

Naše čís. jednací:

Aktualizované stanovisko Státního zdravotního ústavu – Národního referenčního centra pro pitnou vodu k problematice použití přípravků na bázi fosforečnanů k úpravě pitné a teplé vody

Toto stanovisko nahrazuje stanovisko¹ z roku 2002.

Přírodní obsah fosforu v pitných vodách bývá nízký. V neznečištěných podzemních vodách se koncentrace pohybují v řádu jednotek $\mu\text{g/l}$, v pitných vodách z povrchových zdrojů se průměrné koncentrace pohybují na úrovni okolo $100 \mu\text{g/l}$ ($0,1 \text{ mg/l}$). V některých případech však výrobci pitné či teplé vody přidávají fosforečnany (fosfáty) do vody úmyslně v rámci úpravy vody a pak se jejich koncentrace pohybují až do úrovně cca 5 mg/l . Důvodem jsou protikorozní a protiinkrustační účinky solí kyseliny fosforečné: ochrana litinového nebo ocelového vodovodního potrubí před korozí a snížení druhotného zaželezňování (pitné) vody, někdy bývá za důvod označována prevence proti vzniku „vodního kamene“.

Pro účely ochrany litinového nebo ocelového potrubí před korozí jsou vhodné obě existující formy fosforečnanů (orthofosforečnany i polyfosforečnany) a proto se obě tyto formy používají. Podle orientačního průzkumu provedeného Státním zdravotním ústavem (SZÚ) v roce 2007 se dávkování fosforečnanů používalo v ČR asi na 60 vodárnách, z toho orthofosforečnany se používaly asi na 28 vodárnách a polyfosforečnany na 18 vodárnách; u ostatních vodáren nebyla přesná forma fosforečnanů pracovníkům hygienických stanic známa.

Problematiku této technologie je možné z hygienického hlediska rozdělit do dvou oblastí:

- A) použití pro úpravu teplé vody,
- B) použití pro úpravu pitné vody.

Ad A) Úprava teplé vody

Dříve platná ČSN 830616 „Jakost teplé a užitkové vody“ připouštěla fosfátování za předpokladu projednání záměru s příslušným vodohospodářským a hygienickým orgánem. Toto projednání s vodohospodářským orgánem bylo **a stále musí být** považováno za nezbytné, neboť není žádoucí, aby sloučeniny fosforu (podílející se významně na eutrofizaci vodních toků a nádrží) byly uměle vnášeny do vodního prostředí, zvláště tam, kde to není nezbytně nutné, nebo existují alternativní řešení. Jedná se zejména o ty toky a nádrže, které jsou následně využívány k úpravě na pitnou vodu nebo k rekreaci (koupací oblasti). Z tohoto pohledu lze očekávat omezení ze strany vodohospodářských orgánů při využití sloučenin fosforu při navrhování jejich aplikace. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ve znění novely č. 229/2007 Sb. stanovilo v příloze č.3 ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod. Pro celkový fosfor je imisní standard (roční průměr) u koupacích vod $0,05 \text{ mg/l}$ a u vod pro vodárenské účely $0,1 \text{ mg/l}$. Pro ostatní povrchové vody pak $0,2 \text{ mg/l}$. – Pro zajímavost: podle údajů OECD nutno již vody s obsahem P nad $100 \mu\text{g/l}$ ($0,1 \text{ mg/l}$) považovat za hypertrofní.

¹ Stanovisko Státního zdravotního ústavu – Národního referenčního centra pro pitnou vodu k problematice použití přípravků na bázi (poly)fosforečnanů k úpravě pitné a teplé užitkové vody. Praha, 2002.

