

Země – planeta vody



Osnova přednášky

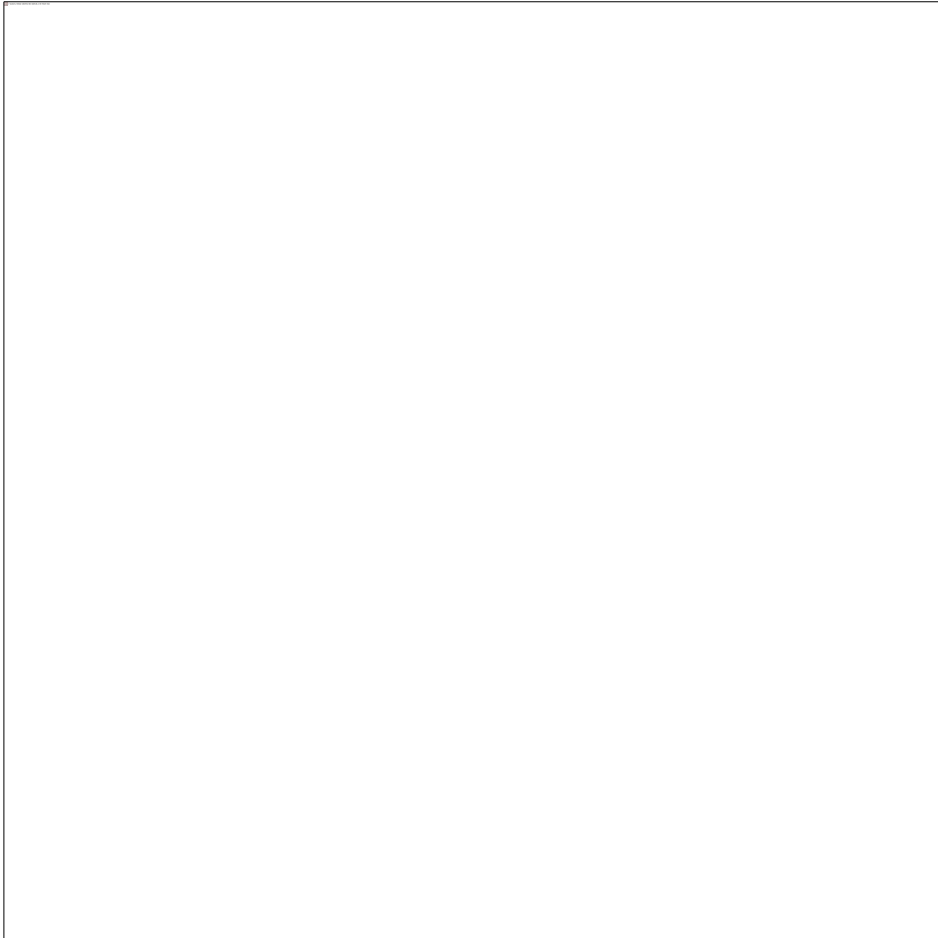
- Ekologický význam vody
- Druhy a typy vod
- Hydrologický cyklus
- Fyzikálně-chemické vlastnosti vody
- Základní ekologické faktory vodního prostředí
- Topografické členění sladkých vod
- Základní charakteristiky mořského prostředí

Ekologický význam vody

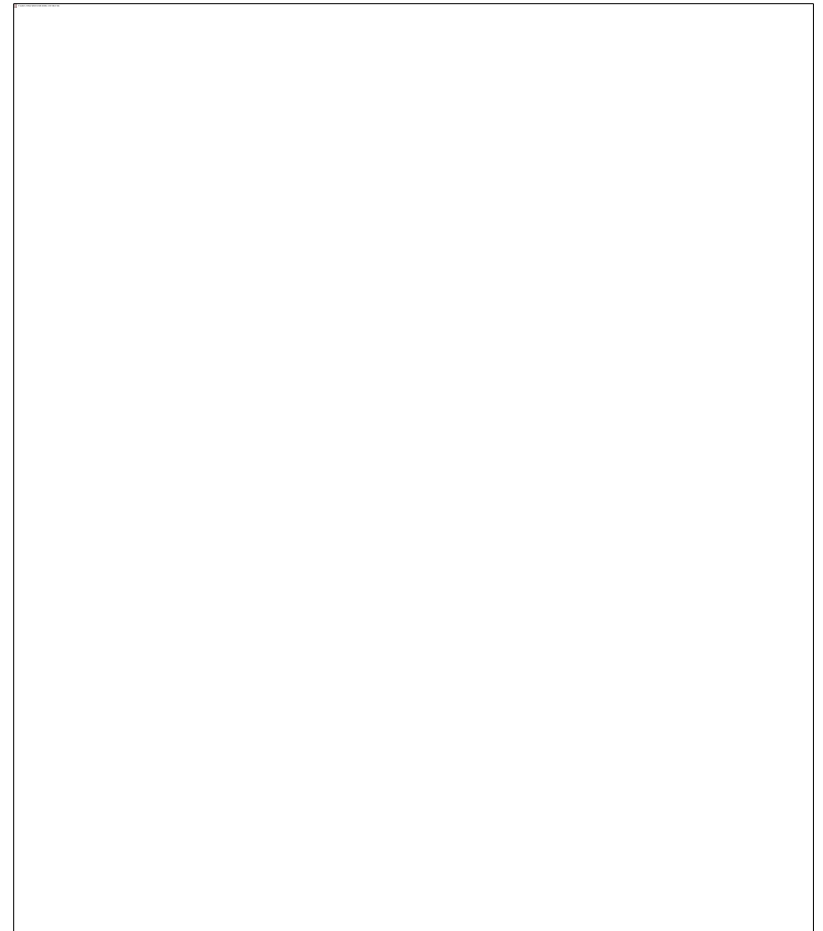
- Význam vody pro vznik a vývoj života
- Výskyt vody, její druhy a zdroje
- Hydrosféra
- Vlastnosti vody
- Základní ekologické faktory vodního prostředí
- Typologie mořských a sladkovodních ekosystémů
- Základní charakteristika mořského prostředí a brakických vod

Země - struktura povrchu

Vnitřní struktura Země



Vnitřní stavba Země



Význam vody pro vznik a vývoj života

Moře - kolébka života – ideální vlastnosti mořské vody:

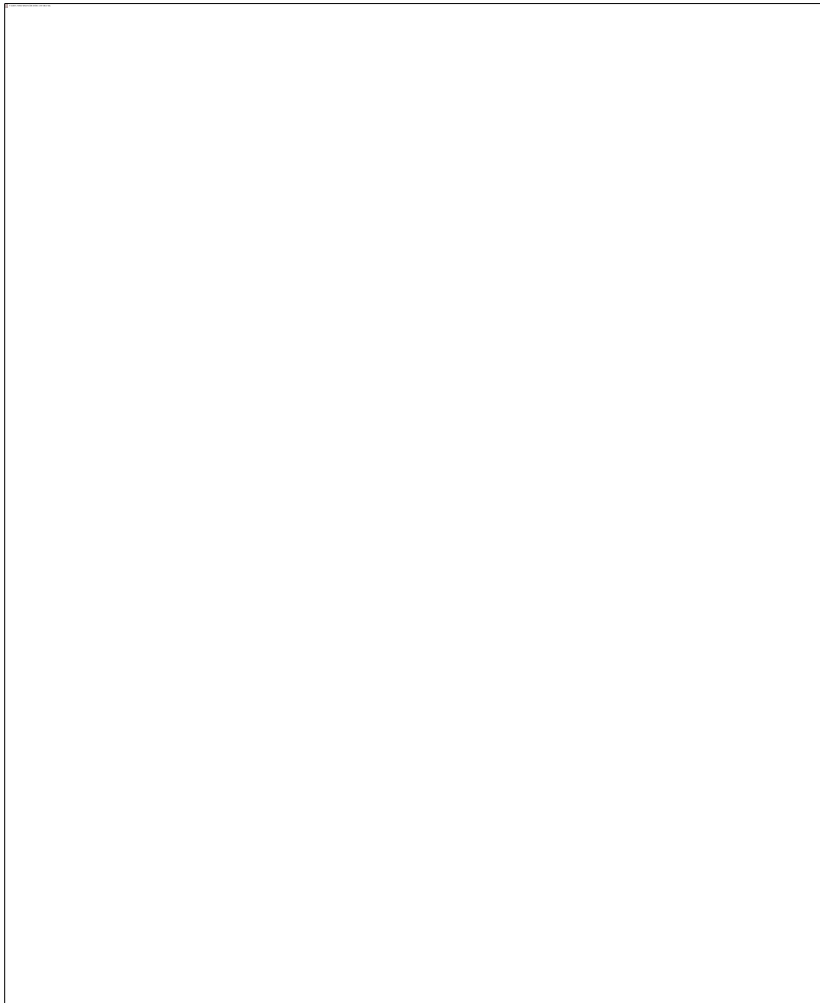
- Stálé chemické a fyzikální vlastnosti
- Velkou rozpouštěcí schopnost
- Velké povrchové napětí
- Velkou tepelnou kapacitu

Vznik života v moři – mnoho nižších rostlin a všichni mořští bezobratlí mají ve svých buňkách stejnou osmotickou hodnotu jako mořská voda.

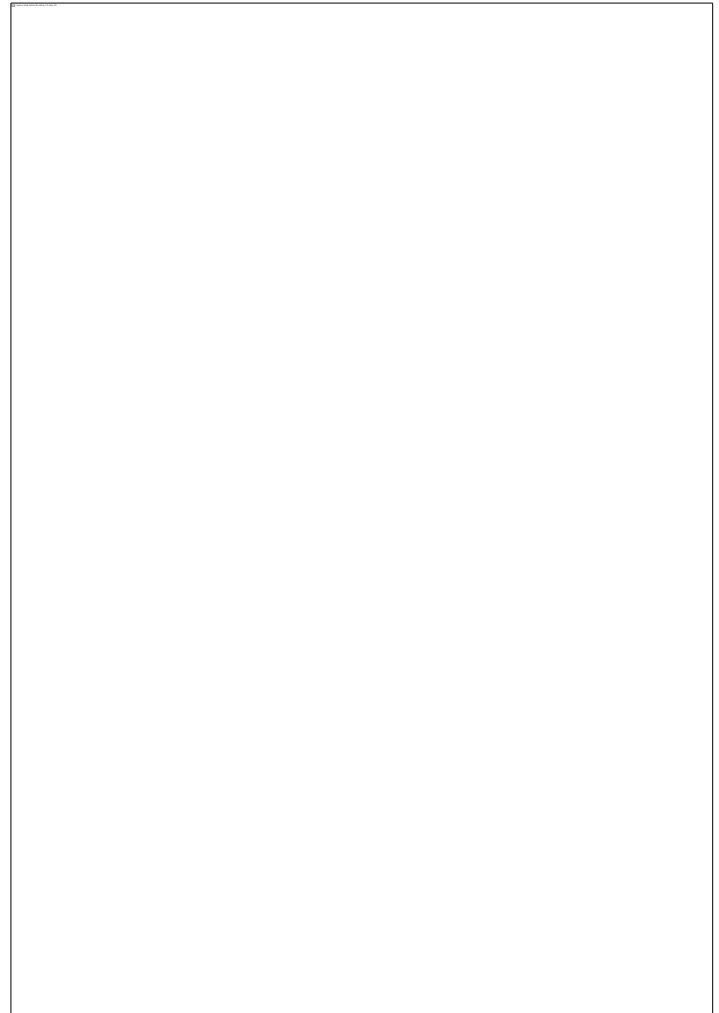
Mořská voda je pro ně ideální fyziologický roztok.

Země - kolébka života

**Chemické složení a fyzikální
vlastnosti Země**



Hlavní události vývoje na Zemi



Voda – základní údaje

- Moře a oceány – 70,8 %
- Plocha oceánů – 361, 18 miliónů km²
- Plocha souše – 149,39 miliónů km²

- Střední hloubka oceánů - 3 795 m
- Maximální hloubka oceánů – cca 11km
- Sladká voda - cca 2% zemského povrchu
- Na 1cm² zemského povrchu připadá 273 l vody:
 - Z toho: 269 l mořská voda
 - 4,5 l led
 - 0,3 l sladká voda
 - 0,003 l vodní pára

