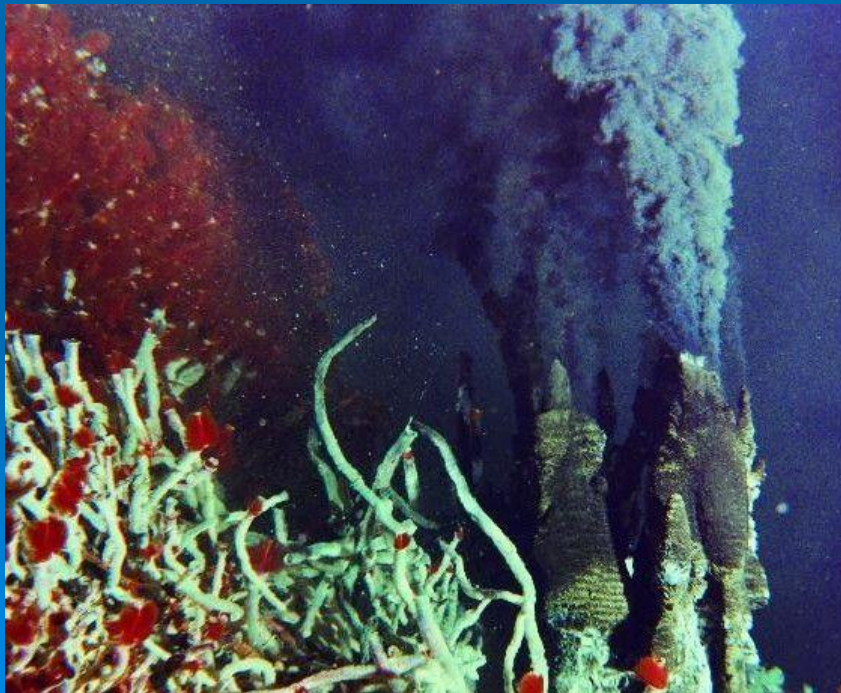
- **Hemosintetske sumporne bakterije** koriste  $H_2S$  iz vrućih izvora i oksiduju ga do sulfata – dobijenu energiju oksidacije koriste za sintezu organskih materija iz neorganskih – **HEMOSINTEZA**
- Hemosintetske bakterije – jedini primarni producenti u profundalu – baza lanaca ishrane
- One čine gust obraštaj na dnu kojim se hrane amfipodni i kopepodni račići
- Veći organizmi, kao što su puževi, škampi, krabe i hobotnice (naročito *Vulcanoctopus hydrothermalis*), su nastavak lanca ishrane





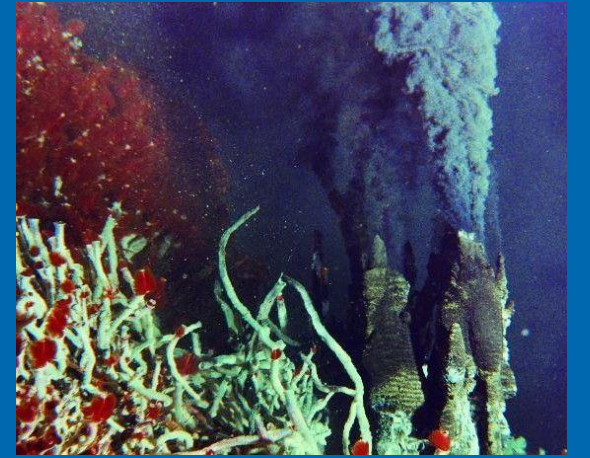
# Bentos oko dubinskih izvora

- Mnogi dubinski organizmi žive u **simbiozi** sa hemosintetskim bakterijama, ne hrane se spolja:
- 1. Džinovski cjevasti crvi** npr. **Riftia** (polihete) – žive u cjevčicama, nemaju digestivni trakt, sadrže organe – trofozome u kojima su hemosintetske bakterije; u tentakulama sadrže hemoglobin – transport  $O_2$ ,  $CO_2$  i  $H_2S$  do bakterija – od bakterija dobijaju organske materije





Riftia





# Bentos oko dubinskih izvora

2. **Džinovske školjke** npr. *Calyptogena magnifica* – hemoglobin – transport O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S do bakterija u svojim tkivima – od bakterija dobijaju organske materije