Zásadní hygienické námitky proti aplikaci fosforečnanů do teplé vody se v minulosti nevyskytovaly. Pod vlivem nových poznatků (totiž že přidáváním fosforu do vody dochází k přísunu důležitého nutričního zdroje pro některé typy bakterií ve vodě, což může znamenat jejich nežádoucí rozvoj, stejně jako rozvoj biofilmů v potrubí) je však i zde namísto opatrnost, jak z hlediska rozvoje zmíněných biofilmů, tak zvláště z hlediska rizika množení legionel v rozvodech teplé vody². Známa rizika biofilmů v rozvodné síti: větší spotřeba dezinfekčního prostředku, možná tvorba pachotvorných látek a prekurzorů vedlejších produktů dezinfekce; ochrana mikroorganismů před dezinfekcí a jejich přežívání v biofilmu s občasným uvolňováním do vody.

Pokud se má hygienik vyjádřit k aplikaci přípravků na bázi fosforečnanů do teplé vody, měl by uplatnit požadavek či podmínku občasně kontroly vody na přítomnost legionel³ či mykobakterií – nemělo by se však jednat o jeden náhodně odebraný vzorek, ale o systematické vyšetření teplovodního okruhu. Stejně tak je vhodné kontrolovat rozvoj biofilmu v potrubí (z technického hlediska není velký problém – řeší se např. umístěním kontrolních destiček na snadno dostupných místech sítě).

Ad B) Úprava pitné vody

I když používané dávky fosforečnanů nejsou rizikové z hlediska toxikologického⁴, přesto jejich přidávání do pitné vody považujeme za nežádoucí. Vedle výše zmíněného rizika rozvoje biofilmů a podpory růstu některých bakterií (čili snižování biologické stability vody, kterou nutno řešit udržováním rezidua chloru v distribuční síti) k tomu máme následující důvody:

1. Jedná se o cizorodou látku v pitné vodě.
2. Přítomnost fosforečnanů (především polyfosforečnanů) snižuje vstřebávání vápníku a pravděpodobně také hořčíku z pitné vody⁵, takže dochází k obdobnému efektu jako při změkčování vody, což je nutno při trvalé expozici hodnotit jako zdravotně rizikové a nežádoucí, zvláště tam, kde je voda měkčí (s obsahem hořčíku pod 10 mg/l a vápníku pod 30 mg/l). Obecně pak platí, že čím je ve stravě více fosforu, tím méně se pak vstřebává vápník.⁶
3. Protože se většinou jedná o sodné soli kyseliny fosforečné, dochází zároveň k zvyšování obsahu nežádoucího sodíku v pitné vodě.
4. Obě formy fosforečnanů (orthofosforečnanů i polyfosforečnanů) mají rozdílný vliv na plumbosolvataci čili uvolňování olova z oloveného potrubí, olovených pájek nebo jiných olovo obsahujících materiálů ve styku s pitnou vodou. Zatímco orthofosforečnanů korozi oloveného potrubí snižují⁷ (tvorbou ochranné vrstvy na povrchu potrubí), polyfosforečnanů ji naopak zvyšují (pravděpodobně se chovají jako komplexační činidlo), což potvrdily i naše pokusy (viz příloha). Jestliže tedy dávkování polyfosforečnanů do pitné vody významně zvyšuje plumbosolvataci materiálů obsahujících olovo, pak to pro dosud existující objekty s olovenými přípojkami nebo domovními rozvody napojené na vodovody využívající tuto úpravu představuje riziko zvýšených koncentrací olova ve vodě, a tím i vyšší zdravotní riziko. Může to znamenat i překračování hygienického limitu, zvláště po jeho plánovaném snížení (10 µg/l od roku 2013).

² Např. epidemie legionelózy na Kanárských ostrovech v r. 1993 je spojována s dávkováním fosforečnanů do teplé vody jako jednou z hlavních příčin masivního rozvoje legionel: Crespí S., Ferra J. Outbreak of legionellosis in a tourist complex Lanzarote concomitant with a treatment of the water system with megadoses of polyphosphates. *Wat. Sci. Tech.* 1997, 35(11-12): 307-309.

³ Pokud to již ze stávající legislativy pro provozovatele nevyplývá.

