



- 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, rozpuštěný kyslík, oxid uhličitý atp.)

# Teplota vody a vzduchu



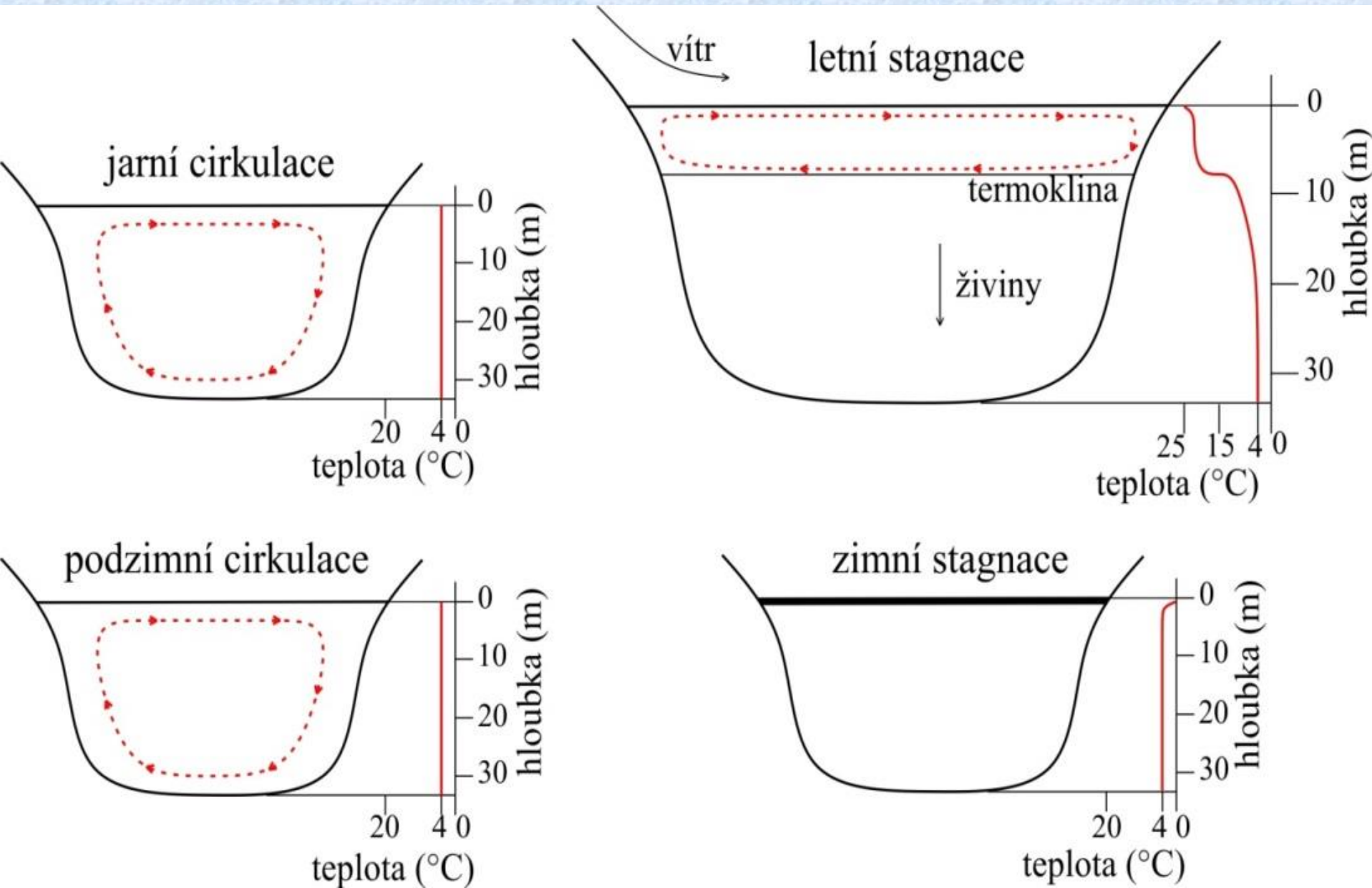
- Teplotní výkyvy jsou ve vodě daleko menší než ve vzduchu (vysoká měrná kapacita) a v důsledku toho působí větší nádrže v krajině jako jakési tepelné regulátory či moderátory klimatu okolní krajiny.
- Změny teploty v nádržích se časově opoždují za změnami teploty ovzduší a to tím více, čím je nádrž 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).

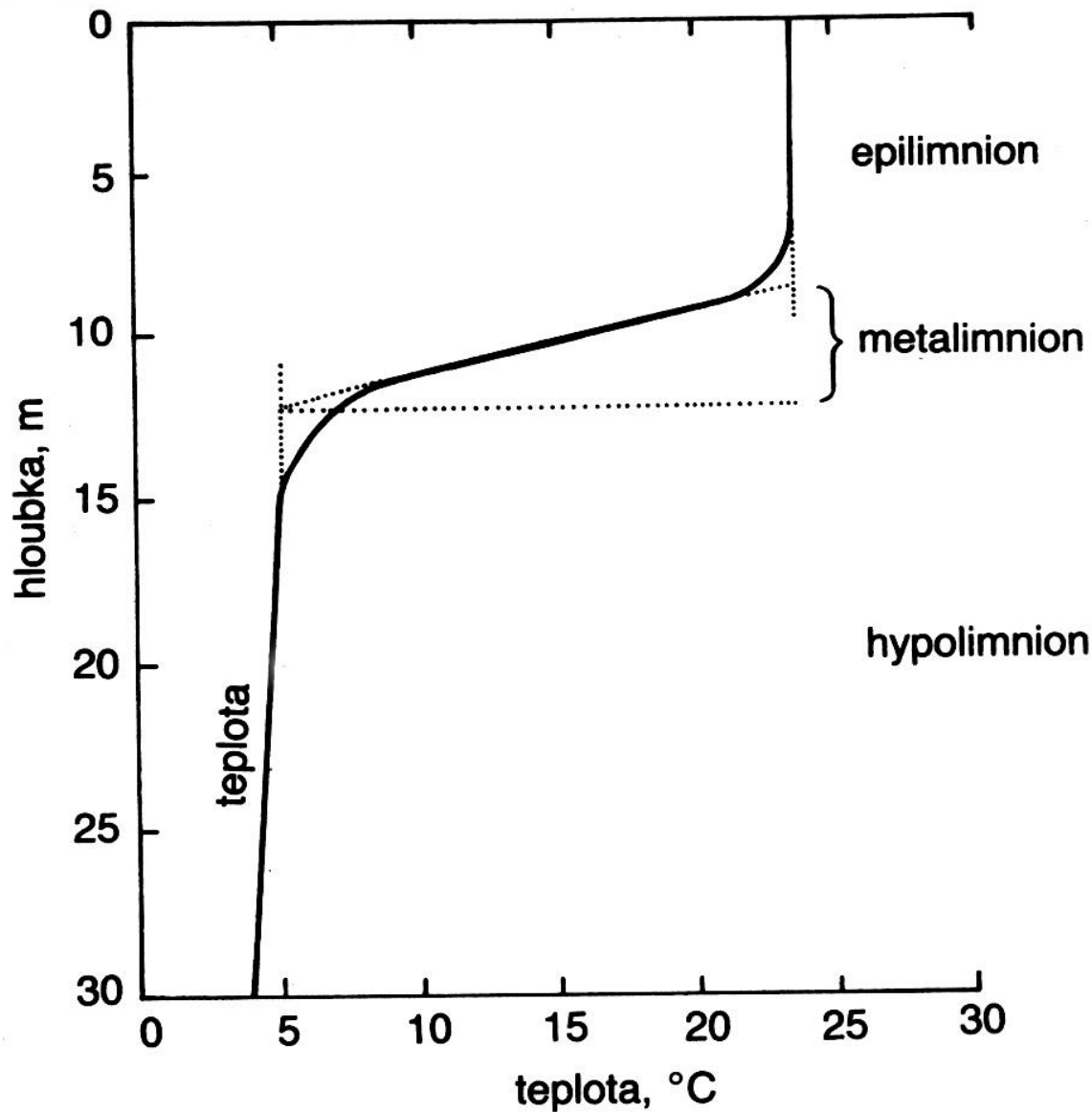
# Teplota vody a vzduchu



- 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.

# SCHÉMA SEZÓNNÍHO CYKLU TERMIKY JEZERA



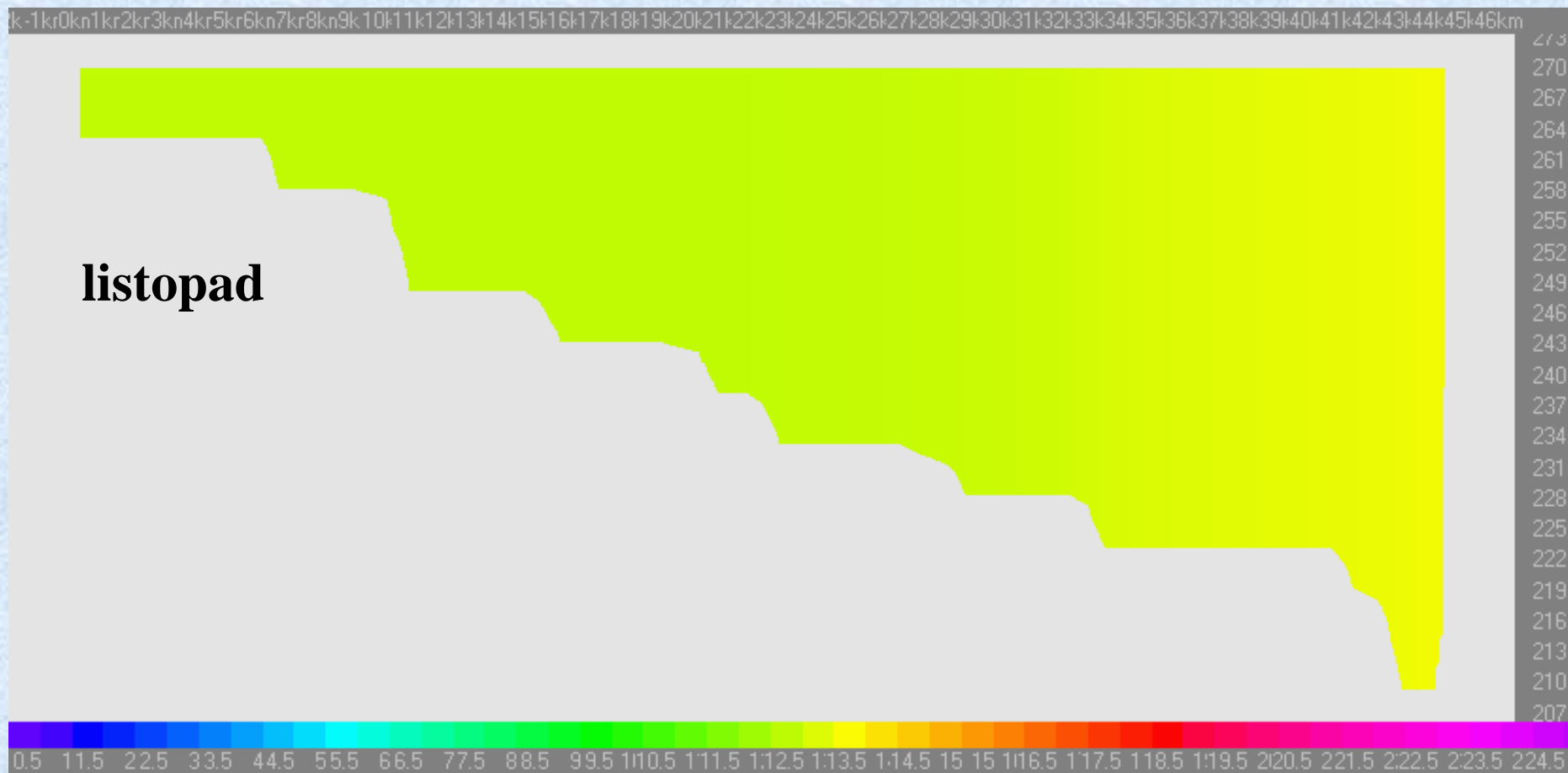


**Typické teplotní rozvrstvení vodních mas ve stratifikované nádrži. Skočnou vrstvou metalimnionu jsou v době letní stagnace odděleny svrchní oteplená vrstva epilimnionu od spodní chladnější vrstvy hypolimnionu**

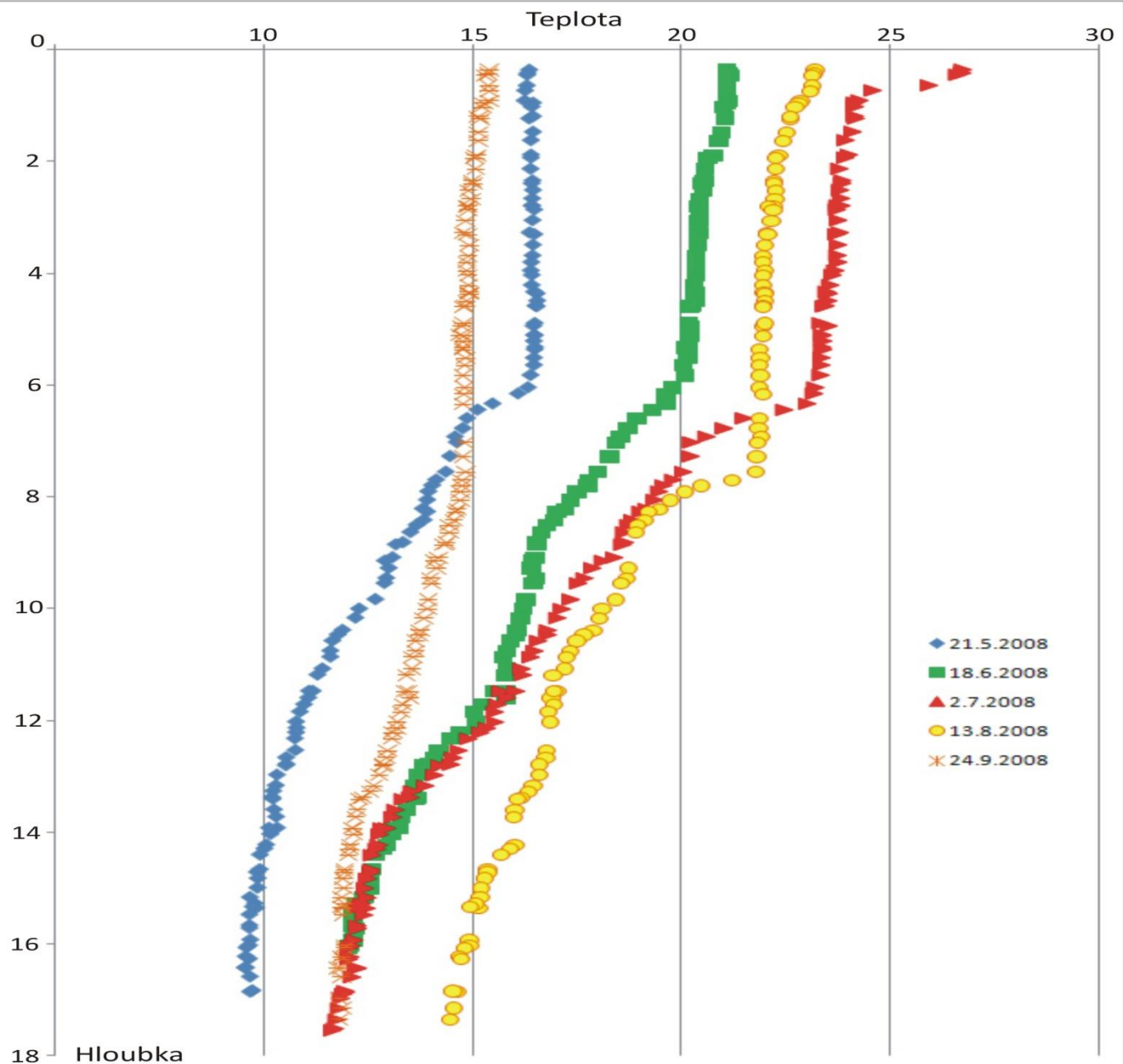
# TEPLOTNÍ STRATIFIKACE



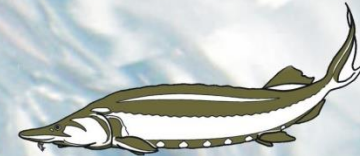
## Záleží na morfologii a průtočnosti nádrže



Teplotní  
stratifikace  
na lokalitě  
Brněnská přehrada  
– hráz v roce 2008

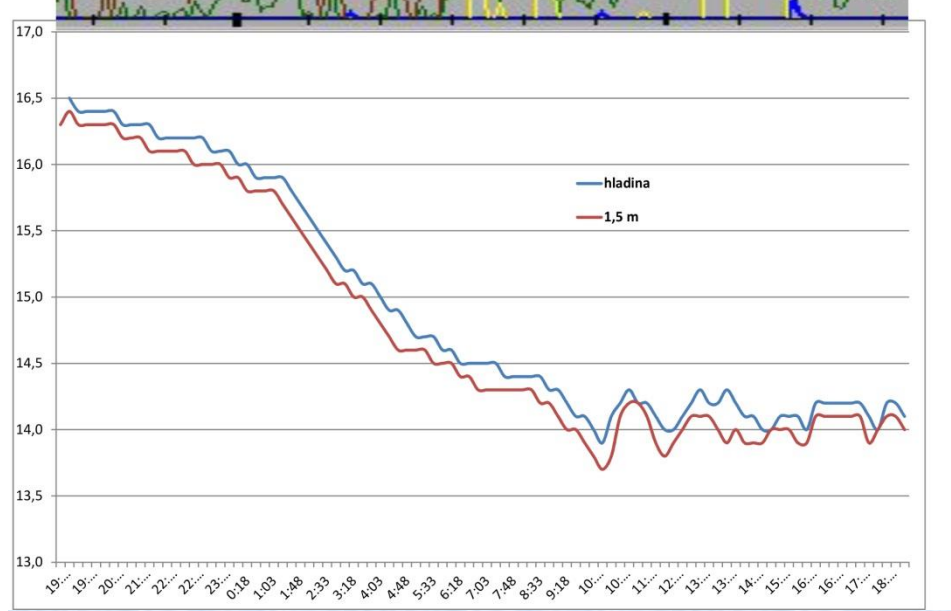
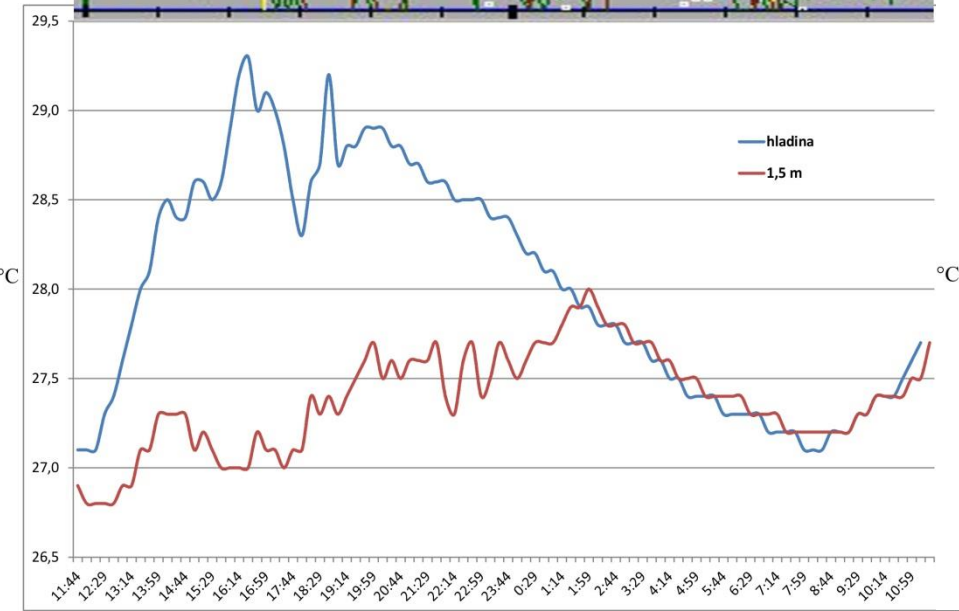
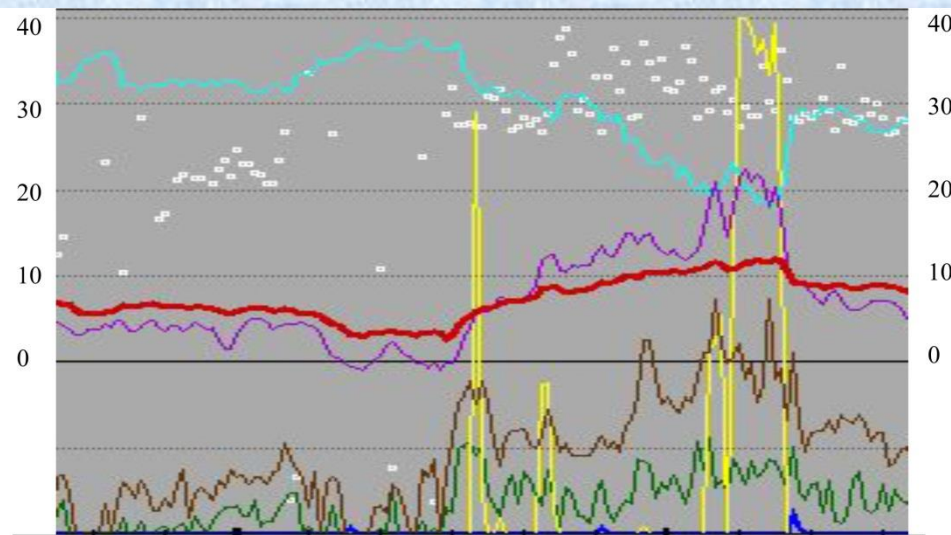
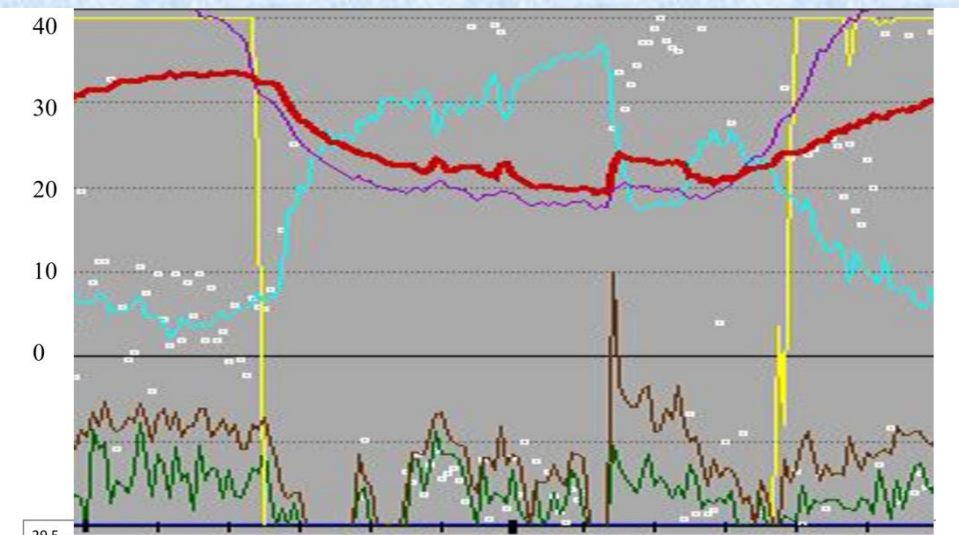


