

ANALÝZA VODY

419.0022



ANALÝZA VODY
(SOUBOR ANALYTICKÝCH POSTUPŮ)

90022

ANALÝZA VODY

Autoři : José Gumuzzio Fernandez, Miguel Garcia Gutiérrez, Ramon Ortega,
Oddělení I+D (TSD)

Překlad do francouzštiny : Michelle Vadon
Překlad do češtiny : Hana Tománková

SEZNAM LABORATORNÍCH ÚLOH

1. VODA

- 1.1. Původ vody
- 1.2. Koloběh vody
- 1.3. Složení a vlastnosti vody
- 1.4. Zdroje vody ve Španělsku

2. KONTAMINACE VODY

- 2.1. Rozpuštěný kyslík
- 2.2. Biochemické požadavky na obsah kyslíku ve vodě (biochemická spotřeba kyslíku ve vodě)
- 2.3. Patogenní organismy

3. ODBĚR VZORKŮ

4. ANALÝZA VODY

- 4.1. Co nazýváme titrací?
- 4.2. Barva, vůně a chuť vody
- 4.3. Teplota
- 4.4. Stanovení pH
- 4.5. Chloridy
- 4.6. Volný chlór
- 4.7. Uhličitany a hydrogenuhličitany
- 4.8. Sírany
- 4.9. Vápník
- 4.10. Hořčík
- 4.11. Sodík
- 4.12. Tvrdost vody
- 4.13. Suspenzní složky
- 4.14. Sušina. Elektrická vodivost
- 4.15. Chemické požadavky na obsah kyslíku ve vodě (chemická spotřeba kyslíku ve vodě)
- 4.16. Oxid uhličitý
- 4.17. Kalnost vody

5. POŽADAVKY NA KVALITU VODY

6. UPRAVOVÁNÍ PITNÉ VODY

7. ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

8. NÁVODY PRO PŘÍPRAVU POUŽÍVANÝCH ROZTOKŮ

9. EVROPSKÁ VODNÍ CHARTA

DODATEK

- Dusík rozpuštěný ve vodě
- Dusík ve formě dusičnanů
- Dusík ve formě amoniaku
- Kyslík rozpuštěný ve vodě
- Stanovení rozpuštěného kyslíku

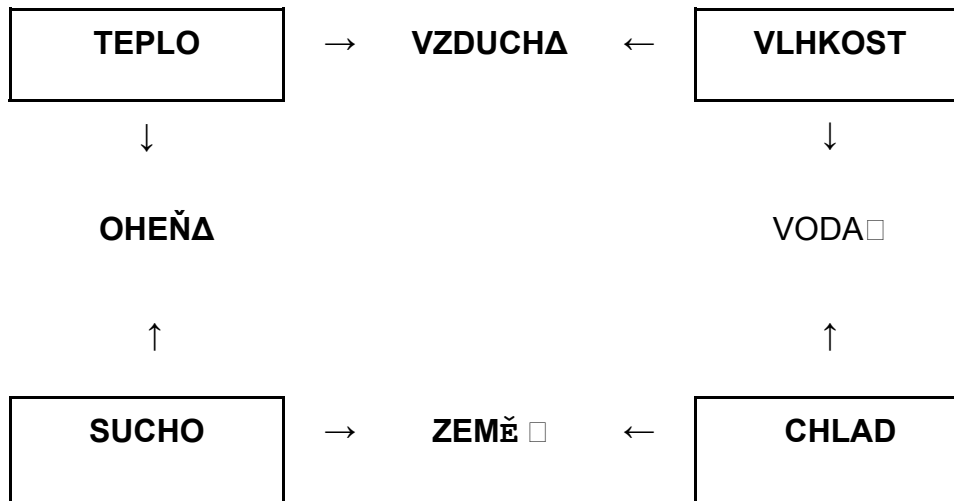
VODA

Voda je nejběžnější chemickou sloučeninou na naší planetě. Představuje nejhojněji zastoupenou molekulu, bez které by se náš život neobešel. Je základním přírodním zdrojem, který hraje důležitou roli ve vývinu živých tvorů na Zemi. Voda je tedy sloučeninou, kterou můžeme považovat za **základ života**.

Naši předkové řadili **vodu** mezi tzv. « čtyři základní prvky », ke kterým patřily i **vzduch, země a oheň**. Pro **Thaleta z Milétu** (který žil přibližně v letech 624 až 565 př.Kr.) byla voda základní podstatou všeho kolem nás. **Anaximenés** (585 - 524 př.Kr.) naopak považoval za tento základní princip vzduch, zatímco **Heraclos z Efesu** (540 - 475 př.Kr.) tvrdil, že je jím oheň. O pár let později přijal **Empedoclés z Agrigentu** (500 - 430 př.Kr.) všechny tyto tři prvky jako základní principy veškerého života a přidal k nim čtvrtý, zemi.

