

Ošetření povrchů nátěry využívající nanotechnologii

Jana Říhová Ambrožová¹, Jaroslav Říha², Marie Karásková³, Pavlína Adámková¹

¹ VŠCHT ÚTVP Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6, jana.ambrozova@vscht.cz

² Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., závod Teplice, Přítkovská 1689, 415 50 Teplice, jaroslav.riha@scvk.cz

³ COC s.r.o., Rybitví 296, 533 54 Rybitví, marie.karaskova@vuos.cz

1. Úvod

Veškerá stavební řešení a úpravy ve vodárenských objektech by měly být provedeny tak, aby prostředí bylo suché, chladné, teplotně stabilní a bezprašné. Ne vždy je možné takové zabezpečení provést a uskutečnit. Vzhledem k vlhku, které je ve vodárenských objektech, a přístupu světla do prostor, se na stěnách tvoří nárosty pocházející většinou z rozmnožovacích stádií transportovaných vzduchem. Nárosty jsou nejen nevzhledné, ale ve své podstatě i druhotně závadné, vezmeme-li v úvahu jejich biologickou aktivitu, biologickou korozi a v neposlední řadě i sekundární uvolňování organismů do vzduchu a odtud dále ve směru transportu vzduch-voda-stěna-smáčený/nesmáčený povrch. K omezení tvorby zelených nárostů na plochách zdí, vystavených světlu, lze osadit do oken ochranné fólie speciálních vlastností (eliminace fotosynteticky aktivního záření). Nicméně, pro větší prostory nejsou fólie vždy vhodným řešením, stejně tak i v případě prostor s hnědočernými povlaky mikromycet, víceméně limitované přísunem světla. Doporučením je provést úpravu povrchu stěn, sanaci a případně ochranný nátěr, nebo rekonstrukci objektu. Zde se nabízí otázka: „*Je sanace a patřičný nátěr správně provedený a zvolený, je zákrok opravdu účinný a dlouhodobě efektivní?*“ Možným řešením je volba nátěrových hmot využívající nanotechnologie, fotokatalytické a fotodynamické vlastnosti povrchu.

2. Kolonizace povrchů

Znalost populací mikroorganismů kolonizujících povrchy je základem úspěšného zákroku proti jejich množení a předpokladem i úspěšných sanačních postupů. Je známo, že 20 až 30 % rozrušování materiálů má biologický charakter. Řasy a sinice, jako fototrofní organismy, se snadno rozvíjejí na površích, vytvářejí charakteristické zabarvení a inkrustace. Vlivem střídání období sucha a vlhka, způsobují přítomné biofilmy se sinicemi a řasami značné změny.

Biofilm se vytváří ve speciálně nutričně chudém prostředí. Jeho tvorba probíhá tak, že nejprve dochází k transportu organických molekul a buněk k povrchu, organismy se nejprve přichytí k podkladu, rostou a vzniká systém extracelulární polymerové substance (hydratovaná polyaniontová polysacharidická matrix). Extracelulární polymerová substance je ochrana vůči vyschnutí a biocidům, lapáč polutantů a nutrientů. Následuje *povrchová ztráta materiálu*, penetrace a nárůst porozity, metabolickými procesy se uvolňují korozivní organické kyseliny a dochází k *biokorozi*. Neméně je důležitá **znalost biodiverzity** mikroorganismů přisedlých k podkladu. Akumulující se biomasa fotosynteticky aktivních mikroorganismů je živinami pro růst jiných společenstev, které se vyživují na polysacharidech sinic a řas a zbytcích buněk a urychlují rozrušování (deterioraci) povrchu. Fotosynteticky aktivní mikroorganismy jsou potenciálně nejvíce agresivní vzhledem k fotolitotrofní povaze. Diverzita a abundance sinic a řas, kolonizujících různé substráty, závisí na dostupnosti vody, která umožňuje mikroorganismům tvořit subaerické biofilmy. Díky koloidům obsaženým v obalech dochází ke kumulaci vody ve vznikajícím biofilmu a umožňuje přežívání i v období sucha.

3. Možnosti ošetření povrchů

K ošetření povrchů se používají mechanické, fyzikální a chemické postupy, z nichž poslední zmíněné využívají víceméně potenciálně nebezpečné a někdy i toxické biocidy. K ošetření lze přistoupit i tak, že se kombinuje více způsobů aplikací přípravků a postupů. Při eliminaci biofilmů se aplikace biocidů doplňuje i jiným způsobem chemického ošetření, např. permeabilizéry, inhibitory pigmentů a exopolysacharidů a fotodynamická činidla (fotokatalýza, ftalocyaniny a fotosenzitizéry).

3.1 Nanovrstvy

Každý povrch má své specifické vlastnosti a prostřednictvím **nanovrstev** je možné tyto vlastnosti modifikovat tak, aby co nejlépe vyhovovaly specifickým potřebám. Většinou se jedná o přípravky zaměřené na ochranu různých druhů minerálních povrchů, které se stávají mechanicky i chemicky odolné, je sníženo riziko znečištění od solí a zabarvujících látek, snižuje se sací schopnost materiálu (povrch je nelepivý, voda i oleje vytvářejí na povrchu kapky a stékají, aniž by došlo k nasáknutí), jsou chráněny i proti korozi (vytvoří se ochranný film, který zamezuje vzniku a šíření koroze). Nanovrstva chrání před povětrnostními, chemickými i mechanickými vlivy a před ultrafialovým zářením, u dřeva se zpomaluje jeho tlení. Při dešti nebo při opláchnutí vodou se projevuje samočisticí efekt nanovrstvy, kdy se nečistoty nabalují na kapky vody a po materiálu stékají, dokonce i větší znečištění lze odstranit vodou. Ošetřený povrch nedovoluje bakteriím a plísním jejich usazování, čímž se plochy stávají čisté a hygienicky nezávadné. Velmi perspektivní je např. **nanosklo**, což je ultratenká vrstva aplikovaná individuálními nosiči podle typu povrchu, který má chránit. Síla nanosené vrstvy po zaschnutí je cca 100 nm. Veškeré savé povrchy se po aplikaci stávají hydrofóbními s prostupností vzduchu. (*Ultratenkou úpravou povrchů pomocí nanotechnologie se zabývá f. Nanoteam, která nabízí produkty řady AQUA a NANO, určené k účinnému odstranění mastných, minerálních, vápenatých či biologických usazenin*). Pro povrchy stěn a stropu zatížené vlhkostí v prostorách s akumulací vody, je ošetření povrchu nanosklem jednou z možností.

3.2 Nanočástice stříbra

Trendem současnosti je používání **částic stříbra**, které se jako nanočástice aplikují v nanovrstvě na povrch ošetřovaného materiálu. Schopnost stříbra eliminovat bakterie a prodlužovat trvanlivost potravin je známá odnedávna, kdy se na uchovávání vody používali stříbrné nádoby (stříbrné peníze se vhažovali do nádob s vodou). Ze stříbra se začali vyrábět filtry určené na čištění vzduchu, stříbrná vlákna se zašívají i do oblečení z důvodů eliminace pachů a nečistot.

Mechanismus působení stříbra na organismy je zcela specifický, nejprve je stříbro absorbováno buněčným obalem, kde naruší některé z funkcí, zjm. funkce, které odpovídají za dělení buňky. Buňka chráněná obaly zůstává nadále vitální, stříbro působí nejprve bakteriostaticky, teprve dalším zvyšováním koncentrace roztoků s ionty stříbra se jeho účinek mění na baktericidní. Zvýšený podíl stříbra se sorbuje na povrchu buňky, proniká dovnitř a akumuluje se v cytoplazmatické membráně, kde jsou přítomny hlavní enzymatické systémy buňky. Odolnost mikroorganismů vůči kovům stříbra není známá.

Na českém i zahraničním trhu je mnoho přípravků disperzí, roztoků, aerosolů na bázi stříbra nabízené za účelem eliminace nárostů tvořených řasami, plísněmi, mechy a lišejníky. Do jaké míry jsou preparáty účinné (i dlouhodobě, či skutečně otestované na cílových organismech a daných systémech), bylo vyzkoušeno jednouchými kontaktními vizuálními testy a dále laboratorními testy inhibice.

