

Význam auditu technologických procesů pro optimalizaci provozu a přípravu rekonstrukcí úpraven pitné vody

Petr Dolejš

Klíčová slova

audit – technologie – úprava vody – pitná voda – procesy – optimalizace

Souhrn

Příspěvek je věnován auditu technologických procesů a jeho významu pro optimalizaci provozu úpraven a hledání úzkých míst, která jsou vhodná pro rekonstrukci.



Úprava vody je chemické inženýrství

Pokud musíme jakkoli měnit kvalitativní parametry surové vody před její distribucí, aby vyhovovala požadavkům na kvalitu pitné vody, využíváme k tomu chemických, biologických a fyzikálních procesů, které působí na molekulární úrovni. Těch chemických je (a zřejmě vždy bude) nejvíce. Proto jsem v názvu kapitoly uvedl jen chemické inženýrství, i když by bylo pro popis správnější napsat dlouze „chemické inženýrství, bioinženýrství a fyzikální inženýrství“.

Tato skutečnost je stále ještě velmi často přehlížena a opomíjena. Má to pak důsledky v tom, že úpravný buď vynakládají zbytečné provozní náklady, jsou investičně předimenzované, anebo produkují vodu v horší kvalitě, než jakou by produkovat mohly.

Podívejme se pro lepší objasnění na terminologii, kterou v této oblasti používáme. Uvedu podle mne velmi hezké vysvětlení, které publikoval Wichterle [1] a snad nezní příliš akademicky a bude srozumitelné všem představitelům různých disciplín.

Procesy a zařízení

„Co je **proces** je nejlépe definováno pomocí nároků patentových úřadů:

Patentovatelný proces je postup se zadaným cílem, vyznačený tím, co je na něm nového. A novost musí být založena v tom:

- čím se působí,
- na co se působí,
- jak se působí.

Patentovatelné **zařízení** pak má zadaný úkol, a je vyznačeno tím, co je na něm nového. A novost musí být založena v tom:

- z čeho zařízení sestává“ [1].

Oním zadaným úkolem určitého zařízení tedy je, aby umožnilo průběh definovaných procesů, efektivně, ekonomicky, v požadovaném měřítku, atd. Procesy jsou v podstatě na zařízení nezávislé, probíhají na molekulární úrovni (třeba v malé kádince) a za definovaných podmínek vždy stejně. Zařízení z nich dělá aplikovatelné a v praxi využitelné postupy.

Vím, že takto formulované přiblížení rozdílu mezi tím, co je proces a co je zařízení je trochu netradiční, ale právě patentové právo to krystalicky jasně odlišuje a to považuji za přínos, protože tím zabráňuje míchání pojmů dohromady, což se ve vodárenství stále děje. Molekulám vnucujeme naše zařízení a chceme, aby se ony chovaly podle nich. Ale správně je to přesně naopak.

Vraťme se nyní zpět k úpravnám pitné vody. U nich je jasný **zadaný cíl vodárenských procesů**. Je jím změna kvalitativních parametrů surové vody na parametry vody pitné. Jenže dlouhá desetiletí bylo klasickým vodárenským přístupem postupovat při koncipování nových úpraven tak, že různé typy zařízení byly samy o sobě nazírány jako „stavební kameny“ technologické linky a jejich různé schopnosti měnit kvalitu vody byly jen jakýmsi více či méně viditelnými, důležitými nebo poznatelnými atributy těchto zařízení. Ty „schopnosti“, které byly žádoucí, byly viditelné, ty nežádoucí byly většinou přehlížené.

Poznání vlastních procesů bylo (a stále velmi široce je) proto bohužel zcela opomíjeno. Je to pochopitelné z toho důvodu, protože na jednu stranu nebyla poptávka po procesnímu vyladění technologické linky a na druhou stranu nebyly a ani nemohly být znalosti a schopnosti projektantů takové, aby bylo možno tuto oblast pokrýt. Takže velmi mnoho našich úpraven bylo sestaveno na základě dlouholetých zkušeností s tím, jak určité dřívě realizované sestavy zařízení (v podstatě fungujících pro „sestavujících“ jako černé skříňky) za určitých podmínek kvality surové vody pracují.