Tyto čtyři základní složky (země, voda, vzduch a oheň) byly považovány jako jakýsi princip, o něhož se opíraly základní vlastnosti jako teplo a chlad, sucho a vlhkost, které byly společně s vesmírnými silami lásky a nenávisti považovány za kořeny všeho kolem nás.

Teorie čtyř základních složek, později přijata i velkým řeckým myslitelem **Aristotelem** (384 - 322 př.Kr.), byla uznávána ještě dalších 2000 let.



Obrázek č.1
Vzájemné postavení čtyř základních prvků a jejich symboly

Vodu najdeme všude na zemi. Vyskytuje se ve všech třech fyzikálních skupenstvích : v pevném skupenství jako led nebo sníh, v kapalném skupenství ji najdeme ve všech vodních tocích, jezerech, mořích a oceánech, které pokrývají tři čtvrtiny zemské plochy, ale existuje také v plynném skupenství jako pára v atmosféře, kde se její obsah mění podle místa a okamžiku.

Veškerá živá hmota obsahuje nezanedbatelné množství vody, například :

- lidské tělo je složeno z 65% vodou
- ovoce a zelenina obsahují 78% až 97% vody,
- ryby a jiné maso jsou složeny vodou ze 72% až 80%.

Voda má několik důležitých využití. Jako příklad můžeme uvést :

- vodu, kterou pijeme (1 až 2,5 litru na člověka denně),
- vodu, která je využita v zemědělství (při produkci 1 tuny obilí se spotřebuje 1500 tun vody, při produkci 1 tuny rýže až 4000 tun vody),
- průmyslovou vodu (výroba 1 tuny oceli spotřebuje 200 tun vody)
- obecní vodu (fontány, úklid ulic apod.)
- vodu potřebnou k výrobě elektrické energie, atd.

Význam vody je tedy evidentní. Lidé si proto musí uvědomovat nejen její nepostradatelnost, ale také nutnost ji **využívat uváženě a šetrně, přestože se jedná o obnovitelný přírodní zdroj.**

PŮVOD VODY

Původ vody na Zemi je vysvětlován několika teoriemi. Dvě z nich, které jsou považovány za nejpravděpodobnější, zní takto :

* 1. Během svého pohybu vesmírem je Země vystavena neustálému bombardování protony, neboli vodíkovými jádry. Průchodem přes nejvyšší vrstvy zemské atmosféry se na tyto protony váží elektrony a vznikají tak atomy vodíku, které ihned reagují s atomy kyslíku a dávají vznik molekulám vody. Bylo prokázáno, že ve stratosféře vznikne takto každý rok jeden a půl tuny tzv. **vesmírné vody**.

Ve vysokých nadmořských výškách a za nízké teploty je tlak vodních par velmi nízký a molekuly vody, které se zde postupně akumulují, kondenzují na částicích kosmického prachu. Vznikají tak jakási stříbřitá oblaka. Vědci předpokládají, že tato oblaka jsou tvořena miniaturními krystalky ledu vznikajícího právě touto kondenzací vesmírné vody.

Na základě výpočtů bylo prokázáno, že voda vznikající tímto způsobem po celou dobu existence naší planety by přesně pokryla veškeré množství vody obsažené v dnešních oceánech.

* 2. Geochemici si ale nemyslí, že voda na zemi by mohla pocházet z vesmíru. Podle nich má voda zemský původ. Horniny tvořící zemský plášť, který se nachází mezi zemským jádrem a zemskou kůrou, se v určitých místech taví. Dochází k tomu vlivem vysokých teplot vznikajících radioaktivním rozpadem izotopů, které se v těchto místech nakumulovaly. Z roztavených hornin unikají těkavé sloučeniny jako dusík, chlór, směsi uhličitánů a síry, ale především vodní páry. Tímto způsobem podle nich vzniká tzv. **geologická voda**.

I tato teorie byla podložena řadou výpočtů, které prokázaly, že sopečné erupce, ke kterým došlo za celou dobu existence naší planety, by mohly vysvětlit uvolnění veškerého množství vody obsažené v oceánech.

KOLOBĚH VODY

Hydrologickým cyklem neboli koloběhem vody popisujeme jev, který vysvětluje konstantní množství vody na Zemi. Tento jev je založen na neustálé výměně vody mezi zemským povrchem a atmosférou, k níž dochází prostřednictvím srážek a odpařování vlivem sluneční energie.

Neustálý koloběh vody je zaručen dvěma hlavními faktory, kterými jsou :

- **slunce** dodávající energii potřebnou k vzestupnému pohybu vody od země k atmosféře, tedy k odpařování,
- **gravitace**, díky níž se může kondenzovaná voda naopak vracet zpět na zem (padá k zemi) a která způsobuje také to, že voda, která dopadne na zemský povrch, je dále směřována do spodních vrstev půdy.

