

Problematika desinfekce vody UV zářením

Autoři: **RNDr. Jaroslav Šašek (1), Ing. Jaroslav Kopecký, CSc. (2), MUDr. František Kožíšek CSc.(1)**

(1) Státní zdravotní ústav, Praha; (2) Jako s.r.o., Líbeznice

Přehled údajů k přednáškám, předneseným na konzultačním dnu Státního zdravotního ústavu (SZÚ) "Aktuální otázky desinfekce vody" ze dne 18.4.2000, který byl věnován především problematice UV záření v pitné vodě, a ze semináře UV-dezinfekce pitných vod, pořádaného dne 17.1.2001 v Pardubicích společností Jako s.r.o., Alcochem B.V. a Berson Milieutechniek B.V spolu se společností Vodovody a kanalizace Pardubice a.s.

Úvod:

V poslední době můžeme pozorovat určitý trend k přechodu na jiné desinfekční postupy úpravy pitné vody. Konkrétně se jedná o alternativu použití chlordioxidu, popř. ozonu místo chloru, nebo nahrazení chemické desinfekce fyzikální jako je použití UV záření (Holandsko, ale i jinde), popř. vypuštění finální desinfekce úplně, viz případ vodáren v Berlíně a Zürichu.

Konzultační den SZÚ z 18.4. 2000 byl věnován právě využití UV záření při desinfekci vody, zejména jeho novince, totiž použití polychromatického spektra UV záření tzv. systému "multiwave", jehož autorem je holandský výrobce Berson UV-technik, Nuenen.

Obecně o UV záření: /1,2,3,4/

Ultrafialové záření (UV) představuje elektromagnetické záření v rozmezí 100-400 nm, tedy rozsah mezi X-paprsky a viditelnou částí spektra. Můžeme jej klasifikovat na Vacuum UV (100-200 nm), UV-C (200-280 nm), UV-B (280-315 nm), UV-A (315-400nm).

UV lampy lze klasifikovat dle tlaku uvnitř trubice na nízkotlaké (low-pressure), které emitují monochromatické záření 253,7 nm; střednětlaké (medium-pressure), emitující energii při vlnových délkách 180-1370 nm a lampy s vysokou intenzitou s "pulzním" způsobem emise.

Energie fotonů E se vyjadřuje v joulech $/J/$, $J = W \cdot s$; $/W = \text{wat}/$. Dávka záření je pak dána intenzitou x čas, dávka = $I \cdot t$

I - Intenzita je v mW/cm^2 ; t - čas je v sekundách. Převod jednotek intenzity záření a tedy i dávky je následující: $10 \text{ J}/\text{m}^2 = 1 \text{ mJ}/\text{cm}^2 = 1 \text{ mW} \cdot \text{s}/\text{cm}^2 = 1000 \mu\text{W} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$.

Technická zařízení - UV lampy: /3,4/

UV lampy emitují ultrafialové záření příslušných vlnových délek dle typu zařízení:

- monochromatické nízkotlaké UV lampy - 254 nm (low pressure)
- polychromatické střednětlaké UV lampy - 200-400 nm (medium pressure)
- polychromatické bersonMultiwave UV lamps - 200-400 nm (multiwave).

Polychromatické střednětlaké typy UV lamp odstraňují hlavní nevýhodu dřívějších systémů UV, totiž možnou reaktivaci mikroorganismů. Rozšířené spektrum inaktivuje nejen DNK/RNK (max. citlivost při 265 nm), ale i enzymy, zodpovědné za reparaci DNK/RNK (citlivost při 280-290 nm), eventuálně proteiny a další biomolekuly při vlnových délkách pod 240 nm. Tím je znemožněna opětovná reparace poškozených buněk a tedy i jejich pomnožování.

Polychromatické střednětlaké bersonMultiwave UV lampy se liší od polychromatických střednětlakých UV lamp tím, že generují vyšší intenzitu UV záření. To umožňuje využít vyšší intenzitu záření po kratší dobu kontaktu při jinak stejné dávce záření. Tato kombinace (intenzity a času) vykazuje vyšší účinnost UV lamp při dezinfekci vody než alternativa nižší intenzity a delší doby kontaktu.

Design UV zařízení:

UV zařízení se vyrábějí v různých provedeních z hlediska orientace UV lamp vzhledem k toku pitné vody.

