

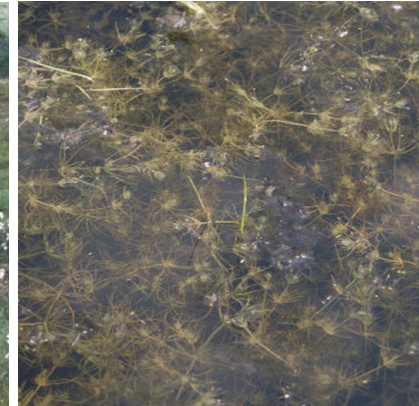
Voda

Voda jako zdroj i stresor

terestrické prostředí

semiterestrické
prostředí

akvatické
prostředí



v nedostatku

střední úroveň

v nadbytku

tvoří celé
prostředí

(limituje produkci, druhy o
ni soupeří)

(druhy o ni soupeří, ale
produkci příliš nelimituje,
druhy nemají adaptace na
sucho ani přemokření)

druhy mají adaptace na
nadbytek vody v půdě
(málo kyslíku: **anoxia**;
patogeny apod.)

druhy mají adaptace
na život ve vodním
sloupci

voda modeluje povrch!

xerické prostředí

mezické prostředí

mokřad

**vodní
prostředí**

Voda jako důležitá součást těla rostlin a živočichů



pásovnice Venušina: 99% vody



Wikipedia

pstruh potoční: 75% vody



Wikipedia

Tur domácí: 52-60% vody

poikilohydrické organizmy



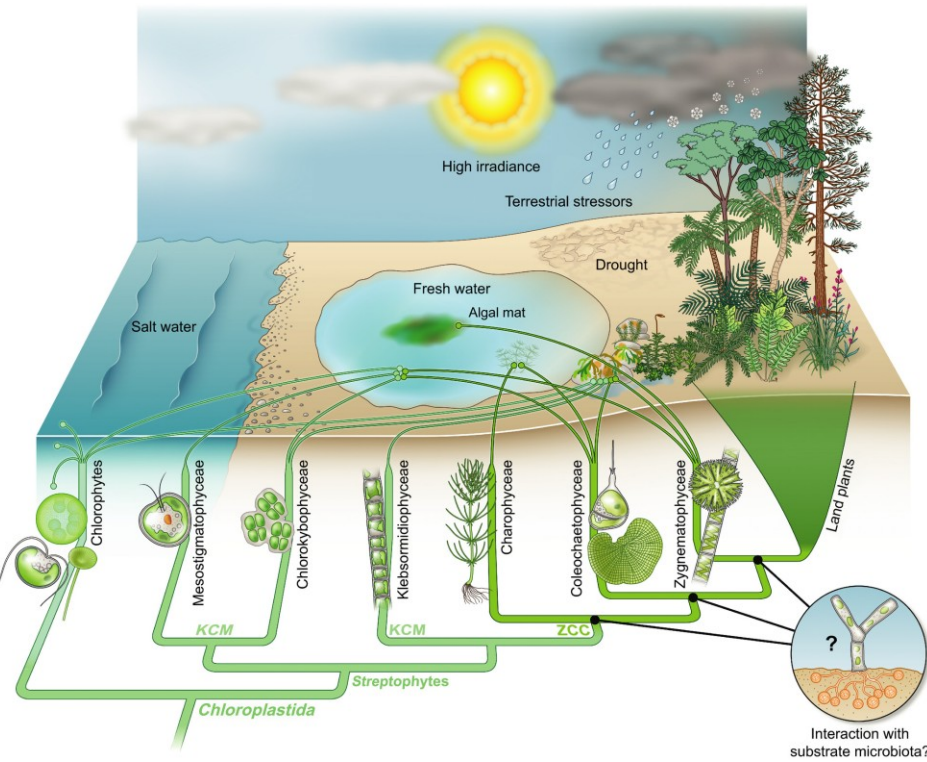
terčovka (lišejník)



rašeliník (mech)

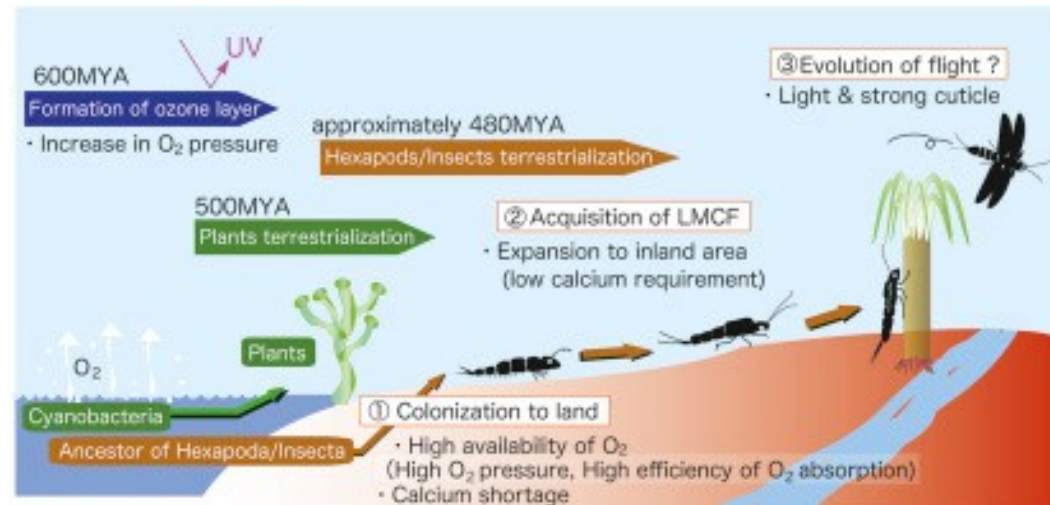


Haberlea rhodopensis (Gesneriaceae)

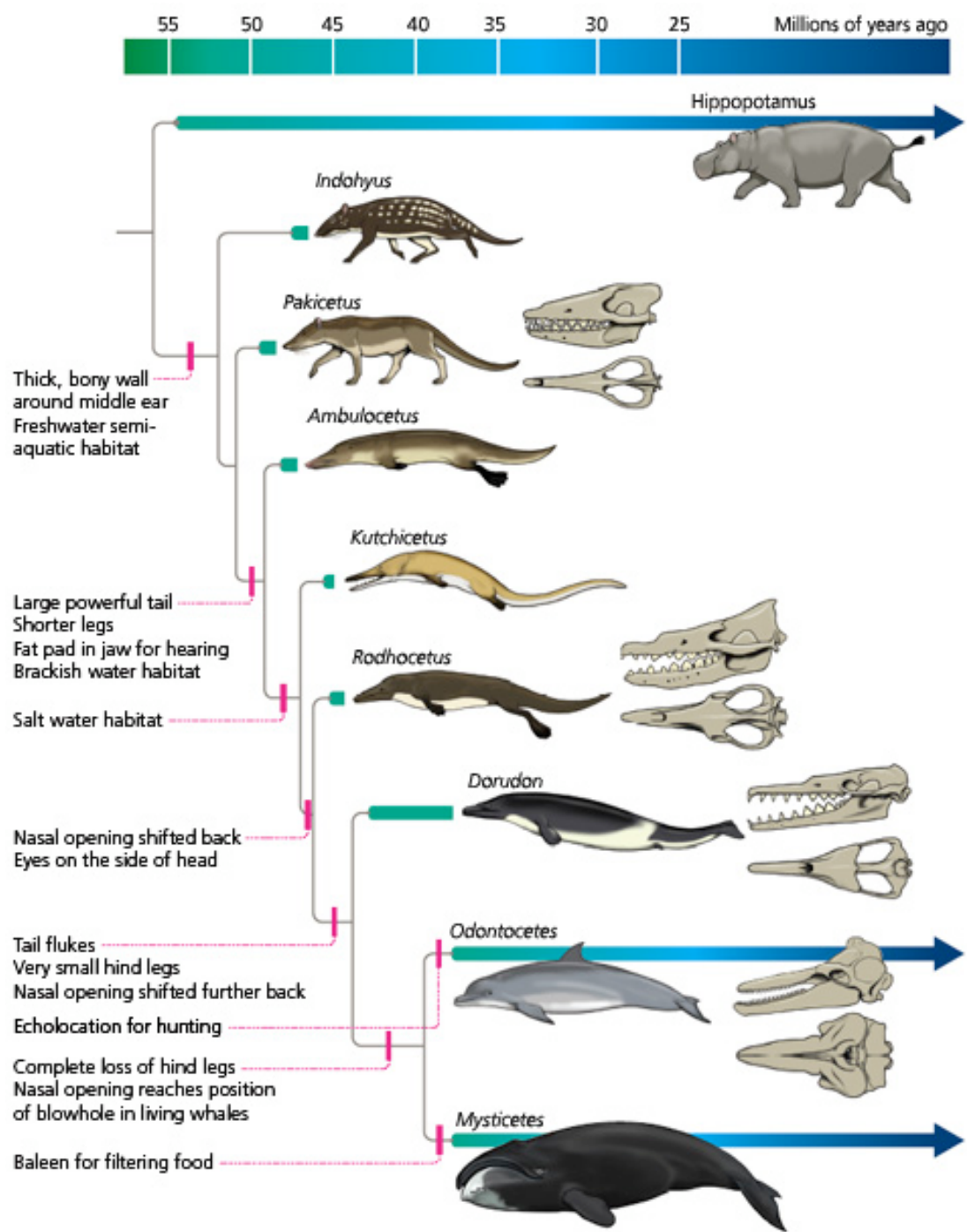


Život začal v moři ...

