

UV DEZINFEKCE VS. CRYPTOSPORIDIUM A GIARDIA

Ing. Jiří Beneš

DISA v.o.s. Brno, info@disa.cz

Úvod

Dezinfekce pitné vody UV zářením (UV dezinfekce) je jedna z nejstarších dezinfekčních metod. Její téměř stoletá tradice (1910, ÚV Marseille, $Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$) může vyvolat dojem, že o této metodě je již prakticky vše známo. Aby taky ne, v principu se jedná o proces, který na Zemi probíhá od dopadu prvního UV-C fotonu coby součásti slunečního záření na živou hmotu, resp. byl absorbován molekulou nukleové kyseliny. Skutečnost je však ještě zajímavější. Koncem 90. let 20. stol. dochází ke zcela zásadnímu poznatku, který mění postavení UV dezinfekce ve vodárenství a začíná tak její další etapa provázená rostoucím zájmem po celém světě, zejména pak v Severní Americe.

Problematika parazitických prvoků *Cryptosporidium parvum* (*C. parvum*) a *Giardia lamblia* (*G. lamblia*) je čím dál častěji předmětem odborných vodárenských setkání po celém světě. Je tomu tak proto, že přítomnost těchto prvoků v pitné vodě představuje významné zdravotní riziko. Druhým důvodem je i jejich obtížná separace a dezinfekce. V této souvislosti byly popsány desítky epidemií většího či menšího rozsahu téměř po celém světě. Největší novodobá epidemie kryptosporidiózy vypukla v Milwaukee, USA v r. 1993, kdy prokazatelně onemocnělo ca 400 000 lidí, z nichž 4 000 bylo hospitalizováno a několik desítek lidí kryptosporidiózu nepřežilo [1]. Tato událost dala významný podnět k zintenzivnění vodárenského výzkumu jak v oblasti výskytu těchto prvoků v prostředí, tak ke studiu a hledání možností jejich separace či inaktivace během úpravy vody.

Zdravotní rizika kryptosporidií a giardií

Parazitické prvoci rodů *Cryptosporidium* a *Giardia* patří mezi nejvýznamnější původce průjmových onemocnění s celosvětovým výskytem. Zdrojem zárodků jsou kromě člověka hospodářsky chovaná i divoká zvířata. Vysoká odolnost vůči běžně používaným dávkám chloru nebo oxidu chloričitého je pro tyto prvoky, resp. pro jejich trvalá stádia (oocysty a cysty), typická. Oocysty kryptosporidií (4-6 μm) a cysty giardií (8-15 μm) s vysokou odolností vůči vlivům prostředí mohou přežívat ve vodním prostředí několik měsíců. V povrchových vodách včetně ČR a SR se tyto prvoci běžně vyskytují. Přičemž infekční dávky jsou mimořádně nízké: k vyvolání infekce stačí 1-10 oocyst kryptosporidií a méně než 10 cyst giardií. Klinické obrazy kryptosporidiózy a giardiózy se vyznačují širokým spektrem gastrointestinálních příznaků z nichž převažují průjmová onemocnění. V případě jedinců s oslabenou imunitou může mít toto onemocnění těžký a chronický průběh s fatálními následky [2].

Nákazy v ČR?

Poprvé byla kryptosporidióza zaznamenána u lidí "až" v roce 1976. Do této doby byla a od této doby v mnoha případech je tato nemoc klasifikována jako průjem neznámého nebo neudaného původu. Velmi výstižnou informaci k (ne)výskytu těchto epidemií

v ČR dává F. Kožíšek v práci [3]. Sami epidemiologové jsou si v tomto případě vědomi, že nulové výkazy statistik nejsou reálným obrazem skutečnosti. Nutnou, nikoliv dostatečnou podmínkou identifikace kryptosporidiózy či giardiózy je dobře fungující systém hlášení, který zahrnuje součinnost pacienta, praktického lékaře, laboratoří a hygienických stanic (epidemiologů). Lze se domnívat, že řada případů výskytu kryptosporidiózy či giardiózy zůstává neodhalena i ve vyspělých zemích.

Nákazy ve světě?

V průběhu 80. a 90. let 20. stol. byla popsána řada epidemií kryptosporidiózy především v USA, Velké Británii, Austrálii.

