



JAKOST (= KVALITA) VODY - moderní technický termín jakost vody shrnuje všechny faktory, které ovlivňují využití vody pro člověka.

Povrchové vody jsou zdrojem pitné a užitkové vody a slouží pro rekreační účely, chov ryb aj. Současně jsou však recipientem splaškových a průmyslových odpadních vod.

Vlivem přísunu nečistot se porušuje biologická rovnováha v recipientech a jejich schopnost samočištění.

Vliv odpadních vod na jakost povrchové vody se posuzuje podle chemických, biologických a estetických změn vody, kterými jsou poškozeny veřejné zájmy.

Nejnápadnějším jevem je úhyn ryb.

Hodnocení přípustného znečištění vod se posuzuje jednak podle **emisních limitů** (max. přípustné koncentrace v odpadní vodě vypouštěné do recipientu), jednak podle **imisních limitů** (koncentrace ve vodním recipientu, které by při vypouštění odpadních vod neměly být překročeny)

Klasifikační toků se rozumí normované roztrídění toků podle jakosti vody

Ke klasifikaci se využívají ukazatele (indikátory) vyjadřující fyzikální, chemický nebo biologický stav vodního prostředí.



Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

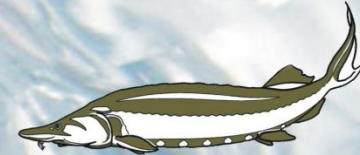
o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

(Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., č. 229/2007 Sb. a č. 23/2011 Sb. byly zrušena)

Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a vod užívaných pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., výběr ukazatelů, upraveno).

Ukazatel	Přípustné znečištění (celoroční aritmetický průměr)				
	vodárenské účely	koupání	lososové vody	kaprové vody	všeobecné požadavky
Rozpuštěný kyslík (mg.l ⁻¹)					> 9
BSK ₅ (mg.l ⁻¹)	2,7		1,8	3,2	3,8
CHSK _{Cr} (mg.l ⁻¹)	5,9				26
TOC (mg.l ⁻¹)	4,5				10
Celkový fosfor (mg.l ⁻¹)		0,05			0,15
Celkový dusík (mg.l ⁻¹)					6
Teplota vody (°C)					max. 29
N-NH ₄ ⁺ (mg.l ⁻¹)			0,03	0,16	0,23
N-NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)			0,08	0,12	
N-NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)					5,4
Chloridy (mg.l ⁻¹)	65				150
pH					5-9

Klasifikace tekoucích vod podle čistoty



V ČR se dlouhodobě používá klasifikační systém podle ČSN 757221, Klasifikace jakosti povrchových vod, který dělí tekoucí vody do pěti tříd:

I. Třída	neznečištěná voda	barva světle modrá
II. Třída	mírně znečištěná voda	barva tmavě modrá
III. Třída	znečištěná voda	barva zelená
IV. Třída	silně znečištěná voda	barva žlutá
V. Třída	velmi silně znečištěná voda	barva červená

Mezní hodnoty tříd jakosti vody podle ČSN 757221 (výběr ukazatelů)



Ukazatel	Třída				
	I	II	III	IV	V
konduktivita (mS.m ⁻¹)	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
rozpuštěný kyslík (mg.l ⁻¹)	> 8,5	> 7,5	> 6	> 4	≤ 4
BSK₅ (mg.l⁻¹)	< 2	< 4	< 8	< 15	≥ 15
CHSK _{Mn} (mg.l ⁻¹)	< 6	< 9	< 14	< 20	≥ 20
CHSK_{Cr} (mg.l⁻¹)	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60
TOC (mg.l ⁻¹)	< 7	< 10	< 16	< 20	≥ 20
celkový fosfor (mg.l⁻¹)	< 0,05	< 0,15	< 0,3	< 0,6	≥ 0,6
N-NH₄ (mg.l⁻¹)	< 0,2	< 0,4	< 0,8	< 1,6	≥ 1,6
N-NO₃ (mg.l⁻¹)	< 2,5	< 5	< 8	< 12	≥ 12
chloridy Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	< 100	< 200	< 300	< 450	≥ 450
síraný SO ₄ ²⁻ (mg.l ⁻¹)	< 80	< 150	< 250	< 400	≥ 400
železo Fe (mg.l ⁻¹)	< 0,5	< 1	< 2	< 3	≥ 3
chlorofyl (μg.l ⁻¹)	< 10	< 25	< 50	< 100	≥ 100
hliník Al (mg.l ⁻¹)	< 0,6	< 1,2	< 2,5	< 5	≥ 5
glyfosát (μg.l ⁻¹)	< 1	< 30	< 60	< 100	≥ 100
Saprobní index makrozoobentosu	< 1,5	< 2,0	< 2,5	< 3,5	≥ 3,5

Klasifikace jakosti vod musí být založena na hodnocení všech vybraných ukazatelů jakosti vod.

Mezi vybrané ukazatele patří:

saprobní index
makrozoobentosu,
biochemická spotřeba kyslíku,
chemická spotřeba kyslíku
dichromanem,
amoniakální dusík,
dusičnanový dusík
a celkový fosfor





Výsledná třída se určí podle nejnepříznivějšího zařazení u jednotlivých vybraných ukazatelů.

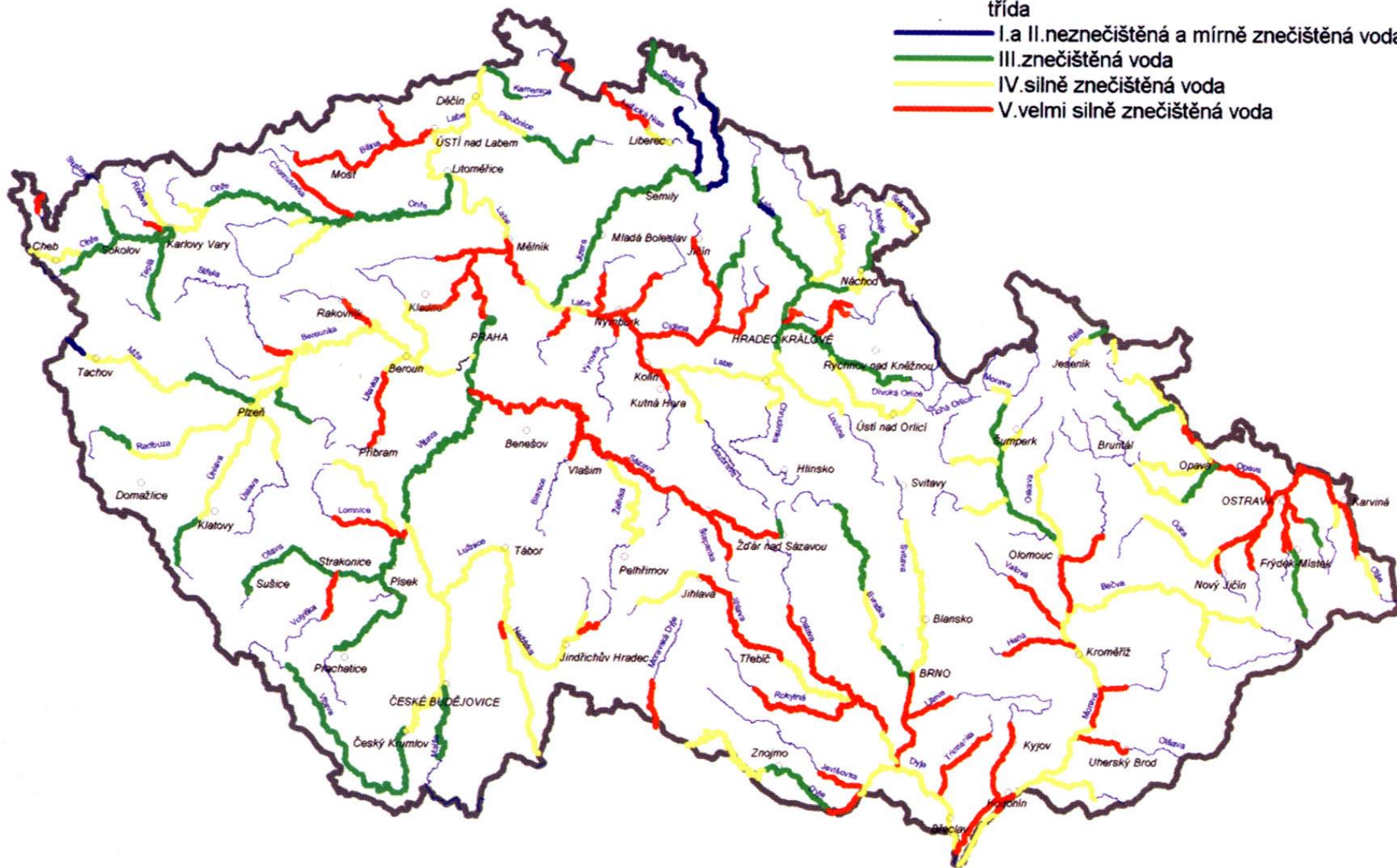
Jakost vody v tocích ČR v letech 1991-1992



Základní klasifikace

třída

-  I.a II. neznečištěná a mírně znečištěná voda
-  III. znečištěná voda
-  IV. silně znečištěná voda
-  V. velmi silně znečištěná voda







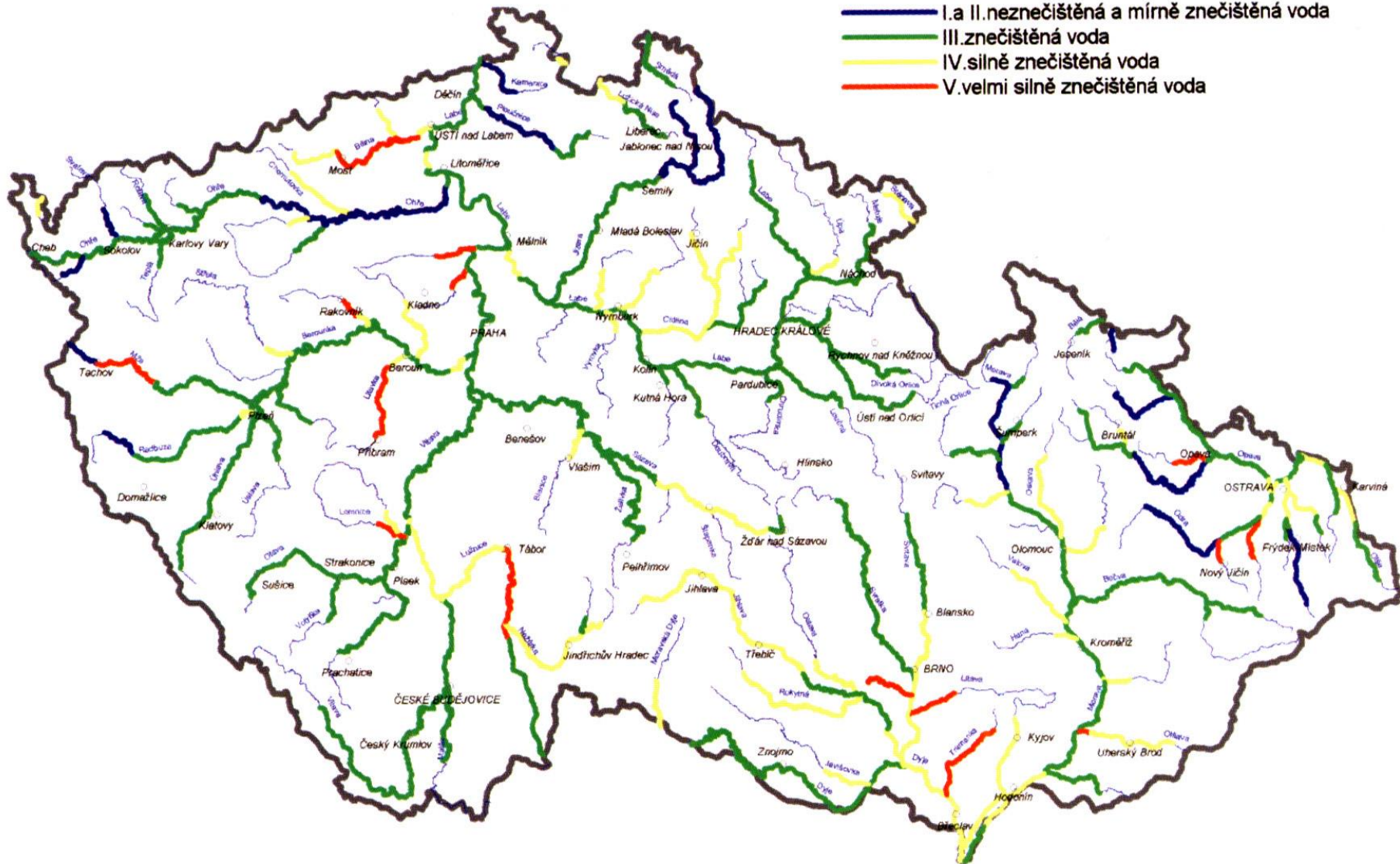
Jakost vody v tocích ČR v letech 2004-2005



Základní klasifikace

třída

-  I.a II. neznečištěná a mírně znečištěná voda
-  III. znečištěná voda
-  IV. silně znečištěná voda
-  V. velmi silně znečištěná voda







