

Vodovod Osenice – vodní zdroj Viničky

Hodnocení zdravotních rizik z pitné vody

Znalecký posudek

Výtisk č. 1

Zadavatel posudku:
Obec Dětenice
Dětenice 141
507 24 Dětenice

Posudek zpracoval :

MUDr.Bohumil Havel, Větrná 9, 568 02 Svitavy

Tel.: 461 532 921, 602 482 404 E-mail : bohumil.havel@centrum.cz

*Soudní znalec v oboru zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací:
hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik*

(jmenován krajským soudem v Hradci Králové dne 5.11.2002 pod č.j. Spr. 2706/2002)

*Držitel osvědčení o autorizaci k hodnocení zdravotních rizik expozice chemickým látkám
v prostředí vydaného Státním zdravotním ústavem Praha pod č. 008/04.*



Svitavy, srpen 2013

Obsah:

I. Zadání a výchozí podklady znaleckého posudku.....	2
II. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik.....	3
III. Hodnocení nebezpečnosti.....	5
<i>Sírany (síranový anion SO_4^{2-})</i>	5
<i>Tvrdost vody - vápník a hořčík</i>	8
<i>Celková mineralizace vody</i>	12
IV. Hodnocení expozice a charakterizace nebezpečnosti.....	13
V. Analýza nejistot.....	13
VI. Závěr.....	14
Příloha - přehled použité a citované literatury.....	15
Znalecká doložka.....	16

I. Zadání a výchozí podklady znaleckého posudku

Na základě objednávky obce Dětenice má být zpracováno hodnocení zdravotních rizik z pitné vody vodního zdroje Viničky, využívaného převážně k zásobování pitnou vodou obce Osenice, pro ukazatele sírany a konduktivita, nevyhovující hygienickým limitům stanoveným vyhláškou č. 252/2004 Sb.¹

Hodnocení zdravotních rizik má sloužit jako jeden z podkladů žádosti o prodloužení dočasné výjimky z jakosti vody ve výše uvedených ukazatelích podle zákona č. 258/2000 Sb.² Úkolem hodnocení rizik je tedy zodpovězení otázky, zda dalším používáním vody z uvedeného zdroje může dojít k ohrožení veřejného zdraví ve smyslu citovaného zákona.

Jako podklad k hodnocení rizika byl zadavatelem poskytnut přehled výsledků rozborů vody na nátok do vodojemu a ve spotřební síti obce v ukazatelích tvrdost (Ca+Mg), konduktivita a sírany za období XI.2001 – IX.2012.

Hodnocení zdravotních rizik výše uvedených ukazatelů jakosti vody bylo pro předmětný zdroj zpracováno jako podklad k žádosti o výjimku z jakosti vody a její prodloužení již v letech 2005 a 2007.

Podle údajů z předchozích hodnocení je prameniště Viničky tvořeno pramenní jímkou, situovanou v místě vývěru podzemní vody ve svažitém terénu v sesuvném území v lesním komplexu přibližně 1 km od severního okraje obce Osenice. Zdroj je vyhlouben v kvarterních sedimentech a částečně ve skalním podloží a jímá převážně křídovou puklinovou vodu systému slínovců a vápnito-slinitých prachovců coniackého stáří. V roce 2002 byl tento zdroj sloužící pro zásobování obce Osenice pitnou vodou rekonstruován a byl vybudován vodojem. Vodovod zásobuje cca 200 obyvatel.

Zvýšený obsah síranů v úrovni 200 – 400 mg/l v jímané vodě je přirozeného původu a je dán přítomností dispergovaného pyritu ve slínovcovém podloží. Svrchní kvarterní zvodeň, kde je obsah síranů ve vodě vlivem oxidačních procesů podstatně vyšší, byla při rekonstrukci zdroje odtěsněna. Zdroj je chráněn oploceným ochranným pásmem I. stupně. Ochranné pásmo II. stupně hydrogeolog s ohledem na specifický oběh podzemní vody nenavrhl.

Obsah síranů se dle poskytnutých výsledků rozborů v posledních 3 letech 2010-2012 pohyboval v rozmezí 174 – 300 mg/l s průměrnou hodnotou 228 mg/l z 12 rozborů. Tvrdost vody (obsah vápníku a hořčíku) se pohybovala vysoko nad doporučenou hodnotou vyhlášky 252/2004 Sb., v rozmezí 4,7 – 6,6 mmol/l s průměrem 5,8 mmol/l.

¹Vyhláška MZ č.252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění

²Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Vodivost vody se pohybovala pod mezní hodnotou limitu s průměrnou hodnotou 110,5 mS/m.

Pro vodovod Osenice, využívající prameniště Viničky, vydala KHS Královéhradeckého kraje v březnu 2005 povolení k užití vody s platností do 31.12.2007, které bylo posléze prodlouženo do 31.12.2013 s maximální povolenou hodnotou síranů 370 mg/l, konduktivity 135 mS/m a tvrdosti 7,4 mmol/l.

Obec Dětenice jako provozovatel vodovodu nyní hodlá požádat orgán ochrany veřejného zdraví o další prodloužení povolení užití vody do 31.12.2020. V důsledku provozních opatření přitom navrhuje mírné snížení maximálních povolených hodnot síranů na 300 mg/l, konduktivity na 130 mS/m a tvrdosti (která je ovšem pouze doporučeným ukazatelem) na 7 mmol/l.

Konduktivita (měrná vodivost vody) v pitné vodě, která obsahuje jen malé množství organických látek, vyjadřuje mineralizaci vody, tedy koncentraci kationů a anionů rozpuštěných anorganických látek. Je určována hlavně obsahem vápníku, hořčíku, sodíku, draslíku, chloridů, dusičnanů, hydrogenuhličitanů, síranů a event. dalších látek. Zhruba platí, že celková mineralizace vody (mg/l) je rovna 7- 9 násobku konduktivity, takže hygienický limit 125 mS/m odpovídá mineralizaci cca 1000 mg/l.

V daném případě se z analyzovaných látek na zvýšené konduktivitě vody zjevně podílí spolu se zvýšeným obsahem síranů vysoká tvrdost vody. Hodnocení rizika je proto provedeno kromě síranů i pro tvrdost vody (i když pro tvrdost vody, tedy obsah vápníku a hořčíku, není závazný hygienický limit stanoven). Přihlédnuto je v rámci existujících poznatků i k celkovému obsahu minerálních látek.

Následující hodnocení zdravotních rizik je zpracováno v souladu s obecnými metodickými postupy US EPA a WHO a autorizačními návody AN 14/03 verze 2³ a AN 16/04 verze 3⁴ Státního zdravotního ústavu Praha pro autorizované hodnocení zdravotních rizik dle zákona č. 258/2000 Sb.

Problematika zdravotních rizik z pitné vody spadá do náplně oboru hygieny obecné a komunální. Zpracovatel znaleckého posudku má v tomto oboru nástavbovou atestaci, licenci ČLK k výkonu funkce lektora a vedoucího lékaře a více než třicetiletou praxi. Je spoluautorem výše zmíněných autorizačních návodů.

II. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik

Kvalita pitné vody je jedním z nejvýznamnějších faktorů životního prostředí, působících bezprostředně na zdraví člověka. Zdravotní rizika z pitné vody jsou dlouho a poměrně dobře známá a také intenzivně vnímána spotřebitelskou veřejností.

Kromě nejčastějšího rizika přenosu infekčních onemocnění se při používání pitné vody může jednat i o riziko toxického působení některých chemických látek, které se mohou ve vodě vyskytovat buď přirozeně v důsledku skladby horninového podloží a fyzikálně chemických vlastností vody nebo mohou vodu kontaminovat v důsledku činnosti člověka.

Zdravotní význam mohou mít i dlouhodobé a významné odchylky od optimálního přívodu minerálních látek pitnou vodou. Na rozdíl od rizika přenosu infekčních onemocnění, které lze z řady důvodů obtížně kvantifikovat, je většinou možné míru rizika nepříznivého působení chemických látek z pitné vody v konkrétních případech hodnotit a vyjádřit kvantitativně.

³Autorizační návod AN/14/03 verze 2 – Autorizující osobou doporučené zdroje informací pro hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha, 2007

⁴Autorizační návod AN 16/04 verze 3 – Přehled základních údajů ke sjednocení postupu při hodnocení zdravotních rizik (HRA) v rámci žádostí o povolení užití vody nebo určení mírnějšího hygienického limitu dle § 3 odst. 4 resp. § 3a zákona č.258/00 Sb., v platném znění. Aktualizovaná verze 3 byla vydána dne 16.9.2011.

Základní metodické postupy hodnocení zdravotních rizik byly vypracovány Americkou agenturou pro ochranu životního prostředí - US EPA⁵ a Světovou zdravotnickou organizací – WHO⁶. Jsou využívány ke zhodnocení závažnosti zdravotního rizika v konkrétních situacích a k následnému řízení rizika, tj. rozhodování o nápravných opatřeních a jejich prioritě.

Mezi základní metodické podklady pro hodnocení zdravotních rizik v České republice patří Manuál prevence v lékařské praxi díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, vydaný v roce 2000 Státním zdravotním ústavem Praha a autorizační návody a literatura doporučená ke kurzu a zkoušce odborné způsobilosti v rámci autorizace k hodnocení zdravotních rizik.

Hodnocení zdravotního rizika obecně zahrnuje čtyři základní kroky:

Prvním krokem je **identifikace nebezpečnosti**, při kterém se zjišťuje, zda a za jakých podmínek může daná látka nepříznivě ovlivnit lidské zdraví. Zdrojem informací jsou toxikologické databáze a odborná literatura, obsahující údaje z epidemiologických studií, experimentů na pokusných zvířatech nebo laboratorních testů.

Druhým krokem je **hodnocení vztahu dávky a účinku**, které má objasnit kvantitativní vztah mezi dávkou dané škodliviny a mírou jejího účinku, což je nezbytným předpokladem pro možnost odhadu míry rizika. U látek, u které nejsou podezřelé z účasti na karcinogenním působení, tedy vyvolání vzniku zhoubných nádorových onemocnění, se předpokládá tzv. prahový účinek. Tento účinek, spočívající v poškození různých systémů v organismu, se projeví až po překročení kapacity fyziologických detoxikačních a reparačních obranných mechanismů v organismu. Lze tedy identifikovat dávku škodlivé látky, která je pro organismus člověka ještě bezpečná a za normálních okolností nevyvolá nepříznivý efekt.

Při hodnocení rizika toxických účinků z pitné vody se jako bezpečná podprahová dávka hodnocené látky většinou používá hodnota akceptovatelného denního příjmu – ADI⁷, stanovená WHO, popř. obdobné referenční hodnoty jiných institucí. Odvozují se buď z výsledků epidemiologických studií známých účinků u člověka nebo pomocí pokusů na laboratorních zvířatech s použitím faktorů nejistoty.

V běžné praxi hodnocení zdravotních rizik jsou informace o nebezpečnosti a vztahu dávky a účinku většinou čerpány formou literární rešerše z uznávaných databází vědeckých institucí. Mohou pak být spojeny do společného kroku nazvaného **hodnocení nebezpečnosti**.

Třetí etapou standardního postupu hodnocení zdravotních rizik je **hodnocení expozice**. Na základě znalosti dané situace se sestavuje expoziční scénář, tedy představa, jakými cestami a v jaké intenzitě a množství je konkrétní populace exponována dané látce a jaká je její dávka. Cílem je přitom postihnout nejen průměrného jedince z exponované populace, nýbrž i reálně možné případy osob s nejvyšší expozicí a obdrženou dávkou. Za tímto účelem se identifikují citlivé podskupiny populace, u kterých předpokládáme vyšší míru expozice nebo zvýšenou vnímavost vůči hodnocenému faktoru, popř. kombinaci obou příčin.

Konečným krokem v odhadu rizika, který shrnuje všechny informace získané v předchozích etapách, je **charakterizace rizika**, kdy se snažíme dospět ke kvantitativnímu vyjádření míry reálného konkrétního zdravotního rizika za dané situace, která může sloužit jako podklad pro rozhodování o opatřeních, tedy pro řízení rizika.

U toxických nekarcinogenních látek je míra rizika většinou vyjádřena pomocí poměru konkrétní zjištěné expozice či dávky k expozici nebo dávce, považované za ještě bezpečnou. Tento poměr se nazývá kvocient nebezpečí. Při hodnotě kvocientu nebezpečí >1 teoreticky hrozí riziko toxického účinku.

⁵US EPA – United States Environmental Protection Agency

⁶WHO – World Health Organization

⁷ADI - Acceptable Daily Intake (akceptovatelný denní příjem stanovený WHO pro člověkem úmyslně používané látky v potravinách nebo pitné vodě. Vyjadřuje denní dávku, kterou může člověk celoživotně požívat bez rizika nepříznivých zdravotních účinků. Je udáván v mg/kg/den. Jeho obdobou pro cizorodé látky je tolerovatelný denní příjem – TDI)

Při důvodech ke konzervativnímu přístupu k hodnocení rizika doporučuje US EPA jako hraniční hodnotu HQ hodnotu 0,5. Avšak po přechodnou dobu ani mírné překročení hodnoty 1 nepředstavuje závažnou míru rizika

Nezbytnou součástí hodnocení je **analýza nejistot** se kterými je každé hodnocení rizika nevyhnutelně spojeno. Přehled a kritický rozbor nejistot z kvalitní pochopení a posouzení dané situace a je užitečné jej zohlednit při řízení rizika, tedy rozhodování o významnosti rizika a o přijatých opatřeních.

Postup hodnocení zdravotních rizik se používá u pitné vody již při stanovení limitních koncentrací, u nás uvedených ve Vyhlášce MZ č. 252/2004 Sb.

V některých případech je účelné hodnotit zdravotní riziko i v konkrétních situacích jednotlivých zdrojů a systémů zásobování pitnou vodou. Při překročení limitů se tímto postupem získají podklady o závažnosti situace užitečné při rozhodování o prioritách, termínech a nákladech na opatření, popř. možnosti dočasné výjimky, jako je v tomto případě.

