

Kvalita pitné vody v ČR za posledních 15 let

Eva Sanislová

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva SANISLOVÁ**

Osobní číslo: **T06945**

Studijní program: **B 2808 Chemie a technologie materiálů**

Studijní obor: **Chemie a technologie materiálů**

Téma práce: **Kvalita pitných vod v ČR za posledních 15 let**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte literární studii z dostupných materiálů.
2. Vyberte některé markantní ukazatele jako například dusitany, dusičnany a podobně.
3. Zhodnoťte koncentrace vybraných ukazatelů v celostátním, případně regionálním měřítku.
4. Získaná data porovnejte, kriticky zhodnoťte a zpracujte jak v písemné podobě obvyklé v bakalářské práci (viz instrukce UTB pro zpracování BP), tak v prezentaci (PowerPoint).

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Stávající monografická a časopisecká literatura na ÚIOŽP, UK UTB a jiných knihovnách.

Ročenky ČR.

Elektronické informační zdroje (www-stránky, databáze apod.)

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Josef Houser, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

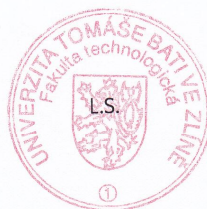
14. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

27. května 2011

Ve Zlíně dne 14. února 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. RNDr. Jan Růžička, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: SANIBLOVA' EVA

Obor: UIOŽP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 4. 4. 2011

Saniblova'

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3;

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 školní dílo;

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na sledování vybraných parametrů pitné vody v České republice za posledních 15 let a jejich vyhodnocením. Normou byly sledovány dané ukazatele: Koliformní bakterie, *Escherichia coli*, dusičnany, dusitany, rtuť, kadmium, olovo, železo, pesticidy.

Klíčová slova: voda, dusičnany, dusitany, rtuť, kadmium, olovo.

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on the monitoring of selected parameters of drinking water in the Czech Republic in the last 15 years and their evaluation. The standart parameters were monitored such as: Coliforms bakteria, *Escherichia coli*, nitrates, nitrites, mercury, kadmium, lead, iron, pesticides.

Keywords: water, nitrates, nitrites, mercury, kadmium, lead.

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Josefu House-
rovi, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, rady a trpělivost, kterou se mnou při psaní mé baka-
lářské práce měl. Za trpělivost a vstřícnost bych chtěla dále poděkovat zaměstnancům
Ústavu inženýrství ochrany životního prostředí.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
1 VODA	11
1.1 HUSTOTA VODY	12
1.2 MĚRNÁ TEPELNÁ KAPACITA.....	12
1.3 SPECIFICKÁ SKUPENSKÁ TEPLA	12
2 KVALITA PITNÉ VODY V ČESKÉ REPUBLICE	14
2.1 ČISTOTA VOD V ČESKÉ REPUBLICE.....	14
2.1.1 Zákon o vodách	15
3 SLEDOVANÉ PARAMETRY PITNÉ VODY	16
3.1 MIKROBIOLOGICKÉ A BIOLOGICKÉ UKAZATELE	16
3.1.1 Koliformní bakterie	16
3.1.2 <i>Escherichia coli</i>	17
3.2 CHEMICKÉ A FYZIKÁLNÍ UKAZATELE.....	18
3.2.1 Dusičnany.....	18
3.2.2 Dusitany	20
3.2.3 Rtuť	21
3.2.4 Kadmium.....	24
3.2.5 Olovo	25
3.2.6 Pesticidy	26
3.2.6.1 Polychlorované bifenyly (PCB)	27
3.2.7 Vápník a hořčík	28
3.2.8 Železo.....	30
3.2.9 Mangan	31
3.3 ORGANOLEPTICKÉ UKAZATELE PITNÉ VODY	33
3.3.1 Barva.....	33
3.3.2 Zákal	34
3.3.3 Chuť.....	34
3.3.4 Pach.....	34
4 PŘENOS EPIDEMIÍ PITNOU VODOU	35
ZÁVĚR	36
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	39
SEZNAM CIZÍCH SLOV	41
SEZNAM OBRÁZKŮ	42
SEZNAM TABULEK	43
SEZNAM GRAFŮ	44
SEZNAM PŘÍLOH	45

ÚVOD

Voda se na Zemi vyskytuje ve třech skupenstvích v pevném, kapalném a plynném. Pro vznik života je nejdůležitější přítomnost kapalného skupenství. Za normálního tlaku a teploty je to bezbarvá, čirá kapalina bez chuti a zápachu. Na naší planetě tvoří hydrosféru, jejíž součástí je veškerá voda na Zemi. Zahrnujeme zde veškerou vodu povrchovou a podzemní, vodu moří a oceánů, vodu v ovzduší a v neposlední řadě vodu v tělech organismů.

Voda má výbornou schopnost rozpouštět většinu látek do ní přicházejících. Pozitivním důsledkem je možnost přenosu živin v půdě, vyplachování škodlivin vodou z půdního prostředí, nebo samočisticí schopnost. Na druhou stranu může být snadno znečištěna látkami, které se v ní rozpouštějí. Jako rozpouštědlo působí také v organismech. Dále se účastní biochemických reakcí (přeměny látek), vyztučuje a vzpružuje jejich těla a ovlivňuje jejich tepelnou regulaci.

Voda je na Zemi v neustálém oběhu, kdy mění své skupenství. Změny skupenství a její pohyb umožňuje sluneční energie. Základem koloběhu vody je její vypařování, především z oceánů a moří, a následné srážky. Koloběh vody na zemském povrchu je doprovázen koloběhem dalších látek, rozpustných i nerozpustných, ale také cirkulací tepla

Nejvíce vody se vyskytuje v oceánech a mořích ve formě slané vody, která obsahuje 5% anorganických solí. Slaná voda zaujímá 97% z celkového objemu vody na zemském povrchu a zbylá 3% zaujímá voda sladká. Zde můžeme zařadit vodu v ledovcích, podzemní vodu, půdní vodu, řeky, jezera, vodu v atmosféře a organismech aj.

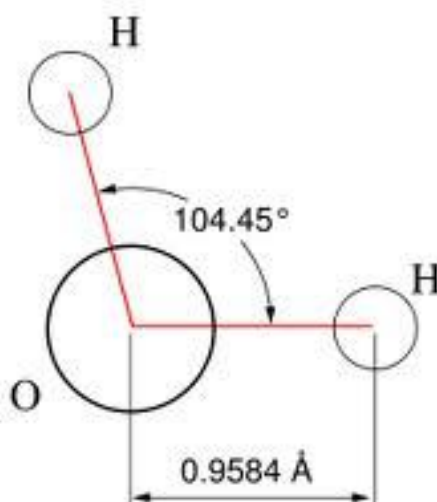
Od počátku 90. let postupně klesá znečištění vod, a však zůstává problém znečištění sedimentů některých řek těžkými kovy a kontaminace některých velkých rezervoárů podzemních vod. Zlepšení stavu znečištění vod způsobil pokles průmyslové výroby po roce 1990 a zásadní snížení spotřeby průmyslových hnojiv v zemědělství.

Největšími odběrateli vody z povrchových toků jsou energetika a průmysl. Hlavním odběratelem podzemní vody jsou vodovody. Dalo by se tedy předpokládat, že spotřeba vody v České republice bude mít stoupající charakter. Přesto je tomu jinak a spotřeba vody od roku 1989 v ČR mírně klesá. Tato skutečnost je přisuzována zvyšující se ceně vody [1, 2, 3].

1 VODA

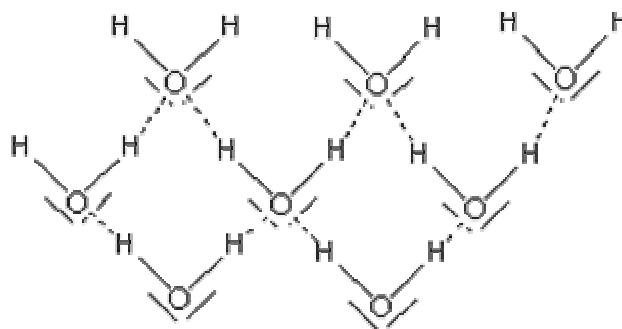
Voda je jednou z nejdůležitějších podmínek pro existenci života na Zemi. Vyskytuje se ve třech skupenstvích. V plynném jako vodní pára, v kapalném jako voda a v pevném skupenství jako led [1].

Z fyzikálně chemického hlediska je voda velmi komplikovaná sloučenina s řadou anomálních vlastností. Samotnou podstatou je stavba molekuly vody, kterou můžeme vidět na Obr. 1. Vazby mezi atomy v molekule vody svírají úhel $104,45^\circ$.



Obr. 1: Stavba molekuly vody

Molekula vody se skládá z jednoho atomu kyslíku a dvou atomů vodíku. Vazby v molekule jsou kovalentní. U kovalentní vazby je podstatou sdílení dvojic vazebných elektronových párů oběma atomy. Jde o vazbu polární, kdy sdílený elektronový pár je přitahován směrem k prvku, který má vyšší elektronegativitu. V této molekule je to směrem ke kyslíku. V molekule vody vznikají mezimolekulární vazby, tzv. vodíkové vazby neboli vodíkové můstky. Podstata vodíkové vazby spočívá ve vzniku slabé vazby, mezi atomem vodíku jedné molekuly s elektronegativnějším prvkem molekuly druhé. To je patrné na Obr. 2, kde je vodíková vazba označena čárkovaně. K tomuto spojení jednotlivých molekul vody dochází v kapalném a pevném skupenství. Vodíkový můstek je příčinou anomálních vlastností vody [1, 4].



Obr. 2: Vodíková vazba

1.1 Hustota vody

Nejvýznamnější anomálií, která souvisí se stavbou molekuly a vodíkovou vazbou, je její hustota. Elektrostatické síly, vznikající mezi molekulami vody, působí nejvíce při 3,95°C a způsobují, že molekuly vody jsou v prostoru nejhustěji uspořádány. Se zvyšující se teplotou nad 3,95°C, hustota vody klesá. V případě klesající teploty pod tuto hodnotu, se hustota vody opět snižuje. To platí i při přechodu z kapalné do pevné fáze. Při teplotě 0°C dochází ke vzájemnému oddálení molekul, kdy pokles hustoty je doprovázeno zvyšujícím se objemem vody až o 9%.

Tato anomálie je nejvýznamnější v přirozených vodních ekosystémech, kdy nižší hustota ledu umožňuje hromadění vody o teplotě 3,95°C na dně, což dovoluje přežití živých organismů. Rozpínání tuhé fáze v zimních obdobích vede k erozi hornin a tím urychluje jejich zvětrávání [4].

1.2 Měrná tepelná kapacita

Ve starší literatuře byla označována jako specifické teplo. U vody je asi třikrát větší než u látek jako jsou např. železo, zinek, měď nebo vzduch. U vody je hodnota měrné tepelné kapacity 4180 J/kg.K. Tato vlastnost vody má vliv na tepelnou setrvačnost, která má velký klimatický vliv. Proto se voda využívá k transportu tepla (např. ústředním topením) [1].

1.3 Specifická skupenská tepla

Sem řadíme teplotu tání a teplotu varu. V případě teploty varu je trend takový, že se zvyšující se hmotností v periodické soustavě prvků, se tato teplota zvyšuje. V tomto parametru je voda naprosto neobvyklá, což je opět způsobeno přítomností vodíkových vazeb

mezi molekulami. Voda a všechny ostatní sloučeniny s vodíkem, jsou výjimkou v tomto trendu [1].

2 KVALITA PITNÉ VODY V ČESKÉ REPUBLICE

Česká republika leží na rozvodnici tří moří - Severního, Baltského a Černého. Prakticky všechny její významnější toky odvádějí vodu na území sousedních států. Důsledkem této skutečnosti má naše republika mimořádně nepříznivou situaci v zásobování vodou, jelikož je zcela závislá na atmosférických srážkách.

Spotřeba pitné vody v České republice klesala od roku 1989. V letech 2002 – 2003 se pokles zastavil a poté spotřeba opět mírně klesala. Klesající spotřeba vody je přisuzována rostoucí ceně vody [3].

