

# **HYDROBIOLOGICKÝ AUDIT NA CHRUDIMSKU**

**prof. RNDr. Alena Sládečková, CSc.<sup>1)</sup>, Mgr. Petr Kavalír, Ph.D.<sup>2)</sup>,  
Ing. Jiří Novák<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Havlovického 3, 147 00 Praha 4 – Hodkovičky, tel. 241727588, e-mail: sladecek@chmi.cz

<sup>2)</sup> Vodárenská společnost Chrudim, a.s., Novoměstská 626, 527 28 Chrudim

---

## **Anotace**

V letech 2006 až 2007 byl na Chrudimsku proveden hydrobiologický audit na základě objednávky provozovatele vodárenské infrastruktury. Vzorky stěrů ze stěn nádrží byly odebrány na 4 úpravárnách vody a na 31 objektech na síti ve 3 etapách. Na základě výsledků biologických rozborů vzorků byla navržena a realizována nápravná opatření. Na 6 VDJ byly na ventilační systém instalovány filtry z netkané textilie. Po 4 měsících provozu byla ověřena účinnost těchto filtrů. Výsledky hydrobiologického auditu byly prezentovány pracovníkům provozovatele v rámci školení hygienického minima.

## **Úvod**

Na základě objednávky Vodárenské společnosti Chrudim, a.s. (dále jen VS Chrudim) ze dne 7. 8. 2006 byl proveden hydrobiologický audit (dále jen HA) vybraných vodárenských lokalit, touto společností provozovaných. Podle publikované koncepce HA /1/ proběhla 9. 8. 2006 na ústředí VS Chrudim úvodní porada, kde bylo rozhodnuto o výběru lokalit. O kvalitě surové vody z povrchových zdrojů (nádrží na řece Chrudimce) je dostatek informací od Povodí Labe. Přívody surové vody do tří úpraven jsou gravitační a nejsou na nich žádná místa, kde by se mohly pomnožovat nežádoucí mikroorganismy. Výsledkem jednání byla tato dohoda: hlavní pozornost bude věnována provozním objektům ÚV Monaco, Hamry a Seč a vybraným VDJ na příslušných rozvodných sítích. Pro porovnání budou zařazeny i informativní odběry vzorků ze dvou malých ÚV na podzemních zdrojích a také několik VDJ, akumulujících buď pouze podzemní vodu nebo směs podzemní vody s upravenou vodou povrchovou. Přednostně byly zvoleny malé VDJ na koncových řadech.

Byly uskutečněny 3 série odběrů vzorků, a to v srpnu a listopadu 2006 a v únoru 2007. Do 1. série byly zařazeny všechny 3 ÚV na povrchových zdrojích a z technických důvodů pouze 1 ÚV na zdroji podzemním (ÚV Luže). V průběhu HA byly provedeny odběry vzorků z 31 VDJ. O výsledcích biologických (mikroskopických) rozborů a z nich vyplývajících návrzích nápravných opatření byly vyhotoveny a zadavateli vždy do konce příslušného měsíce předány stručné dílčí zprávy. V dubnu 2007 byla sestavena obsáhlá závěrečná zpráva /2/, jejíž autorský kolektiv byl stejný jako u stávajícího referátu. Kromě metodiky a výsledků HA je zde shromážděno velké množství technických údajů o vybraných provozech ÚV, jsou zde uvedeny popisy celých skupinových vodovodů Chrudim, Hlinsko, Seč, Heřmanův Městec, Luže, Nové Hrady a Chrast. Na schematických mapkách jsou graficky vyznačeny lokality, zařazené do HA. Přílohy k textu zprávy obsahují technologická schémata sledovaných ÚV, zápisy (protokoly) všech provedených mikroskopických rozborů a obrázkovou tabuli vybraných biologických nálezů se stručným komentářem, kterou jsme zařadili i do předloženého referátu.

Na základě výsledků HA bylo navrženo 10 VDJ se závadnými nálezy do užšího výběru lokalit pro další sledování, a to pro provozní otestování filtrační rounové textilie v jejich ventilačních zařízeních, jak se to již osvědčilo na řadě jiných vodárenských objektů.