# Změny teploty během 24 hod. v rybníce



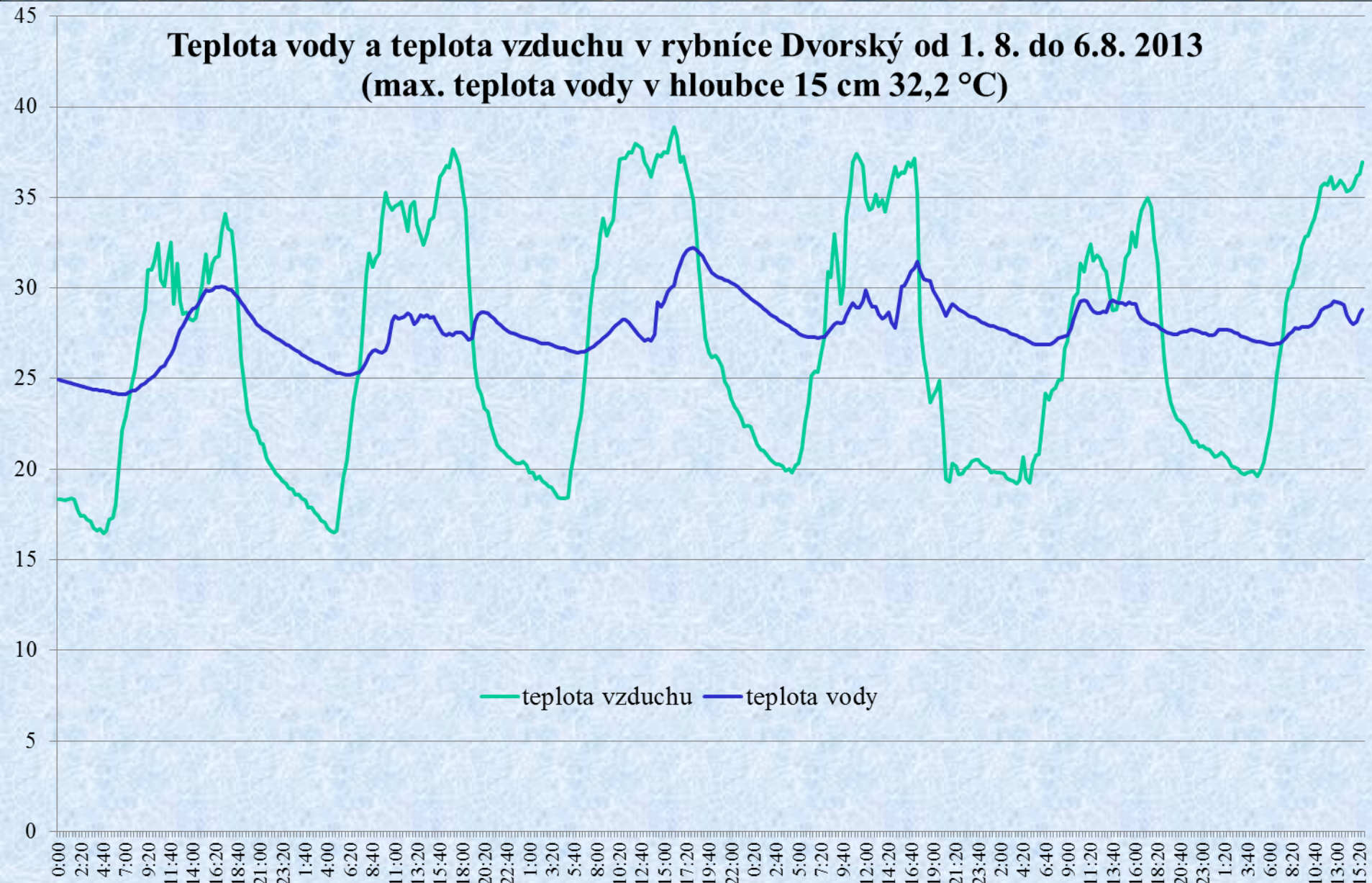
24-25.8.2011

8-9.10.2011





## Teplota vody a teplota vzduchu v rybníce Dvorský od 1. 8. do 6.8. 2013 (max. teplota vody v hloubce 15 cm 32,2 °C)



# Průhlednost a zákal vody



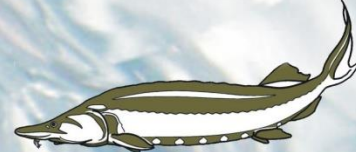
- Významná fyzikální vlastnost ovlivňující množství světla pronikajícího vodním sloupcem nádrží a toků.
- Na propustnosti vody pro světlo závisí hloubka tzv. **kompensačního bodu fotosyntézy**, v němž se intenzita fotosyntézy fytoplanktonu vyrovnává s intenzitou jeho dýchání (měřeno produkcí a spotřebou 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



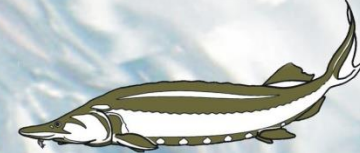
- Zákal vody může být způsoben buď neživými, jemně rozptýlenými částicemi (abiosestonem) nebo drobnými planktonními živými organismy (biosestonem).
- Rozlišení biogenního a nebiogenního zákalu je pro rybářskou praxi velmi důležité, poněvadž biogenní zákal nepřímo informuje o intenzitě primární produkce 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.

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



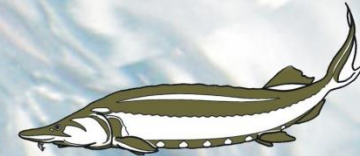
ROK	průhlednost
	cm
2001	41 25 - 90
2002	45 0 - 150
2003	49 20 - 80
2004	148 110 - 150

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

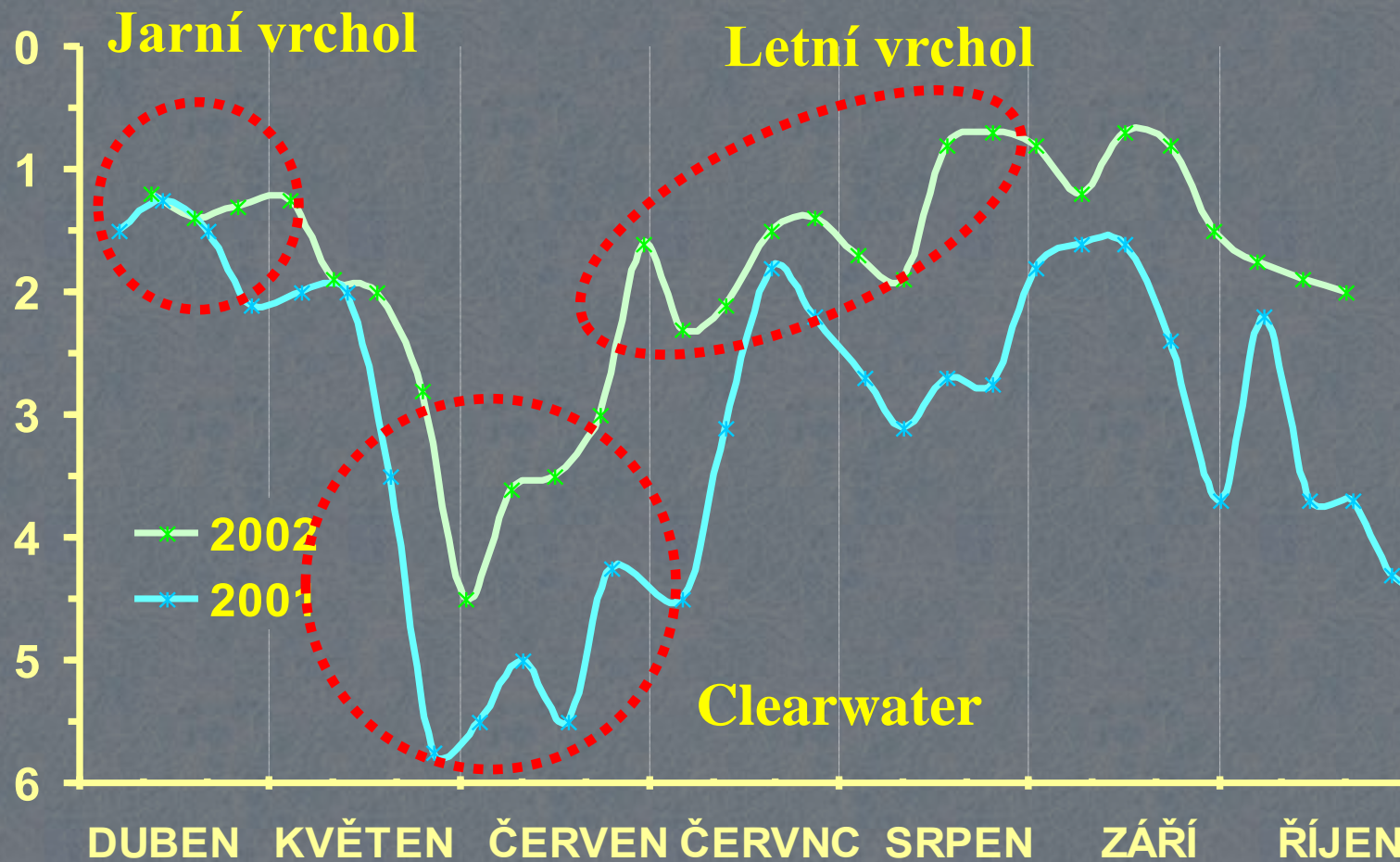


<b>Datum</b>	<b>NESYT</b>	<b>HLOHOVECKÝ</b>	<b>PROSTŘEDNÍ</b>	<b>MLÝNSKÝ</b>
13.4.	25	65	160 (dno)	150 (dno)
30.4.	25	220 (dno)	160 (dno)	140
11.5.	20	120	160 (dno)	120
30.5.	20	100	160 (dno)	70
14.6.	20	110	160 (dno)	55
29.6.	15	60	160 (dno)	50
30.7.	25	100	150 (dno)	50
30.8.	15	50	90	40

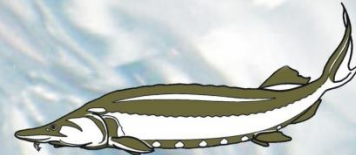
# NÁDRŽE OBECNĚ



## PRŮHLEDNOST (m)

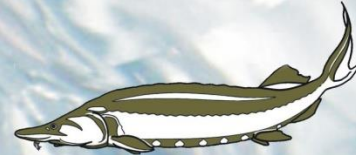


# Vodivost (měrná vodivost - konduktivita)



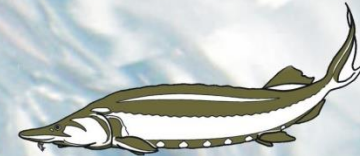
- Vodivost je převrácená hodnota odporu a její jednotkou je 1 S (siemens).
- Destilovaná voda je prakticky nevodivá, voda se stává vodivou pro elektrický proud vlivem rozpuštěných minerálních látek.
- Vodivost vody závisí na:
  - koncentraci a disociačním stupni elektrolytů
  - nábojovém čísle iontů
  - 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)



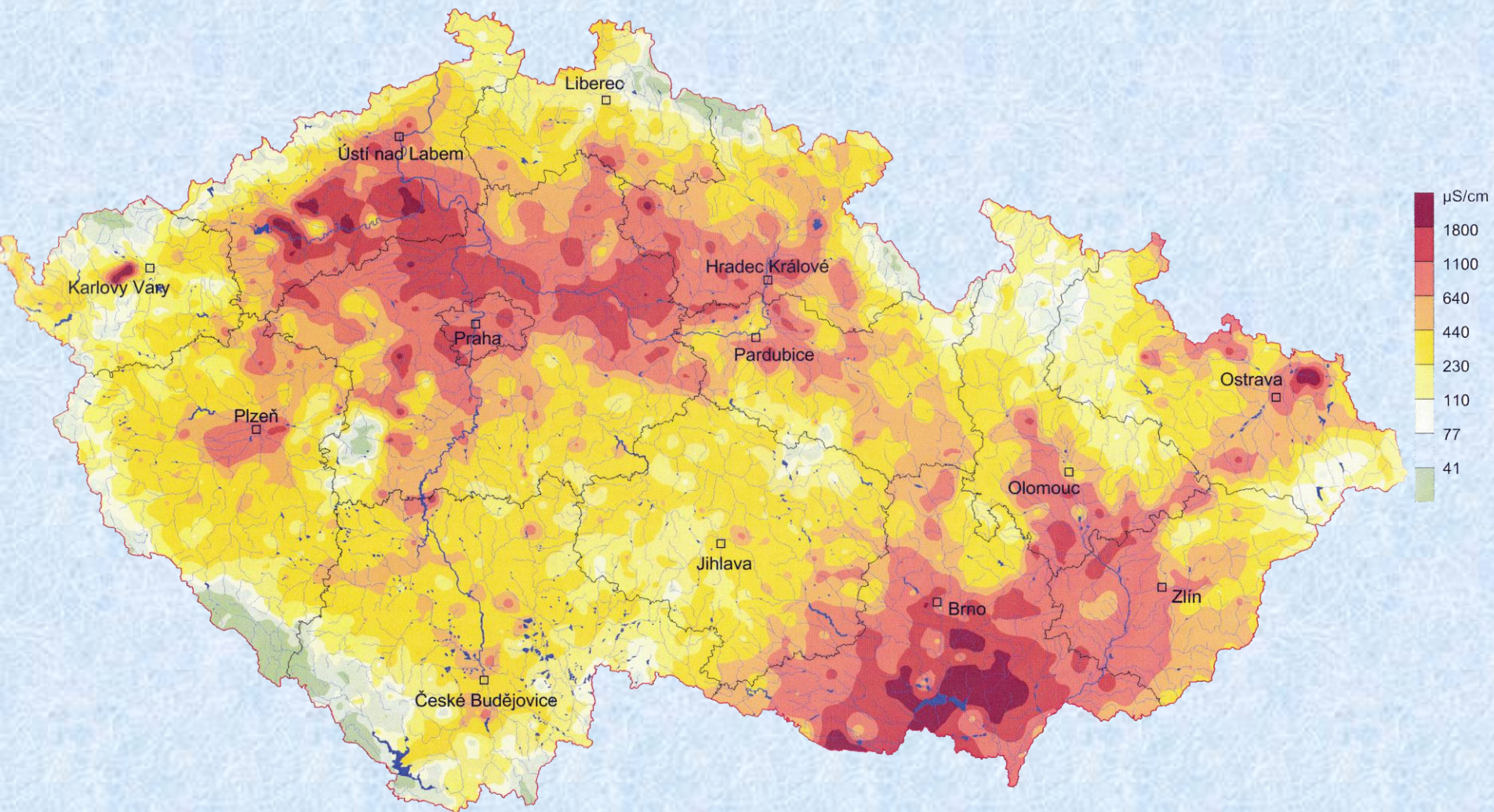
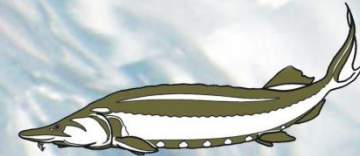
- Stanovená konduktivita vody nám dává informaci o obsahu aniontů a kationtů rozpuštěných ve vodě.
- Na základě výsledku lze odhadovat stupeň mineralizace vody, stanovení je vhodné pro kontrolu kvality destilované vody a při dlouhodobém sledování daného druhu vody, protože konduktivita prokáže změny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

# Hodnoty konduktivity různých typů vod.



Lokalita	Konduktivita	Lokalita	Konduktivita
<b>Rybníky</b>		<b>Údolní nádrže</b>	
Sykovec (kraj Vysočina)	7,8 (7,1–9,4)	Hamry (Pardubický kraj)	10,2 (8,1–11,1)
Medlov (kraj Vysočina)	11,0 (8,8–13,4)	Opatovice (Jihomoravský kraj)	25,9 (19,2–27,9)
Jaroslavický (Jihomoravský kraj)	40,4 (30,5–49,4)	Brněnská (Jihomoravský kraj)	31,9 (26,7–35,6)
Zámecký (Jihomoravský kraj)	52,2 (35,1–70,1)	Plumlov (Jihomoravský kraj)	33,1 (27,9–45,6)
Dvorský (Jihomoravský kraj)	71,1 (62,6–89,1)	<b>Řeky a říčky</b>	
Lužický (Jihomoravský kraj)	78,8 (64,3–97,1)	Fryšávka (kraj Vysočina)	12,1 (7,6–16,4)
Prostřední (Jihomoravský kraj)	127,8 (99,3–146,7)	Svratka (Jihomoravský kraj)	20,0 (17,9–23,3)
Nesyt (Jihomoravský kraj)	134,2 (95,0–173,7)	Bečva (Zlínský kraj)	31,3 (16,2–41,4)
Křížový (Jihomoravský kraj)	230,6 (217,7–247,0)	Ošetnice (Moravskoslezský kraj)	36,6 (21,9–31,5) (33,0–59,2)

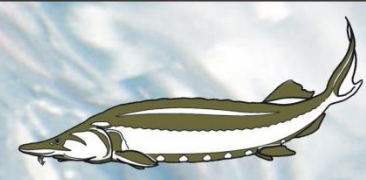
# Konduktivita v letech 2007-2010



# NEUTRALIZAČNÍ (acidobazická) KAPACITA



- je integrálem tlumivé kapacity ve zvoleném rozmezí pH
- kvantitativně vyjadřuje obecnou vlastnost vod vázat vodíkové nebo hydroxidové ionty
- jde o látkové množství silné kyseliny nebo silné zásady, které se spotřebuje na 1 litr vody pro dosažení určité hodnoty pH
- rozeznává se kyselinová neutralizační kapacita (KNK) – **alkalita** a zásadová neutralizační kapacita (ZNK) – **acidita**
- udává se v  $\text{mmol.l}^{-1}$  , hodnota pH se připojuje jako index
- většina přírodních vod reaguje alkalicky na methyloranž (4,4-4,5) a kysele na fenolftalein (8,3)

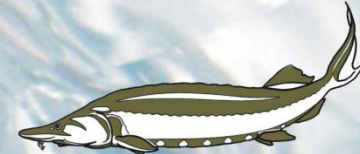


- v přírodních vodách, kde hlavní protolytický systém tvoří  $\text{CO}_2$  a jeho iontové formy, má z analytického hlediska největší význam stanovení  $\text{KNK}_{4,5}$
- u odpadních vod má z technologického hlediska největší význam stanovení neutralizační kapacity do pH 7

Hodnoty  $\text{KNK}_{4,5}$  ( $\text{mmol.l}^{-1}$ ) v letních měsících

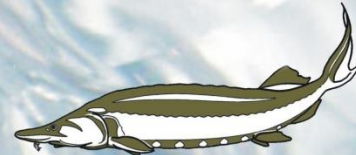
<b>BOBRAVA</b>	<b>4,11</b>	<b>4,05</b>	<b>3,34</b>	<b>2,15</b>	<b>6,58</b>	<b>7,02</b>	<b>5,91</b>	<b>2,79</b>
<b>STUDNY LEDNICKO</b>	<b>6,70</b>	<b>7,10</b>	<b>8,44</b>	<b>9,73</b>	<b>7,20</b>	<b>7,38</b>		
<b>LOUČKA</b>	<b>1,10</b>	<b>0,35</b>	<b>0,98</b>	<b>0,81</b>	<b>1,56</b>	<b>1,50</b>	<b>1,39</b>	<b>1,44</b>
<b>ZÁMECKÝ RYBNÍK</b>	<b>1,50</b>	<b>2,66</b>	<b>2,66</b>	<b>2,83</b>	<b>3,12</b>	<b>3,12</b>	<b>3,12</b>	
<b>PLUMLOV</b>	<b>2,08</b>	<b>2,31</b>	<b>1,62</b>	<b>1,38</b>	<b>1,61</b>	<b>1,50</b>	<b>1,33</b>	<b>1,39</b>

# pH vody - koncentrace vodíkových iontů



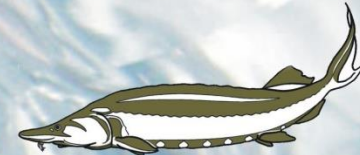
- Kyselost vodných roztoků je způsobena nadbytkem vodíkových  $\text{H}^+$  iontů, zásaditost nadbytkem hydroxylových iontů  $\text{OH}^-$ . Koncentrace vodíkových iontů kolísá ve velmi širokém rozmezí mnoha řádů, proto se k vyjádření používá **záporně vzatý dekadický logaritmus jejich koncentrace (aktivity)**.
- $(a_{\text{H}^+}) = 10^{-\text{pH}}$
- $\text{pH} = -\log(a_{\text{H}^+})$
- Platí následující rovnice:  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$
- Hodnota pH destilované vody zbavené rozpuštěného  $\text{CO}_2$  je při 20 °C 7,0. Destilovaná voda, která je v rovnováze s  $\text{CO}_2$  přítomným ve vzduchu (0,03%) obsahuje při 20 °C asi 0,55  $\text{mg.l}^{-1}$  rozpuštěného  $\text{CO}_2$ . Výsledné pH destilované vody pak vychází na 5,65.

## pH vody - koncentrace vodíkových iontů

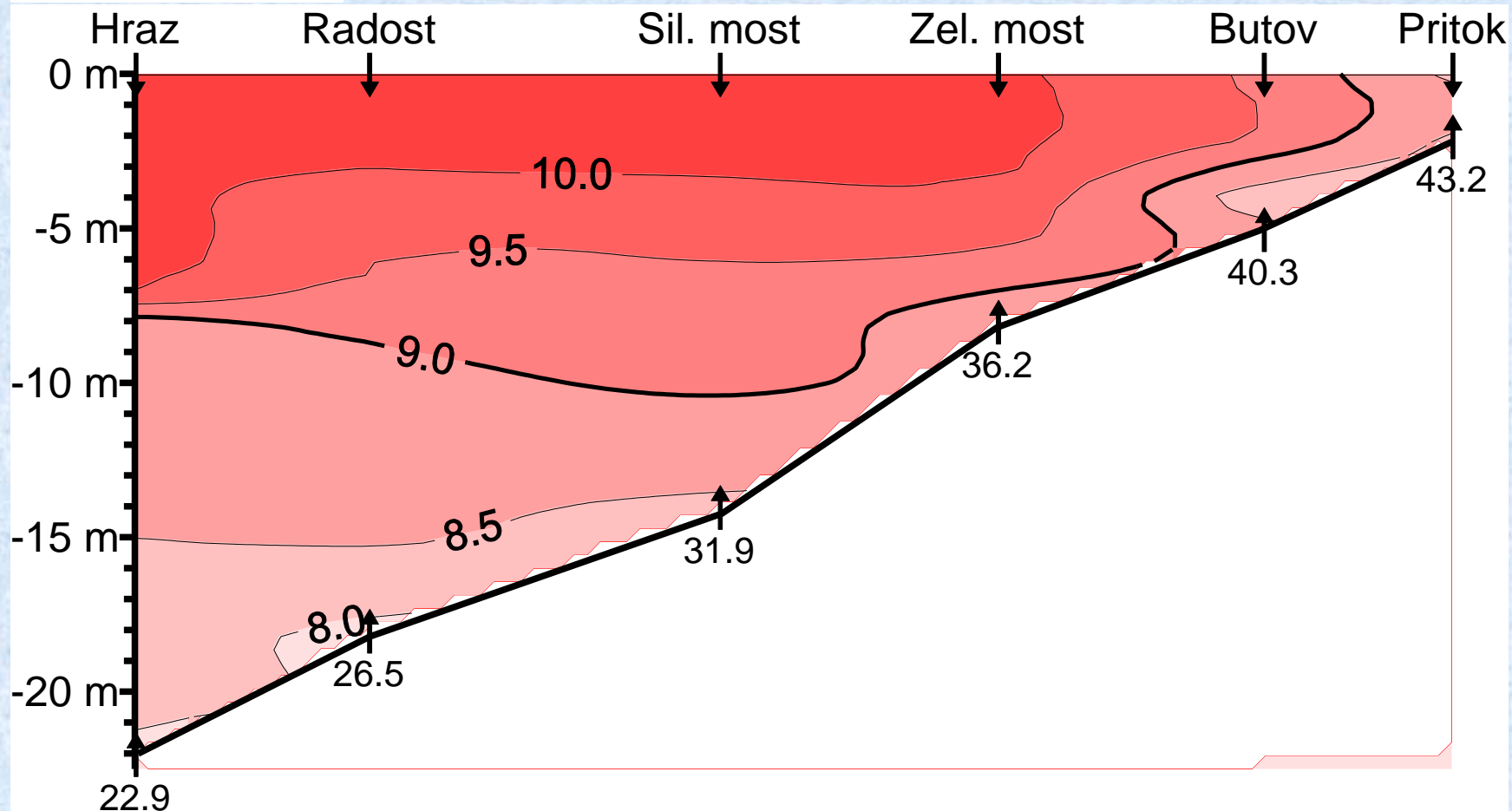


- Dobrá rybniční voda má mít pH mezi 7,0 až 8,0, tj. slabě alkalickou reakci. O udržení pH v těchto mezích rozhoduje především dostatečné množství  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , který společně s  $\text{H}_2\text{CO}_3$  brání většímu kolísání pH.
- Nízké pH vody bývá nejčastěji tam, kde je ve vodě málo vápníku a kde se rozkládá mnoho organických látek (listí, jehličí, rašeliniště).
- Snížení pH povrchových vod bývá často způsobeno kyselými odpadními vodami, které nebyly dostatečně nebo vůbec neutralizovány, nebo kyselými dešti.
- Zvýšení pH je nejčastěji způsobeno intenzivní fotosyntézou vodních rostlin, sinic a řas.

