

# Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství

MUDr. František Kožíšek, CSc.<sup>1</sup>

Ing. Jiří Kos<sup>2</sup>

Mgr. Petr Pumann<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Státní zdravotní ústav, Praha

<sup>2</sup> Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze

**Učební pomůcka pro získání znalostí nutných k ochraně veřejného zdraví z hlediska  
prevence nemocí způsobených vodou. Odborný garant textu: Státní zdravotní ústav.  
Recenze: Ministerstvo zdravotnictví ČR.**

**Praha, 2006**

# Obsah

strana

- 1 Úvod**
- 2 Legislativní rámec zásobování pitnou vodou v České republice**
- 3 Provozování úpravnen vod a vodovodů jako činnost epidemiologicky závažná**
  - 3.1 Zdravotní průkazy
  - 3.2 Znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví z hlediska prevence nemocí způsobených vodou
  - 3.3 Požadavky na zdravotní stav osob vykonávajících příslušnou činnost
  - 3.4 Důvody, pro které nelze vykonávat činnosti epidemiologicky závažné
- 4 Zásady provozní hygieny a hygienicky nezávadné obsluhy vodárenských zařízení**
  - 4.1 Zásady osobní a provozní hygieny při práci
  - 4.2 Zásady hygienicky nezávadné obsluhy a údržby vodárenských zařízení
    - 4.2.1 Obecné požadavky
    - 4.2.2 Zdroj vody
    - 4.2.3 Úprava vody
    - 4.2.4 Distribuce vody
- 5 Základní znalosti o příčinách a epidemiologii nález, na kterých se může podílet voda. Otravy z pitné vody**
  - 5.1 Voda jako otevřený a zranitelný systém
    - 5.1.1 Znečištění zdroje
    - 5.1.2 Znečištění při úpravě vody
    - 5.1.3 Znečištění při distribuci vody
  - 5.2 Vliv pitné vody na zdraví: zdravotní rizika
    - 5.2.1 Biologické příčiny nemocí z pitné vody
    - 5.2.2 Chemické příčiny nemocí z pitné vody
    - 5.2.3 Radiologické příčiny nemocí z pitné vody
  - 5.3 Akutní a chronický účinek na zdraví
  - 5.4 Vliv pitné vody na zdraví: zdravotní prospěšnost
  - 5.5 Požadavky na jakost pitné vody
- 6 Zásady předcházení vzniku a šíření nález, na kterých se může podílet voda**
- 7 Speciální hygienická problematika podle pracovní činnosti v rozsahu provozního řádu úpravny vody nebo vodovodu**
  - 7.1 Provozní řády

7.2 Dokumentace provozu

7.3 Bezpečnost práce

7.4 Další požadavky

## **8 Budoucnost: plány pro zajištění bezpečnosti vody**

### **9 Přílohy:**

9.1 Příloha A: Požadavky na jakost pitné vody

9.2 Příloha B: Dezinfekční účinnost jednotlivých stupňů úpravy vody

9.3 Příloha C: Vybrané požadavky na provoz úpravny vody a vodovodu

## 1. Úvod

Bezprostředním podnětem k sepsání a vydání této příručky byla „drobná“ změna zákona o ochraně veřejného zdraví, která mezi činnosti epidemiologicky závažné zahrnuje také provozování úpraven vod a vodovodů, z čehož vyplývají provozovatelům určité povinnosti. Provozovateli se v tomto případě přitom nemyslí jen zaměstnavatelé, tedy nějaké právnické či fyzické osoby, které jsou provozovateli vodovodů ve smyslu zákona o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, ale především všichni zaměstnanci přímo se podílející na provozu čili (v přesné dikci zákona<sup>1</sup>) „fyzické osoby přicházející při pracovních činnostech v úpravárnách vod a při provozování vodovodů do přímého styku s vodou“. Podrobnosti o těchto povinnostech budou uvedeny dále.

Spolehlivé zásobování dobrou a bezpečnou pitnou vodou je základním předpokladem zdravé společnosti a jejího ekonomického rozvoje a úlohou státu je vytvoření příslušné právní a institucionální základny pro zajištění tohoto úkolu. I kdyby ale byly zákony a jejich požadavky sebedokonalejší a kdovíjak podrobné, nikdy ani zdaleka nepostihnou život a praxi v celé šíři a rozmanitosti. To platí i v případě moderního vodárenství, kde se ze strany vodárenských společností předpokládá taková vlastní iniciativa a aktivita – jdoucí i nad rámec zákonného minima – která bude naplňovat cíl zformulovaný nedávno Mezinárodní asociací pro vodu (IWA) v tzv. *Bonnské chartě pro bezpečnou pitnou vodu*<sup>2</sup>:

„Cílem je dobrá nezávadná pitná voda, která se těší důvěře spotřebitelů. Voda, kterou lze nejen bez obav pít, ale u níž spotřebitel zároveň oceňuje její estetickou kvalitu.“

Jinými slovy: pitná voda musí být dostupná v potřebném množství a požadované kvalitě, přičemž pod pojmem kvalita se neskrývá pouze bezpečnost či nezávadnost vody, ale i její plně vyhovující chuť a další smyslově postižitelné vlastnosti. Zároveň se však celý systém zásobování vodou musí těšit důvěře spotřebitelů, protože to, jak veřejnost vnímá kvalitu vody, je nutno považovat za nedílnou součást kvality samotné. Vodárenské společnosti nemohou nikdy považovat za vyhovující stav, při němž pitná voda sice odpovídá všem hygienickým požadavkům, ale spotřebiteli nechutná nebo pochybuje o její kvalitě. Logickým důsledkem totiž může být spotřebitelova orientace na jiný, méně vhodný nebo dokonce méně bezpečný zdroj vody. Nedílnou součástí „správné výrobní praxe“ tudíž musí být i adekvátní komunikace provozovatele (dodavatele vody) jak s dozorovým orgánem ochrany veřejného zdraví, tak i se zákazníkem – spotřebitelem.

Základem pro budování zmíněné důvěry je poskytování dostatečných informací o kvalitě vody a způsobu jejího stálého zabezpečení v průběhu od zdroje ke spotřebiteli. Ze strany vodárenské společnosti (či jiného dodavatele vody) to znamená mít k dispozici dostatečně kvalifikovaný a vyškolený personál a důkladně poznat všechna možná rizika kontaminace na všech stupních systému zásobování a vědět, jak tato rizika omezovat či je mít průběžně pod kontrolou.

Během let se způsoby kontroly a zvládnutí rizik postupně zdokonalovaly, na druhou stranu se však objevovala a objevují rizika nová, o čemž nejvýmluvněji svědčí velké epidemie způsobené pitnou vodou, k nimž v posledních dvaceti letech došlo i ve vodárensky velmi vyspělých zemích. To si vyžaduje změnu přístupu, který musí být na jednu stranu komplexní, na druhou stranu systematický (nikoliv nahodilý). Komplexnost rozumíme jak plošnou (podchycení všech rizik od zdroje a jeho povodí až ke spotřebiteli), tak i oborovou (efektivní

<sup>1</sup> Zákon o ochraně veřejného zdraví (č. 258/2000 Sb. v platném znění).

<sup>2</sup> International Water Association: The Bonn Charter for Safe Drinking Water. September 2004. Česky vyšlo (Bonnská charta pro bezpečnou pitnou vodu) v časopise SOVAK č. 7-8/2005, str. 20-23.

systém řízení kvality vody by měl zahrnout všechny zúčastněné subjekty bez ohledu na jejich rozdílné úlohy v tomto systému).

Pitná voda bývá označována za základní potravinu či potravinu a protože podle evropské legislativy<sup>3</sup> také mezi potraviny patří, nepřekvapí, že se k zajištění její kvality přijímají obdobná opatření jako k zajištění kvality výroby potravin: zdravotní průkazy a znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví, v budoucnu též zavedení principu HACCP<sup>4</sup> do procesu výroby pitné vody. To vše je též hlavní náplní této příručky.

Na konec zde patří zmínit ještě dvě důležité věci. Bez ohledu na požadavek zákona je žádoucí, aby obě strany – vodohospodáři i hygienici provádějící státní zdravotní dozor – měli větší vzájemné povědomí o své práci a svých hlediscích. I když je toto hygienické minimum určeno pro pracovníky ve vodárenství, díky řadě technických a provozně specifických vodárenských informací v něm mohou nalézt poučení i hygienici. A konečně je nutné připomenout, že tato příručka není první svého druhu, protože první<sup>5</sup> napsal Ing. Jiří Kos již v roce 1990.

## 2. Legislativní rámec zásobování pitnou vodou v České republice

Oblast výroby a zásobování pitnou vodou je v ČR kompetenčně rozdělena mezi tři ministerstva: ministerstvo životního prostředí (MŽP), ministerstvo zemědělství (MZe) a ministerstvo zdravotnictví (MZ). Z toho vyplývá i poněkud komplikovaná právní úprava, která ale na druhou stranu plně pokrývá řetězec zásobování od zdroje vody až ke spotřebiteli. V kompetenci MŽP je ochrana vodních zdrojů, což v praxi znamená, že všechny zdroje pitné vody produkující více než 10 000 m<sup>3</sup> za rok musí mít ochranná pásma, aby se chránila jejich vydatnost, kvalita a bezpečnost. Právně tuto oblast upravuje vodní zákon (č. 254/2001 Sb. v platném znění) a prováděcí vyhlášky<sup>6</sup>. V kompetenci MZe je využití vodních zdrojů, výroba pitné vody a její doprava ke spotřebiteli; u vodovodů pro veřejnou potřebu (zásobujících 50 a více obyvatel nebo produkujících 10 m<sup>3</sup> vody za den a více, pokud neurčí vodoprávní úřad jinak) musí být splněny různé povinnosti při čerpání surové vody, úpravě vody a její distribuci. Právně tuto oblast upravuje zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu (č. 274/2001 Sb. v platném znění) a jeho prováděcí vyhláška<sup>7</sup>. V kompetenci MZ je zajištění jakosti pitné vody u spotřebitele. V základní právní normě pro tuto oblast (zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění) jsou zahrnuty všechny způsoby dodávky pitné vody pro veřejnost, tj. vodovody pro veřejnou potřebu, individuální zdroje pitné vody provozované jako součást podnikatelské činnosti nebo zásobující veřejné objekty, náhradní zásobování pitnou vodou, veřejné studny, voda dodávaná z výdejních automatů nebo z akumulacích nádrží ve vzdušných, vodních a pozemních dopravních prostředcích (v letadlech, na lodích, v jídelních vozech vlaků apod.). Z působnosti tohoto zákona je vyjmuto individuální zásobování domácností z vlastních soukromých studní. V prováděcích

<sup>3</sup> Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví všeobecné zásady a požadavky potravinové legislativy, zřizuje se Evropský úřad pro nezávadnost potravin a stanoví se postupy v oblasti nezávadnosti potravin.

<sup>4</sup> HACCP = Hazard Analysis and Critical Control Points (Riziková analýza a kritické kontrolní body při výrobě). Podrobnosti viz dále.

<sup>5</sup> Kos J. Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství. Vydalo OZV KÚNZ Středočeského kraje, Praha 1990; 20 stran.

<sup>6</sup> Např. vyhláška č. 137/1999 Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů.

<sup>7</sup> Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů.

vyhláškách jsou definovány požadavky na jakost pitné vody a rozsah a četnost její kontroly<sup>8</sup> a hygienické požadavky na výrobky pro styk s pitnou vodou<sup>9</sup>. Požadavky na radiologickou kvalitu pitné vody a její kontrolu jsou upraveny atomovým zákonem (č. 18/1997 Sb. v platném znění) a jeho prováděcím právním předpisem<sup>10</sup>.

Dozor nad dodržováním vodního zákona a zákona o vodovodech a kanalizacích mají vodoprávní úřady. Dozor nad dodržováním zákona o ochraně veřejného zdraví mají orgány ochrany veřejného zdraví (krajské hygienické stanice). Dozor nad dodržováním atomového zákona má Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

Požadavky na jakost pitné vody a její kontrolu v zákoně o ochraně veřejného zdraví vycházejí v zásadě z evropské Směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu. Přesto obsahuje česká legislativa určité specifické národní úpravy, např. má o 15 ukazatelů více (např. beryllium, microcystin-LR, hořčík a vápník, chloritany, mikroskopický obraz atd.) nebo má pro některé ukazatele stanoveny přísnější limity (např. pro měď, TOC, CHSK<sub>Mn</sub>, chloroform, chloridy atd.).

### 3. Provozování úpravěn vod a vodovodů jako činnost epidemiologicky závažná

Voda je výborné rozpouštědlo a s čímkoli přijde do styku, to ráda rozpouští a do sebe přijímá. Proto je tak náchylná ke znečištění a připočteme-li k tomu existující rozsáhlé centralizované systémy zásobování pitnou vodou, snadno pochopíme, že případná kontaminace může i během krátkého časového úseku ovlivnit zdraví velkých skupin obyvatel.

To je i důvodem, proč **zákon o ochraně veřejného zdraví** (č. 258/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů) **považuje za činnosti epidemiologicky závažné** mimo jiné také **provozování úpravěn vod a vodovodů** (viz § 19 odst. 1 jmenovaného zákona) a stanovuje pro jejich výkon určité hygienické požadavky. Konkrétně to znamená, že „**fyzické osoby přicházející při pracovních činnostech v úpravárnách vod a při provozování vodovodů do přímého styku s vodou**“ musí mít **zdravotní průkaz a znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví** (viz § 19 odst. 2 a 3 jmenovaného zákona). Uvedená formulace („fyzické osoby, které...“) má rozlišit pracovníky pracující v těch prostorách úpravní a na vodojemech, kde je otevřená hladina vody, nebo provádějící přímé zásahy do potrubí – tedy pracovníky, na které se uvedené požadavky vztahují – od pracovníků ostatních (např. kancelářských).

Rozsah znalostí nutných k ochraně veřejného zdraví stanovuje prováděcí právní předpis (viz dále). Orgán ochrany veřejného zdraví má právo tyto znalosti ověřit a pokud by pracovník příslušné znalosti neměl, nemůže dočasně, do doby vykonání opravné zkoušky, vykonávat svoji práci. Jmenovaný zákon o tom (v § 19 odst. 3) doslova říká: „*Tyto znalosti je u fyzické osoby vykonávající činnosti epidemiologicky závažné oprávněn při výkonu státního zdravotního dozoru prověřit příslušný orgán ochrany veřejného zdraví. Pokud podle rozhodnutí orgánu ochrany veřejného zdraví fyzická osoba znalosti nemá, nemůže vykonávat činnosti epidemiologicky závažné, a to do doby úspěšného složení zkoušky před komisí zřízenou příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. Příslušný orgán ochrany veřejného zdraví je povinen umožnit fyzické osobě vykonání zkoušky nejdéle do 15 kalendářních dnů ode dne, kdy mu byla žádost fyzické osoby o přezkoušení doručena. Složení komise a podmínky provedení zkoušky upraví prováděcí právní předpis.*“

<sup>8</sup> Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění.

<sup>9</sup> Vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.

<sup>10</sup> Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně.

Pracovníci čili fyzické osoby vykonávající činnosti epidemiologicky závažné jsou podle § 20 jmenovaného zákona dále povinni:

- a) *podrobit se v případech upravených prováděcím právním předpisem nebo rozhodnutím příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví lékařským prohlídkám a vyšetřením, která provede praktický lékař, který fyzickou osobu registruje,*
- b) *informovat ošetřujícího lékaře o druhu a povaze své pracovní činnosti,*
- c) *mít u sebe zdravotní průkaz, a na vyzvání ho předložit orgánu ochrany veřejného zdraví,*
- d) *uplatňovat při pracovní činnosti znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví a dodržovat zásady osobní a provozní hygieny v rozsahu upraveném v prováděcím právním předpise.*

Zaměstnavatelé čili osoby provozující činnosti epidemiologicky závažné (zde provozovatelé vodovodů pro veřejnou potřebu či vlastníci vodovodu pro veřejnou potřebu, kteří jsou nositelem práv a povinností provozovatele) jsou podle § 21 jmenovaného zákona povinni:

- a) *dodržovat zásady provozní hygieny upravené prováděcím právním předpisem, jakož i zásady osobní hygieny upravené prováděcím právním předpisem, pokud se sami účastní výkonu činností epidemiologicky závažných,*
- b) *kontrolovat uplatňování znalostí a zásad osobní a provozní hygieny (podle § 20 písm. d)) zaměstnanci a spolupracujícími rodinnými příslušníky a*
- c) *zajistit, aby výkonem činností epidemiologicky závažných nedošlo k ohrožení nebo poškození zdraví fyzických osob infekčním nebo jiným onemocněním.*

Výše zmíněné odkazy na „prováděcí právní předpisy“ znamenají odkazy na vyhlášky ministerstva zdravotnictví č. 490/2000 Sb. v platném znění a 137/2004 Sb. Podrobnosti budou uvedeny dále.

### **3.1 Zdravotní průkazy**

Zdravotní průkaz vydává před zahájením činnosti praktický lékař, který fyzickou osobu registruje, nebo zdravotnické zařízení či osoba vykonávající závodní preventivní péči. Vydání zdravotního průkazu nenahrazuje vstupní lékařskou preventivní prohlídku. Zdravotní průkaz se vydává na dobu neurčitou. Zdravotní průkaz musí mít fyzická osoba při vykonávání činnosti epidemiologicky závažné u sebe a na vyzvání je povinna ho předložit orgánu ochrany veřejného zdraví (§ 20 písm. c) zákona o ochraně veřejného zdraví).

Požadavek, aby pracovníci obsluhy úpraven vody a vodovodů měli zdravotní průkaz, není nový, ale existuje u nás již od roku 1959.

### **3.2 Znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví z hlediska prevence nemocí způsobených vodou**

Znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví z hlediska prevence nemocí způsobených vodou u osob přicházejících při pracovních činnostech v úpravách vod a při provozování vodovodů k přímému styku s vodou jsou rámcově uvedeny v bodě 3 přílohy č. 3 vyhlášky č. 490/2000 Sb. ve znění vyhlášky č. 472/2006 Sb., o rozsahu znalostí a dalších podmínkách k získání odborné způsobilosti v některých oborech ochrany veřejného zdraví. Jedná se o následující okruhy znalostí:

- a) Požadavky na zdravotní stav osob vykonávajících příslušnou činnost.
- b) Zásady osobní hygieny při práci.
- c) Zásady hygienicky nezávadné obsluhy a údržby vodárenských zařízení.

- d) 1. Základní znalosti o příčinách, epidemiologii a zásadách předcházení vzniku a šíření nákaz, na kterých se může podílet voda.  
2. Otravy z pitné vody.
- e) Speciální hygienická problematika podle pracovní činnosti v rozsahu provozního řádu úpravny vody nebo vodovodu.

### 3.3 Požadavky na zdravotní stav osob vykonávajících příslušnou činnost

Mezi základní požadavky, dané zejména § 20 písm. a) a b) zákona o ochraně veřejného zdraví, na tyto osoby patří:

- a) Podrobit se lékařským prohlídkám a vyšetřením, které provede praktický lékař, který fyzickou osobu registruje<sup>11</sup>, je-li osoba postižena průjmovým, hnisavým nebo horečnatým onemocněním nebo jiným infekčním onemocněním (zvláště po návratu ze zahraničí) nebo je-li podezřelá z nákazy, nebo byla v epidemiologicky významném kontaktu s nemocným s průjmovým onemocněním, virovou hepatitidou nebo jiným závažným infekčním onemocněním na pracovišti, v domácnosti či jiném místě pobytu. Osoba se také musí podrobit lékařskému vyšetření, pokud o tom rozhodne orgán ochrany veřejného zdraví na základě protiepidemických důvodů.
- b) Informovat ošetřujícího lékaře o druhu a povaze své pracovní činnosti.

Požadavek uvedený pod bodem a) pro pracovníka znamená, že dostane-li průjmové, hnisavé či horečnaté onemocnění, musí sám od sebe navštívit svého praktického lékaře a domluvit se s ním, jaké činnosti může vykonávat (pokud nebude v pracovní neschopnosti). Zaměstnanci s onemocněním, které je přenosné vodní cestou, a nosiči choroboplodných zárodků těchto onemocnění by neměli být pověřováni pracemi v oblasti čerpání, úpravy a distribuce vody.

### 3.4 Důvody, pro které nelze vykonávat činnosti epidemiologicky závažné

Existují určité důvody, které mohou vést orgán ochrany veřejného zdraví k rozhodnutí uložit sankční postih nebo, v krajním případě, dokonce zakázat osobě vykonávat činnost epidemiologicky závažnou (viz §19 odst. 3 zákona o ochraně veřejného zdraví):

- Osoba nemá základní znalosti týkající se dodržování zásad provozní či osobní hygieny nebo by výkonem její činnosti mohlo dojít k ohrožení nebo poškození zdraví fyzických osob infekčním nebo jiným onemocněním.
- Osoba zatajila nebo zatajuje průjmové či hnisavé onemocnění u sebe nebo člena rodiny nebo fakt, že s takovým onemocněním nenavštívila lékaře.
- Osoba prokazatelně vědomě porušila technologický postup při vodárenském provozu, při kterém došlo k ohrožení zdravotní nezávadnosti pitné vody.
- Osoba se dopustila hrubých nedostatků při dodržování hygienických zásad na pracovišti.
- Osoba odmítla odstranit hrubé hygienické závady, které lze odstranit na místě.

Důvody, pro které nelze vykonávat činnosti epidemiologicky závažné, pominou až po úspěšném složení zkoušky před komisí zřízenou příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. Příslušný orgán ochrany veřejného zdraví je povinen umožnit fyzické osobě vykonání zkoušky nejdéle do 15 kalendářních dnů ode dne, kdy mu byla žádost fyzické osoby o přezkoušení doručena.

---

<sup>11</sup> Podle § 4 vyhlášky č. 195/2005 Sb., kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče.



Sankční postih za porušení povinností stanovených zákonem spojených s ohrožením zdravotní nezávadnosti pitné vody může být uložen jak pracovníkovi, tak i jeho zaměstnavateli.

#### **4. Zásady provozní hygieny a hygienicky nezávadné obsluhy vodárenských zařízení**

##### **4.1 Zásady osobní a provozní hygieny při práci**

(S použitím vyhlášky č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných.)

- Udržování prostor úpraven vody a vodojemů, náčiní, pracovních ploch, zařízení a ostatního vybavení, přepravních obalů vody (cisteren a kontejnerů) v čistotě a v takovém stavu, aby nedocházelo k ohrožování jakosti a zdravotní nezávadnosti vody.
- Provádění průběžného úklidu všech pracovišť a prostor za použití mycích, popřípadě dezinfekčních prostředků podle povahy technologického procesu a návodu výrobce; souběžně musí být zajištěna ochrana vody proti kontaminaci z čisticích a dezinfekčních prostředků. Používání mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků pro úklid, které jsou určeny pro potravinářství nebo pro styk s pitnou vodou. Skladování čisticích prostředků a přípravků pro provádění běžné ochranné dezinfekce, dezinfekce a deratizace odděleně v originálních obalech s příslušným značením.
- Udržování hygienických a sanitárních zařízení, zejména záchodů v čistotě a provozu schopném stavu včetně jejich vybavení. Ve vodárnách, u akumulčních nádrží a čerpacích stanic by měly být k dispozici toalety s tekoucí vodou a možností dezinfekce rukou. Není-li to možné, je nutné naplánovat jiné možnosti očisty a dezinfekce rukou nebo dodat jiné vybavení zaměstnanců. Obecně však platí, že zásobování pracoviště vodou a sanitární a pomocná zařízení musí odpovídat hygienickým požadavkům na vybavení pracovišť stanoveným v nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, v platném znění.
- Pečování o tělesnou čistotu a před započetím vlastní práce, při přechodu z nečisté práce na čistou (např. odpadní voda – pitná voda), po použití záchodu, po manipulaci s odpady a při každém znečištění si umýt ruce v teplé vodě s použitím vhodného mycího, popřípadě dezinfekčního prostředku. Používání k osoušení rukou přednostně osoušeče či ručníky pro jednorázové použití.
- Označení či barevné odlišení pomůcek, prostředků i ochranných oděvů určených k údržbě a opravám kanalizací a jejich ukládání odděleně od pomůcek určených k údržbě nebo opravám vodovodů. Pomůcky určené pro opravy vodovodních řadů nelze používat pro práce na kanalizacích a obráceně.
- Nepřechovávání potravin, produktů a předmětů nesouvisejících s výkonem pracovní činnosti v prostorách s volnou hladinou pitné vody (v úpravně, ve vodojemu).
- Preventivní zamezení výskytu hmyzu a hlodavců na úpravně a ve vodojemech a včasné průběžné provádění běžné ochranné dezinfekce, dezinfekce a deratizace.
- Nepřipouštění vstupu zvířat a nepovolaných osob do úpraven vod, vodojemů a dalších obslužných prostor.
- Skladování chemických přípravků na úpravu vody v samostatných a označených prostorách.
- Nekouření a vyloučení jakéhokoliv jiného nehygienického chování v místnostech s volnou hladinou vody.
- Nošení čistých osobních ochranných prostředků odpovídajících charakteru činnosti, zejména pracovní oděv a pracovní obuv, a to po celou provozní dobu. Udržování

pracovního oděvu v čistotě a jeho vyměňování podle potřeby, třeba i v průběhu směny.

- Neopouštění úpravny vody v průběhu pracovní doby v pracovním oděvu a v pracovní obuvi. Ukládání použitého pracovního oděvu, jakož i občanského oděvu na místo k tomu vyčleněné; ukládání pracovního oděvu a občanského oděvu odděleně.
- Zajištění odpovídajícího větrání a mikroklimatických podmínek dle charakteru jednotlivých prostor.
- Průběžné odstraňování odpadu hygienicky nezávadným způsobem.

#### **4.2 Zásady hygienicky nezávadné obsluhy a údržby vodárenských zařízení**

Níže uváděné zásady se snaží postihnout aspoň ty nejdůležitější činnosti z hlediska ochrany veřejného zdraví. Nejde však o vyčerpávající výčet. Pro přehlednost byly činnosti rozděleny do čtyř okruhů: obecné požadavky společné pro celý systém a požadavky na zdroj, úpravu a distribuci vody.

##### **4.2.1 Obecné požadavky:**

- Je nutné dodržovat schválený provozní řád úpravny vody a vodovodu, včetně provozního řádu schváleného podle zákona o ochraně veřejného zdraví.
- Stavby a zařízení pro zásobování vodou je nutné chránit proti neoprávněným zásahům. Tam, kde je to z hlediska rizika odůvodněné a technicky možné, by se měla využít nejen pasivní, ale i aktivní ochrana objektu. Pasivní ochrana objektu zahrnuje opatření zabráňující průniku. Aktivní ochrana objektu doplňuje tuto ochranu tím, že včas a bezpečně rozpozná neoprávněný průnik pomocí zařízení vyvolávající poplach.
- K jímání, odběru, dopravě, úpravě, rozvodu, shromažďování a měření dodávky surové a pitné vody je nutné používat jen hygienicky nezávadné výrobky – totiž výrobky, které odpovídají požadavkům zákona o ochraně veřejného zdraví (§ 5), resp. prováděcí vyhlášky: původně vyhláška č. 37/2001 Sb., dnes nahrazena vyhláškou č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody. Z praxe existuje řada případů, jak aplikace nevhodného materiálu vedla k znehodnocení kvality distribuované vody, přičemž ovlivnění nemusí nastat jen korozí materiálu nebo vyluhováním nežádoucích látek z materiálu do vody, ale také nedostatečnou ochranou distribuované vody před vnějšími vlivy. Osoba, která je za nákup těchto výrobků odpovědná, musí vždy od dodavatele výrobku vyžadovat doklad o laboratorním ověření, že daný výrobek odpovídá danému hygienickému předpisu. Zároveň je nutné kontrolovat, zda předkládaný doklad o ověření se skutečně vztahuje na nabízený výrobek a zda pro použití výrobku neexistuje nějaké omezení, které by bránilo jeho aplikaci na uvažované lokalitě (např. některé výrobky z mědi nelze kvůli korozi použít u vody s hodnotou pH nižší než 6,5).
- Je třeba se vyhýbat kontaktu s vodou určenou spotřebiteli během její dopravy, úpravy, akumulaci a distribuci.
- Pracovníci ve vodárenství by se měli soustavně vzdělávat nejen v problematice provozu a bezpečnosti práce, ale i v nových hygienických a epidemiologických požadavcích souvisejících s vykonávanou prací.

##### **4.2.2 Zdroj vody**

- Věnovat pozornost rizikovým činnostem v ochranných pásmech vodních zdrojů, dodržovat stanovený režim využití (čerpání) podzemních zdrojů. Dbát na údržbu jímacích objektů, zabezpečení ochranného pásma I. stupně a značení všech ochranných pásem.
- Pokud jde o povrchový zdroj snadno zranitelný z hlediska havarijního znečištění nebo o zdroj zásobující velký počet obyvatel, je vhodné zavést nějaký (biologický či technický) systém časného varování, který by kontinuálně monitoroval kvalitu vody.

#### 4.2.3 Úprava vody:

- Vhodný technologický postup úpravy vody se aplikuje v závislosti na jakosti surové vody, přičemž je nutné vzít v úvahu nejen obvyklé (průměrné) hodnoty, ale i nárazové znečištění. Pro úpravu vody se mohou použít jen schválené technologické postupy, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 409/2005 Sb. (§14 odst. 3). V případě, že mají být použity jiné technologické postupy, je nutno si vyžádat souhlas příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví.
- Zavedení nové technologie úpravy vody nesmí přímo nebo nepřímo vést ke zhoršení stávající jakosti vody a jejích organoleptických vlastností. Technologie úpravy vody nesmí být příčinou vnesení cizorodých, zdraví škodlivých látek do pitné vody. Musí co nejvíce respektovat přírodní složení vody a zachovávat biologickou hodnotu pitné vody.
- Používané chemické přípravky k úpravě pitné vody a teplé vody musí splňovat požadavky na čistotu, které jsou rovněž obsaženy ve vyhlášce č. 409/2005 Sb. (příloha č. 2). Chemické přípravky nesmí vedle toho obsahovat žádné cizorodé látky typu pesticidů, polyaromatických uhlovodíků, kyanidů apod., které nejsou přirozenou součástí výchozí suroviny nebo nevznikají ze suroviny během výroby chemického přípravku. Chemické přípravky nesmějí dále obsahovat patogenní mikroorganismy, být zdrojem mikrobiálního nebo jiného znečištění vody a obsahovat radioaktivní látky nad stanovený limit.

