

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Ústav obecné hygieny



Eliška Melzerová

Zdravotní rizika při provozování úpraven pitných vod

*Health risks relating to operation of water treatment
plant*

Bakalářská práce

Praha, květen 2012

Autor práce: Eliška Melzerová

Studijní program: Veřejné zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **MUDr. František Kožíšek, CSc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Ústav obecné hygieny 3. LF**

Předpokládaný termín obhajoby: 13. 6. 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3. LF UK jsou totožné.

V Praze dne: 15.5 2012

Eliška Melzerová

.....

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu MUDr. Františku Kožíškovi, CSc. za pomoc a připomínky, které mi pomohly při psaní této práce. V neposlední řadě také děkuji všem odborníkům dané problematiky, kteří mi poskytli potřebné informace a rady a dále své rodině a přátelům za jejich podporu.

Obsah

1	ÚVOD	7
2	VODNÍ ZDROJE	9
2.1	PODZEMNÍ VODY	9
2.2	POVRCHOVÉ VODY.....	10
2.3	OCHRANNÁ PÁSMA.....	10
3	TECHNOLOGIE ÚPRAVY VOD NA VODU PITNOU	11
3.1	ČIŘENÍ VODY.....	11
3.2	ODŽELEZOVÁNÍ A ODMANGOVÁNÍ VODY.....	12
3.3	SEDIMENTACE	13
3.4	FILTRACE	13
3.5	ODSTRAŇOVÁNÍ ORGANICKÝCH LÁTEK Z VODY SORPCÍ.....	13
3.6	DEZINFEKCE VODY A OXIDACE SLOŽEK VE VODĚ.....	14
4	ZAMĚŠTNANCI ÚPRAVEN PITNÝCH VOD A ZDRAVOTNÍ RIZIKA	16
4.1	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI (BOZP).....	16
4.2	PRACOVNÍ LÉKAŘSTVÍ.....	17
4.2.1	<i>Pracovnělékařské prohlídky</i>	17
4.3	POŠKOZENÍ ZDRAVÍ PŘI PRÁCI NA ÚPRAVNÁCH PITNÝCH VOD.....	18
4.3.1	<i>Pracovní úrazy</i>	19
4.3.2	<i>Chemické příčiny</i>	19
4.3.3	<i>Fyzikální příčiny</i>	20
4.3.4	<i>Psychická zátěž</i>	21
4.4	POVINNOSTI PROVOZOVATELŮ A ZAMĚŠTNANCŮ ÚPV.....	22
4.4.1	<i>Obecné povinnosti provozovatele</i>	22
4.4.2	<i>Obecné povinnosti zaměstnanců</i>	22
4.5	TERÉNNÍ ŠETŘENÍ NA VYBRANÉ ÚPRAVNĚ PITNÉ VODY.....	23
5	ZDRAVOTNÍ RIZIKA Z PITNÉ VODY	25
5.1	POŽADAVKY NA JAKOST PITNÉ VODY.....	25
5.1.1	<i>Kontroly jakosti vod a informační systém PiVo</i>	26
5.2	MECHANISMY ZNEČIŠTĚNÍ PITNÉ VODY.....	27
5.2.1	<i>Vodní zdroje</i>	27
5.2.2	<i>Úprava vody</i>	28
5.2.3	<i>Distribuce vody</i>	28
5.3	PŘÍČINY NEMOCÍ Z PITNÉ VODY.....	29
5.3.1	<i>Chemické příčiny</i>	29
5.3.2	<i>Biologické příčiny</i>	31
5.3.3	<i>Radiologické příčiny</i>	32
5.4	PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU A ŠÍŘENÍ NÁKAZ PITNOU VODOU.....	32
6	ÚPRAVA PITNÉ VODY A EKOLOGIE	32
6.1	KALOVÁ PROBLEMATIKA.....	33
6.1.1	<i>Vznik a složení vodárenských kalů</i>	33
6.1.2	<i>Likvidace vodárenských kalů</i>	33

6.2	HAVÁRIE	34
7	ZÁVĚR	35
8	SOUHRN	36
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37

1 ÚVOD

Voda je nejrozšířenější látkou na Zemi. Vyskytuje se v přírodě v kapalně, pevně i plynné formě a je součástí všech živých organismů. Proto je voda pro život nepostradatelná a pro člověka hraje velmi důležitou roli v mnoha směrech.

O vodu se zajímalo mnoho významných osobností už od nejstarších dob. Voda byla považována např. za pralátku nebo základní element. S postupem času bylo učiněno mnoho dalších významných objevů, které postavení vody v životě člověka umocňovaly a rozvinulo se tak mnoho oborů, které se zabývají zkoumáním vody, např. hydrometeorologie, klimatologie, biologie, biochemie, hydrochemie a další [1].

Nároky na užívání vody se s neustálým rozvojem společnosti zvyšují. Je potřebná zejména v průmyslu a zemědělství, slouží jako dopravní nebo rekreační prostředí a v neposlední řadě je důležitá pro zásobování obyvatelstva [2].

Nejdůležitější pro člověka je pitná voda, která je získávána ze surové vody. Pitná voda je zdravotně nezávadná voda, která ani po dlouhodobém užívání nevyvolá žádná onemocnění nebo poruchy zdraví. Je základní životní potřebou pro lidský organismus. Díky ní je zajištěno správné fungování všech procesů, které probíhají v lidském těle, a přispívá také k duševní pohodě člověka. Pitná voda musí vyhovovat hygienickým požadavkům, aby nedošlo k rozvoji akutních či chronických onemocnění [2, 3]. Podle zákona č. 258/2000 Sb. (v § 3 odst. 1) je pitná voda definována takto:

„Pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání [14].“

Jakost pitné vody a hygienické limity jsou stanovené vyhláškou č. 252/2004, která v § 3 odst. 1 říká:

„Pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví.“ [6]

V některých částech světa je získávána pitná voda z mořské vody desalinací nebo zachycováním dešťové vody. V našich podmínkách ji získáváme především z podzemních nebo povrchových vodních zdrojů po jejich úpravě. Výjimkou jsou některé chráněné podzemní zdroje, které jsou nejkvalitnějším zdrojem pitných vod a v určitých případech úpravu nepotřebují [2].

Je velmi důležité udržovat nezávadnost pitné vody, proto je nutné sledovat kvalitu vod již u zdroje a také v distribuční síti [1]. Kontroly kvality provádí provozovatelé úpraven pitných vod. Ti se starají o dodržování hygienických limitů, snaží se zabránit případným kontaminacím vody a obyvatelé tak mohou odebírat kvalitní a čistou pitnou vodu.

2 VODNÍ ZDROJE

Vodním zdrojem jsou hlavně podzemní a povrchové přírodní vody. Důležitým kritériem pro hodnocení využitelnosti zdroje není jen kvalita vody, ale také jeho vydatnost čili dostatečné množství vody. Jakost rozhoduje o užití vody nebo o technologických úpravách [4].

