



- 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



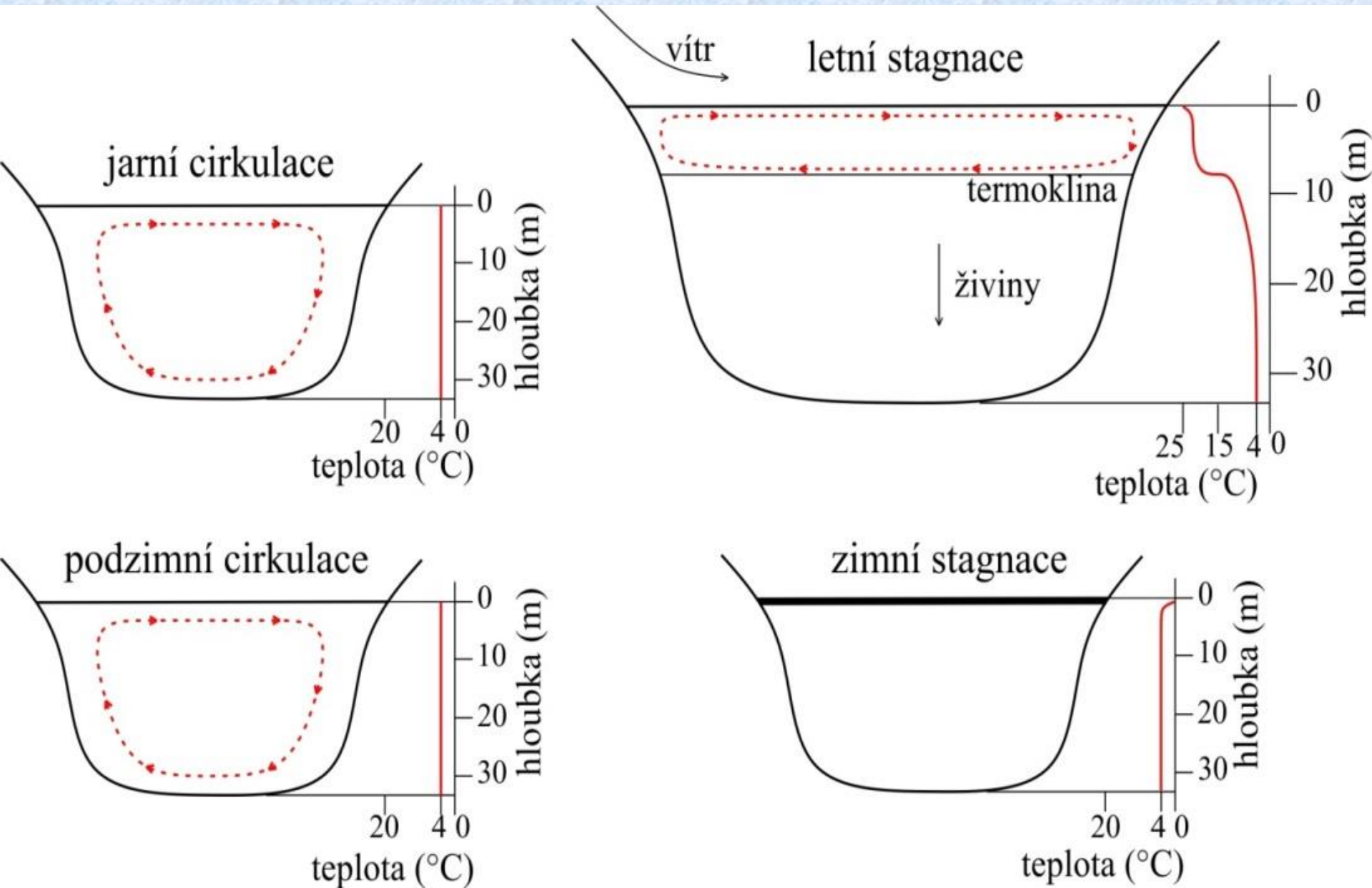
- Teplotní výkyvy jsou ve vodě daleko menší než ve vzduchu (vysoká měrná kapacita) a v důsledku toho působí větší nádrže v krajině jako jakési tepelné regulátory či moderátory klimatu okolní krajiny.
- Změny teploty v nádržích se časově opožďují za změnami teploty ovzduší a to tím více, čím je nádrž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

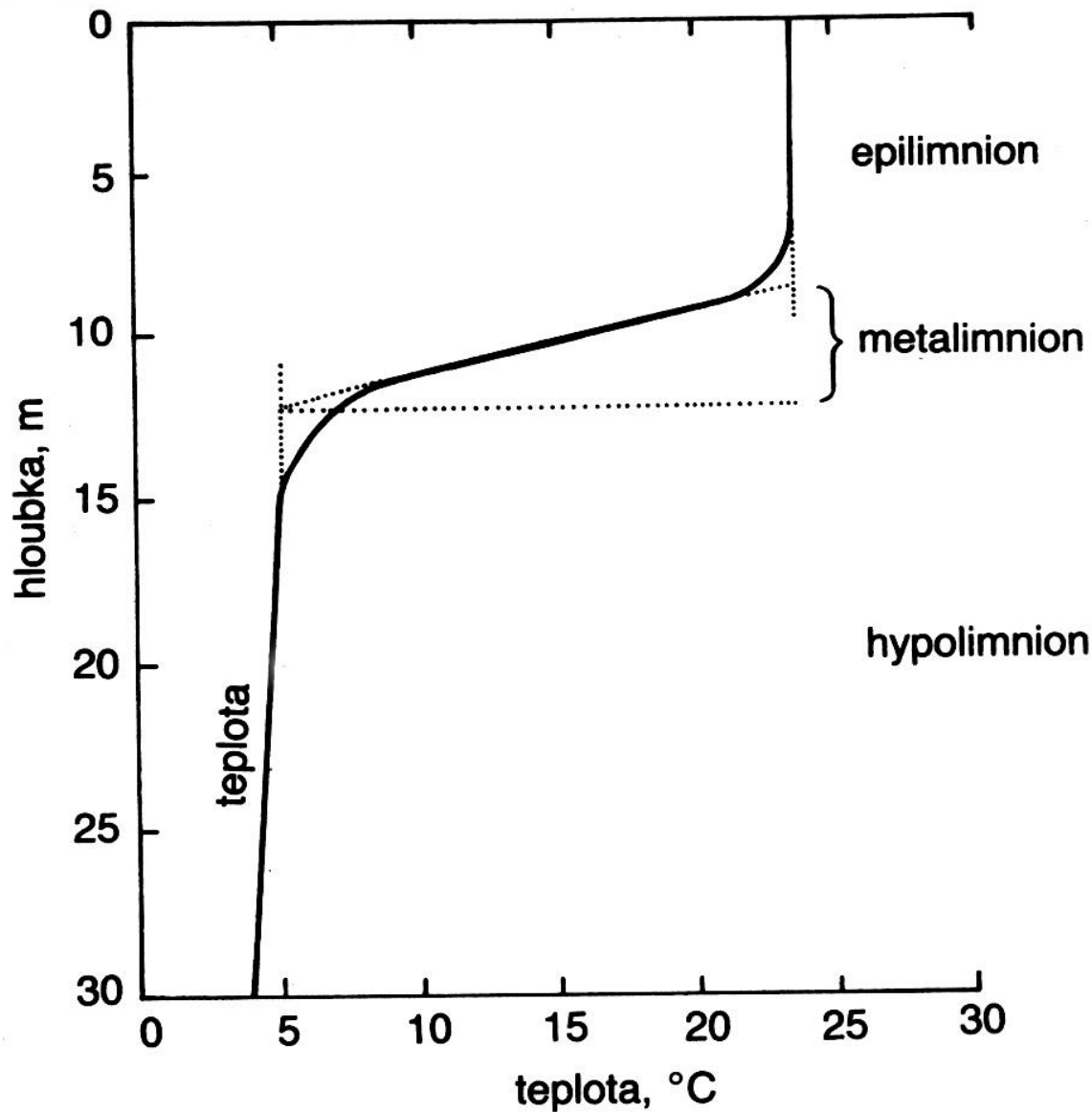
# Teplota vody a vzduchu



- 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 SEZÓNÍHO CYKLU TERMIKY JEZERA



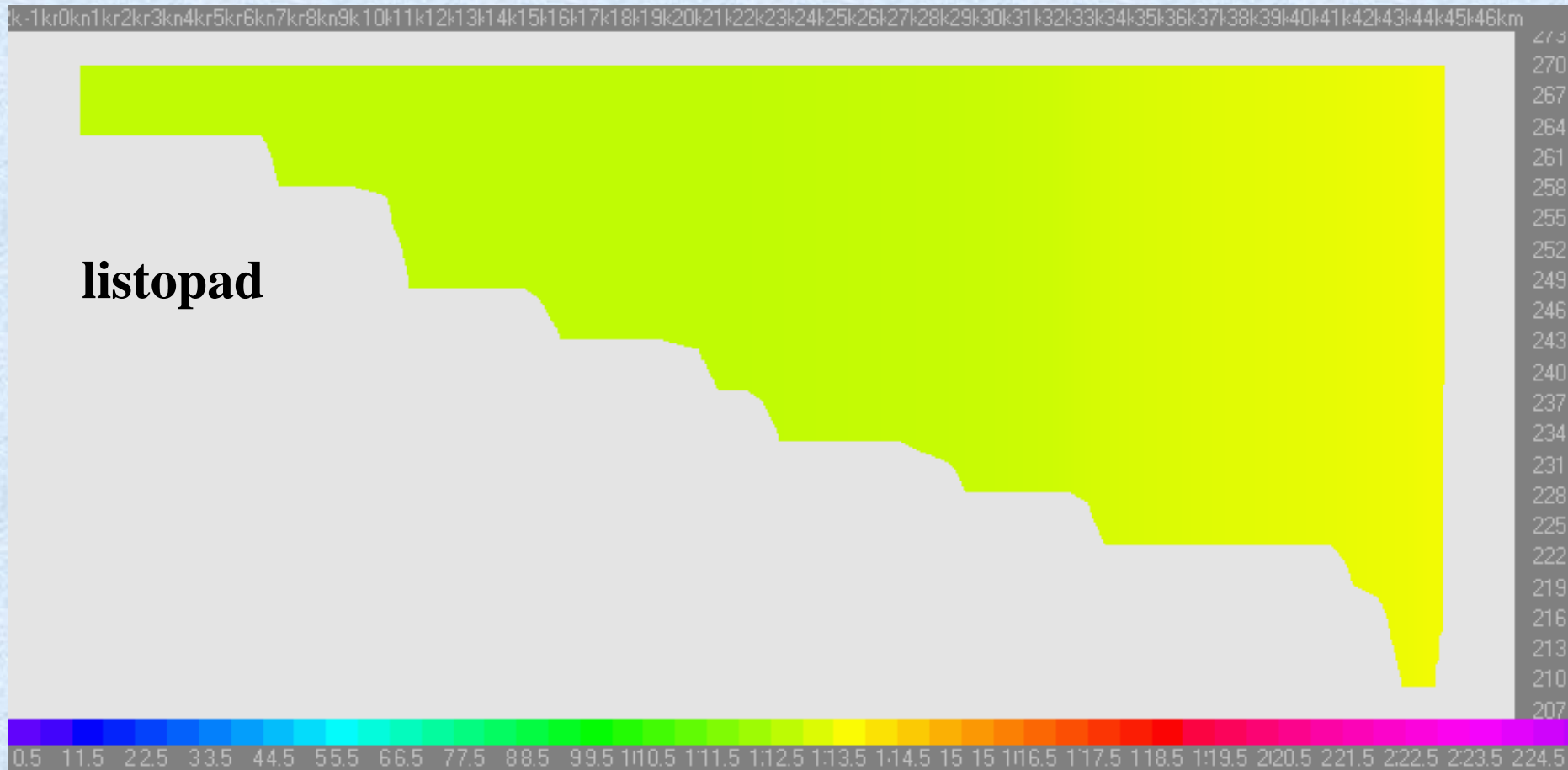


**Typické teplotní rozvrstvení vodních mas ve stratifikované nádrži. Skočnou vrstvou metalimnionu jsou v době letní stagnace odděleny svrchní oteplená vrstva epilimnionu od spodní chladnější vrstvy hypolimnionu**

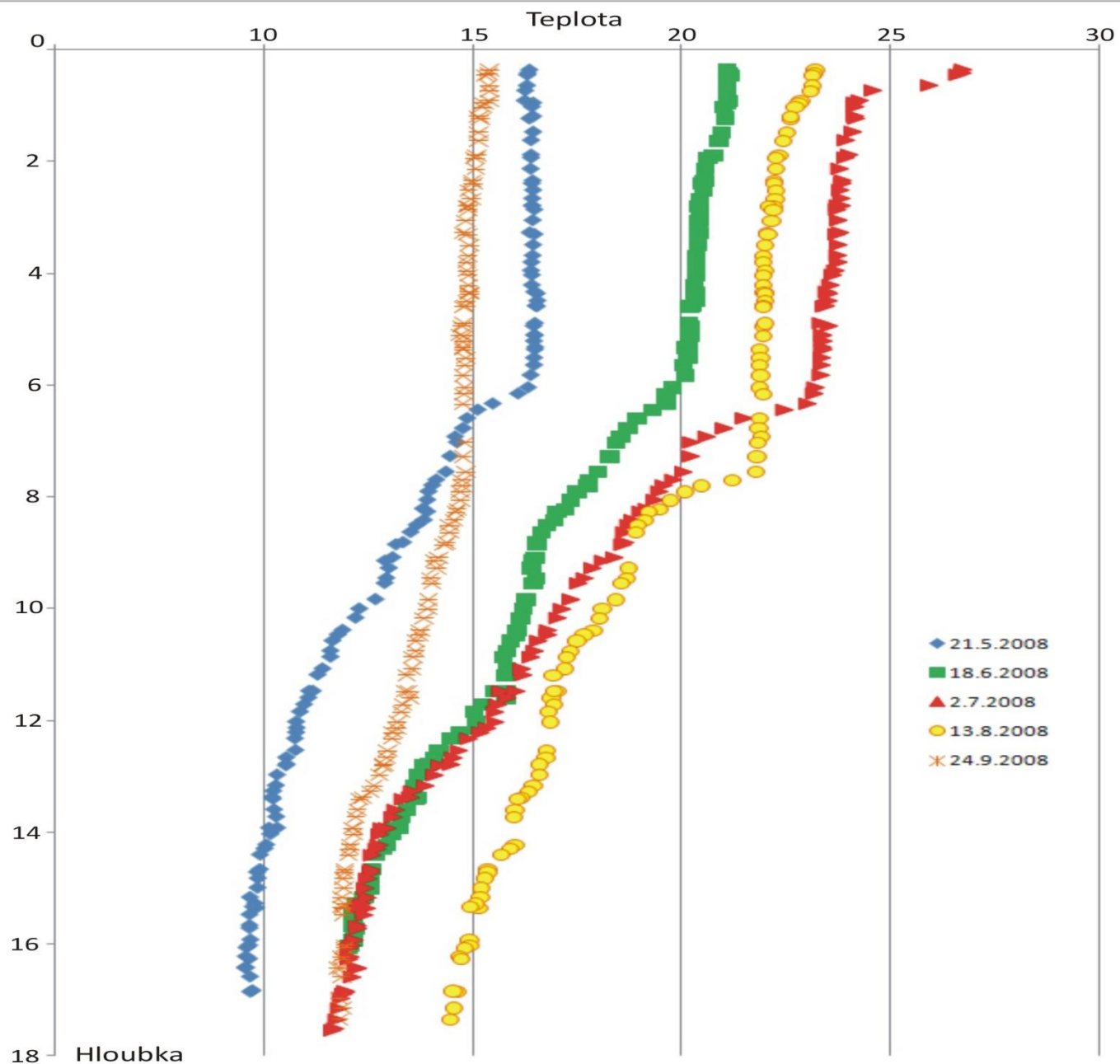
# TEPLOTNÍ STRATIFIKACE



## Záleží na morfologii a průtočnosti nádrže



Teplotní  
stratifikace  
na lokalitě  
Brněnská přehrada  
– hráz v roce 2008

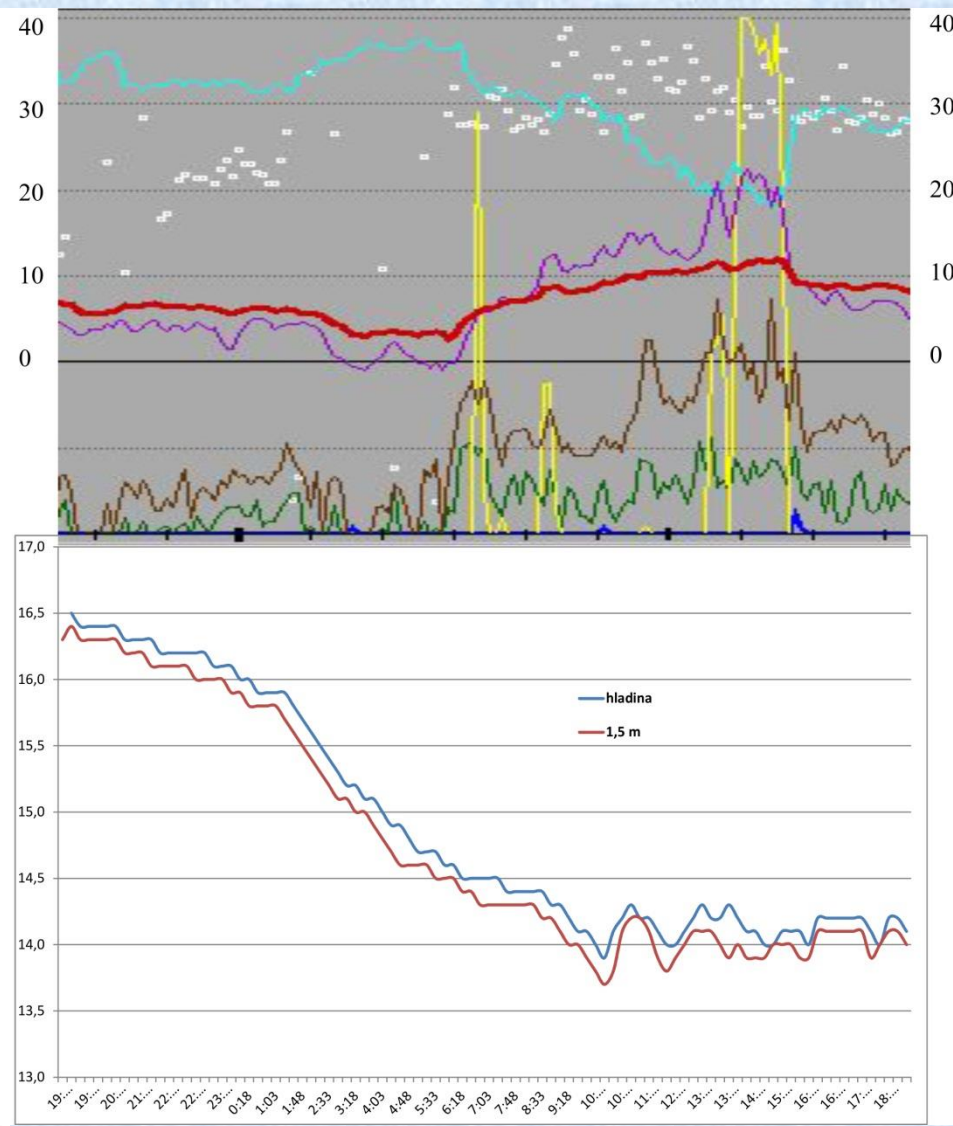
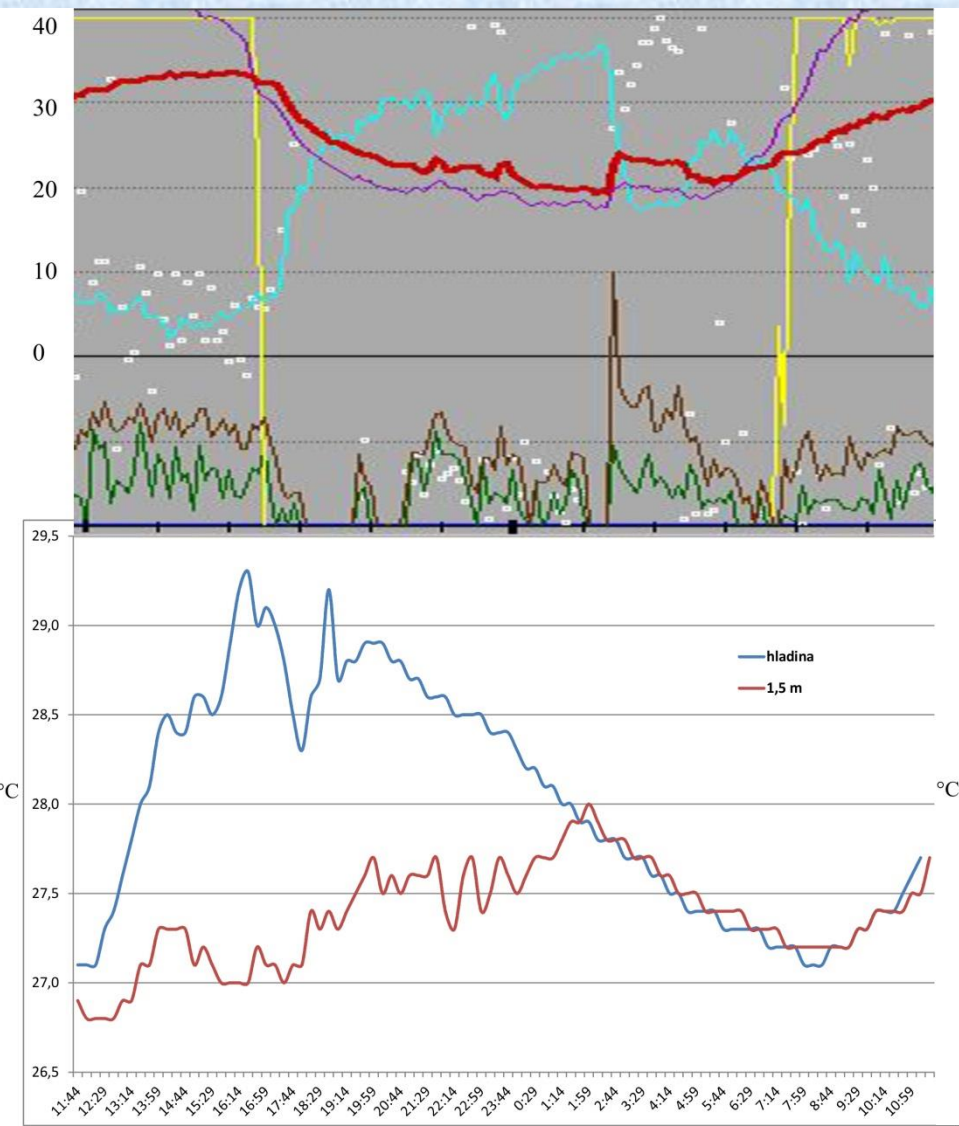