Teprve na základě teoretických poznatků, které ukázaly, že je možné navrhnout zařízení a způsob práce s nimi pro jakýkoliv proces a objem výroby, začalo se utvářet **chemické inženýrství** jako svěbytný vědecký obor. Vhodným zřetězením procesů můžeme dosáhnout žádoucího průběhu chemických reakcí anebo biologických pochodů, a tím také separačních procesů, o které většinou při úpravě vody jde.

Procesní pohled na úpravu vody

Co je to procesní pohled na úpravu vody? Tento pohled patří do kategorie, ve které **studujeme chemické a biologické pochody**, které jsou doprovázené změnou kvality hmoty. Na tyto kategorie je také zacílena naše snaha po jejich změně v případě, že voda potřebuje **vodárenskou úpravu**.

Chemicko-technologické procesy úpravy vody jsou dosud někdy málo pochopenou či málo zvládnutou stránkou při úpravě vody. Hlavní pozornost je zatím většinou věnována jen samotným zařízením, ve kterých procesy probíhají. To je dědictví popisného přístupu k úpravě

vody, který byl historicky vytvořen a v dosti konzervativním prostředí našeho oboru pochopitelně bez větších problémů přetrvává. A není to problém jen u nás [2, 3]. Procesnímu pohledu je také věnována učebnice [4]. A velmi hezky se k tomu vyjádřil v přednášce jeden z nejuznávanějších vědců v oboru vodárenských technologií, prof. Ken Ives z University College London, autor řady významných a velmi často citovaných knih, z nichž jedna je přímo věnována vědeckým základům vodárenské filtrace [5]. Je možné obdivovat uznání a pokoru vynikajícího teoretika před tím, co nazýváme praxí, v porovnání s úrovní našeho vědeckého poznání toho, co se při úpravě vody vlastně děje [6]. Proto tedy musíme experimentálně ověřovat, jak se budou měnit vlastnosti surové vody v různých technologických podmínkách projevovat a jak budou ovlivňovat kvalitu upravené vody a ekonomiku provozu.

Uvedme si pro ilustraci, jaké procesy (případně disciplíny z oblasti chemického inženýrství, bioinženýrství a fyzikálního inženýrství) se při úpravě pitné vody ve větší nebo menší míře uplatňují.

- Procesy hydrochemické či fyzikálně-chemické (např. dosažení požadované hodnoty pH, neutralizace, srážení iontů, iontová výměna, reakce chloru s amonnými sloučeninami, chemická a biochemická oxidace).
- Kinetika chemických reakcí a chemické rovnováhy (diagramy stability).
- Chemie koloidů a povrchů suspendovaných částic (anorganických i organických).
- Mikrobiologické reakce, růst organismů, mikrobiální kinetika, životní nároky organismů (nutriety, teplota, pH, kyslík atp.), biochemické reakce, metabolismus, enzymy atp.
- Reaktorové inženýrství, bilance hmot a energií, přestup hmoty mezi různými fázemi (rozpuštění plynů ve vodě, stripování), hydraulická charakteristika atp.

Z procesního pohledu také vychází postup, který jsem před deseti roky nazval *technologický audit* [7], ale s vývojem času bych tento termín upřesnil na *audit technologických procesů*, aby ho bylo možné odlišit od jiných typů průzkumných prací, které zjišťují úzká místa v existujících úpravnách vody, a bylo zřejmé, co je podstatou tohoto typu průzkumu. Podstatou je optimalizace složení a provozních vlastností technologické linky úpravní podle procesů či poznatků procesně orientovaných oborů, které byly uvedeny v předcházejícím výčtu.

