

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Kojenecká voda

Bakalářská práce

Autor práce: Simona Kubičková

Obor studia: Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Kojenecká voda" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D. při zpracování mé bakalářské práce, za odborné vedení, poskytnuté rady a dávky trpělivosti. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu při studiu.

Kojenecká voda

Souhrn

Voda je základní složka člověka. Bez pitné vody je život na Zemi nemožný, proto je důležitá pro správné fungování organismu. Kvalita vody je dána obsahem rozpuštěných látek a iontů. Kvalita se liší dle vyspělosti zemí a z jakých zdrojů pochází. Kvalita pitné vody se určuje dle hodnot uvedené v legislativě. Nezávadnost vody je dána legislativou, kde jsou stanoveny mezní hodnoty, při kterých nedochází k negativnímu působení na zdraví člověka. Věnovala jsem se důležitým iontům v pitné vodě a jejich negativnímu působení na lidský organismus při jejich zvýšeném množství.

Kontaminace je častým problémem pitné vody, často je kontaminována vyšším množstvím kovů, které se normálně nevyskytují v pitné vodě. Ve vyspělých zemích je kontaminace způsobená člověkem a to především z průmyslu. V rozvojových zemích jsou častými problémy dodávka vody a bakteriální kontaminace. V těchto zemích se nedodrží správná hygiena, a to mnohdy vede k bakteriální kontaminaci. Z důvodu nesprávné hygieny a nedodržení postupu přípravy kojenecké výživy z kojenecké vody dochází v rozvojových zemích k vyšší kojenecké úmrtnosti než ve vyspělých zemích.

Nejvíce využívána metoda pro analýzu izotopů je hmotnostní spektrometrie, která je časově nenáročná a stanoví i těžké kovy v pitné vodě.

Kojenecká voda je přísněji hodnocena z hlediska obsahových látek než jiné druhy pitných vod, a proto je důležité znát její skutečnou kvalitu.

Klíčová slova: dusičnany, kojenecká voda, kontaminanty, legislativa, nezávadnost

The Infant Water

Summary

The Water is an essential component of man. Without a drinking water, life is impossible on the Earth that is why important for the proper functioning of the body. The water quality is determined by the content of dissolved solids and ions. The quality varies according to the maturity of the countries and from which sources they come. The Drinking water quality is determined by the values specified in the legislation. The safety of water is given by the legislation, where limit value are set which there is not negative effect on the human health. I gave an important ions in drinking water and their negative effects on the human body with higher amount.

The Contamination is a common problem of drinking water, often is contaminated with higher amount of metals, which are not normally found in the drinking water. In a developed countries is contamination caused by man, especially from industry. In an underdeveloped countries are common problems with a water supply and a bacterial contamination. In these countries is not observed a proper hygiene and often leads to the bacterial contamination. Because of improper hygiene and failure to observe the preparation of the infant formula for babies from infant water occurs higher infant mortality in the underdeveloped countries than in the developer countries.

The most used method for isotope analysis is a mass spectrometry which is time – saving and also determines heavy metals in the drinking water.

The Infant water is more strictly assessed for content than other types of the drinking water, so it is important to know its true quality.

Keywords: Nitrates, Infant water, Contaminants, Legislation, Safety

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl práce	2
3. Pitná voda	3
3.1 Jakost pitné vody.....	3
4. Mikrobiologické a biologické ukazatele	5
4.1 Bakteriální kvalita.....	5
4.2 Bakterie ve vodě	5
5. Anorganické látky.....	7
5.1 Sodík a draslík.....	8
5.2 Vápník a hořčík	8
5.3 Železo	9
5.4 Stříbro.....	9
5.5 Kadmium.....	10
5.6 Rtuť	10
5.7 Olovo.....	10
5.8 Arsen.....	11
5.9 Nikl.....	11
5.10 Fluor	11
5.11 Chlor	12
5.12 Jod.....	12
5.13 Síra	13
5.14 Dusík	13
5.14.1 Dusičnany	13
5.14.2 Dusitany.....	14
5.15 Oxid uhličitý	15
6. Organické látky.....	16
6.1 Dioxan.....	16
6.2 Karbamazepin	16
6.3 Perfluoroktansulfonan	16
7. Organoleptické vlastnosti	17
7.1.1 Teplota.....	17
7.1.2 Barva	17
7.1.3 Zákal.....	17
7.1.4 Pach a chuť	18
8. Kojenecká mortalita	19
8.1 Kojení.....	19

9. Legislativa	21
9.1 Všeobecné požadavky na balené vody	21
9.2 Úprava přírodní minerální vody.....	21
9.3 Oxid uhličitý	22
9.4 Zdravotní nezávadnost a označování	22
9.5 Balená kojenecká voda.....	23
9.6 Balená stolní voda	24
9.7 Balená pitná voda.....	24
9.8 Hodnocení balených vod	25
9.9 Kontrola.....	25
10. Organoleptické ukazatele	27
10.1 Barva.....	27
10.2 Rozsah pachu.....	27
10.3 Intenzita chuti.....	27
10.4 Zákal	28
10.5 Teplota	28
11. Metody	29
11.1 Standardní metody analýzy pitné vody	30
11.2 Hmotnostní spektrometrie	30
11.3 Chromatografie	30
11.4 Membránové procesy	31
11.4.1 Reverzní osmóza a nanofiltrace	32
11.4.2 Ultrafiltrace a mikrofiltrace	32
11.4.3 Stanovení mikroorganismů.....	33
11.4.4 Remineralizace.....	33
11.5 Titrace.....	33
11.5.1 Chelatometrická titrace.....	34
11.5.2 Jiné způsoby titrace	34
11.6 Kolorimetrie	34
11.7 Fotometrie	34
11.8 Gravimetrie	35
12. Úprava podzemní vody na pitnou	36
12.1 Metody odkyselování.....	36
12.1.1 Odkyselování provzdušňováním.....	36
12.1.2 Chemické odkyselování	36
12.2 Metody odželezování	36
12.3 Metody odmanganování.....	37
13. Úprava povrchové vody na pitnou	38
13.1 Čiření	38

13.2	Dezinfekce vody	38
13.2.1	Dezinfekce chlorem a jeho sloučenin.....	38
13.2.2	Dezinfekce ozonem.....	39
13.2.3	Fyzikální metody dezinfekce	39
14.	Závěr	40
15.	Literatura	41
16.	Požadavky a limity na balené přírodní minerální vody	50
16.1	Příloha č. 1 k vyhlášce č. 292/ 1997 Sb.....	50
16.2	Mikrobiologické požadavky	50
16.3	Fyzikální a chemické požadavky	50
16.3.1	Organické látky	51
16.3.2	Negativní vliv látek	52
17.	Požadavky a limity kojenecké a stolní vody	53
17.1	Příloha č. 2 k vyhlášce 292/ 1997 Sb.	53
17.2	Mikrobiologické ukazatele	53
17.3	Fyzikální a chemické požadavky	53
18.	Minimální rozsah průběžné kontroly balených vod	59
19.	Použité zkratky	60

1. Úvod

Bez vody by na Zemi nevznikl život, a proto je tou nejdůležitější látkou. Lidé jsou tvořeni z dvou třetin vody, a proto má mimo jiné velký vliv na udržení tepla.

Člověk by měl vypít minimálně 2 – 3 litry vody denně a to, kvůli správnému fungování organismu a předejít tak možné dehydrataci nebo různým nemocím spojených s nedostatkem tekutin.

Voda může být ve třech skupenstvích, v pevném, kapalném i plynném. Voda se stala také funkčním rozpouštědlem, ve kterém se uvolňují plyny, minerály, organické látky a metabolické odpady, což může mít vliv i na jakost vody.

Vodu lze rozdělit podle využití, složení jednotlivých iontů nebo z jakých zdrojů pochází. Např. dělení podle zdrojů, ze kterých ji získáváme, zda se jedná o povrchovou nebo podzemní. Nej kvalitnější je zdroj podzemní, ale jeho zásoby jsou malé.

Díky jednotlivým iontům a rozpuštěným látkám ve vodě můžeme rozdělit vodu, zda je pitná nebo nepitná. Vyšší množství určitých iontů vyvolává negativní účinky na zdraví a nemůžeme tedy říci, že je určena k pití a bude mít negativní účinky na zdraví. Nebezpečné vody s různými obsahy jsou hlavními rizikovými faktory k možným onemocněním, např. průjmům. V rozvojových zemích je hlavní cíl dodávka vody a přístup k vodě. Ve vyspělejších zemích je hlavní cíl udržení zdravotní nezávadnosti vody, tedy bez kontaminace. Proto by voda měla být bezpečná, dostupná a snadno přístupná. Voda je používána nejen k pití, ale může se použít k přípravě jídla a osobní hygieně.

Minimální spotřeba v domácnosti pitné vody je 7,5 l/osobu/den, ovšem 50 l/osobu/den je objem, který je zapotřebí k pití, přípravě jídla a osobní hygieně.

2. Cíl práce

Z literárních zdrojů zpracovat rešerši na téma kojenecké vody, legislativy týkající se parametrů kvality kojenecké vody. V běžné obchodní síti provést analýzu nabídek vody určené pro kojence.

3. Pitná voda

Pitná voda je typ vody, která je zdravotně nezávadná a nemá negativní účinky na organismus. Je určena k zahánění pocitu žízně a může být použita k přípravě pokrmů.

Pitné vody se odlišují i v množství minerálů obsažených ve vodě a liší se i dle regionu (Cotruvo, 2006). Pitná voda se stanovuje pomocí hygienických požadavků. Hygienickými limity jsou mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele. Hygienické limity se stanovují pomocí nejvyšší mezní hodnoty, mezní hodnoty a doporučené hodnoty (Pitter, 2015).

Nejvyšší mezní hodnota (NMH) – překročení hodnoty znamená vyloučení pitné vody, řadíme sem látky toxické povahy nebo látky indukující fekální znečištění: *Escherichia coli* Escherich, 1885, *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter, 1872), enterokoky, počty kolonií při 22 °C a 36 °C, dusičnany, dusitany, antimon, arsen, benzen, kadmium, pesticidy aj..(Malý et Malá, 1996).

Mezní hodnota (MH) – překročení nepředstavuje akutní zdravotní riziko, patří sem koliformní bakterie, *Clostridium perfringens* (Veillon et Zuber, 1898), hliník, hořčík, mangan, pach, sírany, sodík, vápník, zákal aj. (Malý et Malá, 1996).

Doporučená hodnota (DH) – jsou dány v závislosti na jednotlivých zemích a nadále dle populace např. podle věku, pohlaví a tělesné hmotnosti (Cotruvo, 2006).

3.1 Jakost pitné vody

Každá voda má specifickou jakost, kterou určují organoleptické vlastnosti nebo podíl jednotlivých iontů obsažených ve vodě, ale ve výsledku musí splňovat určité jakostní parametry. Kvalita vody byla dříve zkoumána jen smyslovými orgány, kdežto dnes můžeme toto zkoumání rozvinout bez smyslových orgánů pomocí přístrojů (Boyd, 2015).

Abouleish (2012) uvádí, že chemická a biologická kontaminace vody je vysoká a může ohrozit zdraví člověka především v rozvojových zemích. Voda z vodovodu nemusí mít vždy dobrou jakost, a kvůli tomu lidé začali preferovat balenou vodu. Zvýšení poptávky po lahvové vodě je viděna v suchých oblastech, např. ve Spojených arabských emirátech, kde se populace velice rychle rozrůstá a mají zde omezené zdroje sladké vody.

Pitná voda by měla být zdravotně nezávadná. Ale do vody se mohou dostat různé látky i organismy z okolí, a proto se voda analyzuje a stanovuje pomocí mikrobiologických a chemických ukazatelů (Malý et Malá, 1996). Mezi obecné mikrobiologické ukazatele řadíme psychrofilní bakterie s teplotním optimem růstu 22 °C a mezofilní bakterie s teplotním optimem

růstu 36 °C. Indikátory fekálního znečištění jsou koliformní bakterie, enterokoky a *Escherichia coli*. Dále se uvádí stanovení mikrobiálního znečištění *Pseudomonas aeruginosa* a *Clostridium perfringens* (Pitter, 2015).

Chemickými indikátory fekálního znečištění jsou látky, které obsahují v moči nebo tuhých fekáliích produkty, jejich přeměny nebo specifické indikátory, které indukují fekální znečištění, např. amoniakální dusík z moči, fosforečnany z moči aj. (WHO, 2008).

4. Mikrobiologické a biologické ukazatele

Zkrácený mikrobiologický rozbor se skládá z 23 ukazatelů, jako je např. *Escherichia coli*, koliformní bakterie, počty kolonií při 22 °C a 36 °C, *Pseudomonas aeruginosa* a mikroskopickým obrazem (abiosestonem, počtem organismů a živých organismů).

Ukazatel *Clostridium perfringens* se stanovuje jen v pitných vodách upravovaných z povrchových nebo podzemních vod, které jsou ovlivňovány povrchovými vodami. *Pseudomonas aeruginosa* je stanovena jen u balené pitné vody. Úplný rozbor jsou všechny ukazatele uvedené v legislativě ČR (Pitter, 2015).

4.1 Bakteriální kvalita

Podle WHO (2008), by měla být pitná voda produkována z chráněné kvalitní podzemní vody, nebo řádně vybrané vody pro výrobu kojenecké balené vody. Řada úprav vody zajišťuje nízkou patogenní úroveň. Dezinfekce je neúčinnější, a proto by se měla stát tou konečnou ochranou pro spotřebitele. Úspěšnost napadení patogenem závisí na imunitě jednotlivce a schopnost přežít patogenu. Patogeny se mohou množit v hostiteli, např. některé patogenní bakterie se mohou vyskytovat v potravinách nebo nápojích, ale dávky patogenů nejsou kumulativní (nehromadí se v těle) oproti chemickým látkám.

Hodnocením hygienické kvality vody se zjišťuje množství fekálních indikátorových organismů. Fekální indikátory jsou ve velké míře zastoupeny ve stolici lidí a teplokrevných zvířat. Nejdůležitější indikátory fekálního znečištění – *Escherichia coli*, termotolerantní a jiné koliformní bakterie, fekální streptokoky a spory klostridií (WHO, 2008).

4.2 Bakterie ve vodě

Mikroorganismy mohou být zavlečeny do pitné vody prostřednictvím křížových spojení v kanalizaci, zpětnými proudy, různými spárami a netěsnostmi nebo přímým zdrojem kontaminace (Marciano – Cabral et al., 2010). WHO (2008) uvádí, že *Escherichia coli* se nachází především v lidských a zvířecích výkalech, kde koncentrace *E. coli*, může být až 10^9 KTJ/ml.

Termotolerantní koliformní bakterie je skupina koliformních organismů, které mají schopnost fermentace laktózy při 45 °C. Patří sem rody: *Escherichia coli*, *Klebsiella* Trevisan, 1885 *Enterobacter* Hormaeche et Edwards, 1960 a *Citrobacter* Werkman et Gillen, 1932. Při vyšší teplotě vody než 13 °C, nevhodných materiálech použitých pro distribuci vody (potrubí)

a dostatku bakteriálních živin bez volného zbytkového chloru jsou výbornými podmínkami pro zvýšení koncentrace termotolerantních koliformních bakterií, které následně slouží jako ukazatele pro proces úpravy vod při odstraňování fekálních bakterií (WHO, 2008).

Clostridium Prazmowski, 1880 redukující síru jsou to anaerobní organismy, které tvoří spory a jsou běžnou součástí stolice zvířat i lidí. Clostridiální spory dokáží mnohem déle přežít ve vodě než organismy koliformní skupiny a odolávají dezinfekci. Jsou indikátorem přerušovaného nebo vzdáleného znečištění kvůli jejich dlouhověkosti. Mají tendenci přežívat a hromadit se (WHO, 2008). Přitom *Clostridium butyricum* je hojně využíván v asijských státech (Japonsko, Čína a Koreji) jako probiotikum. Je zajímavé, že v určitých státech se využívají jako probiotikum a v některých včetně ČR je brána tato bakterie jako patologická a může způsobit botulismus nebo nekrotizující enterokolitidy (NEC) u předčasně narozených dětí (Cassir et al., 2015).

NEC je onemocnění trávicího traktu, které postihuje předčasně narozené děti. Dochází k rozšíření břicha, gastrointestinálnímu krvácení a může dojít i k smrti novorozence. Dnes již vývoj medicíny postupuje a jsme na vysoké úrovni než v předchozích letech, ale NEC je stále nepolapitelná. Mikroorganismy, které vyvolávají NEC, jsou *Clostridium perfringens*, *C. paraputrificum* (Bienstock 1906), *C. butyricum*, která může hrát i velkou prospěšnou roli v mikrobiotě dospělého člověka (Cassir et al., 2015).

5. Anorganické látky

Anorganické látky se podílejí na jakosti pitné vody. Je to dáno především jejich koncentrací ve vodě. V přírodních a užitkových vodách najdeme anorganické látky ve formách jako kationty, anionty a v neiontové formě. Ke kationtům řadíme převážně vápník, hořčík, sodík, draslík a amoniakální dusík. U aniontů najdeme hydrogenuhličitan, sírany, chloridy, dusičnany, dusitany, fluoridy a fosforečnany (Horáková, 2000).

Skoro všechny kovy a polokovy jsou přítomny ve vodě přirozeně minimálně ve stopovém množství, záleží na geologických podmínkách. Pomocí hornin a půd se zvyšuje obsah kovů a polokovů ve vodě přírodní cestou. Antropogenně se do vody dostanou kovy i polokovy z těžby, zpracování rud, z hutí, z válcoven, z fotografického, textilního a kožedělného průmyslu (Pitter, 2015).

Některé kovy i polokovy jsou esenciálními pro organismus, ale v určité míře už jsou považovány za toxické v pitné vodě. Negativní vliv nemusí nutně způsobit toxicitu. Toxicita je obvykle vyvolána těžkými kovy, jako jsou např. kadmium nebo olovo, ale mohou také ovlivnit organoleptické vlastnosti.

Těžké kovy se mohou dostat do pitné vody také z vnitřní koroze potrubí, zvláště to jsou kovy olova, mědi a železa (Ab Razak, 2015). Vyvíjející se člověk je náchylnější k absorpci těžkých kovů, než člověk dospělý. Jejich toxicita v pitné vodě může způsobit snížení duševních schopností a poruchy centrální nervové soustavy. Může se to projevit i v nesrovnalostech v krevním obrazu nebo poškodit ledviny a játra. Dlouhodobé expozice těžkých kovů mohou vést k tvorbě svalových, neurologických degenerativních procesů. Jedná se např. o Alzheimerovu chorobu, Parkinsonovu chorobu, svalovou dystrofii nebo roztroušenou sklerózu (Mohod et Dhote, 2013). Pro detekci i likvidaci těžkých kovů v pitné vodě stanovily mezinárodní organizace směrnice. Mezinárodními organizacemi jsou USEPA, WHO, EPA a Komise Evropské unie.

V pitné vodě se stanovují koncentrace následujících prvků a sloučenin: lithium, rubidium, cesium, sodík, draslík, stroncium, baryum, vápník, hořčík, hliník, železo, mangan, měď, stříbro, zinek, kadmium, rtuť, olovo, arsen, selen, chrom, nikl, kobalt, wolfram, molybden, vanad, beryllium, cín, antimon, thallium, titan, skandium, yttrium, lanthanoidy, platinové kovy, křemík a bor.

5.1 Sodík a draslík

Sodík a draslík regulují acidobazickou rovnováhu v krvi a tkáních (Mahajan et al., 2006). Tyto dva prvky jsou esenciální pro člověka. Příjem sodíku podle Výboru pro výživu v USA by měl být více než 2 400 mg/den a draslík by se měl pohybovat v rozmezí 1875 – 5625 mg/den. WHO a USEPA stanovily omezení pro příjem sodíku pitnou vodou a nápoji na max. 20 mg/l pro osoby s hypertenzí nebo dietou s omezeným obsahem sodíku (Mahajan et al., 2006), proto by lidé s těmito omezeními neměli pít minerální vodu. Mezní hodnota pro pitnou vodu v ČR Na je 200 mg/l, pro pramenitou balenou vodu je hodnota 100 mg/l a pro balenou kojeneckou vodu je hodnota přísnější 20 mg/l.

5.2 Vápník a hořčík

Hořčík má důležitou roli pro správné fungování srdce a vaskulárního onemocnění. I malé změny obsahu hořčíku v pitné vodě ovlivňuje vaskulární tón, kontraktilitu, reaktivitu a správný růst. Jeho obsah v pitné vodě je žádoucí. Hořčík je aktivátorem několika enzymů a slouží jako kofaktor. Nedostatek hořčíku zvyšuje možné riziko srdečních arytmií. Vody s vysokou koncentrací hořčíku a síranů mají laxativní účinky např. vody Šaratice a Zaječická.

Vápník naopak snižuje nervosvalovou dráždivost, ovlivňuje srážení krve a je součástí kostí. Chuť pitné vody dodává vápník a hydrogenuhličitany (Cotruvo, 2006). Studie potvrdily, že při vyšších koncentracích vápníku i hořčíku se zmenšil počet kardiovaskulárních onemocnění. Podle analýz, které provedli Yang et al., (2010), potvrdili, že čím je koncentrace vápníku vyšší v pitné vodě, tím je nižší pravděpodobnost výskytu rakoviny prsu a vyšší úmrtnosti. Lidé, kteří mají kameny v horních močových cestách, by neměli konzumovat balenou pitnou vodu s vysokým obsahem vápníku. Mezní hodnota pro vápník v pitné vodě je 30 mg/l a pro hořčík je 10 mg/l. Pro balenou kojeneckou vodu jsou doporučené hodnoty.

Tvrdość vody je dána sloučeninami vápníku a hořčíku. Může být přechodná nebo trvalá tvrdość vody. Přechodnou lze odstranit varem, kdy se odstraňují hydrogenuhličitany vápníku a hořčíku. Vznikají z hydrogenuhličitanů uhličitany. Trvalá tvrdość vody je způsobena sírany těchto dvou prvků (Pitter, 2015).

Tvrdost vody	suma Ca + Mg v mmol/l
velmi měkká	0 – 0,72
měkká	0,72 – 1,43
středně tvrdá	1,43 – 2,14
dosti tvrdá	2,14 – 3,21
tvrdá	3,21 – 5,35
velmi tvrdá	větší než 5,35

Doporučená hodnota pro sumu vápníku a hořčíku je 2,0 – 3,5 mmol/l, pro balenou kojeneckou vodu je doporučená hodnota 1,8 – 3,2 mmol/l.

5.3 Železo

Železo ve vodě se vyskytuje jako dvojmocné nebo třímocné. Koncentrace železa je většinou vyšší než koncentrace manganu. Železo ve vyšším množství zapříčiňuje nežádoucí chuť a barvu pitné vody (Ab Razak, 2015).

Nedostatek železa tzv. anémie je způsobena nedostatečným příjmem nebo sníženou absorpcí železa. Absorpci železa zvyšují některé faktory např. kyselina askorbová a maso, naopak faktory, které snižují absorpci železa, jsou fyty a fenolické sloučeniny. Vyšší spotřeba železa je během těhotenství a kojení, kdy jsou vysoké požadavky na železo (Whittaker, 1998). V USA obohacují železem a zinkem potraviny např. pekařské výrobky, rýži, cereální snídaně a kojeneckou výživu. V různých částech Brazílie přidávají do pitné vody železo v chelátové formě (Cotruvo, 2006). Negativní vliv na organoleptické vlastnosti má koncentrace 0,5 mg/l. Mezní hodnota železa v pitné vodě je 0,2 mg/l.

5.4 Stříbro

Stříbro je toxický kov, nejtoxičtější je ve formě iontu Ag^+ . Vysoké koncentrace u člověka se projevují hnědým zabarvením kůže – argyrie. Stříbro se prokazuje oligodynamickými účinky – využívá se pro hygienické zabezpečení vody v malých vodních zdrojích (studny). Sloučeniny stříbra mohou mít algicidní účinky, tzn. potlačování nadměrného rozvoje fytoplanktonu (Pitter, 2015).

Stříbrné ionty vynikají svojí antimikrobiální vlastností a využívá se v různých elektrických zařízeních např. u praček. Ve studii, které provedl Yamanaka et al., (2005) byl

používán dusičnan stříbrný na mikroorganismus *E. coli*. Bylo potvrzeno, že dusičnan stříbrný má vyšší baktericidní účinky za podmínek aerobiozy než za podmínek anaerobiozy. Doporučená koncentrace stříbrných iontů v pitné vodě dle USEPA a NHMRC stanovují na 100 µg/l, ale WHO nestanovila toto doporučení. Nejvyšší mezní hodnota v ČR je 0,05 mg/l.

5.5 Kadmium

Mahajan et al., (2006), Mohod et Dhote (2013) uvádějí že, kadmium je řazeno mezi toxické těžké kovy s dlouhým poločasem rozpadu v kostech až 38 let a má schopnost akumulace. Dlouhodobé užívání nízkého množství kadmia může vést k poškození ledvin. V pitné vodě je mezní hodnotou 5,0 µg/l a v balené kojenecké vodě 2,0 µg/l.

5.6 Rtut'

Rtut' se mění ve vodě pomocí chemických a biochemických mechanismů např. oxidace, redukce, transformace aj. Daný prvek má negativní gonadotropní účinky a má velkou snahu akumulace v ledvinách a v nervové soustavě, může dojít až k mentální poruše nebo k úplnému ochrnutí při vyšších dávkách rtuti. Rtut' je lipofilní, a proto má nejvyšší schopnost akumulace z toxických kovů (Pitter, 2015). Má nejvyšší mezní hodnotu 1 µg/l a v balené kojenecké vodě je to 0,5 µg/l.

5.7 Olovo

Olovo je častým toxickým kovem vyskytujícím se v kontaminované vodě. Olovo je i součástí olověných barev, pitné vody a potravin. Má schopnost akumulace v organismu, a proto by mělo být kontrolováno v pitné vodě. Je možná i kontaminace olova z potrubí do pitné vody. Rostoucí plod a děti jsou náchylnější k toxicitě olova než dospělí. Je toxické pro ledvinové buňky a může způsobit selhání ledvin, dnu, hypertenzi a poškodit červené krvinky. Má negativní účinky na fertilitu, hypertenzi a na správný růst plodu i dětí. (Brown et Margolis, 2012). Příjem olova ovlivňuje kosti, kdy olovo může zastoupit vápník v kostech a narušovat je (Mohod et Dhote, 2013). Nejvyšší mezní hodnota v ČR je 0,010 mg/l, pro kojeneckou vodu je hodnota poloviční 0,005 mg/l.

5.8 Arsen

Arsen je velmi jedovatým prvkem a dlouhodobé požívání vody s malými koncentracemi arsenu vedou k chronickým onemocněním. Má inhibující schopnost vůči biochemickým reakcím v živém organismu (Pitter, 2015). Arsen i kadmium v pitné vodě přispívají ke karcinogennímu zdravotnímu riziku. V Mailsi (Pákistán) pijí vodu z podzemních zdrojů a tato voda je považována za riziko kvůli možnému znečištění vody arsenem. Přípustné limity kadmia, chromu, olova, železa a arsenu byly překročeny dle WHO (Rassol et al., 2016).

Přes 100 milionu lidí mají problémy s vyššími koncentracemi arsenu v podzemních vodách, vyskytují se např. v Indii, Bangladéši, Pákistánu, Nepálu aj. Tyto populace nejsou schopny si koupit balenou vodu (Chowdhury et al., 2016). Arsen se vyskytoval ve větší míře až 19% u turecké populace, proto by se měla hodnotit kvalita pitné vody pravidelně (Kavcar et al., 2009). Akutní i chronické expozice arsenu byly z pitné vody především v Argentině, Bangladéši, Indii, Mexika, Mongolska a Thajska (Harisha et al., 2010). Projevy otrav arsenu jsou melanóza, poruchy srdeční činnosti, hyperkeratóza a kožní karcinomy. Limit u pitné vody je 0,010 mg/l a u kojenecké vody je hodnota stejná jako u olova.

5.9 Nikl

Nikl je potenciálním karcinogenem. Podle analýz, které provedli Kavcar et al., (2009) zjistili překročení turecké normy pro nikl v 58 % vzorků. Nejvyšší mezní hodnota u pitné a balené kojenecké vody je stejná 0,020 mg/l. Minerální vody typu Šaratice, Zaječická a Magnesia mají obsah niklu vyšší než mineralizovaná voda.

5.10 Fluor

Fluor je esenciální prvek, jeho doporučená denní dávka u dospělého člověka je v rozmezí 1,5 – 4,0 mg. Pitná voda, čaj, mořské ryby a některé druhy zeleniny jsou hlavními zdroji fluoru. Díky malým koncentracím v pitné vodě, se začalo fluoridovat vodu jako prevenci tvorby zubního kazu (Pitter, 2015). Fluoriduje se přidavkem fluoridu sodného nebo hexafluorokřemičitanu sodného. Přidávání fluoridu do pitné vody je dnes součástí všech zemí (Cotruvo, 2006). Některé organizace nepodporují fluoridaci pitné vody kvůli možné karcinogenitě, hlavně cirhóze jater. Mahajan et al., (2006) uvádí, že vyšší koncentrace jak 2,0 mg/l může mít negativní vliv na ztmavení zubní skloviny. V České republice není fluoridace zakázána, bylo dokonce prokázáno o 40% snížení kazivosti zubů díky fluorizaci pitné vody.

Fluoridace pitné vody pomáhá ke snižování tvorbě zubního kazu, ale vliv má také na to životní styl a ústní hygiena populace. Pitná voda je limitována hodnotou 1,5 mg/l. Pro balenou kojeneckou vodu a pramenitou vodu je nejvyšší mezní hodnota 0,7 mg/l.

5.11 Chlor

Chlor se může vyskytovat v různých formách např. chloridy, chlornany, kyselina chlorná, molekulový chlor, chloraminy, chloristany, oxid chloričitý a organické chlorderiváty.

Chlor se využívá k dezinfekci a byl vyměněn za chloraminy, které měnily struktury nerozpustných minerálních látek s přidavkem olova na nestabilní a jsou obsaženy ve vodě. Proto koncentrace olova výrazně stoupla v pitné vodě vedených kohoutkem (Brown et Margolis, 2012).

Mezní hodnota chloristanů v pitné vodě je 200 µg/l, protože jsou toxické a způsobují methemoglobinemii. Přitom Spojené státy americké a Francie naměřily vyšší expozice chloristanu mezi 0,26 – 0,36 µg/kg tělesné hmotnosti/den v kojenecké výživě. Vyšší koncentrace chloristanů v pitné vodě mohou vyvolat snížení zabudovávání jodu do štítné žlázy a snižovat tak tvorbu hormonů štítné žlázy, což ovlivňuje negativně vývoj kojenců (Vigreux – Besret, 2015).

Chloridy ovlivňují chuť vody. Mezní hodnota pro pitnou vodu je 100 mg/l, pro balenou kojeneckou a pramenitou vodu je hodnota poloviční. Chloridy mohou mít kosmetické a estetické účinky (Abouleish, 2012). Proto WHO uvádí, že koncentrace chloridů vyšší než 250 mg/l, mohou již pozměnit chuť vody.

5.12 Jod

Jod je důležitý pro správné fungování štítné žlázy, pro rozvoj mozku, rozmnožovacích a dalších orgánů. Nedostatek jodu způsobuje hypertrofii (strumu). Běžnou součástí balených vod v Rusku je jod, který se tam přidává (Cotruvo, 2006). Jod není limitován legislativou ČR u pitných, balených kojeneckých a pramenitých vod. Doporučená denní dávka jodu je 150 µg na osobu a den. Množství přijatého jodu v Evropě není na dobré hladině. Např. ve Francii těhotné ženy by měly přijímat více jodu, kvůli dobrému růstu plodu. Průměrně přijímají jen 81 µg/l, ale kvůli vyšším nárokům by měl být příjem jodu až 150 µg/l (Vigreux – Besret, 2015).

5.13 Síra

Sloučeniny síry mají vliv na chuť vody spojené s vysokými koncentracemi kationtů, např. vyšší koncentrace síranů s hořčíkem a sodíkem působí účinkem laxativním (gastrointestinální problémy). Mezní hodnota síranů v pitné vodě je 250 µg/l v ČR, tuto hodnotu sdílí i balená kojenecká voda a pramenitá voda (Pitter, 2015). V pitné vodě nejsou požadavky na mezní hodnoty sulfanu ani sulfidické síry. Volný sulfan je limitován u balené kojenecké vody a pramenité vody 0,01 mg/l. WHO (2008) uvádí, že koncentrace sulfátu vyšší než 500 mg/l může mít laxativní účinky, a proto je více než důležité hlídat koncentrace v balených kojeneckých vodách.

5.14 Dusík

Dusík je biogenní prvek a nachází se ve všem živém. Nacházíme ho v různých formách jako oxidy, dusičnany, dusitany, aminy nebo mohou reagovat spolu.

5.14.1 Dusičnany

Dospělý člověk dostane do těla dusičnany v obsahu cca 0,7 – 3,0 mg/kg tělesné hmotnosti/den. Průměrně v USA přijmou ve stravě 40 – 100 mg/den. Příjem dusičnanů i dusitanů ovlivňuje strava. Společnost se domnívá, že vysoký obsah dusičnanů z potravin má maso, ale není to pravda daleko vyšší obsahy má např. některé druhy zeleniny nebo ovoce (Bedale et al., 2016). V zelenině je výskyt dusičnanů hojný, dokonce ve špenátu je hodnota 740 mg/100 g (Hord et al., 2009) a to kvůli agrochemikáliím, který mají hlavní složku dusičnany (Jeevanandam et al., 2007). Mají i pozitivní účinky ze získaných klinických studií bylo potvrzeno, že dusičnany mají vliv na zlepšení kardiovaskulárních funkcí. Jsou potraviny s vyššími obsahy dusičnanů, které se následně v trávicím traktu mohou redukovat na dusitany.

Redukovat dusičnany již v ústech umějí některé druhy bakterií, jedná se např. o bakterie *Veillonella* Prévot 1933, *Staphylococcus* Rosenbach 1884, *Rothia* Georg et Brown 1967 a *Actinomyces* Harz 1877. Dokonce druhy *Veillonella* a *Actinomyces* byly součástí slin kojenců do dvou měsíců věku. Světová zdravotnická organizace stanovila přijatelnou denní dávku (ADI) dusičnanu 3,7 mg/kg živé hmotnosti/den. Denní dávka dusičnanů by neměla překročit 100 mg. mezní hodnota u pitné vody je 50 mg/l. Pro balenou kojeneckou vodu je nejvyšší mezní hodnota 10 mg/l.

Dusičnany s určitými aminy a amidy mohou reagovat spolu a dát tak vzniknout sloučenině N – nitrososloučeniny (NOC), které jsou karcinogenní (Bedale et al., 2016).

5.14.2 Dusitany

Dusitan se vyskytuje v kolostru i v mateřském mléce a jeho obsah se pohybuje kolem 1 mg/kg denně. Dusitan hraje velkou roli v mateřském mléce a to, kvůli ochraně před možnými bakteriálními patogeny (Jones et al., 2015). V USA je přirozená koncentrace dusičnanů v rozmezí 4 – 9 mg/l. Vyšší koncentrace dusičnanů se vyskytuje v mělkých vrtech s hloubkou do 15 cm a má na to vliv hnojení, která se používají v zemědělství. Také voda, pokud je z vlastní jámky, může být tím nejčastějším zdrojem dusičnanů v pitné vodě a to dokonce v koncentraci vyšší než 50 mg/l (Fewtrell, 2004).

K redukci dusičnanů na dusitany nemusí vždy dojít a tak jsou vyloučeny z těla ven. Vliv na tvorbu dusitanů má také pH žaludku. Čím je nižší pH, tím je tvorba dusitanů také nižší. Vyšší riziko tvorby dusitanů je u novorozenců, kteří pH žaludku mají vysoké. Proto snadněji dochází k NEC, protože vysoké pH žaludku snadno dovoluje translokaci bakterií přes střevní stěnu. NEC je onemocnění, u kterého dochází k selhávání gastrointestinálního traktu, především střevní bariéry. Světová zdravotnická organizace stanovila přijatelnou denní dávku (ADI) dusitanu 0,07 mg /kg ž. hm./den.

Ve vyšších koncentracích vyvolávají dusičnany methemoglobinemii, ale mohou to být nadměrné dávky léčiv (např. sulfonamidů) a organické látky (např. nitrobenzen, anilin, naftol aj.). Po požití dusitany následně reagují s hemoglobinem a změní se na methemoglobin (MetHb), který nemůže přenášet kyslík. Modrošedé nebo hnědožluté zbarvení kůže, podráždění a nadměrné plakání vyskytující se u dětí, ospalost, letargie a čokoládově zbarvená krev jsou symptomy, které vznikají při vyšší koncentraci MetHb v krvi. Vyšší pravděpodobnost vzniku methemoglobinémie přispívá onemocnění gastrointestinálního traktu a nižší funkce NADH – dependentní reductázy (Bedale et al., 2016). Kojenci do 3 měsíců mají jen hemoglobin F, který se přeměňuje velmi snadněji než hemoglobin A (obsažen u starších dětí a dospělých). Oxidačně – redukční systém člověka může přeměnit zpět methemoglobin na hemoglobin, ale u kojenců je nižší aktivita tohoto systému. Přibližně ve třetím měsíci věku se produkuje enzym, díky kterému je možnost obnovení hemoglobinu po předchozím navázání dusitanu (Bedale et al., 2016). Koncentrace dusitanu v plazmě kojenců se pohybuje od 0,05 – 0,30 μmol/l, u dospělých je tato hodnota vyšší (Jones et al., 2015).

Nejvyšší mezní hodnota dusitanů pro pitnou vodu je 0,5 mg/l. Balená kojenecká voda a pramenitá je limitována 0,02 mg/l.

5.15 Oxid uhličitý

Pitter (2015) uvádí, že hydrogenuhličitaný mají pozitivní vliv na chuť vody. Doporučená ani mezní hodnota není uvedena. Pro balené pitné vody sycené oxidem uhličitým a pro pitnou vodu by měla být hodnota pH od 4,5 a výše. Pro kojeneckou vodu je rozmezí pH od 5,0 – 8,0.

6. Organické látky

Organické látky mohou mít vliv na chemické a biologické vlastnosti vody. Můžou mít karcinogenní, genotoxické aj. vlastnosti způsobené polycyklickými aromatickými uhlovodíky, pesticidy a polychlorovanými bifenyly. Zvláště nebezpečnými látkami jsou organohalogenové sloučeniny, organofosforové sloučeniny, rezistentní minerální oleje, uhlovodíky a rezistentní syntetické látky. Dají se zjistit pomocí chemické spotřeby kyslíku manganistanem (CHSK). Čím je vyšší tato hodnota, tím je vyšší míra znečištění organickými ale i oxidovatelnými anorganickými látkami (Pitter, 2015).

Schriks et al., (2010) uvádí, že látky organické, které mají největší šanci dostat se do organismu skrz pitnou vodu, jsou 1,4 – dioxan, karbamazepin a perfluoroktansulfonan (PFOS).

6.1 Dioxan

1,4 – Dioxan se dostane do organismu po požití, vdechnutí a kontaktu s kůží. Světová zdravotnická organizace přijala referenční hodnotu pro 1,4 – dioxan 50 µg/l v pitné vodě. Ovšem preventivní hodnotu 0,1 µg/l stanovily v Německu (Mcelroy et al., 2019).

6.2 Karbamazepin

Karbamazepin (CBZ) je antikonvulzivní látka, která pomáhá k udržení duševní pohody. Využívá se k léčbě epilepsie a bipolárních poruch. Po konzumaci se přibližně 10 % vyloučí z lidského těla a dostávají se do čističek odpadních vod, kde je špatně odstraňován. Z tohoto důvodu by se měly používat nanofiltrace, reverzní osmóza k odstranění až 90 – 99% karbamazepinu (Hai et al., 2018).

6.3 Perfluoroktansulfonan

Perfluoroktansulfonan (PFOS) je syntetická fluorovaná organická látka, která se používala po celém světě jako např. nátěry papíru, koberců, protipožární pěny a vodotěsné prostředky. Vyniká svojí perzistentní vlastností, proto se z těla skoro nevyloučí a ukládají se v játrech. Touto látkou zatěžují především řeky a v rozvojových zemích jsou tyto řeky brány jako zdroj pitné vody. Proto by konzumenti v rozvojových zemích měli čerpat vodu především z chráněných zdrojů, kde není možná kontaminace z průmyslu (Jin et al., 2009).

7. Organoleptické vlastnosti

Organoleptické vlastnosti jsou odkazem smyslových orgánů. Pitná voda by měla mít příjemnou chuť, barvu i vůni. Přítomností různých sloučenin ať už organických nebo anorganických mohou vyvolat negativní vlivy na organoleptické vlastnosti. Pokud se koncentrace jednotlivých sloučenin převyšují, mohou mít negativní vliv na zdraví (Nollet et Gelder, 2013).

7.1 Teplota

Nejlepší rozmezí teploty pro pitnou vodu je 8 °C až 12 °C. Voda, která má více než 15 °C, nemá osvěžující účinky, a pokud je teplota pitné vody pod 5 °C může poškodit gastrointestinální trakt. Pokud se upravuje surová voda má mít teplotu v rozmezí 15 ° – 25 °C. Průmyslové odpadní vody s teplotou vyšší než 40 °C se zakazuje vypouštět do městské kanalizace (Horáková, 2000).

7.2 Barva

Barvu vody zapříčiňuje původ přírodní nebo antropogenní. Za barvu přírodní vody můžou především huminové látky, hlavně fulvokyseliny, které dávají vodě žlutou až žlutohnědou barvu. Jak rozpuštěné látky, tak i nerozpuštěné látky mohou mít tu schopnost zbarvit vodu např. jíl, fytoplankton. Intenzita barvy vody závisí také na hodnotě pH. Stanovení skutečné barvy vody se může zjistit jen vizuálně nebo pomocí spektrofotometrické metody. (Horáková, 2000). Voda s pH pod 4 má kyselou chuť a nad pH 8,5 má hořkou chuť (Garzon et Eisenberg 1998).

7.3 Zákal

Zákal je snížení průhlednosti (transparence) vody nerozpuštěnými látkami. Základním požadavkem pitné a užitkové vody je čírost. U vypouštění vody z vodovodního kohoutku bývá často bílý zákal, je tvořen bublinkami vzduchu. Důvodem je snížení tlaku a změna teploty, je však zdravotně nezávadný (Horáková, 2000).

7.4 Pach a chuť

U vody může být cítit pach, ale to neznamená, že je voda zdravotně závadná. Chuť vody nejvíce ovlivňuje množství vápníku, hořčíku, železa, manganu, zinku, mědi, hydrogenuhličitanů, chloridů, síranů, oxidu uhličitého aj. Nejlepší hodnota pH ohledně chuti je 6,5 – 7,5. Nad pH 9 má voda louhovitou mýdlovou chuť. V pitné vodě jsou vyhledávány hydrogenuhličitanu a vápník na pozitivní chuť vody (Pitter, 2015).

Malý et Malá (1996), uvádí, že pozitivní vliv na chuť má koncentrace vápníku a hořčíku, přičemž minimální obsah by měl být 0,9 mmol/l a maximální 5 mmol/l. Celkový obsah solí má být v rozmezí 200 až 500 mg/l.

Hlavní zdroje chuti i zápachu jsou metabolity mikroflóry a rozpadávající se vegetace. Takovými organismy, které způsobují negativní zápach i chuť jsou aktinomycety, různé druhy řas, zooplankton, protozoa i bakterie (Nollet et Gelder, 2013).

8. Kojenecká mortalita

Existují různé metody díky, kterým můžeme zvýšit kvalitu vody. Je možné upravit vodu podle požadavků klientů, ale stále to nestačí. Posouváme se v evoluci dál a dál, ale s čím jen těžko jde pobožovat je úmrtnost lidí, především dětí. Nejsou to jen přírodní zdroje, které mají vliv na úmrtnost, ale také člověk. Dobrým příkladem je Čína, kde se stoupajícím znečištěním povrchových vod, stoupá i míra dětské úmrtnosti. Může za to, rychlá industrializace Číny, kde průmysl vypouští své odpadní vody do řek a následně se kontaminuje i pitná voda (He et Perloff, 2016).

V Číně je vyšší kojenecká úmrtnost u holčiček než u chlapců. Je to dáno tím, že v Číně lidé dávají přednost chlapcům, a proto investují do zdraví chlapců více než do zdraví holčiček. Podle studií zjistili, že matky, které jsou vzdělanější, snižují mortalitu kojenců. S mortalitou koreluje také životní podmínky, kde daný kojeneček žije. Čím je menší obydlí a méně pokojů, tím je vyšší pravděpodobnost, že daný kojeneček zemře (He et Perloff, 2016).

8.1 Kojení

Vyšší pravděpodobnost onemocnění gastrointestinálního traktu je u kojenců, starších osob a osob s imunokompromitovanými stavy, např. infekce HIV. Mnoho kojenců během prvního týdne a do 1 měsíce věku dostanou pitnou vodu. Z kontaminované vody se připravuje kojenecká výživa (Dunne et al., 2001).

VanDerslice (1994) uvádí, že kvalita vody je zvláště důležitá u dětí, kteří nejsou do tří měsíců věku výhradně kojeni. Plné kojení tzv. extrakojení je tím nejsilnějším ochranným účinkem kojenců, pokud konzumují kontaminovanou pitnou vodu nebo žijí v kontaminovaných podmínkách. Je to dáno tím, že mateřské mléko obsahuje imunoglobuliny např. sekreční IgA, díky kterému mají vyšší schopnost vypořádat se s infekcemi. Náhražky mateřského mléka mohou obsahovat bakteriální patogeny, které se po přípravě bez zahřátí (termizace, pasterace, sterilace) mohou dostat do těla.

Riziko průjmu souvisí také s úrovní kontaminací životního prostředí. Čím je vyšší kontaminace životního prostředí, tím je i vyšší riziko průjmu. Podle analýz v Cebu vyplývá, že domácnosti, které měly vykopané vrty ručně, měly vyšší obsahy koliformních bakterií než domácnosti, které měly hluboké vrty s ručními čerpadly nebo elektrickými čerpadly (VanDerslice et al., 1994). Suplementace vitamínu A může sloužit jako prevence proti průjmovému onemocnění. Doplnění vitamínu A zapříčinilo o 34% snížení dětské úmrtnosti.

Vitamin A také snižuje závažnost průjmového onemocnění a prokázalo se kratší trvání tohoto onemocnění (Huttly et al., 1997).

Ze studií, které provedli Peletz et al., (2011) vyplývá, že děti, které jsou kojené HIV – pozitivními matkami mají nižší náchylnost k průjmu. Pokud děti nejsou kojeni HIV – pozitivními matkami a pijí kontaminovanou vodu, mají vyšší náchylnost k průjmům a dalším onemocněním. Nové pokyny WHO doporučují HIV – pozitivním matkám pokračovat v kojení až do 2 let dítěte. V určitých zemích např. v Zambii toto doporučení není splňováno. Dokonce novorozenci už od druhého dne dostali vodu, která byla pravděpodobně kontaminována vodními patogeny. Matky používají náhradní nebo doplňkové přípravky, jedná se především o kaše, které prošly procesem varu. Prevalence průjmu během jednoho týdne do 2 let věku dětí bylo 26% (Peletz et al, 2011).

9. Legislativa

Legislativa České republiky je závazná, a proto dodavatel pitných vod musí splňovat předem dané parametry vody. Parametry vody jsou dány nejen legislativou ČR, ale i mezinárodními organizacemi jako jsou např. WHO, EFSA aj.. V jiných zemích sice přijali úmluvu WHO, ale skutečnost je jiná. Čína konečně podepsala úmluvu s WHO na kvalitu pitné vody dne 1. července 2012. Svým způsobem je to určitý velký krok a to kvůli zlepšení kvality pitné vody, veřejného zdraví a životního prostředí. Problémem v Číně je jejich nakládání s odpady, sběr odpadů a také s úpravou vody. Z řeky Huangpu v Šanghaji bylo zjištěno z analýz, že se v ní vyskytuje přes 200 znečišťujících látek. Z této vody je úpravou získána pitná voda, měla by proto Čína dbát na bezpečnou a pečlivou úpravu vody (Chen et al., 2008).

Pitná voda je zdravotně nezávadná voda, která při trvalém užívání nevyvolává žádné onemocnění nebo poruchy zdraví. Definice pitné vody stanovuje zákon č. 258/2000 Sb. a vyhláška ministerstva zemědělství ČR č. 252/2004 Sb.

9.1 Všeobecné požadavky na balené vody

Balená voda, je pitná voda, která byla stočena do uzavřených nádob a slouží k přímé spotřebě tedy k napití. V Indii neexistuje žádná přísná norma pro balenou pitnou vodu, a proto se jedna voda může prodávat pod různými značkami (Mahajan et al., 2006). Opakem je ČR, kde existuje hned několik vyhlášek pro balenou vodu.

Na základě vyhlášky č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 3 odst. 1 a 2, musejí být vybrané balené vody čiré a bezbarvé. Pouze přírodní minerální voda může být nejvýše slabě nažloutlá nebo se slabým zákalem či sedimentem. Vybrané balené vody nesmějí obsahovat patogenní mikroorganismy nebo organismy indikující jejich možnou přítomnost a senzorické defekty.

9.2 Úprava přírodní minerální vody

Přírodní minerální vodu je možno upravit pouze podle vyhlášky č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 4 odst. 1 písm. a – c:

- a. odstraněním nestabilních látek – například sloučeniny železa a síry, filtrací nebo dekantací – po předchozím okysličením, jestliže toto

- zpracování nezmění skladbu základních složek vody, které jí propůjčují její vlastnosti,
- b. odstraněním arzenu, sloučenin železa, manganu a síry pomocí vzduchu obohaceného ozonem, filtrací nebo dekantací, jestliže tato úprava nezmění skladbu základních složek vody, které jí propůjčují její vlastnosti, a toto zpracování bude v souladu se zvláštními předpisy,
 - c. odstraněním jiných nežádoucích látek – například beryllia, niklu, pokud tato úprava nezmění skladbu základních složek vody, které jí propůjčují její vlastnosti.

Vyhláška č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 4 odst. 2 nařizuje, že může být přírodní minerální voda sycena nebo dosycována oxidem uhličitým, jímaným ze zdroje nebo z jiného než přírodního zdroje požadované kvality. Oxid uhličitý může být též z přírodní minerální vody odstraňován, pokud toto zpracování nezmění skladbu základních složek této vody, které jí propůjčují její vlastnosti.

9.3 Oxid uhličitý

Nářízení vyhlášky č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 4 odst. 3 písm. a – e, musí oxid uhličitý z jiného než přírodního zdroje splňovat tyto podmínky:

- a. minimální obsah oxidu uhličitého musí být 99 % objemu,
- b. chemická spotřeba kyslíku manganistanem $CHSK_{Mn}$ nejvýše 30 mg/m³,
- c. obsah oleje nejvýše 5 mg/kg sněhu,
- d. obsah oxidu uhelnatého nejvýše 0,03 % objemu,
- e. obsah oxidů dusíku nejvýše 5mg/m³ jako dusitanové ionty.

Podle vyhlášky č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 4 odst. 3 věty druhé, nelze přírodní minerální vodu dezinfikovat ani přidávat do ní bakteriostatické látky.

9.4 Zdravotní nezávadnost a označování

Nářízení vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 5 odst. 2 písm. a – e, musí být na obalu určeném spotřebiteli uvedeno, zda jde o:

- a. přirozeně sycenou přírodní minerální vodu (vodu, která má po zpracování a zavedení plynu ze stejného zdroje obsah oxidu uhličitého přibližně stejný jako u zdroje),
- b. nesyčenou přírodní minerální vodu (vodu, která po zpracování neobsahuje vyšší množství volného oxidu uhličitého, než jaká je potřeba pro zachování solí rozpuštěných ve vodě),
- c. dekarbonovanou přírodní minerální vodu (vodu, která má po zpracování menší obsah oxidu uhličitého, než je ve zdroji),
- d. přírodní minerální vodu obohacenou o oxid uhličitý ze zdroje (vodu, která má vyšší obsah oxidu uhličitého než v původním zdroji),
- e. sycenou přírodní minerální vodu (vodu, která je sycena oxidem uhličitým z jiného zdroje vyhovující kvality).

Na obalu určeném pro spotřebitele musí být dále uvedeno charakteristické složení přírodní minerální vody a datum poslední provedené analýzy tohoto složení. Při obsahu fluoridů vyšší než 1 mg/l se na obalu určeném pro spotřebitele uvede „obsahuje fluoridy“ s přesnou koncentrací. Při obsahu fluoridů vyšším než 2 mg/l se na obalu uvede, že potravina není vhodná pro kojence a děti do sedmi let věku. Při obsahu sodíku vyšším než 200 mg/l a při obsahu beryllia je vyšším než 1 μ /l se na tomto obalu uvede jejich skutečný obsah, podle vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 5 odst. 3.

9.5 Balená kojenecká voda

Balená kojenecká voda je druh kvalitní vody, která je určena pro přípravu stravy i nápojů kojenců. K výrobě takové vody může být použit jen zdroj s dlouhodobou zárukou stability složení. Kojenecká voda se může upravit jen ultrafialovými paprsky podle zvláštního předpisu a lze přidat oxid uhličitý, ale nesmí pH klesnout pod 5. Limitní hodnoty pro balenou kojeneckou vodu jsou přísnější než pro pitnou vodu, např. nejvyšší mezní hodnota u kyanidů je 10krát menší než u pitné vody (Pitter, 2015). Složení balené kojenecké vody musí vyhovovat uvedeným v příloze č. 2.

9.6 Balená stolní voda

Balená stolní voda, je pitná voda, která je uzavřena v daném obalu. Jedná se o pramenitou vodu. Podle vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 7 odst. 1 a 2, může být použit k výrobě balené stolní vody pouze zdroj vody, který dává dlouhodobou záruku její stability a je chráněn před znečištěním. K odstranění nestabilních složek balené stolní vody, například sloučenin železa, manganu, síry, křemičitanů, plynů, lze použít pouze postupy, který zásadním způsobem nemění přírodní vlastnosti vody, například sedimentace, filtrace, aerace.

Podle vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 7 odst. 3 a 4, je možno použít k úpravě stolní vody ozáření ultrafialovými paprsky podle zvláštního předpisu, nelze k ní však použít chemické prostředky. Balenou stolní vodu lze stabilizovat oxidem uhličitým kvality podle § 4 odst. 3 tak, aby výsledné pH vody nebylo nižší než 5.

Nariadení vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 7 odst. 5, balená stolní voda musí splňovat mikrobiologické, biologické, fyzikální a chemické ukazatele stanovené v příloze č. 2, s výjimkou ukazatele dusičnany, pro který se stanoví nejvyšší přijatelná hodnota 25 mg/l. Balená stolní voda, která je uváděna do oběhu jako „vhodná pro přípravu kojenecké stravy a nápojů“, však musí splňovat všechny limity ukazatelů stanovených v příloze č. 2.

9.7 Balená pitná voda

Druh pitné vody, která je v obalu nejčastěji v PET láhvi a může být jen odtočena z kohoutku. Balená pitná voda musí vyhovovat mikrobiologickým, biologickým, chemickým, fyzikálním a radiologickým požadavkům na pitnou vodu veřejného zásobování, podle vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 8.

Pro pár zemí např. Spojené arabské emiráty, kteří mají omezené možnosti s vodou, je balená voda nejpoužívanějším zdrojem v domácnosti. Balené vody používají k přípravě kojenecké výživy a k přípravě jídla pro kojence. Na etiketách balených vod by měly být uvedeny koncentrace dusitanů, dusičnanů a dalších aniontů, aby se předešlo možným zdravotním komplikacím (Abouleish, 2012).

9.8 Hodnocení balených vod

Nařízení vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 9 odst. 1 a 2 platí jestliže, v prvním odebraném vzorku o objemu 250 ml nejsou zjištěni jedinci tvořící kolonie mikrobiologických ukazatelů stanovených v přílohách č. 1 a 2, jsou splněny požadavky na mikrobiologickou nezávadnost kontrolované balené vody. V případě, že ve vzorku první zkoušky jsou zjištěni nejvýše dva jedinci tvořící kolonie u koliformních bakterií, enterokoků, bakterií druhu *Pseudomonas aeruginosa* či střevních sporulujících anaerobních bakterií redukujících siřičitany, provádí se druhá zkouška u dalších čtyř vzorků z téže šarže.

Podle vyhlášky 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 9 odst. 3 a 4 pokud, při druhé zkoušce z objemu 250 ml každého vzorku může limitu mikrobiologických ukazatelů, uvedených pro první zkoušku, nevyhovět pouze jeden vzorek ze čtyř, přičemž počet zjištěných jedinců tvořících kolonie ve vzorku nesmí být vyšší než 2. Hodnoty vyšší než 2 u výše uvedených ukazatelů, přítomnost termotolerantních koliformních bakterií či přítomnost autotrofních či heterotrofních organismů definovaných jako mikroskopický obraz jsou nepřijatelné.

9.9 Kontrola

Kontrola zdravotní nezávadnosti balených přírodních minerálních vod zajišťovaná výrobcem se provádí minimálně jednou do roka a u všech ukazatelů chemického, fyzikálního a radiologického složení. Pro kontrolu zdroje platí zvláštní předpisy. Minimální rozsah kontrol jednotlivých výrobních šarží je uveden v příloze č. 3.