##### **Příklad z praxe**

➤ V roce 2002 byla v upravené pitné vodě na jedné úpravě vody v západních Čechách zjištěna přítomnost hexachlorcyklopentadienu, i když nikdy dříve zde nebyla tato pesticidní látka zjištěna. Opakované rozборы původní nález v upravené vodě potvrdily, ale k překvapení všech nebyl pesticid zjištěn v surové vodě. Podrobným šetřením se nakonec zjistilo, že zdrojem byl používaný dezinfekční prostředek (chlornan sodný), k jehož kontaminaci došlo nejspíše již u výrobce, který však vinu popíral. Pesticid byl tímto způsoben vlastně na úpravě dávkován do upravené vody. Po výměně chlornanu se problém vyřešil. I když zdraví spotřebitelů (pravděpodobně) nebylo ohroženo, vodárenské společnosti vznikly zbytečné náklady, nehledě k obavám o bezpečnost vyráběné vody.

- Pro aplikaci jiných chemických přípravků než těch, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 409/2005 Sb., je nutný souhlas orgánu ochrany veřejného zdraví (v tomto případě ministerstva zdravotnictví). Vodárenské společnosti by měly vyžadovat i po dodavateli používaného dezinfekčního prostředku pro úpravu vody doklad, že odpovídá požadavkům uvedené vyhlášky.
- Chemické přípravky pro úpravu vody musí být skladovány v souladu s požadavky na bezpečnost práce a ochranu prostředí a v souladu s požadavky na skladování, které udává výrobce. Lze používat jen přípravky, které nemají prošlou expirační dobu (dobu trvanlivosti) – to je zvláště důležité u chlornanu sodného a podobných přípravků na bázi chloru, ve kterých koncentrace účinné složky s časem (a zvláště při skladování

v nevhodných podmínkách) klesá, takže i při pečlivém dávkování přípravku, který je již částečně znehodnocen, nemůže být dezinfekce účinná.

- Na úpravě vody je nutné přísně dbát na to, aby nedošlo k záměně žádných chemických přípravků a aby všechny určené chemické látky byly dávkovány přesně v tom množství, jak předepisuje provozní řád.

#### **Příklady z praxe**

- Na úpravě vody v Camelfordu (Velká Británie), ze které je zásobováno kolem 20 000 obyvatel, vypustil dopravce chemikálie nedopatřením 20 tun síranu hlinitého místo do určené nádrže přímo do vodojemu s upravenou vodou. V pitné vodě byly zjištěny koncentrace hliníku 620 mg/l a koncentrace síranů 4 500 mg/l. U více než 400 obyvatel se objevily různé zdravotní problémy: vyrážky, bolesti kloubů, bolesti v krku, ztráta paměti a vyčerpání. Voda měla také korozivní účinek na domovní rozvody a armatury. Existuje podezření, že řada lidí nese trvalé zdravotní následky (poškození mozku). K události došlo v roce 1988.
- Koncem roku 2000 potřeboval laický majitel menšího vodovodu ve středočeském kraji, který zásobuje asi 100 obyvatel, provést z popudu hygieniků nárazovou dezinfekci pomocí Chloraminu B. V obchodě, kam se vydal, však měli jen Chloramin BM, na kterém bylo uvedeno, že se používá v potravinářství. Telefonicky se dotázal na hygienické stanici, zda může použít tento typ, a snad omylem nebo z neznalosti mu pracovník KHS odpověděl, že ano. Po několika hodinách po aplikaci tohoto přípravku do malého vodojemu došlo u některých spotřebitelů k pálení v ústech a jícnu, lepivému pocitu v ústech, zvracení a svědění pokožky. Přípravek Chloramin BM, který je určen k mytí a dezinfekci mastných a biologicky znečištěných povrchů v potravinářství a zdravotnictví, totiž obsahuje vedle účinné dezinfekční látky také tenzidy a různé anorganické příměsi.
- Opakované stížnosti na zákal pitné vody v jednom vodovodu v severočeském pohraničí vedly na jaře 2004 k bližšímu šetření. Vyžádaný audit objevil kuriózní příčinu na úpravě vody, kde pro správnou funkci koagulace muselo být upravováno též pH vody. Zatímco dávkování koagulantu probíhalo automaticky, dávkování chemikálie na úpravu pH zde probíhalo manuálně, ale obsluha je zajišťovala jen během denní směny (8.00 – 16.00). Mimo tuto dobu koagulace správně nefungovala a docházelo k tvorbě zákalu v upravené vodě.

- Obsluha úpravní a vodovodu si musí průběžně všímat kvality surové a upravované vody. Vzhled (barva, zákal) a pach vody se snadno a rychle zjišťuje a jakákoli neobvyklá změna může být prvním signálem, že došlo k nějaké neobvyklé a nežádoucí události. Na základě řady výsledků analytických stanovení by mělo být pro každý ukazatel (chemický a z mikrobiologických pro počty kolonií) definováno „normální rozmezí“ a dále interní varovné limity, které signalizují, že dochází k nečekaným nebo dokonce nežádoucím změnám a že je nutné vyšetřit příčinu popřípadě začít s nápravnými opatřeními.

#### **4.2.4 Distribuce vody:**

- Otvory ve stavbách (např. okna, dveře, větrací otvory) by měly být omezeny na nezbytné minimum a v provedení, které zabraňuje vniku zvířat a nepovolaných osob. Větrací otvory nádrží s vodou je třeba koncipovat tak, aby nebylo možné ovlivnit kvalitu vody zvenčí. Neměly by se v žádném případě nacházet přímo nad hladinou vody. Je potřeba pravidelně kontrolovat, zda všechna okna a větrací otvory jsou neporušená a zakrytá mřížkou (sítí). Vhodné je vybavení větracích otvorů speciálními vzduchovými filtry.

#### **Příklad z praxe**

➤ Malé město Gideon (stát Missouri, USA) o 1100 obyvatelích bylo zásobováno kvalitní vodou z podzemních zdrojů. Ve špatném stavu však byla distribuční síť. V listopadu roku 1993 začaly problémy s pachem a chutí pitné vody a následně v listopadu a prosinci onemocnělo kolem 650 lidí, z nich 17 bylo hospitalizováno a 7 zemřelo. Pravděpodobnou příčinou epidemie byl volný přístup ptáků do vodojemu s upravenou vodou. Ptáci kontaminovali vodu patogenními bakteriemi *Salmonella typhimurium*. Celá situace byla umocněna jednak promícháním vody ve vodojemu vlivem teplotní inverze, čímž vznikly problémy s pachem a chutí, a dále špatně provedeným proplachem systému po této epizodě.

- Pravidelné fyzické prohlídky stavu vodojemů a všech dalších provozních objektů se provádí v četnosti, jak vyžadují místní poměry. Stejně tak odkalování akumulacích nádrží a trubních řadů.
- Pokud se opravuje vodovodní potrubí, které je proto otevřené, a je nezbytné přerušit práci (např. do druhého dne), je vždy nutné na dobu nepřítomnosti osob potrubí znovu dočasně zakrýt (uzavřít); v žádném případě ho nelze nechávat otevřené.
- Po ukončení prací na opravě potrubí nebo jiných částí vodovodního systému je nutné dané partie v zařízení nejprve pečlivě mechanicky očistit. Hadry na utření by měly být z materiálu na jedno použití. Následuje dezinfekce opravovaného místa (např. pomocí 5 % roztoku chlornanu nebo 1 % až 3 % peroxidu vodíku) a potom proplach či oplach čistou vodou. Před uvedením potrubí či jiné části do provozu je zapotřebí odebrat vzorek vody na mikrobiologické vyšetření a vyčkat na potvrzení její nezávadnosti.

#### **Příklad z praxe**

➤ Ve městě Cabool (stát Missouri, USA), kde v době epidemie žilo přibližně 3 000 obyvatel, popraskal v zimě 1989/90 při silných mrazech (-28°C) na několika místech vodovodní řad. Při jeho výměně se do pitné vody dostala odpadní voda z kanalizace, která obsahovala patogenní bakterii *Escherichia coli* O157:H7. Před obnovením dodávky pitné vody nebyl proveden dostatečný proplach vyměněného potrubí, nebyly zvýšeny dávky dezinfekce a rovněž nebyly odebrány kontrolní rozbory k ověření mikrobiologické nezávadnosti pitné vody. Při následné epidemii onemocnělo 243 lidí krvavým průjemovým onemocněním, z nich 32 muselo být hospitalizováno a 4 lidé zemřeli.

- Uvádění do provozu nově rekonstruovaného vodovodního potrubí (vodojemu), opatřeného vnitřní vystýlkou na bázi cementu, je možné pouze za podmínek uvedených ve vyhlášce č.409/2005 Sb. (§ 12). Znamená to určitou dobu kontaktu s vodou, která se musí obměňovat, a provedení kontrolního rozboru vody:
  - (1) *Vodovodní potrubí do průměru DN 300 včetně, které bylo opatřeno na místě vnitřní vystýlkou na bázi cementu, může být uvedeno do provozu až poté, kdy bylo 7 dní ve styku s pitnou vodou, která byla minimálně třikrát obměněna po minimální stagnaci 24 hodin, a když bylo po nejméně 24 hodinové stagnaci pitné vody v potrubí zkouškou ověřeno, že kvalita této vody odpovídá vodě pitné, a to provedením rozboru této vody v rozsahu kráceného rozboru a stanovením hodnoty koncentrace hliníku.*
  - (2) *Vodovodní potrubí většího průměru než DN 300, které bylo opatřeno na místě vnitřní vystýlkou na bázi cementu, může být uvedeno do provozu až poté, kdy po proplachu bylo zkouškou ověřeno, že kvalita pitné vody po 24 hodinové stagnaci odpovídá vodě pitné, a to provedením rozboru této vody v rozsahu kráceného rozboru a stanovením hodnoty koncentrace hliníku.*
  - (3) *Nový nebo rekonstruovaný vodojem, který má plochy stěn přicházejících do styku s pitnou vodou z betonu nebo kryté vystýlkou na bázi cementu, může být uveden do provozu až poté, kdy jeho stěny byly dostatečně opláchnuty pitnou vodou, a když bylo po*

*nejméně 24 hodinové stagnaci pitné vody ve vodojemu zkouškou ověřeno, že kvalita této vody odpovídá vodě pitné, a to provedením rozboru vody v rozsahu kráceného rozboru a stanovením hodnoty koncentrace hliníku.*

Tyto postupy by měly být zapracovány do příslušných provozních řádů (či standardních operačních postupů) firem, které tyto materiály aplikují, i vodárenských společností, které takto renovované části sítě užívají.

- Osoby, které se z nezbytných technologických či kontrolních důvodů zdržují v prostorách zásobních nádrží, kde protéká voda, v místech filtrů, vodovodních potrubí apod. musí nosit vhodný a čistý ochranný oděv a obuv. Vhodné jsou zejména světlé gumové holínky, které smějí být použity pouze pro tento účel a před vstupem do těchto prostor musí být dezinfikovány (např. 5 % roztokem chlornanu po dobu 20 až 30 sekund). Je-li z vážných důvodů nezbytné vstoupit do potrubí nebo zásobníku, ve kterých je ještě přítomna voda, která bez další úpravy teče ke spotřebiteli, je nutné kromě popsaného oděvu a obuvi nosit rukavice, pokrývku hlavy a ochrannou roušku na ústa a nos. Pro použití v obtížných situacích (např. práce v potrubích) se v zahraničí osvědčily bílé ochranné oděvy s kapucou. Bílá barva je užitečná pro snadnou vizuální kontrolu čistoty.
- Nelze podceňovat výše zmíněné používání ochranného oděvu, obuvi a dalších pomůcek nebo uplatňování jiných hygienických opatření s poukazem na to, že voda je chemicky dezinfikována. Účinnost běžně používané chemické dezinfekce je vůči různým patogenům různá a zdaleka ne ve všech případech dostatečná. Proto je pro zajištění mikrobiologické nezávadnosti důležitější kombinace různých stupňů úpravy (jednou z nejdůležitějších je filtrace) než samotná chemická dezinfekce. Informativní přehled dezinfekční účinnosti jednotlivých stupňů úpravy vody je uveden v příloze B.
- Tam, kde je to z důvodu zvláštních tlakových poměrů v distribuční síti potřebné, musí být na potrubí instalováno zařízení zabráňující zpětnému toku.

#### **Příklad z praxe.**

- V roce 1998 se u 13 lidí v Iowě (USA) po požití vody ve zdravotnickém středisku dostavilo pálení v ústech a chřipce podobné příznaky. Voda byla kontaminována tekutým mýdlem, které se do vody dostalo ze špatně instalovaného zásobníku, který nebyl zabezpečen proti zpětnému nasátí mýdla do rozvodného systému.

## **5 Základní znalosti o příčinách a epidemiologii nákaz, na kterých se může podílet voda. Otravy z pitné vody**

### **5.1 Voda jako otevřený a zranitelný systém**

Proč je voda tak náchylná ke znečištění a opravdu čistá voda ve světě stále větší zvláštností? Důvodem je jak vlastní charakter vody, tak i činnost člověka. Voda je výborné rozpouštědlo a s čímkoli přijde do styku, to ráda rozpouští a do sebe přijímá. Tuto její vlastnost oceníme při praní nebo mytí, ale v případě pitné vody, kterou bychom rádi uchovali bez jakéhokoli znečištění, to může představovat problém. Zvláště když k tomu přistoupí naprostá otevřenost vodního systému. Koloběh vody na Zemi nemá žádné hranice, před kterými by se mohla civilizace a její „výdobytky“ (v podobě chemického a biologického znečištění prostředí) zastavit. Vždyť například stopy pesticidu DDT byly objeveny v grónském ledu, tedy v oblastech, kde nebyl nikdy použit. Pitná voda může být znečištěna doslova od zdroje až po kohoutek, tedy v průběhu celé své cesty „z přírody“ ke spotřebiteli.

#### **5.1.1 Znečištění zdroje**

Znečištěním v tomto případě rozumíme obohacení vody o látky nebezpečné pro zdraví člověka, přičemž nemusí jít pouze o znečištění způsobené člověkem, ale také o přírodní výskyt některých látek, které se do vody dostávají z geologického podloží.

Druhy znečištění u podzemní a povrchové vody bývají poněkud odlišné. U podzemních vod je nejrozšířenějším problémem antropogenní kontaminace dusičnany ze zemědělství, u malých a mělkých zdrojů (studní) v obcích je to kontaminace z nesprávně odváděných domovních odpadních vod a nesprávně uložených odpadů z chovu hospodářských zvířat (bakteriální a organické znečištění a opět dusičnany). Zatímco specifické lokální průmyslové znečištění (například ropnými látkami, organickými rozpouštědly, pesticidy a umělými hnojivy, těžkými kovy) je u nás u podzemních zdrojů pitné vody naštěstí poměrně vzácné, vzhledem k rozmanitosti geologického podloží se v ČR můžeme často setkat s přírodním vyšším obsahem některých nežádoucích prvků, jako je například arzen, berylium, antimon či fluoridy. Také se v některých oblastech setkáváme obecně s vyšším obsahem všech rozpuštěných látek, takže se voda spíše než pitné podobá vodě minerální a pro trvalou konzumaci není vhodná.

Kvalita povrchových vod se v posledních patnácti letech u nás výrazně zlepšila, takže u zdrojů povrchových vod již máme jen velmi zřídka problémy s fenoly, kyanidy, těžkými kovy a podobnými průmyslovými odpadními látkami. I když nemůžeme podceňovat riziko havárií, největším problémem u povrchových zdrojů je opět plošné znečištění ze zemědělství a v menší míře též z lesnictví (pesticidy, dusičnany) a pak „běžné“ bodové znečištění z nedostatečně čištěných komunálních odpadních vod, kde se vedle fosforu (riziko eutrofizace vod a sezónního přemnožení toxických sinic) mohou vyskytovat též zbytky léků a široké spektrum chemikálií, které člověk v běžném životě používá. Odpadní vody ze živočišné výroby, splachy z pastvin, komunální odpadní vody, ale také netěsnící žumpy a septiky jsou příčinou kontaminace zdrojů vody patogenními bakteriemi, viry a prvoky.

### **5.1.2 Znečištění při úpravě vody**

I v místě, kde se surová voda upravuje na vodu pitnou a její kvalita se zlepšuje, mohou být do vody vneseny nežádoucí látky. Bývají to jednak samotné chemické látky používané k úpravě vody a pak především tzv. vedlejší produkty dezinfekce. Pokud nejde o havárii, kdy selháním čerpadla nebo obsluhy bylo nadávkováno větší množství chemikálie, do upravené vody obvykle pronikají jen stopy těchto látek a jejich součástí – například hliník z použitého koagulantu, který nebyl dokonale vyvločkován a odfiltrován, nebo akrylamid obsažený ve stopových množstvích v koagulantech na bázi polyakrylamidu. Vedlejší produkty dezinfekce vznikají reakcí silného oxidačního činidla s anorganickými či organickými látkami v surové vodě nebo rozpadem dezinfekčního činidla (například oxid chloričitý se rozkládá na nežádoucí chloritany a chlorečnany). Příkladem vedlejšího produktu dezinfekce vzniklého z anorganické součásti surové vody jsou například bromičnany, které vznikají při ozonizaci vody obsahující bromidy. Příkladem vedlejšího produktu dezinfekce vzniklého reakcí chloru s organickými látkami přírodního původu (např. s huminovými kyselinami a fulvokyselinami) jsou například trihalogenmethany (chloroform, bromoform aj.), dále halogenované kyseliny octové a řada dalších nežádoucích látek. Celkem jich bylo dosud identifikováno několik set.

### **5.1.3 Znečištění při distribuci vody**

V některých méně rozvinutých zemích, kde je vodovodní i kanalizační síť ve špatném stavu a voda není třeba dodávána po celých 24 hodin denně, může při poklesu tlaku v porušeném potrubí dojít k nasátí odpadní vody nebo znečištěné podzemní vody – výsledkem je pak

mikrobiální kontaminace a možný výskyt průjmových onemocnění. U nás pak bude spíše častější znečištění vody nevhodnými materiály, ze kterých může být v některých případech vyrobeno potrubí či jiné komponenty vodovodu. Pomineme-li korozi ocelového potrubí a zaželezňování vody, které je však pro spotřebitele na první pohled díky zákalu a rezavé barvě patrné a velmi nepříjemné, mohou se do vody dostávat vinylchlorid a olovo ze starších typů PVC potrubí nebo PVC folií. Olovo se však do vody dostává především ze starých olovených přípojek a domovních rozvodů, ale také ze starších pájek a hlavně ze slitin typu mosazi nebo červeného bronzu, ze kterých se dosud běžně vyrábějí různé regulační ventily a armatury, ale také vodovodní baterie. Z těchto materiálů a výrobků se do vody uvolňuje také nikl. Vyšší koncentrace hliníku se mohou objevit v potrubí, které bylo nově vycementováno, vyšší koncentrace mědi pak v objektech, které mají měděné domovní rozvody a více korozivní vodu. Specifický problém může vyvolat potrubí z polyethylenu, které je propustné pro těkavé organické látky, a pokud je okolní zemina znečištěna tímto typem látek (např. trichlorethylenem nebo tertachlorethylenem), může dojít i ke kontaminaci vody v potrubí. Propustnost polyethylenu pro plyny závisí na jeho hustotě.

Pozornost je nutné věnovat nejen výběru vhodných materiálů, které jsou přímo ve styku s vodou, ale např. i výběru nátěrových hmot pro ošetření dveří, zábradlí a jiných stavebních prvků na úpravě vody nebo ve vodojemu, které nejsou ve styku s vodou. Některá těkavá rozpouštědla se totiž šíří ovzduším a přes volnou hladinu vody může dojít ke kontaminaci vody.

#### **Příklady z praxe**

- V roce 2001 byla do vrtané studny u rekreačního objektu ve středních Čechách instalována nová polyethylenová (PE) trubka, kterou byla voda přivedena až do domu. Ač byla trubka prodejcem deklarována jako vhodná na pitnou vodu, byla ve skutečnosti vyrobena z recyklovaného granulátu. Voda z trubky i po několika měsících používání intenzivně zapáchala a byla mikrobiologicky závadná; na vnitřní stěně potrubí byl vytvořen silný biofilm. Potrubí bylo nutné kompletně vyměnit.
- V roce 2004 rekonstruovala jedna severočeská vodárenská společnost vodojem. Nové obklady byly vyspárovány tmelem, který nebyl vhodný pro styk s pitnou vodou. Zanedlouho se všude v místech spár objevily bohaté černé nárosty hub (plísňí) a stejná situace se opakovala i po vypuštění, vyčištění a novém napuštění vodojemu.
- Na podzim roku 2004 byl ve vodě v jedné severočeské restauraci zjištěn nadlimitní obsah několika těkavých organických látek. Objekt byl zásobován z vlastní studny, která však tyto látky neobsahovala. Do podezření se dostaly materiály, se kterými voda přicházela do styku během rozvodu do restaurace, ale žádný z nich se nezdál být zdrojem těkavých látek: PE potrubí od studny k patě objektu, vnitřní vodovod z ocelových trubek, klasické kovové armatury. V poslední době před tím také nedošlo u tohoto rozvodu vody k žádnému zásahu. Zdroj kontaminace se nakonec ukázal být externí: na dvoře objektu se dříve po řadu let opravovala auta a v této době zde uniklo do půdy množství olejů, rozpouštědel (odmašťovadel) a benzínu. Později byla do této kontaminované zeminy položena PE trubka vedoucí vodu ze studny a těkavé látky (benzen, PCE, TCE) z půdy pronikaly skrze stěnu trubky do vody. Polyethylen je totiž pro řadu plynů propustný. Protože PE potrubí je dnes častým materiálem pro koncové větve vodovodu, musí vodárenské společnosti a vlastníci infrastruktury na tento nedostatek polyethylenu pamatovat a s tímto rizikem počítat, protože havarijní znečištění půdy v obcích těmito látkami nelze nikdy vyloučit.



- Po provedení nových nátěrů kovových částí ve vodojemu jedné moravské vodárenské společnosti byla hlášena stížnost spotřebitelů na pach vody, který byl charakterizován jako po nějakém rozpouštědle. Provedené rozbory skutečně zjistily ve vodě přítomnost xylenů a ethylbenzenu. Přítom natírané prvky nejen že nebyly ve styku s vodou, ale byly v prostorách mimo vlastní nádrž, oddělených od nádrže dveřmi.

V potrubí nebo domovních rozvodech může také docházet k nežádoucímu vysokému pomnožení některých bakterií, pokud k tomu jsou vhodné podmínky. Vhodnými podmínkami je delší stagnace vody v potrubí, vyšší teplota vody, nevhodné materiály potrubí uvolňující organické látky, které slouží bakteriím jako potrava (například některé druhy plastového potrubí), a nízký zbytkový obsah dezinfekčního prostředku. Největší pozornost vzbuzuje dnes otázka legionel v rozvodech teplé vody.

#### **Příklad z praxe**

- Je azbestocementové (AC) potrubí nevhodné? Některé typy azbestových vláken mohou způsobit nádorové onemocnění plic, pokud jsou vdechována ve velkém množství a po delší dobu. Proto se před 20-15 lety začala přijímat zvláštní opatření, jejichž účelem bylo omezit výskyt azbestových materiálů v prostředí, především uvnitř budov. Z preventivních důvodů rovněž ministerstvo zdravotnictví v roce 1994 doporučilo, aby se AC potrubí již ve vodárenství nepoužívalo. Toto doporučení se však týká instalace nových potrubí a neznamená požadavek vyměnit stávající potrubí. V závislosti na kvalitě (agresivitě) distribuované vody se ve vodě z AC potrubí sice určitý počet azbestových vláken vyskytuje, ale neexistují žádné přesvědčivé důkazy, že by množství vláken v našich podmínkách obvyklé představovalo významné zdravotní riziko. AC potrubí se u nás postupně vyměňují, tak jak již dosluhují po mechanické stránce, ale není nezbytně nutné je vyměňovat z hlediska jejich údajné zdravotní závadnosti.

## **5.2 Vliv pitné vody na zdraví: zdravotní rizika**

Od 18.–19. století, kdy díky rozvoji přírodních věd a pokrokům v chemii, mikrobiologii a epidemiologii mohli být poprvé identifikováni konkrétní původci „vodních nemocí“, se naše poznání o vztazích mezi kvalitou vody a vznikem určitých chorob mnohonásobně prohloubilo a rozšířilo a také v praktické oblasti zabezpečení nezávadné pitné vody bylo během 20. století dosaženo neuvěřitelného pokroku. Tento pokrok se však, bohužel, netýká rovnoměrně celého světa. A tak podle zprávy Světové zdravotnické organizace z roku 2004 žije na naší planetě na počátku 21. století stále ještě 1,2 miliardy lidí, kteří nemají přístup k nezávadné pitné vodě – a mikrobiologicky znečištěná voda má za následek několik tisíc úmrtí denně. I když jde především o problém rozvojové části světa, ušetřena není ani Evropa. V roce 2001 zemřelo v Evropě (včetně Turecka, Izraele a zemí bývalého SSSR) v důsledku špatné kvality pitné vody a nedostatečné likvidace a čištění odpadních vod či fekálií 13,5 tisíce dětí do 14 let. Také v České republice a dalších vyspělých zemích je každý rok zaznamenána řada epidemií z pitné vody, i když naštěstí jen výjimečně končí smrtí.

#### **Příklady z praxe**

- V ČR bylo v období let 1995 až 2000 evidováno 18 epidemií<sup>12</sup> z pitné vody, s celkovým počtem 1123 hlášených onemocnění. Podle původce onemocnění se ve 4 případech jednalo o virovou hepatitidu A (celkem 255 onemocnění), ve 3 případech o bacilární úplavici (v jednom případě kombinovanou se salmonelózou; celkem 29 onemocnění), ve 2 případech o salmonelózu (45 onemocnění), v 1 případě o tularémii (48 onemocnění) a v 8 případech o akutní gastroenteritis pravděpodobně infekčního původu, ale bez přesného určení infekčního agens (celkem 747 onemocnění). Závadným zdrojem byly ve většině případů domovní, veřejné a neveřejné studny, ale ve dvou případech též veřejný vodovod a v jednom případě podnikový vodovod.
- V lednu 1997 onemocnělo akutním průjmovým onemocněním 560 zaměstnanců a strážníků místní kuchyně ve velkém strojírenském závodě v Poličce. V závodu byl dvojitý rozvod vody – jednak pitné z městského vodovodu, jednak technologické, kterým byla rozváděna neupravovaná voda z blízkého povrchového zdroje, kam ústily odpadní vody ze závodu. Nedbalostí při opravě došlo k propojení obou rozvodů a vniknutí technologické vody do rozvodu pitné vody, která tím byla závažně bakteriologicky znečištěna.
- V únoru až květnu 1997 onemocnělo virovou hepatitidou typu A 53 osob zásobovaných vodou z veřejného vodovodu v městě Kuks. Vodovod byl napájen z několika studní od sebe různě vzdálených a umístěných na území města i mimo město. Nezjištěným způsobem došlo ke znečištění jedné staré studny, která – ač umístěná v husté domovní zástavbě – byla ve velmi špatném technickém stavu a nebyla řádně zajištěna proti přímému znečištění, ani neměla stanovené pásmo hygienické ochrany.
- V období od srpna do listopadu 1997 onemocnělo 154 obyvatel a návštěvníků obce Zátoň na Prachaticku virovou hepatitidou typu A. Zdrojem nákazy byla voda z místního vodovodu, který nebyl řádně zkolaudovaný, ani provozovaný. Původně se jednalo o vodovod pro kravín státního statku, na který se postupně napojovaly další objekty. Po privatizaci objektu statku a pozemků získal nový majitel i vodovod, ale o provoz se prakticky nestaral (ani technicky, ani nevyžadoval po odběratelích placení vodného). Při šetření bylo zjištěno, že asi 40 m nad prameništěm vodovodu (2 studny) se nachází naprosto netěsnící jímka na splaškové vody z rekreačního zařízení. Jímka nebyla vyvážena nejméně 10 let a přitom byla stále skoro prázdná... Rozbor vody prokázal masivní mikrobiologickou kontaminaci.

Původci nemocí mohou být u pitné vody povahy biologické, chemické nebo radiologické. Dále je uveden přehled hlavních zástupců ze všech uvedených oblastí.

### 5.2.1 Biologické příčiny nemocí z pitné vody

- *Vibrio cholerae* je bakterie způsobující **choleru**, životu nebezpečné onemocnění, které se projevuje těžkými vodnatými až krvavými průjmy. Ročně se ve světě vyskytne okolo jedné miliardy případů cholery a více než tři miliony úmrtí, především v Asii, Africe a Jižní Americe. I v ČR se dodnes každoročně vyskytne několik ojedinělých případů importovaných z exotických zemí.
- *Salmonella enterica typhi* je bakterie způsobující **břišní tyfus** – nemoc, která ještě před sto lety byla nejčastější příčinou vodních epidemií v průmyslově rozvinutých zemích.

<sup>12</sup> Epidemie je stav, při kterém dvě a více osob onemocní v určitém časovém úseku stejnými či podobnými chorobnými příznaky po expozici stejné vodě, a kdy důkazy z epidemiologického šetření nákazy svědčí o tom, že voda byla pravděpodobným zdrojem původce nákazy.

Charakteristickým obrazem nemoci je náhlý atak horečky, bolest břicha a hlavy, celková schvácenost, nevolnost a průjmy vedoucí k vážné a život ohrožující dehydrataci nebo perforaci střeva.