**Calyptogena magnifica**





# Bentos oko dubinskih izvora

**3. Puž „ljuskavo stopalo“** - *Chrysomallon squamiferum* – stopalo impregnirano mineralima gvožđa. Hemoglobin – transport  $O_2$ ,  $CO_2$  i  $H_2S$  do bakterija u svojim tkivima – od bakterija dobijaju organske materije





# KORALNI GREBENI



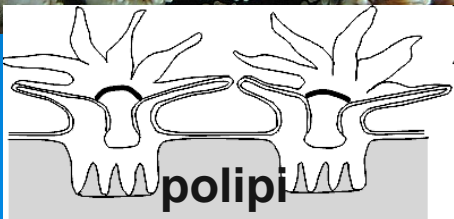
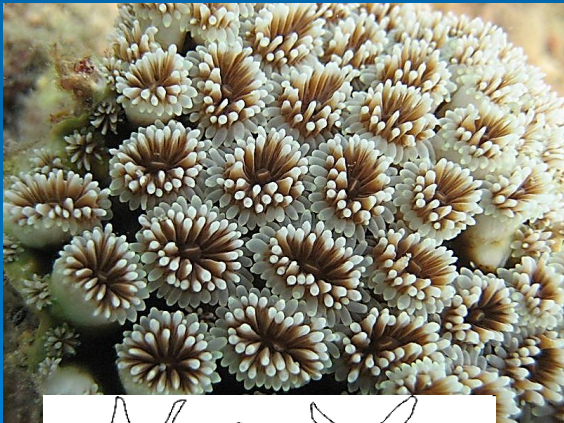


# Koralni grebeni - nastanak



**KORALI (*Anthozoa*)** - dupljari koji imaju samo oblik polipa pričvršćenih za podlogu

- Korali koji mogu da formiraju grebene pripadaju redu **Scleractinia** tzv. **kameni korali** (*Acropora*, *Millepora*, *Diploria*, *Porites*, *Siderastrea*, *Stylophora*)
- Sastoje se od ogromnog broja jedinki (polipa) koji uvijek žive udruženi u **kolonije**
- Kada polipi uginu, ostaje njihov **krečnjački skelet**, koji se može nagomilavati i dostizati ogromne dimenzije - **koralni grebeni**





# Koralni grebeni - tipovi

Postoje dva tipa koralnih grebena:

**1. Obalni grebeni** - formiraju uz obalu kopna

a) **ivični** (najčešći tip)