2.1 Čistota vod v České republice

V dřívějších letech měla pramenitá i čerpaná podzemní voda dostatečnou kvalitu. Proto byly dostačující pouze mírné úpravy vody na pitnou. V současné době je tato situace horší a mnoho přirozených pramenišť a podzemních zásob vody je znečištěno.

V důsledku činností člověka se ve vodě vyskytují i jiné látky, nebo se zvyšuje obsah jinak přirozených látek. Nejčastější příčinou znečištění podzemních vod jsou průsaky z půd a stále se vyvíjející průmysl a s ním vypouštění odpadních vod. Nedílnou součástí znečištění odpadních vod jsou i havárie nádrží s nebezpečnými kapalinami. Znečištění u podzemních vod je velmi dlouhodobé, protože voda je zde vázaná na horniny a její pohyb a výměna jsou velmi pomalé.

Vlivem těžby uranu v okolí České lípy byly ve velkém rozsahu znečištěny podzemní vody. Toto znečištění bylo způsobeno rozsáhlými vrty, přes které bylo do podzemí vtlačeno statisíce tun kyseliny sírové, dusičné a fluorovodíkové. Díky těmto látkám, se uran obsažený v horninách vyloužil a roztok byl odčerpán k dalšímu zpracování. Přesto zbytky kyselin kontaminovaly ohromná množství, pro vodu propustných hornin.

U povrchových vod můžeme znečištění rozdělit na primární a sekundární. Kdy primární znečištění představuje znečištění látkami přítomnými v odpadní vodě nebo změna některých jejích vlastností. Do primárního znečištění můžeme zahrnout: znečištění inertními látkami (např. půda), znečištění organickými látkami (např. huminové látky, pesticidy, ropné produkty), znečištění anorganickými látkami (např. Hg, Cu), bakteriální znečištění, tepelné a radioaktivní znečištění aj. Sekundární znečištění je nadměrný rozvoj některých organismů vyvolaný přísunem vhodných látek. Mezi typické příklady patří především eutrofizace vodních nádrží, tj. zarůstání nádrží řasami, sinicemi a rozsivkami, které je vy-

voláno nadměrným přísunem dusičnanů a fosforečnanů. Ve vodách obsahujících cukry se často objevuje vláknitá bakterie *Sphaerotilus natans*, která vytváří kolonie až několik metrů dlouhé. Po odumření dochází k jejich rozkladu a k znečištění vody.

Široké spektrum látek produkovaných činností člověka vede k tomu, že tyto látky se objevují v odpadních vodách, následně potom ve vodách povrchových a konečně i ve vodách pitných. Rozdíly jsou pouze v kvantitě. Pokud se nějaký polutant trvale objevuje v odpadních vodách na úrovni 10^{-3} g.l^{-1} , potom je otázkou času, kdy se objeví v pitné vodě na úrovni $10^{-12} - 10^{-9} \text{ g.l}^{-1}$ [2, 3].

2.1.1 Zákon o vodách

Množství škodlivých látek, které mohou být přítomny v pitné vodě, bylo v minulosti dáno normami ČSN 75 7111, které byly platné do září 2001. Dnes tyto ukazatele stanovuje Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č.252/2004 Sb., která je plně harmonizovaná s evropskou Směrnicí Rady 98/93/EC o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu. Tato vyhláška udává hygienické limity pro mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody.

Vymezuje pojmy jako je mezní hodnota. Což je hodnota organoleptického ukazatele pitné vody, jejích přirozených součástí, nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Také vymezuje pojem nejvyšší mezní hodnota. Což je hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejího překročení je vyloučeno použití vody jako pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví jinak. Také vymezuje pojem doporučená hodnota, což je nevázaná hodnota ukazatele jakosti pitné vody, která stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky [5].

Tento zákon stanovuje také četnost a rozsah kontrol pitné vody. Získaná data z těchto kontrol, jsou sbírána a zpracovávána pomocí počítačového programu Vydra. Poté jsou zadána do systému IS PiVo, ve kterém jsou data ze všech hygienických stanic a provozovatelů vodárenských zařízení, a následně jsou vyhodnoceny všechna data pro celou Českou republiku. Do systému IS Pivo mohou být vloženy výsledky rozborů vzorků, pouze pokud jejich analýza byla provedena v akreditované laboratoři [5].

3 SLEDOVANÉ PARAMETRY PITNÉ VODY

V České republice zaznamenáváme změnu znečišťování vod od roku 1989. Od této doby se zvyšuje odtok použité vody do kanalizací. Také je snaha o snížení nečistot vypouštěných do toků. Přesto problémy v oblasti čistoty vod stále přetrvávají [2].

3.1 Mikrobiologické a biologické ukazatele

Ve vodě se může objevit celá řada biologických činitelů, které není možné stanovit rutinním rozbořem. Byly vybrány nejdůležitější a stanovení se provádí stanovením indikátorových mikroorganismů, které mohou být indikátorem přítomnosti patogenních organismů. Nebo mohou také signalizovat závadu při dodávce vody v distribuční síti.

V případě *Escherichia coli*, koliformních bakterií a enterokoků se jedná o indikátory fekálního znečištění. U *Clostridia perfringens* se jedná o indikátor znečištění parazity. U kultivace mikroorganismů při 22°C hovoříme o indikátoru rozkladu rychle rozložitelných organických látek za nižší teploty a u kultivace mikroorganismů při 36°C se jedná o indikátor znečištění mikroflórou teplokrevných živočichů a člověka.

Mikrobiologická kontaminace pitné vody má na zdraví lidí okamžité akutní účinky. Může postihnout zdraví jedince i způsobit epidemie velkého rozsahu [6,7].

3.1.1 Koliformní bakterie

Jedná se o gramnegativní, oxidázanegativní, laktosopozitivní tyčinkovité bakterie netvořící spory, které jsou schopné růst za aerobních i anaerobních podmínek za přítomnosti žlučových solí [8].

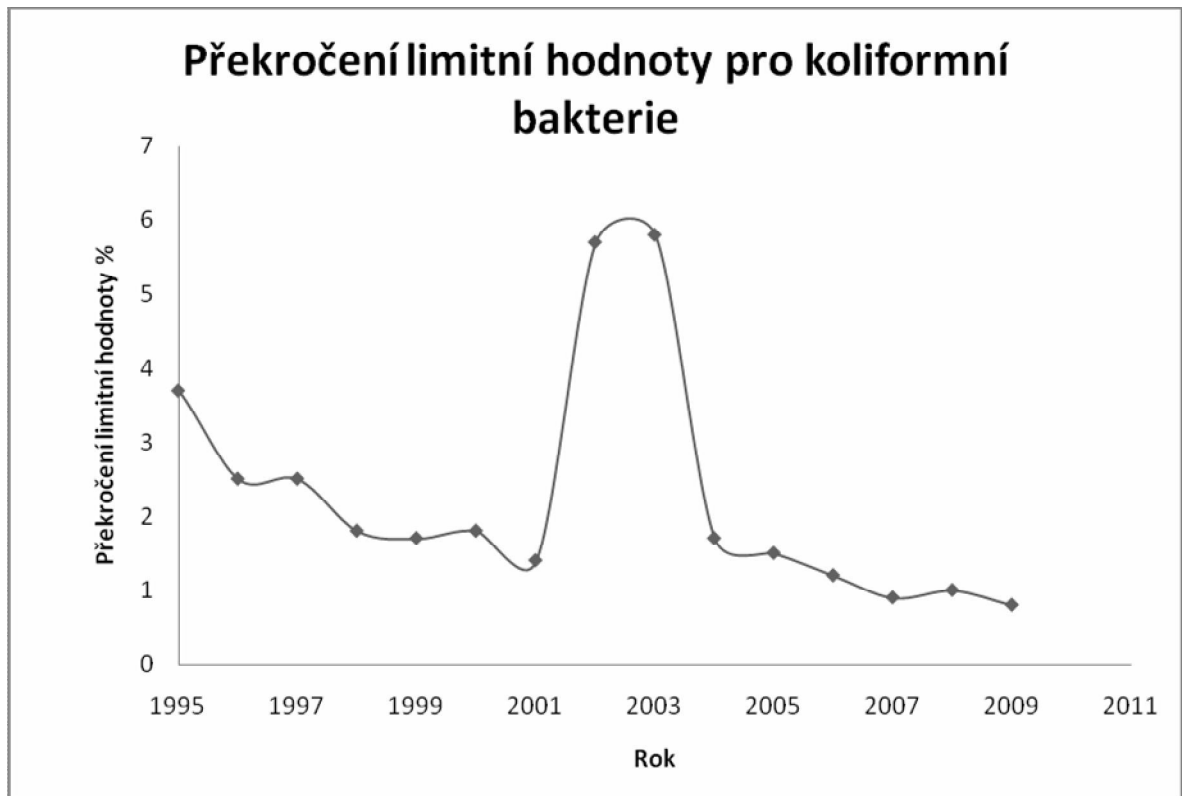
Jak již jsem zmínila výše, jedná se o indikátor fekálního znečištění. Do nedávna byly koliformní bakterie považovány za nejdůležitější indikátor fekálního znečištění. Dnes však víme, že jejich přítomnost v pitné vodě svědčí spíše o použití nevhodné technologie úpravy pitné vody, dodatečné kontaminaci, nebo o zvýšeném obsahu živin ve vodě. Přesto jsou i dnes používány jako indikátor zvýšeného přísunu nežádoucích mikroorganismů v pitné vodě [6,7].

Mezní hodnota pro tento ukazatel je 0 KTJ/100ml [5].

Z Graf 1: Překročení MH pro Koliformní bakterie je patrné, že přítomnost koliformních bakterií v uvedených letech rapidně klesala. V roce 1994 dosahovalo překročení MH

až ve 4,5% případů, zatímco v roce 2009 byla MH překročena pouze v 0,8% případů. Nejvyšší výkyv je zaznamenán v roce 2003 a 2002, kdy MH byla překročena v 5,8% a 5,7%.

Graf 1: Překročení MH pro Koliformní bakterie

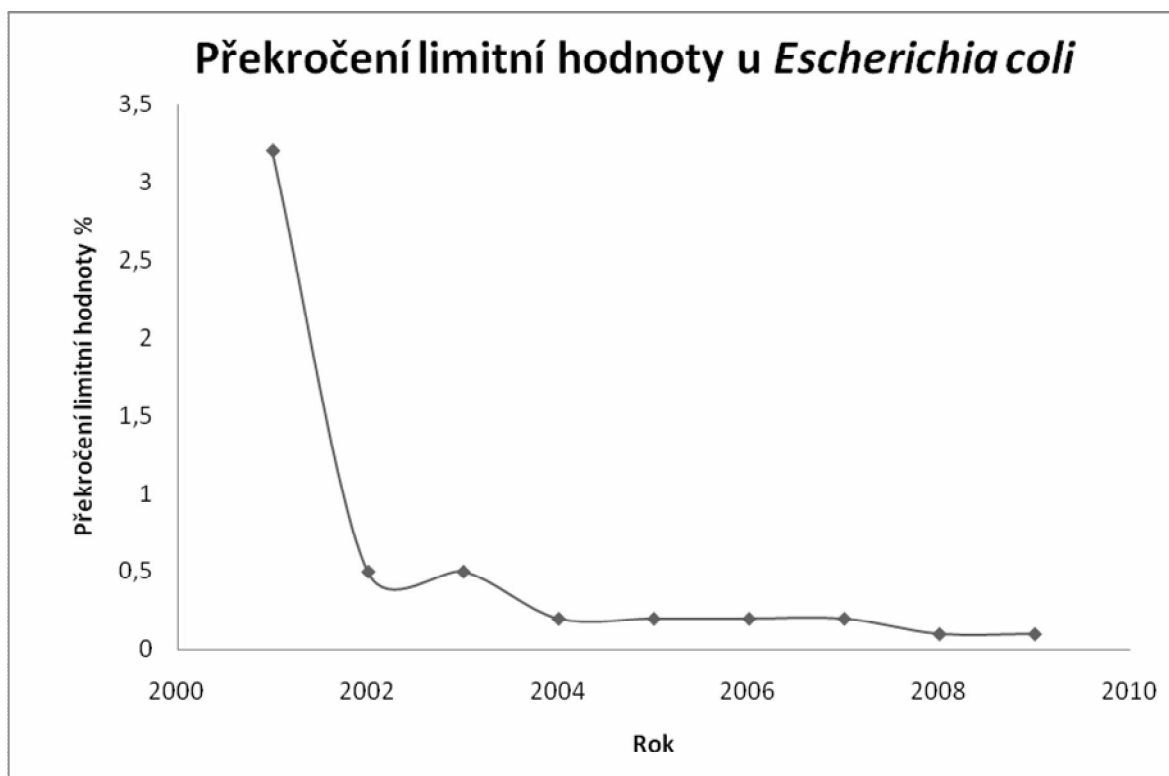


3.1.2 *Escherichia coli*

Escherichia coli je fakultativně anaerobní gramnegativní bičíkatá tyčinkovitá bakterie žijící v tlustém střevě teplokrevných živočichů. Její přítomnost ve vodě indikuje čerstvé fekální znečištění a vede k vyloučení vody pro použití jakožto pitné vody [6]. *Escherichia coli* způsobuje u člověka zánětlivé a průjmové onemocnění.