Na velkých vodních plochách moří, oceánů, jezer a vodních toků dochází vlivem slunečního záření k neustálému odpařování vodních par. Vzhledem k tomu, že objemová hmotnost vodních par je menší než vzduchu (0,62 g/ml), vodní páry stoupají směrem k atmosféře a nasycují vzduch vlhkostí. Vzdušné proudy vlhký vzduch přemísťují nad kontinenty.

Zde dochází k jeho ochlazení a vodní páry kondenzují ve formě miniaturních kapek vody, které tvoří srážkové oblaky a mlžné opary. Dojde-li k akumulaci dostatečného množství vody a ke vzájemné aglomeraci jednotlivých kapek, voda spadne zpět na zem formou deště, krup nebo sněhu.

Určitá část srážkové vody zůstane na povrchu **zadržena** ve formě kaluží nebo v důsledku nerovnosti terénu, větší část se ale vrátí jako vodní pára odpařováním zpět do atmosféry. Zbytek vody **cirkuluje** na povrchu země a postupně tvoří menší stružky, z nichž vznikají potůčky, které se vlévají do větších vodních toků. Této formě vody říkáme povrchová tekoucí voda. Ta se později vlije do jezer nebo moří, kde dojde buď k její infiltraci do půdy nebo k jejímu odpaření. Určitá část srážkové vody prostoupí do půdy ihned buďto póry nebo prasklinami.

SLOŽENÍ A VLASTNOSTI VODY

Dlouho nebyla voda považována za sloučeninu. Takto ji vědci vidí teprve v průběhu posledních tří století. V roce 1781 objevil vodu ve vzduchu **Cavendish**, který v ní hledal vodík, a teprve chvíli po něm prokázal **Lavoisier**, že voda je složena z vodíku a kyslíku.

Všeobecně platí, že voda je spojením vodíku a kyslíku, její chemický vzorec je **H₂O**.

Izotop (atom stejného prvku, o jiné hmotnosti) vodíku s atomovou hmotností 2, nazývaný **deuterium**, tvoří s kyslíkem tzv. těžkou vodu, jejíž chemický vzorec je **D₂O**. Izotop s atomovou hmotností 3, **tritium**, tvoří s kyslíkem hypertěžkou vodu, která má vzorec **T₂O**.

Kyslík existuje ve třech různých formách, o atomové hmotnosti 16,17 a 18. Vodík se tedy může navíc kombinovat s jakoukoli z těchto forem. Z praktického hlediska říkáme, že voda je směsí lehké vody (H₂O) s minimálním množstvím vody těžké a hypertěžké.

Voda, kterou najdeme v přírodě, není čistá. Obsahuje plyny a rozpuštěné pevné látky. Chemicky čistá voda je připravována v laboratořích destilací. Podobnou destilovanou vodu budeme používat při našich analytických laboratorních úlohách.

Čistá voda je čirá, prakticky bezbarvá kapalina bez chuti a bez zápachu. Jejím zbarvením je jen lehký modravý odstín, který pozorujeme jako zeleno-modrý na velkých vodních plochách větších hloubek.

Fyzikální vlastnosti vody:

Molekulová hmotnost	18,016 g/mol
Bod tuhnutí	0 °C
Bod varu	100 °C
Objemová hmotnost (při 4°C)	1 g/ml
Tepelná kapacita	4,18 J/g.K

Chemické vlastnosti vody:

* Voda je významným reakčním prostředím, v němž probíhá značné množství chemických procesů. Používáme ji k provádění řady chemických reakcí. Je například důležitým prostředím při přípravě roztoků.

* Voda reaguje s velkým množstvím kovů za uvolňování vodíku. Může se také kombinovat s velkým množstvím oxidů (spojením kyslíku s prvky) za vzniku kyselin a zásad. Váže se i na další sloučeniny, zvláště pak soli, za vzniku hydrátů.

* Voda hraje důležitou roli i v biologii, protože při fotosyntéze poskytuje vodík potřebný k růstu a rozvoji biomasy.