Vzhledem ke **složitosti samotného systému surové vody** a stále jen velmi nedokonalého popisu procesů, které při jednotlivých technologických operacích probíhají, není jednoduché zvládnout detailní poznání těchto procesů. To ale není důvodem pro to, abychom na poznávání rezignovali a nevyužívali toho, co již známo je. Je však jisté i chybou nás, chemiků-procesních inženýrů, že procesní aspekty návrhu či provozu technologické linky úpravní buď (s dostupnými poznatky, v dostupném čase a s omezenými finančními prostředky) dokonale nezvládáme v celé potřebné šíři, nebo je na druhou stranu nedokážeme dobře sdělit při tvorbě díla či v provozu úpravní navazujícím profesím (například z řad projektantů) a především zákazníkům, kteří mohou mít z důsledné aplikace procesního přístupu hlavní užitek.

Tento *užitek* bychom mohli znázornit jako součin dvou základních kritérií (viz rovnice 1), která ovlivňují celkovou účinnost obecného vodárenského systému (účinností zde rozumím soubornou míru plnění základního poslání zásobování pitnou vodou tj. v dostatečné kvantitě, kvalitě a bez přerušení). Tuto úvahu jsem publikoval již v [8].

$$\text{Účinnost vodárenského systému} = \text{účinnost úpravy} \times \text{účinnost transportu} \quad (1)$$

Součinitel „**účinnosti úpravy**“ v sobě integruje zvládnutí chemických a biologických procesů, které se uplatňují zejména při změnách kvality vody a to jak při úpravě (resp. i při předúpravě, například ve vodárenských nádržích), tak při její distribuci.

Součinitel „**účinnosti transportu**“ v sobě integruje veškeré manipulace, při kterých nedochází k žádným významným chemickým a biologickým reakcím, a je proto výsostnou doménou specialistů stavebních, strojních a elektrotechnických oborů.

Mohou být jisté i vodárenské systémy, kde vůbec nedochází ke změnám v chemických a biologických vlastnostech dopravované vody (nepřidává se žádná chemikálie, nic s ničím nereguluje, nic biologického neroste). V těchto zvláštních případech je pak jisté vše jen o transportu a procesní hledisko je možné zanedbat.

V případech, kterých je naprostá většina, a při kterých musíme zdroj surové vody upravovat, se pak jistě budeme ptát, jak tedy navrhnout zařízení pro úpravu vody a jeho provozní režim? Vzhledem k současné éře rekonstrukcí upraven se čím dále častěji také ptáme, jak

navrhnout zlepšení zařízení (a jeho pracovního režimu), které je již v provozu? K tomu **potřebujeme předpovědět, jak se bude buď chovat dosud neexistující zařízení nebo jak se bude chovat již existující v nových provozních podmínkách.**

Oba součinitele na pravé straně výše uvedené rovnice mohou nabývat hodnot od 0 do 1. Abychom dosáhli maximalizace výsledného efektu, měly by oba součinitele být co nejlíže hodnotě 1.

Pokud **zcela selže jeden z faktorů na pravé straně rovnice** a jeho hodnota bude nula, bude celá účinnost vodárenského systému rovna nule. Pokud dojde např. na straně úpravy vody k natolik závažnému porušení kvalitativních parametrů, že voda např. bude prohlášena odpovědným orgánem jen za vodu užitkovou, je zřejmé, že účinnost celého systému zásobování pitnou vodou je v tomto případě nulová. (Samozřejmě netvrdím, že např. sanitární funkce dodávky vody je pak také nulová a nelze tuto vodu využívat ke splachování záchodu, koupání či praní.)

Zlom, který význam procesního hlediska při úpravě pitné vody významně podtrhnul, nastal pravděpodobně s objevem vedlejších produktů chlorace v roce 1974 [9, 10]. Do té doby bylo téměř jistotou, že každý nový proces, který si provozovatel zařadí do technologické linky úpravní, bude krokem k získání lepší kvality upravené vody. Z toho pravděpodobně historicky vzniklo dodnes (alespoň v podvědomí) stále přítomné nutkání – máte-li problém, kupte si nějakou novou technologii, kterou na úpravě ještě nemáte.

