

# ROZBOR VODY

## Význam jednotlivých ukazatelů rozboru vody

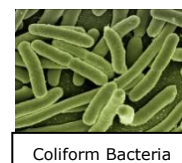
Základní chemické a mikrobiologické ukazatele poskytují informaci o kvalitě vody z konkrétního zdroje či z místa odběru vzorku (studna, jezero, laguna, bazén, kohoutek v domácnosti, hydrant). Limitní hodnoty jednotlivých parametrů analýzy jsou jako hygienické limity stanoveny vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., která je v souladu s předpisy EU a je prováděcí vyhláškou zákona o ochraně veřejného zdraví. Vyhláška i výsledky rozboru, které obdržíte v laboratoři, jsou rozděleny do jednotlivých skupin. Základní rozdělení je na ukazatele mikrobiologické (biologické) a chemické. Každý parametr má stanovený limit, vůči kterému je porovnávána kvalita vyšetřovaného vzorku vody.

## Mikrobiologické ukazatele

Počty bakterií se udávají v jednotkách „KTJ“, což znamená „kolonie tvořící jednotky“. Tyto počty se vždy vztahují na objem vody, který je vyšetřován.

### Koliformní bakterie

Bakterie osídlující střevní trakt u teplokrevných živočichů, běžně žijí i v půdě. Skupina koliformních bakterií může obsahovat i patogenní kmeny. Jejich přítomnost ukazuje na možnost ovlivnění zdroje pitné vody fekálním znečištěním, a tedy na riziko výskytu patogenních bakterií a virů ve vodě. Považují se za indikátor účinnosti úpravy vody a dezinfekce, sekundární kontaminace nebo vysokého obsahu živin v upravené vodě. Vyhláška vyžaduje 0 KTJ koliformních bakterií ve 100 ml vody.



Coliform Bacteria

### Escherichia Coli

Bakterie osídlující střevní trakt teplokrevných živočichů jsou hlavním indikátorem fekálního znečištění. Jedná se o nejznámější střevní bakterii, která jednoznačně dokládá fekální znečištění vody. Při zkoušce nesmí být nalezena žádná tato bakterie ve 100 ml vody.



Escherichia Coli

### Enterokoky

Bakterie osídlující střevní trakt teplokrevných živočichů, jsou doprovodným indikátorem fekální kontaminace vody, signalizují čerstvé znečištění. Vyhláška vyžaduje 0 KTJ enterokoků ve 100 ml vody.



Enterococcus

### **Kultivované mikroorganismy při 22 °C a 36 °C**

Jedná se o nespecifické skupiny bakterií přítomných ve vodě. Představují indikátor obecné kontaminace. Vyhláška povoluje max. 200 KTJ v 1 ml vody pro bakterie kultivované při 22 °C a 20 KTJ v 1 ml vody pro bakterie kultivované při 36 °C. Pro vodu z malých nedezinfikovaných zdrojů je tento limit zmírněn na 500 KTJ v 1 ml vody pro bakterie kultivované při 22 °C a 100 KTJ v 1 ml pro bakterie kultivované při 36°C.

### **Amonné ionty NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

Indikátor možného fekálního znečištění podzemní vody. Jsou málo stabilní (postupně se rozkládají). Vznikají obvykle rozkladem zemědělských a komunálních odpadů (močůvka, kejda apod.). Mohou se uvolnit i z umělých hnojiv. Kombinace současné přítomnosti amonných iontů, dusitanů a vyššího obsahu organických látek (CHSKMn) signalizuje čerstvou kontaminaci živočišnými odpady). Vyhláška připouští maximální hodnotu 0,5 mg/l.

### **Dusičnany NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

V podzemních vodách se objevují především jako důsledek zemědělské činnosti. Vyhláška připouští 50 mg/l, ale v zemědělských oblastech bývají i stovky mg/l. Riziko dusičnanů spočívá v tom, že ve střevech jsou redukovány na dusitany a ty dále přechází na některé rakovinotvorné látky (N-nitrosoaminy). Obsah dusičnanů v kojenecké vodě je limitován hodnotou 10 mg/l.

