

Využití UV desinfekce na úpravně vody Valašské Meziříčí

Ing. Korabík Michal¹⁾, RNDr. Válek Jan¹⁾, Ing. Beneš Jiří²⁾

¹⁾Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s., Jasenická 1106, 755 11 Vsetín, vakvs@vakvs.cz

²⁾Disa, v.o.s., Barvy 784/1, 638 00 Brno, info@disa.cz

1. Úpravna vody Valašské Meziříčí

Úpravna vody Valašské Meziříčí (dále jen úpravna) je historickou součástí systému zásobování Vsetínska pitnou vodou. Do provozu byla dána v roce 1976 jako hlavní zdroj pitné vody pro město Valašské Meziříčí. Současný průměrný výkon úpravní vody je 33 l/s. Úpravna pracuje na principu dvoustupňové úpravy. Prvním stupněm jsou sedimentační nádrže s flokulací. Druhým stupněm jsou po rekonstrukcích 2001 a 2004 rychlofiltry s náplní granulovaného aktivního uhlí. Dávkuje se síran hlinitý a kyselina sírová. Hygienické zabezpečení je plynným chlorem a nově UV zářením.

Přes veškeré problémy vyplývající z úpravy povrchové vody z toku k pitným účelům si úpravna uchovává v systému společnosti značný význam. Ze zdroje je v současnosti zásobena část města Valašské Meziříčí, na tento zdroj je připojeno asi 9 500 místních obyvatel. V případě výpadku vody ze skupinového vodovodu Stanovnice lze zvýšením výroby na úpravně až na 60 l/s tento výpadek nahradit a saturovat zásobování Valašského Meziříčí výrobou na úpravně.

Společnost Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. pečlivě bilancuje zdroje a hodnotí stav výrobních zařízení z hlediska řádné funkce a optimální exploatace. Postupnými kroky usiluje, aby technický a technologický stav úpravní odpovídal jejímu významu, jakož i složitosti úpravy říční vody k pitným účelům.

2. Aspekty jakosti povrchové, říční vody

Použití říční vody středního úseku toku k výrobě pitné vody má specifické okolnosti i aspekty. Problémy vyvolává hlavně dynamika proměn jakosti. Povlovně i skokem se mění koncentrace chemických ukazatelů, množství mikroorganismů v natékající surové vodě kolísá i řádově. Tento stav zvyšuje a testuje nároky na tzv. **robustnost** procesu neboli schopnost procesu (technologické linky jako celku) udržet si separační účinnost i při provozních výkyvech. Separační účinnost každé jednotlivé úpravní je individuum, také vzhledem ke kvalitě surové vody.

Hlavním rysem tekoucích vod je proudění (laminární, turbulentní). Klesá – li rychlost laminárního proudu pod hodnotu asi 1 cm/s označujeme vodu za stojatou. Vsetínská Bečva je typická řeka podhůří, v níž se střídají klidné dlouhé úseky pomalého proudění (fluviatilní), s úseky rychlými peřejnatými (torrentilní). Dno je tvořeno především ohlazenými či omletými kameny, místy se v proudnici ukládá štěrk a písek, naopak ve fluviatilních úsecích bahno či přesněji říční kal. Zejména v důsledku srážek dochází ke kolísání až skokovým změnám průtoku. Při jarním tání anebo při povodních dochází k přesunům dna. V období sucha a nízkých průtoků se v řečišti ukládá říční kal.

Ve Vsetínské Bečvě je relativní dostatek vody: Q_{355} v profilu úpravní je 0,9 m³/s, Q průměrné činí 9,12 m³/s. Jakost vody ve fyzikálně-chemických ukazatelích spadá v tomto toku podle ČSN 75 7214 Surová voda pro úpravu na vodu pitnou do kategorie A – B, v mikrobiologických ukazatelích do kategorie B – C. Biologický stav lze podle nárostů a makrozoobentosu klasifikovat beta – mezosaprobitou. Podle rybí osádky se tok řadí k pásnu lipanovému až parmovému. Letní teplota vody dosahuje až 25 stupňů Celsia.

Jakost říční vody, jak je výše uvedeno, kolísá v závislosti na aktuálních srážkách, průtoku, teplotě vody a je ovlivněna biologickým stavem toku. Při větších srážkách v povodí se voda v řádu desítek minut zakalí, zvláště intenzivně tehdy, je-li odplavován nahromaděný říční kal.