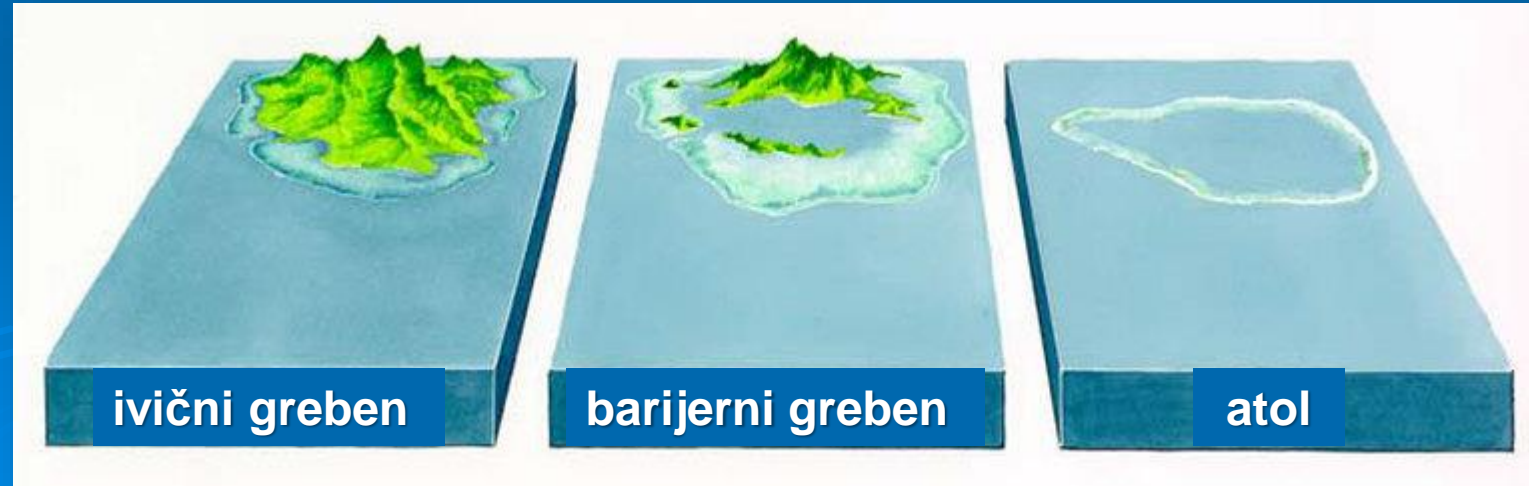
b) **barijerni**

**2. Okeanski grebeni** - formiraju uz obalu ostrva

a) **ivični** (najčešći tip)

b) **barijerni**

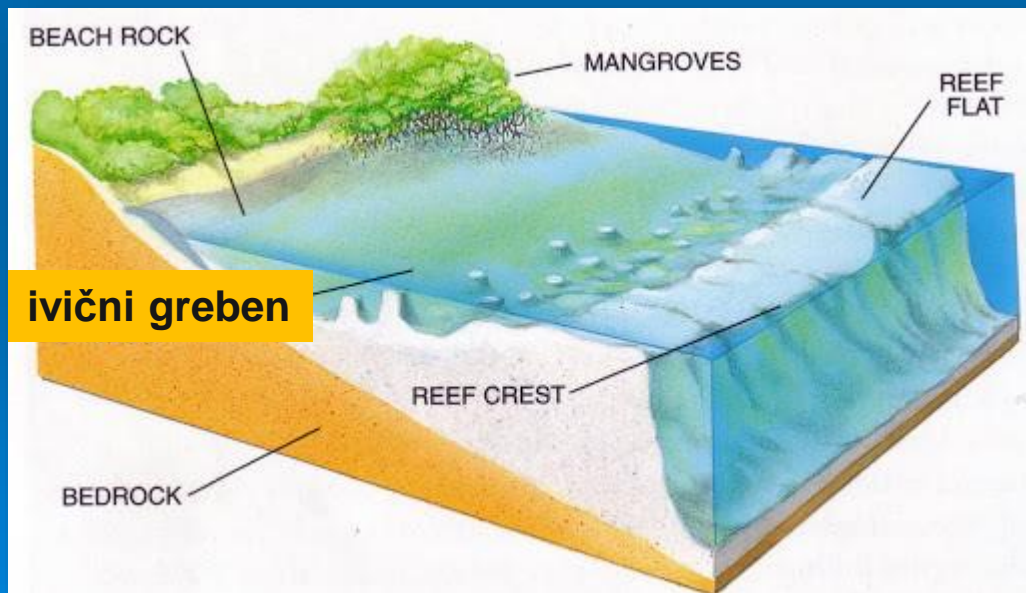
c) **atoli**





# Ivični grebeni

Formiraju uz samu obalu kopna ili ostrva tj. direktno se nastavljaju na nju (najčešći tip grebena)