### **Dusitany NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**

Jsou nestabilní sloučeninou (rychle se rozkládají) s účinky popsány výše. Vznikají obvykle redukcí dusičnanů. Vyhláška připouští max. koncentraci 0,5 mg/l.

### **Chemická spotřeba kyslíku CHSKMn**

Skupinový ukazatel, jehož hodnota vyjadřuje míru organického znečištění vody. Kvalitní podzemní voda má hodnotu pod 1 mg/l. Zvýšený obsah organických látek ve vodě indikuje znečištění vody organickými látkami živočišného nebo rostlinného původu. Doprovází ho obvykle bakteriální kontaminace. Limit daný vyhláškou je 3 mg/l.

### **Konduktivita (vodivost)**

Jedná se o skupinový ukazatel vyjadřující množství rozpuštěných anorganických solí ve vodě, resp. vyjadřuje přibližnou míru koncentrace elektrolytů ve vodě. Nepřímo tak vyjadřuje obsah všech minerálních, iontově rozpuštěných látek, které voda potká v

podloží a rozpustí (kromě plynů). Příliš velké „zasolení“ vody (minerálky) může při dlouhodobém požívání vyvolat zdravotní potíže. Na druhé straně zcela čistá voda bez rozpuštěných solí (dešťová voda, destilovaná voda) se k pití rovněž nehodí, protože při dlouhodobém požívání může být tělo ochuzeno o potřebné minerály.

- vyhláška povoluje limit vodivosti pro pitnou vodu, tedy konduktivitu do 125 mS/m. (1250  $\mu$ S/cm), což odpovídá obsahu rozpuštěných látek asi 1000 mg/l (1000 ppm) (vynásobíme-li hodnotu vodivosti osmi, dostaneme přibližnou hodnotu rozpuštěných látek v mg/l).

PPM (Parts per million) je termín používaný v chemii pro označení velmi, velmi nízké koncentrace roztoku.

-jeden gram v 1000 ml je 1000 ppm a tisícina gramu (0,001 g) v 1000 ml je ppm.

-jedna tisícina gramu je jeden miligram a 1000 ml je jeden litr tak, aby 1 ppm = 1 mg na litr = (mg/litr). PPM je odvozen od skutečnosti, že hustota vody je brána jako 1 kg/L = 1 000 000 mg/L a 1 mg/l je 1 mg/1 000 000 mg nebo jedna část do jednoho milionu.

Obecně se používají tyto jednotky:

-1 ppm = 1mg/l = 1 $\mu$ g /ml = 1000 $\mu$ g/L

- ppm =  $\mu$ g/g =  $\mu$ g/ml = ng/mg = pg/ $\mu$ g = 10<sup>-6</sup>

- ppm = mg/litr vody

- 1 gram čistého prvku se rozpustí v 1000 ml = 1000 ppm

PPB = Parts per billion =  $\mu$ g/L = ng/g = ng/ml = pg/mg = 10<sup>-9</sup>

- optimálně by však pitná voda měla obsahovat rozpuštěných látek méně, asi 200 – 400 mg/l\*(asi 25–50 mS/m, resp. 250 – 500  $\mu$ S/cm) ČSN EN ISO, dle EPA (USA /CND) 65 – 180  $\mu$ S/cm.
- vody s mineralizací více než 1000 mg/l se považují za minerální a nejsou vhodné pro stálé pití. V závislosti na složení mohou mít nepříjemnou chuť nebo i způsobit průjmové onemocnění. Časté jsou technické potíže např. snižování životnosti potrubí a ohřivačů teplé vody.
- destilovaná voda mívá konduktivitu 0,05 mS/m (0,5  $\mu$ S/cm) až 0,3 mS/m (3  $\mu$ S/cm)
- povrchové a prosté podzemní vody 5 až 50 mS/m (50 – 500  $\mu$ S/cm)
- některé průmyslové vody mohou mít hodnoty vyšší než 103 mS/m (1030  $\mu$ S/cm)
- průměrná konduktivita pitných vod v ČR je asi 40 mS/m (400  $\mu$ S/cm)
- pro kojeneckou a stolní vodu platí mezní hodnota konduktivity 100 mS/m (1000  $\mu$ S/cm)