Vzhledem k periodickým nízkým stavům vody ve Vsetínské Bečvě byl pod pravobřežním jímacím objektem, který je krytý perforovanými plechy, tok přehrazen betonovými prefabrikáty a vytvořeno umělé nehluboké vzdutí. Tuto provozní nutnost provází komplikace. Lokálně zde vzniklo prostředí stojaté vody a abundance driftujících organismů se ve vegetační sezóně i podstatně zvyšuje o produkci planktonu. Krycí plechy zase masívně zarůstají cyanobakteriemi a řasami. Obecně i fekální znečištění říční vody bývá i značné. Pro výrobce pitné vody je závažný prakticky kontinuální výskyt bakterie *Clostridium perfringens* ve Vsetínské Bečvě čili v surové vodě (viz tabulka č.1). Proto bylo nutno vybrat takový způsob hygienického zabezpečení, které by v každém ohledu, tedy také v parametru *Clostridium perfringens*, plně zabezpečil předepsanou jakost pitné vody.

3. UV záření

Obecný princip fyzikální dezinfekce vody je všeobecně znám a lze jej charakterizovat následujícím způsobem. Pokud jsou mikroorganismy (bakterie, viry, paraziti) vystaveny ultrafialovému záření (dále UV), dochází k absorpci emitovaných fotonů, čímž je okamžitě vyvolána fotochemická reakce. Hlavní buněčnou složkou, kterou UV záření narušuje, jsou nukleové kyseliny. Konkrétně se jedná o tvorbu thiminových dimerů. V případě použití vhodného rozsahu vlnových délek (250-265nm) a dostatečně vysoké dávky UV záření (fluence) dochází k takovému poškození mikroorganismů, které vede k jejich usmrcení (přímá buněčná smrt) či inaktivaci, tj. ke ztrátě jejich schopnosti rozmnožování (reproduktivní - nepřímá buněčná smrt). Inaktivované mikroorganismy pak pro člověka nepředstavují žádné nebezpečí infekce. UV záření likviduje mikroorganismy během několika vteřin bez vzniku vedlejších produktů dezinfekce a zhoršení senzorických vlastností vody.

4. Doplnění technologie o desinfekci UV zářením

Z důvodu nové legislativy a dalších nároků (mikrobiologických) na finální jakost upravené vody jsme se rozhodli pro doplnění hygienického zabezpečení o UV záření. Pregnantní argumentaci v tomto směru uvádí Dolejš [1].

5. Výběr a instalace UV reaktoru

Proběhlo výběrové řízení a z 5 nabízených druhů UV systémů bylo vybráno UV zařízení WEDECO, které dodala firma DISA v.o.s. Rozhodující pro výběr dodavatele byla možnost vlastního servisu a zkušenosti v oblasti UV technologie.

Jelikož naším záměrem je komplexně porovnat středotlaký a nízkotlaký UV systém, byl pro ÚV Val. Meziříčí vybrán středotlaký zářič, z toho důvodu, že na jiné úpravně vody bude instalován UV systém nízkotlaký.



Technické parametry UV reaktoru:

Materiál:	nerezová ocel 1.4571 (316 Ti)
Objem:	30 litrů
Hmotnost:	40 kg
UV zářič:	1 ks, středotlaký Multiemission MLR 2225
Životnost zářiče:	cca 4000 hod.
Stírání zářičů:	manuálně
Ovládání výkonu:	manuálně (stupně I-III)
Monitoring:	nepřetržité měření intenzity UV záření
Vzorkovací ventily:	2 ks (vstup a výstup UV reaktoru)
Prací ventily:	2 ks

Instalace samotného zařízení proběhla na úpravně vody Valašské Meziříčí v listopadu 2004 a byl zahájen zkušební provoz, který bude ukončen koncem 1. čtvrtletí 2005.



6. Mikroorganismy ve vodě a mikrobiologické požadavky na pitnou vodu

Voda v přírodě obsahuje vždy živé společenstvo mikroorganismů. Rozděluje se zásadně na dvě velké skupiny: přirozené vodní organismy neboli autochtonní mikroflóru, a mikroorganismy, které se do vody dostávají z vnějšího prostředí a ve vodě