# Změny teploty během 24 hod. v rybníce



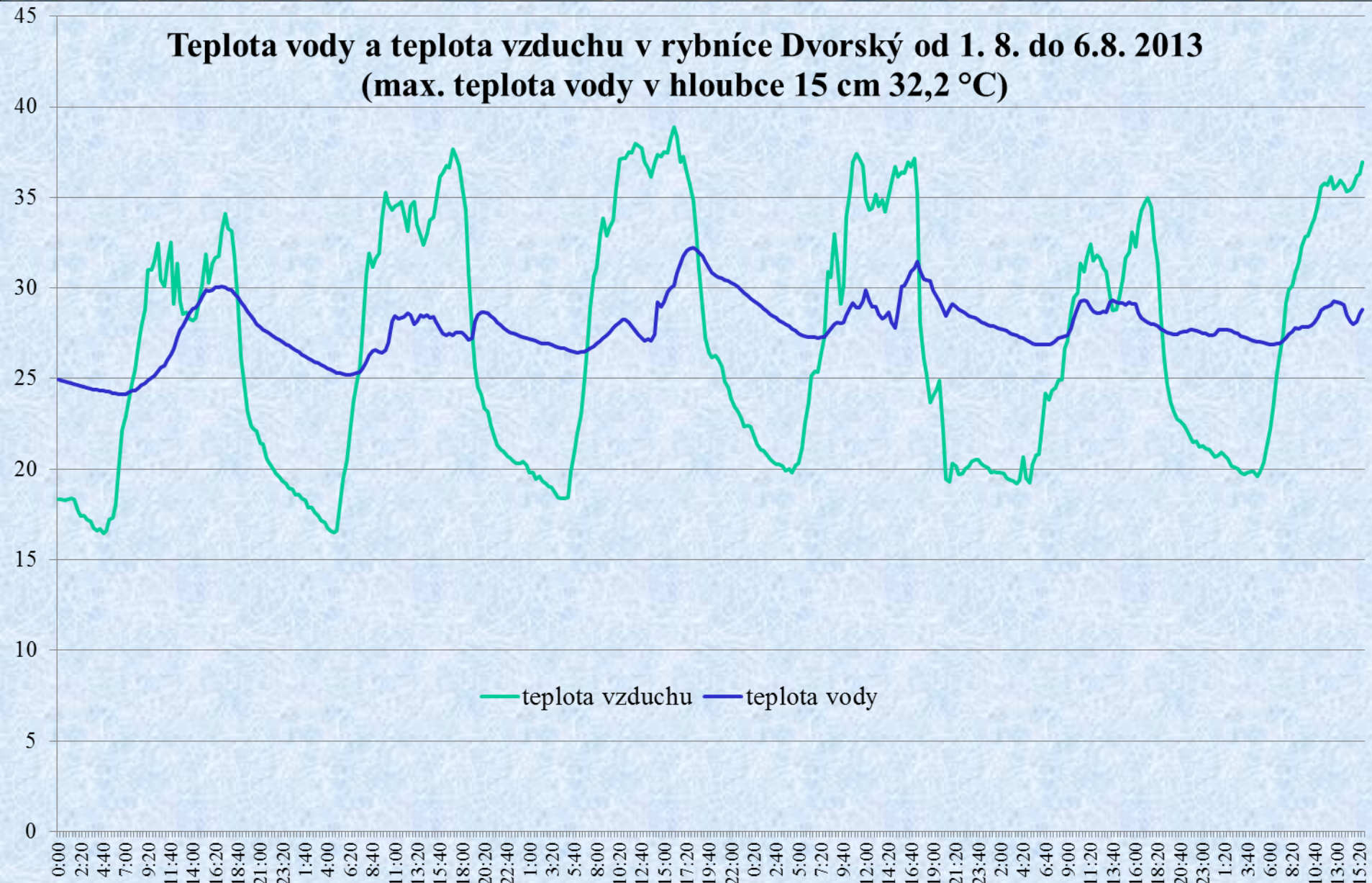
24-25.8.2011

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



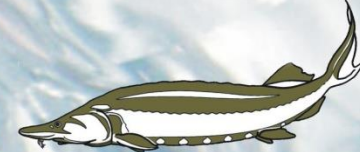
- Zákal vody může být způsoben buď neživými, jemně rozptýlenými částicemi (abiosestonem) nebo drobnými planktonními živými organismy (biosestonem).
- Rozlišení biogenního a nebiogenního zákalu je pro rybářskou praxi velmi důležité, poněvadž biogenní zákal nepřímo informuje o intenzitě primární produkce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



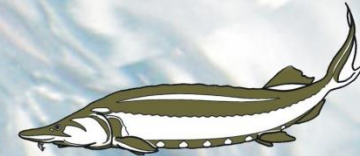
| <b>ROK</b> | <b>průhlednost</b> |
|------------|--------------------|
|            | cm                 |
| 2001       | 41<br>25 - 90      |
| 2002       | 45<br>0 - 150      |
| 2003       | 49<br>20 - 80      |
| 2004       | 148<br>110 - 150   |

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

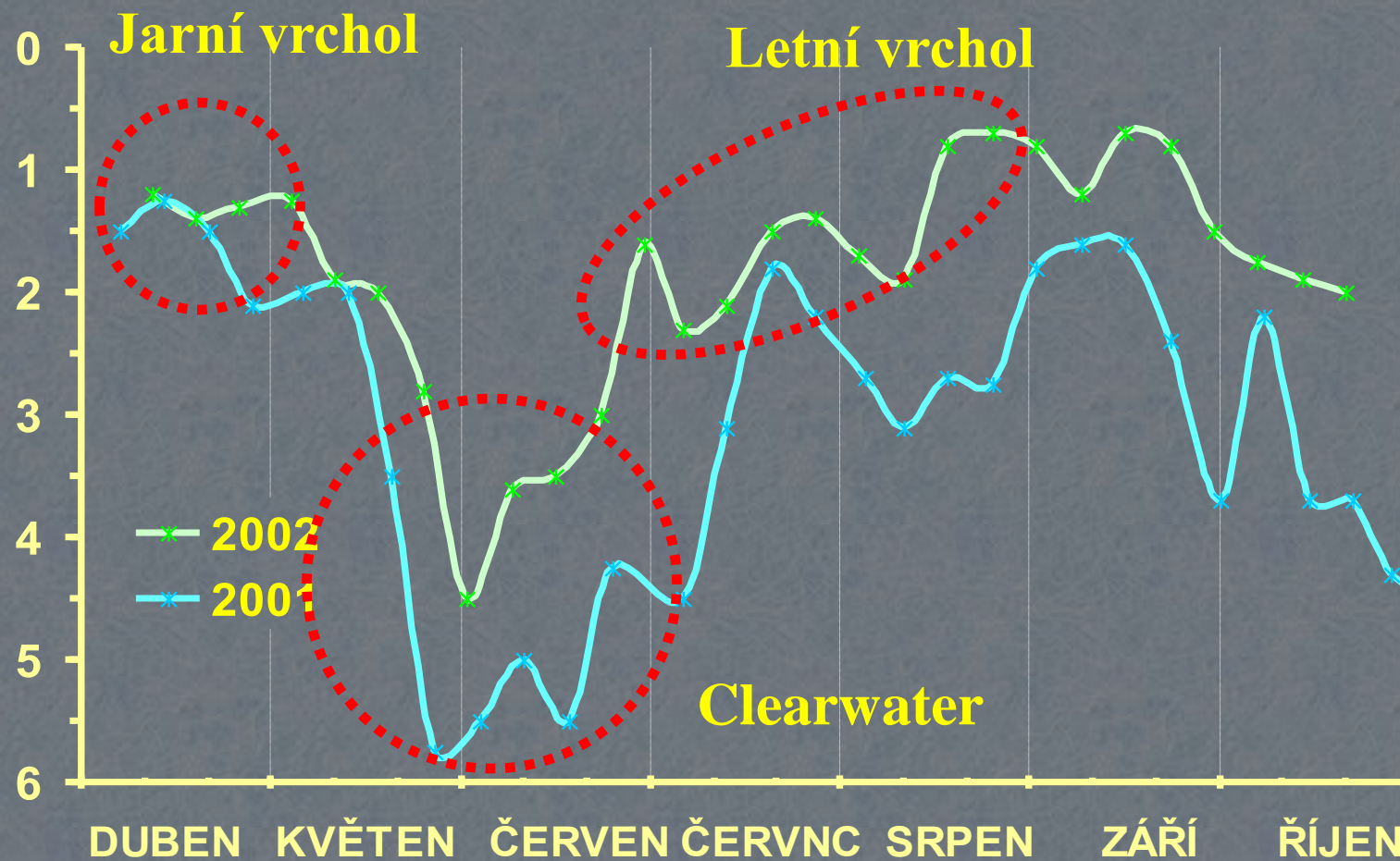


| <b>Datum</b> | <b>NESYT</b> | <b>HLOHOVECKÝ</b> | <b>PROSTŘEDNÍ</b> | <b>MLÝNSKÝ</b> |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 13.4.        | 25           | 65                | 160 (dno)         | 150 (dno)      |
| 30.4.        | 25           | 220 (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             |

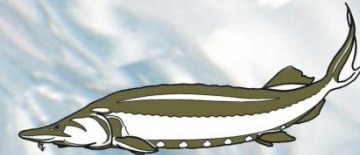
# NÁDRŽE OBECNĚ



## PRŮHLEDNOST (m)



# Vodivost (měrná vodivost - konduktivita)



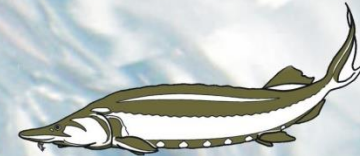
- Vodivost je převrácená hodnota odporu a její jednotkou je 1 S (siemens).
- Destilovaná voda je prakticky nevodivá, voda se stává vodivou pro elektrický proud vlivem rozpuštěných minerálních látek.
- Vodivost vody závisí na:
  - koncentraci a disociačním stupni elektrolytů
  - nábojovém čísle iontů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



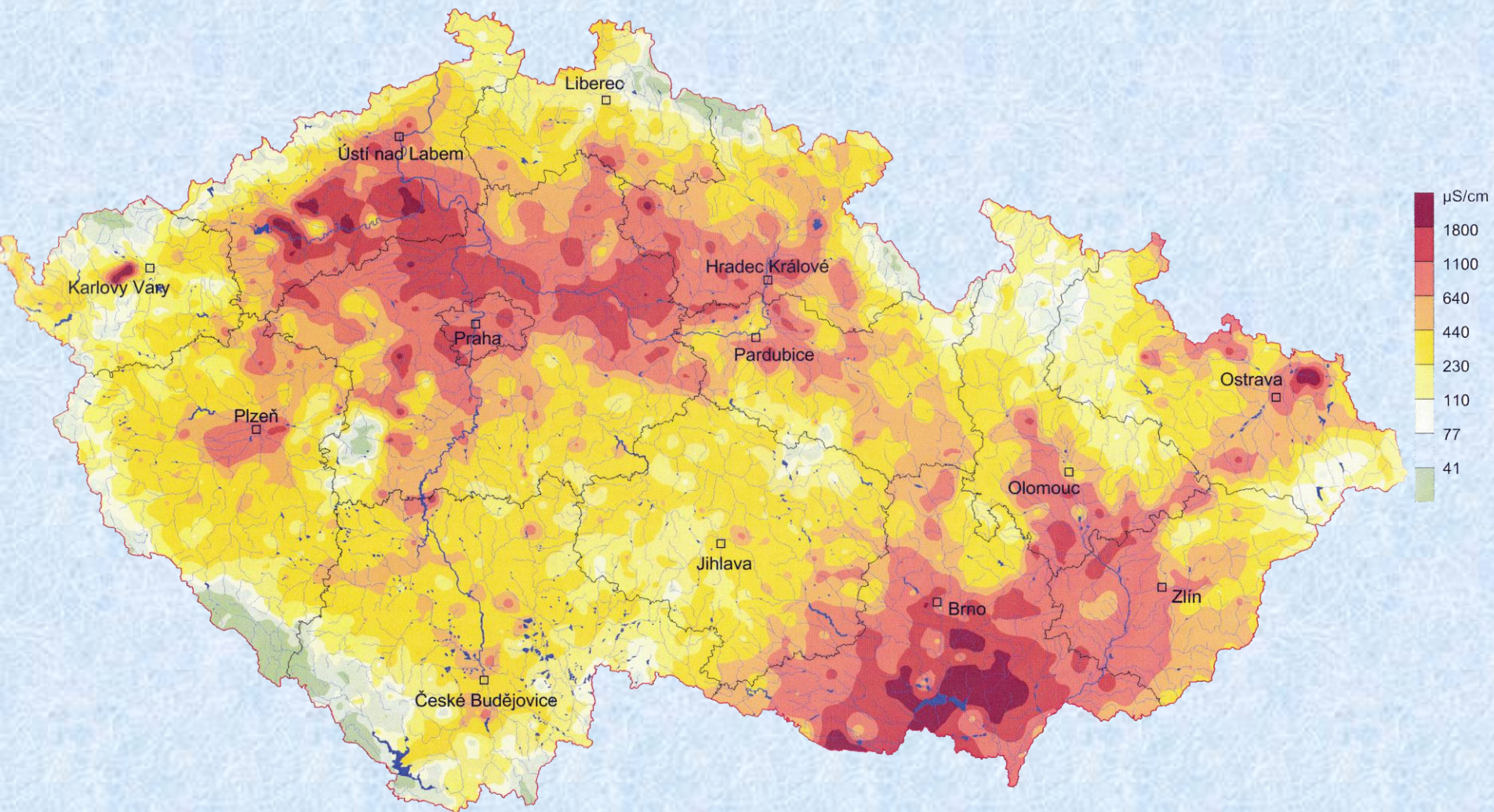
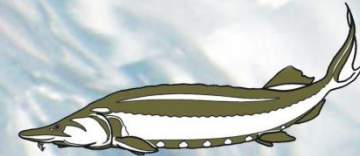
- Stanovená konduktivita vody nám dává informaci o obsahu aniontů a kationtů rozpuštěných ve vodě.
- Na základě výsledku lze odhadovat stupeň mineralizace vody, stanovení je vhodné pro kontrolu kvality destilované vody a při dlouhodobém sledování daného druhu vody, protože konduktivita prokáže změny 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<br>(kraj Vysočina)          | 7,8<br>(7,1–9,4)       | Hamry<br>(Pardubický kraj)         | 10,2<br>(8,1–11,1)                 |
| Medlov<br>(kraj Vysočina)           | 11,0<br>(8,8–13,4)     | Opatovice<br>(Jihomoravský kraj)   | 25,9<br>(19,2–27,9)                |
| Jaroslavický<br>(Jihomoravský kraj) | 40,4<br>(30,5–49,4)    | Brněnská<br>(Jihomoravský kraj)    | 31,9<br>(26,7–35,6)                |
| Zámecký<br>(Jihomoravský kraj)      | 52,2<br>(35,1–70,1)    | Plumlov<br>(Jihomoravský kraj)     | 33,1<br>(27,9–45,6)                |
| Dvorský<br>(Jihomoravský kraj)      | 71,1<br>(62,6–89,1)    | <b>Řeky a říčky</b>                |                                    |
| Lužický<br>(Jihomoravský kraj)      | 78,8<br>(64,3–97,1)    | Fryšávka<br>(kraj Vysočina)        | 12,1<br>(7,6–16,4)                 |
| Prostřední<br>(Jihomoravský kraj)   | 127,8<br>(99,3–146,7)  | Svratka<br>(Jihomoravský kraj)     | 20,0<br>(17,9–23,3)                |
| Nesyt<br>(Jihomoravský kraj)        | 134,2<br>(95,0–173,7)  | Bečva<br>(Zlínský kraj)            | 31,3<br>(16,2–41,4)                |
| Křížový<br>(Jihomoravský kraj)      | 230,6<br>(217,7–247,0) | Ošetnice<br>(Moravskoslezský kraj) | 36,6<br>(21,9–31,5)<br>(33,0–59,2) |

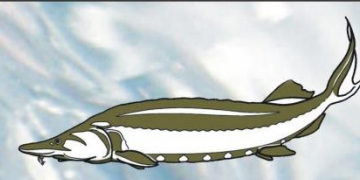
# Konduktivita v letech 2007-2010



# 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 methylooranž (4,4-4,5) a kysele na fenolftalein (8,3)

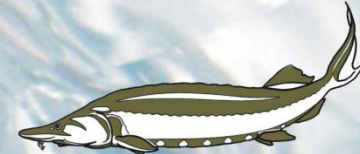


- v přírodních vodách, kde hlavní protolytický systém tvoří  $\text{CO}_2$  a jeho iontové formy, má z analytického hlediska největší význam stanovení  $\text{KNK}_{4,5}$
- u odpadních vod má z technologického hlediska největší význam stanovení neutralizační kapacity do pH 7

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



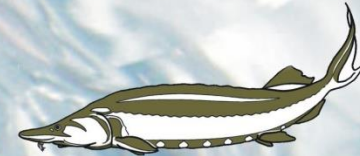
- Kyselost vodných roztoků je způsobena nadbytkem vodíkových  $\text{H}^+$  iontů, zásaditost nadbytkem hydroxylových iontů  $\text{OH}^-$ . Koncentrace vodíkových iontů kolísá ve velmi širokém rozmezí mnoha řádů, proto se k vyjádření používá **záporně vzatý dekadický logaritmus jejich koncentrace (aktivity)**.
- $(a_{\text{H}^+}) = 10^{-\text{pH}}$
- $\text{pH} = -\log(a_{\text{H}^+})$
- 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

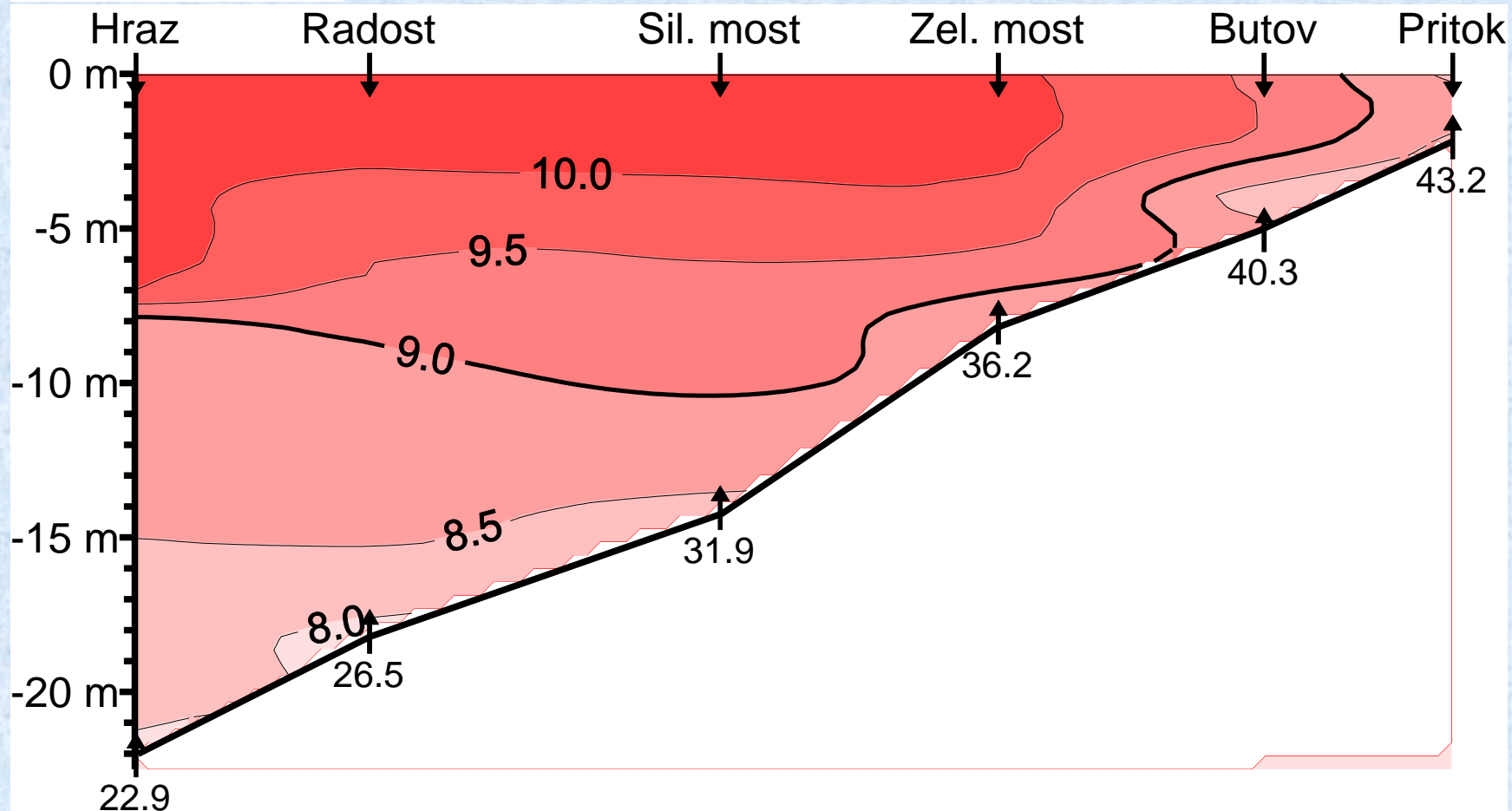


- Dobrá rybniční voda má mít pH mezi 7,0 až 8,0, tj. slabě alkalickou reakci. O udržení pH v těchto mezích rozhoduje především dostatečné množství  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , který společně s  $\text{H}_2\text{CO}_3$  brání většímu kolísání pH.
- Nízké pH vody bývá nejčastěji tam, kde je ve vodě málo 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.**

| <b>Datum</b> | <b>Nesyt</b> | <b>Hlohovecký</b> | <b>Prostřední</b> | <b>Mlýnský</b> |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 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           |