Nejvyšší mezní hodnota pro tento ukazatel je 0 KTJ / 100 ml [5].

Po překročení nejvyšší mezní hodnoty pro *Escherichia coli* má křivka klesající charakter, jak je patrné v grafu č. 2. V roce 2001 bylo nejvyšší překročení NMH, a to v 3,2% případů. Hodnoty v grafu jsou od roku 2001, jelikož v dřívější době nebyla hodnota ukazatele *E.coli* sledována.

Graf 2: Překročení NMH *Escherichia coli*

3.2 Chemické a fyzikální ukazatele

Akutní otravy chemickými látkami z pitné vody jsou velmi vzácné. Mnohem závažnější je dlouhodobé, nepříznivé působení chemickými látkami, které mohou být ve vodě přítomny i ve velmi nízkých koncentracích. Závažné je působení toxických látek, které se v organismu kumulují, a látek s bezprahovým a pozdním účinkem. Tyto toxické látky mohou mít mutagenní, teratogenní, karcinogenní nebo alergenní účinky [3,4, 6].

3.2.1 Dusičnany

Dusičnany se nejčastěji vyskytují v podzemních vodách, ale nalzáme je ve všech typech vod. Zdrojem dusičnanů mohou být atmosférické srážky, ale především nadměrné používání dusíkatých hnojiv.

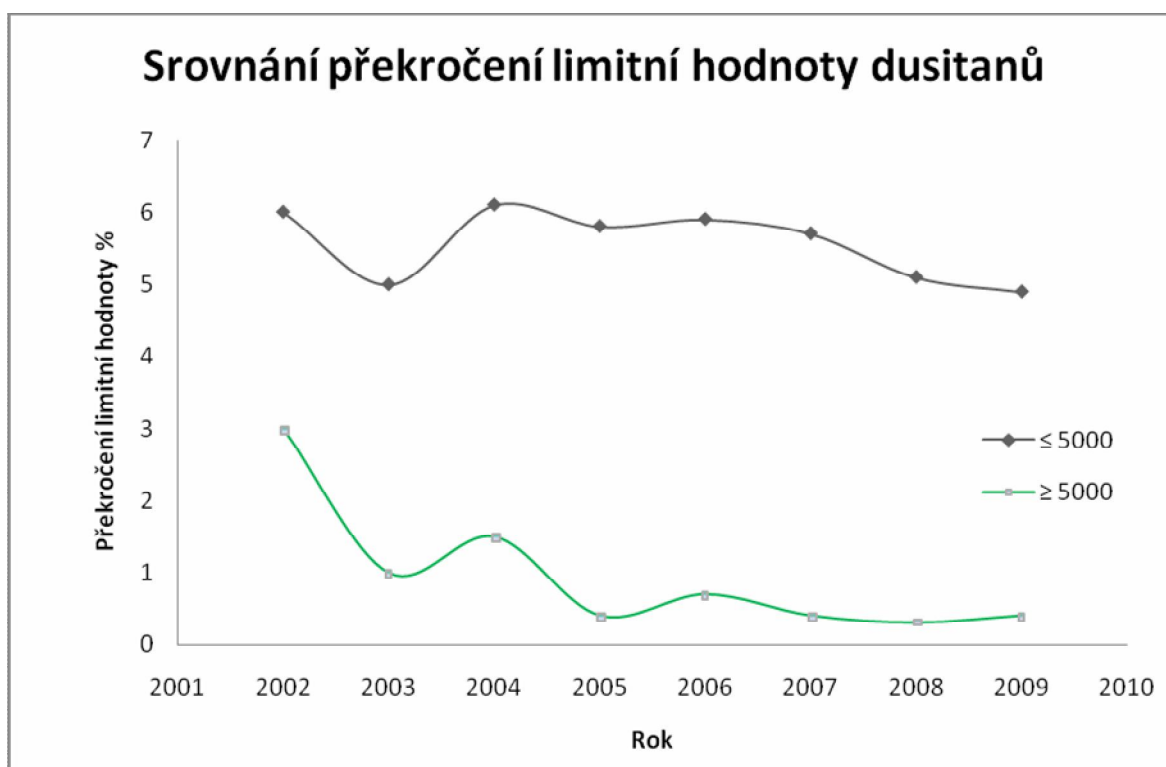
Pro člověka jsou málo škodlivé, protože jsou poměrně rychle vylučovány. Závadnost dusičnanů spočívá v jejich redukci na dusitany. K redukci dochází především v zažívacím traktu a vzniklé dusitany reagují s hemoglobinem na methemoglobin, který nemá schopnost přenášet kyslík. Největším rizikem je to pro novorozence, kdy bez včasného zásahu lékaře hrozí udušení, podobně jako při otravě oxidem uhelnatým. Nebezpečnost dusičnanů

spočívá také v tom, že po transformaci na dusitany mohou podporovat v těle člověka vznik karcinogenních nitrosoaminů [3, 4, 8].

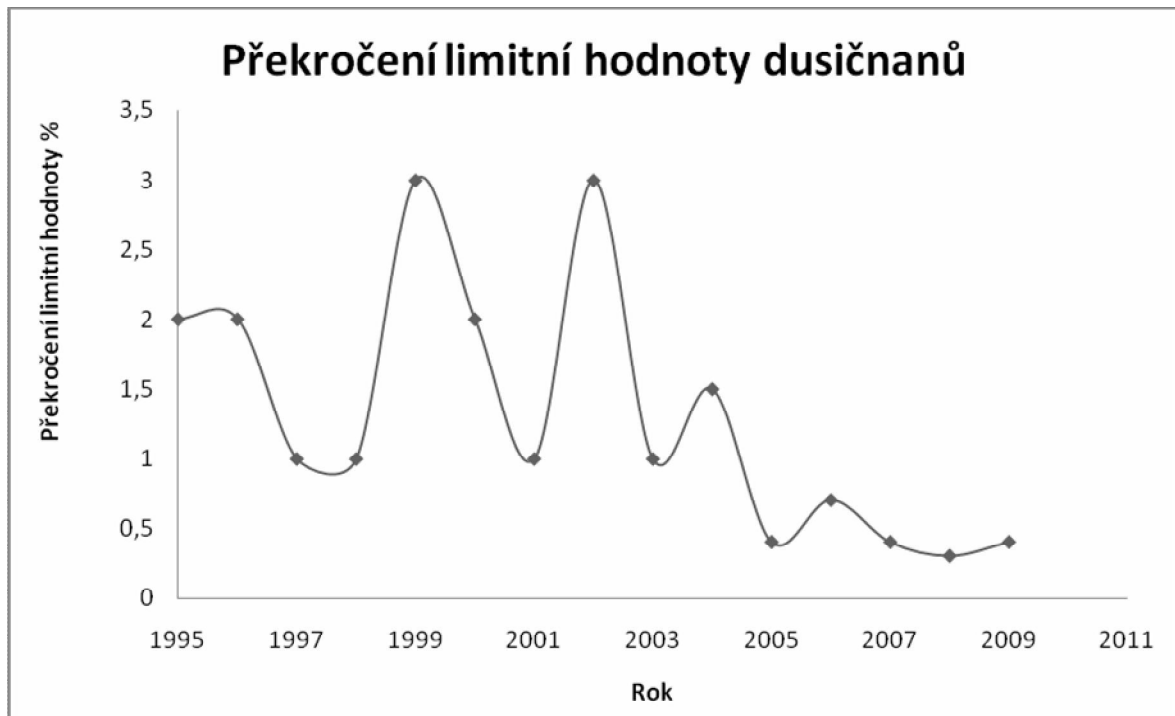
Nejvyšší mezní hodnota je 50 mg/l. Musí však být dodržena podmínka, aby součet poměrů zjištěného obsahu dusičnanů v mg/l děleného 50 a zjištěného obsahu dusitanů v mg/l děleného 3 byl menší nebo rovný 1. Součet poměrů odpovídá svým významem nejvyšší mezní hodnotě. Obsah dusitanů v pitné vodě na výstupu z úpravní musí být nižší než 0,1 mg/l [5].

Nejvyšší mezní hodnota pro dusičnany v České republice je velmi často překračována. V Graf 3 můžeme vidět srovnání zásobovaných oblastí do pěti tisíc obyvatel a nad pět tisíc obyvatel. Z tohoto grafu je patrné, že více jsou překračovány NMH v oblastech zásobovaných pitnou vodou do pěti tisíc obyvatel. Nejvyšší překročení NMH bylo v roce 2004 a to až v šesti procentech případů. Z Graf 4 je patrný kolísavý charakter NMH pro dusičnany, ale od roku 2006 četnost překročení klesá. Největší překročení bylo pozorováno v letech 2002 a 1999 a to až ve třech procentech případů.

Graf 3: Překročení limitní hodnoty dusičnanů v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel



Graf 4: Překročení NMH dusičnanů



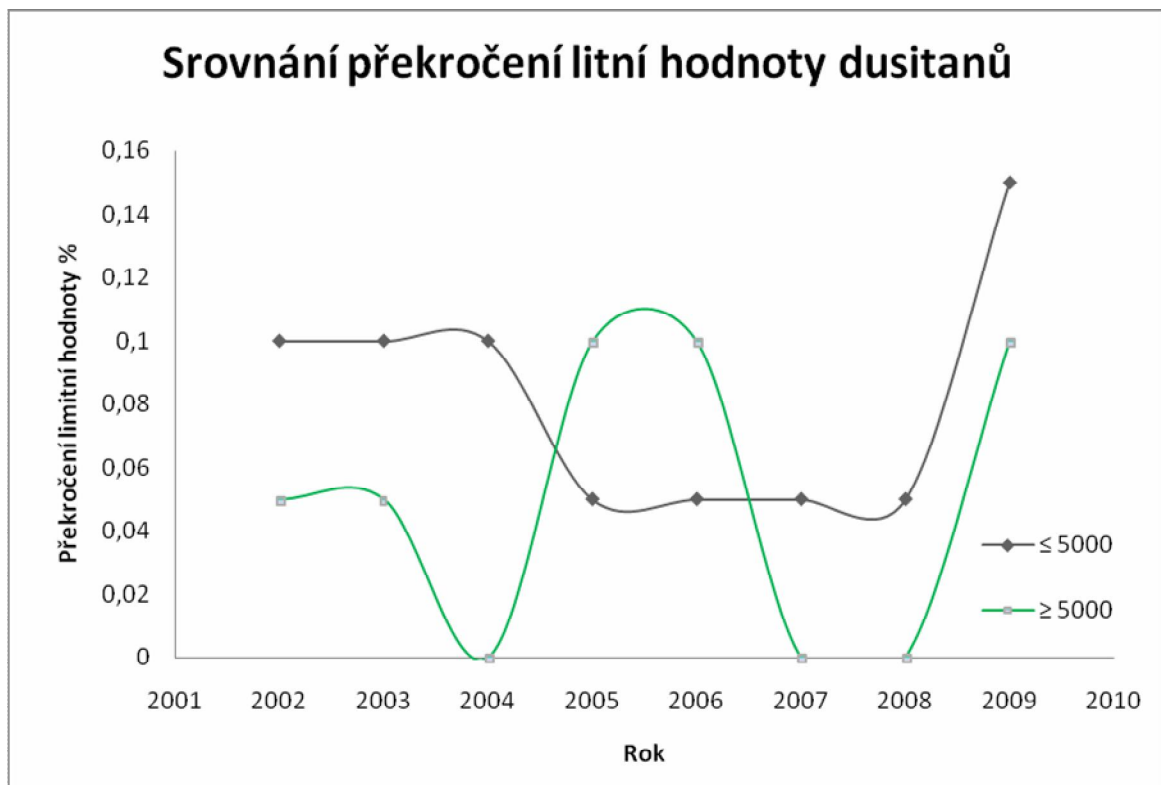
3.2.2 Dusitany

Jedním ze zdrojů dusitanů jsou atmosférické vody. Dalším ze zdrojů jsou průmyslové odpadní vody z výroby barviv nebo ze strojírenských závodů. Dusitany vznikají biochemickou oxidací amoniakálního dusíku, zároveň mohou vznikat biochemickou redukcí dusičnanů. Dusitany jsou toxické převážně pro ryby a vodní organismy [3, 8].