Klasické systémy mají UV lampy orientovány ve směru toku pitné vody. Některé nové systémy např. bersonInLine mají UV lampy orientovány kolmo k toku pitné vody.

Takové uspořádání má výhodu mnohem rovnoměrnějšího rozložení intenzity UV záření uvnitř radiční komory. Spolu s výkonnými UV lampami typu MultiWave je takové UV zařízení výrazně účinnější než klasické systémy a kompaktnější (má menší rozměry). Při "kolmém uspořádání" jedna MultiWave UV lampa může nahradit až dvanáct nízkotlakých lamp.

Důležitou "výbavou" moderních UV zařízení s lampami typu MultiWave je doplňkové zařízení "**řízení energie**", které umožňuje měnit vyzařovanou UV energii ve třech stupních. V případě změny průtoku pitné vody (zkrácení expozice) nebo kvality vody (změna propustnosti UV záření např. změnou koncentrace nerozpuštěných látek) toto zřízení umožní zvýšit intenzitu vyzařovaného UV záření, a tím zajistí stálou a nezměněnou garantovanou dávku UV záření (např. 40 mJ/cm² pro pitné vody v ČR)

Další důležitou "výbavou" moderních UV zařízení je manuální nebo automatické stírací zařízení, které odstraňuje případné nánosy a usazeniny na křemenných trubicích chránících UV lampy, a tím zajišťuje stálou intenzitu UV záření.

Doplňkové mikroprocesorové zařízení ve spojení se zařízením "řízení energie" navíc zajišťuje automatické řízení vyzařované UV energie v závislosti na průtoku. Signál z průtokoměru je 4-20 mA.

Další doplňkové zařízení měří kontinuálně propustnost T₁₀ (Uvector měří kontinuálně intenzitu záření lamp).

Mechanismus inaktivace mikroorganismů: /1,2,3,4/

Účinek UV záření na mikroorganismy je jiný než v případě chemických dezinficiens, které poškozují ireverzibilně jadernou hmotu, protoplasmu, enzymy, buněčnou blánu. Germicidní efekt UV záření spočívá ve fotochemickém poškození RNA, DNA, event. i proteinů, enzymů či jiných, biologicky významných makromolekul. Nukleové kyseliny absorbují UV záření při vlnové délce 240-280 nm, nejvyšší germicidní efekt je pozorován při 260-265 nm.

Důsledkem jejich poškození je formace thyminových dimérů, které znemožňují replikaci genetické informace, množení bakterií a tím i jejich zničení, pokud nejsou reparačními pochody pomocí enzymů tyto struktury odstraněny.

Poškození nukleových kyselin UV zářením není tedy ireversibilní, je možno jej opravit pomocí enzymů. To se děje asi z 90% u poškozeným pyrimidinových bází (thyminové diméry) v případě starších, monochromatických nízkotlakých UV lamp, emitujících pouze při vlnové délce 254 nm. Právě nové generace UV lamp, střednětlaké polychromatické a zejména typ "berson Multiwave UV lamps" poškozením enzymů, proteinů a jiných makromolekul vylučují reparaci poškozené RNK/DNK, a tím znemožňují opětovné pomnožení mikrobů.

Reaktivace, reparace UV zářením poškozených buněk: /1,2,3,4/

Reaktivace je proces reparace (obnovy) poškozených buněk UV zářením. Děje se pomocí enzymů ve tmě i za světla jako fotoreaktivace (photoreactivation) či reparace za tmy (dark repair).

Mechanismus reaktivace-reparace poškozených buněk (DNK/RNK) není univerzální. Některé mikroorganismy včetně virů nejsou schopny reparace, na př. *Bacillus subtilis*, *Haemophilus influenzae*, *Diplococcus pneumoniae* a další, jiné jsou tohoto procesu schopny - řada enterobakteriaceí, streptokoků, mikrokoků, sacharomycet, aerobakterů, plísní a j. Reparace virů je možná jen v hostitelských buňkách.

Reaktivaci ovlivňují různé faktory, jako je světlo, pH, teplota, přítomnost org. látek, enzymatická výbava popř. typ mikroorganismu.

