



## Chemická a fyzikální analýza vody

### Úkol:

#### Fyzikální a chemická analýza různých druhů vod

### Princip:

Vlastním pozorováním získat poznatky o vlastnostech vody z různých zdrojů, posoudit její kvalitu, posoudit rozsah vlivu člověka na vodní zdroje a přirozené ekosystémy. Porovnat kvalitu stojaté a tekoucí povrchové vody a vody pitné a minerální.

### Teorie:

Tvrdość vody je způsobena rozpuštěnými solemi vápníku a hořčíku, které jsou zdrojem iontů  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$ . Tvrdá voda způsobuje značné ztráty na mýdle a v praxi je dále nebezpečná při napájení parních kotlů, kde způsobuje vznik kotelního kamene.

Tvrdość vody vyjadřujeme německými stupni tvrdosti nebo častěji obsahem  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  v  $\text{mmol.l}^{-1}$ . Jeden německý stupeň tvrdosti odpovídá 1 mg CaO nebo 0,72 mg MgO ve 100 ml vody. (*Pozor:* Tvrdość vody není způsobena oxidem vápenatým nebo hořečnatým, nýbrž vápenatým a hořečnatým kationtem, a na uvedené oxidy se konvenčně přepočítává.)

Kyselost nebo zásaditost roztoku je dána koncentrací hydroxoniových, respektive hydroxidových iontů v tomto roztoku. Koncentrace iontů hydroxoniových (a tedy také kyselost) je vyjadřována jednotkami pH, které jsou definovány vztahem:

$$\text{pH} = -\log c_{\text{H}_3\text{O}^+} \quad c_{\text{H}_3\text{O}^+} \text{ koncentrace hydroxoniových iontů}$$

Určení pH barevným indikátorem (event. indikátorovým papírkem) je založeno na skutečnosti, že některá barviva v určitém rozmezí pH mění své zabarvení (např. fenolftalein při přechodu z kyselé do zásadité oblasti z původní bezbarvosti přechází do fialova). Univerzální indikátorový papírek je napuštěn směsí různých barviv, takže mění své zabarvení prakticky v celém rozsahu pH.

Dusičnany jsou konečným produktem oxidačního rozkladu dusíkatých organických látek. Jejich zvýšené hodnoty nad 50 mg/l signalizují možné znečištění zdroje. Mají nepřímé toxické účinky tím, že se v zažívacím ústrojí mohou redukovat na toxičtější dusitany, které se podílejí na vzniku karcinogenních látek a v krevním oběhu též blokují hemoglobin, což je závažné zvláště u kojenců. Pro ně je nejvyšší povolená koncentrace 15 mg/l. Kvalitní hlubinné podzemní vody mívají obsah dusičnanů do 5 mg/l.

Fosforečnany jsou hygienicky méně významné a zdravotně nezávadné. Vyskytují se zejména v povrchových eutrofizovaných vodách. Vyšší koncentrace nad 1 mg/l, ve spojení se zvýšeným obsahem amoniaku, chloridů, dusitanů a bakterií, mohou indikovat fekální znečištění podzemních vod.

## Úkoly:

1. Proved' rozbor fyzikálních vlastností u daných vzorků vody.
2. Urči pH u předložených vzorků, stanov stupeň tvrdosti vody, obsah dusičnanů a fosforečnanů.
3. Výsledky zaznamenej do tabulky a vyhodnot'.

## Příprava:

Zopakuj si, co víš o tvrdosti vody, jaké znáš druhy vod podle původu, způsobu použití, obsahu minerálních látek a obsahu nečistot. Své znalosti si rozšiř o informace uvedené v teoretické části.

## Pomůcky:

uzavíratelné skleničky, teploměr, univerzální indikátorové papírky, indikační proužky pro chemickou analýzu vody (stanovení dusičnanů a fosforečnanů), bílý papír

## Pracovní postup:

### I. Uved' a zaznamenej, z kterého zdroje vzorek pochází

- A. voda z jezírka -
- B. voda z řeky -
- C. voda z vodovodu -
- D. minerální voda -

### II. Fyzikální analýza

zde budeme sledovat zápach, barvu, teplotu a zákal.

- odeber vodu z příslušného zdroje do dvou skleniček
- jednu skleničku uzavři a asi po 15 min. otevři a přičichni
- ve druhé skleničce změř teplotu vody okamžitě po odběru
- skrz skleničku se podívej do světla a zjisti, zda je voda čirá či zakalená
- postav sklenku na bílý papír, a posud' zbarvení vody
- všechny výsledky zaznamenej do tabulek

zápach	Diagnóza	Výsledek
--------	----------	----------

Bez zápachu	Čistá voda	
Po spláškách	Odpadní městská voda	
Po shnilých vejcích	Přítomnost sulfanu	
Po chloru	Chlorovaná voda, zbytky čisticích prostředků	
Po desinfekci	Lékařské prostředky, fenoly, jodoform	
Po bahnu	Stojatá zahnívající voda	

<b>teplota</b>	<b>Diagnóza</b>	<b>Výsledek</b>
9 – 15°C	Optimální teplota pro život a konzumaci	
16 – 24°C	Zvýšená teplota vede k rozvoji mikroorganismů způsobujících zápach a nepoživatelnost vody	
25 – 34°C	Tepelné znečištění z chladících zařízení	
Nad 35°C	Ekologický zločin, podle zákona nutno odstranit	