III. Hodnocení nebezpečnosti

Sírany (síranový anion SO_4^{2-})

Použití, chování a výskyt ve vodě

Sírany se přirozeně vyskytují v přírodě v minerálech, půdě a horninách. V přírodních vodách patří spolu s hydrogenuhličitanem a chloridy (popř. dusičnany) mezi hlavní aniony. Jsou konečným produktem oxidace síry ve vodách. Za anaerobních podmínek při značně záporných hodnotách oxidačně-redukčního potenciálu se mohou biochemicky redukovat na sulfidy. Jinak jsou ve vodě stabilní.

Známé je využití síranů ve vodárenství, síran hlinitý se používá jako flokulans při úpravě vody, síran měďnatý jako algicid k hubení řas. Vzhledem k vysoké rozpustnosti nejsou sírany z vody odstraňovány při běžných úpravárenských technologiích. V rozpuštěné formě se ve vodě vyskytuje především jednoduchý síranový anion SO_4^{2-} .

Mezi dobře rozpustné sírany patří síran sodný, draselný a hořečnatý, zatímco síran vápenatý a barnatý jsou méně rozpustné. Vyšší koncentrace síranů může být příčinou agresivity vody vůči betonu v důsledku vzniku zvláštní sloučeniny ettringitu. Sírany mohou spotřebováním volného chloru snižovat účinnost dezinfekce vody. Zvyšují též korozi materiálu z měkké oceli v distribučním systému a sirovodík vznikající účinkem síranů redukujících bakterií může vodě dodávat nepříjemnou chuť a pach [1].

Chuťový práh síranů ve vodě kolísá v širším rozmezí v závislosti na individuální citlivosti a vlastnostech vody. Celkově je možné na základě dostupných údajů konstatovat, že ještě nevýznamný chuťový efekt má koncentrace síranů 200 – 300 mg/l. Pro síran sodný je chuťový práh udáván v rozmezí 180 - 550 mg/l, pro síran vápenatý v rozmezí 250 – 900 mg/l a pro síran hořečnatý v rozmezí 400 – 600 mg/l. Nepříjemná chuť vody je obvykle zřetelně vnímána při koncentraci až nad detekčním chuťovým prahem [2].

Atmosférické vody obsahují sírany v jednotkách mg/l, ale ve znečištěných oblastech až v desítkách mg/l. V podzemních vodách bývají obvykle v koncentraci desítek až stovek, v extrémech ale až tisíců mg/l. Zvláště bohaté na sírany jsou některé minerální vody.

V pitné vodě v síti veřejných vodovodů zásobujících oblasti do 5 000 obyvatel byl v ČR podle zprávy Monitoringu HS⁸ v roce 2012 průměrný obsah síranů 52,6 mg/l s maximem 470 mg/l.

⁸Monitoring hygienické služby - Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí, prováděný Státním zdravotním ústavem v Praze a pracovišti hygienické služby v ČR od roku 1994. Subsystem 2 se zabývá zdravotními důsledky a riziky znečištění pitné vody, subsystem 4 se zabývá zátěží lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců.

Zvýšený obsah síranů je poměrně častým důvodem žádostí o dočasné určení mírnějšího hygienického limitu. Z 234 zásobovaných oblastí s výjimkou z kvality pitné vody je důvodem ve 13 oblastech, zásobujících pitnou vodou cca 6000 obyvatel. Povolená limitní hodnota se pohybuje v rozmezí 280 - 545 mg/l [3].

Příjem a chování v organismu

Procento vstřebávání síranů v zažívacím traktu závisí na jejich celkovém požitém množství, ostatních doprovázejících anionech a dalších komponentech potravy. Malé dávky síranů jsou vstřebávány dobře, vysoké dávky překračující absorpční kapacitu jsou vyloučeny stolicí a mohou vést k osmotickému průjmu⁹.

Síran hořečnatý je vstřebáván v menší míře a s většími individuálními rozdíly, nežli síran sodný. Anorganické sírany tvoří jen malou část sloučenin síry v lidském těle a mezi jejich příjmem a vylučováním ledvinami je udržována rovnováha. V těle se neakumulují ani při požívání vysokých dávek. V organismu mají sírany důležitou úlohu při detoxikaci a vylučování některých látek.

Hlavním zdrojem příjmu síranů je za běžných podmínek potrava, především aminokyseliny obsahující síru. Průměrný denní příjem síranů potravou v USA byl odhadnut na 453 mg, celkový příjem z potravy, vody a vzduchu na 500 mg. V oblastech s vysokým obsahem síranů v pitné vodě však může být příjem vodou dominantní [4].

Toxicita

Sírany jsou jedním z nejméně toxických aniontů. U člověka jsou známé účinky vysokých dávek síranů při perorálním podání v podobě průjmu a eventuálně související dehydratace a podráždění zažívacího traktu. Síran hořečnatý neboli Epsomská sůl se léta používá jako pročišťovadlo (purgativum).

Popsány byly případy průjmů u kojenců exponovaných vodě s obsahem síranů od 630 do 1150 mg/l, nebyly zde však vyloučeny i jiné možné příčiny zdravotních obtíží. U dospělých osob byl v experimentech a dotazníkových průzkumech zjištěn mírný projímavý účinek při pití vody s koncentrací síranů nad 1000 mg/l [4,5].

Přesnější stanovení hranice účinku je komplikováno i tím, že sírany v podzemní vodě bývají často provázány vyšší koncentrací dalších látek, jako je například hořečík a sodík, které se mohou též podílet na průjmovém účinku, nebo ovlivňovat chuťové vlastnosti vody a tím i její spotřebu k pití.

K posouzení možných účinků síranů na kojence byla provedena experimentální studie na novorozenech selatech, která prokázala osmotický projímavý účinek síranu sodného ve vodě až při koncentraci 1600 – 1800 mg/l, aniž by však tento účinek měl závažnější zdravotní dopady v podobě dehydratace a ztrátě na váze.

Pracovní setkání expertů, uspořádané CDC¹⁰ v roce 1998 na téma zdravotních efektů síranů z pitné vody konstatovalo, že v podstatě není dostatek vědeckých dokladů o tom, že by expozice vysokým dávkám síranů měla mít nepříznivé zdravotní účinky. Dále je zřejmé, že dospělí lidé se na vyšší dávky síranů z vody cca během 1 – 2 týdnů aklimatizují.

Není tedy dostatek vědeckých důvodů k závazné regulaci obsahu síranů v pitné vodě, nicméně se ale považuje za vhodné informovat a upozornit citlivější subpopulaci (matky s kojenci, starší lidé, lidé se zdravotními problémy, cestující) v oblastech s obsahem síranů nad 500 mg/l [6]. Studie u pokusných zvířat prokazují, že sírany nevykazují reprodukční nebo vývojovou toxicitu [2].

⁹Průjem vznikající po požití zvýšeného množství nevstřebatelných, ve vodě rozpustných látek, kdy dochází k osmotickému přesunu tekutiny z těla do střevního obsahu, zvýšené peristaltice a urychlenému vyprázdnění.

¹⁰CDC – Center for Disease Control and Prevention (federální agentura ministerstva zdravotnictví USA)

Obsah siriých sloučenin ve střevním obsahu je zvažován jako rizikový faktor v etiologii onemocnění vředovým zánětem tlustého střeva (ulcerativní colitis). Jako působící látka je uvažován sirovodík, vznikající činností sírany redukujících bakterií.

Tato hypotéza je podpořena experimentálním vyvoláním zánětu tlustého střeva u pokusných zvířat, zvýšenou hladinou fekálních sulfidů u pacientů s touto nemocí a příznivým účinkem diety se sníženým obsahem zdrojů síry jako součástí její standardní terapie. Současné poznatky však nedovolují vyloučit i jiné možné příčinné faktory a nejsou dostatečným podkladem ke kvantitativnímu hodnocení rizika [7].

Výbor pro potraviny a výživu Lékařského institutu Národní akademie věd USA (IOM¹¹) publikoval výsledky hodnocení dietárního příjmu síranů a jeho bezpečné hranice v roce 2005 [7]. Konstatoval, že fyziologická potřeba síranů je dostatečně pokryta doporučeným příjmem aminokyselin obsahujících síru a ke stanovení horní hranice tolerovatelného příjmu (UL)¹² nejsou k dispozici dostatečné informace.

V souhrnu z existujících poznatků vyplývá, že při koncentraci síranů nad 500 mg/l, zejména při současné přítomnosti dalších osmoticky aktivních látek, je možné předpokládat možnost mírných průjmových účinků. Při nepřítomnosti jiných osmoticky aktivních látek jsou průjmové účinky nepravděpodobné až do koncentrace síranů cca 1000 mg/l [2]. Citlivější nežli dospělí jsou k tomu účinku děti a to zejména kojenci při přechodu z mateřského mléka. Kromě průjmového účinku zřejmě může pití vody s vysokým obsahem síranů minimálně nad 500 mg/l vést k narušení trávicích funkcí v důsledku snížené sekrece a kyselosti žaludeční šťávy. Tento účinek byl popsán u psů při koncentraci síranů 1000 mg/l a více a též v jedné epidemiologické studii v bývalém SSSR, kde byly ovšem ve vodě vysoké koncentrace i dalších minerálních látek [8].

Zdravotním rizikem některých síranů, používaných v potravinářství, konkrétně síranu sodného a síranu vápenatého, se opakovaně zabývala komise JECFA FAO/WHO¹³ a Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA¹⁴). Závěrem těchto hodnocení je též konstatování, že nebyly shledány důvody k obavám z nepříznivých účinků síranů, vyjma možnosti mírných zažívacích potíží u některých osob při vysokých dávkách [9,10,11].

Doporučený limit WHO

V současném 4. vydání směrnice WHO pro kvalitu pitné vody se uvádí, že existující data neumožňují stanovit obsah síranů v pitné vodě, který by způsoboval nepříznivé zdravotní účinky u lidí [12]. Výsledky experimentu u novorozenců selat a studie u dobrovolníků naznačují projímavý účinek síranů při koncentraci 1000 – 1200 mg/l, který však nevede ke zdravotně nepříznivým důsledkům v podobě ztráty tělesné hmotnosti a dehydratace.

Obsah síranů v pitné vodě může nepříznivě ovlivňovat chuť vody, přičemž nejnižší chuťový práh má síran sodný (přibližně 250 mg/l). Sírany též mohou přispívat ke korozi distribučního vodovodního systému.

Po zvážení těchto účinků síranů nenavrhuje WHO žádnou limitní koncentraci, založenou na zdravotních důvodech. Doporučuje však, aby vzhledem k projímavému účinku vody s vysokým obsahem síranů byly zdravotní orgány informovány o zdrojích vody s obsahem síranů nad 500 mg.

¹¹IOM (Institute of Medicine of the National Academies of Sciences) – Lékařský institut Národní akademie věd USA. Jeho výbor pro potraviny a výživu (Food and Nutrition Board) stanovuje na základě současných poznatků doporučené hodnoty dietárního příjmu pro různé látky.

¹²UL (Tolerable Upper Intake Level) Maximální úroveň denního příjmu z potravy, vody a suplementace, která pravděpodobně nepředstavuje riziko nepříznivých účinků.

¹³JECFA FAO/WHO (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) - Mezinárodní expertní komise při Organizaci pro potraviny a zemědělství OSN a WHO, která připravuje hodnoty ADI.

¹⁴EFSA – European Food Safety Authority

Přijaté limity

Vyhláška MZ č.252/2004 Sb. stanoví pro sírany mezní hodnotu 250 mg/l s poznámkou, že voda nesmí být agresivní. Směrnice Rady č.98/83/ ES¹⁵ uvádí sírany mezi indikačními ukazateli pro monitoring kvality vody též v hodnotě 250 mg/l a poznámkou o agresivitě vody. Při překročení těchto indikačních ukazatelů mají členské státy povinnost uvážít, zda to představuje ohrožení lidského zdraví a tam, kde je zapotřebí zdraví chránit, uskutečnit nápravná opatření. V USA závazná limitní koncentrace pro sírany stanovena není, též je zde pouze doporučená koncentrace 250 mg/l z hlediska organoleptické kvality vody.

Limity pro krátkodobý příjem

V posledním přehledném materiálu z roku 2003 US EPA uvádí pro krátkodobý příjem síranů pitnou vodou únosnou koncentrací ze zdravotního hlediska (Health Advisory) 500 mg/l, pokud nejsou ve vodě přítomny ve vyšším množství další osmoticky aktivní látky. Při současné vysoké celkové koncentraci rozpuštěných látek nebo jiných osmoticky aktivních iontů se při použití takové vody k přípravě umělé kojenecké stravy nebo nutričních doplňků může projevit průjmový efekt. Těchto případech by se měla použít voda s nízkým obsahem minerálů [2]. Dle SZÚ Praha lze připustit pro nouzové zásobování pitnou vodou v trvání do 30 dnů u síranů koncentraci do 500 mg/l [13].

Tvrdost vody - vápník a hořčík

Použití, chování a výskyt ve vodě

Tvrdost vody je tradičním měřítkem schopnosti vody reagovat s mýdlem za vzniku mýdlové pěny. V tvrdé vodě je množství mýdla potřebné k dosažení tohoto efektu výrazně vyšší. Na tvrdosti vody se podílí různé rozpuštěné polyvalentní kationy, dominantně však kationy vápníku a hořčíku. Vápník a hořčík představují dvě významné makrosložky pitné vody. Do vody se dostávají rozkladem a rozpouštěním minerálů, což u podzemních vod podporuje rozpuštěný CO₂. K obohacování vody vápníkem a hořčíkem též dochází úpravou vody při odkyselování podzemních vod nebo stabilizaci málo mineralizovaných vod.

V málo a středně mineralizovaných vodách se vápník a hořčík vyskytují převážně jako jednoduché ionty Ca²⁺ a Mg²⁺. Ve více mineralizovaných vodách se mohou ve větším množství tvořit různé iontové asociáty.

V neznečištěných atmosférických vodách bývají koncentrace vápníku a hořčíku obvykle pod 1 mg/l. V prostých podzemních a povrchových vodách se koncentrace vápníku pohybuje řádově od desítek do několika stovek mg/l a koncentrace hořčíku od jednotek do několika desítek mg/l. Vyšší obsah vápníku a hořčíku se nachází v některých minerálních vodách.

V pitné vodě veřejných vodovodů zásobujících do 5000 osob byla podle zprávy Monitoringu HS v roce 2012 průměrná koncentrace vápníku a hořčíku 1,8 mmol/l. Z hlediska zásobování obyvatel ČR pitnou vodou bylo vodou s optimální tvrdostí (2 – 3,5 mmol/l) v roce 2012 zásobováno 27 % obyvatel, měkká voda byla distribuována 62 % obyvatel, tvrdší voda 11 % obyvatel [3].

Obsah vápníku a hořčíku v pitné vodě má význam z hlediska technologického a provozního a projevuje se na senzorické jakosti pitné vody. Vysoký obsah zejména vápníku v tvrdé vodě vede k tvorbě inkrustací v potrubích a na materiálech přicházejících do styku s vodou. Jak již bylo uvedeno, v tvrdé vodě se špatně rozpouští mýdlo a zvyšuje se jeho spotřeba. Dalšími projevy vysoké tvrdosti vody může být tvorba povlaku na hladině kávy a čaje a ztráta aromatických látek z jídle a nápojů vyvázáním na uhličitan vápenatý.

¹³Směrnice Rady č.98/83/ES - Směrnice Rady Evropského společenství z roku 1998 o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu.

Naopak měkká voda bývá agresivní a způsobuje korozi potrubí, což může vést k uvolňování některých toxických kovů.

Obsah vápníku a hořčíku se spolu s dalšími minerály podílí na chuťových vlastnostech vody. Chuťový práh, od kterého je již vnímána specifická chuť, se u iontů vápníku pohybuje v závislosti na přítomnosti dalších látek v rozmezí 100 – 300 mg/l, chuťový práh hořčíku je nižší. Na rozdíl od jiných látek nad chuťovým prahem však u tvrdosti vody mohou být spotřebiteli vnímány jako přijatelné i koncentrace vyšší [8].

Příjem a funkce v organismu

Základní cestou příjmu vápníku a hořčíku pro člověka je potrava. Nejbohatším zdrojem vápníku jsou mléčné výrobky. Potravinové zdroje hořčíku jsou více rozmanité. Běžná strava poskytuje denně asi 1000 mg vápníku a 200 - 400 mg hořčíku.

Stupeň absorpce v zažívacím traktu při běžném příjmu se udává asi 30 % u vápníku a 35 % u hořčíku. Absorpce z mléka a pitné vody se u obou prvků odhaduje kolem 50 % [14].

Odhaduje se, že příjem vápníku a hořčíku z pitné vody tvoří ve srovnání s dietárním příjmem jen asi 5-20 %. Přesto se předpokládá, že v některých případech může voda představovat významný příspěvek k celkovému příjmu těchto prvků, což se vysvětluje vyšším stupněm vstřebávání těchto prvků přítomných ve vodě ve volné iontové formě, vyšším stupněm absorpce při častějším příjmu menších dávek při pití během dne, menšími ztrátami vápníku a hořčíku z potravin při vaření v tvrdé vodě a hlavně celkovým deficitem vápníku a hořčíku u významné části populace mnoha zemí [14-17].

Vápník i hořčík jsou pro člověka esenciální, tedy nezbytné prvky, které v organismu plní řadu důležitých funkcí. Vápník je základním stavebním prvkem kostí a zubů a je nezbytný pro mnoho nervosvalových a buněčných funkcí. Stálá hladina iontů vápníku v tělesných tekutinách je udržována regulačním mechanismem, ve kterém má hlavní úlohu hormon příštítných tělísek a vitamin D. Při nedostatečném příjmu vápníku dochází k jeho uvolňování z kostí, což při dlouhodobém stavu vede k řídnutí kostí (osteoporóze) a zvýšenému riziku zlomenin. Populační skupiny s vyšší potřebou vápníku a rizikem deficitu jsou děti, zejména v prvních 2 letech věku a pubertě, těhotné ženy zejména v třetím trimestru, kojící ženy, ženy po menopauze a možná i starší muži [18].

Zvýšený přísun vápníku potravou nebo jejími doplňky je provázen sníženým vstřebáváním v zažívacím traktu a zvýšeným vylučováním močí. Nepředpokládá se proto, že by mohl představovat zdravotní riziko. Naopak vazbou kyseliny šťavelové v potravě v zažívacím traktu vápník prokazatelně snižuje riziko ledvinových kamenů. Zvyšovat riziko ledvinových kamenů by zřejmě mohl pouze vysoký příjem vápníku nedoprovázený potravou, jako v případě nadužívání farmaceutických doplňků [15].

Na základě některých studií byly vysloveny hypotézy o možném preventivním účinku vápníku, respektive riziku při jeho deficitu ve vztahu k pre-eklampsii¹⁶, rakovině tlustého střeva a hypertenzi. Tyto hypotézy však nelze považovat za prokázané. Hodnoty doporučeného příjmu vápníku proto WHO odvozuje na základě optimální bilance ve vztahu k metabolismu kostí [18].

Hořčík je kofaktorem asi 350 buněčných enzymů, z nichž mnohé se účastní energetického metabolismu. Je též zapojen do syntézy bílkovin a nukleových kyselin a je potřebný pro normální tonus cév a citlivost na insulin. Významnou úlohu má v regulaci hladiny draslíku a v metabolismu vápníku. Asi polovina obsahu hořčíku v těle je vázána v kostech, odkud se může při deficitu uvolňovat, avšak tato použitelná zásoba se významně snižuje s věkem. Stupeň absorpce hořčíku ze zažívacího traktu a jeho vylučování ledvinami se přizpůsobuje potřebě organismu.

¹⁶Preeklampsie – těhotenské onemocnění s otoky, bílkovinou v moči a vysokým krevním tlakem, které někdy může vyústit až v křečové stadium (eklampsií).

Přesto má podle WHO vysoké procento evropské populace nižší příjem hořčíku, nežli jsou doporučené hodnoty [19].

Podle výsledků Monitoringu HS představovala průměrná dávka vápníku a hořčíku z potravy v roce období 2008/2009 asi 90 %, resp. 65 % doporučeného denního přívodu pro populaci dle vyhlášky č. č. 225/2008 Sb.¹⁷ Příjem vápníku nemusí být dostatečný pro kritické skupiny populace (děti a adolescenti, těhotné a kojící ženy, ženy starší 60 let), projevit se může i nedostatek hořčíku, zejména u starších osob [20].

Deficit hořčíku byl prokázán jako rizikový faktor pro hypertenzi, aterosklerózu a srdečně cévní nemoci, diabetes typu 2 a metabolický syndrom. Hořčík je účinný v léčbě srdečních arytmií a preeklampsie [14,19]. Ve studiích in vitro a experimentech u pokusných zvířat byla prokázána ochranná účinnost hořčíku v některých procesech vývoje arteriosklerózy, jako jsou zánětlivé procesy v cévách. Vyšší příjem hořčíku z potravy a vody je považován za relativně neškodný. Vyšší koncentrace v pitné vodě může mít spolu s vyšším obsahem síranů projímavý účinek.