Reaktivace je realizována pomocí enzymů (např. photolyáza, endonukleáza, polymeráza, ligáza). Právě třetí generace UV lamp, tj. polychromatické, střednětlaké, vysoce výkonné lampy, zejména typ Multiwave pak postihují právě tyto enzymy (při cca 280 nm), ale i proteiny a jiné biomolekuly a vylučují proces reparace poškozených buněk a tedy struktur nukleových kyselin.

UV záření je absorbováno kromě nukleových kyselin i jinými biopolymery a působí jejich poškození. Reaktivaci lze vyloučit použitím Multiwave polychromatických lamp, které inaktivují nejen DNA/RNA, ale i enzymy a další biomolekuly UV zářením při různých vlnových délkách a i tím, že vyzařují UV záření o vyšší intenzitě než běžné nízkotlaké a střednětlaké lampy (dávka = vysoká intenzita * krátká expozice má vyšší dezinfekční účinnost než stejná dávka = nízká intenzita * dlouhá expozice)

Výhody dezinfekce vody UV zářením:

U jedná se o fyzikální proces dezinfekce, nevnašejí se tedy žádné chemikálie do vody

U neovlivňuje se pach a chuť vody

U nemění se původní složení vody

U nevznikají žádné vedlejší produkty dezinfekce

U účinek příliš nezávisí na chemismu a teplotě vody (platí pro Multivawe lampy; UV záření emitované nízkotlakými lampami je závislé na teplotě)

Potenciální rizika změn chemismu vody při aplikaci UV záření /1,2,3,4,15/

- 1/ vznik mutagenní aktivity (pouze u vysokých dávek UV záření) /1,2,8/
- 2/ produkce biodegradabilních sloučenin /1,2,/
- 3/ eventuální vznik vedlejších produktů (za určitých podmínek a vyšších dávek UV záření), /1,2,5/

1/ vznik mutagenní aktivity:

UV záření může působit mírné zvýšení hladiny prekurzorů mutagenů včetně látky MX /3-chloro-4-(dichlormethyl)-5-hydroxy-2,2(5H)-furanon /. Amesovým testem nebyly prokázány mutagenní fotoprodukty ani při dávce 10.000 J/m²; požadavek na použití UV záření k dezinfekci pitné vody je 400 J/m².

2/ vznik biodegradabilních sloučenin:

Nebyl potvrzen při jejich měření jako AOC (asimilovatelný organický uhlík), nebo byl stejný, jako za běžnými stupni úpravy vody (na př. ozon s následným stupněm úpravy GAC-granulované akt. uhlí).

3/ vznik vedlejších produktů dezinfekce:

Při aplikaci UV záření co by dezinfekce vody může docházet za určitých podmínek k tvorbě dusitanů a formaci formaldehydu.

K tvorbě dusitanů z dusičnanů dochází při použití zejména střednětlakých lamp (72 µg/l NO₂ při koncentraci 50 mg/l NO₃).

Opatřením je použití trubic z křemenného skla, které blokuje vlnové délky pod 220 nm, neboť zde je právě pík citlivosti dusitanů, při vyšších vlnových délkách je citlivost menší.

Významná tvorba dusitanů přichází v úvahu až při vysokých dávkách UV záření (10.000 J/m²). Formace formaldehydu přichází v úvahu u povrchových nebo podzemních vod s obsahem huminových látek. Ty by však měla běžná úprava vody eliminovat.

Omezení účinnost UV záření a jejich eliminace: /1,2/

není podstatně ovlivněna:

- teplotou (platí pro Multivawe lampy; UV záření emitované nízkotlakými lampami je závislé na teplotě); v rozpětí teplot 0-10°C se snižuje efekt o 10%.
- pH, alkalitou, TOC (celkový organický uhlík)

omezení účinku může způsobit:

- barva a zákal vody, proto je doporučena hodnota reziduálního zákalu vody před vlastním použitím UV záření k dezinfekci pitné vody dle German Drinking Water Commission < 0,1 FNU a nikdy ne > 0,3 FNU (formazinová jednotka zákalu).
Pozn.: podle WHO (1993) /14/ je před konečnou chemickou dezinfekci pitných vod doporučena hodnota zákalu vody pro jednotlivé vzorky max. £ 5 NTU a medián turbidity £ 1 NTU (nephelometric turbidity unit).
- rozpuštěná či suspendovaná hmota (souvisí s předchozím bodem), snižuje intenzitu UV záření, chrání mikroby před působením UV. Tu je však třeba před konečnou dezinfekcí odstranit při úpravě vody.
- absorpce UV záření anorganickými složkami vody (Fe >0,1 mg/l, S²⁻ >0,2 mg/l, tvrdost >140 mg/l, fenoly, humínové kyseliny, fenolické látky, ligninsulfonany, Cr, Co, Cu, Ni, dusitany, dusičnany - hlavně pro vlnové délky <220 nm aj.). Eliminace jejich vlivu je otázka výběru zdroje pro úpravu vody či samotné úpravy před konečnou dezinfekcí.
- agregace mikroorganismů (představuje běžný jev, snižující účinnost jakéhokoliv dezinfekčního postupu, jak chemického tak fyzikálního)
- usazování povlaků na trubicích (anorganické - tvrdost vody či organické - biofilmy mikroorganismů), ty jsou odstraňovány mechanicky automatikou z povrchu trubic, dále jejich případnou tvorbu může ovlivnit úprava vody.
- na účinnost UV záření mají vliv i technické parametry UV zařízení a jejich nastavení k provozním účelům, viz.: doba zdržení vody v kontaktoru, průtokové množství vody, kvalita vody před finální dezinfekcí; ta může kolísat vlivem klimatických faktorů. Dále technické zajištění pro dodržení min. intenzity záření - testování senzorů, sumarizace provozních hodin atd.

Limity pro použití UV záření k dezinfekci pitné vody: /1,2,6/

EU, WHO ani U.S. EPA (Americká agentura pro ochranu prostředí) - neudávají limit, požadavky se týkají jen denzity mikrobů po dezinfekci.

Norsko - uvádí dávku UV 16 mW.s/cm²

Rakousko - min. dávka 30 mW.s/cm²

ANSI (American National Standards Institute) a NSF (National Sanitation Foundation International) uvádějí

→ 38 mW.s/cm² pro třídu A (POU i POE)

→ 16 mW.s/cm² pro třídu B (POU)

- Pozn.:

Třída A - zařízení pro eliminaci mikrobů z kontaminované vody (čisté vody bez zátoku a zbarvení), u povrchových vod použití v kombinaci s filtrací cyst prvoků.

Třída B - zařízení, určená pro doplňkovou úpravu či dezinfekci upravené a dezinfikované, pro redukci nepatogenní mikroflory.

POU (Point of Use = úprava vody v místě použití, spotřeby)

POE (Point of Entry = úprava vody na vstupu do objektu)

Bioindikace účinku UV zařízení pro dezinfekci: /1,2,6,7/

Použití biologických indikátorů slouží k ověření účinnosti dezinfekce UV zařízení při požadované dávce záření 400 J/m². Tato dávka byla zvolena pro bezpečnou dezinfekci bakterií a virů s ohledem na efekt fotoreaktivace s účinností 99,99%, t.j. redukce počtů o min. 4 log. řády.

Indikátory : Escherichia coli, MS-2 fág (sk. RNA fágů).

Při použití E.coli coby indikátoru účinnosti dezinfekce UV zářením je třeba s ohledem na požadavek indikace dávky 400 J/m² požadovat redukci počtů o 7 log. řádů.

Použití bakteriofágu MS-2 jako indikátoru eliminace virů umožňuje indikovat dávku záření 640- 930 J/m². Takovéto dávky jsou potřebné pro eliminaci tohoto fágu. MS-2 fág je rezistentnější než HAV (Hepatitis A virus), polioviry a rotaviry, na které požadovaná dávka 400 J/m² postačí.

UV zařízení pro použití dezinfekce vody ve vodárnách musí být v Německu ve shodě s dokumentem DVGW - standard W 294. /7,12/

U povinného testování UV zařízení je nutno dodržet následující předpoklady:

Průtokové poměry v aparatuře zajišťují dostatečné ozáření daného objemu vody, intenzita ozáření neklesne pod minimální hodnotu, k testování je nutno použít vhodnou vodu, jejíž spektrální absorbance leží v pásmu 0,5-1,0 m⁻¹, minimální intenzita ozáření udaná výrobcem musí inaktivovat zkušební zárodky min. o 4 řády, u E. coli o min. 6 řádů. Je třeba volit takové zkušební zárodky, které vyžadují ke své inaktivaci dávku záření 400 J/m².