2.1 Podzemní vody

Za podzemní vody jsou považovány vody v kapalném skupenství nacházející se pod zemským povrchem. Od povrchových vod se v průměru liší vyšším obsahem minerálních látek a vyšší stabilitou svých fyzikálních a chemických parametrů. Jejich teplota je stálá, obsahují téměř nulové nebo malé množství kyslíku, obsah oxidu uhličitého, železa a manganu je naopak vyšší a koncentrace organických látek a mikrobiologické oživení jsou nulové nebo minimální a jiného složení než u vod povrchových. Chemické složení podzemních vod je výsledkem řady procesů a závisí na vlastnostech horninového prostředí, např. krasové vody, které jsou považovány také za podzemní, jsou podobnější svým chemickým i mikrobiologickým složením povrchovým vodám, protože neprocházejí žádnou zemní vrstvou. Podzemní vody jsou obecně považovány za kvalitnější zdroj vody právě díky svému složení a vlastnostem [4, 5].

Speciálním typem podzemních vod jsou vody minerální, z nichž některé mají i léčivé účinky. Klasifikují se hlavně podle celkové mineralizace, teploty, obsahu rozpuštěných plynů a podle biologických a farmakologických součástí. Přírodní minerální vody mají podle starší klasifikace celkovou mineralizaci vyšší než 1 g/l nebo koncentraci rozpuštěného oxidu uhličitého větší než 1 g/l. Pokud se jedná o balené přírodní minerální vody, ve shodě s evropskou směrnicí 2009/54/ES se „přírodní minerální vodou“ rozumí mikrobiologicky nezávadná voda pocházející z podzemních ložisek a vyvěrající z jednoho nebo více přirozených nebo navrtaných zřídél, které jsou schváleny příslušným orgánem členské země (bez ohledu na stupeň mineralizace vody). Vody o vyšší teplotě než 25°C se nazývají termální. Tyto

vody se ale nepoužívají k zásobování pitnou vodou ani jako vody technologické [4].

2.2 Povrchové vody

Povrchové vody, jak už název napovídá, jsou vody nacházející se na zemském povrchu a spadají sem vody kontinentální i mořské. Z hlediska vodního hospodářství se v České republice využívají kontinentální vody tekoucí i stojaté. Tyto vody mají jiné vlastnosti než podzemní vody. Mají proměnlivou teplotu, obsahují více kyslíku a mikroorganismů, jsou méně mineralizované a obsah oxidu uhličitého je menší. Výjimku tvoří hodně znečištěné vody, které se projevují nižším obsahem kyslíku [4, 5].

2.3 Ochranná pásma

Ochranná pásma jsou oblasti, které jsou stanoveny dle zákona č. 254/2001 Sb. (zákon o vodách). Určují se ochranná pásma I. a II. stupně. Pro každý stupeň jsou stanoveny zásady, omezení a zákazy činností, které mají za úkol chránit vydatnost a zdravotní nezávadnost vodních zdrojů [4].

3 TECHNOLOGIE ÚPRAVY VOD NA VODU PITNOU

Technologické procesy úpravy vod na vodu pitnou jsou do určité míry podobné procesům, které se odehrávají v přírodě při koloběhu vody. Tyto procesy se volí v závislosti na druhu znečištění surové vody. Výběr vodního zdroje je velmi důležitý. Složení surových vod by se ideálně mělo co nejvíce přibližovat požadavkům na pitnou vodu tak, aby úprava těchto vod byla méně složitá a méně finančně nákladná. Podle znečištění vodního zdroje můžeme rozdělit způsob úpravy na:

- Jednofázovou úpravu – surová voda vyžaduje pouze jednoduchou úpravu (písková filtrace, dezinfekce ...).
- Dvoufázovou úpravu – surová voda vyžaduje kvůli svému horšímu složení složitější úpravu (čiření, sorpce, oxidace ...).

Surová voda je čerpána do úpraven, kde je upravena na vodu pitnou. Pitná voda musí splňovat mnoho důležitých požadavků a kritérií stanovených zákonem č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontrol. Tato nezávadná upravená voda je čerpána do vodojemů, odkud je dále rozváděna do distribuční sítě přímo k odběrateli nebo je zde přechodně akumulována. [1, 5].

3.1 Čiření vody

Čiření vody je nejběžnějším způsobem úpravy povrchových vod a jeho podstatou je koagulace. Je to proces, který z vody odstraňuje jemné suspenze a koloidní částice. Voda je v tzv. flokulačních nádržích, kam je dávkován roztok hydrolyzujících solí (např. železitých, hlinitých ...). V nádržích jsou míchadla, která rozmíchávají částice a zamezují usazování částic. Výsledkem tohoto procesu je vznik vloček, které jsou dále separovatelné sedimentací či filtrací.

Dávkování hydrolyzujících solí (koagulantů) se řídí dle znečištění surové vody i dle ekonomického hlediska. Vždy ale musí být dávka vysoká tak, aby stačila k dosažení požadované úrovně čistoty vody [1, 5].

3.2 Odželezování a odmangování vody

V některých případech je nutné podrobit vodu z vodních zdrojů (především podzemních) úpravám, které mění dvojmocné rozpustné formy železnatých a manganatých sloučenin na formy trojmocné nerozpustné, které jsou dále odstraněny sedimentací a filtrací. Tento postup je podstatou metod odželezování a odmangování vod [1].

V podzemních vodách se vyskytují manganaté a železnaté formy ve vyšším obsahu než ve vodách povrchových, které díky kyslíku obsahují i trojmocné železité sloučeniny. To, v jaké formě se sloučeniny ve vodě vyskytují, závisí na obsahu dalších látek a na pH prostředí [1].

Maximální množství manganu v pitné vodě může být 0,05mg/l a množství železa maximálně 0,20 mg/l dle vyhlášky č. 252/2004, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Vyšší hodnoty železa a manganu v pitné vodě nejsou do určité míry pro člověka toxické, dopad mají nejdříve na organoleptické vlastnosti vody, proto také uvedená vyhláška připouští, že jsou-li vyšší hodnoty železa a manganu ve zdroji surové vody způsobené geologickým prostředím, jsou hodnoty manganu až do 0,20 mg/l a hodnoty železa až do 0,50 mg/l pokládány za vyhovující požadavkům uvedené vyhlášky za předpokladu, že dané hodnoty neovlivňují organoleptické vlastnosti vody [6].

Na odželezování a odmangování vod lze použít několik metod [1]:

- Oxidace vzdušným kyslíkem - aerace neboli provzdušňování; voda se sytí kyslíkem, který mění dvojmocné formy železa a manganu na trojmocné nerozpustné formy, tento proces je používán i pro snížení obsahu CO₂ a provzdušnění podzemní vody kyslíkem.

- Alkalizace – pomocí vápenného mléka, popř. uhličitanu sodného dochází ke zvýšení pH, díky kterému probíhají srážecí reakce.
- Chemická oxidace – použitím oxidačních činidel (chlor, manganistan draselný nebo ozon).
- Kontaktní metoda – na písku preparovaném vyššími oxidy probíhá nejprve sorpce iontů Fe^{2+} a Mn^{2+} , které se dále oxidují [1, 5].

3.3 Sedimentace

Sedimentace neboli usazování je proces, při kterém je vyvločkováná voda odváděna do nádrží, kde se voda již nemíchá a dochází k postupnému usazování vloček na dno nádrží. Odstraňuje přirozené i uměle vytvořené suspenze. Usazený kal je odstraněn do kalové jámky [1, 5].