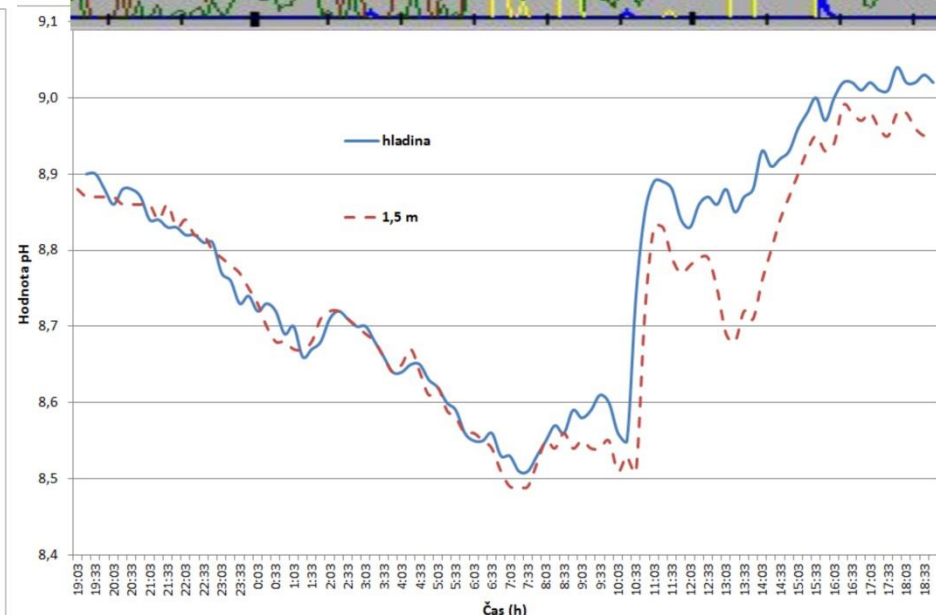
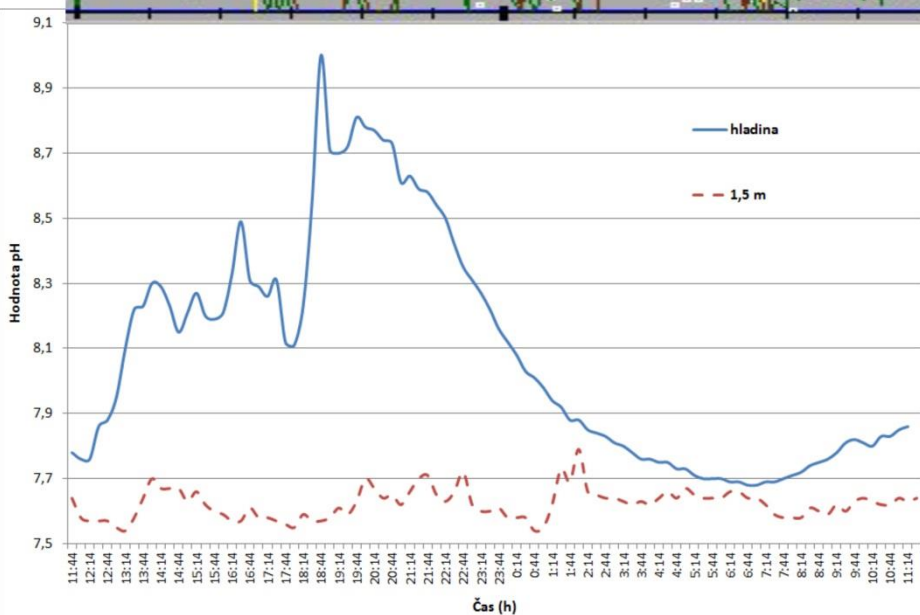
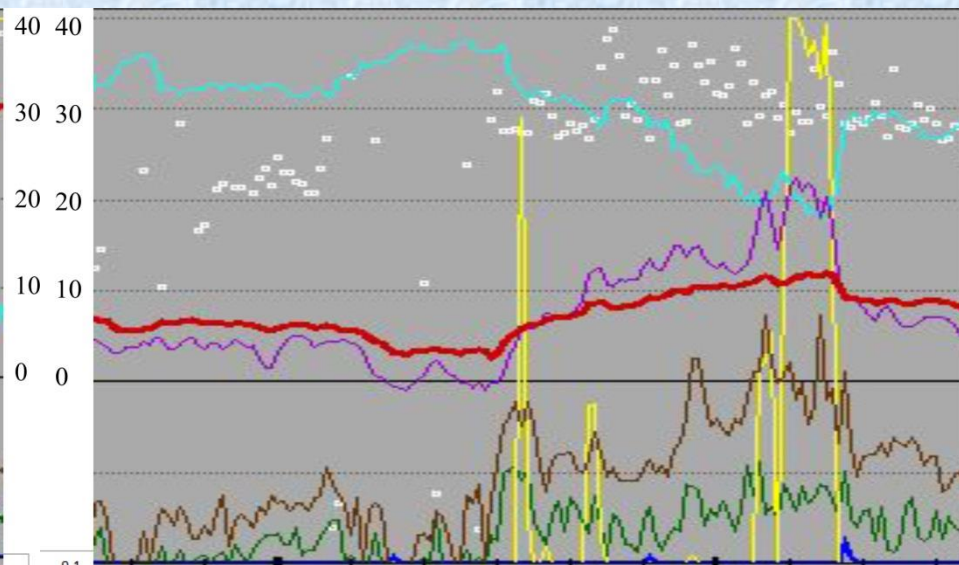
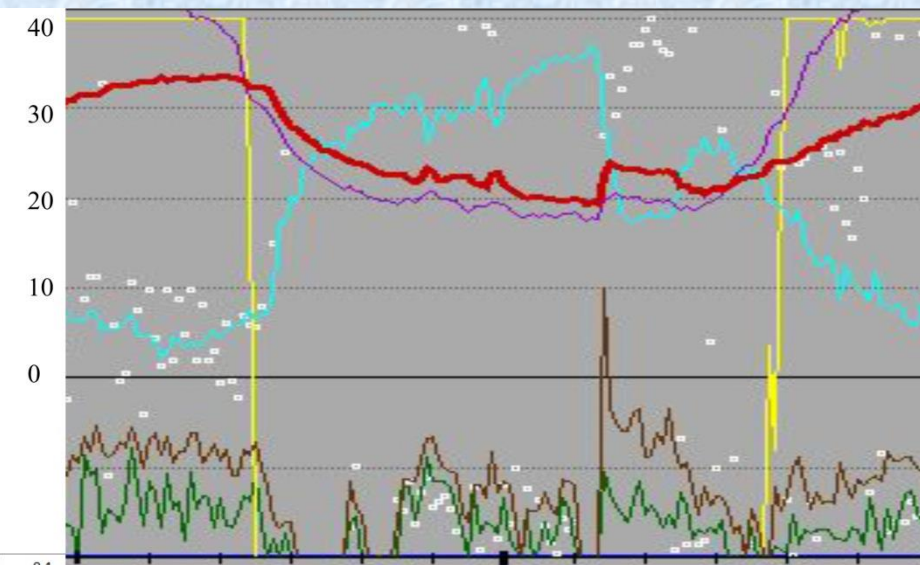
| <b>ROK</b>  | <b>pH</b>          |
|-------------|--------------------|
| <b>1996</b> | 8,22<br>7,0 - 8,9  |
| <b>1997</b> | 9,08<br>7,6 - 9,3  |
| <b>1998</b> | 8,33<br>7,9 - 8,7  |
| <b>2001</b> | 8,59<br>7,9 - 9,2  |
| <b>2002</b> | 8,68<br>7,6 - 10,3 |
| <b>2003</b> | 8,71<br>8,1 - 9,6  |
| <b>2004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

# Změny pH vody během 24 hod. v rybníce

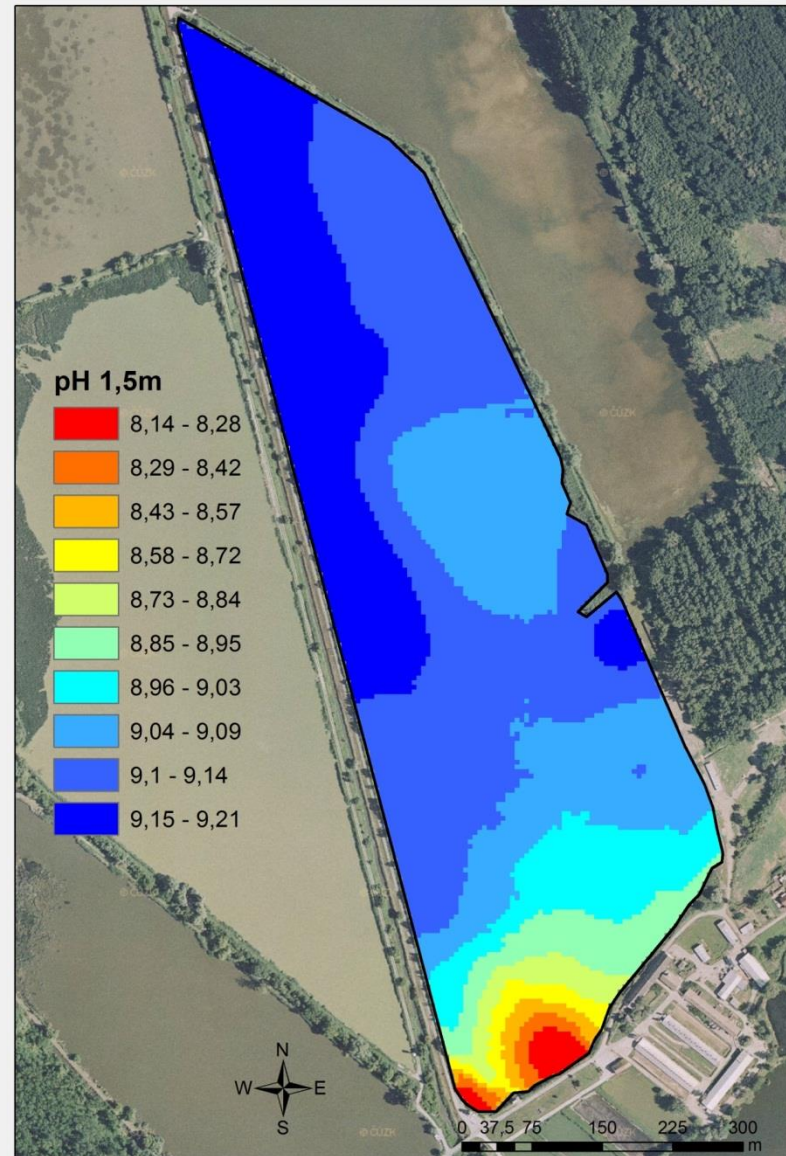
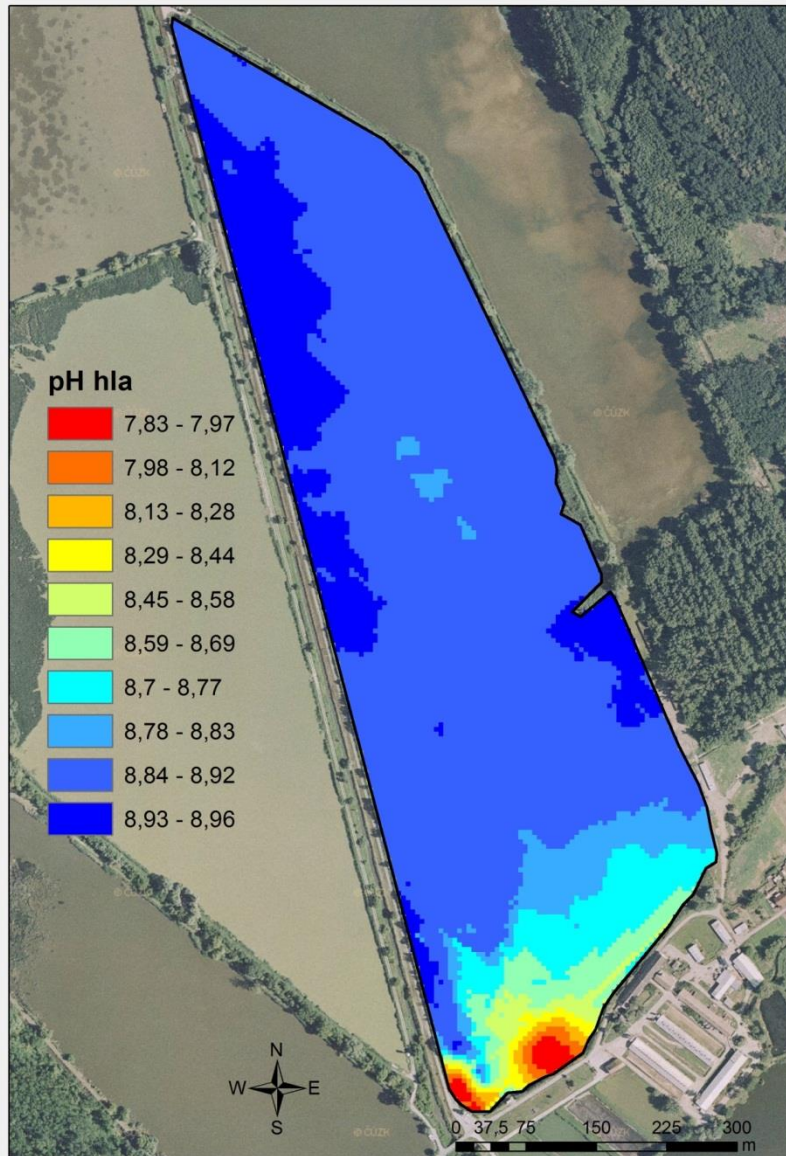


24-25.8.2011

8-9.10.2011

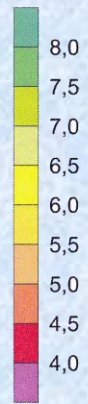
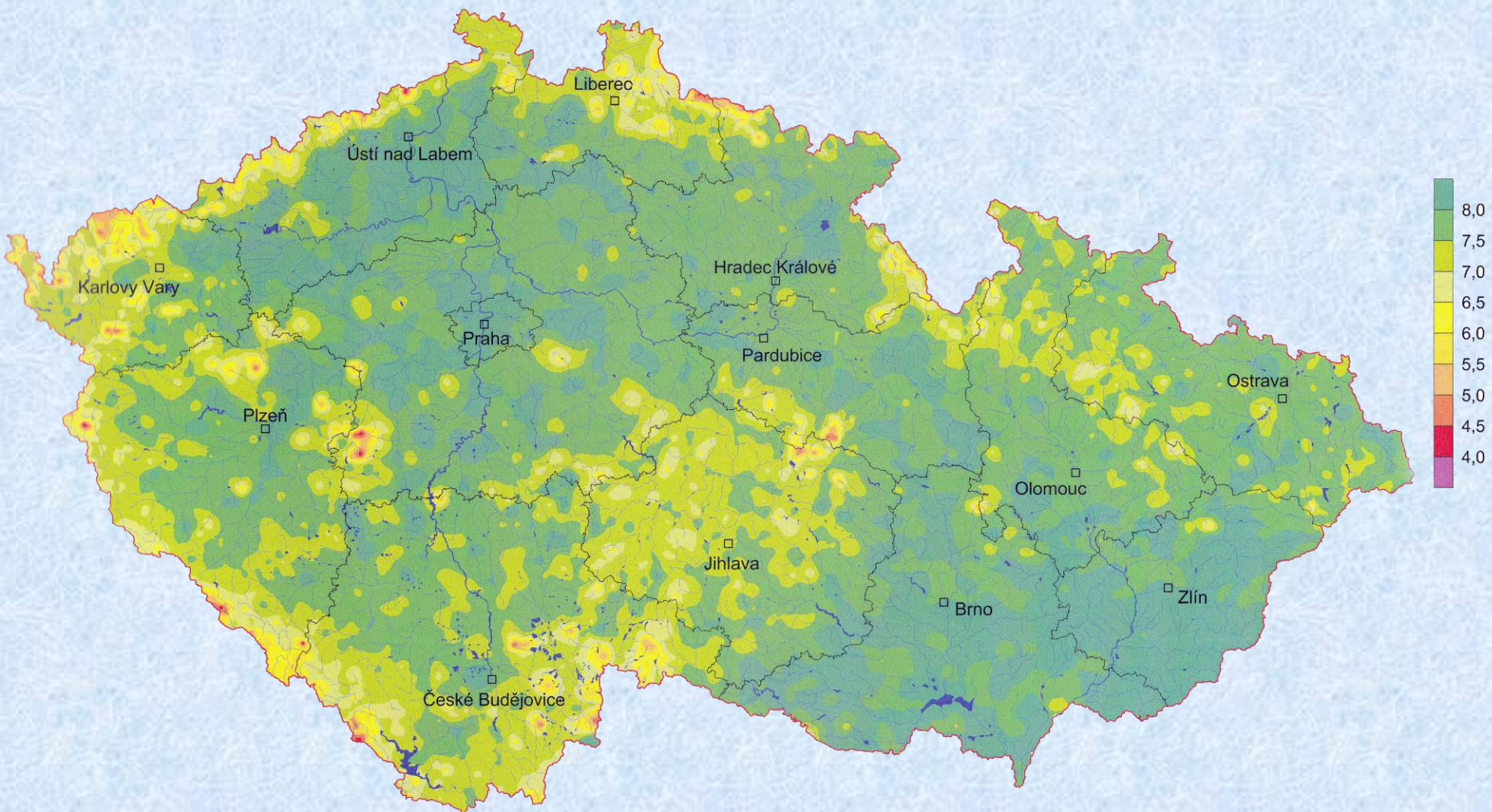
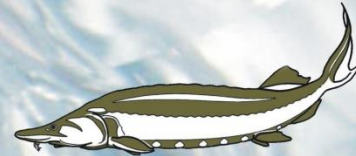


# Změny pH v rybníce v závislosti na hloubce

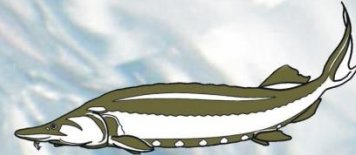


Rybník  
Dvorský  
24.7.  
2012  
10 hod.

