

Geologija mora

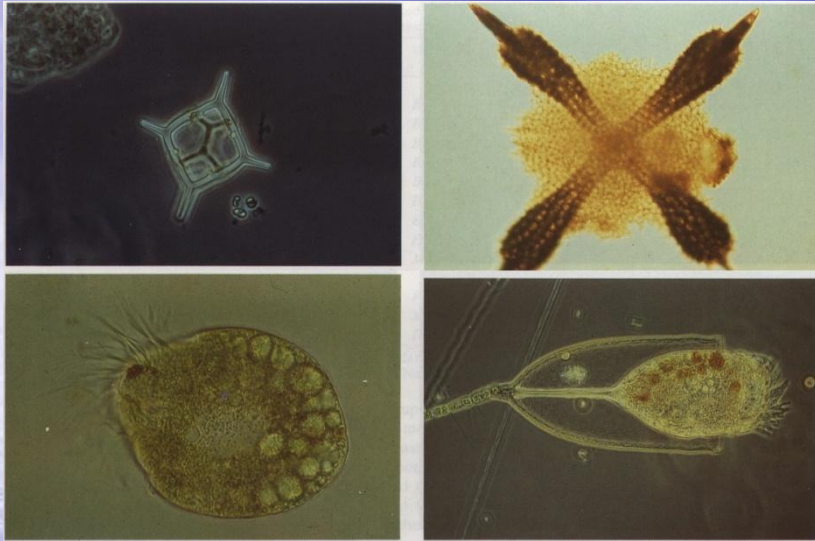
Organizmi i more (8)

Mladen Juračić, Geološki odsjek PMF-a,
Sveučilište u Zagrebu, 2013/14

Organizmi i more

- Zašto o organizmima u geologiji mora?
- Organizmi su važni za nastanak sedimenata, za pretvorbu sedimenata, a i međusobna interakcija organizama i sedimenata vrlo je važna.
- Kakve organizme susrećemo u moru?

Organizmi i more



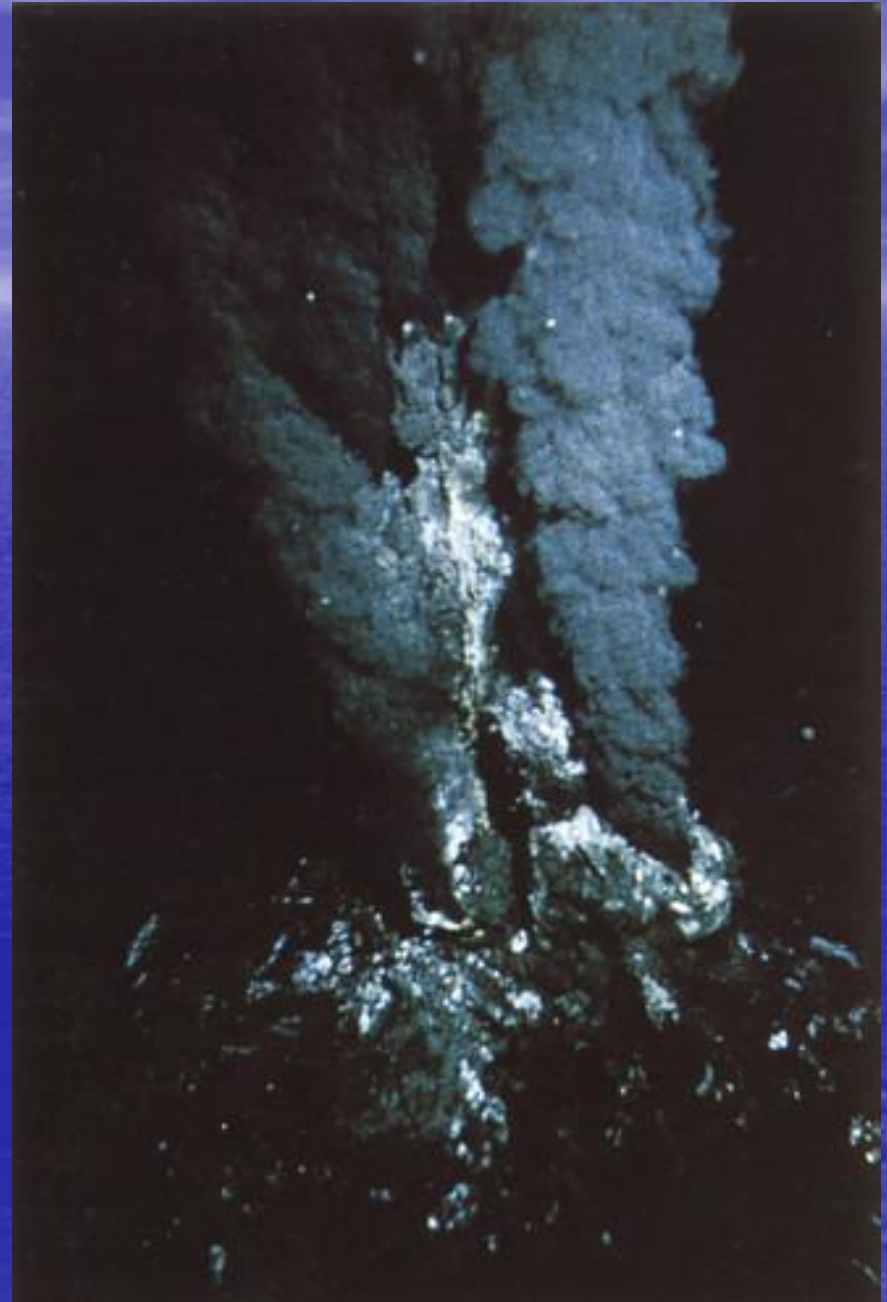
- **Plankton** (organizmi pasivno nošeni strujama, fito- zoo-, nano-);
- **Nekton** (plivajući organizmi);
- **Bentos** (organizmi koji žive na dnu).

Organizmi i more

- **Bentos** dijelimo na **vagilni** i **sesilni**.
- Veći dio bentičkih organizama ima fazu jaja i ličinki koje plutaju (**meroplankton**) obično u priobalnom području.
- Njima se hrani zooplankton i nekton. Obrnuto bentos se hrani planktonom i nektonom.
- Postoji čvrsta ekološka veza između plivača i organizama s morskog dna.
- **Temeljna je veza da bentički organizmi ovise o hrani proizvedenoj u plitkoj vodi tj. u fotičkoj zoni.**

Organizmi i more

- Posebno područje istraživanja su dubokomorske zajednice oko hidrotermalnih otvora na oceanskim hrptovima (otkrivene na Galapagoškom hrptu)
- U njima je cijeli hranidbeni lanac vezan za **kemosintezu** te ne ovisi o Suncu!
- To je još jedno veliko otkriće marinskih istraživanja.

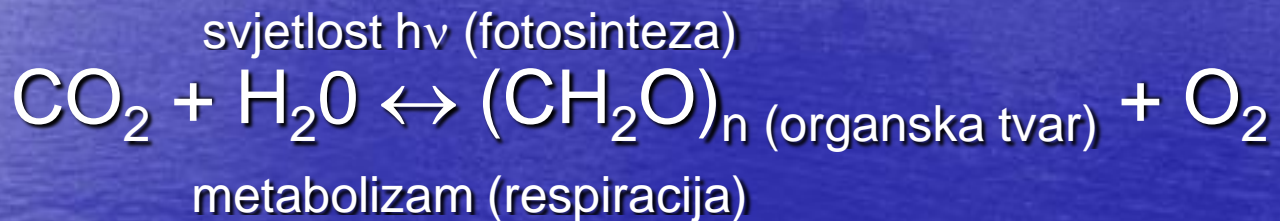


Bioraznolikost

- Zašto je manje bioloških vrsta danas prisutno u moru u odnosu prema kopnu?
- Manje je ekoloških niša, kutića, i pukotina, a i bolja je povezanost morskih prostora. Stoga je u moru manja mogućnost izolacije populacija pa je i manja vjerojatnost za razvoj populacije u podvrstu i u vrstu.
- Velika brojnost životinjskih vrsti na kopnu pretežno je nastala zahvaljujući razvoju kukaca (75 % od milijun životinjskih vrsta).
- Kod morskih životinja, od 180 000 vrsta 98 % su bentičke a svega 2 % planktonske i nektonske.

Produktivnost i faktori okoliša

- **Hranidbeni lanac** u moru temelji na morskim algama (autotrofnim organizmima)
- Što alge trebaju za rast (fotosintezu)?



- Koji elementi još trebaju za sintezu npr. proteina?
- Što su nutrijenti (hranjive soli)?
- Sunčeva svjetlost i nutrijenti određuju rast i raspored organizama

Sastav organske tvari

- Organska tvar pretežno se sastoji od ugljika, kisika i vodika, ali i N i P (Fe) su važni u sastavu organske tvari. Omjer pojedinih elemenata u organskoj tvari naziva se **Redfield ratio** (odnos) i on za plankton iznosi

C:N:P 105:15:1

- Razlikuje se za pojedine tipove organske tvari.
- Tijekom dijageneze udjel ugljika postupno raste.