3.4 Filtrace

Filtrace je prováděna v kruhových nebo obdélníkových nádržích, kam je vháněna voda a hlavním úkolem tohoto procesu je zachycení nečistot na filtru. Filtrační náplň je písek. Filtrace má celkem dvě stádia, která se střídají. První stádium je vlastní filtrace, při které se zachycují suspendované látky na povrchu písku. Druhým stádiem je praní filtru, při kterém se filtr regeneruje. Praní se provádí vzduchem, vodou nebo jejich kombinací. Nečistoty zachycené filtrem jsou odváděny do odpadu stejně jako kal ze sedimentace [1].

3.5 Odstraňování organických látek z vody sorpcí

Touto metodou, která je obvykle zařazena za čiření a pískovou filtraci, se upravují velmi znečištěné vody. Probíhá zde adsorpce organických nečistot na sorpčních materiálech. Jako sorpční materiály jsou ve vodárenství používány granulované aktivní uhlí, práškové aktivní uhlí nebo sorpční hmoty na bázi křemičitanů, hlinitokřemičitanů či měničů iontů. Granulované

aktivní uhlí se používá v případě trvale zhoršené kvality vody, kdy čiření nestačí k dosažení požadované kvality. Kdežto práškové aktivní uhlí je používáno při sezónním zhoršení kvality, kdy voda často zapáchá, nebo má nepříjemnou chuť. Pro dostatečné uchycení organických nečistot je důležitá zejména velikost povrchu sorpčního materiálu [5].

3.6 Dezinfekce vody a oxidace složek ve vodě

Dezinfekce a oxidace je nejběžnějším způsobem, jak docílit zneškodnění choroboplodných zárodků (bakterie a viry) a destrukce některých anorganických a organických látek přítomných ve vodě. Dezinfekce je způsob úpravy povrchových i podzemních vod, který má zaručit zdravotní nezávadnost vody. Oxidaci podléhají organické nečistoty, huminové látky, sacharidy, tuky, látky bílkovinné povahy, ropné produkty, tenzidy, pesticidy atd. [5]

Pro dezinfekci a oxidaci vody se používá:

- Chlor a jeho sloučeniny. Jsou to nejběžnější používaná činidla, dávka je volena tak, aby byla zajištěná zdravotní bezpečnost pitné vody.
- Oxid chloričitý má lepší oxidační i dezinfekční účinky než chlor, odstraňuje i nežádoucí barvu a zápach vody, ale je méně rozpustný ve vodě.
- Oligodynamické prostředky jsou některé kovy (stříbro, měď) a jejich soli. Mají dezinfekční účinek, ale musejí být ve vodě přítomny delší dobu, aby se tento účinek projevil. Používají se spíše k dezinfekci malých zdrojů podzemní vody.
- Ozon má lepší dezinfekční účinky než chlor. Rozkládá nebo oxiduje nežádoucí látky obsažené ve vodě, zlepšuje organoleptické vlastnosti vody, ale je finančně mnohem nákladnější. Z toxikologických důvodů také nelze uvažovat o jeho zbytkovém obsahu v distribuční síti.

- Ultrafialové záření provádí tzv. aktinizaci. Jeho výhodou je, že nevznikají hygienicky závadné vedlejší produkty dezinfekce [1, 5].

4 ZAMĚSTNANCI ÚPRAVEN PITNÝCH VOD A ZDRAVOTNÍ RIZIKA

Tak jako téměř v každém zaměstnání i zaměstnanci a samotní provozovatelé úpraven pitných vod mají svoje povinnosti a zásady, jejichž dodržováním chrání svoje zdraví, zdraví svých spolupracovníků a v neposlední řadě také zdraví odběratelů pitné vody.

V dnešní době jsou, díky bezpečnosti a ochraně zdraví při práci i preventivnímu lékařství, v oblasti úpraven pitných vod (dále také jako ÚPV) zdravotní rizika minimální. V případě dodržování veškerých platných předpisů a provozního řádu by se neměla u zaměstnanců v praxi objevovat žádná závažná onemocnění ani nemoci z povolání.

Tato kapitola je věnována mechanismům prevence vzniku poškození zdraví při práci, některým zdravotním rizikům, která by se mohla během provozu vyskytnout (např. při haváriích či při nedodržení pracovních postupů atp.), a provozovatelům a zaměstnancům úpraven pitných vod a jejich hlavním povinnostem pro provozování úpravny.

4.1 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP)

Každá úpravna pitné vody by měla spolupracovat se specialistou BOZP. Společně s bezpečnostním technikem a zaměstnavatelem musí být stanoven souhrn opatření, a to v souladu s platnou legislativou, který má zamezit poškození zdraví zaměstnanců během pracovního procesu.

Bezpečnostní technik provádí ve spolupráci se zaměstnavatelem několik úkonů, které jsou zaměřené na neustálé zlepšování bezpečnosti na pracovišti. Mezi hlavní úkony patří:

- Školení zaměstnanců (vstupní i průběžné).
- Vyhledávání a hodnocení rizik, zajištění možných opatření pro jejich eliminaci.
- Stanovení návrhů na zařazení zaměstnanců do kategorií, evidování rizikových prací.

- Pravidelné kontrolní prohlídky pracovišť dle zákoníku práce, průběžné prohlídky dle dohody s cílem zjištění a zajištění závad.
- Evidování pracovních úrazů a nemocí z povolání, jejich registrace, vedení úrazové knihy, vyšetřování příčin vzniku úrazů, výpočet odškodnění zaměstnanců.
- Na základě hodnocení zdravotních rizik pomoc při zavádění ochranných pracovních pomůcek.
- Účast při kontrolách státního odborného dozoru.
- Pomoc s veškerou potřebnou dokumentací a tvorba plánů oprav a revizí technického vybavení [9].

Dle hodnocení BOZP se práce na ÚPV řadí většinou do druhé kategorie, výjimečně do kategorie třetí kvůli hluku nebo vibracím. Tyto faktory lze však vhodným opatřením eliminovat. Na každé ÚPV je hodnocení pracovních podmínek individuální, jelikož se používají různá opatření a technologie, které závisí také na finančních možnostech provozovatele úpravny.

4.2 Pracovní lékařství

Pracovní lékařství je obor zabývající se vlivem práce, pracovního prostředí a podmínek na zdraví zaměstnanců, diagnostikou a léčbou nemocí z povolání a prevencí vzniku těchto onemocnění [7].

Cílem pracovního lékaře je zejména sledovat zdravotní stav zaměstnanců s ohledem na druh jejich práce, zlepšovat a udržet pracovní způsobilost zaměstnanců a zabránit vzniku nemocí z povolání [7].