# Hodnota pH v průběhu vegetační sezóny



**září**



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

**Průměrná hodnota pH soustavy lednických  
rybníků v průběhu vegetační sezóny roku 2001.**

Datum	Nesyt	Hlohovecký	Prostřední	Mlýnský
13.4.	8,86	8,85	8,93	8,55
30.4.	8,90	8,33	9,00	8,80
11.5.	8,63	8,60	8,56	8,53
30.5.	8,57	8,44	7,95	8,53
14.6.	8,66	8,56	7,84	8,80
29.6.	8,53	8,73	8,08	8,65
30.7.	8,77	8,81	8,33	8,81
30.8.	8,88	8,86	8,57	8,93

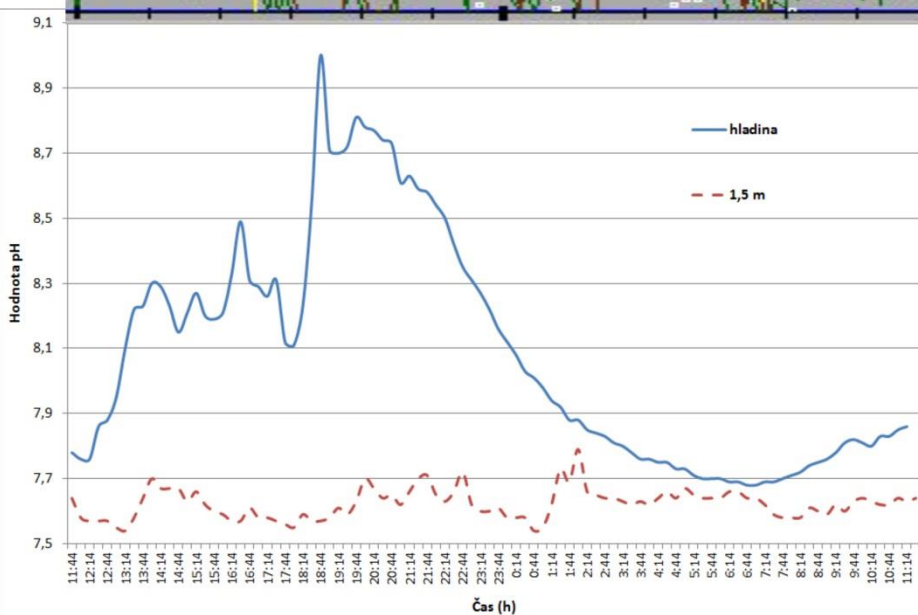
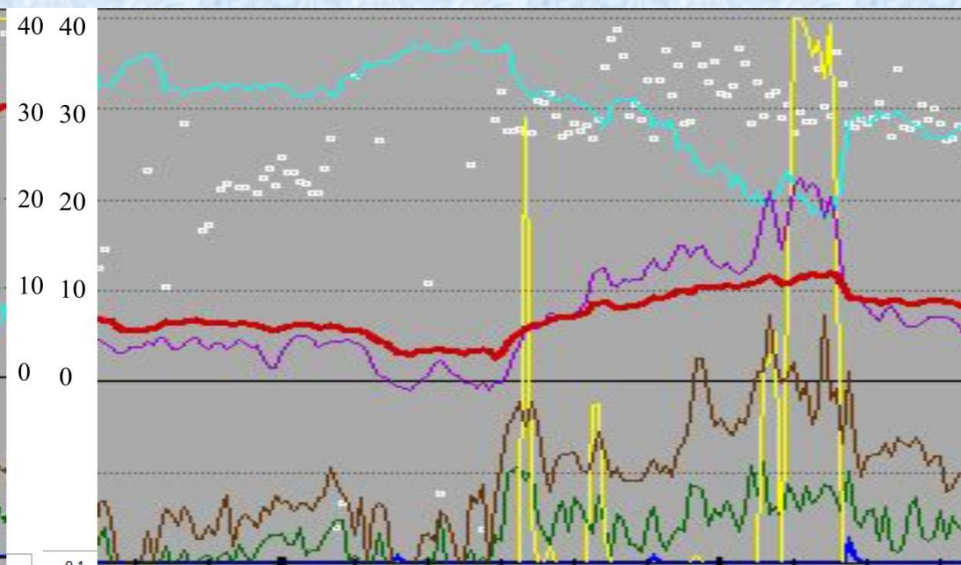
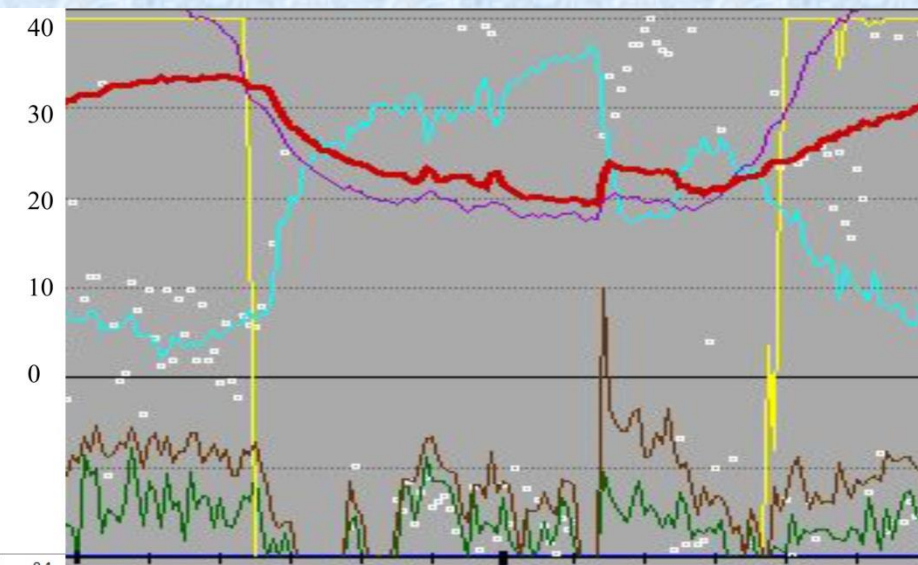
ROK	pH
1996	8,22 7,0 - 8,9
1997	9,08 7,6 - 9,3
1998	8,33 7,9 - 8,7
2001	8,59 7,9 - 9,2
2002	8,68 7,6 - 10,3
2003	8,71 8,1 - 9,6
2004	8,65 7,8 - 10,2

# Změny pH vody během 24 hod. v rybníce

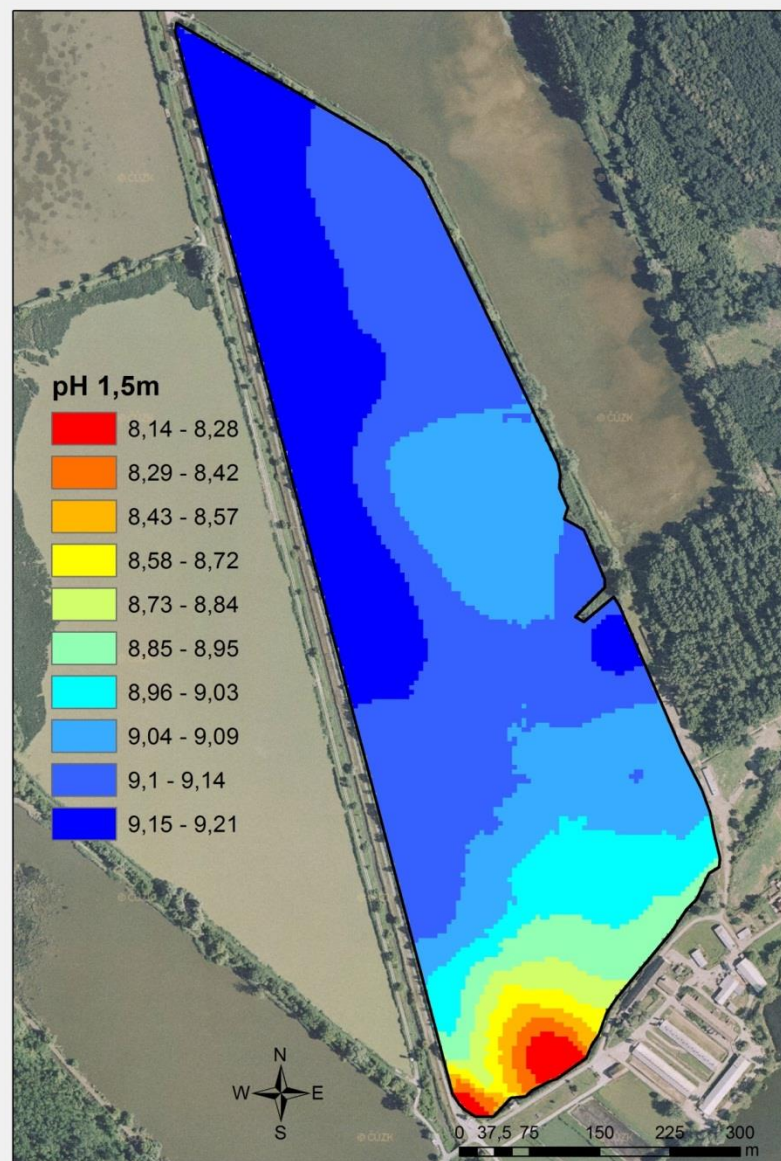
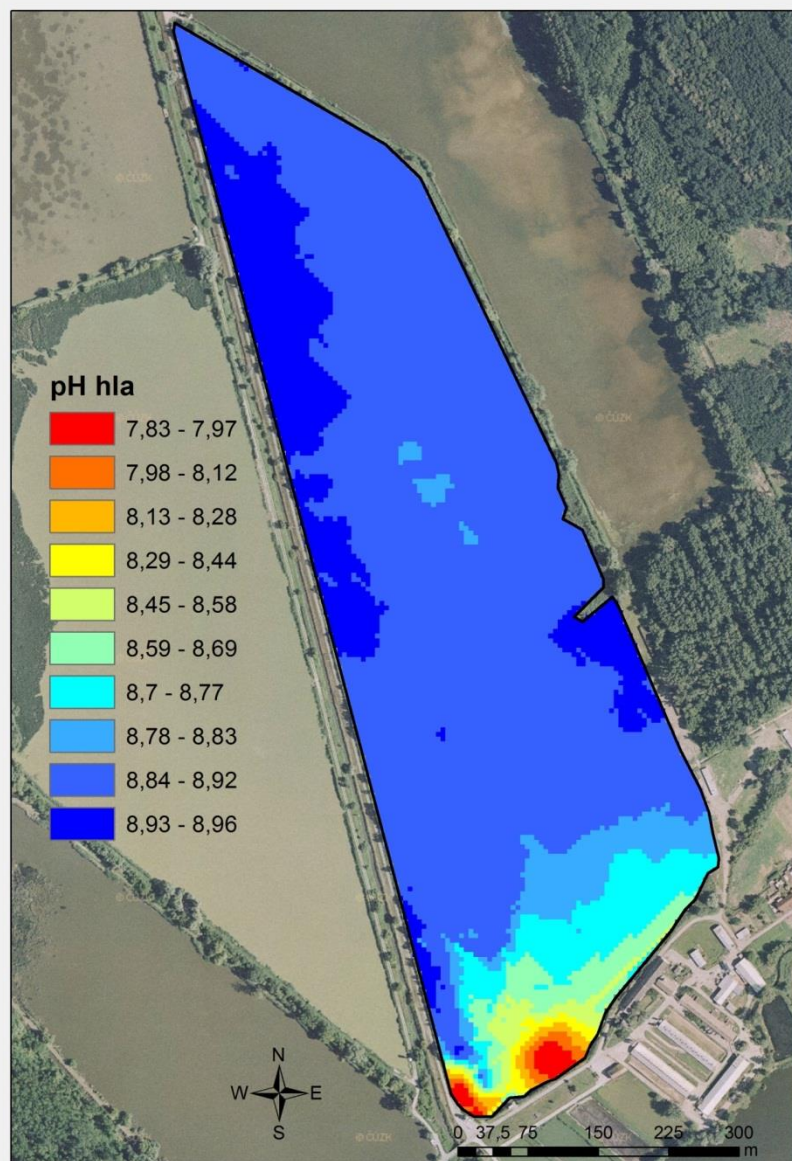
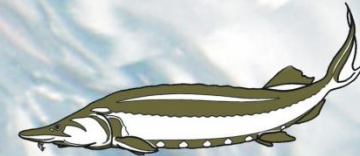


24-25.8.2011

8-9.10.2011

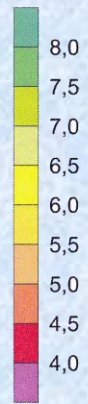
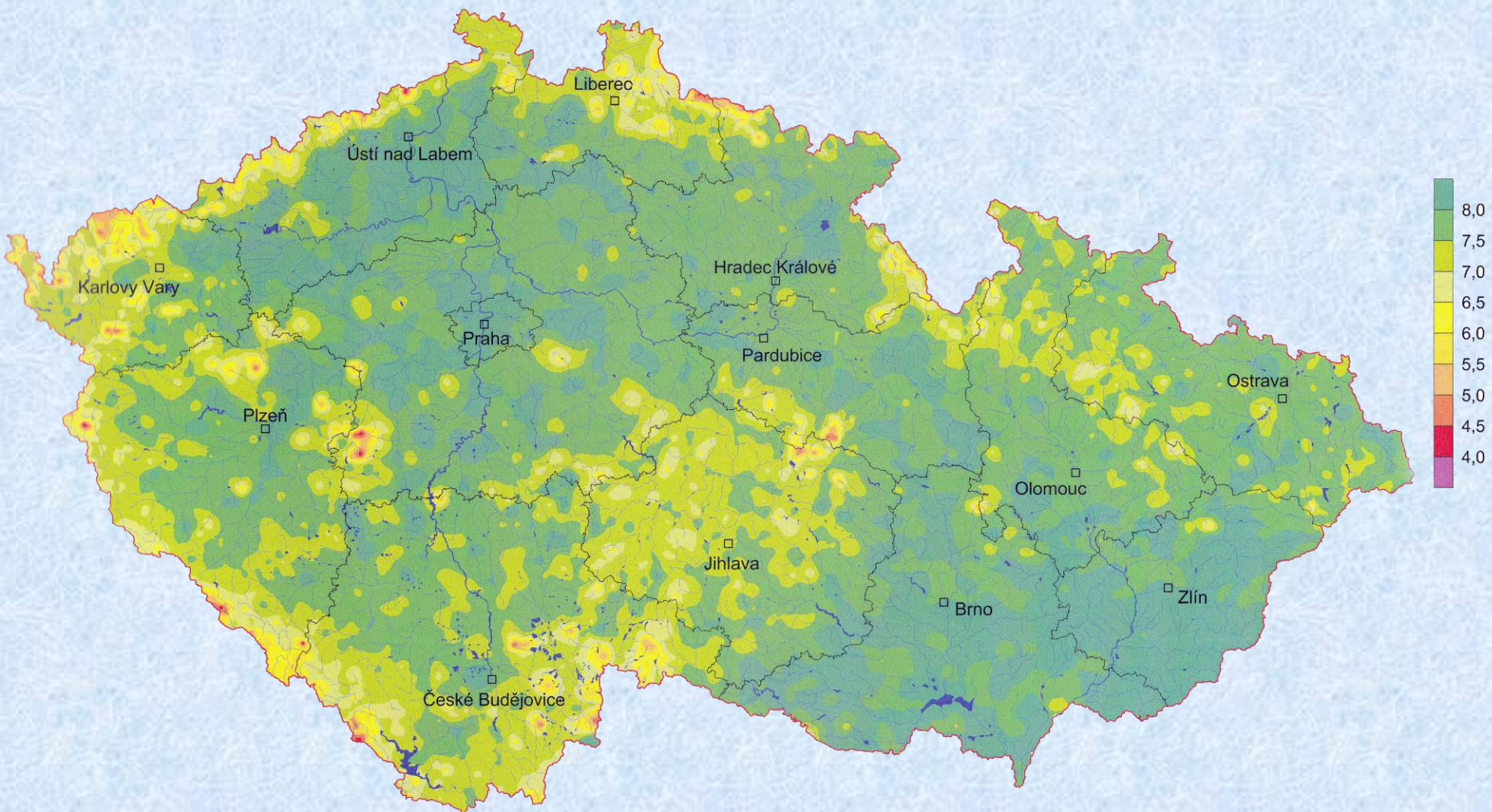
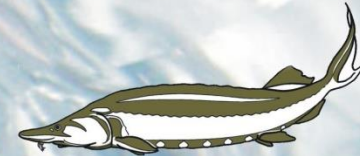


# Změny pH v rybníce v závislosti na hloubce

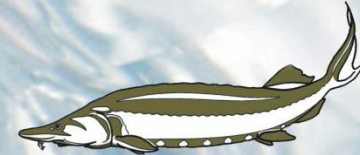


Rybník  
Dvorský  
24.7.  
2012  
10 hod.

# pH ve vodách ČR

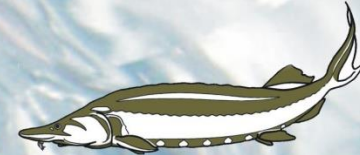


# Rozpuštěný kyslík



- Kyslík je nejvýznamnější z rozpuštěných plynů ve vodě, která s ním netvoří iontové sloučeniny.
- Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě se vyjadřuje hmotnostní koncentrací ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) a v procentech nasycení vody kyslíkem, vztažených k rovnovážné koncentraci kyslíku ve vodě za dané teploty a daného atmosférického tlaku.
- U podzemních a pitných vod se obvykle nestanovuje, nemá význam ani hygienický ani chuťový.
- Množství kyslíku ve vodě značně ovlivňuje většinu biochemických procesů a často proto bývá limitujícím faktorem pro život různých organismů.

# Rozpuštěný kyslík



- Množství rozpuštěného kyslíku ve vodě závisí na atmosférickém tlaku, množství rozpuštěných látek ve vodě a především na teplotě vody.
- S rostoucí teplotou, množstvím rozpuštěných látek ve vodě a rostoucím tlaku se ve vodě rozpouští stále méně kyslíku.
- Do vody se kyslík dostává jednak ze vzduchu, jednak z fotosyntézy vodních rostlin, řas a sinic.
- Kyslík je z vody spotřebováván na dýchání všech organismů a na veškeré oxidační procesy jak organických, tak anorganických látek.
- Vodu, která má obsah kyslíku odpovídající daným fyzikálním podmínkám (tj. tlaku a teplotě), označujeme jako vodu nasycenou kyslíkem na 100 %.

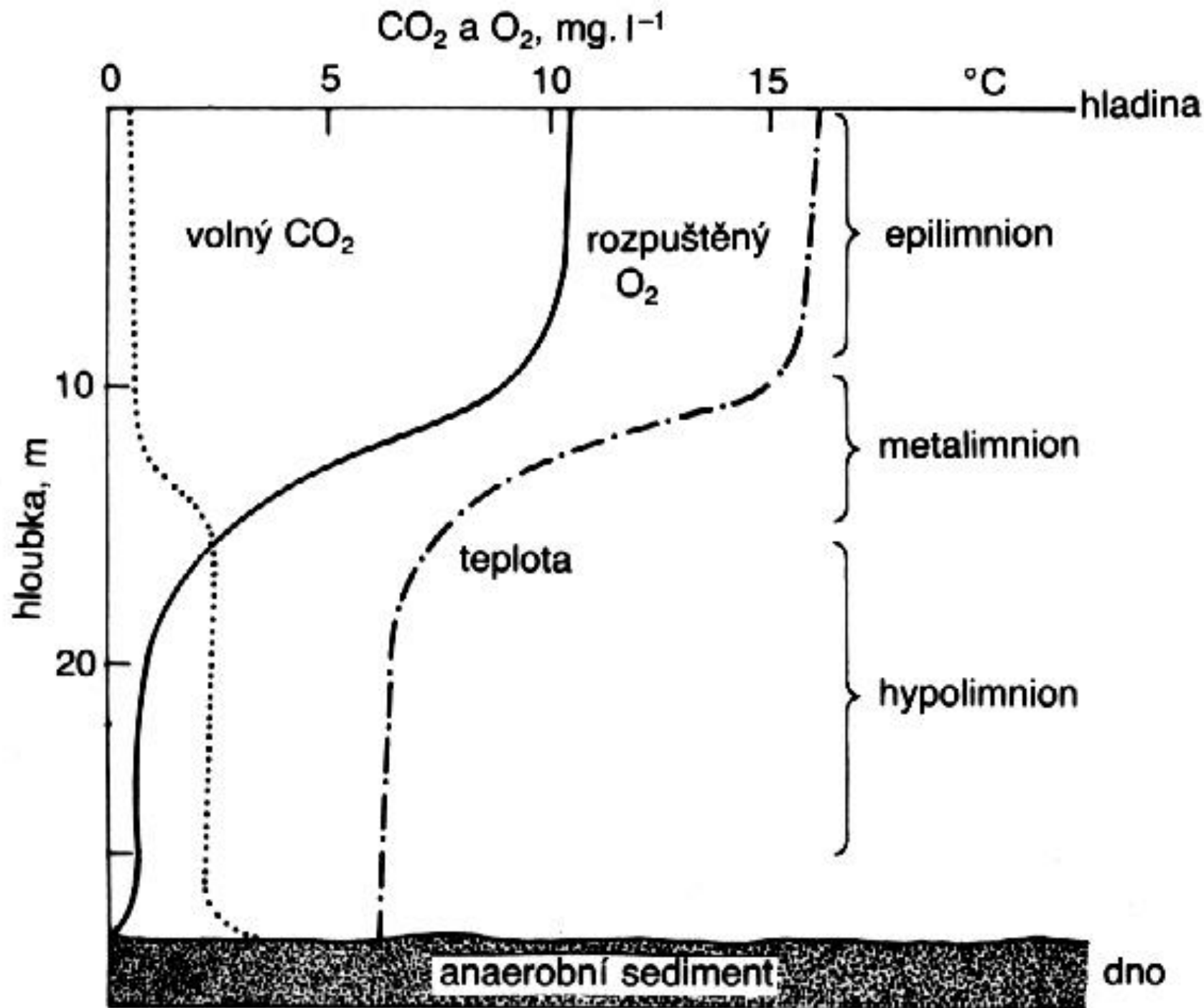
TEPLOTA °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,65	14,61	14,57	14,53	14,49	14,45	14,41	14,37	14,33	14,29
1	14,25	14,21	14,17	14,13	14,09	14,05	14,02	13,98	13,94	13,90
2	13,86	13,82	13,79	13,75	13,71	13,68	13,64	13,60	13,56	13,53
3	13,49	13,46	13,42	13,38	13,35	13,31	13,28	13,24	13,20	13,17
4	13,13	13,10	13,06	13,03	13,00	12,96	12,93	12,89	12,86	12,82
5	12,79	12,76	12,72	12,69	12,66	12,62	12,59	12,56	12,53	12,49
6	12,46	12,43	12,40	12,36	12,33	12,30	12,27	12,24	12,21	12,18
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,78	11,75	11,72	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58
9	11,55	11,52	11,49	11,47	11,44	11,41	11,38	11,35	11,33	11,30
10	11,27	11,24	11,22	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03
11	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,62	10,60	10,57	10,55	10,52
13	10,50	10,48	10,45	10,43	10,40	10,38	10,36	10,33	10,31	10,28
14	10,26	10,24	10,22	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08	10,06
15	10,03	10,01	9,99	9,97	9,95	9,92	9,90	9,88	9,86	9,84
16	9,82	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67	9,65	9,63
17	9,61	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,44	9,42
18	9,40	9,38	9,36	9,34	9,32	9,30	9,29	9,27	9,25	9,23
19	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04
20	9,02	9,00	8,98	8,97	8,95	8,93	8,91	8,90	8,88	8,86
21	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,75	8,74	8,72	8,70	8,68
22	8,67	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58	8,56	8,55	8,53	8,52
23	8,50	8,48	8,46	8,45	8,43	8,42	8,40	8,38	8,37	8,35
24	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19
25	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04
26	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89
27	7,87	7,86	7,84	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77	7,75	7,74
28	7,72	7,71	7,69	7,68	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59
29	7,58	7,56	7,55	7,54	7,52	7,51	7,49	7,48	7,47	7,45
30	7,44	7,42	7,41	7,40	7,38	7,37	7,35	7,34	7,32	7,31

Rovnovážná koncentrace  
kyslíku ( $\text{mg.l}^{-1}$ )  
v destilované vodě, která  
je ve styku se vzduchem  
za dané teploty a  
standardního tlaku (101,3  
kPa)  
(Elmore and Hayes 1960)