V reálném prostředí byly na různé podklady (plochy cca 100 cm²) s nárosty řas (sinic), mechů, lišejníků přímo aplikovány komerčně dodávané přípravky s nanočásticemi stříbra Silver Sanitex, Silver Protect a SilverWater (preparáty mají většinou baktericidní účinky, algicidní účinky nejsou specifikovány). Preparáty byly aplikovány na beton (malta) různé porozity a sklonu vzhledem k terénu, plast, kámen, polykarbonát, hliník (kov), střešní krytinu, dřevo. Testované přípravky Silver Sanitex a Silver Protect byly velmi účinné nejen po několika dnech expozice, ale i po delší době vystavení ploch, jimi ošetřených a ponechaných působení povětrnostních podmínek. Po šesti měsících aplikace přípravků na sledované plochy lze říci, že přípravky jsou velmi účinné k eliminaci řasového, mechového či lišejníkového nárostu. Při testech přímé aplikace na plochy, porostlé mikroorganismy, se přípravky s částicemi stříbra v reálném prostředí osvědčily, proto jsme přistoupili k výběru testování dalších komerčně dodávaných preparátů (koloidní stříbro, Antibakterin Strong, Deargen-200, či výrobky f. Bioteq s nanočásticemi stříbra zakotvenými na anorganickém nosiči).

Předběžně lze říci, že účinnější jsou přípravky obsahující nanočástice stříbra, které mají větší reakční plochu než ostatní částice. Koloidní stříbro je ve vodném roztoku méně stabilní než nanostříbro, jeho účinky v porovnání s přípravkem Silver Water, jsou nižší. Nakolik je účinná deklarovaná složka stříbra v preparátu, jaká je její koncentrace a do jaké míry je aplikovatelná na povrchy, bude nutné prověřit při laboratorních a poloprovazních kontaktních testech inhibice s kulturami řas a sinic za účelem zjištění hraničních inhibičních koncentrací.

3.3 Fotodynamická činidla – ftalocyaniny

Ftalocyanin (tmavě modrý pigment) byl odvozen od molekuly tetraazaporfyrinu, rozšířeného o čtyři benzenová jádra. V praxi jsou známé tzv. kovové ftalocyaniny, které v centru makromolekuly ftalocyaninu mají vázané kovové ionty, např. hliník, zinek, křemík, germanium a gallium. Ftalocyaniny s vhodným centrálním kovem jsou velmi účinnými fotosenzitizátory, které díky světlu vhodné vlnové délky (blízké jejich absorpčnímu maximu) a za přítomnosti diatomického kyslíku mají schopnost generovat singletový kyslík a další jeho reaktivní formy. Vznik singletního kyslíku je obecně nazýván fotodynamickým procesem. (Singletní kyslík je molekula kyslíku v excitovaném stavu, v němž jsou všechny elektrony spárovány, takže multiplicita spinu je 1 {singlet}, dalšími reaktivními formami jsou kyslíkové a hydroxylové radikály.) Uvedený fotodynamický efekt nachází široké uplatnění zejména ve fotodynamické terapii v humánní medicíně, další významné uplatnění ftalocyaninů je v současné době v aplikačních oblastech jako je chemická katalýza (kombinace anorganického fotosenzitizátoru, např. oxid titaničitý {TiO₂}, s vhodnými deriváty ftalocyaninu; tento kombinovaný fotosenzitizátor nepotřebuje na rozdíl od čistého TiO₂ k fotodynamickému procesu ultrafialové světlo a postačí denní světlo), elektronika (aktivní vrstvy pro fotovoltické panely, transistory, různé typy senzorů, LED diody), biologie a biomedicína (inaktivace mikroorganismů), nanotechnologie, environmentální obory a technologické aplikace (např. dezinfekce vody za použití organokřemičitých fotosenzitizátorů, tj. ftalocyaninů a naftalocyaninů křemíku).

V letech 2004 až 2006, v rámci projektu FT-TA/034 s názvem „*Ekologicky šetrná inhibice množení patogenních bakterií a řas v cirkulačních chladicích systémech jaderných elektráren a jiných podobných technologických zařízeních*“, probíhalo testování ftalocyaninových preparátů, syntetizovaných pracovištěm VÚOS, a.s. Rybitví (v současné době COC s.r.o., Centrum organické chemie), za účelem zjištění inhibičních/stimulačních účinků. Při řešení projektu byly hledány molekulární struktury ftalocyaninů (dále FTC) se schopností generovat singletní kyslík a jeho další reaktivní

