

METEOROLOGICKÉ A FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ FAKTORY

- Při odběrech vzorků se pozoruje, měří a zapisuje řada faktorů, které charakterizují situaci na lokalitě v době odběru a v době, která odběru předcházela. Většina těchto faktorů má charakter meteorologických parametrů a pomáhá objasnit příčiny chemických poměrů, které ve vodě vznikly.
- **Čas odběru** je důležitý údaj pro analýzu vzorku vody. Mají-li se srovnávat některé chemické faktory vody různých lokalit, pak u těch faktorů, které se během 24 hodin mění, je nutné odebírat vzorky pro stanovení **ve stejnou denní dobu** (pH, acidita, alkalita, kyslík, oxid uhličitý atp.)

Teplota vody a vzduchu

- Teplotní výkyvy jsou ve vodě daleko menší než ve vzduchu (vysoká měrná kapacita) a v důsledku toho působí větší nádrže v krajině jako jakési tepelné regulátory či moderátory klimatu okolní krajiny.
- Změny teploty v nádržích se časově opoždují za změnami teploty ovzduší a to tím více, čím je nádrž hlubší. U hlubokých údolních nádrží činí toto zpoždění až 1 měsíc.
- Teplotní výkyvy jsou ve vodě daleko menší než ve vzduchu (vysoká měrná kapacita).
- Molekulový přenos tepla vodou je bezvýznamný, téměř veškerý přenos pohybem (prouděním).

Teplota vody a vzduchu

- Teplo do vody:
 - a) **sluneční radiace** (záření) – hlavně infračervená složka
 - b) **zemské nitro** (geotermální zdroj) – horké prameny, hluboká jezera
 - c) **lidská činnost** (antropický faktor) – elektrárny apod.
- Teplo z vody:
 - a) **termální radiací** (vyzařování tepla), omezené na několik cm při hladině
 - b) **konvekcí** (přenos tepla v pohybujícím se médiu)
 - c) **evaporací** (přeměnou vody v páru)
 - d) přechod tepla do dna

Teplota vody a vzduchu

- Teplota vody přímo ovlivňuje množství plynů rozpuštěných ve vodě - čím je voda teplejší, tím méně se v ní plynů rozpustí, což platí absolutně.
- Teplota ovlivňuje rychlost chemických reakcí, jako jsou oxidace a rozkladné pochody v procesu samočištění.
- Změny teploty vody během roku v hlubokých nádržích pak ovlivňují nejen jejich tepelný, ale i chemický režim v důsledku střídajících se cyklů stagnace a cirkulace během roku.
- Sezónní střídání organismů v ekosystémech (sukcese) jak rostlinných, tak živočišných je přímo podmíněno teplotou.

Teplota vody a vzduchu

- Teplota vody má důležitou úlohu při tření ryb a líhnutí jiker. Např. kapr se tře až tehdy, když teplota vody trvale vystoupí nad 15 °C. Při vyšší teplotě vody se i jikry líhnou rychleji.
- *Podzemní vody* mívají konstantní teplotu, jen málo závislou na ročním období a pohybuje se obvykle kolem 10 °C. Větší kolísání svědčí o rychlém pronikání povrchové vody do podzemí.
- Vody, které mají při vývěru teplotu vyšší než 25 °C se nazývají *vody termální*.
- Optimální teplota pitné vody je 8-12 °C . Voda o teplotě nad 15 °C již neosvěžuje a pod 5 °C může způsobit žaludeční potíže.

Teplota vody a vzduchu

- Teplota vzduchu se měří rtuťovými, lihovými či odporovými teploměry, vždy ve stínu, asi 1 m nad zemí.
- Teplota vody se měří současně s odběrem vzorku, pokud možno přímo ponořením teploměru pod vodní hladinu, přičemž se musí vyloučit přímý sluneční svit.
- Pro stanovení procentického nasycení vody kyslíkem je nezbytné měřit teplotu vody s přesností na 0,1-0,2 °C. V jiných případech stačí dělení teploměru po 1,0 °C .
- Vztah mezi nejužívanějšími stupnicemi: (Celsiova, Fahrenheitova, Kelvinova)
 - $t_{C^{\circ}} = (t_F - 32) \cdot 5/9$
 - $t_{C^{\circ}} = t_K - 273,15$

Teplota vody a vzduchu

- Rozhodující mechanickou silou podílející se na míchání vrstev vody je **vítr**. Třením o hladinu vyvolává horizontální proud, který se u břehů stáčí v hlubších vrstvách do protisměru.
- Na vodní hladinu se přenáší cca 4,3% energie větru. Na rychlosti, směru větru a teplotě svrchní vrstvy vody závisí jak rychle a jak hluboko bude voda promíchávána.
- **Konveční vertikální proudění** - vzniká střídavým oteplováním a ochlazováním svrchních vrstev vody během dne a noci.
- V závislosti na ročním období dochází ke změnám termiky nádrží, ke které přispívá i rozdílná hustota a viskozita různě teplých vrstev vody.

Závislost mezi rychlostí větru a rychlostí driftového proudu vody termálně nestratifikované nádrže

Rychlost větru	Promíchávaná vrstva (měřená)	Driftová rychlost míchané vrstvy
$2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 7,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 7,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	jenom u hladiny 1- 2 m 4- 7 m 6-12 m	$300 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1} = 7,3 \text{ km} \cdot \text{d}^{-1}$ $240 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1} = 5,7 \text{ km} \cdot \text{d}^{-1}$ $420 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1} = 10 \text{ km} \cdot \text{d}^{-1}$ $630 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1} = 16 \text{ km} \cdot \text{d}^{-1}$