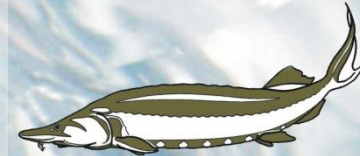
# Rozpuštěný kyslík



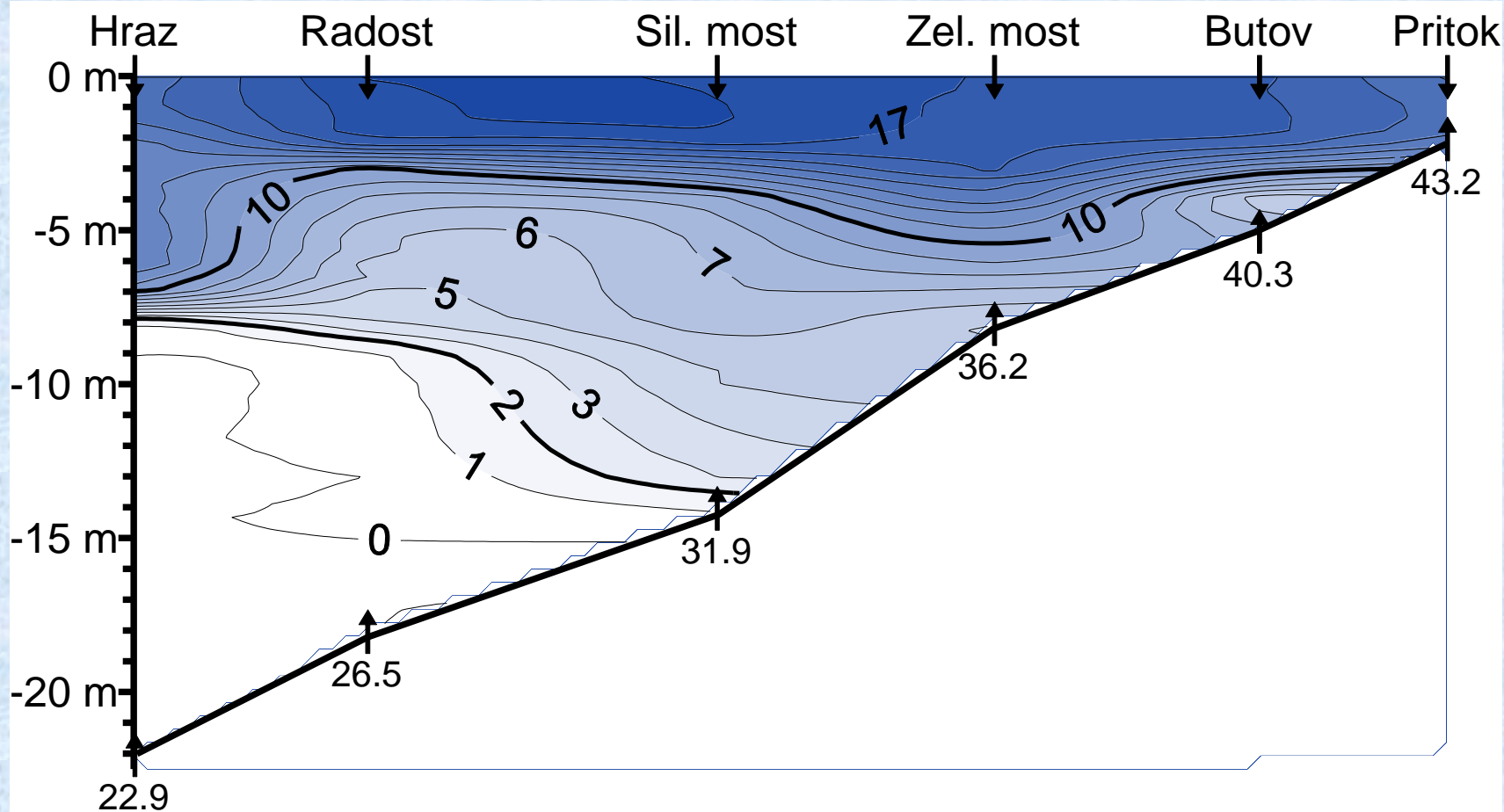
- V tekoucích neznečištěných vodách se nasycení vody kyslíkem pohybuje neustále kolem 85-100 %. Případné nedosycení nebo přesycení vody kyslíkem (přejevnaté úseky) je neustále vyrovnáváno pohybem vody, zejména jejím vířením.
- Množství kyslíku je přibližně stejné v celém vodním sloupci.
- Ve stojatých vodách je obsah kyslíku závislý především na fotosyntetické činnosti rostlin a dýchání všech organismů.
- Kolísání obsahu kyslíku během 24 hodin v nádrži i rozdíly v nasycení u hladiny a u dna je tím výraznější, čím je biotop na organismy bohatší.



# ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK



září

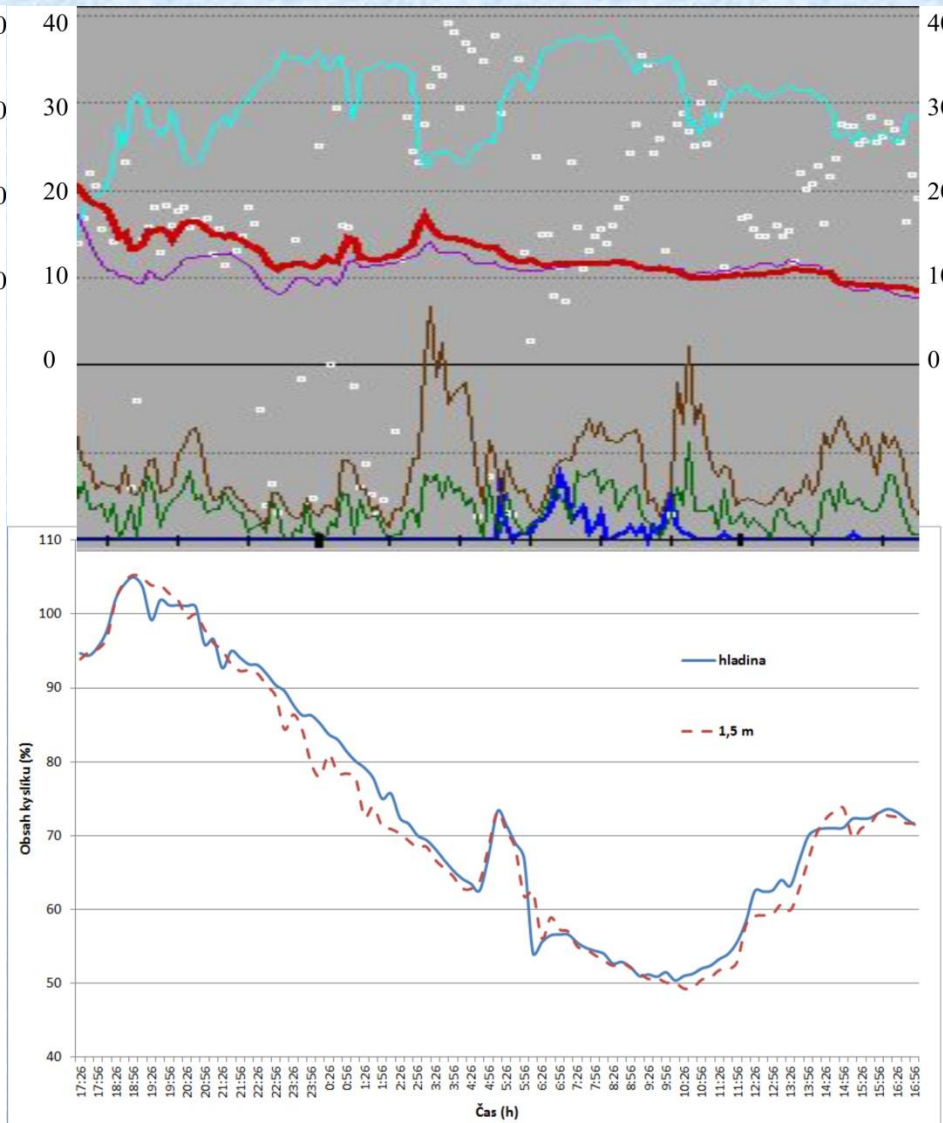
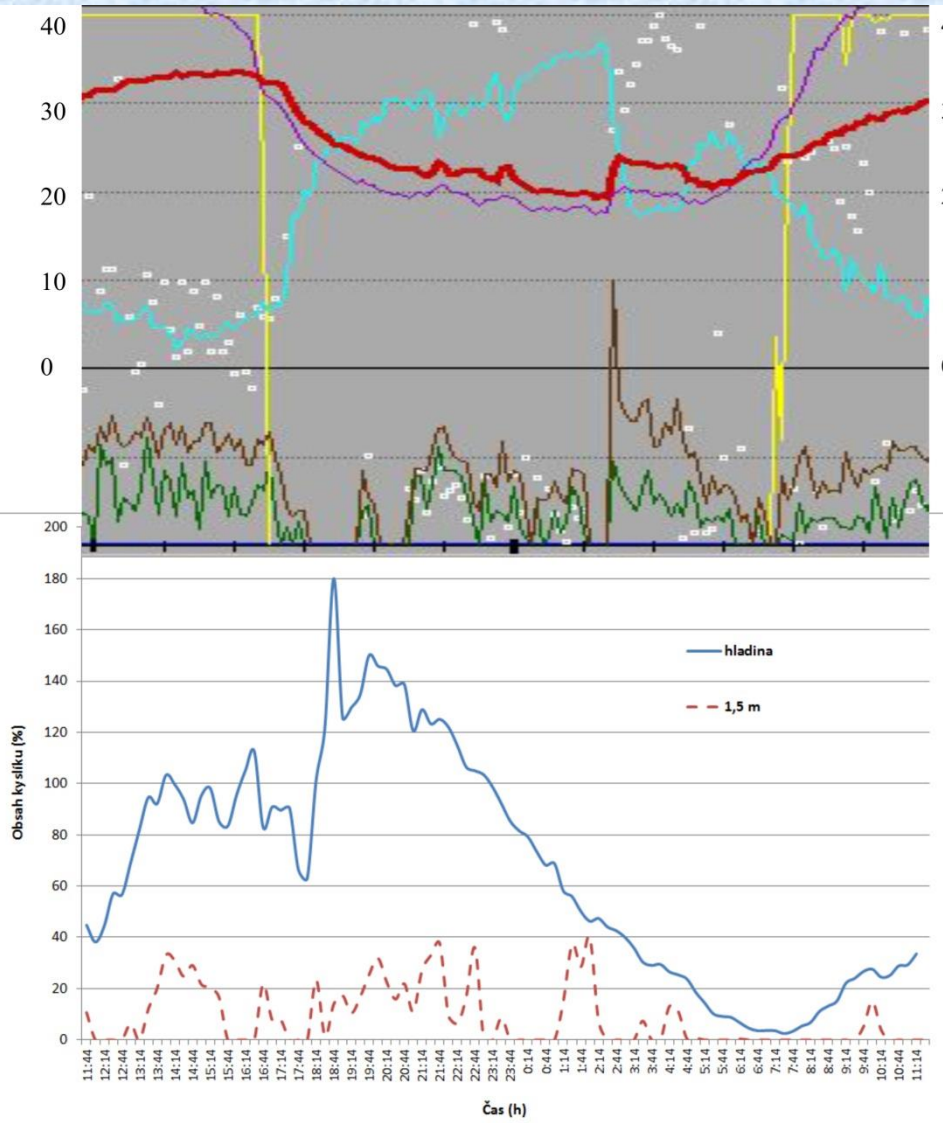


# Změny rozpuštěného kyslíku během 24 hod. v rybníce



24-25.8.2011

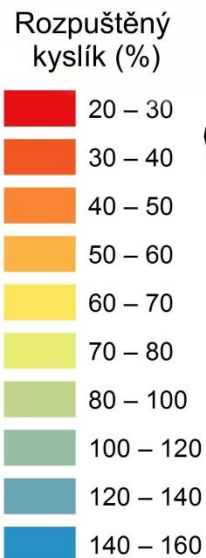
6-7.10.2011



# Změny rozpuštěného kyslíku v rybníce v závislosti na hloubce

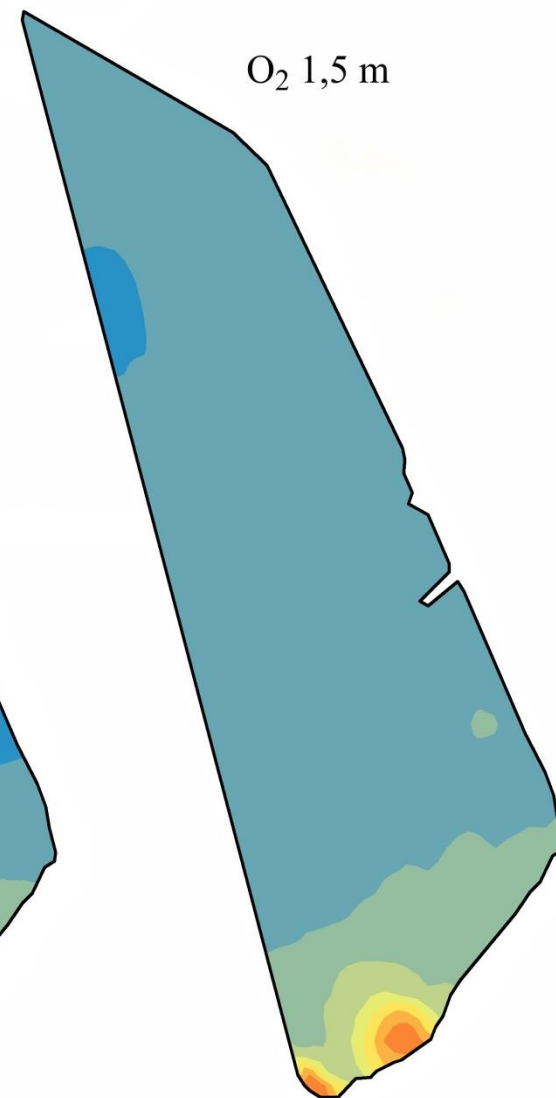
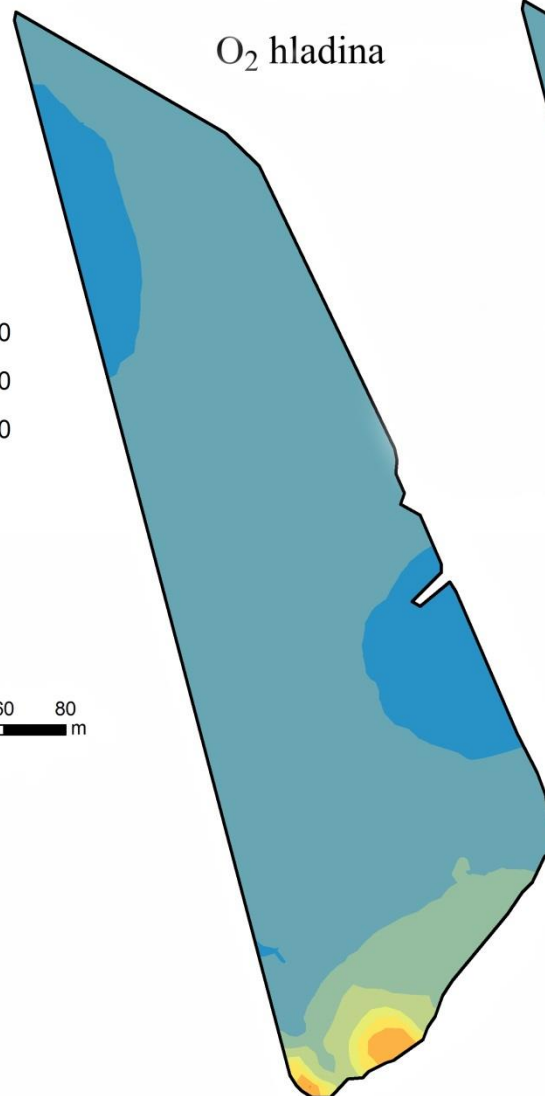


Rybník Dvorský  
24.7.2012 10 hod.



O<sub>2</sub> hladina

O<sub>2</sub> 1,5 m

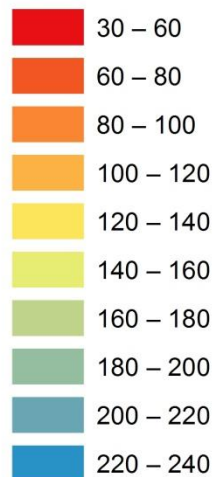


# Změny rozpuštěného kyslíku v rybníce v závislosti na hloubce

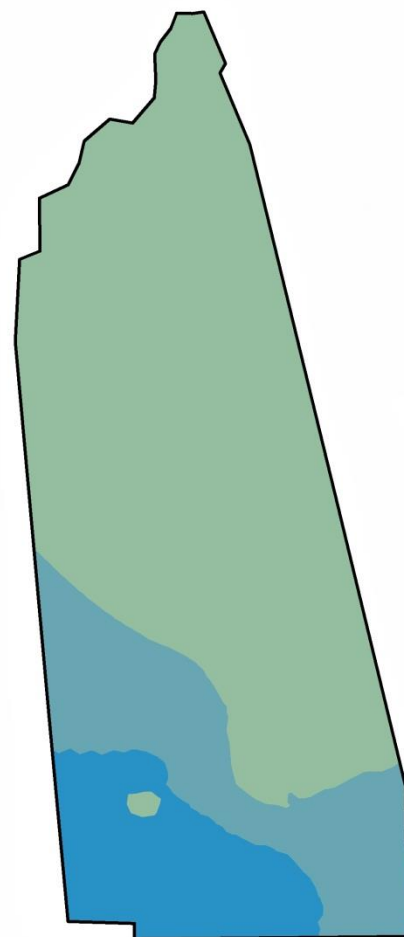


Rybník Nadsádky  
9.8.2012 14 hod.

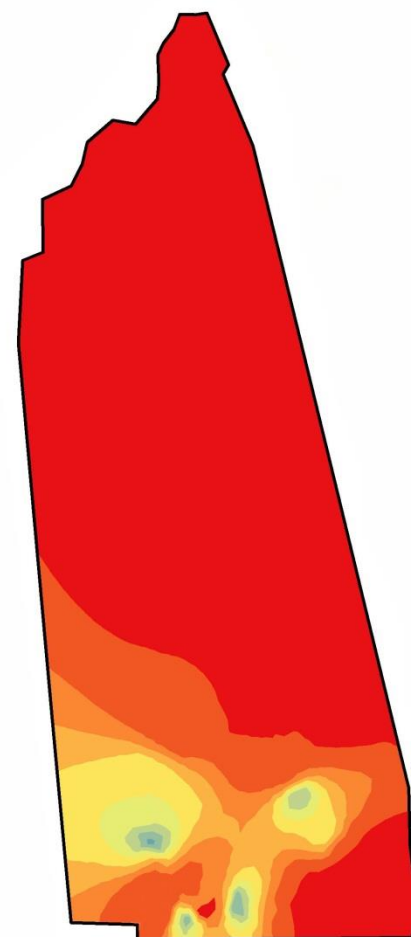
Rozpuštěný  
kyslík (%)



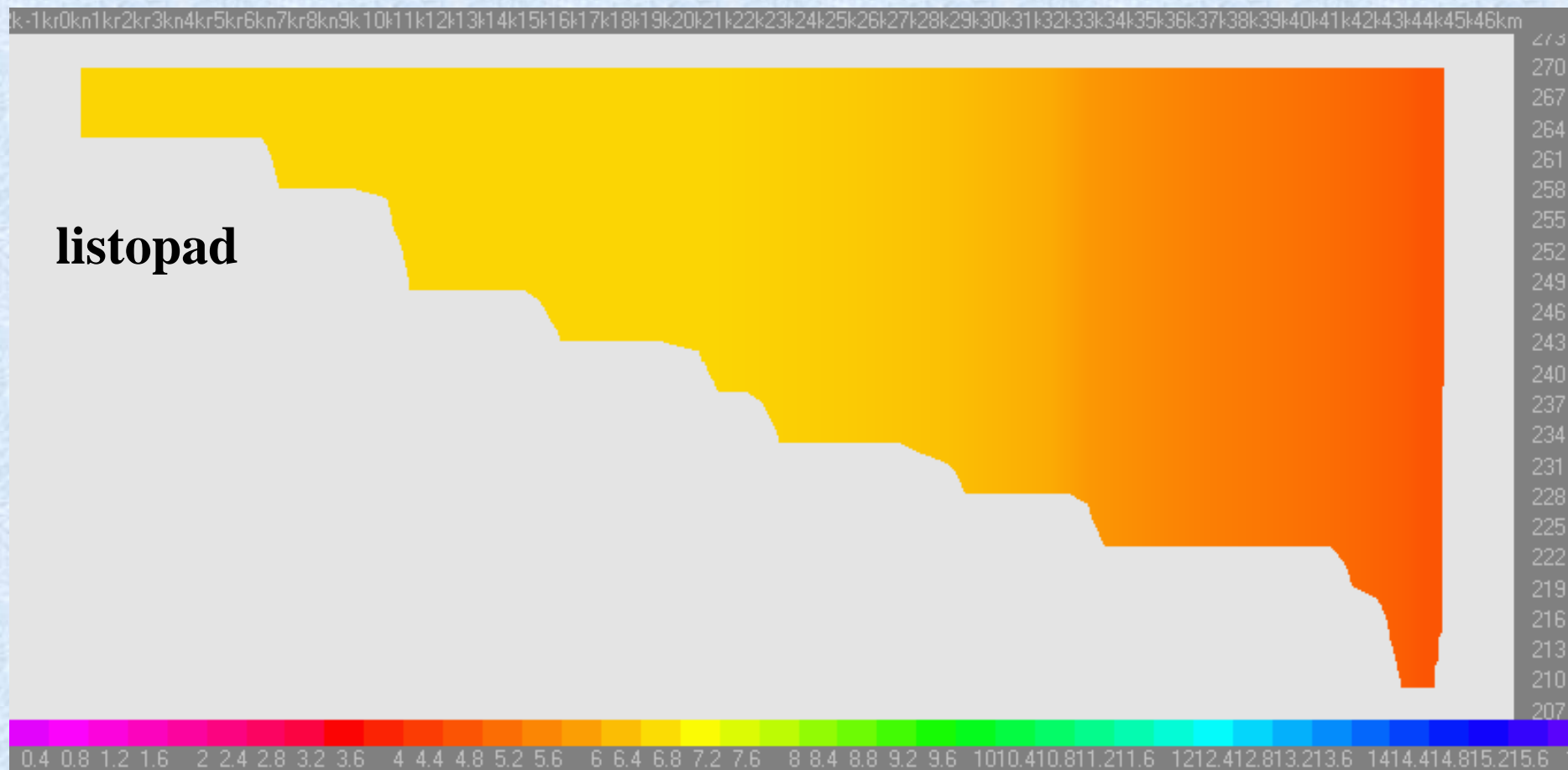
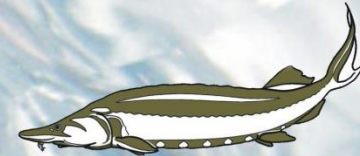
O<sub>2</sub> hladina