formy po interakci se světlem, a následně je transportovat do molekulárních systémů řas a bakterií, čímž dochází k likvidaci živého systému. Současně se specifikoval optimální preparát, který by byl dostatečně účinný, ekologicky přijatelný a inertní vůči konstrukčním materiálům. Jelikož vlastním algicidním a baktericidním činitelem je v tomto případě *in situ* vznikající singletní kyslík, který je neškodný pro vodní biocenózu, lze uvažovat o ekologicky šetrné inhibici mikroorganismů. V rámci testovaných skupin látek, kterými byly sulfonované hydroxyhlinité FTC anionoidního typu, hydroxyhlinité FTC substituované heterocyklem kationoidního typu, sulfamidické hydroxyhlinité FTC, hydroxyhlinité karboxyftalocyaniny anionoidního typu, sulfamidické hydroxyhlinité FTC kationoidního typu, zinečnaté FTC anionoidního typu, sulfonované hydroxyhlinité FTC kationoidního typu, FTC zinku substituované heterocyklem kationoidního typu, sulfamidické FTC zinku, sulfamidické zinečnaté FTC kationoidního typu, ostatní kationické FTC, bylo otestováno celkem 51 preparátů. Nejprve probíhalo laboratorní testování, kdy byly sloučeniny FTC aplikovány ke vzorkům čistých kultur bakterií a řas, tímto způsobem byla zjišťována úroveň inhibičního/stimulačního účinku a vhodnost případné aplikace přípravku na cílový organismus (populaci). Metodika testování byla zvolena tak, aby byly testovány ve vodě rozpustné sloučeniny FTC. Působení preparátů v laboratorních podmínkách a jejich účinek byl zjišťován na sbírkových organismech bakterií (*Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), sinic a řas (*Anabaena* sp., *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella vulgaris*, *Raphidocelis subcapitata*, *Koliella spiculiformis*, *Stigeoclonium* sp.). Baktericidní i algicidní účinky vykazovaly preparáty na bázi FTC zinku a hliníku kationoidního typu a to zejména ty, které byly substituovány heterocyklem kationoidního typu. FTC anionoidního typu, tj. sulfonované FTC hliníku vykazovaly zejména vysokou baktericidní účinnost.

Širokospektrální účinek FTC byl ověřen i v reálném prostředí, kdy se jednalo o testování v kapalném (aplikace FTC do vzorku vody) i pevném stavu (aplikace v podobě nátěru na betonový bloček). Betonové bločky, jejichž povrch byl ošetřen nátěry obsahující sledované sloučeniny FTC, byly osazeny do extrémních podmínek, v tomto smyslu se jednalo o jejich vložení do vody bazénů pod chladicími věžemi elektrárenského provozu (stálost vodního sloupce, oživená voda, povětrnostní podmínky). I přes to, že testování vzhledem k provozním možnostem probíhalo tři měsíce, lze konstatovat vysokou účinnost na inhibici růstu nárostových druhů sinic, řas a živočichů, v případě hodnocení bakteriálních biofilmů bylo zjištěno, že se baktericidní účinnost nátěru snižuje.

U sulfonovaných hydroxyhlinitých FTC anionoidního typu se projevila **schopnost účinné eliminace mikroorganismů v tenkých vrstvách**, aplikovaných na povrch materiálu. (FTC byl aplikován i na filtrační tkaninu, která se v rámci projektu IG58052 testovala jako součást filtrační jednotky osazené do větracího průduchu zemního vodojemu situovaného v zalesněné oblasti. Filtrační tkanina s FTC a další vrstvy ve filtrační jednotce byly testovány v průběhu roku 2007, vrstva se podílela na eliminaci mikrobiálního oživení minimálně o 1 řád, viz dříve publikované výsledky. Nicméně, podstatně větší účinnosti filtračního materiálu lze dosáhnout přímým působením záření na FTC ošetřenou plochu.) Speciálně byly vytvořeny nátěrové hmoty s různým obsahem FTC a dalších fotosenzitizérů a látek s fotokatalytickým účinkem. Nátěrové hmoty byly aplikovány ve vybraných vodárenských provozech v objektech, kde je díky vlhkosti a přístupu slunečního záření s následnou biologickou aktivitou sekundárně se pomnožujících organismů, narušována struktura povrchu stěn.

V roce 2007 byly aplikovány nátěry na stěny manipulačního prostoru vodárenského objektu, stěny ve vlhkém prostředí a vystavené světlu byly porostlé převážně sinicemi a řasami. Na vybrané stěně byly seškrábány plochy o velikosti 100 cm², výluhy ze

seškrábaného povrchu byly podrobeny mikroskopické analýze a zjištění koncentrace chlorofylu-*a* dle ČSN ISO 10 260. Kontrolní seškrábané plošky a plochy neseškrábané s ponechanými biologickými nárosty byly povrchově ošetřeny nátěrem. Nátěr byl speciálně vytvořen z komerčně dodávané barvy a přídavku povrchově účinného FTC (0,15 % koncentrace sulfonovaného FTC hliníku v Primalexu). Účinnost nátěru byla hodnocena vizuálně, dále pak pořizováním fotografické dokumentace a kontrolou dotyku stálosti nátěru na stěně. Vlhkostí docházelo k zapíjení barvy i do okolních prostor, které ošetřené nebyly, nicméně i na neošetřených plochách se díky průsaku nátěru eliminoval zelený biologický nárost. Účinnost nátěru se snižovala vzhledem k jeho nestálosti na ošetřeném povrchu, toto tvrzení vychází z 22měsíčního sledování objektu.