SCHÉMA SEZÓNÍHO CYKLU TERMÍKY JEZERA

PODZIMNÍ CÍRKULACE

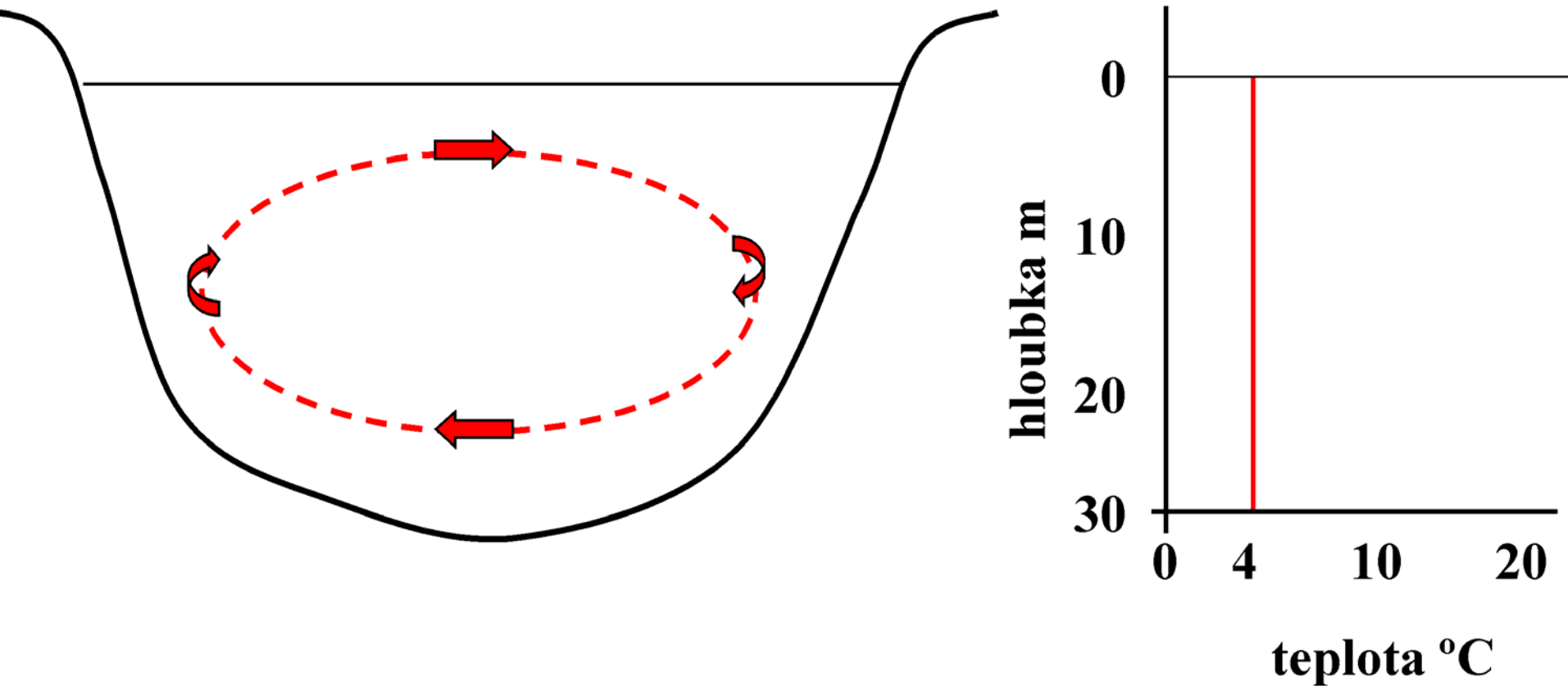


SCHÉMA SEZÓNŇÍHO CYKLU TERMIKY JEZERA

ZIMNÍ STAGNACE

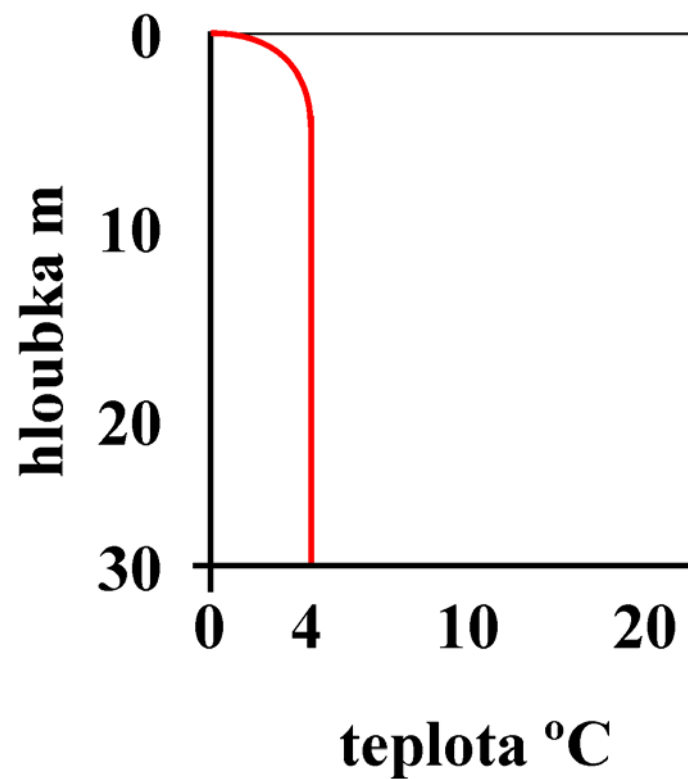
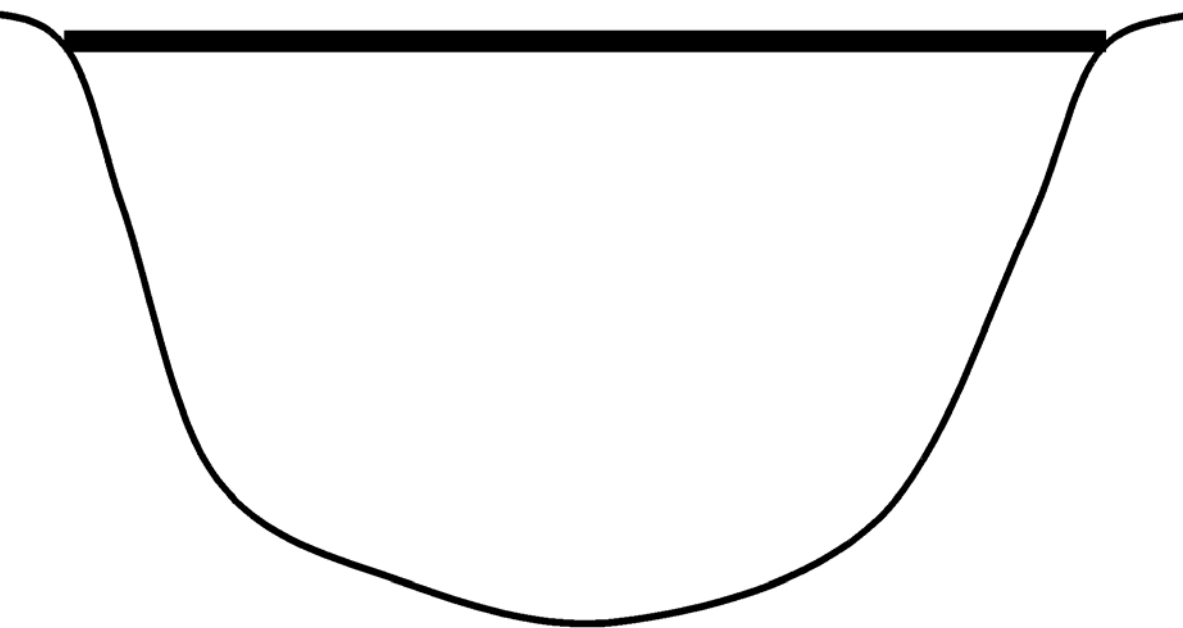


SCHÉMA SEZÓNÍHO CYKLU TERMIKY JEZERA

JARNÍ CÍRKULACE

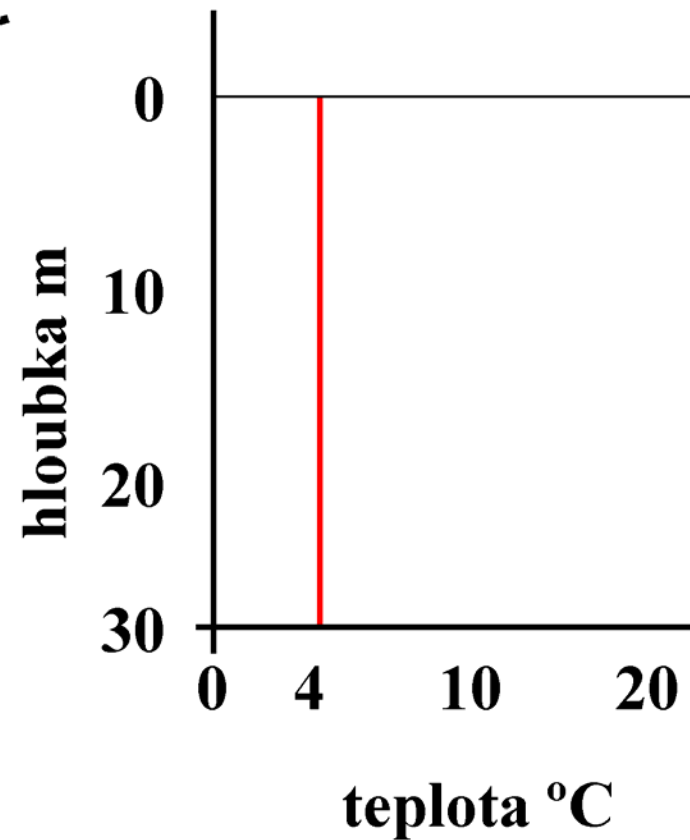
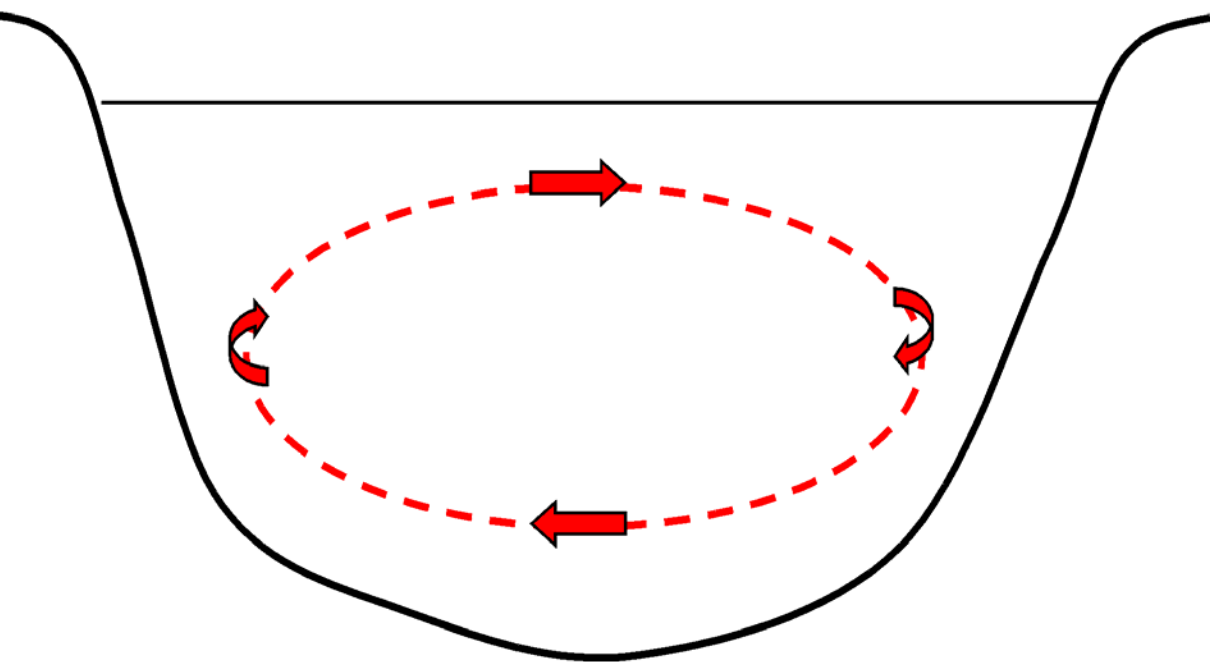
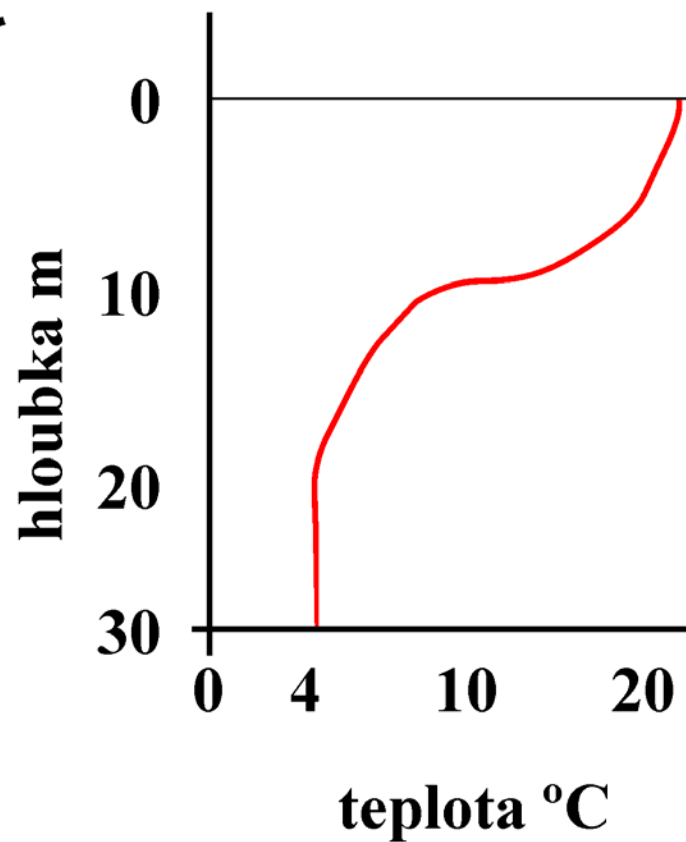
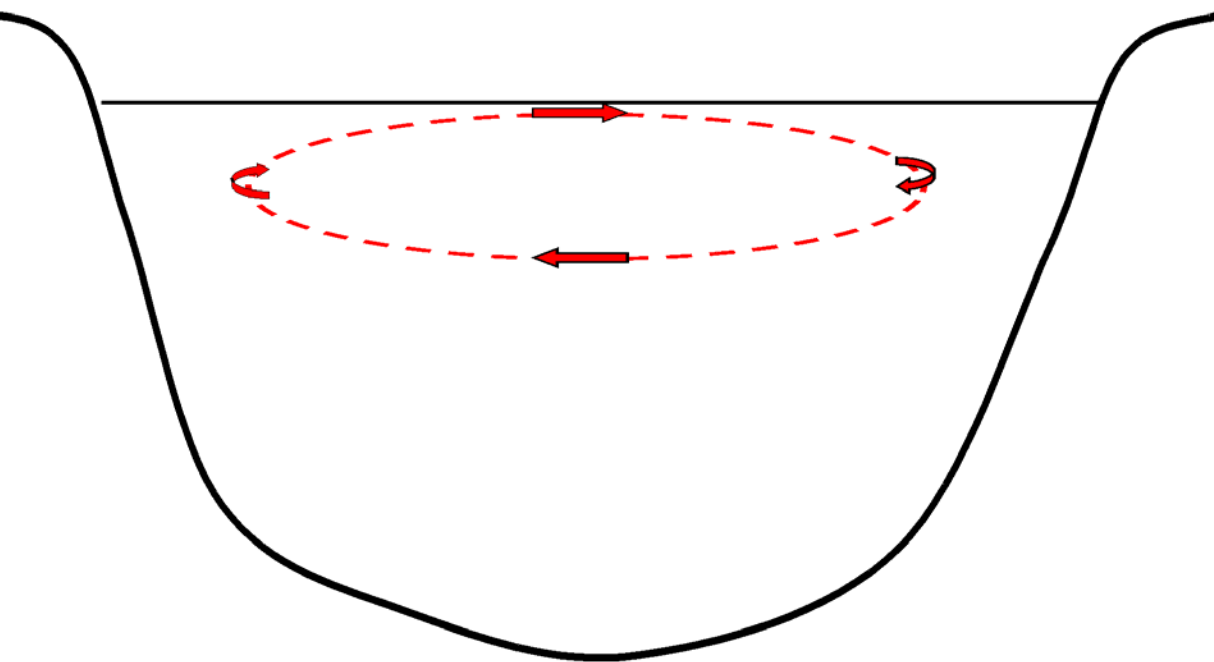
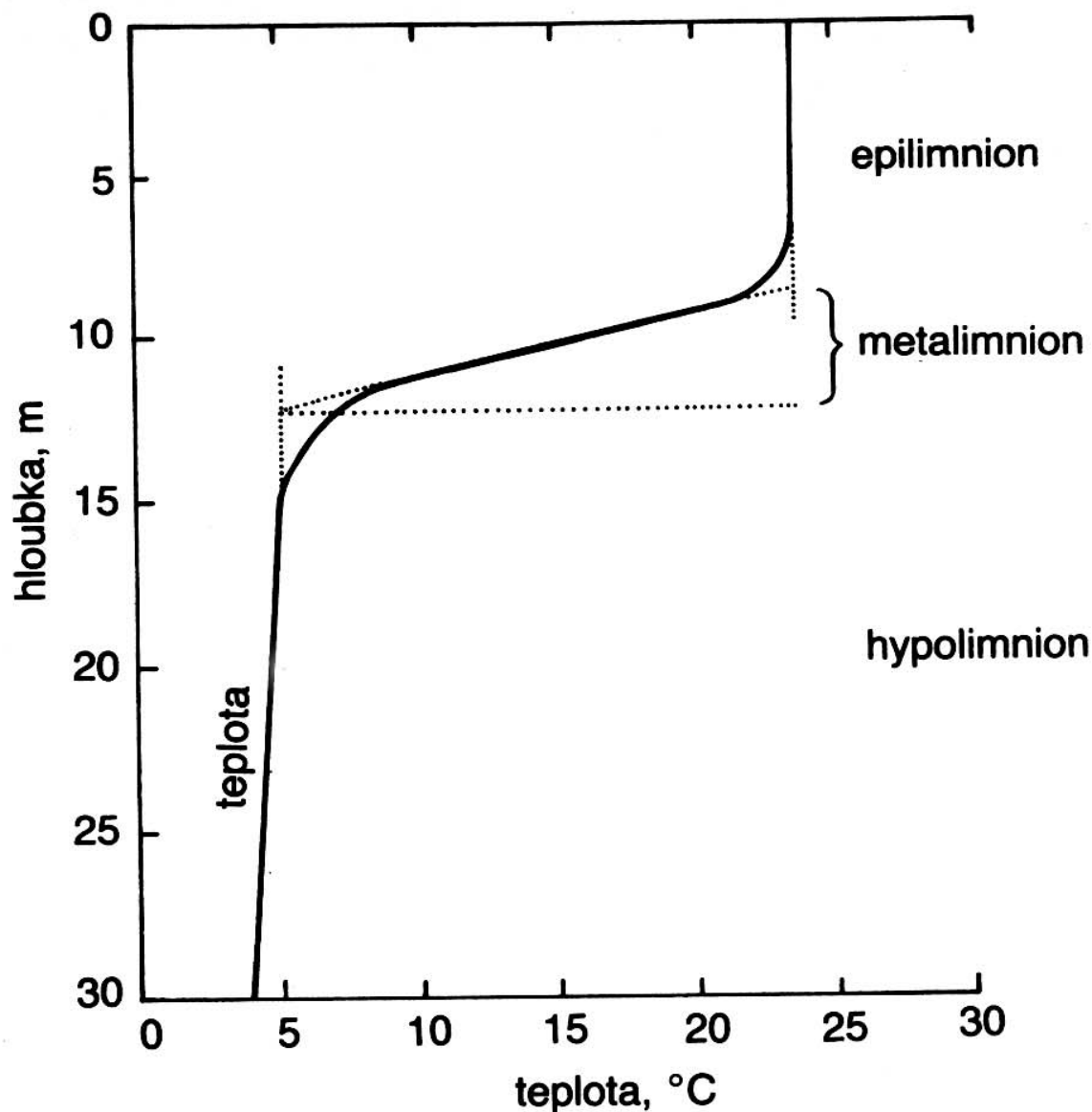