Dále je nutno provádět periodické přezkoušení v následujících bodech:

Přezkoušení průtokového množství ve srovnání s údaji v atestu a zabezpečení v případě minimálního či maximálního průtokového množství. Zajištění, aby intenzita ozáření neklesla

pod minimální, atestem stanovenou hodnotu. Přezkoušení senzoru ve srovnání s referenčním senzorem. Zajištění automatického vypnutí při poklesu pod minimální dávku a zajištění počítadla počtu provozních hodin. /11/

Mikrobiologická část: /1,2,6,7/

Obecná rezistence mikroorganismů vůči UV záření je obdobná jako v případě chemických dezinfekčních prostředků, i když s určitou odlišností. Rozdíl mezi citlivostí vegetativních buněk bakterií a spór není tak veliký, jako v případě chemických dezinficiens.

Obecná rezistence mikroorganismů vůči UV:

bakterie < viry < spóry bakterií < cysty protozoí

Dávka v mW.s/cm² potřebná pro redukci o 4 log řády (orientačně, konkrétně viz dále):

redukce:	bakterie	viry	protozoa
4 log	30	20 - HAV 93 - MS2 fág	8.000

Relativní rezistence mikrobů k UV záření: /13/

/vztaženo k E.coli = 1/

Bacillus anthracis	1,3	Kvasinky	1,3
Bacillus anthracis, spóry	6,6	E. coli	1,0
Bacillus subtilis, spóry	3,3	Proteus vulgaris	1,0
Clostridium tetanii	3,3	Psuedomonas eruginosa	1,6
Clostridium botulinum	1,6	Salmonella sp	1,5
Staphylococcus aureus	1,0	Salmonella yphimurium	2,3
Streptococcus pyogenes	0,6	Aspergillus flavus	15,0
fág E. coli	1,0	Aspergillus niger	50,0
Cyanophyta	60,0	Chlorella sp	3,3
Entamoeba histolytica	12,0	Paramecium	30,0
Nematodes, vajíčka	14,0		

Relativní rezistence virů k UV záření: /13/

/vztaženo na redukci o 3 řády Poliovirus 1 = 1,0 /

Echo virus	1,0
Coxsackie virus A9	1,1
Coxsackie virus B-1	1,2-1,4
Reovirus 1	1,2-1,4
Rotavirus SA-11	1,2
fág f2 /F-spec. RNA virus/ (podobně i pro MS 2 fág)	1,7-2,7
E.coli	0,3

**Dávka UV v J/m² při 254 nm pro 99,99% inaktivaci (hodnoty včetně fotoreaktivace):
/7,1,2/**

E.coli	280	Enterobacter cloaceae	340
Yersinia enterocolytica	340	Salmonella typhi	< 200
Serratia marcescens	300	Salmonella typhimurium	250
Klebsiella pneumoniae	310	Vibrio cholerae	210
Pseudomonas aeruginosa	< 200	Enterococcus faecium	200
Mycobacterium smegmetis	270	Poliovirus /Mahoney/	< 200
Rotavirus SA 11	340	S.aureus phyge A994	380
cysty Giardia, Cryptosporidium (při dávce 400 J/m ² inaktivace< 90%)	> 400	Poliovirus 1	290
φ X 174 fág	9	HAV (hepatitis A virus)	160
f2 fág	620	Rota SA 11	490
Bacillus subtilis, spory	750	Coxsackie B5	290
spory bakterií o 3 log řády	600	MS 2 kolifág	930
		MS 2 kolifág (s 0,65 ppm Fe ve vodě)	1400

Protozoa (redukce o 2 log řády, dávka UV v J/m²): /10,1,2,/

Giardia muris (cysty)	1210
Giardia lamblia (cysty)	1800
Acantamoeba castelanii (spory)	1000 (3 log)

Cryptosporidium parvum /10/:

vitalita oocyst dle testů in vitro /excistace/s **2-3 log redukce při dávce - 40.000 - 80.000** (při použití nízkotlakých UV lamp)

dle testů in vivo /infekce myších neonát/ s **redukcí 3,9 a 4,5 log při dávce - 190 a 660** (při použití střednětlakých UV lamp)

Příklady použití UV záření při dezinfekci vody: /9,11/

Možnosti použití UV záření pro dezinfekci pitné vody a jiné aplikace použití jsou poměrně široké. Při výrobě pitné vody v Holandsku z různých zdrojů bylo použito UV záření k její dezinfekci. Jednalo se o vody podzemní, břehové infiltrace, ale i povrchové vody.