Jakost vody v tocích ČR v letech 2008-2010

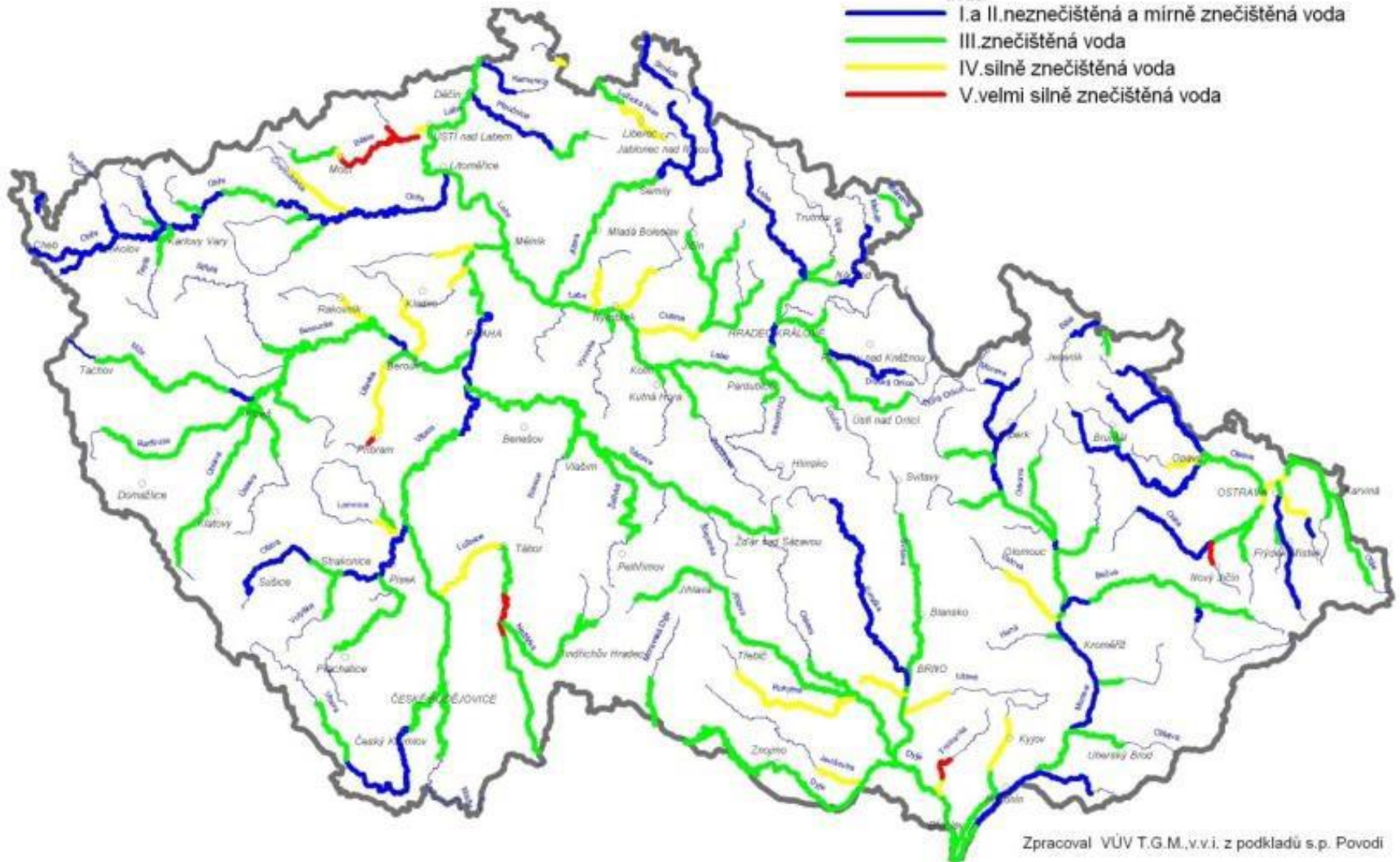


HODNOCENÍ PODLE ČSN 75 7221

Základní klasifikace

třída

-  I. a II. neznečištěná a mírně znečištěná voda
-  III. znečištěná voda
-  IV. silně znečištěná voda
-  V. velmi silně znečištěná voda



Zpracoval VUV T.G.M.v.v.i. z podkladů s.p. Povodí

VLIV PRODUKČNÍHO RYBÁŘSTVÍ NA KVALITU VOD



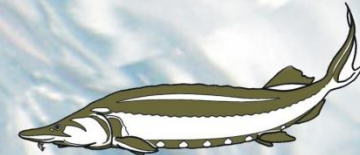
Vliv rybářského hospodaření na kvalitu vod je rozdílný v závislosti na podmínkách chovu, zda se jedná o chov ryb v rybnících nebo ve speciálních zařízeních.

Rybníky

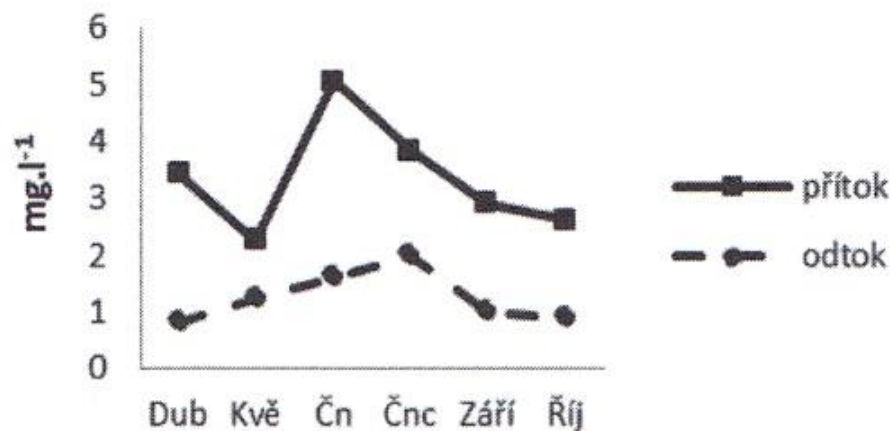
Rozdíly v jakosti vody odtékající z rybníků v porovnání s přítokovou vodou závisí na celé řadě faktorů (výše obsádky ryb, intenzitě příkrmování, hnojení, vápnění, klimatických podmínkách, kvalitě a množství přítokové vody a mnoha dalších).

Obecně platí, že odtékající voda z rybníků v průběhu vegetačního období má vyšší teplotu, vyšší obsah organických látek, nižší obsah dusičnanového dusíku. Z hlediska obsahu dusíku a fosforu lze u rybníků obecně sledovat snižování jejich obsahu ve srovnání s přítokovou vodou, neplatí to ale při vysoké intenzitě chovu spojené s aplikací hnojiv.

Hodnoty fosforu – přítok, odtok



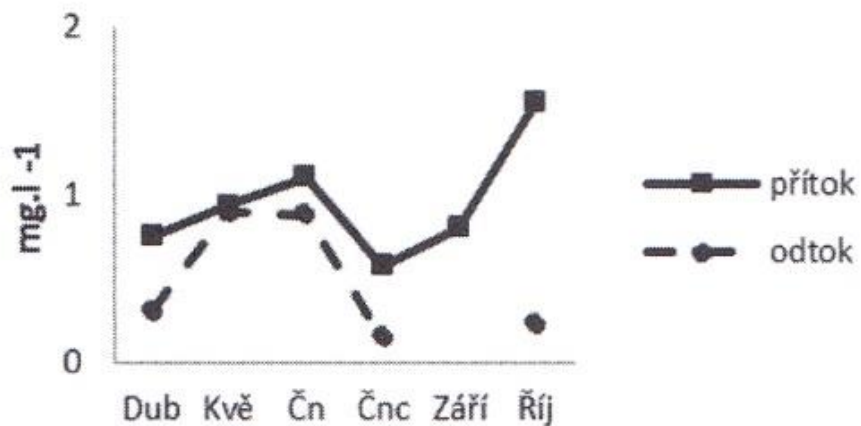
Celkový fosfor



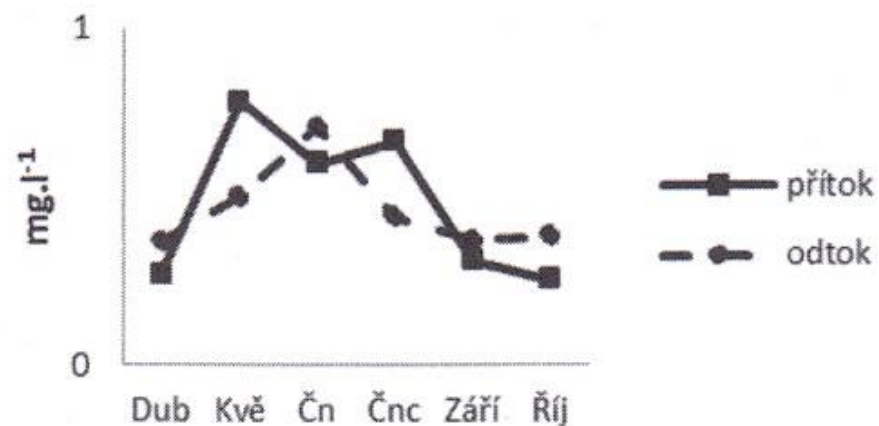
Celkový fosfor



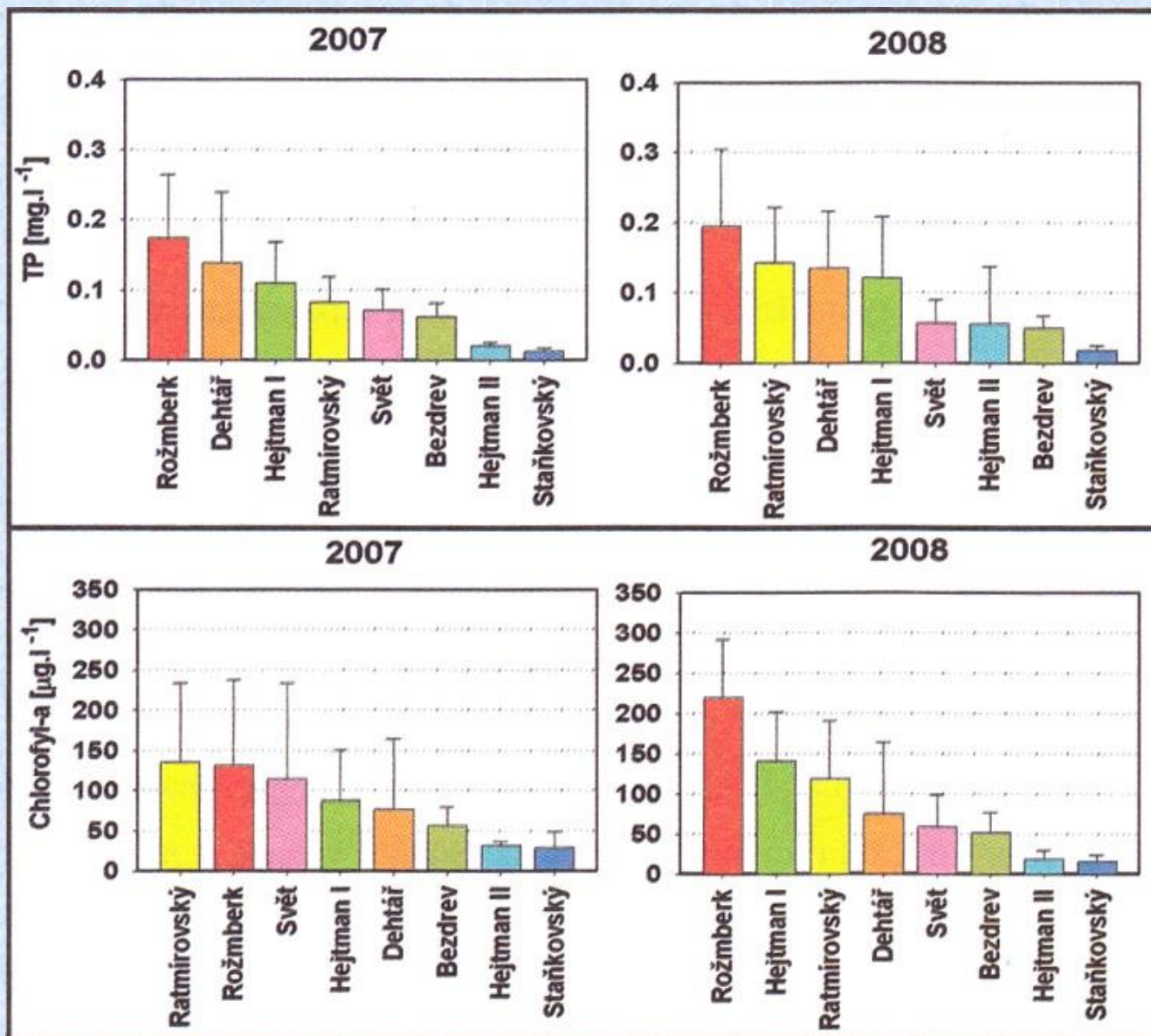
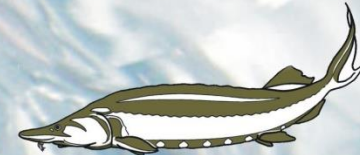
Celkový fosfor



