

*doc. RNDr. Petr Anděl, CSc.*

*Krajiny v České republice  
i ve světě*

*Technická univerzita v Liberci*

*Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická*

# ***MOŘE***







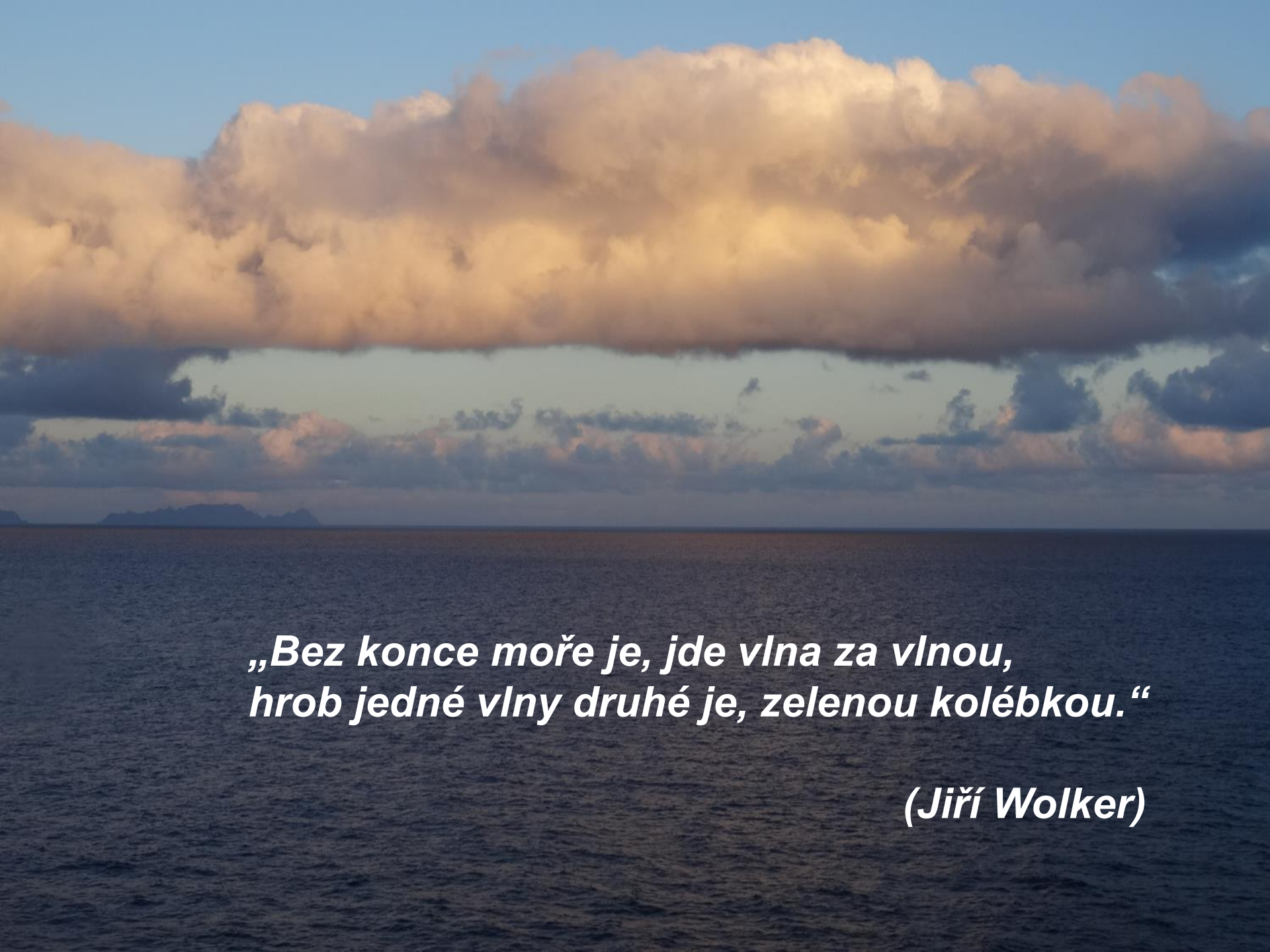












*„Bez konce moře je, jde vlna za vlnou,  
hrob jedné vlny druhé je, zelenou kolébkou.“*

*(Jiří Wolker)*



# ***Základní charakteristika***

# ZÁKLADNÍ GLOBÁLNÍ FAKTORY

Moře:

- Zaujímá cca 70 % povrchu Země („modrá planeta“)
- Obsahuje 97 % veškeré vody na Zemi
- Průměrná hloubka je 3 700 m
- Maximální zjištěná hloubka – Mariánský příkop 11 000 m
- Je zásadním výměníkem tepla na planetě



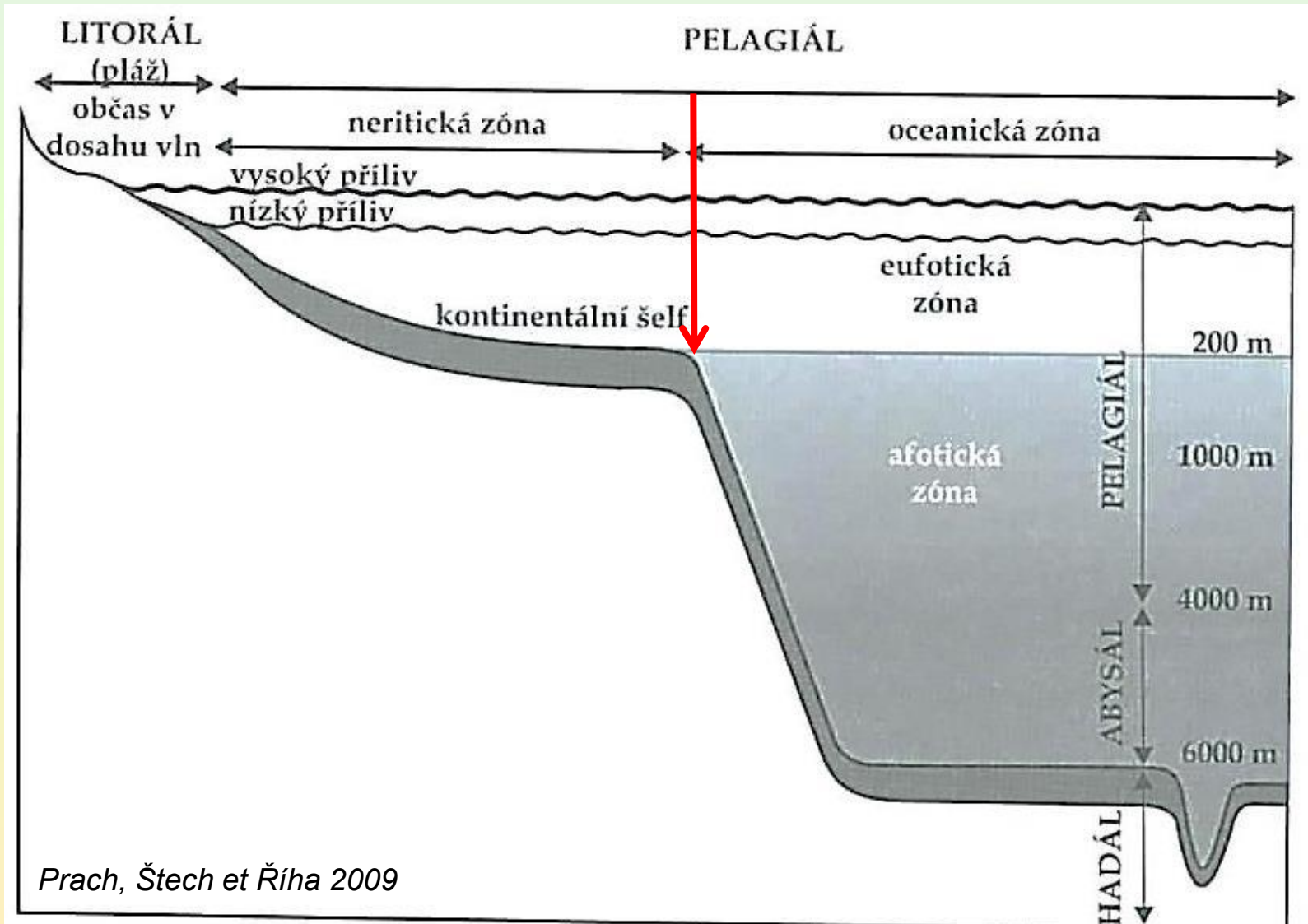


# MOŘE – KOLÉBKKA ŽIVOTA

- První život se vyvíjel v moři
- Neexistovala ozonová vrstva  
– život chránila před UV zářením voda
- Kyslíková atmosféra vznikla činností fotosyntetizujících organismů v moři