# Ivični grebeni







Ivični greben



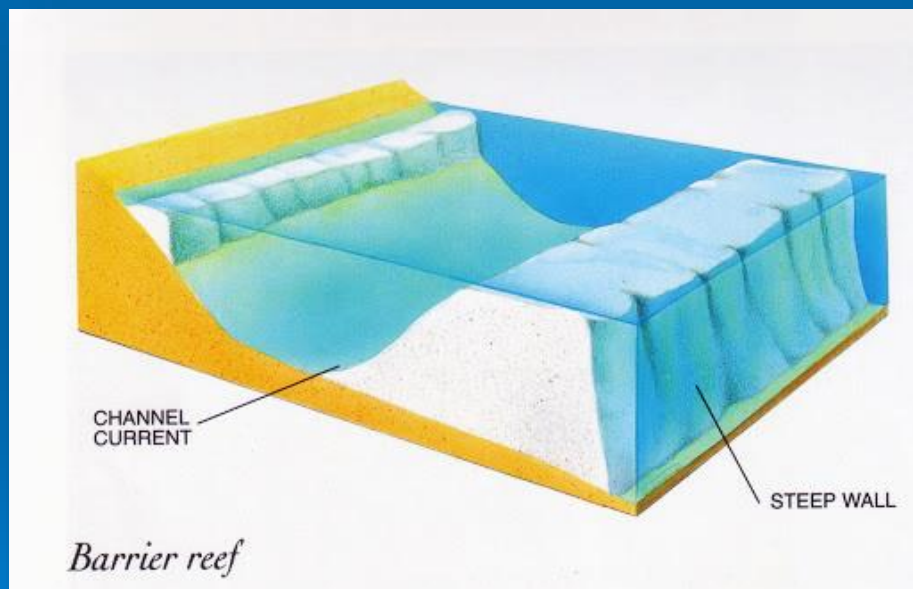
# Ivični grebeni





# Barijerni grebeni

Nisu povezani sa obalom, već je između obale i grebena relativno duboki **kanal** ili **laguna**



**Bora Bora** – ostrvo okruženo barijernim grebenima (Tih okean)



# Barijerni greben







**The Great barrier reef** - najveći koralni greben na svijetu – duž sjeveroistočne obale Australije (2.300 km dužine) – UNESCO