SCHÉMA SEZÓNNÍHO CYKLU TERMIKY JEZERA

LETNÍ STAGNACE





Typické teplotní rozvrstvení vodních mas ve stratifikované nádrži. Skočnou vrstvou metalimnionu jsou v době letní stagnace odděleny svrchní oteplená vrstva epilimnionu od spodní chladnější vrstvy hypolimnionu

Teplota vody a vzduchu

- Popsaný systém termiky je obvyklý pro vodní nádrže mírného pásu severní polokoule.
- **Dimiktická nádrž** - dochází ke dvěma cirkulacím během roku
- **Holomiktická nádrž** - dochází alespoň v jedné cirkulaci k promísení celého vodního sloupce až ke dnu.
- **Meromiktická nádrž** - nedochází k promísení celého vodního sloupce (podmíněno morfologicky, topograficky, chemicky)
- Hlubinné vody, které nepodléhají totální cirkulaci vod se označují jako *monimolimnion*.

Teplota vody a vzduchu

- **Roční tepelná bilance** — celkové množství tepla spotřebované k ohřátí vody z její minimální teploty v zimě na její maximální letní teplotu.
- V jezerech bývá v rozsahu $1,2-1,7 \text{ MJ}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$, výjimečně vyšší (Bajkal) $2 \text{ MJ}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. V mělkých nádržích bývá nižší než $1,2 \text{ MJ}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$.
- Ryby jsou poikilotermní, tzn. teplota jejich těla je shodná nebo se o $0,5$ až $1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ liší od teploty okolní vody.
- Nebezpečné jsou teplotní šoky (změna teploty o $8 - 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Nakrmené ryby do chladnější vody (o $8 \text{ }^{\circ}\text{C}$) zastavení trávení, autointoxikace amoniakem.
- Optimum pro růst u kaprovitých $18-28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pro lososovité $8-18 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Orientační hodnoty optimálních teplot pro ryby.

Druh ryby	jikry	líhnutí	plůdek	odrostlé
<i>Kapr obecný</i>	12,5-30	17-32	23-25	20-29
<i>Cejn velký</i>		8-23	8-23	8-28
<i>Lín obecný</i>			19-25	20-26
<i>Plotice obecná</i>		5-20	5-20	8-25
<i>Štika obecná</i>	7-16	8-23	11-15	9-25
<i>Candát obecný</i>	12-18	12-18	12-18	12-26
<i>Pstruh potoční</i>	4-6	do 12,4	0,5-9	10-17
<i>Pstruh duhový</i>	6-14,4	8-14	6-19	10-18
<i>Tolstolobik bílý</i>				20-28
<i>Karas obecný</i>				27
<i>Úhoř říční</i>				22-23

Orientační hodnoty letálních teplot pro ryby. LC₅₀ (°C)

Druh ryby	jikry	ryby adaptované na teplotu				
		5	15	20	25	30
<i>Kapr obecný</i>	32,5	29	35		35,8	40,6
<i>Cejn velký</i>			31		25	
<i>Lín obecný</i>			30,2	32	33	37
<i>Plotice obecná</i>			28,5	31	34,5	35,5
<i>Štika obecná</i>	22				32,2	33,7
<i>Pstruh potoční</i>	12,5			26	28,3	
<i>Pstruh duhový</i>	20-25	25,5	28,6		29,5	
<i>Tolstolobik bílý</i>					38,5	
<i>Karas obecný</i>		24			37,6	
<i>Úhoř říční</i>				30	37	38

Sluneční svit

- Sluneční svit a oblačnost ovlivňují především intenzitu fotosyntézy všech rostlin v nádrži a tím přímo i množství kyslíku a oxidu uhličitého, nepřímo pak pH vody v nádrži.
- V druhé řadě má pak sluneční svit velký vliv na teplotu vody, která určuje rychlost biochemických a chemických procesů v nádrži. Dlouhodobě zatažená obloha (několik dnů) může mít za následek nedostatečné krytí nároků fytoplanktonu na kyslík a v důsledku toho i vznikající kyslíkové deficity.
- Sluneční svit se měří zejména při stanovení primární produkce, a to **heliografem, Bellaniho pyranometrem, solarimetry, luxmetry.**



Sluneční svit

- Radiační složky slunečního záření:
 - a) *ultrafialové záření*, spektrální rozsah 300-390 nm (1-5%)
 - b) *viditelné záření*, spektrální rozsah 390-770 nm (asi 47%), PhAR
 - c) *infračervené záření*, spektrální rozsah 770-3000 nm (asi 48%), zdroj tepla
- Světlo vstupující do vodního ekosystému je ovlivněno odrazem, absorpcí a rozptylem.
- Hodnota odraženého světla vyplývá z polohy slunce a je závislá na denní a roční době. V našich podmínkách je vodní hladinou odráženo v průměru v létě 3% a v zimě asi 14% dopadajícího světla.