Asano et al. (2019)



... a opakovaně se tam vracel



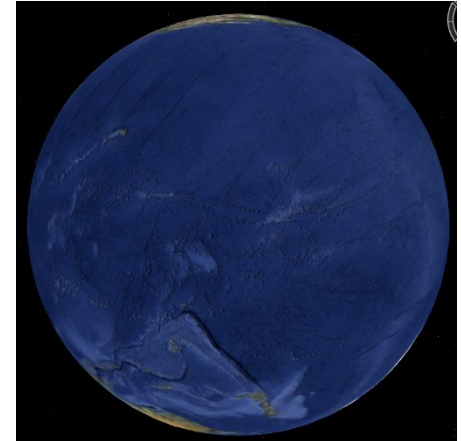
Hydrosféra

Povrch zemský

Moře a oceány: 70,8 %

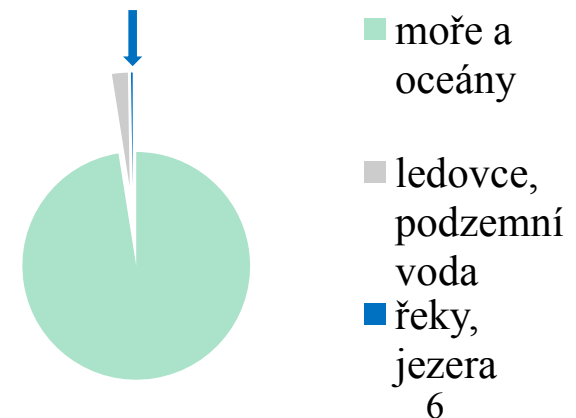
Sladká voda: 2 % zemského povrchu

Estuáry: ústí řek do moří



Objemové podíly

Oceány a moře	97,2 %
Slané vody souší	0,0008 %
Ledovce a věčný sníh	2,15 %
Jezera, rybníky, nádrže	0,009 %
Vodní toky	0,0001 %
Podzemní voda	0,62 %
Kapilární voda v půdě	0,005 %
Voda v atmosféře	0,001 %

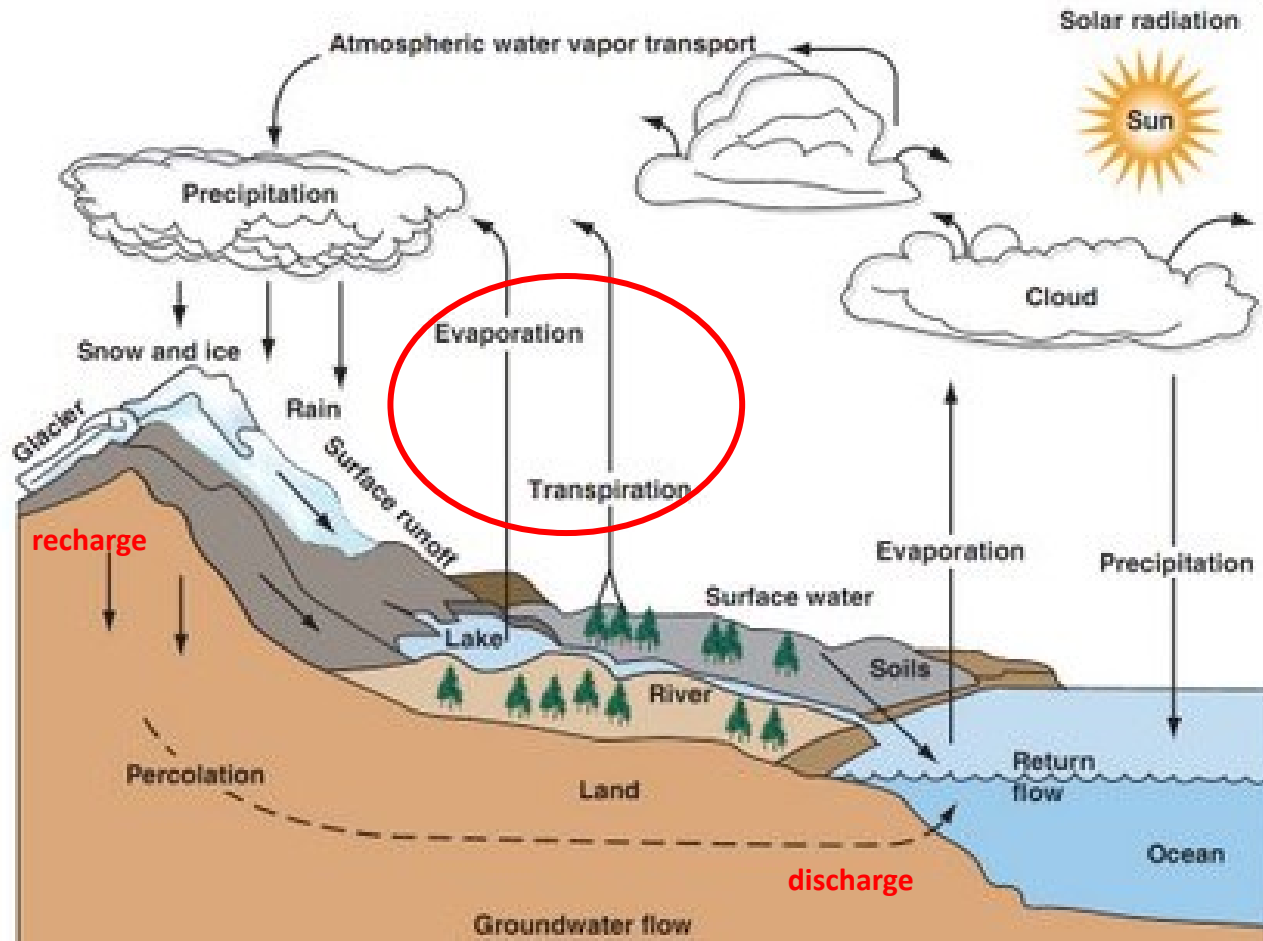


HYDROLOGICKÝ CYKLUS

Koloběh vody: ca 9-10 dní pobývá molekula vody v atmosféře (tj. spadne až 40x za rok)

Malý oběh vody se uskutečňuje pouze nad pevninou nebo pouze nad oceánem. Většina vypařené vody z pevniny padá pevninu a z oceánu do oceánu.

Velký oběh vody vzniká spojením malých oběhů a je to výměna vody mezi světadíly a oceány.

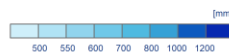
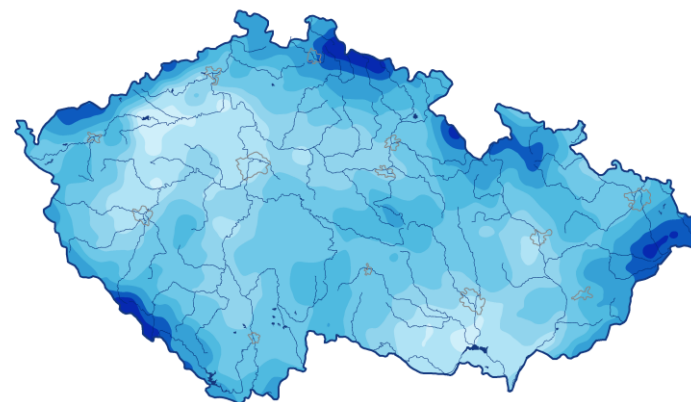


Roční úhrn srážek

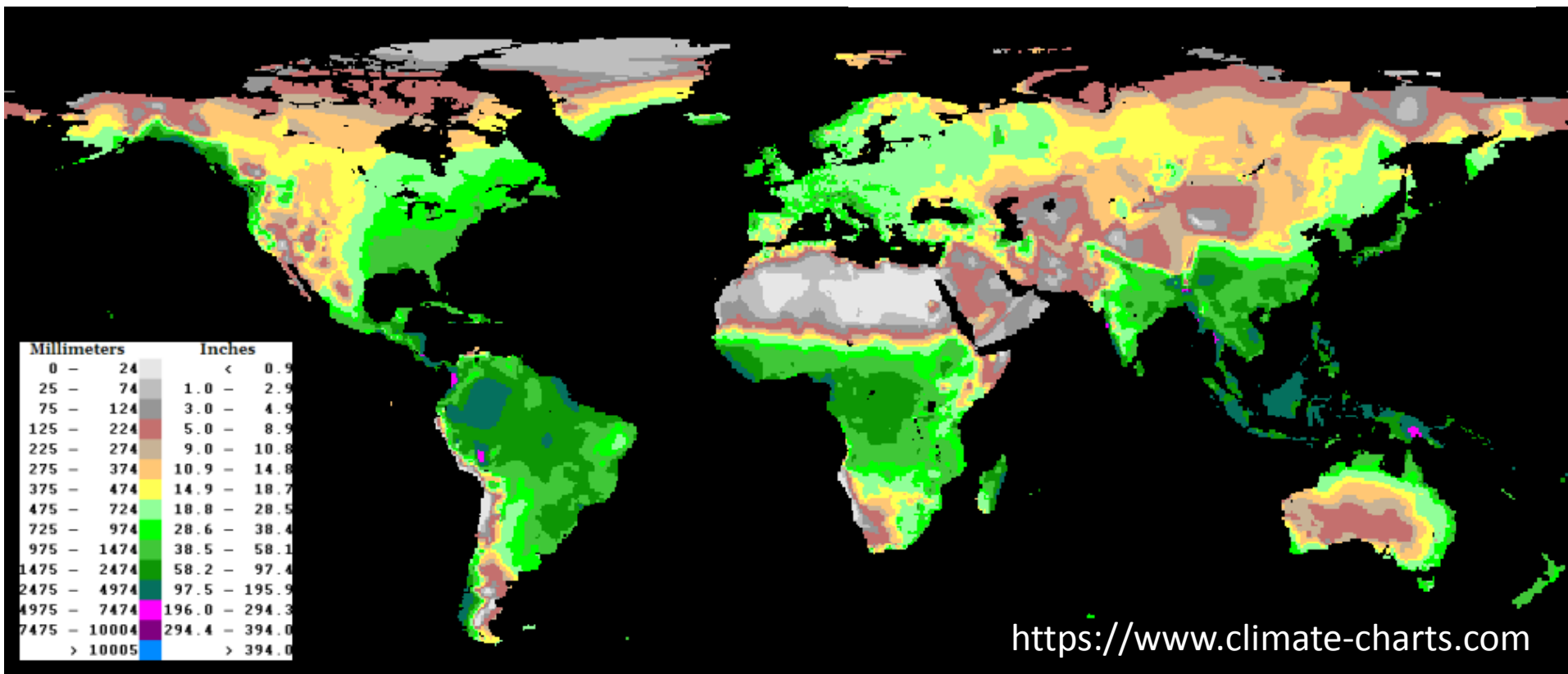
Průměrný roční úhrn srážek za období 1981–2010

Český
hydrometeorologický
ústav

*Důležité ale je, tolik se
vypaří evapotranspirací.*



www.chmi.cz



Voda jako zdroj i stresor

terestrické prostředí



semiterestrické
prostředí



helofyty =
hygropyty

akvatické
prostředí



hydrofyty =
vodní
mikrofyta a
makrofyta

**důležitost vodního režimu: hladina podzemní vody,
sezónní změny v hladině vody a množství vody**

důležitost chemismu vody

**důležitost
fyzikálních
vlastností vody**

Periodické vody



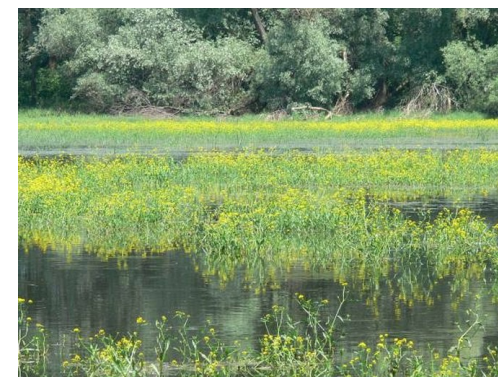
Jarní záplavy a tání sněhu, zvýšení podzemní vody, deště

Osídlují je živočichové s krátkým generačním cyklem a s diapauzou a vývojová stádia létavého hmyzu.