Rozdělení vody na Zemi

- 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 %

Rozdělení vody na Zemi

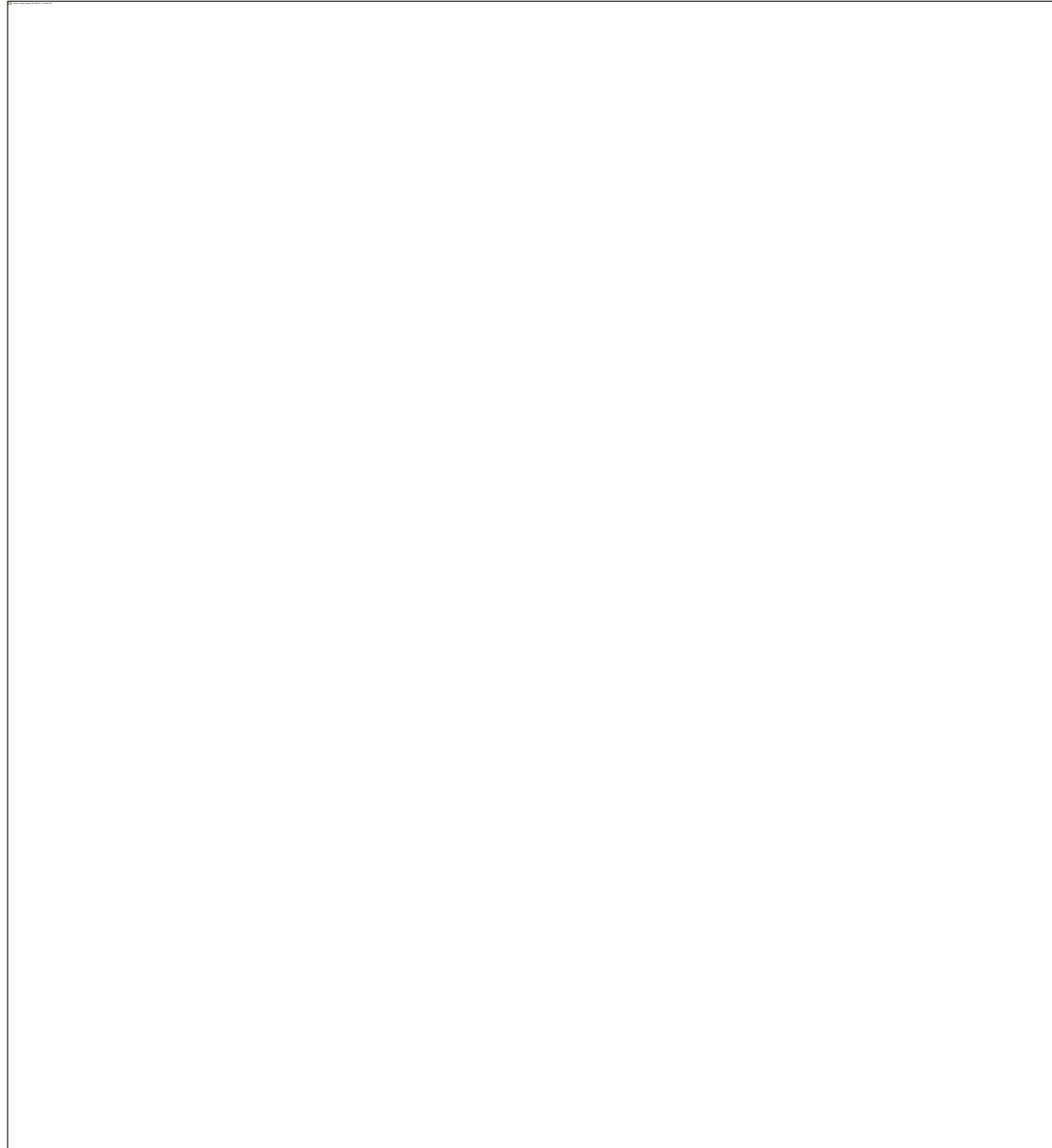


Význam vody

- Voda – stálá součást všech systémů – u vyšších živočichů a člověka tvoří největší podíl tělesné hmotnosti
- Nejvíce u zárodku:
 - ve stáří 1 měsíc – 95% hmotnosti
 - po narození – 75 – 80 % vody
 - v dospělosti – 60 % (70kg – 42kg vody)

Voda v těle univerzální rozpouštědlo – umožňuje látkovou a energetickou výměnu

Rozdělení tekutin v lidském těle



Obsah vody v těle a vodní bilance živočichů

Vodní živočichové	%	suchozemští živočichové	%
Venušin pás	99	žížaly	84-88
Sasanky a medúzy	80-90	měkkýši	50-90
Slávka jedlá	84	hmyz (dospělý)	50-90
Štika obecná	80	kachna	70
Pstruh obecný	75	skot domácí	52-60

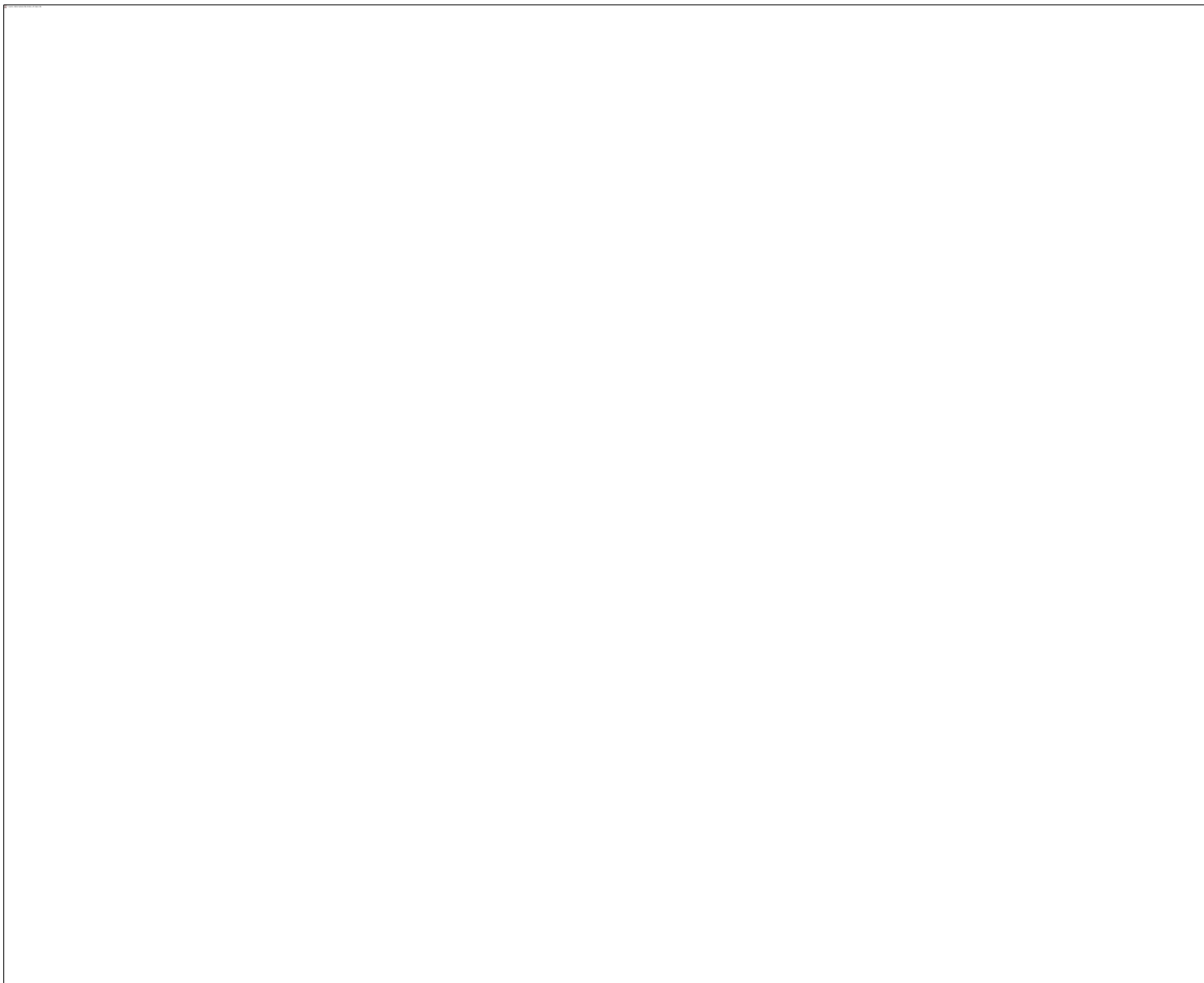
Hydrologický cyklus

- Velký oběh
- Malý oběh

- Voda v atmosféře – 12 700 km² (25mm)
- Průměrné množství srážek – 510 000 km²
- Doba jednoho koloběhu – 9 dní (40x za rok)

Velký koloběh vody na Zemi

Schéma oběhu množství vody



Průměrný roční úhrn srážek na Zemi



Odtokové procesy v krajině



Fyzikálně-chemické vlastnosti vody



Unikátní vlastnosti čisté vody

Molekula vody je tvořena jedním atomem vodíků a dvěma atomy vodíku

Různé konce molekuly vody mají různé elektrické náboje:

O – záporný náboj

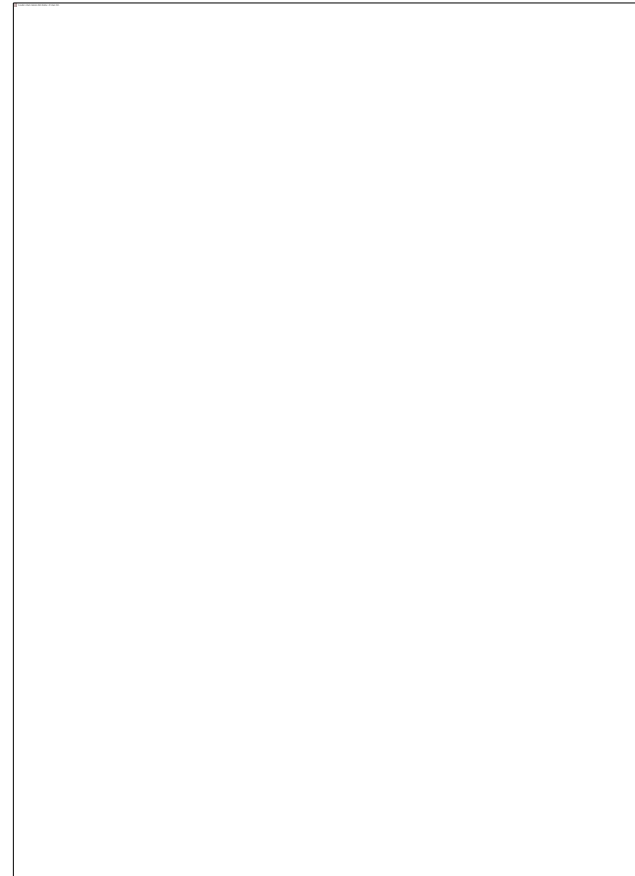
H – kladný náboj

Opačné náboje se přitahují jako póly magnetu

Vzniká tak tzv. chemická vazba – vodíkový můstek

Tyto vazby jsou velmi slabé, díky nim má ale voda unikátní vlastnosti.

Voda je vynikající rozpouštědlo !



Prostorové uspořádání molekuly vody

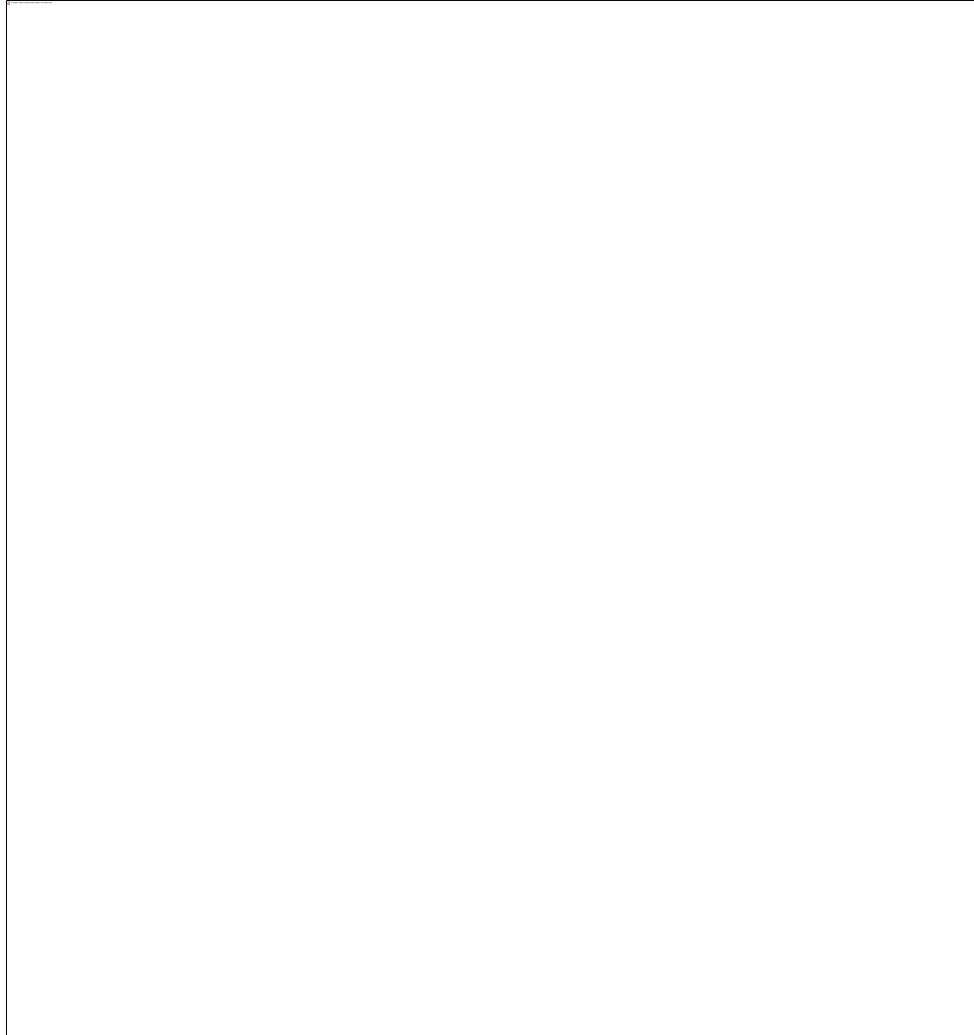
Prostorové uspořádání (a);



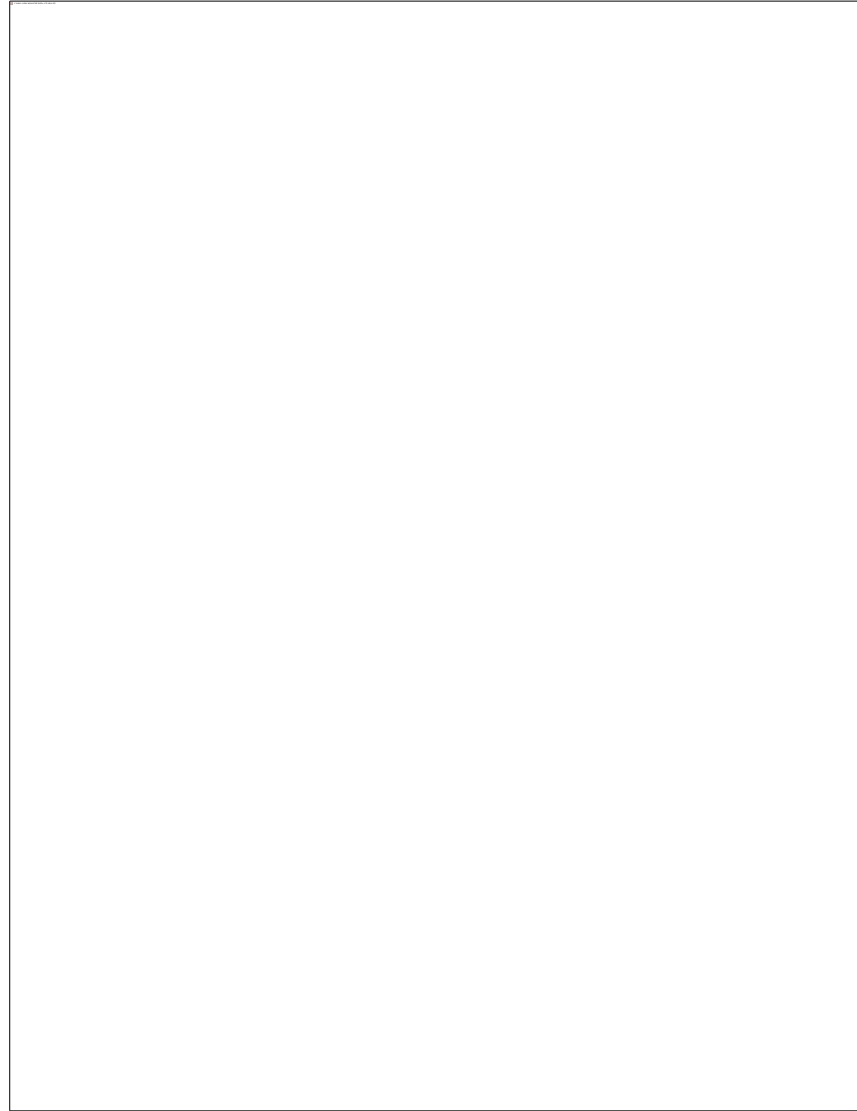
3D zobrazení (b); schéma (c)



Schéma vodíkových můstků



Voda jako rozpouštědlo



Voda je díky svých fyzikálně chemickým vlastnostem vynikající rozpouštědlo

Proces rozpouštění krystalu NaCl:

Na ionty – kladný náboj (+)

Cl ionty – záporný náboj (-)

Vazby mezi ionty jsou silnější než mezi molekulami vody, dochází k rozpouštění soli ve vodě.

