

Vodovod Horní Loděnice

Hodnocení zdravotních rizik fosforečnanů z pitné vody

Znalecký posudek

Výtisk č. 1

Zadavatel posudku:
Moravská vodárenská, a.s.
Tovární 41
779 00 Olomouc

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, červenec 2017

Obsah:

I. Zadání a výchozí podklady znaleckého posudku.....	2
II. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik.....	3
III. Hodnocení nebezpečnosti	5
IV. Hodnocení expozice a charakterizace rizika	10
V. Analýza nejistot.....	14
VI. Závěr	14
Příloha - přehled použité a citované literatury	14
Znalecká doložka	16

I. Zadání a výchozí podklady znaleckého posudku

Na základě objednávky společnosti Moravská vodárenská, a.s. Olomouc má být zpracováno hodnocení zdravotních rizik z pitné vody v obci Horní Loděnice, dodávané v rámci skupinového vodovodu Domašov, při aplikaci přípravku Metaqua K 50 L k inhibici koroze vodovodního potrubí.

Důvodem aplikace je překračování limitní hodnoty obsahu železa y pitné vodě v obci Horní Loděnice v důsledku druhotného zaželezňování starého litinového potrubí, provázené stížnostmi zásobovaných obyvatel na zhoršené smyslové a užitné vlastnosti dodávané pitné vody.

Provozovatel má pro tento vodovod Krajskou hygienickou stanicí Olomouckého kraje povolenou výjimku pro ukazatel železo do hodnoty 0,5 mg/l s termínem odstranění závady do 11.10.2017. Situaci hodlá přechodně do doby realizace rekonstrukce vodovodní sítě řešit instalací dávkovacího zařízení přípravku Metaqua K 50 L na vodojemu Hraničné Petrovice do výtlačku vody na vodojem horní Loděnice.

Ukolem hodnocení zdravotních rizik je zodpovězení otázky, zda aplikace uvedeného přípravku k omezení druhotného zaželezňování pitné vody může představovat zdravotní riziko pro spotřebitele.

Jako podklad k hodnocení rizika byly zadavatelem poskytnuty tyto materiály:

- Podklady o přípravku Metaqua K 50 L od dodavatele – fy GARANT Olomouc, s.r.o.
- Informace provozovatele vodovodu o úpravě vody Domašov a SKV Domašov nad Bystřicí
- Přehled výsledků provozních rozborů surové a upravené vody na ÚV Domašov a vody ve spotřební síti SKV za období 2010 – VI.2017

Podle těchto podkladů je na úpravě vody Domašov upravována povrchová voda z řeky Bystřice. Technologie úpravy vody zahrnuje flokulaci, sedimentaci a filtraci, zdravotní zabezpečení vody se provádí plynným chlorem. Upravená voda je čerpána výtlačným řadem do distribučních vodojemů jednotlivých zásobovaných obcí, na které navazují gravitační spotřební sítě.

Z vodojemu Hraničné Petrovice, kde má být instalováno dávkovací zařízení, je voda dopravována na vodojem Horní Loděnice s akumulací 150 m³ a dávkováním chlornanu sodného a odtud do obce Horní Loděnice, kde je zásobováno 232 obyvatel.

Voda z úpravy Domašov má korozivní vlastnosti, což vede ke korozi litinových potrubí spotřební sítě a druhotnému zaželezňování vody. Důsledkem tohoto jevu je nadlimitní obsah železa v dodávané vodě a s tím související zhoršené smyslově postižitelné vlastnosti vody, jako je barva a zákal.

Na ÚV Domašov byl proto v letech 2010 – 2014 k inhibici koroze potrubí dávkován do upravené vody přípravek Albaphos K 50 L Neu. Podle sdělení provozovatele doloženého výsledky provozních rozborů tím došlo k významnému zlepšení senzorických vlastností dodávané vody.

Během tohoto období byla na SKV Domašov provedena rekonstrukce výtlačků z úpravny vody na vodojemy Hraničné Petrovice a Horní Loděnice a z vodojemu k obci Horní Loděnice zatažením starého litinového potrubí novým potrubím z polyetylénu. Tím bylo dosaženo vyhovující kvality vody na vodojemech, avšak problémy zůstaly v obci Horní Loděnice, kde jsou stále původní litinové rozvody ze 70. let.

Podle výsledků provozních rozborů za období 2015 – 2017 byl průměrný obsah železa na vodojemu Hraničné Petrovice 0,005 mg/l s rozmezím 0 – 0,06 mg/l. Na vodojemu Horní Loděnice se obsah železa pohyboval v rozmezí 0 – 0,11 mg/l s průměrnou hodnotou 0,015 mg/l.

Ve spotřební síti vodovodu v obci Horní Loděnice obsah železa opakovaně překračuje mezní hodnotu 0,20 mg/l. Konkrétně v prvním pololetí 2017 se obsah železa ve spotřební síti tohoto vodovodu podle poskytnutých výsledků rozborů pohyboval v rozmezí 0,07 – 0,5 mg/l s průměrnou hodnotou 0,31 mg/l.

Hodnocení zdravotních rizik fosforečnanů v pitné vodě skupinového vodovodu Domašov při dávkování přípravku Albaphos již bylo v minulosti provedeno jako znalecký posudek č. 350/9/11 z dubna 2011. V rámci současného posouzení jsou zohledněny aktuální poznatky o riziku fosforečnanů z pitné vody a nové údaje o kvalitě vody ve vodovodu Hraničné Petrovice, poskytnuté zadavatelem.

Hodnocení zdravotních rizik je zpracováno v souladu s obecnými metodickými postupy US EPA a WHO a autorizačními návody AN 14/03 verze 3¹ a AN 16/04 verze 4² 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 odborného zástupce a pro poskytování poradenských služeb 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.

¹Autorizační návod AN/14/03 verze 3 – Autorizující osobou doporučené zdroje informací pro hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha

²Autorizační návod AN 16/04 verze 4 – 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. Obsahuje doporučené referenční hodnoty a další výchozí data k hodnocení zdravotních rizik z pitné vody pro 18 nejčastějších látek. Aktualizovaná verze 4 byla vydána dne 25. 5. 2015.