V roce 1974 se najednou ukázalo, že **jsou procesy, které mají také druhou stranu mince**. Postupně se ukazuje, že takových procesů je většina. Snaha likvidovat chlorací případné zbytky mikrobiálního znečištění v upravené vodě najednou produkovala nebezpečí srovnatelné s tím, které měla potírat. V dalších letech se pak postupně ukazuje, že tak je možné likvidovat jen větší nebo menší část mikrobiálního znečištění a navíc jen tu část více citlivou. Že na tuto slepou důvěru a profesní neznalost mohou doplatit spotřebitelé, je bohužel možné ukázat na mnoha případech. K tomuto problému lze nalézt více například v [11].

Podobná nebezpečí je možno nalézt i u jiných, dříve zdánlivě záračných a technologicky nekonfliktních procesů, jakým je například ozonizace [12, 13]. Před několika léty jsme ukázali [12], že ozonizací znečištěné podzemní vody mohou vznikat v určitém oboru dávek ozónu ještě nebezpečnější látky, než jaké byly přítomny v původní vodě. V souborném článku jednoho z nestorů našeho vodárenského výzkumu [13] bylo asi poprvé v našich domácích časopisech ukázáno také nebezpečí produkce bromičnanů při ozonizaci vody obsahující brom. A z novějších výsledků je dalším vedlejším produktem ozonizace přírůstek snadno rozložitelného organického uhlíku (AOC – assimilable organic carbon a BDOC – biodegradable dissolved organic carbon) [14–17], který představuje substrát pro mikroorganismy v upravené vodě a jehož produkci ozonizací jsme už také zjistili v našich podmínkách [18]. Z tohoto pohledu by mělo být prakticky vyloučeno, aby v moderním vodárenském provozu byla uplatňována koncepce „dezinfekční ozonizace“, která byla platná snad před 30–40 lety, a která ozonizovanou vodu dodávala rovnou do vodojemu upravené vody. Jednoznačným požadavkem, který je podložen současnou znalostí o tomto procesu, je, aby za ozonizací byl vždy zařazen stupeň, který sníží koncentrace vzniklého snadno rozložitelného organického uhlíku, například sorpce na aktivním uhlí nebo biologická filtrace. Součástí provozu ozonizace by pak mělo jednoznačně být sledování vzniku a průniku AOC či BDOC do distribuční sítě.

Předchozí odstavec samozřejmě nemá za cíl jakkoli diskvalifikovat použití ozónu ve vodárenství. Má jen ukázat, že je naprostou nezbytností posuzovat u každého procesu všechny stránky jeho použití, a že je také nezbytné vhodně nastavit resp. optimalizovat provozní podmínky, při kterých se v technologické lince každý proces uplatňuje, a to včetně jeho pořadí ve sledu technologických procesů.

Vyhodnocení procesů – separační účinnosti úpravní a provozního režimu

Vyhodnocení procesů probíhajících v úpravně vychází z podrobného experimentálního proměření všech základních technologických stupňů, jako jsou předúprava vody, homogenizace koagulantu, agregace suspenze, sedimentace, filtrace, dezinfekce atp. Cílem je identifikovat, které prvky v technologické lince limitují separační účinnost úpravní a kvalitu jejího provozního režimu. Při zjišťování limitujících faktorů byl postupně vytvořen seznam 65 různých položek, které mohou potenciálně negativně ovlivňovat chod úpravní [4].

