

Příloha k programu

Analýzy vody

Handout pro účastníky - vytisknout pro každého účastníka



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Analyzujeme vodu v terénu i v laboratoři

Princip a komentář

Voda je jedna ze základních látek potřebných pro život většiny organismů, člověka nevyjímaje. Tvoří důležitou složku ekosystémů kolem nás, je domovem mnoha živočichů. Povrchové zdroje vody jsou pro člověka důležitým zdrojem této životodárné tekutiny, proto je třeba je chránit před znečištěním. Čistá voda obsahuje mnoho rozpuštěných látek (jde především o chloridy, uhličitany a sírany sodné a vápenaté, ale i další anorganické a organické látky). Jejich druh a množství závisí zejména na geologickém podloží, stavbě krajiny v okolí vodní plochy a na lidské činnosti.

Vlastnosti vody, které budeme zkoumat:

- **Teplota** charakterizuje jakost vody, obsah kyslíku, rychlost rozkladu organických látek. Kolísá v závislosti na ročním a denním období.

Druh vody	Teplota
vody studené	do 25 °C
vody vlažné	25–35 °C
vody teplé	35–42 °C
vody horké	nad 42 °C

- **Barva** může být způsobena rozpuštěnými látkami nebo barevností nerozpuštěných látek, které odstraníme filtrací.
- **Průhlednost** je vlastnost, která může indikovat přítomnost některých nerozpustných složek a dalších znečištění. Stanovuje se vizuálně pomocí speciálně uzpůsobených pomůcek přímo ve zdroji odběru. Průhlednost zjišťujeme jen u povrchových a odpadních vod. Zákal může být přírodní, např. způsoben jíly, oxidy železa, manganu nebo řasami, příp. planktonem a umělý, způsobený činností člověka.
- **Zápach** je nepříjemnou vlastností vody a zjišťování jeho druhu a síly slouží ke zjišťování příčin pachu. Ne vždy je ale zapáchající voda závadná, může jít o vodu minerální s léčivými účinky. Zdrojem oděru povrchové vody může být hniloba, plíseň, fekálie, rašelina, různé chemikálie. Pach může být od nulového přes slabý, znatelný, zřetelný až velmi silný, který vodu znehodnocuje.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

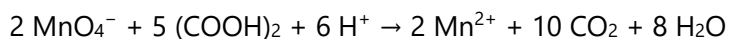
- **Hodnota pH** přírodních vod mezi 5,2 až 8,8 nepůsobí negativně na životní prostředí. Pitná voda by měla mít pH mezi 6,5 až 9,5.

pH	Charakter vzorku	pH	Charakter vzorku
do 4,0	extrémně kyselý	7,5–8,7	slabě zásaditý
4,1–4,5	silně kyselý	8,8–9,4	zásaditý
4,6–5,2	kyselý	9,5–9,9	silně zásaditý
5,3–6,5	slabě kyselý	nad 10	extrémně zásaditý
6,6–7,4	skoro neutrální		

- **Hodnota vodivosti** ukazuje, jaké je celkové orientační množství disociujících látek ve vodě. Limit vodivosti pro pitnou vodu je 125 mS.m^{-1} , což odpovídá obsahu rozpuštěných látek asi 1000 mg.dm^{-3} . Optimálně by však pitná voda měla obsahovat rozpuštěných látek méně, asi $200\text{--}400 \text{ mg.dm}^{-3}$ (asi $25\text{--}50 \text{ mS.m}^{-1}$). Vody s mineralizací více než 1000 mg.dm^{-3} se považují za minerální a nejsou vhodné pro stálé pití.

Dále nás bude zajímat **přítomnost některých běžných látek** ve vzorku vody. Zejména **dusičnanů, dusitanů, fosforečnanů a amonných iontů**. K jejich stanovení využijeme metodu fotometrie. Tato metoda je založena na jednoduchém principu – intenzita barevnosti látek je závislá na jejich koncentraci ve zkoumané směsi. Pokud tedy do vzorku vody přidáme určité činidlo, které vytváří se zkoumanou látkou barevnou sloučeninu, pak intenzita zbarvení této sloučeniny přímo závisí na koncentraci zkoumané látky v roztoku. Fotometr je přístroj, který je schopný tuto intenzitu na základě absorpce záření sledovat.

Nakonec budeme stanovovat *znečištění organickými látkami*, resp. **chemickou spotřebu kyslíku (CHSK)**. Orientační stupeň znečištění zjistíme přidáním roztoku manganistanu draselného do horkého okyseleného roztoku vzorku vody. Za uvedených podmínek KMnO_4 (fialový roztok) oxiduje organické látky ve vodě obsažené a sám se redukuje na ionty Mn^{2+} (bezbarvý roztok). V praxi se ale přímého stanovení manganistanem nevyužívá, protože je zatíženo chybou. Vzorek vody se proto nechá reagovat s nadbytkem manganistanu draselného. Část tohoto nadbytku se spotřebuje na oxidaci nečistot ve vodě, část ve směsi zbyde. K tomuto zbytku se přidá nadbytek kyseliny šťavelové, která je manganistanem rovněž oxidována:



Nadbytek kyseliny šťavelové se pak stanoví titrací samotným manganistanem. Chemická spotřeba kyslíku se pak uvádí jako množství kyslíku odpovídající spotřebě oxidačního činidla při úplné oxidaci organických látek obsažených ve vodě (v mg O_2 na 1 litr vody).