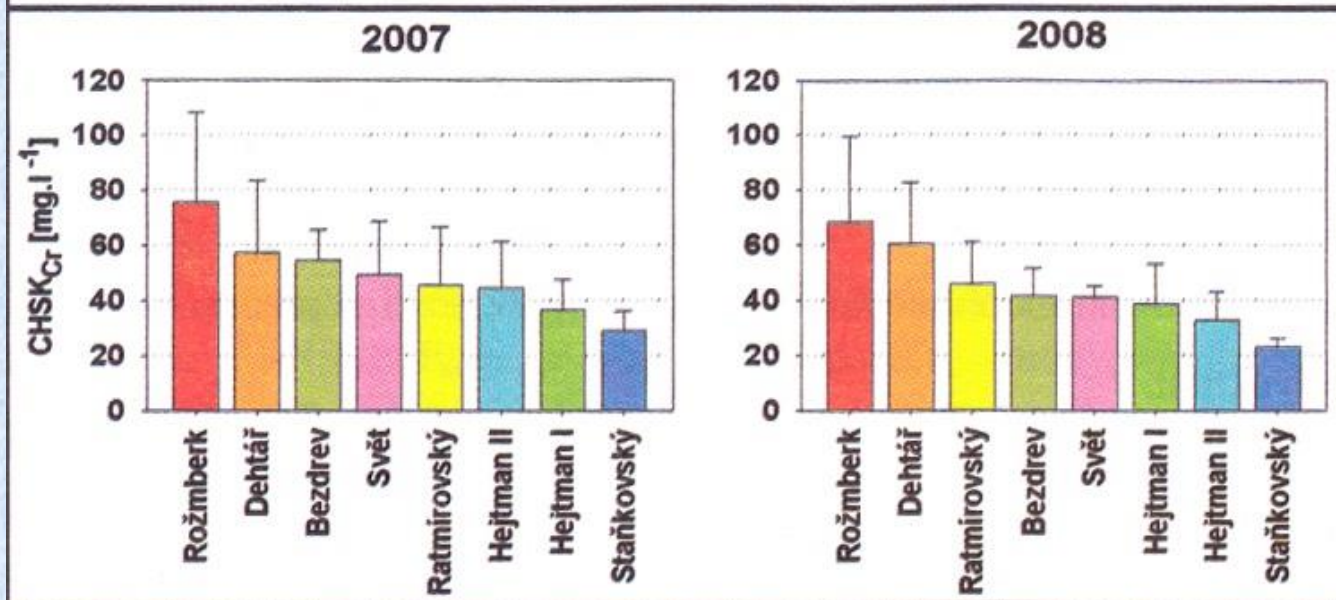
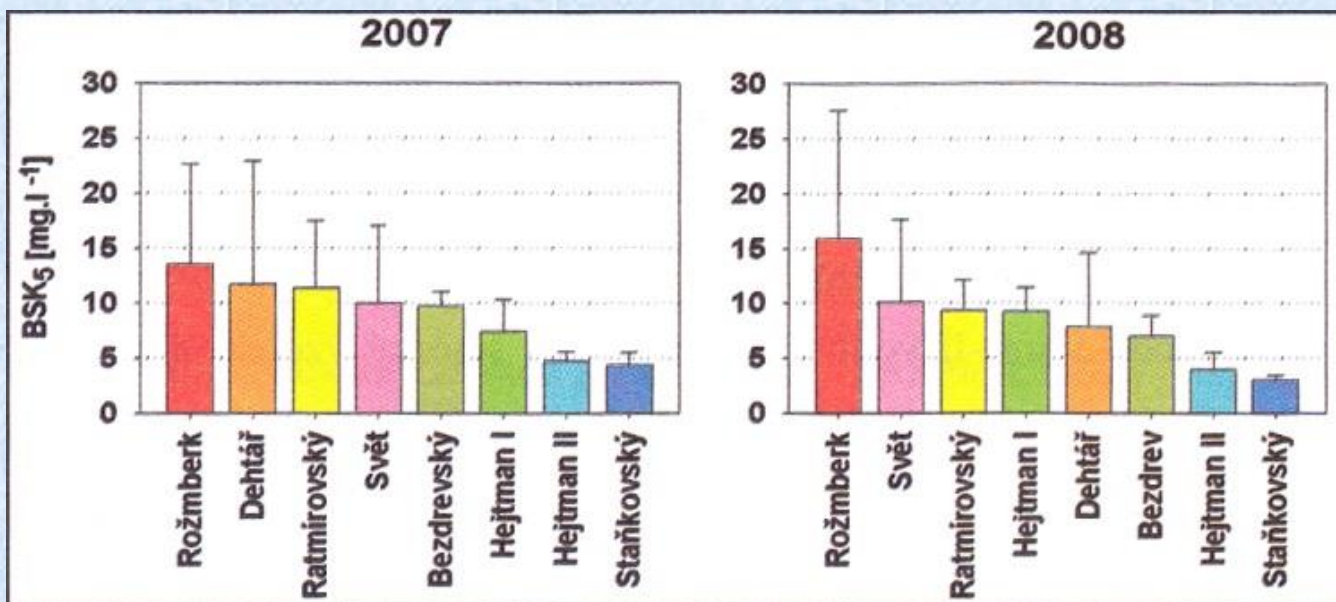
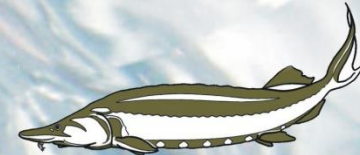
Celkový fosfor



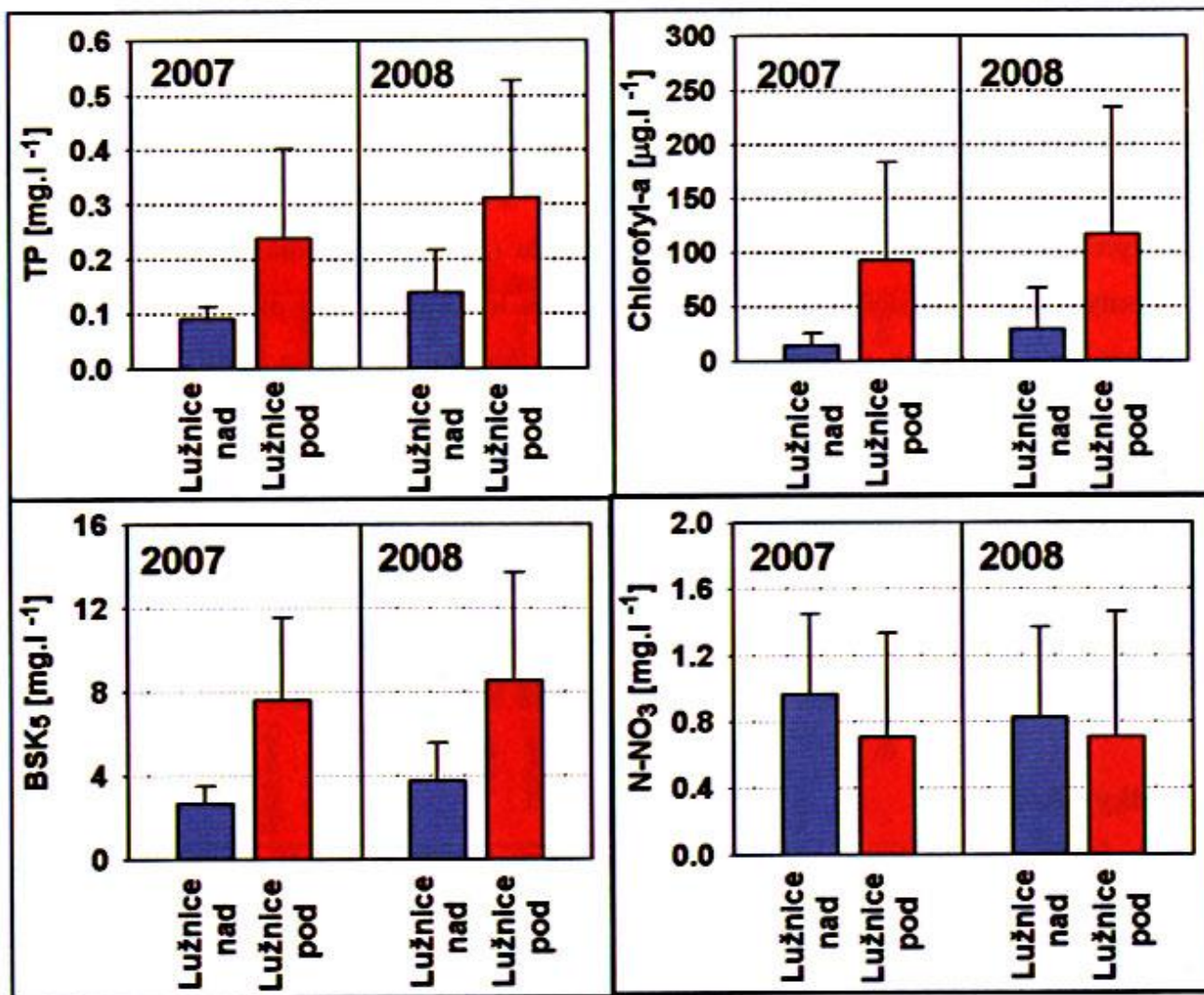
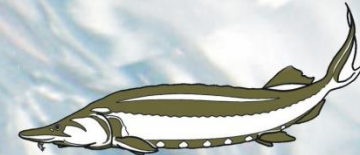
Fyzikálně-chemické parametry rybníků



Fyzikálně-chemické parametry rybníků

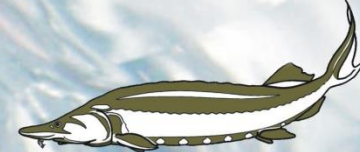


Fyzikálně-chemické parametry rybníků



Rybník Rožmberk – vliv na kvalitu vody. V grafech jsou zpracovány aritmetické průměry a maxima z celoročních sledování (12 odběrů za rok). V létě jsou rozdíly podstatně větší. TP – P celkový.

VLIV PRODUKČNÍHO RYBÁŘSTVÍ NA KVALITU VOD



Naprostá většina našich rybníků se nachází v určitém stupni eutrofie.

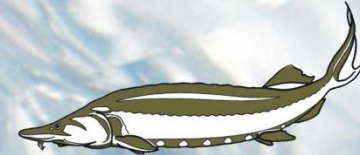
Mezotrofní a oligotrofní rybníky s nízkou biomasou primární produkce jsou na našem území vzácností.

Typickým stavem je vysoké přesycení rozpuštěným kyslíkem, vysoká hodnota pH a nízký obsah CO_2 u hladiny, který je spojený, v důsledku intenzivních rozkladných procesů, s nedostatkem kyslíku a vyšším obsahem iontů fosforu, železa a amoniakálního dusíku u dna rybníka.

Tento stav je ale závislý na dostatku fotosynteticky aktivního záření, v případě zatažené oblohy dochází k výraznému omezení rychlosti fotosyntetických pochodů, převládnutí pochodů respiračních a poklesu obsahu kyslíku i hodnoty pH v celém vodním sloupci.

Změny intenzity fotosyntézy mohou probíhat v rybnících velmi rychle, stejně tak i kolísání základních fyzikálně chemických faktorů a celý systém je tak značně nestabilní.

VLIV PRODUKČNÍHO RYBÁŘSTVÍ NA KVALITU VOD



Většina rybníků má vypustní zařízení umožňující zvolit, která vrstva vody bude z rybníka odtékat, zda prohřátá hladinová vrstva s vysokým obsahem kyslíku a organické hmoty primárních producentů nebo na kyslík chudší, chladnější voda dna s vysokým obsahem iontů z rozložených látek.

Z hlediska požadavků na jakost vody odtékající vody z rybníků není jednoznačné, která vrstva vody je horší kvality.

Hlubší rybníky, u kterých je běžná i déletrvající stratifikace vody, mívají většinou zhoršenou kvalitu spodní vody u dna s vyšším obsahem nežádoucího fosforu a dalších látek (amoniakální dusík, sulfan, železo aj.).

U mělkých rybníků, v důsledku mnohem častějšího promíchání vrstev vody v celém vodním sloupci, nejsou rozdíly v kvalitě vodních vrstev tak výrazné a z hlediska obsahu fosforu bývá často bohatší hladinová vrstva, ve které je fosfor vázán především ve vysoké biomase fytoplanktonu.

VLIV PRODUKČNÍHO RYBÁŘSTVÍ NA KVALITU VOD



Samostatnou kapitolou z hlediska kvality vody je vypouštění rybníka při výlovu a vlastní výlov ryb.

V tomto období se v odtékající vodě výrazně zvyšuje podíl nerozpuštěných látek a hlavních nutrientů – dusíku, uhlíku a fosforu.

Hlavní část odnosu tvoří období výlovu, kdy vlivem snížení hladiny vody a intenzivního pohybu ryb v lovišti rybníka, dochází k víření usazeného sedimentu a jeho odtoku s vypouštěnou vodou.