Oboživelné rostliny:



pobřežnice jednokvětá

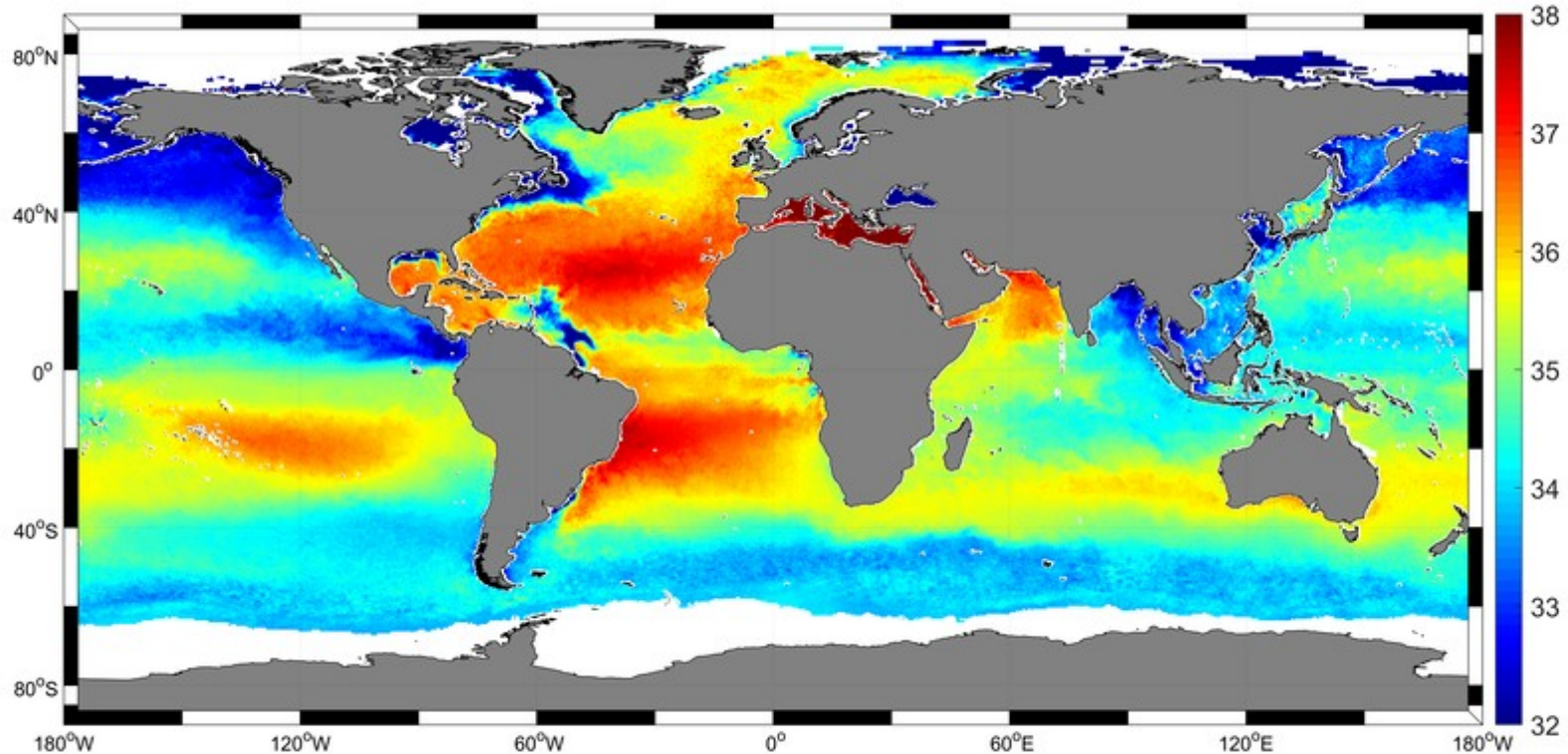


rukev oboživelná

Chemické vlastnosti vody

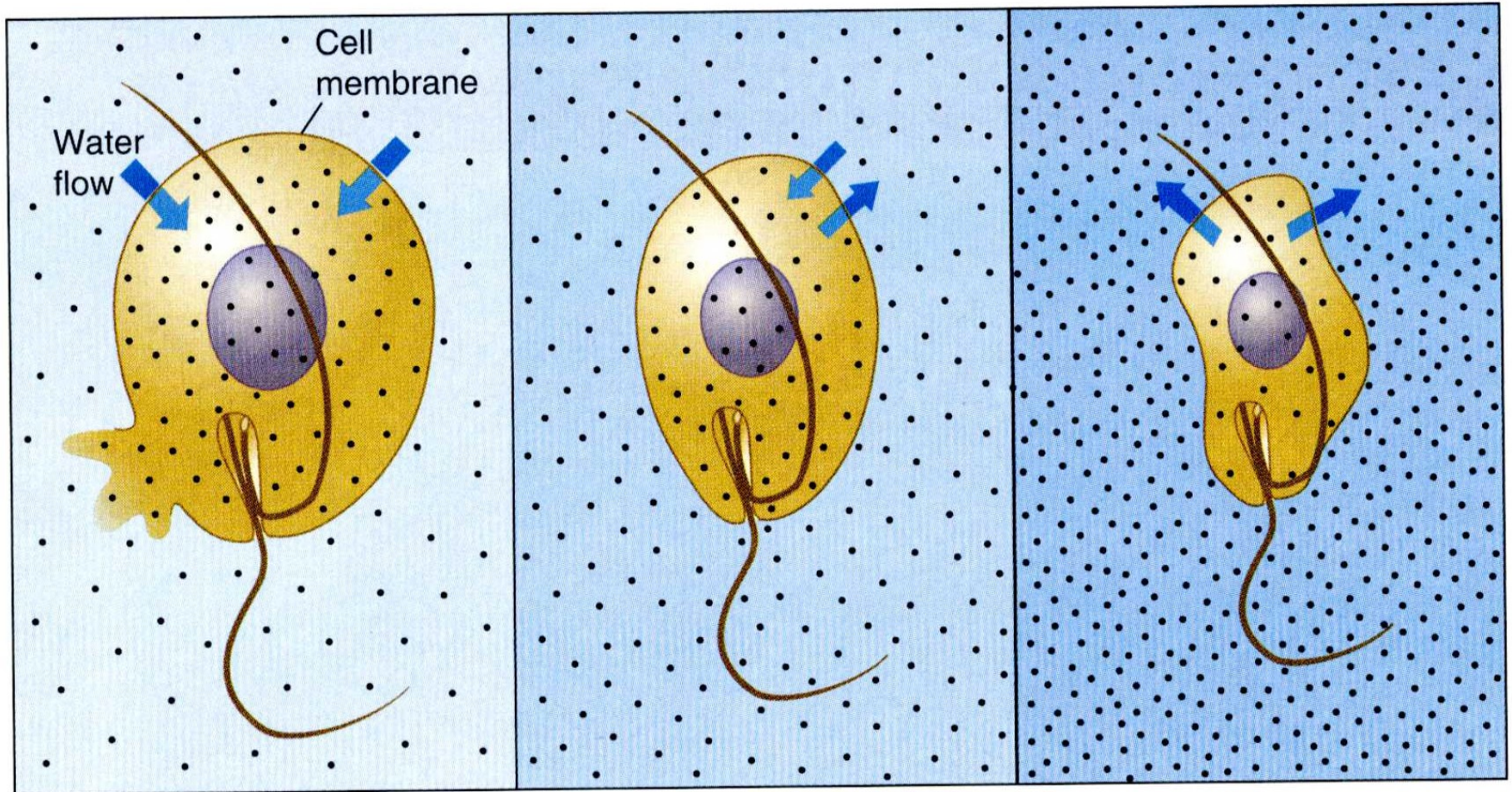
salinita

European Space Agency



Odráží geologické podloží (moře, ale i **slané prameny a jezera na souši**), polohu, stáří moře, mořské proudy, estuarie ... ionty tvořící 99% hmotnosti mořské soli: chloridy, sodík, sírany, hořčík, vápník, draslík.

vyšší salinita = vyšší osmotický tlak



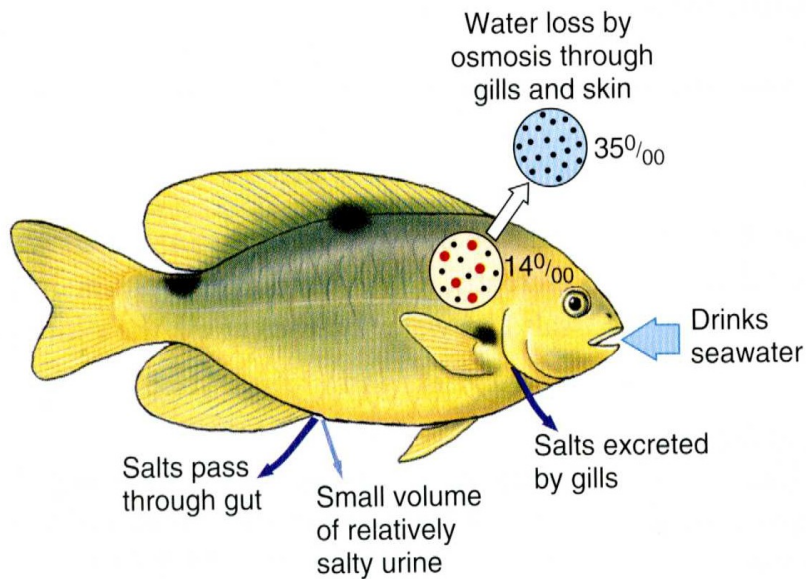
(a) Lower concentration outside

(b) Same concentration inside and outside

(c) Higher concentration outside

... proto jsou potřeba adaptace, zejména u mořských obratlovců, protože ti vznikli ve sladkých vodách

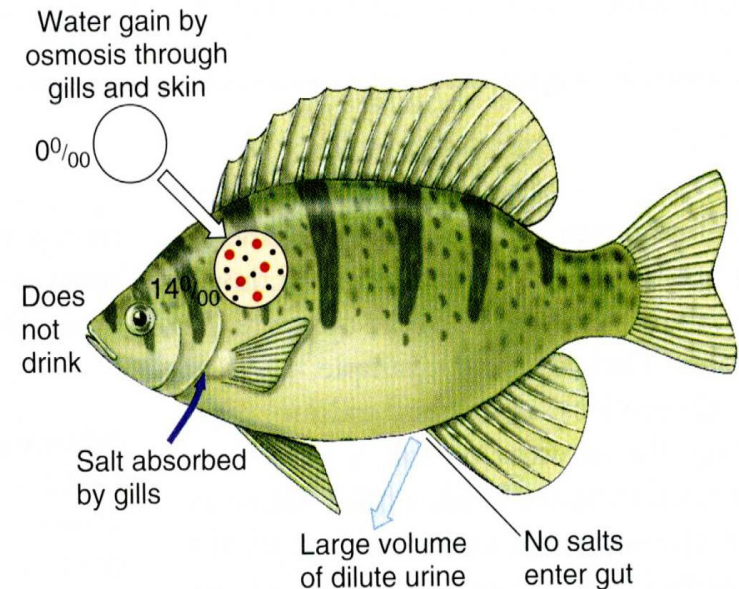
mořská ryba



(a) Marine fish

ztrácí vodu osmózou, pijí mořskou vodu, vylučují sůl, tvoří málo moči, která je mírně slaná.

sladkovodní ryba

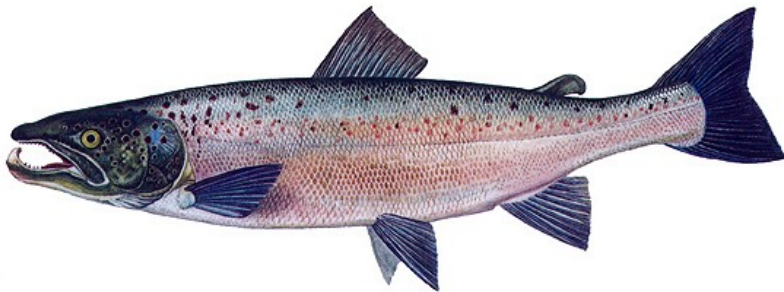


(b) Freshwater fish

získávají vodu osmózou, nepijí, přijímají sůl žábry, tvoří hodně hypotonické moči

... ale co ryby, které se vyskytují v obou prostředích?

Takových druhů je málo. Buď jsou euryhalinní a dokáží přepínat mezi fyziologickými režimy (mají různé typy buněk), za cenu pomalejšího růstu, nebo jsou tažné (**cyklicky euryhalinní**) a v průběhu ontogenetického vývoje přepínají z hyperosmotické osmoregulace na hypoosmotickou.



diadromní migrace (migrace mezi sladkou a mořskou vodou)

katadromní migrace (migrace ze sladké do mořské vody za účelem rozmnožování)

anadromní migrace (migrace z mořské vody do sladké za účelem rozmnožování)

amphidromní migrace (migrace mezi sladkou a mořskou vodou během života ale ne za účelem rozmnožování)

pH

Důležitý faktor, stejně jako v půdě (minulá přednáška). **Ale co je to vlastně pH?** Je to kauzální nebo spíš zprostředkovaně kauzální faktor?

$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

v půdě a ve vodě semiterestrického prostředí
(minulá přednáška)

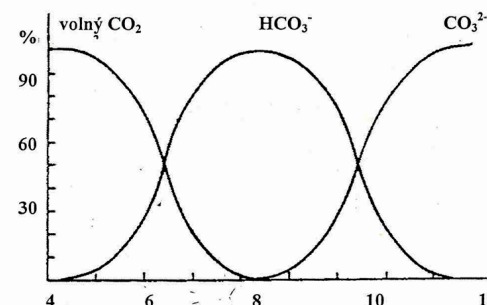
- mobilizace Al, případně Fe v půdě
- změna formy dusíku
- ovlivnění příjmu kationtů

v akvatickém prostředí

- jako v půdě: rozpustnost kovů, změna forem dusíku, ovlivnění příjmu kationtů
- **navíc:** ovlivnění chemosenzorických funkcí vodních živočichů

- uhličitanová rovnováha

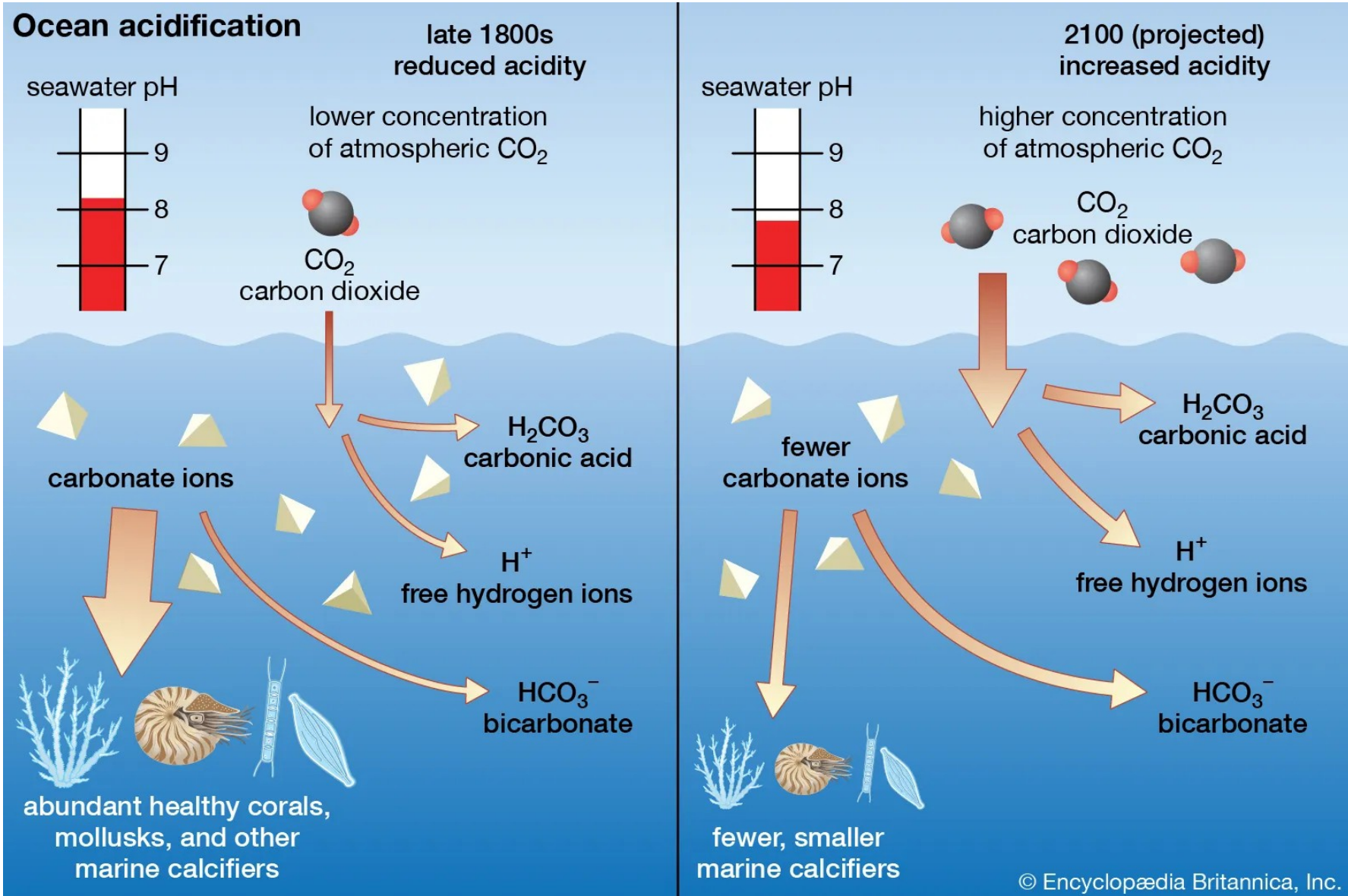
Stejně jako u půdy: bazofilní a acidofilní organizmy;
stenoiontní a euryiontní organizmy; vztah pH a diverzity



Obr.1:
Vztah mezi pH a procentuálním zastoupením složek uhličitanové rovnováhy: volného oxidu uhličitého (CO₂), hydrogenuhlčitanu (HCO₃⁻), a uhličitanu (CO₃²⁻).
(Podle Goltermana 1969)

Vyšší salinita = vyšší pH

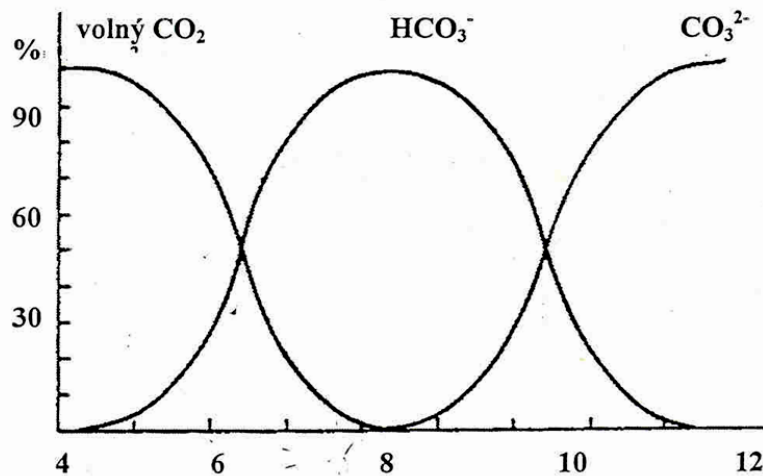
mořská voda: pH 8,1-8,3



chemické látky jako zdroje uhlík

Rostliny (cévnaté rostliny, řasy): potřebují oxid uhličitý jako zdroj pro fotosyntézu; v terestrickém prostředí jej získávají z ovzduší, v akvatickém z **vody**

Pozor! Uhličitanová rovnováha!



Obr.1:

Vztah mezi pH a procentuálním zastoupením složek uhličitanové rovnováhy: volného oxidu uhličitého (CO₂), hydrogenuhličitanu (HCO₃⁻), a uhličitanu (CO₃²⁻). (Podle Goltermana 1969)

Elodea canadensis



jen málo rostlin umí využít HCO₃⁻ pro fotosyntézu!
Nedostatek volného CO₂.