⁴ Podle IOM (Lékařský institut Národní akademie věd USA) se hodnota doporučeného denního příjmu fosforu pro různé věkové kategorie pohybuje od 460 do 1250 mg/den, zatímco horní hranice tolerovatelného příjmu je na úrovni 3-4 g/den.

⁵ Franz K.B. Influence of phosphorus on intestinal absorption of calcium and magnesium. In: Y.Itokawa, J.Durlach (eds.) *Magnesium in Health and Disease*. John Libbey and Co., 1989, pp 71-78.

⁶ Calvo M.S. The effects of high phosphorus intake on calcium homeostasis. *Adv. Nutr. Res.* 1994, 9: 183-207.

⁷ V Anglii a Walesu se až 80 % pitné vody upravuje pomocí fosforečnanů. Zde však není důvodem ochrana ocelového nebo litinového potrubí, ale snaha o minimalizaci plumbosolvatace vzhledem k vysokému podílu oloveného potrubí ve vnitřních vodovodech a zpřísňujících se nároků na obsah olova ve vodě. Používá se zde však výhradně jedna forma fosforečnanů (orthofosforečnanů).

Z těchto důvodů se také u této skupiny látek objevuje ve vyhlášce MZ č. 409/2005 Sb. (o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody), příloze 2, část F následující požadavek: *Lze použít na teplou vodu, pokud použití nebrání splnění hygienických limitů mikrobiologických ukazatelů a pokud vodoprávní úřad nemá námitek z hlediska ochrany recipientu odpadních vod; **použití na pitnou vodu je možné jen v odůvodněných a časově omezených případech** na základě souhlasu orgánu ochrany veřejného zdraví a rovněž za podmínky souhlasu vodoprávního úřadu.* Vyhláška dále připouští maximální dávku 5 mg P₂O₅/l. Co znamená „odůvodněný a časově omezený případ“?

„**Odůvodněný případ**“ znamená, že kvalita vody je z důvodu vyššího obsahu železa svou barvou nebo chutí nepřijatelná pro spotřebitele, to znamená, že existuje skutečný problém v kvalitě vody vnímaný spotřebitelem, který nelze momentálně řešit jiným způsobem. Důvodem k aplikaci fosforečnanů do pitné vody není tedy ani pouhé překročení limitní koncentrace železa (0,2 mg/l), pokud není doprovázeno závadami v barvě nebo chuti vody, ani preventivní nasazení přípravku z důvodu „zábrany usazování vodního kamene“ nebo jiných udávaných důvodů, za kterými se někdy skrývá obchodní zájem o co nejvyšší odbyt přípravku.

„**Časově omezený případ**“ znamená, že pokud je v „odůvodněném případě“ použití fosfátování povoleno, mělo by to být jen na omezenou dobu, jako přechodné, **nikoliv trvalé** řešení – do doby, než bude situace vyřešena jiným, ze zdravotního hlediska vhodnějším způsobem. Jiné časové omezení může vyplývat ze skutečnosti, že k zaželezňování nedochází trvale, ale vlivem přirozeného sezónního kolísání kvality (agresivity) především povrchové vody pouze v určité období roku (např. 2-3 měsíce na jaře) – v takových případech by bylo zbytečné aplikovat přípravky celoročně (k čemuž také v praxi dochází), ale stačí je aplikovat pouze v příslušném období.

Pokud je příčina v kvalitě potrubí, pak je tímto vhodnějším řešením obvykle opatření vnitřní plochy potrubí novým povrchem – cementací, epoxidovým nátěrem nebo plastovým rukávem – v krajním případě pak i výměna nevhodného potrubí. Často však lze problém koroze vyřešit nebo přijatelně omezit pouhou změnou technologie úpravy vody (odkyselování, rekarbonizace⁸, změna dezinfekce).

Doložená shoda výrobku (přípravku na bázi fosforečnanů) se specifikací uvedenou ve vyhlášce č. 409/2005 Sb. znamená, že takový přípravek má požadovanou vodárenskou čistotu, ale nemá žádný vztah k tomu, zda by tento přípravek měl být aplikován na té či oné lokalitě. Posouzení vhodnosti takové aplikace (ze zdravotního, nikoliv technického hlediska – nepočítáme-li posouzení výše zmíněné „odůvodněnosti“) je plně v kompetenci místně příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví, který se k záměru použití bude vyjadřovat v rámci schvalování změny provozního řádu.