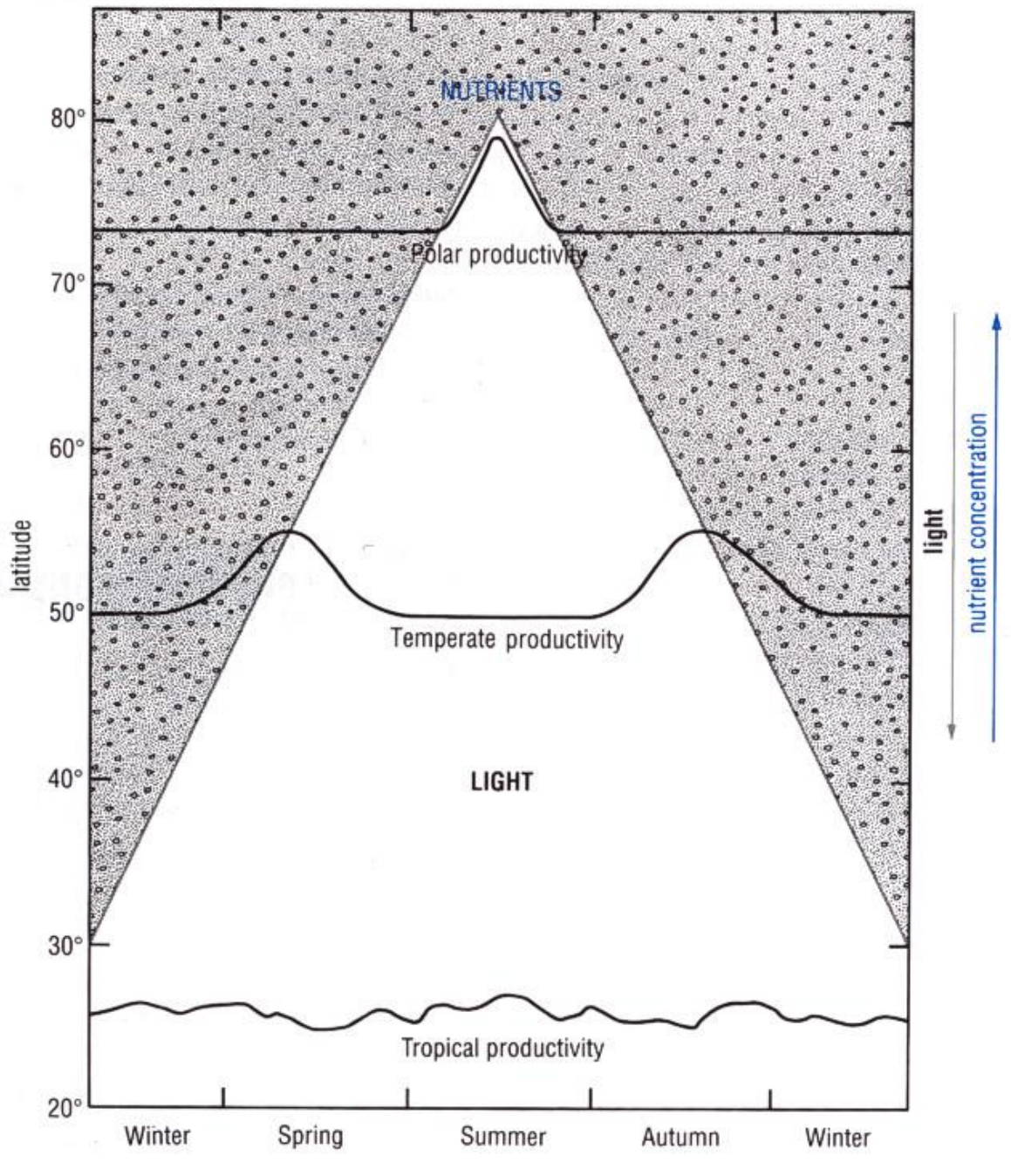
Fotička zona

- Stvaranje nove organske tvari (primarna produkcija) moguće je isključivo u fotičkoj zoni.
- **Fotička zona je površinski sloj morske vode u kojoj se upadna svjetlost smanji na minimalno 1 % incidentne energije.**
- Različite frekvencije dosižu do različitih dubina.
- Plavi prozor - najdublje prodiranje.
- Fotička zona u moru debela je od 10 - 200 m, a ovisi o kutu upada, oblačnosti, turbiditetu - uzima se prosječna dubina od 100 m.
- Ostatak (najveći dio) je vrlo mračan. ***More je mrak!***

Primarna produkcija

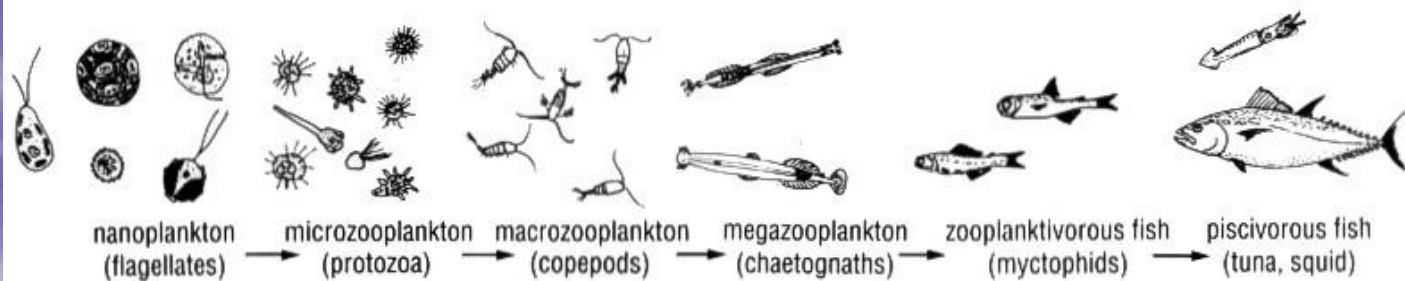
- Bentičke alge mogu živjeti samo u gornjem dijelu šelfa 2-3 % morskog dna.
- Planktonski oblici mogu plutati u cijeloj površinskoj zoni svjetskog mora.
- Primarna produkcija fitoplanktona je oko 100 $\text{gC}_{\text{org}}/\text{m}^2\text{a}$, dok bentičke alge mogu proizvoditi i do 100 x više!
- Veći dio bentičke primarne produkcije vezan je uz mangrove, obalne močvare ali i uz simbiotske koraljne alge.

Raspodjela primarne produkcije prema geografskoj širini

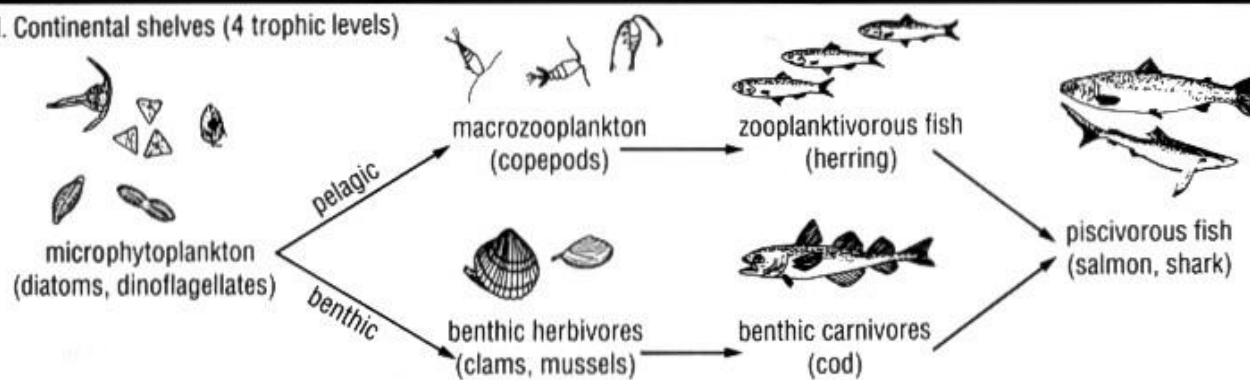


Hranidbeni lanci Život u pelagijalu

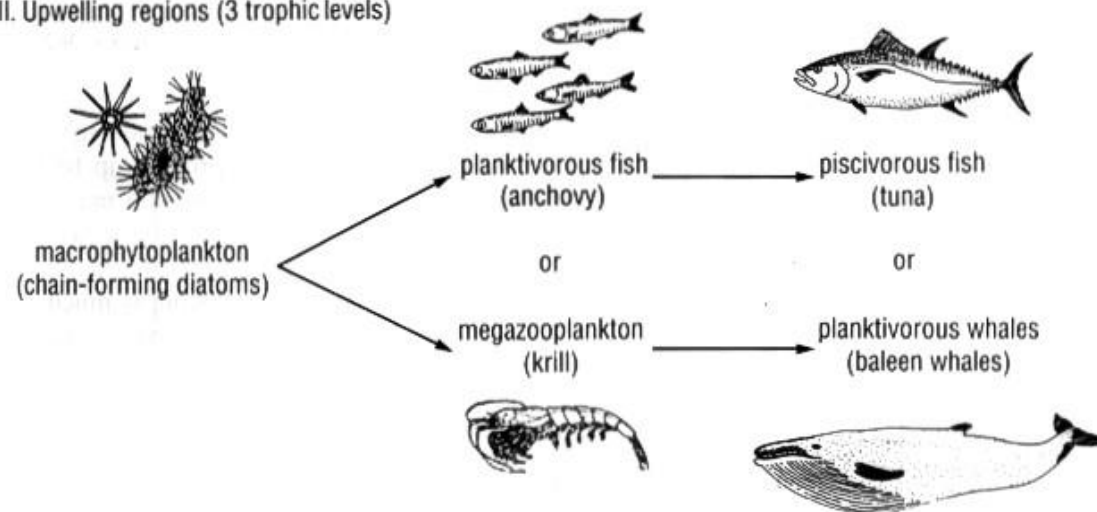
I. Open ocean (6 trophic levels)