Molekuly vody obklopují ionty a to vede k oslabení jejich vazeb/působení na molekuly vody a jejich rozpuštění ve vodě.



Struktura molekuly vody závisí na teplotě



Mezimolekulární vazby v molekule vody



Voda ve třech skupenstvích



Skupenské teplo a změny skupenství vody



Přenos tepelné energie



Základní ekologické faktory vodního prostředí

Podmínky

- Teplota
- pH vody
- Salinita
- Proudění vody
- Pásmovitost (zonace)
- Hydrostatický tlak
- Znečištění

Zdroje

- Záření
- Oxid uhličitý
- Voda
- Minerální živiny
- Kyslík
- Organismy (potrava, samice)
- Prostor

Teplota vody

- Teplota je míra tepelného stavu látky
- Subjektivně vnímána jako pocity mrazu, chladu, horka
- Objektivně měřena změnami některých fyzikálních veličin (např. objemu)
- Ekologická definice tepla – sluneční energie přeměněná v energii tepelnou
- Jeden ze základních životních předpokladů životních procesů všech živočichů včetně člověka
- Důležitý faktor prostředí organismů.

Zdroje tepla

- Sluneční energie (infračervené záření)
- Geotermální teplo (sopečná činnost, termální prameny)
- Teplo antropogenní původu
- Teplo uvolněné rozkladem organické hmoty

Změny teploty

- Sezónní a denní cyklus
- Zeměpisná šířka
- Nadmořská výška
- Změny s hloubkou
- Kontinentalita
- Mikroklimatická proměnlivost

Termobiologické typy živočichů

- **Poikilotermní** – ektotermní – jsou závislé na vnějších zdrojích tepla
- **Homoiotermní** – endotermní – regulují svou teplotu vytvářením tepla ve vlastní těle

Ekologická pravidla

- **Bergmanovo** – v chladnějším podmínkách větší a hmotnější než v teplejších oblastech (tučňák císařský na pobřeží a ve vnitrozemí Antarktidy)
- **Allenovo** – v chladnějším oblastech kratší uši, ocase, zobáky, končetiny (liška polární v tundře, fenek berberský v pouštích)
- **Glogerovo** – v teplejších a vlhčích oblastech jsou někteří živočichové tmavší než jejich příbuzné formy v suchých a chladných oblastech
- **Jordanovo** – určuje vztahy meristických znaků kostnatých ryb k teplé vodě

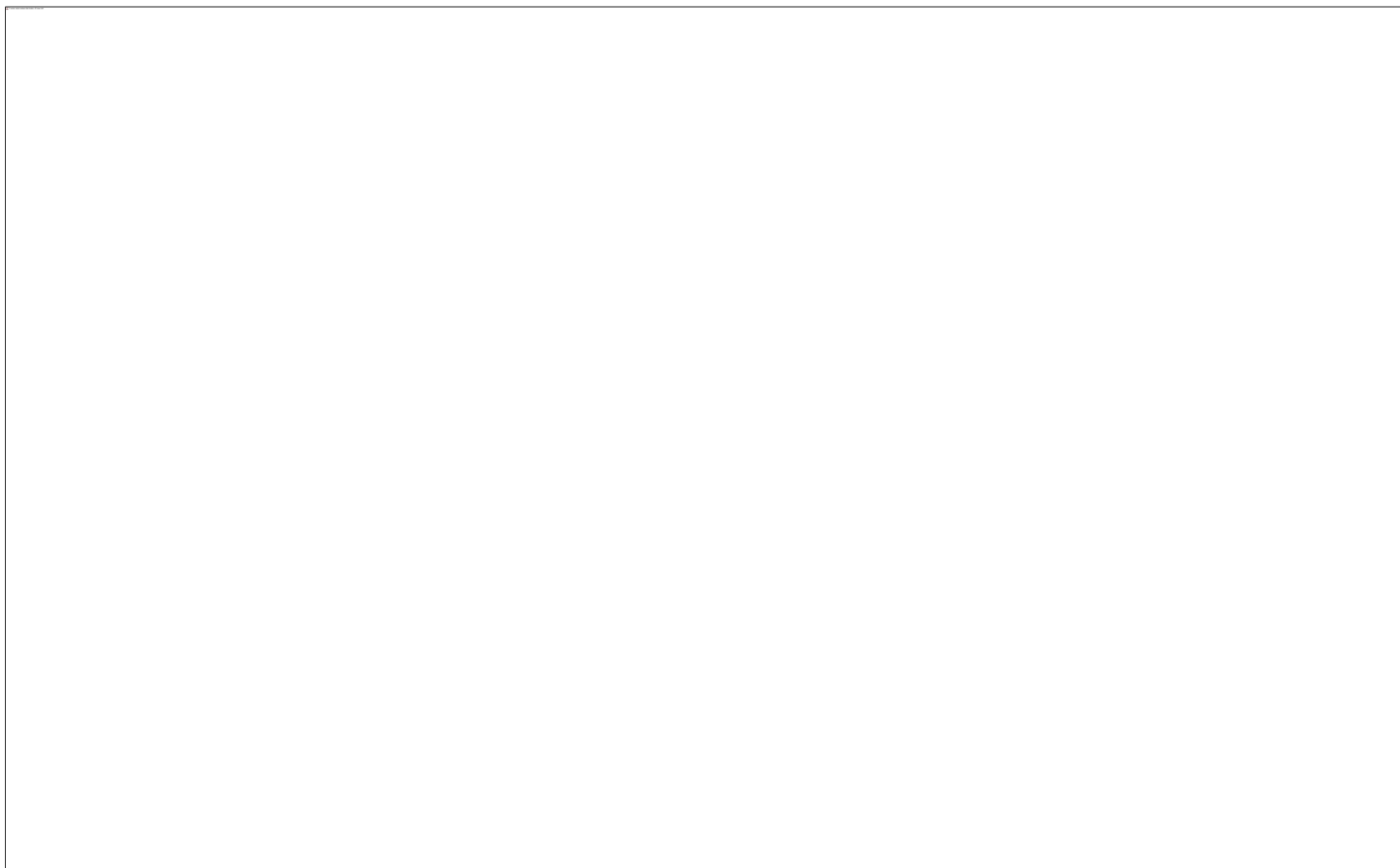
Variace teploty vody s hloubkou moře

S přibývajícím hloubkou dochází k poklesu teploty vody v mořích

Termoklina je oblast prudkého poklesu teploty vody



Srovnání profilu teploty vody v tropech, na pólech a v hloubkách



Roční rozsah teplot vzduchu a teplota vody



pH vody

pH jak v suchozemském, tak i ve vodním prostředí má silný vliv na výskyt a početnost organismů

Reakce vody (pH) je podmíněna koncentrací vodíkových iontů. pH je určováno rovnovážnými stavy mezi kyselinou uhličitou a hydrouhličitanem vápenatým.

Dešťová voda: $\text{pH} = 5,65$

Mořská voda: $\text{pH} = 8,1 - 8,3$

Sladká voda: $\text{pH} = 3 - 10$

Stupnice pH



V kyselém prostředí klesá druhová rozmanitost

Zvýšená kyselost působí třemi způsoby:

- Znemožnění osmoregulace, aktivity enzymů nebo výměny plynů
- Zvýšení koncentrace toxických těžkých kovů
- Omezení kvality potravních zdrojů

Tolerance organismů vůči pH

- **Euryiontní:**

viřník *Brachiomus urcellaris*: pH = 4,5- 11,0

ploštěnka *Planaria maculata*: pH = 4,9-9,2

- **Stenoiontní:**

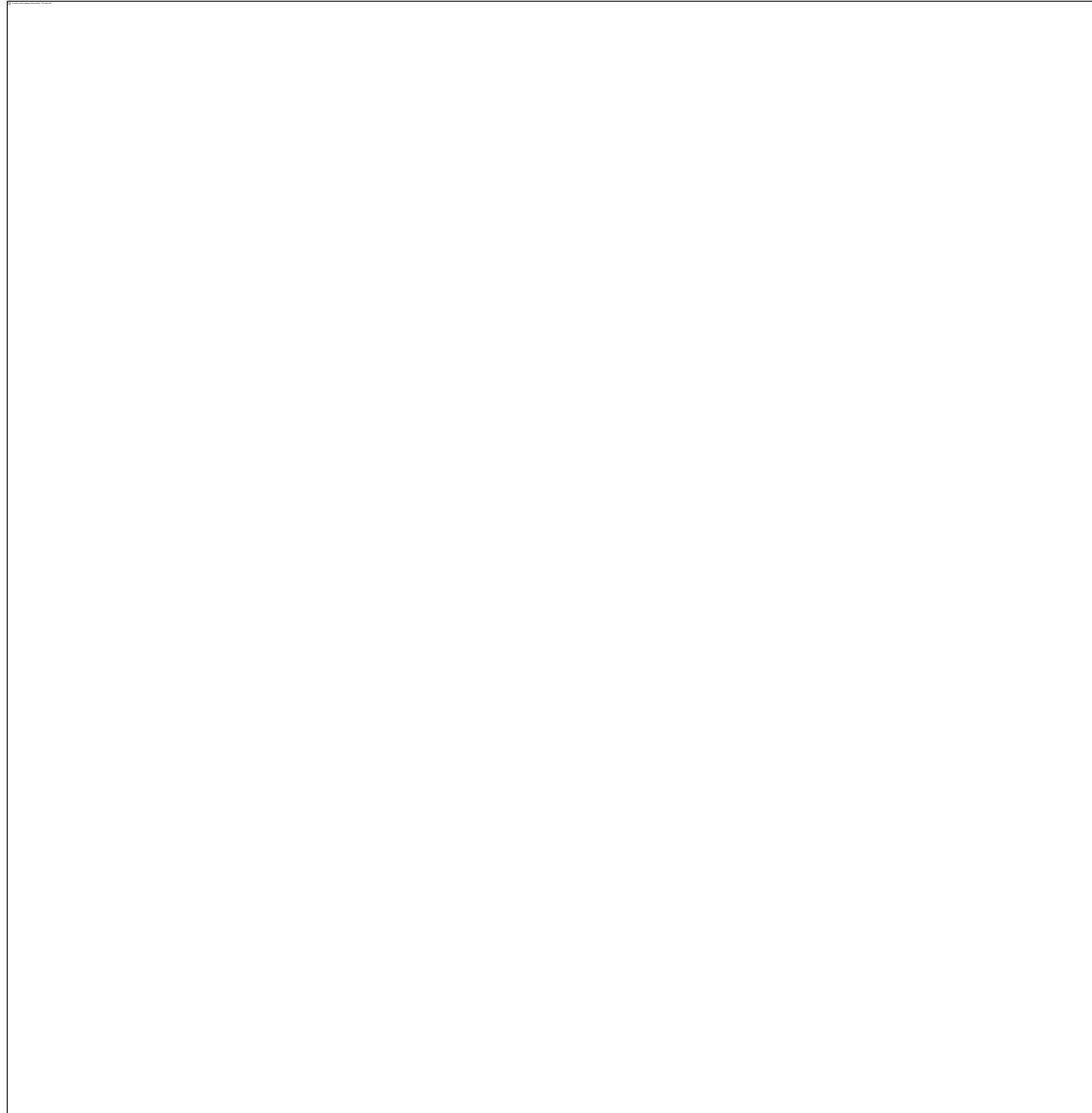
nálevník *Spirostomum ambiguum*: pH = 7,4 - 7,6

perloočka *Bythotrephes longimanus*: pH = 7,3 - 9,0

Salinita

- Obsah solí (salinita) vody je ovlivňován a především jejich polohou a podkladem
- Sladkovodní (brakické) biotopy
- Osmotické problémy živočichů – kolísání: 0,05-0,4‰; ze solí převládají uhličitany
- Mořské biotopy
- Izotonické prostředí
- Převládají chloridy – 35‰
- Vnitrozemská moře = 2 – 8 ‰