Dále je UV používáno v zařízeních na doúpravu pitné vody (filtry + UV lampa), pro redukcii či eliminaci legionel v systémech TUV (teplá užitková voda), ve vodních pračkách vzduchu (klimatizační zařízení), pro redukcii počtu mikrobů v dentálních jednotkách (možná tvorba aerosolu), nebo pro dezinfekci splaškových vod (redukce počtu mikrobů), pro odstranění ozonu, atrazinu a jiných chemických nox ve vodě, umožňuje redukcii TOC (celkový organický uhlík).

Provozní pokyny a zásady správné údržby rozvodné sítě:

Pro zajištění efektivního provozu technologie UV záření je třeba dodržovat určité obecné principy, které povedou k zajištění nezávadné pitné vody.

Správná údržba sítě rozvodných řadů:

- udržování přetlaku v síti
- pravidelný proplach sítě (1-2x ročně)
- dezinfekce chlorem (1-2x za 2 roky)
- pravidelné čištění vodojemů s následnou dezinfekcí, odkalování, kontrola stavebního stavu vodojemů - zejména stav odvětrání a vodotěsnost
- pravidelná údržba sítě a rychlé odstraňování poruch s následnou preventivní dezinfekcí, event. i odkalením)

Pro zajištění vysoké kvality pitné vody je třeba udržovat :

- nízkou teplotu dopravované vody (< 10°C)
- vhodný průtok v síti (1-2 m/s)

- krátkou dobu zdržení vody v rozvodné síti
- vhodnou a účinnou úpravou minimalizovat hodnotu AOC (< 10 µg/l)

Použití UV záření ve vodárenství v ČR – historicko-legislativní poznámka:

Přestože použití UV záření k dezinfekci pitné vody má v zahraničí již tradici, v České republice je historie v tomto směru zatím velmi mladá. K prvním známějším aplikacím patřilo využití ve stáčírňách balených stolních nebo kojeneckých vod. od roku 1992 a dále ve výdejních automatech na pitnou vodu (od r. 1994 v Kolíně, později i dalších městech). K méně známým aplikacím pak patří dezinfekce vody na výtoku z nouzově vybudovaných vrtů v některých obcích na Moravě, kde byly stávající individuální zdroje zničeny při povodních v létě 1997. Ve všech případech se však jednalo o typické použití typu “point-of-use”, čili dezinfekce vody (těsně) před odběrem.

K první skutečně vodárenské aplikaci, kdy UV záření bylo zvoleno jako alternativa dezinfekce namísto chlorace na výstupu z vodárny, odkud voda vstupuje do rozsáhlé rozvodné sítě, však došlo až v letech 1999-2000 na Přeloučsku. Proč k obdobné aplikaci nedošlo již dříve? Důvodů bylo jistě více, ale rozhodně mezi ně nepatřily legislativní zábrany. I když se – jak mezi “vodaři”, tak mezi hygieniky – často tradovalo dogma, že voda ve veřejném vodovodu musí být chlorována, nemělo to žádnou legislativní oporu. Ani zákon č. 20/1966 Sb. (o péči o zdraví lidu), ani vyhláška MZ č. 45/1966 Sb. (o vytváření a ochraně zdravých životních podmínek), ani ČSN 75 7111 (pitná voda) povinné chlorování nevyžadovaly! Voda musela “pouze” vyhovovat stanoveným hygienickým požadavkům na kvalitu. Stejná je situace také od 1.1.2001 po vydání nových předpisů. Zákon č. 258/2000 Sb. (o ochraně veřejného zdraví) a vyhláška MZ č. 376/2000 Sb. (požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly) nenařizují povinné chlorové (chemické) zabezpečení pitné vody a nijak nebrání použití UV záření jako jediného způsobu dezinfekce. Rozhodující je kvalita vody u spotřebitele. Vyhláška MZ č. 37/2001 Sb. (o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody) uvádí UV záření mezi schválenými technologiemi úpravy pitné vody. Bohužel, nereaguje na nejnovější technologie UV záření, když specificky uvádí pouze “ozařování ultrafialovým zářením o vlnové délce 250-270 nm a v dávce 250-300 J/m²”. Pro výrobce či dovozce širokospektrých UV lamp bude tedy potřeba formálně požádat o schválení MZ. Budou-li tato zařízení ze zdravotně nezávadných materiálů, neexistuje žádný hygienický důvod, proč by MZ nemělo schválení udělit. Ze zákona 258/2000 Sb. (§4) pak vyplývá, že každá individuální změna v technologii úpravy pitné vody (tedy i instalace UV zařízení) podléhá navíc schválení místního orgánu ochrany veřejného zdraví (OHS, resp. KHS).