II. Continental shelves (4 trophic levels)

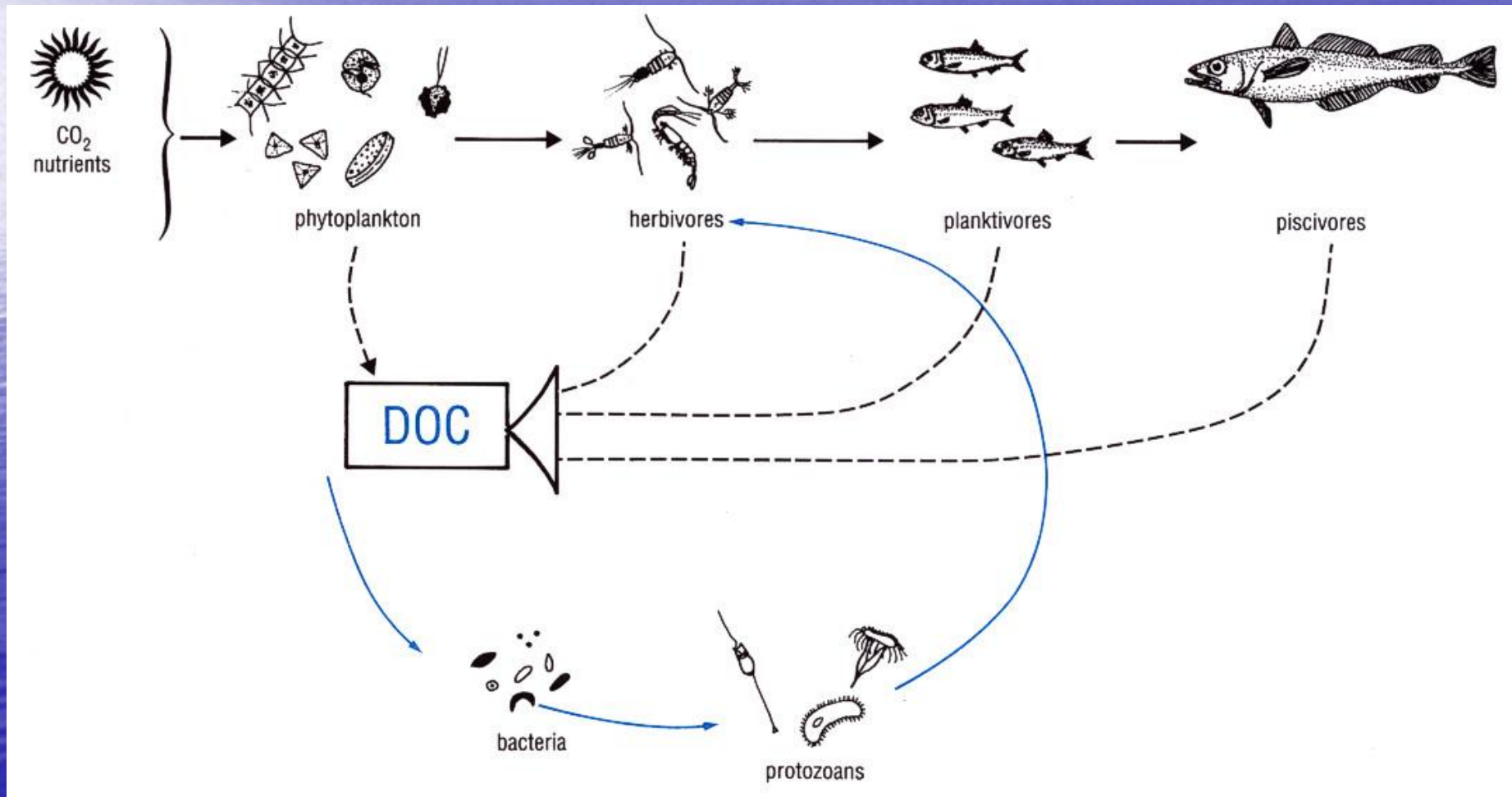


III. Upwelling regions (3 trophic levels)



Hranidbeni lanci Život u pelagijalu

Danas se prepoznaje i smatra vrlo važnom bakterijska uloga u kruženju organske tvari u moru



Nutrijenti

- Opisujući **sastav morske vode** navedeno je da mikrokonstituenti nemaju jednaku koncentraciju u svim dijelovima oceana.
- Kako se mijenjaju koncentracije pojedinih elemenata u vodenom stupcu?
- Razlikujemo tri osnovna tipa raspodjele.
Konzervativni (koji je karakterističan i za sve makrokonstituente), **pometeni** (*scavenged*) kojima koncentracija opada s dubinom i **reciklirani** kojima koncentracija raste s dubinom.

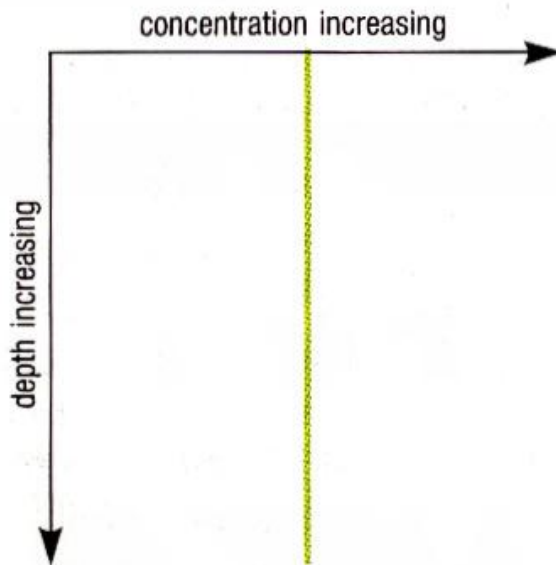
Raspodjela elemenata s dubinom u moru

(a)

CONSERVATIVE ELEMENTS

B	Mg
Br	Mo
Cl	Na
Cs	Rb
F	S
K	Tl
Li	U

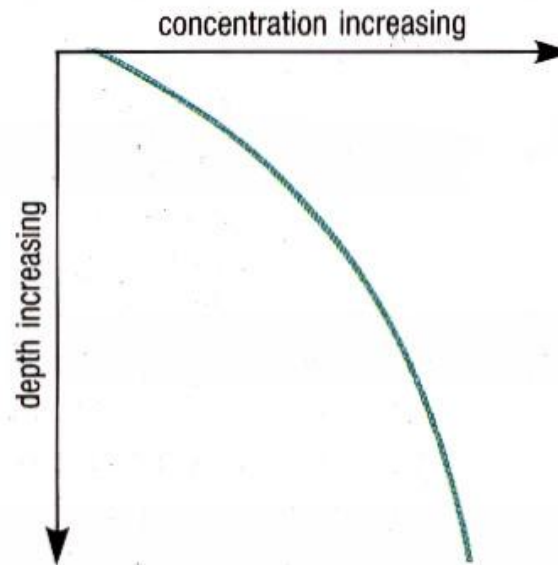
Ag
As
Ba
Be
C
Ca
Cd
Cr



(b)

RECYCLED ELEMENTS

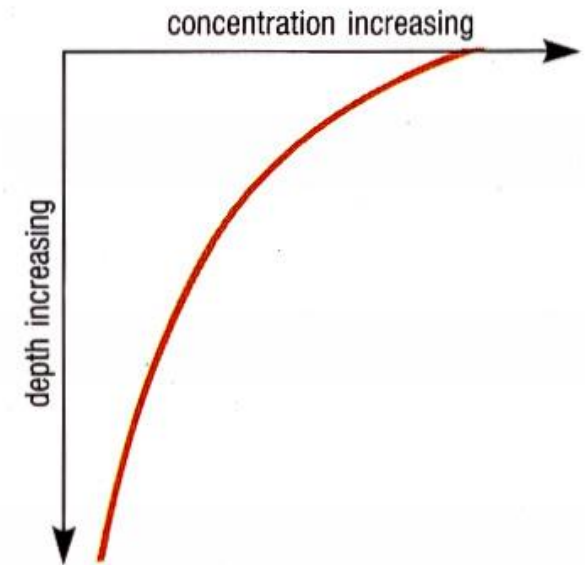
Cu	I	Pr
Dy	La	Pt
Er	Lu	Ra
Eu	N	Sc
Fe	Nd	Se
Gd	Ni	Si
Ge	P	Sm
Ho	Pd	Sr