Koncentrace jednotlivých složek v odtékající vodě výrazně kolísají v závislosti na jednotlivých fázích výlovu (zátaž, vydávání ze sítě, jadření aj.).

Celkově při výlovu odtečou řádově tuny až desítky tun různých látek.

V případě základních nutrientů (P, N, C) tvoří výlov významné procento z jejich celkového ročního odtoku.

Většina fosforu (99 %) je ale vázáno na nerozpuštěné látky, tedy látky s nízkým eutrofizačním potenciálem.

VLIV PRODUKČNÍHO RYBÁŘSTVÍ NA KVALITU VOD



Hlavní příčinou vysokých koncentrací nutrientů v sedimentech rybníků je eroze zemědělsky obhospodařované půdy a přítok na nutrienty bohatých vod z ČOV.

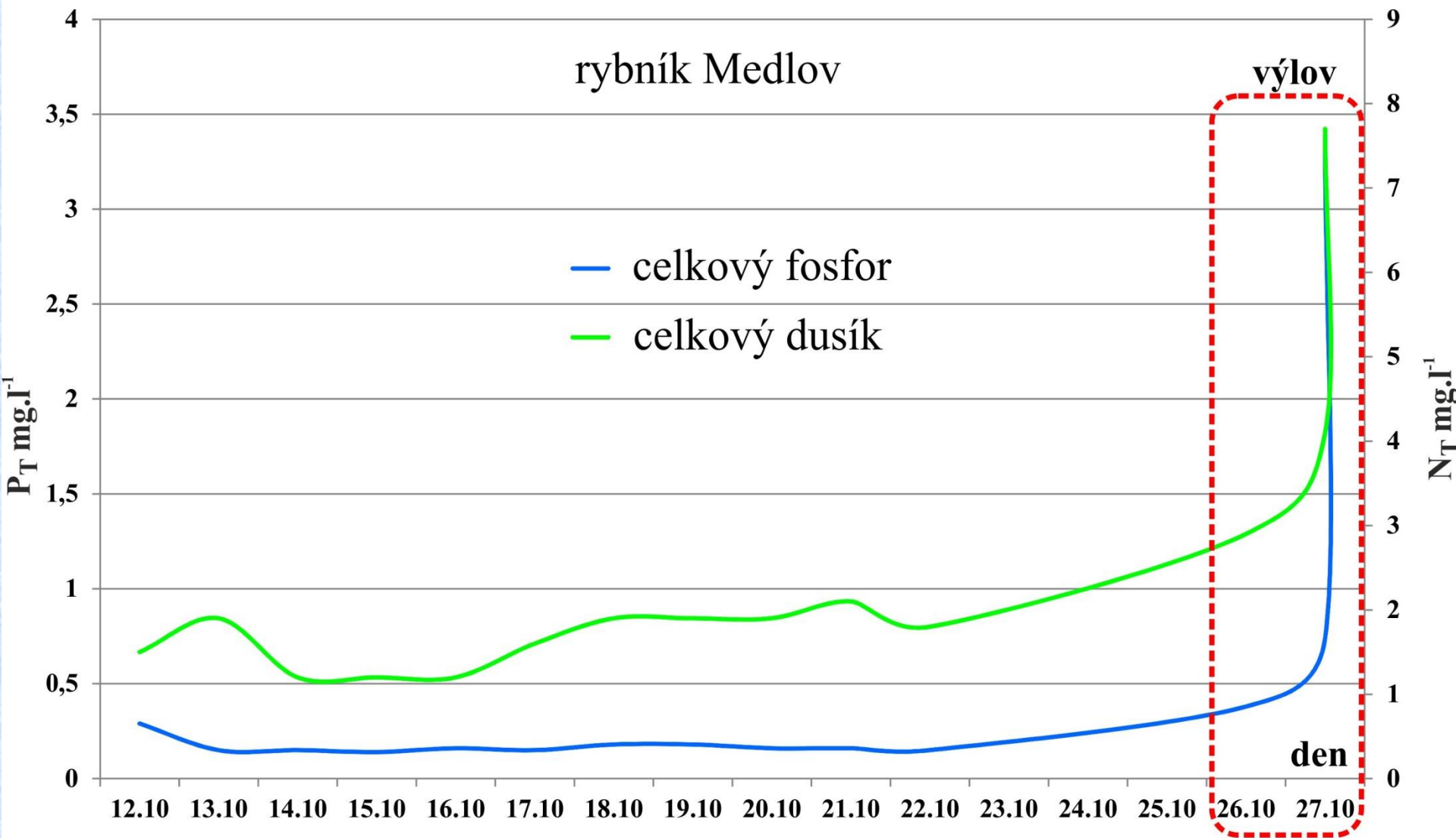
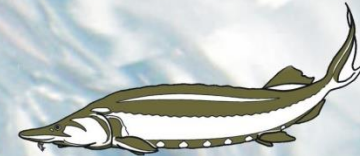
Problematické jsou především zvýšené průtoky (povodně), kdy není část odpadních vod vůbec čištěna a rovněž častá praxe ČOV – vypouštět část aktivovaného kalu do toků.

Stanovit míru vlivu jednotlivých činností na kvalitu vody rybníků je vzhledem k nedostatku informací o vnosu znečišťujících látek velmi problematické.

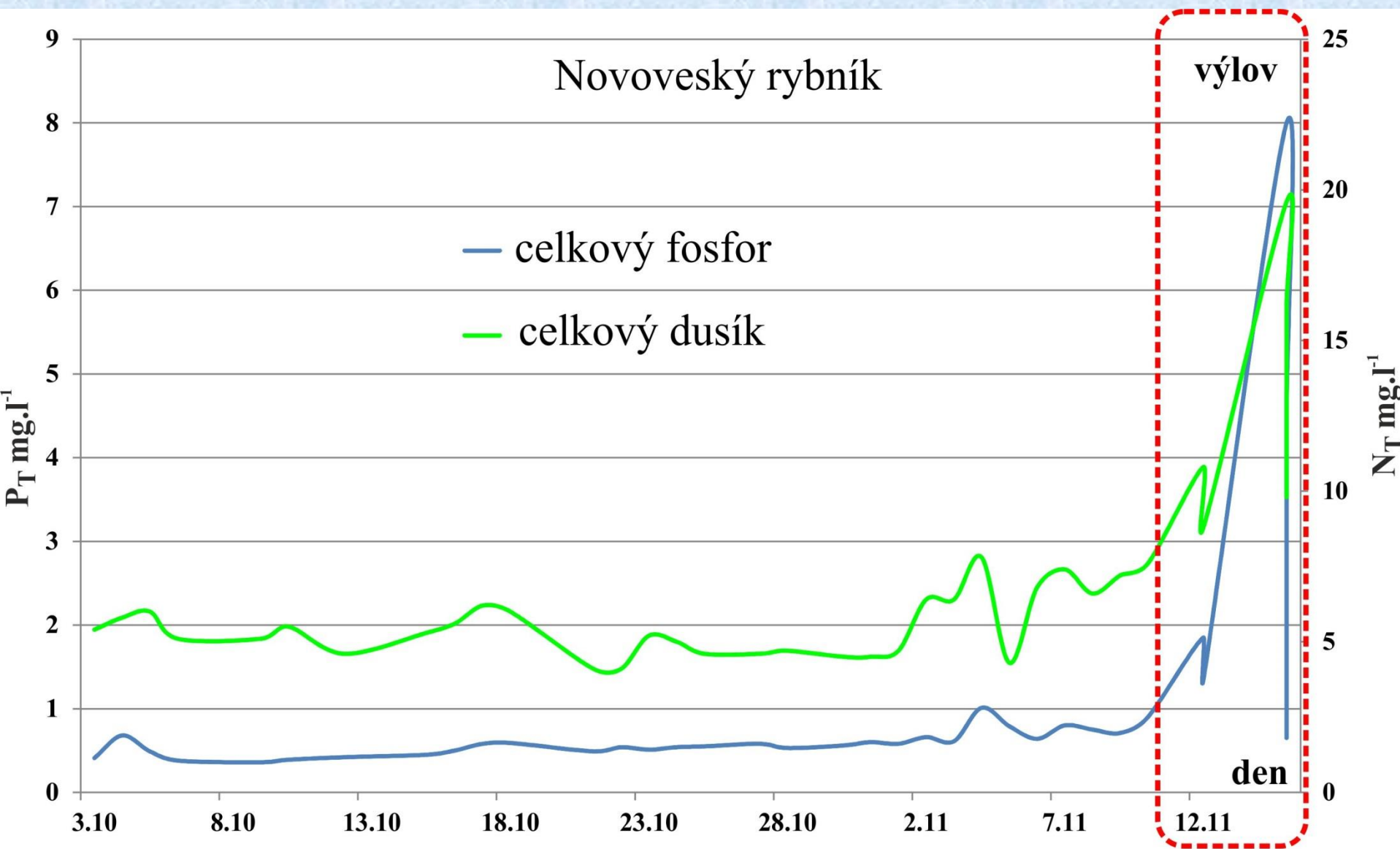
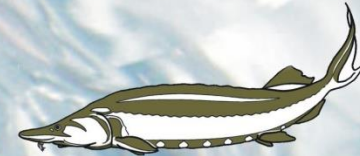
Vliv vlastního rybářského hospodaření na zvyšování obsahu nutrientů v sedimentech rybníků je většinou, vzhledem k hlavním uvedeným vstupům znečištění, výrazně nižší.

V některých případech může být i obsah nutrientů ve vylovených rybách vyšší, než vnos nutrientů násadovými rybami, krmením a hnojením.

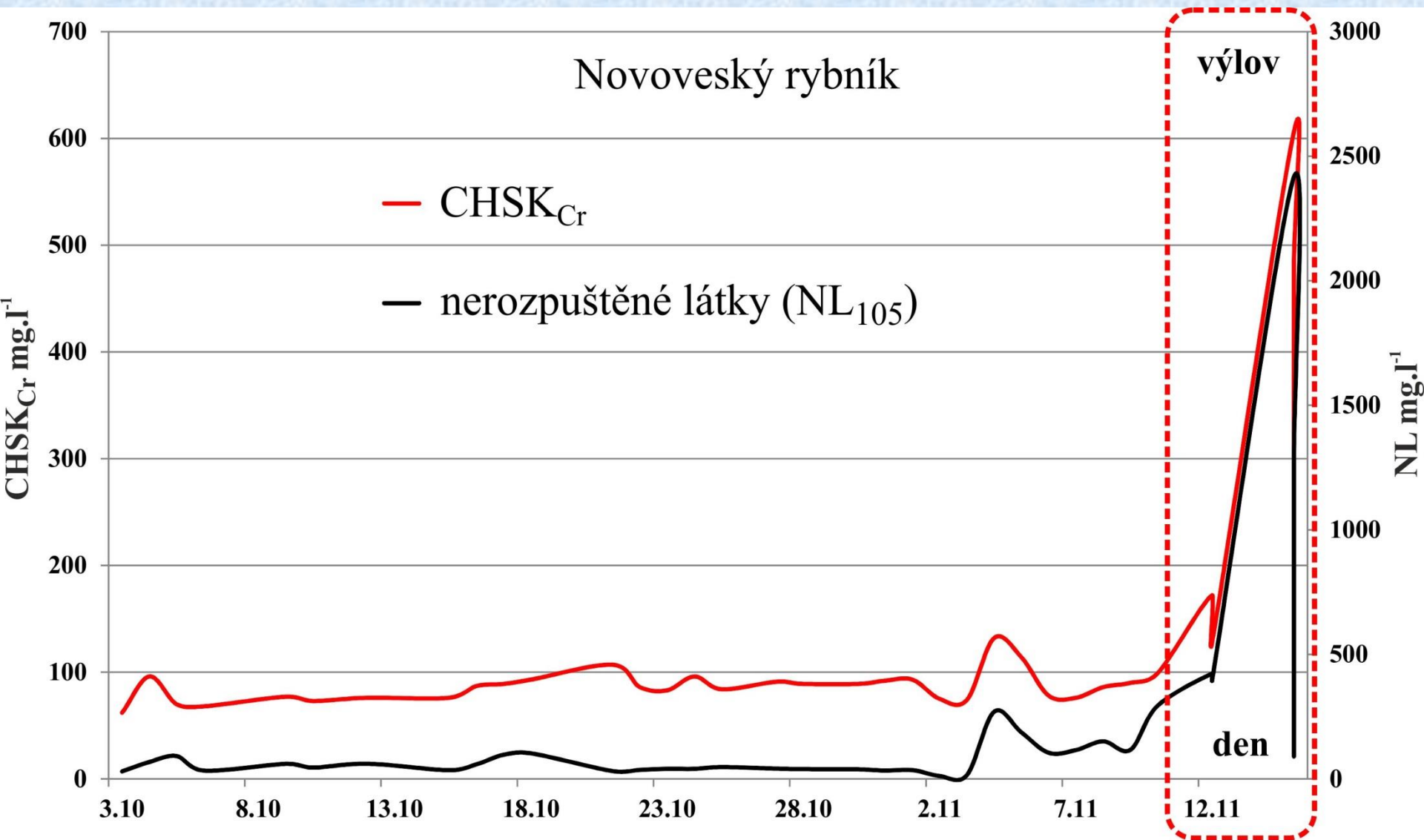
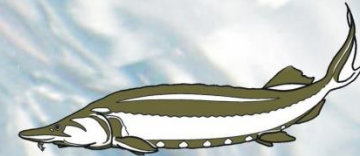
Hodnoty - výlov



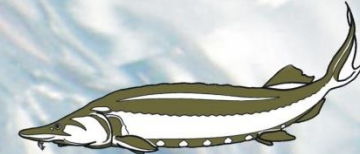
Hodnoty - výlov



Hodnoty - výlov



VLIV PRODUKČNÍHO RYBÁŘSTVÍ NA KVALITU VOD



Speciální zařízení k chovu ryb

V současnosti, vzhledem k stále se rozšiřujícímu intenzivnímu chovu ryb ve speciálních zařízeních (především recirkulačních systémů), vzrůstá i význam zatížení recipientů odtékající vodou z těchto objektů.

Obecně má odtékající voda z těchto zařízení nižší obsah rozpuštěného kyslíku a vyšší podíl nerozpuštěných látek, organických látek, celkového fosforu a dusíku (především v dusičnanové formě).

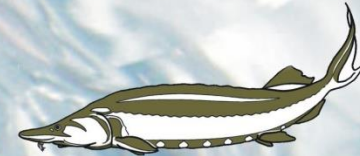
Hlavním znečišťujícím faktorem v intenzivním chovu ryb je krmivo.

Čištění těchto vod je problematické, především pro nízkou koncentraci znečišťujících látek.

Hlavní podíl znečišťujících látek je ve formě tuhých exkrementů ryb a zbytků nespotřebovaného krmiva, proto se čištění těchto vod přednostně zaměřuje na separaci nerozpuštěných látek z vody.

Odstraňování nerozpuštěných látek se nejčastěji realizuje formou sedimentace v různých typech usazovacích nádrží nebo v mikrosítových separátorech (nejčastěji bubnový filtr).

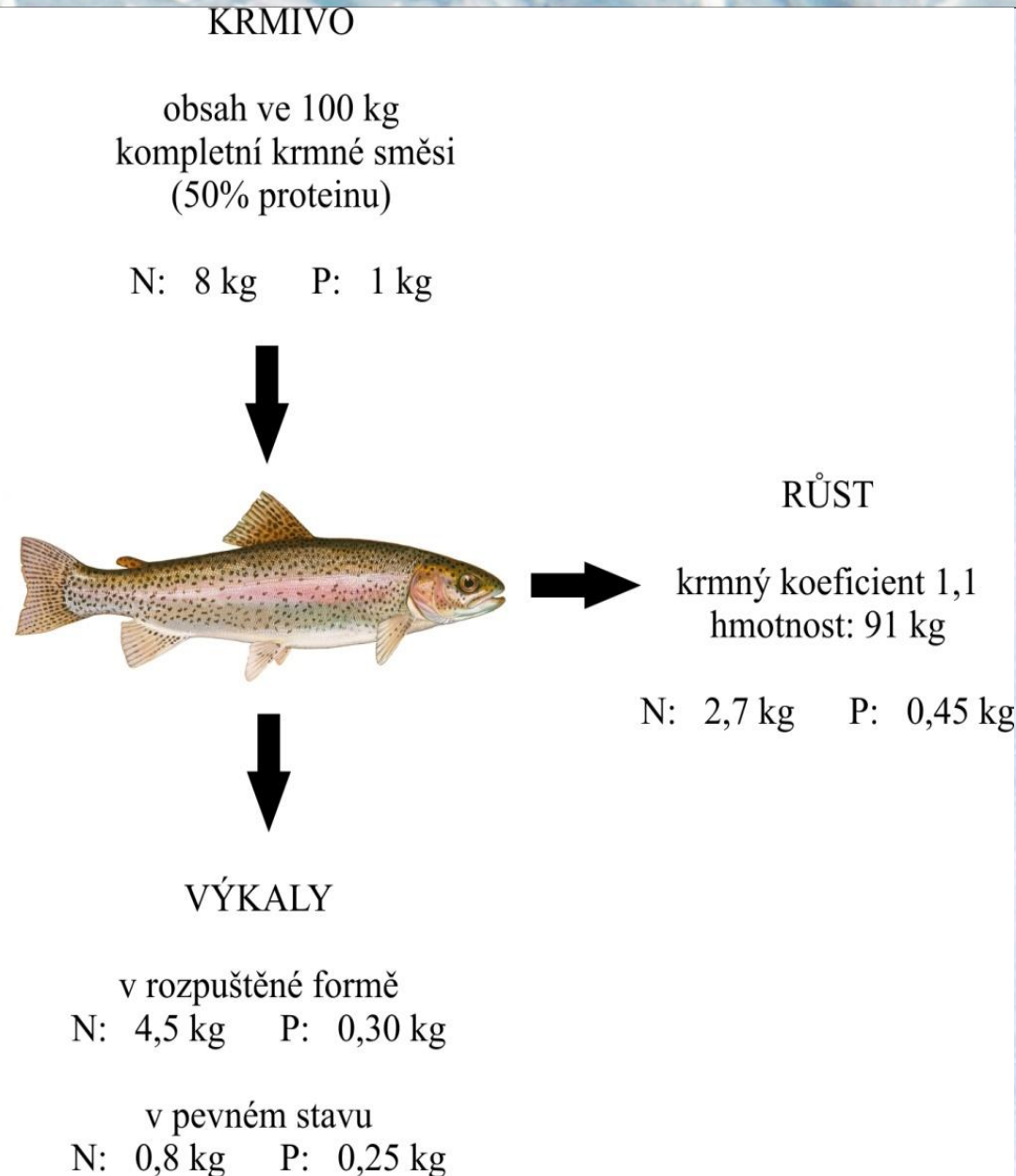
Intenzivní metody chovu ryb a ochrana kvality vod



Intenzivní metody chovu ryb a ochrana kvality vod



Exkrece dusíku (N) a fosforu (P) u ryb z intenzivních chovů. (Bregnballe, 2010, upraveno)



Ke krmení ryb se používají kompletní krmné směsi (KKS) s vysokým obsahem bílkovin.

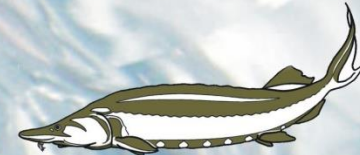
Průměrně obsahuje 100 kg KKS 8 kg dusíku a 1 kg fosforu.

Část nutrientů z krmiva je využita pro růst ryb, další část je v nerozpuštěné formě součástí exkrementů ryb.

Do vody se pak v rozpuštěné formě dostane přibližně 4,5 kg dusíku a 0,3 kg fosforu.

Na 1 tunu vyprodukovaných ryb tak lze počítat se zatížením odtokové vody přibližně **3 kg P_T** a **45 kg N_T** .





Hodnoty vybraných chemických ukazatelů (průměr, min., max.) na odtoku z recirkulačního odchovného zařízení v Pravíkově.

Ukazatel	průměr	min.	max.
BSK ₅ (mg/l)	4,03	0,49	7,91
CHSK _{Cr} (mg/l)	23,8	7,2	51,9
TOC (mg/l)	13,6	4,1	19,0
Celkový fosfor (mg/l)	0,34	0,10	0,74
Celkový dusík (mg/l)	7,11	2,60	12,90
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,38	0	1,27
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,18	0	0,65
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	4,99	0	11,32



Odběr a konzervace vzorků vody



Chyby vzniklé nesprávným odběrem vzorku nebo jeho nesprávným skladováním před započítáním analýzy již nelze napravit!

Vzhledem k velké rozmanitosti podmínek, které musíme při odběru zohledňovat, nelze sestavit podrobný, jednotný a obecný předpis pro odběr vzorků vod.

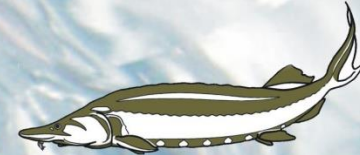
Technika odběru vzorků jakož i terénní vybavení musí odpovídat účelu, pro jaký se vzorky odebírají.

Typy vzorků

Prostý (bodový) vzorek – jednorázově a nahodile odebraný vzorek z vodního útvaru v časové i místní závislosti.

Směsný (slévaný) vzorek – dva nebo více vzorků se smísí za účelem získání charakteristického složení vody v daném časovém intervalu nebo v daném prostoru

Odběr a konzervace vzorků vody



Druhy vzorků

Jednorázový odběr – vzorek se odebere pouze jednou a hodnotí se samostatně

Řadové odběry – odebírá se více vzorků v prostorové nebo časové návaznosti

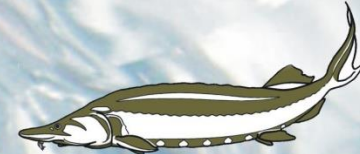
Vzorky hloubkového profilu (zonační)

Vzorky plošného profilu

Periodické (časově závislé)

Režimové (závislé objemově nebo průtokově)

Odběr a konzervace vzorků vody



Množství vzorku a vzorkovnice

Množství vzorku se řídí rozsahem rozboru a určí se z množství vzorku, požadovaného pro jednotlivé složky rozboru (nutno pamatovat na případné opakování některého stanovení).

Pro základní rozbor povrchových vod postačuje 1-2 litry vzorku.

Vzorkovnice se plní celá z důvodu nestálosti některých složek na vzduchu.

Vzorek se odebírá do skleněných nebo plastových lahví – vzorkovnic.

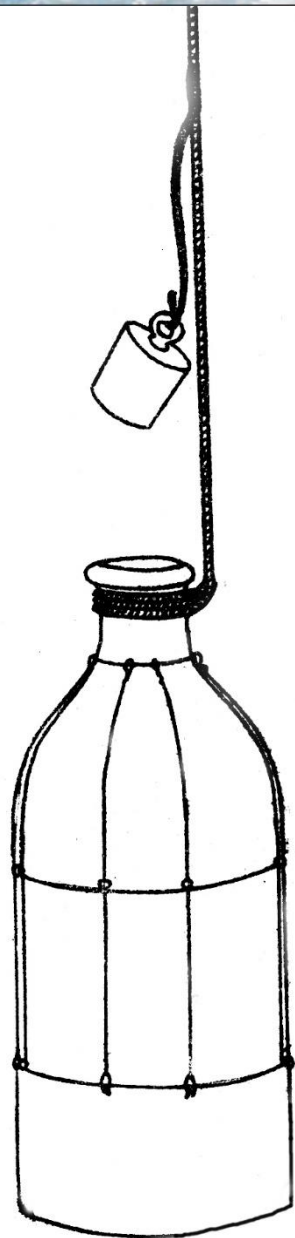
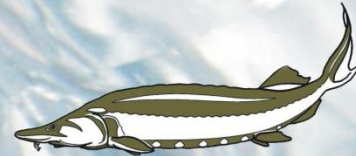
Pro většinu ukazatelů rozboru vody lze k odběru vzorku použít obou druhů vzorkovnic (skleněné i plastové).

Vzorkovnice (i nové) je nutno před použitím vždy důkladně vyčistit.

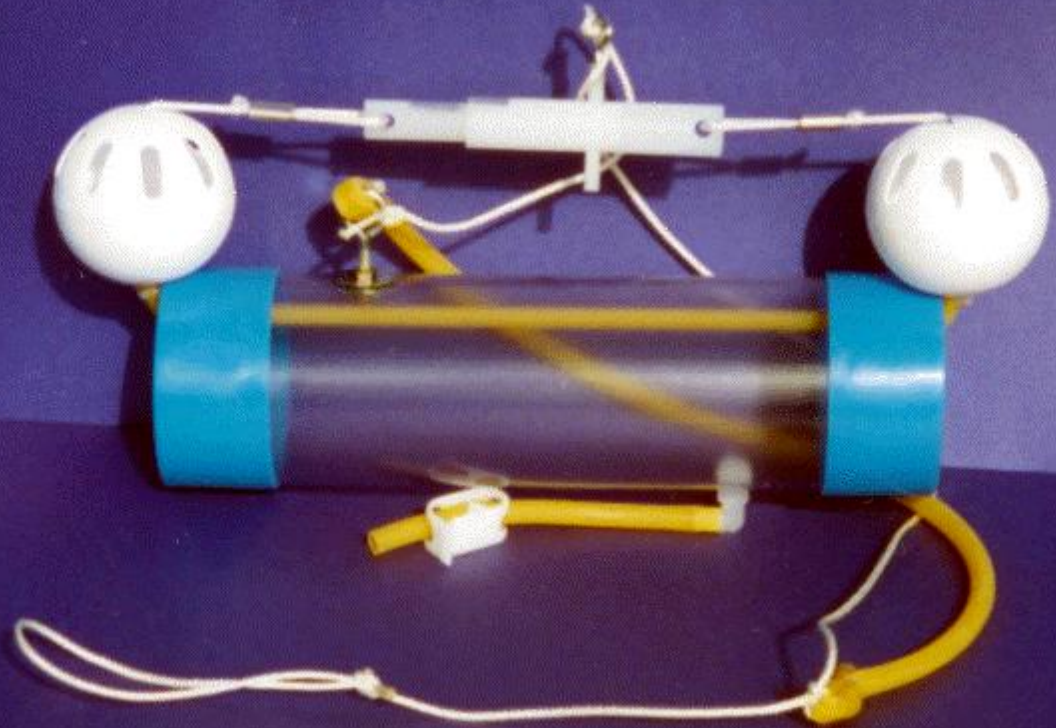
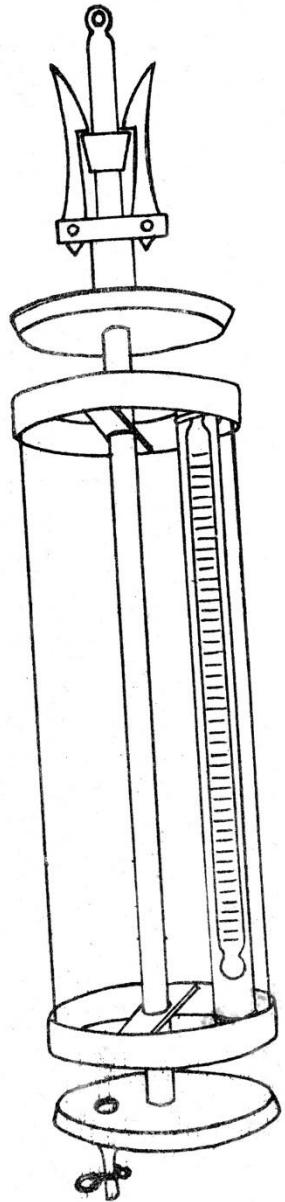
Plastové vzorkovnice



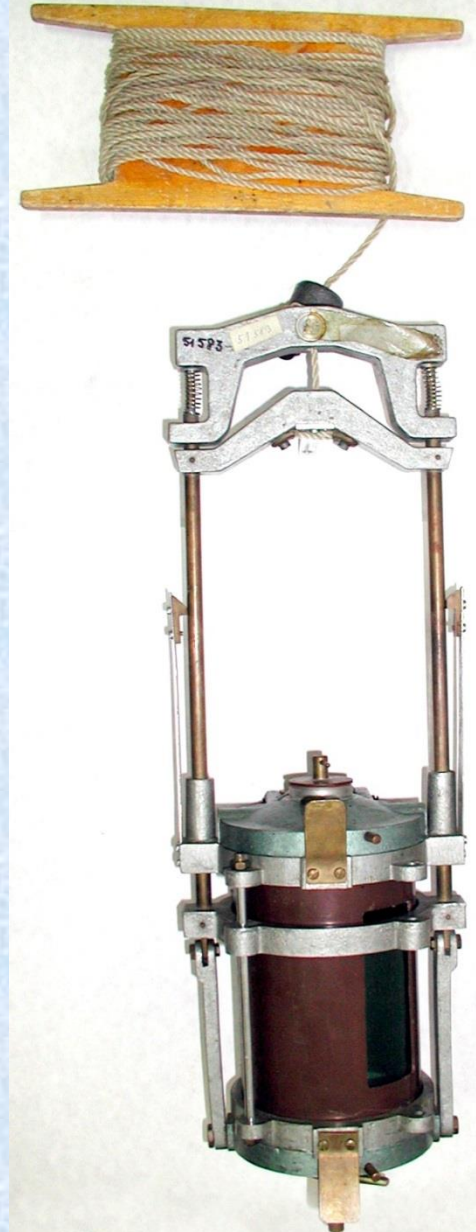
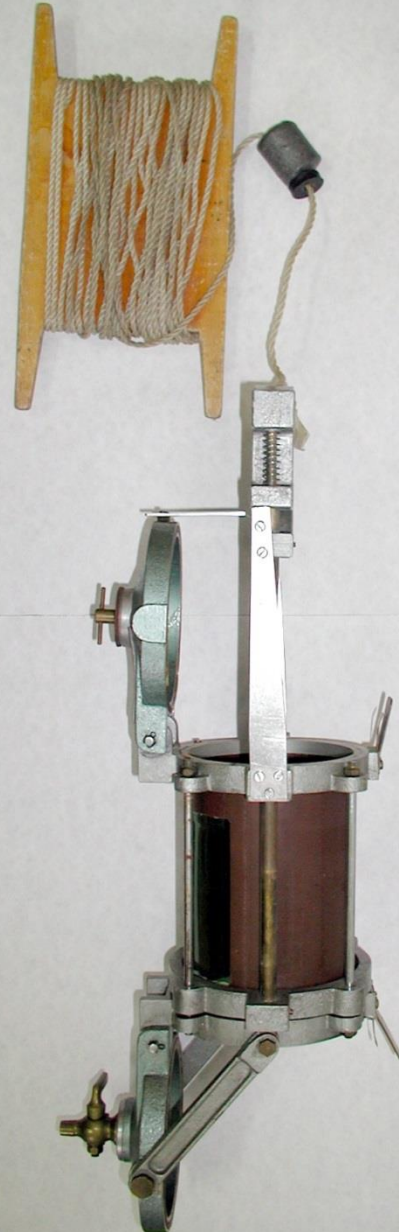
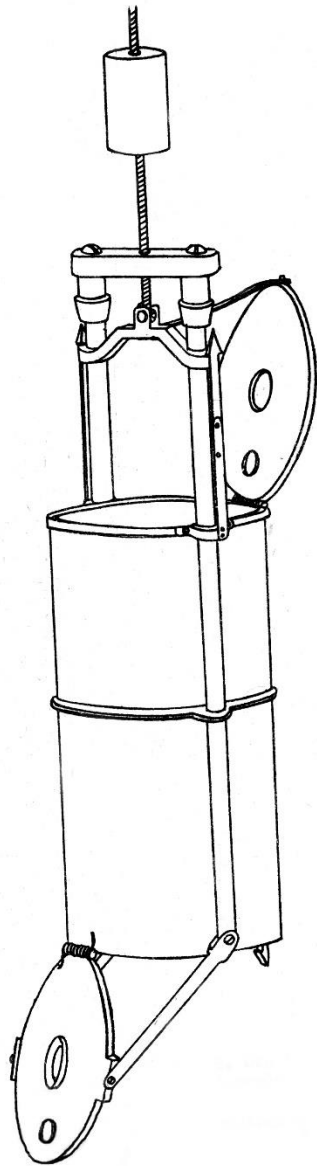
Mayerova láhev



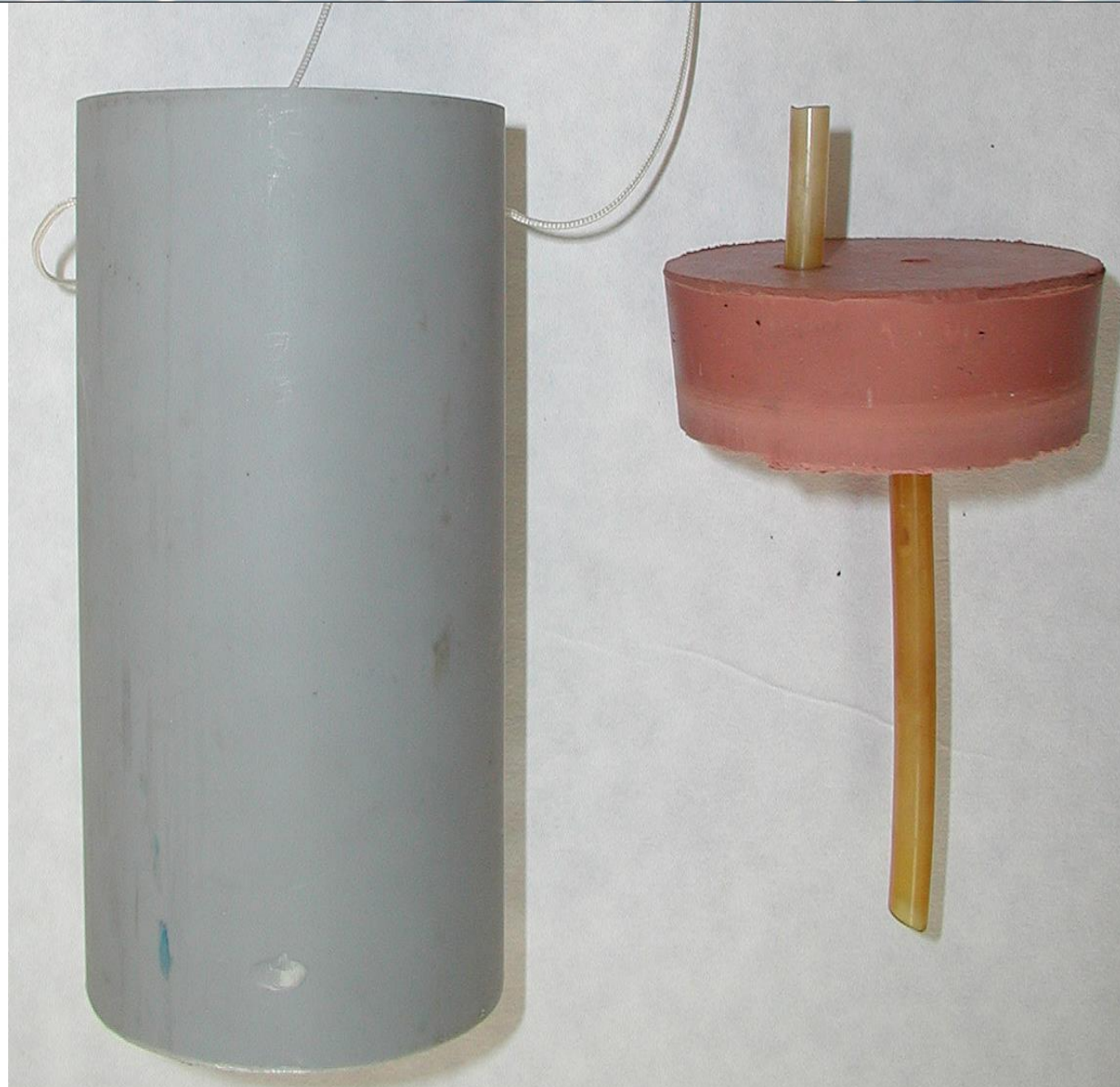
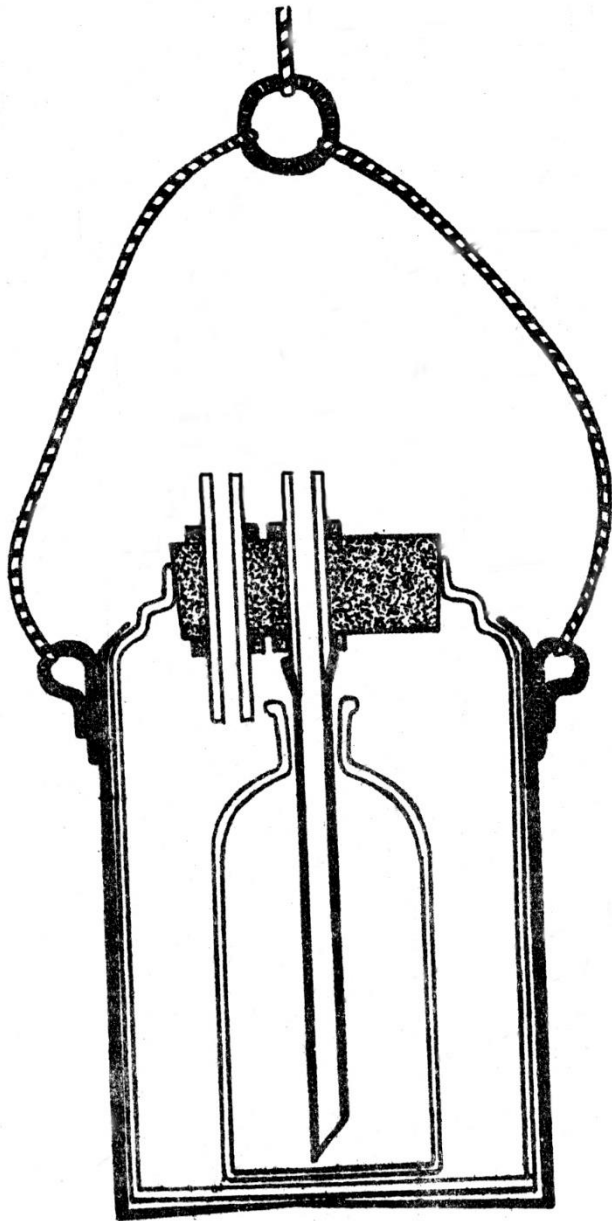
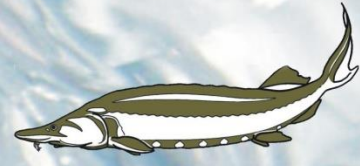
Ruttnerův odběrák



Friedingerův odběrák



Hrbáčková láhev



Automatické odběrové zařízení



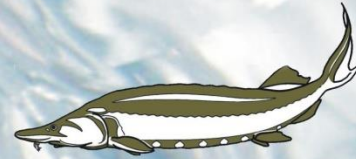
Konzervace, doprava a skladování vzorků



Při odběru vzorku se ihned na místě měří **teplota vzduchu a vody, průhlednost vody, barva, zápach, zákal, hodnota pH, obsah rozpuštěného kyslíku (popř. se provádí fixace kyslíku) a konduktivita.**

Pokud nelze vzorky analyzovat v předepsané lhůtě, je možné obsah některých iontů na určité období konzervovat (jde o dny, maximálně týdny).