# 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<br>°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  |

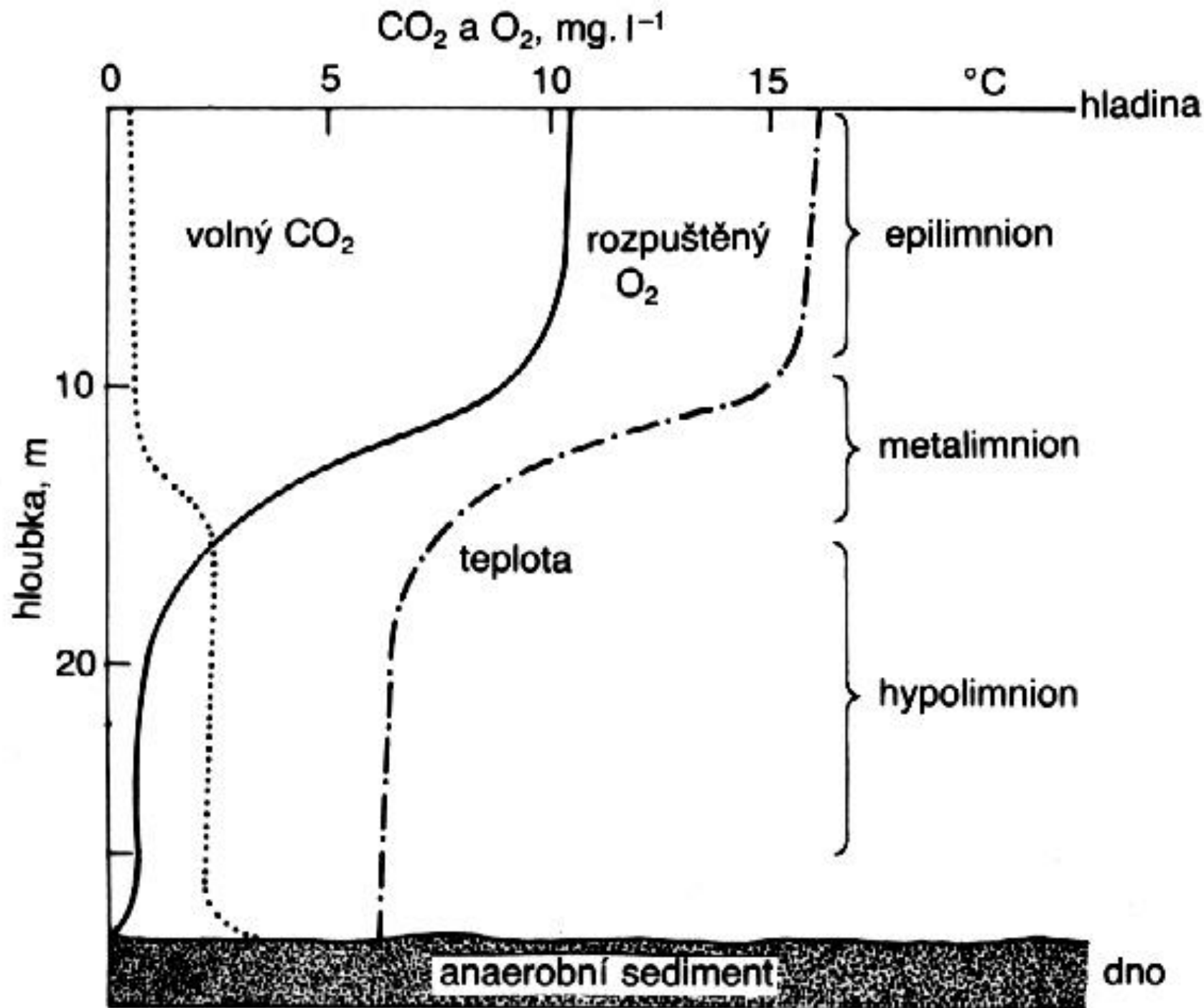
Rovnovážná koncentrace  
kyslíku ( $\text{mg.l}^{-1}$ )  
v destilované vodě, která  
je ve styku se vzduchem  
za dané teploty a  
standardního tlaku (101,3  
kPa)

(Elmore and Hayes 1960)

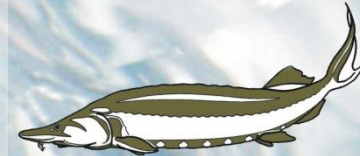
# Rozpuštěný kyslík



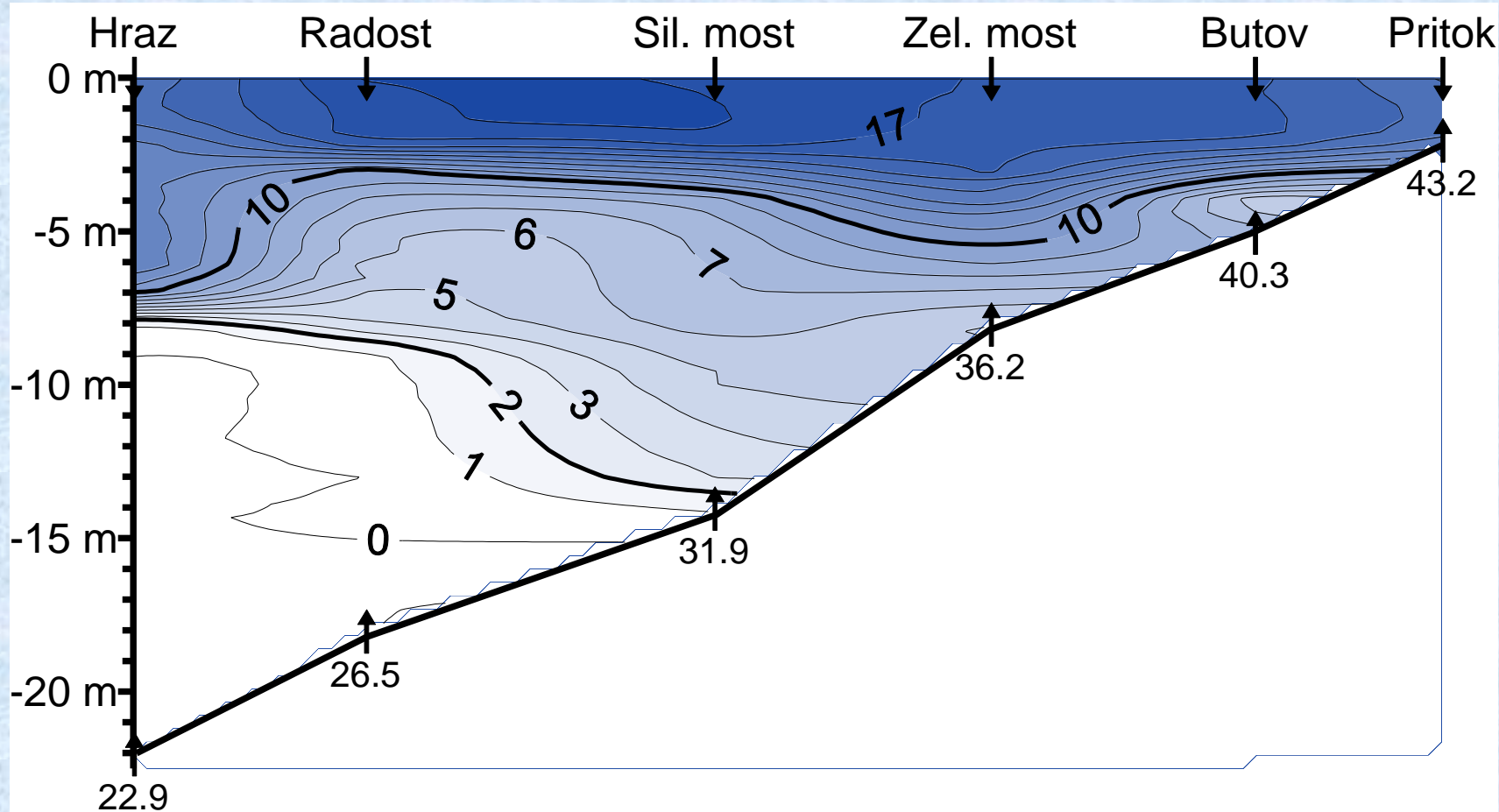
- V tekoucích neznečištěných vodách se nasycení vody kyslíkem pohybuje neustále kolem 85-100 %. Případné nedosycení nebo přesycení vody kyslíkem (přejevnaté úseky) je neustále vyrovnáváno pohybem vody, zejména jejím vířením.
- Množství kyslíku je přibližně stejné v celém vodním sloupci.
- Ve stojatých 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.



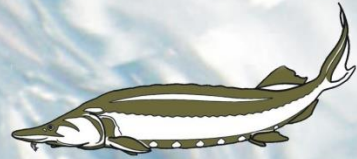
# ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK



září

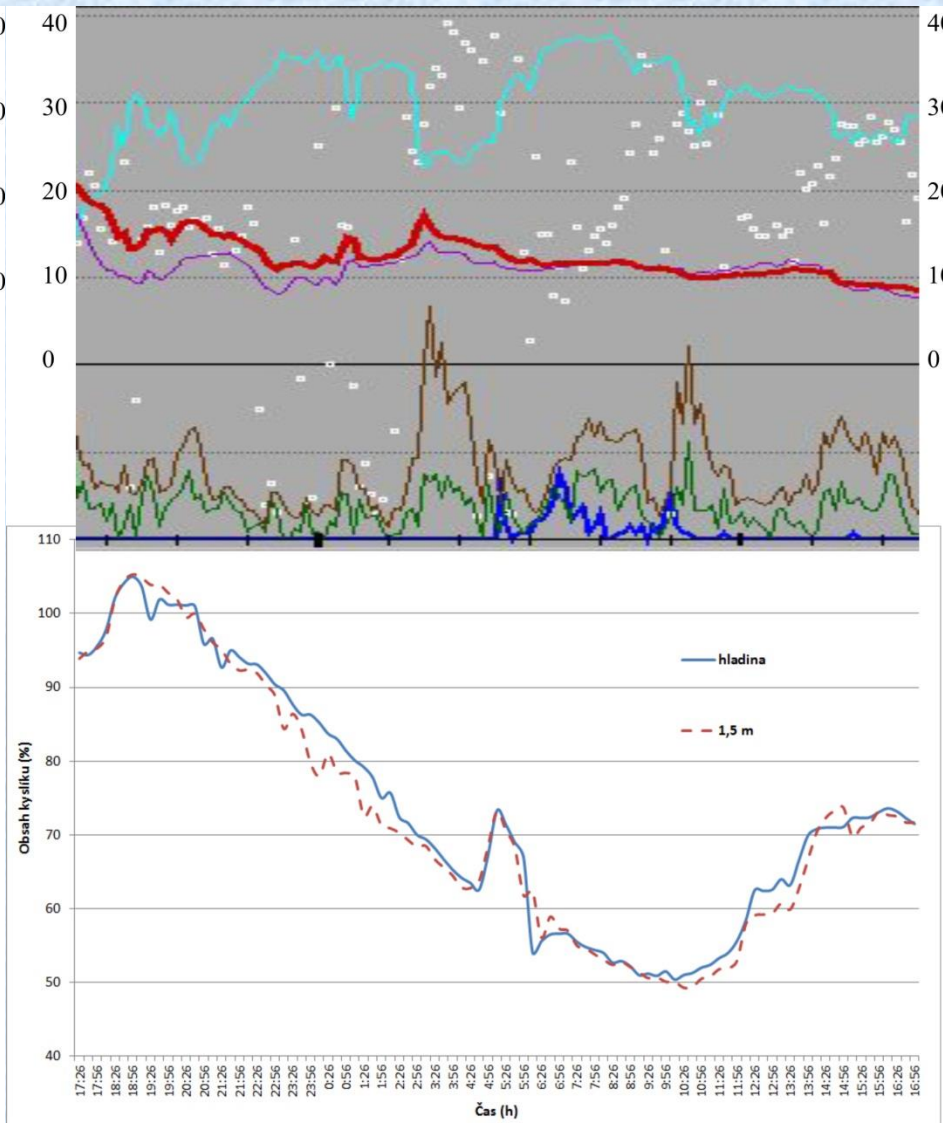
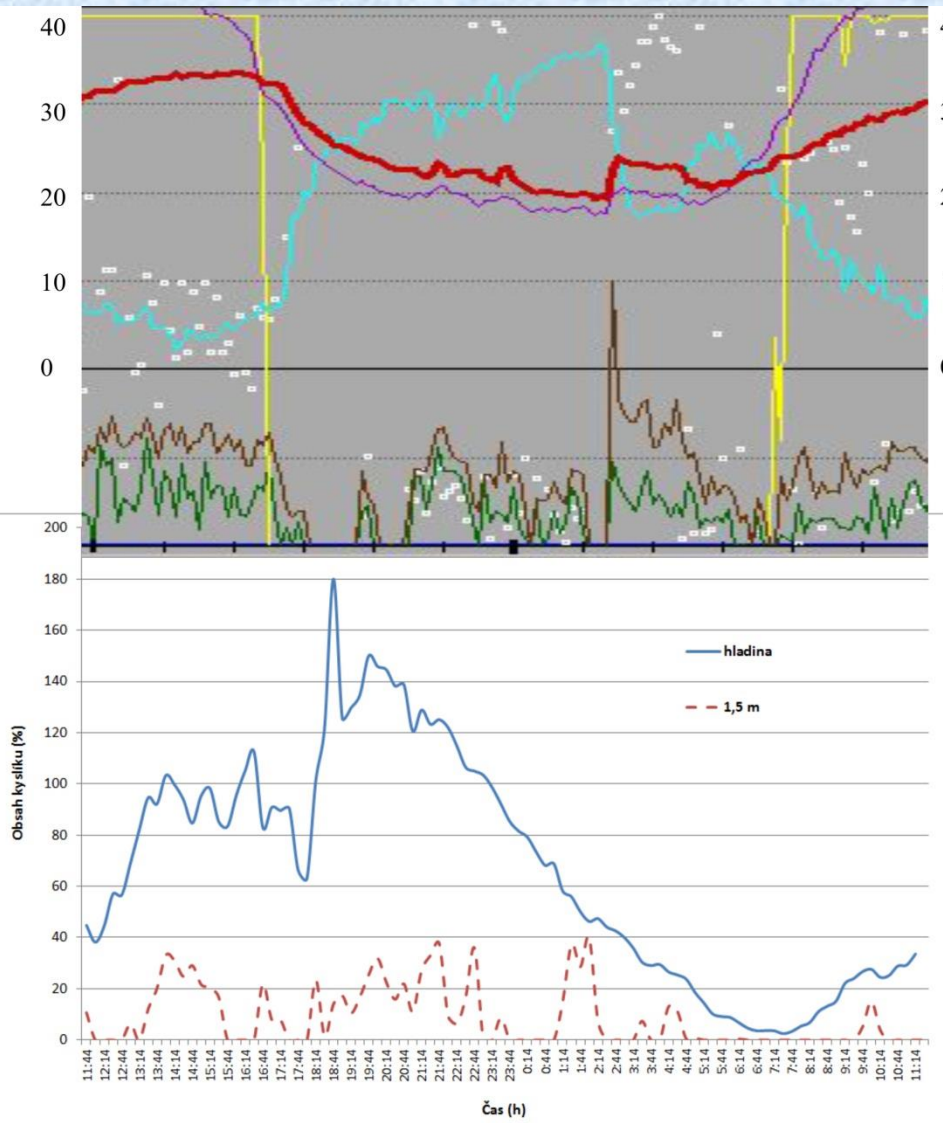


# Změny rozpuštěného kyslíku během 24 hod. v rybníce



24-25.8.2011

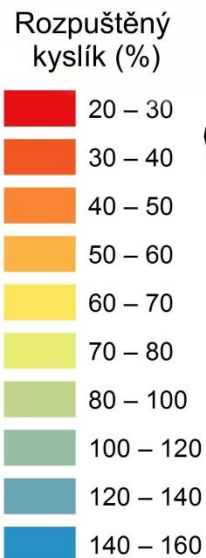
6-7.10.2011



# Změny rozpuštěného kyslíku v rybníce v závislosti na hloubce

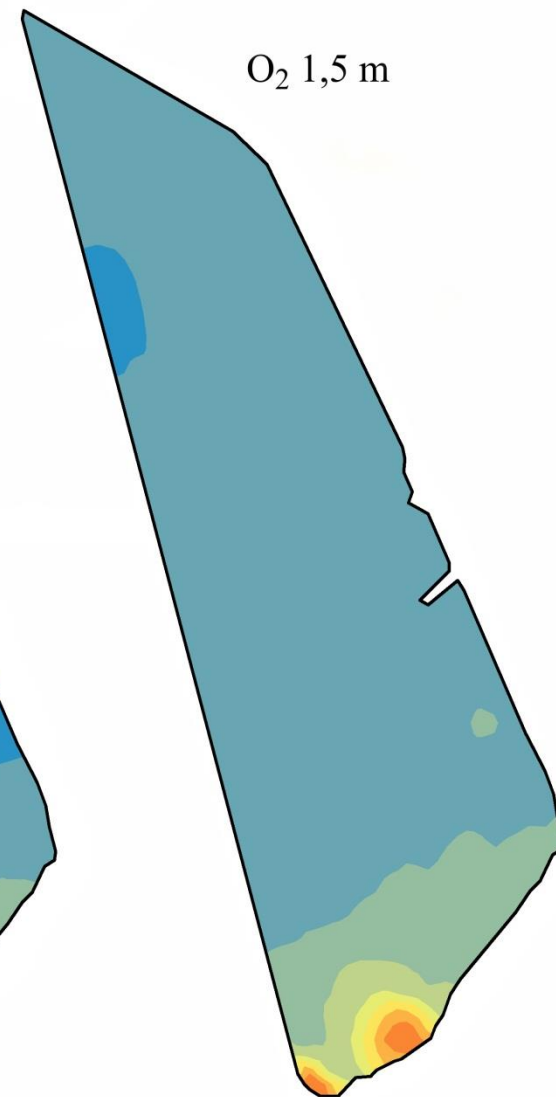
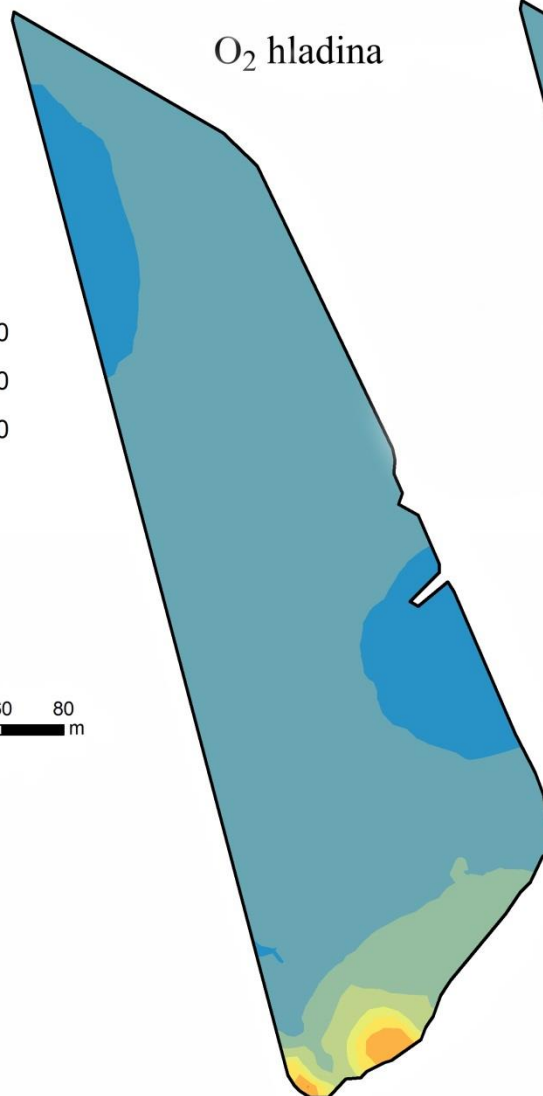


Rybník Dvorský  
24.7.2012 10 hod.



O<sub>2</sub> hladina

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

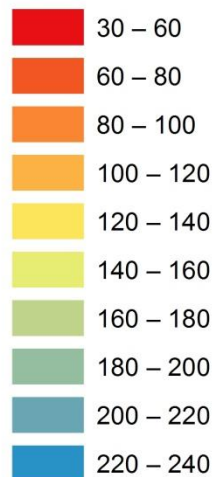


# Změny rozpuštěného kyslíku v rybníce v závislosti na hloubce

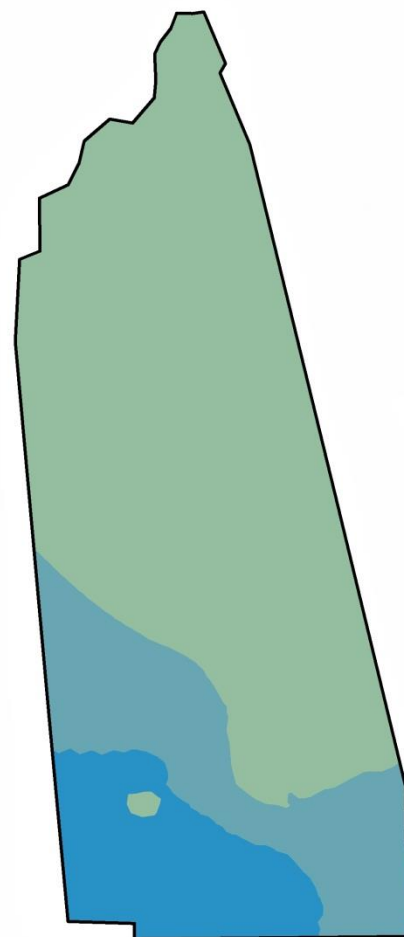


Rybník Nadsádky  
9.8.2012 14 hod.