(c)

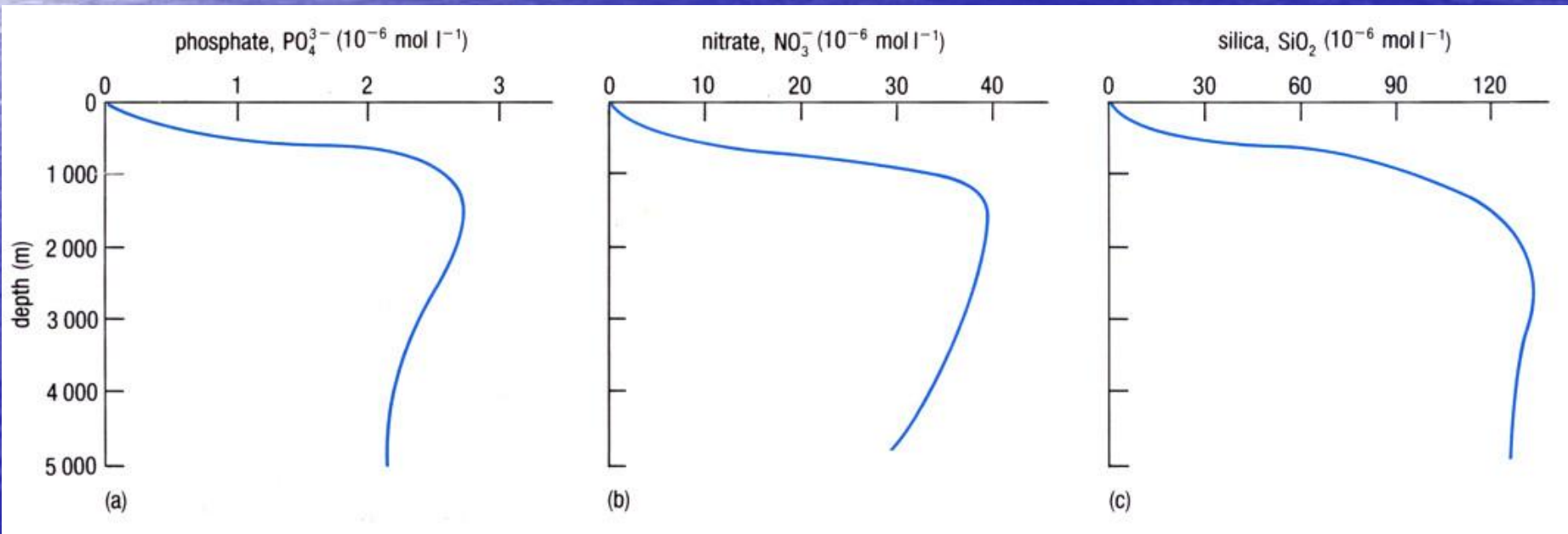
SCAVENGED ELEMENTS

Al	Mn
Bi	Pb
Ce	Sn
Co	Te
Hg	Th



Nutrijenti

- Ograničavajući elementi (*biolimiting*) produkcije organske tvari u moru su P, N, Si, Fe, Mo. Uz neke od tih jer su (geo)kemijski slični Cd+P, Ge+Si, Sr+Ca
- U kakvom kemijskom obliku moraju biti biolimitirajući elementi?
- Tim elementima je posebno niska koncentracija u površinskom /fotičkom sloju jer se tamo i ugrađuju u organsku tvar. Koncentracije nekih elemenata su dijelom izmijenjene zbog biološke ugradnje pa imamo **biomedirane** elemente (C, Ca, Ba).



Nutrijenti

- Fitoplanktonski ostaci, zajedno s zooplanktonskim i fekalnim peletima tonu pod fotičku zonu i tamo ih bakterije razgrađuju, dolazi do procesa **remineralizacije**.
- Budući da se ispod fotičke zone koristi samo organska tvar kao izvor energije a ne koriste se nutrijenti, dolazi do njihove koncentracije. Stoga je **duboko more** (ispod termokline 50-100 m) **rezervoar nutrijenata**.

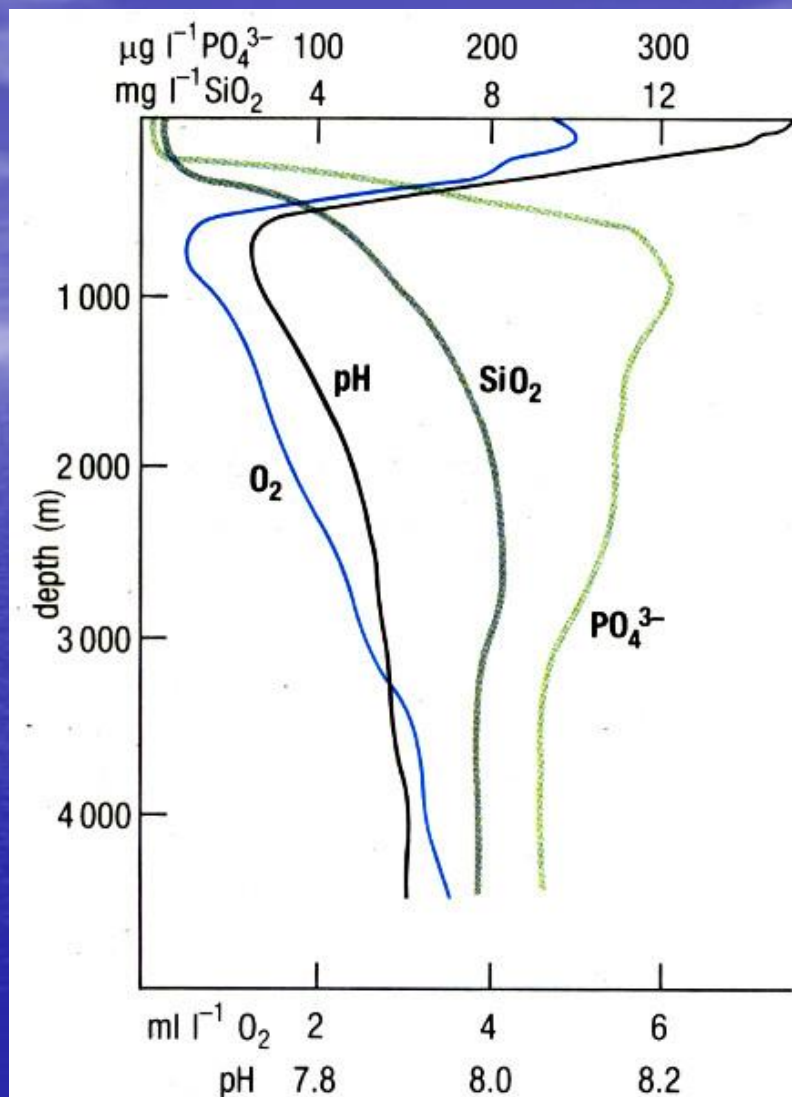


Figure 2.21 Concentration–depth profiles from 24°22'N, 145°33'W, to show the contrasted patterns for nutrients and oxygen. Note that the maximum for silica is reached at greater depth than that for phosphate (cf. Figures 2.9 and 2.13). For pH profile,

Nutrijenti

- Ukoliko dođe do razbijanja termokline uslijed oluja, ili uslijed **izdizanja voda (*upwelling*)** nutrijenti se vraćaju u fotičku zonu i produktivnost raste, u slijedu hranidbenog lanca: primarna produkcija → zooplankton → ribe.
- Koji je drugi glavni izvor nutrijenata u moru?
- Donos rijekama s kopna. Stoga su obalna područja istovremeno i zone visoke primarne produkcije, pa je i ukupnoj sumi produkcije tako važan priobalni fotosintetski bentos.
- Ostali važni fizikalno-kemijski faktori o kojima ovisi život u moru su: salinitet, temperatura i kisik.

Salinitet

- Veliki dio organizama u moru podnosi male fluktuacije **saliniteta** u rasponu između 30 i 40 (PSU) (nekada ppt, promila, ‰).
- To su **stenohalini** oblici (radiolarije, grebenski koralji, cefalopodi, brahiopodi, bodljikaši) i njihovi nalazi upućuju na stabilne salinitetne uvjete (naravno ukoliko nisu pretaloženi!), no kao i svako pravilo i ovo ima iznimaka pa postoje u svakoj grupi i iznimke (vrste iz bočatih voda).

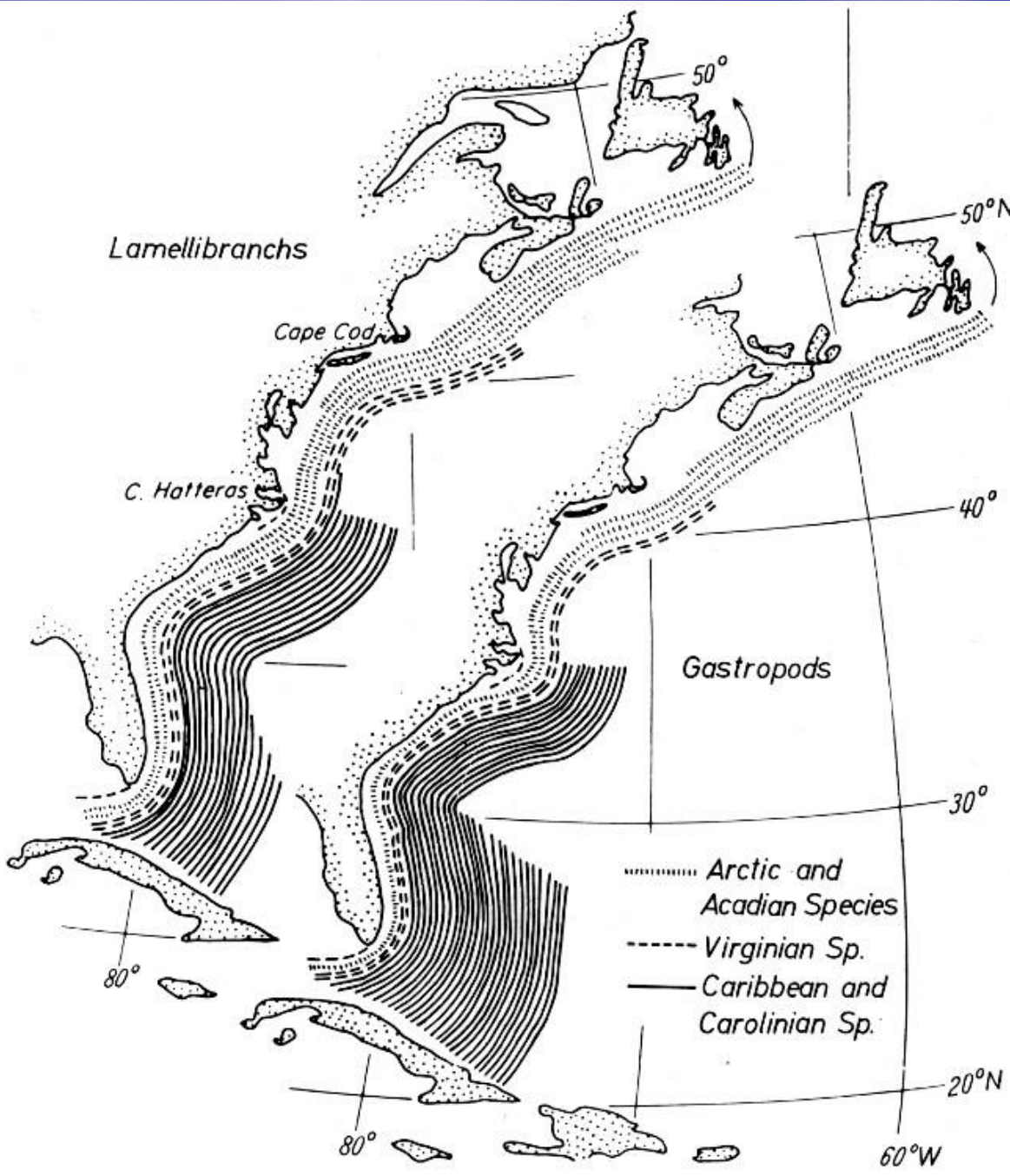
Salinitet

- Značajnijim povišenjem slanosti znatno se smanjuje broj vrsta, dolazi do osiromašenja flore i faune.
- Neke vrste ostrakoda podnose salinitet i do 100, a u takvim uvjetima nedostaje i kompetitora i predatora pa je velika zastupljenost jedinki iste vrste. Stoga je mala ***species diversity*** (biološka raznovrsnost), te takva jedinkama bogata fauna indicira posebne **ograničene okoliše**.
- Ograničeni znači ne samo geografski već i neobične temperaturne raspone, nedostatak kisika ili druge **stresne** faktore.

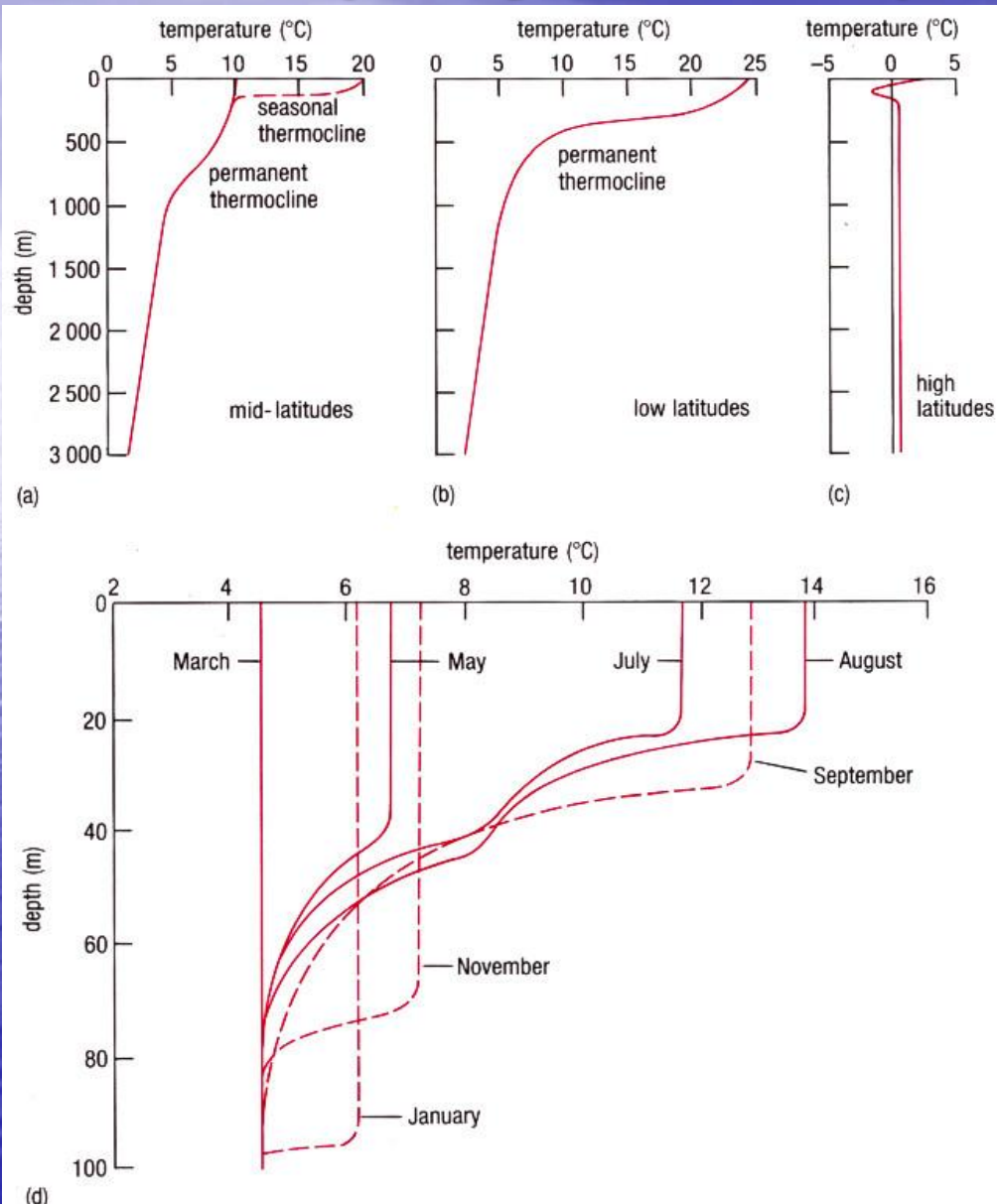
Temperatura

Temperatura u otvorenim oceanima (u površinskom sloju gdje su stabilni salinitetni uvjeti) kontrolira distribuciju / diverzitet organizama

Više vrsta u toplome i stabilnom no u hladnome i s većim temperaturnim rasponom.



Raspodjela temperature u morima



*Podsjetite se!

- Miješani površinski sloj nastaje uslijed izmješavanja valovima i vjetrom i može biti 200-300 m debeo u otvorenim oceanima u srednjim širinama do svega 10 m ljeti u zaštićenim zaljevima.
- Dublje od 1000 m temperatura postupno pada od 5 °C na 0-3 °C i stalno je takva.
- Što je **termoklina**?

Termoklina je područje u moru u kojem postoji izraziti temperaturni gradijent (promjena temperature). Uz termoklinu često su vezane i haloklina i piknoklina (zone nagle promjene saliniteta i gustoće).