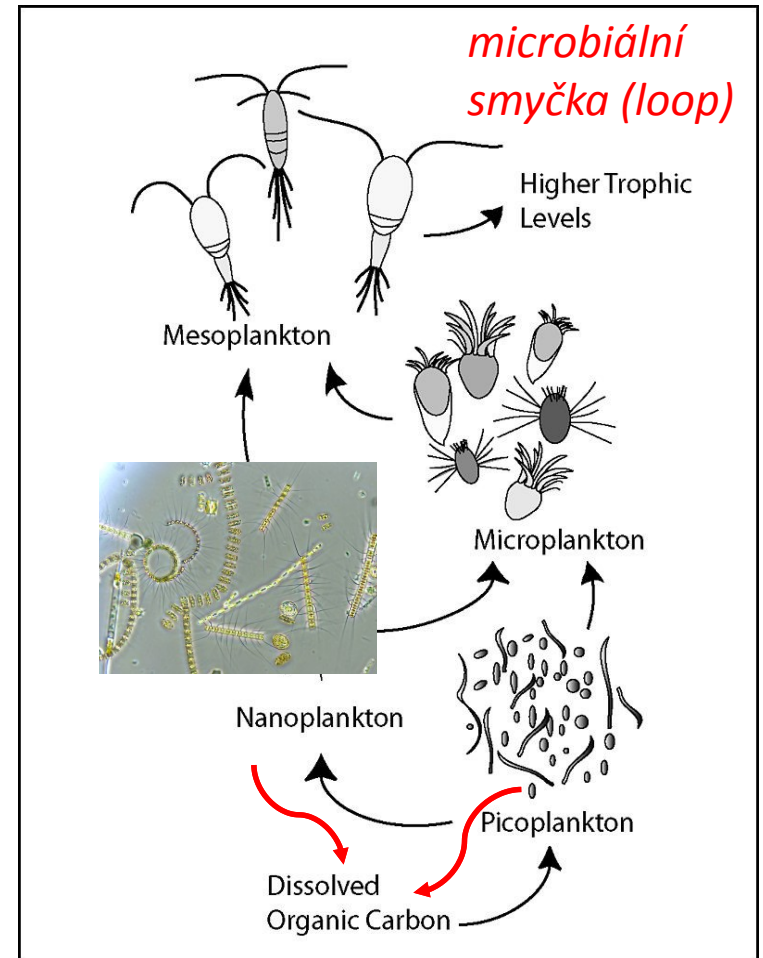
Je možná limitace oxidem uhličitým! Akvaristé znají ...

uhlík

živočichové: neumí fotosyntetizovat, ale jsou z 95% tvořeny organickými (uhlíkatými) látkami. Uhlík přijímají konzumací rostlin, a v akvatickém prostředí ve velké míře i přijímáním rozpuštěného organického uhlíku (***dissolved organic carbon: DOC***)

Jsou to organické sloučeniny a částice o velikosti 0.22-0.7 μm , často organické kyseliny vznikající rozkladem odumřelých rostlin a živočichů, jak přímo ve vodě, tak i na souši (splachy) nebo v sedimentech pod vodním sloupcem.

DOC váže 662 gigatun uhlíku (861 je lesích; 600 v rašelině; podobná hodnota v atmosféře)



rozpuštěné živiny (dusík, fosfor, draslík)

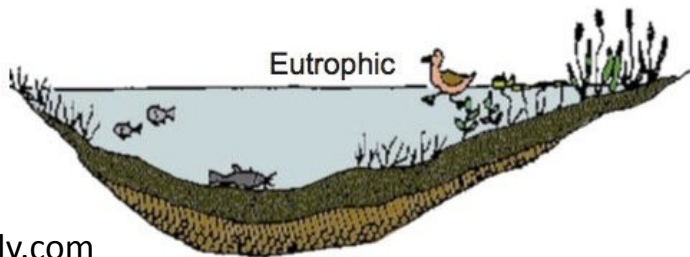
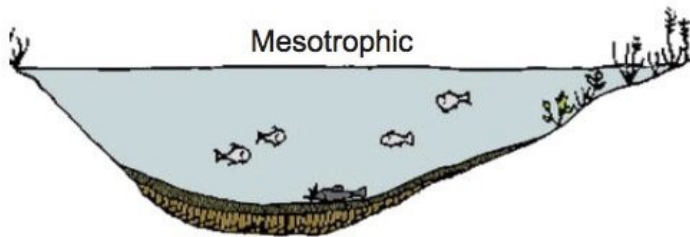
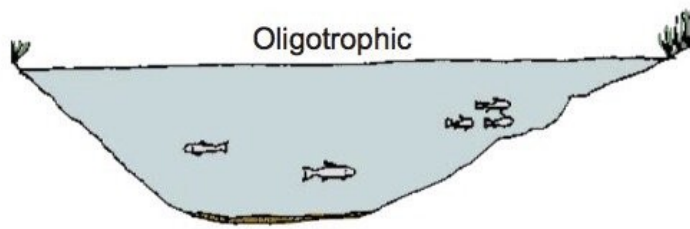
- zdroj pro růst (produkci) rostlin, a sekundárně i pro živočichy

oligotrofní vody: chudé N, P, K. Malá produktivita = málo řas, řídká vegetace (parožnatky), pomalé přibývání usazenin na dně (sedimentů), dobrá průhlednost, dostatek kyslíku. Extrémně neúživné vody se označují jako **ultraoligotrofní**.

mezotrofní: mírně zvýšené množství živin, bujnější, druhově bohatší vegetace

eutrofní: hodně živin, velká produktivita (hlavně řasy a sinice – *vodní květ*), nedostatek kyslíku (v noci, kdy řasy dýchají), toxiny sinic živinami bohaté až toxické sedimenty. Vyšší stupně eutrofie se označují **polytrofie** a **hypertrofie**.

dystrofní: ultraoligotrofní voda, která je kyselá a zakalená (neprůhledná). Zakalení způsobují huminové kyseliny (rozpuštěný organický uhlík), které se usazují na dně.. Ohrožené, s řadou vzácných druhů (rašeliništní jezírka). Produkce malá.



- gradient N, P, K, případně minerálů, ve vodonosných vrstvách **nebo**
- čas: vývoj od mladých po stará jezera **nebo**
- gradient znečištění vod lidskými aktivitami (proces eutrofizace)



weebly.com



dystrofní jezírko

kyslík

Je kyslík zdroj?

Setkáte se s různou odpovědí v různých učebnicích. Kyslík je nezbytný pro život rostlin i živočichů (dýchání), rostliny jej zároveň produkují při fotosyntéze jako odpadní produkt; potřebují víc uhlíku vyrobit než „prodýchat“ (viz světelný kompenzační bod v přednášce o světle).

Proč by neměl být zdrojem v pravém slova smyslu?

- (a) je nevyčerpatelný
- (b) nelimituje produktivitu

Platí to ale i v akvatických ekosystémech?

Ne zcela; kyslíku může být nedostatek v eutrofních vodách (krátkodobě) nebo v podzemních vodách a může limitovat **výskyt** některých druhů. Nejpřesnější označení je tedy že **nedostatek kyslíku** je stresující faktor (**stresor**).

ostatní chemické látky: příklady

stopové prvky: síra, mangan, železo, bor, hořčík v nadbytku se jejich vliv mění na toxický (jsou tedy zdroji i stresory)

sirovodík (H_2S): vzniká u dna stojatých vod (a) redukcí síranů při nepřístupu kyslíku; (b) odnímání kyslíku ze síranů bakteriemi. Je toxický, jde tedy o stresor

metan (CH_4): skleníkový plyn; vzniká redukcí oxidu uhličitého při nedostatku kyslíku, na procesu se podílí metanogenní bakterie. Většinou je pro organismy toxický (stresor), ale metanotrofní bakterie využívají metan jako **zdroj** uhlíku.

těžké kovy, organické znečišťující látky: toxický efekt

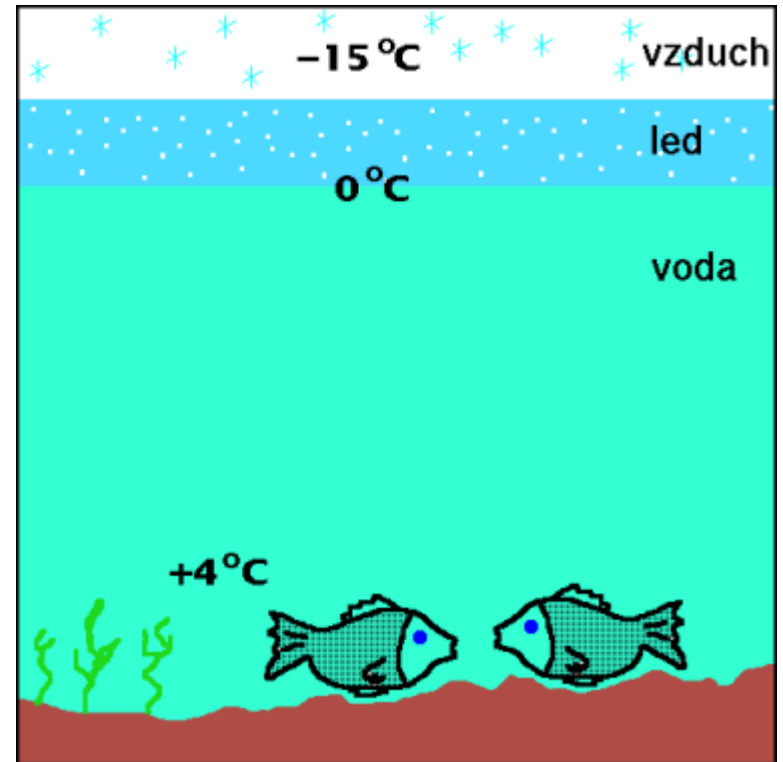
hormony, léčiva: narušují biologické vlastnosti vodních organismů

aminokyseliny, bílkoviny: součást rozpuštěného organického uhlíku

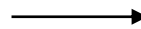
Fyzikální vlastnosti vody

Hustota vody: 775x větší než hustota vzduchu; největší při 4 C (fyzikální anomálie vody)

zamrzá odshora



u dna 4 C, nezamrzá: přežití vodních organismů přes zimu. Přežil díky tomu život na Zemi v extrémně zaledněném období pozdních starohor?