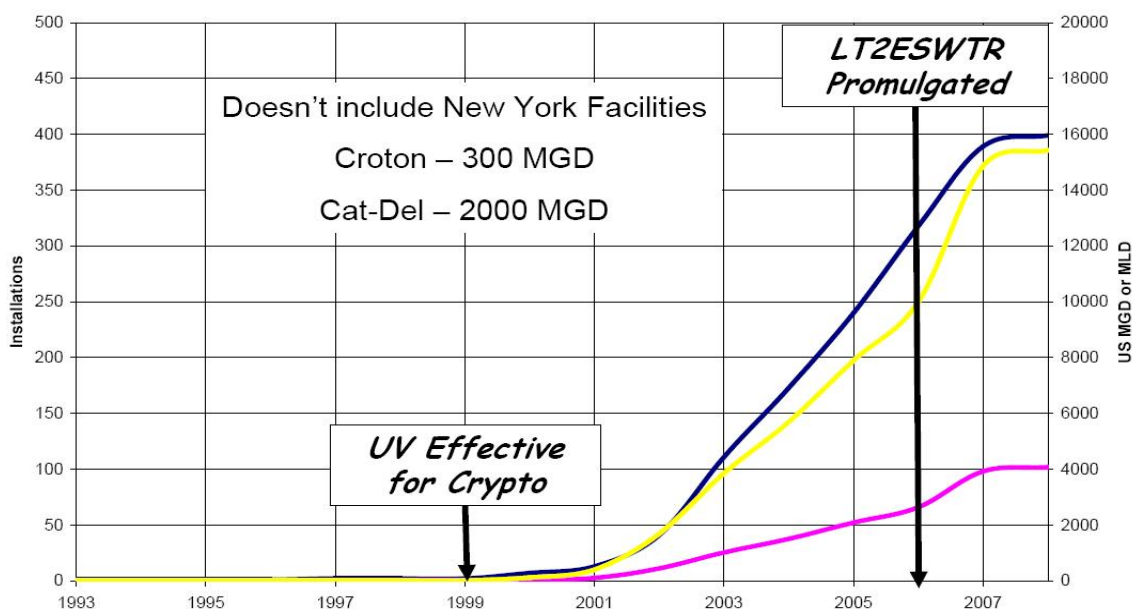
V Japonsku bylo zaznamenáno rovněž několik kryptosporidióz, přičemž nejrozsáhlejší propukla v Ogose v r. 1996, kdy onemocnělo téměř 9000 lidí [4].

V roce 2004 propukla v norském městě Bergenu giardióza, kdy onemocnělo přes 1000 lidí. Přestože se infekce začala šířit v srpnu, do souvislosti s onemocněním přenášeným prvokem prostřednictvím pitné vody se dala až v listopadu. Testy prokázaly přítomnost cyst *G. lamblia* v koncentracích 5 cyst na 10 litrů pitné vody. Tato zkušenost urychlila rozhodnutí o nutnosti doplnění nedostatečné chlorace o UV dezinfekci, která byla dodána a zprovozněna již v únoru 2005. Podrobnější informace jsou publikovány v [5].

Inaktivace kryptosporidií a giardií UV zářením

Po událostech v Milwaukee se v USA, ale nejen zde, odborná veřejnost snažila nalézt řešení problematiky kryptosporidií v pitné vodě a obnovit tak důvěru v její zdravotní nezávadnost. V této souvislosti byla testována i účinnost UV dezinfekce. První výsledky hovořili o potřebné dávce UV záření 8748 mJ/cm^2 ($87\,480 \text{ J/m}^2$) pro dosažení redukce *C. parvum* min. o 2 řády (Campbell at al, 1995). Jelikož se běžně pro dezinfekci pitné vody aplikují dávky UV záření ca 400 J/m^2 , tj. více než 200 násobně nižší, je zřejmé, že s technologií UV záření nešlo do budoucna uvažovat. V podobném duchu hovoří i rozsáhlý materiál USEPA (1999) [6]. Ve stejném roce však Bukhari at al. zjišťuje, že dávka UV záření pouhých 19 mJ/cm^2 (190 J/m^2) je dostatečná pro dosažení 3,9 log inaktivace *C. parvum*.

