

MUDr. František KOŽÍŠEK, CSc.¹⁾
Ing. Yveta KOŽÍŠKOVÁ
¹⁾ SZÚ

Kvalita pitné vody ve vnitřních vodovodech

Drinking Water Quality in Domestic Water Pipes

Recenzent
doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.

Vnitřní vodovody představují riziko zejména pro mikrobiologickou kvalitu pitné vody. Projekt švýcarské Komise pro technologie a inovace ve spolupráci s dalšími subjekty z výzkumu i praxe přinesl některé nové poznatky o příčinách zhoršení kvality pitné vody v úseku vodovodu za domovní přípojkou a formuloval i možná preventivní opatření, která mohou zabránit těmto negativním vlivům.

Klíčová slova: vnitřní vodovod, mikrobiologická kvalita pitné vody, legionela

Domestic water pipes pose a risk especially for the microbiological quality of drinking water. The project of the Swiss Commission for Technology and Innovation, in cooperation with other research and professional bodies, has brought some new insights into the causes of the drinking water quality deterioration in the water supply section behind the service connection, and has formulated possible preventive measures that can be taken to avoid these negative effects.

Keywords: domestic water pipes, microbiological quality of drinking water, Legionella

ÚVOD

Zásobování kvalitní pitnou vodou je náročným a komplexním procesem. Klade na výrobce vody vysoké nároky v každé své fázi – počínaje ochranou povodí, čerpáním surové vody, přes její úpravu a akumulaci až po distribuci konečným spotřebitelům. Pokud jim výrobci dostojí, výsledkem je dodaná vysoce jakostní pitná voda splňující veškeré požadavky zákonů norem a předpisů.

RIZIKO POSLEDNÍCH METRŮ

Voda, kterou spotřebitelé nakonec konzumují, však může mít a často také má kvalitu odlišnou. Zejména po mikrobiální stránce se v posledním úseku cesty pitné vody ke spotřebiteli – ve vnitřních (domovních) vodovodech – může kvalita vody podstatně měnit. Důvodem je například volba nevhodných či nekvalitních materiálů pro potrubí a armatury, nevhodné dimenzování či uspořádání rozvodů nebo způsob provozování vodovodu, při němž některé úseky nejsou dočasně či trvale využívány a umožňují stagnaci vody.

Odpovědnost za vnitřní vodovod – úsek rozvodů, který začíná za domovní přípojkou a vede ležatými a stoupacími potrubími až k jednotlivým výtokovým armaturám – má po uvedení do provozu majitel nemovitosti. Ten ale nemusí být v dané problematice natolik zběhlý, aby mohl způsob instalace, volbu materiálů a způsob užívání vnitřních vodovodů účinně ovlivnit, i když třeba stojí u zrodu stavby. Často tak od stavebních a montážních firem přebírá systém, aniž by byl poučen o rizicích a bezpečném provozování. Voda, za níž zodpovídá vodárenská společnost, je v celém procesu výroby často kontrolována, na kohoutku spotřebitele však probíhají kontroly nepravidelně a zřídka. I pokud se kontaminace opotunně patogenními bakteriemi, jako jsou legionely či pseudomonády, projeví na zdraví spotřebitelů, nemusí být pravý zdroj nákazy vždy identifikován.

PROJEKT „MATERIÁLY VE STYKU S PITNOU VODOU“

Téma kvality vody ve vnitřních vodovodech se proto dostává do popředí pozornosti odborníků a stává se i předmětem výzkumu. V poslední době se touto problematikou po dobu tří let obsáhle zabýval například projekt „Materiály ve styku s pitnou vodou“, jehož se účastnilo celkem devět švýcarských a německých subjektů z oblasti výzkumu, regulace a kontroly, zásobování vodou a průmyslu. Projekt zkoumal vhodnost materiálů používaných ve vnitřních vodovodech, správné plánování a uvádění do provozu, správné provozování vnitřních vodovodů, způsoby odebrání vzorků a hodnocení výsledků. Jeho součástí byla i případová studie.

Vliv materiálu potrubí a armatur

Kontaminace pitné vody ve vnitřních vodovodech může být způsobena několika faktory. V první řadě je to volba materiálů potrubí a armatur. Přírodní a pro člověka neškodnou mikrobiální rovnováhu ve vodě může narušit migrace různých chemických látek z potrubí a armatur – například plastifikátorů a stabilizátorů u plastových potrubí – dochází tedy k vyluhování organických sloučenin, které slouží jako nutrienty (živiny) a podporují množení bakterií. Ty potom část dostupných chemikálií odbourají, část zůstává v pitné vodě a může být zkonsumována spotřebiteli.