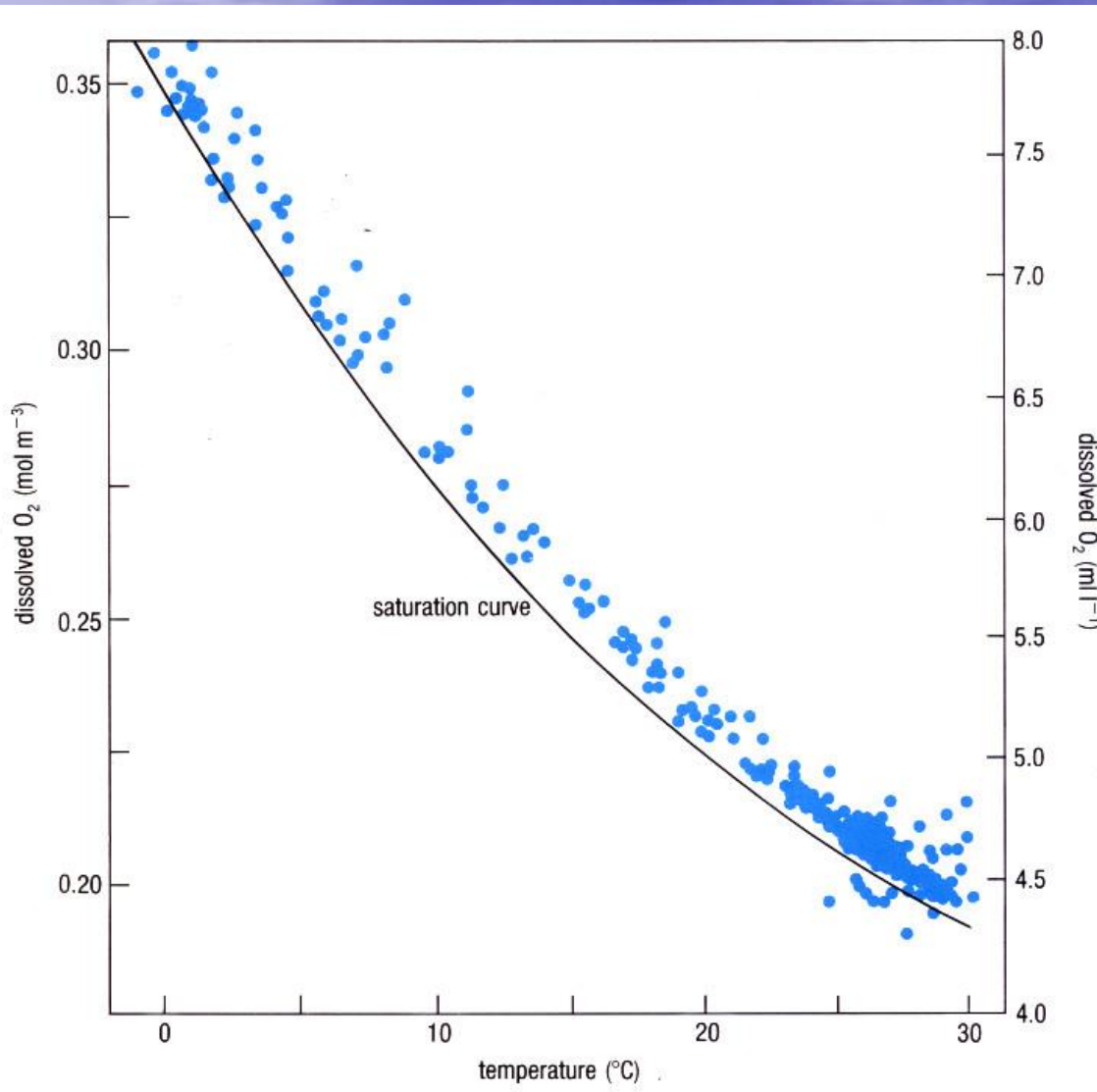
Termoklina



Temperatura mora u prošlosti

- Može li se odrediti kolika je bila temperatura površinske vode u oceanima u geološkoj prošlosti i kako?
- Može (za otvorene oceane) istraživanjem ostataka organizama i to je napravljeno u CLIMAP-u (Climate Long-Range Investigation Mapping and Prediction). O tome u kasnije.
- Na šelfu su takve rekonstrukcije kompliciranije jer ostali faktori okoliša (slanost, turbiditet vode, nevremena) također utječu na organizme i teže ih je pretpostaviti. Promjena sastava faune ovisit će više o promjeni stresnih uvjeta no samo o temperaturi.
- Ono što otežava rekonstrukciju temperature iz skeletnih zajednica je tzv. **selektivno očuvanje** zajednica (flore i faune) uslijed selektivnog otapanja karbonata (CCD, lizoklina) te se fosilna zajednica može mijenjati i zbog promjene uvjeta očuvanja a ne samo zbog promjene uvjeta života i rasta (temp).

Kisik

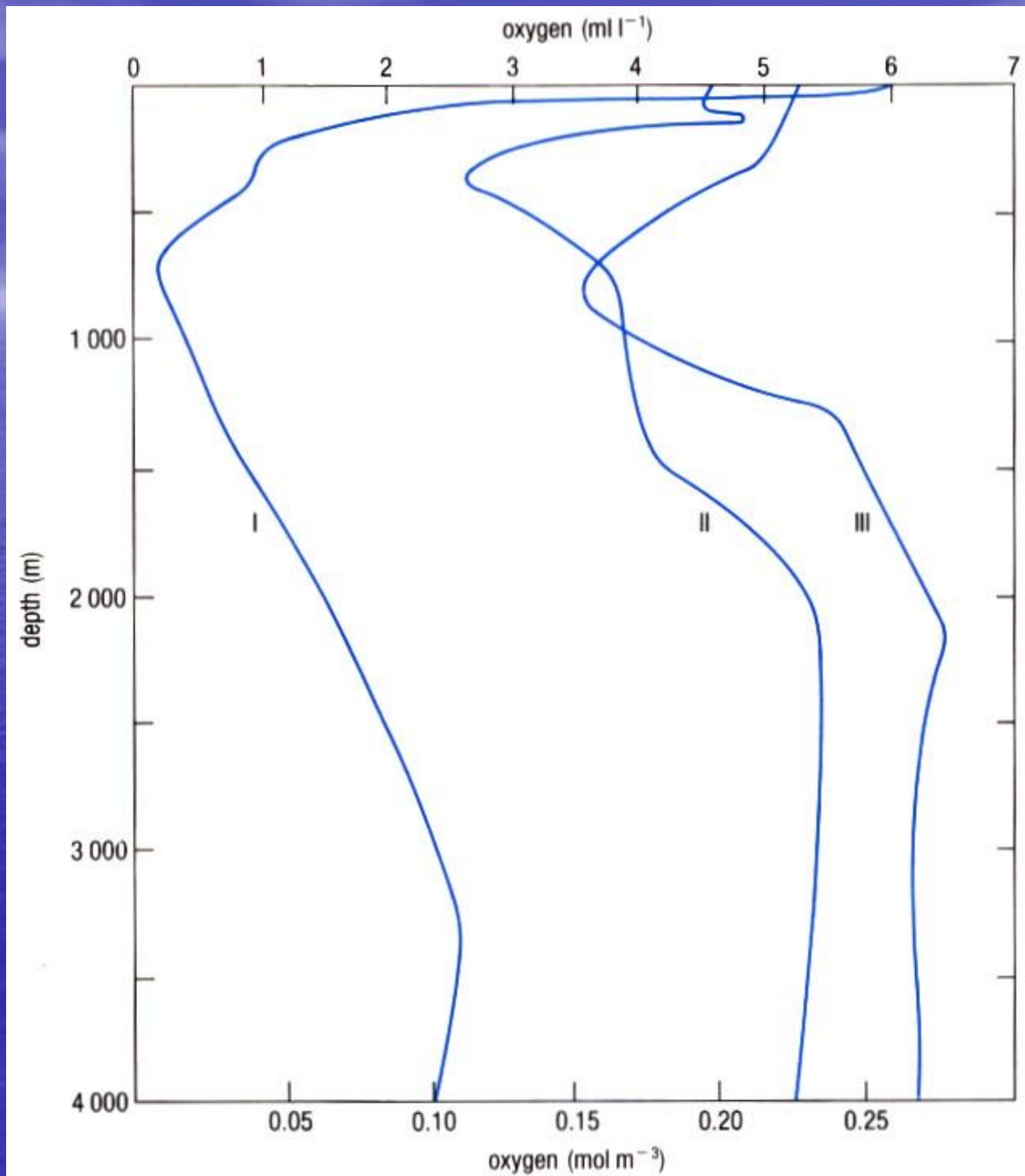


Kisik (otopljeni) je važan okolišni faktor, posebno ukoliko ga nema dovoljno! tj. kad mu koncentracija padne ispod 1 ml/l (obično, u normalnim uvjetima u moru je između 4-7 ml/l).