Informace o vlastnostech této textilie a zkušenosti s jejím využitím ve vodárenství i jiných aplikačních oblastech byly publikovány /3/.

Hlavní výsledky HA byly zařazeny do programu odborného semináře pro provozní pracovníky VS Chrudim, konaného dne 7. 3. 2007 v návaznosti na školení o hygienickém minimu pro pracovníky ve vodárenství a na obecnější přednášku o přínosech HA pro vodárenské společnosti.

V druhé polovině roku 2007 bylo uskutečněno provozní otestování vzorků filtrační rounové textilie na 6 vybraných objektech, a to: VDJ Hoješín, Ústupky, Rabštejnská Lhota, Lukavice, Dolní Babákov starý a nový. Čtvercové vzorky textilie o délce 1 strany cca 16 cm byly osazeny na mřížky ventilačních zařízení v červenci 2007. Výsledky tohoto sledování, které vyplynulo z HA a je jeho přímým pokračováním, jsou obsaženy ve stručné samostatné zprávě z prosince 2007 /4/.

### **Metodika terénních a laboratorních prací**

Základní metodikou HA je kvalitativní mikroskopický rozbor stěrů ze smáčených ploch vodárenských zařízení se zvláštním zřetelem na indikační význam přítomných mikroorganismů a neživých částic (abiosestonu). Metodické postupy pro odběry vzorků a jejich laboratorní zpracování jsou zakotveny v TNV 75 5941 /5/. Pro odběr vzorků stěrů se používá teleskopická tyč a laboratorní kartáček, ovinutý proužkem molitanu, který se pak i s materiálem setřeným ze smáčené plochy přenese do vzorkovnice s vodou z téže lokality.

Odběry stěrů ze stěn akumulčních komor VDJ se mohou provádět podle dvou metodických variant, uvedených v citované TNV /5/. U odběrů za provozu je nutno dodržovat zásady, uvedené v hygienickém minimu pro pracovníky ve vodárenství/6/.

V laboratoři se zhotoví mikroskopické preparáty ze stěru, uvolněného z molitanu i ze sedimentu, usazeného na dně vzorkovnice během transportu. Je-li materiálu málo, je možno jej zahušťovat centrifugací. Četnost mikroorganismů a částic abiosestonu v preparátu se vyjadřuje odhadovou stupnicí: 1..ojediněle, 2..roztroušeně, 3..řídce, 5..hojně, 7.. velmi hojně, 9..hromadně. Závažné nálezy posuzujeme a kategorizujeme podle toho, jakým způsobem mohou negativně ovlivnit procesy úpravy vody a výslednou kvalitu pitné vody /7/.

Pro posuzování filtrační účinnosti rounové textilie, instalované do ventilačních zařízení VDJ, jsme si upravili vlastní metodický postup tak, že jsme na každé lokalitě odebírali 2 vzorky:

1. čtvercový vzorek rounové textilie, sejmutý z mřížky a zalitý vodou z téže lokality
2. stěr ze smáčené stěny akumulční komory VDJ molitanovým proužkem podle TNV.

V laboratoři byly vzorky stěrů z molitanu zpracovány obvyklým postupem podle TNV. Materiál, zachycený ve vzorku rouna, byl setřen a vymačkán do vody ze vzorkovnice, přelitý do porcelánové misky. Po usazení byl sediment z misky spolu s usazeninou na dně příslušné vzorkovnice přenesen na podložní sklíčko a mikroskopován stejným způsobem jako vzorek stěru z molitanu. Při vyhodnocování výsledků se přihlíželo k datu posledního čištění každého ze sledovaných VDJ a také k výsledkům rozborů provedených v rámci HA, tj. k situaci před instalací vzorků rouna /2/.

V následujícím textu uvádíme pouze vyhodnocení hlavních výsledků provedených prací. Podrobnější údaje je možno nalézt v citovaných zprávách /2,4/. Z vodárenského hlediska zajímavé nálezy jsou dokumentovány na připojené obrázkové tabuli.

### **Zhodnocení hlavních výsledků HA a návrhy opatření**

#### Provozní objekty ÚV Monaco

Byly odebrány vzorky z filtrů 1. a 2. stupně a z akumulční nádrže upravené vody. Nežádoucí oživení nebylo nalezeno. Vzhledem ke zjištěným průnikům vložek

koagulantu do upravené vody se doporučuje kontrola volby optimální dávky koagulantu a posouzení separační účinnosti technologické linky.

#### Provozní objekty ÚV Hamry

Byly odebrány vzorky z čističe, filtru 1. a 2. stupně a z akumulární nádrže upravené vody. Jediným závažným nedostatkem zjištěným při HA byl nález zhutnělé hmoty, vzniklé z různých anorganických částic obalených vločkami koagulantu, v akumulární nádrži. Jednalo se zřejmě o průniky vloček koagulantu staršího data. Doporučuje se nádrž vyčistit a provést kontrolu stanovení optimální dávky koagulantu.

#### Provozní objekty ÚV Seč

Byly odebrány vzorky z přírodní kašny surové vody, z flokulační nádrže, z filtru 1. stupně a z akumulární nádrže upravené vody. Na všech těchto odběrných místech byly biologické nálezy, nejvíce v přírodní kašně. Na osvětlené stěně filtru se tvořily nárosty zelených řas, které se v úlomcích vláken snadno transportují vzduchem. Byly zjištěny i v akumulární nádrži zároveň s živými prvky. Doporučuje se mechanické vyčištění všech zařízení a preventivní opatření omezující růst řas i vzdušnou kontaminaci.

#### Provozní objekty ÚV Luže

Z uzavřených tlakových filtrů 1. a 2. stupně (odstraňování železa a manganu z podzemní vody) nebylo možno odebrat stěry. Informativní vzorek byl proto odebrán ze stěny akumulární nádrže upravené vody. Stěr obsahoval slepence pískových zrn, vyplavených z filtrů, z nichž některé byly obrostlé krátkými vláčky bakterií, podílejících se na procesu odmanganování vody. Jde tedy zřejmě o biotechnologický proces s výbornými provozními výsledky. Všechny objekty v ÚV byly pečlivě udržovány, nápravná opatření nebylo nutno navrhovat.

#### Vybrané VDJ ze 7 skupinových vodovodů

Většina závadných mikroskopických nálezů ve sledovaných 31 VDJ byla způsobena vzdušnou kontaminací. V objektech, akumulujících upravenou vodu z povrchových zdrojů, byly v různé míře zjištěny průniky vloček koagulantu z technologických linek ÚV. Další závady, prokazatelné ve VDJ mikroskopickými rozbory, se vztahovaly k nekvalitnímu materiálu vnitřních povrchů akumulárních komor (drolivý beton na stěnách nebo opadávající stropní omítka).

Ukázky mikroskopických nálezů zobrazuje Obr. tab. I (viz příloha).

### **Testování filtrační účinnosti rounové textilie ve vybraných VDJ**

Výsledky mikroskopických rozborů materiálu, zachyceného ve vzorcích testovaného rouna (přímá kontrolní metoda) a výsledky rozborů stěru ze smáčených ploch komor VDJ po 4 měsících od instalace rouna do ventilačních zařízení (nepřímá metoda) potvrdily, že tento způsob filtrace vzduchu separuje hrubší podíly vzdušné kontaminace. Jednalo se zejména o zbytky listí, chomáče celulózových vláken z travin a hyfy plísni (mikromycet). Testovaný typ rouna však propouští drobné úlomky rostlinných zbytků, jemné částice písku a zeminy unášené větrem, na kterých jsou často přichyceny výtrusy plísni. Ty pak mohou vyklíčit a dále růst na stěnách komor VDJ, a to zejména tam, kde se v úsadách zachycují vločky koagulantu, unikající z technologických zařízení ÚV.

Významný byl i nález živých prvoků (nálevníků) ve vzorku pitné vody, ve kterém byl smočen a transportován vzorek rounové textilie. Je to potvrzení známé skutečnosti, že prvoci a mnohé další vodní mikroorganismy vytvářejí cysty a jiná tzv. klidová stadia, snášející dočasné vyschnutí a transport ovzduším. Tento proces tzv. sekundární kontaminace pitné vody představuje reálné nebezpečí zejména pro distribuční síť nedokonale upravené surové vody se sníženou biologickou stabilitou.

## Závěry

V období od srpna 2006 do února 2007 proběhl ve třech etapách HA vybraných lokalit, provozovaných VS Chrudim. Odběry vzorků pro mikroskopické rozbory byly provedeny ve třech ÚV na povrchových zdrojích, v jedné ÚV na podzemním zdroji a v 31 VDJ v sedmi skupinových vodovodech. Z výsledků rozborů vplynuly tyto závěry:

1. V ÚV Monaco a ÚV Hamry byly prokázány průniky vloček koagulantu do akumulace upravené vody a následně i do některých objektů na příslušné rozvodné síti. Doporučuje se kontrola dávkování koagulantu a separační účinnosti technologické linky hydrobiologickými a chemickými rozbory. Závažné nedostatky je třeba řešit komplexně modelovým výzkumem za účelem intenzifikace procesů úpravy vody.
2. V ÚV Seč byla hlavní závadou tvorba řasových nárostů na osvětlených smáčených stěnách provozních zařízení, která byla i příčinou snížení biologické stability upravené vody s důsledkem sekundárního pomnožení prvoků v rozvodné síti. Tato závada byla již v průběhu HA operativně odstraněna.
3. V ÚV Luže byla potvrzena výborná účinnost v odstraňování železa a manganu z podzemní vody biotechnologickým procesem.
4. V řadě kontrolovaných VDJ byly pomocí stěrů ze smáčených stěn komor prokázány závady známé i z jiných vodárenských soustav: úniky vloček koagulantu, sloužících jako živný substrát pro rozvoj mikromycet, z technologických zařízení ÚV, nekvalitní stavební materiál vnitřních povrchů akumulčních komor a zejména vnos vzdušné kontaminace s následným růstem mikromycet na rostlinných zbytcích. Bylo navrženo 10 VDJ s nejvyšší úrovní této kontaminace pro užší výběr lokalit, vhodných pro testování filtrace vzduchu pro ventilaci akumulčních komor.
5. Přímým pokračováním HA s návazností na jeho výsledky bylo testování filtrační účinnosti vzorků rounové textilie, osazených na mřížky ventilátorů do 6 vybraných VDJ. Po 4 měsících provozu byla jejich funkce zhodnocena přímo (mikroskopickými rozbory zachyceného materiálu) a nepřímo (rozbory stěrů ze smáčených stěn komor). Bylo prokázáno, že testované rouno zachycuje hrubší částice vzdušné kontaminace, avšak drobnější částice propouští. Filtraci vzduchu pro ventilaci VDJ je tedy nutno dále sledovat a optimalizovat nejen výběrem vhodnějších textilií a konstrukcí filtrů, ale i preventivními opatřeními v bezprostředním okolí VDJ /8/. Výsledky našich rozborů potvrdily i reálné nebezpečí sekundární kontaminace rozvodných sítí upravené a dodávané pitné vody klidovými stadii mikroorganismů, transportovanými vzduchem. Platí to zejména pro pitnou vodu nedokonale upravenou se sníženou biologickou stabilitou.
6. Ve všech sledovaných skupinových vodovodech bude třeba na základě výsledků HA provést kontrolu frekvence čištění VDJ a optimalizovat její časový harmonogram i pořadí jednotlivých lokalit po směru toku rozváděné vody.
7. Prezentace hlavních výsledků HA na výukovém semináři pro provozní pracovníky VS Chrudim, přiřazená ke školení o hygienickém minimu, se velmi osvědčila, protože vzbudila živý zájem personálu, obsluhujícího sledované vodárenské objekty. Její závažnost byla podpořena i osobní účastí vedoucích pracovníků VS a zástupce orgánu ochrany veřejného zdraví (KHS Pardubice). Tato akce byla zároveň i posílením pozice technické hydrobiologie ve vodárenské praxi.