Změny salinity v hloubce



Proces difuze – rovnoměrná koncentrace



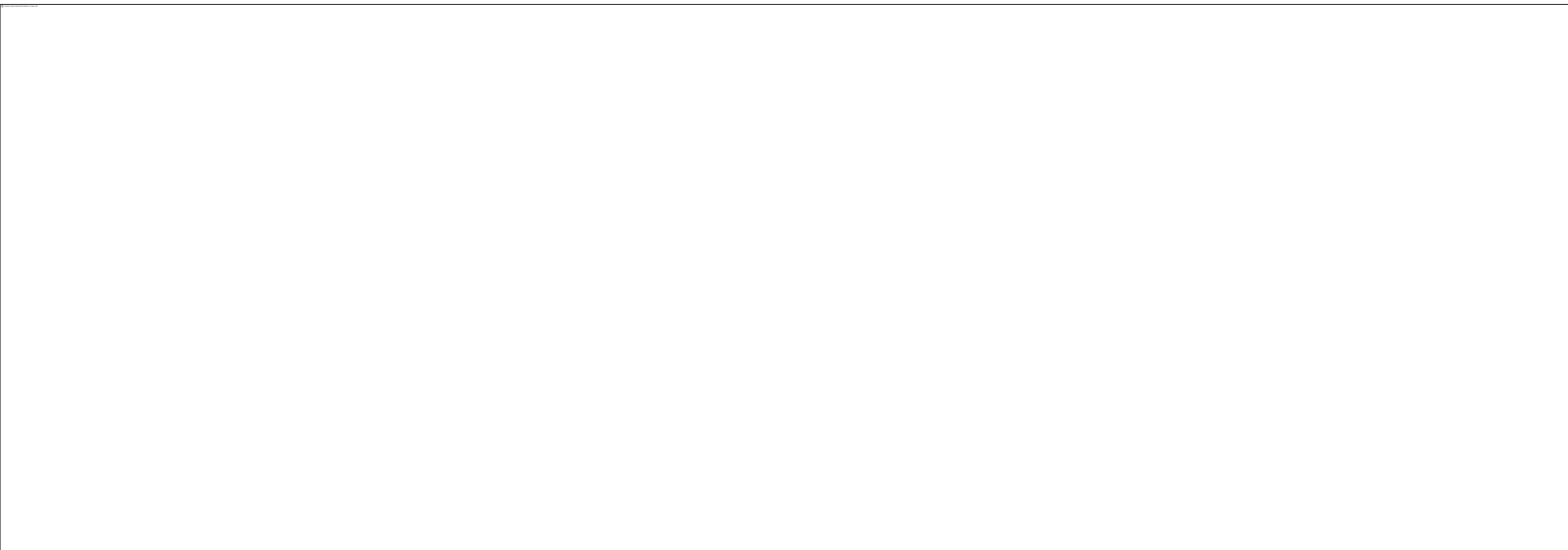
Princip osmózy



Regulace solí ve vodě

Mořská ryba

Sladkovodní ryba



Sladkovodní původ mořských ryb

- Moře = kolébka života (osmotické poměry bezobratlých, Cyclostomata, Elasmobranchii, Holocephali, Osteichthyes)
- Ostracodermi = první známí obratlovci ve sladkovodních usazeninách siluru a devonu (pancířnatí praobratlovci)
- Mořské ryby: málo hypotonické moči, pijí mořskou vodu
- Sladkovodní ryby: hodně hypotonické moči

Vliv salinity na rozšíření a výskyt

- Ústí moře do řeky – plynulý gradient
- Ryby tažné = cyklicky euryhalinní
- Ostatní ryby = euryhalinní nebo stenohalinní

Typický profil salinity, teploty a **hustoty vody** v otevřeném oceánu



Závislost teploty a hustoty na hloubce

- a) Závislost teploty na hloubce pro nízké a vysoké zeměpisné šířky. Vrstva, ve které dochází k výrazném změně hustoty se nazývá **pyknoklina**.
- b) Závislost teploty na hloubce pro nízké a vysoké zeměpisné šířky. Vrstva, ve které dochází k výrazné změně v teplotě vody se nazývá **termoklina**.
- c) Vetrkální průřez oceánem ukazuje závislost teploty a hustoty na hloubce.



Typická termoklina

(a) profil mírného pásma (b) otevřený oceán

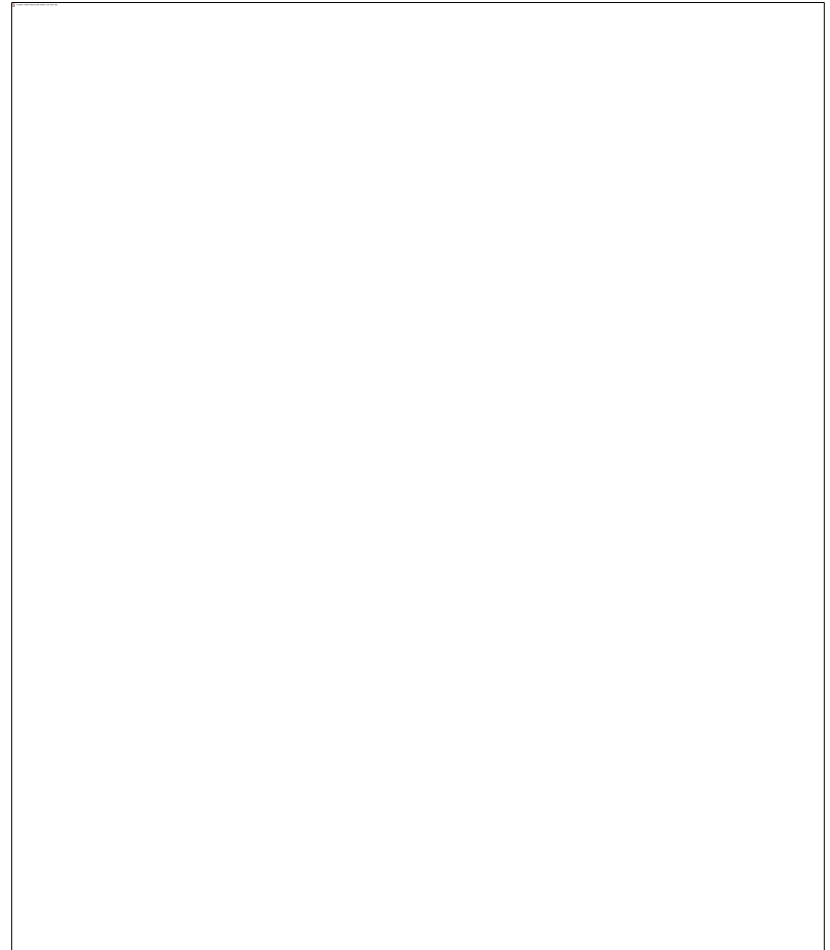


Teplotní (fyzikální) anomálie vody a tvorba ledu



Roční cyklus teploty ve sladkých stojatých vodách – fyzikální anomálie vody

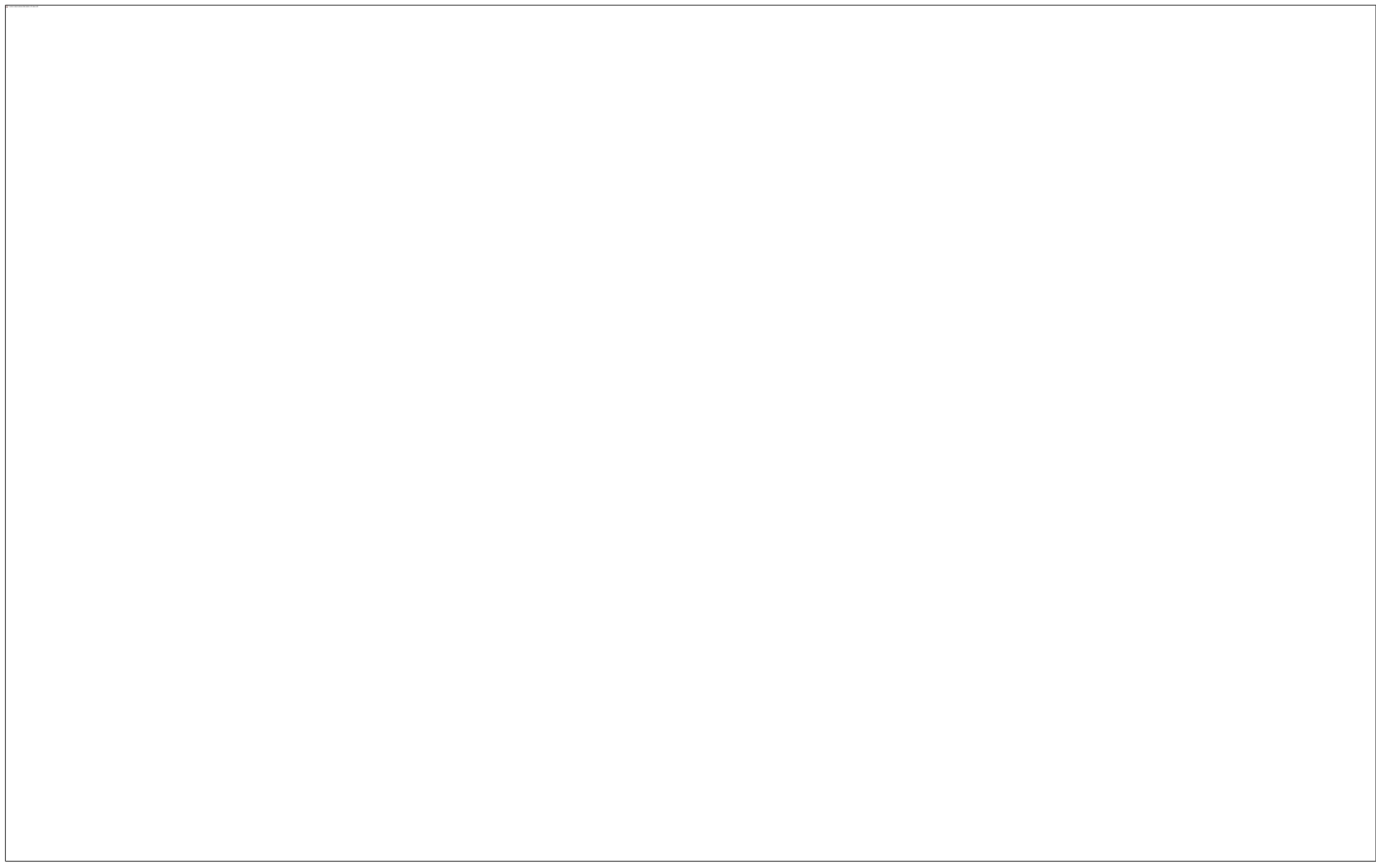
- Letní stratifikace vody podle teploty
- Podzimní totální cirkulace vody
- Zimní inverzní stratifikace vody
- Jarní totální cirkulace vody



Proudění

- Proudění vzduchu
- **Proudění vody**
- Proudění (cirkulace) patří obecně k významným a místy se i periodicky opakujícím ekologickým faktorům
- Má velký vliv na aktivitu a rozšiřování živočichů (např. water-born diseases)

Cirkulace vody v oceánech a mořích



Mořské proudy - dráha pohybu bot z nehody v roce 1990 a místa jejich nalezení.



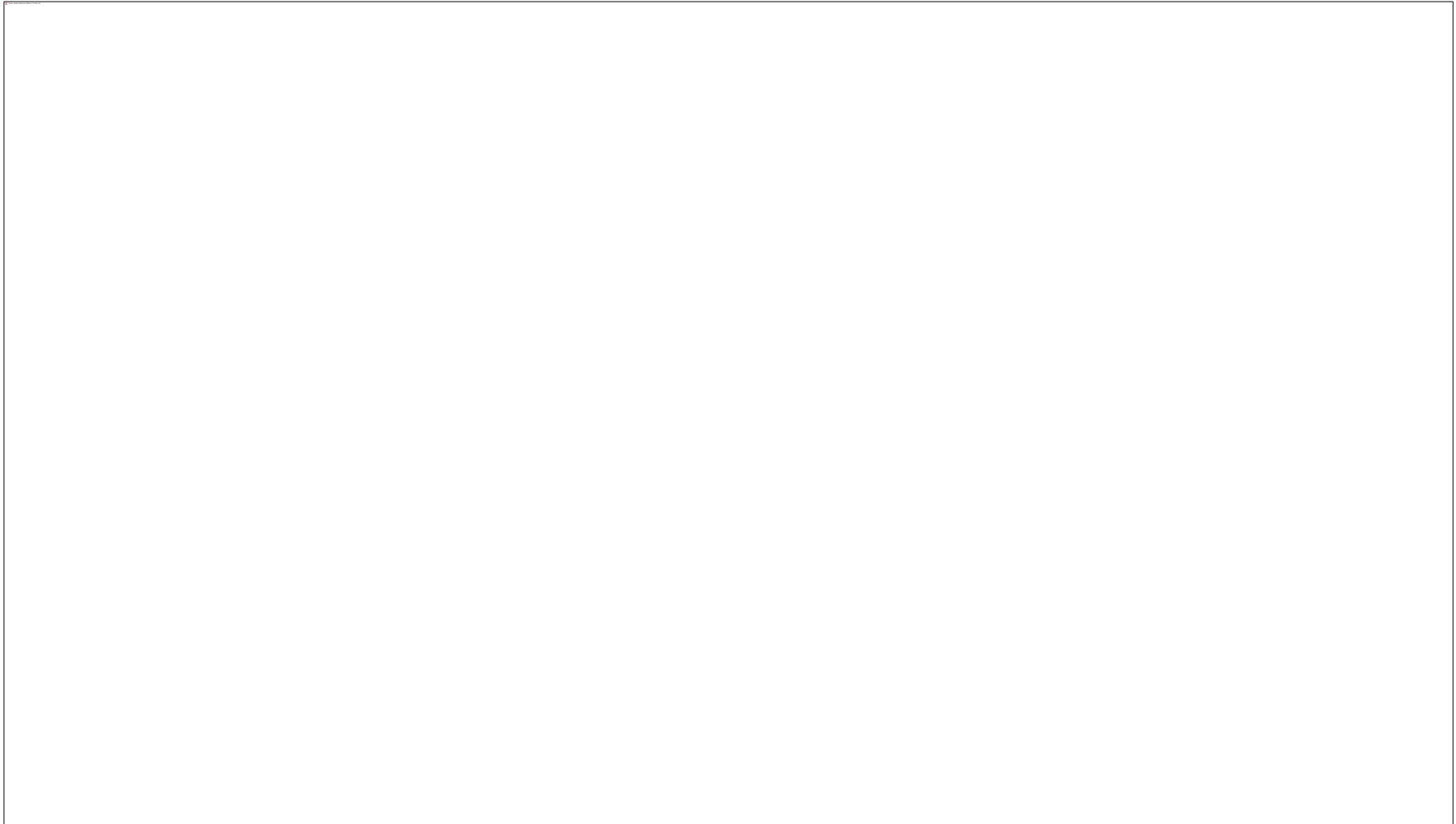
Oblasti zdvihu mořské vody



Ukládání sedimentů v oblasti pasivního kontinentálního okraje



Hromadění křemitého kalu



Rozložení průměrných povrchových teplot vody a mořské proudy



Satelitní snímek rozložení povrchové teploty vody moří a oceánů



Sezónní variace produkce planktonu



Společenstvo zoo a phytoplanktonu



Pásmovitost (zonace)