ZÁVĚRY:

- Dávkování přípravků na bázi fosforečnanů do pitné nebo teplé vody by mělo být povoleno jen tam, kde existují spotřebitelem vnímané problémy s kvalitou vody, nikoliv preventivně. Povolení (na každý jednotlivý místní případ aplikace) vydává místně příslušný orgán ochrany veřejného zdraví na základě § 4, odst. 3 zákona č. 258/2000 Sb. v platném znění a to formou schválení (změny) provozního řádu.
- Dávkování těchto přípravků do pitné vody je nutno považovat ze zdravotního hlediska za nežádoucí a mělo by být povolováno jen výjimečně: v odůvodněných případech (viz výše) a pouze jako nouzové, přechodné řešení na časově omezenou dobu na základě předložení návrhu ze strany výrobce vody, jak a do kdy hodlá situaci řešit hygienicky vhodnějším způsobem (viz výše). Jednoznačné a obecně platné doporučení ohledně přijatelného „časového omezení“ aplikace dát nelze, vždy nutno vycházet ze znalosti všech místních podmínek.
- Považujeme za vhodné upozornit odběratele na skutečnost, že tato látka je přidávána do pitné vody. Je to důležitá informace zejména pro ty odběratele, kteří tuto vodu ohřívají na teplou vodu a dále ji rozvádí do jednotlivých domácností.

⁸ Dávkování CO₂ a hydroxidu vápenatého popř. filtrace přes uhličitán vápenatý.

- Ve všech případech musí být použit přípravek, který svou kvalitou (čistotou) odpovídá požadavkům vyhlášky MZ č. 409/2005⁹ Sb. Za doporučenou koncentraci lze považovat hodnotu P₂O₅ 400 µg/l¹⁰, za nejvýše přípustnou pak koncentraci 5000 µg/l (vyjádřeno jako P₂O₅) podle vyhlášky č. 409/2005 Sb., příloha č. 2, část F.
- Přípravky na bázi polyfosforečnanů by se neměly používat tam, kde se dosud vyskytují domovní rozvody z olova nebo olovené přípojky, protože tyto přípravky podporují vyluhování olova, zvyšují jeho koncentraci ve vodě u spotřebitele (pokud bydlí v domě s olovenou přípojkou nebo s olovenými domovními rozvody) a tím i riziko překročení limitní hodnoty olova u spotřebitele, zvláště po snížení limitu od roku 2013.
- Povolení dávkování do teplé vody by mělo být podmíněno požadavkem kontroly kvality vody v odběrových místech na přítomnost legionel případně jiných specifických podmíněně patogenních mikroorganismů (např. mykobakterie) a dále požadavkem kontroly rozvoje biofilmů v potrubí. Druhý požadavek by měl být uplatňován i v případě aplikace do pitné vody. Pro hodnocení je potřeba změřit potenciál tvorby biofilmu již před zahájením aplikace fosforečnanů. Hodnotí se rozdíl (zda nedochází k zhoršení), nikoliv absolutní hodnota (která se liší vodovod od vodovodu).
- Z důvodu eutrofizace toku (nádrže), kam bude odpadní voda vypouštěna, a z ní vyplývajících rizik, by měl být záměr dávkování přípravků na bázi fosforečnanů do vody vždy předem projednán s vodohospodářským orgánem.

Mgr. Petr Pumann
vedoucí NRC pro pitnou vodu

Doporučení připravili MUDr. František Kožíšek, CSc., Ing. Ivana Pomykačová a RNDr. Ludmila Nešpůrková, CSc. (všichni NRC pro pitnou vodu, SZÚ) ve spolupráci s Ing. Vladimírou Němcovou (Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě)

⁹ Pokud by šlo o látku, která ve vyhlášce č. 409/2005 Sb. uvedena není, musí její výrobce nebo dovozce požádat o schválení ministerstvo zdravotnictví.