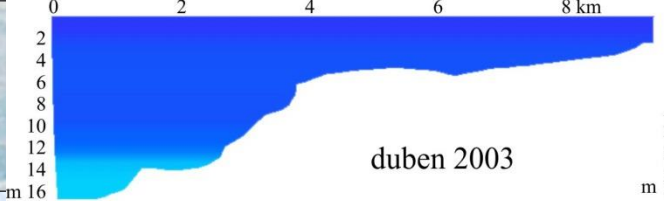


O<sub>2</sub> 1,5 m

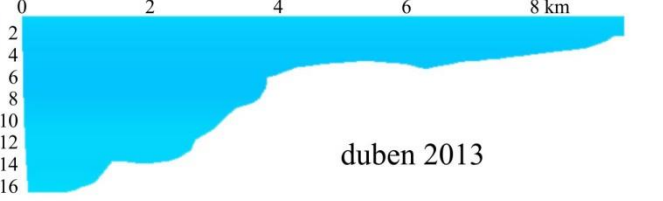


# ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK

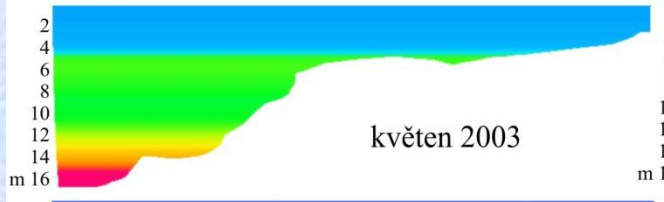




duben 2003



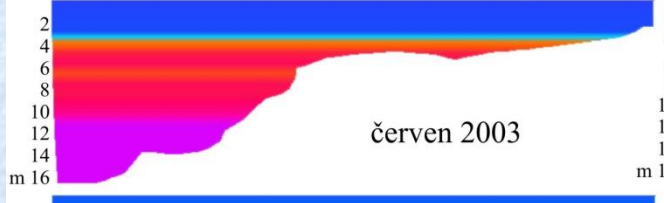
duben 2013



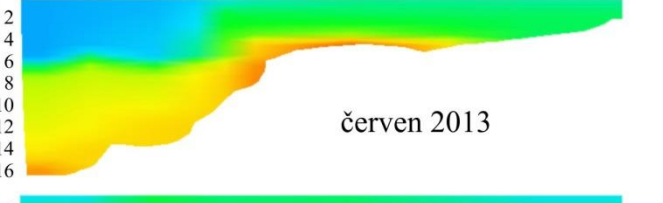
květen 2003



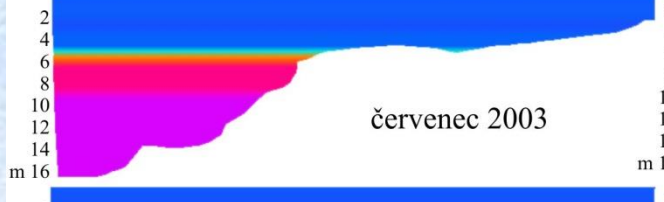
květen 2013



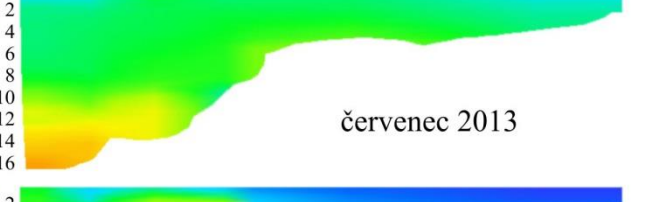
červen 2003



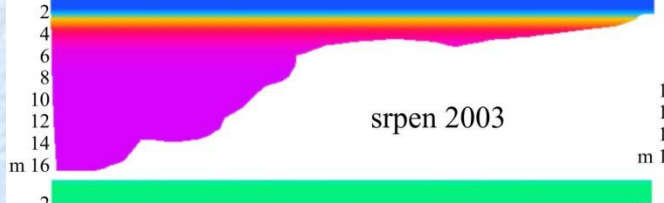
červen 2013



červenec 2003



červenec 2013



srpen 2003



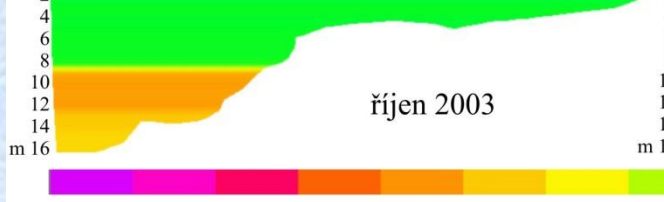
srpen 2013



září 2003



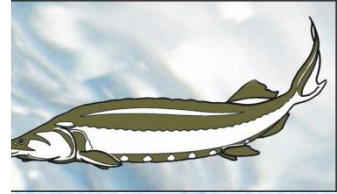
září 2013



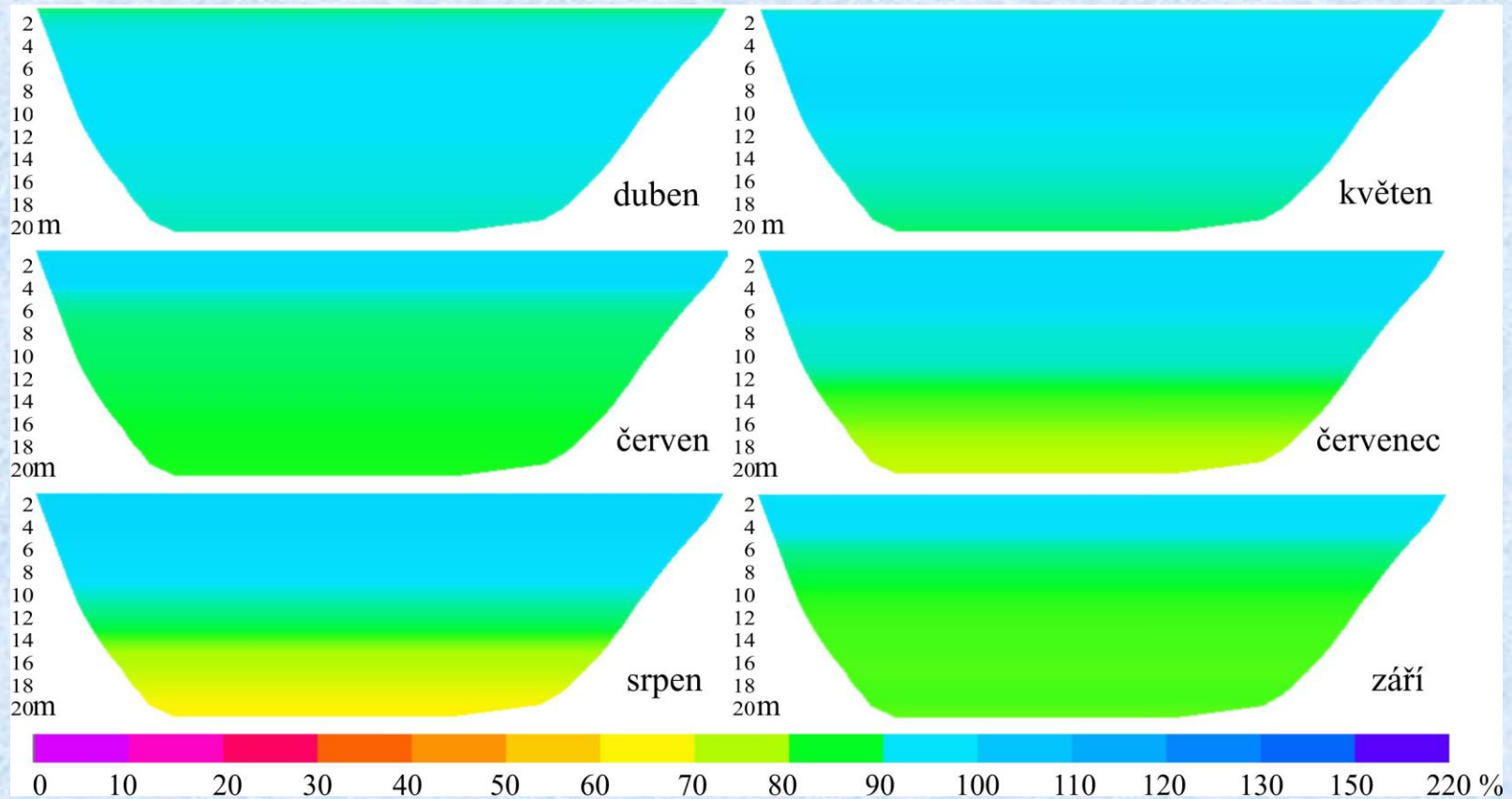
říjen 2003

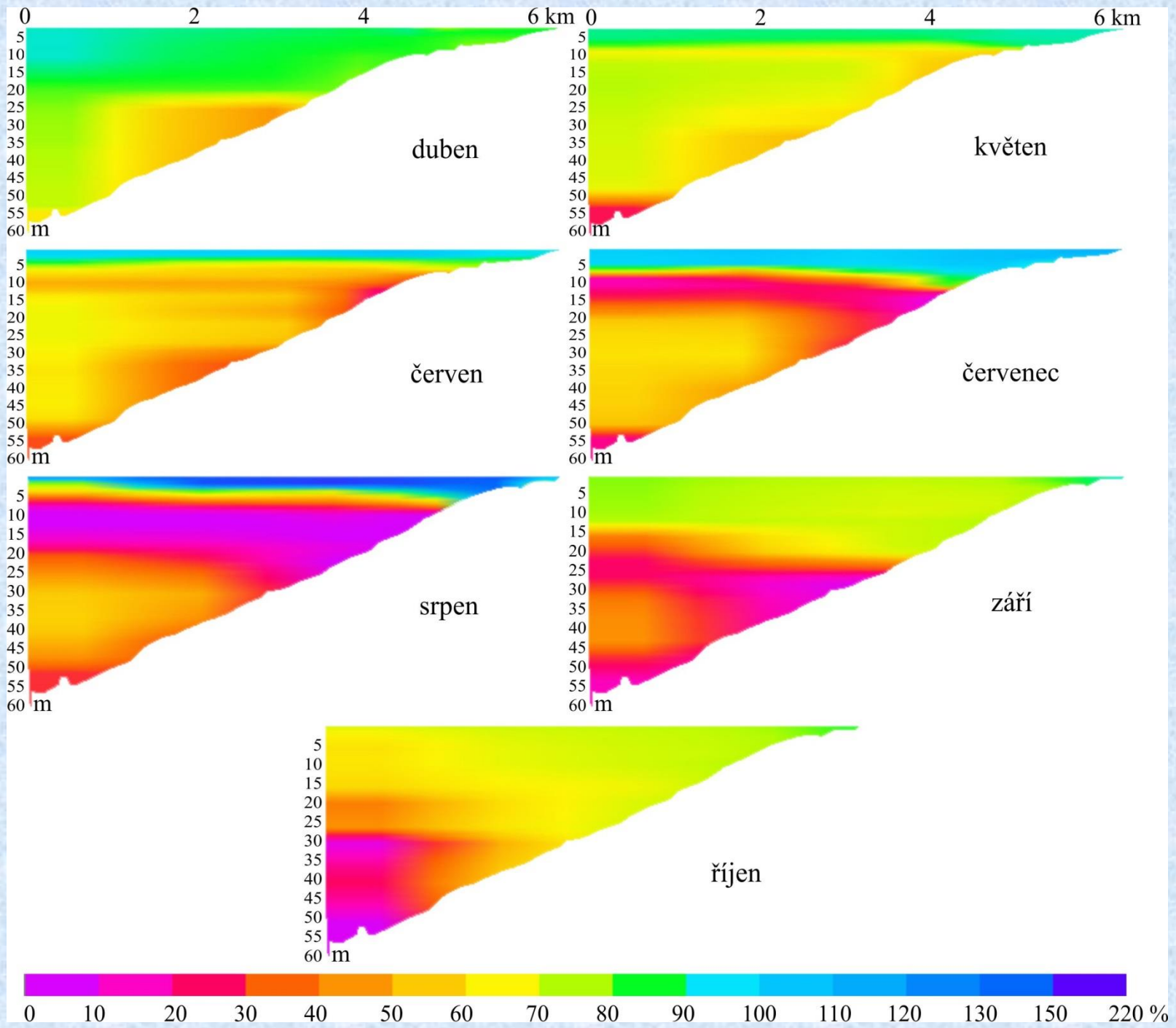


říjen 2013



# ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK





# Rozpuštěný kyslík

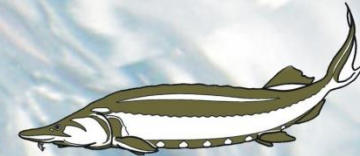


- Pro *kapra* je optimální obsah kyslíku během vegetačního období nad  $6,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , obsah kyslíku  $3,0 - 3,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  je již dlouhodoběji nepřijatelný. V zimním období nemá poklesnout obsah  $\text{O}_2$  pod  $3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ .
- S růstem průměrné kusové hmotnosti se nárok na kyslík významně snižuje.  $K_1=1$ ,  $K_2=0,5-0,7$ ,  $K_v=0,3-0,4$
- Spotřeba kyslíku kaprem = 1, pstruh 2,83; peled' 2,20; candát 1,76; plotice 1,51; jeseter 1,50; okoun 1,46; cejn 1,41; štika 1,10; úhoř 0,83; lín 0,83.
- Obsah kyslíku ve vodě je důležitý i pro vývoj jiker. Lososovité ryby, žijící v chladné a na kyslík bohaté vodě, mají jikry poměrně velké, zatímco kaprovité ryby, které žijí ve vodách na kyslík chudších, mají jikry daleko menší, aby poměr objemu jikry k jejímu povrchu byl co nejvýhodnější a zásobování zárodku kyslíkem co nejlepší.

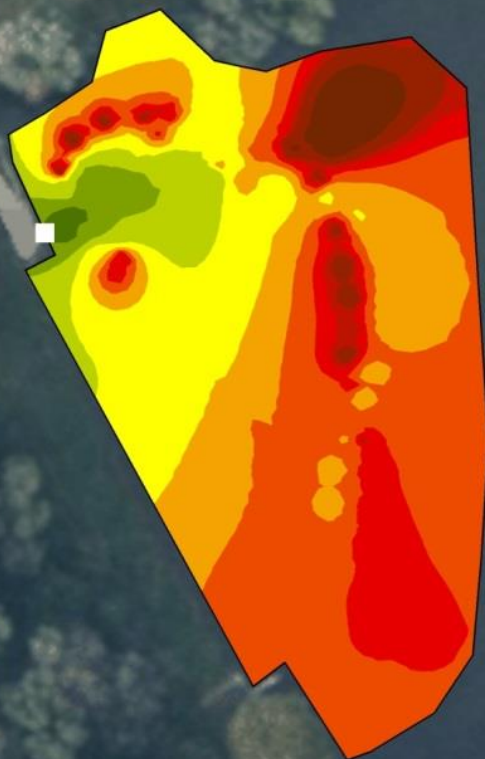
# Úhyn ryb v důsledku deficitu kyslíku



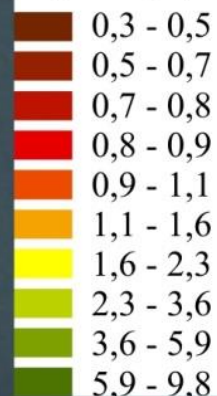
# Úhyn ryb v důsledku deficitu kyslíku



Nálezny 13.8.2013 12 hod.



Kyslík (%) hladina



Ukazatel		Nálezny
kyslík	mg/l	0,16
kyslík	%	1,9
teplota vody	°C	24,0
pH		8,60
průhlednost	cm	50
vodivost	μS/cm	931
N <sub>cel.</sub>	mg/l	7,0
P <sub>cel.</sub>	mg/l	1,21
Chlorofyl a	μg/l	155,4
N-NH <sub>4</sub>	mg/l	0,97
NH <sub>3</sub>	mg/l	0,21
N-NO <sub>2</sub>	mg/l	0,002
P-PO <sub>4</sub>	mg/l	0,762
N-NO <sub>3</sub>	mg/l	0,80
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	93
KNK	mmol/l	3,25
Cl <sup>-</sup>	mg/l	127,1

# Hodnoty nasycení vody kyslíkem na přítoku a odtoku z Jarohněvického rybníka

DATUM	KYSLÍK (%)	
	PŘÍTOK	ODTOK
26.2.2002	67	133
5.3.2002	75	162
12.3.2002	82	63
20.3.2002	97	146
26.3.2002	107	111
2.4.2002	87	277
9.4.2002	94	141
17.4.2002	68	189
22.4.2002	81	58
30.4.2002	59	93

**Průměrná, minimální a maximální hodnota %  
obsahu rozpuštěného kyslíku Zámeckého rybníka v  
Lednici na Moravě.**

**Hodnota rozpuštěného kyslíku (mg.l<sup>-1</sup>) soustavy  
lednických rybníků v průběhu vegetační sezóny roku  
2001.**

<b>Datum</b>	<b>Nesyt</b>	<b>Hlohovecký</b>	<b>Prostřední</b>	<b>Mlýnský</b>
13.4.	11,5	17,5	16,6	9,6
30.4.	8,8	7,9	14,1	11,1
11.5.	13,1	8,7	7,7	8,7
30.5.	7,6	7,4	2,5	7,7
14.6.	9,3	10,5	4,2	13,9
29.6.	6,3	7,4	4,1	4,8
30.7.	9,4	15,2	8,3	12,2
30.8.	10,7	8,9	7,1	9,6

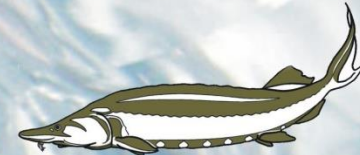
<b>ROK</b>	<b>O<sub>2</sub> (%)</b>
<b>1996</b>	<b>110</b> <b>65 - 169</b>
<b>1997</b>	<b>125</b> <b>43 - 174</b>
<b>1998</b>	<b>113</b> <b>58 - 159</b>
<b>2001</b>	<b>107</b> <b>58 - 201</b>
<b>2002</b>	<b>119</b> <b>41 - 335</b>
<b>2003</b>	<b>81</b> <b>37 - 180</b>
<b>2004</b>	<b>79</b> <b>40 - 173</b>

# Sloučeniny dusíku



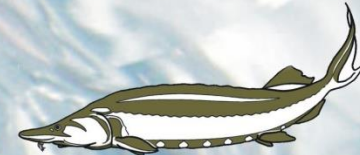
- Organickým zdrojem N jsou odpady ze zemědělské výroby (močůvka, siláže), biomasa odumřelých organismů
- Produkce celkového dusíku: **12g na 1 obyvatele za 1 den**
- Hlavní formy výskytu N ve vodách:
  - N elementární
  - N anorganicky vázaný
    - **amoniakální dusík**  $\text{N-NH}_4^+$  resp.  $\text{N-NH}_3$
    - **dusitanový dusík**  $\text{N-NO}_2^-$
    - **dusičnanový dusík**  $\text{N-NO}_3^-$
    - dusík umělého původu (kyanidy, kyanatany, thiokyanatany)
  - N organicky vázaný

# Sloučeniny dusíku



- **Amoniakální N** – je primárním produktem rozkladu organických dusíkatých látek, produkt metabolismu živočichů
- Organického původu je amoniakální N také ve splaškových vodách a v odpadech ze zemědělských výrob
- Sekundárně může vznikat redukcí  $\text{NO}_2^-$  nebo  $\text{NO}_3^-$
- Anorganického původu je z odpadních vod z plynáren, koksáren, generátorových stanic, z pitných vod dezinfikovaných chloraminací, z průmyslových exhalací
- Jednoduché amonné soli se nevyskytují jako minerály

# Sloučeniny dusíku



- při rozpouštění amoniaku vzniká hydrát  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , který disociuje na ionty  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{OH}^-$ . Poměr zastoupení obou forem je závislý na pH a teplotě vody.
- Amoniak může tvořit komplexy s ionty mnoha kovů
- Podzemní vody a čisté povrchové obvykle do  $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$
- Koncentrace v povrchových vodách převážně v desetinách  $\text{mg.l}^{-1}$
- V podzemních vodách spojených s ropnými může být i přes  $100 \text{ mg.l}^{-1}$
- Organicky znečištěné povrchové vody i desítky  $\text{mg.l}^{-1}$
- V mořské vodě ve svrchních vodách desítky  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , ve větších hloubkách až jednotky  $\text{mg.l}^{-1}$

# Sloučeniny dusíku



LOKALITA	N-NH <sub>4</sub>
KEJDA	mg/l
Laguna I. (fugát)	4348
Laguna II.	427,08
Bažantnice těžená část	102,11
Bažantnice vytěžená část (Mlynářka)	13,63
Bažantnice vytěžená část (Kyjovka)	1,52

DATUM	N-NH <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>
Jarohněvický rybník	odtok	přítok
26.2.2002	0,88	1,79
5.3.2002	1,09	1,99
12.3.2002	19,58	2,36
20.3.2002	9,00	3,24
26.3.2002	8,23	3,48
2.4.2002	2,43	1,60
9.4.2002	3,21	1,65
17.4.2002	0,84	3,77
22.4.2002	8,27	3,47
30.4.2002	3,82	5,47

DATUM	N-NH <sub>4</sub>
Zámecký rybník	mg/l
19.4.2004	0,31
18.5.2004	0,31
14.6.2004	0,84
12.7.2004	0,28
12.8.2004	1,10
14.9.2004	0,80
14.10.2004	0,11
20.1.2005	0,10

23.7.2002	N-NH <sub>4</sub>
Bobrava	mg/l
Lokalita 1	3,40
Lokalita 2	3,06
Lokalita 3	0,88
Lokalita 4	0,05

Analýza Loučka	N-NH <sub>4</sub>
29.1.2004	mg/l
Výtok z lihovaru	2,18
Lokalita č. 1	1,07
Lokalita č. 2	1,02
Lokalita č. 3	1,00
Lokalita č. 4	0,72

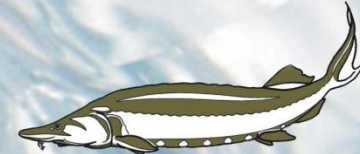


# Sloučeniny dusíku



- **Dusitanový N –  $\text{NO}_2^-$**  se nevyskytují jako minerály, ve vodách vznikají biochemickou oxidací amoniakálního dusíku nebo biochemickou redukcí dusičnanů
- Tvoří se při elektrických výbojích v atmosféře oxidací elementárního N
- Bohaté na  $\text{NO}_2^-$  jsou odpadní vody z výroby barviv a ze strojírenských závodů ( $\text{NO}_2^-$  se používají jako inhibitory koroze)
- V čistých podzemních a povrchových vodách pouze ve stopách
- Desetiny  $\text{mg.l}^{-1}$  N- $\text{NO}_2^-$  v železnatých a rašelinných vodách, v hypolimniu nádrží, ve vodách s nízkou koncentrací kyslíku

# Sloučeniny dusíku



<b>23.7.2002</b>	<b>N-NO<sub>2</sub></b>
<b>Bobrava</b>	<b>mg/l</b>
<b>Lokalita 1</b>	<b>0,377</b>
<b>Lokalita 2</b>	<b>0,323</b>
<b>Lokalita 3</b>	<b>0,162</b>
<b>Lokalita 4</b>	<b>0,023</b>

<b>Loučka</b>	<b>N-NO<sub>2</sub></b>
<b>29.1.2004</b>	<b>mg/l</b>
<b>Výtok z lihovaru</b>	<b>0,224</b>
<b>Lokalita č. 1</b>	<b>0,040</b>
<b>Lokalita č. 2</b>	<b>0,038</b>
<b>Lokalita č. 3</b>	<b>0,038</b>
<b>Lokalita č. 4</b>	<b>0,029</b>

<b>DATUM</b>	<b>N-NO<sub>2</sub></b>
<b>Jarohněvický rybník</b>	<b>mg/l</b>
<b>26.2.2002 (odtok)</b>	<b>0,078</b>
<b>5.3.2002 (odtok)</b>	<b>0,068</b>
<b>12.3.2002 (odtok)</b>	<b>0,176</b>
<b>20.3.2002 (odtok)</b>	<b>0,140</b>
<b>26.3.2002 (odtok)</b>	<b>0,112</b>
<b>2.4.2002 (odtok)</b>	<b>0,094</b>
<b>9.4.2002 (odtok)</b>	<b>0,116</b>
<b>17.4.2002 (odtok)</b>	<b>0,106</b>
<b>22.4.2002 (odtok)</b>	<b>0,190</b>
<b>30.4.2002 (odtok)</b>	<b>0,163</b>

<b>DATUM</b>	<b>N-NO<sub>2</sub></b>
<b>Zámecký rybník</b>	<b>mg/l</b>
<b>19.4.2004</b>	<b>0,046</b>
<b>18.5.2004</b>	<b>0,034</b>
<b>14.6.2004</b>	<b>0,053</b>
<b>12.7.2004</b>	<b>0,014</b>
<b>12.8.2004</b>	<b>0,030</b>
<b>14.9.2004</b>	<b>0,013</b>
<b>14.10.2004</b>	<b>0,005</b>
<b>20.1.2005</b>	<b>0,010</b>

# Sloučeniny dusíku



- **Dusičnanový N** – v minerálech zřídka (dusičnan sodný)
- Vznikají hlavně sekundárně při nitrifikaci amoniakálního dusíku
- Jsou konečným stupněm rozkladu N-látek v aerobním prostředí
- Vznikají při elektrických výbojích v atmosféře oxidací elementárního N
- Dalším zdrojem je hnojení zemědělsky obdělávaných půd, odtoky čistíren odpadních vod
- V čistých podzemních a povrchových vodách obvykle v jednotkách  $\text{mg.l}^{-1}$
- Znečištěné podzemní a povrchové vody i desítky  $\text{mg.l}^{-1}$