4.2.1 Pracovnílékařské prohlídky

Velmi důležité jsou pracovnílékařské prohlídky, jejichž hlavním účelem je posouzení zdravotní způsobilosti zaměstnance k práci. Existuje několik typů prohlídek:

- Vstupní prohlídky mají zabránit tomu, aby nebyl do pracovního procesu zařazen uchazeč, pro kterého je práce nevhodná a mohlo by u něj dojít k poškození zdraví nebo ke zhoršení stávající nemoci.
- Periodické lékařské prohlídky pátrají po možné zdravotní komplikaci, která by se mohla rozvinout za uplynulé období během pracovní zátěže. Je-li takovéto poškození zdraví objeveno, musí lékař primárně zamezit dalšímu poškozování zdraví zaměstnance (např. ochranné pracovní pomůcky, přeřazení na jinou pracovní pozici). Pokud taková opatření nejsou dostatečná, tak lékař sekundárně navrhuje eliminaci zaměstnance z daného pracovního prostředí a práce.
- Mimořádná prohlídka je jednorázová prohlídka prováděna z konkrétního důvodu a je nařízena orgánem ochrany veřejného zdraví.
- Výstupní prohlídka se provádí zejména u zaměstnanců rizikových prací. Provádí se, když zaměstnanci danou práci opouštějí nebo přestupují na jinou [7].

Všechny tyto typy prohlídek se provádějí i u zaměstnanců ÚPV. Periodické prohlídky se provádějí jednou za 5 let u osob do padesáti let věku a jednou za 3 roky u osob nad padesát let věku [7]. Provoz některých úpraven vod je nepřetržitý a v takovýchto případech se prohlídky provádějí jednou za rok.

4.3 Poškození zdraví při práci na úpravkách pitných vod

I přes veškeré povinnosti a zásady, které mají eliminovat zdravotní rizika na pracovišti zaměstnanců úpraven pitných vod, může při jejich nedodržení, při neopatrnosti nebo při haváriích dojít k některým poškozením zdraví. Práce na úpravkách pitných vod nezahrnuje jen pohyb v prostorách

budovy úpravny, ale také externí činnosti jako jsou např. opravy vodovodního potrubí, kde hrozí další poškození zdraví [8].

4.3.1 Pracovní úrazy

Pracovní úrazy hrozí prakticky na každém pracovišti a ani ÚPV nejsou výjimkou.

Každý zaměstnanec má povinnost nahlásit jakýkoliv úraz na pracovišti, i když nezpůsobil pracovní neschopnost. Úrazy jsou evidovány v knize úrazů, jsou vyšetřovány a příčiny eliminovány, aby k podobným úrazům dále nedocházelo [7].

4.3.1.1 Smrtelné pracovní úrazy

Smrtelné úrazy jsou dneska naštěstí opravdu jen ojedinělé, ale i přesto bylo v minulosti zaznamenáno několik málo případů. Netýká se to ale samotných úpraven pitných vod. Nejčastější příčinou bývají opravné práce v šachtových studnách. Zde se objevují škodlivé plyny nebo hrozí únik toxických látek v okolí průmyslových areálů [8].

4.3.1.2 Ostatní pracovní úrazy

Nejběžnější jsou úrazy končetin (vyvrkнутý kotník, zlomenina...), ke kterým dochází při chůzi ve vlhkých prostorách, při používání žebříků pro vstup do nádrží, jímek a filtrů či při pohybu u nezajištěných poklopů, mříží a roštů. Mezi další možné úrazy patří např. poškození kůže chemickými látkami či úraz elektrickým proudem při špatné manipulaci s elektrickými zařízeními [7, 8].

4.3.2 Chemické příčiny

Při úpravě vody se používá řada chemických látek, při jejichž manipulaci je důležité dodržovat řadu zásad, aby nedocházelo k jejich úniku.

4.3.2.1 Chlor a jeho sloučeniny

Chlor je zelenožlutý plyn používaný při dezinfekci vody. Při špatné manipulaci s chlorem může dojít k akutní otravě, které se projevuje hlavně

podrážděním spojivek, rohovky, sliznic dýchacích cest. Při vyšších koncentracích může dojít až k poleptání dýchacích cest, bronchitidě nebo edému plic. Na kůži se projevuje erytémy a puchýři [7].

4.3.2.2 Ozon

Ozon se v některých provozech používá jako oxidační přípravek. Je to dráždivý plyn, který dráždí, až leptá sliznice dýchacích cest, otrava je doprovázená kašlem, bolestmi na prsou a obtížným dýcháním [8].

4.3.3 Fyzikální příčiny

Mezi fyzikální faktory, které mohou představovat zdravotní riziko pro zaměstnance úpravny pitné vody, patří hluk, vibrace a prašnost. Týká se to zejména prací na externích pracovištích (opravy vodovodů atp.).

4.3.3.1 Vibrace

Pracovníci při výkonu své práce v terénu používají např. sbíjecí a vrtací kladiva. Při práci s těmito nástroji jsou pracovníci vystaveni vibracím. Intenzivní vibrace mohou mít nepříznivý dopad na zdraví zaměstnance a může dojít i k trvalému poškození hlavně horních končetin.

Při nadměrné expozici nadlimitních vibrací dochází k:

- Poškození cév rukou, které vede ke špatnému prokrvení a projevuje se Raynaudovým syndromem (tzv. syndrom bílých prstů z vibrací).
- Nemocím periferních nervů horních končetin, které mají charakter ischemických a úžinových neuropatií, což je poškození senzitivních i motorických nervů, které se projevuje bolestí, brněním, necitlivostí, poruchou hybností svalů až atrofií (př. syndrom karpálního tunelu).
- Nemocím kostí a kloubů rukou, zápěstí nebo loktů, které se nejčastěji projevují jako artrózy [7].

4.3.3.2 Hluk

V úpravkách pitných vod se vyskytují technická zařízení, která mohou být zdrojem nadměrného hluku. Dalším zdrojem jsou i vibrující přístroje. Při chronickém působení hluku a při nepoužívání osobních ochranných pomůcek může dojít k poruchám sluchu, mezi které patří:

- Nedsolýchavost.
- Akutní akustické trauma – projevuje se pocitem zahlušení, které později odeznívá.
- Hučení a pískání v uších (tinitus) [7].

4.3.3.3 Prašnost

Prach se objevuje při manipulaci s některými chemickými látkami, které jsou používány v technologiích úpravy vody. Příkladem takové látky je vápno. Při vdechnutí hydroxidu vápenatého jsou podrážděny dýchací cesty, dráždí oči a při požití způsobuje vnitřní krvácení, silné bolesti, zvracení, průjem a poškození jícnu.

4.3.4 Psychická zátěž

Některé úpravny pitných vod mají nepřetržitý provoz. Většinou mají zaměstnanci v takovémto provozu dvanáctihodinové směny. Psychická zátěž je kladena zejména na pracovníky, kteří vykonávají noční směny. Pro některé zaměstnance může být obtížné zvládnout jiný spánkový rytmus nebo změny odlišného životního stylu v rodině. Práce vykonávaná pouze v nočních směnách je považována za rizikový faktor a je řazena do třetí kategorie psychické zátěže. U pracovníka klesá výkonnost a může být v dlouhodobém stresu. Při dlouhodobém stresu a nedostatku odpočinku může docházet k rozvoji psychosomatických onemocnění (vředové nemoci trávicího traktu, zvýšení krevního tlaku) [7].

4.4 Povinnosti provozovatelů a zaměstnanců ÚPV

Provozovatel i zaměstnanci úpraven pitných vod se musí řídit platným provozním řádem tak, aby byla zajištěna maximální bezpečnost práce. Dále se musí řídit platnými předpisy stanovené legislativou.