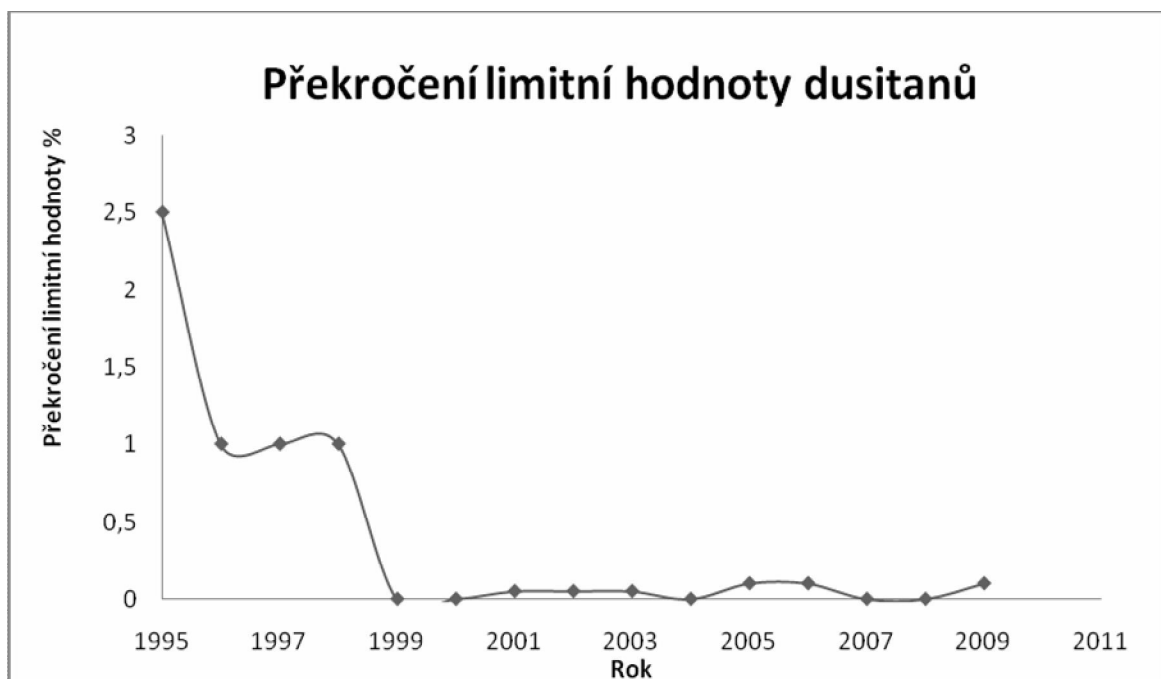
Nejvyšší mezní hodnotou je 0,50 mg/l, i v tomto případě musí být dodržena stejná podmínka jako u dusičnanů (viz. 3.2.1 Dusičnany) [5].

Na Graf 5: Překročení limitní hodnoty dusitanů v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel vidíme srovnání překročení NMH dusitanů, kde jsou hodnoty rozděleny pro zásobovanou oblast s méně než pěti tisíci obyvateli a zásobovanou oblast s více než pěti tisíci obyvateli. Z grafu je patrné, že ve větších oblastech je překračování NMH méně četné. Toto srovnání je k dispozici až od roku 2002. V předchozích letech se toto rozdělení neuvádělo. Na druhém grafu (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) je uvedeno překročení NMH dusitanů od roku 1995 až do roku 2009. Křivka na obrázku má klesající charakter, tudíž je patrné, že v roce 1995 bylo překročení NMH nejčetnější a to ve dvou a půl procentech případů.

Graf 5: Překročení limitní hodnoty dusitanů v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel



Graf 6: Překročení limitní hodnoty u dusitanů v průběhu 16let



3.2.3 Rtuť

Rtuť je jedna z nejdůležitějších kontaminantů životního prostředí. Patří mezi nejvýznamnější průmyslové jedy. Do životního prostředí se dostává při spalování fosilních paliv

a při zpracování rud. Vyskytuje se v odpadních vodách ze zemědělství, kde se arylmerkurislučeniny používají k moření osiv. Dále se také vyskytuje v odpadních vodách z elektrochemických procesů, chemických laboratořích, z katalytických procesů při výrobě plastů.

Ve vodě se rtuť vyskytuje jako kovová Hg^0 , ve formě anorganických iontů Hg_2^{2+} , Hg^{2+} a ve formě alkylmerkurislučenin RHg^+ a R_2Hg . Ve vodě se nejčastěji vyskytuje methylrtuť a dimethylrtuť [4]. Dimethylrtuť je velmi těžkou látkou a při provzdušnění vody přechází do atmosféry.

Všechny rozpustné sloučeniny rtuti jsou neurotoxické a neurotoxicke [8]. Patří mezi prvky, které nejsou schopny vylučovat organismy. Methylrtuť má významný vliv na činnost mozku.

Rtuť se do lidského organismu dostává dýchacími cestami, zažívacím ústrojím nebo přes kůži. V lidském organismu se může ukládat v pojivové tkáni, ledvinách, játrech, slezině, střevní stěně, v hormonálních žlázách nebo v nervovém systému. Chronická otrava rtutí se projevuje studenými končetinami, vypadáváním vlasů, zažívacími poruchami a různými neurologickými a psychologickými problémy. Může způsobovat chudokrevnost, revmatické choroby nebo také onemocnění ledvin.

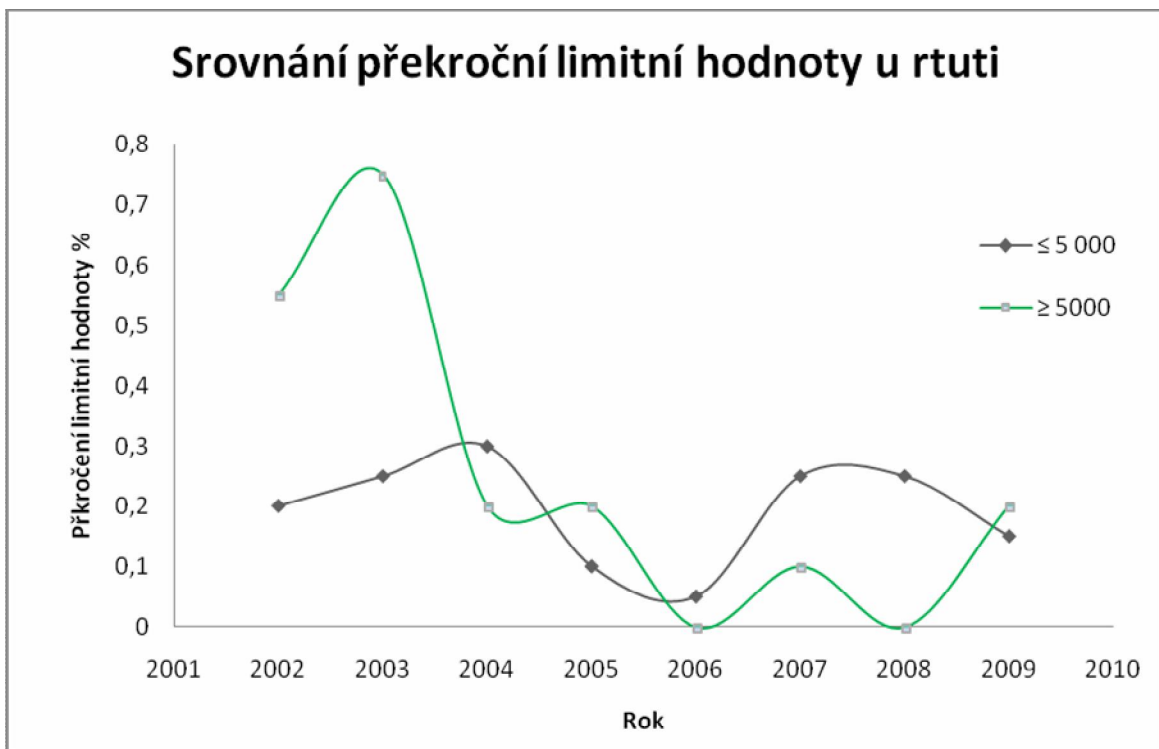
Pro stanovení rtuti se využívá přednostně atomová absorpční spektrometrie. Může být využita i atomová fluorescenční spektrometrie, atomová emisní spektrometrie a hmotnostní spektrometrie. AAS je založena na měření absorpce atomových spekter volnými atomy v plynném stavu. Tato metoda je velmi rychlá, citlivá a dostatečně přesná [9, 10, 11].

Nejvyšší mezní hodnota je $1,0 \mu\text{g/l}$ [5].

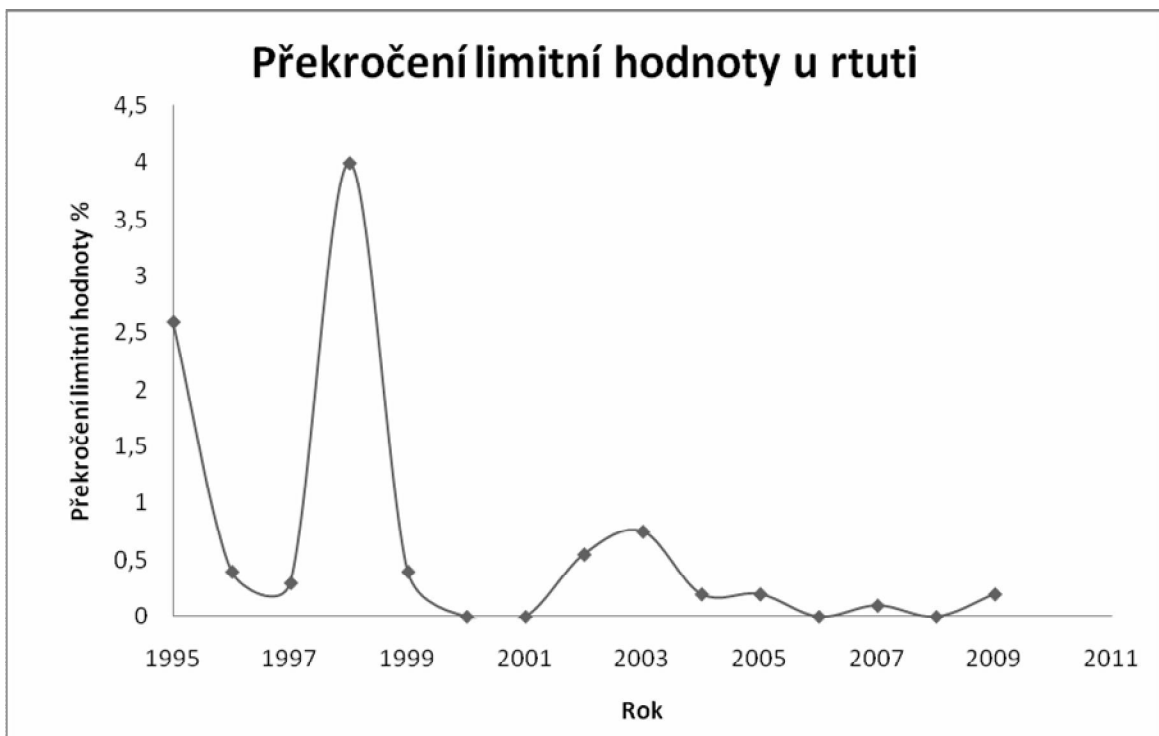
Na grafu č. 7 můžeme vidět srovnání překročení NMH v rtuti, kdy u oblasti nad 5000 obyvatel lze pozorovat náhlé překročení této hodnoty a to v roce 2003. Po roce 2003 pozorujeme zlepšující se stav a to po rok 2006, kdy překročení bylo nulové. Ovšem po tomto roce již opět došlo k vzestupu překročení NMH a stále má stoupající charakter. U oblasti pod 5000 obyvatel lze sledovat kolísající hodnoty a to v rozmezí od 0,25 – 0,15%, i tak se hodnoty stále pohybují v nižších rozmezích než u oblastí nad 5000 obyvatel.