ZDROJE VODY VE ŠPANĚLSKU

Průměrné množství povrchové i podpovrchové vody, tedy srážkové vody, která se neodpaří, ve Španělsku představuje přibližně 110 000 hm³/rok. Toto množství pokrývající plochu o rozloze přibližně 500 000 km² tak představuje srážkové úhrny v hodnotě 220 mm za rok. Tato hodnota je o něco málo nižší než evropský i celosvětový průměr, který dosahuje ke 300 mm. Vydělíme-li celkové množství roční srážkové vody počtem obyvatel (ve Španělsku 35 milióny), získáme tak průměrné roční množství srážkové vody na obyvatele, které představuje 3 180 m³/obyvatele. Poslední zmiňovaná hodnota svědčí o tom, že zdroje vody ve Španělsku nejsou nijak malé. Problém tkví především v jejich rozložení. Jsou zde některá povodí (severní, řek Duero, Tajo a Ebry), které mají vody přebytek, zatímco jiná trpí jejím nedostatkem. Na Baleárských a Kanárských ostrovech jsou vodní zdroje také velmi nízké. Na Baleárách dosahují hodnoty 1 140 m³ na obyvatele za rok, na Kanárech je tento roční průměr dokonce jen 695 m³.

Přesto však můžeme Španělsko považovat obecně za jednu ze zemí s dostatkem přírodních vodních zdrojů. Aby mohla být využita jejich podstatná část, musí být překonány dva základní problémy, které se v našich hydrografických podmínkách promítají. Jde o časovou a prostorovou nestejnomy (iregularitu) pokrytí vodou.

Časová nestejnomy pokrytí vychází především z nepravidelnosti srážek. V našich hydrografických podmínkách známe hlavně srážky přívalového typu. Pluviometrický režim je zde značně proměnný. Existují podstatné rozdíly mezi srážkovostí během jediného roku, vysokou variabilitu lze pozorovat ale i od jednoho roku k druhému. Praktické možnosti využití maximálního množství přírodních vodních zdrojů k zásobování populace jsou založeny na zadržování vody v přehradních nádržích a jejich kapacitě. Jejich prostřednictvím je zajištěna dostupnost vody v každém okamžiku nezávisle na frekvenci srážek.

Nestejnomy prostorovou můžeme ilustrovat příkladem hydrografické oblasti na severu Španělska, která představuje povodí vodních toků, jež se vlévají do Atlantiku mezi portugalskou a francouzskou hranicí. Rozloha této oblasti odpovídá pouhým 11% celkového území země, disponuje však celou třetinou jejích přírodních vodních zdrojů. Z tohoto důvodu byla také vždy tato oblast země nazývána **vlhkým Španělskem**.

Zbytek země nese naopak pojmenování **suché Španělsko**. Přínosy vody v těchto oblastech jsou nižší než jejich čtvrtina ve vlhké části země. Uvnitř suché oblasti Španělska se nacházejí i povodí řek Duero, Tajo a Ebry, k nimž jsou hydrografické podmínky oblasti nejpřívětivější, a tato tři povodí tak disponují 65% přírodních vodních zdrojů celé oblasti.

Přestože je suchá oblast Španělska z pohledu přírodních vodních zdrojů znevýhodněna, hraje zde velkou roli zemědělství. Jedná se o celou jižní polovinu Španělska a pobřeží středozemního moře. Zemědělství v těchto oblastech představuje největší ekonomickou hodnotu země. To má za následek, že většina obyvatel země, s výjimkou Madridu, žije právě v oblastech u pobřeží. Ve Španělsku

jsou proto lidé konfrontováni s problémem nedostatku vody v podstatě v nejobydenějších oblastech. Tamější poptávku nelze uspokojit pouze z lokálních zdrojů, které představují jen něco málo přes 10% zdrojů celé země, zatímco zde bydlí 30% její celkové populace.

Rozdělení přírodních vodních zdrojů na hlavu (sčítání obyvatel Španělska z roku 1975) podle údajů Centra hydrografických studií (M.O.P.U.).

Povodí	Přírodní zdroje vody v hm ³ /rok	Obyvatelstvo x 10 ⁶	Zdroje vody na osobu za rok v m ³
Severní	38.700	6.2	6.240
Duero	15.900	2.4	6.625
Tajo	10.250	4.9	2.090
Guadiana	5.100	2.1	2.430
Guadalquivir	9.400	4.4	2.140
Jižní	2.690	1.7	1.580
Segura	960	1.1	870
Jucar	5.100	3.1	1.650
Ebro	18,955	2.6	7.290
Východní Pyreneje	3.250	4.7	690
Kanárské ostrovy	965	1.4	695
Baleárské ostrovy	690	0.6	1.140
Celkem	111.955	35.2	3.180

Nejenže jednotlivá povodí disponují různým množstvím vodních zdrojů, ale navíc je ve Španělsku srážkový režim velmi nepravidelný. Jak jsme již zmínili, znají zde spíše období přívalemých dešťů, které kontrastuje s obrovským letním suchem.

Vzhledem k nerovnoměrnostem a komplexnosti hydrologických podmínek je zde kladen velký důraz na výstavbu přehradních nádrží. Jsou to právě ony, kdo upravuje náš hydrologický cyklus. Stejně tak a mnohem ještě více důležité jsou zásoby podzemních vod. Velká část vody, která slouží k přímé spotřebě obyvatel a k zavlažování pochází právě z těchto nezanedbatelných zásob. Ročně její množství představuje přibližně 4 700 hm³, což pokryje 22% vody využívané k zavlažování a 30% potřeb přímě spotřeby obyvatelstva.