Na morskoj površini budući da je u kontaktu s atmosferom, gotovo uvijek je morska voda saturirana (zasićena), često i prezasićena.

Kisik

- Kako se mijenja koncentracija kisika s dubinom?
- Kisikov minimum na 500 – 1000 m.



Kisik

- Kad nema kisika ili ga je vrlo malo svi viši organizmi pa i foraminifere bježe (ako mogu) nestaju ili ugibaju i ostaju samo anaerobne bakterije. Danas se to događa u relativno malom broju slučajeva (fjordovi, Crno more, Santa Barbara bazen u Kaliforniji, Krka, sjeverni Jadran, mljetska jezera).
- U geološkoj prošlosti kad polovi nisu bili tako hladni pa voda bogata kisikom nije tonula u ocean, moglo je češće doći do anoksija, a time do očuvanja organske tvari u sedimentu i stvaranja **sapropela** – eventualno matičnih stijena za nastanak nafte (naftnomatičnih stijena).

Anoksija

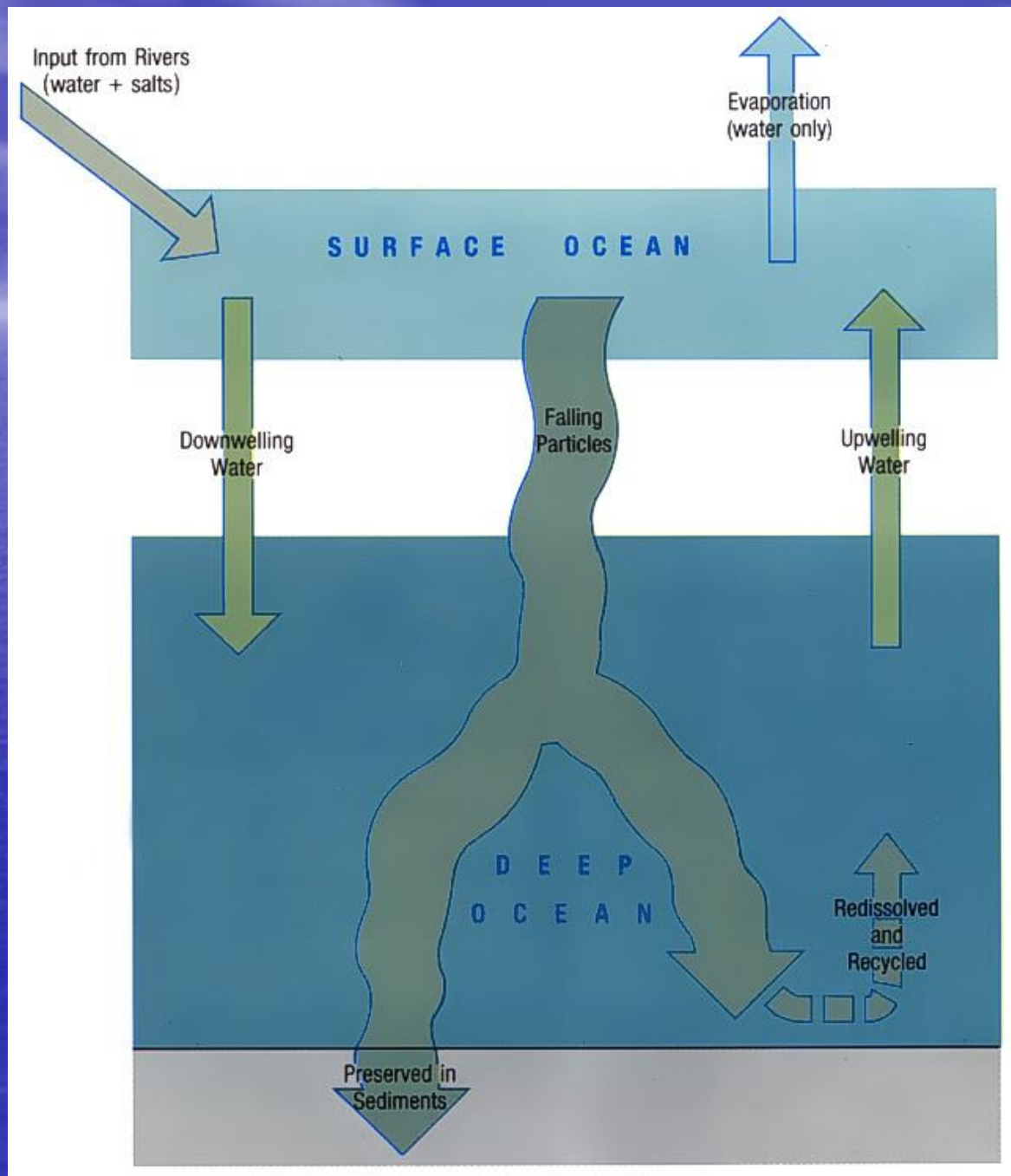
- Kako nastaje anoksija: ukoliko je veća potražnja za kisikom no što se može nadoknaditi. Dakle ili ima viška hrane ili nema dovoljnog nadomještanja kisika (ili oboje). Primjeri euksinske sedimentacije.
- Slično je danas u pornoj (intersticijskoj) vodi većine sedimenata bogatih organskom tvari: površinski oksični sloj debeo je nekoliko mm ili cm a dublje su anoksični, reduktivni uvjeti. Ukoliko ima bušača oni sobom nose kisik.

Anoksija

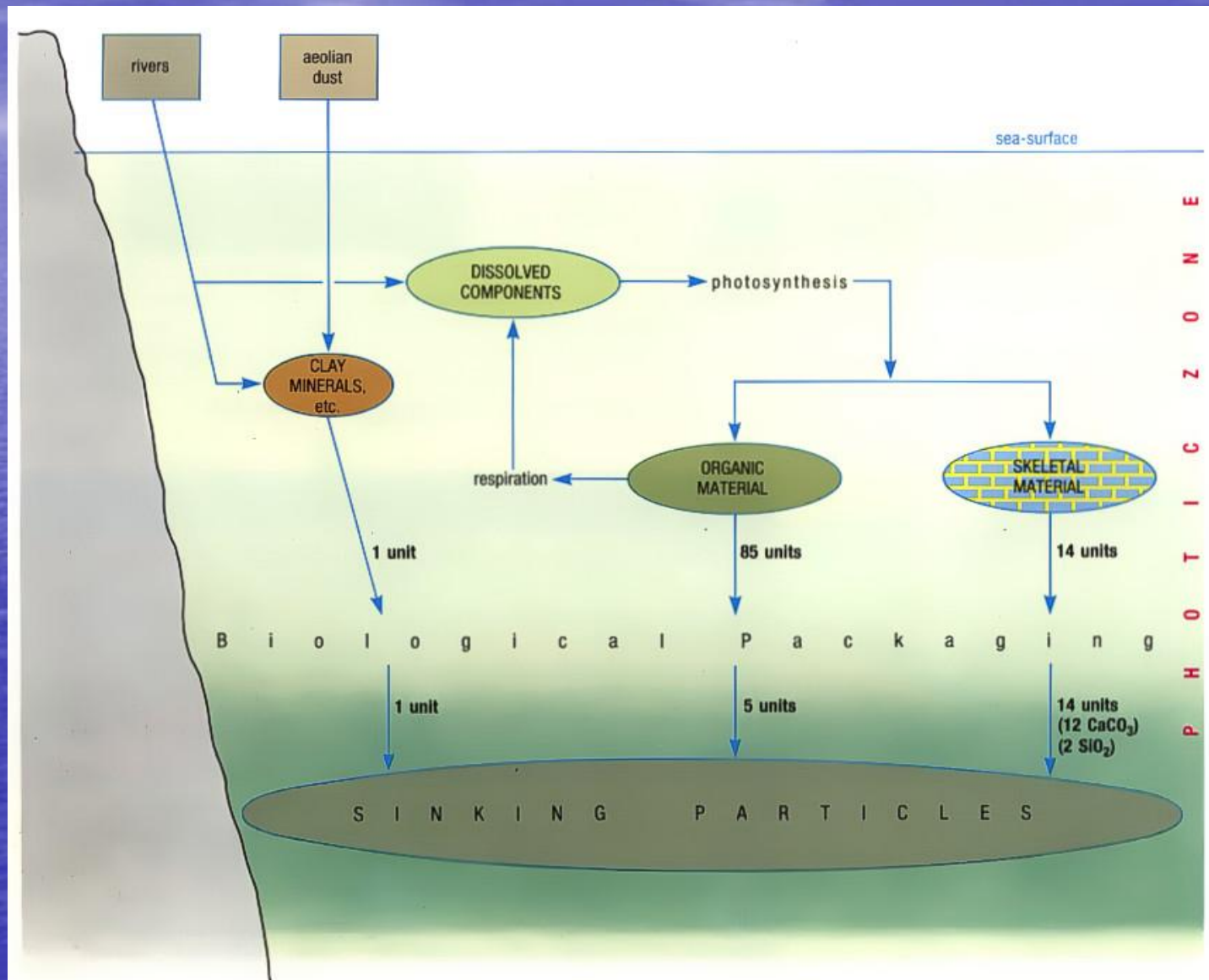
- Pokušaji rekonstrukcije oksidacijskih uvjeta u doba nastanka sedimenta vezani su za proučavanje laminacije, tipa bušenja, ali i analizu kemijskih indikatora (pirita) te tipa organske tvari koja se sačuvala u sedimentu.
- Neki tipovi organizama/fosila pr. vrste foraminifera *Bolivina* ukazuju na stupanj zasićenosti kisikom. *B. argenta* i *B. spissa* ukazuju na niže koncentracije kisika.