Proto byly následně vyvíjeny stabilnější nátěrové formulace, a to na základě spolupráce firem Synpo a VÚOS. Pro naše potřeby testování účinnosti barev aplikovaných na povrch byly vyvinuty: i) ***nátěrové hmoty silikátové***, na bázi draselného vodního skla a vodou ředitelné akrylátové disperze (dále obsahují titanovou bělobu, plniva jako vápenec, talek apod., potřebná aditiva dispergační a rozlivová, odpěňovače, koalescenty, zahušťky), a ii) ***nátěrové hmoty silikonové***, na bázi silikonové emulze a vodou ředitelné akrylátové disperze (dále obsahují, viz specifikace uvedené v závorce výše). TiO₂ působí jako fotosenzitizér, který ve spojení s FTC zvyšuje díky synergistickému účinku tvorby singletu konečnou účinnost nátěrové barvy. Ze silikátových nátěrových hmot se jednalo o P-41 (kontrolní vzorek bez antimikrobiálních aditiv) a P-55 (s obsahem nanočástic fotokatalytického ZnO a 0,02 % sulfonovaného FTC typu 1009/221). Silikonové nátěrové hmoty byly: PSi-1 (kontrolní vzorek bez antimikrobiálních aditiv) a PSi-16 (s obsahem nanočástic fotokatalytického ZnO a 0,02 % sulfonovaného FTC 1009/221).

V roce 2008 byl zvolen pro testování objekt věžového vodojemu se stěnami porostlými řasami a vystavenými slunečnímu záření. Stejně, jako v předchozím případě, i zde byly seškrábány kontrolní plochy, jejichž materiál byl dále posouzen v laboratoři. V objektu byly použity nátěrové hmoty označené jako P-55 a PSi-1, ošetřen byl nejen seškrábaný povrch, ale i povrch s původním biologickým nárostem. Při vizuálních kontrolách se pořizovala fotodokumentace a kontrolovala se stálost nátěrové hmoty dotykem. Jelikož byly nátěry aplikovány přímo na nárosty se zelenými řasami, bylo možné posoudit účinnost nátěru i tak, že řasy neprorůstají skrze nátěry. Stěna nádrže vlivem vlhkosti vzduchu a možného průsaku konstrukcí se rosí a voda stéká po povrchu nátěrů. Tím lze posoudit i další vlastnost nátěru, a to je jeho trvanlivost ve smyslu stálosti na stěně i přes působení rosení. Po 13 měsících byla provedena vizuální kontrola nátěrů (vzhledu, zjištění účinnosti), kterou bylo zjištěno, že nátěr označený jako P-55 je méně odolný vůči vlhkosti, než nátěr PSi-1. Po 40 měsících aplikace nátěrové hmoty bylo zjištěno, že nátěr PSi-1 si nadále ponechává odolnost vůči vlhku díky homogenitě nátěru a stálosti aplikované hmoty a zamezuje tak i sekundární tvorbě biologického nárostu, naproti tomu nátěrová hmota typu P-55 není odolná vůči biologické aktivitě sinic, řas a dalších mikroorganismů.

V roce 2009 byl zvolen další vodárenský objekt. Jednalo se o manipulační prostory zemního vodojemu, jehož stěny byly porostlé řasami a mikromycetami. V objektu byly aplikovány celkem 4 nátěry, jednalo se o P-55, P-41, PSi-1 a PSi-16. Vizuální kontrola nátěrů ošetřených ploch musela být ukončena již po 18 měsících, z důvodu celkové rekonstrukce objektu. I přes toto krátké období působení nátěrové hmoty byla zjištěna vysoká účinnost nátěrů PSi-16 a P-55 s přídavky FTC.

Z výsledků uvedeného terénního testování vyvinutých nátěrových systémů je zřejmé, že nátěry jsou aplikovatelné přímo na plochy s biologickým nárostem a jsou dostatečně účinné.