V této fázi se také hodnotí **stabilita všech procesů**. Proto se hodnocení také zaměřuje na to, zda se nevyskytují krátkodobé výpadky

či poruchy jednotlivých technologických stupňů, jako je nestabilita či přerušování dávkování chemikálií, nestabilita zapříčiněná krátkodobým hydraulickým přetěžováním jednotlivých filtrů (které pak má za následek uvolňování již zachycených částic do upravené vody) atp. Takovéto poruchy mají významné hygienické dopady a může při nich docházet například k pronikání velkého množství kryptosporidií a giardií do upravené vody. To pochopitelně indikuje nízkou úroveň provozování úpravy, a to i tehdy, když záznamy z analýz úpravy o kvalitě upravené vody jsou v souladu s normovanými hodnotami kvality pitné vody.

V mnoha případech se ukazuje, že – i přes nepochybnou informační hodnotu **laboratorních dat o provozu úpravy** – tato data zdaleka nedávají dostatečný obrázek pro potřeby auditu a následnou komplexní optimalizaci provozu. Důvody jsou pochopitelně různé, ať je to nepřesná kalibrace či chyby kontinuálně měřících přístrojů (tam kde jsou instalovány) nebo volba míst a dob odběru vzorků (před praním či po praní filtrů atp.) a jejich frekvence či obecně kvalita práce laboratoře.

Hodnocení procesů, které probíhají v jednotlivých částech technologické linky úpravy, je odborně, experimentálně i časově náročné. Výsledkem **dlouholetého vývoje vlastních metodik pro audit základních technologických procesů** a pro studium interakcí mezi procesy probíhajícími v jednotlivých stupních úpravy, ze kterých získáváme podklady pro optimalizaci provozu či požadavky na rekonstrukci technologické linky, je následující základní seznam položek.

Audit technologických procesů zaměřujeme zejména na tyto klíčové body:

- kvalita zdroje surové vody a její změny v čase;
- předúprava vody, např. úprava pH, předoxidace, aerace;
- stanovení vhodnosti druhu používaného koagulantu resp. nalezení vhodného typu;
- nastavení optimální dávky koagulantu a její určování v provozu;
- kvalita homogenizace koagulantu s proudem upravované vody;
- zjištění kinetiky agregace separovatelných částic suspenze;
- míchání a tvorba separovatelných částic, optimalizace velikostní distribuce částic pro různé separační procesy;
- vhodnost či možnosti použití organických polymerů;
- účinnost a provozní režim filtrace a možnosti optimalizace filtrace.

V auditu filtrace se například zaměřujeme nejvíce na tyto body:

- Průběh zachycování suspenze ve vodárenském filtru a vhodnost suspenze pro daný typ filtru: Na základě údajů o tlakových poměrech ve filtru v různých časech lze vyhodnotit, jakým způsobem filtr zachycuje suspenzi, zda filtr efektivně využívá profil filtračního lože a zda je příprava suspenze vhodná pro daný typ filtru a pro režim, v jakém je filtr provozován.
- Vliv nárazového zatížení filtru při regulaci průtoku: Při regulaci průtoku filtrem v některých případech dochází periodicky či náhodně v důsledku otevírání/zavírání odtoku z filtru (či přítoku na filtr) k výrazným nárazovým tlakovým změnám, které mohou negativně ovlivnit efektivitu filtrace. Měření tlakových ztrát dokáže tyto nedostatky odhalit a pomoci při jejich odstranění.
- Srovnání funkce jednotlivých filtrů: Některé problémy s kvalitou vody mohou být způsobeny nikoli stavem celé technologické linky, ale například chybou funkcí jednoho z filtrů. Srovnání průběhu tlakových ztrát a proměření filtračního cyklu jednotlivých filtrů problémy tohoto druhu spolehlivě odhalí.
- Nalezení optimální délky filtračního cyklu: Měření tlakových ztrát jasně ukáže časový úsek, od kdy je provoz filtru díky zanesení filtračního lože již neefektivní. Spolu s hodnotami průniku zbytkového koagulantu, absorbance, organismů či CHSK je pak spolehlivou informací k určení optimální délky filtračního cyklu. Z tohoto měření je také možné odvodit návrh vhodné filtrační náplně.