¹⁰ Podle bývalé evropské směrnice 80/778/EEC o kvalitě vody určené pro lidskou spotřebu.

Příloha: Experimentální ověření vlivu různých forem fosforečnanů na obsah olova v pitné vodě¹¹

Metodika

V kovohutích jsme nechali zhotovit 12 m nového oloveného potrubí o vnitřním průměru 18 mm a čistotě Pb 99,99%; vnitřní povrch nebyl nijak speciálně upraven. Před testováním byly trubky odmaštěny a promývány 1 měsíc vodovodní vodou. Poté jsme postupně provedli dvě série pokusů s dvěma různými vodami a různými formami fosforečnanů.

Použité vody pro testování: a) pražská vodovodní voda (konduktivita 44,8 mS/m; pH 7,18; celková tvrdost 1,97 mmol/l), b) uměle připravená voda (demineralizovaná voda s přídatkem 50 mg NaCl, 50 mg Na₂SO₄ a 37 mg Ca(OH)₂ na litr zkušební vody; konduktivita 30,4 mS/m, pH 7,7, celková tvrdost 0,47 mmol/l) určená podle vyhlášky č. 409/2005 Sb. k testování nezávadnosti kovových výrobků.

Použité formy fosforečnanů – v první sérii byly použity čisté chemikálie (orthofosforečnany Na₃PO₄ · 12 H₂O a polyfosforečnany (NaPO₃)_n), zatímco v druhé sérii dva reálné přípravky používané v ČR k úpravě vody:

- Přípravek „A“ (směs fosforečnanu sodného (90%) a polyfosforečnanu sodného (10%)),
- Přípravek „B“ (polyfosfát sodno-vápenato-hořečnatý).

Kusy trubek o délce 1 m byly na jednom konci utěsněny a po okraj naplněny vodou (kontrola), resp. vodou s příslušnou formou fosforečnanu v koncentraci odpovídající 5 mg/l P₂O₅, což je maximum povolené pro úpravu pitné vody. Vzorky byly postupně odebrány po stagnaci 3x24 hodin, 3x72 hodin a 2x96 hodin v 1. sérii, resp. 3x24 hodin a 3x72 hodin ve 2. sérii. Dále byla u vzorků vody stanovena též hodnota pH a konduktivita a u druhé série i obsah fosforečnanů a celkového fosforu. Po ukončení první série byly trubky propláchnuty vodovodní vodou (24 hodin), poté byly po dobu 1 měsíce nenaplněny a před zahájením druhé série byly trubky po dobu 1,5 měsíce opět proplachovány vodovodní vodou.

Všechny výluhy (A až F) byly prováděny duplicitně – protože mezi duplicitními vzorky nebyly významné rozdíly, je uváděn jen průměr z obou stanovení. Z trubek A z první série (umělá voda + orthofosforečnany) byl v druhé sérii proveden výluh se stejnou formou fosforečnanů (umělá voda + Přípravek „A“), podobně u ostatních trubek B-F – viz tabulka výše.