# ROZDĚLNÍ MOŘE





# ROZDĚLNÍ MOŘE

## A. Šelfová moře:

- Moře na tzv. kontinentálním šelfu, který se táhne podél kontinentů – průměrná šířka je 75 km
- Hloubka do 200 m
- Zaujímají 8 % celkové rozlohy moří
- Probíhá zde výměna živin a plynů ve velké části vodního sloupce
- Proniká zde alespoň část slunečního světla (podle charakteru a čistoty vodního sloupce)
- Jiné označení – neritická zóna mořského ekosystému

# ROZDĚLNÍ MOŘE

## B. Hluboká moře:

- Moře za kontinentálním šelfem
- Hloubka nad 200 m (průměrně cca 4 000 m)
- Zaujímají 92 % rozlohy moří
- Výměna živin a plynů mezi povrchem a dnem je velmi omezená  
- např. klesání mrtvého planktonu a živočichů
- Bez slunečního záření – oblast tmy
- Jiné označení – oceánická zóna mořského ekosystému



# *Otevřené moře*

*Otevřené moře*

*Hlavní ekologické faktory*

# HLAVNÍ LIMITUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FAKTORY

- A. Salinita
- B. Tlak
- C. Teplota
- D. Světlo
- E. Rozpuštěné plyny
- F. Živiny

# HLAVNÍ LIMITUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FAKTORY

## A. Salinita

- V průměru se pohybuje mezi 3 a 4 ‰
- V některých pobřežních mořích (Baltské) i 1 – 2 ‰
- Sladká voda je lehčí – při ústí velkých řek dochází ke zvrstvení (sladká voda je nahoře, slaná dole)
- Díky obsahu solí mrzne mořská voda až při – 2 až – 4°C



# HLAVNÍ LIMITUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FAKTORY

## B. Tlak

- Tlak vzrůstá o 1 atm na 10 m hloubky
- V hloubkách nepředstavitelné tlaky v porovnání se souší  
v 1000 m je tlak 100 atm
- Schopnost řady organismů přežít tento tlak není dosud zcela vyjasněna

# HLAVNÍ LIMITUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FAKTORY

## C. Teplota

- Závisí na zeměpisné šířce, ročním období a mořských proudech
- V tropech
  - nejvyšší teplota na hladině
  - postupně klesá – skok v hloubce 100 – 500 m
  - v hlubinách 4 °C
- Ve vyšších zeměpisných šířkách
  - teplota na povrchu podle daného klimatu
  - teplota v hloubce 4 °C

# HLAVNÍ LIMITUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FAKTORY

## D. Světlo

- Hlavní limitující faktor ve vodě
- Eufotická zóna – kde je možná fotosyntéza
  - nejčistší moře do 100 – max. 200 m
  - pobřežní vody 20 – 30 m
  - znečištěná moře do 3 m
- Charakteristickým rysem mořských hlubin je tma
- Jediné světlo – svítící organismy (biolumuniscence)

## SVĚTÉLKUJÍCÍ HLUBINNÍ ŽIVOČICHOVÉ

*„.... Když jsme se svou podmořskou koulí dosáhli 670 m bylo množství světél překvapující. Sytá čerň vody byla plná jisker a záblesků a neustále svítících světél pozoruhodné velikosti. V nekonečné mnohotvárnosti objevovaly se nejrůznější barvy ve stále nových obrázcích, až jsme zcela vyčerpali svůj slovník obdivných výrazů a oněměli.“*



# SVĚTĚLKUJÍCÍ HLUBINNÍ ŽIVOČICHOVÉ

*„.... Když jsme se svou podmořskou koulí dosáhli 670 m bylo množství světél překvapující. Sytá čerň vody byla plná jisker a záblesků a neustále svítících světél pozoruhodné velikosti. V nekonečné mnohotvárnosti objevovaly se nejrůznější barvy ve stále nových obrázcích, až jsme zcela vyčerpali svůj slovník obdivných výrazů a oněměli.“*

William Beebe

- průkopník hlubinné podmořské biologie
- o svém ponoru v roce 1930 u Bermud



*W. Beebe a O. Barton  
u Bathysphere*

# SVĚTĚLKUJÍCÍ HLUBINNÍ ŽIVOČICHOVÉ

- Světélkují organismy mnoha skupin
  - ryby, hlavonožci, korýši, žraloci, medúzy, prvoci, červi ...



# SVĚTĚLKUJÍCÍ HLUBINNÍ ŽIVOČICHOVÉ

- ❑ Význam: - ve vztazích predátor – kořist  
- vyhledávání partnerů k rozmnožování
- ❑ Bioluminescence – vysoká účinnost přeměny energie na světlo (přes 95 %)



# HLAVNÍ LIMITUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FAKTORY

## E. Rozpuštěné plyny

- Ve vodě je limitujícím faktorem kyslík
- Rozpustnost kyslíku roste s klesající teplotou vody
  - proto více kyslíku v severních mořích než v tropech
- V chladných mořích – velká hejna korýšů (tzv. krill) a ryb
- Migrace velryb mezi:
  - tropickým mořem – kde se rozmnožují
  - polárními oblastmi – kde je dostatek potravy



# HLAVNÍ LIMITUJÍCÍ EKOLOGICKÉ FAKTORY

## F. Živiny

- Rozhodující je mísení mořské vody – mořské proudy
- Šelfové moře – více živin
  - přítoky řek – významná dotace dusíku, fosforu a organ. látek
  - menší hloubka – snazší cirkulace mezi dnem a hladinou
- Otevřené moře – celkově nedostatek živin
  - bohatší oblasti v místech vzestupných mořských proudů

*Otevřené moře*

*Dynamické procesy*

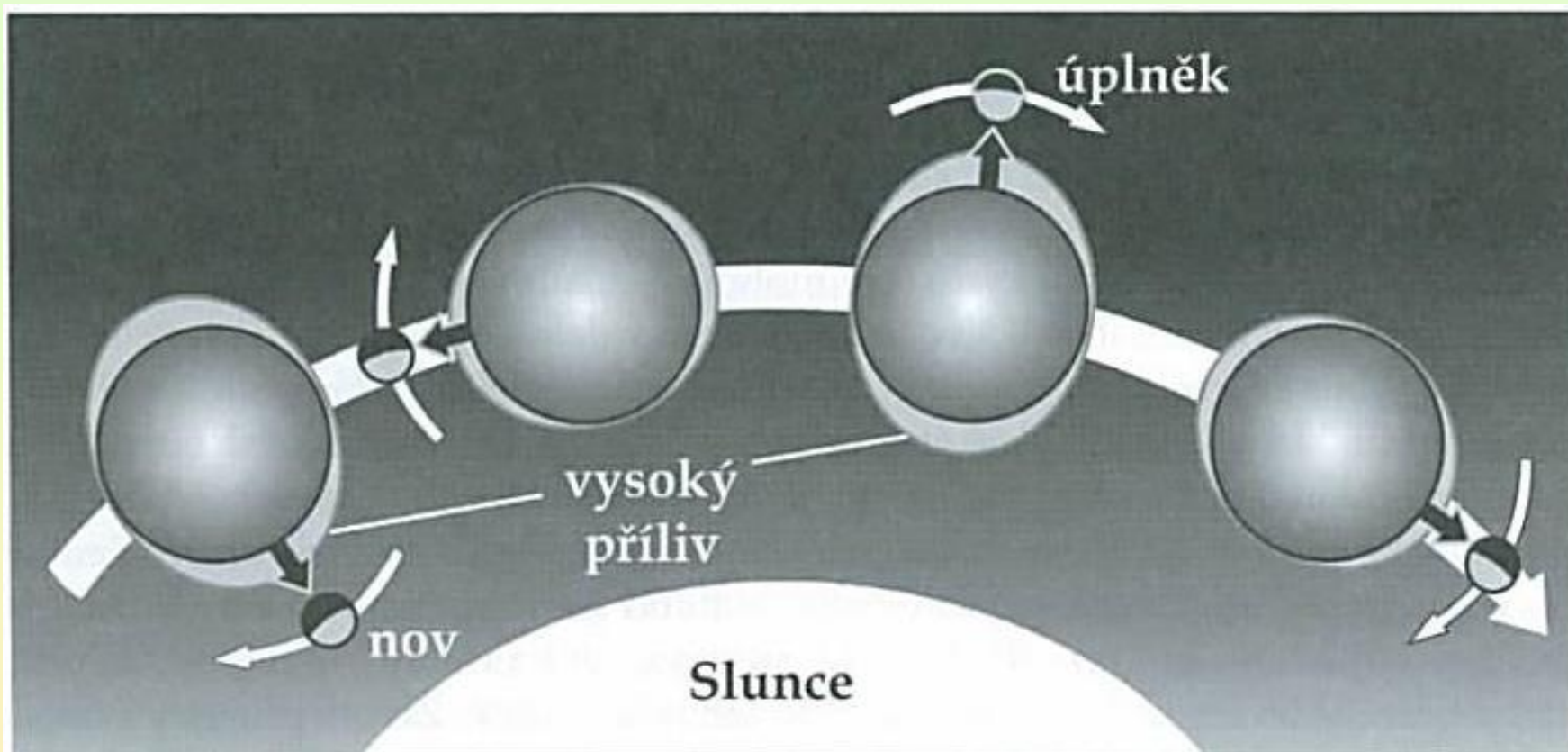
# POHYB MOŘSKÉ VODY

- ❑ mořská vody je v neustálém pohybu
- ❑ základní rozdělení:
  - vlnění
  - příliv a odliv
  - mořské proudy