Vliv materiálu na kvalitu vody je nesporný, abychom ho však mohli posoudit, je zapotřebí mít k dispozici spolehlivou metodu testování. Takovou metodou je podle zpracovatelů uvedeného projektu postup testování materiálů BioMig vyvinutý na půdě EAWAG (EAWAG, Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz – Švýcarská agentura pro zásobování vodou, čištění odpadních vod a ochranu vod), který vykazuje některé přednosti před stávajícími postupy. Slouží jednak ke zjištění potenciálu migrace, tzn. jaké množství organických sloučenin uhlíku se z daného materiálu uvolňuje, a dále k určení potenciálu nárůstu bakterií, tedy počtu bakterií, které se vyskytují suspendované ve vodě i na stěnách materiálů v biofilmu. K tomu je v rámci této metody využívána průtoková cytometrie. BioMig umožňuje odhadnout potenciální vliv různých plastových materiálů na chemickou a mikrobiologickou kvalitu pitné vody.

V prováděných testech byly vzorky různých materiálů umístěny do vody a v několika cyklech byla poté měřena míra vyluhování organických sloučenin nebo míra nárůstu biofilmu. Řada pokusů s různými materiály ukázala, že některé umělé hmoty mohou být kvalitativně srovnatelné s kovy. V jedné sérii pokusů se předmětem zkoumání staly tři plastové materiály používané pro kontakt s pitnou vodou: PE-Xc, PE-Xa a epoxidová pryskyřice používaná často při opravách či sanacích kovových vodovodních potrubí.

Pozn.: Sítovaný polyetylen je polymer propojený neviditelnou vnitřní příčnou vazbou, která v případě vyšších teplot přebírá v polymeru napětí. Příčná vazba může vznikat různým způsobem podle použitého výrobního postupu; v praxi se využívají zatím tři metody: peroxidická (a), silánová (b) a radiační (c) – odtud pak typy PE-Xa, PE-Xb nebo PE-Xc.

Pokud jde o vyluhování organických sloučenin, nejlepší výsledky ze zkoumaných plastových materiálů vykazoval sítovaný polyetylen PE-Xc, u něhož byla nejen relativně nízká míra migrace organických sloučenin, ale ty byly rovněž téměř kompletně zkonsumovány mikroorganismy. Tento materiál vykazoval také nízkou míru tvorby biofilmu.

Síťovaný polyetylen PE-Xa měl ze tří zkoumaných materiálů nejvyšší migraci uhlíku, navíc míra biologické degradace vyluhovaných sloučenin byla u tohoto plastu nižší než 5 %. Epoxidová pryskyřice naopak projevila největší potenciál pro tvorbu biofilmu.

Zatímco kvalitní plasty, jako je např. PE-Xc, ovlivňují kvalitu pitné vody za normálních provozních podmínek minimálně, jiné, zejména měkčené plasty a elastomery představují spíše slabá místa systému. Jako nejproblematictější se jeví sprchové hadice, které jsou vyráběny z měkkého pružného plastu, z něhož se uvolňuje organický uhlík a tvoří tak vhodné prostředí pro osídlování bakteriemi, kterým vyhovuje vlhké a teplé prostředí ve sprchových bateriích. Počty bakterií nalezených v těchto úsecích rozvodů často jsou často enormní ve srovnání s ostatními částmi systému. Problémem je také to, že sprchové hadice a hlavice se používají v kombinaci s rozvody teplé vody, tedy vody nemající status vody pitné, proto na tyto části systému nejsou kladeny tak přísné požadavky jako na rozvody pitné vody.

Pokusy s migrací a tvorbou biofilmu pomocí postupu BioMig také ukázaly, že uvolňování organického uhlíku z těchto materiálů je způsobeno nejen fyzikálními a chemickými vlastnostmi materiálu, ale může být současně významně urychlováno samotnými bakteriemi. Například u zmíněné sprchové hadice může být za přítomnosti bakterií migrace organického uhlíku z materiálů až stonásobně vyšší než za sterilních podmínek. Proto se zde mohou masivně množit například legionely, které představují zdravotní riziko právě při sprchování, protože tyto bakterie vyvolávají infekci při vdechování aerosolu vznikajícího při sprchování.