4.4.1 Obecné povinnosti provozovatele

Provozovatel musí dbát na:

- Dodržování platného bezpečnostního řádu.
- Ochranu objektů před vstupem nepovolaných osob.
- Vybavení zaměstnanců osobními ochrannými pracovními pomůckami.
- Vybavení pracovišť protipožárními prostředky a prostředky k výkonu bezpečné práce.
- Viditelné rozmístění bezpečnostních označení.
- Použití ochranných krytů u pohyblivých strojů a zábradlí.
- Zaškolení pracovníků.
- Provádění předepsaných revizí, kontrol.
- Zajištění bezpečnostního osvětlení a nezávadnosti pracovního ovzduší.
- Zajištění skladování chemikálií dle návodu a předpisů a vyvěšení bezpečnostních listů daných chemikálií [8].

4.4.2 Obecné povinnosti zaměstnanců

Zaměstnanci jsou povinni:

- Používat osobní ochranné pracovní pomůcky.
- Dodržovat platný bezpečnostní provozní řád.

- Dodržovat prostory v čistotě a mít na pracovišti pořádek.
- Provádět pouze ty úkony, které odpovídají jejich kvalifikaci.
- Nahlašovat neprodleně závady a úrazy.
- Dbát zvýšené pozornosti při provádění pracovních úkonů.
- Účastnit se školení.
- Podrobit se pravidelným lékařským prohlídkám [8].

4.5 Terénní šetření na vybrané úpravně pitné vody

Pro pochopení, jak fungují úpravní pitných vod, jsem navštívila úpravnu III. Mlýn na severozápadě České republiky. Byla jsem provedena po úpravně a seznámena s technologiemi, které jsou zde používány. Součástí mé návštěvy byla i schůzka s bezpečnostním technikem, který mi pomohl pochopit principy bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Provozovatelem úpravní III. Mlýn jsou Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Ty provozují celkem 69 úpraven pitných vod, které za rok 2011 vyrobily 78 889 tis.m³ pitné vody a zásobují celkem 1 136 172 obyvatel. Z průzkumů společnosti vyplývá, že 93% odběratelů je spokojeno s kvalitou pitné vody a 85,8% používá vodu na pití [15].

Ke konci roku 2011 pracovalo ve společnosti celkem 1734 zaměstnanců a v tomtéž roce bylo evidováno celkem 15 úrazů. Důležité je si uvědomit, že tyto údaje se netýkají pouze pracovníků úpraven vod ale celé vodárenské společnosti. Z porovnání údajů z předešlých let lze konstatovat, že počet úrazů se každým rokem snižuje [15].

Úpravna vody III. Mlýn funguje již od roku 1961. Zdrojem surové vody pro výrobu pitné vody jsou vodárenské nádrže Kamenička, Křímov a břehový odběr z vodního toku Chomutovka. Úpravna zásobuje město Chomutov a jeho nejbližší okolí.

Technologická linka úpravní se skládá z:

- Odběrů zdrojů surové vody (ze zdrojů Kamenička, Křímov, Chomutovka).
- Přerušovací komory s malou vodní elektrárnou.
- Dávkování chemikálií (vápený hydrát, síran hlinitý, polymerní flokulant).
- Dvou proudových rychlomísičů.
- Šesti pískových rychlofiltrů.
- Dvou dvouvrstvých filtrů s filtračním pískem a granulovaným aktivním uhlím.
- UV záření.
- Dávkování chemikálií (vápený hydrát, chlor, síran amonný, Albaphos).
- Akumulace upravené vody.
- Kalového hospodářství.

Úpravna se dnes potýká s řadou problémů, jako jsou zhoršování kvality surových zdrojů nebo zastaralá technologická zařízení. V nejhorším stavu je technologická linka kalového hospodářství, která je ale od března roku 2012 v rekonstrukci. Cílem rekonstrukce je vybudování moderní technologie strojního odvodnění kalů. Tyto problémy ale nemají vliv na kvalitu vyráběné vody, která odpovídá vyhlášce č. 252/2004 Sb. (v platném znění) [16].

Podle tabulek kvality pitné vody, které jsou zveřejňovány na internetových stránkách společnosti, vyplývá, že na úpravně žádný z uvedených ukazatelů nepřekročil limitní hodnoty [17]. Dobrou kvalitu potvrzují také výsledky provedených výzkumů u odběratelů a mohu ji z vlastní zkušenosti potvrdit i já.

5 ZDRAVOTNÍ RIZIKA Z PITNÉ VODY

Voda je velmi dobré rozpouštědlo a díky této vlastnosti rozpouští téměř vše, s čím přijde do styku. Tato vlastnost ale není výhodná pro úpravu vod na vodu pitnou, protože je náchylná ke znečištění a při silné kontaminaci může dojít i během velmi krátkého časového úseku k ovlivnění zdraví odběratelů.

Kvůli možnostem snadné kontaminace pitné vody se provozování úpraven vod a vodovodů považuje za činnost epidemiologicky závažnou (podle zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Pro zaměstnance úpraven to znamená, že musejí mít zdravotní průkaz, odpovídající zdravotní stav a znalosti v oblasti veřejného zdraví, které může orgán ochrany veřejného zdraví kdykoliv ověřit. Při zjištění chybějících znalostí může být pracovník odvolán z vykonávání dané práce až do doby složení opravné zkoušky.

Součástí ochrany před kontaminací je samozřejmě také řada zásad provozní hygieny a hygienicky nezávadné obsluhy vodáren, vhodné technologické postupy při úpravě vod, zabezpečení distribuční sítě a kontrolní odběry na různých místech systému zásobování pro kontrolu jakosti surové i pitné vody.

Důležitá je především zdravotní nezávadnost pitné vody a také její estetická kvalita, neboť i organoleptické vlastnosti hrají svojí roli a určují spokojenost spotřebitelů [10].

5.1 Požadavky na jakost pitné vody

Hygienické požadavky na pitnou vodu jsou stanoveny hygienickými limity biologických, chemických, fyzikálních, mikrobiologických a organoleptických ukazatelů, které jsou upraveny vyhláškou č. 252/2004 Sb. (v platném znění). Další požadavky mohou být také povoleny (nebo stávající dočasně upraveny) orgánem ochrany veřejného zdraví podle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.

Ve vyhlášce č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, je obsaženo celkem 63 ukazatelů kvality pitné vody. Ve vodě se ale mohou objevit tisíce dalších látek i patogenních mikroorganismů. Pokud tedy provozovatel zjistí, že se ve vodě vyskytuje nějaká další látka nebo mikroorganismus, je povinen tuto skutečnost ohlásit orgánu ochrany veřejného zdraví, který pak stanoví hygienický limit pro danou látku nebo mikroorganismus.

V uvedené vyhlášce jsou stanoveny celkem tři typy hygienických limitů:

- NMH – nejvyšší mezní hodnoty, které jsou stanoveny u zdravotně závažných ukazatelů, při překročení stanovené hodnoty je vyloučeno použití vody jako pitné.
- MH – mezní hodnoty jsou hodnoty hlavně organoleptických ukazatelů, při překročení nehrozí akutní zdravotní riziko.
- DH – doporučené hodnoty stanovují minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, jsou to nezávazné hodnoty ukazatelů jakosti pitné vody [10].