# PŘÍLIV A ODLIV

- pohyb vody způsobený slapovými silami  
- přitažlivost Slunce a Měsíce

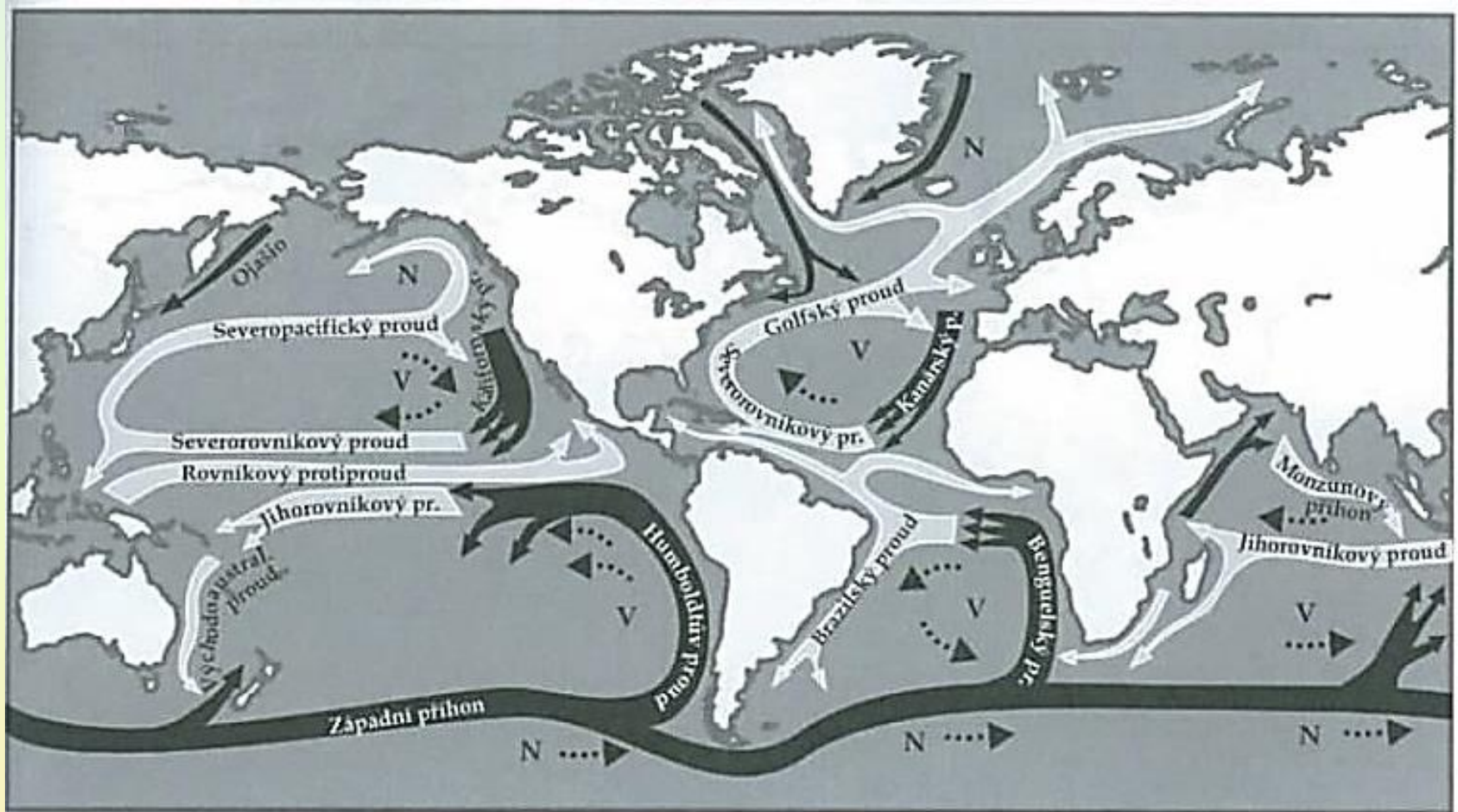




# MOŘSKÉ PROUDY


- ❑ mořské proudy
  - déletrvající přesuny vodních mas na dlouhé vzdálenosti
- ❑ hlavní příčiny mořských proudů:
  - rozdílná salinita vody v různých hloubkách
  - rozdílná teplota vody
  - slapové síly (příliv a odliv)
  - vítr
  - morfologie pevniny a mořského dna
  - rotace Země



# HLAVNÍ MOŘSKÉ PROUDY



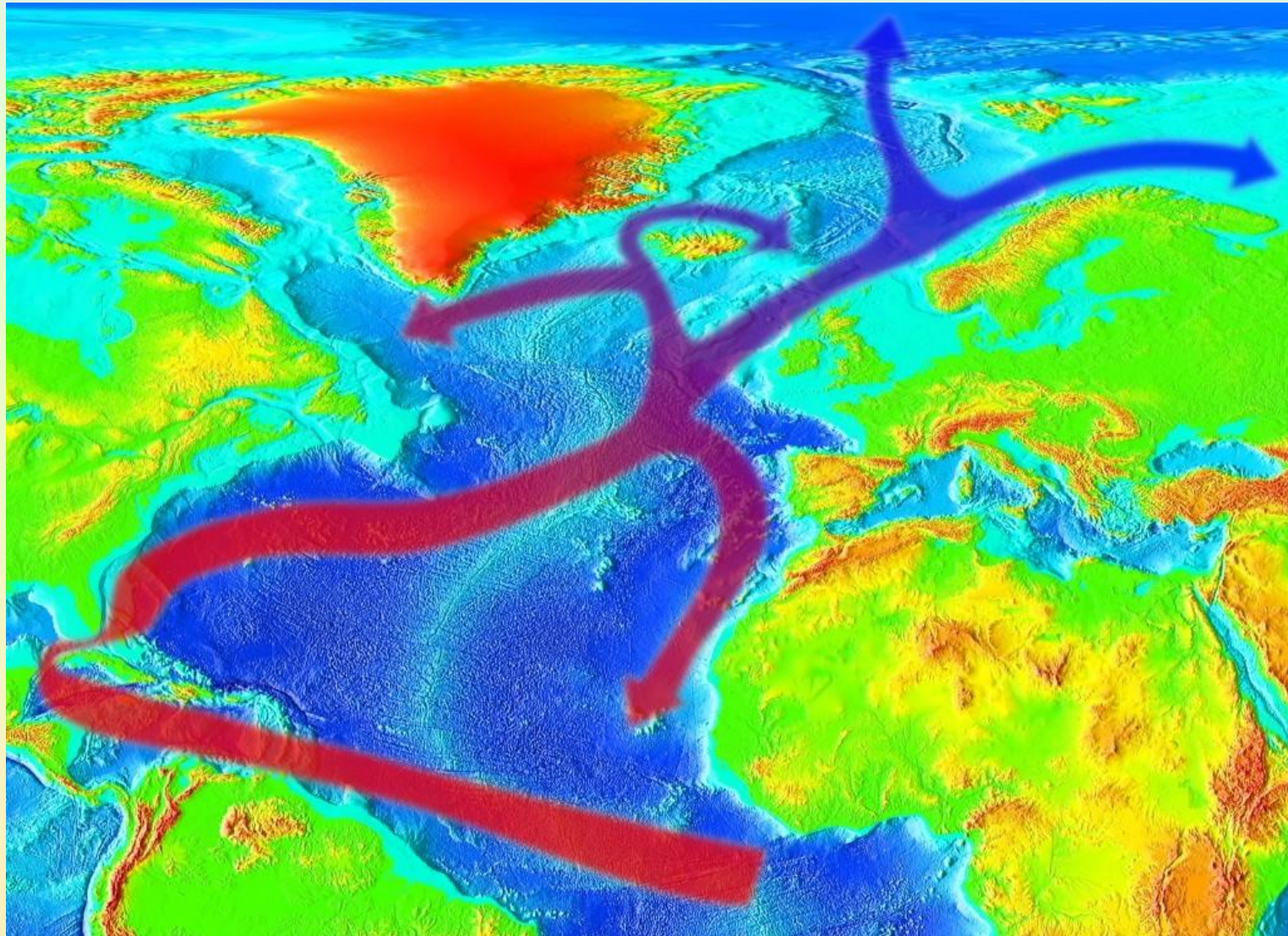
 studené mořské proudy  
 teplé mořské proudy