- *Salmonella typhimurium* a další druhy vyvolávají **salmonelózy** – akutní průjmovitá onemocnění s krátkou inkubační dobou (8–10 hodin). Typické jsou explozivní epidemie, při nichž v rozmezí několika hodin onemocní většina osob exponovaných nákaze. Salmonelóza je nemoc, která je v Evropě na vzestupu, i když pitná voda není hlavní cestou přenosu.
- *Shigella dysenteriae*, *S. flexneri* a *S. sonnei* jsou bakterie způsobující **bacilární úplavici**, vážné a vysoce nakažlivé průjmové horečnaté onemocnění charakterizované až krvavými průjmy, k jehož vzniku stačí velmi nízká infekční dávka. I když hlavní cesta přenosu je osobní kontakt („nemoc špinavých rukou“), přenos pitnou vodou je také možný a dobře známý.
- *Escherichia coli* je bakterie, která žije ve velkých počtech ve střevech lidí a zvířat a je ve většině případů zcela neškodná. Existují však i patogenní kmeny (např. *Escherichia coli* O157:H7), které byly příčinou řady epidemií z pitné vody (viz příklady z Walkertonu nebo Caboolu) s velmi vážnými následky. U lidí se kromě krvavých průjmů může vyvinout (ve 2 – 7 % případů) i hemolyticko-uremický syndrom, který bývá často smrtelný. Postiženým (často malým dětem) při něm selhává činnost ledvin.
- *Viry hepatitidy A, E a F* jsou skupiny virů způsobující **zánětlivé onemocnění jater** a přenášené fekálně-orální cestou. Vyskytují se po celém světě a i v ČR byly v posledním desetiletí příčinou několika epidemií z pitné vody.
- *Rotavirusy* jsou hlavní virovou příčinou **těžkých horečnatých průjmů u kojenců a malých dětí** v rozvinutých i rozvojových zemích. Byly objeveny teprve na počátku 70. let dvacátého století. Vzhledem k obtížné diagnostice se rotavirové infekce dostávají do statistik nejčastěji jako „akutní infekční záněty trávicího traktu bez zjiřitelného původce“. Přenos pitnou vodou je možný, ale nevíme, jak je častý; rozhodujícím způsobem přenosu je však osobní kontakt (fekálně-orální cesta).
- *Cryptosporidium* je prvok, jehož odolné vývojové stadium (tzv. oocysta) se poměrně často vyskytuje v povrchových vodách a bez důkladné filtrace vody může pronikat i do pitné vody, neboť používaná chemická dezinfekce je proti oocystám cryptosporidií zcela neúčinná. Způsobuje **průjmovité onemocnění zvané kryptosporidióza** a ve Velké Británii a v USA je dnes nejčastější příčinou epidemií z vody jak pitné, tak rekreační. Největší epidemie infekční nemoci z pitné vody v moderní historii vodárenství byla zaznamenána v roce 1993 v americkém Milwaukee a jednalo se právě o kryptosporidiózu.

#### **Příklad z praxe**

- Přibližně 1 600 000 obyvatel v Milwaukee (stát Wisconsin, USA) a jeho okolí je zásobováno vodou ze dvou úpraven, které upravují vodu z Michiganského jezera. V jedné z úpraven několik měsíců před vypuknutím epidemie změnili technologii úpravy (změna koagulantu ze síranu hlinitého na polyaluminium chlorid). Tento zásah do technologie snížil účinnost úpravy. Po silných deštích na jaře 1993, které zhoršily kvalitu vody jezere, byly v upravené vodě zaznamenány zvýšené hodnoty zákalu, které však stále odpovídaly požadavkům tehdy platné legislativy. Do upravené vody se přesto dostalo velké množství životaschopných oocytů prvoka rodu *Cryptosporidium*, což způsobilo největší novodobou epidemii z pitné vody. Odhaduje se, že

onemocnělo přibližně 400 000 obyvatel, z nichž 4 400 bylo hospitalizováno. Na následky nákazy této epidemie zemřelo 50 – 70 lidí. Jednalo se převážně o AIDS pacienty, u nichž má kryptosporidíóza často fatální následky. Odhad nákladů spojených jen s léčbou a sníženou produktivitou práce je odhadován na 96 miliónů dolarů.

- *Giardia intestinalis* neboli lamblie lidská je prvok (bičíkovec) s podobnou problematikou jako výše zmíněné *Cryptosporidium*. Nemoc jím způsobená se nazývá giardióza a má obraz průjmového onemocnění, méně často spojeného s postižením jater.
- *Legionela* je bakterie způsobující nemoc legionelózu, která může mít dvě klinické formy: tzv. legionářskou nemoc, která se projevuje těžkým zápallem plic, nebo tzv. pontiackou horečku, což je mírnější horečnaté onemocnění. Byla objevena až v roce 1976 díky záhadné epidemii v USA, která postihla účastníky sjezdu legionářů (odtud název) a která měla původ v hotelové klimatizaci masivně kontaminované legionelou. Legionela se vyskytuje běžně ve vodách, ale v teplé vodě nebo klimatizačních jednotkách se může pomnožit do velmi vysokých počtů. Cesta přenosu infekce je především inhalační a spočívá ve vdechnutí infikovaného aerosolu (kapének) například při sprchování, ve vířivých koupelích nebo v klimatizovaných prostorách. Popsána je ale i cesta aspirační, která spočívá ve vdechnutí kapky vody při pití kontaminované vody.

Vedle uvedených patogenů patří k nejobávanějším původcům průjmových onemocnění přenášených vodou rovněž bakterie rodu campylobacter a z virů adenoviry, enteroviry, noroviry a další. Přehled hlavních původců vodou přenosných chorob a jejich hygienický význam je uveden v **tabulce 1**.

Všechny nemoci způsobené výše uvedenými patogeny mohou probíhat pod různým klinickým obrazem – od lehkého průběhu, kdy si organismus poradí sám bez léčby, až po život ohrožující nebo smrtelné onemocnění. Zvláště ohroženi jsou citliví jedinci – malé děti a staré osoby, které při průjmovém onemocnění ztratí více tekutin než jsou schopny přijmout, a také osoby s poruchami imunity, jako je AIDS, některé druhy rakoviny, choroby krve, léčba potlačující imunitu apod. Cesta, kudy může infekční zárodek vstoupit do organismu a způsobit nákazu, není jen zažívací trakt. U některých bakterií a prvoků je cesta skrze dýchací cesty nebo kožní oděrky a poranění významnější nebo vůbec rozhodující pro vznik infekce. Příklady hlavních cest přenosu u vybraných patogenů jsou uvedeny v tabulce 2.

Jedním z mimořádných opatření při epidemii nebo nebezpečí jejího vzniku může být i zákaz nebo omezení výroby, úpravy, dopravy a jiného nakládání s pitnou vodou, jakož i zákaz používání vod ze studní, pramenů, vodních nádrží, rybníků, potoků a řek. Zákaz vydá orgán ochrany veřejného zdraví (viz § 69 odst. 1, písm. c) zákona na ochranu veřejného zdraví). Tato opatření jsou ale až následná a jejich účelem je zabránit dalšímu šíření nákazy. Rozhodující je provádění průběžných preventivních opatření, která zabraňují vniknutí infekčního agens do pitné vody. Zásady těchto preventivních opatření jsou popsány dále.

**Tabulka 1: Patogeny šířené vodou a jejich význam (upraveno podle Světové zdravotnické organizace<sup>13</sup>).**

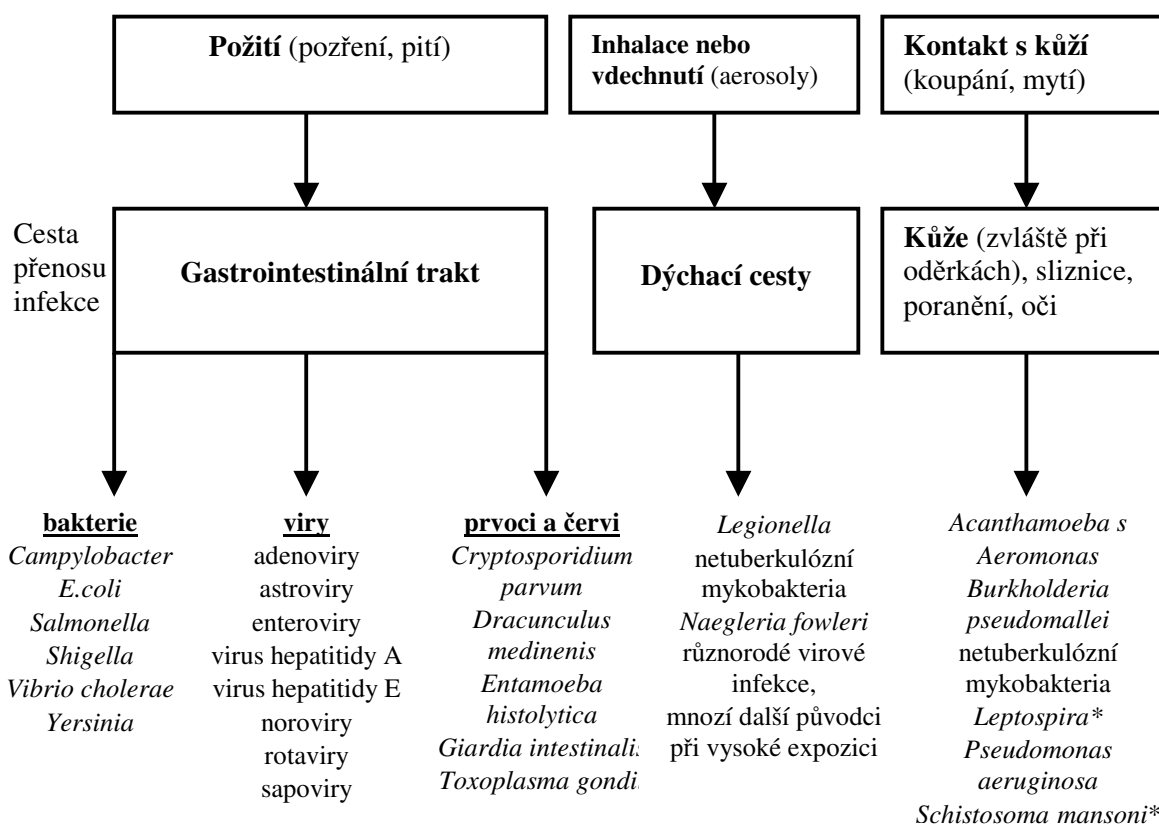
Patogen	Zdravotní riziko	Přežívání ve vodě <sup>a</sup>	Rezistence vůči chloru <sup>b</sup>	Míra nakažlivosti <sup>c</sup>	Živočišný zdroj	Relevance v ČR
<b>Bakterie</b>						
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	nízké	mohou se rozmnožovat	nízká	nízká	ne	nízká
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	vysoké	střední	nízká	střední	ano	střední
<i>Escherichia coli</i> – patogenní <sup>d</sup>	vysoké	střední	nízká	nízká	ano	vysoká
<i>E. coli</i> – enterohemoragické	vysoké	střední	nízká	vysoká	ano	vysoká
<i>Legionella</i> spp.	vysoké	rozmnožují se	nízká	střední	ne	vysoká
Netuberkulózní mykobakteria	nízké	rozmnožují se	střední	nízká	ne	střední
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <sup>e</sup>	střední	mohou se rozmnožovat	mírná	nízká	ne	vysoká
<i>Salmonella typhi</i>	vysoké	střední	nízká	nízká	ne	vysoká
Jiné salmonely	vysoké	mohou se rozmnožovat	nízká	nízká	ano	vysoká
<i>Shigella</i> spp.	vysoké	krátké	nízká	střední	ne	vysoká
<i>Vibrio cholerae</i>	vysoké	krátké	nízká	nízká	ne	střední
<i>Yersinia enterocolitica</i>	vysoké	dlouhé	nízká	nízká	ano	střední
<b>Viry</b>						
Adenoviry	vysoké	dlouhé	střední	vysoká	ne	vysoká
Enteroviry	vysoké	dlouhé	střední	vysoká	ne	vysoká
Virus hepatitidy A	vysoké	dlouhé	střední	vysoká	ne	vysoká
Virus hepatitidy E	vysoké	dlouhé	střední	vysoká	potenciální	střední
Noroviry a sapoviry	vysoké	dlouhé	střední	vysoká	potenciální	střední
Rotaviry	vysoké	dlouhé	střední	vysoká	ne	střední
<b>Protozoa (drvoci)</b>						
<i>Acanthamoeba</i> spp.	vysoké	dlouhé	vysoká	vysoká	ne	střední
<i>Cryptosporidium</i> spp.	vysoké	dlouhé	vysoká	vysoká	ano	střední
<i>Cyclospora cayentanensis</i>	vysoké	dlouhé	vysoká	vysoká	ne	nízká
<i>Entamoeba histolytica</i>	vysoké	střední	vysoká	vysoká	ne	střední
<i>Giardia intestinalis</i>	vysoké	střední	vysoká	vysoká	ano	střední
<i>Naegleria fowleri</i>	vysoké	mohou se rozmnožovat v teplé vodě	vysoká	vysoká	ne	střední
<i>Toxoplasma gondii</i>	vysoké	vysoké	vysoká	vysoká	ano	střední
<b>Helminti (červi)</b>						
<i>Dracunculus medinensis</i>	vysoké	střední	střední	vysoká	ne	nízká
<i>Schistosoma</i> spp.	vysoké	krátká	střední	vysoká	ano	nízká

Vysvětlivky:

- Detekční doba pro infekční stádium ve vodě při 20 °C: krátká – do týdne; střední – 1 týden až 1 měsíc; dlouhá – více než 1 měsíc.
- Údaje se vztahují k situaci, že infekční agens je volně rozptýleno ve vodě, která je upravovaná běžnými dávkami chloru a s běžnou kontaktním dobou. Odolnost „střední“ znamená, že původce možná není úplně odstraněn.
- V originále „relative infectivity“. Znamená pravděpodobnost přenosu infekce. Údaje byly získány z výzkumu na dobrovolnících nebo z epidemiologických šetření.
- Zahrnuje enteropatogenní, enterotoxigenní a enteroinvazivní *E.coli*.
- Hlavní infekční cesta *P. aeruginosa* je kožním kontaktem, ale ústy (perorálně) se mohou infikovat osoby s potlačenou imunitou nebo nemocné rakovinou.

<sup>13</sup> Guidelines for Drinking-water Quality (Doporučení pro kvalitu pitné vody). 3.vydání. Díl 1 – Recommendation. Vydala WHO, Ženeva 2004.

**Tabulka 2: Cesty přenosu patogenů spojených s vodou (podle Světové zdravotnické organizace<sup>14</sup>).**



\* Hlavně při kontaktu s kontaminovanou povrchovou vodou

### 5.2.2 Chemické příčiny nemocí z pitné vody

Z chemických kontaminant se mohou ve vodě vyskytnout stovky látek. Mezi nejčastější patří:

- **Dusičnany a dusitany.** V množství jednotek mg/l jsou dusičnany přirozenou součástí vod, ale jejich obsah bývá často zvýšen. Jejich zdravotní riziko spočívá v tom, že se v zažívacím traktu redukuje na toxické dusitany. Ty v žaludku reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku tzv. N-nitroso sloučenin, které jsou podezřívány z karcinogenního účinku. Dále reagují v krvi s hemoglobinem za vzniku methemoglobinu, který není schopen přenášet kyslík, čímž vzniká riziko vnitřního (za)dušení, kterému jsou vystaveni především kojenci do tří měsíců věku, ale i někteří nemocní dospělí. Vysoký obsah dusičnanů je též podezřelý z vlivu na reprodukční funkce a z některých dalších toxických účinků.
- **Olovo** je jedním z nejčastěji se vyskytujících těžkých kovů, ale znečištění zdrojů vody olovem je už dnes vzácné. Přesto se může v pitné vodě vyskytnout ve zvýšeném množství v některých objektech, které mají starou vodovodní přípojku nebo domovní rozvody z olověného potrubí. Je nebezpečné zvláště pro těhotné ženy a malé děti, protože může

<sup>14</sup> Guidelines for Drinking-water Quality (Doporučení pro kvalitu pitné vody). 3.vydání. Díl 1 – Recommendation. Vydala WHO, Ženeva 2004.

vést k poškození vyvíjející se nervové tkáni a narušení inteligence a chování. Zvyšuje rovněž krevní tlak.

#### **Příklad z praxe**

➤ Otrava olovem byla zřejmě známa již lékařům ve starověkém Řecku, ale novověké otravy olovem způsobené vodou byly poprvé popsány až na přelomu 19. a 20. století v souvislosti s používáním olovených domovních rozvodů vody a to tam, kde voda byla velmi korozivní. V průběhu první poloviny 20. století se postupně přijímala různá preventivní opatření, až se nakonec přestalo olovené potrubí používat (v Československu v období těsně po druhé světové válce). Olovené přípojky a vnitřní rozvody však zůstaly na mnoha místech dodnes a klinické příznaky otravy olovem byly popsány např. ještě v roce 1972 ve Skotsku u obyvatel některých farem zásobovaných měkkou agresivní vodou, kde se koncentrace olova vyluhovaného z potrubí pohybovaly od 0,5 do 3,0 mg/l. Vedle zvýšeného obsahu olova v krvi se objevovaly bolesti břicha a kloubů, třes, anémie a známky poškození ledvin. Dnes už se tyto výrazné příznaky neobjevují, ale německá studie v Hamburku v roce 1999 zjistila u mladých žen žijících v domech s olovenými rozvody vyšší obsah olova v krvi, což by mohlo být rizikové v těhotenství pro vývoj plodu.

- **Měď** se může v pitné vodě vyskytnout ve zvýšené míře pouze v objektech, které mají domovní rozvody z měděného potrubí a jsou současně zásobovány vodou agresivní vůči mědi. Zvýšené hodnoty mědi mohou způsobit hořkou chuť vody nebo vyvolat bolest hlavy a břicha, zvracení či průjem a celkovou nevolnost. U malých dětí se zvláštní genetickou predispozicí mohou vysoké dávky mědi vyvolat zvláštní druh cirhózy (poškození jater). Na druhou stranu, určitý obsah mědi má pozitivní efekt v tom, že brání množení bakterií ve vodě a na stěnách potrubí.
- **Arzen** je prvek, který se v některých oblastech dostává do vody ve zvýšeném množství vymýváním z geologického podloží. O jeho zdravotní nebezpečnosti se v posledních letech objevilo mnoho nových důkazů, takže jeho povolený obsah v pitné vodě byl, podobně jako u olova, zpřísněn. Způsobuje poškození kůže, cév a oběhového systému a zvyšuje riziko některých druhů rakoviny.

#### **Příklad z praxe**

K největší otravě z pitné vody v dějinách lidstva došlo právě „díky“ arzenu, a to v Bangladéši, kde byly po roce 1970 vybudovány tisíce vrtaných hlubokých studní jako náhrada za mikrobiologicky znečištěné mělké studny, ale nepočítalo se s vysokým přirozeným obsahem arzenu v podzemní vodě v koncentracích až jednotek mg/l. Tato voda způsobila a stále působí vážné zdravotní potíže milionům obyvatel této země, protože není dostatek finančních prostředků na zavedení úpravy vody.

- **Vedlejší produkty dezinfekce.** Různé způsoby chemické dezinfekce ústí ve vznik různých nežádoucích látek v upravené vodě. Vzhledem k největšímu rozšíření chlorace jsou nejlépe prozkoumány vedlejší produkty chlorování vody. Z organických látek jsou to nehalogenované aldehydy, karboxylové kyseliny a halogenované acetáty, aldehydy, acetonitrily, furanony či chlorpikrin, ale nejznámějšími vedlejšími produkty chlorace jsou trihalomethany. Expozice těmto desinfekčním produktům bývá spojována s vyšším výskytem některých druhů rakoviny. I když většina vedlejších produktů chlorace je na základě experimentálních pokusů na zvířatech nebo buněčných kulturách považována za toxické nebo i mutagenní látky, dokázat přímo spojitost s poškozením zdraví člověka při expozici pitné vodě je velmi obtížné vzhledem k dlouhé latentní době ve vývoji rakoviny i

vzhledem k nízkým koncentracím těchto látek v pitné vodě. Podezření na potenciální zdravotní rizika těchto látek iniciovalo výzkumy pomocí epidemiologických studií, které většinou potvrzují možnou souvislost s výskytem některých druhů nádorových onemocnění a v nedávné době i vlivu na reprodukční funkce člověka. V porovnání s jinými riziky z životního prostředí je však riziko z vedlejších produktů dezinfekce v pitné vodě relativně nízké.

- **Pesticidy** představují širokou škálu různých chemických látek určených k hubení nežádoucí vegetace, hmyzu, plísní apod. Vzhledem k různé chemické povaze mezi nimi najdeme látky od vysoce toxických po prakticky netoxické a i jejich účinek na zdraví je podle toho velmi různorodý (poškození jater, ledvin nebo krvetvorby, karcinogenní účinek, narušení hormonálního a reprodukčního systému atd.). Zatímco v počátcích byly pesticidní látky velmi perzistentní (DDT, heptachlor, lindan), což může přes jejich dlouholetý zákaz představovat dodnes problémy ze starých zátěží, nové generace pesticidů jsou již poměrně rychle odbouratelné.
- **Chlor** se přidává do vody záměrně v takovém množství, aby jako tzv. zbytkový aktivní chlor pomáhal vodu dezinfikovat ještě během distribuce potrubím. V ČR je povoleno, aby voda u spotřebitele obsahovala nejvýše 0,3 mg volného chloru na litr vody. Přestože v blízkosti vodárny bývá často tato hodnota i vyšší, jedná se o koncentrace, které nepředstavují přímé zdravotní riziko. Mohou však nepříznivě ovlivnit chuť a pach vody, u citlivých osob též dráždit pokožku. Nepřímé riziko může spočívat ve vzniku vedlejších produktů chlorace (viz předchozí text).
- **Toxiny sinic.** Sinice (cyanobakterie) jsou nižší organismy přirozeně se vyskytující v povrchových vodách, které se díky eutrofizaci vod mohou zvláště v teplém období nebezpečně pomnožit v nádrži nebo rybníku a vytvořit tzv. vodní květ. Některé druhy mohou produkovat různé toxiny, kterých je známa již celá řada. Některé z nich negativně působí na určitý orgán nebo systém v těle (podle toho se nazývají – hepatotoxiny, neurotoxiny, embryotoxiny, imunotoxiny atd.), jiné dráždí převážně kůži, což je nepříjemné zvláště pro koupající se. U vodárenských nádrží není vyloučen průnik toxinů i do pitné vody. Jejich zdravotní riziko z pitné vody, pokud se v ní nalézají jen přechodně a ve velmi nízkých koncentracích (pokud vůbec), jak je v našich podmínkách obvyklé, však není dosud zcela jasné.

#### **Příklad z praxe**

- V nemocnici v brazilském městě Caruaru se u 117 pacientů, kteří se dostavili do nemocnice na hemodialýzu\*, se začaly projevovat různé známky otravy: poruchy vidění, nevolnost, zvracení, svalová slabost a bolestivé zvětšení jater. U jednoho sta jedinců následně došlo k akutnímu selhání jater, z nichž 49 zemřelo. Následné šetření prokázalo výskyt hepatotoxických sinic ve vodárenském zdroji. Microcystiny byly nalezeny jak v jaterní tkáni zemřelých pacientů, tak i v jednotce s aktivním uhlím, využívané v nemocnici k doúpravě vody. V tomto případě se však microcystiny nedostaly do organismu přes bariéru zažívacího traktu, ale díky hemodialýze přímo do krevního oběhu. K události došlo v roce 1996.

*\* Hemodialýza je pravidelné čištění krve u lidí se špatně fungujícími ledvinami*

- **Fluoridy** mohou při zvýšeném obsahu v pitné vodě být příčinou zubní fluorózy (skvrnitost zubů, která vzniká narušením skloviny), při ještě vyšším obsahu pak způsobit tzv. kostní fluorózu, která může mít až podobu vážných deformit kostí.



- **Sírany** jsou významnou součástí přírodních vod, ale vyšší koncentrace nad 400 mg/l mohou ovlivnit chuť vody a v přítomnosti hořčičku způsobit průjmy zvláště u přechodných spotřebitelů, kteří nejsou na daný zdroj vody adaptováni.
- **Železo** je běžnou součástí přírodních vod, ale jeho obsah v pitné vodě se může zvyšovat také korozí potrubí. Od koncentrace 0,3 mg/l výše může negativně ovlivnit organoleptické (senzorické) kvality vody (hořká svíravá chuť, žlutavá barva, rezavý sediment), barvit prádlo nebo vyvolávat zákal a železité bakterie mohou tvořit usazeniny v potrubí. Zdravotní riziko v koncentracích pod 1 mg/l není. Při vyšších koncentracích může vyvolávat v tkáních oxidační stres.
- **Mangan** má podobnou problematiku jako železo, též je častý společný výskyt – namísto rezavě však barví hnědočerně. V nízkých koncentracích nepředstavuje zdravotní riziko. Vysoké koncentrace ve vodě jsou podezřívány z vyvolání degenerativních změn na nervové soustavě.
- **Hliník** se do pitné vody dostává ve stopách především jako zbytek hlinitých koagulantů používaných při úpravě vody a nedokonale odfiltrovaných, ale může být i přírodního původu (vyluhování z půd a podloží). V koncentracích v pitné vodě obvykle se vyskytujících není akutně toxický, ale může ovlivnit barvu vody a vyvolat stížnosti spotřebitelů. Podezření na neurotoxický účinek při chronickém příjmu.

### 5.2.3 Radiologické příčiny nemocí z pitné vody

Zvýšenou radioaktivitu pitné vody může způsobit řada přírodních nebo umělých radioizotopů, ale v našich podmínkách je nejčastějším nositelem radioaktivity radon.

- **Radon** je přírodní radioaktivní plyn bez barvy, chuti a zápachu. Jeho výskyt je vázán na určité horninové prostředí. Dobře se rozpouští ve vodě a ještě lépe se z ní může uvolňovat při sprchování, koupání, splachování, mytí nádobí apod., takže člověk je z vody exponován radonu spíše inhalací (vdechováním) než ingescí (pozřením). Radon sám není nebezpečný, ale jeho rozpadové produkty mohou ve vysokých koncentracích svým zářením při dlouhé expozici způsobit rakovinu, nejčastěji plic.

### 5.3 Akutní a chronický účinek na zdraví

Zdravotní závadnost pitné vody se může projevit po různě dlouhé době, co je jí člověk exponován. Podle toho, jaká závadná součást a v jaké koncentraci či počtu je ve vodě přítomná, můžeme očekávat odezvu (projev nemoci) velmi rychle (pak hovoříme o akutním účinku) nebo naopak až za velmi dlouhou dobu (chronický účinek).

Tradiční rozdělení, že mikroorganismy v pitné vodě vyvolávají akutní účinek a naopak chemické látky působí chronicky, je sice převážně platné, ale existují z něho i výjimky. Zatímco obvyklá doba od pozření vody do prvního projevu infekčního onemocnění přenášeného vodou se pohybuje od řádově hodin po nejdéle dny, mohou existovat i výjimky, kdy člověk je určité bakterii ve vodě exponován léta, ale k projevu onemocnění dojde až tehdy, oslabí-li se nějakým způsobem jeho imunita. Opačné časové měřítko je typické pro chemické látky, resp. pro jejich koncentrace, které se v povrchových a podzemních vodách běžně vyskytují. K projevu účinku (poškození zdraví) dojde obvykle až za několik měsíců nebo spíše několik let pravidelné expozice, ale i zde existují výjimky: vysoký obsah dusičnanů může u kojenců způsobit methemoglobinémii během několika dnů, sírano-hořečnatá voda vyvolá průjem za několik hodin, vysoký obsah mědi (např. z nového

měděného vnitřního vodovodu) vyvolá nevolnost a zvracení téměř okamžitě, v řádu minut nejpozději několika hodin. Akutní účinek lze očekávat i u různých havárií.

Na druhou stranu se v některých případech může člověk na závadnou vodu adaptovat. Nízké počty některých patogenů mohou při opakované expozici vést spotřebitele k vytvoření specifické imunity. Nebo opakované pití sírano-hořečnaté vody povede ke zvýšení prahu pro vznik projímavého účinku.

#### 5.4 Vliv pitné vody na zdraví: zdravotní prospěšnost

V přírodě se vyskytující voda, ať již podzemní či povrchová, která byla odpradáвна používána k pitným účelům, není nikdy chemicky čistou sloučeninou  $H_2O$ , ale jedná se o systém ve vodě rozpuštěných plynů a především minerálních a zčásti též organických látek přírodního původu. V závislosti na místních geologických podmínkách nalézáme vody velmi různého složení. Obvyklé hodnoty obsahu rozpuštěných látek u sladkých vod se pohybují v řádu několika set miligramů na litr.

Hlavní funkcí pitné vody je dodávat do těla vodu – tekutinu, díky které se všechny složky potravy mohou vůbec vstřebávat, přeměňovat se v těle na potřebné a využitelné komponenty, být dopraveny na potřebná místa a po přeměně být zase odvedeny z těla pryč. Tělo si tuto zevně přivedenou tekutinu musí pro své účely určitým způsobem upravit, protože všechny nitrobuněčné i mimobuněčné tekutiny mají svá specifická složení, která jsou udržována na víceméně konstantní úrovni a mění se jen v úzkém rozmezí hodnot. Proto by se mohlo zdát, že nezáleží na minerálovém složení pitné vody, zvláště když člověk přijímá dostatek všech minerálních látek potravou. Ale tak tomu není. Pokud je v pitné vodě minerálních látek celkově příliš málo, nebo naopak příliš mnoho, nebo pokud tam některé určité prvky chybí a je-li taková voda konzumována pravidelně a dlouhodobě, představuje pro spotřebitele určité zdravotní riziko. A platí to samozřejmě i naopak – pitná voda o určitém složení a obsahu některých prvků bude mít na zdraví ochranný, prospěšný účinek.

Vezmeme-li v úvahu **celkový obsah rozpuštěných minerálních látek**, pak optimum se pohybuje asi v rozmezí 150–400 mg/l. Voda s nízkým obsahem minerálních látek (pod 100 mg/l) napomáhá vyšším ztrátám některých esenciálních prvků z organismu a může narušit minerálově-vodní hospodářství organismu, jakož i vést k některým chorobám spojeným s nedostatkem vápníku a hořčíku, o kterých je zmínka dále. Naopak voda s vyšším obsahem minerálních látek (nad 1000 mg/l) může být rizikovým faktorem pro vznik některých kloubních poruch, močových a ledvinových kamenů, kamenů žlučníku a slinných žláz, hypertenze (díky vyššímu obsahu sodíku), možná i některých druhů nádorů.

Z jednotlivých prvků ve vodě, které přispívají pozitivně k lidskému zdraví, jsou to především vápník a hořčík, což jsou prvky nejlépe prozkoumané, ale také fluoridy a uvažuje se též o dalších esenciálních (tedy pro fungování organismu nezbytných) prvcích jako např. jod, křemík, vanad ad.

**Vápník i hořčík** jsou běžnou přirozenou součástí všech vod a jsou hlavní součástí tzv. tvrdosti vody, čili čím je jejich obsah vyšší, tím je voda tvrdší. Obsah vápníku se obvykle pohybuje od desítek do stovek mg/l, obsah hořčíku je nižší, zpravidla jednotky až desítky mg/l. Určitý obsah vápníku a hořčíku ve vodě snižuje riziko úmrtnosti na srdečně-cévní choroby jako je infarkt myokardu, ischemická choroba srdeční apod. Jak ukazují epidemiologické studie provedené v posledních 15 letech, tvrdá voda je ochranným faktorem, resp. měkká voda rizikovým faktorem nejen vůči kardiovaskulárním nemocem, ale i některým jiným chorobám. Nízký obsah vápníku ve vodě byl spojen s vyšším výskytem některých neurologických poruch ve stáří, vysokého krevního tlaku a zlomenin kostí u dětí. Nízký obsah hořčíku v pitné vodě znamenal zvýšené riziko těhotenských komplikací (tzv. preeklampsie),

poruch motorických nervů a rovněž vysokého krevního tlaku. Řada novějších studií z Taiwanu naznačuje, že voda o optimální tvrdosti může být důležitým ochranným faktorem proti vzniku některých druhů nádorů – pro definitivní potvrzení je však třeba více prací z jiných částí světa. Z uvedených důvodů byly ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. pro oba prvky stanoveny doporučené optimální rozmezí a minimální nezbytné koncentrace pro případy, kdy se voda změkčuje či celkově demineralizuje: pro hořčík je minimum 10 mg/l a doporučené rozmezí 20 až 30 mg/l; pro vápník minimum 30 mg/l a doporučené rozmezí 40 až 80 mg/l; pro celkovou tvrdost se ze zdravotního hlediska doporučuje asi 2 – 3,5 mmol/l.

Třetí nejlépe prozkoumanou prospěšnou součástí vody je **fluor**, resp. fluoridový iont. Když se v první polovině dvacátého století zjistilo, že určitý obsah fluoridů v pitné vodě snižuje výskyt zubního kazu, vedlo to v mnoha zemích k tomu, že pitná voda začala být uměle fluoridována (fluoridy do ní byly záměrně přidávány). I když v některých zemích, jako USA nebo Velká Británie, se voda fluoriduje dodnes, většina zemí od této praxe v 70.–90. letech postupně upustila, protože se začaly objevovat též informace o negativních účincích zvýšeného příjmu fluoridů, stoupal příjem fluoridů z jiných zdrojů (potravin, zubní pasty) a také proto, že se to nezdálo ekonomické – vždyť jen asi 2 % pitné vody v domácnosti se využije k pití a vaření a účinek fluoridů se navíc může projevit jen v určitém dětském věku, nikoliv u dospělých osob. V Československu se pitná voda fluoridovala od konce 50. let do roku 1993. I když optimální obsah fluoridů v pitné vodě z hlediska prevence zubního kazu je 0,5–1,0 mg/l, u části dětí se již při těchto koncentracích může objevit zubní fluoróza (skvrnitost zubů), která je velmi nepříjemnou kosmetickou vadou, možná i první známkou toxického působení fluoridů. Proto za všeobecně bezpečnou a zároveň ochrannou koncentraci by měla být považována koncentrace nižší, asi 0,1–0,3 mg/l.

## 5.5 Požadavky na jakost pitné vody

Pro někoho může být překvapením, že evropská směrnice (č. 98/83/ES), ze které česká hygienická legislativa pitné vody vychází, pojem „pitná voda“ vůbec nepoužívá – hovoří totiž o „vodě určené pro lidskou spotřebu“. Důvodem je skutečnost, že pitnou vodu používáme v domácnosti nejen k pití a vaření, ale i k řadě dalších činností. Proto je i snaha zajistit, aby také voda k mytí nebo jiným hygienickým účelům měla příslušnou kvalitu. „Voda určená pro lidskou spotřebu“ podle této směrnice zahrnuje veškerou vodu buď v jejím původním stavu nebo po úpravách, určenou pro pití, vaření, přípravu potravin nebo k jiným účelům v domácnostech jakož i veškerou vodu používanou v jakémkoliv potravinářském výrobním zařízení k výrobě, zpracování, uchovávání nebo prodeji výrobků nebo látek určených pro lidskou spotřebu; a to bez ohledu na její původ a na to, zda je dodávána z rozvodné sítě, ze zásobníku nebo v láhvích či kontejnerech.

Podobnou definici používá i zákon o ochraně veřejného zdraví (§ 3, odst. 1), i když se nevzdává tradičního pojmu: „**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.“

Hygienické požadavky na zdravotní nezávadnost a čistotu pitné vody (pro které používá zákon pojem „jakost pitné vody“) se stanoví hygienickými limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů, které jsou upraveny vyhláškou č. 252/2004 Sb. (v platném znění) nebo jsou povoleny nebo určeny podle zákona o ochraně veřejného zdraví příslušným hygienickým orgánem.

Vyhláška MZ č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, obsahuje celkem 63 ukazatelů jakosti pitné vody, ale nelze si myslet, že to je uzavřený a vyčerpávající seznam ukazatelů. Ve vodě se ale mohou vyskytnout tisíce různých látek a desítky druhů patogenních mikroorganismů, takže nezávadnost musí být definována v obecnější rovině než seznamem několika desítek ukazatelů. Citovaná vyhláška (§ 3 odst. 1) proto požaduje, aby pitná voda měla takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví, a aby neobsahovala mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. Pokud výrobce vody zjistí výskyt dalších látek nebo součástí pitné vody neuvedených ve vyhlášce č. 252/2004 Sb., musí podle § 4 odst. 6 zákona o ochraně veřejného zdraví neprodleně oznámit tuto skutečnost příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví. Tento pak na základě takového oznámení anebo z vlastního podnětu určí hygienický limit pro výskyt takových látek nebo součástí, popřípadě rozhodne o tom, zda taková voda je pitná či nikoliv. Výrobce pitné vody je pak povinen dodržení nového hygienického limitu kontrolovat ve stanovené četnosti.

**Hygienické limity** se stanoví jako nejvyšší mezní hodnoty, mezní hodnoty a doporučené hodnoty, které nám pomáhají rozlišit zdravotní význam ukazatele. **Nejvyšší mezní hodnoty** jsou hodnoty zdravotně závažných ukazatelů jakosti pitné vody, v důsledku jejichž překročení je vyloučeno použití vody jako pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví jinak. **Mezní hodnoty** jsou hodnoty organoleptických ukazatelů jakosti pitné vody, jejich přirozených součástí nebo provozních parametrů, které nejsou stanoveny z hlediska zdravotního, ale z hlediska senzoričského nebo provozně-technického. Jejich překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. **Doporučené hodnoty** jsou nezávazné hodnoty ukazatelů jakosti pitné vody, které stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky.

Podle toho, zda se jedná o ukazatel s mezní nebo s nejvyšší mezní hodnotou, se také liší **způsob stanovení limitních hodnot**. Přirozeně odlišný je také způsob stanovení limitních hodnot pro ukazatele mikrobiologické a chemické.

Při **ověřování mikrobiologické nezávadnosti vody** se nehledají bakterie či viry způsobující známá onemocnění přenášená vodou, jako je tyfus, infekční zánět jater, průjmová onemocnění virového původu apod. Bylo by to technicky, časově i finančně neúnosné. Proto se všude ve světě používá metoda tzv. indikátorů fekálního znečištění, při které se hledají bakterie žijící ve střevním traktu člověka a teplotokrevných živočichů (*Escherichia coli*, enterokoky, *Clostridium perfringens*). Pokud se ve vodě najdou některé z těchto bakterií, je voda podezřelá<sup>15</sup>, že přišla do kontaktu s lidskými nebo zvířecími výkaly či zbytky živočichů a že může obsahovat patogenní bakterie a viry, které nejčastěji pocházejí právě ze střevního traktu. Aby mohla být voda považována za nezávadnou, nesmí obsahovat žádnou z uvedených bakterií ve stanoveném objemu vody, který se vyšetřuje (100 ml). Stejný nulový limit platí i pro koliformní bakterie, které ale už dnes nejsou považovány za spolehlivý indikátor fekálního znečištění, protože představují neškodné, saprofytické bakterie, osidlující sice střevní trakt, ale žijící běžně i v půdě.

Stanovení heterotrofních bakterií jako počtu kolonií při teplotách 22 a 36 °C patří k historicky prvním vyšetřovaným mikrobiologickým ukazatelům jakosti vody (dříve byly nazývány psychrofilní a mesofilní bakterie). Jedná se o bakterie, které jsou přirozeně přítomné ve vodním prostředí a ve vodě se běžně za vhodných podmínek rozmnožují. Dnes už nejsou považovány za zdravotně významné ukazatele; jejich limitní hodnoty byly stanoveny empiricky před více než 100 lety.

---

<sup>15</sup> Tento přístup by se dal označit jako „presumpce viny“.

Způsob **stanovení limitních hodnot u chemických ukazatelů** se liší podle toho, jedná-li se o ukazatele s mezní nebo s nejvyšší mezní hodnotou. Mezi ukazatele s mezní hodnotou patří např. ukazatele charakterizující organoleptické vlastnosti vody (barva, pach, chuť), jejichž limitní hodnota má vyjadřovat přijatelnost pro spotřebitele. Dále sem patří řada přirozených součástí vody (např. mangan, železo, sodík, sírany a vodivost jako vyjádření celkového obsahu rozpuštěných látek), jejichž limit je empiricky stanoven rovněž tak, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění chuti či barvy vody, i když ve vysokých koncentracích mohou i tyto látky představovat i zdravotní riziko. Také limity většiny ostatních ukazatelů s mezní hodnotou byly stanoveny na základě empirie (letité zkušenosti) – ať už jde o ukazatele charakterizující agresivitu (korozivitu) vody, jako např. pH či chloridy, nebo o „historické“ chemické ukazatele organického znečištění, jako např. amonné ionty či oxidovatelnost (chemická spotřeba kyslíku – ChSK), nebo o důležité provozní ukazatele typu zákalu či volného chloru. Pouze vedlejší produkty dezinfekce (chloritany a částečně chloroform) mají limitní hodnotu stanovenou z hlediska zdravotního účinku.

Jiný je způsob stanovení limitní hodnoty zdravotně závažných ukazatelů čili ukazatelů s nejvyšší mezní hodnotou. Zde se postup výpočtu dále liší podle typu toxického účinku: zda se jedná o látky s prahovým nebo bezprahovým typem účinku.

**Látky s prahovým typem účinku** jsou takové, se kterými si je organismus schopen do určité míry poradit bez újmy na zdraví – teprve když je překročena nějaká celková dávka této látky („práh“), může se projevit její toxický účinek. A naopak, pokud člověk přijímá takové látky méně než je ona kritická prahová dávka, žádný negativní efekt se neobjeví. Základem pro výpočet limitních hodnot pro tento druh látek je stanovení tzv. **tolerovatelného denního příjmu**<sup>16</sup> (vyjadřuje se jako mg dané látky na kg tělesné hmotnosti za den), což je denní dávka dané látky, kterou ještě může organismus dlouhodobě přijímat (dohromady ze všech zdrojů: z pitné vody, z potravy či z ovzduší) bez ohrožení zdraví. Tato veličina je odvozena od hodnoty nejvyšší dávky, která při experimentu<sup>17</sup> ještě nezpůsobila v organismu žádnou pozorovatelnou odezvu, a to tak, že ji dělíme bezpečnostním faktorem (obvykle 100 nebo 1000, vzácně hodnotou nižší nebo vyšší), abychom zohlednili nejistoty ohledně kvality studie, ohledně mezidruhových i vnitrodruhových rozdílů (zvíře x člověk; zdravý x nemocný; dospělý x dítě apod.), ohledně krátkodobého pokusu a dlouhodobé lidské expozice atd. V dalším kroku odhadneme, jaký podíl na celkovém tolerovatelném denním příjmu hodnocené látky by měl připadat na pitnou vodu (obvykle 10 %), kolik vody denně člověk vypije (obvykle 2 litry) a kolik váží průměrný spotřebitel (obvykle 60 kg) – a z těchto veličin spočítáme<sup>18</sup> limitní hodnotu látky v pitné vodě. Protože u většiny těchto veličin volíme takovou hodnotu, která bere v úvahu nejnepříznivější stav, v praxi to znamená, že limitní hodnoty látek s nejvyšší mezní hodnotou jsou stanoveny tak bezpečně, že jejich případné mírné (někdy i vyšší) překročení neznamená zdravotní riziko, minimálně ne akutní riziko. Neplatí to ale pro úplně všechny ukazatele (např. ne pro měď).

**Látky s bezprahovým typem účinku** jsou takové, které způsobují mutace genetického materiálu (DNA) somatických buněk, což se může vyvinout v nádorový proces. Protože teoreticky i jedna tato mutace může způsobit rakovinu, existuje teoretické riziko při jakékoli (i nízké) expozici čili že neexistuje žádná zcela bezpečná dávka (práh). Limitní hodnoty těchto

---

<sup>16</sup> Světová zdravotnická organizace nazývá tuto veličinu *tolerable daily intake* (TDI) nebo *acceptable daily intake* (ADI); Americká agentura pro životní prostředí (U.S.EPA) ji nazývá *reference dose* (RfD) čili referenční dávka.

<sup>17</sup> Obvykle se získá z experimentů na zvířatech.

<sup>18</sup>  $LH = (TDI \times TH \times P) / DS$ , kde LH je limitní hodnota, TDI tolerovatelný denní příjem, TH tělesná hmotnost, P podíl pitné vody na celkovém denním příjmu hodnocené látky, DS denní spotřeba pitné vody.

látek se pak odvozují od přijatelné míry rizika<sup>19</sup>, která je v případě pitné vody v Evropské unii a tedy i u nás na úrovni  $10^{-6}$ , což znamená, že daná koncentrace látky způsobí při celoživotní expozici u 1 milionu osob méně než deset (1 až 9) přídatných případů rakoviny. Žádoucí jsou nulové koncentrace těchto látek v pitné vodě. Ani u těchto látek neznamená dočasné překročení limitní hodnoty riziko akutního poškození zdraví.

Z výše uvedené informace o způsobech stanovení limitních hodnot chemických látek vyplývá, že díky použitým bezpečnostním faktorům nemusí jejich dočasné mírné překročení představovat pro spotřebitele žádné zdravotní riziko nebo jen nevýznamné riziko. Znalost hodnoty tolerovatelného denního příjmu a ostatních veličin použitých k výpočtu pak dovoluje určit bezpečnou mírnější hodnotu pro dočasnou výjimku nebo pro nouzové zásobování při mimořádných situacích.

V příloze A je uveden seznam sledovaných a normovaných ukazatelů s uvedením hlavního zdroje znečištění, zdravotního rizika a požadovaných limitních hodnot.

## 6. Zásady předcházení vzniku a šíření nálezů, na kterých se může podílet voda

Nechce-li provozovatel, aby pitná voda byla zdrojem infekčních zárodků a příčinou onemocnění, nemůže se spoléhat jen na průběžnou dezinfekci chlorem nebo dokonce jen na občasnou nárazovou dezinfekci podle výsledku rozboru vody. Dezinfekce chlorem je totiž účinná jen vůči omezenému spektru infekčních zárodků a někdy při nižší dávce může dokonce zakrýt problém tím, že zahubí jen citlivější vyšetřované indikátorové bakterie, ale další odolnější patogeny zůstanou v dezinfikované vodě životaschopné, takže výsledek rozboru bude falešně negativní.

Pro zajištění mikrobiologické nezávadnosti vody je nutné uplatňovat tzv. **multibariérový přístup**, což znamená vytvoření systému tolika opatření (bariér) v průběhu dopravy vody od zdroje ke spotřebiteli, kolik existuje rizikových míst vstupu infekčních zárodků do vody.

**První bariérou je důsledná ochrana zdroje surové vody** (funkční ochranné pásmo).

**Druhou (multi)bariérou je použití takové technologie úpravy vody, která odpovídá kvalitě surové vody.** Např. jedná-li se o povrchovou vodu nebo o podzemní vodu pod vlivem povrchové vody, je nezbytná filtrace, která (spolu s koagulací) bývá nejefektivnějším dezinfekčním prvkem v průběhu úpravy, protože zachytí nejen většinu bakterií a virů, ale i prvky a jejich odolná stádia, na které nemá používaná chemická dezinfekce téměř žádný vliv. Pokud voda po úpravě vyžaduje ještě dezinfekci, je nutné vybrat a provozovat takový způsob, který bude dostatečně účinný vzhledem ke kvalitě vody: může jít nejen o různé chemické látky (plynný chlor, chlornan, ozon, oxid chloričitý, peroxid vodíku, chloramin ad.) nebo jejich kombinace, ale také o UV záření nebo mikrofiltraci.

**Třetí (multi)bariérou je ochrana vody před sekundární kontaminací během distribuce ke spotřebiteli**, která spočívá v udržování stálého přetlaku vody ve vodovodním řadu (aby nemohlo dojít k nasátí kontaminované vody z podloží při podtlaku), udržování integrity vodovodních řadů a příslušná ochrana vody při akumulaci na vodojemech (zakrytá okna, vzduchové filtry, hygienické chování obsluhy atd.).

**Poslední bariérou je pak vnitřní vodovod** (domovní rozvod vody) u spotřebitele, který by měl být dimenzován tak, aby zde nedocházelo ke zbytečné stagnaci vody; měl by být proveden z hygienicky nezávadných materiálů nepodporujících pomnožování bakterií a hlavně zde nesmí dojít k žádnému propojení s rozvodem jiné, nepitné vody (alternativní

---

<sup>19</sup> Přijatelná míra (karcinogenního) rizika je v podstatě politické rozhodnutí společnosti, které bere v úvahu nejen otázky čistě zdravotní, ale i sociální, ekonomické a technické.

rozvod z domovní studny, paralelní rozvod užitkové nebo technologické vody v některých podnicích ad.).

**Pokud je zvolený multibariérový systém ochrany funkční, není v mnoha případech nutné distribuovat vodu se zbytkovou chemickou dezinfekcí**, což vede jednak k příznivým organoleptickým vlastnostem pitné vody, jednak k minimalizaci vzniku nežádoucích vedlejších produktů dezinfekce.

Obdobný systém více bariér se pak používá i při prevenci chemické kontaminace pitné vody.

#### **Příklad z praxe**

- Mnoho zahraničních vodárenských společností, zvláště v Německu, Nizozemí, Rakousku a Švýcarsku, distribuuje vodu bez jakékoli chemické dezinfekce a to nejen v malých vodovodech, ale i ve velkých statisícových nebo milionových aglomeracích (např. Berlín, Lublaň, Amsterdam, Kolín nad Rýnem, Curych ad.). Dnes již více než dvacetileté zkušenosti ukazují, že je takto možné trvale dodávat pitnou vodu zcela bezpečnou po mikrobiologické i chemické stránce, a to nejen při použití podzemního, ale i povrchového zdroje – samozřejmě při dodržení určitých zásad jako je dokonalá úprava maximálně odstraňující přírodní organické látky (biodegradabilní organický uhlík), účinná filtrace a správná péče o distribuční síť. I v České republice už dnes existuje řada menších a několik středních vodovodů, kde jedinou dezinfekcí je UV-lampa na výstupu z úpravny.

## **7. Speciální hygienická problematika podle pracovní činnosti v rozsahu provozního řádu úpravny vody nebo vodovodu**

Většinu běžných činností při obsluze a údržbě vodárenských zařízení by bylo možné označit za hygienicky důležité, protože vzhledem ke komplexnosti systému může být v důsledku zanedbání prakticky kterékoli činnosti dříve či později negativně ovlivněna kvalita pitné vody nebo dodávka vody vůbec. Nejdůležitější zásady z hlediska ochrany veřejného zdraví byly uvedeny výše v kapitole „Zásady hygienicky nezávadné obsluhy a údržby vodárenských zařízení“.

### **7.1 Provozní řády.**

Všechny běžné činnosti při obsluze a údržbě vodárenských zařízení by měly být popsány v provozním řádu, resp. v **provozních řádech**, které je provozovatel vodovodu pro veřejnou potřebu povinen vypracovat, stejně jako **havarijný řád**.

V provozním řádu podle zákona na ochranu veřejného zdraví (§ 4 odst. 3) musí být uvedeno:

- místo nebo místa odběru surové nebo pitné vody,
- základní údaje o technologii úpravy vody,
- základní údaje o používaných chemických přípravcích,
- podmínky údržby a plán kontrol provozu a technického stavu vodovodu,
- způsob stanovení míst odběru vzorků pitné vody, rozsah a četnost kontrol jakosti pitné vody,
- počet zásobovaných osob.

Tento provozní řád a jeho změny je povinen provozovatel předložit před jejich přijetím ke schválení příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví.

Provozní řád zpracovaný podle zákona o vodovodech a kanalizacích (§ 5 odst. 2) resp. podle zákona o vodách (§ 59 odst. 2) patří do evidence, jejíž vedení má zajistit vlastník vodovodu. Protože vodovod a s ním související stavby jsou vodním dílem, může vodoprávní úřad svým

rozhodnutím uložit povinnost zpracovat a předložit mu ke schválení provozní řád tohoto vodního zákona (§ 59 odst. 2 vodního zákona). Vzhledem k obvyklé komplikovanosti a složitosti provozování vodovodů je tato povinnost ukládána téměř všem vlastníkům. Takový provozní řád, který je souborem pokynů, předpisů a technické dokumentace, musí být pak mnohem podrobnější. Pro malý vodovod s jednoduchým provozem je možné zpracovat jeden provozní řád, ale pro rozsáhlejší vodovodní systémy s řadou provozních objektů se obvykle zpracovává jeden všeobecný, celkový provozní řád pro provoz vodovodu jako celku a dále návazné podrobnější řády pro všechny jednotlivé provozních objekty. Provozní řád schvaluje vlastník vodovodu, ale schválení si může vyhradit též vodoprávní úřad, jak již bylo uvedeno. Součástí provozního řádu musí být i havarijný řád, který má obsahovat jasné povinnosti jednotlivých osob, rozhodovací schéma šetření a obvyklá nápravná opatření v případě neobvyklých událostí.

## 7.2 Dokumentace provozu.

Na první pohled možná nepodstatnou a pouze obtěžující, ale ve skutečnosti velmi důležitou činností je řádná dokumentace všech činností neboli vedení provozní evidence. Důležitost se opírá o následující důvody:

- a) jde o povinnost stanovenou zákonem (§ 5 odst. 2 zákona o vodovodech a kanalizacích), ze jejíž neplnění může být vlastník či provozovatel vodovodu postižen;
- b) jde o důležitý zdroj informací pro provozovatele, který mu může pomoci odhalit příčiny problémů v kvalitě nebo dodávce vody;
- c) může jít o klíčový důkazní materiál při sporu, zda provozovatel nebo konkrétní pracovník porušil své povinnosti; přičemž půjde o obhajující materiál v případě, že z dokumentace vyplývá nezanedbaní žádné povinnosti, nebo o žalující materiál, pokud z dokumentace dostatečně a jasně nevyplývá, že povinnost poručena nebyla; ze zahraničí je známa řada případů, kdy vodárenská společnost prohrála soudní spor hlavně proto, že nebyla schopna řádně doložit, že plnila své běžné povinnosti.

Zákon o vodovodech a kanalizacích vyjmenovává jednotlivé druhy dokumentace, které považuje za provozní evidenci. Z hlediska dokumentace „správné výrobní praxe“ výroby a distribuce pitné vody patří k nejdůležitějším: záznamy o zdrojích povrchových nebo podzemních vod využívaných na vodu dodávanou vodovodem, výkresová dokumentace vodovodu, plán kontrol jakosti vod v průběhu výroby pitné vody, provozní deník a provozní řády.

Obsah, rozsah a forma vedení provozní evidence jsou dány složitostí a velikostí provozu. provozovatel rozhodne, jaké údaje se budou měřit (evidovat), kdo a v jaké četnosti je bude zjišťovat a jak je bude dokumentovat. Tyto požadavky by pak měly být přesně zakotveny v provozním řádu vodovodu případně v dílčích provozních řádech úpravy vody a jednotlivých objektů vodovodu.

Základní formu zjišťování provozních údajů pro kontrolu stavu a průběžné řízení provozu představuje **provozní deník**, ve kterém se zaznamenávají denní provozní záznamy z jednotlivých součástí vodovodu (např. z čerpací stanice, úpravy vody nebo vodojemu). Podoba těchto denních provozních záznamů může mít formu obyčejného sešitu (knihy), ale mohou ji též představovat průběžné počítačové výstupy automatizované soustavy řízení.

Provozní deník (nebo provozní deníky pro vedení údajů z různých technologických stupňů u složitějších provozů) musí obsahovat denní údaje činnosti obsluhy a průběh některých činností včetně okolností, které mohou mít vliv na provoz (např. klimatické údaje). Také musí obsahovat záznamy osob, které provádějí kontrolu provozu a odběry vzorků vod. **Nedílnou**



**součástí provozního deníku jsou výsledky provozních rozborů vod** podle plánu kontroly jakosti vody prováděných obsluhou na místě **a samozřejmě záznamy o všech mimořádných nebo havarijních událostech** včetně jejich příčin a důsledků na množství a jakost vyrobené vody.

### 7.3 Bezpečnost práce

Při všech pracovních činnostech musí dbát pracovníci zásad bezpečnosti práce, aby nedošlo k ohrožení jejich zdraví nebo zdraví ostatních osob. Podrobnosti jsou uvedeny ve „**Sborníku vybraných předpisů bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v oboru vodovodů a kanalizací**“, který vydal SOVAK v roce 2004.

### 7.4 Další požadavky

Další podrobnosti o provozní evidenci a vodárensky specifických požadavcích na provoz jsou obsaženy v příručkách, které vydal SOVAK – Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR: „**Příručka provozovatele vodovodní sítě**“ (2003) a „**Příručka provozovatele úpravní pitné vody**“ (2005). Vybrané požadavky na provoz úpravní vody a vodovodu jsou uvedeny v příloze C.

#### **Příklad z praxe**

Epidemie, ke které došlo v roce 2000 v kanadském městě Walkerton, je varující jak svými tragickými následky, tak i celou řadou lidských pochybení.

Walkerton je malé město zásobované pitnou vodou z několika studní. Po mimořádně silných deštích byla jedna ze studní kontaminována splachem z nedaleké farmy. Do vody se dostaly patogenní bakterie *Escherichia coli* O157:H7 a *Campylobacter jejuni*, které způsobily epidemii, při níž onemocnělo 2 300 lidí průjmami, z nich bylo 63 hospitalizováno a 7 zemřelo.

Přítom se epidemii dalo zabránit nebo alespoň dříve odhalit zdroj nákazy. Už studie z roku 1978 totiž upozorňovala na zranitelnost studny, která byla při epidemii zdrojem nákazy. Žádná opatření však během 22 let nebyla přijata. Také běžný provoz a údržba vodárenského systému ze strany provozovatele byly velmi nedbalé. Např. není jisté, zda u postižené studny byla dostatečně funkční chlorace, protože člověk zodpovědný za stanovení chloru toto stanovení neprováděl a výsledky si vymýšlel. Jeho další vědomé pochybení nastalo v době, kdy se vyskytly první případy onemocnění, kdy zamlčel jemu známé problémy včetně nevyhovujících výsledků mikrobiologických analýz, ač byl na stav pitné vody opakovaně dotazován lidmi, kteří vyšetřovali příčiny epidemie.

Pochybila i místní laboratoř, protože podle kanadských předpisů měla pozitivní mikrobiologický nálezn ihned ohlásit státním orgánům.

### 8. Budoucnost: plány pro zajištění bezpečnosti vody

V úvodu bylo citováno z tzv. *Bonnské charty*, jaký cíl si sami vodohospodáři stanovili: „*Cílem je dobrá nezávadná pitná voda, která se těší důvěře spotřebitelů. Voda, kterou lze nejen bez obav pít, ale u níž spotřebitel zároveň oceňuje její estetickou kvalitu.*“

*Bonnská charta* také rámcově uvádí, jak má být tohoto cíle dosaženo. Vedle různých úkolů a povinností, které by měly mít v různé míře všechny zúčastněné strany (počínaje vládami a příslušnými státními orgány až po spotřebitele), by hlavní nástroj, pokud jde o dodávku nezávadné a důvěryhodné vody, měli mít v rukách výrobci vody. A tímto nástrojem má být

zavedení principů HACCP<sup>20</sup> do výroby pitné vody. Pod vlivem dosavadních zkušeností se zajištěním nezávadné pitné vody se již nezdá moc logické klást hlavní důraz na kontrolu konečného produktu – pitné vody na konci distribuční sítě. Logičtější je přesunout těžiště pozornosti z kontroly „výrobku“ (pitné vody) na kontrolu celého procesu výroby. Chceme-li mít skutečně jistotu a důvěru v kvalitu vody, musíme mít pod kontrolou celý výrobní proces pitné vody; počínaje přehledem o všech rizikových aktivitách v okolí zdroje surové vody, přes úpravu a distribuci vody, až po ten symbolický kohoutek.

Co tento nový „systém“ konkrétně znamená pro výrobce vody? Každý výrobce či distributor vody by měl především dobře znát svůj systém zásobování (výroby, distribuce...), dále by si měl udělat nebo nechat udělat rizikovou analýzu svého „článku“ či celého „řetězce“ zásobování vodou (ochranné pásmo – zdroj – úprava – distribuce) a dobře znát či si uvědomovat všechna nebezpečí, která tomuto systému hrozí, nebo „slabá místa“ v systému, která jsou riziková (např. některé stupně úpravy vody). Na základě této analýzy vypracovat plán pro zajištění bezpečnosti vody, ve kterém budou identifikována všechna riziková místa, způsoby jejich sledování, zajištění a kontroly, potřebná preventivní, průběžná i nápravná opatření; dokumentace apod.