Ve vodárenství máme ještě daleko k tomu, abychom byli schopni pracovat s metodami založenými výlučně na podrobném poznání mechanismů všech procesů, protože je ještě velmi daleko doba, kdy budeme schopni rozpoznat a komplexně popsat všechny děje uvnitř systému. Většina modelů, které měly snahu o takovýto popis, měla svoji životnost omezenou jen na dobu, dokud nebyly jejich výsledky testovány v praxi.

Proto nám nezbyvá než v technologii úpravy vody postupovat při poznávání procesů experimentálně a kombinovat tyto postupy s dílčím popisem dějů, jejichž podstatu jsme schopni vysvětlit. Stále totiž platí jeden citát. Je z knihy *Moderní metody čištění vod*, kterou napsal G. B. Kreshaw [19]. Dále uvedené čistírenské tvrzení jistě platí i ve vodárenství. Autor ve své knize píše: „Neexistuje žádná nejlepší metoda odvádění a čištění odpadních vod, která může být univerzálně aplikována bez

ohledu na místní podmínky. Jinými slovy, existuje mnoho metod, každá z nich je někdy vhodná v závislosti na jejich vlastnostech, vhodném technickém návrhu a místních podmínkách. V mnoha případech může být zjištěno, že dva nebo i více procesů poskytnou pravděpodobně stejně dobré výsledky, a otázkou pak je, který z nich bude neekonomičtější při zvážení všech okolností, tj. jaké budou investiční náklady, náklady na provoz, lidskou práci a údržbu.“

Myslím, že tato slova by mohla být napsána i dnes a platí beze zbytku. O to zajímavější je, že uvedená kniha byla napsána již v roce 1910. **Otázka volby vhodných procesů** je nejenom platná i po 100 letech, ale v dnešní době je vhodná volba procesů ještě důležitější, protože jejich nabídka v technologii úpravy vody je stále širší a širší a požadavky na kvalitu upravené vody jsou přísnější.

Za velmi nebezpečné a ve svém důsledku za ekonomicky neodpovědné považuji realizaci vůbec anebo jen omezené procesně prověřených rekonstrukcí technologických linek úpraven, kdy se o volbě procesů a zařízení rozhoduje nad jejich prospekty a bez konkrétních dat o jejich účinku, namísto aby odpověď dalo poznání toho, co se v systému upravované vody za určitých podmínek skutečně děje.

Stále také existuje tendence, že při hledání řešení jednoho problému nejsou brány v úvahu **možné souvislosti různých procesů**, které jsou pro jeho řešení navrhovány. Například řešení oxidace manganu je viděno jen prizmatem tohoto problému, jako by v normě kvality pitné vody neexistoval jiný ukazatel. Nevhodná volba oxidačního činidla či postupu však může způsobit následné problémy, které bude potřeba řešit dalšími a dalšími zásahy.

Nepochybně i v této oblasti platí: „Dvakrát měř a jednou řež.“ A myslím, že vzhledem ke složitosti problematiky procesů, které probíhají při úpravě vody, by vůbec neškodilo, kdybychom měřili i třikrát. A i tehdy budeme muset vynaložit hodně úsilí, abychom získali výsledky, které budou posunovat **účinnost úpravy** v dříve uvedené rovnici co nejbliže k hodnotě 1. Opakem k tomu budou procesně nedomyšlené úpravy, jejichž hodnota je (obrazně i fakticky) tímto koeficientem znehodnocena na zlomek nákladů jejich investiční náročnosti.

Osobně považuji za velkou škodu také skutečnost, že zatímco stavební inženýrství má dlouhé roky zavedený systém akreditace, nemá procesní (technologické) inženýrství ve vodním hospodářství nic takového dosud zavedeno. Takže za procesně znalého odborníka, který může navrhnout či ovládat provoz technologické linky úpravy, se může v podstatě vydávat každý.