 hlavní směry větru

N - tlakové níže  
V - tlakové výše



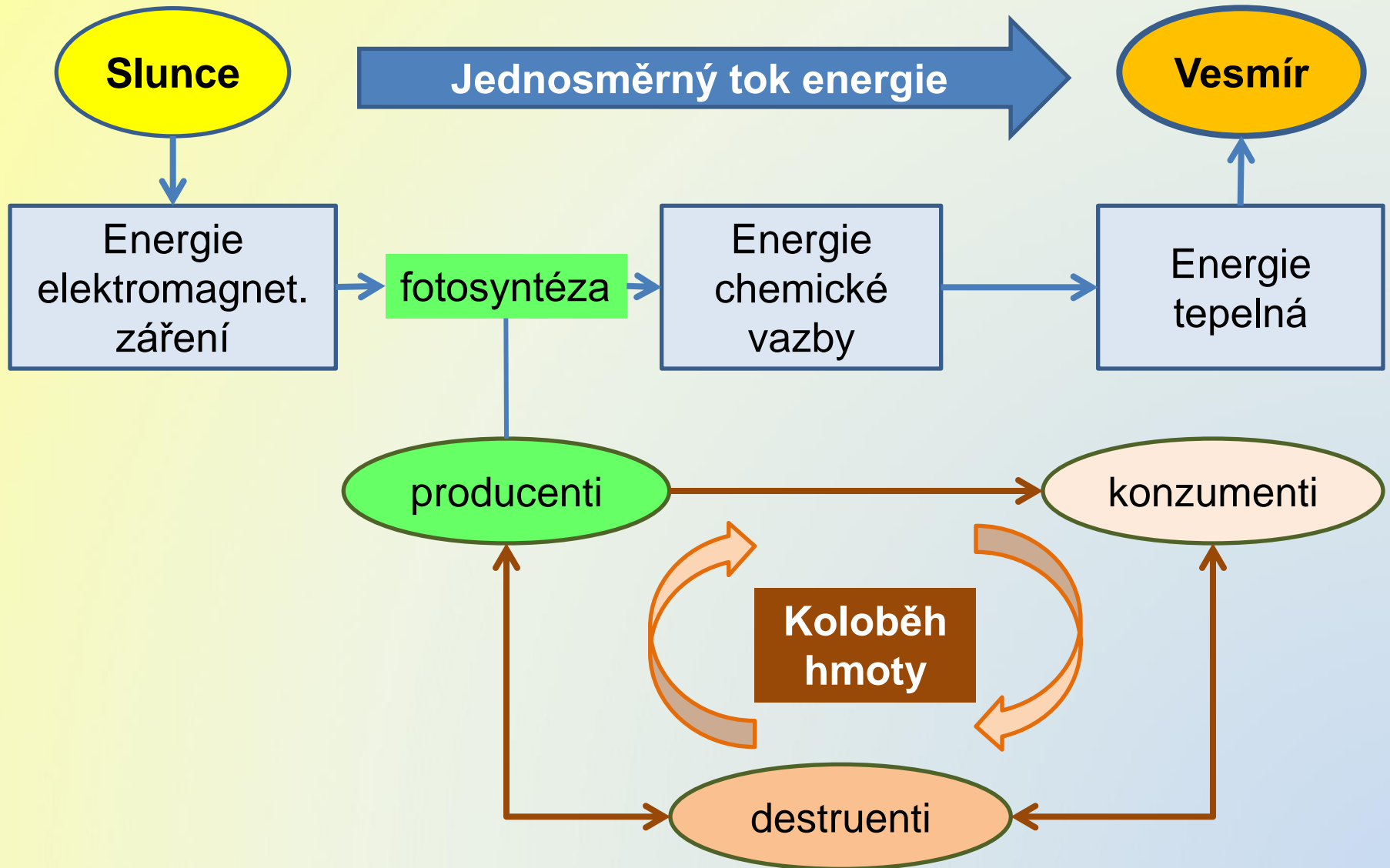
# GOLFSKÝ PROUD



*Otevřené moře*

*Tok energie a koloběh hmoty*

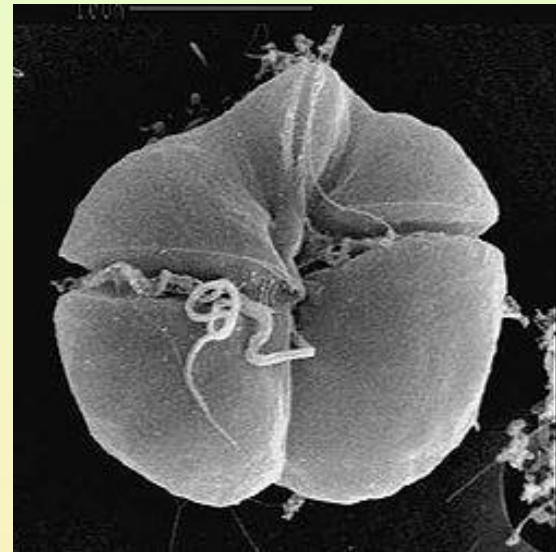
# Tok energie a koloběh hmoty





# PRIMÁRNÍ PRODUCENTI – U HLADINY

- ❑ hlavní primární producenti – fotosyntetizující řasy
- ❑ mohou se vyskytovat pouze v eufotické zóně (dosah světla)
- ❑ hlavní zástupci: obrněnky a rozsivky, méně zelené řasy a sinice
- ❑ vysoké počty malých buněk – až milióny v 1 ml vody



## PRIMÁRNÍ PRODUCENTI – U HLADINY

- ❑ z velkých řas – ruduchy a chaluhy  
(Sargasové moře – stélky r. *Sargasum* až 50 m dlouhé)
- ❑ z krytosemenných rostlin – vzácně v mělkých příbřežních vodách - r. *Posidonia* ve Středomoří



# PRIMÁRNÍ PRODUCENTI – V HLUBINÁCH MOŘE

Extrémní podmínky života na mořském dně:

- stálá tma
- stálá teplota 4 °C
- ohromný tlak vody (v hloubce 1 km je 100 atmosfér)

# PRIMÁRNÍ PRODUCENTI – V HLUBINÁCH MOŘE

Na některých místech objeveni - tzv. černí kuřáci:

- v blízkosti vulkanických zlomů - výrony vody a plynů
- teplota až 400 °C, silně kyselá (pH až 2,8)

# PRIMÁRNÍ PRODUCENTI – V HLUBINÁCH MOŘE

Tzv. černí kuřáci:

- v blízkosti vulkanických zlomů - výrony vody a plynů
- teplota až 400 °C, silně kyselé (pH až 2,8)
- primární produkci zde zajišťují **chemotrofní** bakterie (jako zdroj energie využívají energii chemických vazeb)
- na ně jsou navázána složitá společenstva konzumentů (především mnohoštětinatí červi a měkkýši)

# *PŘÍKLAD CHEMOTROFNÍCH BAKTERIÍ U NÁS*

Sirné a železité prameny – železité chemotrofní bakterie

Energii získávají oxidací dvojmocného železa na trojmocné



*Lužické hory  
Údolí Hamerského potoka*

*Železitá bakterie  
*Leptothrix ochracea**

# KONZUMENTI

- ❑ primární konzumenti – zooplankton
- ❑ široké spektrum organismů
- ❑ součástí jsou také larvy a vývojová stádia řady druhů
  - jedná se o šíření druhů do nových oblastí

# KONZUMENTI

- ❑ nejvýznamnější skupina zooplanktonu – koryši – tzv. krill





# KRILL

- ❑ souhrnný název pro korýše, kteří se v ohromných hejnech vyskytují v chladných mořích
- ❑ dorůstají do 6 cm, váha 1 – 2 g
- ❑ dožívají se až 7 let



*Světélkovec atlantský - Arktida*



*Euphausia superba - Antarktida*

# KRILL

- ❑ živí se mikroskopickým fytoplanktonem (řasami)
- ❑ jsou základní potravou velryb a dalších živočichů
- ❑ nejvyšší koncentrace u Antarktidy