Světová zdravotnická organizace (WHO) zahrnula tento nový přístup, který nazývá **Water Safety Plans (plány pro zajištění bezpečnosti vody)**, do svých nových *Doporučení pro kvalitu pitné vody* (2004). A vzhledem k tomu, že se s ním ztotožnila i Evropská komise, která nyní ve spolupráci s WHO hledá způsob, jak systém plánů nejlépe zakomponovat do připravované novely evropské směrnice 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu, je již jisté, že se mu nevyhnou ani tuzemští výrobci pitné vody. Dnes sice ještě nevíme, zda ta povinnost nastane za tři nebo pět let, ale víme, že nastane.

Některé země již zavedly plány pro zajištění bezpečnosti vody jako zákonem stanovenou povinností (např. Austrálie, Nový Zéland a Švýcarsko, částečně i jiné země). Ale i v ostatních zemích, kde to dosud povinně stanoveno nebylo, přistupuje řada vodárenských společností k zavedení tohoto systému dobrovolně, podobně jako k certifikaci systému managementu kvality podle norem ISO 9000 a ISO 9001.

Více informací o tomto novém přístupu lze získat např. ze souhrnné publikace WHO *Water Safety Plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer* (Plány pro zajištění bezpečnosti vody. Řízení kvality pitné vody od povodí k odběrateli). Tato kniha, která vyšla v roce 2005 a na téměř 250 stranách popisuje podrobně a instruktivně tvorbu plánů pro zajištění bezpečnosti vody, byla přeložena do češtiny a vydána na CD-ROM<sup>21</sup>. Je volně dostupná též na internetu.

---

<sup>20</sup> HACCP = Hazard Analysis and Critical Control Points (Riziková analýza a kritické kontrolní body při výrobě); systém, který je již řadu let povinně a úspěšně používán při výrobě potravin ve všech rozvinutých zemích. V České republice vyplývá tato povinnost ze zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích (v platném znění); koncepce je pak rozvedena v prováděcí vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 147/1998 Sb., o způsobu stanovení kritických bodů v technologii výroby, ve znění vyhlášky č. 196/2002 Sb. a vyhlášky č. 161/2004 Sb.

<sup>21</sup> Plány pro zajištění bezpečnosti vody. Řízení kvality pitné vody od povodí k odběrateli. Vydala Vodárenská akciová společnost a.s., Brno 2006.

## **Požadavky na jakost pitné vody**

**Tabulka A-1: Ukazatele jakosti pitné vody, jejich hygienický význam a zdroje znečištění**

**Tabulka A-2: Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity (podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. v platném znění)**

**Tabulka A-1: Ukazatele jakosti pitné vody, jejich hygienický význam a zdroje znečištění**

**A. Mikrobiologické a biologické ukazatele**

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
1	<i>Clostridium perfringens</i>	Fekálie a odpadní vody; jedná se o normální součást střevní flóry teplokrevných zvířat a člověka (u lidské populace se nachází u necelé čtvrtiny osob, asi v 13-35 %)	Tvoří velmi odolné spory, které byly navrženy jako indikátor účinnosti filtrace a indikátor přítomnosti virů a prvků v upravené vodě. Spory přežívají v prostředí mnohem déle než patogeny, proto může klostridium sloužit též jako indikátor staršího (přerušovaného) fekálního znečištění.
2	enterokoky	Odpadní vody a fekálie člověka a teplokrevných živočichů. Výjimečně se mohou některé druhy množit i v půdě a na rostlinné vegetaci, která nebyla nijak fekálně znečištěna.	Indikátor fekálního znečištění. Jsou více odolné vlivům prostředí než <i>E.coli</i> .
3	<i>Escherichia coli</i>	Odpadní vody a fekálie člověka a teplokrevných živočichů.	V současné době nejlepší indikátor fekálního znečištění. Vzhledem ke své citlivosti k okolním vlivům indikuje čerstvé znečištění.
4	koliformní bakterie	Neškodné, saprofytické bakterie, osidlující střevní trakt, ale žijící běžně i v půdě.	I když se mezi nimi mohou výjimečně vyskytnout i patogenní kmeny, které tvoří toxiny, mohou proniknout do tkání a způsobit přímo ohrožení zdraví, jsou dnes koliformní bakterie považovány víceméně za indikátor účinnosti úpravy vody a dezinfekce, sekundární kontaminace či vysokého obsahu živin v upravené vodě.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
5	mikroskopický obraz – abioseston	Abioseston je tvořen částicemi organického i anorganického původu (např. části rostlinných a živočišných tkání, částice půdy, prach, pylová zrna, zcela prázdné schrány vodních mikroorganismů, produkty koroze apod.). Nepočítáme k němu mikroskopické organismy, pokud se nejedná o zcela prázdné schránky. Abioseston v pitné vodě většinou pochází z rozvodného systému (např. produkty koroze nebo železitých bakterií). Může se však do pitné vody dostat i ze surové vody (prázdné schrány organismů či různé další neživé částice organického i anorganického původu) nebo kontaminací během distribuce (např. vzdušný spad ve vodojemech – pylová zrna, prach apod.).	Kvantifikuje a popisuje neživé částice, které se nacházejí v pitné vodě a tím doplňuje i stanovení zákalu. Výskyt některých částic (i méně zastoupených) může poukázat na původ kontaminace pitné vody.
6	mikroskopický obraz – počet organismů	Mikroskopické organismy se do pitné vody dostávají buď ze surové vody (většinou se jedná o řasy nebo sinice) nebo se mohou pomnožovat v rozvodném systému (např. bezbarví bičíkovci, nálevníci, mikromycéty, hlístice).	Přítomné organismy mohou indikovat špatnou účinnost úpravy vody (pokud pocházení ze surové vody), kontaminaci podzemního zdroje (pokud se v podzemní vodě objeví organismy vázané na povrchovou vodu) nebo nízkou biologickou stabilitu vody (pomnožení heterotrofních organismů v síti – např. bezbarví bičíkovci, nálevníci, mikromycéty, hlístice).
7	mikroskopický obraz – živé organismy	Stejně jako u předchozího ukazatele s tím rozdílem, že se jedná o pouze o organismy neusmrcené dezinfekčním činidlem.	Tento ukazatel má především indikovat špatnou účinnost dezinfekce.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
8, 9	počty kolonií při 22°C, počty kolonií při 36°C	Jedná se o všudypřítomné bakterie, které se za vhodných podmínek ve vodě množí. Na jejich počet má vliv: počet těchto bakterií ve vodě na výstupu z úpravy vody, doba zdržení vody v síti a s ní související faktory jako vyšší teplota vody, rychlost proudění vody, zbytková koncentrace a druh dezinfekčního prostředku, přítomnost biofilmu či korozních produktů na stěnách potrubí a sedimentu na dně potrubí, kvalita materiálu rozvodné sítě a především tzv. stabilita vody (přítomnost nutrientů – uhlíku, fosforu, dusíku).	Monitorování účinnosti filtrace a dezinfekce vody; monitorování (celkového) stavu, podmínek a změn distribuční sítě; vyšetřování příčin zhoršené organoleptické kvality vody.

#### B. Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
11	1,2-dichlorethan	Meziprodukt při výrobě vinylchloridu a některých jiných látek; méně se používá jako rozpouštědlo. Do prostředí se dostává odpadními vodami z chemického průmyslu.	Možný lidský karcinogen; toxický účinek na játra, ledviny a imunitní a centrální nervový systém.
12	akrylamid	Koagulanty na bázi polyakrylamidu používané při úpravě vody (obsah monomeru akrylamidu v koagulantu bývá asi 0,05 %). Přísada do některých stěrkových (řídkých cementových) malt a některých typů membrán pro reverzní osmózu.	Toxický účinek na nervový systém a krevetvorbu. Pravděpodobný lidský karcinogen. Příjem potravou je mnohonásobně vyšší než pitnou vodou.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
13	amonné ionty	Vzácně mohou být přírodního (geologického) původu, ale nejobvyklejším zdrojem jsou odpadní vody z lidských sídlišť a živočišné výroby, protože amonné ionty jsou produktem rozkladu dusíkatých organických látek. Dále se mohou do pitné vody dostat při dezinfekci chloraminem a z nové cementové výstelky potrubí.	Ne zcela spolehlivý indikátor fekálního znečištění. V koncentracích ve vodě obvyklých jsou prakticky netoxické, ale mohou snížit účinnost dezinfekce, vést k tvorbě dusitanů v potrubí nebo být příčinou pachových a chuťových problémů ve vodě. Mohou též zapříčinit selhání filtrů k odstraňování manganu.
14	antimon	Zdrojem v našich podmínkách je nejčastěji vyluhování z geologického podloží. Méně významným zdrojem jsou některé slitiny, pájky a keramika, odpadní vody z ropných rafinérií, zpomalovače hoření.	Biochemické změny v krvi.
15	arsen	Především z geologického podloží, vzácněji odpadní vody ze sklářského a elektrotechnického průmyslu.	Poškození kůže a cév, zvýšené riziko různých druhů rakoviny.
16	barva	Přítomnost přirozených organických látek typu huminových a fulvinových kyselin; přítomnost kovů (zejména železa) ať už přírodního původu nebo z koroze potrubí.	Snížená přijatelnost pro spotřebitele.
17	benzen	Odpadní vody z průmyslu, úniky benzínu z podzemních nádrží, vyluhování z toxických skládek.	Anémie, poškození krvinek, zvýšené riziko rakoviny.
18	benzo[a]pyren	Asfaltové protikorozní nátěry ocelových a litinových vodovodních řadů. Atmosférický spad (zplodina spalování).	Karcinogenní účinek.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
19	beryllium	V našich podmínkách především přírodního původu (vyluhování z geologického podloží). Méně v odpadních vodách z kovohutí, elektrotechnického a strojírenského průmyslu. Spalovny uhlí.	Poškození střevní stěny. Podezření z karcinogenního účinku.
20	bor	Především přírodního původu (vyluhování z geologického podloží), též v odpadních vodách (bor je součástí některých detergentů) a to i průmyslu (výroba skla, mýdel a již zmíněných detergentů).	Narušení reprodukčních funkcí a vývoje plodu.
21	bromičnany	Nejčastěji vznikají jako vedlejší produkt ozonizace, pokud jsou ve vodě přítomny bromidové ionty. Jsou též přítomny v chlornanu sodném jako nežádoucí příměs. Vzácně v odpadních vodách z textilního průmyslu (využití při barvení látek).	Mutagenní látka, podezření na karcinogenní účinek, poškození ledvin.
22	celkový organický uhlík	Nespecifický ukazatel celkového obsahu organických látek. Zdrojem především přírodní látky (humínové kyseliny apod.).	Přímý zdravotní dopad není nebo nelze určit. Vyšší obsah nepřímo negativně ovlivňuje účinnost dezinfekce a barvu vody a podporuje pomnožování bakterií v distribuční síti.
23	dusičnany	Lidské a zvířecí výkaly a odpadní vody z lidských sídel a farem. Splachy ze zemědělské půdy. Umělá hnojiva.	Reagují v krvi s hemoglobinem za vzniku methemoglobinu (riziko vnitřního dušení, hlavně u kojenců do tří měsíců věku). V zažívacím traktu se mohou redukovat na dusitany, které reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku tzv. N-nitroso sloučenin, které jsou podezřívány z karcinogenního účinku. Podezření z vlivu na reprodukční funkce.



č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
24	dusitany	Viz dusičnany + mohou vznikat ve vodě za anoxických podmínek redukcí dusičnanů.	viz dusičnany
25	epichlorhydrin	Vyluhování z epoxidových nátěrových hmot v potrubí a některých iontoměničů používaných při úpravě vody.	Lokální podráždění a změny na centrálním nervovém systému; podezření na karcinogenní účinek.
26	fluoridy	Dnes obvykle přírodního původu (vyluhování z geologického podloží), méně často z fosfátových hnojiv a z odpadů při výrobě hliníku. Do roku 1993 se v ČR přidávaly fluoridy do vody záměrně za účelem snížení kazivosti zubů.	Skvrnitost zubů (zubní fluoróza), poškození kostí (kostní fluoróza).
27	hliník	Z větší části zbytek hlinitých koagulantů používaných při úpravě vody, Může být i přírodního původu (vyluhování z půd a podloží).	V koncentracích v pitné vodě obvykle se vyskytujících není akutně toxický, ale může ovlivnit barvu vody a vyvolat stížnosti spotřebitelů. Podezření na neurotoxický účinek při chronickém příjmu.
28	hořčík	Přirozená součást vod; obsah se někdy mírně zvyšuje při stabilizaci vody pomocí dolomitu.	Určitá minimální koncentrace ve vodě je žádoucí kvůli prevenci úmrtnosti na srdečně-cévní onemocnění a zřejmě i prevenci některých jiných chorob. V koncentracích nad 100 mg/l může mít v přítomnosti síranů projímavý účinek.
29	chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	Nespecifické skupinové stanovení indikující obsah přírodních organických látek nebo organického znečištění.	Přímý zdravotní dopad není nebo nelze určit. Vyšší hodnota může nepřímo negativně ovlivňovat účinnost dezinfekce a podporovat pomnožování bakterií v distribuční síti.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
30	chlor volný	Dezinfekce vody chlorem, chlorovými přípravky nebo elektrolýzou solného roztoku.	Přímé hygienické riziko spočívá v nepříznivém ovlivnění chuti a pachu vody, u citlivých osob též dráždění pokožky. Nepřímé riziko spočívá ve vzniku vyšších koncentrací vedlejších produktů chlorace.
31	chlorethen (vinylchlorid)	Vyluhování z PVC materiálů (potrubí, folie, nádrže apod.); vzniká též jako degradační produkt v podzemních vodách znečištěných trichlorethem a tetrachlorethemem.	Karcinogenní účinek.
32	chloridy	Přirozená součást vod, ale obsah může být zvýšen v důsledku zimního solení komunikací nebo skrze odpadní vody. Obsah se může zvyšovat také při úpravě vody (použití iontoměniče v chloridovém cyklu; přímé dávkování látek, např. chloridu hořečnatého pro stabilizaci a ztvrdování vody).	Vyšší obsah může nepříznivě ovlivnit chuť a korozivní účinek vody. Zdravotní dopad se snad uplatní jen v rámci celkově zvýšené mineralizace vody.
33	chloritany	Rozpadový produkt oxidu chloričitého, látka používaná při výrobě oxidu chloričitého.	Anémie (chudokrevnost), postižení nervového systému, možný vliv na reprodukci.
34	chrom	Odpadní vody z průmyslu (kožedělného, chemického, sklářského, hutního ad.). Částečně vyluhování z kovových materiálů (oceli, pochromované kovy).	Šestimocný chrom je genotoxický a podezřelý z karcinogenního účinku (u inhalace je karcinogenní efekt prokázán). Alergická dermatitida (kožní vyrážka)
35	chuť	Různé organické a anorganické látky, produkty metabolismu bakterií, sinic a řas, chlor.	Snížená přijatelnost pro spotřebitele.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
36	kadmium	Odpadní vody z kovohutí, galvanizoven a chemického (plastikářského) průmyslu; průsaky ze skládek baterií a starých barviv. Dříve plošné znečištění z hnojiv.	Poškození ledvin
37	konduktivita	Nepřímý ukazatel obsahu rozpuštěných látek, které jsou v zásadě dány přírodním složením vody. Uměle zvýšeny mohou být např. v důsledku zvýšení obsahu hlavních iontů ve vodě (sodík, chloridy apod.) nebo záměrně při úpravě vody (stabilizace vody). Uměle sníženy mohou být při membránové úpravě.	Vysoký obsah rozpuštěných látek ve vodě je zřejmě rizikovým faktorem pro vznik některých kloubních poruch, močových a ledvinových kamenů, kamenů žlučníku a slinných žláz, hypertenze (díky vyššímu obsahu sodíku), možná i některých druhů nádorů.  Velmi nízký obsah rozpuštěných látek ve vodě napomáhá vyšším ztrátám některých esenciálních prvků z organismu a může narušit minerálově-vodní hospodářství organismu a vést k některým chorobám spojeným s nedostatkem vápníku a hořčíku.
38	kyanidy celkové	Průmyslové odpadní vody (hl. kovovýroba, výroba plastů a hnojiv).	Poškození nerovové soustavy a funkce štítné žlázy.
39	mangan	Přírodního původu (běžná součást podzemních vod), často se vyskytuje společně se železem. Součástí látek na úpravu vody (manganistan draselný).	Zhoršení organoleptických vlastností vody (chuti a barvy) a tím i snížená přijatelnost pro spotřebitele. Vysoké koncentrace ve vodě jsou podezřívány z vyvolání degenerativních změn na nervové soustavě.
40	měď	Koroze měděného potrubí nebo jiných materiálů obsahujících měď, vzácně z geologického podloží.	Akutní účinek: zvracení, nevolnost a jiné gastrointestinální příznaky. Chronický účinek: postižení jater a ledvin.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
41	microcystin-LR	Jeden z toxinů sinic (cyanotoxinů). Do upravené vody se dostane buď uvnitř buněk sinic (pokud projdou neporušené úpravou) nebo volně rozpuštěný ve vodě (pokud v surové vodě nebo během úpravy došlo k rozpadu buněk).	Microcystiny jsou toxické pro jaterní tkáň (inhibují činnost některých jaterních enzymů). Ukazatel slouží také jako nástroj k řešení problematiky všech ostatních cyanotoxinů (viz poznámka k tomuto ukazateli ve vyhlášce č. 252/2004 Sb.).
42	nikl	Vyluhování z poniklovaných nebo zevně pochromovaných vodovodních baterií, spojek (fitinek), různých armatur nebo některých ocelí. Významným zdroje u spotřebitele mohou být pseudonerezové varné konvice, hrnce a podobné varné nádoby.	Možná karcinogen (při inhalační expozici prokázáný karcinogen), možný vliv na reprodukční funkce; zhoršení projevů alergií u již senzibilizovaných osob.
43	olovo	Olovené potrubí vodovodních přípojek a domovních rozvodů. Mosazné a bronzové prvky (armatury) v rozvodu vody. Starší typy PVC potrubí (olověné stabilizátory). Olovené pájky. Kontaminace zdrojů pitných vod z odpadních průmyslových nebo důlních vod a skládek je už v ČR vzácná.	U dětí poškozuje vyvíjející se nervovou tkáň, což může vést k narušení inteligence, schopnosti učení a chování. narušuje metabolismus vápníku. U dospělých zvyšuje krevní tlak, poškozuje ledviny, způsobuje anémii.
44	ozon	Látka používaná při úpravě vody k oxidaci (organických látek, manganu nebo železa) a dezinfekci.	Vytváří různé toxické vedlejší produkty. Pokud není po ozonizaci zařazen stupeň filtrace (nejlépe s aktivním uhlím), v distribuované vodě je zvýšen asimilovatelný organický uhlík, což může vést k zvýšení počtu bakterií v síti. Toxický účinek na plíce.
45	pach	Různé organické a anorganické látky, produkty metabolismu bakterií, sinic a řas, chlor.	Snížená přijatelnost pro spotřebitele.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
46-47	pesticidní látky	Široká a chemicky velmi různorodá skupina látek určená k hubení různých škůdců nebo plevelných rostlin (pro účely sledování jakosti pitné vody se mezi ně řadí i herbicidy a podobné látky). Hlavní oblasti použití: zemědělství, lesnictví, železnice, golfové hřiště apod.	Vzhledem k různé chemické povaze těchto látek mezi nimi najdeme látky od vysoce toxických po prakticky netoxické a i jejich účinek na zdraví je podle toho velmi různorodý (poškození jater, ledvin nebo krvetvorby, karcinogenní účinek, narušení hormonálního a reprodukčního systému atd.).
48	pH	Hodnota pH bývá snížena u měkké a málo mineralizované vody, u vody s vyšším obsahem přírodního CO <sub>2</sub> nebo vzácněji u vod kontaminovaných kyselinou (např. při nesprávném dávkování chemikálie při úpravě pH). Hodnota pH může být výrazně zvýšena u vody ve styku s novým cementovým materiálem nebo vlivem chybného dávkování chemikálie při úpravě – zvyšování pH.	pH pitné vody nemá přímý vliv na zdraví. Je však velmi důležitým provozním parametrem, protože ovlivňuje funkci mnoha procesů úpravy včetně dezinfekce, má vliv na korozivitu vody a jde o snadno a on-line měřitelný indikátorový ukazatel náhlých změn v kvalitě vody.
49	polycyklické aromatické uhlovodíky	Asfaltové protikorozní nátěry ocelových a litinových vodovodních řadů. Atmosférický spad (zplodina spalování).	Různorodá skupina látek o různých toxických vlastnostech; některé se podezřívají z karcinogenního účinku.
50	rtuť	Odpadní vody z průmyslu (např. elektrolytická výroba chloru, výroba elektropřístrojů, úpravy rudy) a zubních ordinací (součást amalgámů). V minulosti se používaly rtuťnaté pesticidy (např. pro moření obilí).	Postižení ledvin (anorganická rtuť) nebo centrálního nervového systému (organická rtuť).
51	selen	Obvykle přírodního původu (vyluhování z geologického podloží, důlní vody), méně často odpadní vody z ropných rafinérií.	V určité koncentraci esenciální (pro životní funkce nezbytný) prvek. Při nadbytečném příjmu poškození vlasů, nehtů a jaterních funkcí; vliv na kardiovaskulární systém.

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
52	sířany	Přírodní původ (z podloží). Důležitá přirozená součást vod.	Ve vyšší koncentraci (zvláště za přítomnosti hořčíku) laxativní (průjem vyvolávající) účinky. Zhoršení chuti vody.
53	sodík	Zimní solení komunikací, odpadní vody z některých průmyslových podniků. Vnos při úpravě vody (iontoměniče v sodíkovém cyklu, chemické přípravky obsahující sodík, např. pro dezinfekci či úpravu pH).	Zvyšuje krevní tlak. Zhoršení chuti vody.
54	stříbro	Dezinfekce vody solemi stříbra nebo úprava vody přístroji, kde je stříbro impregnováno na aktivním uhlím kvůli prevenci pomnožování bakterií.	Výrazné zbarvení kůže a vlasů (tzv. argyrie). Jinak asi podobný účinek jako jiné těžké kovy (vliv na ledviny a možná i játra).
55	tetrachlorethen	Součást rozpouštědel a odmašťovadel – odpadní vody z provozoven, kde se s těmito látkami pracuje.	Poškození jater; podezření z karcinogenního účinku. Zhoršení pachu vody.
56	trihalomethany	Skupina vedlejších produktů chlorace vody.	Účinek na játra, ledviny a centrální nervový systém. Podezření na karcinogenní účinek.
57	trichlorethen	Součást rozpouštědel a odmašťovadel – odpadní vody z provozoven, kde se s těmito látkami pracuje.	Poškození jater; podezření z karcinogenního účinku. Zhoršení pachu vody.
58	trichlormethan (chloroform)	Viz trihalomethany	Viz trihalomethany
59	vápník	Přirozená součást vod; obsah se někdy zvyšuje při stabilizaci vody pomocí vápenného mléka nebo vápenatých sloučenin.	Určitá minimální koncentrace ve vodě je žádoucí kvůli prevenci některých nemocí i kvůli snížení korozivního účinku vody. Ve vyšších koncentracích tendence k tvorbě vodního kamene, ovlivnění chuti vody.
60	vápník a hořčík	viz vápník (výše) a hořčík (výše)	viz vápník (výše) a hořčík (výše)

č.	Ukazatel	Hlavní zdroje znečištění	Význam ukazatele / zdravotní riziko
61	zákal	Nerozpuštěné látky, které mohou mít původ v nedokonale upravené surové vodě (jíl, prach, plankton a jiné mikroskopické organismy ad.) nebo v potrubí (koroze, zvržený sediment).	Snížená přijatelnost pro spotřebitele. Snížení účinnosti dezinfekce, podpora mikrobiálního růstu. Jde o snadno a on-line měřitelný indikátorový ukazatel náhlých změn v kvalitě vody.
62	železo	Přírodního původu (běžná součást podzemních vod) nebo koroze potrubí.	Zhoršení organoleptických vlastností vody (chuti a barvy vody), barvení prádla a sanitární keramiky. Snížená přijatelnost pro spotřebitele.

**Tabulka A-2: Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele pitné vody a jejich hygienické limity (podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. v platném znění)**

**A. Mikrobiologické a biologické ukazatele**

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

**B. Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele**

č.	ukazatel	symbol	jednotka	limit	typ limitu	vysvětlivky
11	1,2-dichlorethan		µg/l	3,0	NMH	
12	akrylamid		µg/l	0,1	NMH	8
13	amonné ionty	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	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	9
18	benzo[a]pyren	BaP	µg/l	0,010	NMH	
19	beryllium	Be	µg/l	2,0	NMH	10
20	bor	B	mg/l	1,0	NMH	
21	bromičnany	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	µg/l	10	NMH	11, 36
22	celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	MH	12
23	dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	NMH	13
24	dusitany	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,50	NMH	13
25	epichlorhydrin		µg/l	0,10	NMH	8
26	fluoridy	F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	NMH	
27	hliník	Al	mg/l	0,20	MH	
28	hořčík	Mg	mg/l	10	MH	14



				20 – 30	DH	15
29	chemická spotřeba kyslíku (manganistanem)	CHSK-Mn	mg/l	3,0	MH	16
30	chlor volný		mg/l	0,30	MH	17
31	chlorethen (vinylchlorid)		µg/l	0,50	NMH	8
32	chloridy	Cl <sup>-</sup>	mg/l	100	MH	18, 19
33	chloritany	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	µg/l	200	MH	11, 17, 36
34	chrom	Cr	µg/l	50	NMH	
35	chuť			přijatelná pro odběratele	MH	20
36	kadmium	Cd	µg/l	5,0	NMH	
37	konduktivita	κ	mS/m	125	MH	19, 21
38	kyanidy celkové	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,050	NMH	
39	mangan	Mn	mg/l	0,050	MH	22
40	měď	Cu	µg/l	1000	NMH	23
41	microcystin-LR		µg/l	1	NMH	24
42	nikl	Ni	µg/l	20	NMH	26
43	olovo	Pb	µg/l	10	NMH	26, 36
44	ozon	O <sub>3</sub>	µg/l	50	MH	17
45	pach			přijatelný pro odběratele	MH	20
46	pesticidní látky		µg/l	0,10	NMH	27
47	pesticidní látky celkem		µg/l	0,50	NMH	28
48	pH	pH		6,5 - 9,5	MH	19, 30
49	polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU	µg/l	0,10	NMH	29
50	rtuť	Hg	µg/l	1,0	NMH	
51	selen	Se	µg/l	10	NMH	
52	sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	250	MH	19
53	sodík	Na	mg/l	200	MH	
54	stříbro	Ag	µg/l	50	NMH	31
55	tetrachlorethen	PCE	µg/l	10	NMH	32
56	trihalomethany	□□□	µg/l	100	NMH	33
57	trichlorethen	TCE	µg/l	10	NMH	32
58	trichlormethan (chloroform)		µg/l	30	MH	
59	vápník	Ca	mg/l	30	MH	14
				40 - 80	DH	15
60	vápník a hořčík	Ca + Mg	mmol/l	2 – 3,5	DH	15
61	zákal		ZF(t,n)	5	MH	34
62	železo	Fe	mg/l	0,20	MH	35

*Použité zkratky:*

*KTJ = kolonie tvořící jednotka*

*NMH = nejvyšší mezní hodnota*

*MH = mezní hodnota*

*DH = doporučená hodnota*

Vysvětlivky k tabulkám:

1. Stanovuje se u pitných vod upravovaných přímo z povrchových vod nebo u podzemních vod ovlivněných povrchovými vodami. Tam, kde hodnota tohoto ukazatele není dodržena, musí se prozkoumat daný vodní zdroj a technologii úpravy, aby se zjistilo, zda lidské zdraví není potenciálně ohroženo přítomností patogenních mikroorganismů, např. kryptosporidií. Postup odpovědné osoby stanoví § 4 odst. 5 zákona č. 258/2000 Sb., ve znění zákona č. 274/2003 Sb.
2. Poznámka se vztahuje pouze pro balenou pitnou vodu. Tyto požadavky nejsou v tabulce uvedeny.
3. Nedílnou součástí výsledku zkoušky jsou i další informace získané při mikroskopickém rozboru, které mohou přispět k interpretaci výsledků. Tento slovní popis obsahuje zejména složení přítomného abiosestonu (případně jeho možný původ), bližší zařazení přítomných organismů a jejich možný původ (surová voda, pomnožení v síti), jejich příslušnost k obtížně odstranitelným skupinám apod. V případě výskytu živých organismů u vod zabezpečených dezinfekcí je vždy nutné udat, o jaké organismy se jednalo. U podzemních vod se zaznamenává především přítomnost organismů vázaných na povrchové vody a organismů indukujících zhoršenou jakost vody. Podzemní voda s výskytem organismů vázaných na povrchové vody musí být považována za vodu podzemní ovlivněnou vodou povrchovou (viz vysvětlivka 1).
4. Organismy zahrnované pod tento ukazatel se pro účely vyhlášky rozumí sinice a všechny eukaryotní organismy (řasy, prvoci, mikromycéty, vířníci, hlístice apod.). Bakterie (s výjimkou sinic) jsou uvedeny jen ve slovním popisu, ale nepočítají se do celkového počtu organismů. Mikroskopický nález masového výskytu organotrofních bakterií (více než 100 jedinců/ml) je třeba posuzovat jako překročení MH ukazatelů č. 6, popřípadě č. 7. Produkty metabolismu železitých bakterií řadíme k abiosestonu.
5. Mezní hodnota platí pouze u vod zabezpečených dezinfekcí. Živé organismy obsahující chlorofyl se odliší pomocí autofluorescence chlorofylu. Ostatní, pokud je to možné, podle dalších znaků (například pohyb, stav protoplastu).
6. Bez abnormálních změn. Pro náhradní zásobování; pro vodu dodávanou ve vzdušných, vodních a pozemních dopravních prostředcích a pro vodu z malých nedezinfikovaných zdrojů, produkujících méně než 5 m<sup>3</sup> za den, platí mezní hodnota 500 KTJ/ml.
7. Bez abnormálních změn. Pro náhradní zásobování; pro vodu dodávanou ve vzdušných, vodních a pozemních dopravních prostředcích a pro vodu z malých nedezinfikovaných zdrojů, produkujících méně než 5 m<sup>3</sup> za den, platí mezní hodnota 100 KTJ/ml.
8. Hodnota platí pro zbytkovou koncentraci monomeru (látky), vypočtenou podle údajů o obsahu a možném uvolňování z materiálů (např. z rozvodného potrubí) a předmětů sloužících k úpravě, výrobě a distribuci pitné vody, které jsou ve styku s pitnou vodou. Stanovení v pitné vodě se provede jen v případě, kdy není možné výpočet provést a látka se vzhledem k použitým materiálům může ve vodě vyskytovat. Stanovení chlorethenu (vinylchloridu) se však provede rovněž u nových zdrojů před jejich uvedením do provozu.
9. Při stanovení benzenu je nutné sledovat, není-li indikována přítomnost dalších aromatických uhlovodíků (toluenu, xylenu, ethylbenzenu). O nálezů těchto látek nad mez stanovení informuje laboratoř objednatele rozboru. V případě kvantitativního stanovení se uvedou nálezy stanovených látek do protokolu o zkoušce.
10. Stanovuje se vždy u nového zdroje a dále tam, kde nálezy Be přesahují 25 % limitní hodnoty.
11. Tam, kde je to možné bez snížení účinnosti dezinfekce, by se mělo usilovat o dosažení co nejnižší hodnoty.
12. Bez abnormálních změn. Nemusí se stanovovat u zdrojů dávajících méně než 10 000 m<sup>3</sup> vody denně.
13. Musí 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.

14. Mezní hodnota představuje minimum a platí pro vody, u kterých je při úpravě uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku. Pro všechny vody platí, že tam, kde je to možné, by se mělo usilovat o dosažení doporučené hodnoty.
15. Doporučená hodnota jako optimální koncentrace je stanovena z hlediska zdravotního, nikoliv technického.
16. Bez abnormálních změn. Není nutno stanovovat, pokud je stanoven obsah TOC (celkový organický uhlík).
17. Obsah volného chloru, chloritanů či ozonu se stanovuje pouze v případě použití chloru nebo prostředků obsahujících chlor, oxidu chloričitého nebo ozonu při úpravě vody. Za úpravu se považuje i dezinfekce vody. V případě využití vázaného aktivního chloru (např. ve formě chloraminů) pro dezinfekci, platí pro celkový aktivní chlor mezní hodnota 0,4 mg/l.
18. V případech, kdy vyšší hodnoty chloridů jsou způsobeny geologickým prostředím, se hodnoty až do 250 mg/l považující za vyhovující požadavkům této vyhlášky. Pro balené pitné vody uměle doplňované minerálními látkami platí mezní hodnota 250 mg/l.
19. Voda by neměla působit agresivně vůči materiálům rozvodného systému, včetně domovních instalací. Posouzení agresivity se provádí podle TNV 75 7121 Požadavky na jakost vody dopravované potrubím.
20. V případech pochybností se za přijatelné považují stupně 1 a 2 při stanovení podle ČSN EN 1622 Jakost vod: Stanovení prahového čísla pachu (TON) a prahového čísla chuti (TFN).
21. Měřeno při 25°C.
22. V případech, kdy vyšší hodnoty manganu ve zdroji surové vody jsou způsobeny geologickým prostředím, se hodnoty manganu až do 0,20 mg/l považující za vyhovující požadavkům této vyhlášky za předpokladu, že nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností vody.
23. Limitní hodnota je stanovena na základě toxického působení mědi a platí pro vzorek pitné vody odebraný odpovídající metodou vzorkování z kohoutku tak, aby vzorek byl reprezentativní pro průměrné jednotýdenní množství požití spotřebiteli. Při koncentracích nad 100 µg/l může docházet ke změnám organoleptických vlastností vody. Pro kontrolu jakosti pitné vody podle § 4 (vyhlášky č. 252/2004 Sb. v platném znění) se použije metoda náhodného vzorkování během pracovního dne, která spočívá v odběru prvních 1000 ml vody z kohoutku (bez očištění kohoutku a bez předchozího odpouštění vody nebo odběru vzorků vody na stanovení jiných ukazatelů) odebraných během normální pracovní doby vzorkaře (obvykle 8.00 – 16.00 hod). Zjistí-li se při tomto odběru překročení limitní hodnoty a je-li nepřímo prokázáno, že se jedná o zhoršení vlivem vnitřního vodovodu, zajistí vlastník objektu účelové vzorkování pro zjištění průměrné koncentrace látky požití spotřebiteli během jednoho týdne.
24. Stanovuje se u pitné vody upravené z povrchové vody v období, kdy lze očekávat zvýšený výskyt sinic. Četnost stanovení může orgán ochrany veřejného zdraví omezit nebo od stanovení tohoto ukazatele zcela upustit tam, kde osoba podle §3 odst. 2 zákona do provozního řádu podle §4 odst. 3 zákona uvede vhodný postup zaručující, že možný výskyt cyanotoxinů v pitné vodě bude podchycen a následně budou činěna včasná a účinná opatření, která zabrání ohrožení veřejného zdraví. Za vhodný postup k podchycení cyanotoxinů se považuje např. sledování sinic ve vodárenském zdroji pomocí vhodných metod, použití vhodného biotestu ke zjištění, zda přítomné sinice obsahují cyanotoxiny, případně stanovení toxinů přímo v biomase sinic nebo v surové vodě. Za účinná opatření se považují např. změna odběrového horizontu s nižší koncentrací sinic, použití vodárenské technologie prokazatelně vedoucí k odstranění cyanotoxinů z upravované vody nebo dočasné odstavení vodárenského zdroje.
25. Limitní hodnota platí pro vzorek pitné vody odebraný odpovídající metodou vzorkování z kohoutku tak, aby vzorek byl reprezentativní pro průměrné jednotýdenní množství požití spotřebiteli. Pro kontrolu jakosti pitné vody podle § 4 (vyhlášky č. 252/2004 Sb. v platném znění) se použije metoda náhodného vzorkování během pracovního dne, která spočívá v odběru prvních 1000 ml vody z kohoutku (bez očištění kohoutku a bez předchozího odpouštění vody nebo odběru vzorků vody na stanovení jiných ukazatelů) odebraných během normální pracovní doby vzorkaře (obvykle 8.00 – 16.00 hod). Zjistí-li se při tomto odběru překročení limitní hodnoty a je-li nepřímo

prokázáno, že se jedná o zhoršení vlivem vnitřního vodovodu, zajistí vlastník objektu účelové vzorkování pro zjištění průměrné koncentrace látky požití spotřebiteli během jednoho týdne.

26. Pesticidy se rozumí organické insekticidy, herbicidy, fungicidy, nematocidy, akaricidy, algicidy, rodenticidy, slimicidy, příbuzné produkty (např. regulátory růstu) a jejich metabolity, rozkladné nebo reakční produkty. Limitní hodnota platí pro každý jednotlivý pesticid s výjimkou aldrinu, dieldrinu, heptachloru a heptachlorepoxidu, kde platí limitní hodnota 0,03 µg/l. Stanovují se pouze pesticidy s pravděpodobným výskytem v daném zdroji. Stanovené pesticidní látky musí být v rozboru specifikovány. Pokud pesticidy nejsou součástí úplného rozboru, musí osoba uvedená v § 3 odst.2 zákona o ochraně veřejného zdraví (t.j. výrobce, resp. distributor vody) doložit, proč nepředpokládá výskyt pesticidů ve zdroji.
27. Limitní hodnota se vztahuje na součet jednotlivých stanovených a kvantitativně zjištěných pesticidních látek. Není-li látka zjištěna kvantitativně, k součtu se přičítá nula.
28. Limitní hodnota se vztahuje na součet kvantitativně stanovených následujících specifických látek: benzo[*b*]fluoranthen, benzo[*k*]fluoranthen, benzo[*ghi*]perylene, indeno[1,2,3-*cd*]pyren. Není-li látka zjištěna kvantitativně, k součtu se přičítá nula. Jsou-li stanoveny další látky typu polyaromatických uhlovodíků, nelze jejich hodnotu zahrnout do ukazatele PAU. S výjimkou benzo[*a*]pyrenu, pro který je stanovena limitní hodnota (ukazatel č. 18), se v případě jejich nálezu nad mezí detekce postupuje podle § 4 odst. 6 zákona o ochraně veřejného zdraví čili věc se oznámí orgánu ochrany veřejného zdraví.
29. Pro balené pitné vody nesyčené oxidem uhličitým a pro pitnou vodu dopravovanou kontejnery lze připustit hodnotu pH od 4,5; pro balenou pitnou vodu, která je přírodně bohatá nebo uměle obohacena oxidem uhličitým, může být minimální hodnota i nižší. U vod s přirozeně nižším pH se hodnoty pH 6,0 až 6,5 považují za splňující požadavky této vyhlášky za předpokladu, že voda nepůsobí agresivně vůči materiálům rozvodného systému, včetně vnitřního vodovodu.
30. Týká se vod dezinfikovaných solemi stříbra a vod upravovaných zařízeními obsahujícím stříbro.
31. Součet koncentrací tetrachlorethenu a trichlorethenu nesmí překročit 10 µg/l.
32. Limitní hodnota se vztahuje na součet kvantitativně zjištěných koncentrací trichlormethanu (chloroformu), tribrommethanu (bromoformu), dibromchlormethanu a bromdichlormethanu. Není-li látka zjištěna kvantitativně, k součtu se přičítá nula. Tam, kde je to možné bez snížení účinnosti dezinfekce, by se mělo usilovat o dosažení co nejnižší hodnoty.
33. V případech úpravy povrchové vody by voda vycházející z úpravny neměla překročit hodnotu 1,0 ZF. Jednotka se uvádí podle použité metody stanovení: ZF(*t*) nebo ZF(*n*), kde *t* znamená turbidimetrickou a *n* nefelometrickou metodu.
34. V případech, kdy vyšší hodnoty železa ve zdroji surové hodnoty jsou způsobeny geologickým prostředím, se hodnoty železa až do 0,50 mg/l považují za vyhovující požadavkům této vyhlášky za předpokladu, že nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností vody.
35. V tabulce uvedený hygienický limit platí až od určitého data, níže uvedeného. Do té doby platí mírnější limit podle následujícího ustanovení (viz § 12 vyhlášky č. 252/2004 Sb.): pro ukazatel „bromičnany“ platí hygienický limit 25 µg/l (nejvyšší mezní hodnota) do 24. prosince 2008, pro ukazatel „chloritany“ platí hygienický limit 400 µg/l (mezní hodnota) do 24. prosince 2006, pro ukazatel „olovo“ platí hygienický limit 25 µg/l (nejvyšší mezní hodnota) do 24. prosince 2013.

## Dezinfekční účinnost jednotlivých stupňů úpravy vody

Tabulka C-1: Účinnost jednotlivých standardních i pokročilých procesů úpravy vody na snižování počtů bakterií, virů a prvoků (podle Světové zdravotnické organizace<sup>22</sup>)

Stupeň úpravy	Skupina střevních patogenů	Účinnost základního odstraňování	Maximální dosažitelná účinnost odstraňování
<b>Předúprava vody</b>			
Hrubá filtrace	bakterie	50 %	až 95 %, pokud je filtr chráněný před nárazy vysokých hodnot zákalu a použit až po zafiltrování
	viry	neexistují dostupné údaje	
	prvoci	neexistují dostupné údaje, část se zřejmě odstraní	účinnost odstranění prvoků odpovídá účinnosti odstranění zákalu
Mikrosítování	bakterie, viry, prvoci	nula	obecně neúčinná
	všechny skupiny patogenů	může dojít k značné opětovné kontaminaci, která se pak sumuje s úrovní znečištění přítoku; růst řas může způsobit zhoršení kvality vody	přerušil-li se odběr vody při nárazovém zakalení, odpovídá účinnost odstranění 90 % ; rozdělené / rozčleněné nádrže vedou k 15ti až 230ti násobku snížení výchozího počtu patogenů
Nádrž na břehu toku	bakterie	nula (při zkratových proudech)	90 % odstranění při skutečné době zdržení 10 až 40 dní
	viry	nula (při zkratových proudech)	93 % odstranění při skutečné době zdržení 100 dní
	prvoci	nula (při zkratových proudech)	99 % odstranění při skutečné době zdržení 3 týdny
Břehová infiltrace	bakterie	99,9 % na vzdálenost 2 m 99,99 % na vzdálenost 4 m	
	viry	99,9 % na vzdálenost 2 m 99,99 % na vzdálenost 4 m	
	prvoci	99,99 %	
<b>Koagulace / flokulace / sedimentace</b>			
Konvenční čiření	bakterie	30 %	90 % (závisí na koagulantu, pH, teplotě, alkalitě, zákalu)
	viry	30 %	70 % (viz výše)
	prvoci	30 %	90 % (viz výše)
	bakterie	nejméně 30 %	
	viry	nejméně 30 %	

<sup>22</sup> Guidelines for Drinking-water Quality (Doporučení pro kvalitu pitné vody). 3.vydání. Díl 1 – Recommendation. Vydala WHO, Ženeva 2004.

Stupeň úpravy	Skupina střevních patogenů	Účinnost základního odstraňování	Maximální dosažitelná účinnost odstraňování
Vysokoucinne čiření	prvoci	95 %	99,99 % (závisí na použití odpovídajícího polymeru)
Flotace rozpuštěným vzduchem	bakterie	neexistují dostupné údaje	99,9 % (závisí na pH, dávce koagulantu, době čiření a recirkulačním poměru)
	viry prvoci	neexistují dostupné údaje 95 %	
Změkčování vápnem	bakterie	20 % při pH 9,5 za 6 hodin, při teplotě 2-8 °C	99 % při pH 11,5 za 6 hod při 2-8 °C
	viry	90 % při pH <11 za 6 hod	99,99 při pH > 11, záleží na druhu viru a na sedimentační době
	prvoci	nízká účinnost inaktivace	99 % pomocí precipitační sedimentace a inaktivace při pH 11,5
Iontová výměna	bakterie	nula	
	viry	nula	
	prvoci	nula	
<b>Filtrace</b>			
Rychlá písková filtrace	bakterie	nejsou dostupné údaje	99 % při optimálních koagulačních podmínkách
	viry	nejsou dostupné údaje	99,9 % při optimálních koagulačních podmínkách
	prvoci	70 %	99,9 % při optimálních koagulačních podmínkách
Pomalá písková filtrace	bakterie	50 %	99,5 % při optimálním zafiltrování, čištění (praní) a plnění filtru a při absenci zkratových proudů
	viry	20 %	99,99 % při optimálním zafiltrování, čištění (praní) a plnění filtru a při absenci zkratových proudů
	prvoci	50 %	99 % při optimálním zafiltrování, čištění (praní) a plnění filtru a při absenci zkratových proudů
Filtrace přes preparované filtrační náplně včetně křemeliny nebo perlitu	bakterie	30-50 %	96-99,9 % při použití chemické předúpravy s polymerním koagulantem
	viry	90 %	98 % při použití chemické předúpravy s koagulantem nebo polymerem
	prvoci	99,9 %	99,99 % (závisí na zrnitosti a kvalitě médií a filtrační rychlosti)

Stupeň úpravy	Skupina střevních patogenů	Účinnost základního odstraňování	Maximální dosažitelná účinnost odstraňování
Membránová filtrace – mikrofiltrace	bakterie	99,9-99,99 %, za předpokladu adekvátní předúpravy a neporušenosti membrány	
	viry prvoci	< 90 % 99,9-99,99 %, za předpokladu adekvátní předúpravy a neporušenosti membrány	
Membránová filtrace – ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza	bakterie	odstraní kompletně, za předpokladu adekvátní předúpravy a neporušenosti membrány	
	viry prvoci	odstraní kompletně nanofiltry, reverzní osmóza a ultrafiltrace s menšími póry za předpokladu adekvátní předúpravy a neporušenosti membrány odstraní kompletně, za předpokladu adekvátní předúpravy a neporušenosti membrány	
<b>Dezinfekce</b>			
Chlor	bakterie	C <sub>t99</sub> : 0,08 mg·min/l při teplotě 1–2 °C a pH 7; 3,3 mg·min/l při 1–2 °C a pH 8,5	
	viry prvoci	C <sub>t99</sub> : 12 mg·min/l při 0–5 °C; 8 mg·min/l při 10 °C; oboje při pH 7 až 7,5 <i>Giardia</i> C <sub>t99</sub> : 230 mg·min/l při 0,5 °C; 100 mg·min/l při 10 °C; 41 mg·min/l při 25 °C; všechno při pH 7 až 7,5 <i>Cryptosporidium</i> neúčinkuje	
Chloramin	bakterie viry	C <sub>t99</sub> : 94 mg·min/l při 1–2 °C a pH 7; 278 mg·min/l při 1–2 °C a pH 8,5 C <sub>t99</sub> : 1240 mg·min/l při 1 °C; 430 mg·min/l při 15 °C; oboje při pH 6–9	

Stupeň úpravy	Skupina střevních patogenů	Účinnost základního odstraňování	Maximální dosažitelná účinnost odstraňování
Oxid chloričitý	prvoci	<i>Giardia</i> Ct <sub>99</sub> : 2550 mg·min/l při 1 °C; 1000 mg·min/l při 15 °C; oboje při pH 6–9;	
		<i>Cryptosporidium</i> neúčinkuje	
	bakterie	Ct <sub>99</sub> : 0,13 mg·min/l při 1–2 °C a pH 7; 0,19 mg·min/l při 1–2 °C a pH 8,5	
	viry	Ct <sub>99</sub> : 8,4 mg·min/l při 1 °C; 2,8 mg·min/l při 15 °C; oboje při pH 6–9	
	prvoci	<i>Giardia</i> Ct <sub>99</sub> : 42 mg·min/l při 1 °C; 15 mg·min/l při 10 °C; 7,3 mg·min/l při 25 °C; všechno při pH 6–9;	
		<i>Cryptosporidium</i> Ct <sub>99</sub> : 40 mg·min/l při 22 °C a pH 8	
Ozon	bakterie	Ct <sub>99</sub> : 0,002 mg·min/l při 5 °C a pH 6–7	
	viry	Ct <sub>99</sub> : 0,9 mg·min/l při 1 °C, 0,3 mg·min/l při 15 °C	
	prvoci	<i>Giardia</i> Ct <sub>99</sub> : 1,9 mg·min/l při 1 °C, 0,63 mg·min/l při 15 °C, pH 6–9	
UV záření		<i>Cryptosporidium</i> Ct <sub>99</sub> : 40 mg·min/l při 1 °C; 4,4 mg·min/l při 22 °C	
	bakterie	99 % inaktivace: 7 mJ/cm <sup>2</sup>	
	viry	99 % inaktivace: 59 mJ/cm <sup>2</sup>	
	prvoci	<i>Giardia</i> 99 % inaktivace: 5 mJ/cm <sup>2</sup> <i>Cryptosporidium</i> 99,9 % inaktivace: 10 mJ/cm <sup>2</sup>	

**Poznámky:** Hodnoty Ct a UV se vztahují k mikroorganismům v suspenzi, nikoli v částicích či biofilmu. Veličina Ct je základní charakteristika dezinfekce, která definuje účinnost dané látky při určité koncentraci (C) a době působení (čas = t) za definovaných podmínek teploty a hodnoty pH. Příklad [chlor – viry – Ct<sub>99</sub> 8 mg·min/l při 10 °C a pH 7 až 7,5]: aby při dezinfekci vody bylo odstraněno 99 % virů, musí chlor ve vodě působit v koncentraci 8 mg/l po dobu jedné minuty při teplotě vody 10 °C a hodnotě pH 7 až 7,5.



## Vybrané požadavky na provoz úpravní vody a vodovodu

Následující vybrané požadavky na provoz úpravní vody a vodovodu jsou převzaty z publikací *Příručka provozovatele vodovodní sítě*<sup>23</sup> a *Příručka provozovatele úpravní pitné vody*<sup>24</sup>, které vydal SOVAK – Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR. Publikováno se souhlasem vydavatele.

### Ochranná pásma

Předmětem právní úpravy jsou:

- ochranná pásma vodních zdrojů (zákon č. 254/2001 Sb.)
- ochranná pásma vodovodních řadů a kanalizačních stok (zákon č. 274/2001 Sb.)

Ochranná pásma vodních zdrojů jsou speciální ochrannou, tj. nad rámec obecné ochrany vod dané právními předpisy ČR. Zákon č. 254/2001 Sb. významně změnil předešlé právní předpisy týkající se vymezení ochranných pásem vodních zdrojů a činností v ochranných pásmech. Zákon ukládá vodoprávnímu úřadu stanovit jen ochranná pásma I. a II. stupně pro zdroje pitné vody s průměrným odběrem vyšším než 10 000 m<sup>3</sup> za rok.

Dodržování opatření a podmínek stanovených rozhodnutím vodoprávního úřadu je povinen kontrolovat sám vodoprávní úřad, resp. pověření zaměstnanci vodoprávních úřadů a dále inspektoři České inspekce životního prostředí. Vodoprávní úřady si mohou vyžádat při provádění vodoprávního dozoru spolupráci odborných subjektů, např. sledujících jakost a nezávadnost vod aj. a ukládají opatření na odstranění zjištěných závad.

Při provádění kontrol v ochranných pásmech je v praxi účelná dobrá spolupráce mezi vodoprávním úřadem a provozovatelem vodovodu, odebírajícím vodu z příslušného zdroje. Každý provozovatel vodovodu má také prvořadý zájem na udržení a zlepšení všech parametrů vydatnosti a kvality zdroje vody. Vodoprávní úřad si může zajistit v rámci spolupráce odborných subjektů též spolupráci s provozovatelem vodovodu, jehož pracovník, či pracovníci svou častější přítomností a dohledem v ochranných územích získají lepší přehled o aktuálních nedostatcích a činnostech ohrožujících zdroj vody a působením na subjekty v ochranných pásmech mohou závažným nedostatkům předejít. Tato spolupráce může být začleněna i do vodoprávního rozhodnutí o stanovení ochranných pásem.

Ochranná pásma vodovodních řadů a kanalizačních stok vymezuje § 23 zák. č. 274/2001 Sb. Ochranná pásma slouží k ochraně řadů a stok před poškozením a zajišťují přístupnost jejich trasy pro provádění údržby a oprav poruch. Vymezené ochranné pásmo pro vodovodní řady a kanalizační stoky do průměru 500 mm včetně je 1,5 m na každou stranu od vnějšího líce potrubí a nad 500 mm je 2,5 m. Výjimku z ochranných pásem může v odůvodněných případech povolit vodoprávní úřad. Vlastník, popřípadě provozovatel vodovodu nebo kanalizace je povinen žadateli na jeho žádost poskytnout informace o možném střetu jeho záměru s ochranným pásmem vodovodního řadu nebo kanalizační stoky. Za provádění v zákoně popsanych činností, bez souhlasu vlastníka, či provozovatele vodovodu v ochranném pásmu může být krajským úřadem uložena právnícké osobě pokuta podle § 32 až do výše 500 tis. Kč.

<sup>23</sup> Novák J. a kolektiv autorů: Příručka provozovatele vodovodní sítě. Vydalo nakl. Medim pro SOVAK ČR, 2003.

<sup>24</sup> Kolektiv autorů: Příručka provozovatele úpravní pitné vody. Vydalo nakl. Medim pro SOVAK ČR, 2005.

Výše uvedená ustanovení se bohužel netýkají vodovodních přípojek. Tím, že dle zákona vodovodní přípojky nejsou součástí vodovodu pro veřejnou potřebu, nejsou ani ze zákona vymezeným ochranným pásmem chráněny. Za nelogické je možno považovat to, že na fyzické osoby, které bývají častými narušiteli ochranných pásem, se výše uvedené sankce nevztahují.

Ochrana vodovodních řadů musí být jedním z prvořadých zájmů vlastníků a provozovatelů vodovodů. Způsob, četnost a rozsah prováděných kontrol by proto měl být obsahem provozního řádu každého vlastníka vodovodu. Kontroly je třeba zaměřit jednak na dodržování podmínek provozovatele nebo vlastníka vodovodu ke všem stavbám, dotýkajících se nějakým způsobem vodovodních řadů, dále na pravidelnou i příležitostnou kontrolu činností v prostoru ochranných pásem i na respektování nařízení odstranění již zjištěných závad a nedostatků. Bohužel ne všechny aktivity v ochranných pásmech vyžadují stavební povolení a tedy mohou proběhnout bez předchozího souhlasu a vědomí vlastníka a provozovatele vodovodu. V takových podmínkách záleží již jen na provozovateli nebo vlastníku vodovodu, zda tyto aktivity včas zjistí a zajistí účinná opatření pro zjednání nápravy.

### **Péče o jímací objekty podzemní vody**

Protože neodborného odběr podzemní vody může vést k řadě negativních důsledků, doporučujeme v péči o jímací objekty dodržovat následující zásady:

- zajištění kvalitního hydrogeologického průzkumu včetně doporučení optimálního způsobu jímání vody,
- realizovat provoz dle podmínek, definovaných ve zprávě o hydrogeologickém průzkumu
  - umístění čerpadla do plné zárubnice v uvedené hloubce zdroje
  - vytvoření příslušného snížení hladiny podzemní vody
- provést výběr čerpací techniky dle doporučených parametrů (především čerpadla s odpovídající vydatností, dimenzování vhodných rozvodů); osazení čerpadla do předepsané úrovně,
- pozvolné zahájení exploatace jímacího objektu: při zahájení provozního čerpání objektu odebírat pouze cca 1/5 předpokládaného provozního výkonu (popř. využitelné vydatnosti), po zčištění vody teprve pozvolna zvyšovat čerpané množství až na provozní úroveň, což umožní vytvoření přirozeného filtru v okolí jímacího objektu,
- odběr podzemní vody realizovat v rámci provozu formou kontinuálního odběru za stabilního doporučeného snížení hladiny (deprese, která odpovídá potřebné, maximálně však využitelné vydatnosti zdroje),
- v rámci provozu vést pravidelně provozní dokumentaci a vyhodnocovat ji,
- ověřovat minimálně 1 x ročně vydatnost zdroje expresní čerpací zkouškou, provádět karotážní měření,
- provádět čištění a regeneraci jímacích objektů,
- k péči o jímací zářezy náleží též odkalování sběrných jímek odkalovacím potrubím.

### **Úpravna vody**

Pracovníci musí mít potřebnou kvalifikaci a musí jim být umožněno udržování a další rozvíjení vzdělání a kvalifikace.

Při uvedení úpravny vody do provozu musí být k dispozici kompletní provozní řád a havarijní plán, s nimiž se musí personál seznámit a dále pravidelně školit.

Na úpravně musí být pořádek, veškeré plochy uklizeny, kovové části natřeny, trávničky posečeny, materiály, náhradní díly a úplná dokumentace na svém místě, provozní záznamy pravidelně doplněny. Nelze opomíjet ani nutnost udržovat nejbližší okolí úpravny vody,

zelené plochy, dopravní cesty, oplocení a technický stav objektů v pořádku a přiměřené estetice.

### **Kontrola kvality surové a upravené vody**

Vhodné je sledování vybraných fyzikálních či chemických parametrů kontinuálně, např. měření zákalu, pH, vodivosti, absorpance, TOC apod. Potřebný ukazatel nebo ukazatele se vyberou individuálně podle toho, co je pro danou úpravnu (a surovou vodu) kritické, a samozřejmě s přihlédnutím k dostupné nabídce on-line analyzátorů.

Rozhodující pro dobrý provoz úpravní vody je provozní řád, jeho aktualizace a také jeho dodržování. Provozní řád má dostatečně popisovat manipulaci, údržbu, obsluhu a způsob provádění běžných oprav, a to jak pro celou úpravnu, tak i pro jednotlivá zařízení speciálně. Je vhodné přitom respektovat osvědčené postupy, zkušenosti získané jak na dotyčné úpravně, tak i na podobných jiných úpravnách. Z toho logicky plyne, že pokud zjistíme, že některé postupy je vhodnější provádět jinak, než je uvedeno v provozním řádu, je třeba provozní řád změnit či doplnit. I v případě, že tyto poznatky nevzniknou, je záhodno pravidelně, nejpozději vždy po pěti letech provozní řád revidovat a přizpůsobit technickému a legislativnímu vývoji.

### **Hlavní činnosti obsluhy úpravní vody**

Manipulaci, údržbu, obsluhu a způsob provádění běžných oprav má obsahovat a dostatečně podrobně popisovat provozní řád a to jak pro celou úpravnu, tak i speciálně pro jednotlivá zařízení.

### **Mechanické předčištění**

#### **Obsluha:**

- jedenkrát denně vizuálně kontroluje zařízení, v období výskytu většího množství plovoucích předmětů i častěji,
- musí plovoucí zachycené a unášené předměty pravidelně odstraňovat, aby nezpůsobovaly růst hydraulických ztrát; četnost této manipulace závisí na kvalitě surové vody, mění se podle ročního období a hydrologické situace,
- podle provozního řádu nakládá se zachyceným materiálem,
- denně kontroluje stav strojního zařízení, pokud je instalováno (např. strojně stírané česle),
- v případě zařazení mikrosít do provozu předčištění věnuje tomuto zařízení více pozornosti a času především z nutnosti pravidelného proplachování.

### **Chemické hospodářství**

Většina zásad pro skladování, přípravu a dávkování chemikálií je uvedena v kapitole o chemickém hospodářství. Z hlediska provozu a obsluhy je vhodné připomenout prioritu bezpečnosti a ochrany zdraví. Pro každý chemický materiál je nutno nejen vést přesnou evidenci pohybu zásob v provozním deníku, ale i sledovat kvalitu materiálů, a to jak z hlediska garanční dokumentace, tak i laboratorně. Je vhodné, aby přesné technologické návody na přípravu a dávkování chemikálií byly nejen v provozním řádu, ale i přímo na příslušném pracovišti, pokud možno vyhotoveny dostatečně výrazným písmem a vyvěšeny. V provozu chemického hospodářství je obzvláště nutné přesné vedení provozní dokumentace, a to nejen pro kontrolu a zjišťování příčin eventuelních závad, ale i pro potřebu vyhodnocování a optimalizace provozu.

Veškerý chemický materiál, který unikne při manipulaci (drobné vylité a vysypané úniky) je nutno ihned uklidit a nezávadně zlikvidovat. Únik většího množství se hodnotí jako porucha nebo havárie a je třeba ji evidovat a likvidovat podle havarijního plánu.

Řízení a sledování provozu:

- Obsluha průběžně a pravidelně kontroluje množství - hladiny chemikálií v nádržích jednotlivých chemikálií tak, aby v předstihu byla připravena včas chemikálie k dávkování.
- Změna v množství dávkované chemikálie se provádí na základě pokynů technologa, popřípadě laboratoře, která provede zápis do provozního deníku.
- Průběžně se sleduje a kontroluje množství dávkované chemikálie, její kvalita koncentrace roztoků a vede o tom zápis v deníku min. 1x za ranní směnu.
- Sleduje chod dávkovacích, dopravních, mísících a přečerpávacích čerpadel a míchadel, vizuálně kontroluje propojení a napojení dávkovacích čerpadel hadičkami.
- Dávkovací čerpadla a dávkovací přístroje musí být střídány v provozu tak, aby počet provozních hodin jednotlivých zařízení byl stejný a navazoval na pravidelné plánované opravy nebo údržbu.
- Při střídání dávkovacích čerpadel nebo ostatních dávkovacích soustrojí se nejprve uvede do provozu nové čerpadlo nebo soustrojí a potom vypne to, které bylo právě v chodu. Po každém odstavení dávkovacích agregátů je nutno provést jeho důkladné vyčištění.
- Před přípravou každé rozpouštěcí nádrže je nutno ji vyčistit. Všechna dávkovací potrubí pokud nejsou v provozu, musí být naplněna vodou. Při denní prohlídce je nutno zkontrolovat stav všech rozvodů a všechny zjištěné závady zapisovat do provozního deníku, aby mohly být včas odstraněny.
- Zastaví-li se přítok surové vody do úpravně na delší dobu, je nutné odstavit veškeré dávkování chemikálií. Potrubí od dávkovacích čerpadel se naplní čistou vodou, popř. se propláchne.
- Veškerý chemický materiál, který unikne při manipulaci (drobné vylité a vysypané úniky) je nutno ihned uklidit a nezávadně zlikvidovat. Únik většího množství se hodnotí jako porucha nebo havárie a je třeba ji evidovat a likvidovat podle havarijního plánu.

### **Míchání chemikálií a provoz**

Příprava roztoků probíhá za soustavného míchání vzduchem. Míchání rovněž zabraňuje sedimentaci roztoků. Obsluha kontroluje obvykle i správnou hustotu připravené chemikálie **k dávkování.**

### **Čerpadla na chemikálie**

- Manipulace a provoz dávkovacího čerpadla je nutné provádět podle pokynů výrobce dávkovacího čerpadla a podle provozních potřeb.
- Dávkovací čerpadlo DC se proplachuje 1x za směnu. Výtlačné potrubí je zároveň touto čistou vodou také proplachováno.
- Každých čtvrt roku se provede údržba dávkovacího čerpadla zaměřená především na: kontrolu stavu opotřeбенí membrány, kontrolu těsnosti trubních přípojek, kontrolu stavu sacího a výtlačného ventilu dávkovací hlavy, povrchovou kontrolu dávkovací hlavy zaměřenou na případné netěsnosti a průsaky v odkapávacím otvoru mezistěny za dávkovací hlavou, kontrolu správnosti dávkování – krátkodobý chod čerpadla na plnou zdvihovou frekvenci, kontrolu dotažení šroubů dávkovací hlavy.
- Jednou za 3 měsíce je nutno rozpouštěcí nádrž vymýt vodou a propláchnout. Po vymytí nádrže se otevře ventil odpadu, kterým odtéká zbylý kal a nebo voda z dodatečného vystřikování nádrže.

## **Chlorace**

Manipulace s chlorátory musí být v souladu s manipulačními předpisy pro obsluhu tohoto zařízení a dále v souladu s provozním a poplachovým chlorovým řádem. Případné opravy provede pouze servisní pracovník!

Denně je nutno provádět kontrolu stavu bezpečnostního vybavení a stavu jednotlivých chlorátorů a injektorů. Zejména je nutné pomocí čpavkové vody kontrolovat, zdali na zařízení v některém spoji neuniká volný chlór. Takováto závada se pozná tvorbou bílých dýmů v místě netěsnosti. U připojených nádob se kontroluje těsnost (čpavkovou vodou) vždy při připojení a pravidelně 1x týdně. O kontrole se provede zápis do deníku.

Minimálně 1x za měsíc je nutné provést důkladnou kontrolu celého zařízení, které je v styku s chlórem. Kontrolu je nutné provést i u ochranných prostředků.

Při práci s chlórem jsou zaměstnanci povinni užívat ochranné masky a další ochranné pomůcky. Tyto masky jsou součástí osobního vybavení každého zaměstnance. Jednotlivé filtry s prošlou rezistenční dobou se nesmí používat.

## **Flokulace**

Uvedení do provozu

- Podmínkou pro uvedení do provozu je zavodněný přívodní řad surové vody a provozuschopnost celé technologické linky včetně dávkování chemikálií.
- Uvedou se do chodu pomaloběžná míchadla. Rychlost míchání je nastavena na konstantní hodnotu na základě výpočtu. Do provozu se uvede takový počet míchadel, který odpovídá množství potřebné energie, kterou je nutno dodat ve flokulaci k řádné tvorbě v závislosti na průtoku a kvalitě vody.

## **Řízení a sledování provozu**

Obsluha při provozu flokulace zejména:

- kontroluje údaje a činnost pH metrů a podle pokynů technologa udržuje optimální pH příslušnou změnou dávky flokulantu,
- sleduje vizuálně tvorbu vloček na konci flokulace,
- sleduje teplotu motoru míchadel a jejich chod,
- sleduje teplotu, chod a množství oleje v převodových skříních míchadel,
- pravidelně provádí střídání provozních míchadel,
- 1x za měsíc protočí všechny armatury z jedné krajní polohy do druhé a pak vrátí do výchozí polohy,
- minimálně 1x za 7 dní se odstraňuje pěna plovoucí na povrchu flokulačních nádrží. Práce se provede za provozu. Otevřením příslušného hradítka se plovoucí pěna mechanicky odstraní přes přelivnou hranu do odpadu. Ostříkáním proudem vody se očistí stěny nádrže. V případě potřeby se pěna odstraňuje průběžně,
- minimálně 1x za 7 dní se provádí odkalení flokulační nádrže,
- dle potřeby, nejméně však 1x za rok vyčistí flokulační nádrž,
- kontroluje těsnost armatur, potrubí chemikálií.

## **Usazovací nádrže**

**Obecně:**

U vícestupňových úpraven je sedimentace klíčovým zařízením, které odstraňuje kolem 90% suspendovaných a koagulovaných látek. Je mu proto nutno věnovat při provozu značnou pozornost. Účinnost tohoto zařízení záleží (kromě správného návrhu) především v zajištění rovnoměrného rozdělení průtoku, přiměřeného hydraulického zatížení a včasného odstraňování kalů. Z hlediska provozu a obsluhy je nutné sledovat, zda se neprojevují turbulence způsobené zvýšeným průtokem, lokálními kontrakcemi nebo příčná cirkulace zaviněná nerovnoměrným rozložením teplot nebo větrem. Odkalování je nutno provádět v okamžiku, kdy ještě nedojde k přeplnění kalové jímky. Pozornost je třeba věnovat i rovnoměrnému a plynulému shrabování kalů podle provozního řádu i podle aktuální potřeby.

Uvedení do provozu. Podmínkou pro uvedení do provozu je předchozí uvedení do provozu flokulace, příp. její části či obtoku a provozuschopnost celé technologické linky včetně dávkování chemikálií.

### **Řízení a sledování provozu**

Obsluha provádí při provozu usazovacích nádrží zejména :

- Každou směnu prohlédne stírací most, zkontroluje chod převodovky, její teplotu a stav gum na kolech pojezdu.
- Podle stupně znečištění provádí obsluha čištění přelivných hran žlabů.
- Pravidelně provádí kontrolu, případné doplnění či výměnu olejové náplně převodovky pojezdového mostu.
- Nejméně 1x za měsíc protočí všechny armatury z jedné krajní polohy do druhé a vrátí do výchozího stavu.
- Jednou denně (a podle potřeby) odkaluje usazovací nádrž. Odkaluje se tak dlouho, až teče z usazovací nádrže relativně čistá voda.
- V případě, že se neodkaluje nárazově, sleduje průběžně stav odkalování (vliv na vlastní spotřebu vody).
- Podle potřeb provozu, nejméně však jednou ročně provede vyčištění usazovací nádrže. Při této příležitosti se provedou nutné opravy, případné nátěry částí, které jsou trvale pod vodní hladinou.
- Sleduje informace o průtoku a o dalších veličinách, pokud je osazeno měření.

Uvedené pokyny se vztahují obdobně i na **čiriče** :

Čiriče jsou zařízení citlivá na průtok. Je žádoucí, aby jejich provoz byl pokud možno kontinuální, protože zapracování čiriče není zcela jednoduchá věc. Nejpodstatnějším prvkem pro optimální účinek čiriče je správná výška a hustota vločkového mraku. To záleží na správné vzestupné rychlosti, kvalitě surové vody a dávkce koagulantu. Tyto parametry a jejich vzájemná souvislost při běžných provozních stavech by měla být v provozním řádu obsažena, jakož i postup při změně kvality vody mimo rámec běžných provozních stavů. Čiriče by se měly proto průběžně vizuelně sledovat zejména z hlediska chování vločkového mraku.

### **Filtrace**

U filtrace je klíčovým provozním momentem dodržování předepsané hydraulické ztráty, resp. ztrátové výšky. Ta se musí sledovat buď visuelně, nebo měřicím zařízením, které může být spojeno se systémem automatického praní. Nastavení automatického systému praní je velmi citlivá a důležitá věc pro provoz filtrů, měl by je provádět kvalifikovaný technolog a je nutné zvažovat dle potřeby a provozních výsledků jeho korekce.

Řídí-li se praní filtrů ručně, je nutné, aby doby a intenzity praní byly dodržovány přesně, nikoli pouze přibližně. Pokud je třeba dobu praní prodloužit, orientujeme se přednostně na praní vzduchem, pak na intenzitu praní a teprve nakonec na dobu praní vodou. Při praní je

třeba sledovat povrch otevřených filtrů, zda nesignalizuje nerovnoměrné proudění, zejména v poslední fázi praní. Je třeba dbát na odvzdušnění filtrů po praní, zejména prostorů pod mezidnem.

Pravidelně je třeba kontrolovat výšku filtrační vrstvy, dle potřeby ji doplňovat a občasně odebrat vzorek náplně a zjistit její kvalitu. Zjistí-li se, že náplň vykazuje závady, je třeba provést opatření, jejichž charakter závisí na druhu a příčině závady. Může jít o mechanické uvolnění zrn, propláchnutí roztokem sody nebo o výměnu části či celé náplně. O druhu opatření by měl rozhodnout technolog na základě rozboru, rozhodně by obsluha neměla manipulovat s náplní např. během praní.

Řízení a sledování provozu

- Využívá zabudovaného řídicího systému, který stanoví také pořadí praní filtrů podle tlakové ztráty, hodnoty sledované veličiny (např. Fe) a hodnoty zákalu. S ohledem na využitelný objem vyrovnávacích nádrží, rozhodne, zda se prací cyklus řídí automaticky či ručně z panelu řídicího pultu. V běžném provozu je provozováno jen potřebné množství filtrů podle pokynů technologa.
- Sleduje funkci měřidel průtoku prací vody a pracího vzduchu, mezních hladin a tlakových ztrát na filtrech, kalu či případně dávkovaných chemikálií.
- Kontroluje funkci čerpadel, dmychadel a uzavíracích a regulačních armatur dle předpisů výrobce.
- Odstavený filtr před uvedením do provozu se vypere a zafiltruje. V případě, že se uvádí do provozu filtr vypraný, tak se pouze zafiltruje. Odstavuje se vždy filtr naplněný vodou, a to minimálně s vodou 10 cm nad povrch písku.
- Bylo-li nutno vodu z filtru z nějakých důvodů vypustit, je nutno ho potom plnit zespodu prací vodou, aby došlo k vytlačení vzduchu z filtrační vrstvy. Přitom se dbá, aby docházelo ke střídání filtrů tak, aby některý z nich nebyl odstaven na příliš dlouhou dobu.
- Po stránce správnosti technologického postupu je provoz sledován laboratoří, která na základě získaných podkladů dává pokyny k obsluze, hlavně pokud jde o filtrační cyklus, filtrační rychlost, dobu praní filtrů apod.
- Na funkci filtračního systému má značný vliv filtrační náplň. Použije-li se nevhodná filtrační náplň do filtrů (větší obsah podsítných zrn o velikosti blízké šířce štěrbin a neprovádí-li se správně plnění filtru filtrační náplní), může dojít k ucpání štěrbin hlavice vodních těles podsítnými zrny. K ucpání může dojít i pevnými látkami obsaženými v prací vodě. K zanesení štěrbin by mohlo dojít i řasami (např. mechovkou), které za příznivých podmínek mohou růst v nádrži prací vody nebo případnými korozními zplodinami z potrubí. Při zjištění poruchy scezovacích hlavice, které obsluha při praní filtru musí pohledem kontrolovat, se tento odstaví a provede se jeho oprava, která spočívá ve vyčerpání části pískové náplně a výměnou hlavice. Při zanedbání poruchy scezovacích hlavice dochází k odplavování pískové filtrační náplně a zanášení trubních systémů vedoucích až k poruše celé filtrační jednotky. Veškeré zjištěné stavy je povinností obsluhy zapisovat do deníku směny a do poruchových hlášení.
- Zanesení trysek se zjišťuje při hladině vody ve filtru, snížené asi 50 mm pod povrch filtrační náplně. Při puštění tlakového vzduchu do vzduchových těles nebo vodních těles bude vzduch vycházející z jednotlivých trysek vybublávat z filtrační náplně prakticky na svislicích nad jednotlivými tryskami. V případě, že je tryška ucpána, je nad ní filtrační náplň v klidu. V případě, že nevybublává vzduch ze všech trysek umístěných na vodním nebo vzduchovém tělese nebo jeho části až k jeho konci, je pravděpodobně zanesené i příslušné těleso v daném úseku nebo jeho odpovídající část v místě nefunkčních trysek.

Praní filtrů. Prání filtrů se provádí pravidelně na základě zkušeností a zhodnocení potřeby obsluhou. Jako podklad obsluze slouží list o provozu filtrů.

Postup při praní filtru: Uzavře se přítok vody na filtr a až klesne voda v příslušném filtru na úroveň přelivné hrany, uzavře se uzávěr na odběru filtrované vody. Otevře se odpad vody. Otevře se klapka na přívodu pracího vzduchu a spustí dmychadlo, které bylo předem připraveno ke spuštění. Předepsanou dobu (cca 450 sec) se provádí praní vzduchem. Potom se otevře klapka a pokračuje se v praní filtru současně vodou a vzduchem. Množství prací vody lze regulovat. Vodou a vzduchem se pere podle potřeby (5 až 15 minut). Potom se zastaví dmychadlo, uzavře se klapka a pokračuje se v dopírání filtru pouze prací vodou. Je-li filtrační náplň vyprána, což lze pohledem kontrolovat, zda-li při dopírání filtru odtéká do kanálu již čistá voda, uzavře se klapka. První filtrát se vypustí do odpadového kanálu a teprve potom se otevře odtok. Při provozu filtrace je nutné zejména po každém praní filtrů umýt a vyčistit stěny filtrů hadicí oplachovou vodu z hydrantů, které jsou umístěny u každého filtru.

## **Vodovodní řady a stavební objekty vodovodu**

### **Vizuální vyznačení řadů a armatur**

Vizuální vyznačení řadů a armatur slouží k rychlému určení trasy potrubí a umístění armatur a armaturních šachet. Pravidelné kontroly stavu orientačních tabulek a sloupků by měly být prováděny v intervalech podle provozního řádu. Při stanovení četnosti kontrol by mělo být přihlíženo k provozní důležitosti příslušného řádu, či armatury a kontroly by měly být spojeny nejlépe s ostatní kontrolní pochůzkovou činností na vodovodní síti a to ve frekvenci alespoň 1x ročně, u provozně významnějších řadů a armatur nejméně 2x ročně.

### **Přístupnost poklopů armatur a šachet**

Přístupnost a viditelnost poklopů všech vodovodních armatur, armaturních šachet a vstupů do všech vodárenských podpovrchových objektů je základním předpokladem operativnosti při potřebě provozních zásahů a manipulací s armaturami. Možným komplikacím lze účinně předejít pravidelnou údržbou a kontrolou stavu všech poklopů a vstupů. Hlavními nepřáteli přístupnosti je bujení vegetace v neudržovaných plochách, zimní povětrnostní podmínky a v neposlední řadě nepovolená činnost „cizích“ osob.

Přístupnost a stav všech poklopů armaturních šachet a jiných objektů by měl být kontrolován a měla by být na nich prováděna běžná údržba alespoň 2x ročně a to nejlépe před a po zimním období a u poklopů armatur alespoň 1 x ročně před zimním obdobím. Prostor kolem poklopů je třeba zbavit narostlé vegetace, závěsy poklopů a zámky promazat tukem, podle druhu poklopů armatur dosedací plochy víček vyčistit, potřít tukem.

### **Kontrola funkčnosti armatur**

Kontroly funkčnosti a ovladatelnosti vodovodních armatur se provádějí jednak jednorázově při přebírání nové vodovodní sítě a vodovodních zařízení do provozu a v souvislosti se stavbami, které se mohou funkčnosti a ovladatelnosti vodovodních armatur nějak dotknout, např. po opravách komunikací, terénních úpravách v místech uložení vodovodu, zemních pracech v blízkosti vodovodních armatur apod. a dále periodicky v určitých intervalech pro kontrolu jejich funkce při běžném provozu vodovodu.

Kontroly ovladatelnosti a funkčnosti armatur lze tedy podle základního účelu rozdělit do následujících skupin:

- kontroly ovladatelnosti armatur nových vodovodních řadů před převzetím do provozu
- kontroly ovladatelnosti armatur při předání staveniště – např. před zahájením opravy



komunikace (zjištění aktuálního stavu ovladatelnosti armatur) a po ukončení opravy komunikace (ověření, zda stavební činností nedošlo k poškození armatury a jejích součástí)

- periodické kontroly ovladatelnosti armatur – kontroly podle provozního řádu anebo i nad rámec četnosti stanovené provozním řádem (např. kontrola hydrantů přednostně určených pro požární účely, kontrola armatur před plánovanou uzavírkou vody, atd.)

Kontrola ovladatelnosti podle předepsaného pracovního postupu je prováděna následujícími kroky:

1. Kontrola umístění orientační tabulky a správnosti číselných údajů.
2. Kontrola výšky osazení poklopu vůči terénu, obedláždění v nezpevněném povrchu.
3. Kontrola snadného otevření víčka poklopu za použití předepsaných nástrojů.
4. Kontrola zda je osazen typ armatury uvedený v dokumentaci skutečného provedení. Provádí se pouze při přejímací kontrole nového vodovodu.
5. Kontrola osazení armatury. Čtyřhran zemní soupravy, popř. ozubec hydrantu, je umístěn v prostoru poklopu, je osazena odpovídající podkladní deska v případě teleskopické zemní soupravy. Hydrant je kompletní (ozubec, víčko, prachovka) a čtyřhranem otočen k čepu víčka.
6. Kontrola snadného ovládání zemní soupravy či vřetena. Plné otevření armatury a kontrola horní zarážky. U hydrantů pouze otevření do míry zjištění dostatečného průtoku hydrantem a neprodlené uzavření.
7. Uzavření armatury a kontrola těsnosti (vizuální, není-li možné pak poslechem sluchátkem nebo na šoupátkovém klíči). V případě podzemního hydrantu kontrola funkce odvodnění po předchozím otevření hydrantu. V případě provozních důvodů znemožňujících plné uzavření armatury se provede pouze přivření armatury výrazně neomezující průtok armaturou.

Kontroly ovladatelnosti armatur je účelné spojit též s drobnou, běžnou údržbou jako je vyčištění poklopu, odsátí neodtékající vody z prostoru poklopu hydrantu, promazání víčka poklopu, uzavření víčka poklopu.

Funkčnost ostatních speciálních armatur, jakými jsou např. regulační ventily, redukční ventily, pojistné ventily, zpětné klapky, vzdušníky, filtry se provádějí v rozsahu a v intervalech předepsaných výrobcem regulační armatury, nebo podle zpracovaného provozního řádu, či plánu údržby. Obecně lze doporučit dodržování četnosti kontrol a běžné údržby podle odvětvové normy TNV 755922.

Výtokové stojany je třeba kontrolovat častěji podle potřeby, obvykle až 4x ročně. Kontroluje se funkce mechanismu, armaturní šachty stojanů, funkce odpadního potrubí, míříže odtoku apod. dle druhu stojanu a způsobu jeho osazení. Před zimním obdobím se stojany musí zabezpečit proti mrazu.

O provedených kontrolách je nutné vést evidenci a je nutné zajistit neprodleně odstranění a opravu zjištěných závad a poruch. Přednostně musí být odstraněny ty závady a poruchy, které mohou negativně ovlivnit zásobování vodou, nebo úniky vody a též takové závady, které mohou způsobit úraz chodců, nebo tvoří překážku provozu na komunikaci.

### **Protáčení šoupátek a ventilů**

Vodovodní armatury vyžadují občasné protočení. Hlavním cílem protáčení šoupátek a ostatních armatur je zamezení zarůstání pohyblivých částí těchto zařízení a v neposlední řadě, i kontrola jejich ovladatelnosti. Četnost protáčení jednotlivých druhů armatur by měla být stanovena provozním řádem vodovodu a měla by být respektována doporučení příslušných výrobců armatur.

## Odkalování a odvzdušňování potrubí

Odkalování a odvzdušňování vodovodní sítě a příváděcích a zásobovacích řadů jsou provozně důležitou činností, jejíž zanedbávání může negativně ovlivňovat kvalitu vody ve vodovodní síti i průtokové poměry – zavzdušněním potrubí může být průtočný profil podstatně snížen a průtok vody může být i zcela přerušen. Zvýšení tlakových ztrát v zavzdušněném potrubí může při čerpání druhotně zvyšovat spotřebu el. energie a snižovat čerpané množství vody. Vzduch, hromadící se v nejvyšších místech (vrcholech) může při určitých provozních stavech též přispívat ke vzniku hydraulických tlakových rázů s následkem možných poruch potrubí.

Pravidelné vypouštění určitého objemu vody z koncových větví vodovodů je často jediným způsobem, jak zajistit chemickou a bakteriologickou nezávadnost vody i v těch částech vodovodní sítě, kde dochází k nedostatečnému proudění a stagnaci vody v potrubí. Správná volba četnosti odkalování a rychlost proudění při proplachu vychází z charakteru znečištění potrubí, velikosti a frekvenci odběrů z koncových větví, důležitosti odběratelů napojených na odkalovanou síť a jejich citlivosti na pokles tlaku při vlastním procesu odkalování. V naprosté většině případů vychází volba četnosti a razance odkalování z dlouholetých zkušeností provozních pracovníků. Obecně lze pouze doporučit, že všechny koncové větve potrubí by měly být odkaleny alespoň 1x ročně. Potřeba odkalování některých koncových větví se však nezdá ukazuje častější a to i několikrát ročně.

K poklesu kvality vody v potrubí a tedy k nutnosti odkalení dochází zpravidla nerovnoměrně v průběhu kalendářního roku. V letním období vzrůstá teplota vody zlepšují se podmínky pro bakteriální znečištění. Naopak vodovody v rekreačních oblastech mají přes léto dostatečné odběry a k problémům dochází mimo hlavní sezónu, kdy se voda v potrubí pohybuje minimálně. Zvolit správné období k provádění odkalení, a to za podmínek omezeného počtu pracovníků určených pro tuto činnost, si přímo vyžaduje plánování této činnosti.

Nejvhodnější dobou pro sestavení plánu odkalování je v zimním období, kdy se odkalování hydranty obvykle provádí jen v mimořádných případech, neboť tato činnost je zkomplikována teplotami pod bodem mrazu. Při tvorbě plánu odkalování je účelné vycházet ze zkušeností z minulého období, brát v úvahu nově zjištěné opakující se závady v kvalitě vody, nově zprovozněné vodovody, ale i druh a stav trubního materiálu a případnou vnitřní výstelku. Plán zpravidla obsahuje:

- místopisný údaj hydrantu či výpusti
- týden či měsíc plánovaného odkalení
- poznámka s pomocnými údaji.

Výstupem z plánu odkalování je potom následně:

- datum provedení odkalení
- množství vypuštěné vody (odborný odhad)
- jméno pracovníka provádějící odkalování.

Pokud je po odkalení odebrán vzorek pro chemický nebo bakteriologický rozbor vody, jsou jeho výsledky shromažďovány a později statisticky zpracovávány tak, aby bylo možné jednak stanovit účinnost provedeného odkalování, jednak vytipovat místa s opakovanými závadami v kvalitě vody. Statistika závad v kvalitě vody je též podkladem pro zvolení četnosti odkalování nebo navržení razantnější metody čištění potrubí než je odkalování.

Mimo pravidelné a plánované odkalování vodovodní sítě se provádí odkalování nárazové, podle aktuální potřeby, vyvolané různými mimořádnými provozními příčinami např. po opravě havárií vodovodního potrubí, při výskytu zákalu vody v potrubí, při zjištění mikrobiologických závad ve vodovodní síti, tedy obecně při odstraňování závad v kvalitě vody, které vzniknou druhotně při dopravě vody ve vodovodní síti. Opět je třeba zdůraznit po odkalení a proplachu potrubí provedení kontroly kvality vody odběrem vzorků.

O provedeném odkalování je nutno vést příslušné záznamy.

## **Křížení potrubí s komunikacemi a vodními toky**

Trasy potrubí vodovodu mnohdy překonávají různé překážky, jako jsou potoky, řeky, železnice a pozemní komunikace. Různý je i způsob přechodu trubního vedení, které může být řešeno např. uložením potrubí v chrániče, přechod potrubí přes překážku uloženého v mostní konstrukci, případně samostatným trubním mostem, křížení vodního toku bývá často řešeno shybkou, uloženou (zabetonovanou) ve dně koryta, překonání terénních nerovností může být řešeno uložením potrubí do štoly nebo i tlakovou štolou. Moderní přechody přes překážky mohou být provedeny s využitím některých z bezvýkopových technologií, např. mikrotuneláží (horizontálním vrtáním) apod. Každý z těchto objektů přechodů potrubí přes překážky má určitá svoje specifika v potřebách provádění kontrol, běžné údržby i oprav.

Rozsah a frekvenci kontroly podzemních objektů by měl být stanoven projektantem zařízení a měl by být uveden v provozním řádu. Všeobecně lze uvést, že čím komplikovanější je objekt, tím vyšší je riziko závad a poruch a čím častěji se zde poruchy vyskytují, tím také kratší by měly být intervaly kontroly jeho celkového stavu. Všeobecně lze doporučit provádění kontrol takovýchto objektů 2x až 4x ročně. Provozní zkušenosti s konkrétními objekty však mohou vyvolat potřebu kontroly častější.

Běžné namátkové prohlídky jsou zaměřeny na vizuální kontrolu stavebního stavu, vznik trhlin případně statickou stabilitu jednotlivých částí konstrukce.

Kontrola se zaměřuje rovněž na funkčnost odvodnění (např. odvodňovací šoupátka či hradítka). Tam, kde podzemní objekty (armaturní šachty, chodby, podchody) nebyly projektovány jako odvodnitelné, jsou při zjištění zatopení těchto objektů do míry, která znemožňuje bezpečnou obsluhu zařízení, podzemní prostory vyčerpány a vyčištěny, a to v nejkratší možné době po zjištění této závady.

Zvláštní důraz je třeba klást na stav potrubí a armatur včetně jejich ovládacích prvků, které vyžadují ve zvýšeném korozním prostředí častější obnovování pasivní protikorozní ochrany. Kontrolou se dále ověřuje stabilita stupadel, žebříků a lávek.

Výskyt vody v revizních šachtách (např. na koncích chrániček podchodu) signalizuje možný únik vody z potrubí. Je proto třeba vodu vždy odčerpát a prošetřit, zda jde o únik vody z potrubí nebo jen o průsak vody podzemní.

Zřejmě nejobtížněji jsou zjistitelné skryté drobné poruchy a úniky vody z potrubí shybky, uloženého pode dnem vodoteče. Pokud únik se neprojevuje např. poklesem tlaku, zvýšením průtoku, spotřeb apod. je jedinou možností existenci úniku zjistit odposlechem poruchového zvuku na potrubí na obou koncích shybky detekčními přístroji (testovací tyčí, nebo pomocí korelátoru).

Kontroly je v neposlední řadě třeba zaměřit i na vstupní poklopy šachet a okolního terénu šachty. V případě zjištění prasklého poklopu nebo jeho rámu, chybějícího poklopu, musí být místo neprodleně zabezpečeno proti možnému úrazu (zábranami a příslušným dopravním značením). Vlastní závada musí být následně opravena v nejbližším možném termínu s ohledem na míru její nebezpečnosti.

Stav nadzemních přechodů je třeba pravidelně, alespoň 2 x ročně kontrolovat a to nejlépe před a po zimním období. Při kontrolách je třeba se zaměřit zejména na stav nátěrů ocelových konstrukcí, tepelné izolace a krytu tepelné izolace, případně nátěru krytu izolace, těsnosti spojů potrubí, stavu závěsů potrubí, korozi spojovacích materiálů, konzol apod. (dle konstrukce přechodu). Zvláštní pozornost je třeba věnovat stavu a funkčnosti kompenzátorů, které bývají slabým článkem a častým zdrojem netěsností a poruch. Běžnou údržbu je nutné

zajišťovat v rozsahu potřebném pro danou konstrukci objektu, provádět včas opravy zjištěných závad a nedostatků a obnovy nátěrů zajišťovat v příznivém ročním období.

### **Opravy poruch řadů a přípojek**

Riziko havárie na vodovodních řadech i vodovodních přípojkách a armaturách vodovodní sítě je bohužel neodstranitelné. Při dobré preventivní údržbě, včasné obnově dožilých vodovodů a dodržování všech zásad vedoucích ke snížení poruchovosti, které již byly popsány v předchozích kapitolách, lze míru rizika vzniku havárií a poruch na vodovodní síti sice zmenšit, ale možnost vzniku havárie nebo poruchy nelze zcela vyloučit. Havárie mohou být spojené s únikem tlakové vody, způsobující škody na komunikacích, majetku, ostatních inženýrských sítích, v extrémních případech mohou ohrožovat zdraví i životy lidí, na druhé straně vážnou provozní havárií s ohrožením dodávky vody může být i zevně nijak se neprojevuující porucha ovladatelnosti důležitého uzávěru.

Každý dobrý provozovatel vodovodu pro veřejnou potřebu proto musí být na možnost vzniku havárie, likvidaci jejích následků a provedení opravy vodovodu připraven po 24 hod. denně. Pro řešení havarijních případů musí mít provozovatel *nepřetržitě* zajištěno:

- pracoviště resp. pracovníky s nepřetržitou dostupností, kam je možné havárii ohlásit a které zajistí nejnutnější první zákrok,
- četou s pohotovostním vozidlem pro provedení prvního zákroku,
- pohotovostní četou s vybavením pro provedení opravy, řízenou technikem - mistrem oprav vodovodní sítě. Podle potřeby by měl být k dispozici pracovník pro vytyčení podzemních vedení.
- pohotovostní prostředky pro náhradní zásobování vodou,
- zodpovědné pohotovostní techniky správy a provozu sítě, pro další řízení a organizování prací na odstranění havárie.

Nejvhodnějším pracovištěm pro ohlášení havárie na vodovodní síti je *vodárenský dispečink s nepřetržitou službou*.

Havárie bývají zjištěny obvykle veřejností, pracovníky při stavebních pracích případně i policií při hlídkové činnosti apod., zjišťovány jsou též pracovníky provozovatele vodovodu při činnosti, související s jejich pracovní náplní např. při manipulaci armaturami. Ohlášení havárie vodovodu bývá nejčastěji telefonické.

Hlavními úkoly dispečinku jsou zaznamenání hlášení o havárii do počítačové evidence, zajištění prošetření havárie na místě samém vozidlem pohotovostní služby, řízení prvního zásahu vozidla a podle výsledku prošetření na místě samém a zjištěné závažnosti havárie musí rozhodnout dispečer o dalších nutných opatřeních tj. o zajištění náhradního zásobování, uvědomění dalších službu konajících pohotovostních techniků a pracovníků o havárii a posouzení nutnosti jejich nástupu na opravu a likvidaci následků havárie apod.

Úkolem čety pohotovostního vozidla je prošetření typu havárie na místě samém, lokalizace místa havárie, uzavření porušeného potrubí po předchozím avizování odběratelů, pokud to charakter havárie umožní, zabezpečení místa havárie (ohrazení, označení dopravními značkami apod.), provedení dalších nezbytných manipulací na síti dle pokynů dispečera, informování dispečera o provedeném zákroku a o případné potřebě zajištění dalších prací. Rychlý, správný a účinný zásah čety pohotovostního vozidla bývá často rozhodujícím momentem pro výši následných škod, způsobených havárií i pro vlastní odstranění havárie.

Úkolem pohotovostní čety oprav je rychlé odstranění havárie, obnovení dodávky vody a provedení veškerých neodkladných prací nutných z hlediska bezpečnosti chodců, dopravy po komunikaci, alespoň částečné obnovení provozu po komunikaci s upřednostněním hromadné

dopravy apod. Pro práci čety musí být zajištěna i potřebná mechanizace a vozidla. Samozřejmostí musí být také zajištění výdeje potřebného materiálu ze skladu pro opravné práce. Před zahájením výkopových prací mechanizací musí být i v případě havárie učiněno maximum pro to, aby nedošlo k porušení jiných inženýrských sítí. Zpravidla nebývá dostatek časového prostoru k jejich zjištění a vytyčení od jejich správců, zvláště bývají problémy v době mimopracovní, kdy dosažitelnost správců sítí je problematická. Jediným východiskem je povolání na místo pracovníka vybaveného detekčními přístroji na zjištění existence a vytyčení podzemních vedení v místě havárie.

Úkolem službu konajících pracovníků pro náhradní zásobování vodou je na pokyn dispečera zajistit vyvezení cisteren s vodou do určených lokalit a jejich doplňování. .

Pro případy výskytu havárií musí být k dispozici alespoň jeden pohotovostní technik pro řízení o organizaci práce na místě havárie. Ten přebírá po provedení prvního zákroku četou pohotovostního vozidla zodpovědnost za činnost pracovníků povolanych na odstranění havárie.

Důležitou součástí dokumentace havárie je vedení řádné evidence havárie nejlépe ve vhodné databázi na počítači resp. počítačové síti.

### **Rekapitulace standardního postupu opravy havárie**

Standardní postup pro opravu havárie by měl být přibližně následující.

- provedení nezbytného dopravního značení pro výkop, zajištění pracoviště
- orientační zjištění podzemních sítí
- upozornění odstavkou dotčených odběratelů
- uzavření vodovodního řádu, pokud tak již neučinila při prvním zákroku četa pohotovostního vozidla
- oznámení dispečinku o manipulacích s armaturami
- vlastní výkop s obnažením porušeného místa potrubí, resp. armatury
- doplnění náhradního zásobování, sdělení dispečinku odhadu časové náročnosti opravy
- vlastní oprava havárie, montážní práce
- proplach a napuštění potrubí vodou ( i opakovaný s desinfekcí podle míry znečištění potrubí při havárii)
- odzkoušení těsnosti opraveného potrubí před zásypem provozním tlakem
- oznámení dispečinku obnovení v dodávky vody a manipulace s armaturami
- zásyp výkopu náhradním soudržným materiálem, hutnění zásypu
- obnovení konstrukčních vrstev vozovky, chodníku
- usazení poklopů armatur nacházejících se v upravovaném povrchu
- definitivní obnovení povrchu, pokud to umožňují klimatické podmínky (jinak zajištění alespoň provizorní sjízdnosti vozovky, resp. schůdnosti chodníku)
- zrušení nebo změna dopravního značení.

Vlastní odstranění havárie se neobejde bez řady nutných administrativně právních úkonů, z nichž některé mohou být v různých místech rozdílné na základě požadavků vyhlášek s místní platností tj. obecních vyhlášek, vydaných obcemi na základě §10 zákona č. 128/2000 Sb. o obcích.

Všeobecně platí, že pro provádění výkopových prací v komunikacích na odstranění havárie není nezbytné předchozí povolení ke zvláštnímu používání komunikace. Vlastník vodovodu (resp. pověřený provozovatel) však musí podle zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích vždy oznámit vlastníku dotčené komunikace provedení prací, jejich místo

alespoň provizorně označit, zabezpečit a zajistit následné uvedení dotčeného úseku pozemní komunikace do původního stavu podle podmínek stanovených v dodatečném povolení ke zvláštnímu užívání komunikace. O dodatečné povolení zvláštního užívání komunikace musí tedy vlastník nebo provozovatel požádat příslušný silniční správní úřad a musí respektovat stanovené podmínky vydaného povolení. Žádost musí být doložena podle konkrétních požadavků příslušného silničního správního úřadu obvykle orientačním nákresem místa výkopu, uvedením rozměrů výkopu a se zákresem dopravního řešení situace apod.

Po dokončení prací musí být opravené povrchy předány zpět správci komunikace, či příslušného pozemku veřejného prostranství, veřejně zeleně podle příslušné obecní vyhlášky.

O zpětném předání zapraveného povrchu jeho správci musí být vyhotoven předávací protokol, který musí být archivován,

Také o způsobu a průběhu vlastní práce na odstranění havárie by si každý provozovatel vodovodu měl ve vlastním zájmu vést záznamy, které mohou být cenným podkladem při zpětném řešení různých stížností, dodatečně vzniklých problémů i jako podklad pro statistické účely provozovatele. Které další údaje a informace o průběhu odstraňování havárie si provozovatel vodovodu povede je jeho interní záležitostí. Můžeme však doporučit evidování ještě těchto dalších pomocných údajů a provozních informací :

- datum a čas zahájení prací
- jména pracovníků provádějících opravu
- počet odpracovaných hodin
- druh použité mechanizace a počet motohodin
- skutečná hloubka uložení potrubí
- skutečný typ havárie (po provedení výkopu může být zjištěn odlišný typ než byl identifikován při prvním zákroku pohotovosti)
- použitý opravný materiál
- datum a čas ukončení prací
- popis průběhu práce
- doklady související s výkopem, tj. uložení výkopové zeminy na skládce, náhradní zásyp, obnova živice, litého asfaltu aj.
- orientační nákras místa havárie

Provedením opravy havárie a zapravením povrchu výkopu zodpovědnost provozovatele vodovodu za stav povrchu opraveného místa nekončí. Za případné sednutí výkopu, vznik propadliny a tím ohrožení vozidel nebo chodců zodpovídá po celou stanovenou záruční lhůtu. Běžná záruční lhůta na stavební práce je podle § 646 zákona č.40/1964 Sb. v platném znění 3 roky. Proto po celou dobu záruční lhůty by měl zajistit provozovatel vodovodu kontrolu stavu povrchu v místech prováděných výkopových prací a zajišťovat opravy případných závad v záruční lhůtě.

Kontroly stavu zapraveného místa po haváriích a poruchách by měl provozovatel vodovodu provádět v četnosti, odpovídající riziku, vyplývajícího z konkrétního místa. Jiná četnost kontroly bude potřebná na zelené ploše mimo jakékoliv komunikace a jiná v dopravně exponované komunikaci. Podle zkušeností v dopravně exponovaných místech by první kontrola měla být provedena již do jednoho týdne i dříve po zapravení povrchu a podle zjištěného stavu interval následujících kontrol prodloužovat. Asi po půl roce, kdy je již zásyp stabilizovaný, je možné interval kontroly prodloužit na půl roku, až 1 rok. V každém případě je potřebné kontrolu provést zvláště po prvním zimním období a před skončením záruční lhůty. Pro stabilizaci zásypu a povrchu zásypu je rozhodující druh zásypového materiálu a kvalita hutnění. Původní, obvykle rozbředlý materiál z výkopu opravy havárie je zpravidla

nepoužitelný pro zásyp v komunikaci a je nutné ho nahradit dovezeným, dobře zhutnitelným, inertním materiálem. Oproti tomu pro zásyp v zelených plochách mimo komunikace většinou postačí výkopek původní. Stav povrchu by měl být překontrolován cca po dvou měsících, po silnějších deštích a v každém případě po prvním zimním období. Poté postačí kontrola před koncem záruční lhůty. Tam, kde bylo třeba povrch oset travou, nebo obnovit jinou porušenou vegetaci je třeba kontrolu též přizpůsobit a zaměřit např. na vzejití trávy, růstu doplněné vegetace, případně provedení prvního pokosení trávy nebo jiného ošetření příslušného porostu, pokud je to správcem pozemku předepsáno. Tam, kde se v místech výkopů nachází poklopy vodovodních armatur, musí být také vždy překontrolováno, zda nedošlo k jejich sednutí, posunutí apod., aby nebyla znemožněna nebo ztížena ovladatelnost a použitelnost armatur. Zjištěné závady musí být včas opraveny.

### **Stavební objekty**

Mnohé vodárenské objekty, jako jsou vodojemy, akumulární nádrže i čerpací stanice jsou bezobslužné, případně pracují v automatickém režimu provozu a je u nich prováděna pouze občasné kontrola. Takovýto zdánlivě „bezstarostný“ provoz může vést k podcenění potřeby pravidelné kontroly stavebního stavu objektu. Zanedbávání kontroly a provádění drobných stavebních oprav údržby na objektech může způsobit pozdější závažně stavební poruchy vyžadující nákladné opravy, kterým lze předejít. K poškození, hlavně odlehlých objektů, bohužel dochází také lidskou činností. S projevy vandalizmu – vytloukání oken, skleněných tvárnic, poškození dveří, zámků a krádeží všeho, co se nějak odnést dá, se bohužel dnes setkáváme velmi často. Ani případné riziko nějaké teroristické akce již nelze zcela vyloučit. Pokud objekt není chráněn nějakým elektronickým zabezpečovacím systémem, o to častější kontrolu vyžaduje.

Proto žádný z vodárenských stavebních objektů nesmí zůstat bez pravidelně organizované kontroly, při které není opomenuto ani na kontrolu stavebního stavu. Běžná fyzická kontrola bezobslužných, provozně významných vodárenských objektů by měla být prováděna *denně*, u ostatních objektů nejméně *1x týdně*. Do povinností pracovníka obsluhy, provádějícího kontrolu musí být zahrnuta alespoň vizuální prohlídka stavebního stavu objektu.

V každém vodárenském objektu musí být veden *provozní deník*, do kterého by měl být zaznamenáván každý vstup pracovníků obsluhy a údržby, zjištěná provozní data a údaje, prováděné práce v objektu a v neposlední řadě informace o výsledku provedené kontroly stavebního stavu objektu. Tyto prvotní záznamy mají svoji nezastupitelnou úlohu i v provozech, kde již jsou vedeny plány oprav, kontrol a údržby v centrálních databázích apod. Záznamy musí příslušný zodpovědný technik kontrolovat co nejčastěji a zajišťovat potřebné opravy a odstraňování zjištěných závad.

Podrobná prohlídka zaměřená na kontrolu stavebního stavu objektu by měla být provedena technikem *2x ročně* a to zejména po zimním období, aby se včas zjistily následky zimy na stavební části objektu a jejich opravy mohly být provedeny v příznivém ročním období pro stavební práce a dále pak před nástupem zimního období. U všech stavebních vodárenských objektů by stavební kontroly měly být zaměřeny na kontrolu stavu střechy a dešťových svodů, stavu oken, vnějších i vnitřních omítek, stavu stability základů (případný vznik trhlinek zdiva), izolací objektu, dilatačních spár, vstupů, schodišť, kovových, případně dřevěných konstrukcí, podlah, vnitřních rozvodů a instalací, větracích otvorů, vytápění (temperování) – pokud vytápění objekt vyžaduje, maleb, obkladů, stavu nátěrů aj..

Kromě výše uvedeného nesmí být u *vodojemů a akumulárních nádrží* opomenuta kontrola stavu drenáže vodojemu, vnitřního povrchu akumulárního prostoru vodojemu, izolací a dilatačních spár, např. mezi armaturní komorou a vlastním vodojemem.. Citlivými místy jsou také prostupy potrubí stěnami vodojemu. U vodojemů železobetonových, zvláště

zastropených panelovými stavebními prvky, je častou vadou nedostatečné překrytí ocelové výztuže vrstvou betonu a její napadení korozí s možnou ztrátou únosnosti. Pozornost je třeba též věnovat vegetačnímu pokryvu vodojemu a okolí. Prorůstající kořeny včas neodstraněných dřevin mohou způsobit vážné škody na objektu.

Předpis četnosti, rozsahu a organizačního zajištění pravidelných kontrol stavebního stavu by neměl chybět v platném provozním řádu příslušného vodárenského objektu.

Odpadní potrubí vodojemů, nádrží a jímek jsou důležitou součástí těchto vodárenských objektů. Zanedbání jejich údržby, případné stavební, nebo závady ve funkci plynoucí již z projekčních nedostatků v řešení odpadů nebo poškození odpadů činnostmi třetích osob může vést k závažným provozním poruchám, poškozování stavebních částí objektů i ohrožení kvality pitné vody po stránce hygienické.

U vodojemů a akumulčních nádrží odpadní potrubí zajišťuje odvod vody při vypouštění nádrže, při čištění a vyplachování nádrže a odtok vody přes přeliv při přeplavení nádrže v případě provozní poruchy, nebo odstraňování plovoucích nečistot z hladiny. Dále může též sloužit pro odpadní vody případného sociálního zařízení v objektu.

Aby odpadní potrubí uvedených objektů vodovodů plnilo svoji funkci, musí být kontrolováno a udržováno v dobrém technickém stavu a to jak po stránce stavební, tak po stránce provozní. Pravidelná kontrola funkce odpadu by měla být zahrnuta do provozního řádu příslušného objektu a kontrolu stavu a funkce odpadu je nejvhodnější přiřadit jako součást jiných pravidelných kontrol nebo prací, např. k pravidelné kontrole stavebního stavu objektu nebo i k pravidelnému čištění vodojemů. Kontrola se skládá jednak z vizuální prohlídky jímek, revizních šachet a výustního objektu o podle možností odzkoušení dostatečné průtočnosti odpadního potrubí. Při zjištění nedostatečného průtoku je třeba odpadní potrubí vyčistit obdobnými metodami jako kanalizace, např. vysokotlakým čistícím vozem, podle potřebí prohlédnout potrubí speciální televizní kamerou a zjištěnou překážku (např. prorostlé kořeny do odpadu) odstranit a odpad opravit. Zjištěné nánosy v jímkách je třeba mechanicky odstranit. Pozornost je nutné věnovat i výustnímu objektu, zda není zanesen nánosy a splaveninami z vodoteče, poškozeno okolní opevnění břehu.. Funkci koncové (žabí) klapky je nutné alespoň 2x ročně překontrolovat a její čep promazat.

O provedených kontrolách, zjištěných závadách, provedené údržbě a opravách je třeba vést evidenci v provozním deníku pro příslušný objekt.

Důležitou činností je kontrola vodotěsnosti vodojemů a nádrží, která se provádí při výstavbě, ještě před uvedením do provozu. Zkoušky vodotěsnosti se provádí podle ČSN 75 0905 *Zkoušky vodárenských a kanalizačních nádrží*. Vlastní zkouška každé nádrže trvá nejméně 48 hod, přičemž se sleduje průměrný pokles hladiny a únik vody za 24 hod. Povoleno pokles hladiny a únik vody se vypočte podle empirického vzorce, uvedeného v normě, kde jsou též uvedeny ostatní podmínky pro provádění zkoušky

Provádění kontrol vodotěsnosti vodojemů za provozu spočívá v pravidelné vizuální kontrole okolí vodojemu a odpadní šachty. U vodojemů s provedenou drenáží kolem nádrží svedenou do revizní šachty se lze identifikovat případný unik vody z vodojemu v revizní šachtě podle množství vody odváděné drenáží. Tato nenáročná kontrola by měla být prováděna cca v půlročním intervalu a to nejlépe v období bez větších dešťových srážek nebo tání sněhu, které může průtok vody drenáží ovlivnit.

### **Čištění a desinfekce objektů**

Desinfekce vody je proces ničení choroboplodných zárodků a organismů. Zdravotním zabezpečením vody se rozumí zabezpečení epidemiologické nezávadnosti vody realizované



zpravidla desinfekcí. Podle doby působení desinfekčního prostředku lze desinfekci rozdělit na nárazovou a kontinuální.

### **Nárazová desinfekce: desinfekce vodovodních řadů**

Vodovodní řady se desinfikují v rámci stavby před jejich uvedením do provozu po provedené tlakové zkoušce nebo po provedení opravy řadu. Před vlastní desinfekcí se vodovodní řad propláchne vodou v množství, které se rovná nejméně objemu vody v řadu. Řad se napustí chlorovou vodou – obvykle se užije roztoku chlornanu sodného – o doporučeném obsahu volného chloru 2 – 10 g/m<sup>3</sup> a chlorová voda se nechá působit po zvolenou dobu dle konkrétních podmínek (optimálně 1 až 2 dny). Poté se chlorová voda vypustí a provede se závěrečné propláchnutí pitnou vodou.

### **Nárazová desinfekce: čištění a desinfekce objektů**

Ve všech vodojemech a akumulacích nádrží dochází při dlouhodobém, nepřetržitém provozu k usazování různých pevných nánosů např. usazenin a inkrustací z potrubí, z oprav případných poruch potrubí, z vysrážených a usazených látek z vody apod. Usazené kaly na dně vodojemu nebo akumulacní nádrže jsou potenciálním zdrojem problémů, zejména v kvalitě vody. Ve vrstvě kalu se snáze udržují a přežívají mikrobiologické organismy a při některých provozních stavech hrozí nebezpečí rozvíření sedimentů a zakalení pitné vody. Pokud stěny vodojemů nejsou dostatečně hladké, mohou se i na nich zachytávat a přežívat mikroorganismy. Aby se těmto nežádoucím závadám předešlo, je třeba vodojemy pravidelně čistit, zbavovat sedimentů a poté desinfikovat. Interval četnosti čištění vodojemů a akumulacích nádrží nelze univerzálně stanovit, neboť je závislý na mnoha faktorech ovlivňujících rychlost tvorby a množství usazenin. Mezi takovéto faktory určitě patří kvalita a chemické vlastnosti vody, druh materiálu, stav a poruchovost přiváděcího potrubí, rychlost proudění vody v přiváděči vody, pravidelnost odkalování přiváděče apod. Proto by si měl každý provozovatel vodovodu zpracovat harmonogram pravidelného čištění vodojemů a akumulacích nádrží na podkladě svých provozních zkušeností a tento také dodržovat. Jsou vodojemy, které vyžadují pravidelné čištění v půlročních intervalech a u některých není potřebné čištění provádět ani po několika letech. Jako nejdelší interval čištění vodojemu lze doporučit 3 roky, výjimečně max. 5 let, a to i z důvodu, že čištění spojené s vypuštěním vodojemu současně umožňuje provést prohlídkou stavebního stavu komory vodojemu, povrchu stěn, vnitřní omítky, vstupů potrubí stěnou apod.

Z provozního hlediska jsou proto výhodnější vodojemy dvou nebo vícekomorové, kdy bez vážnějších provozních komplikací lze jednu komoru pro čištění odstavit a provoz zajišťovat jen přes komoru druhou nebo komory zbývající.

Pro čištění a desinfekci vodojemů lze doporučit následující postup:

1. provozní příprava (nutná provozní opatření pro umožnění odstávky vodojemu, oznámení případného přerušení dodávky vody u jednodokomorových vodojemů apod.)
2. vyprázdnění podstatné části vodojemu do spotřeby
3. vypuštění zbytku vody ode dna nádrže včetně sedimentů do odpadu
4. očištění stěn nádrže a dna nádrže – ostříkání tlakovou vodou, mechanické očištění – odvedení odpadem
5. ostřík stěn a dna vodojemu vodou s desinfekčním prostředkem
6. po předepsané době působení desinfekce opět oplach stěn a dna vodojemu
7. naplnění vodojemu vodou a kontrola kvality vody rozborem vzorku
8. opětné uvedení vodojemu do provozu

Součástí běžné výbavy čtyř provádějící čištění vodojemů je mj. menší mobilní cisterna (1,5 m<sup>3</sup>) na desinfekční prostředek s tlakovým čerpadlem a ochranné pomůcky (ochrana očí, kůže a proti vdechování kapének desinfekčního prostředku)

Mimo pravidelného čištění vodojemů se provádí i *mimořádné* čištění vodojemů v případech zjištění závad v kvalitě vody ve vodojemu a to v rozsahu potřebném pro jejich spolehlivé odstranění. Při mimořádném čištění je zpravidla aplikován stejný postup, jako při čištění pravidelném.

Jako při desinfekci řadů je třeba věnovat náležitou péči vypouštění vody obsahující desinfekční prostředek.

Obdobný postup jako u vodojemů je užíván při čištění a desinfekci studní a pramenních a sběrných jímek.

### **Náhradní zásobování pitnou vodou**

Provozovatel vodou je povinen podle § 9 odst. 8 zákona č. 274/2001 Sb. zajistit náhradní zásobování vodou v mezích technických možností a místních podmínek a to při haváriích vodovodu i při plánovaných opravách, udržovacích i revizních pracích. Mezi nejběžněji používané prostředky pro náhradní zásobování vodou patří:

- výtokové stojánky (hydrantové nástavce)
- cisternové přívěsné voznice a kontejnerové cisterny
- automobilové cisterny

Hydrantové výtokové stojánky se používají pro nouzový odběr vody při haváriích vodovodních přípojek nebo i havárií řadů lokálního charakteru, když v blízkosti nemovitostí s přerušenu dodávkou vody se nachází v provozu požární hydrant, vhodný pro osazení stojánku pro odběr vody. Výtokové stojánky pro náhradní zásobování vodou nevyžadují žádnou mimořádnou údržbu. Je třeba pouze dbát, aby byly udržovány v čistotě i při uskladnění a přepravě a nemohly do nich vniknout nějaké nežádoucí látky, nebo nečistoty a jejich ventily musí být funkční, snadno ovladatelné a těsné. Po osazení stojánku na hydrant je nutné dobré propláchnutí stojánku i hydrantu.

Při přerušení dodávky vody v místech, kde osazení stojánku v přijatelné vzdálenosti není možné, zajišťuje se náhradní zásobování přistavením cisternové voznice s pitnou vodou, nebo kontejnerové cisterny (obvykle o objemu 2,5 – 3 m<sup>3</sup>).

Automobilové cisterny mají využití univerzální. Mají větší objem (7 m<sup>3</sup> a více). Lze je využít jak k rozvozu a doplňování vody do voznic nebo kontejnerových cisteren na jejich stanovišti i k přímému výdeji vody pro náhradní zásobování. Pro přímý výdej jsou především vhodné v místech, kde potřeba vody pro náhradní zásobování je vysoká (např. sídlištní zástavba) a nepředpokládá se, že náhradní zásobování bude dlouhodobé, které by blokovalo autocisternu na jednom výdejním stanovišti.

Používané cisterny musí mít vnitřní povrch z materiálů majících atest pro styk s pitnou vodou. Za nejlepší je možné považovat cisterny nerezové. Cisterny pro náhradní zásobování pitnou vodou nesmí být používány pro dopravu žádných jiných tekutin, které by mohly kvalitu dopravované vody nějak ohrozit.

Každá cisterna musí být před prvním použitím nebo delší odstávce z provozu (cca delší než 5 dní) provozu řádně propláchnuta a vydesinfikována. Poněvadž možnost kontaminace vody dovážené v cisternách je relativně vyšší, než u vody dodávané potrubím, doporučuje se vodu v cisterně zdravotně zabezpečit (např. chlornanem) až k horní přípustné hranici pro pitnou vodu tj. 0,3 mg/l volného chloru.

Voda v cisterně by neměla být na stanovišti pro zásobování bez výměny déle než 3 dny. Za horkého letního počasí je nutné vodu vyměňovat denně. Kvalitu vody v cisternách je třeba alespoň občas namátkově kontrolovat kráceným rozborem vzorků vody – účelem není kontrola určité dodávky, ale ověření správného fungování systému plnění a sanitace cisteren.. V případě zjištění závad v kvalitě, musí být cisterna vypuštěna, vydezinfikována, propláchnuta a teprve poté může být znovu použita pro náhradní zásobování. Poklopy vstupních otvorů do cisterny musí být zajištěny spolehlivým zámkem pro zabránění možné kontaminace vody nežádoucí činností cizích osob.

Běžná kontrola a údržba cisteren by měla prováděna alespoň 2x ročně a měla by být zaměřena na stav, funkčnost a těsnost vypouštěcích ventilů, těsnost poklopu plnicího a vstupního otvoru do cisterny, stav zámků, případně stavu vnitřního povrchu prostoru cisterny, pokud je tento opatřen nějakou ochrannou vrstvou (nátěrem ) apod. Současně s kontrolou by alespoň 2 x ročně mělo být provedeno řádné vyčištění a desinfekce vnitřního prostoru cisterny.

Pokud je nutné provádět nějaké opravy ve vnitřním prostoru cisterny, na opravy smí být použito opět jen materiály schválené pro styk s pitnou vodou s následným vyčištěním a desinfekcí cisterny.

Samozřejmě součástí běžné údržby musí být udržování v čistotě i vnějších částí cisterny a stavu informačních nápisů. Na každé cisterně by měly být tyto informační nápisy:

- označení provozovatele cisterny
- tel. číslo kam volat pro doplnění cisterny
- označení kvality vody „Pitná voda“, nebo „Pitná voda jen po převaření“

Upřednostňuje se označení „Pitná voda jen po převaření“, i když je jejímu hygienickému zabezpečení věnována maximální péče, a to z důvodu, že k dodatečné kontaminaci vody může dojít v nedostatečně čistých nádobách, kterými si odběratelé vodu z cisterny odnášejí. V případě takto vzniklých problémů a sporů může být dodatečné prokazování, kde k závadě došlo, obtížné.

Obsluhovatelé cisteren musí mít zdravotní průkaz pro činnost epidemiologicky závažnou dle § 19 zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví.

Provozovatel cisteren pro náhradní zásobování vodou by měl vést pro každou cisternu evidenci (provozní deník) se záznamy, jak o místech a časech nasazení příslušné cisterny, tak o provedených opravách, údržbě, čištění a desinfekci cisterny i kontrolách kvality odebraných vzorků vody a provedeném zabezpečení vody. Řádná evidence může být cenným podkladem např. pro řešení pozdějších možných stížností na kvalitu vody.

Shrnutí hygienických zásad pro nouzové zásobování pitnou vodou cisternami (podle Státního zdravotního ústavu):

- převozní cisterny musí být vyhrazeny pouze na převoz pitné vody
- měly by být označeny nápisem „Pitná voda“; vhodné je také umístit do blízkosti výtokového kohoutu nápis upozorňující, že „vodu k pití je vhodné převařit“ (především vzhledem k riziku kontaminace vody při přenosu a uchování v domácnosti)
- čerpaná voda musí svou kvalitou vyhovovat hygienickým požadavkům
- před zahájením používání musí být cisterna dezinfikována
- umístění cisterny v terénu – pokud možno v čistém, bezprašném prostředí, v létě pokud možno ve stínu
- voda v cisterně je použitelná k pití cca 3 dny, za horkého léta je tato doba kratší, v zimě může být naopak prodloužena; umožňují-li to však provozní podmínky, je vhodná obměna vody každý den

- při každém novém plnění je potřeba vypustit veškerý objem vody, při zbytcích vody (u cisteren s výše umístěným výpustním kohoutem) je nutno tyto odstranit
- 1x týdně by měl být stanoven sanitární den – provede se mechanické vyčištění cisterny, její desinfekce a proplach
- tam, kde je to technicky možné, lze k zachování stability vody doporučit dochlorování či jinou desinfekci
- kontrola kvality vody v cisterně se provádí dle možností, popř. na základě rozhodnutí orgánu ochrany veřejného zdraví.