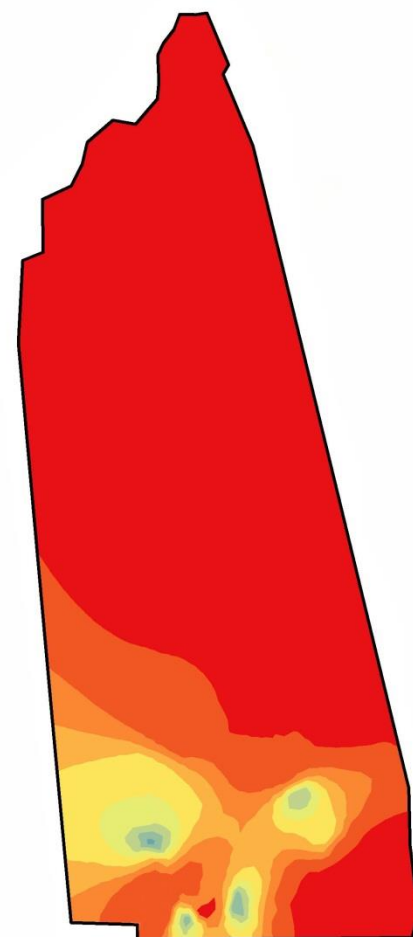
Rozpuštěný  
kyslík (%)



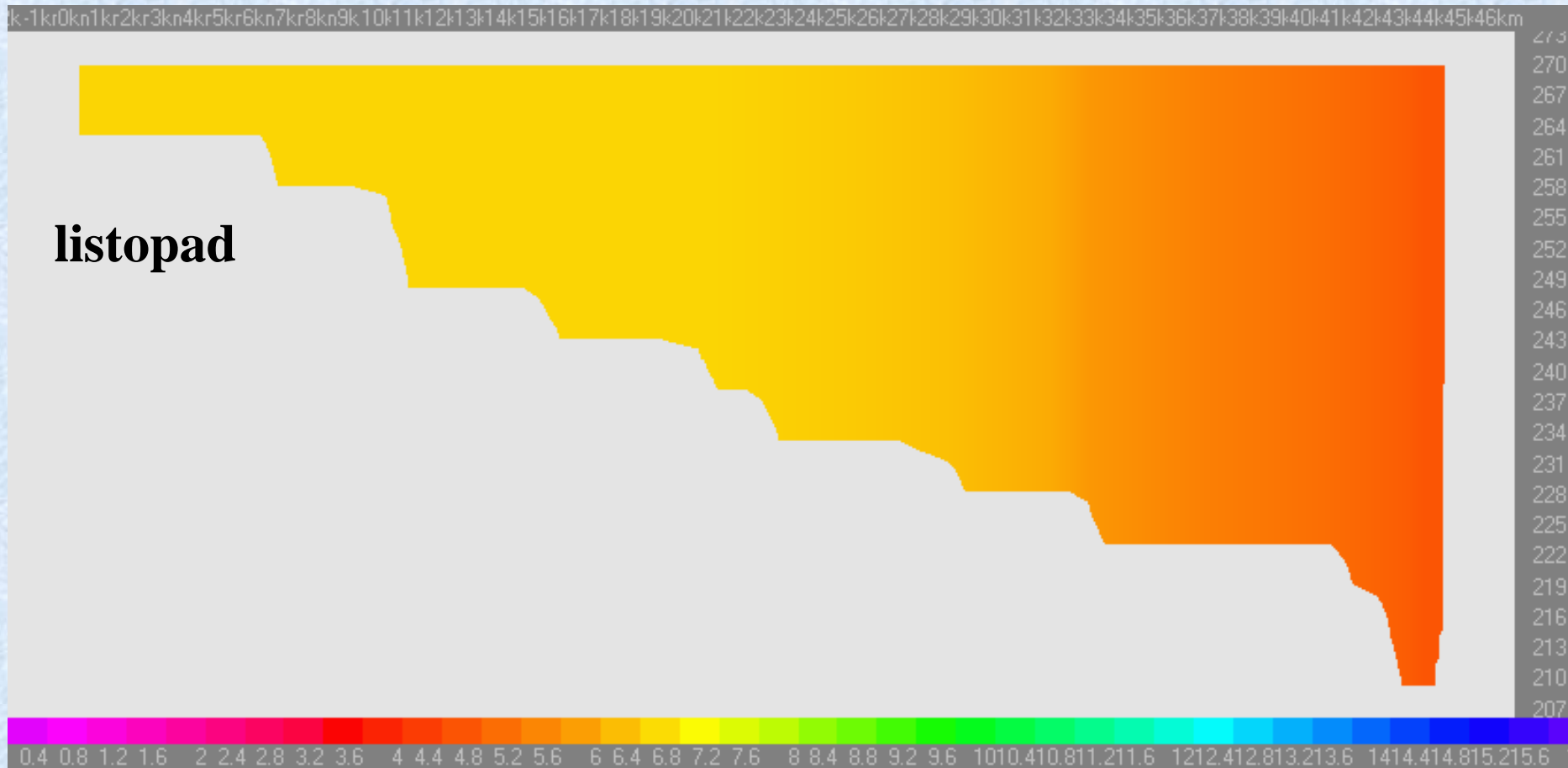
O<sub>2</sub> hladina

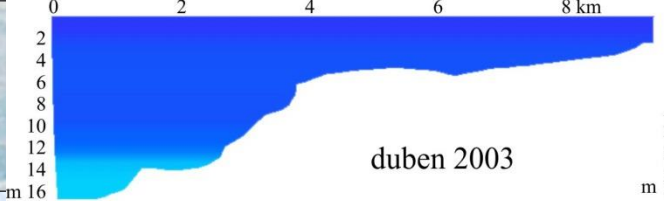


O<sub>2</sub> 1,5 m

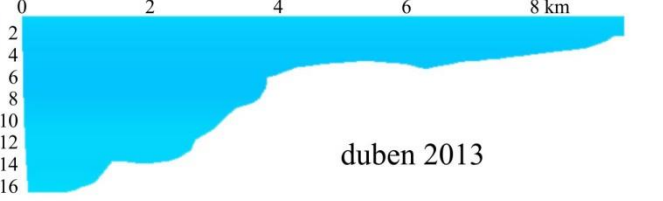


# ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK

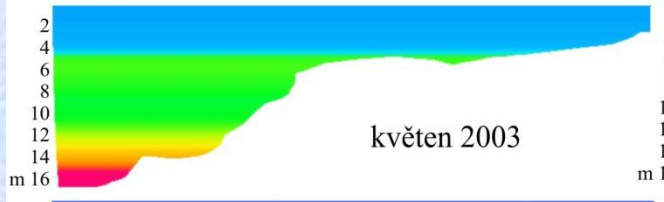




duben 2003



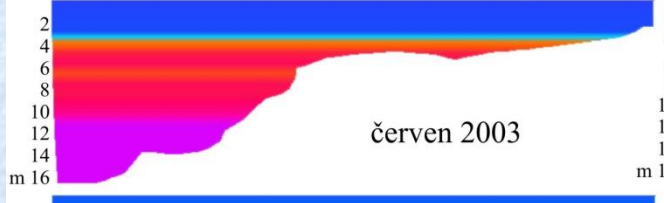
duben 2013



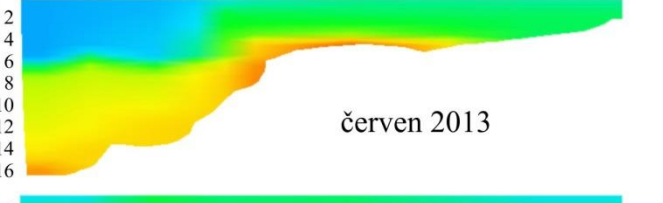
květen 2003



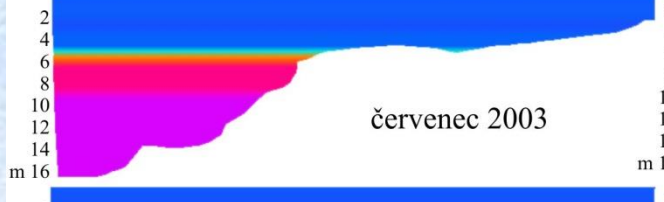
květen 2013



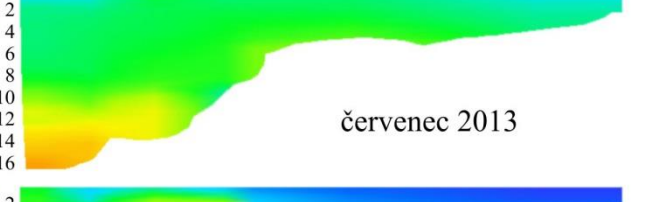
červen 2003



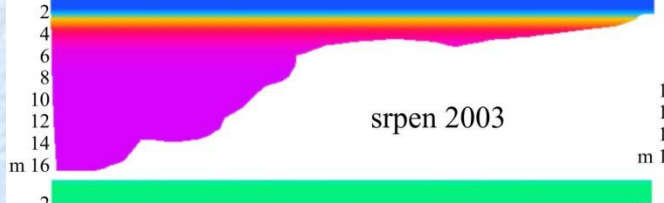
červen 2013



červenec 2003



červenec 2013



srpen 2003



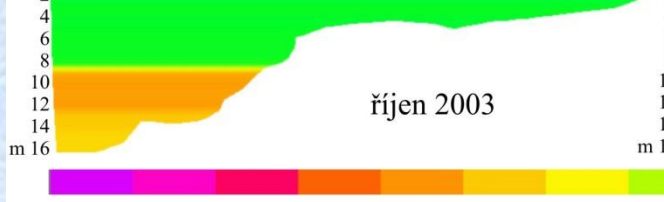
srpen 2013



září 2003



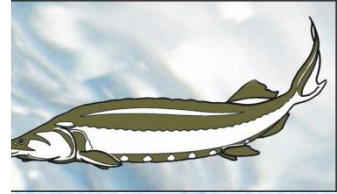
září 2013



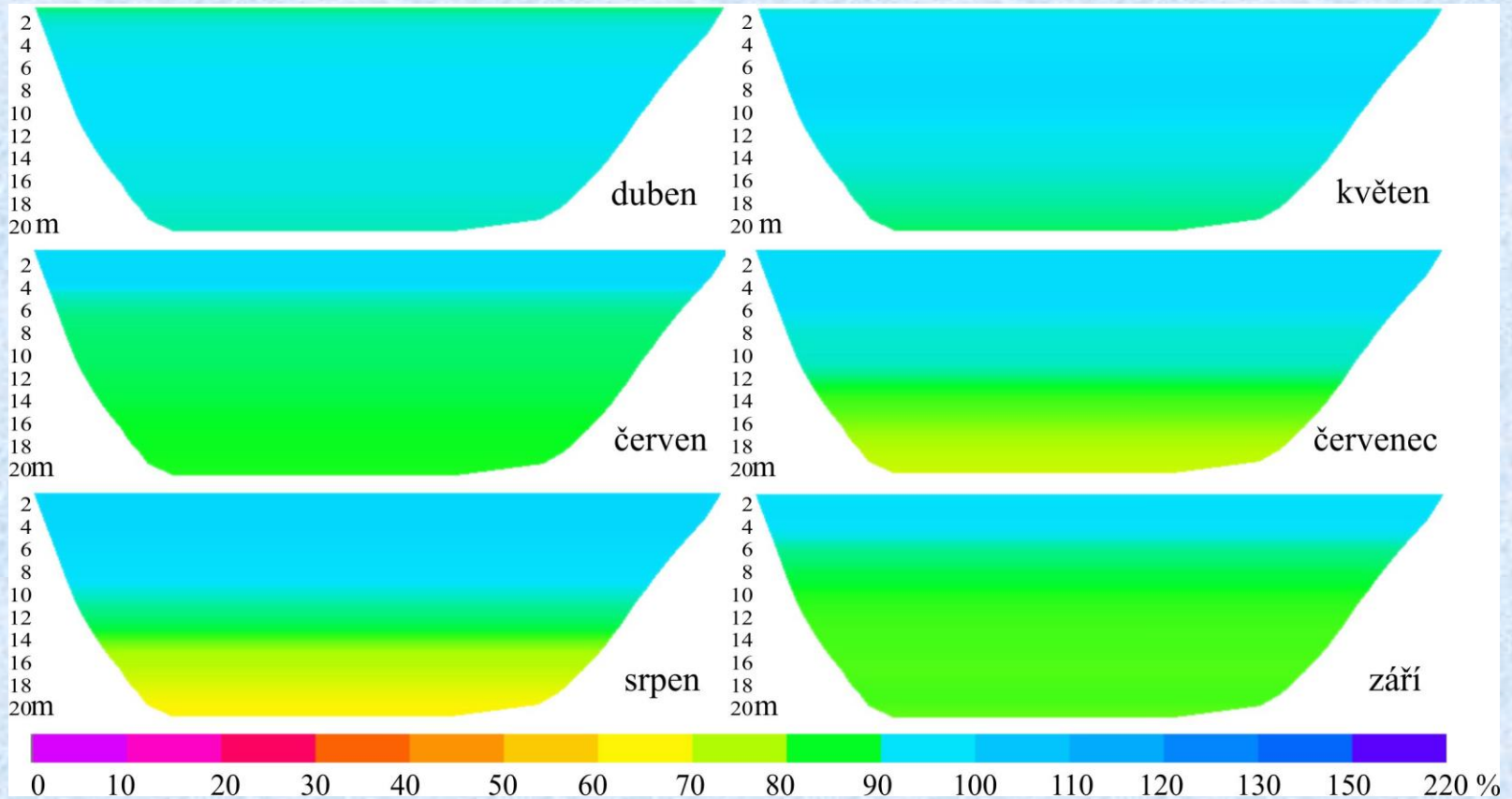
říjen 2003

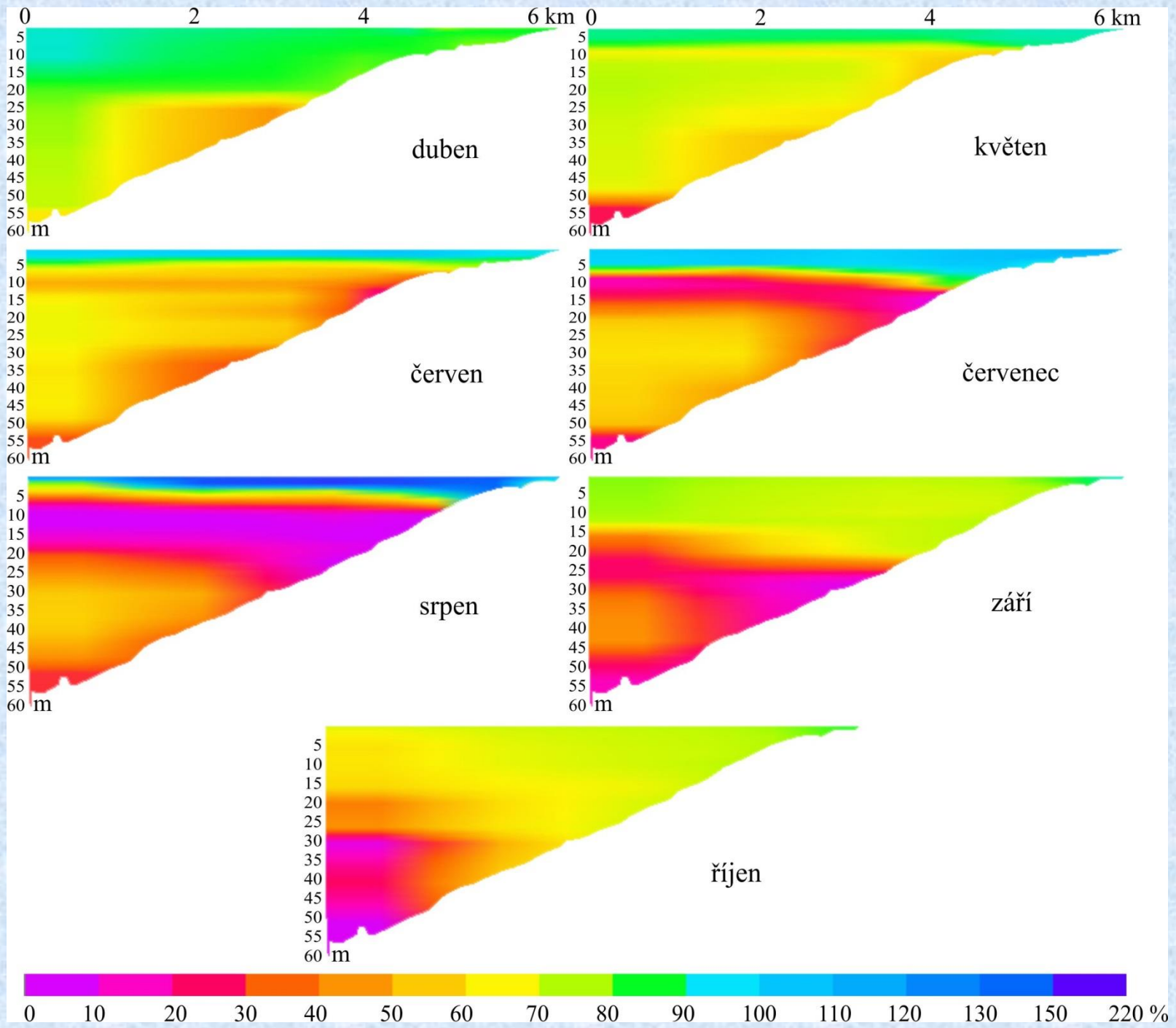


říjen 2013



# ROZPUŠTĚNÝ KYSLÍK





# Rozpuštěný kyslík

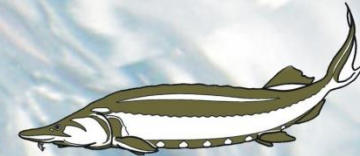


- Pro *kapra* je optimální obsah kyslíku během vegetačního období nad  $6,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , obsah kyslíku  $3,0 - 3,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  je již dlouhodoběji nepřijatelný. V zimním období nemá poklesnout obsah  $\text{O}_2$  pod  $3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ .
- S růstem 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.

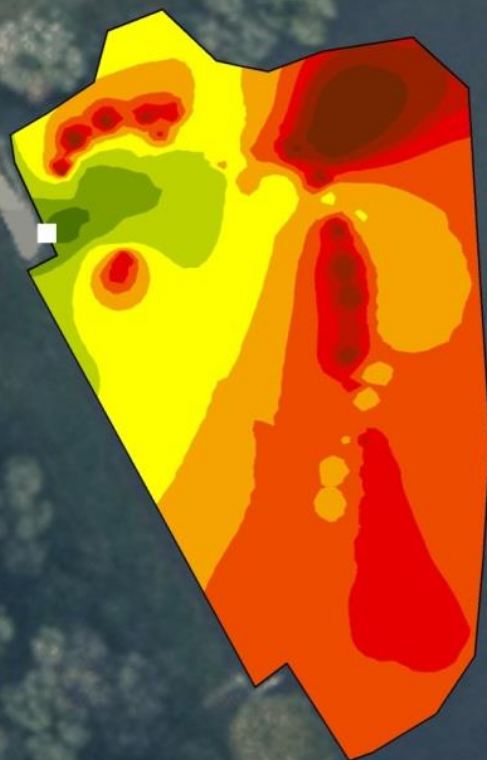
# Úhyn ryb v důsledku deficitu kyslíku



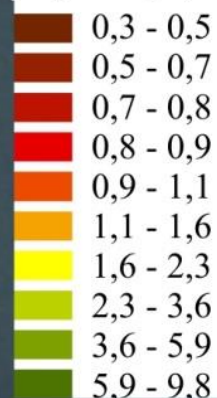
# Úhyn ryb v důsledku deficitu kyslíku



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><br><b>65 - 169</b> |
| <b>1997</b> | <b>125</b><br><b>43 - 174</b> |
| <b>1998</b> | <b>113</b><br><b>58 - 159</b> |
| <b>2001</b> | <b>107</b><br><b>58 - 201</b> |
| <b>2002</b> | <b>119</b><br><b>41 - 335</b> |
| <b>2003</b> | <b>81</b><br><b>37 - 180</b>  |
| <b>2004</b> | <b>79</b><br><b>40 - 173</b>  |

# Sloučeniny dusíku



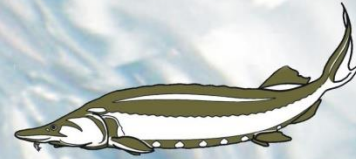
- Organickým zdrojem N jsou odpady ze zemědělské výroby (močůvka, siláže), biomasa odumřelých organismů
- Produkce celkového dusíku: **12g na 1 obyvatele za 1 den**
- Hlavní formy výskytu N ve vodách:
  - N elementární
  - N anorganicky vázaný
    - **amoniakální dusík**  $\text{N-NH}_4^+$  resp.  $\text{N-NH}_3$
    - **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              |