V grafu č. 8 můžeme vidět markantní překročení NMH a to v letech 1995 a 1998.

Graf 7: Překročení limitní hodnoty rtuti v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.



Graf 8: Překročení NMH rtuti



3.2.4 Kadmium

Kadmium patří mezi těžké kovy s nízkou teplotou tání. Vyskytuje se spolu se zinkem a olovem v rudách obsahující sulfidy těchto kovů.

Kadmium je používáno především v automobilovém průmyslu při výrobě plechů, pro svou schopnost chránit železo před korozi. Využívá se jako součást elektrod v alkalických akumulátorech. Dále se také přidává se jako stabilizátor plastů. Sulfid kademnatý je součástí barevných pigmentů přidávaných do plastů a barviv.

Kadmium se do životního prostředí dostává především jeho rostoucím používáním v průmyslu. Na tomto procesu se podílejí především slévárny kovů, výroba akumulátorů a plastů a průmysl barviv. Důležitým zdrojem znečištění životního prostředí kadmiiem je spalování pohonných hmot a olejů. Také používání pesticidů a hnojení fosfátovými hnojivy kontaminovanými kadmiiem má velký podíl na kontaminaci životního prostředí.

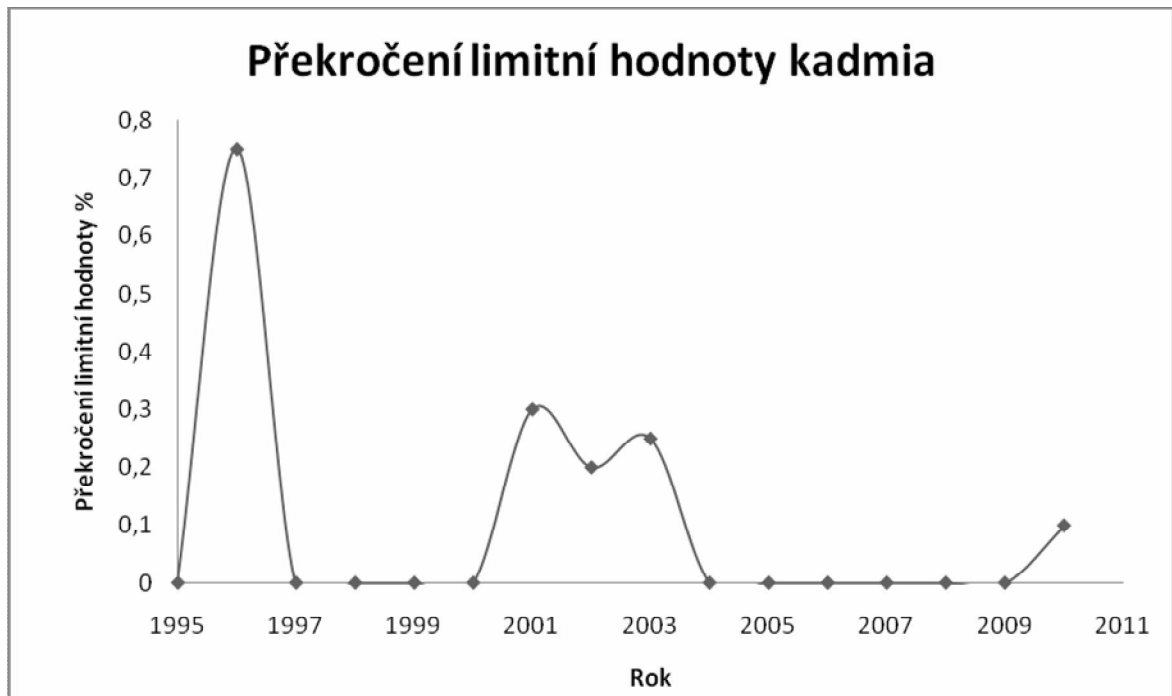
Zdrojem kadmia ve vodách jsou odpadní vody z galvanického pokovování a z výroby baterií. Další cestu kadmia do vod tvoří atmosférická depozice a splach z půd. Mezi nejvýznamnější zdroje kadmia v přírodě patří výbuchy podmořských sopek.

Kadmium je velmi toxický prvek poškozující ledviny. Může způsobovat rakovinu prostaty a plic. Je teratogenní. Dále může způsobit také poškození kostí, jater a plic. Chronické expozice mohou způsobovat poškození imunitního systému a srdce [9, 10, 12].

Nejvyšší mezní hodnota pro tento ukazatel je 5,0 µg/l [5].

V České republice nebyly hodnoty kadmia překračovány v takové četnosti jako u ostatních ukazatelů. Nejvyšší překročení je zaznamenáno v roce 1996 a to v 0,75% případech (Graf 9).

Graf 9: Překročení NMH kadmia



3.2.5 Olovo

Olovo patří stejně jako kadmium mezi těžké kovy s nízkou teplotou tání, je dobře kujný a odolný vůči korozi. Rovněž se vyskytuje v rudách obsahující sulfidy tohoto prvku. Nejčastěji se vyskytující olověná ruda je sulfid olovnatý. V zemské kůře je zastoupen poměrně řídko, jeho obsah činí průměrně 12 - 16 ppm.

Olovo je používáno především při výrobě elektrických akumulátorů. Dříve bylo používáno ke konstrukci vodovodních rozvodů, pro svou odolnost vůči korozi vodou. Olovo se také využívá při výrobě střeliva, díky své vysoké specifické hmotnosti, která zajišťuje olověné střele vysokou průraznost. Olovo se také pro svou odolnost vůči kyselině sírové používá na její uchovávání ve velkoobjemových nádržích, kdy jsou vrstvou olova pokryty vnitřní stěny nádrže. Dále se olovo také používá při výrobě dekorativních skleněných předmětů. Přídavkem olova do skla se zvyšuje index lomu.

Olovo poškozují nervový systém, kumuluje se v životním prostředí, má vysoce toxický akutní i chronický vliv na veškeré rostliny, živočichy a mikroorganismy. Do lidského organismu se dostává buď plicní inhalací, nebo příjmem potravy. V lidském těle se hromadí v kostech. Poškozuje ledviny, játra, cévy, svalstvo a centrální nervový systém [9, 10, 12].

Nejvyšší mezní hodnota pro tento ukazatel je 10 µg/l [5].

Hodnoty překročení NMH olova v letech 1995 – 2009 se pohybovaly v rozmezí 0 – 0,7%. Kdy nejvyšší překročení bylo v letech 1998 a 1997. Překročení bylo zaznamenáno v již zmíněných 0,7% případech, jak je patrné z Graf 10.

Graf 10: Překročení NMH olova



3.2.6 Pesticidy

Ve vodách jsou pesticidy zastoupeny řadou látek. Toto zastoupení činí něco kolem 200 látek, jejichž používání bylo u nás povoleno. Pesticidy na bázi chlorovaných uhlovdíků, např. DDT, bylo v České republice zakázáno. Přes tuto skutečnost se stále vyskytují v životním prostředí, i když výskyt má klesající tendenci. I přesto, jsou nadále sledovány hygienickými službami, vzhledem ke své toxicitě.

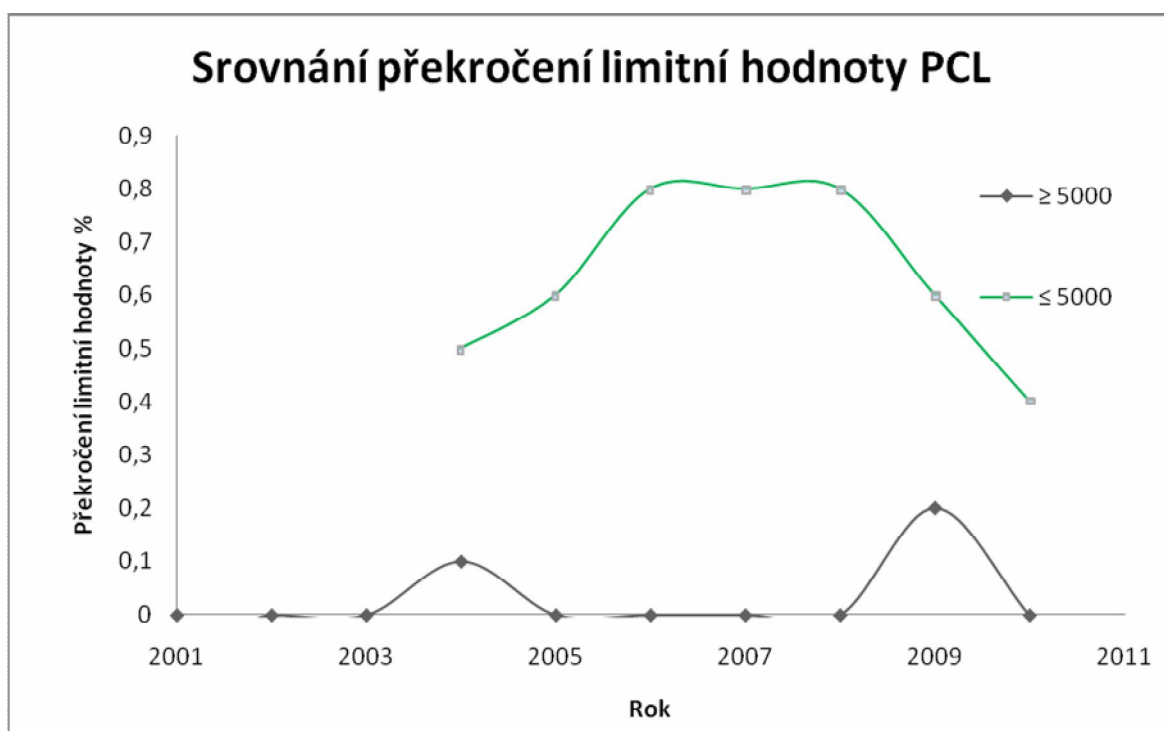
Pesticidy rozdělujeme podle účelu, ke kterému se používají:

- Fungicidy – což jsou přípravky proti chorobám způsobenými houbami.
- Zoocidy – jsou přípravky používané proti hmyzu, hlodavcům, atd.
- Herbicidy – přípravky proti plevelům

Herbicidy nejvíce zatěžují vodní ekosystémy. Jedním ze zástupců této skupiny jsou PCB. Stálost pesticidů je základním kritériem, které rozhoduje o možných nežádoucích účincích. Chlorované insekticidy mají dobu rozpadu až několik desítek let [3, 4, 9, 13, 14].

Monitorování PCL začalo v roce 2001. Zpracování dat probíhá ve dvou krocích. V prvním kroku se vzorky testují na přítomnost součtového ukazatele a poté na přítomnost dílčích ukazatelů. Z Graf 11 jsou patrné nízké hodnoty překročení limitní hodnoty PCL v letech 2001 – 2010. Kromě roku 2004 a 2009, jsou hodnoty nulové. V těchto zmíněných letech je nalezeno překročení limitní hodnoty a to v 0,1 a 0,2% . V oblastech pro méně než pět tisíc obyvatel, je překročení limitní hodnoty četnější a zjištěné procento překročení je vyšší, jak můžeme vidět na uvedeném grafu.

Graf 11: Překročení limitní hodnoty PCL v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.



3.2.6.1 Polychlorované bifenyly (PCB)

PCB je skupina látek, která zahrnuje 209 sloučenin, tzv. kongenerů. Kongenery se liší fyzikálními i chemickými vlastnostmi. Rozdíl spočívá ve stupni chlorace a umístění atomu chloru na aromatických jádrech. Kumulují se v potravních řetězcích živočichů. Nejvíce ohroženy jsou právě vodní ekosystémy. Což je způsobeno převážně používáním PCB v zemědělství a průsaky ze skládek a úniky ze zařízení používající PCB. Ve vodě se kumulují v sedimentech a organické hmotě. Ve vodě je menší koncentrace těchto látek jak v sedimentech.