Jestliže víme, že použití UV záření ve vodárenství legislativně nic nebrání, lze se optat opačně: stimuluje něco jeho používání? Stimulem by měl být v první řadě odborný i profesní zájem dodávat pitnou vodu co nejvyšší možné kvality. Dalším stimulem může být “Akční plán zdraví a životního prostředí České republiky”, schválený vládou, který předpokládá zavádění nových technologií úpravy pitné vody, které by minimalizovaly riziko toxických vedlejších produktů dezinfekce. Konečně totéž požaduje – i když v proklamativní rovině – též evropská směrnice 98/83/EC (o kvalitě vody určené pro lidskou spotřebu) v článku 7 (1).

I když tento zájem je vyjádřen v obecné rovině, UV-záření může být jednou z technologií, jež ho pomůže naplňovat.

Literatura:

1. EPA 811-R-96-002, Sept. 1996: Ultraviolet Light Disinfection Technology In Drinking Water. Application - An Overview.
2. EPA 815-R-99-014, April 1999: Alternative Disinfectants and Oxidants. Guidance Manual.
3. Bass, M.M.,1997: New generation of Ultra Violet disinfection systems for the 21th century. Presentation Germex July 1997, "Universidad Autonoma Metropolitana" Mexico City.
4. Kalisvaart,B.F.: The microbiological Effects of BersonMultiwave® UV Lamps. Berson UV-techniek, P.O.Box 90, 5670AB Nuenen, Netherlands.
5. Berson UV-techniek, document: The Forming of Nitrite by UV- Light.
6. Parrotta,M.J, Bekdash F., 1998: UV disinfection of small groundwater supplies. JAWWA, Vol. 90, No.2, p.71- 81.
7. Hoyer,O., 1997: Testing performance and monitoring of UV systems for drinking water disinfection. IWSA World Congress 1997.
8. Backlund,P., 1994: Destruction of Natural mutagen and Trihalomethane precursors in water by ozonation, UV-irradiation,and Photolytic ozonation. Environmental International, Vol.20, No.1, p. 113-120, 1994.
9. Kruithof,J.C., Leer.R.Chr., Hijnen,W.A.M.: Practical experiences with UV disinfection in the Netherlands. J.Water SRT-Aqua, Vol.41, No.2, p.88-94, 1992.
10. Bukhari,Z. et al., 1999: Medium-pressure UV for oocyst inactivation. JAWWA,Vol.91, No.3, p. 86-94, 1999.
11. Steuer,W., 1994: Anforderung an UV-Anlagen und die Überwachung der UV-Desinfektion aus der Sicht der Gesundheitsbehörde (Požadavky na zařízení pro UV záření a kontrola dezinfekce UV zářením z pohledu zdravotních úřadů). Gesundh.-Wes. 56, p. 353-357, 1994.
12. DVGW Arbeitsblatt W 294 /1994/: UV-Dezinfektionsanlagen für die Trinkwasserversorgung -Anforderungen und Prüfung,Bonn.
13. FORUM STÄDSTE-HYGIENE 46, 1995, s. 121.
14. WHO, 1993. Guidelines for drinking water quality. Vol. 1. Recommendation. WHO, Geneva 1993.
15. Hrabcová, E., 2000: Chemická rizika při dezinfekci vody UV zářením. In: Zpravodaj Ústředí Monitoringu a Centra hygieny životního prostředí SZÚ, 7, č. 2, str. 3-4, 2000.

Jakékoli reprodukování tohoto textu je možné jen s písemným svolením autorů !

© J. Šašek, J. Kopecký, F. Kožíšek

© Státní zdravotní ústav, Praha