# KRILL

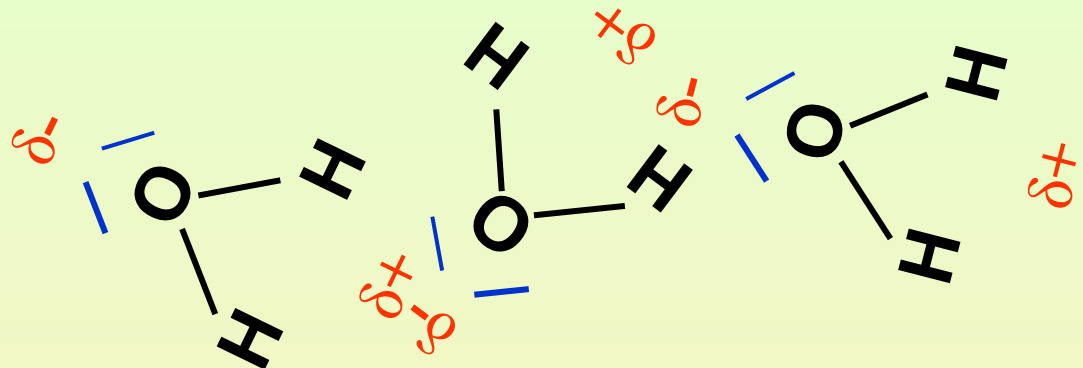
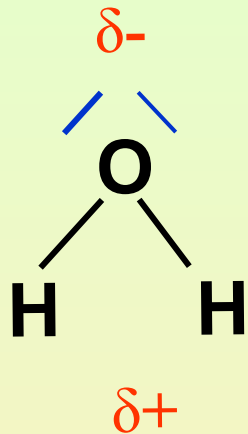
Proč je nejvíce krillu v chladných mořích:

- chladná voda – vyšší koncentrace kyslíku
- vzestupné proudy – vyšší transport živin z hloubky k hladině (je ovlivněno rozložením teploty ve vodním sloupci)

# ROZLOŽENÍ TEPLoty VE VODNÍM

Rozložení teploty ve vodním sloupci

□ tzv. anomálie vody – nejvyšší hustota při 4°C - teplota hlubin

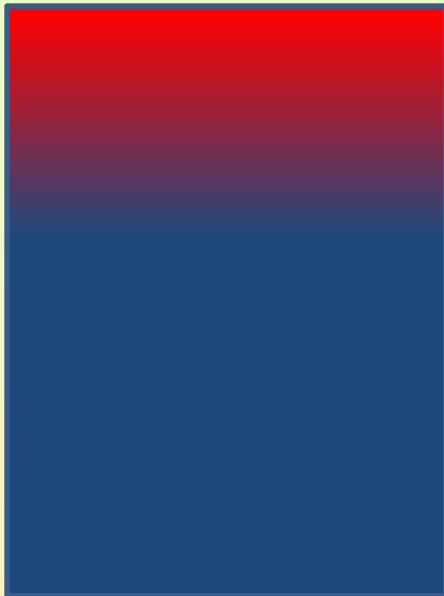


Dipólový moment  
molekuly vody

# ROZLOŽENÍ TEPLoty VE VODNÍM

Rozložení teploty ve vodním sloupci

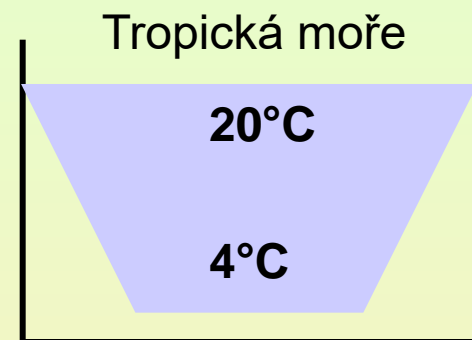
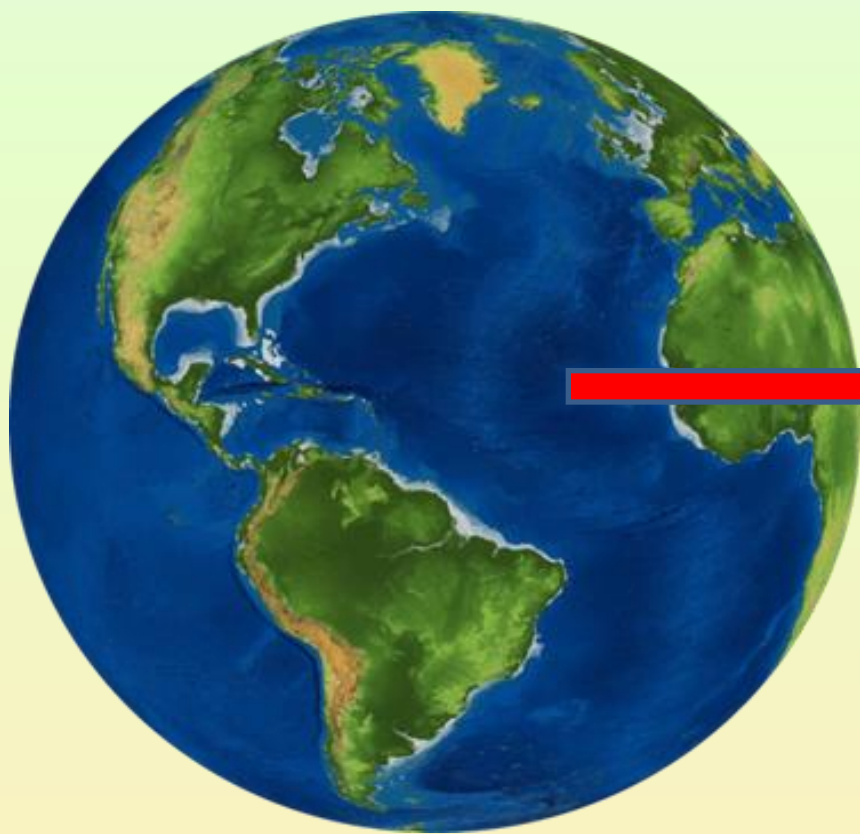
- ❑ velký rozdíl teplot mezi povrchem a hloubkou snižuje cirkulaci vody



Teplá = lehčí voda na povrchu

Studená (4 °C) voda v hloubce

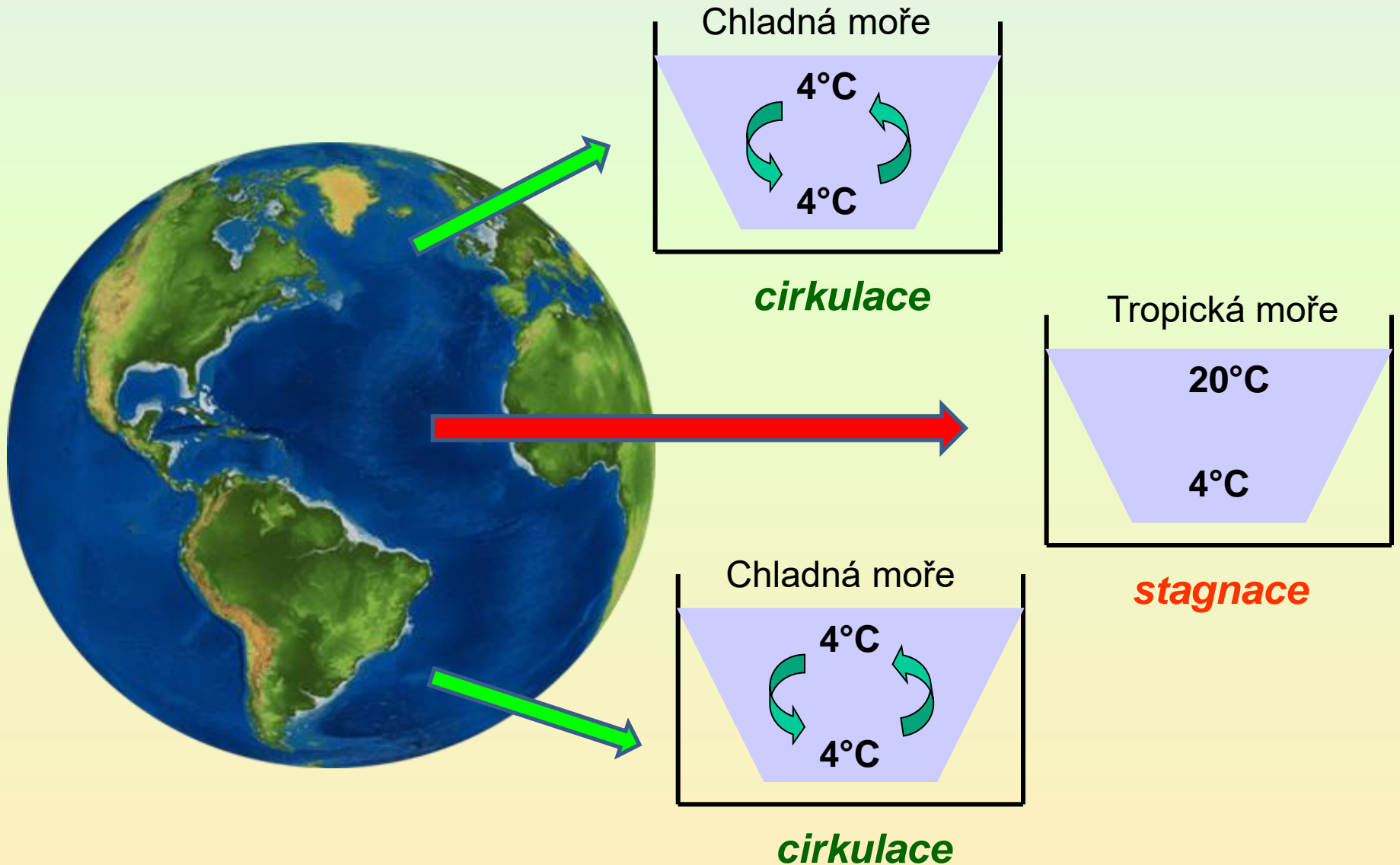
# ROZLOŽENÍ TEPLoty VE VODNÍM SLOUPCI



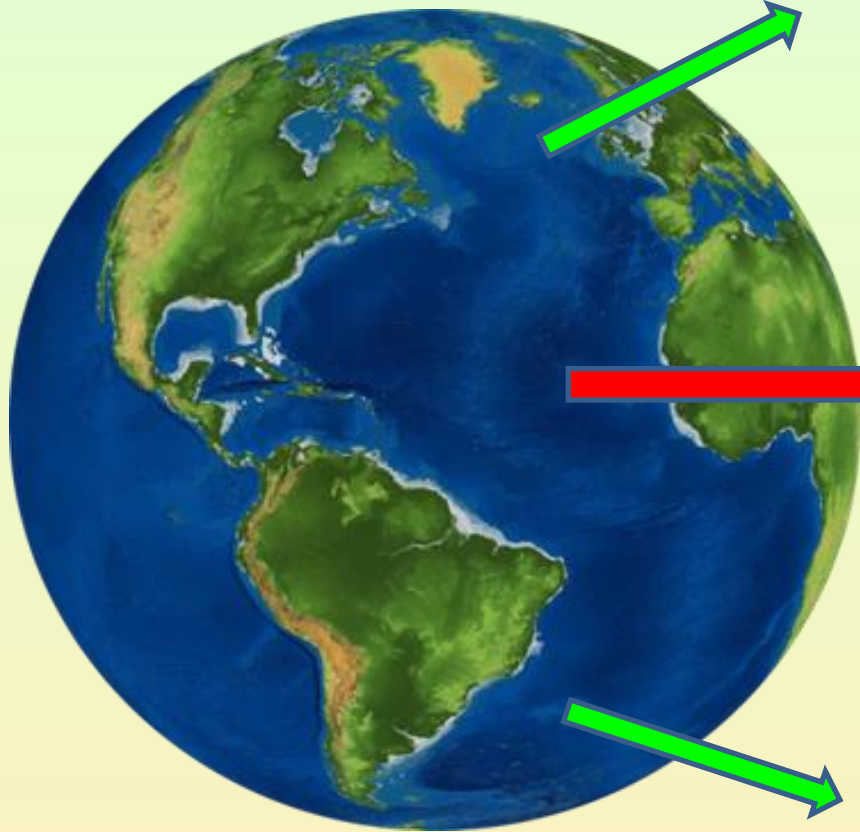
*stagnace*



# ROZLOŽENÍ TEPLoty VE VODNÍM SLOUPCI



# PRODUKCE BIOMASY



Chladná moře  
vysoká produkce biomasy

Tropická moře  
nízká produkce  
biomasy

Chladná moře  
vysoká produkce biomasy

# PLEJTVÁK OBROVSKÝ (*BALAENOPTERA MUSCULUS*)

- největší žijící živočich, délka až 33 m, váha až 200 tun



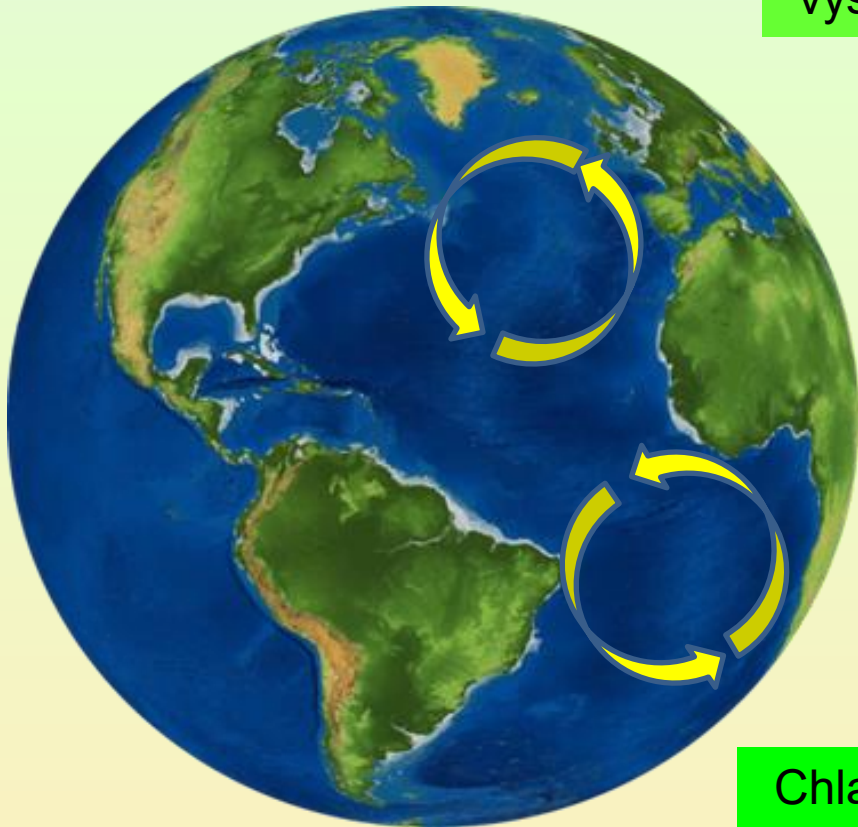
# PLEJTVÁK OBROVSKÝ (*BALAENOPTERA MUSCULUS*)

- ❑ největší žijící živočich, délka až 33 m, váha až 200 tun
- ❑ živí se výhradně krillem, denní spotřeba 3 – 5 tun
- ❑ filtruje ho kosticemi – vyrůstají z horní čelisti, jsou z keratinu





# MIGRACE VELRYB



Chladná moře  
vysoká produkce biomasy

Potrava

Tropická moře  
nízká produkce biomasy

Teplo  
Rozmnožování

Chladná moře  
vysoká produkce biomasy

Potrava



# PŘÍKLAD POTRAVNÍHO ŘETĚZCE NA MOŘI

Konzumenti  
3. řádu

dravé ryby, žraloci, kosatky ....