Převod jednotek

1 mS/m=1000  $\mu$ S/100 cm, neboli 10  $\mu$ S/cm

## pH (reakce vody)

Číselné vyjádření stupně kyselosti nebo zásaditosti vody. Voda má neutrální reakci při pH = 7, kyselou při pH nižším než 7 a zásaditou při pH vyšším než 7. Hodnota pH v podzemních vodách je závislá na geologickém podloží. Pro pitnou vodu je povoleno rozmezí hodnot 6,5 – 9,5. Voda s přirozeně nižším pH 6,0 – 6,5 se také považuje za vyhovující, pokud nepůsobí agresivně vůči materiálům rozvodného systému. U čistých přírodních vod by se pH mělo pohybovat mezi 6-9. Hodnota pH závisí na obsahu rozpuštěného CO<sub>2</sub> ve vodě a na teplotě.

\*např. destilovaná voda zbavená CO<sub>2</sub> má při t = 25 °C pH = 7, při t = 100 oC pH = 6, při t = 0 oC pH = 7,47

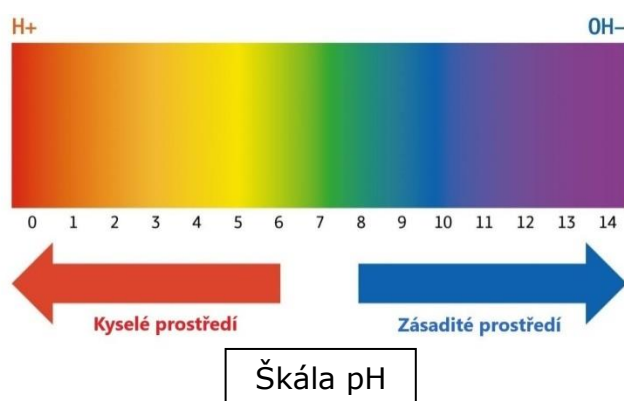
- pokles pod pH 6 bývá způsoben přítomností anorganických a organických kyselin (rašeliniště, naleziště sulfidických rud, atmosférická voda okyselená oxidy síry – kyselá dešť)
- zvýšení pH nad 9 bývá způsobeno přítomností uhličitanů, hydrogenuhličitanů a hydroxidů ve vodách popř. fotosyntézou

Reakce ovlivňující pH:

fotosyntéza:  $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  zvýšení pH

respirace:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$  snížení pH

nitrifikace:  $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$  snížení pH



## Suma vápníku a hořčíku („Tvrdość vody“)

Ze zdravotního hlediska vyhláška doporučuje, aby voda určená ke konzumaci měla hodnoty 2,0 – 3,5 mmol/l, tato hodnota je pro lidský organismus optimální. Vyšší hodnoty nejsou ze zdravotního hlediska problémem, ale vyšší koncentrace vápníku resp. hořčíku se mohou negativně projevovat na domácích spotřebičích tvorbou tzv. vodního nebo kotelního kamene. Kromě jednotky mmol/l se můžeme zejména v

uživatelských příručkách domácích spotřebičů setkat s tzv. německými stupni (°dH) a francouzskými stupni (°F).