PCB se používali v minulosti jako přenašeče tepla, pro zařízení vyžadující ohřev na vysoké teploty. Jejich použití bylo i v kondenzátorech jako chladicí olej. Používali se

v plastikařské výrobě jako přísady do nátěrových hmot a barev. Hojné využití našlo i v zemědělství, jako prostředek na ochranu rostlin. V současné době se PCB nevyrábějí a jejich používání je regulováno. Jejich emise pochází z používání výrobků a z odpadů obsahující PCB.

Největším problémem, které PCB způsobují je jejich zneškodňování. Jsou mimořádně chemicky a biochemicky stabilní, zejména sloučeniny s více než pěti atomy chloru v molekule. Při spalování PCB při teplotách kolem 1200°C vznikají polychlorované dibenzodioxiny a polychlorované dibenzofurany, které jsou mnohem toxičtější než zneškodňovaná látka. Proto se při likvidaci těchto látek musí používat speciální technologické postupy.

PCB vstupují do těla cestou inhalace, nebo orálně, především kontaminovanou potravou. Koncentrují se v játrech a tukových tkáních. Expozice PCB ovlivňuje řadu orgánů v lidském těle, např. imunitní systém, mozek, srdce, reprodukční systém, štítnou žlázu, ledviny nebo játra. Tyto látky jsou podezřelé z karcinogenity [3, 4, 9].

Nejvyšší mezní hodnota je 0,05µg/l[5].

PCB byly přímo monitorovány v letech 1995 – 2000. V těchto letech bylo zaznamenáno překročení limitní hodnoty pouze v roce 2000 a to v 1,2% případů. V předchozích letech je uváděno překročení v žádném procentu případů. To je způsobeno nízkým počtem stanovení PCB vůči celkovému počtu odebraných dat. Později už PCB sledovány nebyly, ale bylo sledováno celkové množství pesticidních látek.

3.2.7 Vápník a hořčík

Zdrojem vápníku a hořčíku je zemská kůra, ve které jsou obsaženy. Dalšími zdroji jsou průmyslové odpadní vody nebo odkyselování podzemních vod hydroxidem vápenatým. Sumu vápníku a hořčíku označujeme jako tvrdost vody. Suma vápníku a hořčíku je v pitné vodě žádoucí. Vápník a hořčík nejsou pro člověka toxické. Nedostatek hořčíku u člověka může podporovat vznik srdečních arytmií. Pokud je v pitné vodě obsažen v dostatečném množství, může snižovat úmrtnost způsobenou infarktem myokardu. Vápník je důležitý pro vývoj kostí a ovlivňuje srážlivost krve. Tvrdost vody můžeme rozdělit do několika skupin vymezující stupně tvrdosti na velmi tvrdou, tvrdou, středně tvrdou, měkkou a velmi měkkou vodu (viz Tabulka 1). Tvrdost vody je závislá na charakteru půdy,

kteřou protéká. Při protékání vápenaté půdy, se jedná o vodu tvrdou. Naopak měkká voda se vyskytuje při protékání půdy písčité a žulové [3, 15].

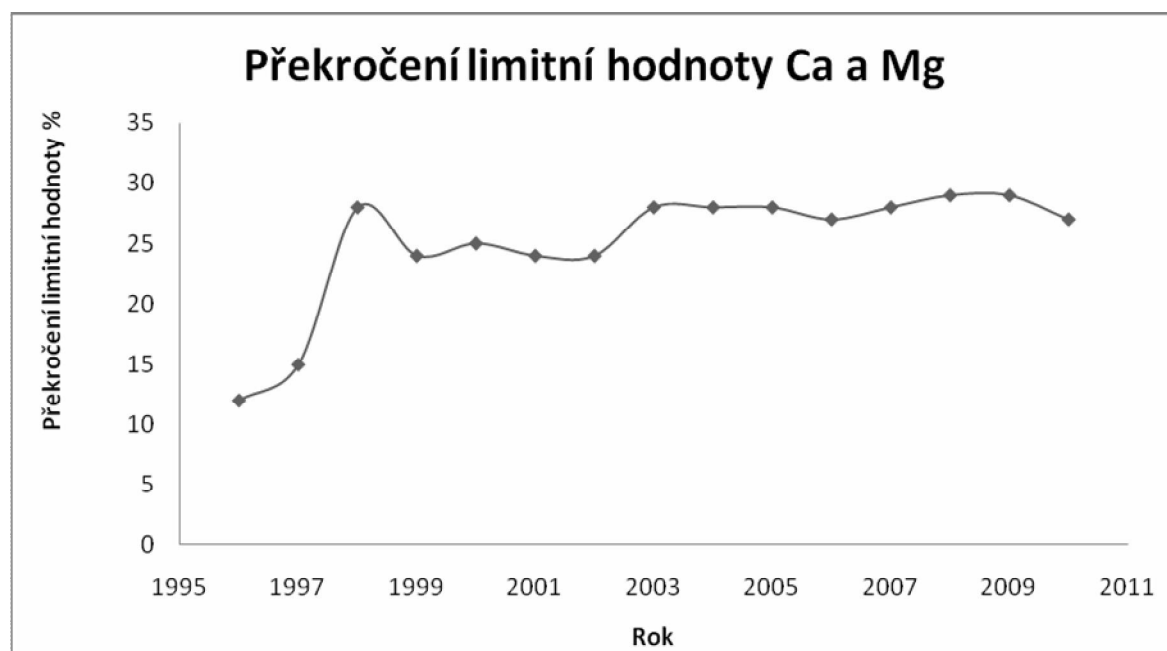
Tabulka 1: Stupně tvrdosti vody podle obsahu vápníku a hořčíku [3].

Pitná voda	mmol/l
Velmi tvrdá	> 3,76
Tvrdá	2,51–3,75
Středně tvrdá	1,26–2,5
Měkká	0,7–1,25
Velmi měkká	< 0,5

Doporučená hodnota je 2 – 3,5 mmol/l [5].

Z Graf 12 je patrné značné nedodržení DH pro sumu vápníku a hořčíku v pitné vodě. DH byla v uplynulých letech překračována v průměru ve dvaceti pěti procentech z celkového počtu odebraných dat. Tato skutečnost, však nemusí být znepokojující, protože přítomnost vápníku a hořčíku v pitné vodě je žádoucí, jak uvádím výše.

Graf 12: Překročení limitní hodnoty pro sumu vápníku a hořčíku



3.2.8 Železo

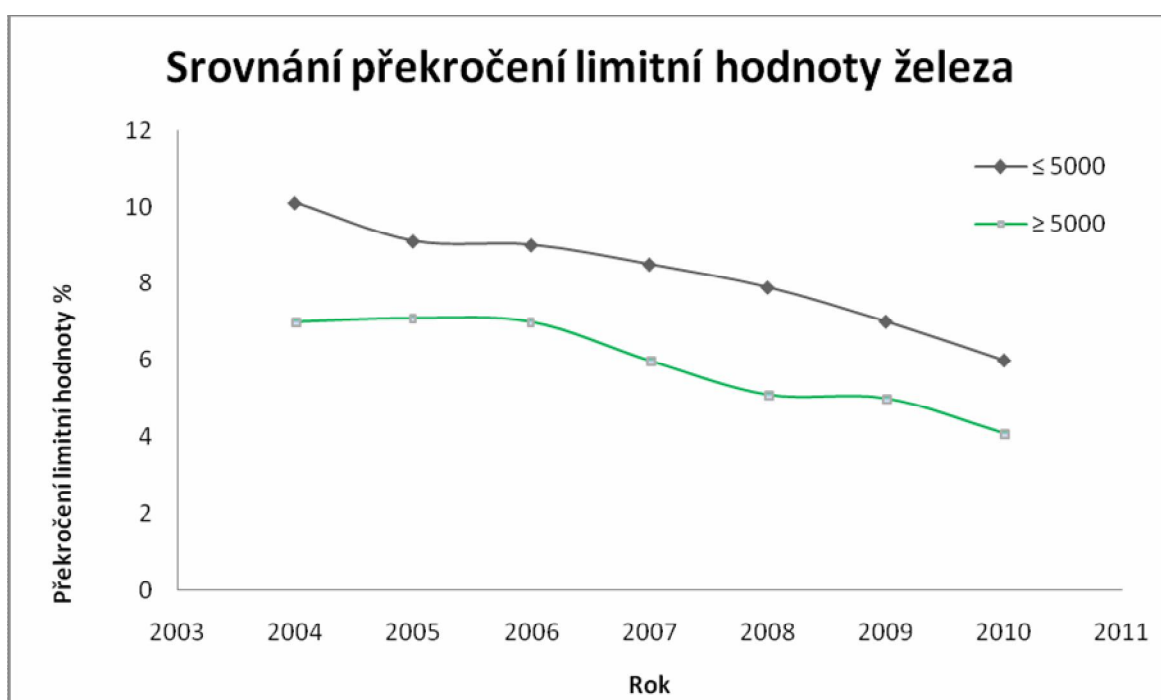
Železo je biogenním prvek což znamená že, je důležitý pro život. Železo se v přírodě vyskytuje ve formě rud, kterými jsou pyrit nebo magnetovec. K uvolňování železa do vod napomáhá CO_2 a přítomnost huminových látek. Antropogenním zdrojem železa jsou průmyslové odpadní vody z mořírén, válcoven nebo drátoven.

Železo je z hygienického hlediska pro člověka nezávadné. Jeho přítomnost ve vodě způsobuje potíže spíše technického rázu, kdy materiály kterými prochází, barví žlutě až hnědě. Železo ovlivňuje organoleptické vlastnosti pitné vody. Při koncentraci železa v pitné vodě kolem 0,5 mg/l může dojít k rozvoji železitých bakterií, které mohou způsobovat ucpaní vodovodního potrubí. Při odumírání železitých bakterií voda zapáchá [3, 10, 12].

Mezní hodnota tohoto ukazatele je 0,20 mg/l [5].

V případě železa je hodnota překročení MH velmi vysoká, ve srovnání s ostatními ukazateli. Jak můžeme vidět v Graf 13 v zásobovaných oblastech do pěti tisíc obyvatel je hodnota překračování MH vyšší než v oblastech s více jak pěti tisíci obyvateli. V Graf 14 můžeme pozorovat vývoj překročení NM v letech 1995 – 2010. V letech 1995 – 2000 byly hodnoty překročení relativně nízké, poté v roce 2001 se rapidně zvýšili a od tohoto roku mají klesající charakter.

Graf 13: Překročení limitní hodnoty železa v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.



Graf 14: Překročení limitní hodnoty pro železo



3.2.9 Mangan

Mangan je nezbytným prvkem pro chod biologických funkcí v lidském těle (ovlivňuje např. krvetvorbu). V přírodě se vyskytuje v manganových rudách a obvykle doprovází železné rudy. Do vod se dostává z půd, sedimentů nebo odumřelých částí rostlin. Antropogenním zdrojem tohoto prvku mohou být odpadní vody ze zpracování rud nebo chemického průmyslu. Mangan doprovází železo ve vodách a obvykle je v nižším zastoupení než železo.