Nová metoda testování materiálů BioMig se osvědčila i při srovnávacích testech se stávajícími v Evropě zavedenými metodami (dosud se k tomuto účelu používají tři různé metody – spotřeba kyslíku, aktivita ATP a nárůst masy biofilmu – uvedené v nedávno vydané ČSN EN 16421). Výsledky dosažené touto metodou byly buď přesnější, nebo stejně přesné, bylo možné k nim však dospět rychleji.

Vliv způsobu uvedení vnitřního vodovodu do provozu

Další riziko pro pozdější uživatele vnitřního vodovodu představuje samotná instalace a zejména uvedení do provozu. Při prvním naplnění systému může docházet ke kontaminaci, jejímž zdrojem je nejen vstupní voda, ale také vnitřní povrchy použitých komponentů. Proto je velmi důležité co nejrychleji po prvním naplnění provést důkladné propláchnutí celého systému hygienicky nezávadnou pitnou vodou. S. Kötzsch, jeden z realizátorů projektu, vidí jako smysluplnou také počáteční dezinfekci systému, dokonce i několikanásobný proplach horkou chlorovanou vodou. Podle jeho názoru je tímto způsobem možné nejen zbavit systém nežádoucích mikroorganismů, ale současně způsobit, že z nového potrubí se v této fázi uvolní vyšší množství organického uhlíku, což sníží pozdější míru migrace. U vnitřních vodovodů v zařízeních, na která jsou kladeny vyšší nároky, například v nemocnicích či pečovatelských ústavech, je kromě proplachu a dezinfekce systému vhodné také omezit riziko vstupu kontaminace do systému přidatnými zařízeními. V rámci daného projektu odborníci zkoumali například účinnost hygienického filtru, který se při prvním napuštění zapojil mezi čerpadlo (v praxi by to bylo někde u blízkosti vodoměru) a zkušební instalace. Testy prováděné při zkušební simulaci vnitřního vodovodu, který byl napuštěn vodou s přidávanými indikátorovými mikroorganismy, ukázaly, že při použití tohoto filtru se přidávané indikátorové organismy do systému nedostaly a nemohly se tam tedy usídlit, zatímco při testech prováděných bez filtru bylo možné tyto mikroorganismy v systému detekovat ještě řadu týdnů po prvním napuštění.

Vliv stagnace vody

Již v plánovací a stavební fázi je třeba předcházet tomu, aby se v určitých úsecích vodovodu hromadila po delší dobu nepohyblivá voda. Pouze stavebně tomu však úplně zabránit nelze, a tak se jakékoli nepravdivosti v provozování – nejen nepoužívání některých úseků, ale i stavy, kdy se v částech potrubí nenachází voda – mohou kriticky projevit na kvalitě vody. Základním předpokladem správného provozování systému je tedy zajistit pravidelnou obměnu vody na všech odběrových armaturách. To

je dnes možné splnit nejen pravidelným manuálním odpouštěním vody, ale již existují automatizované proplachovací systémy, např. automatické splachování toalet apod. Při delším nepoužívání je také možné a vhodné nepoužívané úseky odpojit od systému.

Při zkoumání vývoje přítomnosti bakterií ve zkušebních instalacích se ukázalo, že u nového rozvodu se na stěnách potrubí a armatur velmi rychle začínají usídlivat bakterie – tvoří se biofilm. Již několik dní po uvedení do provozu je počet bakterií v tomto biofilmu stabilní, jeho složení se ale v čase mění. Pokud voda v systému stagnuje, začíná rychle narůstat počet bakterií mimo biofilm přímo ve vodě. S narůstající dobou stagnace se potom nárůst volných bakterií zpomaluje. Nejvýrazněji je tento proces patrný při použití méně kvalitního materiálu na potrubí a armatury. Zde dochází k zajímavému efektu. V případě, že potrubí a ostatní komponenty vodovodu jsou vyrobeny z kvalitního materiálu, působí pravidelné proplachování systému jednoznačně pozitivně. Jsou-li však zhotoveny z méně kvalitních materiálů s vyšším migračním potenciálem, potom se v systému uvolňuje více sloučenin organického uhlíku a díky nim se v něm mohou ve velkém množství pomnožovat bakterie. To se však děje jen do chvíle, kdy se limitujícím faktorem jejich nárůstu stává nedostatek jiných pro tyto bakterie nezbytných nutrientů, zejména fosforu a dusíku. V takovém případě může časté proplachování k zamezení stagnace vody působit kontraproduktivně – díky příchodí čerstvé vodě se k biofilmu dostává více těchto ostatních potřebných živin a biofilm může narůstat několikanásobně rychleji než u neproplachovaných systémů. Souhrnně řečeno, optimálním řešením je volba kvalitních materiálů ve spojení se zajištěním pravidelného průtoku vody.