Zdravotní význam tvrdosti vody – epidemiologické studie

První studie popisující nepřímý vztah mezi tvrdostí pitné vody a úmrtností na srdečně cévní onemocnění pocházejí z šedesátých let minulého století. Od té doby bylo publikováno mnoho dalších studií různého typu a metodologické úrovně z různých zemí, které se zabývaly vztahem tvrdosti vody, nebo přímo obsahu vápníku a hořčíku ve vodě, ke kardiovaskulárním onemocněním. Ve většině z nich, ale ne ve všech, byla v oblastech s vyšší tvrdostí vody zjištěna nižší úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění (infarkt myokardu, cévní mozkové příhody). Zjištěný rozdíl v úmrtnosti ve srovnání s oblastmi s měkkou vodou byl až 25 %.

Potřeba objasnit, jaký význam má příjem minerálních látek pitnou vodou, intenzivně nabývá na aktuálnosti s narůstajícím rozsahem využívání technologií úpravy vody produkujících vodu s podstatně jiným minerálním složením, nežli mají přírodní vody, historicky využívané jako zdroje pitné vody. WHO se proto v posledních letech touto otázkou intenzivně zabývala a uspořádala k tomuto tématu dvě sympozia expertů.

První symposium pořádané v roce 2003 dospělo k závěru, že v přírodních vodách se pouze několik minerálních látek nachází v takovém množství, aby bylo možné předpokládat, že jejich příjem pitnou vodou může být za některých okolností významným příspěvkem a v první řadě se jedná o hořčík a vápník, podmiňující tvrdost vody. Na základě kritického vyhodnocení existujících studií dospělo symposium k závěru, že i když se většinou jedná o studie tzv. ekologického typu, které nevypovídají o kauzalitě sledovaného vztahu a mohou být zkresleny různými faktory, hypotéza o příznivém účinku tvrdé vody u kardiovaskulárních onemocnění je pravděpodobně validní a hlavním nositelem tohoto příznivého účinku je s velkou pravděpodobností hořčík.

Tento závěr podporují i některé epidemiologické studie případů a kontrol, stejně jako studie klinické. Popsány byly i další příznivé účinky tvrdé vody např. ve vztahu k ledvinovým kamenům, neurodegenerativním poruchám ve stáří, velmi nízké porodní váze u dětí, zlomeninám u dětí, komplikacím v těhotenství, hypertenzi a možná i některým nádorům, avšak nejsou zatím podloženy přesvědčivými důkazy [16].

Nejspolehlivější důkazy z epidemiologických studií existují pro souvislost mezi deficitem hořčíku a pravděpodobností náhlého úmrtí na srdeční zástavu, která se vysvětluje arytmií nebo spasmem srdečních tepen. Zdá se přitom, že ochranný účinek hořčíku spíše spočívá ve snížení rizika úmrtí u osob s již vyvinutým srdečně cévním onemocněním, nežli v prevenci vzniku těchto onemocnění. Nicméně patofyziologické studie a experimenty u pokusných zvířat ukazují na ochranný účinek hořčíku i při vzniku hypertenze a rozvoji arteriosklerózy.

¹⁷ Vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin, ve znění vyhlášky č. 352/2009 Sb. uvádí v příloze č. 5 doporučenou denní dávku 800 mg vápníku a 375 mg hořčíku

Hlavním závěrem jednání expertů bylo doporučení detailnějšího posouzení podkladů o příznivých zdravotních účincích konzumace tvrdé pitné vody [16].

K podobným závěrům včetně nedostatku údajů o konkrétním mechanismu pravděpodobného protektivního účinku tvrdé vody vůči kardiovaskulárním onemocněním dospělo v roce 2005 i obsáhlé kritické vyhodnocení epidemiologických studií, dosud publikovaných v anglicky psané odborné literatuře [21].

V roce 2006 se v USA uskutečnilo další symposium již přímo na téma možného ochranného účinku tvrdé vody proti kardiovaskulárním nemocem, jehož výstupem je publikace vydaná WHO v roce 2009 [15]. Kromě klinických a nutričních studií je v této publikaci zahrnuto i review analytických epidemiologických studií, které poskytují spolehlivější výsledky k průkazu kauzálních vztahů, nežli studie ekologického typu. Studie zaměřené na vztah mezi celkovou tvrdostí nebo obsahem vápníku ve vodě a rizikem akutních infarktů myokardu (IM) nebo kardiovaskulární úmrtnosti neposkytly důkazy o asociaci. Negativní výsledek měly i studie zaměřené na vztah mezi hořčíkem a IM. Pět studií zkoumalo vztah mezi obsahem hořčíku v pitné vodě a kardiovaskulární úmrtností. I když ne všechny dospěly ke statisticky významným výsledkům a některé měly problémy s kontrolou možných interferujících faktorů, všechny ukázaly stejný obrácený trend, zejména při koncentraci hořčíku nad 5 mg/l. Statistickou významnost nabýval tento vztah při koncentraci hořčíku kolem 10 mg/l a více.

I když to ještě není přímo průkaz kauzality, je toto zjištění ve shodě s dobře známými účinky hořčíku na kardiovaskulární funkce a podle některých odborníků mají tyto důkazy spolu poznatky klinickými a nutričními již dostatečnou váhu k tomu, aby se promítly do vydání nových směrnic pro pitnou vodu [15].

Tento názor však ještě stále není jednotný a s ohledem na multifaktoriální etiologii kardiovaskulárních onemocnění, pestrost potravinových zdrojů vápníku a hořčíku a různorodost výživových zvyklostí je otázkou, zda je vůbec reálné epidemiologickými studiemi dospět k jednoznačnému průkazu.

Naděje jsou kladeny do intervenčních studií v oblastech, kde došlo k podstatné změně v tvrdosti dodávané pitné vody. Taková studie byla realizována v Anglii, avšak nepodařilo se nalézt oblasti s dostatečným počtem obyvatel, aby mohla dospět k přesvědčivému výsledku [22]. K jednoznačným závěrům nedospěla ani poslední velká kohortová studie z Holandska, která v souhrnu nenalezla vztah vápníku nebo hořčíku ke kardiovaskulární úmrtnosti. Vztah k příjmu hořčíku z pitné vody byl nalezen pouze u souboru mužů a žen s nejnižším dietárním příjmem hořčíku. Tento vztah však byl obrácený (tedy odpovídající ochranné funkci hořčíku) pouze u mužů, zatímco u žen byl opačný [14,23].

Nejistotou zůstává i vlastní mechanismus, jakým se pozorovaný protektivní účinek tvrdé vody může uplatňovat. Kromě působení hořčíku a kalcia existují alternativní hypotézy vysvětlující ochranný účinek tvrdé vody vyšší přítomností esenciálních prvků nebo naopak působením toxických kovů, které mohou být ve větší míře vyluhovány z materiálu vodovodních rozvodů agresivní měkkou vodou. Vápník a v menší míře i hořčík mají i z tohoto pohledu ochrannou funkci, neboť tvorbou nerozpustných sloučenin a obsazením vazebných míst snižují vstřebávání toxických kovů jako je olovo nebo kadmium.