nemají vhodné podmínky, čili alochtonní mikroflóru. První skupina indikuje obecné znečištění vody a jedná se o organotrofní bakterie mezofilní a psychrofilní. Mikrobiologické vyšetřování vody se provádí kultivačními metodami, je ale nutno brát v úvahu, že kultivačně zjištěné bakterie mohou tvořit třeba jen 0,1% všech bakterií ve vodě přítomných a zjistitelných např. mikroskopicky. Hygienicky důležitá je druhá skupina: indikátory fekálního znečištění. Tradičně zahrnuje koliformní bakterie a enterokoky, nově (vyhláška č. 376/2000 Sb.) také anaerobní klostridia, což se v této souvislosti prakticky kryje s druhem *Clostridium perfringens*. Vyhláška č. 376/2000 Sb. pro jeho povinné sledování v poznámce ukládá původ, kontakt či jen podezření na kontaminaci povrchovou vodou. Potom při nedodržení limitu pitné vody (nález ve 100 ml) se ukládá povinnost zjištění, zda není lidské zdraví ohroženo patogenními mikroorganismy, jmenovitě např. kryptosporidii. Problematika patogenních mikroorganismů v pitné vodě je zásadní a definuje ji přímo zákon č. 252/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, Hlava II, oddíl 1, § 3: ve zdravotně nezávadné pitné vodě tyto mikroorganismy být nesmí. Efekt dezinfekce musí být u této skupiny trvale 100 %.

Vyhlášku č. 376/2000 Sb. v krátkém sledu nahradila Vyhláška č. 252/2004 Sb. Podle ní provozovatel provádí mikrobiologickou kontrolu zařízení ve zkušebním provozu čili efekt dezinfekce.

7. Harmonogram uvádění do provozu

Při zkušebním provozu se zejména provádí mikrobiologické analýzy v rozsahu Kráceného rozboru podle Vyhlášky č. 252/2004 Sb. Jmenovitě se tedy stanovuje: *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, koliformní bakterie, kultivovatelné mikroorganismy při 22 °C, kultivovatelné mikroorganismy při 36 °C. Sortiment je doplněn o stanovení enterokoků. Všechny předchozí skupiny jsou reprezentanty G- tyčinek, zatímco enterokoky G+ koků.

Odběry probíhají každé úterý v době od 18.1.2005 do 5.4.2005.

Odběr zahrnuje tyto vzorky: surová voda, před a za jednotkou, upravená voda, sídliště Vyhlídka.

Součástí každého (mikrobiologického) rozboru je také

- absorbance vody (254 nm, 1 cm),
- průtok vody UV jednotkou (l/s),
- aktuální intenzita UV záření v okamžik odběru vzorku (W/m²),

Průběžně jsou testovány všechny výkonové stupně UV jednotky (III. (190), II. (120) a I. (80 W/m²)) v kombinaci s různými koncentracemi aktivního chloru na výstupu z ÚV (0,3 - 0,2 - 0,1 - 0 mg/l).

UV jednotka musí být minimálně 3 dny v příslušném výkonovém stupni (III, II nebo I) před odběrem, aby bylo zajištěno, že voda v síti prošla UV jednotkou s tímto výkonovým stupněm.

8. Výsledky rozborů za období 2001 - 2004

Uvádí se tabelované výsledky analýz surové a upravené vody z úpravny za období 2001 – 2004 (tabulka č. 1). Uvedeny jsou vybrané mikrobiologické parametry jakosti prioritně související s problematikou hygienického zabezpečení. Je ukázána jejich amplituda (minimum, maximum) v průběhu roku a uveden roční průměr.

Tabulka č. 1: Jakost (vybrané mikrobiologické parametry - Clostridium perfringens a Escherichia coli) surové a upravené vody v letech 2001 - 2004 na ÚV Valašské Meziříčí

Parametr	rok	surová voda				upravená voda			
měrná jednotka		počet vzorků	min.	max.	prům.	počet vzorků	min.	max.	prům.
Clostridium Perfringens (KTJ/100ml)	2001	23	50	680	190,7	23	0	10	1,8
	2002	29	40	320	163,1	42	0	19	1,8
	2003	28	20	360	174,3	40	0	12	0,9
	2004	23	10	250	103,9	35	0	12	0,6
E. Coli Surová (KTJ/ml) Upravená (KTJ/100ml)	2001	2	2	12	7	2	0	0	0
	2002	27	1	32	13,1	40	0	0	0
	2003	28	1	32	11,9	40	0	0	0
	2004	23	3	72	19,5	35	0	0	0

9. Provedené analýzy

První poznatky se uvádí na parametru Clostridium perfringens a Escherichia coli, které jsou v první linii zájmu výrobce, tabulka č.2. a č.3.