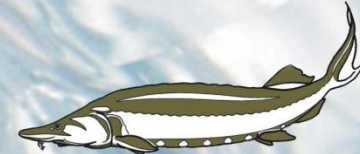


# Sloučeniny dusíku



- **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

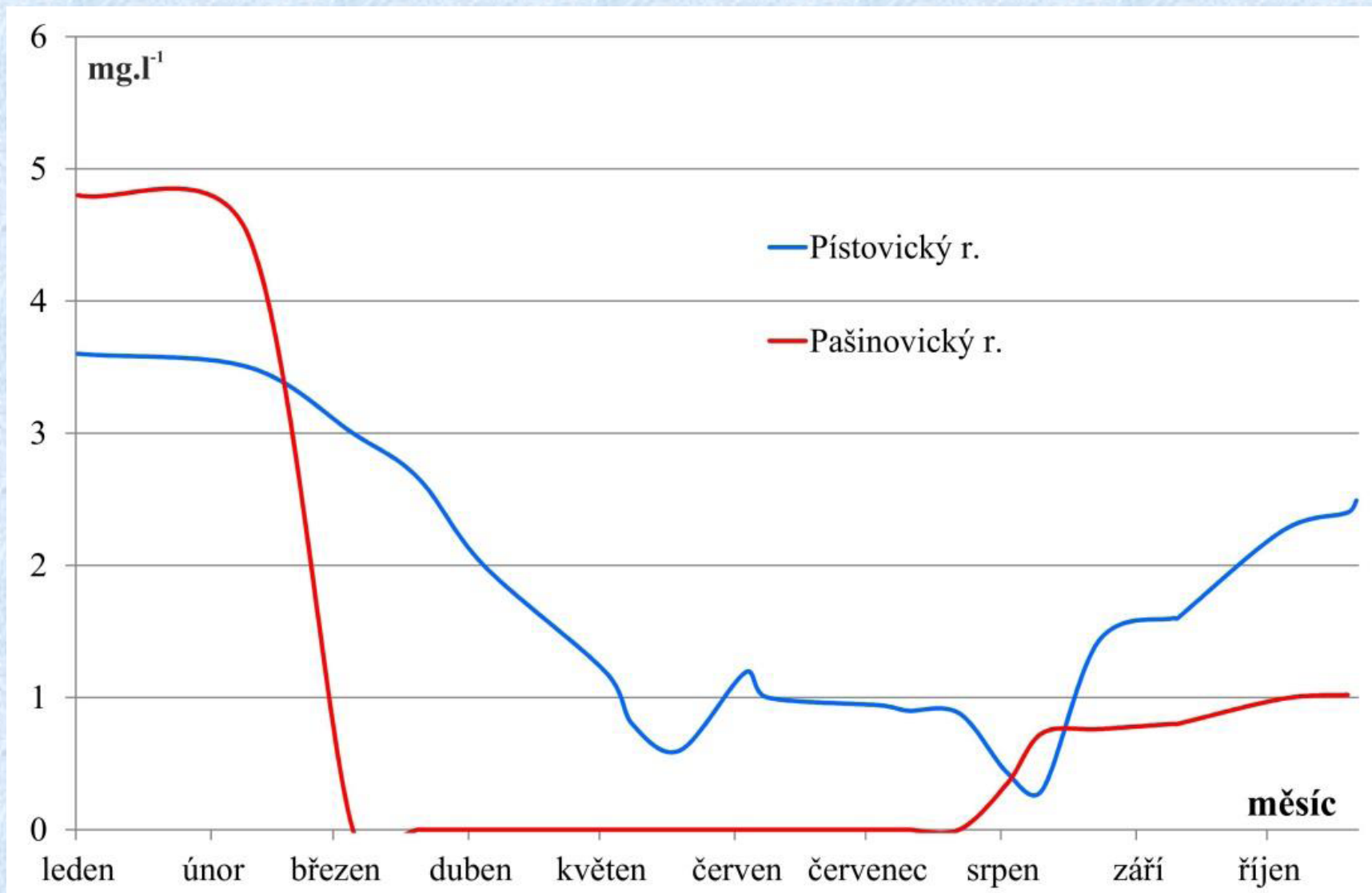


| Loučka           | N-NO <sub>3</sub> |
|------------------|-------------------|
|                  | mg/l              |
| Výtok z lihovaru | 2,53              |
| Lokalita č. 1    | 5,73              |
| Lokalita č. 2    | 5,81              |
| Lokalita č. 3    | 5,68              |
| Lokalita č.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

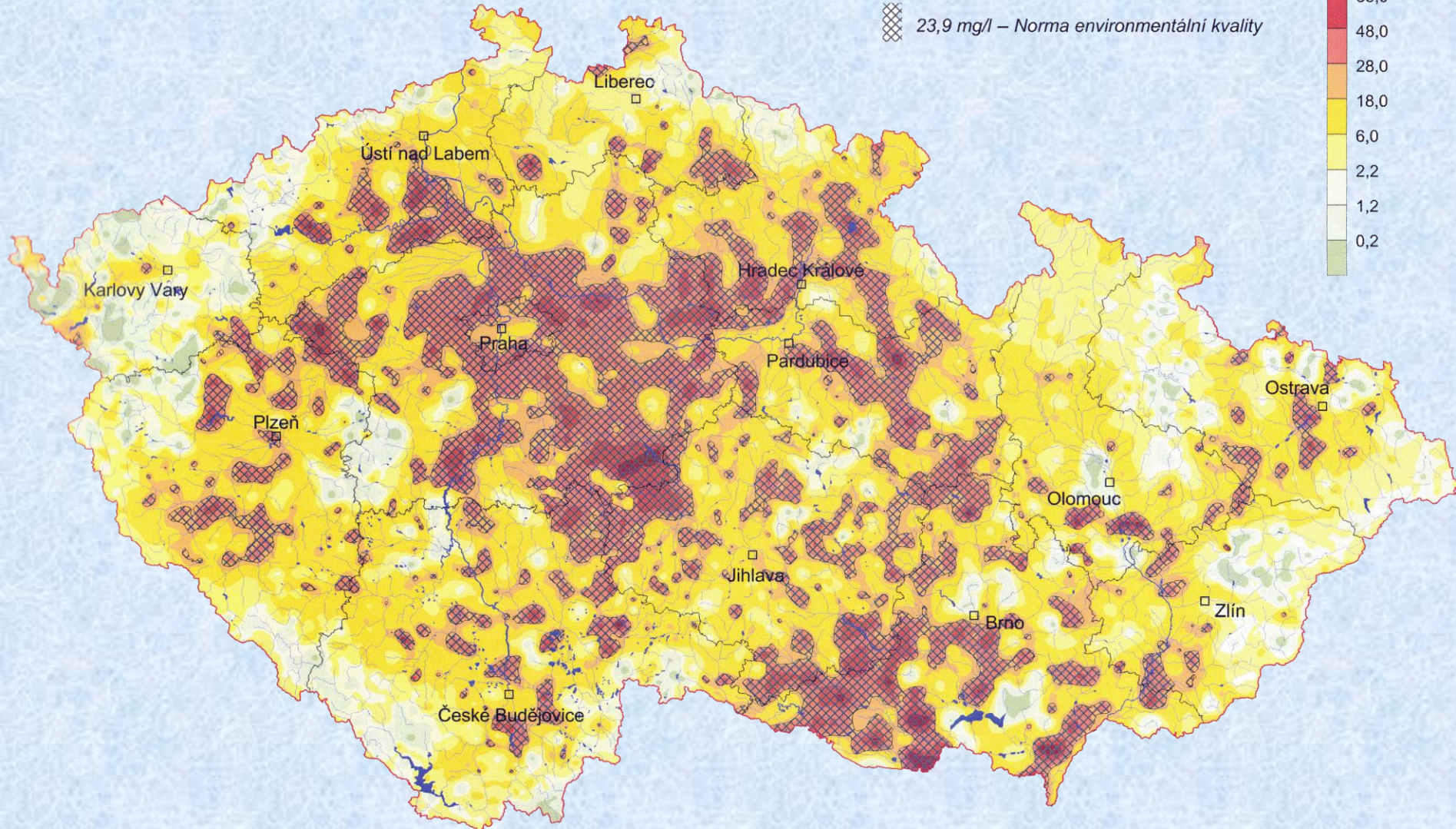
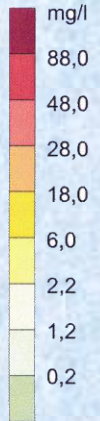


# Sloučeniny dusíku

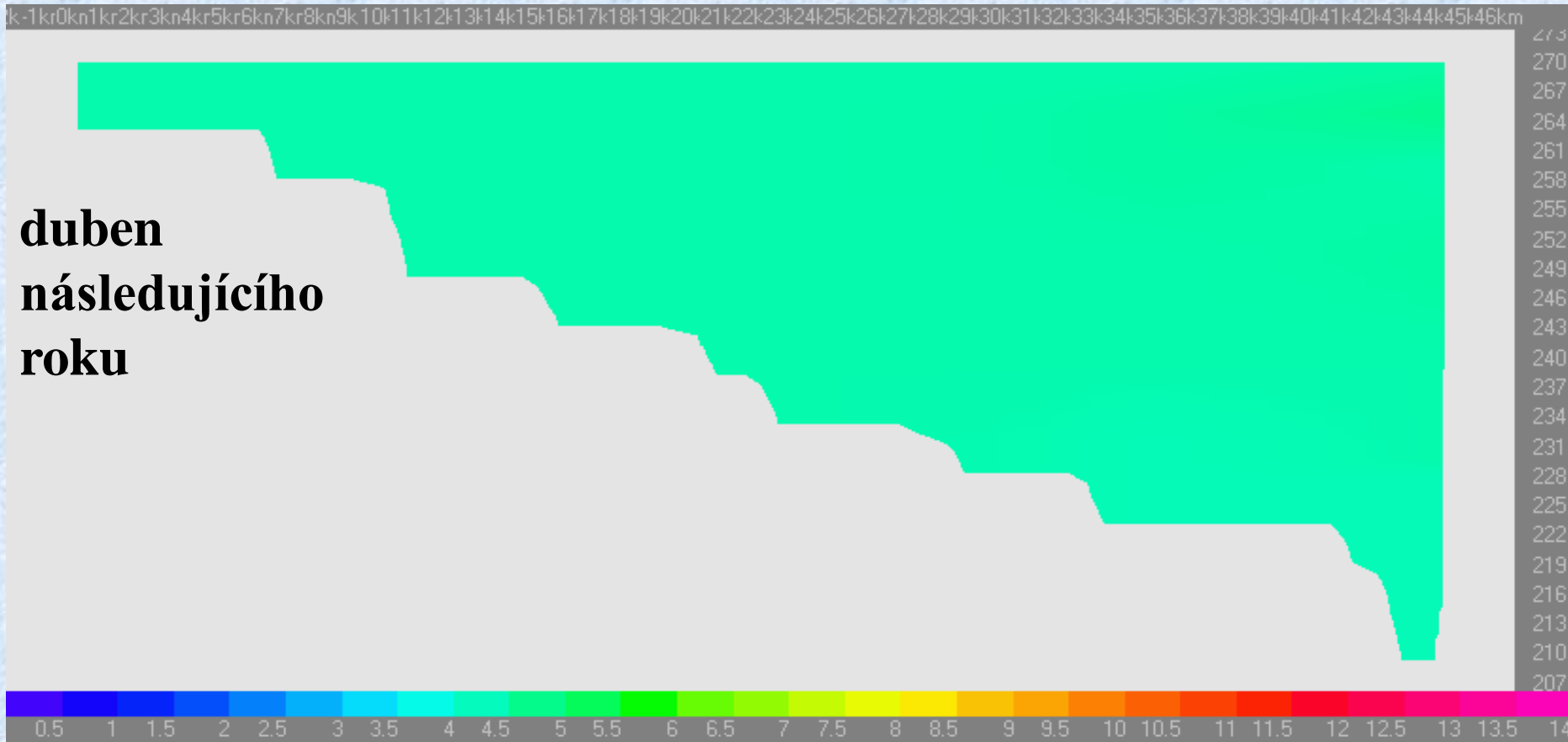
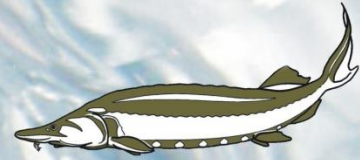


*Překročení přípustného znečištění  
(61/2003 Sb. ve znění novely 23/2011 Sb.)*

☒ 23,9 mg/l – Norma environmentální kvality



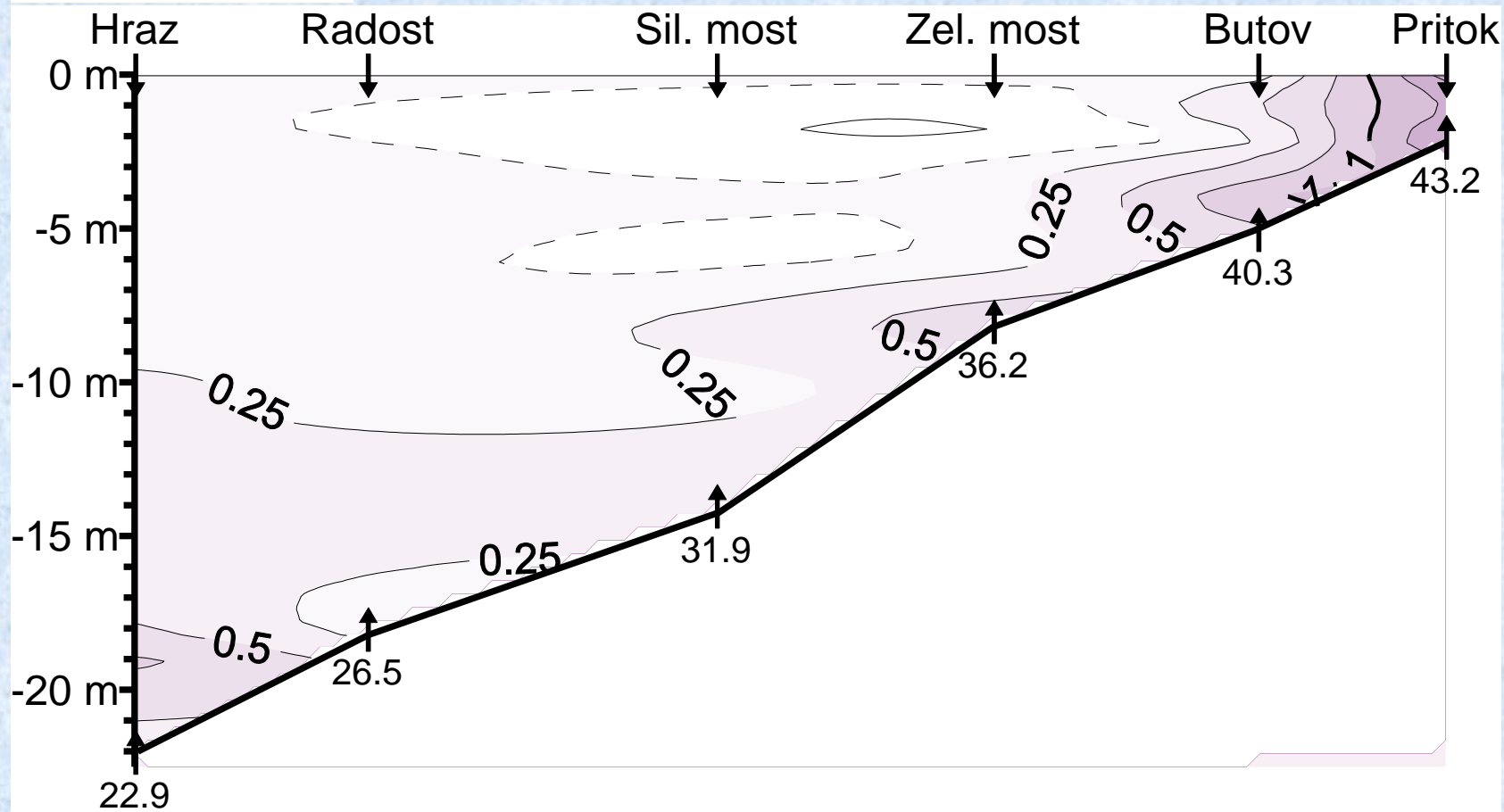
# NO<sub>3</sub>-N



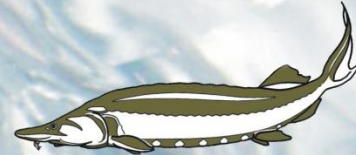
# NO<sub>3</sub>-N



září

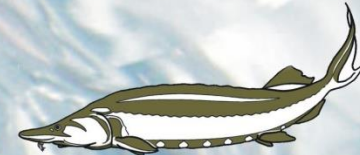


# Chloridy



- Chloridy jsou spolu s hydrogenuhličitany 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           |

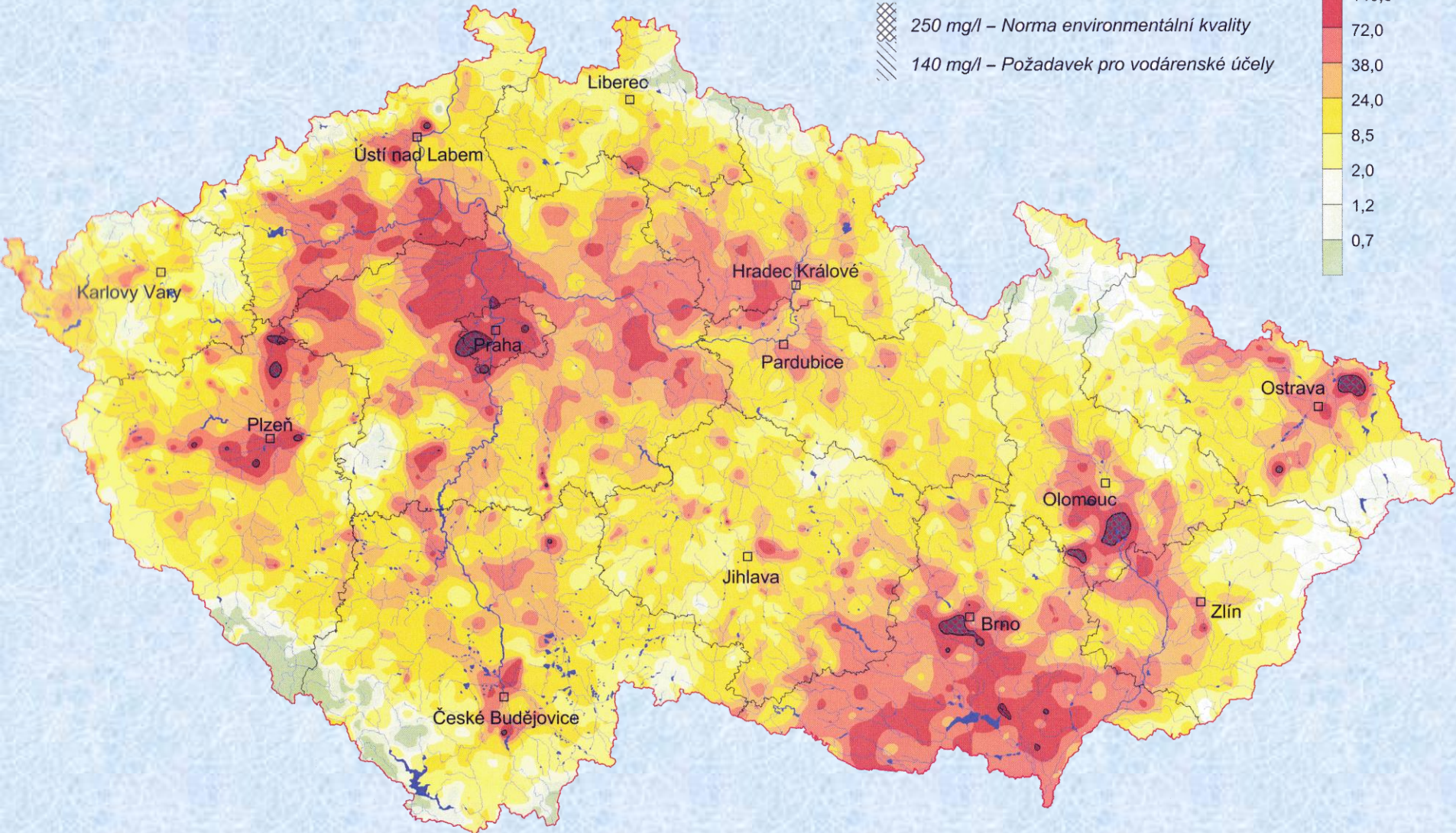
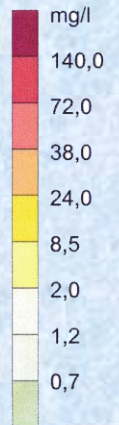
# Chloridy



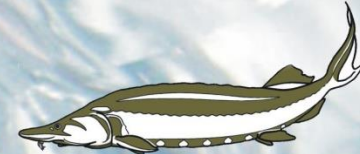
*Překročení přípustného znečištění  
(61/2003 Sb. ve znění novely 23/2011 Sb.)*

 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

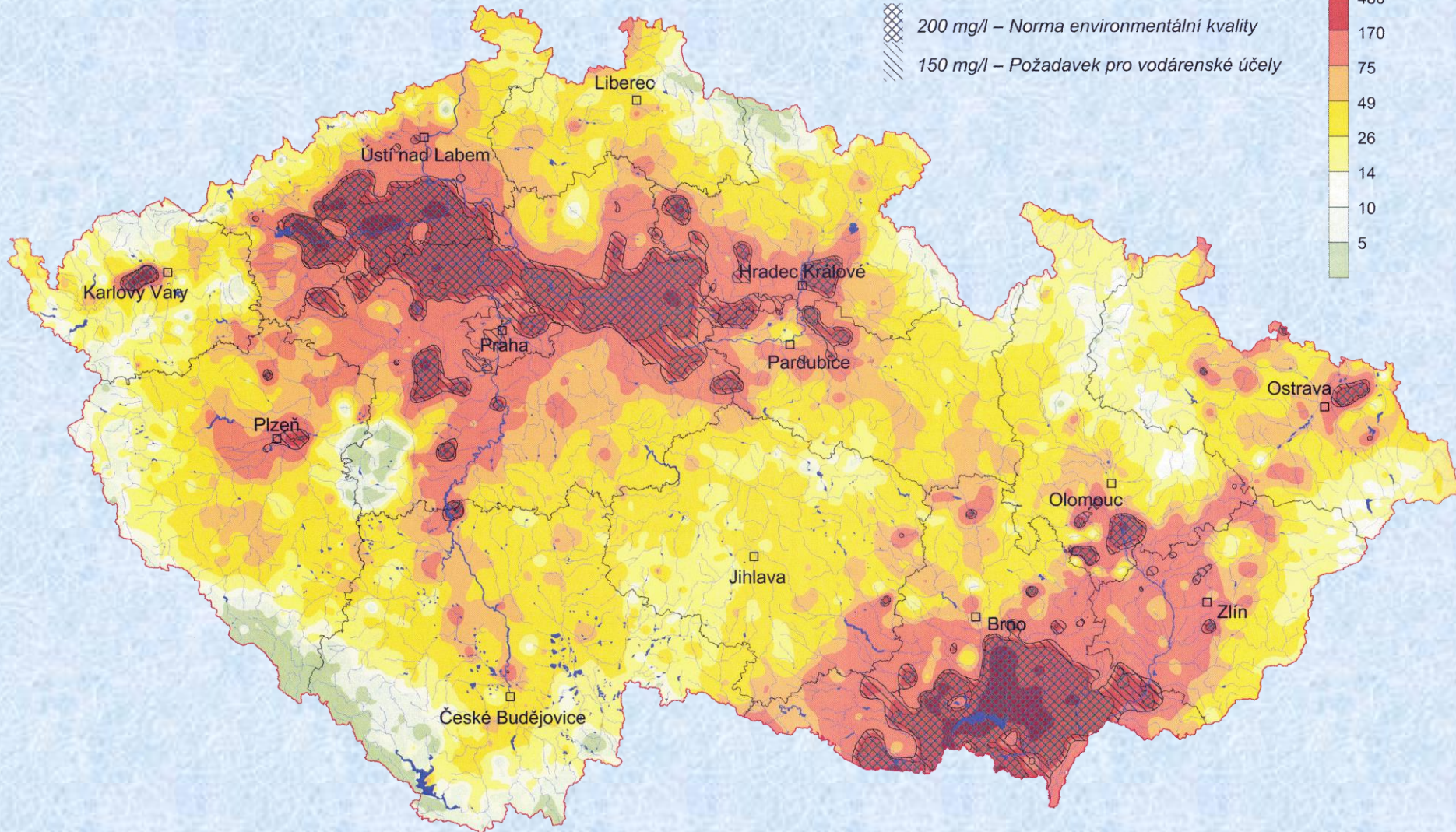
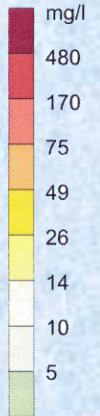
# Sírany