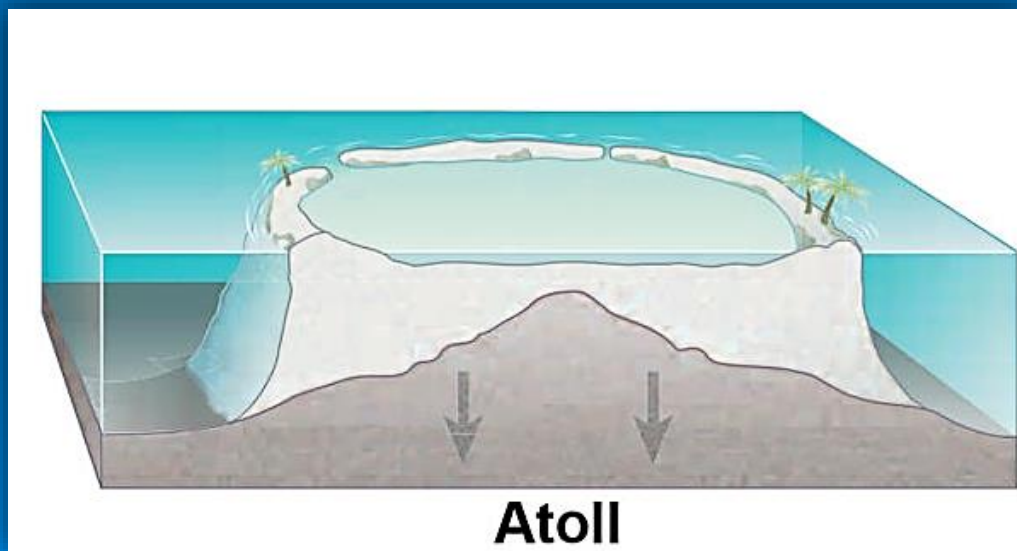


**Barijerni greben**



## 3. Atoli

Grebeni u obliku **prstena**, koji zatvaraju morsku vodu (lagunu) u centru





# Atol



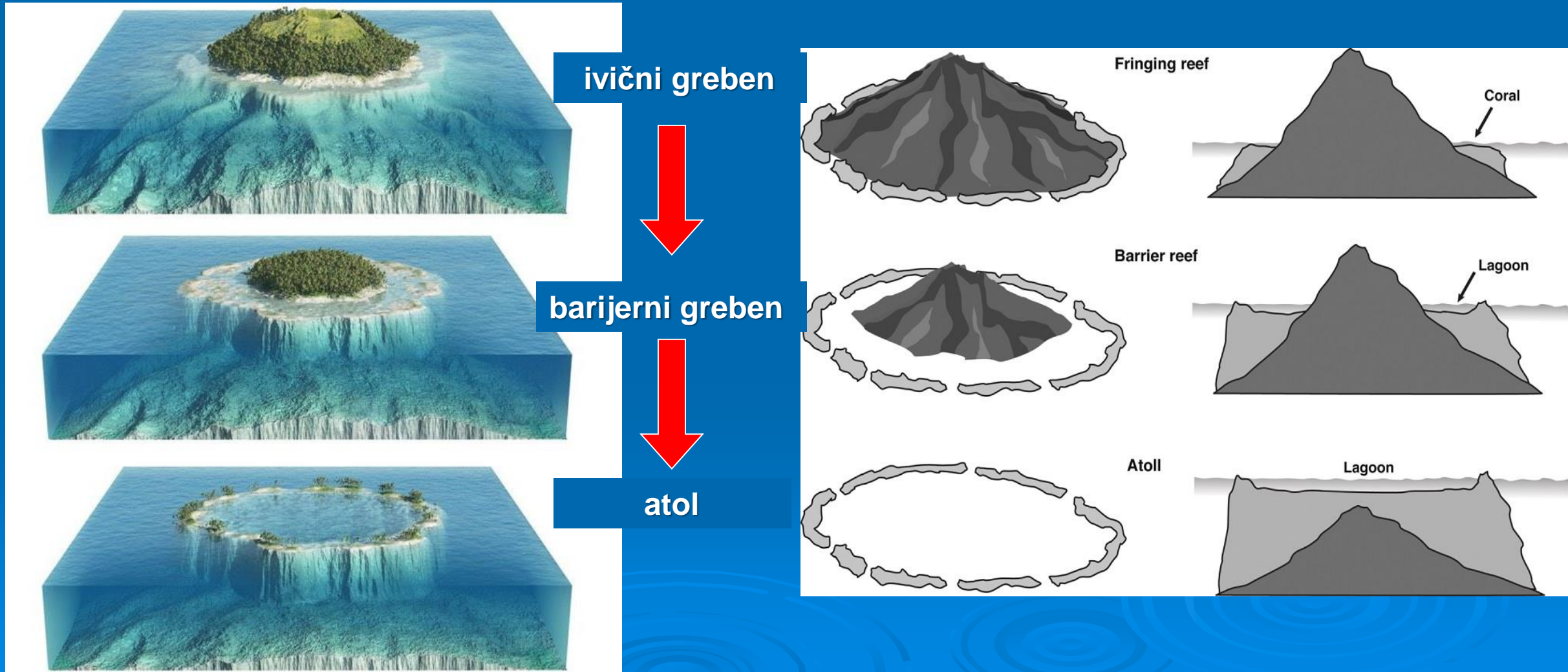


# Atol





# Sekvenca formiranja koralnog grebena:





# Koralni grebeni - geografska distribucija

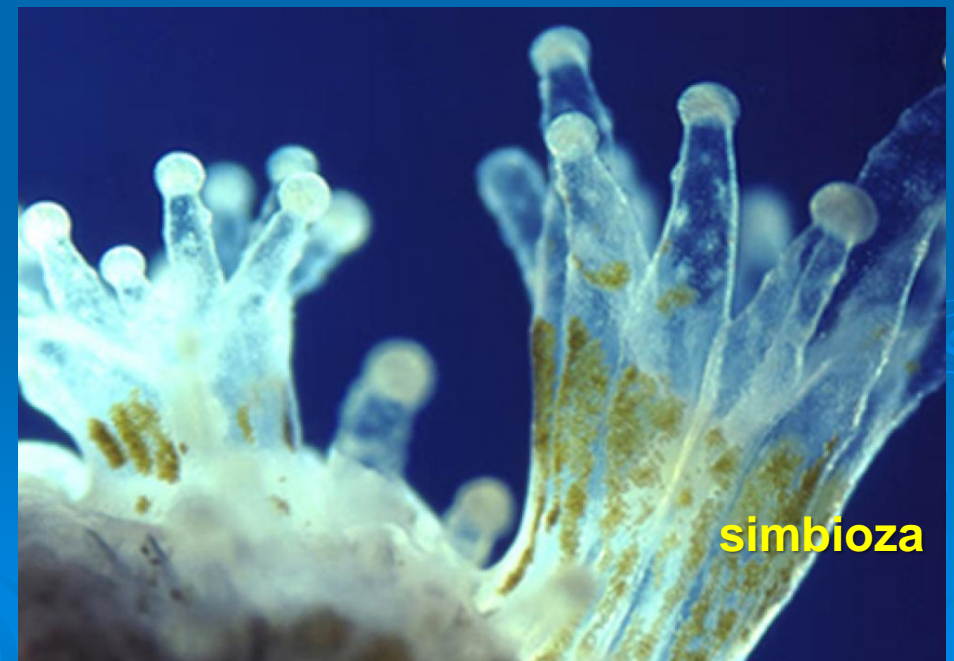
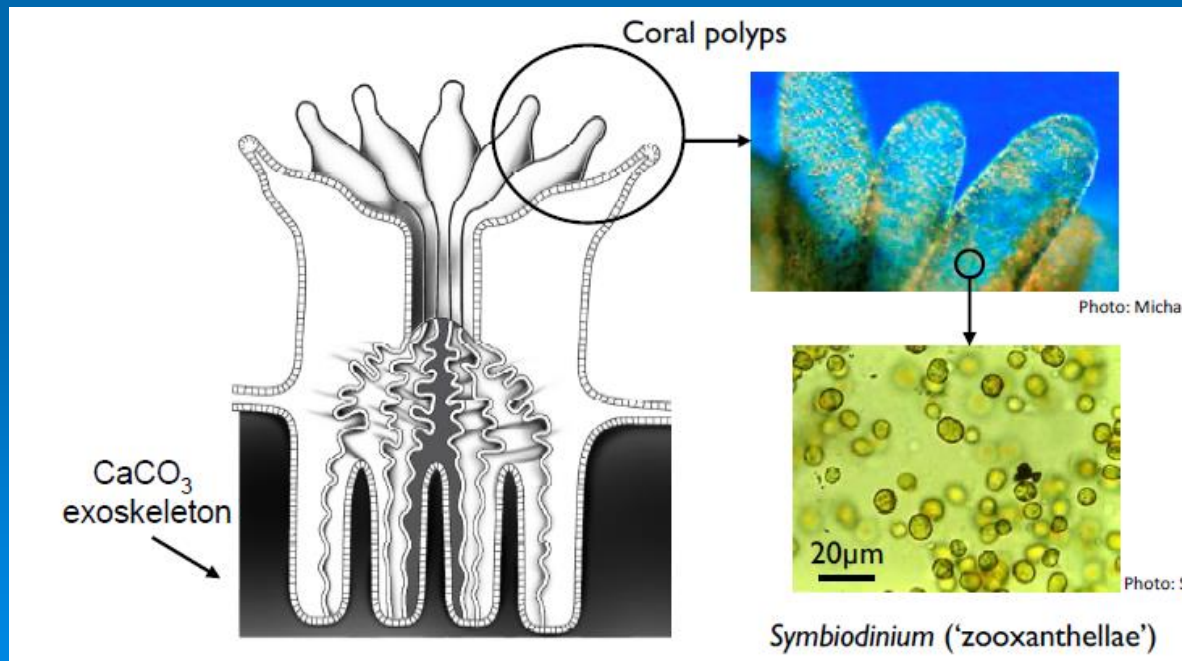
Javljaju se isključivo u gornjoj **osvijetljenoj zoni** i **samo u tropskim morima** (slabo produktivna mora zbog stalne termokline) – siromaštvo fitoplanktona i zooplanktona



javljaju se isključivo u ekvatorskom pojasu



- Koralni polipi se hrane planktonom, a u vodi tropskih mora je plankton veoma slabo razvijen
- Ipak, **koralni grebeni su najproduktivniji ekosistemi** na svijetu. **KAKO?**
- U endodermu svih korala koji grade grebene, žive **simbiotske alge zooksantele** (npr. *Symbiodinium* iz grupe Pyrrophyta) koje svoje fotosintetske produkte predaju koralima, od kojih dobijaju za uzvrat životni prostor i nedostajuće nutrijente (porijeklom od ekskrecije polipa)
- Zato se koralni grebeni i javljaju samo u **litoralnoj – osvjetljenoj zoni** okeana - jer je njihovim simbiotskim algama svjetlost neophodna za fotosintezu