Tabulka č. 2: Výsledky rozborů v parametru Clostridium perfringens

Datum	Surová voda	Před lampou	Za lampou	Upravená voda	Sídlíště Vyhlídka
	KTJ/100ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml
18.1.2005	80	6	0	0	0
25.1.200	90	2	0	0	0
1.2.2005	10	0	0	0	0
8.2.2005	20	2	0	0	0
15.2.2005	90	4	0	0	0
22.2.2005	100	0	0	0	0

Tabulka č. 3: Výsledky rozborů v parametru Escherichia Coli

Datum	Surová voda	Před lampou	Za lampou	Upravená voda	Sídlíště Vyhlídka
	KTJ/ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml	KTJ/100ml
18.1.2005	27	90	0	0	0
25.1.200	28	42	0	0	0
1.2.2005	18	24	0	0	0
8.2.2005	12	39	0	0	0
15.2.2005	21	29	0	0	0
22.2.2005	36	12	0	0	0

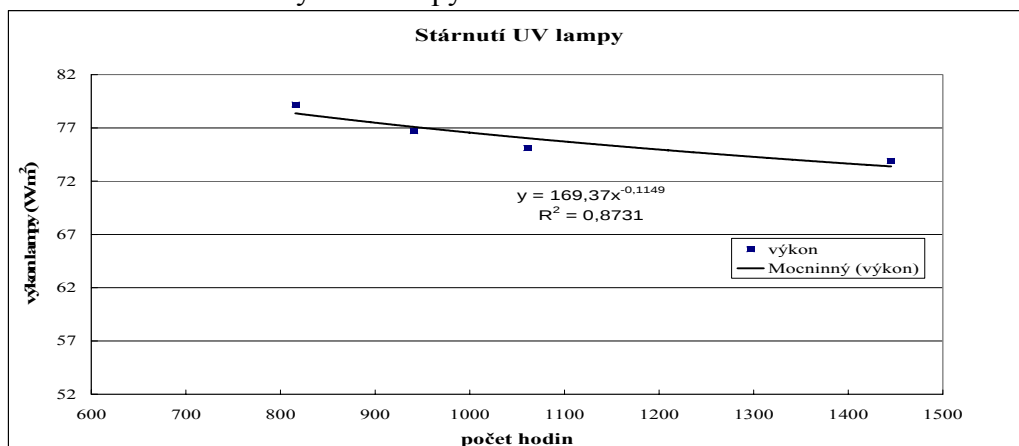
10. Stárnutí UV lampy v závislosti na čase

Tabulka č. 4: Stárnutí lampy (středotlaký Multiemission MLR 2225)

Datum	Výkon (W/m ²)	Počet hodin
10.12.2004	80	0
14.1.2005	79,2	816
27.1.2005	76,7	941
1.2.2005	75,1	1061
17.2.2005	73,9	1445

Z tabulky č.4 plyne postupné snižování výkonu lampy. Závislost výkonu lampy na čase je pojednána také graficky (graf č.1), z čehož vyplývá rychlost stárnutí UV lampy.

Graf č. 1: Závislost výkonu lampy na čase



11. Závěry

V prosinci 2004 jsme na úpravně vody Valašské Meziříčí doplnili technologii desinfekce pitné vody o UV zařízení. Tato změna přinese snížení mikrobiologických problémů na upravené vodě na minimum, což potvrzují výsledky z dosavadního testování účinnosti UV zařízení. Zvláště významný očekáváme přínos v odstranění bakterie *Clostridium perfringens*, jejíž výskyt ve Vsetínské Bečvě (surové vodě) je problémový a jejíž spory jsou odolné vůči chlóru. Dle platné legislativy (Zákon č.258/2001 Sb. § 4) jsme požádali o schválení místní Krajskou hygienickou stanicí pro použití středotlaké UV lampy - jako individuální změnu v technologii úpravy vody. Desinfekce UV zářením je dalším krokem ke zlepšení jakosti pitné vody pro spotřebitele.

12. Použitá literatura

- 1/ Dolejš P.: Cryptosporidium a Giardia – přehled vodárenské problematiky za první desetiletí po událostech v Milwaukee. In: Sborník Vodárenská biologie 2004, VŠChT Praha 2004.
- 2/ Orság L., Hanák Z.: Průvodní zpráva pro Rekonstrukci technologického zařízení ÚV Valašské Meziříčí. Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. 11/2000.
- 3/ Uhlmann D.: Hydrobiologie. Jena, 1975.
- 4/ Zelinka M.: Pozor na říční kaly. In: Sborník V. limnologické konference Poznávání, řízení a ochrana jakosti vody, 141 – 145, Ústí nad Labem 1979.
- 5/ Zelinka M., Sládeček V.: Hydrobiologie pro vodohospodáře. SNTL, SVTL Praha, 1964.
- 6/ Návod pro provoz a údržbu UV systému Wedeco. Disa v.o.s. Brno, 2004.