Sluneční svit

- Další ztráty nastávají při průniku světla vodním sloupcem jeho odrazem a rozptylem na částicích vznášejících se ve vodě.
- Kvalita světla se směrem ke dnu mění vlivem selektivní absorpce jednotlivých složek slunečního spektra.
- Zadržený podíl světla označujeme jako **extinkci**.
- Podíl pronikajícího světla vodním sloupcem jako **transmisi** (propustnost).
- V čistých vodách je nejméně absorbována fialová a modrozelená složka světelného spektra.

Hodnoty extinkce a propustnosti čisté vody pro složky světelného spektra

Barva	Vlnová délka v nm	Extinkční koeficient	Absorbované světlo v % . m⁻¹
-	800	1,87	84,6
červená	720	1,05	65,0
oranžová	613	0,25	22,2
žlutá	565	0,043	4,2
zelená	504	0,010	0,9
modrá	473	0,005	0,46
fialová	408	0,010	0,9
-	365	0,036	3,6

Srážky

- Dešťové srážky splachují s pozemků v povodí nejrůznější organické i anorganické látky. Zvláště silné jsou přínosy nejrůznějších forem dusíku.
- Množství oxidů dusíku strhávané z atmosféry může představovat přísun až $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ čistého N za rok.
- Prudký déšť strhává do vody i další plyny z atmosféry, zejména oxid uhličitý a kyslík a může v některých případech významným způsobem zmírnit některá kyslíková minima.
- Srážky v podobě sněhu mají negativní vliv na nádrž, pokryjí-li dosud průhlednou ledovou plochu.
- Byly pozorovány případy, kdy fytoplankton po dlouhodobější adaptaci byl schopen projevů fotosyntézy i pod 20 cm silnou sněhovou pokrývkou.

Srážky

- Ve sněhu se během zimy hromadí kyselé produkty emisí, které pak při jarním rychlém tání mohou způsobit v nádržích náhlý pokles pH.
- Při zápisu srážek se uvádí, zda byl odběr uskutečněn za deště, nebo se uvádí množství srážek (v mm) a jejich intenzita v době před odběrem. Srážky se zpravidla zjišťují na nejbližší meteorologické stanici.
- Průměrné množství srážek v ČR za rok činí 679 mm
- Dešťová voda bez antropického ovlivnění má pH 5-6, v současnosti na rozsáhlých územích má pH 4,0-4,5, v ČR byla naměřena i hodnota pH kolem 2.

Síla a směr větru

- Vítr promíchává vodu a tím ruší zonaci jednotlivých faktorů at' už chemických či fyzikálních nebo biologických a urychluje výměnu plynů mezi vodou a vzduchem.
- Negativně může působit hromadění velké biomasy sinic vodního květu v zátokách v důsledku nafoukání větrem. V takových zátokách pak dochází ke vzniku extrémních podmínek v chemismu vody.
- Sílu větru se zaznamená výrazy jako **bezvětrí, vánek, slabý vítr, silný vítr, velmi silný vítr.**
- Směr větru se vyjadřuje výrazy **severní (S), severozápadní (SZ), severoseverozápadní (SSZ)** atp.

Hloubka vody na lokalitě

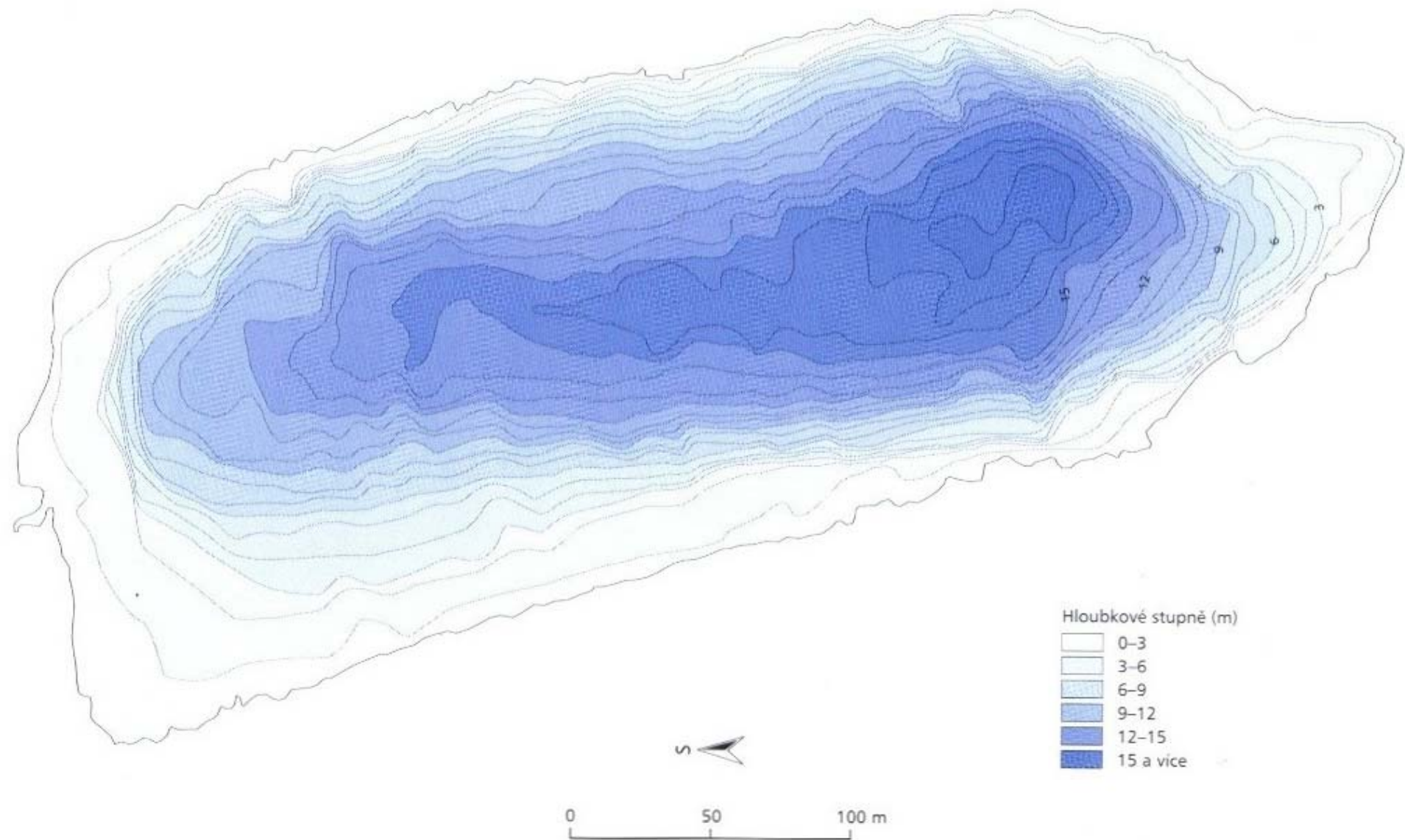
- Hloubka vody se měří při odběru **olovnicí**, nebo se odečítá na instalovaném **vodočtu**. Pro přesné hydrobiologické práce na větších nádržích se sestavují **batymetrické mapy**. Podle nich se pak vypočítá objem vody v jednotlivých vrstvách v nádrži.
- Pro kontinuální měření a zápis kolísání vodní hladiny se používají zvláštní registrační přístroje - **limnigrafy**.
- O kolísání vodní hladiny informují **vodočty**, což jsou latě s červenobílou stupnicí, dělené po 2 cm, umístěné např. na pilíři mostu nebo na svahu břehu tak, aby bylo možno odečítat výšku vodní hladiny.
- Z výšky vodní hladiny se vyhodnocuje průtočné množství vody v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ v době odběru.

Vodočet



Batymetrická mapa Plešného jezera

Plešné jezero



Limnigraf



Limnigraf



Barometrický a hydrostatický tlak

- Barometrický (atmosférický) tlak na mořské hladině odpovídá hodnotě cca 0,1 MPa (přibližně 1 kp.cm⁻²).
- Tlak ovlivňuje nasycení vody různými plyny (CO₂, O₂), uvolňování plynů z vody a ze dna, nástupy vodního květu sinic.
- S hloubkou vody roste tlak vody na každých 10 m o 0,1MPa.
- Rozhodujícím faktorem umožňujícím život i za obrovských tlaků v mořských hlubinách je nepatrná stlačitelnost vody (přetlak 40 MPa, zmenšení objemu vody o cca 2%).
- Voda je hlavní objemovou složkou těl hlubinných organismů (žahavci a žebernatky až 98-99% hmotnosti těla)

Barometrický a hydrostatický tlak

- Vodní organizmy nejsou nijak specificky adaptováni na změny tlaku a pokud je změna pozvolná snášejí i vysoké tlaky.
- Ryby bez plynového měchýře nejsou ovlivněny tlakem do 10 MPa, hynou až při tlaku 30 MPa.
- Ryby s plynovým měchýřem nemají takovou odolnost, v hloubce 10 m je objem vzduchu stlačen na polovinu a ve 40 m na pětinu ve srovnání s původním objemem u hladiny.
- Z hlediska tolerance vůči změnám tlaku můžeme vodní živočichy rozdělit na *stenobatní* a *eurybatní*.

Pach vody

- Pach vody podmiňuje její upotřebitelnost zvláště pro výrobu vody pitné a pro potravinářský průmysl.
- V důsledku rozvoje některých řas ve vodárenských nádržích (zvláště sinic, rozsivek a některých bičíkovců) může voda nabýt tak nepříjemného zápachu, že je prakticky neupotřebitelná.
- Zápach vody nám v některých případech umožní již čichem rozpoznat přítomnost některých plynů, rozpuštěných ve vodě (sirovodík, amoniak).
- Pach biologického původu vzniká při metabolismu a odumírání sinic, řas, vyšších rostlin, bakterií, aktinomycet, plísní, hub a prvoků. Druh a intenzita zápachu závisí na druhu organismu a intenzitě jeho rozvoje.