Kontrola zdravotní nezávadnosti balené kojenecké vody zajišťovaná výrobcem se provádí minimálně čtyřikrát do roka v rozsahu všech ukazatelů uvedených v příloze č. 2. Kontrola jednotlivých výrobních šarží se provádí před jejich expedicí, a to v minimálním rozsahu stanovením v příloze č. 3.

Kontrola zdravotní nezávadnosti balené stolní vody zajišťovaná výrobcem se provádí minimálně třikrát do roka v rozsahu všech ukazatelů stanovených v příloze č. 2. Kontrola jednotlivých výrobních šarží se provádí v minimálním rozsahu stanoveném v příloze č. 3.

Kontrola zdravotní nezávadnosti balené pitné vody zajišťovaná výrobcem se provádí po každém přerušení výroby přesahujícím tři měsíce, minimálně však jednou do roka, při nepřetržité výrobě. Minimální rozsah kontrol jednotlivých výrobních šarží je uveden v příloze

č. 3. Podle vyhlášky č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy § 10 odst. 5 písmen a – f a odst. 6 písm. a – b platí, v případě pozitivního nálezu hodnot chemických ukazatelů, které se vyznačují škodlivostí stejného charakteru, nesmí být součet podílů skutečně zjištěných koncentrací těchto ukazatelů a nejvýše přípustných hodnot uvedených v přílohách č. 1 a 2 větší než 1:

- a. Kovy: Pb, Hg, Cd, As, Be, Cr, Ni, Se,
- b. Chlorované benzeny: chlorbenzen, dichlorbenzeny, trichlorbenzeny,
- c. Aromatické uhlovodíky: benzen, ethylbenzen, benzo(a)pyren,
- d. Aromatické uhlovodíky: toluen, xyleny, styren,
- e. Chlorované alkany: chloroform, dichlormethan, 1,2 dichlorethan, tetrachlormethan

Ostatní podmínky stanovené v přílohách č. 1 a 2 určují:

- a. Zda zjištěné výsledky jednotlivého rozboru až do výše překročení o uvedené procento lze považovat za splnění podmínek stanovených touto vyhláškou,
- b. Zda použitá metoda s mezí detekce vyjádřenou v procentech limitu je vhodná ke stanovení hodnot příslušného ukazatele zdravotní nezávadnosti, s výjimkou ukazatelů: kadmium, zdravotně významné látky organické, fenoly těkající s vodné párou a látky extrahovatelné nepolární, kde za mez detekce je považována příslušná limitní hodnota.

10. Organoleptické ukazatele

Organoleptické ukazatele se mohou stanovit objektivně instrumentální analýzou např. teplota, barva a zákal, nebo se mohou stanovit smyslovými orgány, tedy sensorickou analýzou např. chuť a pach. Stanovovat a hodnotit organoleptické ukazatele pomocí smyslových orgánů lze vzorky vody jen ty, které jsou zdravotně nezávadné (Horáková, 2000).

10.1 Barva

Barva vody se vyhodnotí na základě rozptýleného světla, které prochází skrz vzorkovnici proti bílému pozadí. Dle škály intenzity barvy se výsledek barevného odstínu slovně popíše např. žádná, slabá, světlá, tmavá a může se dále hodnotit i barevný odstín např. žlutý, žlutohnědý, nazelenalý aj.. Stanovení barvy se může provést optickými přístroji. Využívá se spektrofotometr, který změří absorbanci při vhodných vlnových délkách (Horáková, 2000).

10.2 Rozsah pachu

Pach se stanovuje subjektivně a co nejdříve po odběru vzorku. Vyjadřuje se slovním popisem (Horáková, 2000). Rozsah pachu dle legislativy ČR může být stupeň 0 nebo 1. Žádný další není přípustný.

Druh pachu		Stupeň
zemitý	žádný	0
fekální	velmi slabý	1
hnilobný	slabý	2
plísňový	znatelný	3
rašelinový	zřetelný	4
po jednotlivých chemikáliích	velmi silný	5

10.3 Intenzita chuti

Chuť je stanovitelná jen subjektivně. U popisu vzorku se uvádí čtyři hlavní druhy chuti (slaná, sladká, hořká, kyselá) a poté převládající chuť (mýdelná, louhovitá, kovová, svíravá, mdlá, železitá, zatuchlá, zemitá aj.) Intenzita příchutě je vyjadřována dle stupně (Horáková, 2000).

Stupeň	Projev příchuti
0	žádná
1	sotva znatelná
2	znatelná
3	dobře znatelná
4	silná intenzita
5	extrémní intenzita

10.4 Zákal

Hodnocení zákalu se stanovuje pomocí spektrofotometrie, kdy se poté využívá turbidimetrie a nefelometrické metody. Turbidimetrie je metoda, která používá spektrální útlum záření a na jejich hodnotách se vyhodnocuje vzorek. Nefelometrická metoda využívá měření hodnot spektrálního rozptylového koeficientu (Horáková, 2000). Vždy by se měl dodržet správný postup a srovnat se standardní kalibrační suspenzí.

10.5 Teplota

Měření teploty se provádí pomocí rtuťového nebo elektrického teploměru. Nesmí však teplota vody překročit 0 °C. Rtuťový sloupec je dělen po 0,1 až 0,05 °C (Horáková, 2000).

11. Metody

Problém pitné vody je stále nevyřešen, miliarda lidí nemá dobrý přístup k bezpečné pitné vodě. Kvalita pitné vody je důležitá, ale i přesto 80% dětských úmrtí nastalo z nekvalitní pitné vody (Nollet et Gelder, 2013). Proto by měly probíhat častější kontroly vod a používat vhodné metody ke stanovení obsahu. Podle nařízení EU, které podléhá WHO. Výrazněji se dbá na zlepšení požadavků kvality pitné vody v kohoutku spotřebitele a stále častěji musejí dbát na odstranění nežádoucích hrozeb např. toxiny řas, mikroorganismy z nichž především *Cryptosporidium* Tyzzer, 1907, *Giardia* Klunster, 1882 a viry.

SDWA zavedla fungující programy v USA, které zkvalitnily pitnou vodu. Proběhlo rozšíření veřejných vodovodů, byly zavedeny kontroly a stanoveny předpisy. Analytické metody se rozvíjely a mohou detekovat již v malém množství chemikálie, mikroorganismy a jiné látky, tělu nebo prostředí škodící (Quevauviller et Thompson, 2006).

Analyzované vzorky by měly být v sterilovaných plastových lahvích o objemu jednoho litru nebo v borosilikátovém skle. Nádoby musejí být předem vyčištěny destilovanou nebo deionizovanou vodou. Skladování vzorků by mělo být při teplotě 4 °C a obvykle do 24 hodin od odběru (Nollet et Gelder, 2013).

Existují určité metody, které zahrnují chemické srážení, fyzikální separace, výměnu iontů, membránové filtrace a membránové destilace. Další způsob je adsorpce, kdy se používají různé adsorbenty. Adsorbenty, které se používají nejběžněji, jsou aktivovaný uhlík a aktivovaný oxid hlinitý (Pal, 2015).

Např. pomocí extrakce na pevných uhlíkových fázích a následné HPLC analýzy můžeme stanovit herbicidy v pitné vodě. V jediném měření HPLC se analyzují a stanovují všechny herbicidy v pitné vodě, proto je tato metoda časově nenáročná. Tato metoda je jednoduchá, spolehlivá a využívá často ke stanovení herbicidů v pitné vodě (Balinova, 1993).

Metody, které upravují vodu na pitnou, nemusí zachytit všechny kontaminující látky správně a mohou projít až do pitné vody. Koncentrace metyl(*-terc*-butyl)éter (MTBE), etyl(*-terc*-butyl)éter (ETBE), N-nitrosodimethylamin (NDMA) a benzen by měly být kvantifikovány a hodnoceny dle jejich koncentrace. Jsou to nebezpečné látky, které mohou vyvolat toxicitu. Alkylované perfluorované sloučeniny (např. PFOS), mají schopnost perzistence, a proto by jejich koncentrace v pitné vodě měla být sledována (Schriks et al., 2010). Koncentrace chloristanů se stanovily pomocí iontové chromatografie sloučenou s hmotnostní spektrometrií (Vigreux – Besret, 2015).

11.1 Standardní metody analýzy pitné vody

CEN a ISO jsou standardní metody, které se používají k analýze vod. Anionty se mohou stanovit i alternativními metodami, ale pro stanovení organických parametrů musejí být použity vícesložkové postupy. Jednokomponentní metoda je taková, u které se musí přesněji dodržovat postupy např. odběru vzorku, konzervace a kroky měření. Do takových metod řadíme fotometrické, elektrometrické nebo atomové absorpční spektrometrie (AAS). Jednokomponentní metoda není drahá, ale na čas a práci je obtížná. Komponentní metody jsou pro analýzy více jak jednoho parametru. Stanovuje se pomocí chromatografie, ale tato technika je drahá (Quevauviller et Thompson, 2006).

Stále více se očekává, že vzniknou nové metody pro analýzu organických sloučenin. Poptávka je především pro stanovení akrylamidu, pesticidů a vinylchloridu, které by splňovaly normy ISO. (Quevauviller et Thompson, 2006).

11.2 Hmotnostní spektrometrie

Hmotnostní spektrometrie je metoda, která se využívá pro analýzu mnoho izotopů např. také pro analýzu těžkých kovů. Existují tři typy hmotnostních spektrometrů: pro tepelnou ionizaci (TIMS), indukčně vázané plazmové hmotnostní spektrometry (ICP – MS) a hmotnostní spektrometrii urychlovače (AMS). TIMS přístroj je cenově nejdražší, má velké nároky na čistotu vzorku a musejí ji předcházet chemické separace. AMS se používá pro analýzu geologických nálezů nebo pro stanovení produkce radionuklidů v atmosféře. Pro analýzu radionuklidů s dlouhým poločasem rozpadu se používá ICP – MS, což je velmi časově nenáročná metoda. Principem je ionizace prvků v plazmovém zdroji. Plazma využívá radiofrekvenci a argon, který pomáhá k zvýšení excitačních teplot. Výhodou ICP – MS jsou nízké detekční limity, často pouhých nanogramy na litr (Nollet et Gelder, 2013).

Pomocí atomové absorpční spektrometrie (AAS) se dá stanovit arzen a díky indukčně vázanému plazmatu s optickou spektroskopií (ICP – OES) se analyzuje např. beryllium, kadmium, kobalt, chrom, měď, mangan, nikl, olovo, vanad a zinek v pitné vodě (Kavcar et al., 2009).

11.3 Chromatografie

Chromatografie je založena na principu oddělení dvou fází. Jedna fáze je mobilní a druhá stacionární. Proto se od sebe mohou oddělit na základě jejich fyzikálně chemických vlastností.

Chromatografie se dále dělí podle skupenství látek, uspořádání, účelu nebo fyzikálně chemického principu dělení. Např. iontová chromatografie/ICP – MS je technika, u které není potřeba úprava vzorku před samotnou analýzou. Metoda pro jednu kompletní analýzu, trvá přibližně deset minut. Je speciálně určena pro analýzu pitné vody. Využívá se k určení obsahu všech aniontů kromě chromanu a kyanidu. Chrom se stanovuje podle vhodných metod dle ČSN EN ISO 18 412 (Quevauviller et Thompson, 2006).

Např. podle skupenství rozlišujeme kapalinovou a plynnou chromatografii. Díky kapalinové chromatografii (HPLC) se může stanovit organický uhlík. HPLC je metoda, která je vhodná pro stanovení močoviny. Dochází k srážení dixanthylmočoviny v koncentrované kyselině sírové. Plynová chromatografie je určena pro plyny, které jsou těkavé a tepelně stabilní (Nollet et Gelder, 2013).

11.4 Membránové procesy

Díky membránovým procesům dochází k separaci široké škály složek od vhodné matrice. Tlakové membránové procesy jsou reverzní osmóza, nanofiltrace, ultrafiltrace a mikrofiltrace. Díky tlaku, který působí na roztok a dojde k rozdělení na permeát a retentát. Permeát je často jen čistá voda, ale retentát je koncentrovaný roztok, který se buď musí zneškodnit, nebo ošetřit jinými metodami. Dané částice nebo rozpuštěné složky jsou přichyceny kvůli svým vlastnostem, velikostí, tvarem nebo nábojem. Membrány jsou různého typu a také sloučenin např. polymerní, organo – minerální, keramické nebo kovové. Naopak filtrační technika je specifická díky velikosti pórů. Díky různým technologiím nedochází ke ztrátám solí, malých organických molekul, makromolekul aj., které ve vodě také vyhledáváme. Materiály, které se kombinují a využívají v tlakových membránových procesech, jsou především organické polymery např. polytetrafluorethylen (PTFE), polyvinylidenfluorid (PVDF), polypropylen (PP), polyethylen (PE), hydrofilní estery celulózy a polysulfon aj. Využívají se asymetrické membrány, které mohou být složeny z různých polymerních materiálů (Van der Bruggen, 2003). Vzorek vody přibližně 100 ml se filtruje pomocí sterilního filtru, na kterém se na jeho povrchu ulpí organismy. Tato metoda je vhodná pro vody s mírným zakalením a pro zkoumání velkého objemu vody. Nevýhodou je, že bakteriální buňky se mohou zničit kvůli vyššímu tlaku při filtraci (Nollet et Gelder, 2013).

11.4.1 Reverzní osmóza a nanofiltrace

Reverzní osmóza a nanofiltrace se využívají k odstranění nežádoucích látek v odpadních vodách ze skládek a v textilním průmyslu. Nanofiltrace (NF) je vhodná k odstranění arsenu z pitných vod (Harisha et al., 2010). Velikost pórů v nanofiltraci (NF) jsou 1 nm. Takto se dají odstranit organické mikropolutanty a kontaminanty z barevných materiálů, které se dostanou do povrchových a podzemních vod nebo jejich produkty degradace z odpadních vod. NF membrány ještě vynikají v tom, že mají povrchový náboj. Mají ionizovatelné skupiny na membráně např. karboxylové nebo sulfonové kyseliny, kde dochází k povrchovému náboji v přítomnosti roztoku. Reverzní osmóza využívá hustou membránu bez předem dané velikosti porů. Permeace je tím pádem pomalejší, vyžaduje vysoké tlaky a také vyšší náklady energie. V průmyslu pitné vody jsou nepoužívanější nanofiltrace nebo reverzní osmóza (Van der Bruggen, 2003).

11.4.2 Ultrafiltrace a mikrofiltrace

Ultrafiltrace a mikrofiltrace jsou metody hlavní pro čištění a výrobu pitné vody. Současně chtějí snížit spotřeby podzemní vody a možnost zpracování opětovné vody ve výrobních procesech (pivovary, prádelny, aj.). Pro tuto volbu, je možné použít klasických metod, jako jsou koagulace/flokulace, biologická úprava a písková filtrace, ale směřují se použít i nové metody např. tlakové membránové procesy. Tlakové membránové procesy jsou děleny dle charakteristiky membrány (velikosti pórů), velikostí a nábojem zadržených částic nebo molekul a tlaku, který je vyvíjen na membránu. Mikrofiltrace (MF) má póry ve velikosti 0,1 až do 10,0 μm . Mechanismus síta má nejvyšší propustnost, a proto zachytí větší částice, jako jsou suspendované pevné látky, koloidy a bakterie. Ovšem určité bakterie a viry projdou přes filtr. Většinou se mikrofiltrace používá jako dezinfekční bariéra. Ultrafiltrace (UF) má póry ve velikosti 2 až 100 nm. Propustnost je nižší, proto musí být vyšší tlak. Typickými zástupci, kteří se odstraní ultrafiltrací, jsou velké rozpuštěné molekuly a přírodní organický materiál. (Van der Bruggen, 2003).

Běžné UF (ultrafiltrace) membrány nedokáží zbavit vody dusičnanů a fosfátů kvůli vysoké permeabilitě. Ale metoda UF MMR (membránový mikroreaktor) má tu schopnost, že odstraňuje dusičnany a fosfáty z vody. Je to na základě amorfního hydroxidu zirkoničitého a amoniových sloučenin (Gao et al., 2019).

Malajsie má dobré zdroje pitné vody, ale rychlá industrializace zapříčinila zhoršení kvality těchto zdrojů. Proto vyvinuly tuto metodu k detekci možných kontaminantů.

Ultrafiltrace využívá k odstranění chromu, kadmia, zinku, mědi, niklu a olova trans membránový tlak a má vysoké procento úspěšnosti od 92 až 100 %. Pro dezinfekci pitné vody nahradil ozón chlorem (Ab Razak et al., 2015).

11.4.3 Stanovení mikroorganismů

Pro stanovení mikroorganismů v pitné vodě je potřeba kultivace, ale existují metody, které jsou ale časově náročné a jsou dnes nahrazeny výkonnými mikrobiologickými technikami. Takovými novými technikami jsou analýza adenosin trifosfátu (ATP), kvantitativní polymerázová řetězová reakce (Q – PCR), automatizovaná mikroskopie a průtoková cytometrie (FCM). Největší potenciál ve vývoji má FCM, z toho důvodu, že je analýza rychlá, nezávislá na kultivaci a může se kombinovat společně i s fluorescenčními barvivou pro zkoumání bakteriální životaschopnosti, pohybu, stavby a fungování bakterií (Hammes et al, 2012).

Dle studií Dimapilis et al., (2018) zjistili, že zinek vyniká antimikrobiální činností. V Petriho miskách byl agar s testovaným mikroorganismem, do kterého se přidalo antimikrobiální činidlo naneseném na papírovém disku ve formě oxidu zinečnatého (ZnO). Vyšší koncentrace ZnO snížily růst mikroorganismů např. *Campylobacter jejuni* nebo *E. coli*.

11.4.4 Remineralizace

Voda před použitím by měla být stabilizována nebo remineralizována, kvůli možnému zásaditému pH vody, které ovlivňuje korozi potrubí. Remineralizování se provádí především v USA při odběru vod, z důvodu poznání koncentrací minerálů ve vodě. Popřípadě kolik se do vody musí přidat nebo odebrat. V centrální čističce dochází k přidávání minerálů, aby se dosáhlo žádoucích koncentrací minerálních látek v pitné vodě (Cotruvo, 2006).

11.5 Titrace

Titrace je kvantitativní analýza, která využívá známý objem vzorku ovšem neznámou koncentraci vzorku. Titr představuje látku o známé koncentraci a po titraci je znám i objem spotřebovaného titru. Do vzorku se přidává indikátor, který slouží k určení bodu ekvivalence. Např. klasická titrace se provádí při stanovení chemické spotřeby kyslíku manganistanem draselným. Tato metoda se používá jen při stanovení pitných a přírodních vodách (Horáková, 2000).

11.5.1 Chelatometrická titrace

Chelatometrická titrace je typ titrace, u které se používá chelaton např. s číslem 3, což je obchodní název pro disodnou sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové (EDTA). Používá se jako titrační činidlo a vždy jedna molekula EDTA reaguje s jedním iontem kovu. Důležité je pH, aby proběhla reakce s chelatonem. Proto se přidávají tlumivé roztoky tzv. pufrů. Často se přidávají barevné indikátory jako je tomu metalochromní indikátor např. murexid, thiokyanatan, eriochromová čern T aj.. Lze takto stanovit vápník, pokud je nejdříve odstraněn hořčík díky šťavelanu. To samé platí pro stanovení hořčíku, pokud je nejdříve odstraněn vápník (Horáková, 2000).

11.5.2 Jiné způsoby titrace

Chloridy se stanovují pomocí odměrné argentometrické titrace podle Mohra. Titr je zde dusičnan stříbrný, který dává vzniku nerozpustného chloridu stříbrného. Sraženina chloridu stříbrného je bílá. Barevný indikátor zde slouží chroman draselný, jenž se sráží také s Ag^+ a dává vzniku červenohnědého zbarvení. Další metodou je merkurimetrické stanovení, kde titr je dusičnan rtuťnatý. Dává vzniku chloridu rtuťnatého a indikátorem je difenylkarbazon, který barví vzorek do červené až fialové barvy (Horáková, 2000).

Obdobně se stanovují sírany, kde slouží titr dusičnan olovnatý. Barevná změna je díky dithizonu a mění barvu ze zelené na fialovou.

11.6 Kolorimetrie

Kolorimetrie je optická metoda, která se používá ke stanovení koncentrace barevných látek. Přístroj se nazývá kolorimetr, který měří vstupující a vystupující záření. Zkoumaný vzorek je následně srovnáván se vzorkem o určité koncentraci (Horáková, 2000).

11.7 Fotometrie

Fotometrie je absorpční metoda, která využívá monochromatické záření z oblasti viditelného světla. Mohou se stanovit touto metodou např. fosforečnany, organické látky, pH aj.. V lékařství se stanovují cukry v krvi, vitamíny, hormony a další látky touto metodou (Horáková, 2000).

11.8 Gravimetrie

Veškeré rozpuštěné a nerozpuštěné látky se dají stanovit pomocí gravimetrické metody. Většinou se stanovují při teplotě 105 °C jako odparek či sušina, nebo pro teplotě 550 °C tzv. zbytek po žihání. Díky žihání mezi stanoveními vznikne hmotnostní rozdíl, který je nazýván ztráta žiháním. Odpařování a sušení odparku při teplotě 105 °C se neodpaří veškeré organické látky a skutečnou koncentraci anorganických látek se zjišťuje výpočtem celkové mineralizace. Při teplotě 550 °C mohou některé anorganické látky přecházet na sloučeniny s jinou hmotností např. MgCl_2 na MgO , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ na CaO a jiné sloučeniny např. NaNO_3 a KNO_3 se termicky rozloží, ale jejich rozklad trvá déle než 5 hodin (Horáková, 2000).

12. Úprava podzemní vody na pitnou

12.1 Metody odkyselování

Oxid uhličitý může být ve vyšší míře, a proto jsou nutná opatření např. metody na jeho odstranění (Malý a Malá, 1996).

12.1.1 Odkyselování provzdušňováním

Malý a Malá (1996) uvádí, že tato metoda se používá s koncentrací oxidu uhličitého v rozmezí 5 – 7 mg/l i pro středně tvrdé vody a to proto, že při tomto postupu se nezvyšuje obsah vápenatých a hořečnatých iontů. Někdy slouží i jako aerace k odstranění látek, které zapáchají.

K rozprašování vody dochází v rozprašovacích komorách, kdy voda je rozprašována na drobné kapičky pomocí trysek, které jsou zasazené v trubních roštích. Používají se Plasgurovy trysky z bronzu nebo novoduru a vertikální nebo horizontální rozprašovač. Skrápění a sprchování – Voda teče přes děrovaná síta, plechy, lískami nebo přepady a padá z výšky na porézní materiál např. koks, porcelánové střepy, cihly, antracit. Na porézním materiálu se voda tříští a tím aeruje. Může se zlepšit účinek pomocí vhánění vzduchu. Vhodný postup s větší tvrdostí. Při sprchování voda proteče cedníky nebo děrovaným potrubím a z výšky padá na dlaždice (Malý a Malá, 1996).

12.1.2 Chemické odkyselování

Chemické odkyselování je reakce oxidu uhličitého s chemickými látkami. Buď jsou nerozpustné a pak se musí použít kolona nebo jsou rozpustné a do upravované vody se dají v určité míře. Při odkyselování dochází i k zvýšené koncentraci tvrdosti vody.

Používají otevřené nebo uzavřené kolony. Mramor nebo – li uhličitán vápenatý slouží v koloně jako materiál pro odkyselování.(Malý a Malá, 1996).

12.2 Metody odželezování

Metoda elektrokoagulace je technika, která se využívala při úpravě odpadních vod, odstraňování arsenu a také k ošetření pitné vody. Výhodou je lehká manipulace s velkým objemem. Lze železitou vodu upravit také oxidační a filtrační metodou. Oxidace je jednoduchá, jen se musí dbát na správnou dávku okysličovadla. Okysličovadla mohou být manganistan

draselný, kde se musí kontrolovat dávka draslíku, poté to může být chlor nebo ozon. Filtrace je proces časově náročnější. Média, která se používají k odstraňování iontů železa ale i manganu jsou písek, keramika a greensand (pískovec se zeleným zbarvením) (Chaturvedi et Dave, 2012).

Oxidace jinými oxidovadly – Nejvíce využívaným prvkem při oxidaci je chlor. Od pH 5 a vyšší probíhá oxidace rychleji, ale může ji brzdit přítomnost amoniaku ve formě NH_4^+ , reagují spolu za vzniku chloraminů. Pokud je železo ve dvojmocném stavu, dochází k oxidaci na trojmocné železo a dochází k hydrolyze za vzniku hydroxidu železitého. Nejúčinnější pro odželezování vody je ozon, který na rozdíl od chloru nevykazuje žádnými negativními vlastnosti. Odželezování na iontoměničích – Provádí se na katexu v sodíkovém nebo vápníkovém cyklu, kde ionty železa jsou vyměněny za sodné nebo vápenaté (Malý a Malá, 1996).

12.3 Metody odmanganování

Malý a Malá (1996), definují postup odmanganování podobně jako u odželezování. Výjimečnost udávají tzv. Vollmarovy filtry, které se používají v Drážďanech. Pro oxidaci manganu je využitý kyslík v přítomnosti manganových bakterií např. některé druhy sinic, anaerobní laktobacily nebo některé druhy rodu *Pseudomonas*. Jsou to především chemolitotrofní bakterie, které získávají při oxidační reakci energii, které vzdušným kyslíkem oxidují ionty manganu. Reakce probíhá na pískovém filtru, který je zaplněn manganovými bakteriemi. Při vyšších koncentracích (většinou sezónní) manganu se používá k oxidaci manganistan draselný. Odmanganování následně probíhá na iontoměničích. Nejpoužívanější je manganový permutit, který obsahuje ve svém povrchu oxidy manganu.

13. Úprava povrchové vody na pitnou

Povrchové vody obsahují více organických látek než podzemní, proto se můžou stát živnou půdou pro bakterie. Primární technologií je číření, kdy dochází k tomu, že koloidní a jemně suspendované látky jsou součástí separovatelné suspenze. Proto se přidává k číření separece suspenze obvykle pomocí sedimentace nebo filtrace (Malý a Malá, 1996).

13.1 Číření

Číření je prvním technologickým postupem úpravy povrchové vody na pitnou. Je dáno dávkováním solí hliníku nebo železa do vody, kde se poté tvoří hydroxid hlinitý nebo železitý. Tyto hydroxidy se následně agregují (shlukují) do hrubé disperze a sorbují (zachytávají) se na svém povrchu látky obsažené ve vodě, částice koloidních rozměrů i větší a látky rozpuštěné (Malý a Malá, 1996).

13.2 Dezinfekce vody

Dezinfekce je proces úpravy vody, při kterém dojde k usmrcení škodlivých patogenů. Obvykle se využívá k dezinfekci chlor, ozon, oxid chloričitý a chloraminy. Trihalomethany jsou zakázané kvůli jejich karcinogenním účinkům (Sun et al., 2019).

13.2.1 Dezinfekce chlorem a jeho sloučenin

Chlor je žlutozelený plyn, který má dusící účinky a poškozuje epitel dýchacích cest. Je rozpustný ve vodě, ale záleží na teplotě. Plynný chlor je přiváděn do uzavřené nádrže s ředící vodou a rozpustí se. Vznikne chlorovaná voda a ta je dávkována do upravované vody. Využívají se chlornany a chloramin B (benzensulfochloramid) a chloramin T (sodná sůl *p* – toluensulfochloramid). Používá se i oxid chloričitý, který má oproti chloru vyšší účinky na mikrobiologické a organoleptické ukazatele jakosti vody (Malý a Malá, 1996). Odstranění dusičnanů došlo díky hliníkovému prášku na amoniak a plyny dusíku. Se zvyšujícím se pH, se zvyšovala i rozpustnost dusičnanů. Toto by se mohlo uplatnit jako předstupeň dezinfekce, dokončení dezinfekce by se provedlo pomocí chloru. Avšak chlor reaguje s amoniakem za vzniku chloraminy, které mají karcinogenní účinky. Muselo by se dodat více chloru. Denitriace je metoda, která používá kovy bez nábojů a kovových sloučenin, např. prášek železa reagoval s dusičnany za vzniku oxidu dusíku a dusíku (Shrimali et Singh, 2001).

13.2.2 Dezinfekce ozonem

Malý a Malá (1996) uvádí, že ozon je namodralý, zapáchající plyn, který je nestálý a je škodlivý pro organismus. Výhodou ozonu je, že nezhodnocuje organoleptické vlastnosti vody, ale velkou nevýhodou jako u oxidu chloričitého je jejich nestálost.

13.2.3 Fyzikální metody dezinfekce

Ultrafialové záření je jednou z fyzikálních metod. Působí na protoplazmu mikroorganismů, dojde k deformacím v organismu a k usmrcení. Vlnová délka je pod 350 nanometrů. Nejúčinnější jsou pod 260 nm. Rtuťové křemenné lampy fungují jako zdroj a kolem nich proudí voda. Při delším působení UV záření dochází k přeměně dusičnanů na toxické dusitany, k této reakci dochází, pokud je doba expozice delší než by měla být (Malý a Malá, 1996).

14. Závěr

Kvalita pitných zdrojů ve vyspělých zemích je dostačující, ale je zde možný nedostatek zásob kvalitní podzemní vody. Problémem ve vyspělých zemích může způsobit kontaminaci z antropogenních zdrojů, především z průmyslu, a také léčiva, která se stávají další potenciální hrozbou. Průmyslové vody často obsahují ionty kovů ve velkém množství, které nejsou běžnou součástí kvalitní vody a mohou působit toxicky. K odstranění kovových iontů z vody se používají různé metody a technologie. Léčiva se stávají velkým problémem při čištění odpadních vod i při úpravách pitné vody.

Dalšími možnými kontaminanty jsou bakterie, které se do pitné vody mohou dostat průsakem z jímek a kanalizace či ze živočišné zemědělské výroby.

Ve většině případů se ve všech vyspělých zemích musí pitná voda upravovat. Pro rozvojové země je největší problém dodávka vody, často je její množství omezené a proto se mnohdy už neřeší její kvalita. Proto je zde častá pravděpodobnost kontaminace, a to především v mikrobiologických a biologických ukazatelích. Nejvíce těmito kontaminanty trpí kojenci, kteří jsou vůči jejich vlivu mnohem citlivější oproti dospělým, jelikož mají oslabenou imunitu a také tyto kontaminanty nemohou z těla vyloučit.

Přestože kvalita pitné vody je ve vyspělých zemích velmi vysoká, z hlediska kojenců bych doporučila dodržovat pití balené kojenecké vody a přípravy kojenecké výživy z této vody, jelikož vodovodní pitná voda k tomu není určena z hlediska vyšší mezní koncentrace určitých iontů a rozpuštěných látek např. vliv dusičnanů na tvorbu methemoglobinu a vzniku methemoglobinémie u kojenců.

Kojenecká voda je tedy mnohem přísněji hodnocena z hlediska obsahových látek a tudíž je také nutné provádět neustálou kontrolu takto balené kvalitní vody, aby byla zaručena a zajištěna její skutečná vysoká kvalita.

15. Literatura

AB RAZAK, Nurul Hafiza, Sarva Mangala PRAVEENA, Ahmad Zaharin ARIS a Zailina HASHIM. Drinking water studies: A review on heavy metal, application of biomarker and health risk assessment (a special focus in Malaysia). *Journal of Epidemiology and Global Health* [online]. 2015, **5**(4), 297-310 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.jegh.2015.04.003. ISSN 22106006. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210600615000532>

ABOULEISH, Mohamed Yehia Z. Concentration of Selected Anions in Bottled Water in the United Arab Emirates. *Water* [online]. 2012, **4**(2), 496-509 [cit. 2018-12-16]. DOI: 10.3390/w4020496. ISSN 2073-4441. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2073-4441/4/2/496>

BALINOVA, Anna. Solid-phase extraction followed by high-performance liquid chromatographic analysis for monitoring herbicides in drinking water. *Journal of Chromatography A* [online]. 1993, **643**(1-2), 203-207 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/0021-9673(93)80554-L. ISSN 00219673. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/002196739380554L>

BEDALE, Wendy, Jeffrey J. SINDELAR a Andrew L. MILKOWSKI. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Science* [online]. 2016, **120**, 85-92 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.03.009. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174016300638>

BROWN, Mary Jean a Stephen MARGOLIS. Lead in Drinking Water and Human Blood Lead Levels in the United States. *Centers for Disease Control and Prevention: Morbidity and Mortality Weekly Report* [online]. 2012, August 10, 2012, **Supplement**(Vol. 61) [cit. 2019-03-02].

CASSIR, N., S. BENAMAR a B. LA SCOLA. Clostridium butyricum: from beneficial to a new emerging pathogen. *Clinical Microbiology and Infection* [online]. 2016, **22**(1), 37-45 [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.1016/j.cmi.2015.10.014. ISSN 1198743X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1198743X15009143>

Claude Y. Boyd. *Water Quality* [online]. Switzerland: Springer International Publishing, 2015 [cit. 2019-02-13]. ISBN 978-3-319-17446-4. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=ODwwCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=water+quality+&ots=2F-dxf1w2q&sig=9SHiUt4D_atvGEhjknlzHksKm6U&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

COTRUVO, Joseph. Health Aspects of Calcium and Magnesium in Drinking Water. *Water Conditioning & Purification* [online]. 2006, June 2006 [cit. 2019-03-02].

ČESKO: Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany.

ČESKO: Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČSR č. 26/1972 Sb., o ochraně a rozvoji přírodních léčebných lázní a přírodních a léčivých zdrojů.

ČESKO: Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 297/1997 Sb., o podmínkách ozařování potravin, o nejvyšší přípustné dávce záření a o způsobu značení.

ČESKO: Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

ČESKO: Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy.

ČESKO: Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. *In: Sbírka zákonů České republiky.* 12. 12. 1997

ČESKO: Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů. *In: Sbírka zákonů České republiky.* 12.12.1997

ČESKO: Zákon Ministerstva zdravotnictví č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.

DIMAPILIS, Emelita Asuncion S., Ching-Shan HSU, Rose Marie O. MENDOZA a Ming-Chun LU. Zinc oxide nanoparticles for water disinfection. *Sustainable Environment Research* [online]. 2018, **28**(2), 47-56 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.serj.2017.10.001. ISSN 24682039. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2468203917300560>

Dunne E, Angoran-Bénié H, Kamelan-Tano A, Sibailly T, Monga B, Kouadio L, Roels T, Wiktor S, Lackritz E, Mintz E, Luby S. Is Drinking Water in Abidjan, Côte d'Ivoire, Safe for Infant Formula? *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndrome*. December 2001; 28(4):393-398.

FEWTRELL, Lorna. Drinking-Water Nitrate, Methemoglobinemia, and Global Burden of Disease: A Discussion. *Environmental Health Perspectives* [online]. 2004, **112**(14), 1371-1374 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1289/ehp.7216. ISSN 0091-6765. Dostupné z: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.7216>

GAO, Qiang, Cheng-Zhai WANG, Sheng LIU, David HANIGAN, Si-Tong LIU a Hua-Zhang ZHAO. Ultrafiltration membrane microreactor (MMR) for simultaneous removal of nitrate and phosphate from water. *Chemical Engineering Journal* [online]. 2019, **355**, 238-246 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.cej.2018.08.137. ISSN 13858947. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1385894718316115>

HAI, Faisal, Shufan YANG, Muhammad ASIF, et al. Carbamazepine as a Possible Anthropogenic Marker in Water: Occurrences, Toxicological Effects, Regulations and Removal by Wastewater Treatment Technologies. *Water* [online]. 2018, **10**(2) [cit. 2019-03-21]. DOI: 10.3390/w10020107. ISSN 2073-4441. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2073-4441/10/2/107>

HAMMES, Frederik, Tobias BROGER, Hans-Ulrich WEILENMANN, et al. Development and laboratory-scale testing of a fully automated online flow cytometer for drinking water analysis. *Cytometry Part A* [online]. 2012, **81A**(6), 508-516 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1002/cyto.a.22048. ISSN 15524922. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/cyto.a.22048>

HARISHA, R.S., K.M. HOSAMANI, R.S. KERI, S.K. NATARAJ a T.M. AMINABHAVI. Arsenic removal from drinking water using thin film composite nanofiltration membrane. *Desalination* [online]. 2010, **252**(1-3), 75-80 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.desal.2009.10.022. ISSN 00119164. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0011916409012600>

HE, Guojun a Jeffrey M. PERLOFF. *Surface Water Quality and Infant Mortality in China* [online]. University of Chicago, Berkeley, 2016, August 11, 2016 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>

HORÁKOVÁ, Marta. *Analytika vody*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2000. ISBN 80-708-0391-6

Hord, N. G., Tang, Y. P., & Bryan, N. S. (2009). Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. [review]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(1), 1–10. <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.2008.27131>.

HUTTLY, S.R.A., S.S. MORRIS a V. PISANI. Prevention of diarrhoea in young children in developing countries. *WHO Bulletin OMS* [online]. 1997, (75 (2), 163-174 [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2486931/>

CHATURVEDI, Shalini a Pragnesh N. DAVE. Removal of iron for safe drinking water. *Desalination* [online]. 2012, **303**, 1-11 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.desal.2012.07.003. ISSN 00119164. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0011916412003633>

Chen L, Zhou Y, Wu YL, et al. Status of trace organic pollution in the network water came from Huangpu River. *J Hygiene Res* 2008; 37: 137–43 [in Chinese].

CHOWDHURY, Shakhawat, M.A. Jafar MAZUMDER, Omar AL-ATTAS a Tahir HUSAIN. Heavy metals in drinking water: Occurrences, implications, and future needs in developing countries. *Science of The Total Environment* [online]. 2016, **569-570**, 476-488 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.06.166. ISSN 00489697. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969716313407>

GARZON, Philippe a Mark J EISENBERG. Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: implications for health and disease. *The American Journal of Medicine* [online]. 1998, **105**(2), 125-130 [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.1016/S0002-9343(98)00189-2. ISSN 00029343. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002934398001892>

JIN, Yi He, Wei LIU, Itaru SATO, Shoji F. NAKAYAMA, Kazuaki SASAKI, Norimitsu SAITO a Shuji TSUDA. PFOS and PFOA in environmental and tap water in China. *Chemosphere* [online]. 2009, **77**(5), 605-611 [cit. 2019-03-21]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2009.08.058. ISSN 00456535. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653509010431>

JEEVANANDAM, M., R. KANNAN, S. SRINIVASALU a V. RAMMOHAN. Hydrogeochemistry and Groundwater Quality Assessment of Lower Part of the Ponnaiyar River Basin, Cuddalore District, South India. *Environmental Monitoring and Assessment* [online]. 2007, **132**(1-3), 263-274 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1007/s10661-006-9532-y. ISSN 0167-6369. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10661-006-9532-y>

JONES, Jessica A., Andrew O. HOPPER, Gordon G. POWER a Arlin B. BLOOD. Dietary intake and bio-activation of nitrite and nitrate in newborn infants. *Pediatric Research* [online]. 2015, **77**(1-2), 173-181 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1038/pr.2014.168. ISSN 0031-3998. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/pr2014168>

KAVCAR, Pınar, Aysun SOFUOGLU a Sait C. SOFUOGLU. A health risk assessment for exposure to trace metals via drinking water ingestion pathway. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* [online]. 2009, **212**(2), 216-227 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.ijheh.2008.05.002. ISSN 14384639. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1438463908000333>

MAHAJAN, Rakesh Kumar, T. P. S. WALIA, B. S. LARK a SUMANJIT. Analysis of physical and chemical parameters of bottled drinking water. *International Journal of Environmental Health Research* [online]. 2006, **16**(2), 89-98 [cit. 2019-02-20]. DOI: 10.1080/09603120500538184. ISSN 0960-3123. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09603120500538184>

MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. *Chemie a technologie vody*. Brno: NOEL 2000, 1996. ISBN 80-860-2013-4.

MARCIANO-CABRAL, Francine, Melissa JAMERSON a Edna S. KANESHIRO. Free-living amoebae, Legionella and Mycobacterium in tap water supplied by a municipal drinking water utility in the USA. *Journal of Water and Health* [online]. 2010, **8**(1), 71-82 [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.2166/wh.2009.129. ISSN 1477-8920. Dostupné z: <https://iwaponline.com/jwh/article/8/1/71/1895/Freeliving-amoebae-Legionella-and-Mycobacterium-in>

MCELROY, Amie C., Michael R. HYMAN a Detlef R.U. KNAPPE. *1,4-Dioxane in drinking water: emerging for 40 years and still unregulated* [online]. 2019, **7**, 117-125 [cit. 2019-03-21]. DOI: 10.1016/j.coesh.2019.01.003. ISSN 24685844. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2468584418300485>

MOHOD, Chaitali V. a Jayashree DHOTE. REVIEW OF HEAVY METALS IN DRINKING WATER AND THEIR EFFECT ON HUMAN HEALTH. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* [online]. 2013, July 2013, **2**(7) [cit. 2019-03-22]. ISSN 2319-8753.

NOLLET, Leo M. L. a Leen DE GELDER. *Handbook of water analysis* [online]. Third edition. Boca Raton, 2013 [cit. 2018-12-16]. ISBN 978-143-9889-640.

PAL, Parimal. *Groundwater arsenic remediation: treatment technology and scale up* [online]. Waltham, MA: Elsevier, 2015 [cit. 2019-03-02]. ISBN 978-0-12-801281-9.

QUEVAUVILLER, Ph a K. C THOMPSON. *Analytical methods for drinking water: advances in sampling and analysis*. Hoboken, NJ: Wiley, c2006. ISBN 04-700-9491-5.

PELETZ Rachel, Kelvin SARENJE, Michelo SIMUYANDI, Thomas CLASEN, Suzanne FILTEAU, Kathy, BAISLEY a Paul KELLY. Drinking Water Quality, Feeding Practices, and Diarrhea among Children under 2 Years of HIV-Positive Mothers in Peri-Urban Zambia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* [online]. 2011, **85**(2), 318-326 [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.4269/ajtmh.2011.11-0140. ISSN 0002-9637. Dostupné z: <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.2011.11-0140>

PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 5. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-807-0809-280.

RASOOL, Atta, Abida FAROOQI, Tangfu XIAO, Sajid MASOOD, Muhammad Aqeel KAMRAN a Sadia BIBI. Elevated levels of arsenic and trace metals in drinking water of Tehsil Mailsi, Punjab, Pakistan. *Journal of Geochemical Exploration* [online]. 2016, **169**, 89-99 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.gexplo.2016.07.013. ISSN 03756742. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037567421630156X>

SHRIMALI, M a K.P SINGH. New methods of nitrate removal from water. *Environmental Pollution* [online]. 2001, **112**(3), 351-359 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/S0269-7491(00)00147-0. ISSN 02697491. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749100001470>

SCHRIKS, Merijn, Minne B. HERINGA, Margaretha M.E. VAN DER KOOI, Pim DE VOOGT a Annemarie P. VAN WEZEL. Toxicological relevance of emerging contaminants for drinking water quality. *Water Research* [online]. 2010, **44**(2), 461-476 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.watres.2009.08.023. ISSN 00431354. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135409005429>

SUN, Xuefeng, Miao CHEN, Dongbin WEI a Yuguo DU. Research progress of disinfection and disinfection by-products in China. *Journal of Environmental Sciences* [online]. 2019 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1016/j.jes.2019.02.003. ISSN 10010742. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S100107421832850X>

VAN DER BRUGGEN, Bart, Carlo VANDECASTEELE, Tim VAN GESTEL, Wim DOYEN a Roger LEYSEN. A review of pressure-driven membrane processes in wastewater treatment and drinking water production. *Environmental Progress* [online]. 2003, **22**(1), 46-56 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1002/ep.670220116. ISSN 02784491. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ep.670220116>

VanDerslice J, Popkin B, Briscoe J. Drinking-water quality, sanitation, and breast-feeding: their interactive effects on infant health. *Bull World Health Organ*. 1994;72(4):589-601.

VIGREUX-BESRET, Carole, Aurélie MAHÉ, Gérald LEDOUX, et al. *Perchlorate: water and infant formulae contamination in France and risk assessment in infants* [online]. 2015, **32**(7), 1148-1155 [cit. 2019-02-20]. DOI: 10.1080/19440049.2015.1036382. ISSN 1944-0049. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19440049.2015.1036382>

WHITTAKER, P. Iron and zinc interactions in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1998, **68**(2), 442S-446S [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.1093/ajcn/68.2.442S. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/68/2/442S-446S/4648664>

WHO: Guidelines For Drinking Water Quality. second addendum. Vol. 1, Recommendations. ISBN 978 92 4 154760 4. 2008

YAMANAKA, M., K. HARA a J. KUDO. Bactericidal Actions of a Silver Ion Solution on *Escherichia coli*, Studied by Energy-Filtering Transmission Electron Microscopy and Proteomic Analysis. *Applied and Environmental Microbiology* [online]. 2005, **71**(11), 7589-7593 [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.1128/AEM.71.11.7589-7593.2005. ISSN 0099-2240. Dostupné z: <http://aem.asm.org/cgi/doi/10.1128/AEM.71.11.7589-7593.2005>

CHUN-YUH YANG, HUI-FEN CHIU, BI-HUA. CALCIUM AND MAGNESIUM IN DRINKING WATER AND THE RISK OF DEATH FROM BREAST CANCER. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* [online]. 2010, **60**(4), 231-241 [cit. 2019-03-02]. DOI: 10.1080/00984100050027798. ISSN 1528-7394. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00984100050027798>

Xiao-jian Zhang, Chao Chen, Peng-fei Lin, Ai-xin Hou, Zhang-bin Niu, and Jun Wang. Emergency Drinking Water Treatment during Source Water Pollution Accidents in China: Origin Analysis, Framework and Technologies *Environmental Science & Technology* **2011** 45 (1), 161-167. DOI: 10.1021/es101987e

16. Požadavky a limity na balené přírodní minerální vody

16.1 Příloha č. 1 k vyhlášce č. 292/ 1997 Sb.

16.2 Mikrobiologické požadavky

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit 1. zkouška	typ limitu	limit 2. zkouška
1.	Termotolerantní koliformní bakterie	TKB	KTJ/250 ml	0	NPH	0
2.	Koliformní bakterie	KB	KTJ/250 ml	0 (2)	NPH	2
3.	Enterokoky	EK	KTJ/250 ml	0 (2)	NPH	2
4.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	PA	KTJ/250 ml	0 (2)	NPH	2
5.	Sířičitany redukující střevní sporulující anaerobní bakterie	SB	KTJ/250 ml	0 (2)	NPH	2
6.	Mikroskopický obraz – živé organismy	MO	jedinci/ml	0	NPH	0

16.3 Fyzikální a chemické požadavky

Zdravotně významné anorganické látky:

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	ostatní podmínky % (1)
7.	Antimon	Sb	mg/l	0,005	NPH	10
8.	Arsen	As	mg/l	0,050	NPH	10
9.	Baryum	Ba	mg/l	1,000	NPH	10
10.	Berylium	Be	mg/l	0,001 0,005	NPH	10

11.	Boritany	(jako B)	mg/l	5,000	NPH	10
12.	Chrom	Cr	mg/l	0,050	NPH	10
13.	Kadmium	Cd	mg/l	0,003	NPH	10
14.	Měď	Cu	mg/l	1,000	NPH	10
15.	Nikl	Ni	mg/l	0,020	NPH	10
16.	Olovo	Pb	mg/l	0,010	NPH	10
17.	Rtuť	Hg	mg/l	0,001	NPH	10
18.	Selen	Se	mg/l	0,050	NPH	10
19.	Dusičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	50,000	NPH	10
20.	Dusitany	NO ₂ ⁻	mg/l	0,020 0,100	NPH	10
21.	Fluoridy	F ⁻	mg/l	5,000	NPH	10
22.	Kyanidy	CN ⁻	mg/l	0,070	NPH	10

16.3.1 Organické látky

Zdravotně významné organické látky typu pesticidů, detergentů, minerálních olejů, polycyklických aromatických látek, polychlorovaných bifenylů apod. nesmějí být v přírodních minerálních vodách přítomny v detekovatelném množství. Meze detekce jsou pro tyto látky uvedeny v příloze č. 2 pod. č. 23 až 40.

16.3.2 Negativní vliv látek

Látky, jejichž přítomnost v hodnotách vyšších než uvedené mezní hodnoty může negativně ovlivnit přírodní minerální vody.

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	ostatní podmínky % (1)
23.	Hliník	Al	mg/l	0,40	MH	10
24.	Chloridy	Cl ⁻	mg/l	500	MH	10
25.	Jodidy	J ⁻	mg/l	15	MH	10
26.	Reakce vody	pH		4,0 – 8,0		10
27.	Mangan	Mn	mg/l	2,00	MH	10
28.	Sodík	Na	mg/l	600	MH	10
29.	Sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	1400	MH	10
30.	Sulfan	H ₂ S	mg/l	0,05	MH	10
31.	Zinek	Zn	mg/l	5,00	MH	10
32.	Železo	Fe	mg/l	10,00	MH	10

17. Požadavky a limity kojenecké a stolní vody

17.1 Příloha č. 2 k vyhlášce 292/ 1997 Sb.

17.2 Mikrobiologické ukazatele

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit 1. zkouška	typ limitu	limit 2. zkouška
1.	Termotoleran tní koliformní bakterie	TKB	KTJ/250 ml	0	NPH	0
2.	Koliformní bakterie	KB	KTJ/250 ml	0 (2)	NPH	2
3.	Enterokoky	EK	KTJ/250 ml	0 (2)	NPH	2
4.	<i>Pseudomona s aeruginosa</i>	PA	KTJ/250 ml	0 (2)	NPH	2
5.	Mikroskopic ký obraz – živé organismy	MO	jedinci/m l	0	NPH	0

17.3 Fyzikální a chemické požadavky

Zdravotně významné – anorganické ionty

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	ostatní podmínky % (1)
6.	Antimon	Sb	mg/l	0,003	NPH	10
7.	Arsen	As	mg/l	0,005	NPH	10
8.	Baryum	Ba	mg/l	0,500	NPH	10

9.	Berylium	Be	mg/l	0,005	NPH	10
10.	Kadmium	Cd	mg/l	0,0025	NPH	10
11.	Chrom	Cr	mg/l	0,025	NPH	10
12.	Měď	Cu	mg/l	0,200	NPH	10
13.	Kyanidy	CN ⁻	mg/l	0,005	NPH	10
14.	Fluoridy	F ⁻	mg/l	1,000	NPH	10
15.	Olovo	Pb	mg/l	0,010	NPH	10
16.	Mangan	Mn	mg/l	0,100	NPH	10
17.	Rtuť	Hg	mg/l	0,0005	NPH	25
18.	Nikl	Ni	mg/l	0,020	NPH	10
19.	Dusičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	15,00	NPH	10
20.	Dusitany	NO ₂ ⁻	mg/l	0,100	NPH	10
21.	Selen	Se	mg/l	0,010	NPH	10
22.	Stříbro	Ag	mg/l	0,010	NPH	10

Zdravotně významné – organické látky

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	ostatní podmínky
Chlorované alkany						
23.	Tetrachlormethan	CCl ₄	µg/l	1,00		25
24.	Dichlormethan	CH ₂ Cl ₂	µg/l	10,00		25
25.	1,2 Dichlorethan	C ₂ H ₄ Cl ₂	µg/l	15,00		25
Chlorované etheny						
26.	Chlorethen	C ₂ H ₃ Cl	µg/l	2,00		25
27.	1,1 Dichlorethen (DCE, ethylenchlorid)	C ₂ H ₂ Cl ₂	µg/l	15,00		25

28.	1,2 Dichlorethen	$C_2H_2Cl_2$	$\mu g/l$	25,00		25
29.	Trichlorethen (TCE)	C_2HCl_3	$\mu g/l$	30,00		25
30.	Tetrachlorethen (PCE)	C_2Cl_4	$\mu g/l$	20,00		25
Aromatické uhlovodíky						
31.	Benzen (Bz)	C_6H_6	$\mu g/l$	5,00		25
32.	Toluen	C_7H_8	$\mu g/l$	50,00		
33.	Xyleny	C_8H_{10}	$\mu g/l$	100,00		25
34.	Ethylbenzen (EB)	C_8H_{10}	$\mu g/l$	20,00		
35.	Styren	C_8H_8	$\mu g/l$	10,00		25
36.	Benzo(a)pyren (BaP)	$C_{20}H_{12}$	$\mu g/l$	0,30		25
Chlorované benzeny						
37.	Chlorbenzen	C_6H_5Cl	$\mu g/l$	5,00		25
38.	Dichlorbenzeny (DCB)	$C_6H_4Cl_2$	$\mu g/l$	0,30		(1)
39.	Trichlorbenzeny (TCB)	$C_6H_3Cl_3$	$\mu g/l$	5,00		(2)
Pesticidní látky						
40.	Jednotlivé látky	PL	$\mu g/l$	0,10		10 (3)

Látky, které ve zvýšeném množství může negativně ovlivnit kojeneckou vodu:

41.	Hliník	Al	mg/l	0,05	MH	10
42.	Amonné ionty	NH_4^+	mg/l	0,25	MH	10

43.	Chloridy	Cl ⁻	mg/l	100,00	MH	10
44.	Vodivost	x	mS/m	100,00	MH	
45.	Kyslík rozp.	O ₂	% nasycení	>50	MH	
46.	Reakce vody	pH		6 – 8	MH	10
47.	Sodík	Na	mg/l	100,00	MH	10
48.	Sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	250,00	MH	10
49.	Látky rozp.	RL	mg/l	1000,00	MH	10
50.	Sulfan volný	H ₂ S	mg/l	0,01	MH	10
51.	Barva		mg/l	20,00	MH	10
52.	Pach		stupeň	1	MH	
53.	Zákal		ZF	2	MH	10
54.	Zinek	Zn	mg/l	3,00	MH	10

55.	Železo	Fe	mg/l	0,30	MH	10
56.	Huminové látky	HL	mg/l	1,20	MH	10
57.	Tenzidy aniontové	PAL – A	mg/l	0,10	MH	25
58.	Fenoly těkající s vodní parou		mg/l	0,025	NPH	25
59.	Chemická spotřeba kyslíku manganistanem	ChSK _{Mn}	mg/l	2,00	MH	25
60.	Látky extrahovatelné nepolární	NEL	mg/l	0,01	NPH	25
61.	Vápník	Ca	mg/l	30,00		10 (4)
62.	Hořčík	Mg	mg/l	10,00		10 (4)
63.	Vápník + Hořčík	Ca + Mg	mol/l	0,9 – 5,0		

Symbole (1), (2), (3) a (4) v přílohách č. 1 a 2 značí:

(1) – při překročení mezní hodnoty se stanoví koncentrace jednotlivých dichlorbenzenů. Nejvyšší mezní hodnota 30 g/l se vztahuje na 1,4 – dichlorbenzen za předpokladu, že nedojde k ovlivnění organoleptických vlastností balené vody.

(2) – Limitní hodnota je stanovena pro součet koncentrací trichlorbenzenů. Při překročení mezní hodnoty se stanoví obsah jednotlivých trichlorbenzenů a stanoví se nejvyšší přípustná hodnota pro jednotlivé zjištěné látky.

(3) – Týká se pesticidních látek s limitní hodnotou 0,1 g/l pro každou individuálně stanovenou účinnou látku pesticidního přípravku. Při překročení limitní hodnoty se provádí další šetření ke zjištění jednotlivých látek.

(4) – Uvedená koncentrace představuje minimum.

18. Minimální rozsah průběžné kontroly balených vod

Kontrolní ukazatele		Poznámka
Senzorické	Pach Chuť Zákal	
Základní	Vodivost pH	V konkrétních případech se rozsah i četnost upraví podle požadavku příslušného orgánu státního dozoru
Doplňkové	NO ₃ ⁻ NO ₂ ⁻ NH ₄ ⁺ ChSK _{Mn}	
Mikrobiologické	Koliformní bakterie Termotolerantní koliformní bakterie <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Sulfit redukující bakterie	u přírodních minerálních vod

19. Použité zkratky

AAS – atomová absorpční spektrometrie

ADI – přijatelná denní dávka

ATP – adenosintrifosfát

CBZ – karbamazepin

ČR – Česká republika

DH – doporučená hodnota

ECHO – extrakorporální membránová oxygenace

EDTA – kyselina ethylendiamintetraoctová

EFSA – Evropský úřad pro bezpečnost potravin

EPA – Agentura pro ochranu životního prostředí

FCM – průtoková cytometrie

HIV – virus, který napadá lidský organismus

HPLC – vysokoúčinná kapalinová chromatografie

CHSK – chemická spotřeba kyslíku

CHSK_{Mn} – chemická spotřeba kyslíku manganistanem

ICP – MS – hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

ICP – OES – optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

IgA – imunoglobulin A

ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci

KTJ – kolonie tvořící jednotku

MetHb – methemoglobin

MF – mikrofiltrace

MH – mezní hodnota

NADH – nikotinamidadenindinukleotid

NEC – nekrotizující enterokolitida

NF – nanofiltrace

NHMRC – Národní rada pro zdraví a lékařský výzkum

NMH – nejvyšší mezní hodnota

NPH – nejvyšší přípustná hodnota

PET – polyethylentereftalát

PE – polyethylen

PFOS – perfluoroktansulfonan

PP – polypropylen

PTFE – polytetrafluorethylen

PVDF – polyvinylidenfluorid

Q – PCR – kvantitativní polymerázová řetězová reakce

SDWA – zákony o nezávadnosti pitné vody (Safe Drinking Water Act)

TIMS – hmotnostní spektrometrie s termální ionizací

UF MMR – ultrafiltrace s membránovým reaktorem

USA – Spojené státy americké

USEPA – Agentura pro ochranu životního prostředí v USA

WHO – Světová zdravotnická organizace