4. Závěr

Z výsledků uvedeného laboratorního i terénního testování vyvinutých nátěrových systémů FTC je zřejmé, že nátěry aplikovatelné přímo na plochy s biologickým nárůstem jsou dostatečně účinné, provedená aplikace má trvalejší charakter.

Při vyřešení vhodné technologie ošetření povrchu, stálosti nátěru a jeho deklarované dlouhodobější účinnosti je možné přistoupit i k aplikaci nátěrů na dlaždice či omyvatelné povrchy v rehabilitačních prostorách (bazény, sauny).

Velmi perspektivní je aplikace v prostorách technologií úpraven pitné i odpadní vody, kde je výskyt biologického nárůstu na stěnách velmi častým jevem. Ve spolupráci VŠCHT a COC jsou již připravovány a zkoušeny nátěrové systémy s FTC, které se chystá uvést na trh firma ASIO, působící v oblasti úpravy a čištění vod.

Na pracovišti VŠCHT probíhá laboratorní testování přípravků obsahujících nanočástice stříbra a modifikuje se metodika testů.

Autoři děkují vodárenským organizacím za umožnění vstupu do objektů za účelem aplikace hmot na sledované povrchy. Publikace byla vytvořena v rámci projektu MSM 6046137308 a projektu č. DF11P01OVV012 programu NAKI.

Použitá literatura

Adámková P., Říhová Ambrožová J., Říha J., 2012: Využití kovových částic stříbra k potlačování růstu sinic a řas. Sborník Vodárenská biologie 2012, Praha 1. - 2. 2. 2012, 138-140.

Kaisler J., Říhová Ambrožová J., Hubáčková J., Čiháková I., 2011: ČSN 75 5355 Vodojemy. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 20 stran.

Macedo M. F., Miller A. Z., Dionísio A., Saiz-Jimenez C., 2009: Biodiversity of cyanobacteria and green algae on monuments in the Mediterranean Basin: an overview. Microbiology November 2009 vol.155, no. 11, 3476-3490.

Morton, L. H. G., Greenway, D. L. A., Gaylarde, C. C., Surman, S. B., 1998: Consideration of some implications of the resistance of biofilms to biocides. Int Biodeterior Biodegradation 41, 247–259.

Ortega-Calvo, J. J., Ariño, X., Hernandez-Marine, M. & Saiz-Jimenez, C. (1995). Factors affecting the weathering and colonization of monuments by phototrophic microorganisms. Sci Total Environ 167, 329–341.

Říhová Ambrožová J., Bezděková E., Loučková P., Nekovářová J., Karásková M., Rakušan J., Černý J., Kořínková R., 2007: Využití ftalocyaninových preparátů šetrných k prostředí k ochraně okruhů chladicích vod před růstem řas a sinic. - Chemické Listy 101 (4), 315-322, ISSN 0009-2770.

Říhová Ambrožová J., Bezděková E., Loučková P., Nekovářová J., Karásková M., Rakušan J., Černý J., Kořínková R., 2006: Závěrečné výsledky z projektu FT-TA/034 zaměřeném na ekologicky šetrnou inhibici ftalocyaniny. - 23. konzultační seminář *Energetické provozy v průmyslu*, Brno, 23.11.2006, Bulletin Energochemie, č. 27, roč. 2006, CD-rom

Říhová Ambrožová J., Hubáčková J., Čiháková I., 2008: Konstrukční uspořádání, provoz a údržba vodojemů. Technické doporučení (I-D-48), Hydroprojekt CZ, a.s.: 60 pp., AA 4,8

Říhová Ambrožová J., Říha, J., 2008: Eliminace vzdušné kontaminace v akumulacích s pitnou vodou osazením filtračních jednotek. - Vodohospodářsky spravodajca roč. 51, č. 5-6: 11-15, ISSN 0322-886X.

Říhová Ambrožová J., Říha, J. 2008: Provozně odzkoušené filtrační jednotky – řešení eliminace sekundární kontaminace vzduchem. - SOVAK roč. 17, č.9/2008:14/302-17/305. ISSN 1210-3039

Tomaselli, L., Lamenti, G., Bosco, M., Tiano, P., 2000: Biodiversity of photosynthetic microorganisms dwelling on stone monuments. Int Biodeterior Biodegradation 46, 251–258.

Yerezhepova D., Říhová Ambrožová J., Bezděková E., Krýsa J., Zita J., 2008: Využití fotokatalytických účinků TiO₂ nanovrstev k inhibici. - Vodní hospodářství roč. 58, č. 8:267-270 ISSN 1211-0760