- Biotopy nejsou stejné v celém svém rozsahu = mění se
- 1. **zonálně**
- 2. **mozaikovitě**
- Podél gradientu podmínek vznikají uspořádání pásové neboli zónační – **zonace**
- Zonace horizontální (břehy řek a moří)
- Zonace kruhové (břehy jezer a rybníků, ostrovů nebo močálů)
- **Mozaika** = mozaikovitě společenstvo, Rozdíly životních podmínek v malých úsecích biotopu. Typická malá plošná rozloha a vzájemná závislost jednotlivých částí mozaiky (rašeliniště s bulty a šlenky, pískové duny s holými vegetací prostými plochami, parkový les)
- **Bulty** – vyvýšeniny vytvořené polštáři rašeliníků, trsy ostřic nebo suchopýrů
- **Šlenky** – sníženiny mezi polštáři nebo trsy vyplněné vodou

Ekologické zonace



Zonace *versus* Expozice

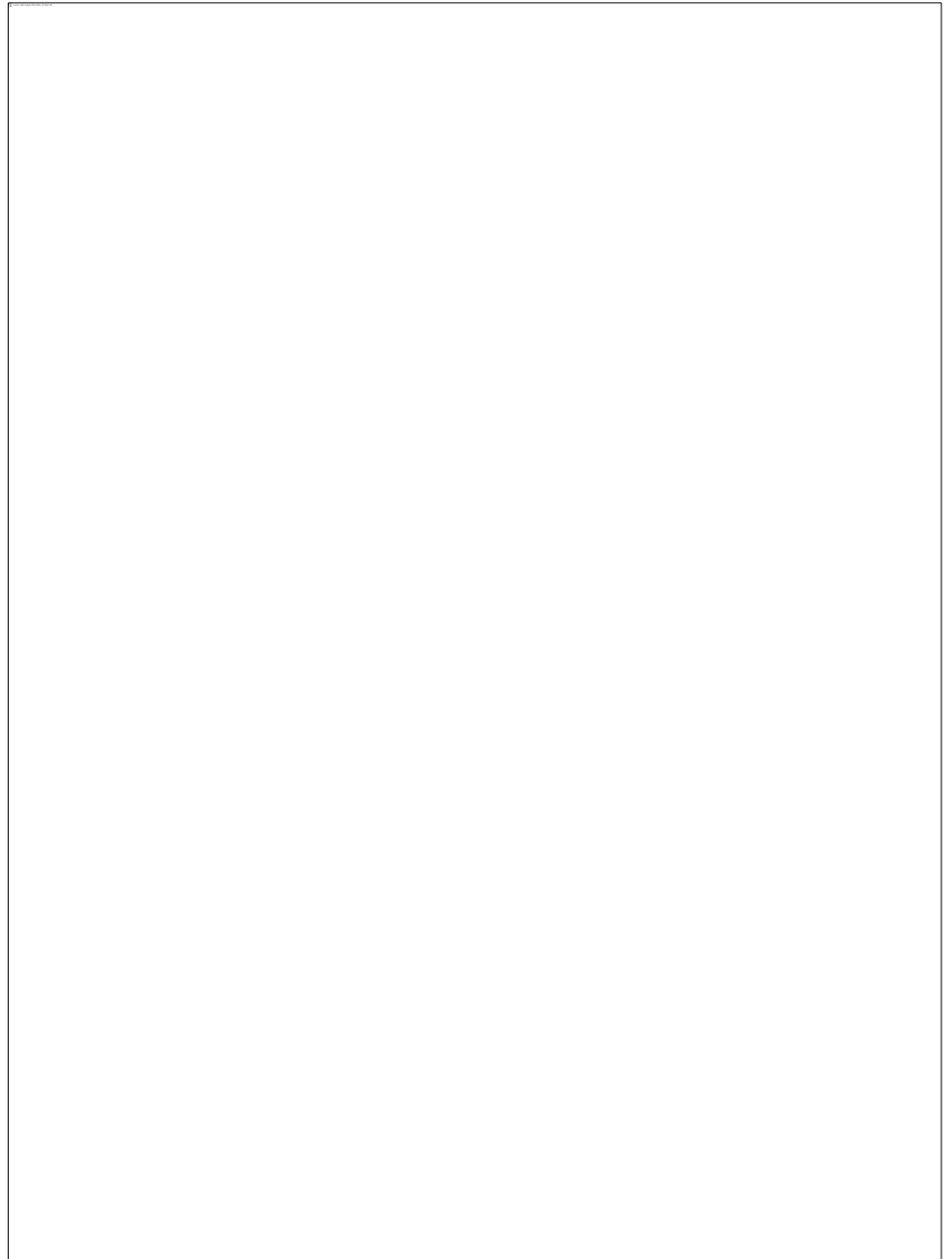
Expozice – vyjadřuje jak dlouho jednotlivé druhy vydrží v určitém prostředí – např. zonace mořského břehu

Zonace není pouze výsledek expozice !

- Expozice může znamenat více věcí, tj. kombinací např. vysychání, extrémní teploty, změny salinity, nadměrné osvětlení
- Expozice může podmínit biologickou interakci, aniž by sama byla limitující
- Expozice vysvětluje pouze horní hranici výskytu. Zonace je však dána i horní hranicí výskytu (např. mořské biotopy)

Hydrostatický tlak

**Růst hydrostatického tlaku
s hloubkou vody**



Základní ekologické faktory vodního prostředí

Podmínky

- Teplota
- pH vody
- Salinita
- Proudění vody
- Pásmovitost (zonace)
- Hydrostatický tlak
- Znečištění

Zdroje

- Záření
- Oxid uhličitý
- Voda
- Minerální živiny
- Kyslík
- Organismy (potrava, samice)
- Prostor

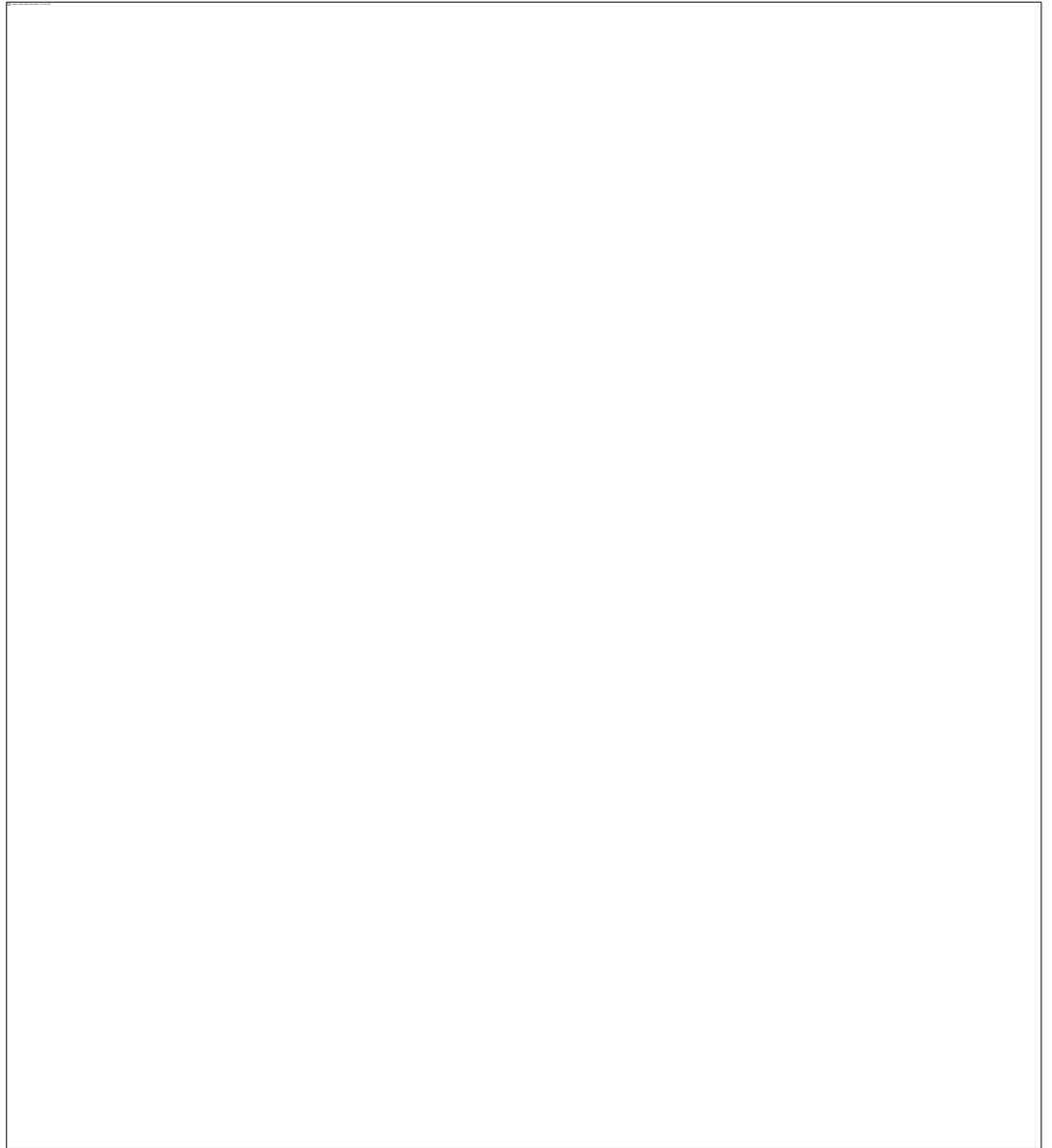
Záření - světlo jako zdroj

- **Biologické rytmy** – pravidelné oscilace navozené různými faktory (délka dne, teplota vlhkost)
- **Fotoperioda** - změny v délce světelné části dne příčinou sezónní periodicity života organismů
- Fotoperioda má mimořádný význam na reprodukci živočichů, synchronizuje dobu pohlavní aktivity s ročními sezónami

Průnik částí světelného spektra do vody

Modré světlo proniká nejlouběji.

Červené naopak nejméně hluboko.



Fotokinetické reakce

- Světlo vyvolává polohové a pohybové reakce (pozitivní versus negativní)
- **Fototropismus** – změna polohy přisedlých forem
- **Fotokineze** – vyhledávání míst s nejlepším osvětlením
- **Fototaxe** – pohyby směřované přímo ke světlu
- **Menotaxe** – orientace podle světla (světelný kompas)

Diapauza - dormance

Živočichové přečkávají v klidu nepříznivé období:

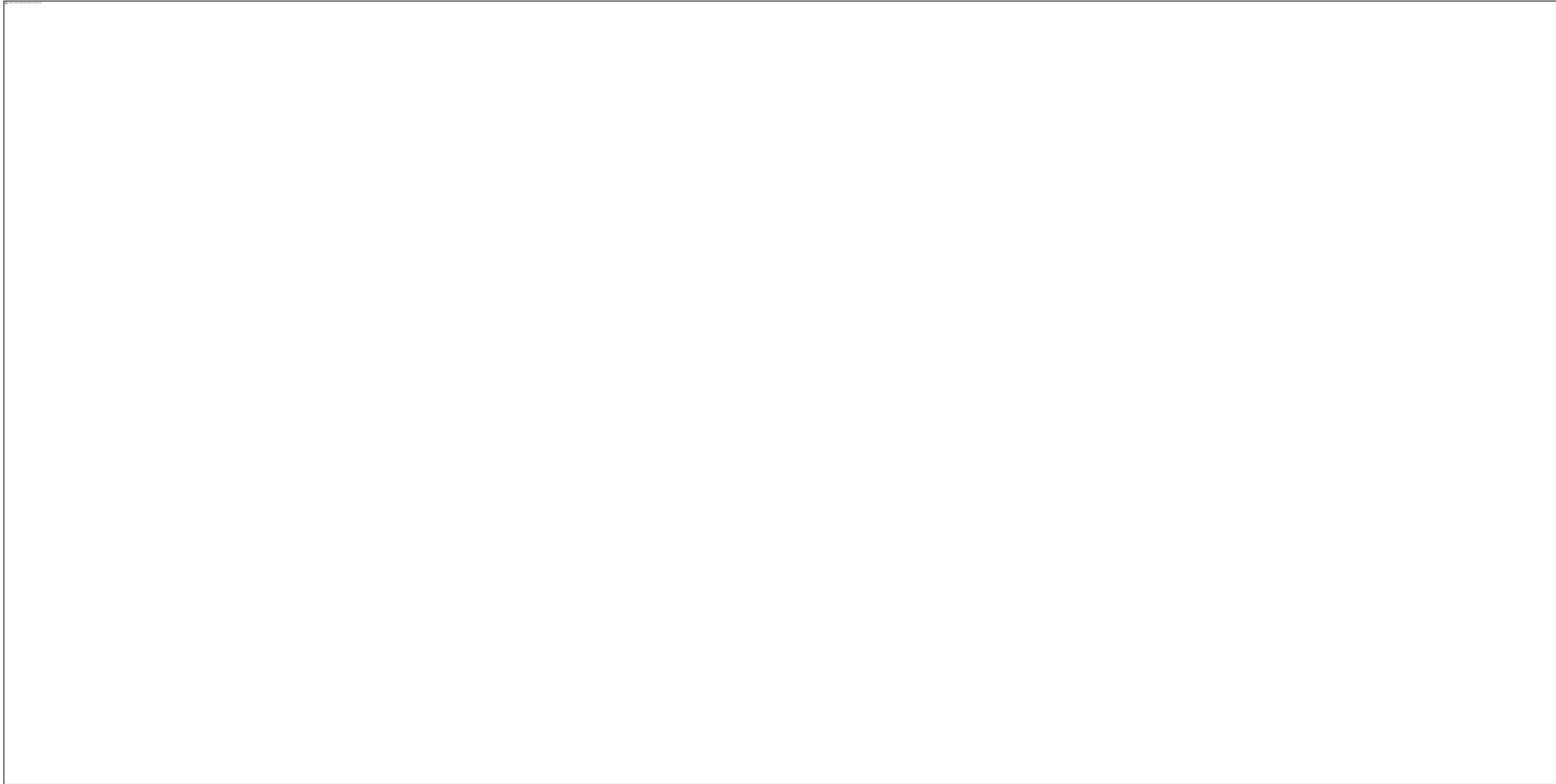
- **Kviescence** – do klidové fáze vlivem vnějších podmínek
- **Diapauza** – aktivní stádia se vyskytují jen v příznivém období
- **Hibernace** – v klidu v chladné části roku
- **Estivace** – snížení metabolismu v období sucha a tepla