Pach vody

- AKTINOMYCETY dodávají vodě zemitý zápach.
- VODNÍ KVĚT SINIC dodává vodě nepříjemný zápach po hnijících slanečkách.
- Odpadní vody z petrochemického průmyslu poškozují vodu velmi výrazně již v nepatrné koncentraci ($0,1 \text{ mg.l}^{-1}$).
- Druh pachu se určuje při teplotách vzorku vody 20 a 60 °C a označuje se slovně jako zemitý, fekální, hnilobný, plísňový, rašelinový, po jednotlivých chemikáliích apod.
- Síla pachu je subjektivní čichový vjem, stanovuje se odhadem smyslovou zkouškou a hodnotí se šestimístnou stupnicí.

Hodnocení stupně pachu povrchové vody.

Stupeň pachu	Slovní charakteristika	Vnější projev pachu
0	žádný	pach nelze zjistit
1	velmi slabý	pach je obvykle nepostřehnutelný, ale může jej zjistit odborník
2	slabý	pach zjistí i neodborník, je-li na něj upozorněn
3	znatelný	pach lze zjistit, může být příčinou negativního hodnocení vody
4	zřetelný	pach vzbuzuje pozornost
5	velmi silný	pach je tak silný, že zcela znehodnocuje jakost vody

Chut' vody

- Látky způsobující pach vody ovlivňují obvykle i její chut'. Ta bývá významně ovlivněna řadou látek anorganických, sloučeninami železa, manganu, hořčíku, zinku, mědi, chloridů, hydrogenuhličitánů, CO_2 aj.
- Prahové koncentrace chuti anorganických látek závisejí na celkovém složení vody. Obecně chutnají lépe vody více mineralizované a lehce kyselé (pH 6-7).
- Hydrogenuhličitany zvyšují pocit sladkosti, síran hořečnatý dodává nahořklou příchut', chlorid sodný chut' slanou.
- Oxid uhličitý ve větším množství maskuje nepříjemné chuťové vlastnosti vody.
- Chut' se zjišťuje jen u hygienicky nezávadných vod a základní chuti jsou 4: slaná, sladká, hořká a kyselá.

Průhlednost a zákal vody

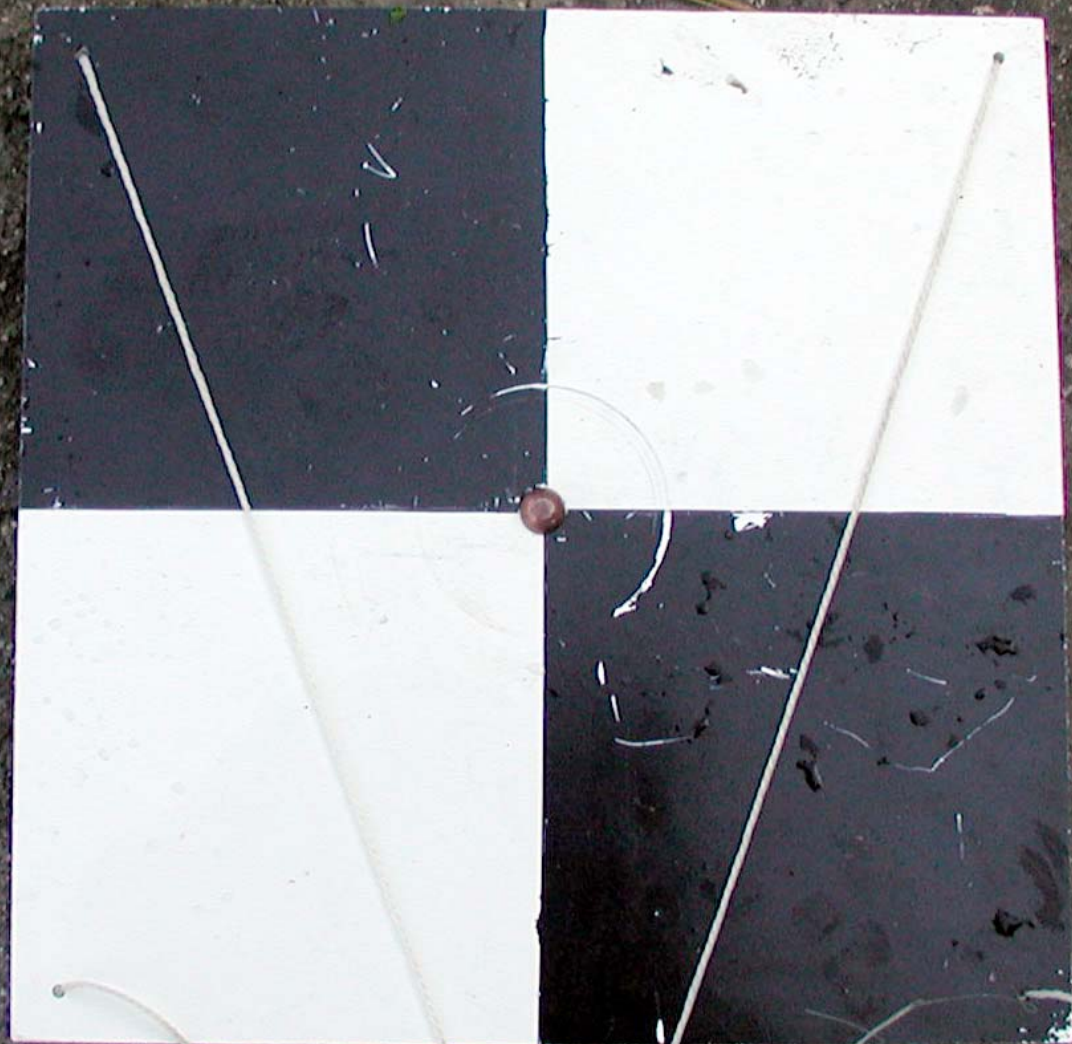
- Významná fyzikální vlastnost ovlivňující množství světla pronikajícího vodním sloupcem nádrží a toků.
- Na propustnosti vody pro světlo závisí hloubka tzv. **kompenzačního bodu fotosyntézy**, v němž se intenzita fotosyntézy fytoplanktonu vyrovnává s intenzitou jeho dýchání (měřeno produkcí a spotřebou kyslíku).
- Průhlednost závisí především na zákalu (množství suspendovaných látek) a barvě vody.
- V rybnících vykazuje několik decimetrů a nanejvýš 1-2 metry, v jezerech několik metrů až desítek metrů (Bajkal - 40 m), v mořích a oceánech několik desítek až stovek metrů. V zimě bývá průhlednost větší než v létě, kdy je ovlivňována především intenzitou rozvoje fytoplanktonu (vegetační zákal).

Průhlednost a zákal vody

- Zákal vody může být způsoben buď neživými, jemně rozptýlenými částicemi (abiosestonem) nebo drobnými planktonními živými organismy (biosestonem).
- Rozlišení biogenního a nebiogenního zákalu je pro rybářskou praxi velmi důležité, poněvadž biogenní zákal nepřímo informuje o intenzitě primární produkce planktonu, kolísání obsahu O_2 a CO_2 a pH, i o dostatku biogenů v rybníce.
- Průhlednost vody určuje sílu **eufotické vrstvy**, tj. vrstvy vody, v níž probíhá fotosyntetická asimilace. Podle průhlednosti vody, pokud je funkcí rozvoje fytoplanktonu, je možno rozhodovat o nasazení či zastavení hnojení nádrže.

Průhlednost a zákal vody

- Průhlednost vody se měří tzv. **Secchiho deskou**. Je to kotouč nebo čtverec o průměru 20-30 cm, rozdělený na kvadranty střídavě černé a bílé. Kotouč se spouští do vody na šňůře značkové po 10 cm tak dlouho, až zmizí rozdíly mezi bílými a černými kvadranty. Při ponořování desky je nutno eliminovat zrcadlení vodní hladiny.
- Průhlednost vody se dá stanovit i tzv. **čtecí zkouškou** (dle Snella). Skleněný válec o průměru 2,5 cm a výšce 50 cm s rovným, opticky upraveným dnem, dělený po centimetrech, se podloží vzorem písma vysokého 3,5 mm. Válec se naplní vzorkem a voda se odpouští dolním kohoutem, až je písmo čitelné. Pak se odečte výška vodního sloupce. Písmo musí být osvětleno nepřímým denním světlem.





**Průměrná, minimální a maximální hodnota průhlednosti
Zámeckého rybníka v Lednici na Moravě.**

ROK	průhlednost
	cm
2001	41 25 - 90
2002	45 0 - 150
2003	49 20 - 80
2004	148 110 - 150

Hodnota průhlednosti soustavy lednických rybníků v průběhu vegetační sezóny roku 2001.

Datum	NESYT	HLOHOVECKÝ	PROSTŘEDNÍ	MLÝNSKÝ
13.4.	25	65	160 (dno)	150 (dno)
30.4.	25	220 (dno)	160 (dno)	140
11.5.	20	120	160 (dno)	120
30.5.	20	100	160 (dno)	70
14.6.	20	110	160 (dno)	55
29.6.	15	60	160 (dno)	50
30.7.	25	100	150 (dno)	50
30.8.	15	50	90	40

Barva vody

- Zbarvení různých typů vod je značně rozdílné. Skutečná barva čisté vody v silné vrstvě je modrá (vysokohorská jezera).
- Se stoupajícím obsahem rozpuštěných látek se mění propustnost vody pro světlo, jehož jednotlivé složky jsou propouštěny selektivně a tím se mění i barva vody.
- Barva vody je ovlivněna odrazem barevných odstínů okolí (obloha, půda, vegetace) a zbarvením dna.
- Odstíny zelené, bývají zpravidla vyvolány vegetačním zbarvením vody mikroskopickými planktonními řasami.
- Intenzivně hnědé zbarvení vody rašelinišť je způsobeno huminovými kyselinami, avšak může to být i důsledek rozvoje planktonních rozsivek.
- Dalším zdrojem barevnosti povrchových vod mohou být některé odpadní vody, zejména z textilního průmyslu.