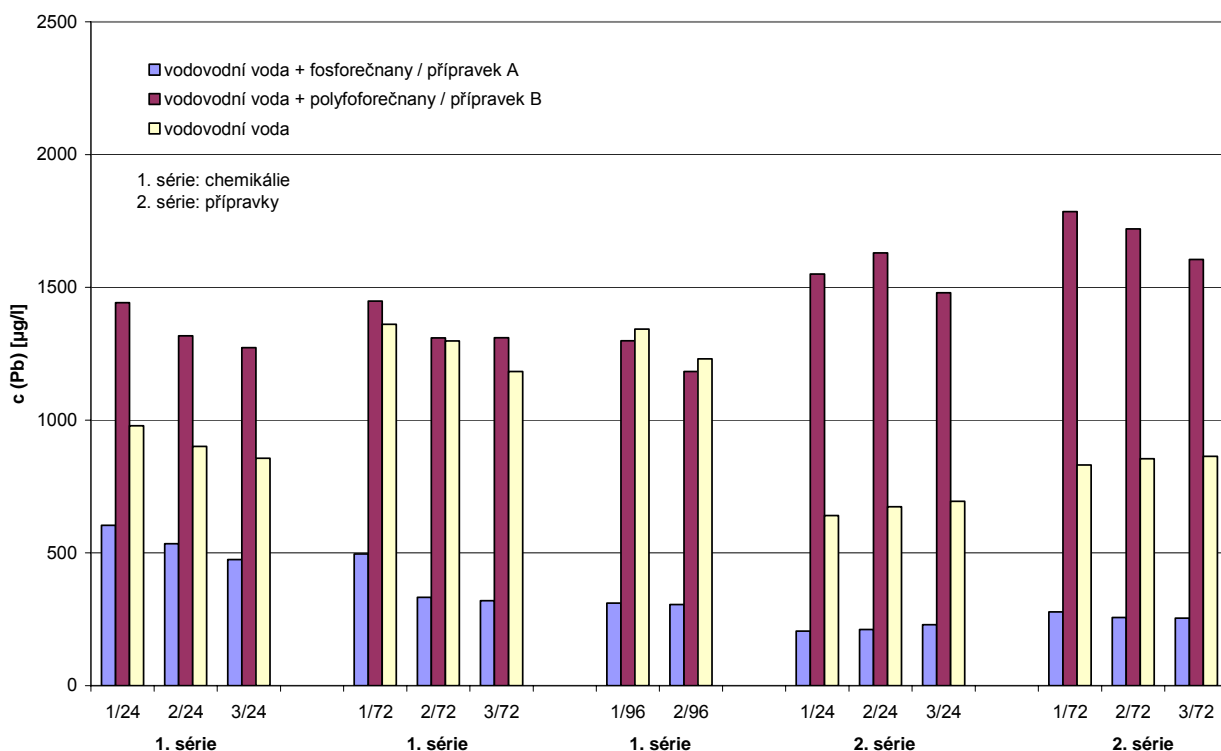
První série pokusů		Druhá série pokusů	
A	Umělá voda + orthofosforečnany	A	Umělá voda + Přípravek „A“
B	Umělá voda + polyfosforečnany	B	Umělá voda + Přípravek „B“
C	Umělá voda (kontrola)	C	Umělá voda (kontrola)
D	Vodovodní voda + orthofosforečnany.	D	Vodovodní voda + Přípravek „A“
E	Vodovodní voda + polyfosforečnany	E	Vodovodní voda + Přípravek „B“
F	Vodovodní voda (kontrola)	F	Vodovodní voda (kontrola)