**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

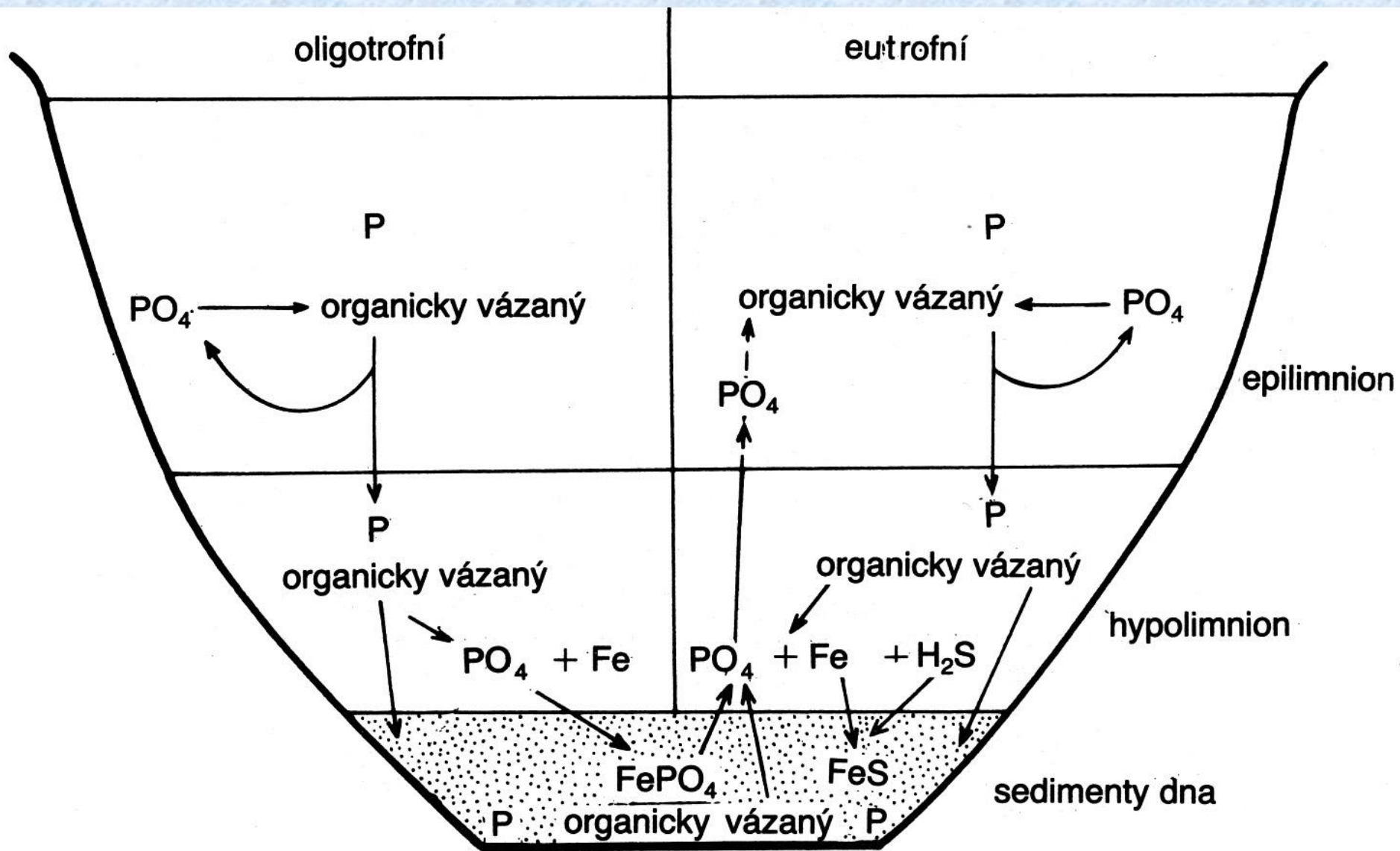
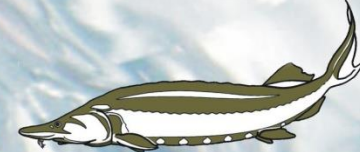


# Sloučeniny fosforu

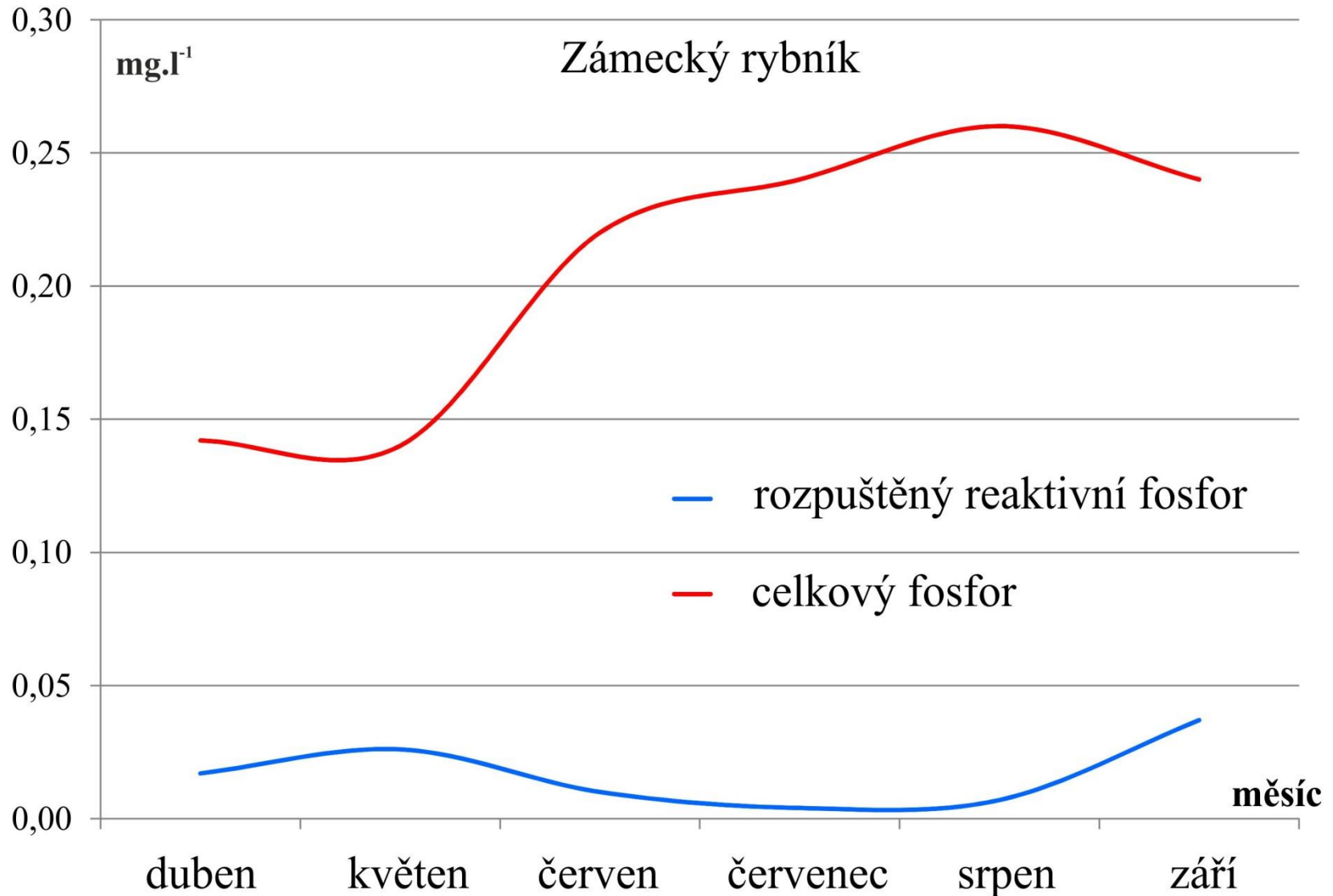
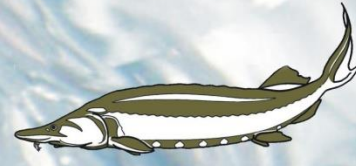


- Přírodním zdrojem P jsou minerály a horniny např. apatit  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2$ , fosforit  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ , kaolinit  $\text{Si}_2\text{O}_5\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{PO}_4$  a rozklad odumřelé vodní fauny 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

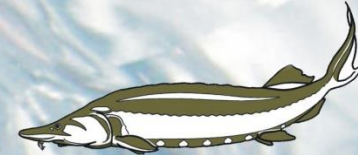
# Koloběh P ve vodním ekosystému v interakci se železem a sírou





# Sloučeniny fosforu

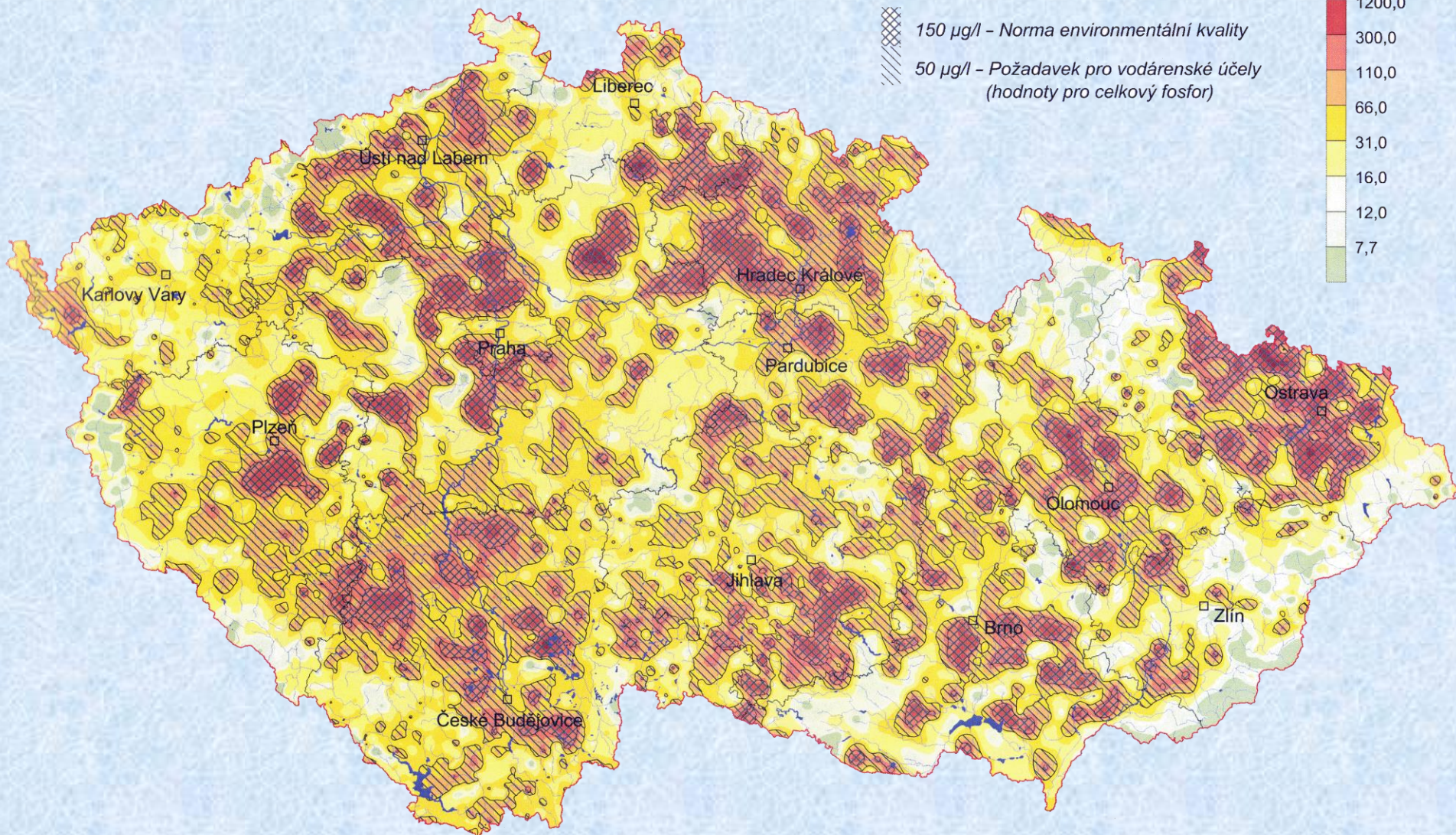
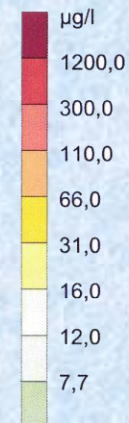


# Rozpuštěný fosfor

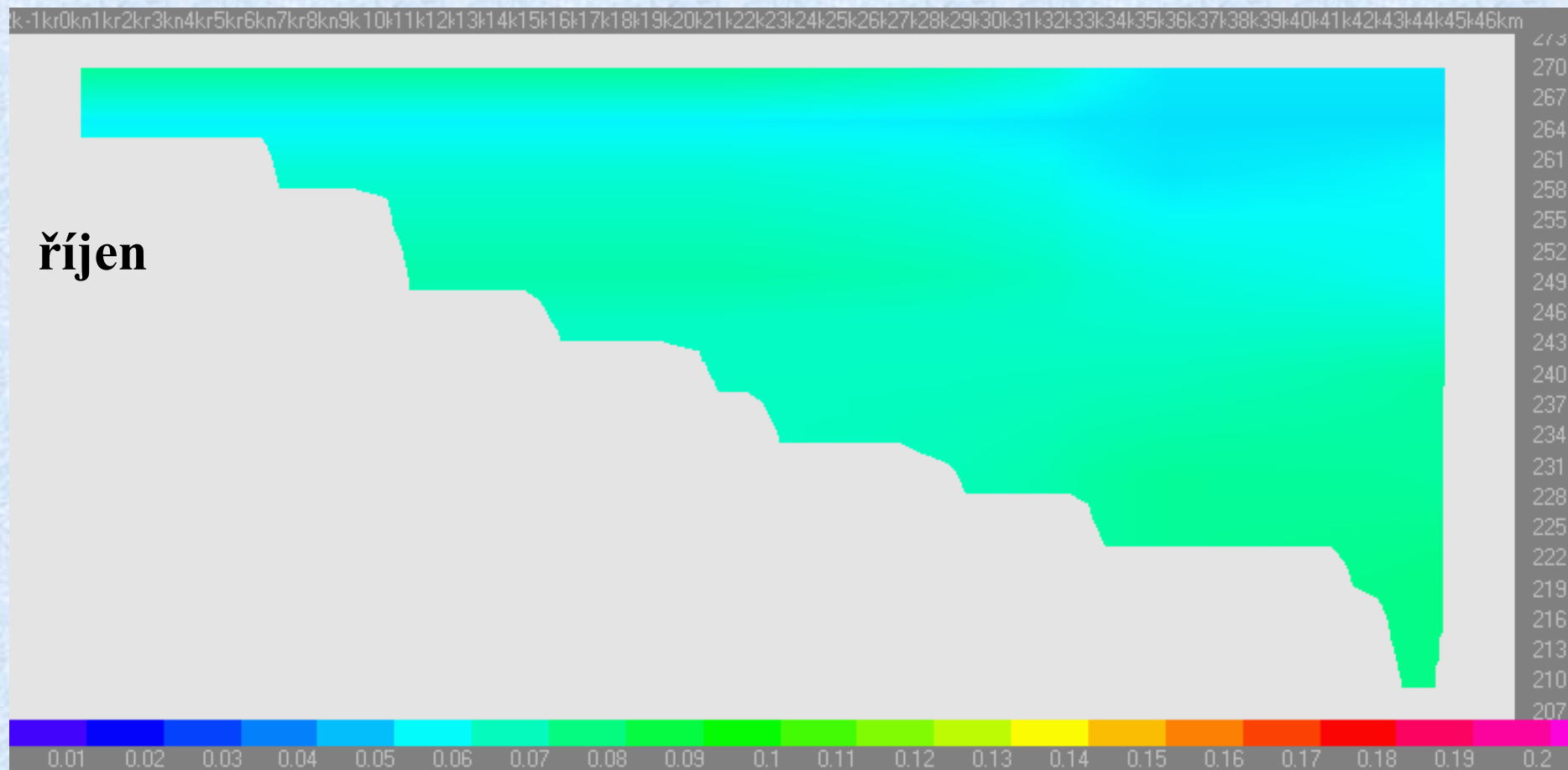
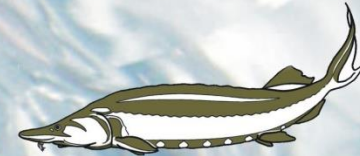


**Překročení přípustného znečištění  
(61/2003 Sb. ve znění novely 23/2011 Sb.)**

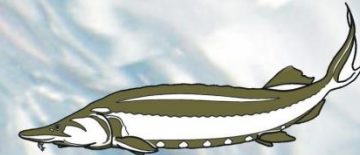
 150 µg/l - Norma environmentální kvality  
 50 µg/l - Požadavek pro vodárenské účely  
(hodnoty pro celkový fosfor)