Barva vody

- Barva vody se měří obvykle jen při stanovení průhlednosti vody přímo na lokalitě. Po změření průhlednosti Secchiho deskou se vytáhne kotouč **do poloviny hloubky průhlednosti** a proti bílým kvadrantům se odhaduje barva vody.
- Barvu vody lze stanovit i srovnáním vzorku s **barevnými standardy**, připravenými z roztoků chloroplaticitanu draselného a chloridu kobaltnatého. Stanovení se provádí v Nesslerových válcích a podle množství standardního roztoku chloroplaticitanu, potřebného k vytvoření barevného standardu shodného se vzorkem, se vyjadřuje barva vzorku v **miligramech platiny** v 1 litru vody ($\text{mg.l}^{-1} \text{ Pt}$).

Vodivost (měrná vodivost - konduktivita)

- Vodivost je převrácená hodnota odporu a její jednotkou je 1 S (siemens).
- Destilovaná voda je prakticky nevodivá, voda se stává vodivou pro elektrický proud vlivem rozpuštěných minerálních látek.
- Vodivost vody závisí na:
 - koncentraci a disociačním stupni elektrolytů
 - nábojovém čísle iontů
 - pohyblivosti iontů v elektrickém poli
 - teplotě vody
- V hydrochemii se udává konduktivita v jednotkách $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nebo $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$, kdy $1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1} = 0,1 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$.
- Pro měření konduktivity se používají **konduktometry**.

Vodivost (měrná vodivost - konduktivita)

- Stanovená konduktivita vody nám dává informaci o obsahu aniontů a kationtů rozpuštěných ve vodě.
- Na základě výsledku lze odhadovat stupeň mineralizace vody, stanovení je vhodné pro kontrolu kvality destilované vody a při dlouhodobém sledování daného druhu vody, protože konduktivita prokáže změny v koncentraci rozpuštěných látek.
- Nejčistší voda má při 18 °C vodivost $0,038 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, což je způsobeno disociací vody.
- Destilovaná voda má konduktivitu $0,3\text{-}0,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, povrchové a spodní vody $50\text{-}500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (s výjimkou minerálních).
- Změna teploty o 1 °C vyvolá změnu konduktivity asi o 2 %.

Průměrné hodnoty konduktivity různých typů vod.

VZOREK	VODIVOST	VZOREK	VODIVOST
	μS/cm		μS/cm
Studny lednicko	1494	Nesyt	1870
Bobrava	749	Výtopa	1443
Loučka	348	Hlohovecký	1502
Plumlov	298	Prostřední	1272
Zámecký	511	Mlýnský	1364







Hustota vody

- Hustota vody je závislá na množství rozpuštěných látek, teplotě a tlaku.
- Se zvyšujícím se obsahem rozpuštěných látek stoupá téměř lineárně také hustota vody. Při vzestupu salinity o 1 ‰ klesne teplotní maximum hustoty o 0,2 °C.
- Chemicky podmíněné rozdíly v hustotě sladkých vod nejsou obvykle větší než 0,85 g.l⁻¹ a nebereme je tak v úvahu.
- Největší hustotu má voda při teplotě 3,94 °C. Studenější i teplejší voda je „lehčí“ a ve vodních nádržích převrstvuje vody s větší hustotou.
- Změny hustoty vody neprobíhají lineárně, se stoupající teplotou rychle narůstá relativní rozdíl, takže mezi 24 °C a 25 °C je rozdíl v hustotě 30x větší než mezi 4 °C a 5 °C.
- vzestup tlaku o 1 MPa klesne maximum hustoty o 0,1 °C.

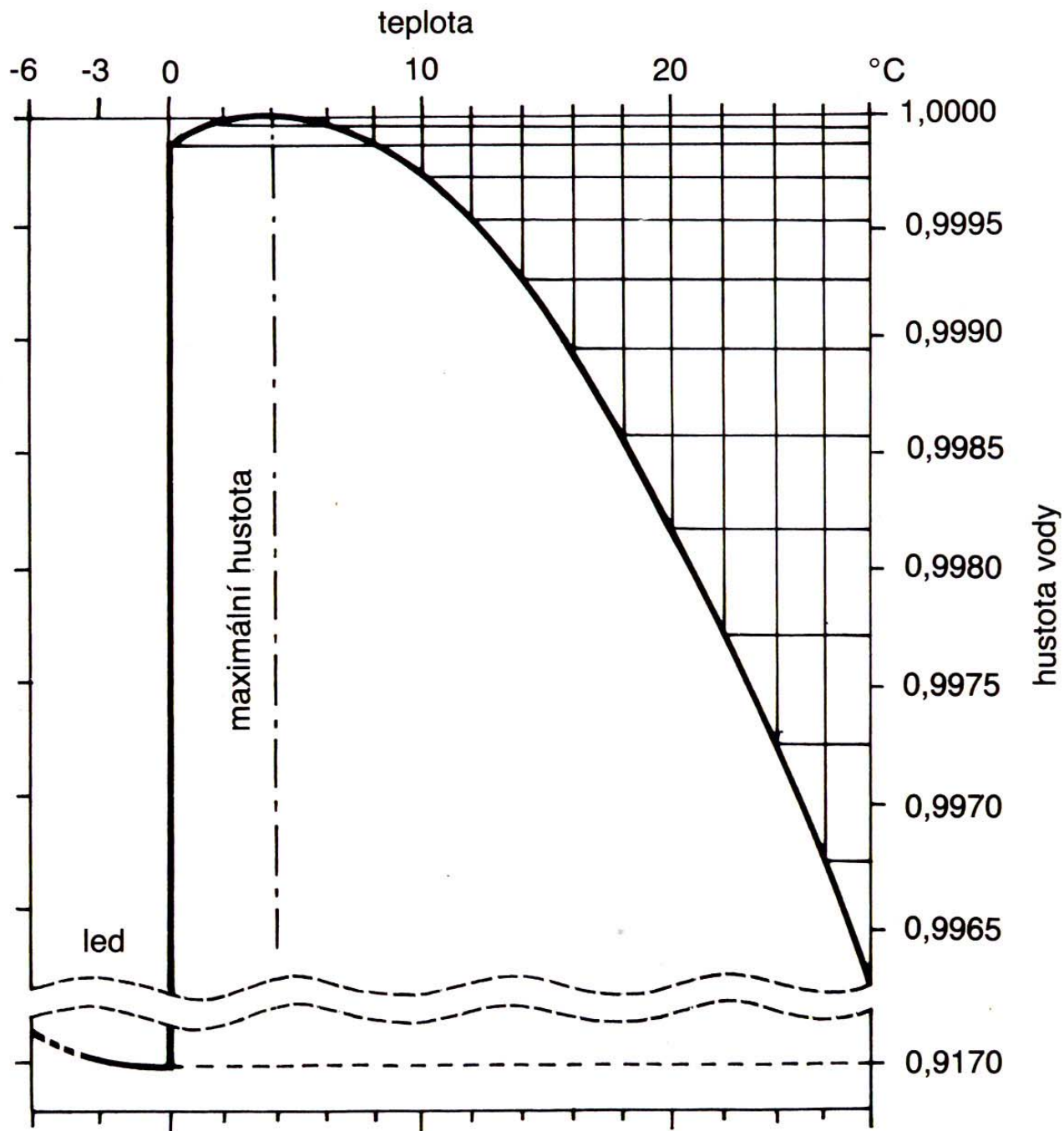
Hustota vody

Změny hustoty vody s rozdílným obsahem solí (4 °C).

‰	0	1	2	3	10	35
Hustota kg.l⁻¹	1,00000	1,00085	1,00169	1,00251	1,00818	1,02822

Změny hustoty vody v závislosti na teplotě vody.

°C	0	2	4	10	20
Hustota g.cm⁻³	0,999874	0,999970	1,0000	0,999731	0,998235



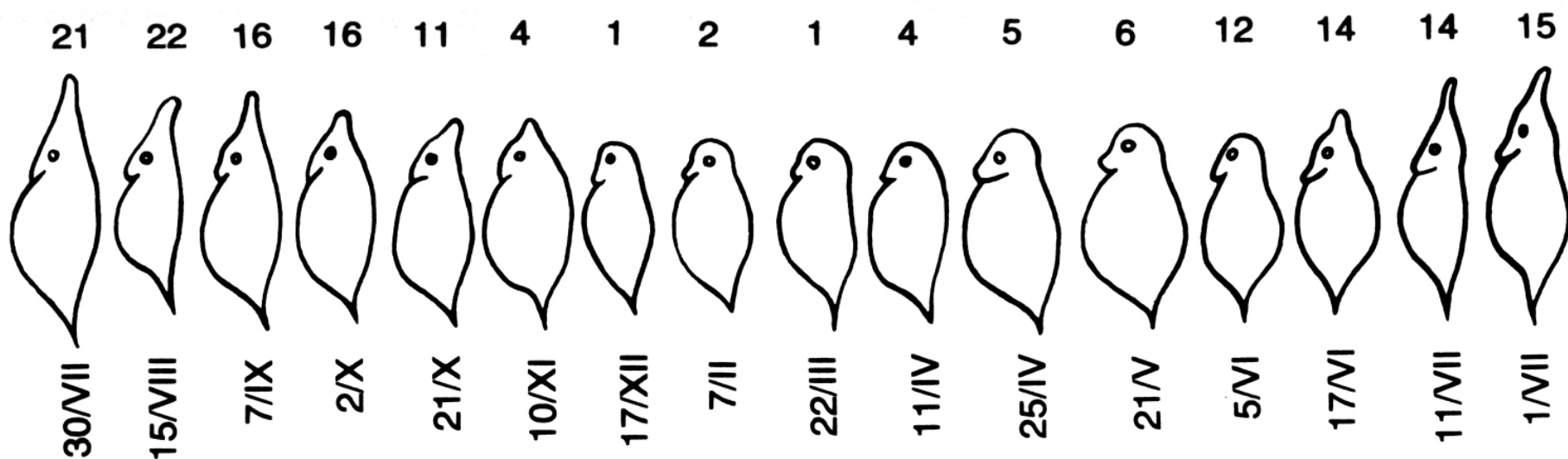
**Vztah mezi
hustotou vody
a teplotou.**

Hustota vody

- Změny hustoty vody způsobené změnou teploty mají vliv na stratifikaci fyzikálních a chemických vlastností a koloběh látek.
- Změny mezi teplotou vody a hustotou značně ovlivňují i podmínky, za jakých vodní organizmy přežívají zimní období. Teplotní stratifikace znemožňuje hluboké promrzání vody (v ČR je vrstva ledu pouze výjimečně silnější než 30 cm).
- Velká hustota vody (asi 775x vyšší než hustota vzduchu) má vliv na stavbu těla vodních živočichů.
- Vodním živočichům stačí k zajištění opory méně výkonné pohybové orgány a slaběji vytvořené kostry než živočichům suchozemským. Můžou dosahovat i podstatně větších rozměrů než příbuzné suchozemské formy (podobně i u rostlin).