Závěry

Porozumění procesům, které probíhají při úpravě vody, pomáhá správně tyto procesy zvolit a zařadit ve vhodném pořadí do technologické linky, následně pro tyto procesy zvolit správná zařízení, zvolit jejich provozní parametry, měření a regulaci a také nastavovat optimální chod celé technologické linky, a to jak z hlediska ekonomiky provozu, tak kvality pitné vody.

Pro optimalizaci existujících provozů nebo hledání úzkých míst, která budou vyžadovat rekonstrukci, je vhodné použít auditu technologických procesů (technologického auditu). Zvažování potřeb rekonstrukce úpravy by na samém začátku mělo mít právě audit technologických procesů.

Nezbytností je také posouzení vzájemných souvislostí jednotlivých dílčích procesů. Na to navazuje potřeba vyváženého procesního, stavebně-technického a provozního přístupu.

Teprve dobrá znalost teorie procesů nás dovede k tomu, abychom uměli formulovat otázky, které je pak nezbytné řešit experimentálně. Bez teoretických znalostí můžeme v experimentální práci zbytečně ztrácet čas a energii. A bez obojího nemůžeme nikdy dosáhnout kvalitního řešení, které bude opravdu na úrovni doby.

Literatura

- [1] Wichterle, I.: Základy procesního inženýrství. Dostupné na: <http://homen.vsb.cz/~wih15/ProcIng/>
- [2] Stephenson, T.: Processing water – it's chemical engineering. *Water Quality International*, s. 9, January/February (1998)
- [3] Stephenson, T.: A process engineering approach to water and wastewater treatment education. *Wat. Sci. Tech.* 34, No. 12, 191-195 (1996)
- [4] Judd, S.: Process Science and Engineering for Water and Wastewater Treatment. IWA Publishing, London 2002
- [5] Ives, K. J.: The Scientific Basis of Filtration. Noordhoff, Leyden 1975
- [6] Ives, K. J.: *Water Supply*, 8, 151-155 (1990)
- [7] Dolejš, P.: Technologický audit úpraven vody. *Vodní hospodářství* 51, č. 1, 8-10 (2001)

- [8] Dolejš, P.: Porozumění procesům – primární problém předprojektové přípravy i provozu. Sborník VIII. mezinárodní konference Voda Zlín 2004, s. 87-91. VaK Zlín, Zlín 2004.
- [9] Rook, J. J.: Formation of haloforms during chlorination of natural waters. Water Treatment and Examination, 23, 234 (1974)
- [10] Bellar, T. A. a kol.: The occurrence of organohalides in chlorinated drinking water. Jour AWWA, 66, 703 (1974)
- [11] Dolejš P.: *Cryptosporidium* a *Giardia* – přehled vodárenské problematiky za první desetiletí po událostech v Milwaukee. Vodní hospodářství 54, č. 9, 271-273 (2004)
- [12] Dolejš P., Tříška J.: Ozonizace organických mikropolutantů při úpravě podzemní vody. Vodní hospodářství, 51, č. 5, s. 124–126 (2001)
- [13] Novák, Z.: Sloučeniny brómu při úpravě vod. SOVAK, 13, č. 1, s. 18-20 (2004)
- [14] LeChevallier, M. W., Schulz W., Lee R.G.: Bacterial nutrients in drinking water. *Appl. Environ. Microbiol.* 57, 3: 857-862, (1991)
- [15] Rulík, M.: Biofilmy ve vodárenství. Sborník konference „Pitná voda 2006“, s. 51-68. W&ET Team, Č.Budějovice 2006
- [16] van der Kooij, D.: Nutritional requirements of aeromonas and their multiplication in drinking water. *Experimentia* 47: 444-446 (1991)
- [17] Charnock, C.; Kjinnř, O.: Assimilable organic carbon and biodegradable dissolved organic carbon in Norwegian raw and drinking water. *Water Res.* 34: 2629-2642 (2000)
- [18] Dolejš, P.; Dobiáš, P.; Baudišová, D.: Změny koncentrace asimilovatelného organického uhlíku (AOC) podél technologické linky úpravní s ozonizací a filtrační aktivním uhlím. Sborník konference „Pitná voda 2008“, s. 107-112. W&ET Team, Č.Budějovice 2008
- [19] Kershaw, G. B.: Modern Methods of Sewage Purification. Charles Griffin & Co., London 1911