Hladiny spodních vod jsou udržovány na určité úrovni infiltracemi vodních toků do půdy.

Zásoby spodních vod jsou velmi důležité a na jejich ošetřování je proto vynakládáno nemalé úsilí. Musí být sledována a udržována jejich hladina stejně jako kvalita. Je bezpodmínečně nutné, aby nedošlo k jakékoli jejich kontaminaci.

Odhaduje se, že na území Španělska představují zásoby podzemních vod kolem 20 000 hm³ ročně. Zhruba 80% této vody se vrací zpět do vodních toků a velká část tohoto množství zajišťuje neustávající průtok veškerých vodních toků.

KONTAMINACE VODY

Voda se v přírodě nevyskytuje v čistém stavu. Obsahuje vždy určité množství složek, jejichž zdrojem jsou například srážky, eroze, vítr, kontakt s atmosférou apod. Proto je voda roztokem obsahujícím pevné složky a koloidy (částičky, jejichž velikost dosahuje 1 až 200 nm, $1 \text{ nm} = 10^{-6} \text{ mm} = 10 \text{ \AA}$), které se podepisují na její čirosti. Pevné složky, které jsou ve vodě rozpuštěny, se promítají do hodnoty pH, do tvrdosti a konduktivity, naopak rozpuštěný kyslík zásadně ovlivňuje vodní život. Všechny tyto složky společně s několika dalšími mají vliv na vlastnosti a kvalitu vody.

Požadovaná kvalita vody se odvíjí od účelu, pro jaký má být použita. « Přírozenou kvalitou vody » nazýváme soubor fyzikálních, chemických a bakteriologických vlastností, které voda vykazuje ve svém přírodním stavu, tedy ve vodních tocích, v jezerech, pramenech nebo v podzemních vrstvách či v mořích.

Jakmile ji člověk využije pro své účely, voda ztrácí nebo může ztratit velkou část ze své kvality a její opětovné použití není možné, aniž by proběhlo její čištění. Pokud bychom vypouštěli odpadní vody zpět do přírodních vodních zdrojů, byl by v nich narušen život. Narušení určité rovnováhy přírodních vodních zdrojů je vždy přímo úměrné výši kontaminace, jíž jsou vystaveny.

Kontaminanty vody se liší podle účelu, pro jaký byla voda využita. Rozlišujeme :

* **Městské odpadní vody** : jsou to vody vyprodukované ve městech a na vesnicích, domácnostmi, komerčními řetězci, službami či průmyslem uvnitř obce. Zahrnují také srážkové vody akumulované v systémech kanalizace.

* **Průmyslové odpadní vody** : jedná se o vody vyprodukované průmyslem. Často obsahují velké množství toxických kontaminantů, které se liší podle druhu průmyslu, který je vyprodukoval.

* **Vody s obsahem zemědělských kontaminantů** : použitím herbicidů, pesticidů, chemických hnojiv apod. v zemědělství bez dostatečné kontroly jsou tyto kontaminanty unášeny srážkovou vodou dále k dalším vodním zdrojům. Dochází tak často ke kontaminaci především vodních toků a jezer.

Kvalita vody je udávána pomocí několika parametrů, v nichž se odráží naměřené hodnoty některých složek v ní obsažených. Tyto parametry mohou být jak chemicko-fyzikální, tak biologické.

- Nejdůležitější z fyzikálních parametrů jsou :

* čirost, zákal, barva, vůně, chuť, teplota, elektrická vodivost a pH.

- Nejdůležitějšími chemickými parametry jsou :

* obsah hlavních iontů (uhličitanových a hydrogenuhličitanových, chloridových, síranových, vápenatých, hořečnatých a sodných, také dusíku ve formě amoniaku či dusičnanových nebo dusitanových iontů, a v neposlední řadě toxických kovů).

použijeme černého podkladu.

Při určování barvy vody se často používá ke srovnání směs chloroplastnatanu draselného a chloridu kobaltnatého. Tyto směsi tvoří jakousi barevnou stupnici. Barevné rozdíly, které mají na této stupnici hodnotu nižší než 10, nejsou pozorovatelné pouhým okem. K jejich rozeznání je potřeba kolorimetr. Naopak barvy dosahující na této stupnici hodnot nad 15 jsou viditelné dobře.

Světová zdravotnická organizace (angl. WHO) udává 5. stupeň tohoto měřítka jako maximální přijatelnou hodnotu zbarvení vody. To znamená, že **voda, kterou pijeme, musí být při pozorování pouhým okem bezbarvá**. Ve Španělsku jsou vyhláškou ministerstva potravinářského a zemědělského průmyslu akceptovatelné všechny hodnoty nižší než 15.