Jedna alternativní hypotéza uvažuje i o uplatnění nižšího pH měkké vody s obvykle nižším obsahem hydrogenuhlíčitanu a následným zvýšeným vylučováním vápníku a hořčíku ledvinami při narušení acidobazické rovnováhy v organismu [24].

Ve vztahu k vysoké tvrdosti vody byl v některých starších studiích z Ruska z oblastí s vodou tvrdší nežli 5 mmol/l popsán vyšší výskyt žlučových, močových a slinných kamenů, postižení kloubů i dalších onemocnění. Vesměs se však jednalo o vodu s vysokým obsahem i jiných minerálních látek.

V oblastech s konzumací vysoce mineralizované vody byl např. u dětí popsán častější výskyt nemocí zejména močového systému, častější poruchy fyzického vývoje a u jejich matek častější komplikace v těhotenství. Nepříznivé účinky ve smyslu nadměrné zátěže kompenzačních mechanismů, ztrát energie a urychlení procesu stárnutí byly při dlouhodobé konzumaci vysoce mineralizované vody popsány v experimentech u pokusných zvířat. Nejvíce důkazů z experimentů i epidemiologických studií existuje pro vztah mezi konzumací vysoce tvrdé vody a zvýšeným rizikem močových kamenů, které se vysvětluje např. narušením koloidně – krystalické rovnováhy moče. Toto riziko lze předpokládat až při extrémních hodnotách tvrdosti pitné vody nad 5 mmol/l [8].

Uvádí se také, že tvrdá voda může zhoršovat příznaky atopického ekzému u dětí školního věku, kde je možné vysvětlení zvýšeným užíváním mýdla a drážděním pokožky rezidui kovů nebo solí mýdla ulpívajícími na kůži nebo oděvu [14].

Doporučený limit WHO

V aktualizovaném podkladovém materiálu ke směrnici pro kvalitu pitné vody (Guidelines for drinking-water quality) WHO v roce 2011 uvádí, že pitná voda může být důležitým zdrojem vápníku a hořčíku pro část populace s nízkým dietárním příjmem těchto prvků. Konstatuje nálezy analytických epidemiologických studií indikujících pozitivní vliv hořčíku na kardiovaskulární úmrtnost při koncentraci v pitné vodě kolem 10 a více mg/l, které sice ještě spolehlivě neprokazují kauzalitu, avšak jsou v souladu s dobře známými příznivými účinky hořčíku na kardiovaskulární funkce. Zatím však WHO nepovažuje současné poznatky za dostatečné ke stanovení doporučeného zdravotně podloženého limitu pro tvrdost vody [14].

Přijaté limity

Vyhláška MZ č.252/2004 Sb., stanoví doporučený obsah vápníku v rozmezí 40 – 80 mg/l s minimální mezní hodnotou 30 mg/l pro vody u kterých je uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku. Obdobně je zde uveden doporučený obsah hořčíku 20 – 30 mg/l s minimální mezní hodnotou 10 mg/l pro upravované vody. Limit pro maximální obsah vápníku a hořčíku stanoven není, velmi vysoká tvrdost je však obvykle spojena s vysokou koncentrací veškerých rozpuštěných látek, která je limitována mezní hodnotou vodivosti (konduktivity) 125 mS/m. Doporučený obsah vápníku a hořčíku (tvrdost vody) je stanoven v rozmezí 2 – 3,5 mmol/l s poznámkou, že jde o optimální koncentraci z hlediska zdravotního, nikoliv technického.

Limity pro krátkodobý příjem

Pro krátkodobý příjem lze dle SZÚ Praha připustit pro nouzové zásobování pitnou vodou v trvání do 30 dnů koncentraci hořčíku do 125 mg/l [13].

Celková mineralizace vody

Vedle jednotlivých minerálních látek může mít zdravotní význam i celkový obsah těchto látek v pitné vodě. Nasvědčují tomu již zmíněné starší ruské epidemiologické studie a experimenty na pokusných zvířatech s dlouhodobou konzumací vysoce mineralizované vody.

I když tyto údaje neumožňují přesnější stanovení vztahu expozice a účinku, nasvědčují tomu, že hranice celkové mineralizace vody mezi ještě nevýznamným a již statisticky významným účinkem se zřejmě nachází v oblasti tradiční hranice mezi vodou pitnou a minerální, tedy okolo 1000 mg/l [8].

Závisí zde ovšem na řadě dalších faktorů, v první řadě na množství skutečně konzumované vody, které je např. podstatně vyšší v zemích s teplejším klimatem.

IV. Hodnocení expozice a charakterizace nebezpečnosti

Expoziční scénář : celoroční používání vody z veřejného vodovodu

Pro kvantitativní odhad expozice se v rámci zvoleného expozičního scénáře pro látky s prahovým účinkem provádí výpočet průměrné denní dávky, která se pak porovná s ještě bezpečnou dávkou referenční.

Pro minerální látky, které jsou ve srovnání s pitnou vodou přijímány v podstatně vyšším množství potravou, klasické referenční dávky typu TDI nebo RfD nejsou stanoveny. V některých případech jsou stanoveny doporučené hodnoty jejich celkového příjmu, který je v daném případě u vápníku a hořčíku u části populace deficitní.

Jediným prokázaným nepříznivým účinkem zvýšené koncentrace síranů v pitné vodě je vyvolání osmotického průjmu, zejména u neadaptovaných jedinců. Tento účinek se dle objektivně nepotvrzených zpráv u nejcitlivějších jedinců může projevit při obsahu síranů cca od 500 mg/l. Při použití této koncentrace jako referenční úrovně expozice dospějeme u pitné vody z hodnoceného vodovodu s obsahem síranů do 300 mg/l k výši kvocientu nebezpečí $HQ = 0,6$. Je tedy možné konstatovat, že riziko nepříznivých zdravotních účinků zde nehrozí.

Ve vztahu k vysoké tvrdosti vody bylo v některých studiích popsáno riziko zvýšené tvorby močových a možná i jiných kamenů (žlučových, slinných) a kloubních onemocnění při hodnotách tvrdosti nad 5 mmol/l. Uvádí se také, že tvrdá voda může zhoršovat příznaky atopického ekzému u dětí školního věku, kde je možné vysvětlení zvýšeným užíváním mýdla a drážděním pokožky rezidui kovů nebo solí mýdla ulpívajícími na kůži nebo oděvu.

Při tvrdosti vody v hodnoceném vodovodu cca 6 mmol/l vychází při použití uvedené hodnoty 5 mmol/l jako referenční úrovně expozice kvocient nebezpečí HQ 1,2. Zmíněné riziko zvýšené tvorby močových kamenů tedy nelze zcela vyloučit.