# Sloučeniny dusíku

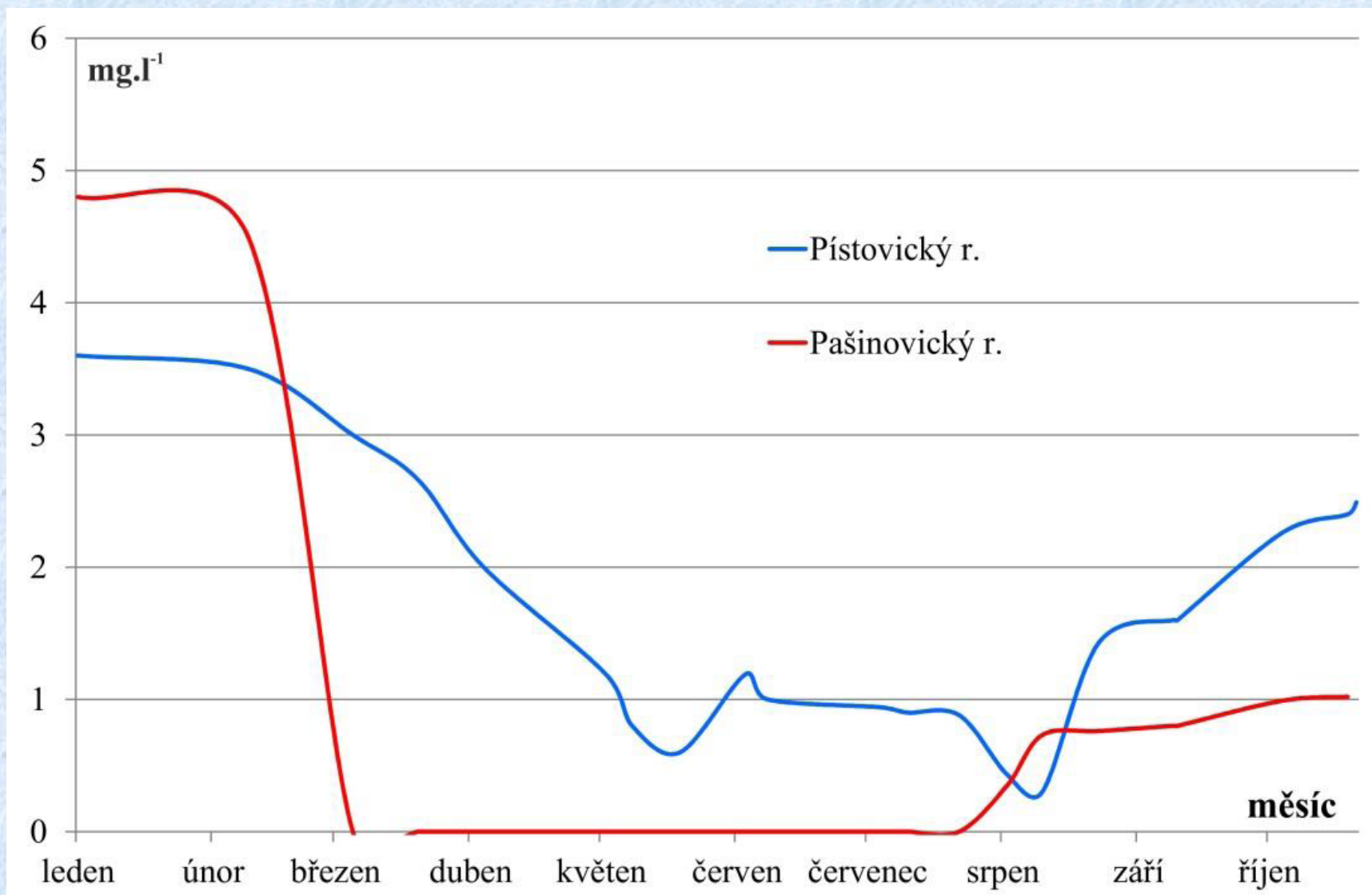
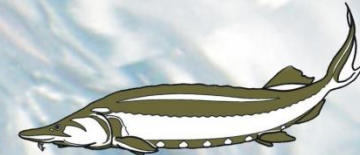


Loučka	N-NO <sub>3</sub>
	mg/l
Výtok z lihovaru	2,53
Lokalita č. 1	5,73
Lokalita č. 2	5,81
Lokalita č. 3	5,68
Lokalita č. 4	5,66

	N-NO <sub>3</sub>
	mg/l
studna Lednice 1	58,8
studna Lednice 2	44,6
studna Lednice 3	49,9
studna Trkmanec	0,1

DATUM	N-NO <sub>3</sub>
Zámecký rybník	mg/l
19.4.2004	2,82
18.5.2004	0,12
14.6.2004	0,00
12.7.2004	0,00
12.8.2004	0,17
14.9.2004	0,65
14.10.2004	1,25
20.1.2005	3,43

# Změny koncentrace dusičnanového dusíku (N-NO<sub>3</sub>) na rybnících v průběhu roku.

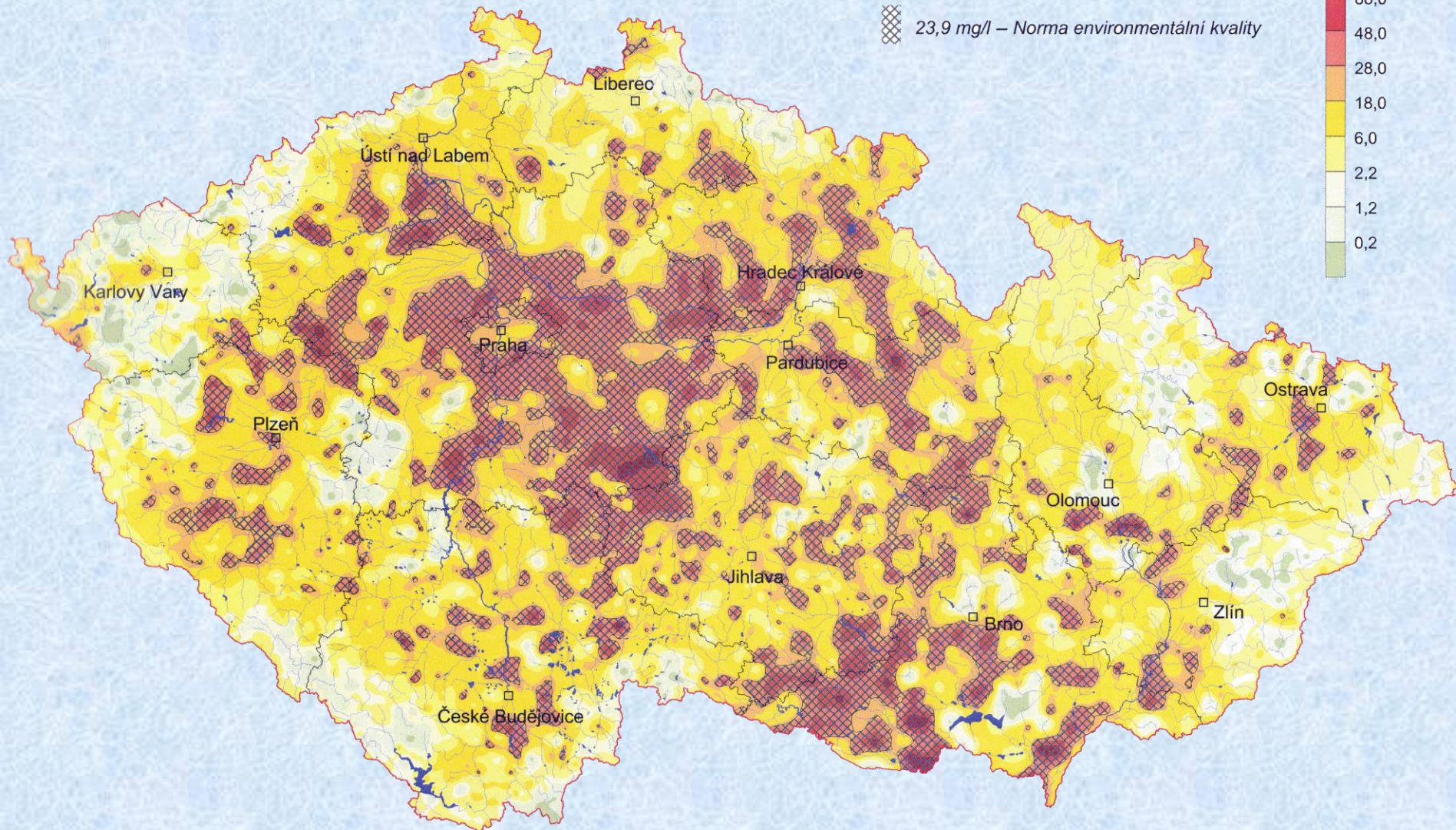
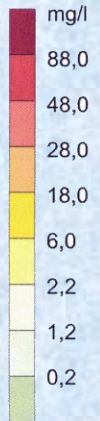


# Sloučeniny dusíku

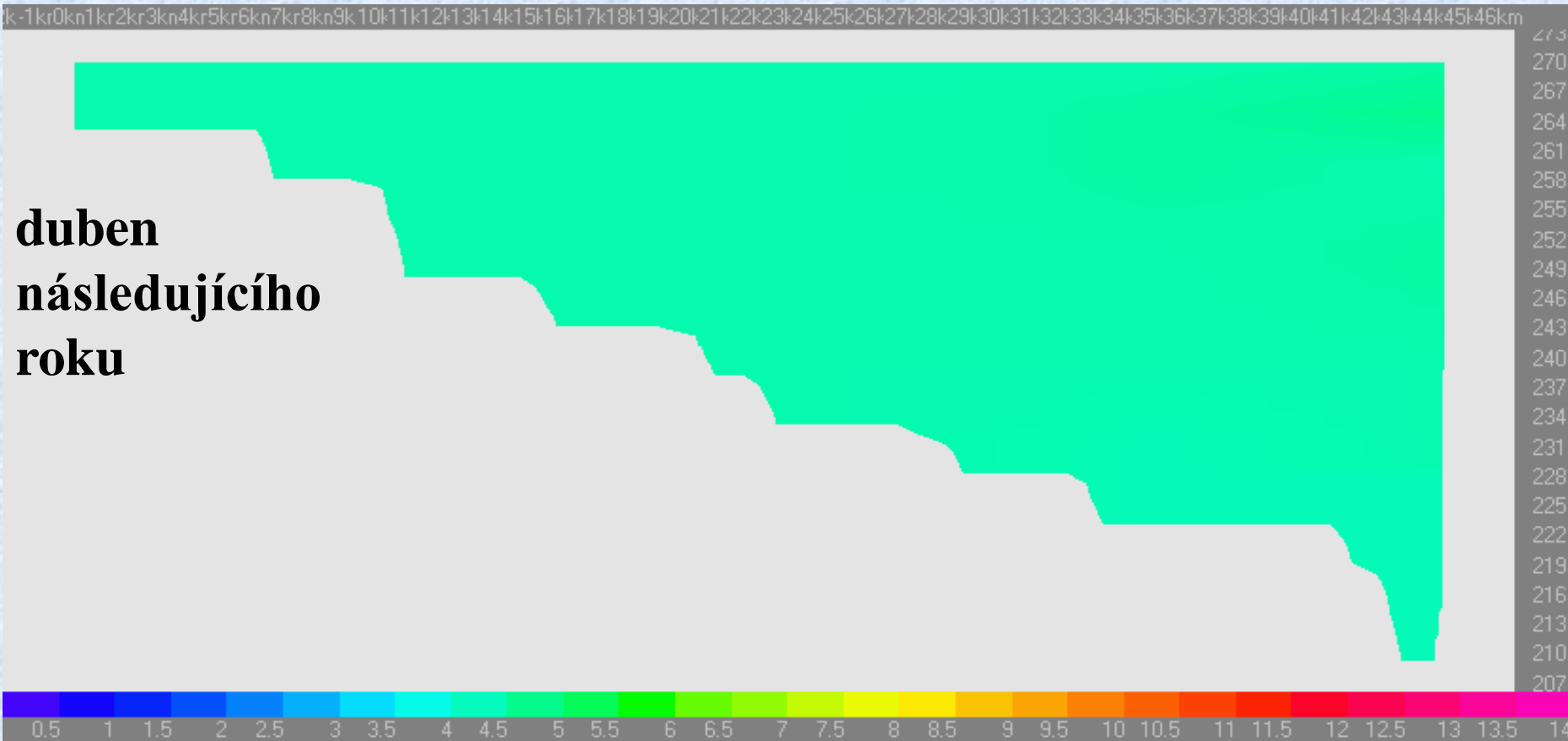


*Překročení přípustného znečištění  
(61/2003 Sb. ve znění novely 23/2011 Sb.)*

☒ 23,9 mg/l – Norma environmentální kvality



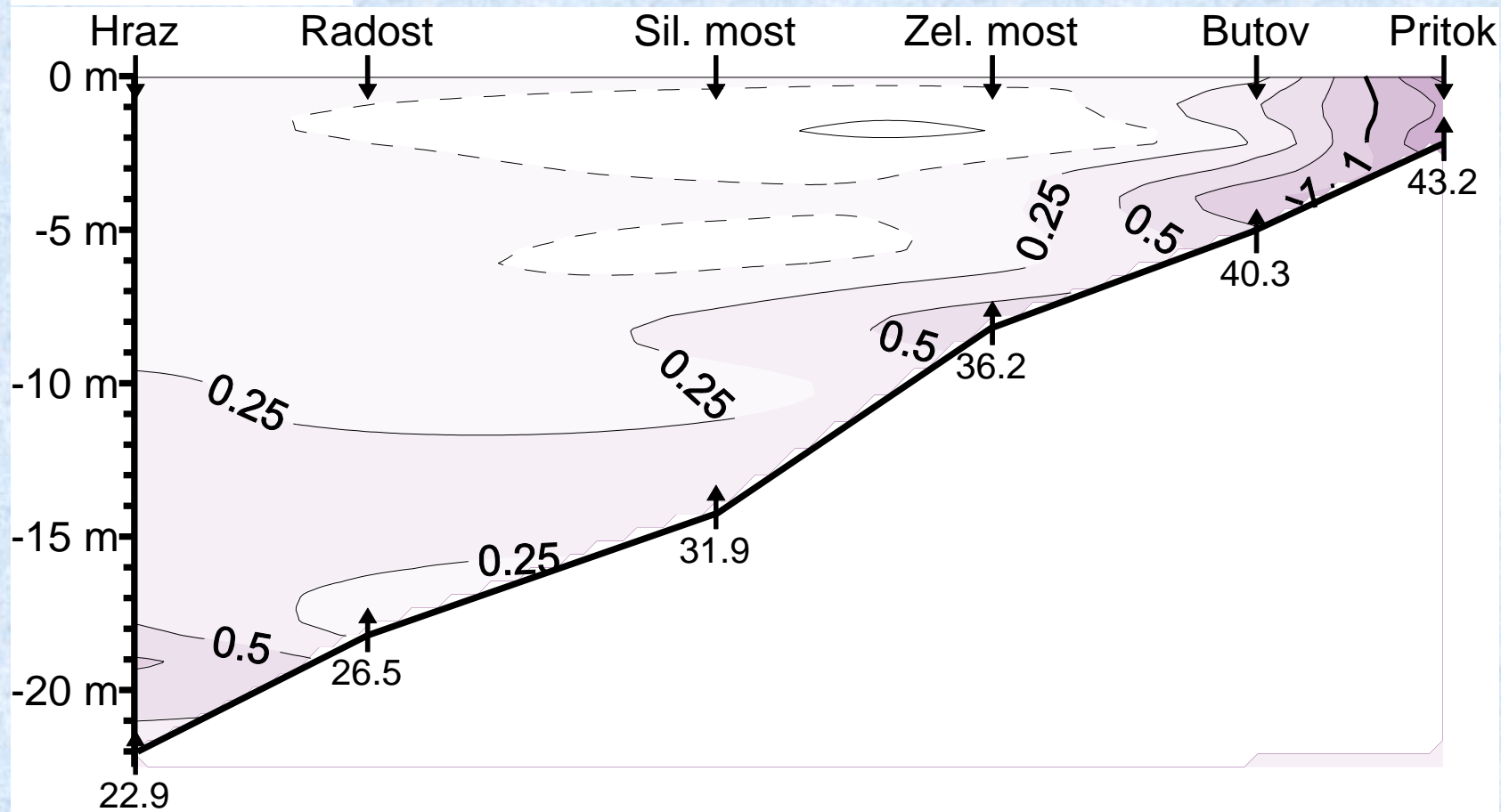
# NO<sub>3</sub>-N



# NO<sub>3</sub>-N



září

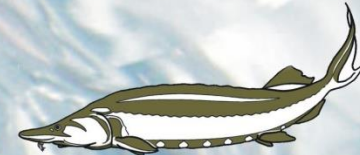


# Chloridy



- Chloridy jsou spolu s hydrogenuhličitaný a sírany hlavními anionty povrchových vod, běžně jsou obsaženy jednotky až desítky  $\text{mg.l}^{-1} \text{Cl}^-$
- Ve vodách jsou chemicky i biochemicky poměrně stabilní, při infiltraci vody se v půdách prakticky nezadržují
- Ve vodách s vyšší mineralizací díky dobré rozpustnosti chloridových solí můžeme najít i desítky  $\text{g.l}^{-1} \text{Cl}^-$
- V mořské vodě je průměrně  $19 \text{ g.l}^{-1} \text{Cl}^-$ , (Mrtvé moře  $88-127 \text{ g.l}^{-1} \text{Cl}^-$ )
- V rybářství nejsou chloridy nebezpečné, hraniční hodnota se pohybuje kolem  $3 \text{ g.l}^{-1} \text{Cl}^-$ , mnoho ryb snáší bez následků změny mezi sladkou, brakickou a slanou vodou

# Chloridy



VZOREK	Cl <sup>-</sup>
studny	mg/l
Čada	354,2
Suchomel	100,3
Sýkora	75,3
Pavlů	109,0
Holkovič	2,5
Říhová	12,8
Sukop	73,1

Místo odběru	Cl <sup>-</sup>
	[mg/l]
Růžový rybník	53,9
Zámecký rybník - výpust'	48,2
Zámecký rybník - Minaret	46,8
Zámecký rybník - přítok	45,4


Lokalita	DATUM	Chloridy (mg/l)
Sykovec	8.9.2010	4,2
Medlov	8.9.2010	5,7

Lokalita	Cl <sup>-</sup>
vtok ze silnice I. třídy	mg/l
24.11.2009	24,11
24.1.2010	71,02
21.2.2010	143,85
13.4.2010	94,99
30.8.2010	38,18

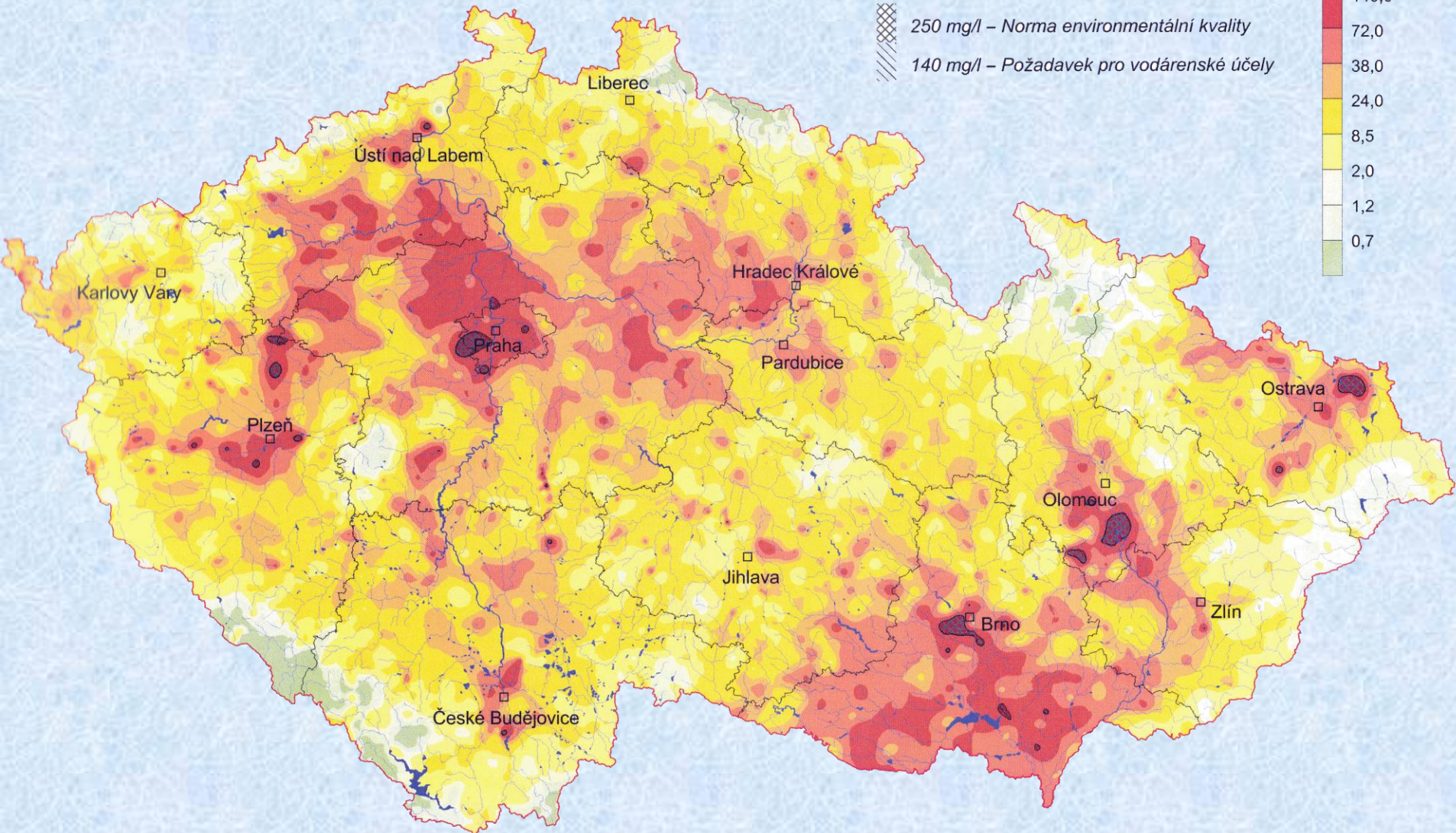
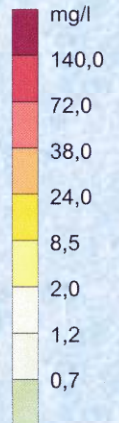
# Chloridy



*Překročení přípustného znečištění  
(61/2003 Sb. ve znění novely 23/2011 Sb.)*

 250 mg/l – Norma environmentální kvality

 140 mg/l – Požadavek pro vodárenské účely



# Sloučeniny síry





- V přírodních a odpadních vodách se síra vyskytuje v různých oxidačních stupních (0, II, IV, VI)
- Přírodním zdrojem S je rozklad organických látek (bílkovin), v kterých síra udržuje trojrozměrné uspořádání a výluhy z minerálů sádrovec ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ )
- Umělým zdrojem jsou odpadní vody z moření kovů, městské a průmyslové exhalace
- V běžných přírodních vodách nejčastěji ve formě jednoduchého iontu  $\text{SO}_4^{2-}$ , v jednotkách, desítkách i stovkách  $\text{mg.l}^{-1}$ , thiosířany a siřičitany se v přírodních vodách téměř nevyskytují

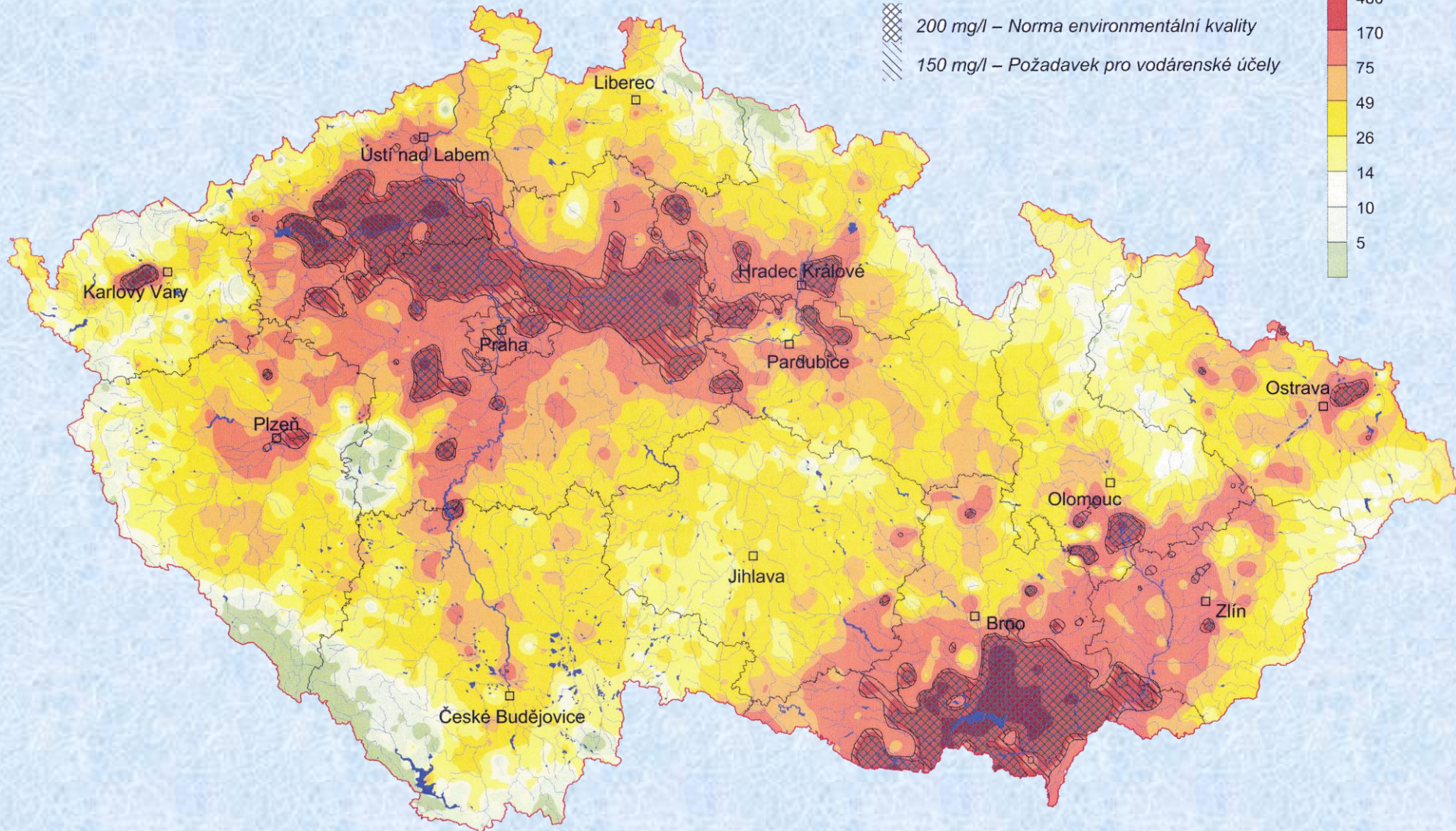
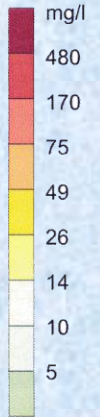
# Sírany