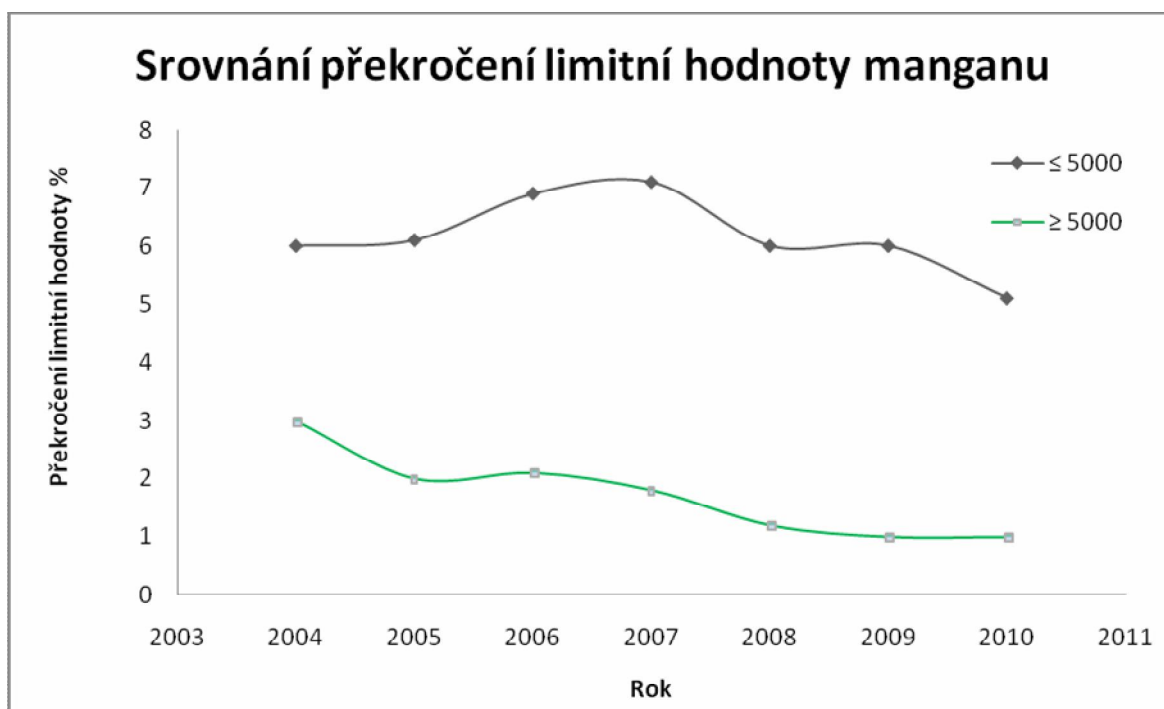
Stejně jako železo i mangan významně ovlivňuje organoleptické vlastnosti pitné vody. Převážně ovlivňuje chuť a barvu pitné vody. Mangan může také zapříčinit rozvoj manganových bakterií, které mohou způsobovat zarůstání vodovodního potrubí. V této skutečnosti je mnohem škodlivější než železo [3, 10, 12, 16].

Mezní hodnota tohoto ukazatele je 0,050 mg/l [5].

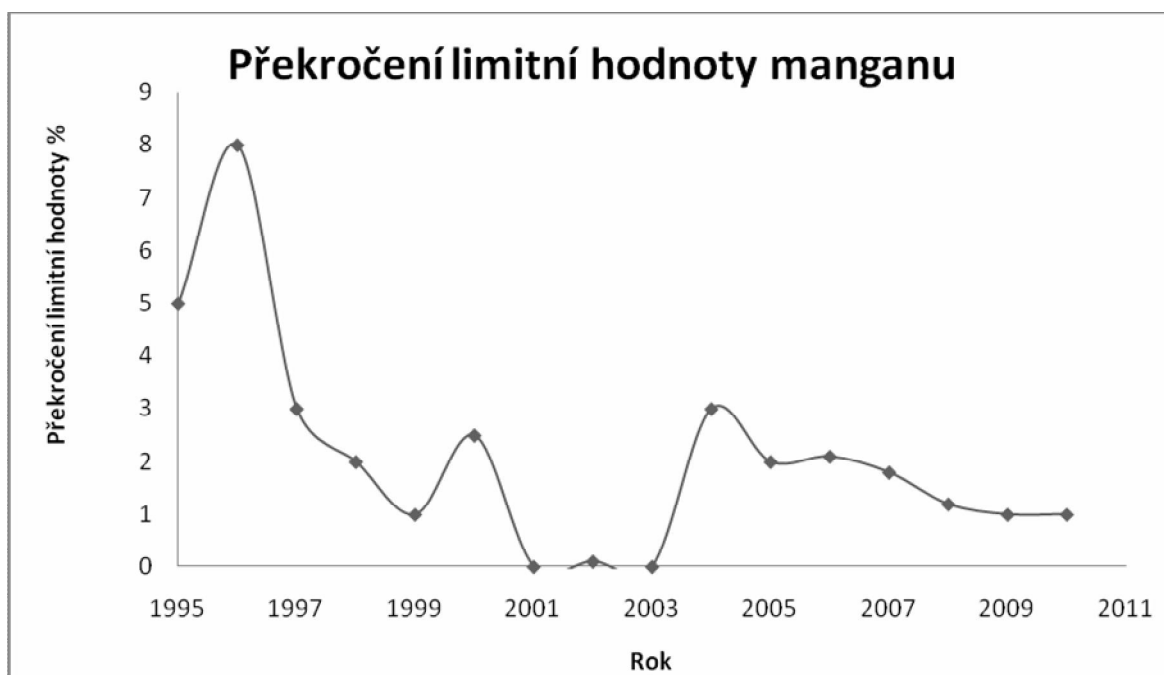
V Graf 15 můžeme vidět porovnání, překročení limitní hodnoty manganu v oblastech s méně jak pěti tisíci obyvateli a oblastech s více jak pěti tisíci obyvateli. V tomto grafu je patrný markantní rozdíl v hodnotách pro tyto dvě zásobované oblasti. I přesto, má překročení limitní hodnoty klesající charakter v obou oblastech. Značné klesání překročení limitní hodnoty tohoto ukazatele můžeme vidět na Graf 16. Kdy v letech 1996 – 1999 překročení limitní hodnoty manganu klesalo. Následně se v roce 2000 mírně

zvedlo, od roku 2001 do roku 2003 MH tohoto ukazatele nebyla překročena. Od roku 2005 má překročení této hodnoty opět klesající charakter.

Graf 15: Překročení limitní hodnoty manganu v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.



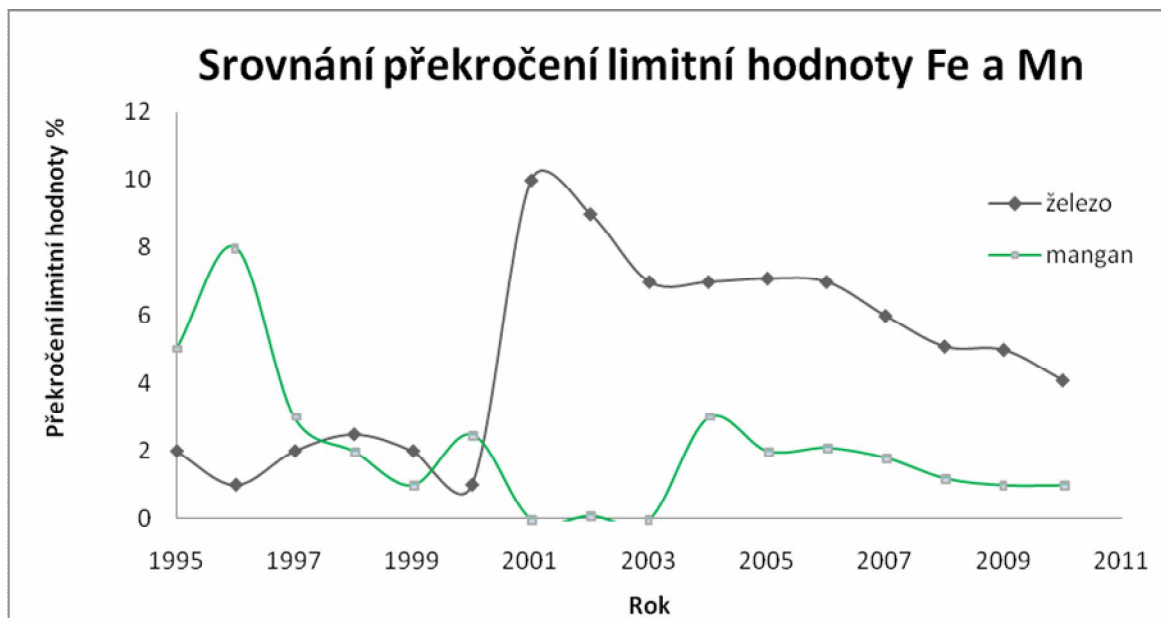
Graf 16: překročení limitní hodnoty



Jak jsem již zmínila výše, mangan ve vodách doprovází železo a bývá v menším zastoupení. O tom, se můžeme přesvědčit i v Graf 17. V případě pitné vody v České republi-

ce v letech 1995 – 2010, tomu tak převážně bylo. Výjimku tvoří roky: 1995, 1996, 1997 a 2000, jak je patrné z uvedeného grafu.

Graf 17: Srovnání překročení limitní hodnoty pro železo a mangan



3.3 Organoleptické ukazatele pitné vody

Tyto ukazatele můžeme zjistit lidskými smysly, mezi něž se řadí: teplota, barva, zákal, průhlednost, pach a chuť. Organoleptické závady mohou být prvotním ukazatelem možného ohrožení zdravotní nezávadnosti pitné vody.

3.3.1 Barva

Barva vody může být ovlivněna přítomností huminových látek, jílu nebo planktonem. Může být ukazatelem přítomnosti znečištění, které může být způsobeno barevnými průmyslovými odpadními vodami. Barva pitné vody může být také ovlivněna závadami v procesu úpravy vody na pitnou, kdy je znečištěna železem. Dále mohou barvu ovlivňovat nerozpuštěné látky, v důsledku splachu materiálu při silných deštích. Chemicky čistá voda je vnímána jako modrá. Nejjednodušším stanovením je vizuální ohodnocení, zároveň je i možné srovnání se standardy, což je škála různě barevných sklíček. Výsledek je udáván jako obsah platiny v miligramech v jednom litru.

Mezní hodnota pro tento ukazatel je 20 mg/ l Pt [5].

3.3.2 Zákal

Zákal vody je definován jako snížená průhlednost vody, která může být zapříčiněna přítomností vyšší koncentrace nerozpuštěných látek, barevných rozpuštěných látek nebo mikroskopických organismů.

Mezní hodnota tohoto ukazatele je 5 ZF (t, n) [5].

3.3.3 Chuť

Další z hodnocených organoleptických vlastností je chuť, která je hodnocena výhradně subjektivně. Podle obsahu látek obsažených ve vodě rozeznáváme různé chutě. Pokud zaznamenáme chuť slanou, je ve vodě přítomen chlorid sodný. U chutí kyselých se jedná o přítomnost kyselin ve vodě. Hořkou chuť zapříčiňují přítomné pryskyřice, třísloviny a hořčík. Poslední z chutí je sladká, která je zapříčiněna přítomností sacharidů [3].

Mezní hodnota je hodnota přijatelná pro odběratele [5].

3.3.4 Pach

Pach vody může být zapříčiněn rozkládajícími se organickými látkami přírodního původu. Pro pitnou vodu se doporučuje teplota 8-12°C, protože při vyšších teplotách se může urychlit růst ve vodě přítomných mikroorganismů a způsobit pachové nebo chuťové závady. Hodnocení pachu se stejně jako u chuti stanovuje výhradně subjektivně [3].

Mezní hodnota je hodnota přijatelná pro odběratele[5].

4 PŘENOS EPIDEMIÍ PITNOU VODOU

Biologické znečištění vody může způsobovat epidemie přenášené vodou. Monitoring pitné vody přejímá data z epidemiologického systému.

V letech 1995 – 2005 bylo v České republice evidováno 27 epidemií s celkovým počtem 1489 hlášených onemocnění. V tomto období nebylo zaznamenáno žádné úmrtí spojené s přenosem epidemií ve vodě. Počet hospitalizovaných obyvatel činil 338, což činilo 22,7% z celkového počtu hlášených onemocnění. Rozdělení zdrojů vody, které byly příčinou onemocnění, můžeme vidět v salmonelóza a v 998 případech se jednalo akutní gastroenteritis.

Tabulka 2. Nejvíce z těchto epidemií, bylo zaznamenáno v roce 1997. Velký počet epidemií v tomto roce byl způsoben záplavami, které postihly Českou republiku. V 263 případech onemocnění se jednalo o přenos hepatitidy A, v 67 případech onemocnění se jednalo o bacilární úplavici, v 18 případech byla přenášenou nemocí salmonelóza a v 998 případech se jednalo akutní gastroenteritis.