Vliv vzorkování

Pravidelné vyšetřování mikrobiologické kvality vody může být významným preventivním nástrojem, současně ale jeho výsledky značně závisí na způsobu odběru vzorků, na místě odběru, na délce případné stagnace vody a dalších faktorech. Proto by při podezření na kontaminaci systémů měly vzorky vždy odebírat odborně zdatné osoby obeznámené se správnou strategií odběru vzhledem k možnému zdroji kontaminace. V rámci projektu „Materiály ve styku s pitnou vodou“ byla předmětem výzkumu i optimální strategie odebírání vzorků, díky níž by bylo možné odhalit zdroje nárůstu počtu mikroorganismů ve vnitřním vodovodu. Jako nejlepší se osvědčilo počáteční propláchnutí zkoumaného úseku systému do dosažení konstantní teploty vody (teplé či studené). Odpouštění vody může podle velikosti objektu trvat i několik minut. Okamžitě po odpouštění vody se provede odběr vzorku. Druhý odběr se provede po přesné 60 minutách stagnace vody v instalacích. U obou vzorků se potom pomocí průtokové cytometrie zjišťuje celkový počet buněk. Porovnání vzorků odebraných z různých armatur těsně po proplachu a po hodinové stagnaci ukazuje, že u silně zamořených úseků instalací se výsledný počet buněk zřetelně liší. Zpravidla se ale opravdu jedná jen o určité úseky instalací, které při tomto způsobu vzorkování vystanou a je možné se na ně dále zaměřit. Tak je možné v relativně krátkém čase prozkoumat stav celého vnitřního vodovodu.

Případová studie

V rámci uvedeného projektu byla po dva roky prováděna také zajímavá případová studie. Jednalo se o relativně nový komplex budov (výstavba r. 2012), v jehož teplovodním systému byly po dva roky opakovaně zjišťovány počty legionel. Ty se na některých místech pohybovaly nad hodnotou 1000 kolonie tvořících jednotek na litr vody. Teplota otopné vody činila 60 °C, teplota vratné vody 55 °C. V budovách byla realizována řada opatření zaměřených na distribuci teplé vody v systému, která však problém nadměrného množství legionel zcela nevyřešila. Právě rozsáhlé vzorkování v rámci projektu s použitím výše uvedené strategie odběru vzorků ukázalo, že většina pozitivních výsledků vyšetření na legionely nesouvisela s rozvody teplé vody, ale s rozvody vody studené. Problém spočíval v tom, že pozitivní nálezy při odběrech prováděných převážně ve sprchových armaturách byly dávány „za vinu“ rozvodům teplé vody. Ale tyto armatury jsou vybaveny ochranou před opařením, takže se do vzorků vždy dostalo s teplou vodou také malé množství vody studené. Zvýšený výskyt legionel v rozvodech studené vody přitom souvisel jak se stagnací vody v potrubí, tak s vyššími teplotami v zónách stoupacích potrubí a u koncových

částí potrubí a armatur. Po zjištění pravých příčin bylo možné přistoupit k účinným opatřením, a protože počty legionel nebyly nebezpečně vysoké, postačilo pravidelné manuální proplachování a zprovoznění některých do té doby neužívaných prostor, kde voda stagnovala.

ZÁVĚR

Vnitřní vodovody představují citlivý a zranitelný úsek celého vodovodního systému. Nezávadná kvalitní voda předávaná v místě domovní přípojky vodárenskou společností může v kohoutku či sprchové hlavici spotřebitele natolik změnit svou kvalitu, že může představovat i zdravotní riziko. Projekt „Materiály ve styku s pitnou vodou“ se zabýval zejména mikrobiologickými riziky vnitřních vodovodů.

Skutečností je, že bakterie jsou přirozenou součástí pitné vody a není smysluplné pokoušet se je z ní zcela odstranit, většina z nich totiž není ani pro člověka nebezpečná, dokonce mají pozitivní efekt, protože zajišťují určitou mikrobiologickou stabilitu vody a zabraňují přemnožení patogenních mikroorganismů. Přesto mají některé bakterie potenciál vyvolávat závažná onemocnění, která teprve při vyšší četnosti případů na daný problém upozorní. Přes důkladně propracované strategie odběru vzorků je hledání příčin v často rozsáhlých a složitých vodovodních systémech náročným a nákladným úkolem. Proto je třeba nalézat řešení zejména v preventivních opatřeních – a to nejen ve fázi projektování a výstavby, ale zejména při uvádění do provozu a při provozování vnitřních vodovodů.