Viskozita vody

- Dynamická viskozita (vnitřní tření) charakterizuje odpor, který klade voda vlastnímu pohybu nebo jiné vzájemné změně částic vodní masy.
- Odpovídá síle potřebné k posunu 1kg za 1s o 1m (1 Pa.s pascalsekunda).
- Viskozita vody je asi 100x větší než viskozita vzduchu a je výrazně ovlivněna teplotou. Se stoupající teplotou hodnota viskozity klesá.
- Kinematická viskozita prostředí je dána poměrem mezi viskozitou a hustotou. ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).
- V teplé vodě se organizmus pohybuje s menším výdajem energie, ale klesá rychleji než ve studené vodě. Podobně se v tekoucích vodách zvyšuje nebo snižuje mechanická unášecí síla pohybující se vody.



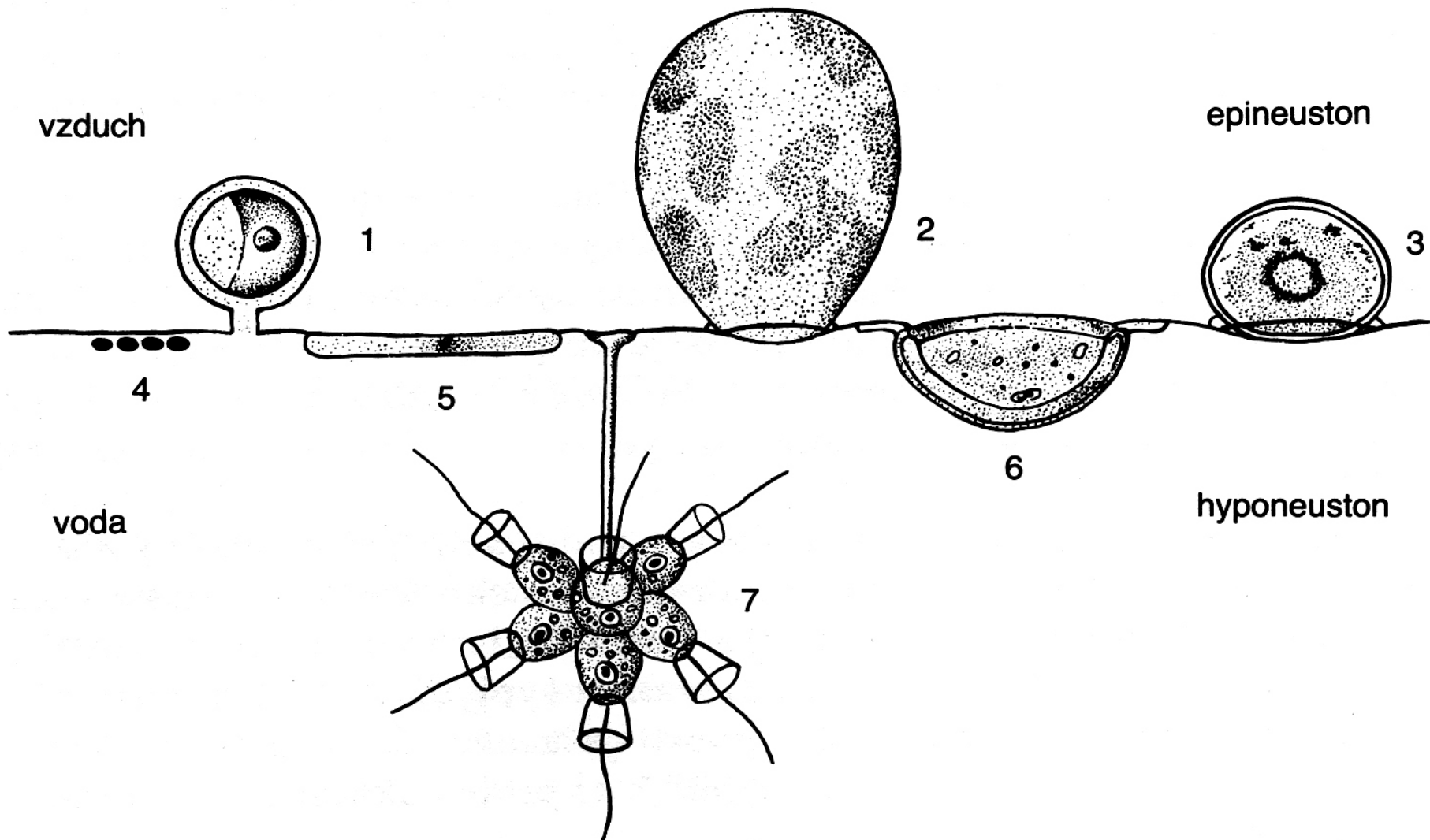
Cyklomorfóza hrotnatky *Daphnia cucullata* v jezeře Furesee. Na spodní straně řady jsou data odběrů vzorků, nad řadou teploty ve °C

Adhezivní a kohezivní vlastnosti vody

- Poměr mezi kohezí (soudržnost) a adhezí (přilnavost) molekul vody vůči pevným povrchům má pro vodní organizmy řadu důležitých důsledků.
- $\text{koheze} < \text{adheze}$ je plocha smáčitelná (hydrofilní)
- $\text{koheze} > \text{adheze}$ je plocha nesmáčitelná (hydrofobní)
- Hydrofobie je nezbytná u vodních živočichů, kteří dýchají atmosférický kyslík a občas musí obnovovat rezervu vzduchu u hladiny.
- Hydrofobní povrch těla má osmoregulační funkci (znemožňuje průnik vody do organizmy) a rovněž snižuje intenzitu přisedání nárostových organizmů.
- Vodní organizmy čerpající kyslík přímo z vody musí mít hydrofilní plochu (např. žábry).

Povrchové napětí

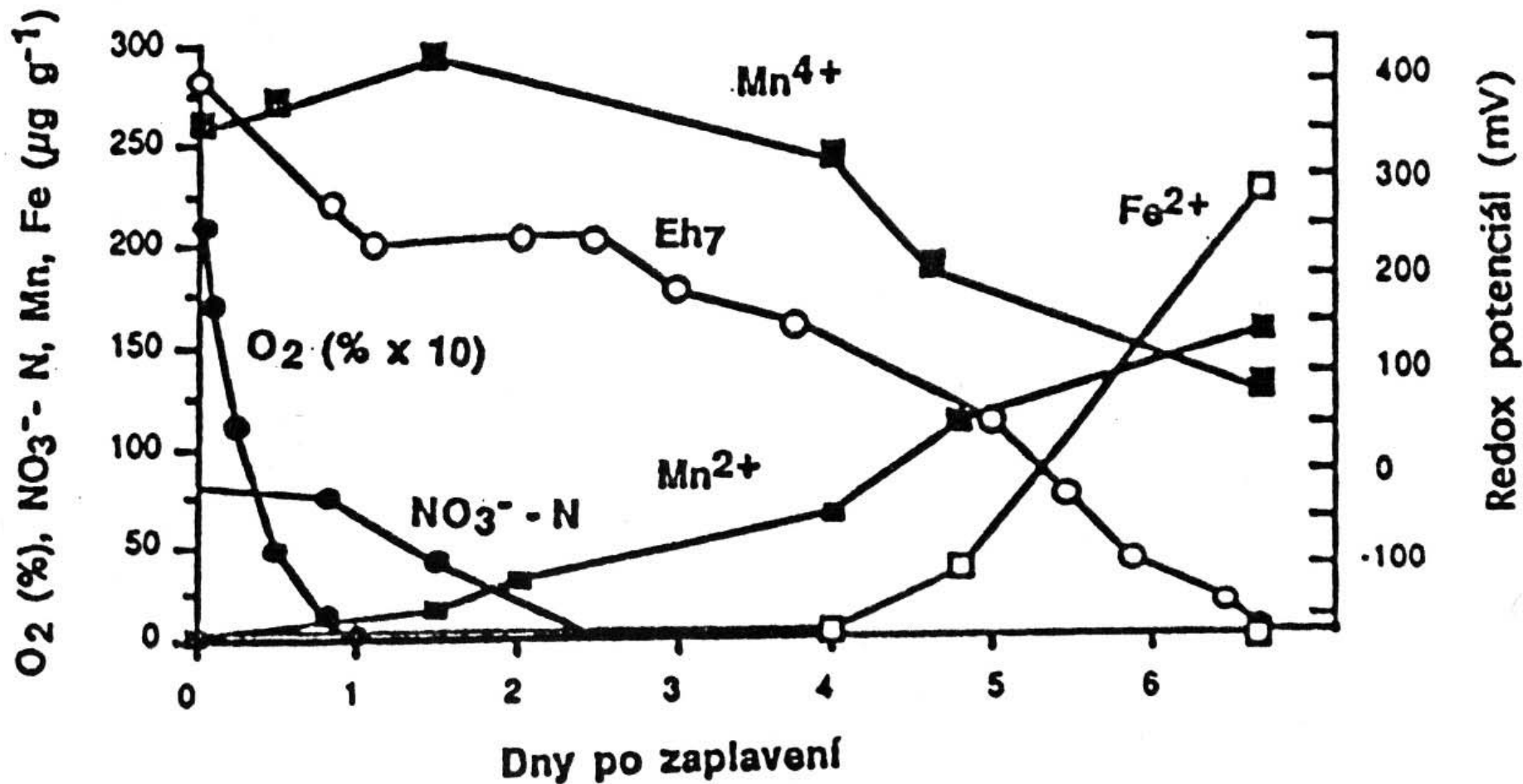
- Mezi kapalným a plynným prostředím vzniká zvýšenou soudržností molekul vody povrchové napětí.
- Jeho hodnota závisí na teplotě a obsahu látek rozpuštěných ve vodě.
- Povrchové napětí vody poskytuje stabilizační plochu pro vodní organizmy.
- Organismy využívají povrchovou blanku jako oporu se svrchní strany (epineuston), ze spodní strany (hyponeuston), organismy na hladině (pleuston), rostlinné (okřehky), živočišné (vodoměrky, vírníci).