Hodnoty barevné stupnice směsi označené jako 5, 10 nebo 15, odpovídají množství v mg/l použité směsi platiny, které musí být použito k přípravě roztoku stejné barvy jako analyzovaný vzorek vody.

VŮNĚ A CHUŤ

Z fyziologického pohledu jsou smysly chuti a vůně vzájemně úzce spjaty. Chuťové pohárky na jazyku a čichové orgány totiž reagují na společné, vzájemně se doplňující stimuly. K tomu se navíc většinou organoleptická vnímání chuti a vůně prolínají ve vjem jediný. Ilustrativní reakcí je například zacpání si nosu při polykání určitého jídla, jehož chuť nemáme v oblibě.

Jakmile chceme něco ochutnat, musíme to nejprve cítit, zatímco opak není pravidlem. Co se týče sledování těchto dvou vlastností v praxi, budeme dávat přednost určování vůně před chutí, jelikož se jedná o způsob bezpečnější a daleko méně subjektivní.

Přítomnost chemických sloučenin, organických složek a rozkládajících se organismů ve vodě je zdrojem různých zápachů a vůní. Některé živé organismy jako řasy, plísně, vnitřnosti ryb apod. jsou zdrojem velmi nepříjemných zápachů.

Čerstvé odpadní vody domácností jsou bez zápachu, ale jakmile se začnou rozkládat, jsou silně cítit hnilobou, protože uvolňují sirovodík, diaminobutan apod.

Průmyslové odpadní vody vykazují zápach specifický jednotlivým typům průmyslu.

Jako chuť existují jen čtyři základní druhy : kyselá, slaná, sladká a hořká. Ostatní chuťové vjemy jsou jen zdánlivé a jsou způsobeny tím, že často se nám mísí vjemy chuťové právě s těmi čichovými

Při sledování pachu vzorku vody naplníme vodou láhev o objemu jednoho litru, láhev uzavřeme a energicky protřepeme. Po otevření můžeme její pach zaznamenat přesněji.

Někdy může být užitečné provést stejný postup ještě jednou, jen se vzorkem, který prošel varem.

Pokud chceme otestovat i chuť některého vzorku, musíme ho vybírat velmi opatrně. Navíc by ochutnávaná voda neměla mít více než 14°C, protože při vyšších teplotách je její chuť nepříjemná. Také je pravda, že i voda vysoce čistá má pro netrénované ústní patro nepříjemnou chuť. Podle chuti můžeme poměrně snadno odhadnout, zda je ve vzorku přítomné železo nebo jiné prvky, aniž bychom prováděli komplexnější kvalitativní analýzu.

Voda, která je určena k pití, musí být bez chuti a bez zápachu. Většinou se dezinfikuje vstříkáním plynného chlóru. Proto může mít občas jeho lehký zápach i chuť.

Můžeme ochutnávat jen vody, u nichž máme garanci zdravotní nezávadnosti a které jsou bezbarvé a bez zápachu.

TEPLOTA

Teplota je další z fyzikálních veličin, které hrají důležitou roli v průběhu různých dějů odehrávajících se ve vodě. Na teplotě vody závisí rozpustnost solí a plynů. Zejména kyslík rozpuštěný ve vodě je nezbytně nutný pro vodní život. Čím vyšší je teplota vody, tím méně v ní bude kyslík rozpustný. To znamená, že požadavek na kyslík v ní se bude zvyšovat. Naopak rozpustnost solí ve vodě s teplotou roste.

Pro některé biochemické reakce existuje optimální teplota průběhu. Některé druhy živočichů se například rozmnožují jen v určitých teplotních mezích. Narušení teplotní rovnováhy systému může mít negativní následky například na vývoj ryb, zejména těch nejcitlivějších z rodu salmonides, které trpí náhlým zvýšením teploty nejvíce. Vyšší teplota vody podporuje také hnilobný rozklad v ní.

Chceme-li sledovat teplotu vody v jezerech nebo nádržích, kde je voda víceméně stojatá, musíme ji naměřit v různých hloubkách. Ve stojatých vodách existují totiž tzv. teplotní vrstvy neboli termická stratifikace, která vychází z toho, že vrchní vrstvy zahříváné sluneční energií se nepromíchávají rovnoměrně se spodními chladnějšími vrstvami. Naopak ve vodních tocích k promíchávání teplých proudů se studenými dochází, pokud tedy není koryto příliš hluboké.

Teplotu vody měříme teploměrem, který ve vodě ponecháme 10 minut. Teploměr z vody nevynořujeme, odečteme teplotu a ponoříme do další požadované hloubky. V případě, že u sledované vodní plochy existuje jev termické stratifikace, měli bychom k měření použít tzv. maxima-minima teploměr.