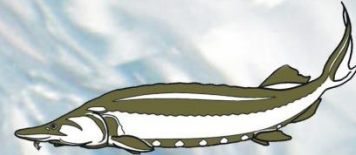
**Překročení přípustného znečištění  
(61/2003 Sb. ve znění novely 23/2011 Sb.)**

 200 mg/l – Norma environmentální kvality

 150 mg/l – Požadavek pro vodárenské účely

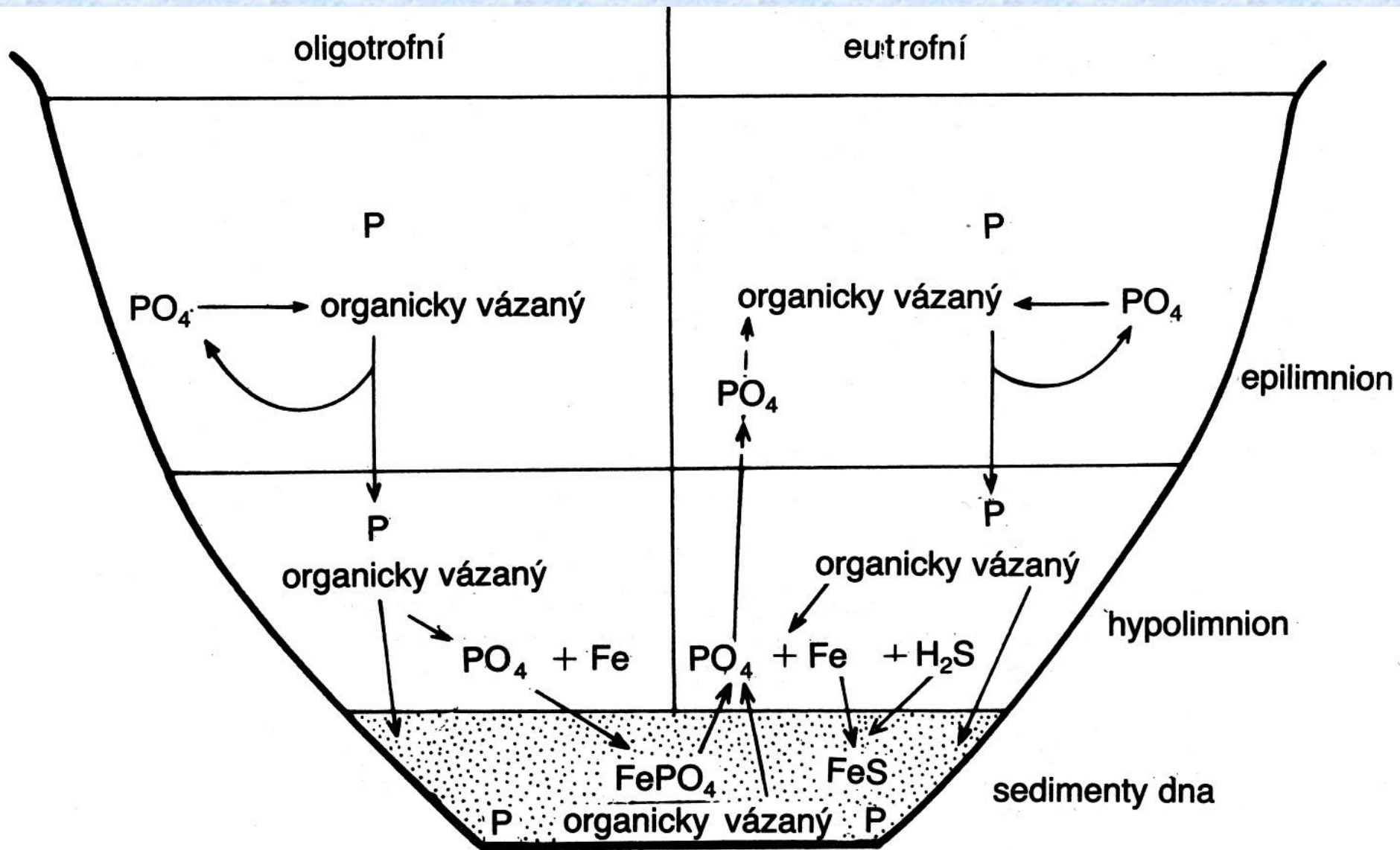
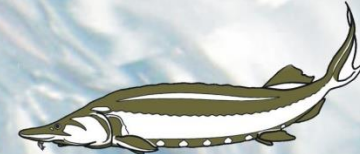


# Sloučeniny fosforu

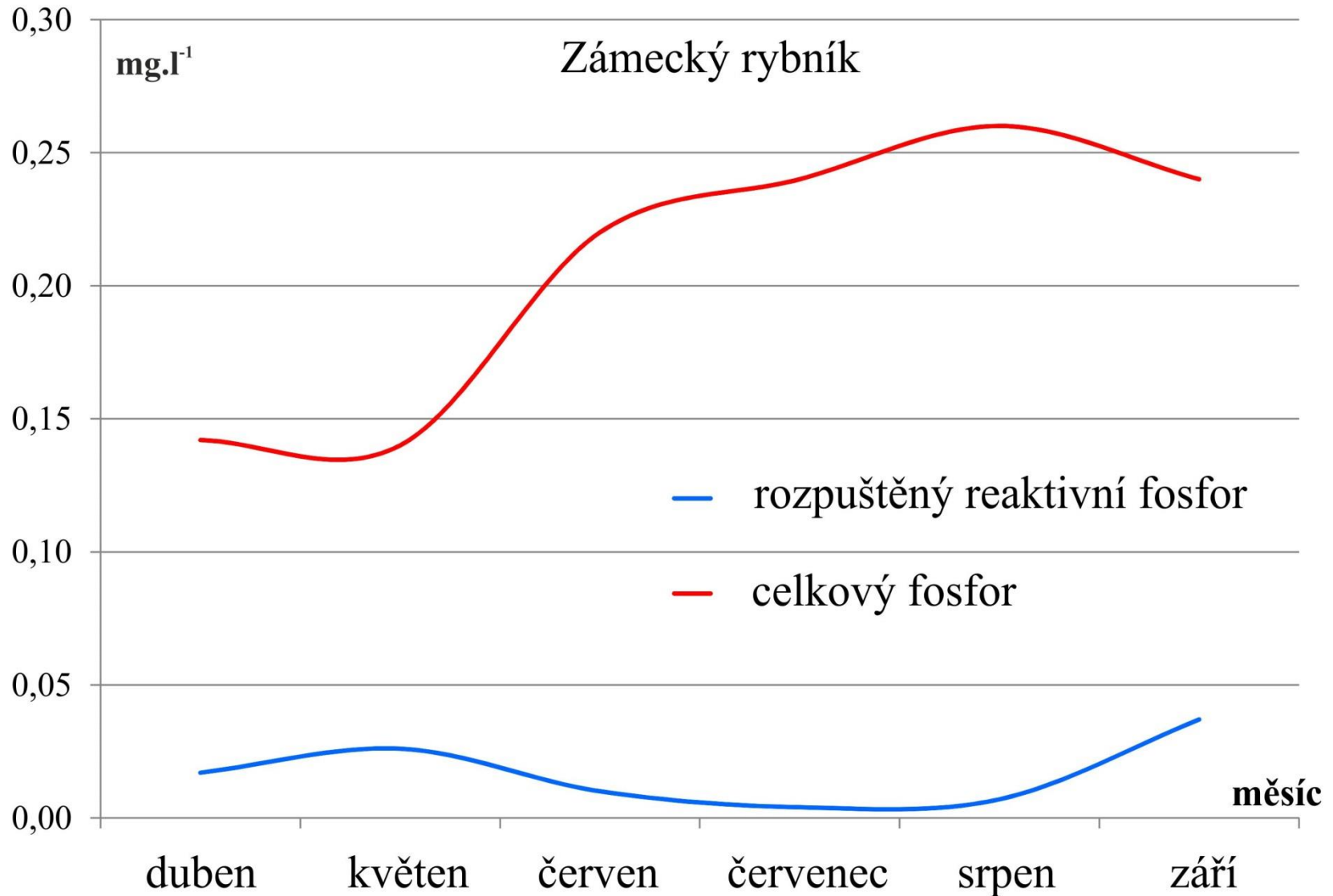
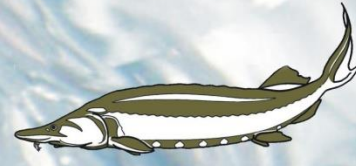


- Přírodním zdrojem P jsou minerály a horniny např. apatit  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2$ , fosforit  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ , kaolinit  $\text{Si}_2\text{O}_5\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{PO}_4$  a rozklad odumřelé vodní fauny a flóry
- Umělého původu je P ze splaškových vod, živočišných odpadů, odpadních vod z pivovarského a textilního průmyslu, prádelen a ze splachů obdělávané půdy hnojené fosforečnými hnojivy
- Ve vodách se P vyskytuje v nejrůznějších formách buď rozpuštěný nebo nerozpuštěný (suspendovaný), organický nebo anorganický
- V koloidně rozptýlené formě a ve formě orthofosforečnanů je nejpřijatelnější pro primární producenty

# Koloběh P ve vodním ekosystému v interakci se železem a sírou





# Sloučeniny fosforu

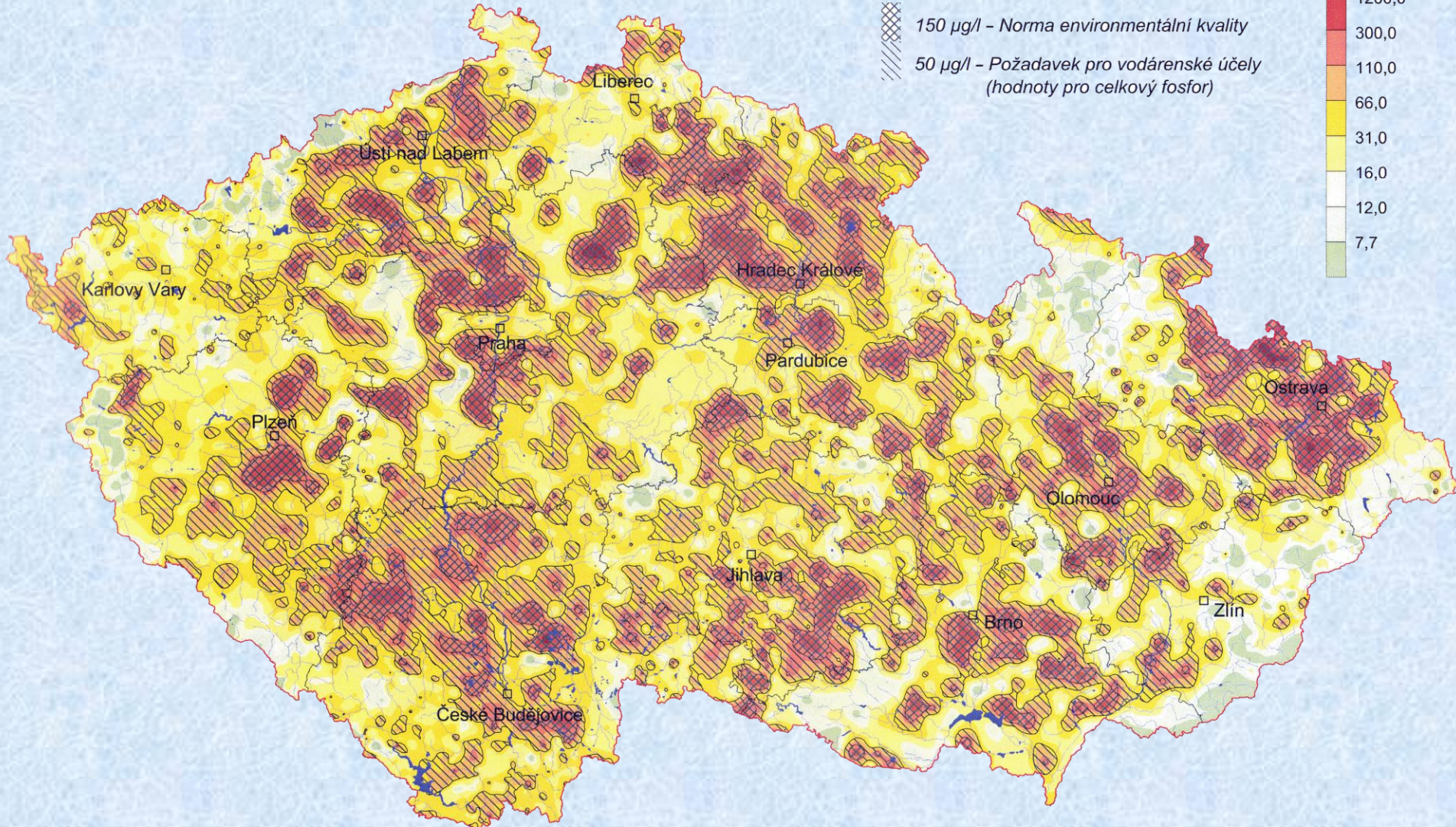
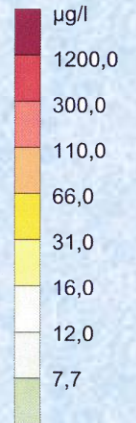


# Rozpuštěný fosfor

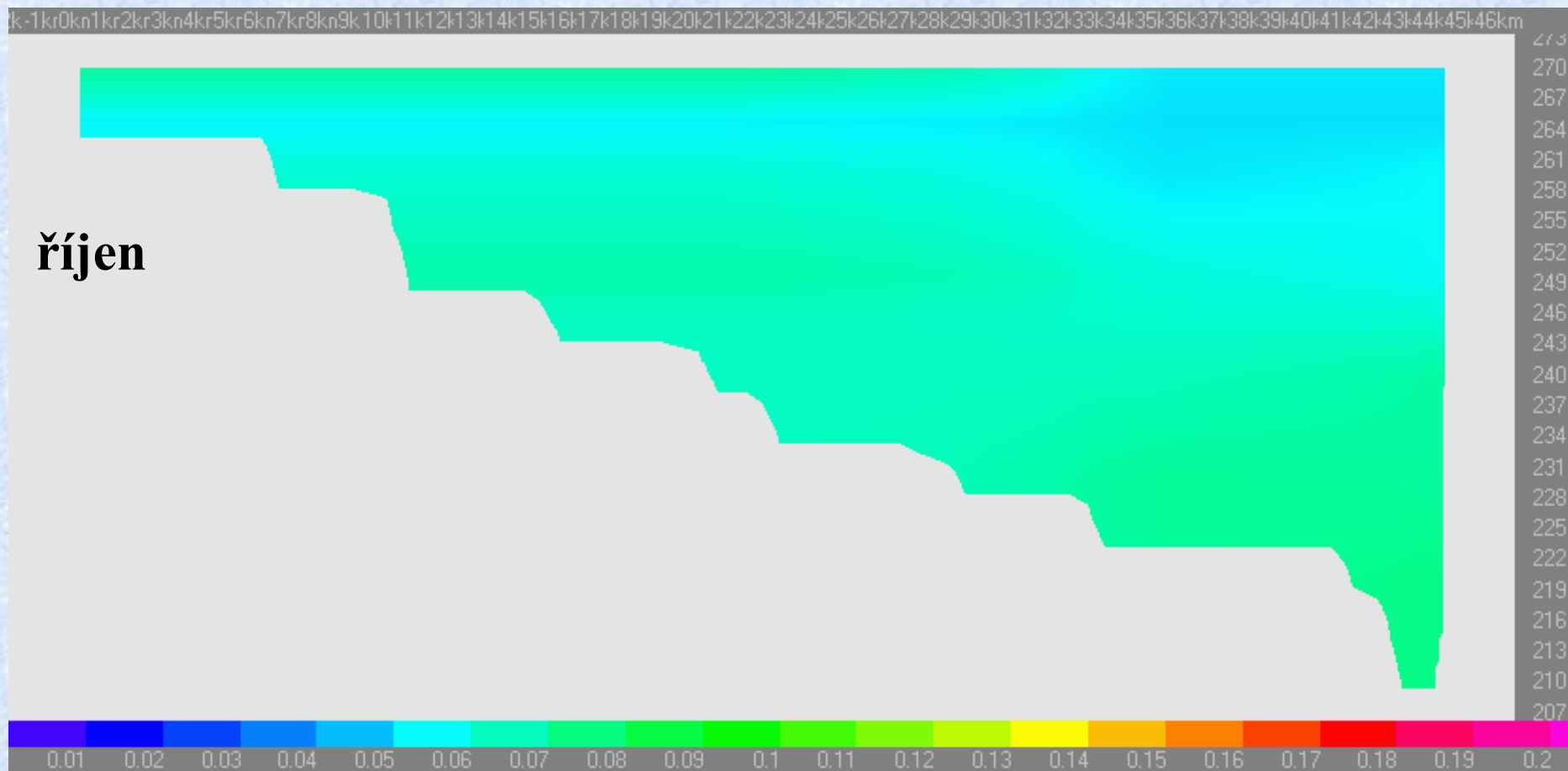
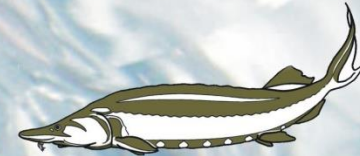


**Překročení přípustného znečištění  
(61/2003 Sb. ve znění novely 23/2011 Sb.)**

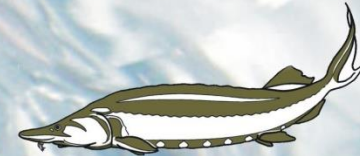
-  150 µg/l - Norma environmentální kvality
-  50 µg/l - Požadavek pro vodárenské účely  
(hodnoty pro celkový fosfor)



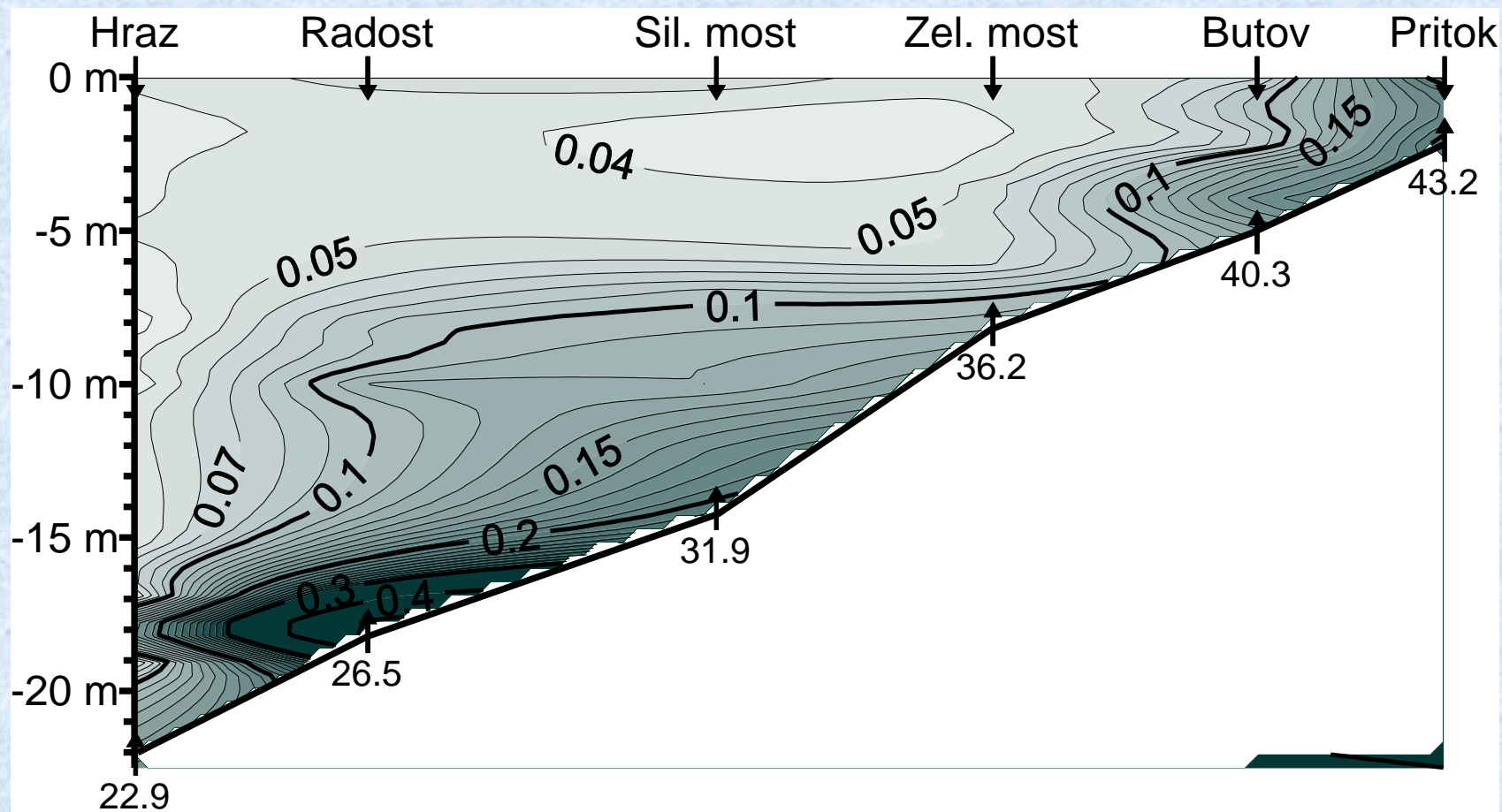
# FOSFOR CELKOVÝ



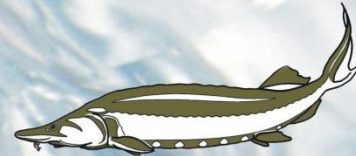
# FOSFOR CELKOVÝ



září



# Nejdůležitější kationty ve vodách



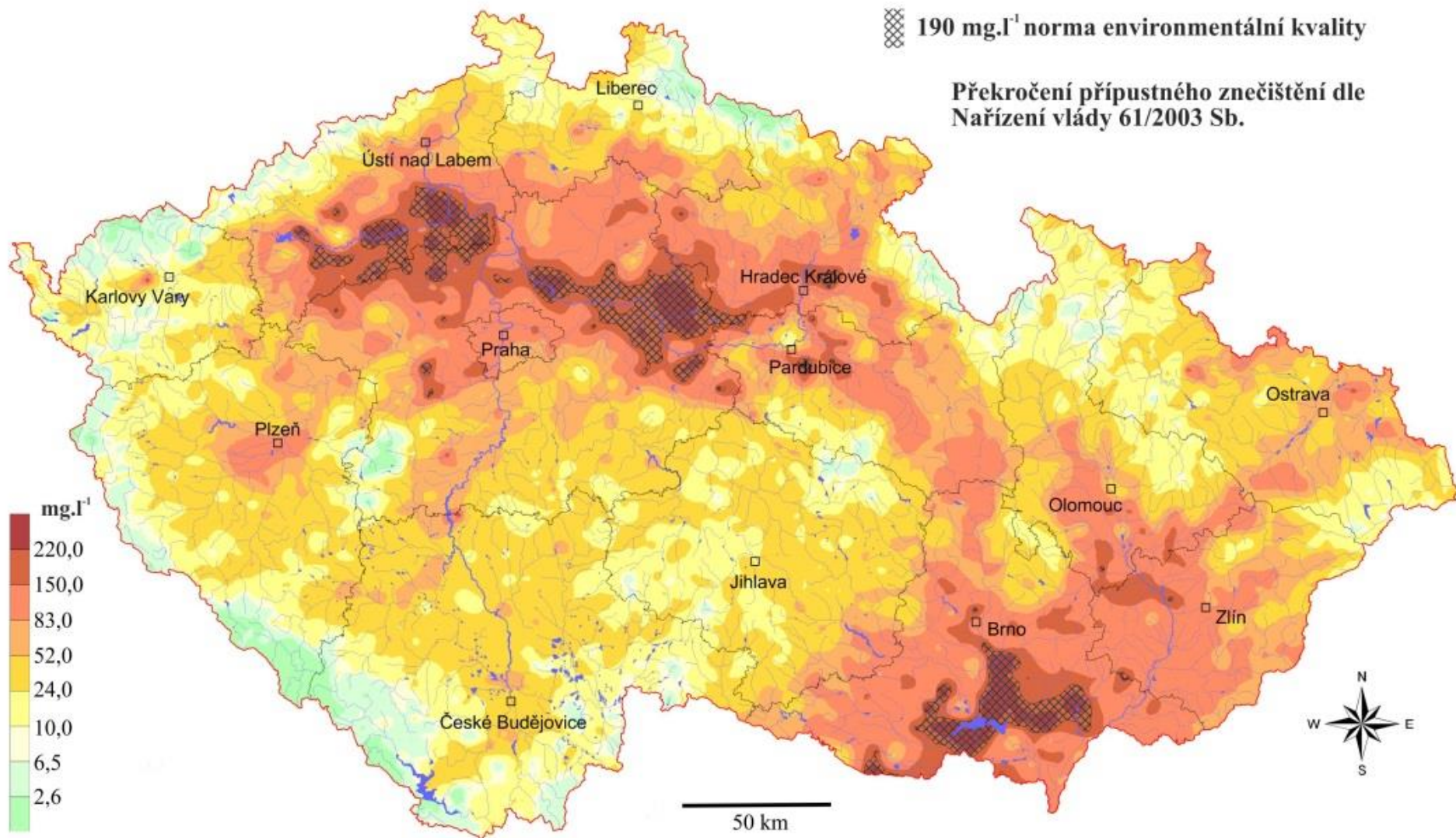
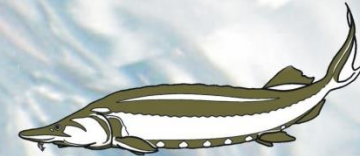
- **Vápník** - obsah v zemské kůře 3,5 %, do vody vyluhováním převážně vápenců ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomitů ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), sádrovce ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) a dalších minerálů.
- Větší množství Ca ve vodách je dáno obsahem rozpuštěného  $\text{CO}_2$ , který výrazně zvyšuje rozpustnost látek na bázi uhličitánů
- Umělým zdrojem Ca jsou odpadní vody z provozů, kde dochází k neutralizaci vápnem nebo vápencem nebo při odkyselování.
- Ca ve vodě převážně jako jednoduchý kationt  $\text{Ca}^{2+}$ , v alkalické oblasti ,(pH nad 9) výrazně stoupá podíl iontového asociátu  $[\text{CaCO}_3(\text{aq})]^0$ .
- Ca je důležitý stavební prvek, především mechanických pletiv a rozhoduje o stabilitě pH vody
- Množství Ca ve vodách závisí převážně na geologickém podloží, v prahorních útvarech (žuly,ruly) mívají toky pouze několik  $\text{mg.l}^{-1}$ , vody z vápencových (krasových) útvarů i několik set  $\text{mg.l}^{-1}$