Základní metodické postupy k tomuto hodnocení byly vypracovány Americkou agenturou pro ochranu životního prostředí - US EPA³ a Světovou zdravotnickou organizací - WHO⁴ a jsou využívány ke zhodnocení závažnosti zdravotního rizika v konkrétních posuzovaných 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.

Vlastní hodnocení zdravotního rizika obecně zahrnuje čtyři základní kroky:

Prvním krokem je **identifikace nebezpečnosti**, při které 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, které nejsou podezřelé z bezprahového genotoxického karcinogenního účinku, 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 přívodu - ADI⁵, 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 látky 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 nejvíce 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 nekarzinogenních látek je míra rizika většinou vyjádřena pomocí poměru konkrétní zjištěné expozice či dávky k expozici nebo dávce, považované za ještě bezpečnou.

³US EPA – United States Environmental Protection Agency

⁴WHO – World Health Organization

⁵ADI - Acceptable Daily Intake (akceptovatelný denní přívod 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 přívod – TDI)

Tento poměr se nazývá kvocient nebezpečí, nebo koeficient nebezpečnosti (Hazard Quotient – HQ). Při hodnotě $HQ > 1$ teoreticky hrozí riziko toxického účinku. Při důvodech ke konzervativnímu přístupu k hodnocení rizika doporučuje US EPA jako hraniční hodnotu HQ 0,5. Avšak po přechodnou dobu ani mírné překročení hodnoty 1 nepředstavuje závažnou míru rizika

Nezbytnou součástí odhadu rizika je **analýza nejistot**, se kterými je každé hodnocení rizika nevyhnutelně spojeno. Jejich přehled a kritický rozbor zkvalitní 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 řadě případů je však účelné hodnotit zdravotní riziko i v konkrétních případech jednotlivých zdrojů a systémů zásobování pitnou vodou, kdy se při překročení limitů nebo výskytu látek, pro které nejsou limity stanoveny, tímto postupem získají podklady o závažnosti situace užitečné při rozhodování o prioritách, termínech a nákladech na opatření.

III. Hodnocení nebezpečnosti

Fosforečnany (fosfáty, PO_4^{3-})

Použití, chování a výskyt ve vodě

Fosforečnany neboli fosfáty (PO_4^{3-}) jsou soli kyseliny fosforečné (H_3PO_4) a představují nejčastější formu výskytu fosforu v přírodě.

Přírodním zdrojem fosforu ve vodě je rozpouštění a vyluhování některých minerálů a hornin. Antropogenním zdrojem fosforu jsou hlavně fosforečná hnojiva a odpadní vody z domácností a prádeln, obsahující fosfor z fekálií a pracích a mycích prostředků.

Koncentrace fosforu v pitných vodách je nízká, v průměru cca 0,1 mg/l. V neznečištěných podzemních vodách i pod 10 μ g/l. Ve splaškových odpadních vodách se koncentrace fosforu obvykle pohybuje v řádu jednotek mg/l [1].

Fosforečnany se užívají ve vodárenství pro své protikorozní a protiinkrustační účinky. Mají schopnost vázat kationy různých kovů do komplexů a udržovat je v rozpuštěné formě, takže brání inkrustaci $CaCO_3$ a vylučování málo rozpustných forem Fe a Mn.

Impulzem k masovému používání fosforečnanů při úpravě vody bylo v některých zemích, např. ve Velké Británii, zpřísnění limitní koncentrace olova v pitné vodě. K tomuto účelu se používají orthofosforečnany, které výrazně snižují plumbosolvataci (uvolňování olova z olověného potrubí do vody), zatímco druhá užívaná forma - polyfosforečnany - naopak plumbosolvataci zvyšují, což bylo potvrzeno i experimentem Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě, provedeným ve spolupráci se SZÚ v roce 2009 [2].

V povrchových vodách má obsah fosforu zásadní význam pro eutrofizaci a růst řas a sinic.

Příjem a chování v organismu

Fosfor je ve formě fosfolipidů, nukleotidů a nukleových kyselin nezbytnou komponentou struktury rostlinných i živočišných buněk. S vápníkem se rozhodující mírou podílí na stavbě kostí a zubů. Je nezbytný pro mnoho fyziologických funkcí, zejména pro energetický metabolismus buněk, aktivaci mnoha enzymů a hormonů a udržování acidobazické rovnováhy.

Fosfor se v potravě vyskytuje v organické i anorganické formě. Hlavními zdroji jsou potraviny s vysokým obsahem bílkovin, tj. mléko a mléčné produkty, následované masem, drůbeží, rybami, cereáliemi a luštěninami. Organické formy jsou hydrolyzovány střevními fosfatázami, takže se vstřebává převážně jako anorganický fosfát. U dospělých se uvádí vstřebání cca 55 – 80% požití dávky, u kojenců a dětí 65-90% [3,4].

Anorganické sloučeniny fosforu jsou jako aditiva široce využívány v mnoha odvětvích potravinářství. Fosfor pocházející z potravinových aditiv, který je již v ionizované anorganické formě, je absorbován snadněji, nežli organický fosfor z živočišných a rostlinných potravin [4].

Vstřebávání fosforu ze zažívacího traktu probíhá dvěma mechanismy. Pasivně difusí mimobuněčnou cestou a aktivně regulovanou buněčnou absorpcí. Podíl aktivního mechanismu kolísá v závislosti na koncentraci fosfátů ve střevním obsahu mezi 30 – 80 %.

Pro udržování stálé koncentrace anorganického fosfátu v séru a extracelulární tekutině je kromě střevní absorpce důležitá hlavně exkrece ledvinami s aktivní reabsorpcí v proximálních tubulech.

V regulaci homeostázy fosforu se uplatňuje hormon příštítných tělísek, aktivní metabolit vitamínu D a nedávno objevený fosfatonin, produkovaný kostními buňkami osteoblasty.