# Koralni grebeni

## REZULTAT SIMBIOZE:

### Visoka primarna produkcija

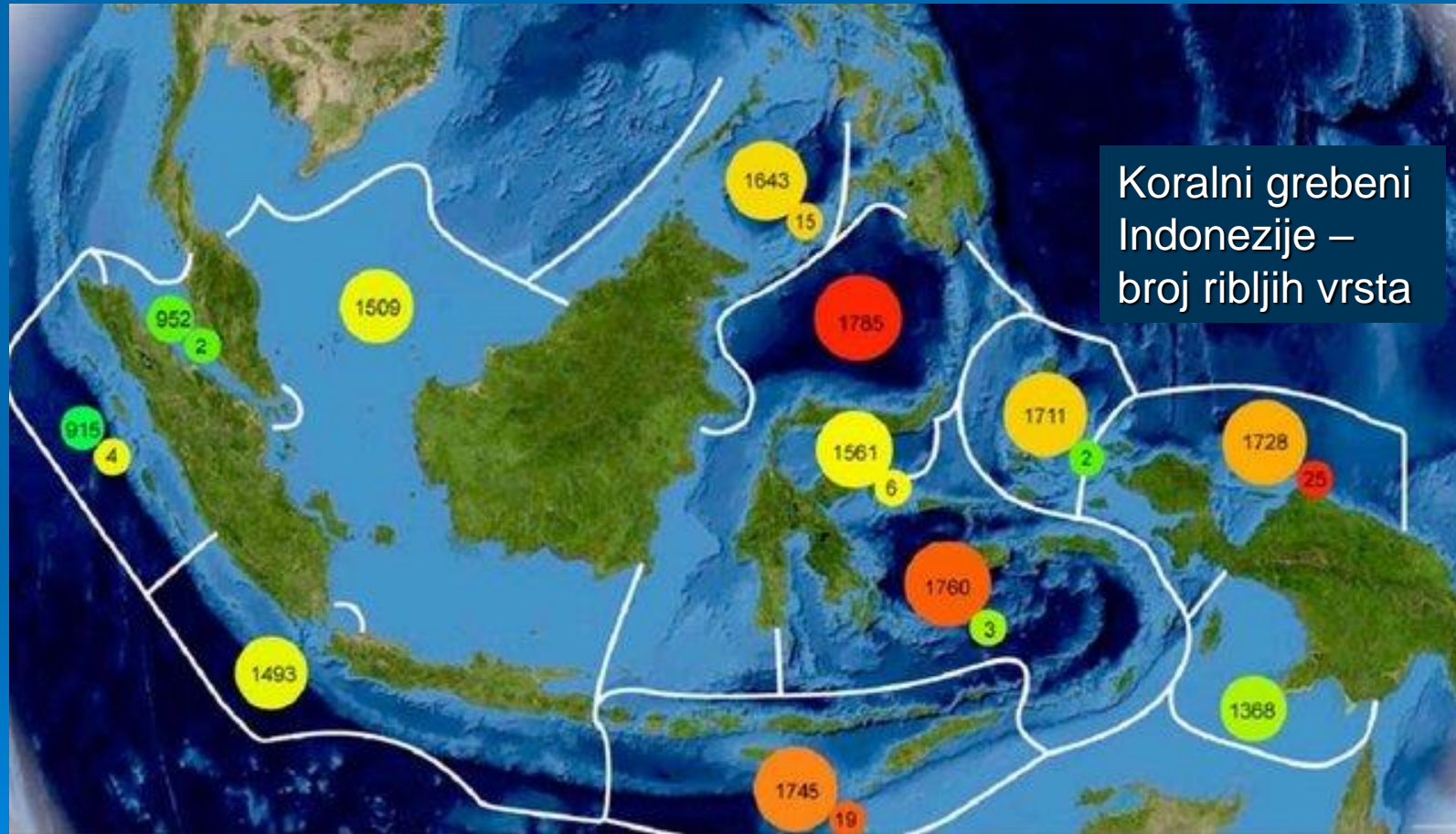
zajednica koralnih grebena (5-10 g C m<sup>2</sup>/dan), iako su tropske vode veoma siromašne nutrijentima i planktonom

- Osim visoke produkcije, koralni grebeni predstavljaju i ekosisteme sa **najvećim biodiverzitetom** na svijetu
- 4000-8000 vrsta riba u Svjetskom moru je vezano za koralne grebene

Koralni grebeni - oaze u pustinji tropskih okeana







Koralni grebeni  
Indonezije –  
broj ribljih vrsta