Konzervace, doprava a skladování vzorků



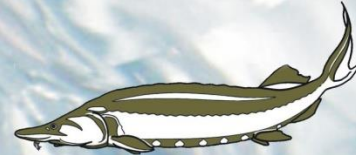
Doba, která uplyne mezi odběrem a rozbořem vzorku by měla být co nejkratší.

Odebrané vzorky nutno co nejdříve dopravit do laboratoře k analýze (nejlépe v chladících přenosných boxech při teplotě 2-5 °C).

Při odběru vzorku musí být proveden záznam (*protokol*). Je nutné zapsat důležité údaje (místo odběru, typ vzorku, způsob odběru atd.), Dále je třeba zjistit další významné okolnosti týkající se vzorku vody (např. sluneční svit, srážkovou činnost, sílu a směr větru apod.).

Láhve s odebranými vzorky musí být dobře označeny, aby nemohlo dojít k jejich záměně. (číslo vzorku, datum odběru a název lokality).

Úprava vzorku před stanovením



Před vlastním analytickým stanovením složek vody je velmi často třeba vzorek vody upravit. Způsob této úpravy (předúpravy) závisí na vlastnostech vzorku a na účelu, jemuž má úprava vzorku sloužit. Dalším účelem úpravy vzorku před stanovením je odstranění látek, které by při dané analytické metodě rušily stanovení.

Homogenizace

Pro stanovení nerozpuštěných látek a dalších složek při stanovení jejich celkového obsahu (rozpuštěné i nerozpuštěné formy) lze vzorek homogenizovat pouhým protřepáním vzorku vody.

Pokud je pro stanovení konkrétní složky nutný speciální způsob homogenizace vzorku měl by být uveden v předpisu stanovení této složky.

Filtrace



Pro oddělení kapalně a tuhé fáze v odebraném vzorku vody, které je nutné pro stanovení specifických složek rozpuštěných i nerozpuštěných je normativně předepsána filtrace.

Z fyzikálně-chemického hlediska jsou za **nerozpuštěné** (hrubě dispergované, suspendované) látky obvykle považovány látky s rozměrem částic větších než $1,0 \mu\text{m}$.

Za **rozpuštěné** látky jsou považovány ty ionty nebo molekuly, jejichž rozměr dosahuje maximálně jednotek nm.

Látky, jejichž rozměr částic má hodnotu v rozmezí jednotek nm až $1,0 \mu\text{m}$ jsou považovány za látky **koloidně dispergované**.

Filtrace



Z praktických důvodů byla v chemii a technologii vody obecně přijata dohoda, že za tzv. „**rozpuštěné složky**“ se budou považovat látky, které projdou **filtrem s velikostí pórů $0,45 \pm 0,05 \mu\text{m}$** . Nerozpuštěné složky jsou pak ty látky, které se na filtru uvedené porozity zachytí.

V ČR se užívají převážně membránové filtry z nitrocelulosy, stále častěji se ale doporučují filtry ze skleněných vláken. Papírové filtry jsou nevhodné (využitelné max. pro předfiltraci vzorku).

Všechny druhy filtrů je nutno před vlastním použitím zbavit nečistot, obvykle vymýváním destilovanou vodou.

Chemikálie













Chemické látky spadají v rámci EU pod jednotný systém evidence a hodnocení. Jedná se o tzv. legislativu **REACH** (Registrace, Evaluace a Autorizace Chemických látek), která vstoupila v platnost 1. 6. 2007, a má zajistit, aby se nejpozději od roku 2020 používaly pouze chemické látky se známými vlastnostmi a to způsobem, který nepoškozuje životní prostředí a zdraví člověka.






V ČR je legislativa REACH, podle které se hodnocení chemických látek a přípravků provádí, implementována v tzv. chemickém zákoně č. 350/2011 Sb. a vyhlášce č. 402/2011 Sb. o hodnocení nebezpečných látek a směsí, balení a značení.

V posledních letech došlo u označování chemikálií ke změně výstražných symbolů nebezpečnosti a rovněž ke změně standardních vět o nebezpečnosti chemických látek a jejich směsí a vět s pokyny pro bezpečné zacházení s chemickými látkami.

Chemikálie

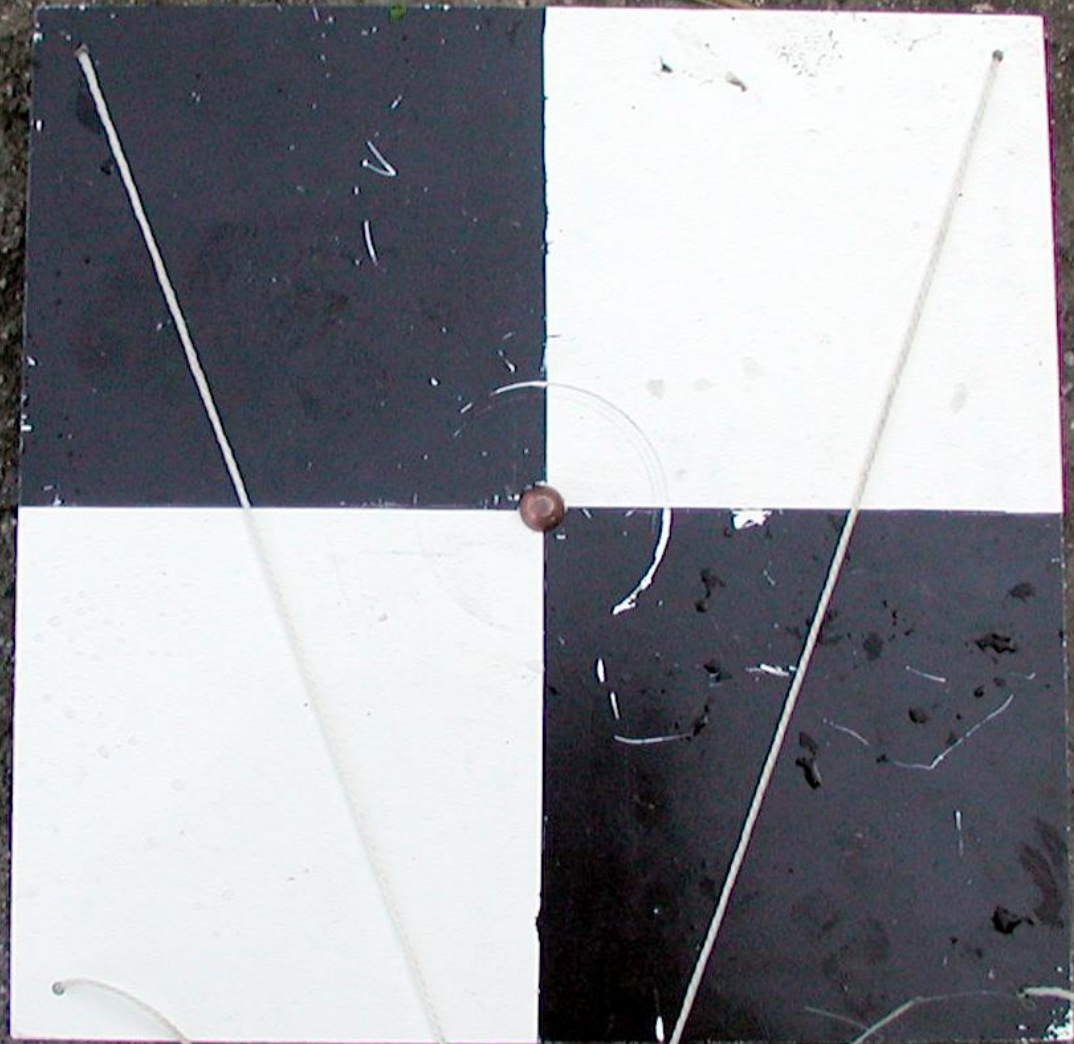


E  výbušný	O  oxidující	F+  extrémně hořlavý	F  vysoce hořlavý	N  nebezpečný pro životní prostředí
C  žravý	Xn  zdraví škodlivý	Xi  dráždivý	T  toxický	T+  vysoce toxický

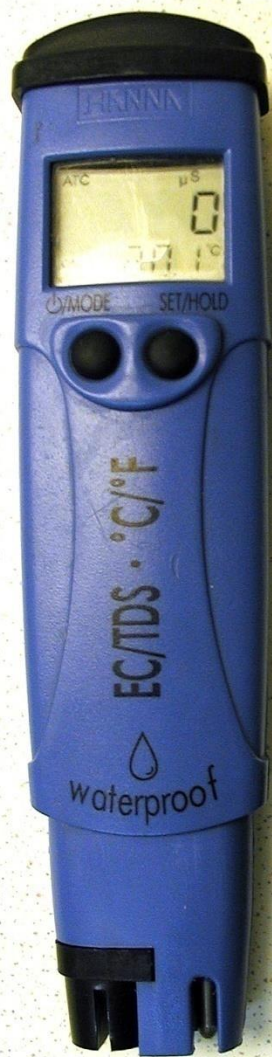
GHS01  výbušné	GHS02  hořlavé	GHS03  oxidující	GHS04  plyny pod tlakem	GHS05  korozivní a žravé
---	--	--	---	---

GHS06  toxické	GHS07  dráždivé	GHS08  nebezpečný pro zdraví	GHS09  nebezpečný pro vodní prostředí
---	--	---	---

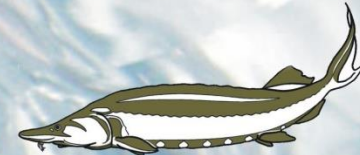
Dřívější R–věty a S–věty (směrnice o nebezpečných látkách – DSD) jsou nově nahrazeny H–větami a P–větami (nařízení o klasifikaci, označování a balení chemických látek a směsí – CLP).





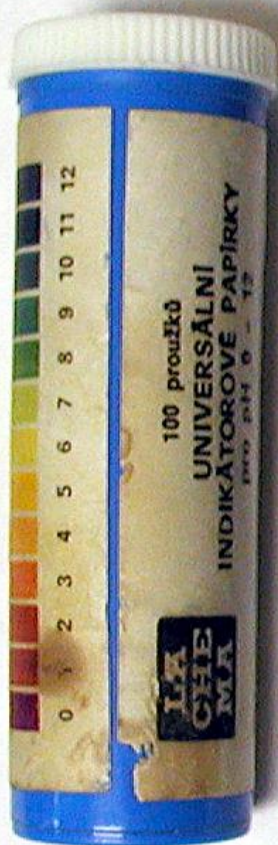
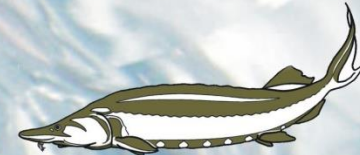


Metody měření pH vody



- Hodnota pH se určuje jednak kolorimetricky, jednak potenciometricky.
- **Kolorimetrické metody:**
 - Papírky pH-an
 - Univerzální indikátory
 - Komparátory
 - Tlumivé roztoky
- **Potenciometrické metody:**
 - Měrná skleněná elektroda, referenční kalomelová nebo argentchloridová elektroda