Teplota povrchových vod se mění podle okolní teploty. Proto si při měření teploty vody musíme zapsat také teplotu okolního vzduchu stejně jako hodinu, kdy jsme měření prováděli. Tyto faktory jsou důležité zejména při klasifikaci vzorku.

U odpadních vod může být teplota zajímavou sledovanou veličinou. Může nám poskytnout zajímavé údaje nejen o jejím původu, ale také o jejím stavu, který sám závisí na

- viskozitě, která ovlivňuje sedimentační rychlost,
- biologické aktivitě, která s teplotou roste (až do přibližně 60°C),
- a na rozpustnosti kyslíku apod.

KLASIFIKACE VOD PODLE TEPLOTY :

Teplota ve °C	Typ vody
< 20°C	čerstvá
20 až 30°C	vlažná
> 30°C	termální

Teplota vody, která je určena k pití, se musí nacházet mezi 10°C a 14°C.

Co se týče vodního života, teplota nesmí v žádném okamžiku období od května do listopadu překročit 34°C a od prosince do dubna 23°C.

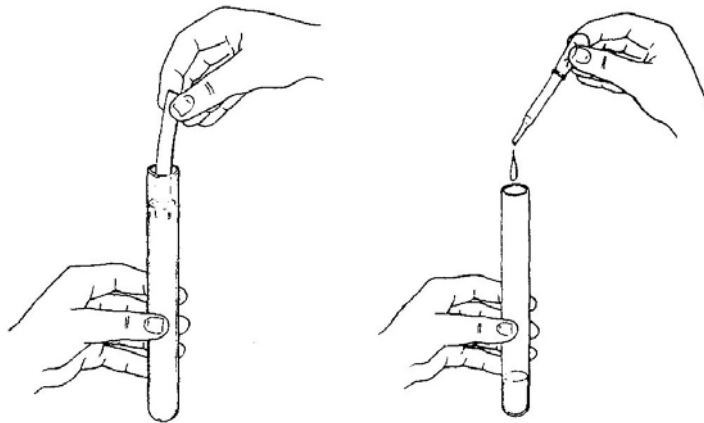
Voda, která je využívána k zavlažování, nesmí mít teplotu přesahující 35°C. Zemědělcům je doporučováno používat k takovýmto účelům vodu, jejíž teplota má hodnotu mezi 13°C a 29°C.

STANOVENÍ pH

LABORATORNÍ POMŮCKY

Kapátko
 Stojan na zkumavky
 Zkumavka 16 x 160 (2x)
 pH papírky
 Univerzální kapalný indikátor pH

ÚKOL



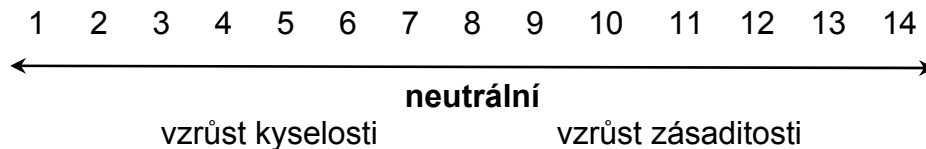
Stanovení pH vody

ZÁKLADNÍ POJMY

Cílem stanovení pH vody je zjistit, zda se jedná o vodu **kyselou**, **neutrální** nebo **zásaditou**. Podrobnější informace o pH určitého vzorku nám mohou poskytnout představu o tom, jaké složky se v ní nacházejí, zda ve vysokých či nízkých koncentracích, a podle těchto podmínek pak odhadnout, zda v nich může být přítomen život nebo nikoli.

Z definice pH vyplývá, že jeho hodnotu určíme jako logaritmus převrácené hodnoty koncentrace vodíkových iontů H^+ . Stupnice pH má hodnoty od 1 do 14. Hodnota pH = 7 odpovídá neutrálnímu prostředí, nižší hodnoty označují kyselé prostředí a hodnoty vyšší pak prostředí zásadité.

Stupnice pH :



Kyselost i zásaditost vody může být jak přírodního tak umělého původu.

Dešťová voda, která by měla být neutrální, má hodnoty pH mezi 5 a 6. Kyselost prostředí v tomto případě vychází z kontaktu dešťových kapek s atmosférickým CO_2 , který vzniká jako produkt dýchání živých organismů, ale také spalováním. Průmysl má za následek nejen zvýšenou produkci oxidu uhličitého, ale také oxidů síry a dusíku, které zde hrají také velkou roli. Vliv nadměrného množství vyprodukovaných plynů má stále větší vliv na vznik kyselých dešťů, protože jejich uvolňování do atmosféry neustále roste, zatímco kontrolní mechanismy přírody jsou přetíženy. Kyselé deště měly a stále mají za následek

- vymizení vodního života v řadě jezer a vodních tocích,
- vymizení velkých zalesněných ploch v Evropě
- a narušení stavu památek a historických budov, jež byly postaveny z vápencových materiálů.