5.1.1 Kontroly jakosti vod a informační systém PiVo

Ověřování nezávadnosti vody probíhá stanovením mikrobiologických a chemických ukazatelů z odebíraných vzorků vody. Provozovatelé úpravené pitných vod musejí provádět rozbor surové a upravené vody na výstupu z úpravny podle zákona o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. Vedle toho musí kontrolovat kvalitu pitné vody na konci distribuční sítě (u spotřebitelů) dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. (v platném znění). Mezi základní rozbor patří rozbor úplný a krácený. Krácený rozbor se provádí častěji, kontroluje méně mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů než rozbor úplný [6].

Výsledky daných rozborů jsou odesílány příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví, tedy hygienickým stanicím, prostřednictvím informačního systému PiVo. PiVo (pitná voda) je registr hygienické služby, do kterého

provozovatelé ÚPV ukládají laboratorní výsledky rozborů a tyto výsledky pak kontrolují pracovníci krajských hygienických stanic a na základě nich posuzují kvalitu vody, případně vydávají rozhodnutí o potřebných opatřeních, nevyhovují-li výsledky stanoveným hygienickým limitům a nekoná-li provozovatel tak, aby závadu sám odstranil [11].

5.2 Mechanismy znečištění pitné vody

Voda je otevřený a zranitelný systém přírody. Je velmi náchylná k znečištění, proto je dnes stále v některých oblastech světa čistá voda zvláštností. Voda může být znečištěna od zdroje až po kohoutek [10].

5.2.1 Vodní zdroje

Vodní zdroje jsou podzemní a povrchové a znečištění se u těchto zdrojů liší.

Podzemní vody jsou nejčastěji znečištěny antropogenními vlivy, jakou jsou hnojiva (dusičnany) v zemědělství, nesprávně odváděné domovní odpadní vody nebo nesprávně uložené odpady z chovu hospodářských zvířat. Na kvalitu podzemní zdroje má také vliv geologické podloží, proto se v některých oblastech může objevit ve vodách vyšší obsah některých nežádoucích prvků, jako je například, antimon, arzen, beryllium nebo fluoridy. Některé vody zase mohou obsahovat vyšší množství rozpuštěných látek, takže se přibližují minerálním vodám a jsou pro pravidelnou a dlouhodobou konzumaci nevhodné.

U povrchových vod se v minulosti objevovaly problémy s fenoly, kyanidy či těžkými kovy. V posledních patnácti letech se ovšem kvalita těchto vod naštěstí zlepšila. Nejčastějšími příčinami znečištění těchto zdrojů jsou zemědělství, lesnictví (pesticidy, dusičnany) nebo nedostatečné čištění komunálních vod (fosfor, zbytky léků...). Za kontaminaci vody patogenními bakteriemi, viry, a prvoky jsou zodpovědné např. odpadní vody ze živočišné výroby, netěsnící žumpy a septiky nebo komunální odpadní vody atp. [10]

Tyto mikroorganismy zůstávají v pitné vodě při nedostatečné dezinfekci a některé z nich představují zdravotní rizika.

5.2.2 Úprava vody

Přestože hlavním úkolem úpravy vod je zbavit vody nečistot a zajistit zdravotně nezávadnou pitnou vodou, může dojít k zanesení nežádoucích látek i během procesů úprav. Znečištění při úpravě je způsobeno nejčastěji samotnými chemickými látkami nebo jejich produkty vznikajícími při procesu úpravy vody. Příčinou může být havárie (selhání lidského faktoru nebo technického zařízení), ale i při běžném provozu mohou být do vody uvolněny také stopy látek použitých pro úpravu. Příkladem znečišťujících látek jsou hliník nebo akrylamid z koagulantů, vedlejší produkty dezinfekce (chloritany, chlorečnany, bromičnany, chloroform...). Doposud bylo identifikováno celkem několik set látek ze skupiny vedlejších produktů dezinfekce [10].

5.2.3 Distribuce vody

V České republice je nejčastější znečištění z distribuční sítě způsobeno použitím nevhodných materiálů k výrobě potrubí a dalších komponentů vodovodu. Nejčastěji dochází ke korozi potrubí a zaželezňování vody, které má dopad na organoleptické vlastnosti vody. Voda je zakalená, rezavá a má nepříjemnou chuť.

Horším případem je uvolňování toxických látek do pitné vody. Uvolňuje se olovo a vinylchlorid ze starších typů PVC potrubí nebo folií. Olovo a nikl se může uvolnit také z olověných přípojek domovních rozvodů, z vodovodní baterie nebo z regulačních ventilů atp. Dalším prvkem bývá hliník uvolňující se z nově vycementovaného potrubí nebo měď, jejíž vyšší koncentrace se objevují v objektech, které mají měděné domovní rozvody. Specifickým problémem je propustnost polyethylenových potrubí pro těžké organické látky (trichloretylen...), které mohou vodu kontaminovat, jsou-li obsaženy v okolní zemině.

Kromě prvků může dojít v potrubí či domovních rozvodech k pomnožení některých nežádoucích bakterií (př. legionely), pokud k tomu mají vytvořené vhodné podmínky (př. vyšší teplota vody nebo stagnace vody ve vodojemech a potrubí) [10].

5.3 Příčiny nemocí z pitné vody

Během 20. století došlo k obrovskému pokroku v oblasti zajišťování nezávadné pitné vody, tento pokrok se však netýká celého světa. Stále více jak miliarda lidí nemá přístup k zdravotně nezávadné vodě. Mikrobiologické znečištění pitné vody má za následek několik tisíc úmrtí denně. Tyto problémy se týkají sice především rozvojových zemí, ale i v Evropě bylo v minulých letech zaznamenáno několik epidemií i úmrtí v důsledku požití závadné pitné vody. Závadná pitná voda může mít akutní či chronický účinek na zdraví člověka [10].

Tato podkapitola je zaměřena především na chemické příčiny nemocí z pitné vody, které souvisí s používanými technologiemi pro úpravu. Dále existují biologické a radiologické příčiny, které jsou zde ve zkratce také uvedeny.

5.3.1 Chemické příčiny

Chemické látky se objevují už ve vodním zdroji. Do vodního zdroje se chemické látky dostávají z geologického podloží (např. fluoridy, železo, mangan, arzén, fluoridy, sírany atd.) nebo činností člověka (např. pesticidy, dusičnany). Nežádoucí chemické látky se do vody dostávají i při úpravě ze samotných používaných chemických látek nebo jako vedlejší produkty dezinfekce. Poslední možností chemické kontaminace je distribuce vody (měď, olovo).

Mezi významné chemické látky patří:

- Dusičnany a dusitany, které sice nepatří k chemickým látkám vnikajícím do vody při úpravě, ale jejich vyšší obsah představuje významnější zdravotní riziko. Jsou již ve vodním zdroji a i po úpravě mohou ve vodě zůstat. Nejvyšší mezní hodnota pro dusičnany je dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. maximálně 50 mg/l. Dusičnany se v trávicím traktu mění na dusitany, které jsou toxické. Dusitany reagují v žaludku se sekundárními aminy, které jsou v potravě, a při této reakci vznikají tzv. N-nitroso sloučeniny, které pravděpodobně mají

karcinogenní účinek. Déle také reagují s hemoglobinem v krvi a vzniká methhemoglobin. Ten není schopen přenášet kyslík, proto může dojít k vnitřnímu zadušení. Zadušení hrozí zejména kojencům, u kterých může dojít až k fatálním následkům [10, 18].