Spolehlivý důkaz, že vysoká tvrdost vody představuje významné zdravotní riziko, však současné poznatky neposkytují. Naopak příznivým faktorem je pravděpodobný efekt vysokého obsahu hořčíku v dodávané vodě, kterému se přisuzuje ochranný účinek u rizika kardiovaskulárních onemocnění.

Celková mineralizace vody ve vodovodu Osenice se podle ukazatele konduktivity přibližuje tradiční hranici mezi vodou pitnou a minerální. K dlouhodobému používání jako vody pitné proto není vhodná. Podle současných znalostí však její konzumaci též nelze považovat za prokazatelné zdravotní riziko.

V. Analýza nejistot

Každé hodnocení zdravotního rizika je nevyhnutelně spojeno s určitými nejistotami, danými použitými daty, stavem poznání vlastností a účinků hodnocených látek, expozičními faktory, odhady chování exponované populace, apod. Proto je jednou z neopominutelných součástí hodnocení rizika i popis a analýza nejistot, které jsou s hodnocením spojeny a kterých si je zpracovatel vědomý.

V hodnocení zdravotního rizika z používání pitné vody se zvýšeným obsahem síranů jsou nejistoty minimální. Určitým zdrojem nejistot je dosud neúplná znalost možných rizik spojených s dlouhodobou spotřebou velmi tvrdé vody a obecně vody s vyšším stupněm obsahu minerálních látek. Vzhledem k těmto nejistotám byl při formulaci závěrů hodnocení uplatněn princip předběžné opatrnosti, při kterém se berou do úvahy i hypotetická rizika, která dosud nebyla spolehlivě prokázána.

VI. Závěr

Z provedeného hodnocení zdravotních rizik z pitné vody ze zdroje Viničky, zásobujícího vodovod obce Osenice, vyplývají tyto závěry:

- Zvýšený obsah síranů v pitné vodě nepředstavuje zdravotní riziko, nanejvýše se může v kombinaci s dalšími ukazateli podílet na změnách chuťových vlastnostech vody.
- Nelze vyloučit, že vysoká tvrdost vody, která je hlavním důvodem vyšší konduktivity vody, může vést při dlouhodobé spotřebě k vyššímu riziku tvorby močových a možná i jiných (žlučových, slinných) kamenů a kloubních potíží.
- Z důvodu zvýšeného obsahu minerálních látek a tím zvýšené zátěže vylučovací funkce ledvin není voda z hodnoceného vodovodu vhodná pro kojence.
- Zvýšený přísun minerálních látek je možné kompenzovat větším využíváním vody balené (ovšem nikoliv vody minerální s vyšším obsahem minerálních látek).

Uvedený závěr je platný za předpokladu platnosti poskytnutých výchozích podkladů.

Tento znalecký posudek nesmí být bez písemného souhlasu zpracovatele reprodukován jinak než celý. Na souhlas zpracovatele je vázáno i další využití znaleckého posudku nad rámec původního určení nebo jeho předání třetí osobě.

Ve Svitavách 8.8.2013



MUDr. Bohumil Havel

**Soudní znalec v oboru zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací
hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik
jmenovaný rozhodnutím krajského soudu v Hradci Králové
ze dne 5.11.2002 č.j. Spr. 2706/2002**



PŘÍLOHA - přehled použité a citované literatury

1. Pitter P.: *Hydrochemie*, Vydavatelství VŠCHT Praha 1999
2. US EPA: *Drinking Water Advisory: Consumer Acceptability Adice and Health Effects Analysis on Sulfate*, US EPA, Office of Water, 2003.
3. SZÚ Praha: *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsytém 2 „Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody“ odborná zpráva za rok 2012.*
4. *Sulfate in Drinking-water, Background dokument for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*, WHO, 2004.
5. US EPA, Office of Drinking Water and Ground Water: *Health Effects from Exposure to High Levels of Sulfate in Drinking Water Study*, 1999.
6. CDC: *Health Effects from Exposure to Sulfate in Drinking Water Workshop*, CDC Protocol# 1779, September 1998, Atlanta, Georgia.
7. IOM: *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Podium, Chloride, and Sulfate*, The National Academy of Science, 2005.
8. Kožíšek F.: *Zdravotní rizika pitné vody s vysokým obsahem rozpuštěných látek (atestační práce)*, Praha 2008
9. IPCS/WHO: *Sodium Sulphate, Food Additives Series 44*, 2000
10. IPCS/WHO: *Evaluation of certain food additives and contaminants. Fifty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series, No.909*, 2002
11. EFSA: *Calcium Sulphate as a minerál substance in food intended for the general population, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and materiále in Contact with Food*, EFSA Journal (2004) 112, 1-10
12. WHO: *Guidelines for Drinking Water Quality, 4th. Edition*, 2011
13. SZÚ Praha: *Nouzové zásobování pitnou vodou (metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu)*, 2007
14. WHO: *Hardness in Drinking-water, Background dokument for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*, WHO 2011
15. WHO: *Calcium and Magnesium in Drinking water, Public health significance*, 2009
16. WHO: *Nutrients in Drinking Water*, WHO 2005.
17. Catling L.A., Abubakar I., Lake I.R., Shift L., Hunter P.R.: *A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness*, Journal of Water and Health, 06.4, str.433-442, 2008
18. WHO/FAO: *Vitamin and mineral requirements in human nutrition, second edition, Calcium*, WHO Ženeva, 2004, str. 59-93.
19. WHO/FAO: *Vitamin and mineral requirements in human nutrition, second edition, Magnesium*, WHO Ženeva, 2004, str. 217-229.
20. SZÚ Praha: *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsytém 4 „Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců“ odborná zpráva za rok 2009.*
21. University of East Anglia and Drinking Water Inspektorate: *Review of evidence for relationship between incidence of cardiovascular disease and water hardness*, DWI, 2005
22. Lake I.R., Shift L., Catling L.A., Abubakar I., Sabel C.E., Hunter P.R.: *Effects of water hardness on cardiovascular mortality: an ecological time series approach*, Journal of Public Health, 2009

23. Leurs L.J., Schouten L.J., Mons M.N., Goldbohn R.A., van den Brandt P.A.: *Relationship between Tap Water Magnesium, and Calcium Concentration and Mortality due to Ischemic Heart Disease or Stroke in the Netherlands, Environ Health Perspect, 2010; 118(3):414-420*
24. Rylander R.: *Drinking Water Constituents and Disease, J.Nutr., 2008, 138(2), str. 423-425*
25. WHO: *Total dissolved solids in Drinking-water, Background dokument for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, WHO 2003*

Znalecká doložka

Znalecký posudek jsem podal jako znalec, jmenovaný rozhodnutím krajského soudu v Hradci Králové ze dne 5.11.2002 č.j. Spr. 2706/2002 pro základní obor zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik.

Znalecký úkon je zapsán pod poř. číslem 408/9/13 znaleckého deníku. Posudek obsahuje celkem 16 stránek včetně této doložky a je zadavateli předán ve dvou vyhotoveních.

Znalečné účtuji podle připojené likvidace podle platných předpisů a dle dohody se zadavatelem.

Podpis znalce:

Svitavy dne 8.8.2013

MUDr. Bohumil Havel