Tyto odlišné informace lze vysvětlit zcela ve shodě se základním principem UV dezinfekce. V prvním případě byla použita metoda *excystace in vitro*, kdežto Bukhari porovnával infekčnost *C. parvum* na myších. Pro zajištění nezávadné pitné vody je zcela postačující zajistit neinfekční kryptosporidie. V případě UV dezinfekce je toto zajištěno zablokováním replikace DNA, což způsobí inaktivaci organismu tj. ztrátu schopnosti reprodukce. Převratnost tohoto objevu a jeho praktické důsledky lze ukázat na grafu č. 1. Pokud zahrneme zde uvedené 2 projekty ve fázi realizace dostáváme celkové množství pitné vody dezinfikované UV zářením $1\,000\,000 \text{ m}^3/\text{h}$.



Graf č. 1: Rozvoj dezinfekce pitné vody UV zářením v Severní Americe [7].

Vysvětlivky: 400 instalací s celkovou kapacitou 4000 US MGD resp. přes 15 mil. m³/den

Podobně jako v Severní Americe získala důvěru UV dezinfekce i v jiných zemích světa.

Japonsko

V dubnu 2007 vešla v platnost směrnice, která definuje podmínky použití UV dezinfekce ve vztahu k inaktivaci kryptosporidií. UV záření je doporučeno použít v případě zdroje vody, kde byla potvrzena přítomnost *C. parvum* a současně se jedná o podzemní zdroj. Zajímavá je dále relativně nízká hodnota dávky UV záření, která je min. 100 J/m². Vyplývá to pravděpodobně z toho, že chlorace je v Japonsku povinná (0,1mg/l volného chloru u spotřebitele) a UV záření plní funkci pouze ve vztahu ke kryptosporidiím.

Velká Británie

Přístup V. Británie je velmi propracovaný a současně zajímavý v tom, že jako snad jediná země kontinuálně monitoruje upravenou vodu na přítomnost přímo *C. parvum*. Nepoužívá snazší a cenově méně nákladné stanovení pomocí indikátorového organismu. V České republice platí povinnost stanovovat *C. perfringens*, jehož výskyt má indikovat přítomnost prvoků. Diskutabilní je míra korelace jejich výskytu a dále fakt, že *C. perfringens* vykazuje vyšší rezistenci vůči UV záření. Další zajímavostí je existence maximální povolené koncentrace *C. parvum* v pitné vodě: 1 oocysta v 10 l vody. Jedná se o průměrnou hodnotu vypočtenou pro vzorek, který vznikl filtrací vody během 23 hodin s min. průtokem 40 l/hod. V současné době DWI pracuje na materiálu, který se věnuje aplikaci UV dezinfekce ve vztahu ke kryptosporidiím (Guidance on use of UV for Cryptosporidium control). Materiál vychází v mnohém z USEPA Ultraviolet Disinfection Guidance Manual

Jak správně navrhnout a provozovat UV dezinfekci

Aby UV dezinfekce spolehlivě plnila svůj účel je potřeba ji správně navrhnout. Zde je nutno upozornit na rozdíly mezi kalkulovanou a validovanou (RED) dávkou UV záření. Provozovaný UV systém si žádá pravidelnou odbornou kontrolu, která bude garantovat zajištění požadované UV dávky. Tu nejde přímo měřit, a proto tento dohled přebírá nepřetržité měření UV ozáření v komoře reaktoru. Jelikož se jedná o jediný způsob kontroly dezinfekčního procesu, je hodno doporučení tento systém pravidelně (1x ročně) kalibrovat pomocí referenčního radiometru (etalonu).

Bylo by krátkozraké se domnívat, že dezinfekce UV zářením je všelék a její použití při úpravě vody může sloužit ke zmírnění pozornosti nad chodem úpravárenských procesů. Správná provozní praxe s ohledem na výskyt patogenních prvoků v pitné vodě směřuje spíše k tzv. multibariérovému přístupu. To znamená, že zajištění kvalitní pitné vody tekoucí v domácnostech z kohoutku stojí na 3 hlavních pilířích.