Výsledky

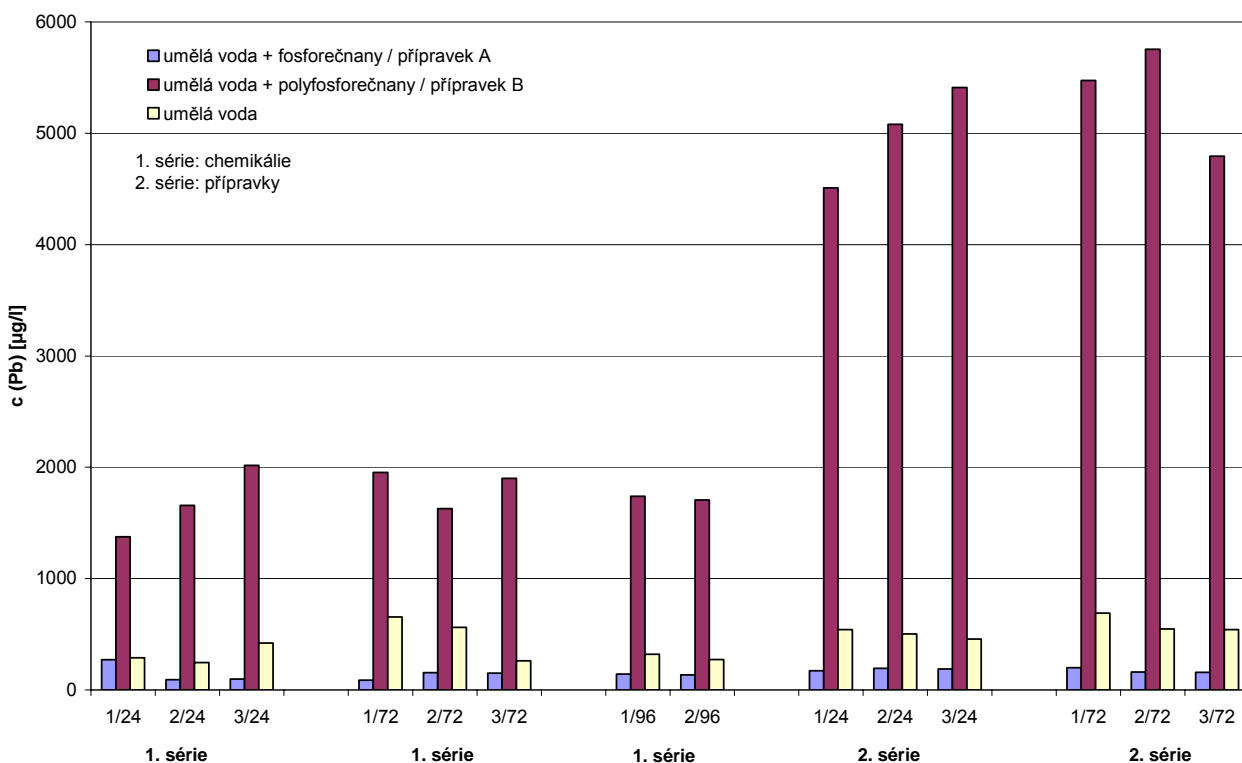
Výsledky porovnávající obsah olova ve výluzích v obou typech vod s přídatkem různých forem fosforečnanů jsou uvedeny na obrázcích 1 a 2. Vodovodní voda měla vyšší korozivní vlastnosti než uměle připravená voda, její korozivita se také lišila mezi první a druhou sérií, což je zřejmě způsobeno měněním se složením v čase (jedná se o povrchový zdroj vody). Přídatkem orthofosforečnanů (resp. směsí s jejich převahou /90%/) došlo u obou vod k výraznému snížení výluhu olova do vody o více než 50% původních hodnot. Na druhou stranu přídatkem polyfosforečnanů (čisté chemikálie i komerčního přípravku) došlo k podstatnému nárůstu plumbosolvatace, rovněž u obou druhů vod. Nárůst byl v některých případech několikanásobný.

Zároveň byl sledován vliv přídatku fosforečnanů na hodnotu pH upravované vody. Nepatrné změny pH nemohly samy o sobě vysvětlit pozorované změny v plumbosolvataci po přidání látek.

¹¹ Nešpůrková L., Kožíšek F., Pomykačová I., Gari D.W. Vliv fosforečnanů v pitné vodě na plumbosolvataci. Sborník referátů konference SOVAK Provoz vodovodních a kanalizačních sítí, České Budějovice 3.-4.11.2009; str. 81-87.



Obrázek 1 – Výsledky koncentrací olova v jednotlivých vyluzích do vodovodní vody; v první sérii pokusů použity čisté chemikálie, v druhé sérii reálné přípravky k úpravě vody



Obrázek 2 – Výsledky koncentrací olova v jednotlivých vyluzích do umělé vody (voda připravená dle vyhlášky 409/2005 Sb.); v první sérii pokusů použity čisté chemikálie, v druhé sérii reálné přípravky k úpravě vody

Experiment byl proveden v rámci grantového projektu MŠMT „Kovy a související látky v pitné vodě“ (program COST č. j. 1715/2007-32).