Metody měření pH vody

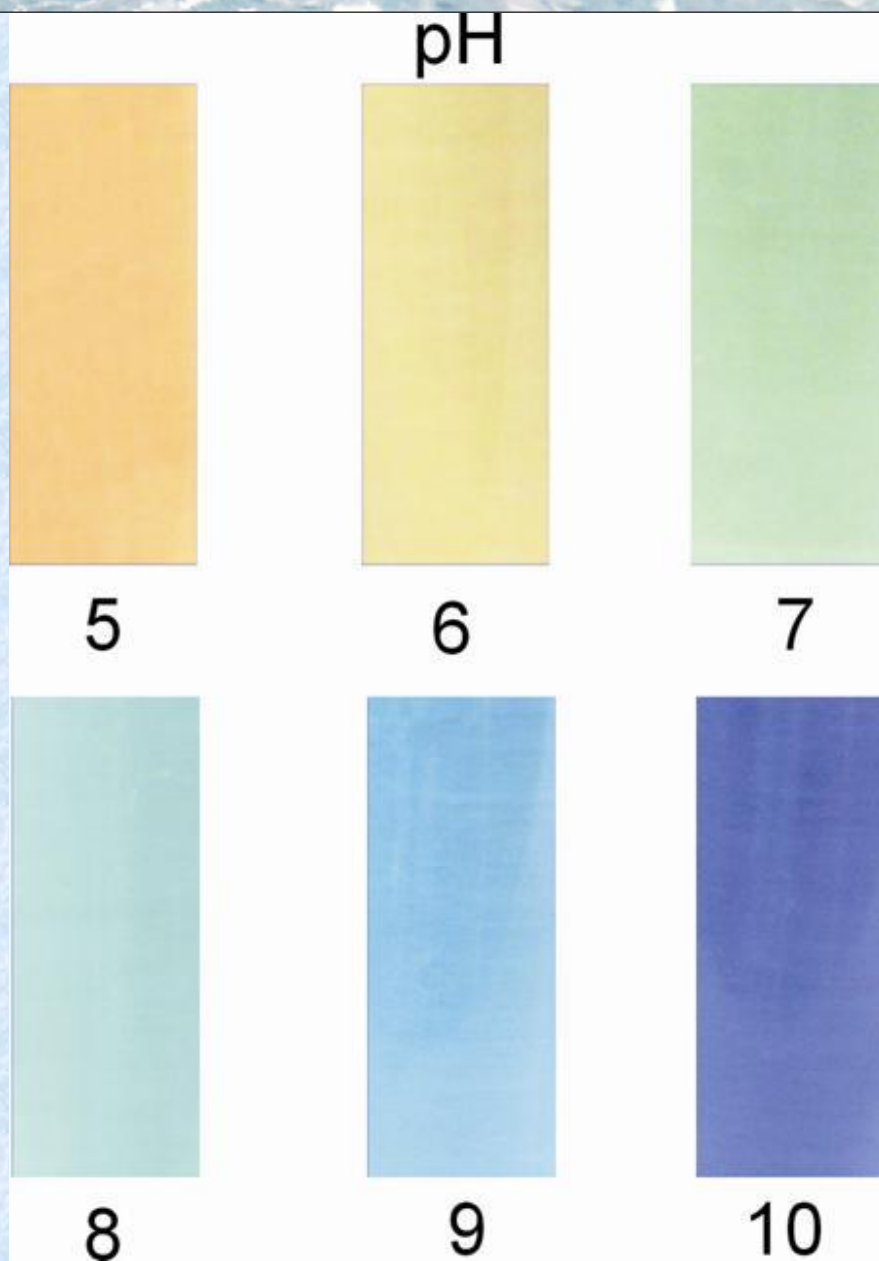
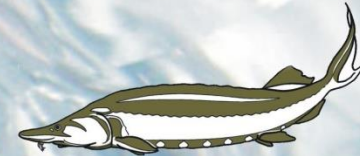


Metody měření pH vody

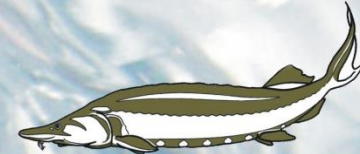


- **pH – směsný indikátor**
- Činidla:
- (1) *Indikátor – fenolftalein:* 0,2720 g
- (2) *Indikátor – orthokresolftalein:* 0,2290 g
- (3) *Indikátor – bromthymolová modř:* 0,7640 g
- (4) *Indikátor – methylčerveň:* 0,1682 g
- (5) *Indikátor – methyloranž:* 0,0644 g
-
- Vše se rozpustí v **methanolu** a doplní do 1 litru.
- Správné zelené barvy indikátoru se docílí opatrným přidáváním hydroxidu sodného 4g **NaOH** rozpuštěného za tepla v 100 ml **ethanolu**.

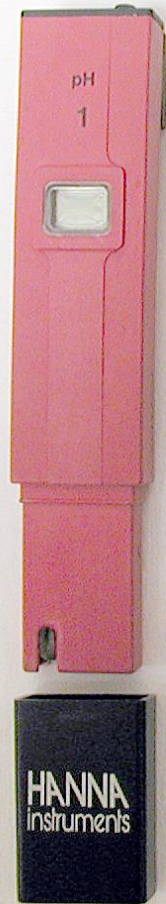
Metody měření pH vody



Metody měření pH vody



- V současnosti se k měření pH téměř výhradně využívá skleněná elektroda nejčastěji ve tvaru baničky naplněná tlumivým roztokem.
- Skleněná elektroda pracuje v širokém rozsahu pH a je zatěžována pozitivní chybou (naměřená hodnota pH je nižší než skutečná) v alkalické oblasti (nad pH 10).
- V kyselé oblasti pozorujeme negativní chybu (naměřená hodnota je vyšší než skutečná).
- Referenční elektroda kalomelová je tvořena rtuť pokrytou vrstvičkou chloridu rtuťnatého, elektroda argentchloridová je tvořena postříbřeným Pt drátkem, povlečeným chloridem stříbrným. Oba typy jsou ponořeny nejčastěji do roztoku chloridu draselného.



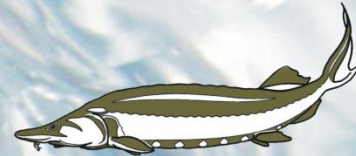


Stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě



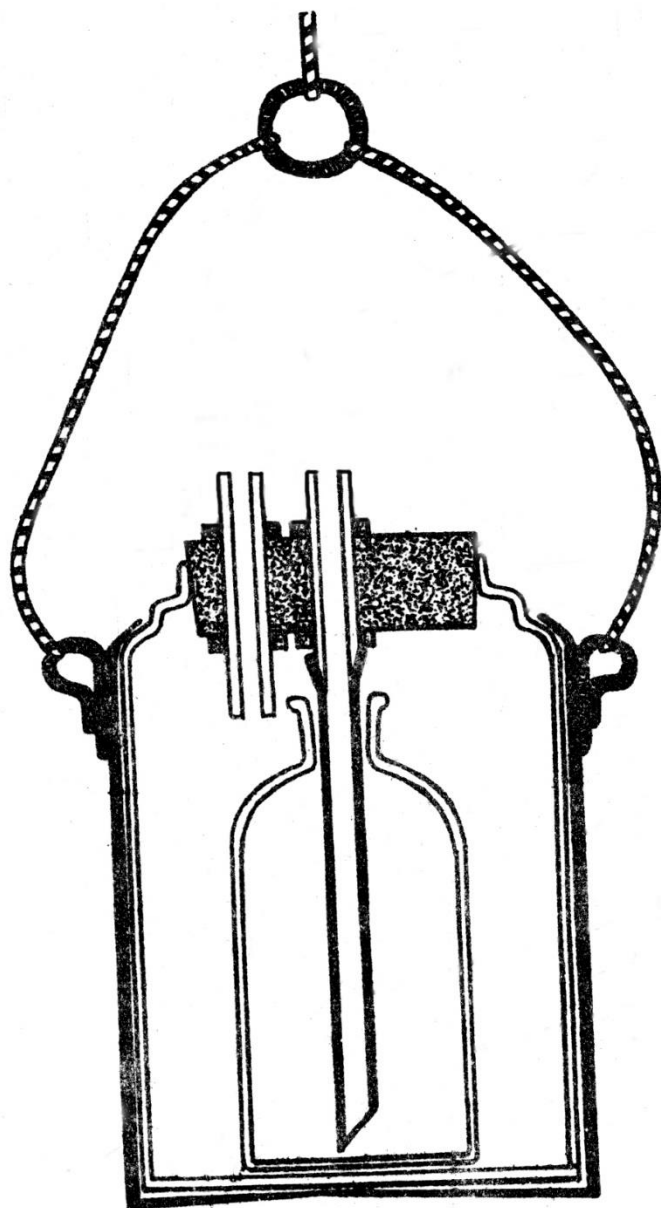
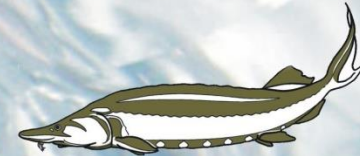
- **Winklerova metoda**
- Princip: Podstatou Winklerovy metody je oxidace hydroxidu manganatého na manganitý kyslíkem rozpuštěným ve vodě.
- Po okyselení vzorku se sraženina hydroxidu rozpustí a za přítomnosti přebytku jodidu (KI) se uvolní takové množství jódu, které je ekvivalentní množství rozpuštěného kyslíku obsaženého ve vodě.
- Uvolněný jód se titruje odměrným roztokem thiosíranu sodného za využití škrobu jako indikátoru.
- Kyslík se tedy stanovuje nepřímou, a to jako jód.

Stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě



- a) Speciální odběr a fixace vzorku
- Vzorek vody se odebírá do speciální reagenční lahvičky - kyslíkovky, přesného objemu se zabroušenou šikmo seříznutou zátkou.
- Při odběru vzorku vody odběrákem se voda do kyslíkovky vypouští pomocí gumové hadičky, dosahující až ke dnu lahvičky. Voda se do kyslíkovky nechá proudit tak, aby se objem alespoň jednou vyměnil. Standardně se vzorek odebírá pomocí Hrbáčkovy lahve.
- Kyslíkovka se pak uzavře tak, aby pod zátkou nezůstala bublina. Zátka se znovu vyjme a pipetou se pod hladinu vzorku přidá 1 ml manganaté soli a další pipetou pod hladinu 1 ml hydroxidu. Kyslíkovka se uzavře a dobře promíchá. Vzniklá sraženina se nechá usadit .

Stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě

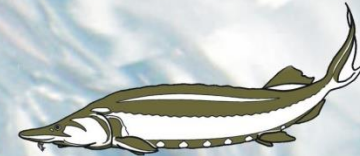




Stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě

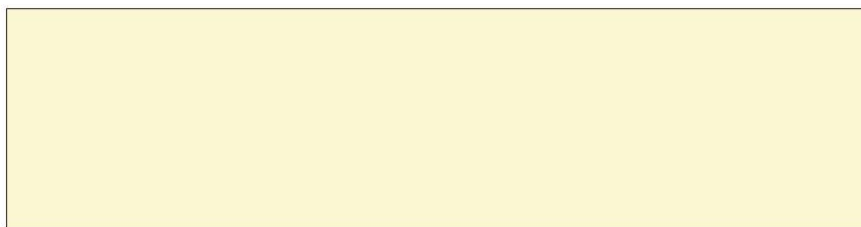


- Dle intenzity hnědavého zbarvení sraženiny hydroxidů manganu můžeme usuzovat na množství rozpuštěného kyslíku ve vodě.
- Bílá nebo jen nahnědlá barva signalizuje nízké koncentrace kyslíku, naopak silně rezavá barva dostatek kyslíku.
- Tato (Heyerova) metoda je pouze orientační a stanovuje obsah kyslíku s přesností $\pm 2,0 \text{ mg.l}^{-1}$.



Stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku (dle Heyera)

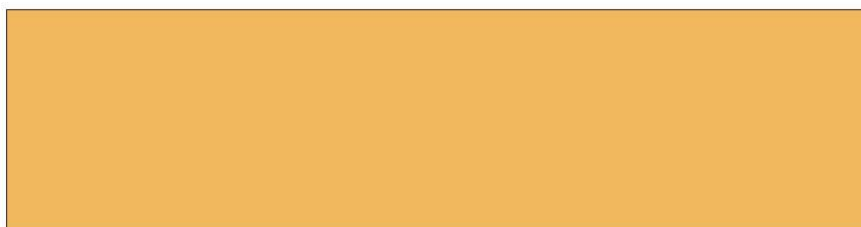
2 mg/l



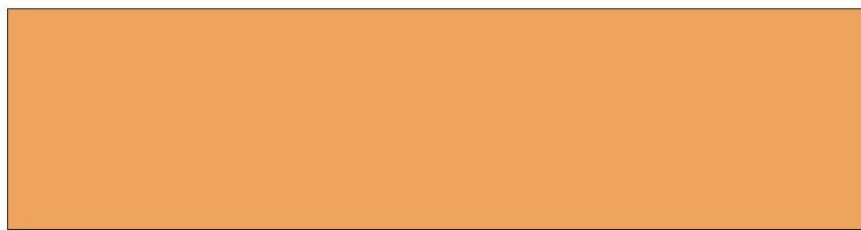
4 mg/l



6 mg/l



nad 8 mg/l



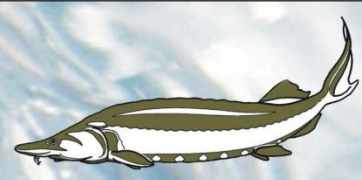
Stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě



- **Membránovou elektrodou – sondou**
- Princip: metoda využívá sondy složené ze dvou elektrod (indikační a referenční), které jsou od měřeného prostředí odděleny pro plyny propustnou membránou z plastu.
- Kyslík difunduje membránou a na povrchu elektrody se redukuje na hydroxidové ionty.
- Elektroda je polarizována na potenciál difúzního proudu kyslíku.
- Proud procházející systémem je tak úměrný koncentraci kyslíku rozpuštěného ve vodě.
- Elektrický signál sondy je závislý na teplotě.
- Vlastní měření: ponoření sondy do měřeného prostředí a odečtení hodnoty po ustálení signálu.



Stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě



- **Optickou elektrodou – sondou**
- Princip: Sondy LDO nemají membránu, ale dvě LED diody (červenou referenční a modrou excitační), které emitují světlo odrážené od molekul kyslíku a zaznamenávané měřicí fotodiodou.
- Čím víc O_2 je přítomno ve vzorku, tím kratší je čas luminiscence červeného světla.
- Výhodou je minimální údržba optických sond, pouze jednou za 1-2 roky se vymění víčko sondy.
- Nemá elektroly, nemusí se kalibrovat a při měření není nutný pohyb vody kolem sondy
- Vlastní měření: ponoření sondy do měřeného prostředí a odečtení hodnoty po ustálení signálu.