- Hliník se dostává do vody při úpravě jako zbytek hlinitých koagulantů, které byly špatně odfiltrovány. Ovlivňuje barvu vody. Hliník není v běžných koncentracích ve vodě akutně toxický. Existovalo kdysi podezření, že by mohl mít neurotoxické účinky při dlouhodobém užívání. Přestože řada epidemiologických studií tuto možnost naznačuje, nebyl tento vztah, vzhledem k faktu, že pitná voda se podílí na příjmu hliníku méně než 5 %, potvrzen.
- Vedlejší produkty dezinfekce jsou velkou skupinou látek vznikajících při dezinfekci vody. Doposud je identifikováno více než 600 takovýchto produktů. Většina z nich se ve vodě vyskytuje v zanedbatelných koncentracích, které nepředstavují žádné zdravotní riziko. Ale u látek objevujících se v dobře měřitelné koncentraci, jako jsou trihalogenmethany nebo haloctové kyseliny, existují laboratorní důkazy o jejich toxicitě a karcinogenitě. Člověk je exponován nízkým dávkám těchto látek, proto je jejich vliv na zdraví nejasný. Existují některé studie, které potvrzují souvislost mezi expozicí trihalogenmethanům a výskytem rakoviny močového měchýře u mužů. Některé práce dále potvrzují souvislost vzniku vrozených vad, srdce nebo urogenitální a nervové soustavy. V České republice je situace naštěstí příznivá a díky kvalitě úpravy vodních zdrojů jsou hodnoty trihalogenmethanů výrazně pod povoleným limitem, který je 100 µg/l.

- Chlor se většinou do vody přidává v takovém množství, aby pomáhal zabránit sekundární kontaminaci jako tzv. zbytkový aktivní chlor. Legislativa nevyžaduje, aby byl zbytkový chlor ve vodě přítomný, ale hodnota volného chloru nesmí přesáhnout hodnotu 0,3 mg/l. Vyšší hodnoty (kolem 1mg/l) se objevují ještě v blízkosti vodárny, ale i tyto koncentrace nepředstavují přímé zdravotní riziko. Chlor ve vyšších koncentracích mění chuť a barvu vody a jen u citlivých osob může dráždit pokožku, což vede k nespokojenosti odběratelů. Kvůli tomu je už např. v Nizozemí, Německu nebo Rakousku pitná voda distribuována bez chloru. Tento trend se dostává také do ČR, provozovatelé ale musejí být i tak připraveni na nečekané znečištění vodního zdroje nebo epidemické situace a v případě potřeby chlor použít [18].

Většina chemických látek v pitné vodě vyvolají zdravotní rizika až po dlouhodobé expozici. Výjimkou jsou například zmíněné dusičnany, které vyvolají methemoglobinémii u kojenců už během několika dnů, nebo vysoké koncentrace mědi, které vyvolají zvracení a nevolnost téměř okamžitě v řádu minut a hodin. V některých případech je člověk schopen se na chemicky závadnou vodu adaptovat, užívá-li ji dlouhodobě [18].

5.3.2 Biologické příčiny

Ve vodě se objevuje řada mikroorganismů, které mohou způsobit onemocnění. Velkým problémem jsou biologické příčiny onemocnění z pitné vody v zemích s nízkým hygienickým standardem. Vstupními cestami pro patogeny jsou zažívací trakt, dýchací cesty a kožní oděrky.

Při úpravě pitné vody jsou přítomné mikroorganismy ničeny. Při špatné filtraci nebo dezinfekci mohou ale některé mikroorganismy přežít. Příkladem je *Cryptosporidium*. Je to prvok, který způsobuje kryptosporidiózu, což je průjemové onemocnění. Má odolné oocysty

a bez důsledné filtrace vody může proniknout až do pitné vody, protože chemická dezinfekce tyto oocysty nezničí [10].

5.3.3 Radiologické příčiny

Mezi hlavní radiologické příčiny patří radon, který je už v surové vodě. Radon je dobře rozpustný ve vodě a také se z ní dobře uvolňuje, což je nebezpečné při sprchování, koupaní, mytí nádobí apod. Člověk je exponován inhalací. Rozpadové produkty radonu mohou při dlouhé expozici způsobit rakovinu (hlavně plic) [10].

5.4 Předcházení vzniku a šíření nákaz pitnou vodou

Provozovatel musí zajistit, aby pitná voda nebyla zdrojem infekčních zárodků, které jsou příčinou onemocnění. Samotná dezinfekce vody ale nestačí. Používá se tzv. multibarierový přístup:

- První bariéra je ochrana vodního zdroje.
- Druhá bariéra spočívá v použití vhodné technologie úpravy vody, která musí odpovídat kvalitě surové vody.
- Třetí bariéra je ochrana během distribuce. Voda musí být chráněna před tzv. sekundární kontaminací.
- Poslední, čtvrtou bariérou, je udržování vnitřního domovního rozvodu vody v dobrém stavu. Důležité je zabránit stagnaci vody, aby nedocházelo k pomnožení bakterií [10].

6 ÚPRAVA PITNÉ VODY A EKOLOGIE

Úpravny pitné vody ohrožují svým provozem ještě jednu oblast a tou je životní prostředí. Ekologická rizika představují v dnešní době často opomíjené kaly vzniklé při procesu úpravy vod a také selhání lidského faktoru, které může vést k haváriím (požár, výbuch) [12], [13].

6.1 Kalová problematika

Během procesů úprav pitných vod vznikají odpadní vody a kaly. Vzniku těchto látek se dá těžko zabránit, a protože představují zátěž pro životní prostředí i pro finanční rozpočet úpraven, zaměřují se provozovatelé dnes více na způsoby omezování vzniku těchto odpadů a kalů, eventuálně na jejich zhodnocení a opětovné využití [12].

6.1.1 Vznik a složení vodárenských kalů

Kaly vznikají téměř během celého procesu úpravy vody. Začínají vznikat během mechanických postupů, tj. sedimentací nebo filtrací. Patří sem kaly usazující se na dno nádrží a prací voda z filtrace. Odpadní kaly obsahují především písčité a hlinité látky, látky minerálního a organického původu (látky huminové, zbytky organismů, řasy atp.).

Mezi další kaly patří kaly koagulační. Ty obsahují hlavně hydratované oxidy hliníku a železa, anorganické a organické látky odstraněné při úpravě a huminové látky (řasy, prvoci, bakterie).

Kaly vznikají i při odželezňování a odmangování. Obsahují převážně hydratované oxidy, uhličitan vápenatý a karbonáty železa a manganu.

6.1.2 Likvidace vodárenských kalů

U likvidace vodárenských kalů je potřeba brát ohled na jejich hygienické vlastnosti a možná zdravotní rizika.