Oxidovatelné látky – neznámé množství	Známy nadbytek roztoku kyseliny šťavelové
Známy nadbytek roztoku KMnO_4	Retitrace roztokem KMnO_4



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Hodnotu CHSK pak můžeme vypočítat podle následujícího vztahu:

$$\text{CHSK} = \frac{M_{\text{O}_2}}{V_{\text{vzorek vody}}} \cdot \frac{5}{4} \cdot \left(c_{\text{KMnO}_4} \cdot (V_{\text{KMnO}_4, \text{pipetovaný}} + V_{\text{KMnO}_4, \text{titrace}}) - \frac{2}{5} c_{\text{kys.štavelová}} \cdot V_{\text{kys.štavelová}} \right)$$

Pokud dosadíme známé hodnoty ve správných jednotkách (objemy v dm^3 , molární hmotnost O_2 v $\text{mg} \cdot \text{mol}^{-1}$ a koncentrace v $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), obdržíme CHSK přímo v jednotkách mg O_2 na 1 litr vzorku vody.

Pomůcky a vybavení do terénu

- teleskopická tyč pro odběr vody
- teploměr
- pH-metr se sondou
- konduktometr se sondou
- sonda pro stanovení průhlednosti vody (Secchiho disk)
- láhev na odběr vody
- papírové ubrousky
- fotometr PF-12 včetně čidel
- plastová kádinka

Pomůcky a vybavení do laboratoře

- tyčinka
- plotýnka nebo kahan s trojnožkou a sítkou
- kádinka 400 ml (2×)
- filtrační kruh
- filtrační papír
- nálevka
- titrační baňka
- byreta
- stojan, držáky a svorky
- nálevka pro doplňování byrety
- pipeta nedělená 20 ml
- odměrný válec 10 a 100 ml
- stříčka s destilovanou vodou
- kádinka 100 ml (2×)
- Petriho miska

Chemikálie

- kyselina šťavelová dihydrát $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,005M odměrný roztok
- manganistan draselný KMnO_4 , cca 0,002M vodný roztok
- kyselina sírová H_2SO_4 zředěná 1:2 s vodou



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Pracovní postup

- Vzorky vod odebírejte z daného zdroje. **Odběr** proveďte pomocí teleskopické tyče do lahví vypláchnutých horkou pitnou vodou, před vlastním odběrem ji vypláchněte několikrát sledovanou vodou. Odběr se provádí asi 20 cm pod hladinou bez přímého slunečního svitu. Pro zjednodušený rozbor stačí asi 1 dm³ vody. Označte vodu štítkem s údaji o místě, času a datu odběru.
- **Teplotu** měřte při odběru teploměrem přímo pod hladinou vodního zdroje (ve stínu) nebo v odběrové nádobě po vytemperování ponořením do měřené vody.
- **Měření pH:** Vodu odeberte do plastové kádinky předem vypláchnuté několikrát měřenou vodou. Následně do vody umístěte pH-metr a odečtěte hodnotu pH.
- **Měření vodivosti:** Proveďte stejný postup jako při měření pH, pouze pH-elektrodu vyměňte za konduktometrickou sondu.
- **Měření zákalu:** Do vody na odběrném místě ponořte sondu pro stanovení zákalu a odečtěte hloubku, při které již není vidět rozdíl mezi tmavými a světlými poli na disku sondy.
- **Stanovení vybraných anorganických látek ve vodě fotometricky:** Vzorek vody podrobte fotometrické analýze podle pokynů v návodu k fotometru PF-12.
- **Zjišťování barvy:** Část vzorku (asi 30 ml) zfiltrujete na běžné filtrační aparatuře. Proti bílému pozadí stanovte jeho barvu před filtrací a po filtraci. Slovně pojmenujte odstín a intenzitu barvy.
- **Zjišťování zápachu**
 - Do baňky nalejte 100 ml vody, uzavřete a minutu protřepávejte. Po otevření zhodnoťte zápach.
 - Pak zahřívajte baňku uzavřenou Petriho miskou na teplotu asi 60 °C, zamíchejte a opět hodnotte zápach.
- **Stanovení chemické spotřeby kyslíku**
 - Do titrační baňky napipetujte (nebo odměřte odměrným válcem) 100 ml vzorku vody, přidejte 5 ml zředěné kyseliny sírové a přesně 20,00 ml odměrného roztoku manganistanu draselného.
 - Zahřejte k varu. Vařte přesně 10 minut a poté pipetou přidejte přesně 20,00 ml odměrného roztoku kyseliny šťavelové.
 - Ihned po odbarvení titrujte odměrným roztokem manganistanu draselného z byrety do prvního pozorovatelného růžového zbarvení roztoku.
 - Postup opakujte aspoň 2× a ze spotřeb odměrného roztoku manganistanu draselného vypočítejte průměr.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Pokyny k vyhodnocení

- Popište, kde jste provedli odběr vody.
- Zapište do následující tabulky výsledky jednotlivých stanovení:

Sledovaný ukazatel	Hodnota
Teplota / °C	
pH / 1	
Vodivost / mS.cm ⁻¹	
Barva před a po filtraci	
Průhlednost a zákal / cm	
Zápach před a po převaření	
CHSK _{Mn} / mg.dm ⁻³	
Dusičnany / mg dm ⁻³	
Dusitany / mg.dm ⁻³	
Fosforečnany / mg.dm ⁻³	
Amonné ionty / mg.dm ⁻³	

Otázky k přemýšlení

- (1) Pokuste se u každého z ukazatelů vysvětlit, proč se sleduje.
- (2) Jaké další metody stanovení CHSK existují? Liší se nějak?
- (3) Co je to biochemická spotřeba kyslíku a jaký má význam pro stanovení kvality vody?
- (4) Jakým způsobem by bylo možné stanovit tvrdost vody?



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY