

# Ochrana zařízení na ohřev vody a její rozvod

## 1. Kvalita teplé vody

Teplá voda je vyráběna z vody pitné. Kvalita pitné vody je dána vyhláškou č.252/2004 Sb. Právě kvalita pitné vody je jedním z hlavních strůjců problémů s vodou v zařízeních pro výrobu a rozvod teplé vody a následně s kvalitou teplé vody.

Kvalifikovaný přístup k řešení kvality teplé vody prodlouží životnost zařízení na ohřev vody a její rozvod, pomůže ke snížení spotřeby tepla, k lepšímu zásobování teplou vodou ve vyšších patrech objektů, podstatnou měrou omezí možný výskyt zabarvené nebo zakalené vody a tím také přispěje ke spokojenosti uživatelů.

Bytové podniky (BP), družstva (BD), společenství vlastníků (SVJ), provozovatelé zařízení na ohřev vody, pracovníci starající se o technické zázemí nemocnic a ubytovacích zařízení, případně dodavatelé teplé vody často museli nebo musí čelit problémům s kvalitou teplé vody (rezavá teplá voda, špatný průtok teplé vody vlivem tvorby inkrustů z tvrdosti vody i usazenin z produktů koroze), které znehodnocují jejich snahu o vysokou kvalitu poskytovaných služeb. Tak byli postaveni před úkol nejen uspokojivě odpovědět na případné stížnosti, ale najít i správné řešení.

Naskytá se několik základních otázek: Jakou kvalitu má mít teplá voda? Co kvalitu vody ovlivňuje a jakým způsobem zajistit kvalitní teplou vodu v souladu s předpisy.

Zákon č. 274/2003 Sb., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví v §3, stanoví:

Teplou vodu, dodávanou vnitřním vodovodem, který je konstrukčně propojen směšovací baterií s vodovodním potrubím pitné vody, může výrobce vyrobit jen z vody pitné. Tato teplá voda musí splňovat hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti, které jsou upraveny prováděcím právním předpisem, v tomto případě vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Právě kvalita pitné vody je jedním z hlavních strůjců problémů s vodou v zařízeních pro výrobu a rozvod teplé vody a následně s kvalitou teplé vody.

V řadě měst se při výrobě a distribuci teplé vody setkáváme s problémem koroze a tvorby nánosů a inkrustů z produktů koroze, ale i z „tvrdosti vody“ a to často i v kombinaci.

Důsledky jsou jasné a velice nepříjemné. Výrobci a dodavatelé teplé vody, majitelé objektů s rozvody teplé vody i spotřebitelé se setkávají se zhoršenou kvalitou dodávané teplé vody, narůstající spotřebou tepla primárního zdroje a s nedostatečným tlakem v rozvodu teplé vody pro řádné zásobování ve vyšších poschodích. Ve většině případů jsou tyto problémy vnějšími projevy koroze kovových součástí zařízení pro výrobu a rozvod teplé vody

a následně tvorby nánosů a inkrustů z této koroze a z „tvrdosti“ vody na teplosměnných plochách výměníků, trubkovnicích bojlerů a v rozvodných potrubích.

Pro konečného spotřebitele se pak stává nejpalčivějším problémem rezavá voda, nižší teplota vody (odtáčení prochlazené vody z rozvodu, protože v zarostlém potrubí nelze zajistit řádnou cirkulaci) a nedostatečný tlak vody ve vyšších poschodích a to zvláště ve spotřebních špičkách.

Zatímco projevy agresivity vody a inkrustace potrubí i teplosměnných ploch způsobují největší problémy provozovatelům zařízení (ztráty tepla, tlaku, hrozba havárie), jsou nánosy hlavní příčinou problémů u spotřebitelů teplé vody (zakalená voda, rezavá teplá voda).

Tyto problémy samozřejmě ústí, jemně řečeno, ve velmi ostrou až nepříjemnou osobní kritiku od odběratelů. To jsou okamžiky, kdy i ti nejotrlejší začínají hledat řešení.

## 2. Několik základních pojmů

Nyní, pro úplnost, budeme definovat základní pojmy týkající se této problematiky.

Převážná většina, zvláště větších, aglomerací v ČR je zásobována pitnou vodou vyráběnou z povrchových zdrojů. Tyto vody jsou „měkké“, mají nízký obsah vápníku a hořčíku a jsou agresivní. Tato agresivita se projevuje nejčastěji formou plošné koroze a důlkové koroze konstrukčních materiálů zařízení pro přípravu a rozvod teplé vody.

Hlavní příčinou **plošné koroze** je zejména oxid uhličitý, který je vždy v přídavné pitné vodě obsažen a při ohřevu vody se jeho účinnost napadání povrchů zařízení pro přípravu a rozvod teplé vody zvětšuje.

Hlavními příčinami **důlkové koroze** jsou elektrochemické články, vznikající při použití různých nebo nehomogenních konstrukčních materiálů a dále ve vodě přítomný kyslík a chlór.

**Inkrustace** zařízení a potrubí pro přípravu a rozvod teplé vody je způsobována buď produkty koroze, nebo porušením hydrogenuhličitanové rovnováhy při ohřevu vody, což vede k vysrážení uhličitanu vápenatého (vodního kamene) a také často k nárůstu koroze pod nepravidelnými vrstvami inkrustů.

K tomu všemu se tvoří ještě **nánosy** v potrubí - jsou to vrstvy vytvořené sedimentací vložkovitých suspendovaných částic z vody. Při změnách proudění vody se z povrchu potrubí snadno uvolňují a jsou vodou unášeny. Těmito suspendovanými látkami jsou nejčastěji rezavé vločky hydroxidu železitého. Ty vznikají jednak z produktů koroze, ale téměř vždy také z rozpuštěného železa, které je obsaženo v běžné pitné vodě v množství až 0,2 mg/l, jak připouští již citovaná vyhl. č. 252/2004 Sb., které po ohřátí velmi rychle hydrolyzuje na rezavé vločky hydroxidu železitého. Podle známých případů, mohou tyto nánosy být aglomerovány v takové formě, že až ucpávají během krátké doby i sítko vodoměrů. Z výše uvedeného lze odvodit vysvětlení toho, že nánosy vloček se tvoří i v zařízeních a rozvodech z nerez a plastu. Ve vodách s vyšší tvrdostí mohou být nánosy tvořeny částicemi uhličitanu vápenatého.

### **3. Možnosti řešení**

K řešení problematiky kvality teplé vody je třeba přistupovat s vědomím, že za kvalitu teplé vody je jednoznačně odpovědný její výrobce a dodavatel.

Pro řešení těchto problémů je v současné době na trhu nabízena celá řada zařízení, pracujících na různých principech a také chemikálie.

Přestože se na trhu stále objevují a v reklamních kampaních jsou nabízeny nové rozličné výrobky, zejména zahraniční, musíme konstatovat, že většina z nich jsou určeny pro úpravu vod s vysokou tvrdostí, což není v ČR obvyklý případ, protože pitná voda, určená k výrobě teplé vody jak jsem se již zmínil je většinou vyráběna z povrchových zdrojů.

#### **3.1. Změna způsobu výroby**

Nejvýhodnější a nejjednodušší se, z pohledu dodavatele teplé vody, jeví přemístit její přípravu do místa odběrů. Tzn. přivést do jednotlivých domů pouze teplo a instalovat průtokové výměníky. Spotřebitel si dodá pitnou vodu a nakoupí teplo, tím zodpovědnost za kvalitu teplé vody přejde na spotřebitele. Problém s korozí, inkrusty a kvalitou teplé vody se tím v mnoha případech nevyřeší, pouze se dodavatel zbaví zodpovědnosti za kvalitu teplé vody. Potom je třeba řešit problém jednotlivě pro každý objekt.

#### **3.2. Kvalita pitné vody**

Ve snaze řešit otázku kvality teplé vody se zkoumá kvalita vody, ze které se teplá voda vyrábí.

Například, podle výsledků analýz studené pitné vody, odebrané na vstupu do ohříváků se zjistí, že obsahuje nadlimitní množství železa tj. podle vyhlášky č. 252/2004 Sb., tj. více než 0,2 mg/l a že má korosivní vlastnosti nebo je tvrdá se sklonem k tvorbě vápenatých inkrustů.

Hodnota na výstupu z úpravny pitné vody vodohospodářské společnosti této vyhláškou 252/2004 Sb., vyhovuje.

Pokud se budeme zabývat obsahem železa, co je na vině – staré kovové rozvody studené vody ve městě a tyto rozvody bývají nejčastěji majetkem města ve správě vodohospodářské společnosti.

V dnes již zrušené vyhlášce č. 144/1978 Sb., o veřejných vodovodech a veřejných kanalizacích změněné později vyhláškou č. 185/1988 byl § 16, odst. (4) cituji: Dodavatel není povinen splnit požadavky odběratele na dobu dodávky, množství, tlaku, odlišné kvality vody, které přesahují možnosti dodávky vody stávajícími zařízeními veřejného vodovodu.

Toto ustanovení bylo vykládáno jako vyvinění dodavatele za změnu kvality vody během dopravy vody potrubím. Takové ustanovení nebo ekvivalent k němu jsme v nových předpisech o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu nenašli.

Naopak zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů jednoznačně stanovuje povinnost vlastníkovu nebo

správci veřejného vodovodu, dále výrobci pitné vody a dodavateli zajistit, aby dodávaná pitná voda odpovídala požadavkům vyhlášky č. 252/2004 Sb.

Na žádost těchto výrobců, dodavatelů, vlastníků či správců může příslušný hygienik povolit na časově omezenou dobu užití vody, která nesplňuje hygienické limity ukazatelů pitné vody. Toto povolení nelze ovšem udělit pokud se nedodržení týká mikrobiologických a biotických ukazatelů a u ostatních, když nedodržení limitu mezní hodnoty MH a nejvyšší mezní hodnoty NMH trvalo déle než 30 dnů v posledním roce nebo jde-li o MH nebo NMH a závadu nelze do 30 dnů odstranit.

Při pohledu do přílohy č. 1 k vyhlášce 252/2004 Sb. na ukazatel železo zjistíme, že se jedná o ukazatel s danou mezní hodnotou referenčního rizika (MH), jejíž překročení vylučuje užití vody jako pitné. Teplou vodu dodávanou rozvodem teplé může výrobce vyrobit jen z vody pitné.

Vrátíme se zpět a zvolme následující případ. Z úpravny vody vodohospodářské společnosti je do vodovodního řadu napouštěna zajisté voda plně vyhovující již zmiňované vyhlášce 252/2004 Sb. Voda má korosivní účinky. V ocelových nebo litinových rozvodech dochází, zvláště v měkkých vodách vyrobených z povrchových zdrojů, vlivem přítomnosti agresivního oxidu uhličitého, ale i vlivem důlkové koroze (elektročlánky a ve vodě přítomný kyslík) k rozpouštění železa – ke zvyšování jeho obsahu i nad limitní hodnotu  $Fe = 0,2 \text{ mg/l}$ . Po ohřátí dojde k rychlé oxidaci a hydrataci železitých iontů za tvorby nám dobře známého rezavého kalu hydratovaných oxidů železa.

Tento, výše popsaný stav nás, jako konečné odběratele pitné vody ať již pro vlastní spotřebu nebo jako výrobce a dodavatele teplé vody, kteří vyžadují kvalitní pitnou a teplou vodu dostává do uzavřeného kruhu (kvalita dopravované pitné vody, stav rozvodů ať vnějších nebo uvnitř objektů, legislativní požadavky), ze kterého se zdá, pouze pomocí zákonů a vyhlášek není reálného úniku.

Stojí zde proti sobě dvě stanoviska ke kvalitě. Na jedné straně striktní požadavek konečného odběratele teplé vody (ale i pitné vody) na její kvalitu, následně přenesený výrobcem teplé vody na výrobce a dodavatele vody pitné.

Na druhé straně se například postaví výrobce a dodavatel teplé vody s upozorněním na staré, zkorodované pozinkované rozvody teplé vody v objektech, ve kterých se tvoří usazeniny a nánosy korozních produktů, které jsou ve špičkách vynášeny. A pokud jsou vnější rozvody ve správě výrobce a distributora teplé provedeny z plastu zdá se být problém z jeho pohledu vyřešen.

Není tomu tak. Jako koneční odběratelé a majitelé objektu budeme trvat na tom, že je do objektu dodávána teplá voda, která způsobuje korozi – způsobuje škodu na našem majetku, čehož důsledkem je i vyskytující se zakalená, „rezavá voda“.

Ze vztahu výrobce a dodavatel pitné vody – výrobce a dodavatel teplé vody a vztahu odběratel teplé vody - výrobce a dodavatel teplé vody se tak vytvoří dva prolínající se okruhy.

Řešení se zdá být na cestě vyřešením vztahu s výrobcem a dodavatelem pitné vody.

Naskytá se otázka. Proč není voda upravena v úpravně tak, aby se snížila její agresivita? Taková úprava je samozřejmě možná a existuje i více způsobů. Např. dávkování fosforečnanů sodných jak to připouští vyhláška č. 409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na látky přicházející do styku s vodou a na úpravu vody, ale jen na výslovné povolení územně příslušného hygienického orgánu a to ještě pouze na omezenou dobu než se zjedná náprava (výměna rozvodů, cementace apod.), na tu nejsou peníze.

Jako další možnost se jeví snížení obsahu oxidu uhličitýho jeho odvětráním (používá se často pro zvýšení hodnoty pH před další úpravou vody (např. odstraňování manganu nebo železa) nebo současně se oxid uhličitý odvětrá při odstraňování (odvětrávání) radonu. Problém může řešit i ztvrdování vody a to buď filtrací přes mramor nebo polovypálený dolomit, či dávkování vápna s následným dosycením oxidem uhličitým.

Na některých úpravnách se ke ztvrdování přistupuje, ale spíše z důvodů, že voda z upravovaného zdroje neobsahuje doporučené množství vápníku a hořčíku  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$  dle vyhlášky 252/2004 Sb., tj. 0,9 mmol/l než z důvodů snížení agresivity vody.

Tyto metody pokud nejsou aplikovány uvážlivě a přesně (zvláště pak odvětrávání oxidu uhličitýho nebo dávkování vápna) mohou sebou nést riziko posunutí uhličitánové rovnováhy a následnou tvorbu vápenatých inkrustů (i z relativně měkké vody). Při tom je nutné počítat s tím, že samozřejmě ohřev vody výrazně posune rovnováhu ve prospěch vypadávání uhličitánu vápenatého.

### **3.3. Úprava vody na místě**

Pokud voda splňuje požadavky vyhl. 252/2004 Sb. a nedojde k dohodě s výrobcem a dodavatelem pitné vody na opatřeních, která by pomohla k řešení, docházíme k tomu, že je třeba upravovat vodu v místě ohřevu a vybíráme mezi celou řadou firem. Od tohoto okamžiku jsou zájemci zavaleni informacemi a nabídkami od různých firem, které nabízejí různá, a to více, či méně účinná řešení, ve kterých je i pro odborníka energetika, který není sběhlým chemikem, těžko se orientovat.

V tomto okamžiku je třeba si v první řadě pro výběr zařízení zjistit základní ukazatele kvality studené pitné vody a to ty, které mají vliv na kvalitu teplé a její korosivní či inkrustační vlastnosti. (pH, alkalita  $KNK_{4,5}$ , acidita  $ZNK_{8,3}$ , obsah vápníku  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ , obsah železa Fe a  $CO_2$ ).

**Pro lepší orientaci můžeme výrobky a zařízení, které jsou firmami nabízeny rozdělit do tří základních skupin:**

1. zařízení na principu fyzikálním, např. magnetická úprava vody, elektromagnetická úprava vody s externím zdrojem elektrické energie, ultrazvuk, zařízení pro filtraci vody nebo separace vzniklých sraženin v tangenciálním separátoru,
2. zařízení na principech fyzikálně chemických, např. zařízení, kde je tvořen elektrochemický článek mezi hliníkovou a uhlíkovou elektrodou nebo mezi hořčíkovou elektrodou a kovovým pláštěm bojleru, nebo mezi mosazí a hliníkovou slitinou, event. s vnějším zdrojem stejnosměrného proudu, přiváděného na elektrody,
3. zařízení na principu chemickém, např. zařízení kde je upravovaná voda vedena ložem materiálu, který má alkalizační účinek (např. polovypálený dolomit) a ložem nízkorozpustného polyfosfátu nebo zařízení, kde voda pouze přímo obtéká nízkorozpustný polyfosfát nebo konečně, kde jsou do upravované vody proporcionálně (v závislosti na množství protékající vody) dávkována chemická činidla, která brzdí plošnou a bodovou korozi a případně i tvorbu inkrustů.

#### **Výrobky první skupiny**

jsou účinné do různého stupně a do různé vzdálenosti od jejich umístění, ale pro vody s vysokou tvrdostí a s kladným indexem uhličitánové rovnováhy, tj. takové, které mají tendenci po ohřátí tvořit inkrusty s převahou uhličitanu vápenatého  $\text{CaCO}_3$ .

#### **Výrobky druhé skupiny**

jsou obecně více účinné než výrobky první skupiny. Jejich účinnost je, stejně jako u výrobků první skupiny, prokazatelná zejména u vod s vysokou tvrdostí, které mají tendenci tvořit vápenato-uhličitánové inkrusty. Je třeba počítat s tím, že elektrolytické vylučování uhličitanu vápenatého z vody je doprovázeno vývinem oxidu uhličitého, který posiluje korosivní vlastnosti vody.

Pro vody s nízkou tvrdostí působí tyto technologie z hlediska následné koroze spíše negativně.

Pokud je toto zařízení doplněno např. pískovým filtrem na výtlačku teplé vody, získáme velmi čistou teplou vodu, ale s posílenou agresivitou. Na filtru potom budeme odstraňovat hydratované oxidy železa, které byly přineseny jak studenou vodou a po ohřátí vody vyvločkovaly, ale i ty které vznikly jako produkt plošné i důlkové koroze v rozvodech teplé vody a vrátili se zpátečkou. Pokud se týká koroze, odstraňujeme její důsledky a nikoliv její příčiny. Jako další nevýhodu je možné označit to, že je upravována teplá voda tj. nejsou tak ochráněny proti tvorbě inkrustů teplosměnné plochy ohříváků, ale do jisté míry pouze rozvody teplé vody. Tato technologie není bezodpadová, její součástí je praní filtrů teplou vodou a čištění elektrod. (odpadní voda se zachyceným železitým kalem a odstraněné produkty elektrolýzy).

Provozní náklady spočívají ve spotřebě prací vody, elektrické energie a výměně elektrod.

Dále je třeba počítat s jistými nezanedbatelnými prostorovými nároky, vyšší pořizovací cenou a vyššími provozními náklady ve srovnání se systémem třetí skupiny používající dávkování některé vhodné chemikálie.

Ukazuje se, že výrobky a zařízení první a druhé skupiny nejsou nejvhodnější pro vody, které jsou získávány z povrchových zdrojů, které jsou měkké a korosivní.

### **Výrobky třetí skupiny a jejich působení**

Některé výrobky třetí skupiny obsahují látky, které působí proti korozi i následnému tvoření inkrustů z „tvrdých“ i „měkkých“ vod. Plošná koroze je způsobována zejména volným a agresivním oxidem uhličitým z vody. Jeho působení ruší alkalická složka chemických inhibitorů. Důlková koroze je důsledkem působení místních elektrochemických článků na povrchu zařízení ohřev a rozvod teplé vody. Je podstatně nebezpečnější a způsobuje proděravění materiálů. Její působení je brzděno blokací anod, jestliže jsou v přípravku například vhodné typy polyfosfátů. Blokací také katod mikročlánků se může docílit např. účinkem polysilikátů. Jestliže se blokují katody i anody mikročlánků, bodová koroze se zabrzdí a po krátkém čase prakticky zastaví.

V posledních letech dochází při opravách zařízení pro přípravu a rozvod teplé vody k aplikacím nerezových a plastových materiálů. Očekávání, že odpadnou problémy s nekvalitní, rezavě zakalenou vodou se však často nenaplní.

Jak bylo uvedeno výše, další příčinou zakalené - rezavé vody jsou nánosy vloček hydroxidu železitého z obsahu železa v pitné vodě, které se uvedly do pohybu a vmíchaly do vody při zvýšeném průtoku vody potrubím nebo zásobníkem.

Ke zvýšení rychlosti proudění vody dochází pravidelně při ranních a večerních odběro-vých špičkách. Paradoxně z hladkého potrubí rozvodů z plastových materiálů se nánosy podstatně snadněji uvolní a vmíchají do proudící vody než z potrubí zainkrustovaných.

Přídavná pitná voda, jak již bylo výše uvedeno, obsahuje vždy určité množství železitých iontů, které ve studené vodě nezpůsobují žádný zákal. (Pitná voda je z úpraven vody rozváděna většinou ocelovými nebo litinovými rozvody, které jsou také korozním působením dopravované vody rozpouštěny). Při ohřátí pitné vody ve výměňkových stanicích se teplota vody změní z 10 - 15°C na 45 - 55°C, tím okamžitě dochází k hydrolyze iontů železa a tvorbě koloidních částic, které potom koagulují, nabalují se a tvoří vločkovitý rezavý kal. Tyto procesy probíhají bez ohledu na použitý materiál pro zařízení a rozvody tedy i v případě použití nerezů a plastů.

Druhým nejčastějším důvodem nárůstu obsahu železitých iontů ve vodě systémů teplé vody je působení elektrochemických článků, kdy v systému jsou použity různé kovové a plastové materiály. Při těchto pochodech vždy dochází k rozpouštění méně odolného materiálu (k jeho korozi). Další tvorba vloček a nánosů je shodná jako pro železo přinášené pitnou vodou.

Proto je vhodné, pro zamezení výše popsaných problémů, i do systémů teplé vody s nerezovými, či plastovými částmi dávkovat, do přídatné pitné vody určené k ohřevu na teplou vodu, chemický prostředek, který zamezí tvorbě – vypadávání vločkovitých částic z rozpuštěného železa obsaženého v pitné vodě i z železa rozpuštěného korozí, a tím i problémům s rezavou teplou vodou. Kladné poznatky při dávkování takového přípravku při výrobě teplé vody jsou pozorovány i na systémech teplé vody, kde jsou rozvody a zařízení v kombinaci nerez – plast.

Účinnost proporcionálně dávkovaného směsného inhibitoru, je založena na obsahu určitých speciálně upravených polyfosfátů, polysilikátů a alkalické složky.

Alkalickou složkou je eliminován oxid uhličitý – zastavuje plošnou korozi, přítomné polyfosfáty se spojují s ionty rozpuštěného železa ve vodě do pevných komplexů, které jsou bezbarvé i při ohřevu teplé vody a blokuje anody elektrochemických článků, polysilikáty působí jako blokátory jejich katod.

Dlouholetým provozem je možné tyto vlastnosti potvrdit. Navíc bylo vyzorováno, že chemické složky působí s časem narůstajícím účinkem. Co to znamená.

Při zahájení dávkování jsou změny v kvalitě vody pozorovatelné relativně brzy již po několika dnech až týdnu, ale k účinné ochraně – stabilizaci systému dochází po dvou až třech měsících.

Proces snižování korozní rychlosti docílují složky prostředku postupně. Polyfosfáty se **postupně** slučují s ionty kovu (železa), uvolňovanými z povrchu zařízení a vytvářejí nepropustný mikropovlak polyfosforečnanu železnatého, který ulpívá na povrchu materiálu a tak **postupně** vytváří vrstvu, která brání difuzi depolarizačních složek z vody (kyslíku, chloru atp.) k povrchu kovového zařízení a tedy **postupně** snižuje korozní rychlost. Tento děj probíhá na anodách mikročlánků. Obdobným mechanismem způsobují polysilikáty postupně tvorbu povlaku na katodách.

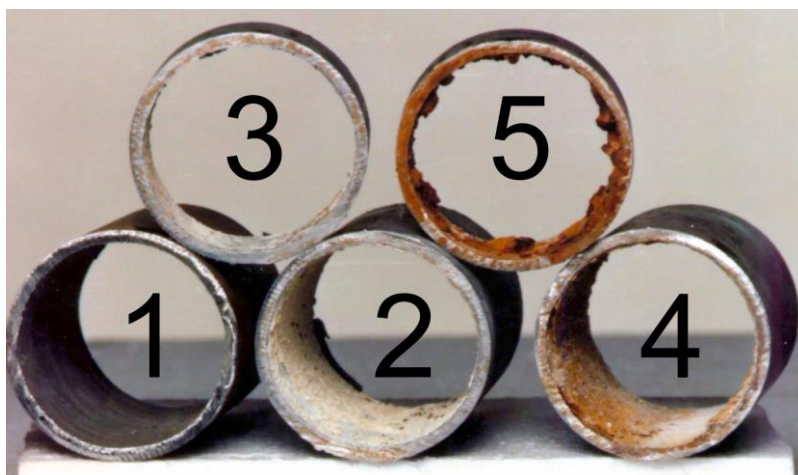
Povlak neroste neomezeně. Po vytvoření povlaku, tj. když je prakticky zamezeno styku mezi vodou s nadávkovaným prostředkem a kovovým materiálem dochází ke snížení spotřeby polyfosfátu – jeho obsah ve zpátečce teplé vody se ustálí na hodnotách o něco vyšších, než byl několik dní po zahájení dávkování.

Tyto skutečnosti byly ověřeny dlouholetou praxí, ale také provedením krátkodobých korozních zkoušek na přesných etalonech, kde již po měsíci, kdy nebyl systém ještě zdaleka „stabilizován“ došlo ke snížení korozních rychlostí o 50 %.

Takovýto směsný inhibitor je účinný i pro tvrdé vody, jehož polyfosfátová složka přispívá udržení vápníku  $\text{Ca}^{2+}$  v rozpustné sloučenině a zamezení tvorby nerozpustného uhličitanu vápenatého  $\text{CaCO}_3$ , tj. vodního kamene.



**Porovnání výřezů z potrubí teplé vody ošetřeného dávkováním směného inhibitoru a potrubí bez dávkování.**



1. nové potrubí, 2. po 3 měsících dávkování roztoku, 3. po 9 měsících dávkování,
4. po 3 měsících bez dávkování, 5. po 9 měsících bez dávkování

Nyní si dovolím několik poznámek k vlastnímu provozu. Zajistit proporcionální dávkování pomocí impulsního vodoměru a spolehlivého dávkovacího čerpadla nepřináší technický problém a je prostorově nenáročné. Dávkování se provádí, v místě přípravy teplé vody, do studené vody před jejím ohřevem. Obsluha dávkovacího zařízení spočívá v pravidelné kontrole a doplňování roztoku inhibitoru, ve sledování správné funkce měřicího a dávkovacího zařízení a ve vedení provozních záznamů.

Je vhodné provádět pravidelnou kontrolu teplé vody, nejlépe 1x za 3 měsíce a dle zjištěných hodnot případně korigovat dávku inhibitoru i odkalování systému. Jsou sledovány tyto parametry: pH, alkalita, tvrdost, obsah železa u pitné vody, a u teplé vody na výtlačku a cirkulaci navíc obsah celkových fosforečnanů. Porovnáním výsledků zjistíme co se v systému děje - zda a v jaké míře ohřevem vody dochází ke změnám tvrdosti vody (vypadává uhličitán vápenatý – tvoří se inkrusty), množství železa a fosforečnanů apod. a na základě toho můžeme, zda je systém již stabilizován a rozhodnout o korekci dávky. Při tom je třeba mít na paměti požadavek přílohy č. 2., vyhlášky č. 252/2005 Sb. kde jsou uvedeny ukazatele kvality teplé vody a jejich hygienické limity. V tomto případě mít na zřeteli plnění limitu pro obsah fosforečnanů  $\text{PO}_4^{3-}$  v teplé vodě, který je **3,5 mg  $\text{PO}_4^{3-}/\text{l}$** .

Směsný inhibitor má zkouškami v provozu prokázané polyfunkční účinky, které umožňují jeho použití jak pro měkké, korosivní vody tak pro vody s vyšší tvrdostí mající silný sklon k tvorbě vápenatých inkrustů (v některých případech došlo po nasazení přípravku do 3 měsíců dokonce k postupnému rozpuštění vápenatých inkrustů na trubkovnici bojleru).

Na trhu je více podobných přípravků zahraniční i naší výroby. Při použití přípravku od českého výrobce lze dosáhnout vlivem příznivé ceny přímých nákladů na 1 m<sup>3</sup> dodané teplé vody (bez DPH) při doporučených dávkách 1,50 – 2 Kč.

Dávkování přípravku lze použít pro všechny materiálové kombinace systémů pro zásobování teplou vodou a prakticky pro všechny druhy vod.

#### **4. Dávkování chemikálií, legislativa a životní prostředí**

Ještě si neodpustíme poznámku k obavám některých provozovatelů, které u nich vyvolává zmínka o dávkování chemikálií, a které jsou posilovány dodavateli konkurenčních zařízení na fyzikálním a fyzikálně chemickém principu, včetně poznámek o škodlivosti životnímu prostředí vlivem obsahu fosforu jako významného eutrofizačního prvku.

Protože teplá voda dodávaná rozvodem teplé vody může být vyrobena pouze z vody pitné, tj. teplá voda by měla, mimo teploty, vyhovovat ukazatelům dle vyhlášky 252/2004 Sb., která stanovuje požadavky na pitnou vodu a teplou vodu....

Podle vyhlášky č. 409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do styku s vodou a na úpravu vody, která vychází z §5 zákona č. 258/2000 Sb. by veškeré chemikálie, tedy i tyto směsné inhibitory (chemické směsi) měly podmínkám této vyhlášky vyhovět. Pokud nejsou v ní přímo vyjmenovány a to ani její složky, musí být pro daný účel, tj. v našem případě pro úpravu teplé vody dávkováním do vody studené určené k ohřevu (pitné vody) přezkoušeny ve smyslu vyhlášky 409/2005 Sb. akreditovanou laboratoří nebo přímo Zdravotním ústavem ve smyslu přílohy č. 4 této vyhlášky.

Pokud se týká obsahu fosforečnanů a křemičitanů, to jsou ukazatele, které nejsou pro pitnou vodu ve zmíněné vyhl. č. 252/2004 Sb. uvedeny. Pro vodu teplou, protože se zde počítá s použitím přípravků s obsahem fosforečnanů, je potom v této vyhlášce stanoven limit pro fosforečnany  $PO_4^{3-} = 3,5$  mg/l.

Není tomu pro škodlivost lidskému organismu, ale pro omezení výskytu fosforu jako biogenního prvku, který může podporovat růst některých bakterií v rozvodech vody a podporuje růst řas a sinic v povrchových vodách. I když výše limitu je diskutabilní a to ze dvou pohledů:

a) těžko lze prokázat, že snížení obsahu fosforečnanů na polovinu proti dříve respektované ČSN 83 0616 Jakost teplé užitkové vody sníží případné riziko růstu některých bakterií v rozvodech.

b) teplou vodou jsou centrálně zásobovány objekty ve větších aglomeracích, ve kterých je odpadní voda zneškodňována na čistírnách odpadních vod většinou vybavených i technologií na odstraňování fosforu. Navíc množství fosforu, které se dostane do odpadních vod s teplou vodou ošetřenou přípravkem s obsahem fosforečnanů, představuje pouze asi 2 %

---

celkové produkce fosforu ekvivalentního obyvatele napojeného na čistírnu odpadních vod.

Věřím, že tento článek, který si vzal za cíl seznámit provozovatele zařízení výměňkových stanic, kotelen a pracovníky starající se o technické zázemí ubytovacích zařízení, budov nemocnic a hotelů s některými pojmy, souvisejícími s teplou vodou a její kvalitou a přispěje i k lehčí orientaci v dané problematice při zajišťování kvalitní teplé vody.

Vypracoval: Ing. Jan Bendl, Eco-Aqua-Servis s.r.o.  
V Praze dne 20.10.2022