Likvidace zahrnuje vypouštění kalů přímo do toků, ukládání kalů bez úprav do volných prostorů nebo odvod do čistíren odpadních vod. Volnými prostory se rozumí opuštěné doly, lomy, pískovny nebo uměle vytvořené nádrže. Nevýhodou ale je, že takových prostorů mnoho není a že takový způsob je v rozporu se zájmy ochrany přírody.

Dnešním cílem provozovatelů je samozřejmě snížení množství vznikajícího kalu při úpravě vod anebo zpracování kalů do takové formy, která by se mohla využít, a to bez zvyšování nákladů při řešení této problematiky [12].

6.2 Havárie

K haváriím dochází při selhání lidského faktoru. Je nutné dodržovat požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci a pravidla požární ochrany. K tomu jsou nutné znalosti se zacházením chemických látek, neboť hlavně ty jsou hlavním aktérem těchto havárií. V minulosti se jich už několik stalo i v ČR. Tyto nehody neohrožují jenom pracovníky ÚPV, ale i obyvatele žijící v okolí a životní prostředí.

Příkladem nehody je například událost z února 2009, kdy na severomoravské ÚPV Vítkov došlo omylem ke smíchání chloritanu sodného a síranu železitého v jedné nádrži. Při jejich reakci došlo k výbuchu a mrak chloru a dalších toxických plynných látek se rozšířil do okolí úpravny.

Nejčastější příčinou jsou tedy reakce chemických látek, které vedou k výbuchu nebo vývinu plynu, při kterém vznikají chemické mraky ohrožující ovzduší a osoby nacházející se v dané oblasti [13].

7 ZÁVĚR

Zdrojů zdravotních rizik při provozování úpraven pitných vod je mnoho. Protože je pitná voda pro lidstvo velmi důležitá, je nutné tato rizika průběžně omezovat a dostávat pod kontrolu, nejlépe zcela eliminovat.

Z pohledu pracovníků dochází k poškození zdraví hlavně z chemických, fyzikálních a psychických příčin. Dále z neopatrnosti pracovníka může docházet k řadě pracovních úrazů či haváriím. K omezení vzniku poškození zdraví zaměstnance je stanovená řada povinností pro provozovatele i samotné zaměstnance. K zabránění poškození zdraví a nemocí z povolání přispívají i bezpečnost a ochrana zdraví při práci, pracovní lékaři a orgány ochrany veřejného zdraví.

Z pohledu spotřebitelů pitné vody je důležitá její zdravotní nezávadnost. Bohužel existuje řada mechanismů a cest znečištění pitné vody. Voda může být znečištěná již u vodního zdroje, při samotných technologických procesech úpravy pitné vody nebo při její distribuci k odběrateli. Hlavní příčiny nemocí z pitné vody jsou chemické, biologické a radiologické faktory. Pitná voda musí splňovat řadu hygienických limitů, aby nevznikaly epidemie a nebylo jinak ohroženo zdraví odběratelů.

Provoz úpraven pitných vod představuje i riziko pro životní prostředí. Při úpravách vznikají odpadní vody a kaly, které zatěžují životní prostředí. V dnešní době je této problematice věnována větší pozornost a je snaha o snížení množství vzniklých kalů nebo o způsob nakládání s nimi, který by nezatížil životní prostředí ani finanční rozpočty provozovatelů. Dalším faktorem ohrožujícím životní prostředí jsou havárie vzniklé nejčastěji selháním lidského faktoru, ale i poruchami technických zařízení.

I přes mnohá rizika, která jsou v této práci popsána, v ČR naštěstí, díky propracovanému systému zabezpečení a kontrol, dochází v praxi k poškození zdraví z pitné vody jen ojediněle.

8 SOUHRN

Práce se zabývá problematikou zdravotních rizik při provozování úpraven pitných vod. Nejprve nás práce seznamuje se zdroji surové vody a mapuje používání různých technologií úprav surových vod na vodu pitnou. Dále popisuje potenciální zdravotní rizika pro zaměstnance úpraven a jejich prevenci, jakož i zdravotní rizika pro odběratele pitné vody a jejich zamezení i možná rizika pro životní prostředí.

SUMMARY

The study deals with health risks relating to operation of water treatment plant. At first, the study describes the raw water source and its qualities and lists different technologies used for treatment of raw water to produce drinking water. It also describes potential health risks to employees, consumers and environment, and prevention or management of these risks.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Marušincová H. Technologická úprava vod na vodu pitnou. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Technologická fakulta. 2007. 34 s.
- [2] Jermář M. Vodní hospodářství pro 3. a 4. ročník středních průmyslových škol stavebních. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury n. p., 1982. 224 s., 75 obrázků, 86 tabulek.
- [3] Státní zdravotní ústav. Pitná voda. [online][cit. 2012-03-17]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/pitna-voda>
- [4] Kopáček J. Technologie úpravy pitné a provozní vody. Katedra biologie ekosystémů [online]. 2011. 20 s. [cit. 2012-03-17]. Dostupné z: http://kbe.prf.jcu.cz/files/prednasky/Technologie_ZP/uprava_vod.pdf
- [5] Žáček L. Chemické a technologické procesy úpravy vod. 1. vyd. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 1999. 239 s. ISBN 80-86020-22-2
- [6] Vyhláška č. 252/2004, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů
- [7] Kolektiv autorů, PRACOVNÍ LÉKAŘSTVÍ Základy primární pracovnělékařské péče. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005. 338 s. ISBN 57-851-05
- [8] Anonym. Vodárenství III. Praha: SOVAK ČR. 23 s.
- [9] 4 Motion Design. BOZP-PO [online]. 2011[cit. 2012-04-3]. Dostupné z: <http://www.bozp-po.cz/nase-sluzby/boz/>
- [10] Kožíšek F., Kos J., Pumann P. Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství. Praha: SOVAK ČR, 2006. 75 s.
- [11] Andrlová L. Krajská hygienická stanice Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem. územní pracoviště Chomutov. osobní sdělení, 2012-03-16

- [12] SmVaK Ostrava a.s. SmVaK [online]. 2004-2007 [cit. 2012-04-08]. Kyncl M. Kalová problematika úpraven pitných vod. 5 s. Dostupné z: <http://www.smv.cz/res/data/013/001565.pdf>
- [13] SmVaK Ostrava a.s. SmVaK [online]. 2004-2007 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.smvak.cz/cs-CZ/default.aspx?ar=60>
- [14] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a související předpisy
- [15] Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. [online]. 2012 VIZUS. SČVK v roce 2011. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.scvk.cz/res/data/051/005822.pdf>
- [16] Středa P., Líbal A., Blažek K. ÚV III. Mlýn – variantní řešení technologické linky. Moravská vodárenská, a.s. [online]. 2012 VIZUS [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.smv.cz/res/data/051/005783.pdf>
- [17] Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. [online]. 2012 VIZUS [cit. 2012-04-28]. Kvalita pitné vody na nejvýznamnějších úpravárnách vody. Dostupné z: <http://www.scvk.cz/res/data/051/005801.pdf>
- [18] Jeligová H., Bencko V., Kožíšek F., (2010). Co by měl praktický lékař vědět o pitné vodě? - II. část: zdravotní rizika spojená s vodou. Praktický lékař, 90(10): 582-58