<b>zákal</b>	<b>Diagnóza</b>	<b>Výsledek</b>
125 cm a více	Čisté vody, optimální pro konzumaci	
125 – 80 cm	Zkalené vody, způsobeno řasami či suspenzí částic, přijatelné jako užitková voda, ne pro konzumaci	
Méně než 80 cm	Velmi zkalené vody, vysoká eutrofizace, či silně znečištěné po přívalových deštích	

<b>barva</b>	<b>Diagnóza</b>	<b>Výsledek</b>
Bezbarvá	Čistá voda	
Písková až rezavá	Přítomnost organického materiálu, rašeliny, hlíny vlivem dešťů	
Světle zelená	Krasová voda	
Tmavě zelená	Vysoký obsah fytoplanktonu, eutrofizovaná, fosfáty a nečistoty zemědělského původu	
Šedá až černá	Jílovité částice nebo odpadní vody	

### III. Chemická analýza

zde budeme zjišťovat pH, tvrdost vody, obsah dusičnanů (nitrátů) a fosforečnanů v odebraných vzorcích a porovnáme se složením minerální konzumní vody a vody z vodovodu. Výsledky zapíšeme do tabulek a vyhodnotíme.

a) měření **pH** pomocí univerzálních indikátorových papírků

pH	Diagnóza	Výsledek
Nižší než 5 velmi kyselá voda	Příčinou jsou kyselé oxidy pocházející z emisí tepelných elektráren a z dopravy, tvoří kyselé deště a způsobují mrtvé vody bez života	
6 – 7	Mírná kyselost způsobená kyselým podložím (žuly, pískovce), čisté vody, možné používat	
7,5 – 8,5 lehce alkalická	Příčinou je vápenité podloží, vhodné vody pro konzumaci	
Vyšší než 9	Znečištění usazeninami (bahnem), zemědělské znečištění, nevhodná pro konzumaci, přežívá jen málo organismů	

b) **tvrdost vody** (obsah uhličitánů či hydrogenuhličitánů) - testovací část proužku ponoříte do vzorku vody po dobu 1 sekundy, výsledek odečtete po uplynutí 1 minuty pomocí barevné škály na testovací kartě

Stupeň	Obsah	Diagnóza	Výsledek
5 zelených	Pod 53 mg/l	velmi měkká, horní tok řeky na kyselém podloží	
4 zelené 1 červený	Nad 83 mg/l	měkká, tvorba sraženin v horním toku řeky na vápencovém podloží	
3 zelené 2 červené	Nad 178 mg/l	středně tvrdá, eutrofizované vody, střední až dolní tok řeky na vápencovém podloží	
2 zelené 3 červené	Nad 267 mg/g	tvrdá, značný obsah vápenatých solí, znečištěné vody, nelze užívat pro značné srážení vodního kamene	
1 zelený 4 červené	Nad 356 mg/l	velmi tvrdá, vysrážení vápenatých solí, silné znečištění	

c) obsah **dusičnanů (nitrátů)** – provedeme stejně jako u předešlého stanovení

Obsah	Diagnóza	Výsledek
méně než 25 mg/l	velmi nízký obsah, vhodné ke konzumaci v domácnostech i pro kojence	
25 – 50 mg/l	limit pro konzumaci dospělými	
nad 50 mg/l	znečištěné vody, důkaz hnilých organických látek	

- d) obsah **fosforečnanových iontů** - k 5 ml vzorku přidáme 10 kapek 40% hydroxidu sodného, dobře promícháme, ponoříme indikační proužek a hned vyjmeme, po 10 sekundách porovnáme zbarvení s příslušnou stupnicí

Obsah	Diagnóza	Výsledek
0 – 50 mg/l	vody lehce výživné (oligotrofní), čisté horní tok řeky	
50 – 150 mg/l	střední obsah fosfátů, horní a střední tok řeky	
150 – 300mg/l	Vysoký obsah, eutrofické vody, znečištění saponáty a hnojivy, bujení vodních řas a plevelů, málo kyslíku, střední a dolní tok řeky	
300 – 500mg/l	Velmi eutrofizované vody, často pěna z pracích prostředků, zbytky pesticidů a hnojiv, vážné nebezpečí pro život ve vodě	

- e) na základě výsledků předcházejících stanovení doplň tabulku porovnávající jednotlivé vzorky. Učiň závěr charakterizující kvalitu vody a zodpověz následující otázky:

	Vzorek	A	B	C	D	E
Fyzikální analýza	zápach					
	teplota					
	zákal					
	barva					
Chemická analýza	pH					
	tvrdost vody					
	dusičnany					
	fosforečnany					

## Charakteristika vzorků:

### Otázky:

1. V kterých vzorcích je voda zakalená a proč?
2. Který ze vzorků obsahuje tvrdou vodu a proč?
3. Čím je způsobeno zbarvení vody a případný zápach?
4. Čím je ovlivněno pH vody?
5. Co může být příčinou případného zvýšeného obsahu dusičnanů a amonných iontů?