Tabulka 2: Rozdělení zdrojů vody pro přenos epidemií

Zdroj vody	Počet zjištěných zdrojů
Veřejný vodovod	4
Vnitřní vodovod	4
Komerční studna	10
Domovní studna	9

Identifikace epidemie z vody bývá velmi obtížná, nejsnazší identifikací, je oblast s menším počtem obyvatel zásobovaných touto pitnou vodou. Údaje o počtu epidemií vodou přenosných chorob jsou důležitou informací o zdravotním dopadu kvality pitné vody na zdraví obyvatel [17].

ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zabývala studií kvality pitné vody v České republice v letech 1995 – 2010.

Srovnání bylo provedeno u problematických látek, které ovlivňují kvalitu pitné vody. K tomuto srovnání jsem použila limitní hodnoty, které jsem získala ze Statního zdravotnického ústavu. Tento ústav se mimo jiné zabývá zdravotními důsledky a riziky znečištění pitné vody a vede o těchto látkách evidenci.

Zprvu byly hodnoty těchto látek uváděny pro celou Českou republiku, avšak pro vylepšení systému monitoringu se začaly rozlišovat oblasti do a nad 5000 obyvatel.

V každém z uvedených roků, byl počet odebraných vzorků jiný. Každá z hodnot je vypočítána tak, že počet testovaných vzorků tzn. počet získaných dat v daném roce je sto procent a tedy překročení limitní hodnoty se vztahuje k tomuto danému počtu vzorků. Z tohoto usuzuji, že hodnoty vynesené v grafech jsou velmi relativní. Jelikož ve dvou různých letech mohlo být zjištěno překročení limitní hodnoty stejné, ale vzhledem k tomu že počet získaných celkových dat z rozborů byl odlišný, bude odlišná i hodnota těchto let.

Nejvíce překračují hodnoty železa a suma vápníku a hořčíku. Toto překročení nevede k akutnímu zdravotnímu riziku u lidí. Dodržení mezní hodnoty u sumy vápníku a hořčíku v pitné vodě je žádoucí, jelikož nejsou pro člověka toxické.

Z hlediska zdravotního rizika se jako nejproblematictější jeví dusičnany, které se do vodního ekosystému velmi snadno dostávají v zemědělství při používání dusíkatých hnojiv. Stejně tak tomu je i u PCB, avšak překročení těchto hodnot není tak vysoké. To usuzuji vzhledem k tomu, že PCB se kumulují v sedimentech, kde je jejich větší koncentrace.

Zlepšení stavu znečištění vod napomohlo jak snížení spotřeby průmyslových hnojiv v zemědělství a pokles průmyslové výroby, tak i výstavba nových čistíren odpadních vod, které vláda dotuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1.] Voda [online] [cit.2011-05-03] Dostupný z www:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
- [2.] Braniš, M., *Základy ekologie a ochrany životního prostředí* 2.vyd. Praha: Informatorium, 1999. 169 s. ISBN 80-86073-52-1.
- [3.] Popl M., Fährnich J., *Analytická chemie životního prostředí* 4.vyd.Praha: VŠCHT, 1999. 218 s. ISBN 80-7080-336-3
- [4.] Nábělková J., Nekovářová J., *Chemie životního prostředí* 1.vyd. Praha: ČVUT, 2010. 197 s. ISBN978-80-01-04534-3
- [5.] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví číslo 252 z roku 2004
- [6.] Velikovský Z., *Vybraná témata z hygieny životního prostředí* 1.vyd.České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2007, 186 s. ISBN 978-80-7040-945-9
- [7.] Williams DT, LeBel GL, Benoit FM. Disinfection by-products in Canadian drinking water. *Chemosphere* 34, 1997, s.299-316
- [8.] Dusičnany a dusitany [online]. [cit. 2011-01-20] Dostupný z www:
<http://www.vegetarian.cz/ostatni/voda/voda6.html>
- [9.] Informační registr znečišťování [online]. [cit. 2011-08-01] Dostupný z www:
<http://www.irz.cz/node/20#seznam>
- [10.] Křištofová D., *Kovy a životní prostředí* 1vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2005, 66 s. ISBN 80-248-0740-8
- [11.] Horáková M., Lischke P., Pekárková K., Grünwald a., *Metody chemické analýzy vod* 3vyd. Praha: VŠCHT, 1986, 272 s.
- [12.] Kupec J., *Toxikologie*, 1.vyd. Zlín: FT VUT, 1999, 176 s. ISBN80-214-1332-8
- [13.] Pesticidy pomocníci i zabijáci [online]. [cit. 2011-08-02] Dostupný z www:
<http://www.enviweb.cz/clanek/chemlatky/81209/pesticidy-pomocnici-i-zabijaci>
- [14.] Rizikové pesticidy [online]. [cit. 2011-08-02] Dostupný z www:
<http://hnutiduha.cz/nase-prace/zemedelstvi/rizikove-pesticidy/>
- [15.] Tvrdost vody [online]. [cit. 2010-08-02] Dostupný z www:
<http://www.vakkv.cz/html/zakaznikum/tvrdost.html>
- [16.] Mangan [online]. [cit. 2011-08-02] Dostupný z www:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Mangan>

[17.] Zpráva znečištění pitné vody [online]. [cit. 2010-06-02] Dostupný z www:

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/monit/voda_06.pdf

[18.] Escherichia coli [on-line] [cit.2011-06-24] Dostupný z www:

http://cs.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli

[19.] Rtuť v organismu [on-line] [cit.2002-09-25] Dostupný z www:

<http://zdravi.doktorka.cz/jak-naseho-organismu-muze/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

NMH	Nejvyšší mezní hodnota
MH	Mezní hodnota
KTJ	Kolonie tvořící jednotka
AAS	Atomová absorpční spektrometrie
ppm	Je jednotka pro relativní množství. Jedna miliontina, [mg/kg]
Hg ⁰	Rtuť s nulovým nábojem
mg	Miligram
l	Litr
°C	Stupně Celsia
µg	Mikrogram
Pt	Platina
PCL	Celkové množství pesticidních látek
Např.	Například
Tzn.	To znamená.
DH	Doporučená hodnota
CO ₂	Oxid uhličitý
Aj.	A jiné.
J	Joule
kg	Kilogram
K	Kelvin
tj.	To jest
g	Gram
l	Litr
ml	Mililitr

Mg	Hořčík
PCB	Polychlorované bifenyly
Mn	Mangan
Hg	Rtuť
Cu	Meď
Ca	Vápník
Fe	Železo

SEZNAM CIZÍCH SLOV

Anomálie	Odchýlení od obecného pravidla nebo normálního jevu
Teratogenní	Poškozující plod
Expozice	Míra působení látky na živý organismus
Akutní gastroenteritis	Onemocnění známé jako střevní chřipka
Antropogenní	Je to znečištění prostředí ovlivněné člověkem
Markantní	Výrazný, zjevný nebo také nápadný
Karcinogenní	Rakovinotvorný

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Stavba molekuly vody	11
Obr. 2: Vodíková vazba.....	12

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Stupně tvrdosti vody podle obsahu vápníku a hořčíku [3].....	29
Tabulka 2: Rozdělení zdrojů vody pro přenos epidemií	35

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Překročení MH pro Koliformní bakterie	17
Graf 2: Překročení NMH <i>Escherichia coli</i>	18
Graf 3: Překročení limitní hodnoty dusičnanů v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel	19
Graf 4: Překročení NMH dusičnanů.....	20
Graf 5: Překročení limitní hodnoty dusitanů v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.....	21
Graf 6: Překročení limitní hodnoty u dusitanů v průběhu 16let	21
Graf 7: Překročení limitní hodnoty rtuti v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.	23
Graf 8: Překročení NMH rtuti.....	23
Graf 9: Překročení NMH kadmia.....	25
Graf 10: Překročení NMH olova.....	26
Graf 11: Překročení limitní hodnoty PCL v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.	27
Graf 12: Překročení limitní hodnoty pro sumu vápníku a hořčíku	29
Graf 13: Překročení limitní hodnoty železa v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.	30
Graf 14: Překročení limitní hodnoty pro železo.....	31
Graf 15: Překročení limitní hodnoty manganu v oblasti do 5 000 a nad 5 000 obyvatel.	32
Graf 16: překročení limitní hodnoty.....	32
Graf 17: Srovnání překročení limitní hodnoty pro železo a mangan	33

SEZNAM PŘÍLOH

P I: Mikrobiologické a biologické ukazatele pitné vody [5]

P II: Fyzikálně, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody [5]

PŘÍLOHA P I: MIKROBIOLOGICKÉ A BIOLOGICKÉ UKAZATELE PITNÉ VODY

č.	ukazatel	jednotka	limit	typ limitu
1	<i>Clostridium perfringens</i>	KTJ/100 ml	0	MH
2	enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH
		KTJ/250 ml	0	NMH
3	<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100 ml	0	NMH
		KTJ/250 ml	0	NMH
4	koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	MH
5	mikroskopický obraz – abioseston	%	10	MH
6	mikroskopický obraz – počet organismů	jedinci/ml	50	MH
7	mikroskopický obraz – živé organismy	jedinci/ml	0	MH
8	počty kolonií při 22 °C	KTJ/ml	200	MH
		KTJ/ml	500	NMH
9	počty kolonií při 36 °C	KTJ/ml	100	MH
		KTJ/ml	20	NMH
10	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/250 ml	0	NMH

Příloha P II: Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu
11	1,2-dichlorethan		µg/l	3,0	NMH
12	akrylamid		µg/l	0,1	NMH
13	amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	0,50	MH
14	antimon	Sb	µg/l	5,0	NMH
15	arsen	As	µg/l	10	NMH
16	barva		mg/l Pt	20	MH
17	benzen		µg/l	1,0	NMH
18	benzo[a]pyren	BaP	µg/l	0,010	NMH
19	beryllium	Be	µg/l	2,0	NMH
20	bor	B	mg/l	1,0	NMH
21	bromičnany	BrO ₃ ⁻	µg/l	10	NMH
22	celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	MH
23	dusičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	50	NMH
24	dusitany	NO ₂ ⁻	mg/l	0,50	NMH
25	epichlorhydrin		µg/l	0,10	NMH
26	fluoridy	F ⁻	mg/l	1,5	NMH
27	hliník	Al	mg/l	0,20	MH
28	hořčík	Mg	mg/l	10	MH
				20 – 30	DH
29	chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	CHSK-Mn	mg/l	3,0	MH
30	chlor volný		mg/l	0,30	MH
31	chlorethen (vinylchlorid)		µg/l	0,50	NMH
32	chloridy	Cl ⁻	mg/l	100	MH
33	chloritany	ClO ₂ ⁻	µg/l	200	MH
34	chrom	Cr	µg/l	50	NMH
35	chuť			přijatelná pro odběratele	MH
36	kadmium	Cd	µg/l	5,0	NMH
37	konduktivita	κ	mS/m	125	MH
38	kyanidy celkové	CN ⁻	mg/l	0,050	NMH

39	mangan	Mn	mg/l	0,050	MH
40	měď	Cu	μg/l	1000	NMH
41	microcystin-LR		μg/l	1	NMH
42	nikl	Ni	μg/l	20	NMH
43	olovo	Pb	μg/l	10	NMH
44	ozon	O ₃	μg/l	50	MH
45	pach			příjemný pro odběratele	MH
46	pesticidní látky		μg/l	0,10	NMH
47	pesticidní látky celkem		μg/l	0,50	NMH
48	pH	pH		6,5 - 9,5	MH
49	polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU	μg/l	0,10	NMH
50	rtuť	Hg	μg/l	1,0	NMH
51	selen	Se	μg/l	10	NMH
52	sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	250	MH
53	sodík	Na	mg/l	200	MH
54	stříbro	Ag	μg/l	50	NMH
55	tetrachlorethen	PCE	μg/l	10	NMH
56	trihalomethany	THM	μg/l	100	NMH
57	trichlorethen	TCE	μg/l	10	NMH
58	trichlormethan (chloroform)		μg/l	30	MH
59	vápník	Ca	mg/l	30	MH
				40 - 80	DH
60	vápník a hořčík	Ca + Mg	mmol/l	2 - 3,5	DH
61	zákal		ZF(t,n)	5	MH
62	železo	Fe	mg/l	0,20	MH