Cirkadiánní rytmy – diurnální, nokturnální, krepuskulární, indiferentní

Lunární rytmy – důsledek mořského dmutí. Měsíční kulminace – (*Eunice viridis*)

Světlo a biochemický cyklus živin

Tok energie v mořské ekosystému



Tok energie a účinnost potravního řetězce



Potravní řetězec v oceánu



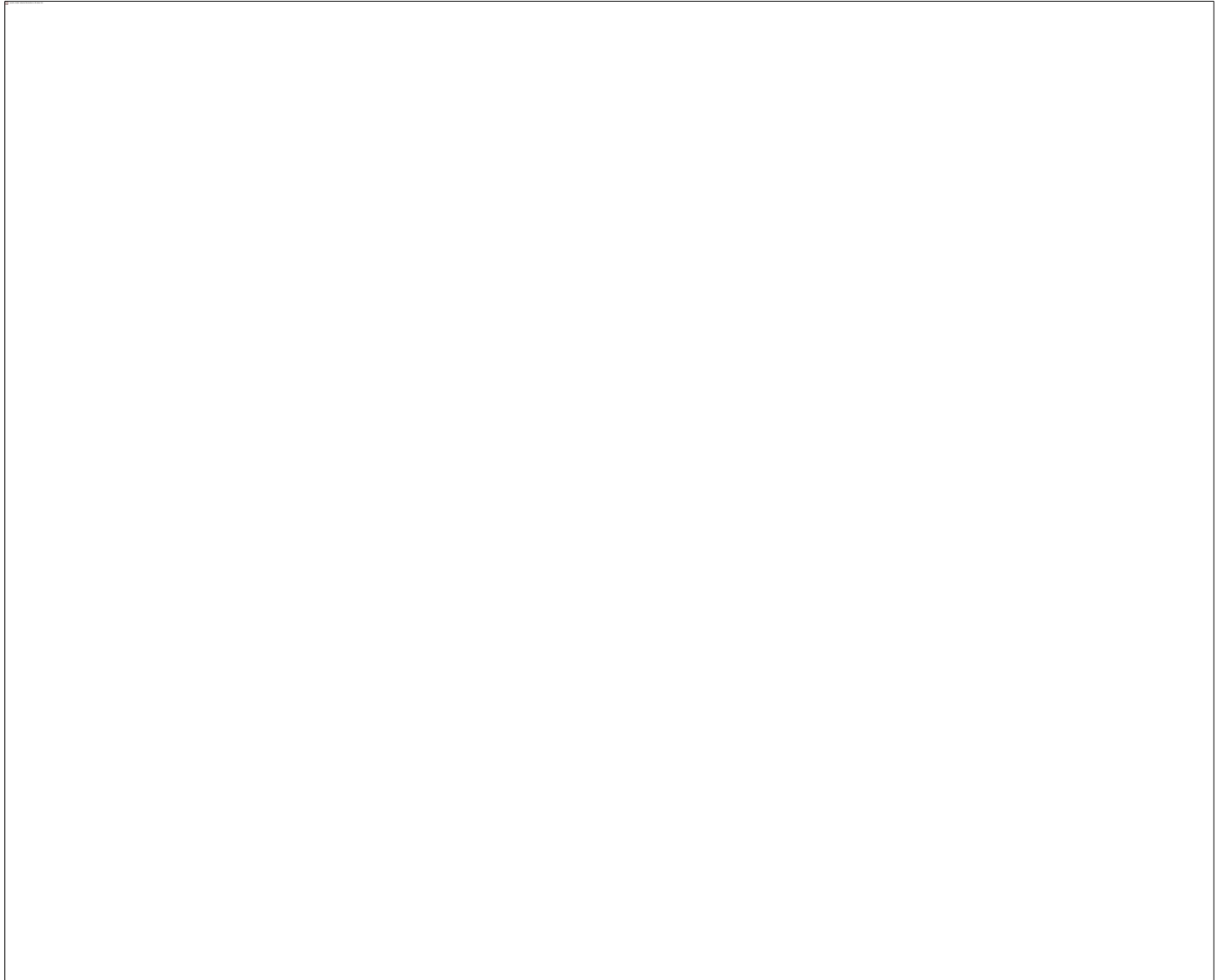
Oxid uhličitý jako zdroj

- Spolu s vodou a světelným zářením se přímo podílí na procesu fotosyntézy
- Energie záření, která je pohlcována chlorofylem, je využívána ke štěpení molekul vody, oxid uhličitý je redukován a uvolňuje se kyslík.
- Koncentrace CO₂ je v atmosféře kolem 300ppm tj. kolísá zhruba od 0,027 – 0,033%

Fotosyntéza a dýchání



Karbonátový systém



Zdroje CO₂

Zdrojem je téměř výlučně atmosféra:

- Hoření uhlíkatých látek
 - Dýchání živých organismů
 - Rozklad organických látek
 - Sopečná činnost
 - Znečištění ovzduší
-
- V průmyslových oblastech roste koncentrace až 10x
 - Termitiště CO₂ až 50 x více
 - Doupata a nory zvířat – zvýšené hodnoty
 - Sopečná činnost – úhyny ptáků a savců

Cyklické kolísání CO₂

- Cirkadiánní kolísání ve vodách
- Rozpustnost závisí na obsahu solí, teplotě a tlaku
- Vliv na poměry mezi uhličitánem a hydrouhličitánem vápenatým ve vodě
- Teplá moře a limnické systémy snažší vylučování vápníku.
- Živočichové zde žijící mají pevnější schránky, než v oblastech chladnějších a hlubinných

Kyslík jako zdroj

Kyslík je pro živočichy a rostliny zdrojem

- **Na souši** – všude dostatek, pokles s nadmořskou výškou. Mount Everest (8848m) asi 8% vzduchu
- **V půdě** – složení půdního vzduchu je jiné než v atmosféře
- **Ve vodě** – obsah kyslíku je zde velmi proměnlivý.
- Vliv na **rozpustnost kyslíku** ve vodě má teplota a tlak ovzduší
- **Nízká difuze a rozpustnost** – ve vodě limitující faktor

Rozpustnost O₂ ve vodě

Speciální adaptace živočichů:

- Zajištění stálého průtoku vody kolem respiračních orgánů
- Velký povrch respiračních orgánů
- Pernaté výběžky vodních korýšů
- Zvláštní respirační pigmenty (larvy pakomárů)
- Musí se neustále vracet na hladinu (kytovci, želvy, čolci)

- Tolerance živočichů – **euryoxybiontní** (deficity kyslíku) x **stenoxybiontní** (torentilní úseky)
- Zdrojem kyslíku je atmosféra a asimilace rostlin

Absorpce kyslíku

- Absorpční koeficient pro O_2 je při teplotě 20 °C 1/32; pro N_2 1/65
- V 1 litru vody je v nasyceném stavu 10,9mg O_2 a 17,6 N_2
- Relativní poměr O : N je proto ve vodě podstatně větší (1:2) než v atmosféře (1:5)
- Vliv teplotní stratifikace vody
- Vliv znečištění vody



Topografické členění sladkých vod

Topografické členění

- **Prameniště** - pramen, pramenná stružka
- **Potok** – horní tok (pásmo pstruhové – horní a dolní)
- **Řeka** – střední tok (pásmo lipanové, pásmo parmové)
- **Veletok** – dolní tok (pásmo cejnové, brakická zóna)
- **Ústí toku** – brakická zóna

Ekologické členění

- **Krenal** – eukrenal, hypokrenal
- **Rhitral** – epirhitral, metarhitral, hyporhitral
- **Potamal** – epipotamal, metapotamal, hypopotamal

Teplota versus rychlost proudění

- Souvisí s geologickým a topografickým podmínkami, které určují spád toku
- Prameniště – nejmenší kolísání s rozpětím do 5°C
- Horní úsek toku – roční výkyvy do 10°C
- Střední úsek toku – roční výkyvy nad 10°C
- Dolní úsek toku – roční výkyvy nad 15°C



Světové oceány

Základní charakteristiky mořského prostředí



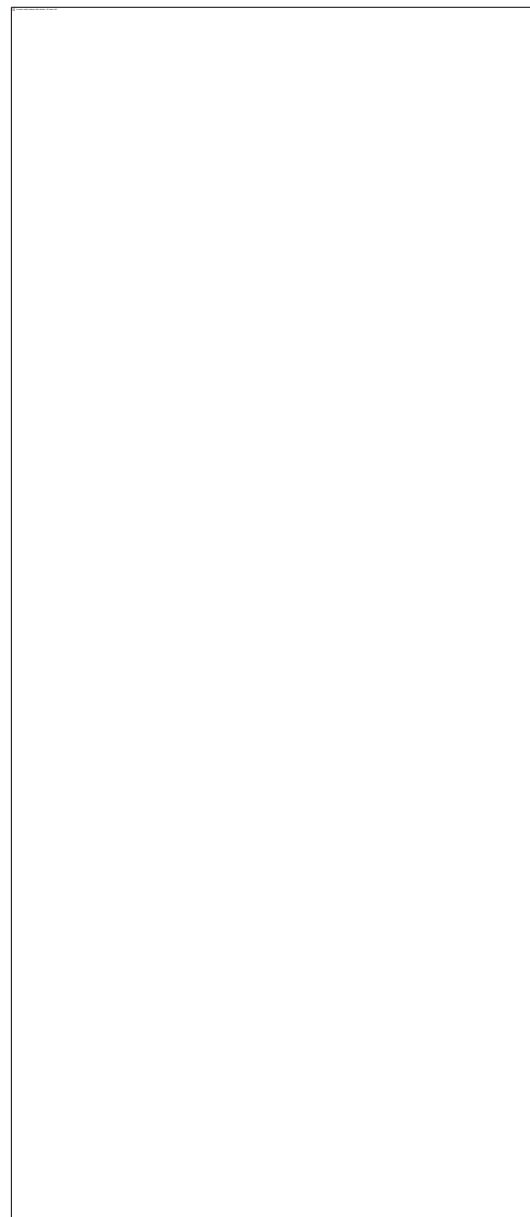
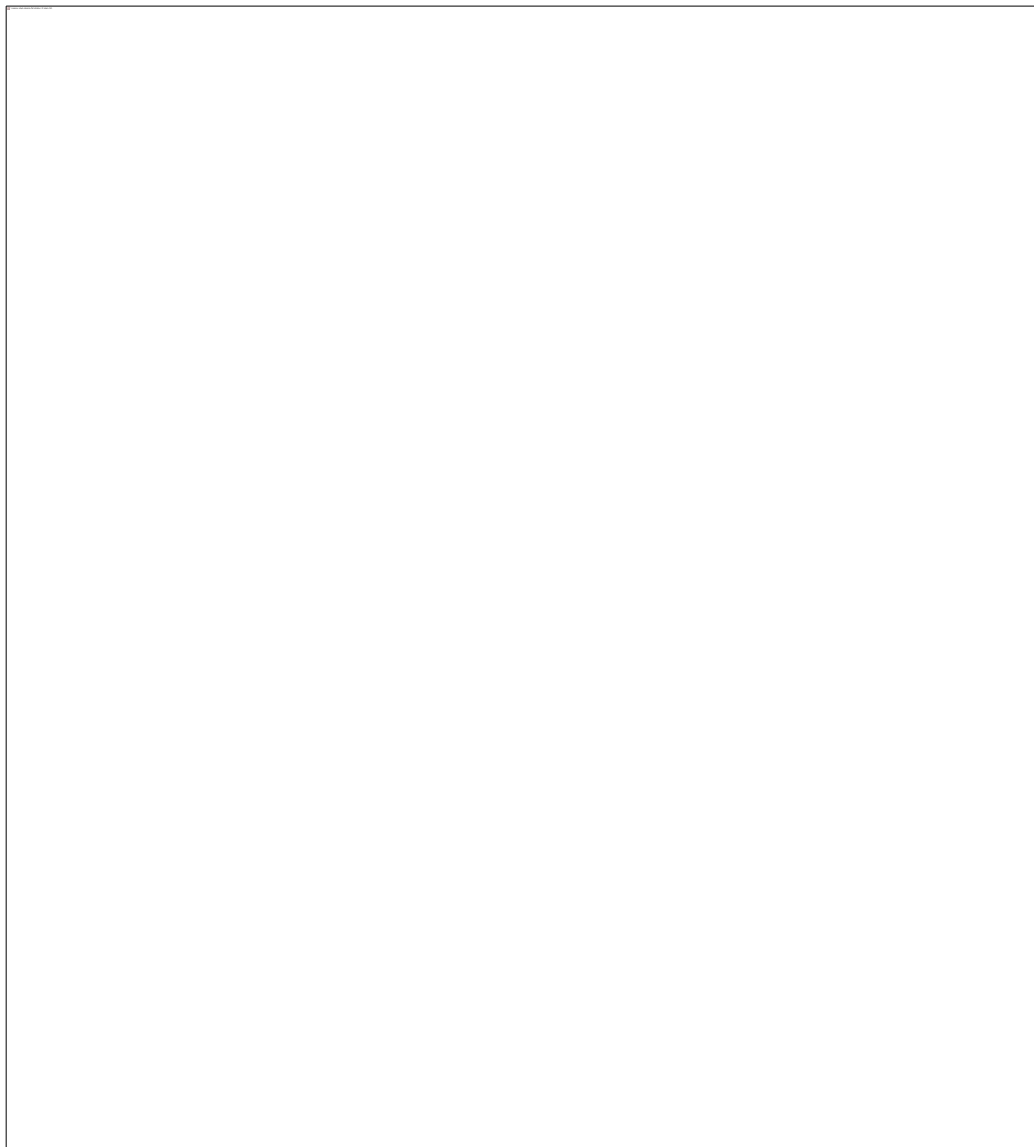
Rozmístění hlavních oceánů a moří