Prostupuje-li voda **vrstvy vápence**, její pH se stává **zásaditým**. Prostupuje-li naopak **vyvěřelými horninami nebo vrstvy pyritu**, její pH bude **kyselé**.

U průmyslových odpadních vod se hodnoty pH pohybují většinou v širokém rozmezí. Závisí to samozřejmě na specifickém zaměření každého průmyslu, které může být velmi rozmanité. Řada průmyslových výroby má proto na pH vody velmi velký vliv.

PRACOVNÍ POSTUP

1. Do zkumavky se vzorkem vody vložíme pH papírek. Získané zbarvení srovnáme s barevnou stupnicí pH a určíme tak pH vzorku.

2. Do zkumavky s 10 ml vzorku přidáme 2 kapky univerzálního indikátoru. Promícháme. Zkumavku pozorujeme na bílém pozadí. Srovnáme s barevnou stupnicí pro stanovení pH.

Naměřené hodnoty pH jsou přesnější, pokud použijeme kapalný indikátor (s přesností na $\pm 0,2$ jednotky pH).

INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Obvyklé hodnoty pH vody se pohybují mezi 4 a 9.

Hodnota pH ovlivňuje řadu reakcí, které se mohou ve vodě odehrávat. Dezinfekce vody chlórem je například účinná, jen pokud jsou hodnoty jejího pH nižší než 7. Není však dostatečně účinná při vyšších pH.

Voda, jejíž pH je nižší než 6, je velmi agresivní ke kovům a způsobuje jejich korozi.

Aby ve vodě mohl existovat život, nesmí hodnota pH ve svém denním průměru klesnout pod 5 a přesáhnout 9. Nejvhodnější podmínky pro vodní život jsou mezi pH 6,5 a 8,5.

Pitná voda musí mít pH mezi 7 a 8,5. Někdy jsou tolerovány i hodnoty mezi 6,5 a 9,2.

Voda, která se využívá k zavlažování by měla mít pH mezi hodnotami 4,5 a 9.

pH	Typ vody
pH < 5	silně kyselá
5 < pH < 6	středně kyselá
6 < pH < 7	slabě kyselá
7 < pH < 7,5	neutrální (většina vod pro chov ryb)
7,5 < pH < 8	slabě zásaditá
8 < pH < 9	středně zásaditá
pH < 9	silně zásaditá

POZNÁMKA :

Stanovení pH musí proběhnout v momentě, kdy odebíráme vzorek. Hodnota pH se totiž může měnit. Po odběru totiž ve vzorku pokračují chemické přeměny a hodnota pH tak může vzrůst až o jednu jednotku.

CHLORIDY

LABORATORNÍ POMŮCKY

Pipetovací balónek
Kapátko
Stojan na zkumavky
Erlenmeyerova baňka 100 ml
Pipeta 10 ml
Zkumavka 16 x 160

CHEMIKÁLIE

Kyselina octová 0,1 N
Kyselina dusičná 0,1 N
Uhlíčan sodný 0,1 N
Dusičnan stříbrný 0,01 N
pH papírky
Peroxid vodíku 30%ní
Reakční činidlo chloridů

ÚKOL

Úkolem této úlohy je stanovit množství chloridů přítomných ve vzorku vody.

ZÁKLADNÍ POJMY

Chloridový iont Cl^- je ve vodě přítomen vždy a jeho koncentrace závisí na povaze půdních vrstev, kterými jednotlivé vody prostupují. Rozmezí koncentrací chloridových iontů přítomných ve vodě je široké. Její hodnoty začínají na 2 mg/l a mohou se dostat až na 2 750 mg/l. Mořská voda přitom má tuto hodnotu ještě daleko vyšší, může dosahovat až 20 000 mg/l i více.

Chloridy, které ve vodě najdeme, jsou různého původu. Mohou být výsledkem rozpouštění hornin (nerostů soli), loužení slaných půd mořského původu nebo vzestupu solí do vody z půdy kapilárními silami. Stává se, že i voda ve studnách poblíž pobřeží, jež jsou vystaveny příliš vysokému využití, je slaná, protože k ní pronikne mořská voda.

Pokud se totiž odsaje takové množství spodní vody, aby se její úroveň dostala pod hladinu moře, a pokud jsou v tomto místě obklopující geologické vrstvy propustné, hladiny se vyrovnají přesunem mořské vody, což na určitou dobu znemožní využití studní jako zdrojů pitné nebo zavlažovací vody (došlo by k přesolení půdy v okolí).