Model oceana

- Na temelju kemijskih i bioloških karakteristika napravljen je dvodjelni model oceana. 1 : 20
- Fotička zona/ duboko more



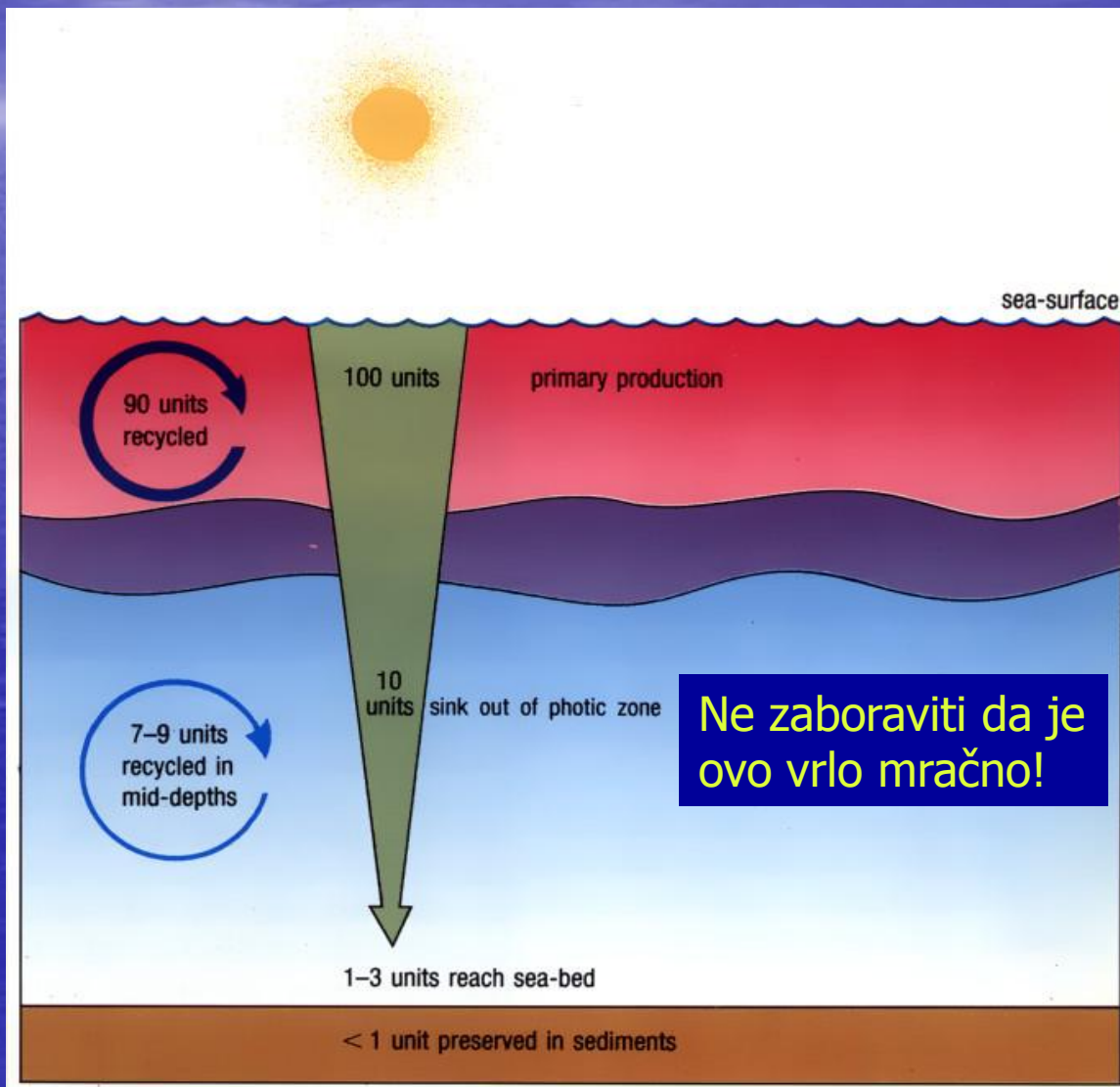
Kako izgleda pelagički sustav?



- Što (i kako) putuje prema morskome dnu?

Kako izgleda ciklus organske tvari (org C)?

- Većina se vrti u fotičkoj zoni. Malo ide dublje. Tu je ipak proizvodnja biočestica koje putuju prema dnu i nose hranu.



Upamtiti

- Površinski sloju oceana (fotička zona) - nutrijenata malo, a kisika puno.
- Duboko more - rezervoar nutrijenata, a danas ima i relativno mnogo otopljenog kisika.

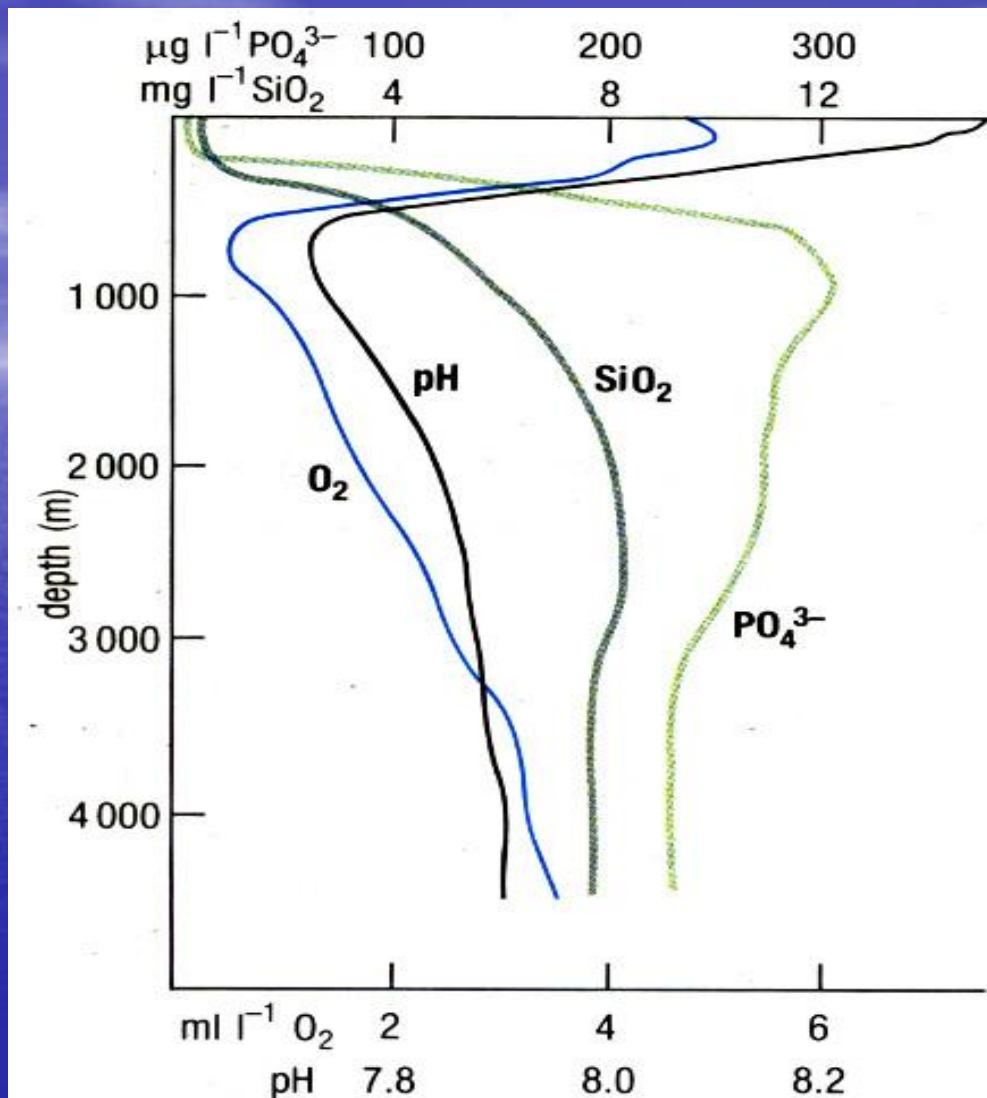


Figure 2.21 Concentration–depth profiles from 24°22'N, 145°33'W, to show the contrasted patterns for nutrients and oxygen. Note that the maximum for silica is reached at greater depth than that for phosphate (*cf.* Figures 2.9 and 2.13). For pH profile,