$1 \text{ mmol/l} = 5,6 \text{ } ^\circ\text{dH}$  resp.  $1 \text{ } ^\circ\text{dH} = 0,18 \text{ mmol/l}$  a  $1 \text{ mmol/l} = 10 \text{ } ^\circ\text{F}$  resp.  $1 \text{ } ^\circ\text{F} = 0,1 \text{ mmol/l}$

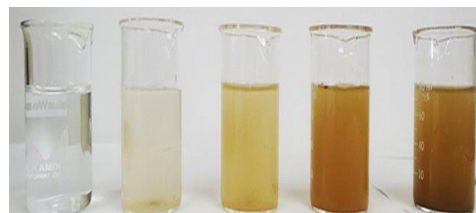
| pitná voda    | mmol/L      | °dH        | °F           |
|---------------|-------------|------------|--------------|
| velmi tvrdá   | >3,76       | >21,01     | >37,51       |
| tvrdá         | 2,51 - 3,75 | 14,01 - 21 | 25,01 - 37,5 |
| středně tvrdá | 1,26 - 2,5  | 7,01 - 14  | 12,51 - 25   |
| měkká         | 0,7 - 1,25  | 3,9 - 7    | 7 - 12,5     |
| velmi měkká   | <0,5        | <2,8       | <5           |

### Zvýšená tvrdost vody

Bývá problémem nejen u soukromých zdrojů, ale i obecních vodovodů v některých lokalitách. Zde je nutné si uvědomit, že vyšší tvrdost je zdraví prospěšná, zatímco provoz domácích spotřebičů ovlivňuje negativně. Je tedy na každém, jaké jsou jeho priority. Ke změkčení vody se v zásadě používají dvě metody. Jednou z nich je iontová výměna, kde jsou ionty vápníku a hořčíku nahrazovány sodíkem. Druhou metodou je vsazení technologie semipermeabilní spirálové filtrační nanomodulární separace, která z vody odstraňuje prakticky veškeré balasty a následně do takto upravené vody přidává vše potřebné tak, aby splňovala normy pro pitnou vodu. Pokud je to možné, je doporučeno napojit vodovodní kohoutky, z nichž je voda konzumována, na zdroj nezměkčené vody (resp. remineralizované, strukturované, ionizované - technologie AQ3) a ostatní rozvody napájějící sprchy, kotle, boilersy, myčky, pračky a další spotřebiče na vodu upravenou změkčením.

### Zákal vody

Je snížení průhlednosti vody vyvolané koloidně rozpuštěnými i nerozpuštěnými anorganickými látkami obsaženými ve vodě (jílovité minerály, oxid křemičitý, oxidy železa, manganu) a organickými (organické koloidy, bakterie, plankton,...). Intenzita zákalu se měří a porovnává s pevně zvoleným standardem. Vyhláška povoluje zákal vody do hodnoty 5 ZF (NTU).



### Průhlednost

Je orientační ukazatel čistoty a závisí na barvě vody a jejím zákalu. Mírou průhlednosti je výška sloupce vody v cm, při které přestane být viditelná bílá deska nebo písmo určitých rozměrů (čtverec o hraně 20 cm).

### Barva

Čistá voda v tenkých vrstvách je bezbarvá. V metrových vrstvách se jeví jako modrá. Zbarvení je přirozené nebo umělé. Do zelena - přítomnost jemných rozptýlených látek. Do žluta - přítomnost huminových látek nebo železitých iontů. Charakteristické zbarvení u povrchových a pitných vod se porovnává se stupnicí, barva může záviset též na pH vody a redox potenciálu.

### Teplota

Je nejnázne měřitelná sensorická vlastnost. Podzemní vody - stálá teplota okolo 10 °C. Přesáhne-li teplota při vývěru 25 °C, jedná se o vody termální. Hypertermální může dosahovat až 200 °C. Teplota povrchových vod je ovlivňována teplotou okolí (s určitým časovým posunem - záleží např. na hloubce nádrže,..). Optimální teplota pro pitnou vodu je 8 – 12 °C. Voda pod 5 °C může způsobit zažívací potíže a voda nad 15 °C již neosvěžuje.

### Chuť

Závisí na kvalitativním zastoupení. Kvantitativním poměru mezi kationty a anionty obecně chutnají lépe vody více mineralizované, obsah CO<sub>2</sub> chuť zlepšuje.