Význam v evoluci: větší hustota = větší nadlehčování; menší investice do oporných soustav, hmotnější organismy (plejtvák obrovský – 100 tun)



Fyzikální vlastnosti vody

Viskozita (vnitřní tření) **vody**: 100x větší než viskozita vzduchu, stejně jako hustota je vyšší při nižších teplotách. Ovlivňuje sezónní (teplotní) změny morfologie některých živočichů

hrotnatka jezerní (*Daphnia cucullata*)



Povrchové napětí: vzniká na rozhraní mezi tekutým a plynným prostředím v důsledku zvýšené soudržnosti molekul vody. Projevuje se jako tenká blanka která je prostředím pro **neuston**.

epineustické druhy

hyponeustické druhy

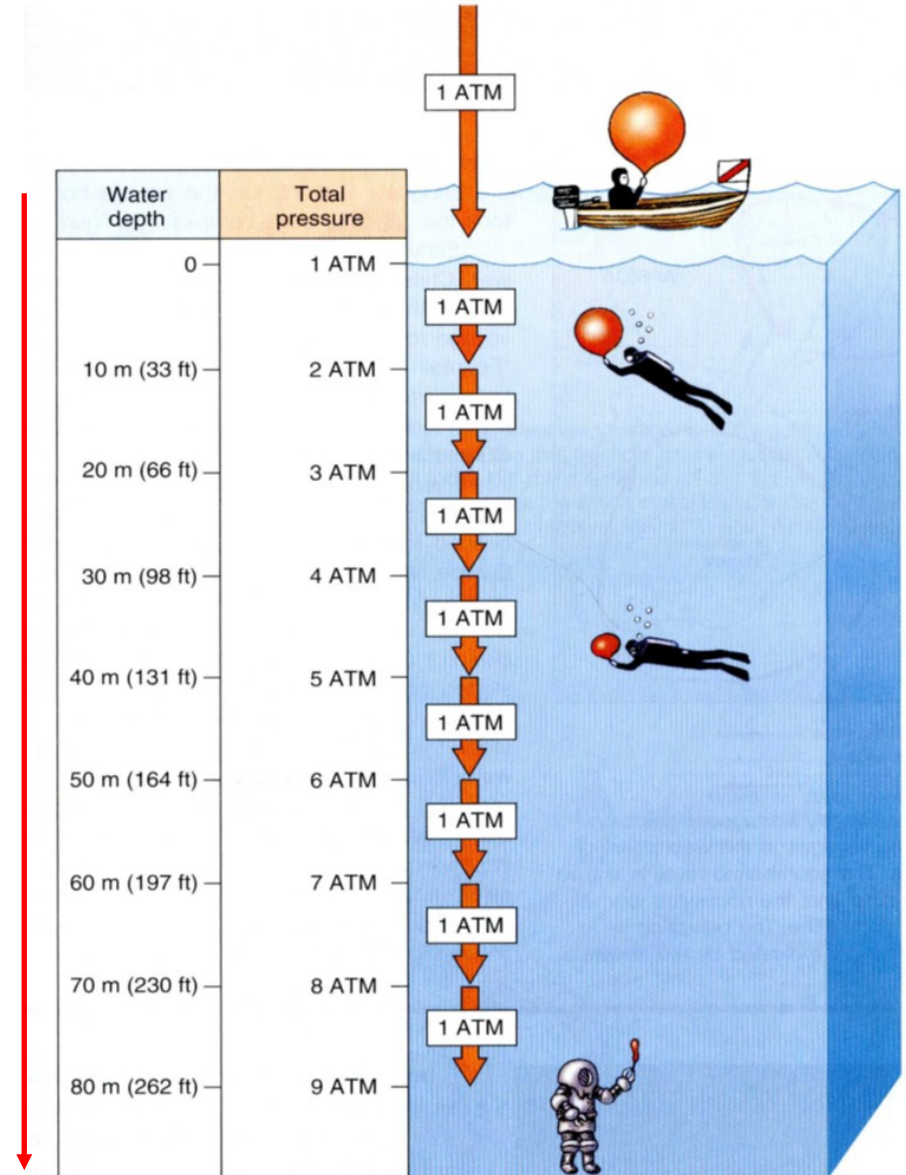


Fyzikální vlastnosti vody

Hydrostatický tlak

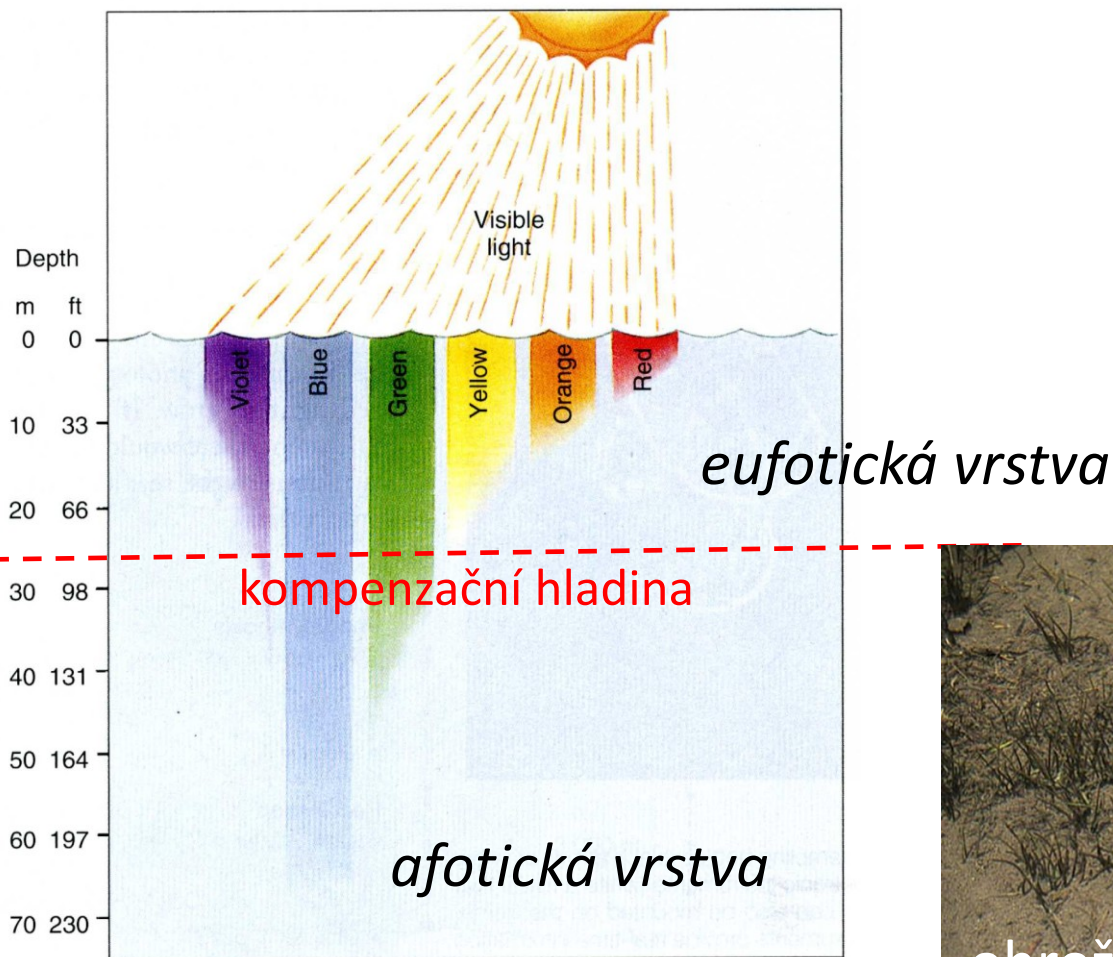
Změny rozpustnosti: vyšší rozpustnost CO_2 , rozpuštění karbonátů (kostra!)

Mechanický tlak: stlačitelné tělo, u obratlovců stlačitelné plíce a žebra (vorvaň, kareta), obrana proti embolii, absence plynového měchýře



Fyzikální vlastnosti vody

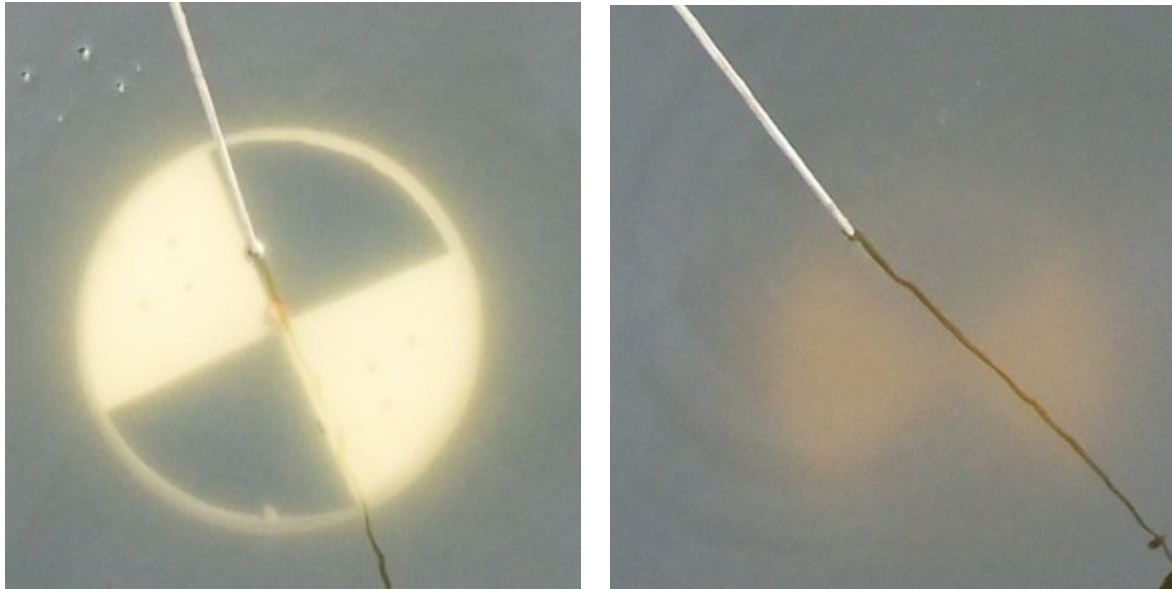
Světlo – zdroj! viz přednáška o světle



Fyzikální vlastnosti vody

Světlo: faktor „průhlednost“

- vegetace cévnatých rostlin (na vodní hladině i ve vodním sloupci)
- plankton
- rozpuštěný organický uhlík (včetně huminových kyselin)
- výška slunce, vlastnosti hladiny