## Literatura

1. Sládečková, A. (2000) : Návrh koncepce hydrobiologického auditu vodárenských systémů. Sborník sem. Aktuální otázky vodáren.biol., Praha 2000: 122 – 126.
2. Sládečková, A., Kavalír, P., Novák, J. (2007): Hydrobiologický audit vybraných vodárenských objektů provozovaných VS Chrudim. – Závěr. zpráva pro VS Chrudim, 44 str.
3. Sládečková, A., Mergl, V., Kaupa, J., Pospíchal, M. (2007): Poznatky s uplatněním rounové textilie ve vodárenství.- Sborník konf. VODA Zlín 2007 : 69 – 74.
4. Sládečková, A. (2007): Výsledky testování rounové textilie ve vybraných vodárenských objektech provozovaných VS Chrudim. – Zpráva pro VS Chrudim, 5 str.
5. TNV 75 5941 Mikroskopické posuzování jakosti vody dopravované potrubím. – Odvětvová tech. norma vod. hosp., MZe ČR, vyd. HYDROPROJEKT CZ, a.s., Praha, 28 str., plat.od prosince 2003.
6. Kožíšek, F., Kos, J., Pumann, P. (2006): Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství.- Učební pomůcka, vyd. SZÚ, Praha, 80 str.
7. Sládečková, A., Šťastná, G. (2006): Biologické nálezy ve vodárenských objektech informují i varují. – Sborník konf. PITNÁ VODA, Tábor 2006: 45 – 50.
8. Říhová Ambrožová, J. a kol. (2008) : Měření a vyhodnocování stupně vzdušné kontaminace. – Sborník konf. Vodárenská biologie Praha, 2008: 42 – 46.

## Text k obrázkové tabuli:

1. Kolonie sinice *Woronichinia naegeliana*, ÚV Monaco, surová voda z VD Křižanovice, stěr ze stěny filtru.
2. Mladé kompaktní kolonie sinic rodu *Microcystis*, ÚV Hamry, surová voda z VD Hamry, stěr ze stěny filtru.
3. Železitá bakterie *Crenothrix fusca*, ÚV Seč, přírodní kašna surové vody z VD Seč.
4. Zelená vláknitá řasa *Microthamnion strictissimum*, ÚV Seč, nárost na osvětlené stěně filtru.
5. Různé typy bezbarvých bičíkoveců, nálezy živých jedinců v několika VDJ.
6. Měňavky typu *Amoeba (Vahlkampfia) limax*, VDJ Seč.
7. Nálevník rodu *Trithigmotoma (Chilodonella)*, nálezy živých jedinců v několika VDJ.
8. Nálevník rodu *Holophrya*, žíví se bakteriemi a rostlinnými zbytky, hojně ve VDJ Skala.
9. Stopkatý nálevník *Vorticella campanula*, ÚV Seč, přírodní kašna surové vody z VD Seč.
10. Červ háďátka skupiny Nematoda (hlístice), tamtéž.
11. Sporangium mikromycety (plísně) rodu *Alternaria*, šíří se vzduchem, akumulace ÚV Seč a VDJ Ronov nad Doubravou.
12. Různé typy hyf (vláken) a chomáč mikromycet ze vzdušné kontaminace.
13. Hrudka sraženiny železa (rezavá) a manganu (černá), ve většině VDJ.
14. Otěr z betonu – velká písková zrna spojená cementovým pojivem, v mnoha VDJ.
15. Korozní produkty – rezavé ostrohranné destičky, v několika VDJ.
16. Vločky koagulantu různé velikosti a struktury, úniky z ÚV Monaco a ÚV Hamry do sítí.
17. Čelulózová vlákna z travin, vzdušná kontaminace, všechny sledované lokality.
18. Částice dřeva (piliny), transport vzduchem, hojně ve VDJ Načešice.
19. Různé typy zbytků rostlinných pletiv, vzdušná kontaminace, v mnoha VDJ.
20. Škrobová zrna obilnin, transport vzduchem z polí, v mnoha VDJ.
21. Škrobová zrna brambor, totéž jako předchozí položka.

Obr. 14., 15., 16. orig., ostatní upraveny podle různých autorů.

Obr. tab. I. Mikroskopické nálezy v objektech provozovaných VS Chrudim