Konzumenti  
2. řádu

ryby, měkkýši ....

velryby



Konzumenti  
1. řádu

zooplankton

krill



Producenti

fytoplankton – řasy, sinice



# PLEJTVÁK OBROVSKÝ (*BALAENOPTERA MUSCULUS*)

- populace zdecimovaná lovem, dnes cca 7 % stavu před 100 lety



# KOSTRA VELRYBY V NÁRODNÍM MUZEU

- ❑ kostra samice plejtváka myšoka (*Balaenoptera physalus*)
- ❑ délka 22 m, váha 4 tuny
- ❑ pořízeno z iniciativy Antonína Friče, vystaveno r. 1888



# *Korálové útesy*



# KORÁLOVÉ ÚTESY



# KORÁLOVÉ ÚTESY

- ❑ Výskyt v teplých a mělkých mořích při pobřeží  
- mimo dosah pravidelného odlivu
- ❑ Velmi pestré, složité společenstvo
- ❑ Základ tvoří drobní polypy - korálnatci (*Anthozoa*)  
– patří do kmene Žahavců





# *Kmeny živočichů*

- Houby (*Porifera*)
- Žahavci (*Cnidaria*)**
- Ploštěnci (*Plathelminthes*)
- Hlístice (*Nematoda*)
- Vířníci (*Rotatoria*)
- Měkkýši (*Mollusca*)
- Kroužkovci (*Annelida*)
- Členovci (*Arthropoda*)
- Ostnokožci (*Echinodermata*)
- Strunatci (*Chordata*)

# *kmen Źahavci (Cnidaria)*

- ❑ Paprsčitá symetrie, Źahavé buňky
- ❑ 9 000 druhů

## *Třídny:*

- ❑ Medúzovci (*Scyphozoa*)      medúzy
- ❑ Čtyřhranky (*Cubozoa*)      podobné medúzám
- ❑ Polypovci (*Hydrozoa*)      nezmaři, trubýři
- ❑ **Korálnatci (*Anthozoa*)**      **sasanky, koráli**

# KORÁLOVÉ ÚTESY

- ❑ Drobní polypy vytváří schránky z uhličitanu vápenatého
- ❑ Žijí v symbióze s řasami a sinicemi
  - především to jsou obrněnky *r. Zooxanthella*
  - velmi drobné – v 1 mm<sup>3</sup> žije několik tisíc řas
  - již larvy korálů si s sebou odnášají buňky řas



# KORÁLOVÉ ÚTESY

- ❑ Řasy vytváří až 90 % produkce organické hmoty
- ❑ Korálové útesy – patří k nejproduktivnějším společenstvům světa



# OHROŽENÍ KORÁLOVÝCH ÚTESŮ

- ❑ chemická kontaminace
  - ropné a toxické látky
  - eutrofizace – nadbytek dusíkatých a fosforečných živin

# NEMOC BBD (BLACK BAND DISEASE)

- ❑ Nemoc černých okrajů – vybělená plocha korálů je na okraji lemovaná černým proužkem
- ❑ Původce je vláknitá sinice *Phormidium corallyticum*
- ❑ Poprvé v 70. letech v Karibiku, od 1995 Velký bariérový útes
- ❑ Patrně v souvislosti s eutrofizací vody





# OHROŽENÍ KORÁLOVÝCH ÚTESŮ

- chemická kontaminace
  - ropné a toxické látky
  - eutrofizace – nadbytek dusíkatých a fosforečných živin
- rybolov – zvláště vlečné sítě
- sběr korálů a dalších přírodnin

Vše vede k narušení křehkých vztahů v ekosystému

# NARUŠENÍ PŘIROZENÝCH VZTAHŮ V EKOSYSTÉMU

Přemnožení hvězdice trnité (*Acanthaster planci*) – požírá polypy

Postupná devastace Velkého bariérového útesu u Austrálie



# NARUŠENÍ PŘIROZENÝCH VZTAHŮ V EKOSYSTÉMU

Přemnožení hvězdice trnité (*Acanthaster planci*) – požírá polypy



Nadměrný rybolov  
- ryby se živí  
larvami hvězdic

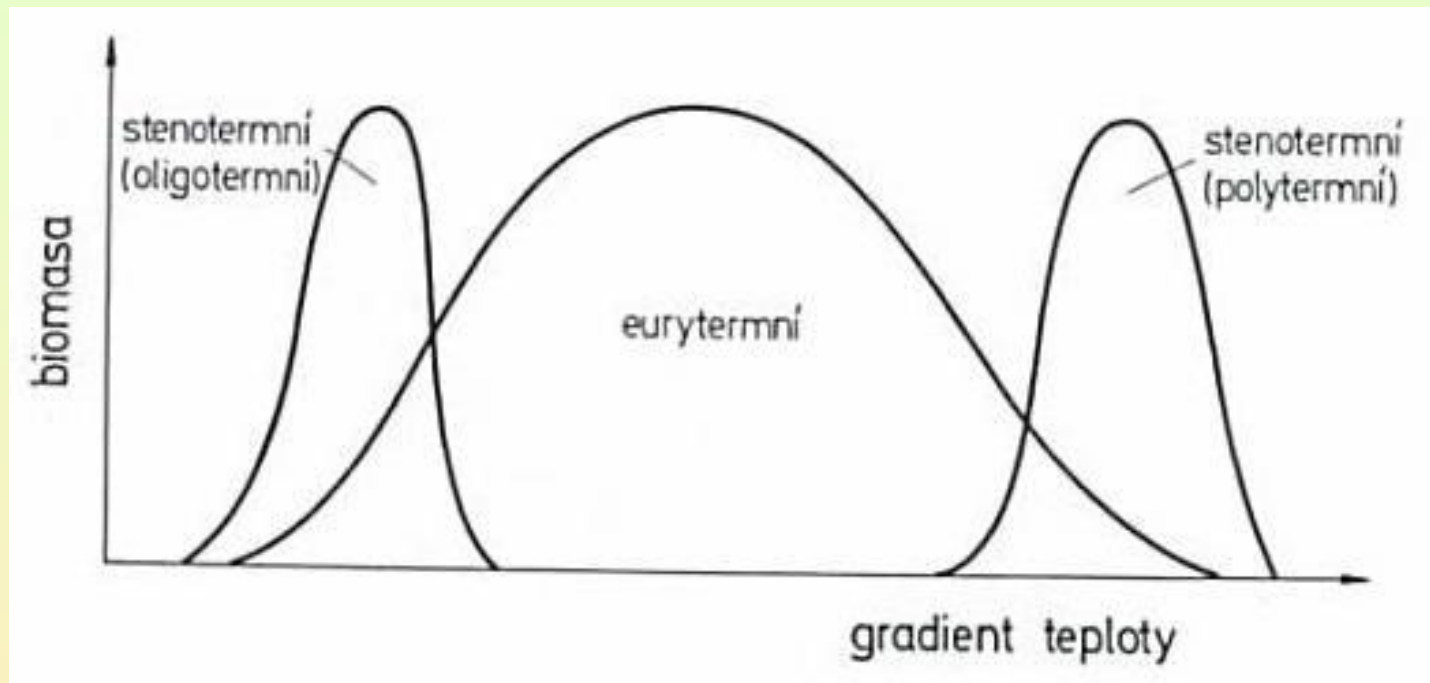
Sběr lastur tritonky  
– požírá dospělé  
hvězdice

snížení počtu  
přirozených nepřátel

# OCHRANA KORÁLOVÝCH ÚTESŮ

- ❑ Velmi obtížná – korálová společenstva jsou stenoekní - tj. mohou existovat pouze ve velmi úzkém intervalu podmínek

## Druhy stenoekni a euryekní



# *Porosty velkých řas*

# POROSTY VELKÝCH ŘAS

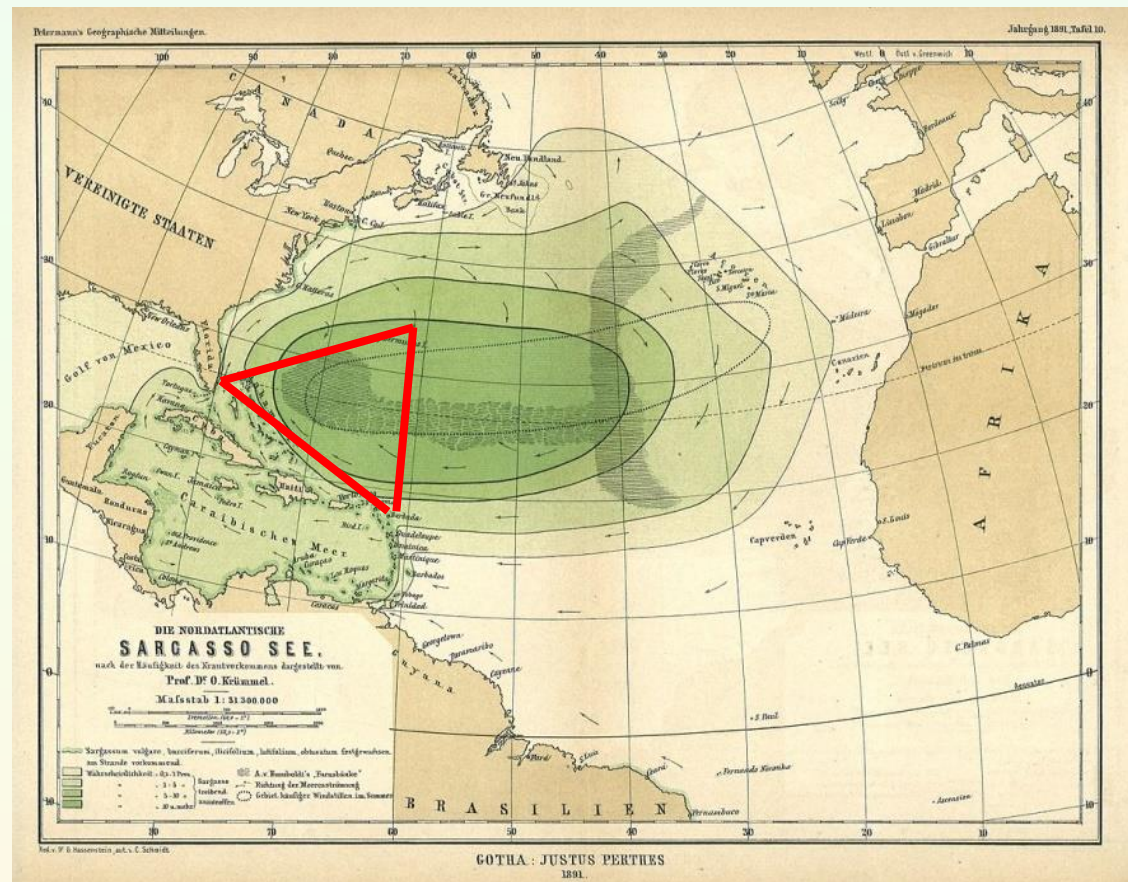
- ❑ rozsáhlé porosty velkých řas:
  - v chladných mořích u pobřeží se označují jako kelpy
  - příklad porostů na volném moři – Sargasové moře