Kontakt na autora: frantisek.kozisek@szu.cz

Použité zdroje:

- [1] KÖTZSCH, S., RÖLLI, F., HAMMES, F. Trinkwasserqualität in Gebäuden. *Aqua & Gas*. 2017, č. 10, s. 74–78.
- [2] KÖTZSCH, S. Bacteria from the tap. *EAWAG Annual report 2012*, s. 44–45.
- [3] WÖPF, M., HAMMES, F., We shouldn't be afraid of bacteria. In: *EAWAG News & Agenda*. 15. 2. 2018. Dostupné z: <https://www.eawag.ch/en/news-agenda/>

Největší zakázka na chlazení nákupního centra

Jihokorejský koncern LG dodal pro velké nákupní a volnočasové centrum Starfield Goyang s plochou 364 000 m² chlazení o výkonu 52 MW. Zakázka pro centrum, otevřené 24. srpna 2017, zahrnovala 16 absorpčních vodních chlazení různých velikostí a výkonů se zajímavou koncepcí. Provoz střediska vyžaduje i tepelný zdroj s přehřevem vody na 95 °C v kombinované výrobě proudy a tepla (v zimě dálkové vytápění). Nákupní centrum má 4 nadzemní a 2 podzemní podlaží s obchody, restauracemi, kinem, vodním parkem a dalšími volnočasovými aktivitami při instalovaném chladicím výkonu 52 MW na 364 000 m², což představuje neuvěřitelný výkon 143 W/m² chladu. Centrum je vzdáleno 15 minut jízdy metrem ze středu Soulu.

Pramen: CCI 11/2017, s. 4

(AB)

Kiefer s větráním BTA

Projekt větrání a klimatizace pro školu Sebastian-Lotze-Realschule v Memmingenu vypracovala projekční kancelář Ingenieurbüro Göttingen v Kemptenu v rámci energetického konceptu, v němž se uvažuje větrání BTA systémem Concretcool od firmy Kiefer Luft- und Klimatechnik GmbH, Stuttgart (BTA =

= Betriebstechnische Anlagen, tj. provozně-technická zařízení). Spojuje temperování a větrání všech tříd, místností, odborných učeben, dílen, kreslírny, textilních ateliérů, kabinetů učitelů a vedení školy v závislosti na venkovních podmínkách a potřebě chlazení.

Systém Concretcool má temperování betonového jádra vzduchem, nepotřebuje další chlazení jádra vodou a šetří až 50 % energie. Stupeň zpětného získávání tepla je tak vyšší než 95 %.

Pramen: CCI 10/2017, s. 7

(AB)

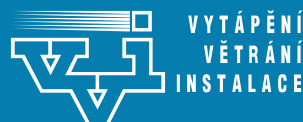
Sluneční brýle vyrábí proud

Vědci ústavu Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vytvořili semitransparentní organické solární články integrované mezi 2 plastová brýlová skla. Obě skla se solárními články mají tloušťku 1,6 mm, hmotnost cca 6 g a při osvětlení 500 Lux, běžném v kanceláři a obývacím pokoji, dávají výkon 200 µW, vhodný např. pro naslouchadla a jiné smart přístroje. Stejnou technikou lze připravovat i solární články na velkých plochách – oknech nebo fasádách.

Organické solární články jsou flexibilní, extrémně tenké a lze je vyrábět v libovolném zabarvení a tvarech.

Pramen: CCI 10/2017, s. 4

(AB)



On-line slovník

Názvoslovný výkladový slovník
z oboru Technika prostředí
v Č-N-A, A-Č-N, N-Č-A mutacích,

je nyní k dispozici on-line na stránkách

<http://www.stpcr.cz/slovník>

Obsahuje vybranou terminologii oborů:

Vytápění, Solární technika, Tepelná izolace, Chladicí technika,
Tepelná čerpadla, Větrání, Klimatizace, Hluk a otřesy, Průmyslová
vzduchotechnika, Pneumatická doprava, Čistota ovzduší,
Odprašování, Hygiena, Automatická regulace, Ekonomika investic,
Domovní vodovody, Plynovody, Kanalizace.

Redakce VVI

Nejlepší portály
o stavebnictví



Největší stavební portál
pro odborníky v ČR

ESTAV.cz
Portál pro širokou
stavební veřejnost