- optimální pH je 6 – 7. Při pH nad 8 má voda louhově mýdlovou chuť
- nepříznivě působí vyšší obsah železa, manganu, zinku, mědi
- nadbytek síranů a hořčíku - způsobuje hořkost
- nadbytek chloridů, sodíku - slaná chuť
- zjišťujeme pouze u vod hygienicky nezávadných
- základní chutě: slaná, sladká, hořká, kyselá

### Pach

- je způsoben těkavými látkami působícími na čich
- primární zdroje pachu - látky tvořící přirozenou součást vody – sulfan
- látky biogenního původu látky obsažené ve splaškových, odpadních vodách
- sekundární zdroje pachu - při technologických úpravách – chlorování vody
- zjišťuje se smyslově - označení slovní (fekální, zemitý,...), vyjádření číslem

## Železo (Fe)

Ve studnách se nachází ve vyšších koncentracích obvykle jen v případě, pokud se ve větší míře vyskytuje v horninovém podloží. Při styku se vzdušným kyslíkem se rychle oxiduje a vysráží se z vody v podobě rezavého zákalu, který si postupně sedá na dno nádoby. Zvýšený obsah železa není významným zdravotním rizikem. Od koncentrace 0,3 mg/l může negativně ovlivnit sensorické vlastnosti vody (barva, zákal), způsobuje problémy při praní (barvení prádla) a při ohřevu vody (zanáší se potrubí a spotřebiče). Vyhláška povoluje max. 0,2 mg/l železa.

|              |
|--------------|
| 55,85        |
| 26 <b>Fe</b> |
| 1,60         |
| Železo       |



### Zvýšený obsah železa

Je možné řešit buďto jednoduchou, zdravotně nepříliš vhodnou filtrací s předřazenou oxidací, kdy obvykle postačí dávkování desinfekčního prostředku na bázi chloru (SAVO), který kromě desinfekce zajistí i oxidaci železa, které je následně zachyceno ve filtru nebo vsazením technologie semipermeabilní spirálové filtrační nanomodulární separace s provzdušněním, která z vody odstraňuje prakticky veškeré balasty a následně do takto upravené vody přidává vše potřebné tak, aby splňovala normy pro pitnou vodu (technologie AQ3).

### Zvýšená tvrdost vody

Bývá problémem nejen u soukromých zdrojů, ale i obecních vodovodů v některých lokalitách. Zde je nutné si uvědomit, že vyšší tvrdost je zdraví prospěšná, zatímco provoz domácích spotřebičů ovlivňuje negativně. Je tedy na každém, jaké jsou jeho priority. Ke změkčení vody se v zásadě používají dvě metody. Jednou z nich je iontová výměna, kde jsou ionty vápníku a hořčíku nahrazovány sodíkem. Druhou metodou je reversní osmóza, která z vody odstraňuje prakticky veškeré minerální látky. Třetí metodou je technologie AQ3, kdy pokud je to možné, je doporučeno napojit vodovodní kohoutky, z nichž je voda konzumována, na zdroj nezměkčené vody a ostatní rozvody napájející sprchy, kotle, boilersy a další spotřebiče na vodu upravenou změkčením.

### Organické látky (CHSKMn)

Jediným vhodným řešením je filtrace přes vrstvu zrnitého materiálu např. písek, aktivní uhlí nebo skelná filtrace. Ideální je, pokud je zajištěn kontinuální průtok přes filtrační hmotu.

### **Zvýšený obsah dusičnanů**

Nemusí být nutně problémem konkrétní studny, ale obecně podzemní vody v dané lokalitě. Pro snížení jejich koncentrace je možné využít iontovou výměnu, reversní osmózu nebo technologii AQ3. Tato zařízení musí být instalována odbornou firmou a pravidelně kontrolována jejich činnost. Rozhodně nelze doporučit levné náhražky instalované na vodovodní kohoutky.

### **Zvýšený obsah dusitanů**

Signalizuje deficit kyslíku ve vodě. K jejich odstranění se používají stejné metody jako v případě dusičnanů.