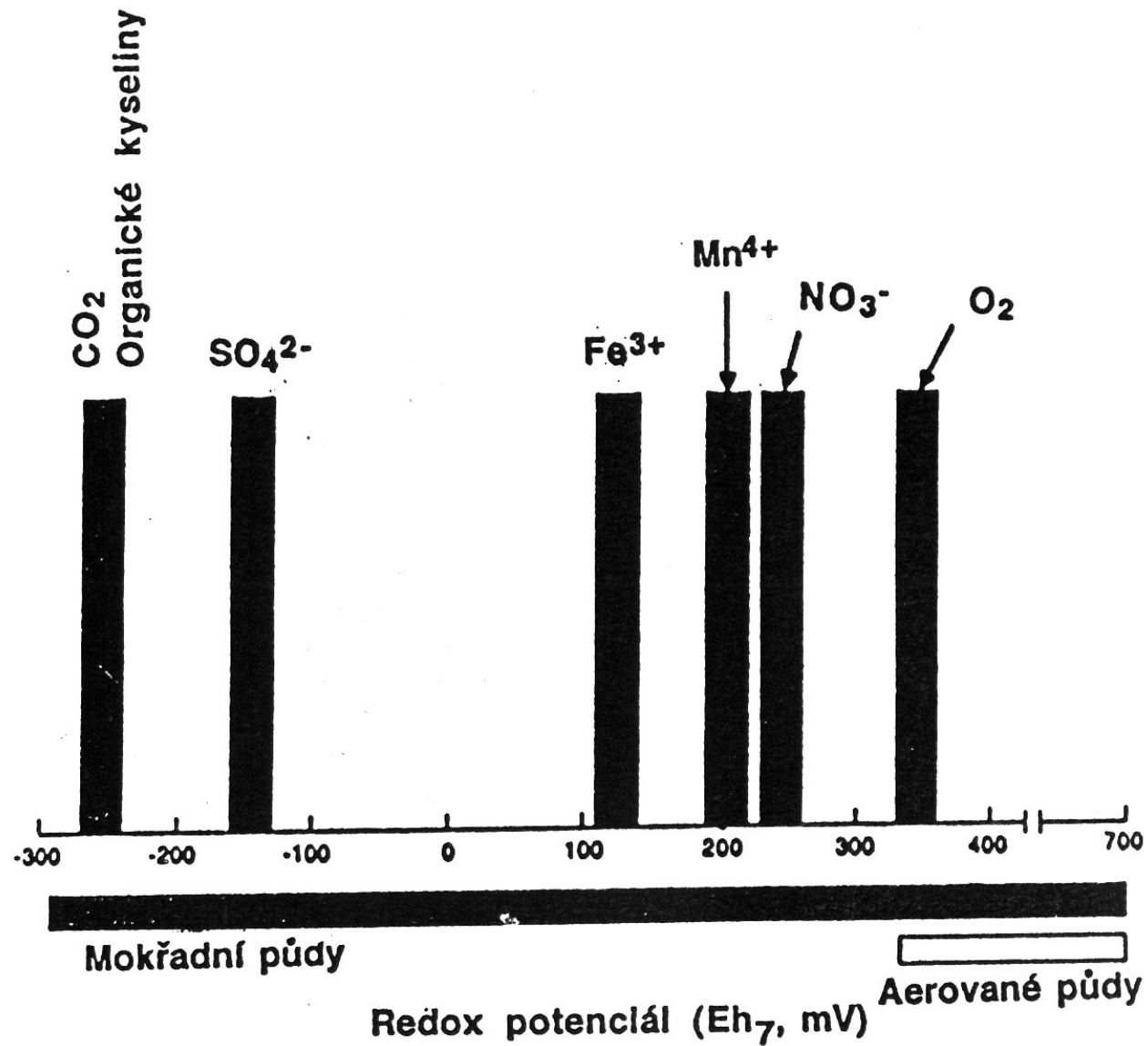
Ukázka příslušníků neustonních organismů. Epineuston: 1 *Chromatophyton rosanoffi*, 2 *Botrydiopsis arhiza*, 3 *Neustococcus emersus*. Hyponeuston: 4 *Lampropedia hyalina*, 5 *Navicula* sp., 6 *Codonosiga botrytis*, 7 *Arcella* sp.

Redox potenciál

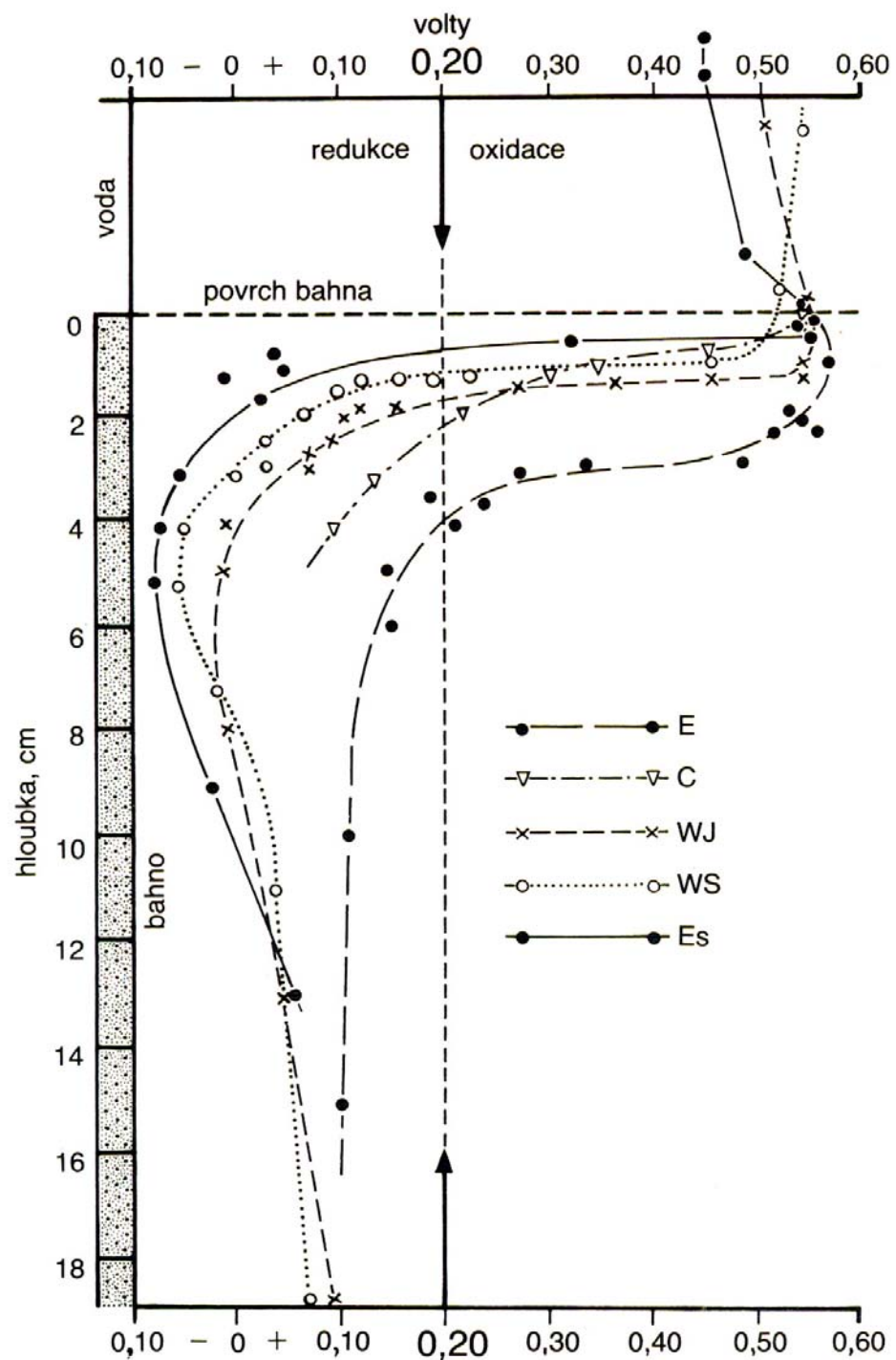
- Je potenciál na který se nabíjí kovová (platinová) elektroda ponořená do roztoku s rozpuštěnými látkami v redukované nebo oxidované formě, vůči standardní elektrodě (vodíková).
- Hodnota potenciálového rozdílu je úměrná logaritmu poměru redukované a oxidované látky. Podmínkou měření je zvratnost (reverzibilnost) oxidačně redukční reakce.
- V přirozených vodách empirický charakter, redox potenciál je závislý na pH a obsahu kyslíku, ne vždy bývá splněna podmínka reverzibilnosti.
- Redox potenciál v epilimnionu nádrží kolísá mezi 0,4 – 0,6 V, nižší indikuje redukční látky, hodnoty 0,3 – 0,2 V indikují přítomnost $\text{Fe}(\text{OH})_2$, hodnoty 0,1 – 0,06 V sirovodík.



Obr. 1-7. Změny půdního redoxního potenciálu a koncentrace některých látek po zaplavení půdy. Podle Turnera a Patricka (1968).



Obr. 1-6. Redukce půdních komponent v závislosti na redoxním potenciálu. Za povšimnutí stojí široké rozmezí E_h mokřadních půd ve srovnání s typickými aerovanými suchozemskými půdami. Podle Faulknera a Richardsona (1989).



Zimní stratifikace
redox potenciálu v
několika jezerech.