Importance of auditing of technological processes for operational optimization and design of water treatment plant reconstruction (Dolejš, P)

Key words

audit – technology – water treatment – drinking water – processes – optimization

The paper is focused on auditing of technological processes in drinking water treatment and its contribution to optimization of plant operation and identification of possible bottlenecks, which should be reconstructed.

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 30. června 2012. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků. Příspěvky posílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.

doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.^{1,2}

¹ W&ET Team

Písecká 2

370 11 České Budějovice

² FCh VUT

Veveří

602 00 Brno

e-mail: petr.dolejs@wet-team.cz

prefa KOMPOZITY



ROŠTY • POKLOPY • ZÁBRADLÍ • ŽEBŘÍKY • LÁVKY • PLOŠINY • SCHODIŠTĚ • KONSTRUKCE

PREFA KOMPOZITY, a.s. • Kulkova 10/4231, 615 00 Brno

Tel.: 541 583 297, 208

Fax: 549 254 556

kompozity@prefa.cz

www.prefa-kompozity.cz

Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Vám nabízí:

PROVOZ VODOVODŮ A KANALIZACÍ

- dovoz pitné vody cisternou
- zajištění vodovodních a kanalizačních přípojek na klíč
- poradenská činnost v oblasti provozování kanalizací a čištění odpadních vod
- likvidace odpadních vod a vybraných druhů odpadů (kaly, tuhy, odpad z kuchyní, apod.)
- tlakové čištění kanalizačních stok do průměru 1200 mm a přípojek včetně vnitřních kanalizačních rozvodů od průměru 40 mm
- revize kanalizačních stok, přípojek a rozvodů TV kamerou a provedení zkoušek vodotěsnosti stok a nádrží
- vyvážení septiků
- práce elektro - strojní údržby (opravy, drobné investiční akce na klíč, revize VTZ - elektro, plyn)
- provádění staveb vodovodů a kanalizací
- zajištění montážních prací vodárenských technologií
- vyhledávání skrytých úniků vody a havárií na vodovodním potrubí
- trasování podzemních vodovodních sítí
- měření průtoku vody příložným ultrazvukovým průtokoměrem

ÚTVAR LABORATOŘÍ PITNÝCH A ODPADNÍCH VOD

- poskytuje služby zákazníkům při odběru a rozbořech pitných, povrchových a odpadních vod včetně čistírenských kalů
- zajišťuje poradenství v oblasti technologie úpravy a čištění vod

PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST

- zpracování investičních záměrů, technicko ekonomických studií, expertiz a posudků v oblasti vodovodů, kanalizací, úprav vod, čištění odpadních vod, hydrogeologie a inženýrské geologie
- projektování všech stupňů projektových dokumentací vodo hospodářských staveb
- inženýrské služby spojené s přípravou a realizací staveb vodovodů, kanalizací, čištění odpadních vod, úpraven vod a ostatních vodo hospodářských staveb včetně stavebního dozoru a kolaudace staveb
- služby pro zajištění a čerpání dotací, organizování veřejně obchodních soutěží

PRŮMYSLOVÝ OUTSOURCING

- zajištění provozování vodního hospodářství včetně provozu ÚV a ČOV

Reference: Spolchemie, a.s., DEVRO s.r.o., Jilemnice, VÚAB Roztoky, SITA CZ, a. s., Glaverbel Czech, a. s., Baltaxia

Váš dodavatel vodárenských služeb
Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.
Přítkovská 1689, 415 50 TEPLICE
infolinka: 840 111 111, info@scvk.cz
www.scvk.cz



člen skupiny VEOLIA
VODA