# Nejdůležitější kationty ve vodách



Lokalita	Ca <sup>2+</sup>	Lokalita	Ca <sup>2+</sup>
<b>Rybníky</b>		<b>Údolní nádrže</b>	
Sykovec (kraj Vysočina)	9,6 (7,1–14,0)	Hamry (Pardubický kraj)	10,6 (8,6–12,0)
Medlov (kraj Vysočina)	9,9 (6,0–18,0)	Husinec (Jihočeský kraj)	9,4 (1,3–28,0)
Pístovický (Jihomoravský kraj)	48,7 (29,1–72,8)	Plumlov (Olomoucký kraj)	35,0 (30,7–40,9)
Jaroslavický (Jihomoravský kraj)	39,1 (30,2–45,0)	Brněnská (Jihomoravský kraj)	39,6 (32,7–45,0)
Zámecký (Jihomoravský kraj)	48,3 (31,9–73,6)	<b>Řeky a říčky</b>	
Novoveský (Jihomoravský kraj)	61,8 (38,9–108,1)	Fryšávka (kraj Vysočina)	12,3 (8,2–16,0)
Lužický (Jihomoravský kraj)	78,0 (60,6–94,0)	Bečva (Zlínský kraj)	52,1 (28,6–77,0)
Křížový (Jihomoravský kraj)	122,1 (86,2–160,3)	Svratka (Jihomoravský kraj)	20,9 (14,1–37,1)
Nesyt (Jihomoravský kraj)	120,6 (81,8–108,1)	Ošetnice (Moravskoslezský kraj)	26,8 (20,1–38,3)

# Koncentrace vápníku ( $\text{Ca}^{2+}$ ) v povrchových vodách ČR v letech 2007–2010

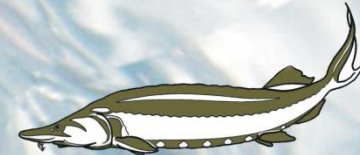


# Nejdůležitější kationty ve vodách



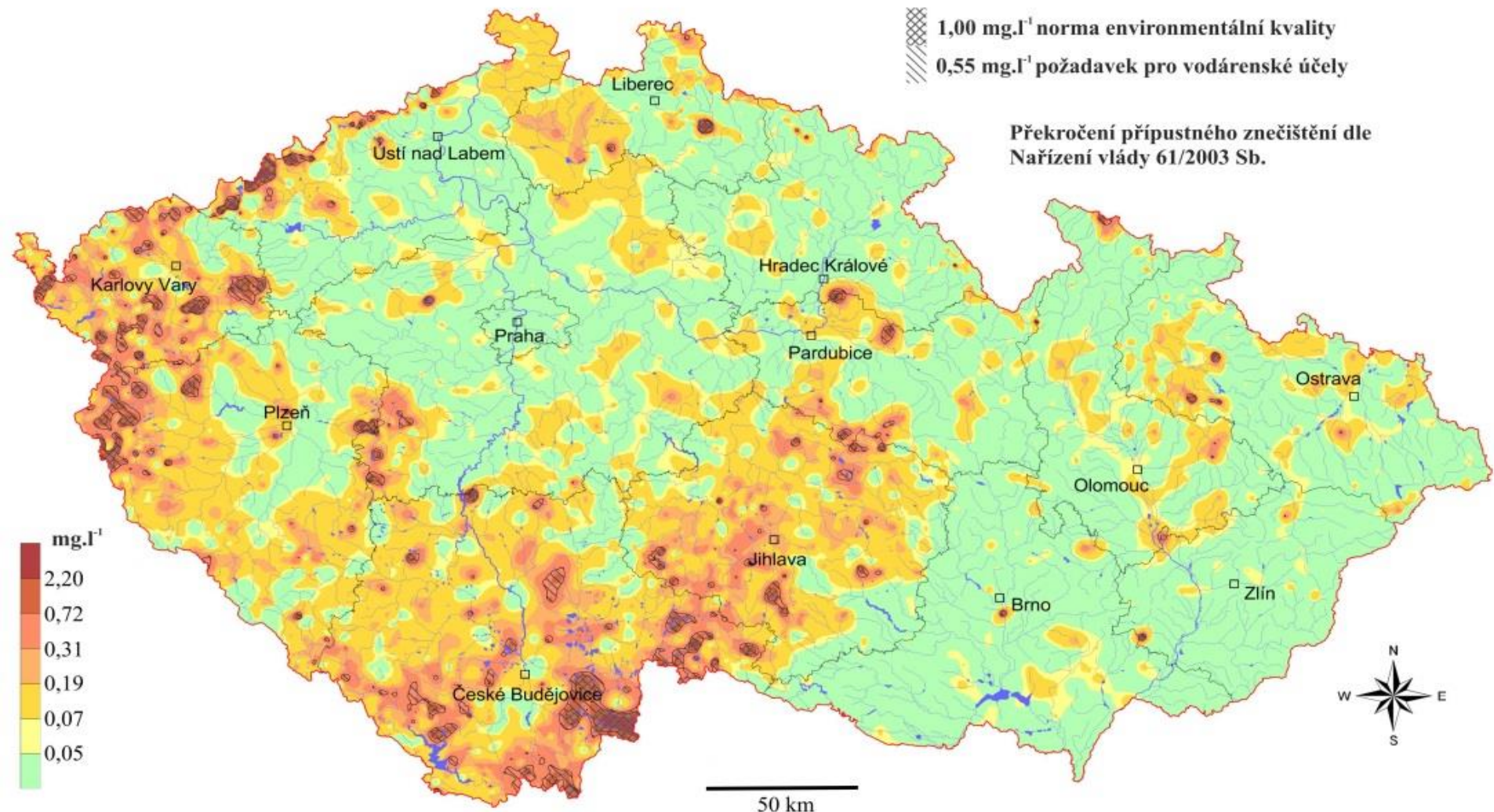
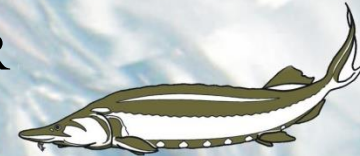
- **Železo** – do vod nejčastěji vyluhováním z železných rud: pyrit  $\text{FeS}_2$ , krevet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , magnetovec  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , hnědel  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , siderit  $\text{FeCO}_3$  a hlinitokřemičitanů, rozpouštění napomáhá přítomnost  $\text{CO}_2$  a humusových kyselin
- Umělým zdrojem železa jsou odpadní vody z drátoven, válcoven a také korozní procesy v potrubí
- Ve vodách nejčastěji v oxidačním stupni II (bezkyslíkaté prostředí) a III (kyslíkaté prostředí) v rozpuštěné nebo nerozpuštěné formě, část Fe i v koloidním stavu
- V podzemních vodách až několik desítek  $\text{mg.l}^{-1}$  Fe, v prostých povrchových setiny až jednotky  $\text{mg.l}^{-1}$  Fe

# Nejdůležitější kationty ve vodách

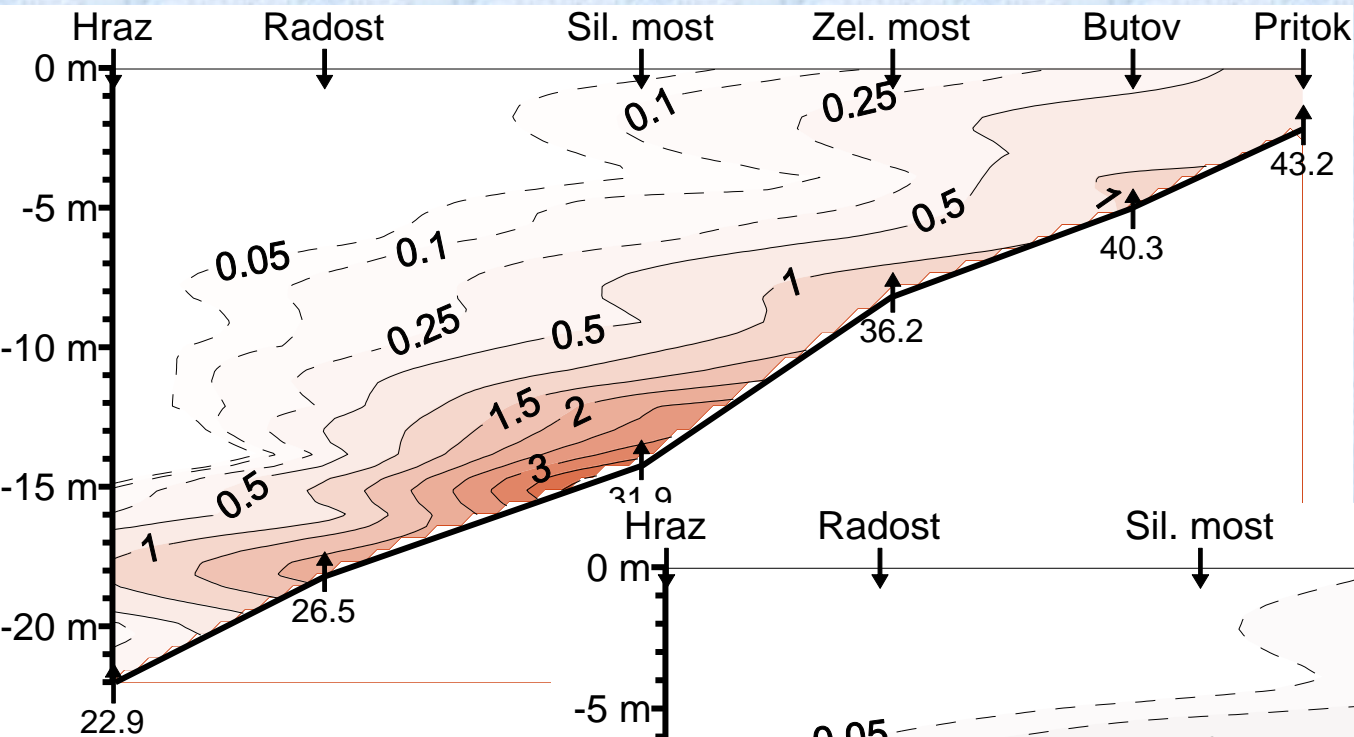
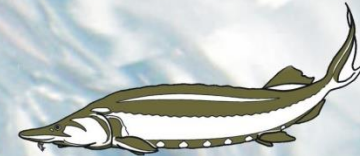


- V rybářských provozech mohou vyšší koncentrace Fe způsobit značné problémy, především v odchovných ranných stadiích ryb a líhních.
- Fe se sráží na alkalicky reagujících žábrách ryb a na jikrách. Sraženina zabraňuje výměně plynů, dochází k pomnožení železitých bakterií a úhynům jiker a ryb.
- Úprava přítokových vod (prokysličení – vysrážení Fe v oxidačním stupni III).
- Nejčastější problémy u vod s nižším pH (chov lososovitých ryb).
- Koncentrace Fe v rozpuštěné formě je limitována pod  $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$  pro kaprovité a pod  $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$  pro lososovité.

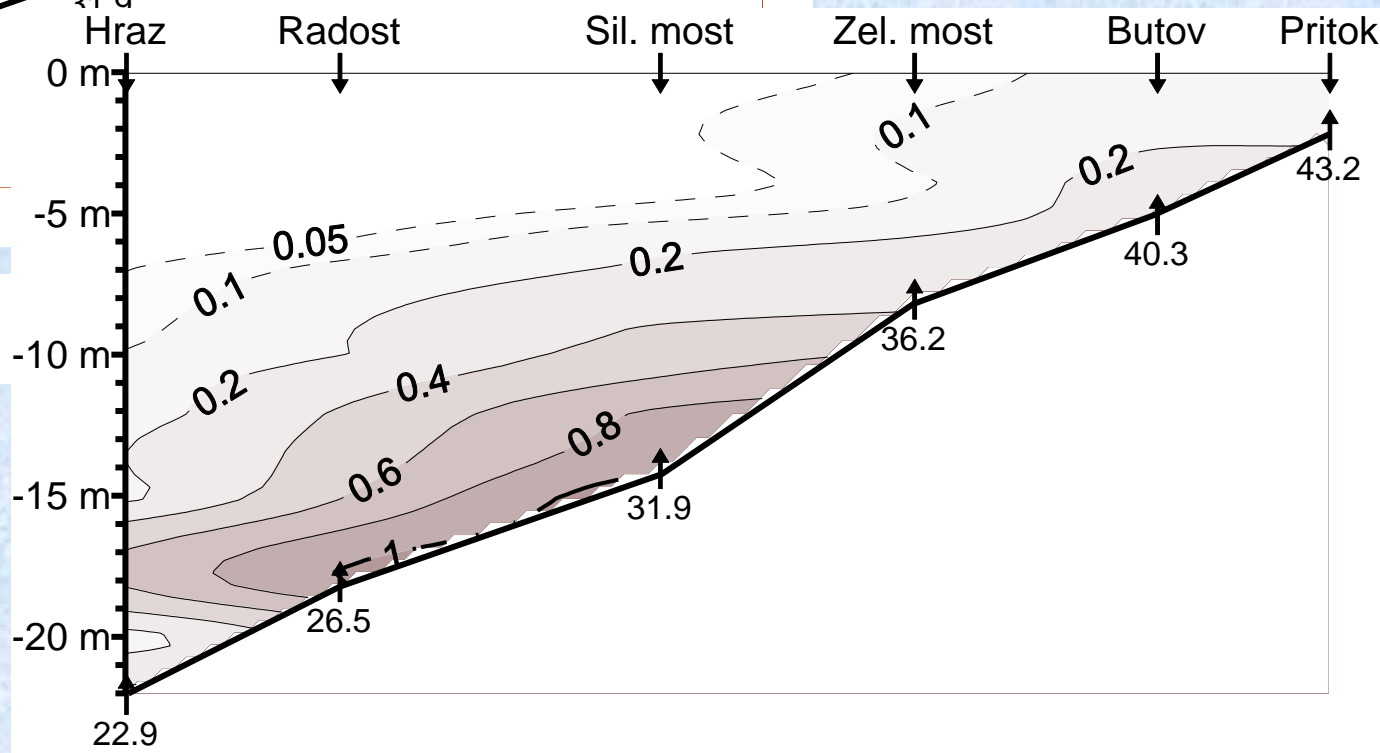
# Koncentrace rozpuštěného železa ( $\text{Fe}_{\text{rozp.}}$ ) v povrchových vodách ČR v letech 2007–2010



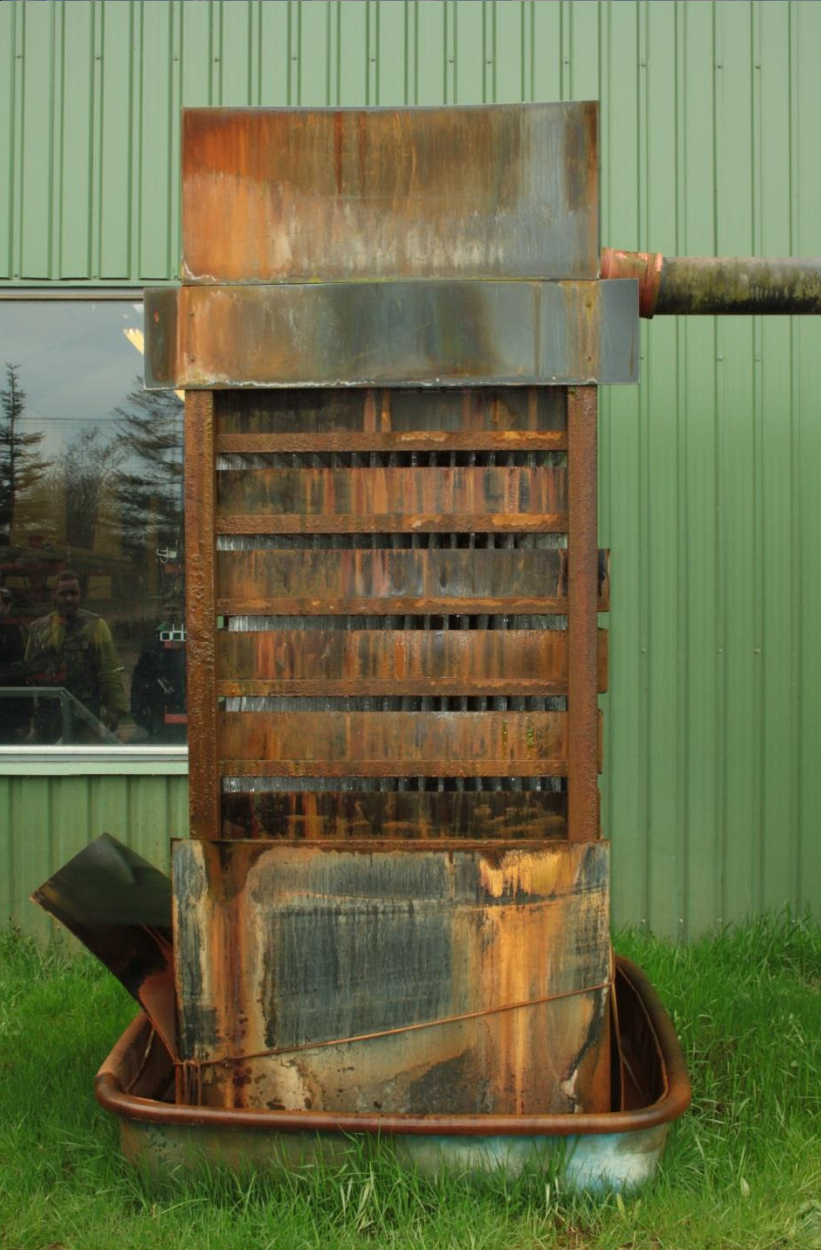
# ŽELEZO - MANGAN



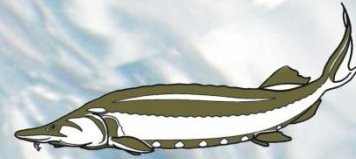
srpen





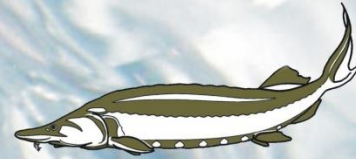


# Organické látky



- Přirozeného původu jsou z výluhů okolní půdy a sedimentů, z produktů životní činnosti rostlinných a živočišných organismů žijících ve vodě.
- Umělého původu jsou především z odpadních vod splaškových, průmyslových, odpady a splachy ze zemědělství.
- Z biologického hlediska může jít o látky podléhající biologickému rozkladu, nebo o látky biochemicky rezistentní.
- Obsah organických látek se ve vodách pohybuje v širokém rozmezí, v pitných vodách jsou přítomny desetiny až jednotky  $\text{mg.l}^{-1}$ , v povrchových desítky  $\text{mg.l}^{-1}$  a ve znečištěné vodě i desítky  $\text{g.l}^{-1}$ .

# Organické látky



- Významně ovlivňují kvalitu a vlastnosti povrchových vod, některé jsou toxické, karcinogenní, mutagenní, jiné ovlivňují kyslíkovou bilanci, sensorické vlastnosti vody, barvu vody aj.
- Především huminové látky tvoří komplexní sloučeniny (cheláty) s řadou kovů, které jsou asimilovatelné primárními producenty a umožňují tak pokrytí metabolické potřeby mikroelementů.
- Hrají důležitou roli (i v minimálních koncentracích) v orientaci lososovitých ryb při návratu na trdliště.
- Celkové množství a druhová pestrost organických látek antropického původu neustále narůstá.

# Organické látky



- Stanovení organických látek – dokonalá přímá metoda doposud není k dispozici, nejběžnější nepřímé metody založené na chemické nebo biochemické oxidaci.
- Obsah organických látek se obvykle vyjadřuje údajem o spotřebě kyslíku na jejich oxidaci.
- Základní metody:
- Stanovení chemické spotřeby kyslíku (CHSK), stanovení biochemické spotřeby kyslíku (BSK) a stanovení organického uhlíku (TOC).

Lokalita	BSK <sub>5</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	CHSK <sub>Mn</sub>	TOC
<b>Údolní nádrže</b>				
Husinec (Jihočeský kraj)	2,79 (0,5–8,4)	18,8 (4,9–72,0)	6,60 (1,8–20,0)	7,5 (2,3–30,7)
Brněnská (Jihomoravský kraj)	6,03 (0,6–10,9)	25,9 (15,6–47,0)	8,74 (4,5–12,7)	11,3 (7,3–17,5)
<b>Rybníky</b>				
Pístovický (Jihomoravský kraj)	6,31 (2,3–12,9)	23,8 (8,0–36,0)	8,75 (4,2–13,1)	15,7 (10,9–26,0)
Sykovec (kraj Vysočina)	3,15 (2,1–4,7)	34,0 (18,3–52,7)	13,49 (9,5–20,6)	11,9 (9,3–15,1)
Medlov (kraj Vysočina)	5,36 (2,9–15,4)	37,4 (19,8–52,4)	15,21 (11,2–21,3)	15,7 (11,4–31,7)
Zámecký (Jihomoravský kraj)	12,17 (2,3–17,5)	46,3 (18,7–68,1)	15,34 (7,9–20,6)	17,0 (8,1–26,4)
Jaroslavický (Jihomoravský kraj)	12,13 (2,9–26,0)	51,6 (22,8–109,3)	18,45 (10,5–37,5)	19,5 (10,8–34,1)
<b>Řeky a říčky</b>				
Fryšávka (kraj Vysočina)	1,87 (1,1–3,5)	26,1 (6,0–53,1)	7,40 (4,0–12,4)	6,7 (1,0–15,8)
Dyje (Jihomoravský kraj)	2,30 (0,8–5,1)	21,0 (7,0–34,4)	5,41 (4,8–6,3)	6,1 (3,3–9,2)
Svratka (Jihomoravský kraj)	1,90 (0,4–4,8)	20,0 (9,9–43,8)	8,97 (5,5–12,5)	9,9 (5,7–16,5)