Secchiho deska

Afotické prostředí pod zemí

větší, vodou vyplněné intersticiální prostory vodonosných vrstev

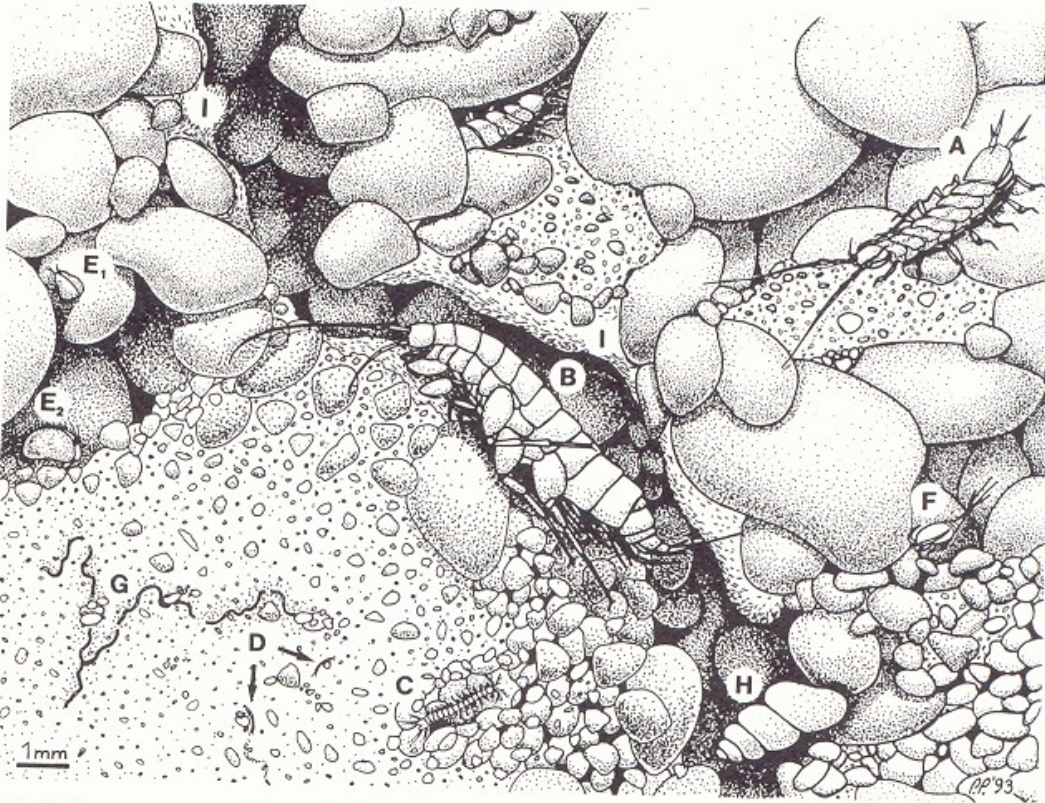


FIGURE 1 The interstitial habitat and some of the subterranean-dwelling organisms. Diagram composed, mainly, after video pictures taken in the Lobau miniaquifer. A, *Proasellus slavus* (Isopoda); B, *Niphargus* sp. (Amphipoda); C, *Bathynella* sp. (Syncarida); D, *Parastenocaris* sp. (Copepoda, Harpacticoida); E₁, E₂, *Cryptocandona kieferi* and *Kovalevskiella* sp. (Ostracoda); F, *Acanthocyclops gmeineri* (Copepoda, Cyclopoida); G, Oligochaeta; H, *Bythiospeum* sp. (Gastropoda); I, bacterial biofilm.

adaptace na tmu: viz přednáška o světle

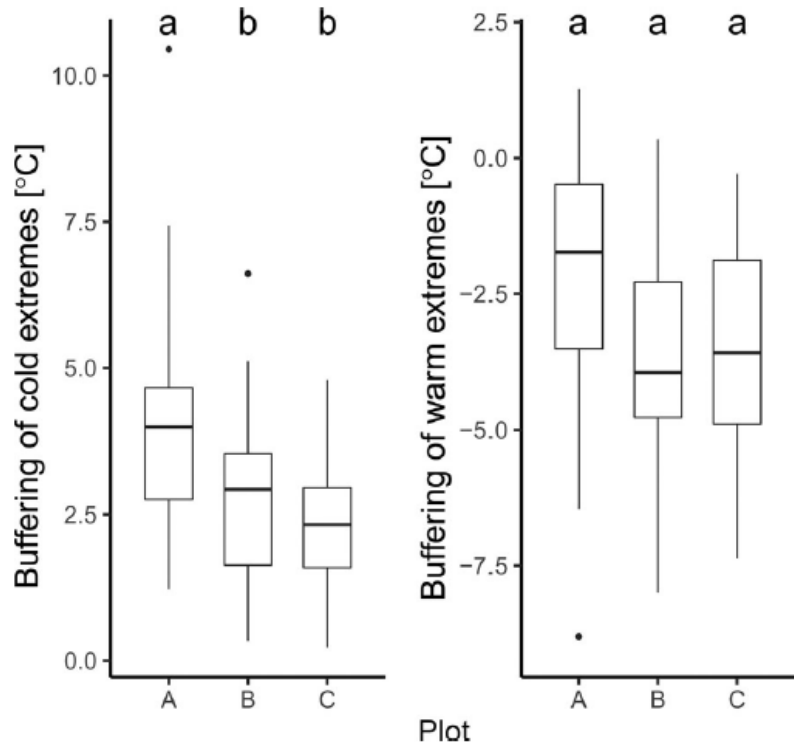
stygon: společenstvo podzemních vod

stygobiont: obyvatel podzemních vod

Fyzikální vlastnosti vody

Teplota

- různé tolerance druhů k teplotě (teplota ovlivňuje fyziologické procesy, nízká nebo vysoká teplota může limitovat fotosyntézu)
- ovlivňuje intenzitu kompetice (soupeření o zdroje a prostor)
- ovlivňuje fyzikální vlastnosti vody a rychlost chemických procesů
- teplota vody je stabilnější než teplota vzduchu



Voda pufruje teplotu vody na prameništích

Horsák et al. 2021
Hydr Processes

Fyzikální vlastnosti vody

Teplota

eurytermní druhy



polystenotermní druhy: úzká vazba na velkou teplotu



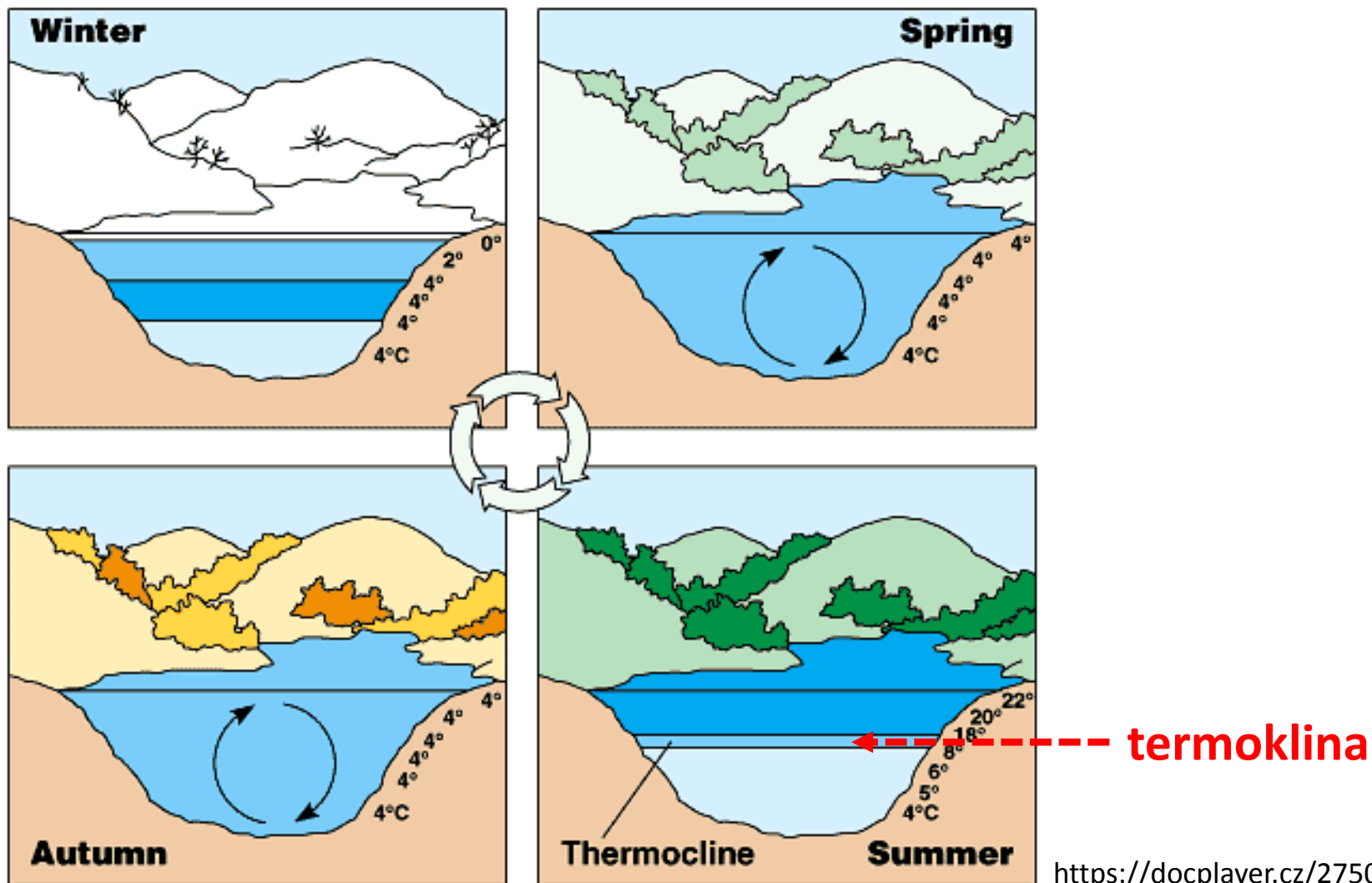
oligostenotermní druhy: úzká vazba na nízkou teplotu