# SARGASOVÉ MOŘE

□ v Atlantickém oceánu u Bermud

□ rozloha 4 000 000 km<sup>2</sup>



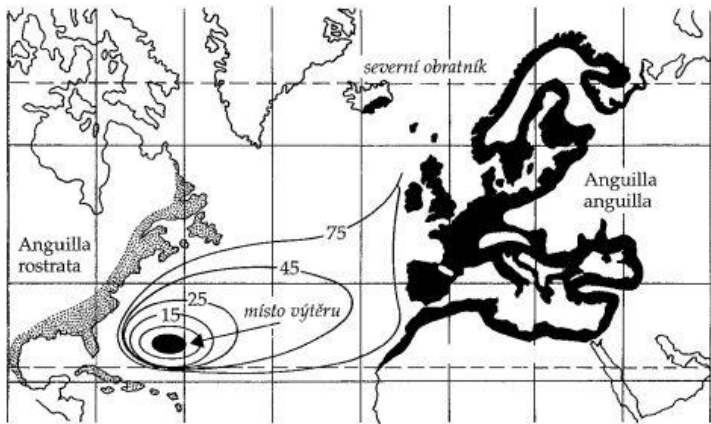
# SARGASOVÉ MOŘE

- ❑ moře s vysokou salinitou, subtropické klima
- ❑ průměrná hloubka 5 000 m
- ❑ většinu biomasy tvoří chaluhy, především r. *Sargassum*

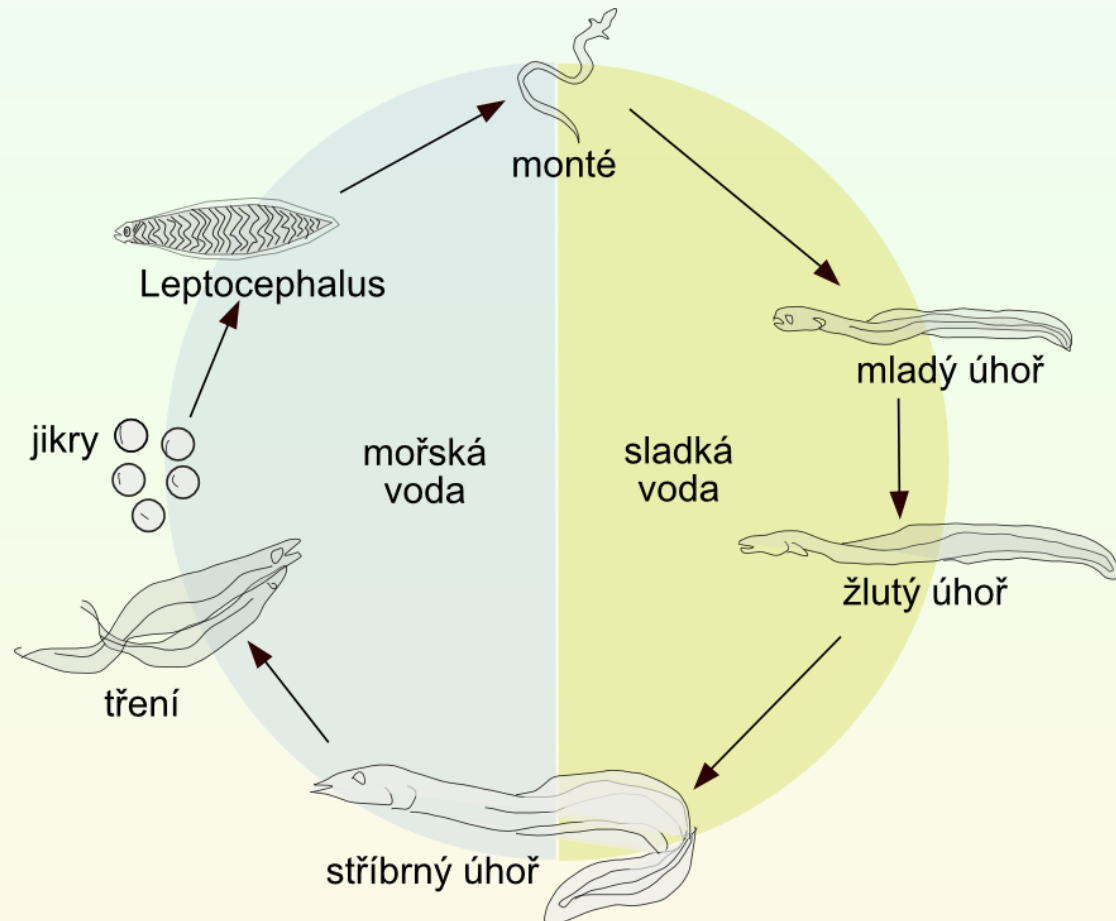


# SARGASOVÉ MOŘE

□ probíhá zde rozmnožování úhoře říčního (*Anguilla anguilla*)



Rozšíření a vývoj úhoře. Linie okolo oblasti výtěru znázorňují velikost larev úhoře v milimetrech.





# KELPY

- ❑ v chladných mořích u pobřeží
- ❑ požadavek – dostatek živin, optimální teplota 6 – 14 °C
- ❑ Základem jsou chaluhy (*Phaeophyceae*) – r. *Fucus*, *Laminaria*, *Macrocystys*, *Nereocystis*
- ❑ Rostou velmi rychle – celková délka 30 – 80 m

# KELPY

- ❑ Tyto „podmořské lesy“ představují druhově bohaté společenstvo
- ❑ Rozsáhlé plochy – jen u Norska 5 800 km<sup>2</sup>
- ❑ Velké množství bezobratlých živočichů – korýši, měkkýši, ježovky, ...  
na 1 m<sup>2</sup> je až 100 000 bezobratlých živočichů

# KELPY



Chaluha bublinatá



# KELPY



Ježovka velká

# KELPY



Vedra mořská

# PŘÍKLAD POTRAVNÍHO ŘETĚZCE V KELPECH

Vydra mořská



Ježovka velká



Chaluha bublinatá





## HOSPODÁŘSKÉ VYUŽITÍ KELPŮ

- Pálení kelpů (Skotsko) – z popela – uhličitan sodný
- Popel z kelpů je bohatý na jód
- Z řas – kyselina alginová (želé, zubní pasty, stomatologie ...)

# ***Vliv člověka***

# VLIV ČLOVĚKA

- Znečištění moře
  - ukládání odpadů –plasty !!!
  - ropné havárie
  - vysoká dotace živin - eutrofizace
- Nadměrný rybolov a devastující techniky (vlečné sítě)
- Devastace pobřežních ekosystémů



## HAVÁRIE DEEPWATER HORIZON

- ❑ 20. dubna 2010 – výbuch plovoucí ropné plošiny pro hlubokomořské vrty v Mexickém zálivu – zahynulo 11 pracovníků
- ❑ Plošina patřila společnosti British Petroleum (BP)
- ❑ Únik ropy z vrtu se podařilo zastavit až za 3 měsíce
- ❑ Odhad úniku ropy 70 - 150 miliónů litrů
- ❑ ropná skvrna cca 10 000 km<sup>2</sup>
- ❑ Odhad uhynulých živočichů:
  - 6 000 mořských želv
  - 26 000 delfínů
  - 82 000 ptáků





***Konec kapitoly.***