Světové oceány v číslech a procentech

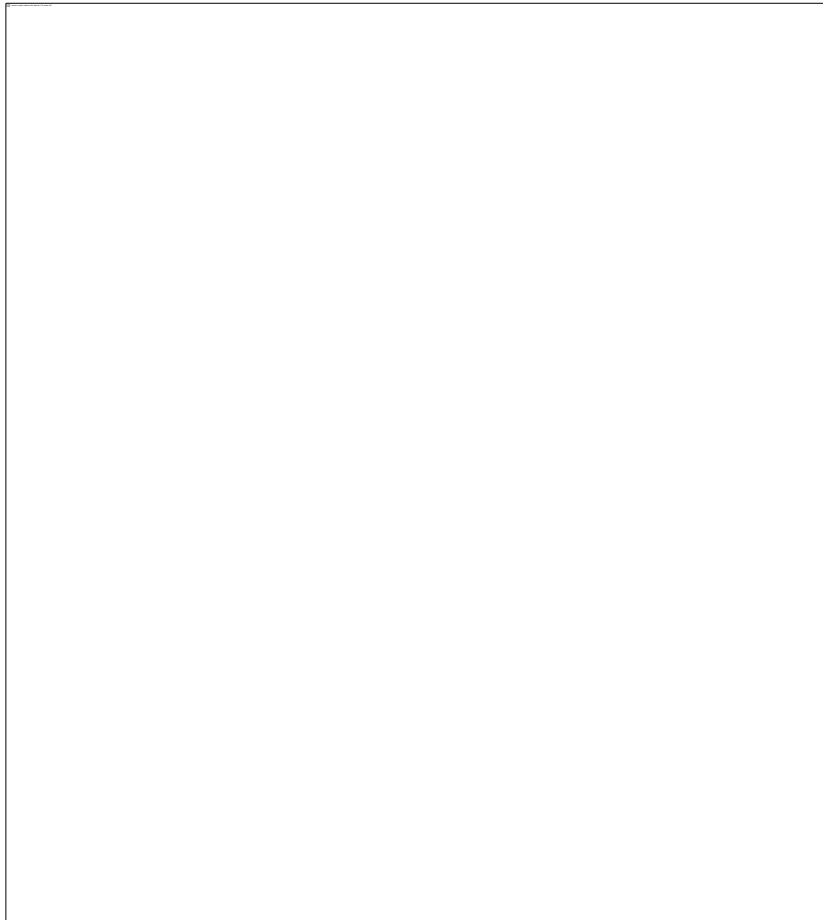


Složení mořské vody

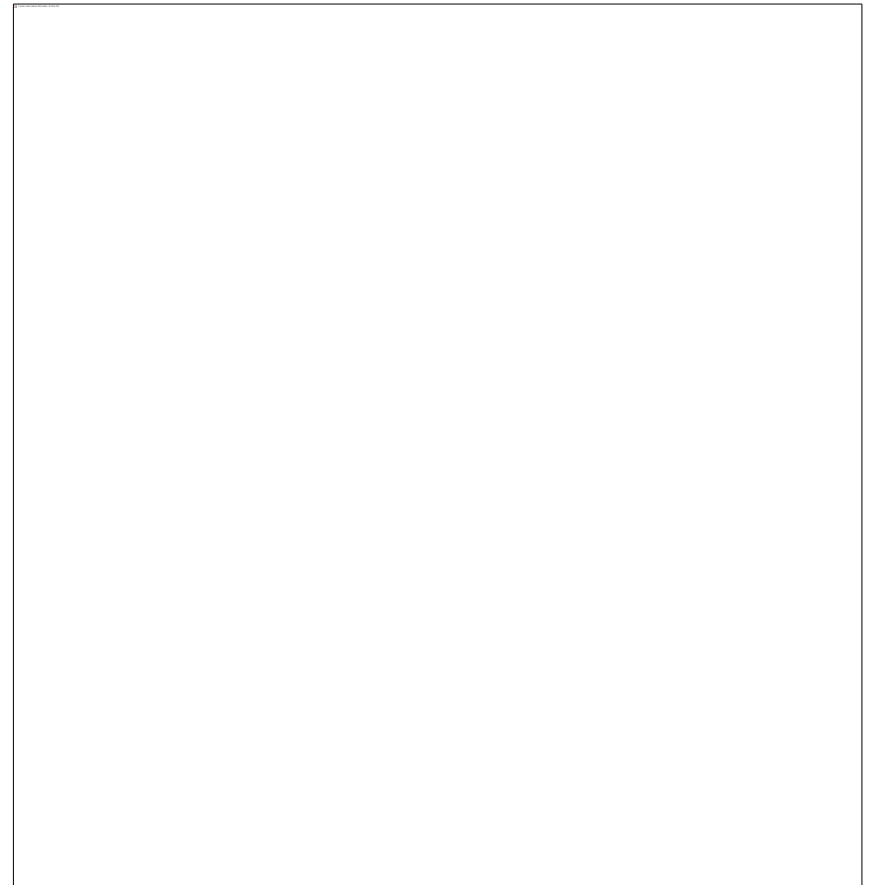


Porovnání hloubky oceánů a nadmořské výšky pevniny

Průměrné hloubky oceánů



Největší hloubka a největší výška



Hypsografická křivka – zastoupení intervalů hloubek a výšek na Zemi v procentech.



Schéma hlavních hloubkových zón oceánů a moří



Studium mořských hlubin



Výskyt mořských organismů závisí na teplotě mořské vody – teplotní oblasti



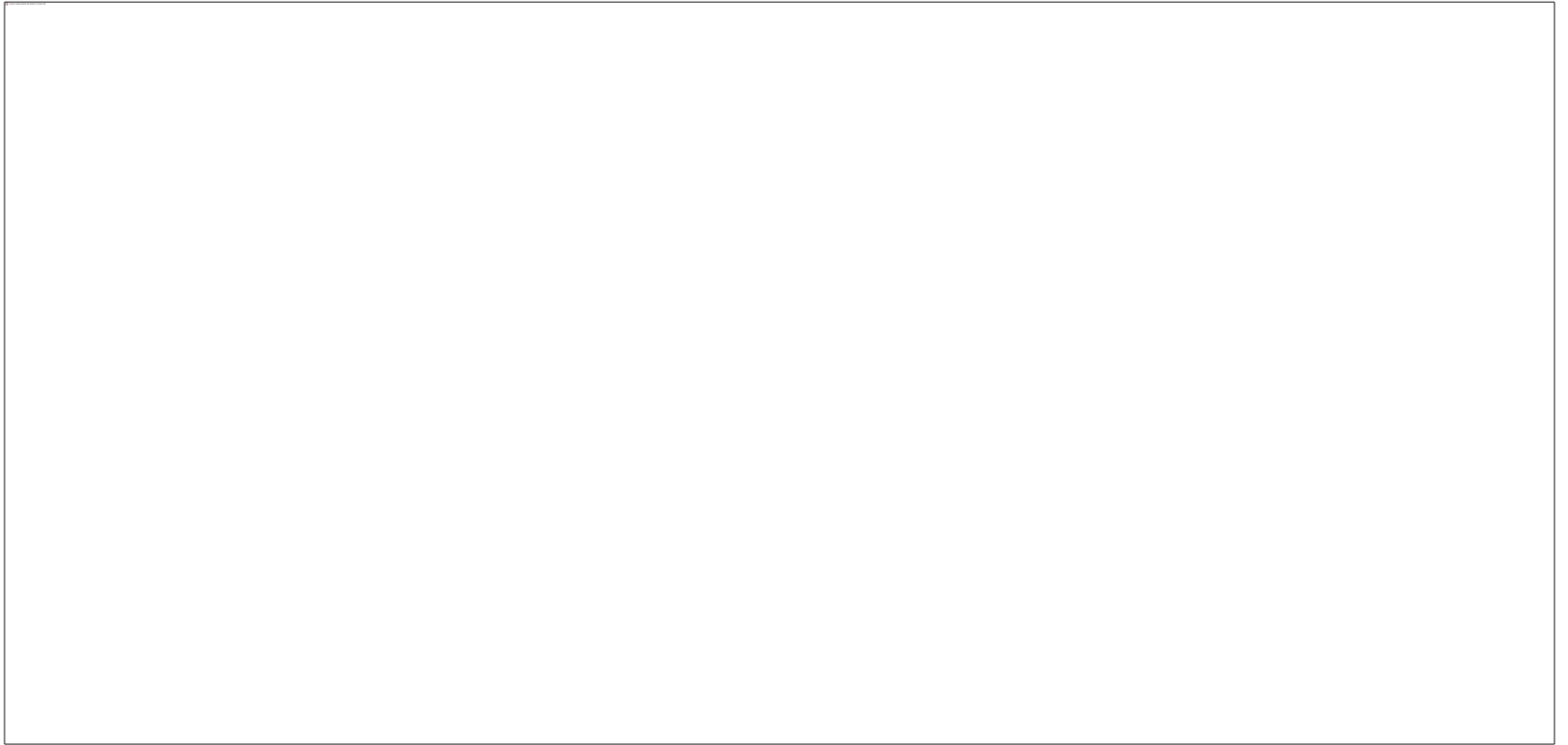
Hlavní mořské biogeografické oblasti založené na teplotě vody



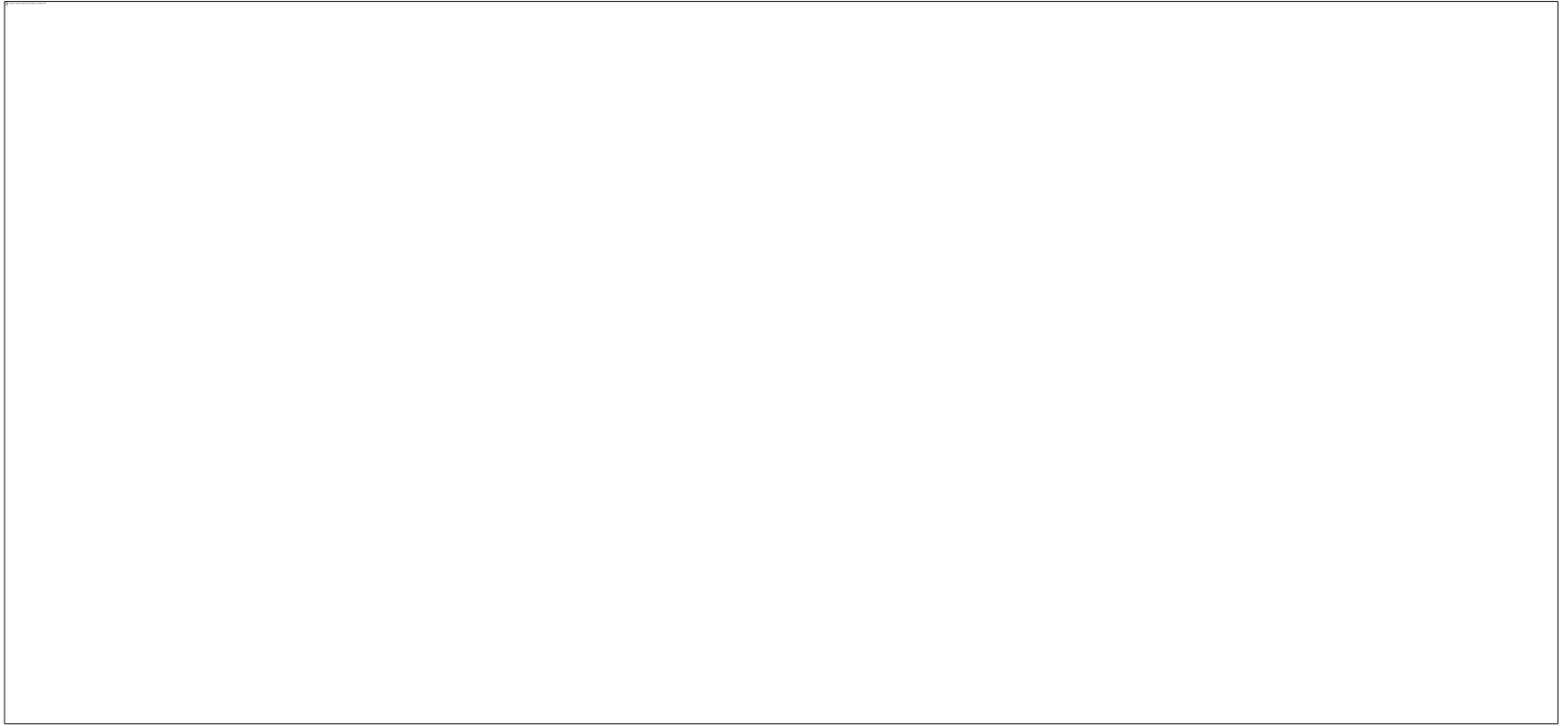
Příliv jako ekologický faktor

Leuresthes tenuis ve tření na pobřeží Kalifornie

Pozice Slunce, Měsíce a Země ve vztahu k
přílivu je zásadní



Distribuce typů přílivů - semidiurnálního, smíšeného semidiurnálního a diurnálního