Fyzikální vlastnosti vody

Teplota

Teplotní stratifikace a cirkulace vody v nádržích mírného pásma



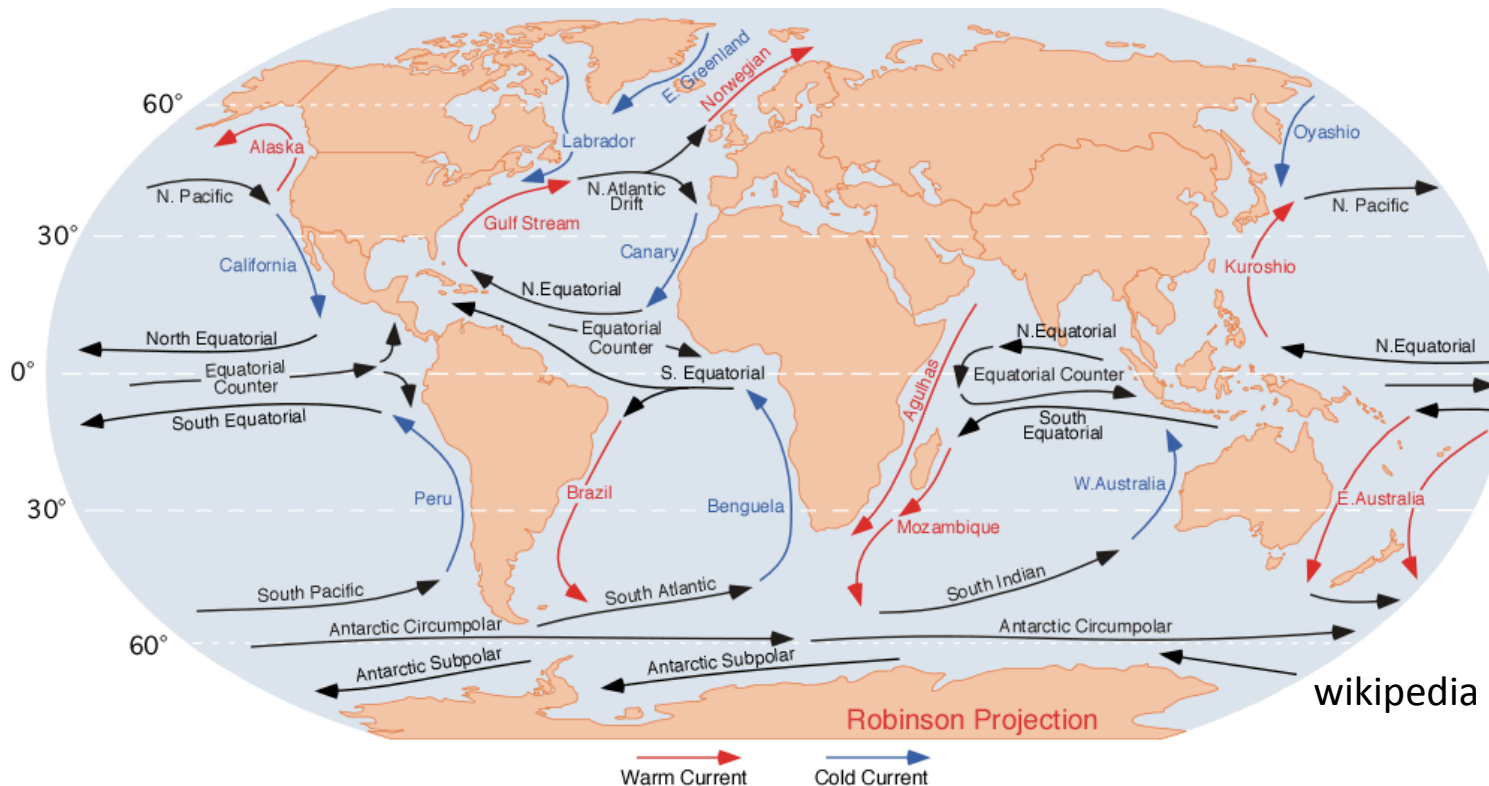
Fyzikální vlastnosti vody

Proudění

mořské proudy: změny teploty, vynášení živin ze dna, migrace

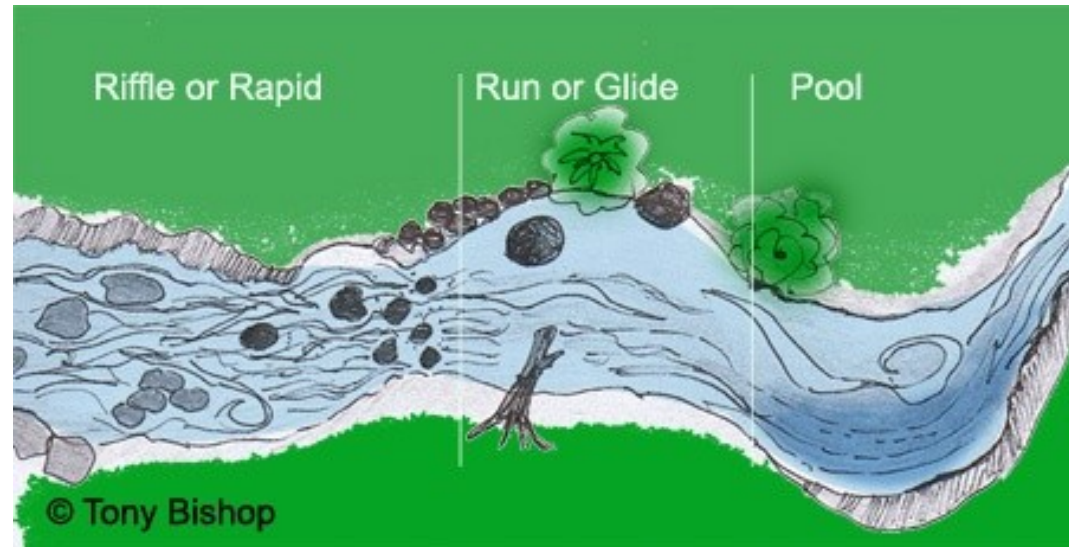


NASA



Sladké tekoucí vody

- umožňují migrace, i mezi mořem a sladkou vodou
- změny koncentrace živin od pramene k ústí
- kolísající průtok
- nestabilní dno
- jednosměrné proudění



Lotické vody: rychle proudící, peřejnaté, žijí zde rheobionti

Lentické vody: pomalu proudící a „stojaté“, žijí zde limnobionti

Sladké tekoucí vody

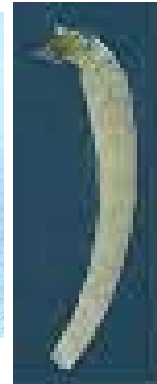
Adaptace na proudění

Přichycení: slizové stopky řas a sinic, kořeny / rhizoidy vyšších rostlin (ve stojatých vodách redukovány nebo chybí), přisedlé formy živočichů – např. mlži (byssová vlákna)

Úkryty, těžké schránky, rourky

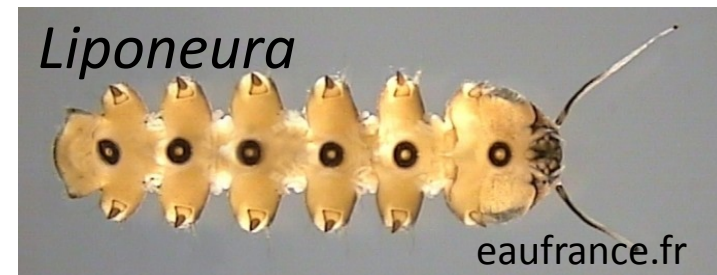


wikipedia



Horsák et al.

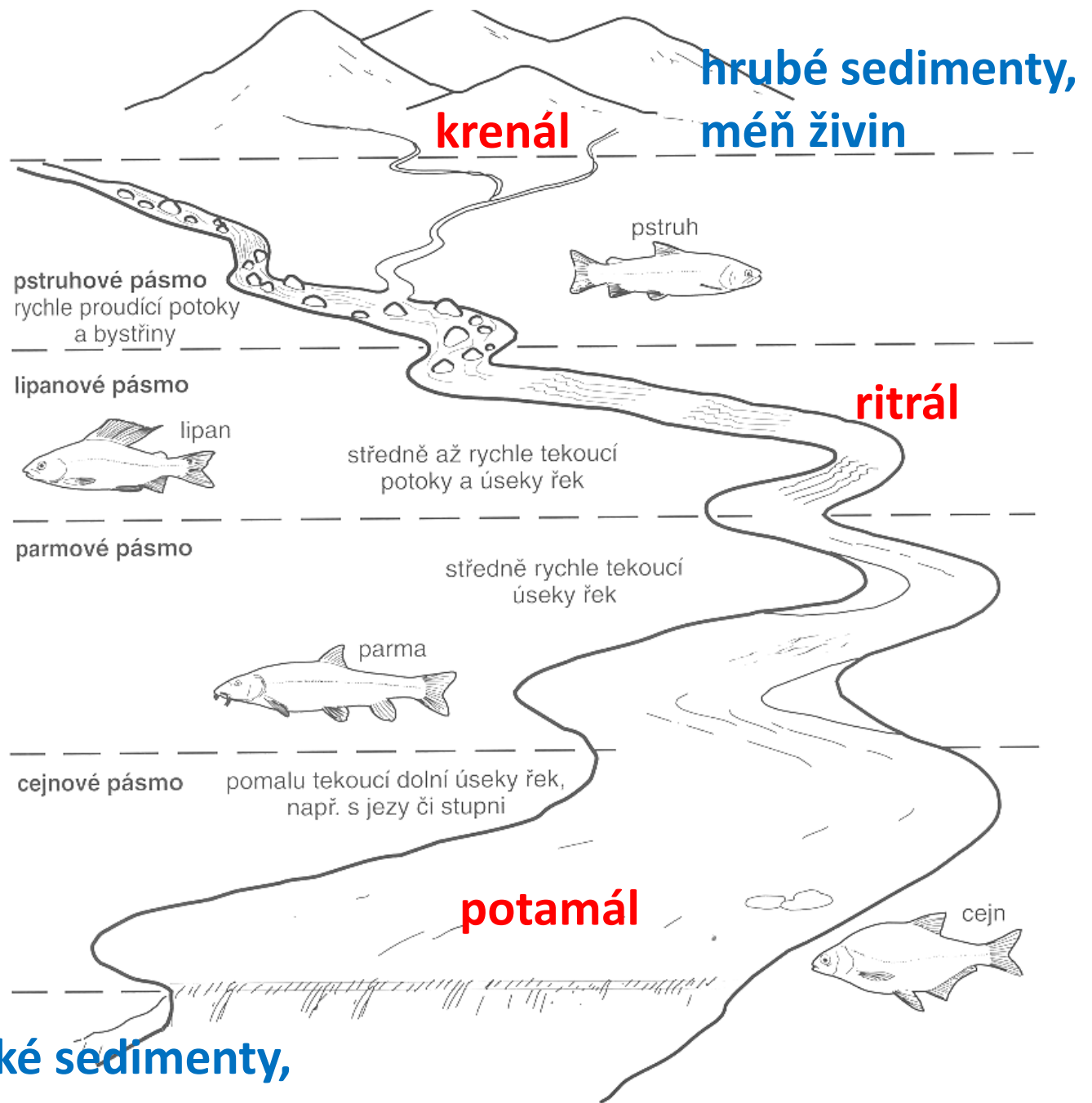
Háčky, přísavky, tvar těla



Liponeura

eaufrance.fr

Členění toku



jemné organické sedimenty,
hodně živin

Členění nádrže

příbřežní část = litorál; vzdálenější hlubší část = pelagiál