1) Péče o zdroje pitné vody

Snaha provozovatelů by měla směřovat ke snižování zbytečně vysokých koncentrací cyst a oocyst těchto prvoků v surové vodě. Tato problematika souvisí mimo jiné i s čištěním odpadních vod (*C. parvum*, Genotyp 1), resp. s jejich dezinfekcí. Čistírenským odborníkům je známo, že pro tyto účely lze elegantně použít právě UV záření. Současná zařízení jsou konstruována s ohledem jak na vysokou UV absorbanci odpadních vod, tak na výkonové požadavky. Jak známo UV dezinfekce nemá reziduální charakter, což je v tomto případě, na rozdíl od dezinfekce pitné vody, zřejmá výhoda.

2) Vlastní úprava vody

Cílem celého úpravárenského procesu by měla být maximální separace cyst resp. oocyst těchto prvoků, aby voda k dezinfekci obsahovala minimální množství těchto organismů. Toho lze dosáhnout např. dobře fungující přípravou a separací suspenze. Účinnost separace lze v některých případech zvýšit zařazením předoxidace surové vody (např. předozonizace). Pozornost je užitečné věnovat např. i spouštění vypraného filtru, tzv. zafiltrování, kdy byly popsány významné kontaminace pitné vody oocystami *C. parvum*, kdy jejich koncentrace byly několikanásobně vyšší než v surové vodě. Otázkou je i vracení pracích vod (odsazených či nikoliv) do surové vody. Tato praxe však není typická pro ČR.

3) Dezinfekce

Jak známo klasické dezinfekční postupy (chlorování, ClO_2) jsou v případě parazitických prvoků prakticky neúčinné. UV záření představuje dostatečně účinný nástroj, který v situacích, kdy cysty resp. oocysty těchto prvoků projdou až do filtrované vodě, zajistí spolehlivou inaktivaci. To platí za podmínek správně navrženého a provozovaného UV systému.

Otázkou zůstává, který z výše uvedených zásahů lze prakticky realizovat a pokud vůbec, jak rychle. Zkušenosti z ČR ukazují, že doplnění stávajícího způsobu dezinfekce o UV záření na vybraných úpravnách je relativně snadno a rychle realizovatelná varianta. Severočeské vodovody a kanalizace a.s. provozují UV dezinfekci na svých 9 významných úpravnách s celkovým nominálním výkonem přesahující $2,8\text{m}^3/\text{s}$. Jelikož preferují 100% zálohování je celková kapacita UV systémů téměř dvojnásobná ($5\text{m}^3/\text{s}$).

Závěr

Smyslem tohoto příspěvku bylo přiblížit UV dezinfekci z pohledu problematiky parazitických prvků. Současně je potřebné podotknout, že využití UV záření ve vodárenství je daleko širší, nicméně svoji popularitu si tato technologie získala zejména pro svoji účinnost vůči prvkům. Lze konstatovat, že UV dezinfekce je ve světě plně akceptována coby účinný a ekonomicky příznivý nástroj vedoucí ke spolehlivé inaktivaci oocyst a cyst těchto prvků. Jsem přesvědčen, že nyní to bude platit i v České republice.

Použitá literatura

- [1] Hoxie, N. J. a kol. (1997): Cryptosporidiosis-associated mortality following a massive waterborne outbreak in Milwaukee, Wisconsin, *Am. J. Public Health*, 87, No. 12, 2032-2035
- [2] Kožíšek F. a kol. (2005): Metodické doporučení SZÚ – NRC pro pitnou vodu k opatřením bránícím výskytu parazitických prvků v pitné vodě, CHŽP-16/05
- [3] Kožíšek F. a kol. (2002): Proč u nás nejsou (zaznamenány) epidemie kryptosporidiózy z pitné vody?, 18. seminář Aktuální otázky vodárenské biologie, 111-116
- [4] Oguma K. a kol. (2007): A Guideline for UV disinfection Against *Cryptosporidium* in Japan, *IUVA News*, Vol. 9, No.4, 25-26
- [5] IUVA News (2005): Giardia contamination of Bergen waterworks prompts quick implementation of UV disinfection system, Vol. 7, No.2, 7-8
- [6] USEPA: Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual, April 1999, EPA 815-R-99-014.
- [7] Hulsey B. (2008): UV disinfection - US Status Overview, IUVA workshop, London, 2008