Při zvýšení hladiny fosforu v séru v důsledku vysokého přívodu v potravě se zvýší sekrece hormonu příštítných tělísek s následným zvýšením vylučování fosforu ledvinami. Dále se sníží syntéza aktivního metabolitu vitamínu D, což vede ke snížení střevní absorpce fosforu a zvýší se sekrece fosfatoninu, který stimuluje vylučování fosforu ledvinami a snižuje koncentraci aktivního metabolitu vitamínu D a tím vstřebávání fosforu [4].

Metabolismus fosforu je provázán s metabolismem vápníku. K interakci dochází jak v oblasti vstřebávání, tak vylučování. Kontroverzní jsou názory na možný nepříznivý účinek diety s vysokým obsahem fosforu na vstřebávání a ztráty vápníku a riziko osteoporózy. Meta-analýza výsledků intervenčních studií však tuto hypotézu nepotvrdila a naopak prokázala, že vyšší příjem fosfátů snižuje vylučování vápníku ledvinami a mírně zvyšuje jeho retenci v širokém rozmezí hodnot přívodu vápníku [5].

Dříve byl velký význam přikládán správnému poměru vápníku a fosforu v dietě. Podle novějších poznatků má tento poměr jen dílčí význam při zajištění optimální potřeby v období rychlého růstu u kojenců a dětí. Jinak se mu s ohledem na schopnost regulačních mechanismů udržet vyváženou bilanci obou prvků v širokém rozmezí jejich příjmu a poměru zvláštní význam nepřikládá [3,6]. Podle posledního názoru Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA⁶) sice některé studie naznačily, že poměr těchto minerálů v dietě může mít pro metabolismus kostní tkáně větší význam nežli jejich absolutní množství, avšak jiné studie dospěly k protichůdným výsledkům [4].

U dietárního přívodu fosforu se předpokládá rostoucí trend vlivem používání fosfátů jako potravinářských aditiv a spotřebou nealkoholických nápojů. EFSA uvádí na základě průzkumu v 9 evropských zemích průměrný denní příjem fosforu u dospělé populace v rozmezí 1000 – 1767 mg [4].

V ČR je dietární příjem fosforu sledován v rámci monitoringu HS⁷ od roku 1996 a SZÚ jej hodnotí s výjimkou části populace dívek ve věku 11-17 let jako dostatečný. Za poslední hodnocené období 2012/2013 byla střední hodnota příjmu fosforu u dospělé populace ČR 1576 mg/kg/den u mužů a 1042 mg/kg/den u žen [7]. Výživová doporučení příjmu fosforu pro dospělou populaci se v různých zemích pohybují v rozmezí cca od 550 do 700 mg/den. Vyšší až do 1250 mg/den jsou u starších dětí a adolescentů.

⁶EFSA – European Food Safety Authority

⁷Monitoring 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.

Evropský úřad pro bezpečnost potravin vydal k referenčním hodnotám přívodu fosforu své vědecké stanovisko v roce 2015. Dospěl k názoru, že balanční studie přívodu a ztrát fosforu ani studie zkoumající vztah mezi příjmem fosforu a různými dlouhodobými zdravotními účinky neposkytují dostatečné podklady k odvození kompletního souboru referenčních hodnot (DRVs)⁸. Stanovil pouze na základě běžného rozmezí poměru vápníku a fosforu v lidském těle doporučený průměrný denní přívod fosforu (AI)⁹ 550 mg/den u dospělých osob, resp. 250 – 640 mg/den u dětí různých věkových skupin [4].

V potravinářství se fosforečnany hojně používají ve formě aditiv jako regulátory pH a stabilizéry, např. při výrobě tavených sýrů, instantních výrobků, uzenin a nealko nápojů. Např. obsah fosforu v kolových nápojích je 120 – 200 mg/l. Průměrný přívod fosforu jen z aditiv v potravinách byl odhadnut v USA kolem 500 mg/den v rozmezí 300 – 1000 mg/den v závislosti na skladbě stravy [4].

Toxicita

Příznakem nedostatku fosforu - hypofosfatémie - je svalová slabost a při dlouhodobém trvání postižení kostí (křivice u dětí, osteomalacie u dospělých). Nedostatečný dietární příjem fosforu vedoucí ke klinickým příznakům hypofosfatémie je však vzhledem k obsahu fosforu v různých potravinách velmi nepravděpodobný. Vyskytuje se proto pouze jako průvodní jev některých vrozených nebo získaných onemocnění.

Nepříznivé účinky vysokého přívodu fosforu jsou známé z experimentů u pokusných zvířat. Patří k nim hyperfosfatémie vedoucí ke zvýšené činnosti příštítných tělísek (sekundární hyperparathyreoidismus) a následně snížené hladině vápníku (hypokalcémii). Chronická hyperfosfatémie vede též ke křivici nebo osteomalacii, někdy k výskytu metastatických kalcifikací, zejména při současné hyperkalcémii. U lidí se může vyskytnout též pouze v patologických stavech – při nesprávné parenterální výživě, intoxikaci vitamínem D, v konečných stadiích renální insuficience a v katabolických stavech.

U zdravých lidí byly pouze popsány zažívací potíže (osmotický průjem, nevolnost, zvracení) při suplementaci fosfáty v dávkách nad 750 mg/den. Vysoký příjem fosforu sice zvyšuje tvorbu hormonu příštítných tělísek a zvyšuje vylučování fosfátů močí, ale v klinických studiích s dávkami až 3000 mg/den po dobu 6 týdnů nebyly zjištěny žádné nepříznivé účinky na přestavbu kostní tkáně. Podobně nebylo potvrzeno, že by dieta s vysokým obsahem fosforu zhoršovala sekundární hyperparathyreoidismus, vyvolaný neadekvátním přívodem vápníku nebo vitamínu D [3,4].

Na základě několika studií byla vyslovena hypotéza o možné asociaci vysokého přívodu fosforu a zvýšeného rizika kardiovaskulárních onemocnění. Hodnocením podkladů této hypotézy se v roce 2013 zabýval Evropský úřad pro bezpečnost potravin a dopěl k závěru, že k potvrzení kauzálního vztahu nejsou dostatečné [8].

V experimentech provedených s vysokými perorálními dávkami fosfátů na potkanech byla zjištěna hyperplasie příštítných tělísek, postižení kostí a kalcifikace ledvin a dalších orgánů. Reprodukční toxicita nebo teratogenita nebyla v experimentech u zvířat zjištěna.

Genotoxicita a karcinogenita

Genotoxické účinky nebyly u anorganických solí fosforu zjištěny [9]. Bez konzistentních výsledků byl v několika epidemiologických studiích zkoumán vztah mezi dietárním přívodem fosforu a některými typy rakoviny [4].

Doporučený limit WHO

WHO doporučené hodnoty pro fosforečnany v pitné vodě neuvádí.

⁸DRVs (Dietary Reference Values) - soubor referenčních hodnot pro přívod nutrientů

⁹AI (Adequate Intake) - doporučený průměrný denní přívod nutrientu, který je založen na přívodu u zdravých osob s uspokojivým výživovým stavem

Přijaté limity

Původní evropská směrnice 80/778/EEC o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu uváděla mezi fyzikálně-chemickými parametry vody bez bližšího komentáře fosfor ve formě P_2O_5 s doporučenou koncentrací 400 $\mu\text{g/l}$ a maximálně přípustnou koncentrací 5000 $\mu\text{g/l}$. V současné Směrnici Rady č.98/83/ES již fosfor uveden není.

Maximální dávka v upravené vodě 5 mg/l vyjádřeno jako P_2O_5 (= 1,09 P) je uvedena pro fosforečnany a polyfosforečnany jako inhibitory koroze ve Vyhlášce MZ č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody. Tato maximální dávka není zdravotně podloženým limitem, zřejmě jsou k ní vztaženy požadavky na čistotu přípravků, přičemž respektuje v praxi používané dávkování. Použití těchto inhibitorů koroze na pitnou vodu je možné jen v odůvodněných a časově omezených případech na základě souhlasu místně příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví a rovněž za podmínky souhlasu vodoprávního úřadu.

Fosfor a fosforečnany – referenční hodnoty:

Komise JECFA FAO/WHO¹⁰ - maximální tolerovatelný denní přívod (MTDI)¹¹

Komise JECFA v roce 1982 zvolila za kritický účinek kalcifikaci ledvin, zjištěnou v experimentu u potkanů s odhadem dávky LOAEL pro tento účinek u člověka 6600 mg/den a stanovila maximální tolerovatelný denní přívod fosforu 70 mg/kg [9].

Tato hodnota MTDI byla potvrzena i v dalších letech v rámci posuzování kyseliny fosforečné, fosfátů a polyfosfátů jako potravinářských aditiv. Podle závěrů posledního hodnocení v rámci 76. zasedání komise JECFA v roce 2012 nejsou důvody k pochybám, zda je MTDI 70 mg/kg pro fosforečné soli, vyjádřený jako fosfor, dostatečný k ochraně zdraví. Naopak, vzhledem k tomu, že postup jeho odvození nemusí být relevantní pro člověka, může být příliš konzervativní a je proto potřeba revidovat jeho toxikologické podklady [10].

Institute of Medicine (IOM)¹² – horní hranice tolerovatelného příjmu (UL)¹³

Výbor pro potraviny a výživu Lékařského institutu Národní akademie věd USA stanovil v roce 1997 hodnoty doporučeného denního příjmu fosforu, které zůstaly beze změny i ve vydání v roce 2006 [6,11].

K odvození doporučeného příjmu (RDA¹⁴) u kojenců, dětí a adolescentů IOM vycházel z kalkulace potřeby při růstu, efektivnosti vstřebávání a exkrece ledvinami. U dospělých osob byl kritériem dostatečný příjem k udržení běžného rozmezí fosfatémie. Dospěl k těmto hodnotám RDA:

- děti 1-3 roky: 460 mg/den
- děti 4-8 let: 500 mg/den
- děti a adolescenti 9-18 let: 1250 mg/den
- dospělí: 700 mg/den

IOM současně stanovil i horní hranici tohoto příjmu, která ještě na základě současných znalostí pravděpodobně nepředstavuje riziko nepříznivých účinků.

¹⁰JECFA FAO/WHO (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) - Mezinárodní expertní komise při Organizaci pro potraviny a zemědělství OSN a WHO.

¹¹MTDI (Maximum tolerable daily intake) – Maximální tolerovatelný denní příjem

¹²IOM (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.

¹³UL (Tolerable Upper Intake Level) Maximální úroveň denního příjmu z potravy, vody a suplementace, která pravděpodobně nepředstavuje riziko nepříznivých účinků pro téměř všechny osoby daného věku a pohlaví.

¹⁴RDA (Recommended Dietary Allowance) – Doporučený dietární příjem. Představuje průměrný denní příjem, který je dostatečný k pokrytí nutriční potřeby 97,5% populace zdravých osob daného věku a pohlaví.

Jako potenciální nepříznivé účinky hyperfosfatémie bylo zvažováno narušení hormonálního regulačního systému vápníku v organismu, metastatické kalcifikace měkkých tkání a snížená absorpce vápníku. Žádný z těchto účinků ale nebyl vyhodnocen jako relevantní pouze pro zvýšený dietární příjem fosforu.

Jako podklad k odvození UL byla proto použita dávka 10,2 g/den, odpovídající hornímu okraji normálního rozmezí koncentrace sérového fosfátu u kojenců, který je vyšší nežli u dospělých a je považovaný za bezpečný pro tkáň z hlediska rizika metastatické kalcifikace. Protože není známý žádný přínos vyšších hodnot sérového fosfátu nad běžné rozmezí, byl aplikován faktor nejistoty 2,5. U dětí byl použit faktor nejistoty 3,3. U těhotných žen byl zohledněn o 15% vyšší stupeň absorpce fosforu ze zažívacího traktu. Výsledné hodnoty UL jsou:

- děti 1-8 let: 3 g/den
- adolescenti 9-18 let: 4 g/den
- dospělí 19-70 let: 4 g/den
- dospělí > 70 let: 3 g/den
- těhotné ženy: 3,5 g/den
- kojící ženy: 4 g/den

UK Expert Group on Vitamins and Minerals (EVM) – doporučení pro suplementaci

Expertní poradní výbor UK pro vitaminy a minerální látky se zabýval otázkou odvození bezpečné horní hranice celkového příjmu anorganických fosforečnanů v roce 2003. Ke stanovení hranice celkového příjmu nepovažoval existující data z experimentálních a klinických studií za dostatečná. Stanovil pouze doporučenou dávku 250 mg/den pro suplementaci, který by neměla vést k nepříznivým účinkům, včetně zažívacích potíží. Vycházel ze 3 studií, ve kterých byly zmíněny zažívací potíže (osmotický průjem, nevolnost, zvracení) u některých pacientů při suplementaci fosfáty v dávkách 750 - 2000 mg/den a použil faktor nejistoty 3 k zohlednění individuálních rozdílů v citlivosti [12].

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) se zabýval stanovením tolerovatelné horní hranice příjmu fosforu v roce 2004. Na základě zhodnocení existujících poznatků a studií dospěl k závěru, že žádnou klinickou studii při vysokém příjmu fosforu bez ohledu na adekvátní či neadekvátní příjem vápníku nebyl zjištěn úbytek kostní tkáň a nenalezl též důkazy o tom, že by fosfor ovlivňoval vstřebávání vápníku. Podle EFSA nejsou žádné důkazy o tom, že by současný dietární příjem fosforečnanů v zemích EU souvisel s nějakými nepříznivými účinky.

Kritické účinky, použité výše uvedenými vědeckými institucemi, nepovažoval za vhodné a konstatoval, že dostupná data neposkytují k odvození hranice přijatelného denního příjmu fosforu dostatečné podklady [3].

Státní zdravotní ústav Praha – aktualizované stanovisko k problematice použití přípravků na bázi fosforečnanů k úpravě pitné a teplé vody

Komplexní zhodnocení hygienických a zdravotních aspektů používání přípravků na bázi fosforečnanů při úpravě vody zpracoval v roce 2002 SZÚ Praha a v listopadu 2010 toto hodnocení aktualizoval [13].

Podle tohoto stanoviska je aplikace těchto přípravků k ochraně litinových nebo ocelových vodovodních potrubí před korozi a ke snížení druhotného zaželezňování pitné vody ze zdravotního hlediska nežádoucí a měla by být povolována jen výjimečně, v odůvodněných případech a pouze jako nouzové, přechodné řešení na časově omezenou dobu do doby řešení situace jiným hygienicky vhodnějším způsobem.

Mezi argumenty proti aplikaci fosforečnanů do pitné vody je ve stanovisku SZÚ uvedeno především riziko rozvoje biofilmů a podpory růstu bakterií v rozvodné síti (a to i v rozvodech teplé vody z hlediska rizika množení legionel), dále vnesení cizorodé látky do pitné vody, snížení vstřebávání vápníku a pravděpodobně i hořčíku z pitné vody (zejména tam, kde tyto prvky nedosahují minimální hodnotu 10 mg/l Mg a 30 mg/l Ca), zvyšování nežádoucího obsahu sodíku v pitné vodě při používání sodné soli a u přípravků na bázi polyfosforečnanů zvýšená plumbosolvatace v objektech s olovenými přípojkami nebo domovními rozvody [13].

IV. Hodnocení expozice a charakterizace rizika

Z prostudované literatury vyplývá, že zvýšení příjmu fosforečnanů pitnou vodou při dávkování přípravku v mezích požadavku vyhlášky č. 409 /2005 Sb., tj. do 5 mg/l vyjádřeno jako P₂O₅ (což představuje cca 1,09 mg P) je ve srovnání s běžným příjmem fosforu potravou 1000 – 1700 mg denně a horní hranicí tolerovatelného příjmu 3 000 – 4 000 mg zanedbatelné a z hlediska zátěže organismu fosforem nemůže představovat zdravotní riziko. Podle doložených výsledků rozborů během období dávkování přípravku Albaphos K 50 L Neu na úpravě vody Domašov v letech 2010 – 2014 byla průměrná koncentrace fosforečnanů v upravené vodě v obci Horní Loděnice 3,6 mg/l v přepočtu na P₂O₅ a bylo dosaženo potřebného efektu.

V rámci charakterizace rizika jsou dále pro konkrétní situaci vodovodu Horní Loděnice zváženy argumenty, obsažené v aktualizovaném stanovisku SZÚ.

Přípravky na bázi fosforečnanů jsou sice v pitné vodě cizorodou látkou, avšak průmyslově vyrobené fosforečnany a polyfosforečnany jsou běžně používané jako aditiva v mnoha potravinářských odvětvích.

Kyselina fosforečná, získaná z přírodních fosfátů se před dalším využitím v potravinářství čistí od příměsí různých kovů. Požadavky na čistotu přípravků na bázi fosforečnanů a polyfosforečnanů, používaných ve vodárenství jako inhibitory koroze, stanoví vyhláška č. 409/2005 Sb.¹⁵ a používaný přípravek je musí splnit.

V daném případě bylo splnění požadavků vyhlášky pro přípravek Metaqua K 50 L (podle sdělení firmy KURITA Europe, GmbH se jedná o nový název přípravku Albaphos K 50 L Neu) doloženo protokolem rozboru, provedeného v říjnu 2010 akreditovanou laboratoří Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě.

Fosforečnany vytvářejí ve vodě nerozpustné komplexy s vápníkem a hořčíkem, které sice zůstávají ve vodě, avšak v méně dostupné formě pro vstřebávání ze zažívacího traktu. Ve studiích u pokusných zvířat bylo zjištěno, že interakcí vápníku a fosforu dochází v důsledku tvorby nerozpustných komplexů ve střevním obsahu ke snížení vstřebávání hořčíku. Kvantitativní údaje, ze kterých by bylo možné posoudit významnost tohoto jevu ve vztahu ke zdravotnímu riziku pro člověka, nejsou k dispozici.

I když podle EFSA nejsou důkazy o tom, že fosfor ovlivňuje vstřebávání vápníku a žádnou klinickou studií nebylo potvrzeno, že vysoký příjem fosforečnanů vede k nepříznivým změnám v kostním metabolismu, přesto zvyšující se dietární příjem fosforu v důsledku změny stravování a využívání fosforečnanů jako aditiv v potravinářství spolu s nízkou saturací některých skupin populace vápníkem vyvolává u některých odborníků obavy ze zvýšeného rizika osteoporózy, zejména u žen v menopauze.

Zdravotnímu významu hořčíku v pitné vodě je dlouhodobě věnována značná pozornost a na základě mnoha studií převládá názor, že i relativně nízké koncentrace v pitné vodě mají pozitivní význam pro zdraví zásobovaných obyvatel.

¹⁵ Vyhláška MZ č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, v platném znění

Podle vyhodnocení epidemiologických studií se zřejmě tento efekt ve vztahu k riziku kardiovaskulárních onemocnění začíná objevovat od obsahu hořčíku v pitné vodě cca 5 mg/l a nabývá statistické významnosti při koncentraci hořčíku 10 mg/l a vyšší [14].

Akceptování argumentu snížení příjmu vápníku a hořčíku z pitné vody při použití přípravků na bázi fosforečnanů ovšem závisí na konkrétních hodnotách tvrdosti a obsahu hořčíku ve vodě.

Pitná voda z povrchových zdrojů má obvykle jen zanedbatelný obsah vápníku a hořčíku. Platí to i pro vodu z úpravy Domašov, dodávané skupinovým vodovodem do spotřební sítě obce Horní Loděnice. V roce 2016 byla průměrná tvrdost (obsah Ca+Mg) upravené vody 1,06 mmol/l, obsah vápníku 36 mg/l, hořčíku 4 mg/l.

Vyhláška č. 252/2004 Sb.¹⁶ doporučuje jako optimální ze zdravotního hlediska tvrdost vody (Ca+Mg) v rozmezí 2 – 3,5 mmol/l, obsah vápníku 40 – 80 mg/l s minimální hodnotou 30 mg/l pro vody u kterých je uměle snižován a obsah hořčíku 20 – 30 mg/l s minimální hodnotou 10 mg/l pro upravované vody.

Je tedy zřejmé, že voda z úpravy Domašov nezajišťuje takový přínos k celkové saturaci vápníkem a hořčíkem u zásobovaných obyvatel, který by mohl mít podle současných poznatků prokazatelný pozitivní vliv a mohl být eventuálně narušen zvýšenou koncentrací fosforu ve vodě.

Dalším argumentem je obava ze zvýšení nežádoucího obsahu sodíku v pitné vodě při používání fosforečnanů jako sodné soli.

Obsah sodíku je stejně jako jiných minerálních látek v upravené vodě z ÚV Domašov též nízký. I v období aplikace přípravku Albaphos se podle úplných rozborů se pohyboval v rozmezí cca 8,5 – 12 mg/l.

Denní příjem sodíku u obyvatel ČR (kolem 3 000 mg/den bez solení při přípravě stravy a dochucování) stejně jako v ostatních vyspělých zemích vysoce převyšuje doporučenou výživovou potřebu a je vztahován k riziku hypertenze. Běžný obsah sodíku v pitné vodě se v porovnání s dietárním příjmem zdá být zanedbatelný a WHO doporučuje limitní koncentraci 200 mg/l na základě možnosti chuťového ovlivnění vody. Přesto vede k určité obezřetnosti několik epidemiologických studií u dětí školního věku, ve kterých byl popsán vztah mezi obsahem sodíku v pitné vodě v koncentraci 100 – 150 mg/l a vyšší krevního tlaku, což se považuje za možný rizikový faktor pro vznik hypertenze v pozdějším věku [15]. Jiné studie však tento vztah u dětí nenalezly [16,17].

Z dalších skupin populace může mít obsah sodíku v pitné vodě zdravotní význam u kojenců při přípravě umělé kojenecké stravy nebo u pacientů s nařízenou sodíkovou dietou (u hypertenze, některých poruch funkce ledvin, dekompenzované cirhózy apod.), kde je denní příjem sodíku omezen na cca 500 mg. V obou těchto případech je proto doporučeno, aby byla používána pitná voda s obsahem sodíku do 20 mg/l [15,18].

Existuje zde ovšem i řada dosud neúplně zodpovězených otázek. Jednou z nich je např. úloha chloridového anionu ve vztahu mezi zvýšeným příjmem soli a zvýšeným krevním tlakem. Dieta s vysokým obsahem sodíku ve formě jiných solí v experimentech krevní tlak nezvýšila. Méně evidentní byl i účinek chloridů bez sodíku. Je proto pravděpodobné, že pro účinek soli na krevní tlak je zapotřebí přívod jak sodíku, tak i chloridů [19].

Obsah sodíku ve vodě SKV Domašov tedy splňuje i přísné kritérium 20 mg/l pro kojence a pacienty se sodíkovou dietou a zvýšení vlivem dávkování sodných solí fosforečnanů se v minulém období aplikace v letech 2010 – 2014 podle výsledků rozborů prakticky neprojevovalo.

¹⁶Vyhláška MZ č.252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů.

Častým důvodem k aplikaci fosforečnanů do pitné vody v zahraničí je snaha eliminovat uvolňování olova do vody ze starých olověných rozvodů a přípojek. Používaný přípravek Metaqua K 50 L (dříve nazývaný Albaphos K 50 L Neu) je podle sdělení dodavatele směsí sodných solí fosforečnanů s poměrem orthofosforečnanů a polyfosforečnanů přibližně 3:1. Podle zmíněného experimentu ZÚ se sídlem v Ostravě a SZÚ tento přípravek plumbosolvací, tedy uvolňování olova z olověných rozvodů vod vody, snižuje. Obava, týkající se zvýšené plumbosolvace působením polyfosforečnanů zde tedy neplatí.

Posledním a potenciálně nejzávažnějším argumentem pro aplikaci fosforečnanů je možné riziko rozvoje biofilmů a podpory růstu bakterií ve vodovodní síti. Nepříznivé důsledky rozvoje biofilmu v rozvodné vodovodní síti, jak z hlediska mikrobiologického rizika, tak z hlediska organoleptické jakosti vody, jsou známé a nesporné.

Studie a experimenty sledující vliv fosforečnanů na biologické oživení vody však dávají rozdílné výsledky. Některé prokázaly významný nárůst heterotrofních bakterií, v jiných však žádný efekt pozorován nebyl a někteří autoři zjistili po ošetření zkorodovaných potrubí inhibitory koroze na bázi fosforečnanů naopak pokles koliformních a/nebo heterotrofních bakterií [20].

Možných vysvětlení těchto rozdílných výsledků je několik. Klíčovým nutriem pro růst heterotrofních mikroorganismů je v pitné vodě většinou asimilovatelný organický uhlík. U povrchových i podzemních vodních zdrojů s vyšším obsahem organického uhlíku se však jako klíčový nutrient může uplatňovat fosfor a to již ve velmi malém množství v řádu jednotek až desítek $\mu\text{g/l}$ [21].

Mikrobiální oživení a tvorba biofilmu ve vodovodním systému je komplexním procesem s mnoha zúčastněnými faktory a jedním z nich je i koroze potrubí. Ve starých korodovaných rozvodných systémech jsou lepší podmínky k rozvoji biofilmu a biologické oživení vody zejména železitými bakteriemi může korozi napomáhat. Omezení koroze tedy může mikrobiální oživení vody snížit [20].

Naopak ovšem, jak již bylo uvedeno, ve vodě s dostatečným obsahem organického uhlíku i malé množství fosforu může mikrobiální oživení vody zvyšovat. Nejde přitom pouze o rozvody studené pitné vody, neboť vyšší mikrobiální oživení zvyšuje riziko pomnožování legionel v rozvodech teplé vody. Doporučení SZÚ ke kontrole rozvoje biofilmu v potrubí před a po zahájení aplikace fosforečnanů je proto bezesporu plně opodstatněné.

Koroze železa vodovodních potrubí je velmi komplexní proces, který je ovlivněn především pH a kyselinovou neutralizační kapacitou (alkalitou) vody, ale i dalšími faktory, jejichž význam se může podle místních podmínek zásadně lišit. Aplikace inhibitorů koroze na bázi fosforečnanů je pouze jedním z možných postupů, jehož nevýhodou je, že není konečným řešením problému a pouze jej odsouvá. Efekt polyfosforečnanů přitom nespočívá na rozdíl od orthofosforečnanů ve vytvoření ochranného povlaku na stěně potrubí, nýbrž v tvorbě komplexů s ionty železa v rozpustné dvojmocné formě [22].

V daném případě ÚV Domašov nebyla v minulém období aplikace přípravku Albaphos cílená kontrola rozvoje biofilmů v potrubí požadována. Podle výsledků rozborů v biologických a mikrobiologických ukazatelích upravené vody nelze situaci jednoznačně posoudit. U koliformních bakterií, *Escherichia coli* a *Clostridium perfringens* jsou všechny nálezy před zahájením aplikace i během ní negativní. Počty kolonií při 22 a 36°C vykazují kolísání, ve kterém ovšem může hrát roli řada různých faktorů.

V rámci komplexního pohledu je nezbytné zvážit i důvody, které vedly k zahájení aplikace inhibitoru koroze do vodovodní sítě.

Vysoký obsah železa v pitné vodě může výrazně snižovat její užitnou hodnotu, pokud se nepříznivě projevuje na smyslově postižitelných vlastnostech vody, jako je barva, chuť a zákal a působit provozní problémy. Podle výsledků rozborů byla mezní hodnota vyhlášky pro obsah železa v pitné vodě 0,2 mg/l ve spotřebišti Horní Loděnice v první polovině letošního roku překračována prakticky trvale s průměrnou hodnotu 0,81 mg/l.

Při používání vody s rozptýlenými koloidními částicemi železa může docházet k červenohnědému zabarvení prádla, porcelánu, nádobí, kuchyňského náčiní a dokonce i skleněného nádobí. Vznikající barevné skvrny nejdou odstranit ani mýdlem ani detergentem a použití bělení chlorem a alkalických sloučenin může tyto skvrny ještě zintenzívnit.

Sloučeniny železa přítomné ve vodě mohou vytvářet v potrubích, kohoutech, zásobnících a ohřívacích vody usazeniny. Jejich členitý povrch usnadňuje rozvoj biofilmu a mikrobiální oživení. Zmenšením profilu potrubí může docházet k poklesu dodávky vody a pro její dodržení musí být zvyšován tlak vody.

Železo může ovlivnit vedle barvy také chuť, případně pach vody. Chuťový práh železa v pitné vodě je značně závislý na subjektivním vnímání. Nejnižší postřehnutelná koncentrace u malé části populace začíná od 0,04 mg/l, asi 20 % lidí vnímá koncentraci železa 0,3 mg/l.

Železo přítomné ve vodě reaguje s taninem nacházejícím se v kávě a čaji za vzniku černého zákalu, který negativně ovlivňuje chuť a vzhled nápoje.

Dodatečným problémem, který je spojen s vyšším obsahem železa ve vodě, je pomnožování železitých bakterií. Jedná se o nepatogenní bakterie, které získávají energii oxidací železnatých iontů za vzniku nerozpustných hydroxidů a vytvářejí červenohnědé povlaky slizu a zhoršují tak organoleptickou jakost vody.

Kromě ovlivnění užitných vlastností vody železo nemusí být zcela bezvýznamné ani z hlediska potenciálního zdravotního rizika.

Železo je na jedné straně nezbytným esenciálním prvkem, neboť je jako součást proteinů a enzymů nezbytné pro řadu životně důležitých funkcí v těle a současný příjem železa u populace ČR v průměru nedosahuje doporučenou úroveň. Z druhé strany však v některých případech může docházet i k přetížení organismu železem s nepříznivými zdravotními důsledky. K chronickému přetížení organismu železem dochází nejčastěji při vrozených poruchách regulace střevní absorpce, které vedou k nadměrnému příjmu železa. Tato porucha - hemochromatóza - je jednou z nejčastějších vrozených genetických chorob a postihuje přibližně 0,3 - 0,5 % populace. Je charakteristická zvýšeným stupněm vstřebávání železa ze střeva, které se ukládá do parenchymatózních orgánů a dochází k jejich poškození. Typický je též zánět kloubů a zvýšená pigmentace kůže. Postižení se projevuje až kolem 40 – 60 roku života po mnohaletém střádání železa ve tkáních a jejich nezvratném poškození.

Na základě některých epidemiologických studií byly vysloveny i hypotézy o souvislosti mezi zvýšeným příjmem a zásobami železa v organismu a rizikem kardiovaskulárních onemocnění, diabetu typu 2 a nádory tlustého střeva. Jedna studie naznačila možnou souvislost mezi vyšší koncentrací železa v pitné vodě a rizikem zánětlivých střevních onemocnění včetně Crohnovy choroby. K vysvětlení možných mechanismů se většinou uvádí katalyzující účinek železa v oxidačním stresu nebo stimulace střevních bakterií. Podle závěrů EFSA však tyto studie zatím neposkytují přesvědčivé důkazy o kauzálním vztahu [23].

I když klasické postupy hodnocení zdravotních rizik ani při významně zvýšené koncentraci železa v pitné vodě riziko neprokazují, jsou zatíženy nezanedbatelnými nejistotami a neplatí pro mimořádně citlivé jedince s hemochromatózou, u kterých lze předpokládat, že pravidelné požívání pitné vody s vyšším obsahem železa může dílní riziko představovat. V daném případě při mírném překračování mezní hodnoty 0,2 mg/l před aplikací inhibitoru koroze ovšem takové riziko nelze předpokládat a důvod úpravy vody spočívá pouze ve zlepšení jejich užitných vlastností.

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 daném případě hodnocení zdravotního rizika fosforečnanů při dávkování do pitné vody ke snížení druhotného zaželeznování vody jde např. o nejistotu týkající se možného ovlivnění biologického oživení vody v rozvodné síti, nebo hypotéz o možném nepřímém účinku zvýšeného příjmu fosforu na regulační mechanismy příjmu a metabolismu vápníku a hořčíku. Tyto nejistoty byly diskutovány již v rámci charakterizace rizika.

VI. Závěr

Aplikace inhibitorů koroze na bázi fosforečnanů do rozvodů pitné vody nepředstavuje pro spotřebitele prokazatelné zdravotní riziko. Vzhledem k existujícím nejistotám, které se týkají hlavně možného vlivu na biologické oživení vody, však tento způsob úpravy není možné považovat za optimální a hlavně konečné řešení a je vhodné zvážit místní specifické podmínky.

V daném konkrétním případě aplikaci přípravku Metaqua K 50 L ke snížení druhotného zaželeznování vody ve vodovodní síti v obci Horní Loděnice jako dočasné řešení do doby provedení výměny zkorodovaných vodovodních řadů považují z hlediska zdravotních rizik pro spotřebitele za přijatelné.

Příloha - přehled použité a citované literatury

1. Pitter P.: *Hydrochemie*, Vydavatelství VŠCHT Praha 1999
2. Nešpůrková L., Pomykačová I., Kožíšek F., Dvořáková A., Němcová V., Kantorová J.: *Vliv fosforečnanů v pitné vodě na plumbosolvataci, ZÚ se sídlem v Ostravě*, 2009
3. EFSA: *Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Phosphorus*, EFSA Journal (2004) 125, 1-34
4. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for phosphorus*, EFSA Journal 2015, 13(7):4185
5. Fenton T.R., Lyon A.W., Eliasziw M., Tough S.C., Hanley D.A.: *Phosphate decreases urine calcium and increases calcium balance: a meta-analysis of the osteoporosis acid-ash diet hypothesis*, Nutrition Journal, 2009, 8:41
6. IOM: *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride*, The National Academy of Science, 1997
7. SZÚ Praha: *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 4 „Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců“ odborná zpráva za rok 2014*
8. EFSA: *Assessment of one published review on health risk associated with phosphate additives in food*, EFSA Journal 2013, 11(11):3444
9. IPCS/WHO: *Food Additives Series 17, Phosphoric acid and phosphate salts*, 1982
10. WHO: *Food Additives Series 67, Safety evaluation of certain food additives, Magnesium dihydrogen diphosphate*, WHO 2012
11. IOM: *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements, Phosphorus*, The National Academy of Science, 2006

12. EVM (Expert Group on Vitamins and Minerals): Risk Assessment, Phosphorus, 2003
13. SZÚ Praha: Aktualizované stanovisko Státního zdravotního ústavu – Národního referenčního centra pro pitnou vodu k problematice použití přípravků na bázi fosforečnanů k úpravě pitné a teplé vody, 2010, SZÚ Praha
14. WHO: Calcium and Magnesium in Drinking water, Public health significance, 2009
15. SZÚ Praha: Zdravotní význam sodíku ve vodách, 2002
16. US EPA: Drinking Water Advisory – Consumer Acceptability Advice and Health Effects Analysis on Sodium, 2003
17. WHO: Sodium in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality, WHO, 2003
18. Kožíšek F.: Zdravotní rizika pitné vody s vysokým obsahem rozpuštěných látek (atestační práce), Praha 2008
19. EFSA: Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the tolerable upper intake level of sodium, EFSA Journal (2005) 209,1-26
20. Appenzeller B.M.R., Batté M., Mathieu L., Block C., Lahoussine V., Cavard J., Gatel D.: Effect of adding phosphate to drinking water on bacterial growth in slightly and highly corroded pipes, Wat. Res. 2001, Vol. 35(4): 1100-1105
21. Miettinen I.T., Vartiainen T., Martikainen P.J.: Phosphorus and bacterial growth in drinking water, Appl. Environ. Microbiol. 1997, 63(8):3242-3245
22. WHO: Guidelines for Drinking Water Quality, Annex 5 Treatment methods and performance, 4th. Edition, 2011
23. EFSA: Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Iron, EFSA Journal (2005) 233, 1-19

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 24.7.2017


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**



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 519/32/17 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 24.7.2017

MUDr. Bohumil Havel