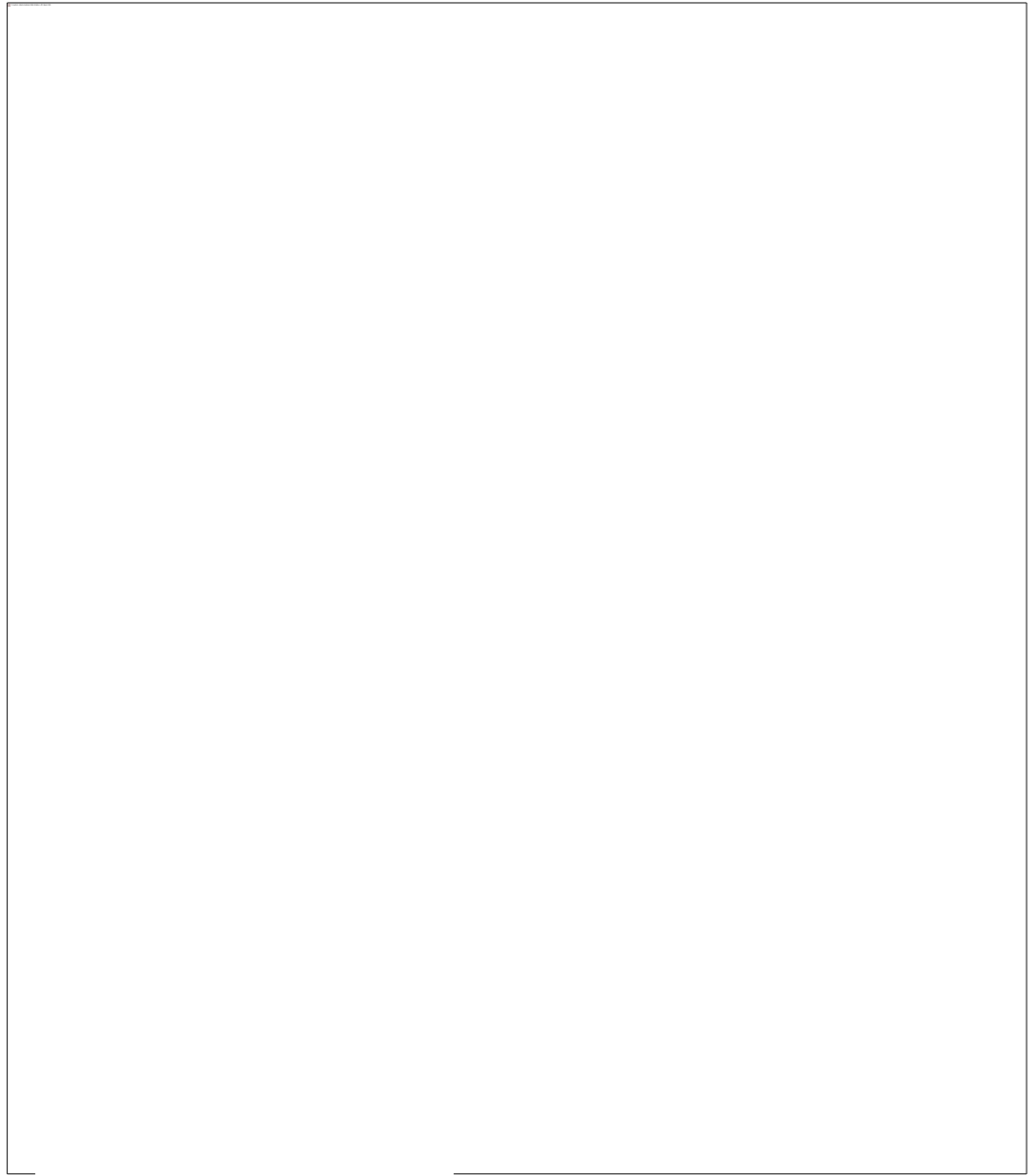


Proudění vzduchu

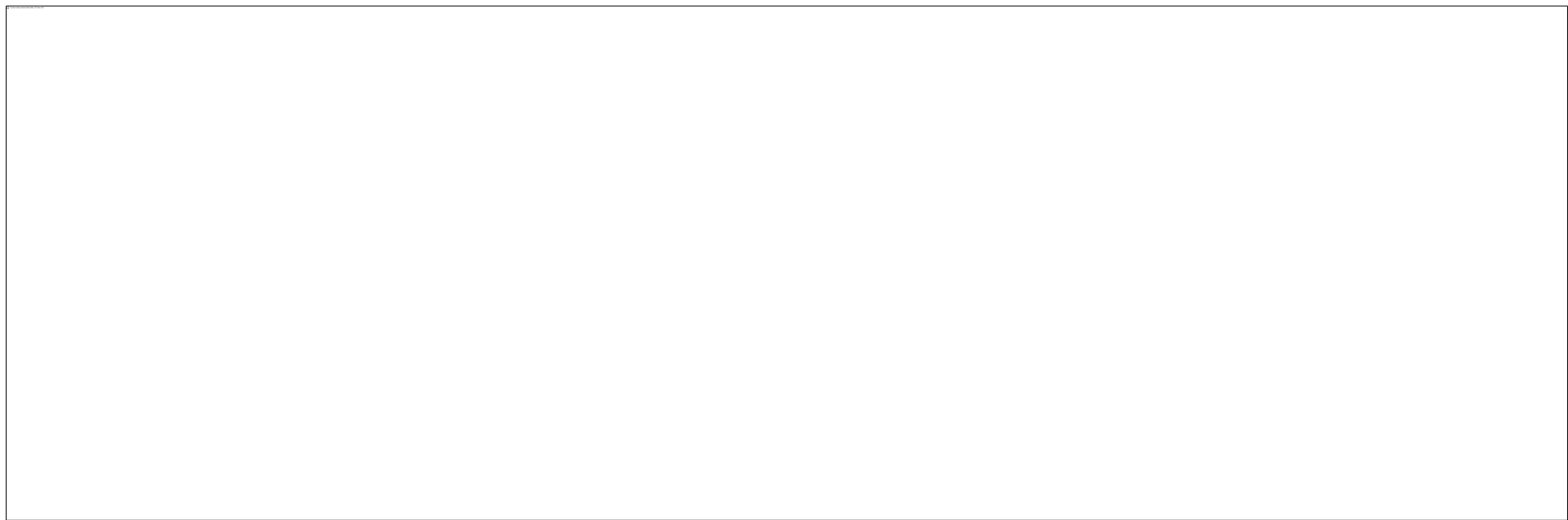
Cirkulace větru na severní polokouli



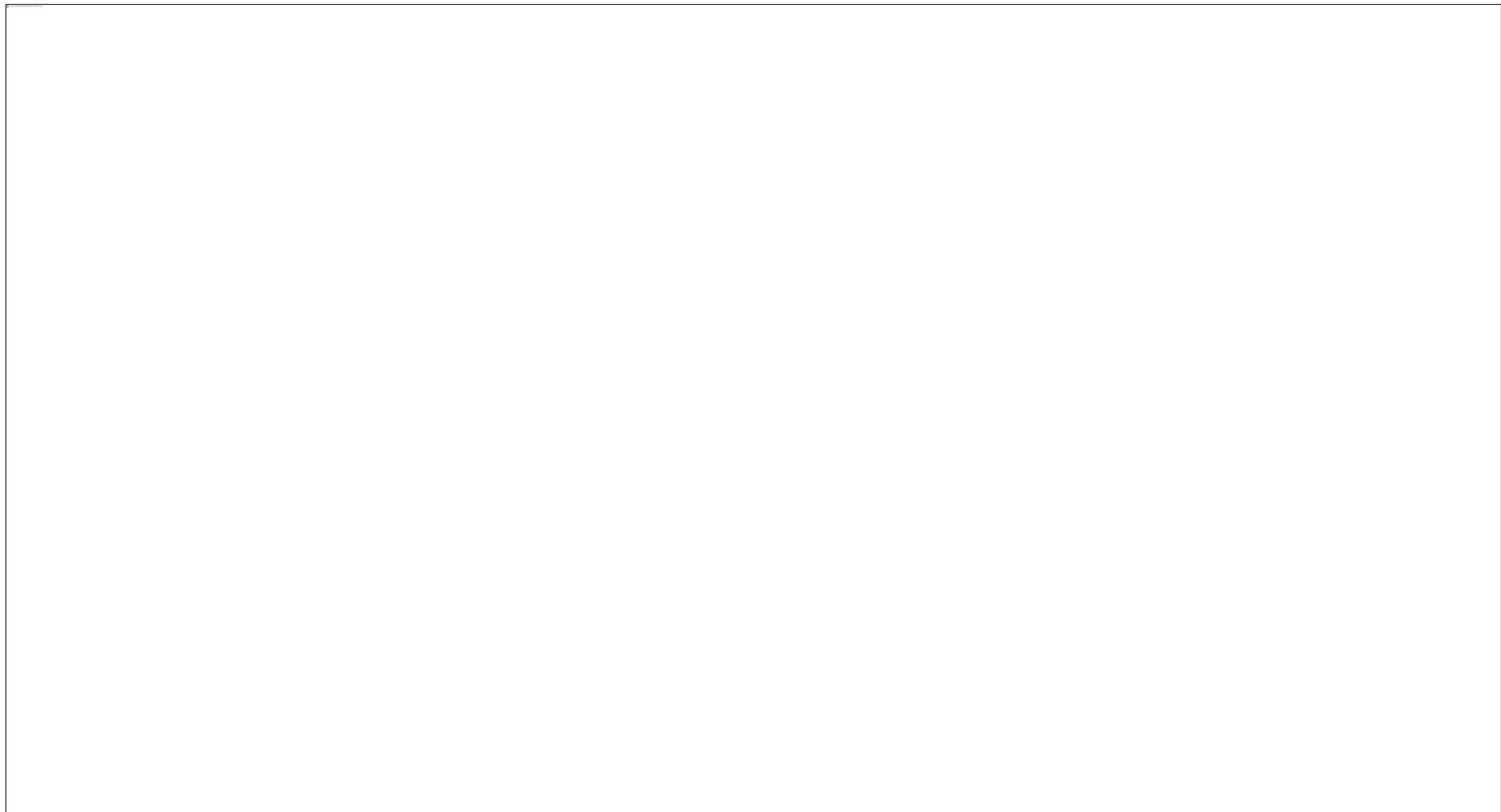
Působení větru na vlny



Mechanismus vzniku přípoje



Idealizovaná série vln

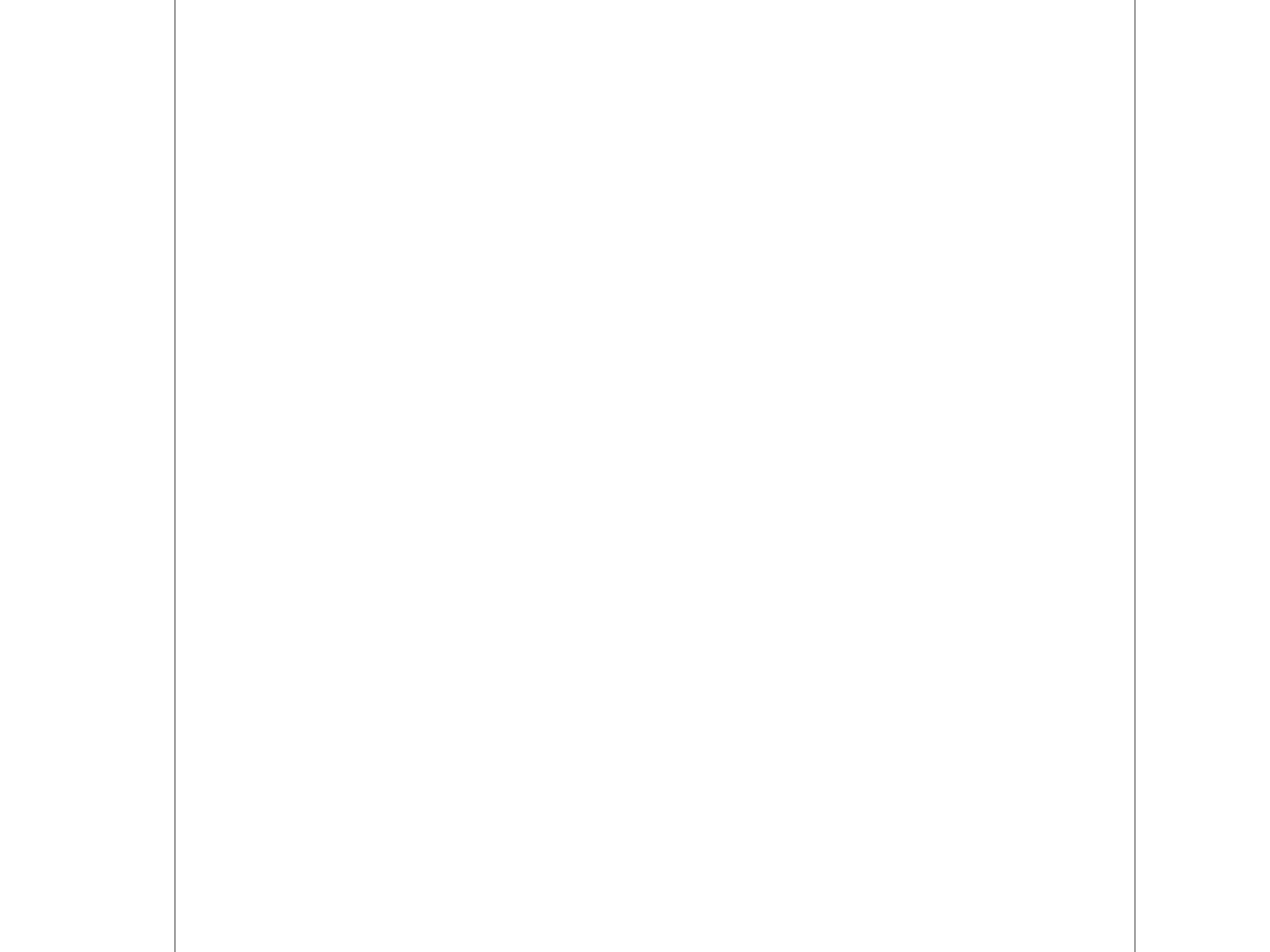


Pohyb částic vody ve vlnách



Profil vlny a rotace vodních částic





Struktura molekul vody v kapalném stavu