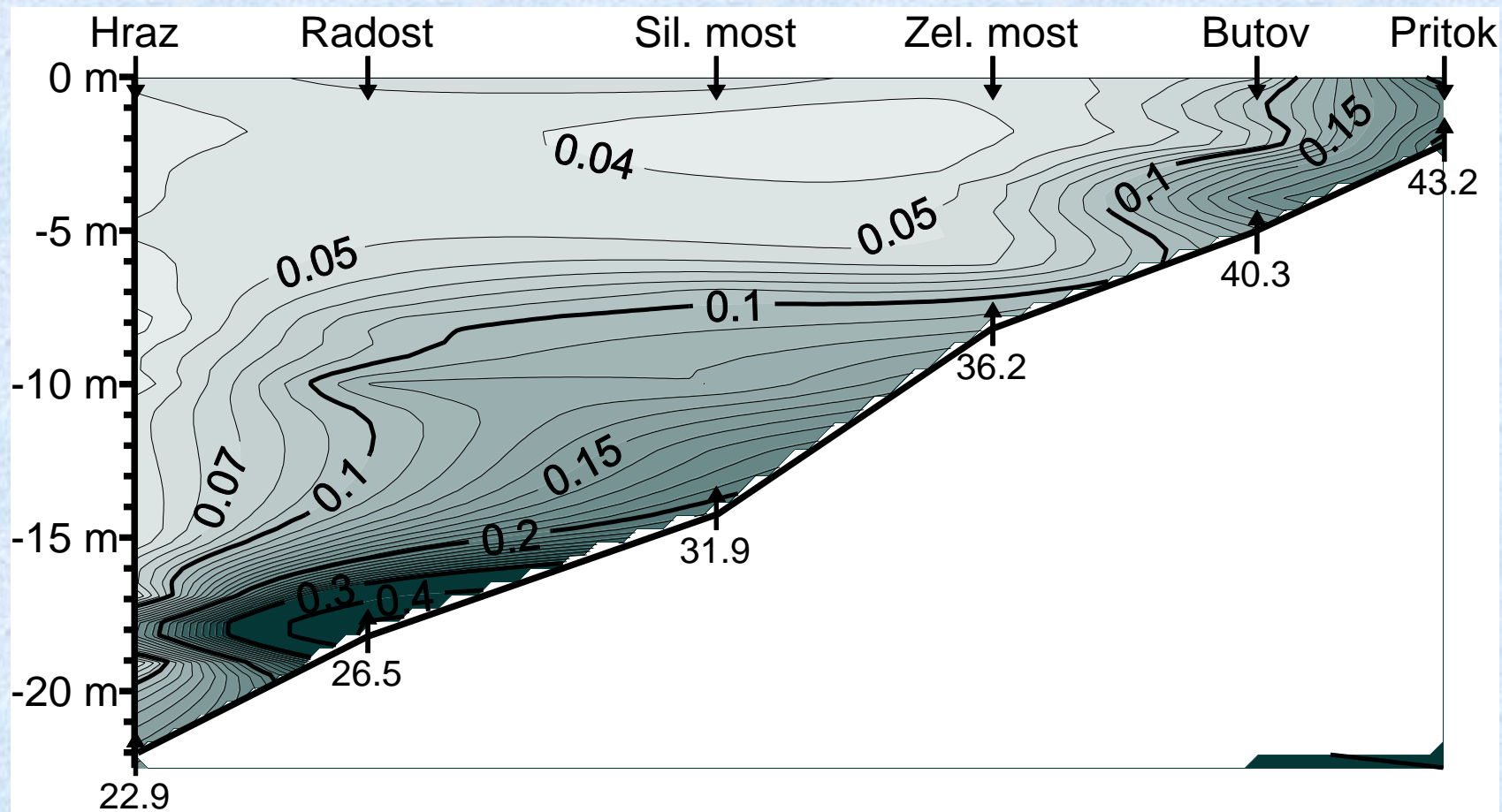
# FOSFOR CELKOVÝ



# FOSFOR CELKOVÝ



září



# Nejdůležitější kationty ve vodách



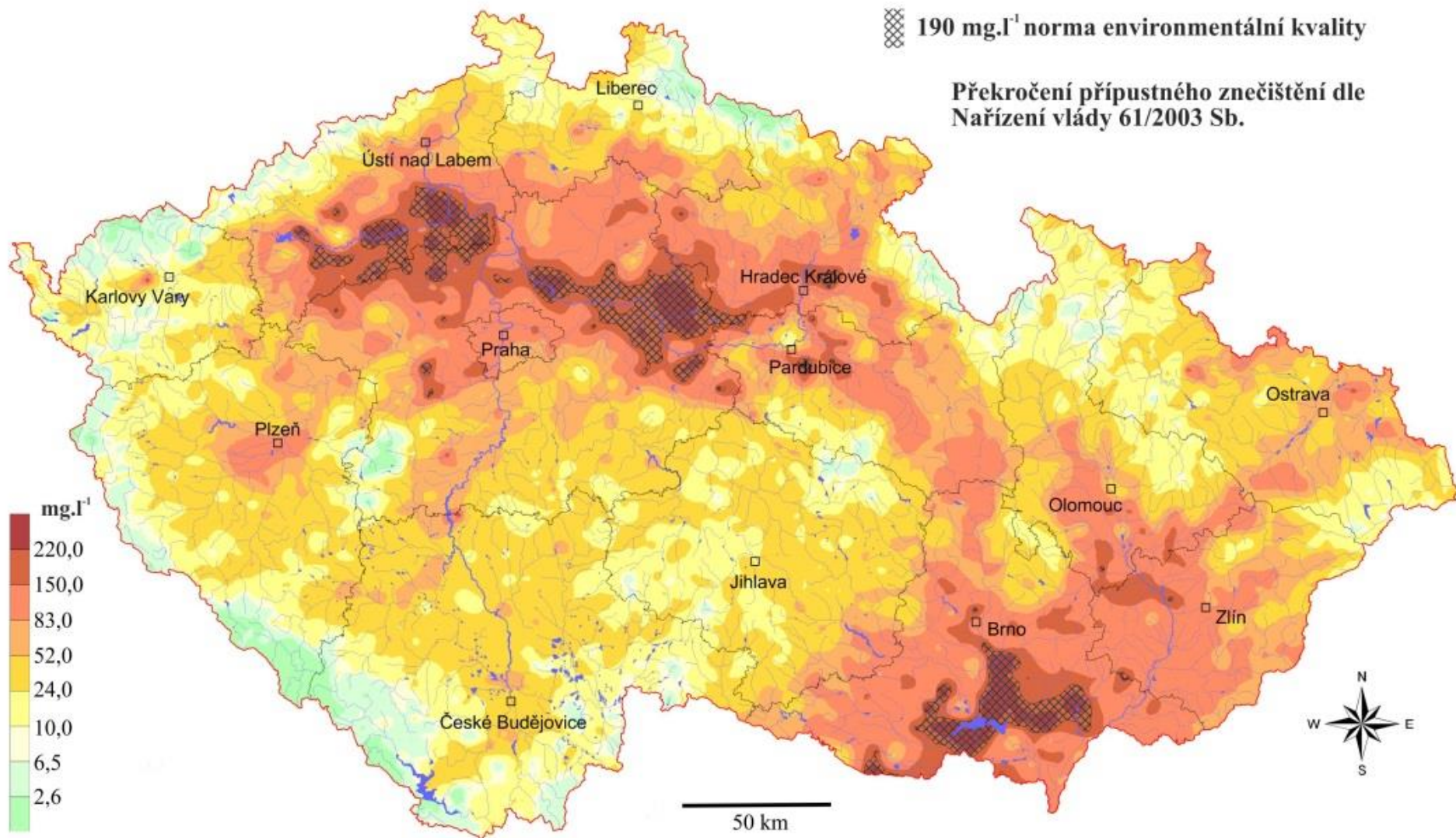
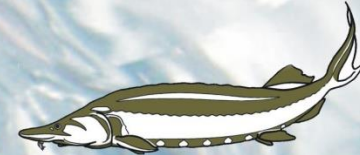
- **Vápník** - obsah v zemské kůře 3,5 %, do vody vyluhováním převážně vápenců ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomitů ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), sádrovce ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) a dalších minerálů.
- Větší množství Ca ve vodách je dáno obsahem rozpuštěného  $\text{CO}_2$ , 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<br>(kraj Vysočina)          | 9,6<br>(7,1–14,0)     | Hamry<br>(Pardubický kraj)         | 10,6<br>(8,6–12,0)  |
| Medlov<br>(kraj Vysočina)           | 9,9<br>(6,0–18,0)     | Husinec<br>(Jihočeský kraj)        | 9,4<br>(1,3–28,0)   |
| Pístovický<br>(Jihomoravský kraj)   | 48,7<br>(29,1–72,8)   | Plumlov<br>(Olomoucký kraj)        | 35,0<br>(30,7–40,9) |
| Jaroslavický<br>(Jihomoravský kraj) | 39,1<br>(30,2–45,0)   | Brněnská<br>(Jihomoravský kraj)    | 39,6<br>(32,7–45,0) |
| Zámecký<br>(Jihomoravský kraj)      | 48,3<br>(31,9–73,6)   | <b>Řeky a říčky</b>                |                     |
| Novoveský<br>(Jihomoravský kraj)    | 61,8<br>(38,9–108,1)  | Fryšávka<br>(kraj Vysočina)        | 12,3<br>(8,2–16,0)  |
| Lužický<br>(Jihomoravský kraj)      | 78,0<br>(60,6–94,0)   | Bečva<br>(Zlínský kraj)            | 52,1<br>(28,6–77,0) |
| Křížový<br>(Jihomoravský kraj)      | 122,1<br>(86,2–160,3) | Svratka<br>(Jihomoravský kraj)     | 20,9<br>(14,1–37,1) |
| Nesyt<br>(Jihomoravský kraj)        | 120,6<br>(81,8–108,1) | Ošetnice<br>(Moravskoslezský kraj) | 26,8<br>(20,1–38,3) |

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



# Nejdůležitější kationty ve vodách



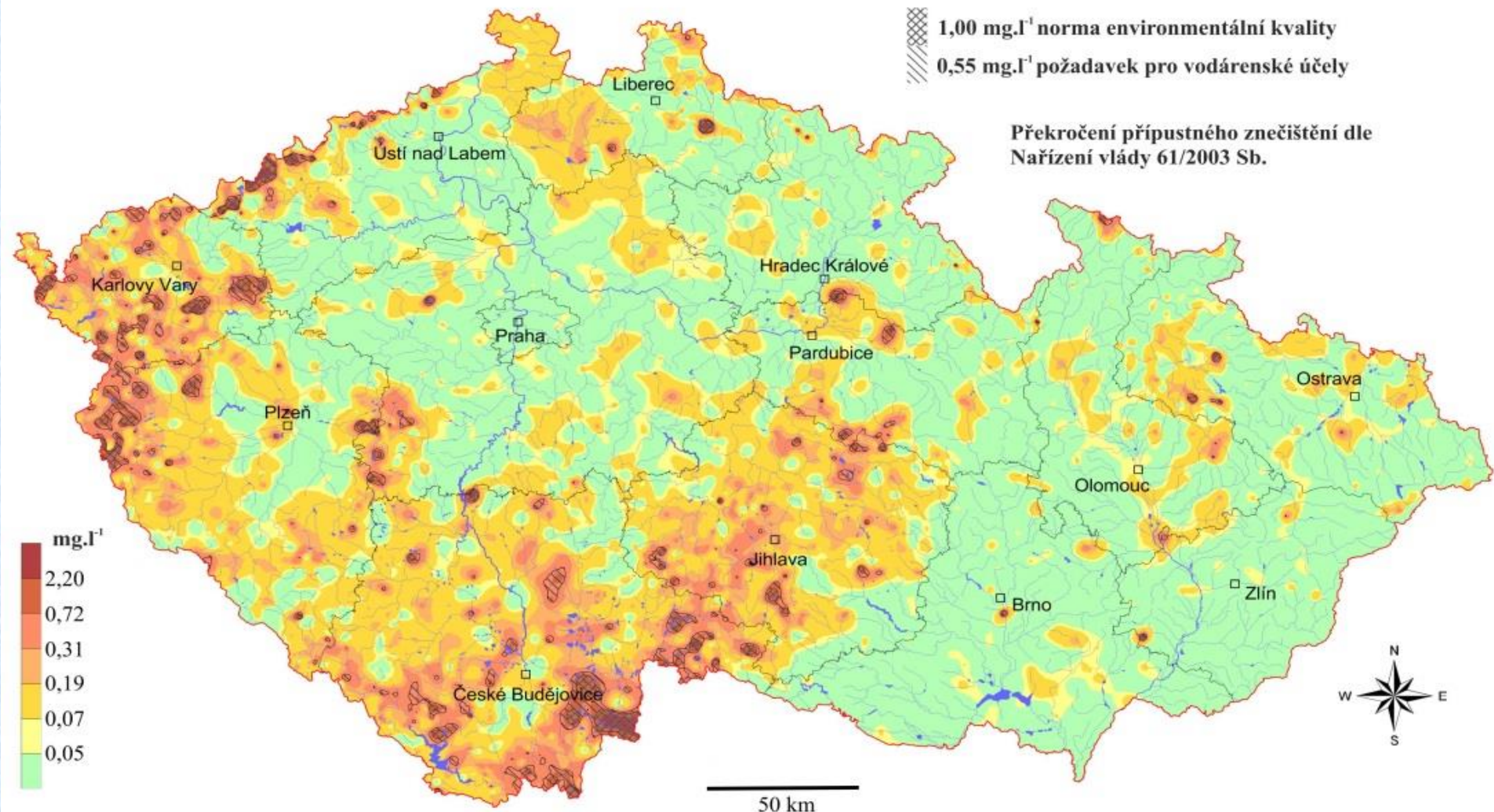
- **Železo** – do vod nejčastěji vyluhováním z železných rud: pyrit  $\text{FeS}_2$ , krevet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , magnetovec  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , hnědel  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , siderit  $\text{FeCO}_3$  a hlinitokřemičitanů, rozpouštění napomáhá přítomnost  $\text{CO}_2$  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

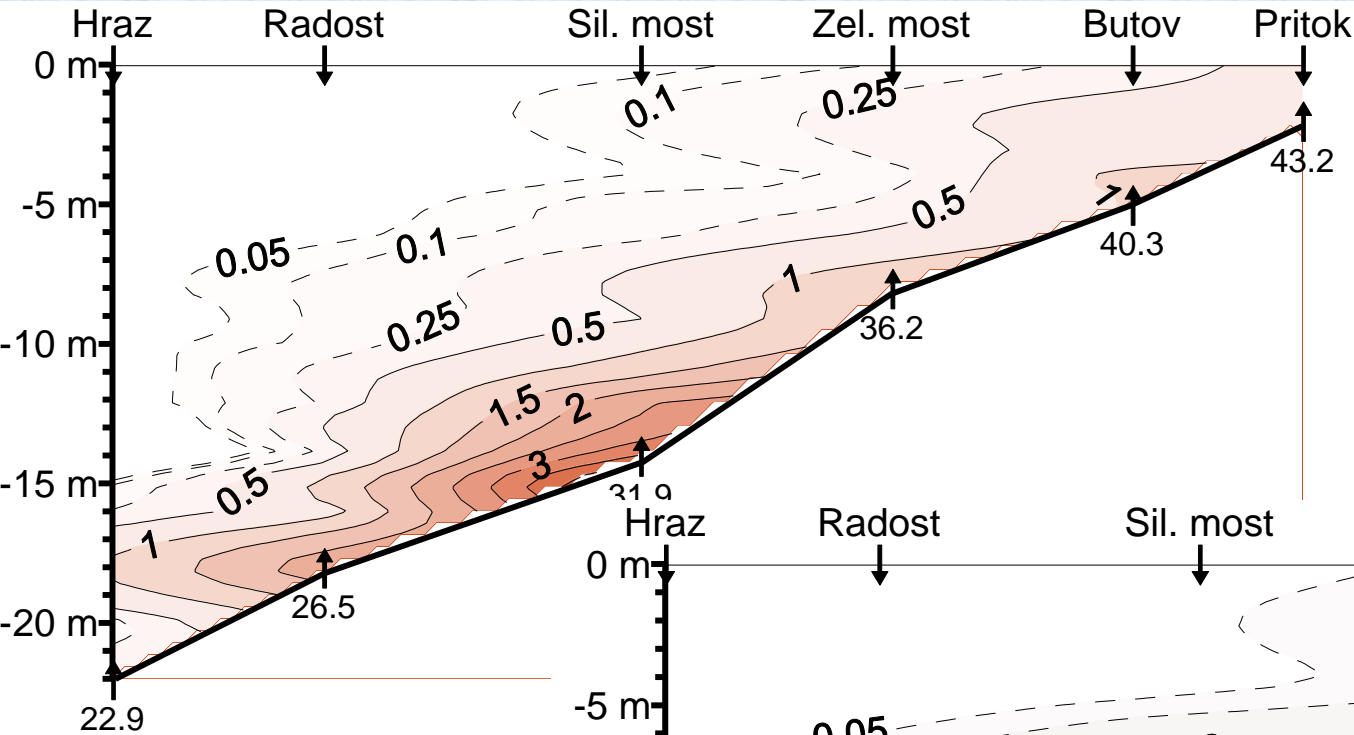


- V rybářských provozech mohou vyšší koncentrace Fe způsobit značné problémy, především v odchovných ranných stadiích ryb a líhních.
- Fe se sráží na alkalicky reagujících žábrách ryb a na jikrách. Sraženina zabraňuje výměně plynů, dochází k pomnožení železitých bakterií a úhynům jiker a ryb.
- Úprava 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.

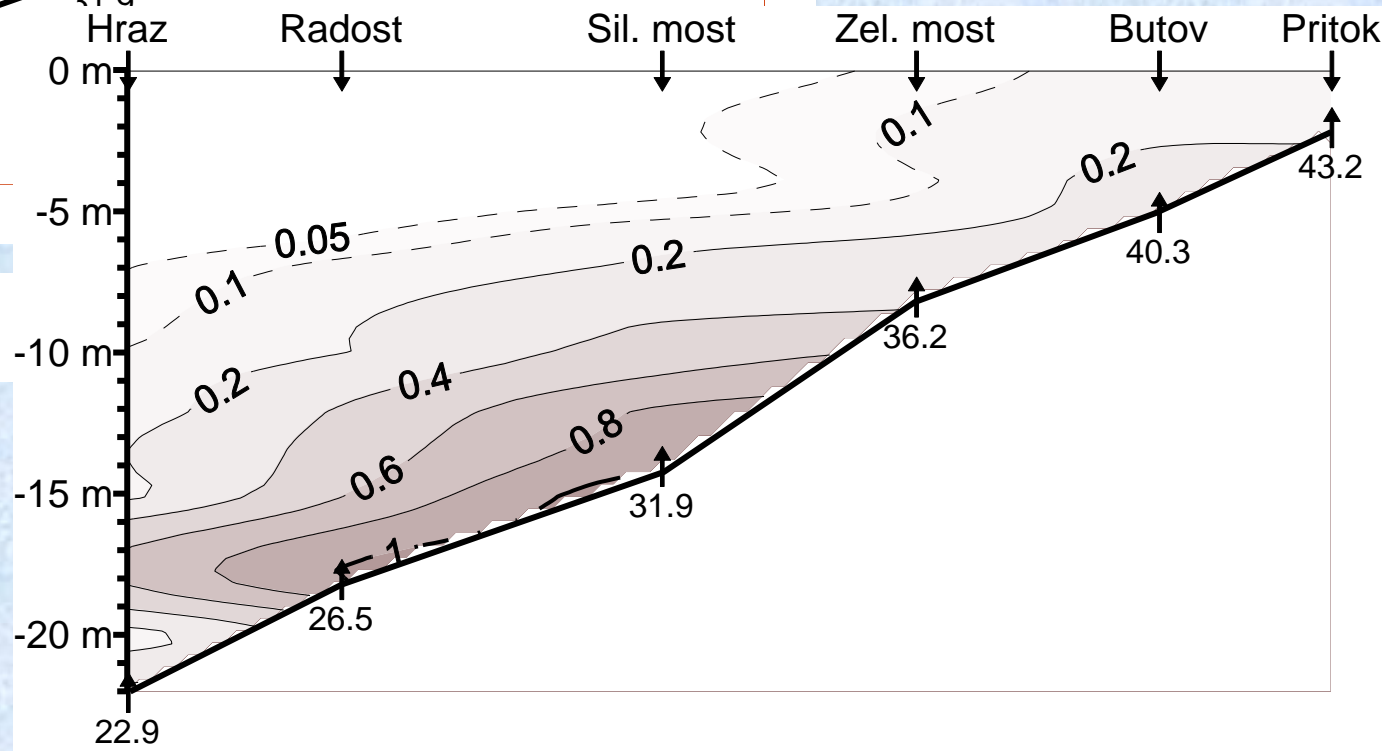
# Koncentrace rozpuštěného železa ( $\text{Fe}_{\text{rozp.}}$ ) v povrchových vodách ČR v letech 2007–2010



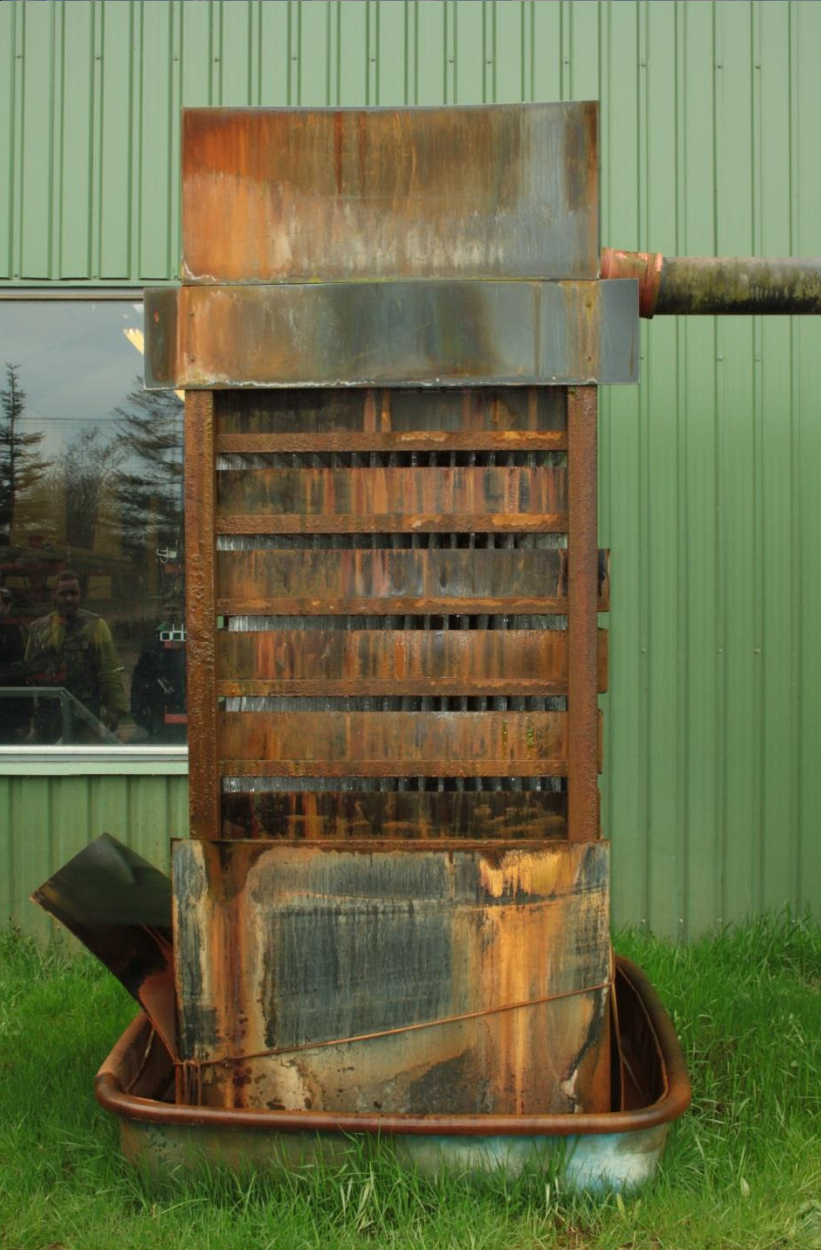
# ŽELEZO - MANGAN



srpen





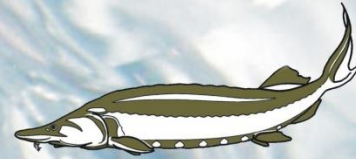


# Organické látky



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