

ZDRAVOTNÍ RIZIKA INTERAKTIVNÍCH MĚSTSKÝCH VODNÍCH PRVKŮ A JEJICH PREVENCE

HEALTH RISKS OF INTERACTIVE URBAN WATER FEATURES AND THEIR PREVENTION

DANA BAUDIŠOVÁ, FRANTIŠEK KOŽÍŠEK, LENKA MAYEROVÁ, PETR PUMANN,
HANA JELIGOVÁ

Státní zdravotní ústav, Praha, Česká republika

SOUHRN

Fontány a další městské vodní prvky sice nejsou určeny přímo ke koupání, ale řada z nich svým charakterem k přímému kontaktu s vodou vybízí. Jednotlivé objekty jsou však navrhovány s různou mírou erudovanosti v problematice hygieny vody a tedy i s odlišnou technologií úpravy, recirkulací nebo návody k obsluze. V loňském roce bylo vydáno Metodické doporučení pro bezpečný provoz interaktivních městských vodních prvků, vodních hřišť a vodních parků, které je nezávazné a vzniklo jako pomůcka pro provozování a kontrolu těchto objektů za účelem zvýšení bezpečnosti a omezení možných zdravotních rizik souvisejících s jejich užíváním. Toto metodické doporučení vzniklo především na základě našich výsledků, jejichž shrnutí zde uvádíme. Hlavní hygienická rizika při kontaktu osob s vodou ve fontánách a dalších vodních prvcích souvisejí především s mikrobiálním znečištěním (střevní patogeny s fekálně orálním přenosem či mikroby, u nichž jsou potenciální rizika spojena se stykem s kůží a hlavně se sliznicemi). Z neinfekčních rizik je třeba upozornit na kluzké biofilmy u fontán s vodotrysky (nebezpečí uklouznutí a následného zranění) a na možnost výskytu vedlejších produktů dezinfekce – sliznice a dýchací cesty dráždící trichloramin či z karcinogenního účinku podezřelé trihalogenmetany u nadměrně chlorovaných vodních prvků.

Klíčová slova: vodní prvky, hygiena vody, rizika zdravotní, metodické doporučení

SUMMARY

Fountains and other urban water features are not designed for bathing, but many of them encourage direct contact with the water. Individual objects, however, are designed with varying degrees of erudition in water hygiene and therefore also with different modification of treatment technologies, water recirculation and operating instructions. Methodological Guidelines for the Safe Operation of Interactive Urban Water Features, Water Playgrounds and Water Parks was issued last year. It is not mandatory, but it was created as guidance to increase safety and possibly reduce health risks related to their use. The Guidelines were created primarily on the basis of our results, the assessment is summarized here. The key hygiene risks when people come into contact with water in fountains and other water features are mainly related to microbial pollution (intestinal pathogens with fecal-oral transmission or microbes with potential risks associated with contact with the skin and mainly with mucous membranes). Among the non-infectious risks, the attention should be drawn to slippery biofilms in fountains with water jets (danger of slipping and subsequent injury) and to the possibility of the occurrence of disinfection by-products – trichloramine, which irritates the mucous membranes and respiratory tract, or trihalogenmethane, suspected of having a carcinogenic effect, in excessively chlorinated water elements.

Key words: water features, water hygiene, health risks, methodological guidelines

<https://doi.org/10.21101/hygiena.a1854>

Úvod

Městské vodní prvky (fontány, vodní chodníky, vodotrysky apod.) jsou velmi oblíbeným zpestřením městské zástavby upravujícím okolní klima. Přestože nejsou určeny přímo ke koupání, řada z nich svým charakterem k přímému kontaktu s vodou vybízí, čehož využívají různé skupiny obyvatel, především děti. Zdravotním rizikem nemusí být jen přímý kontakt s vodou, ale i případná expozice vznikajícím aerosolům. Zdrojem vody v těchto vodních prvcích bývá v naprosté většině pitná voda z vodovodního řadu, která recirkuluje přes

spíše jednoduchou technologii úpravy vody, obvykle zahrnující i dezinfekci, a která je obměňována, resp. doplňována pouze v případě úbytku vody. Kvalita takto používané vody není legislativně regulována, v loňském roce však bylo našim kolektivem připraveno a Ministerstvem zdravotnictví České republiky vydáno metodické doporučení (1), které vzniklo jako pomůcka pro provozování a kontrolu interaktivních vodních městských prvků za účelem zvýšení bezpečnosti a omezení možných zdravotních rizik souvisejících s jejich užíváním. Není závazné (povinné), ale má sloužit jak provozovatelům, tak pracovníkům orgánů ochrany veřejného zdra-

ví k lepší orientaci v této oblasti a k následnému zajištění takových podmínek provozu, aby byla zdravotní rizika minimalizována.

Mikrobiální kontaminace vody, ač voda původně pochází z vodovodního řadu, může být značná. Do vody se splachuje mikrobiální společenstvo z povrchů bezprostředního okolí vodního prvku, ale výraznější podíl činí přímý vnos mikroorganismů lidmi (dětmi) a zvířaty. Kontaminace vody tak významně závisí na počasí (horké počasí = velké množství „koupajících se“ = velký splach mikroorganismů z pokožky), srážkách (splachy z okolí) a dalších faktorech (venčení zvířat, osobní hygiena a další aktivity specifických skupin obyvatel) apod. Konečná úroveň mikrobiální kontaminace vody ale nejvíce souvisí s chybějící nebo nedostatečnou dezinfekcí (2–4).

V městských vodních prvcích se mohou vyskytovat různé patogenní i podmíněně patogenní mikroorganismy. Jedná se především o fekální patogeny (noroviry, rotaviry, enteroviry, adenoviry, bakterie *Campylobacter* spp. či *Shigella* spp., parazitičtí prvoci aj.) představující riziko při přenosu fekálně orálním či o patogeny, u nichž jsou potenciální rizika spojena se stykem s kůží a hlavně sliznicemi (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* – převážně meticilin rezistentní kmeny, případně mikromycety) nebo s inhalací aerosolů (klebsiely, legionely). Ve světové literatuře byly popsány epidemie z městských vodních prvků způsobené například noroviry nebo parazitickými prvoky (*Giardia*, *Cryptosporidium*) (5, 6). Další práce (7) shrnuje v diskusním příspěvku všechna výše uvedená rizika a připomíná další epidemie z USA (Florida 1999: *Shigella sonnei* a *C. parvum*; Minnesota 1997: *E. coli* O157:H7). Protože vodní prvky jsou intenzivně využívány převážně dětmi, nelze vyloučit, že by pro ně mohla takto kontaminovaná voda představovat zdravotní riziko, a to především při požití vody (nebo přenosem ruka-ústa) a při kontaktu s pokožkou, sliznicemi nebo zevním zvukovodem. Portugalská práce (8) přináší výsledky studia přítomnosti multirezistentních kmenů *E. coli*, enterokoků a salmonel v jezerech a fontánách (včetně několika interaktivních) v Portu; salmo-

nely však zaznamenali pouze v jezerní vodě. Legionely byly shledány jako méně rizikové (2, 3, 9).

Materiál a metody

Naše terénní práce probíhaly během letních sezón v letech 2020 až 2022. Celkem bylo analyzováno 192 vzorků ze 37 vodních prvků. Kromě vodních prvků, které byly odebírány a analyzovány jednorázově (pilotně), bylo 10 prvků odebíráno opakovaně (minimálně čtyřikrát) v průběhu celé letní sezóny. Získané výsledky zde prezentujeme k vykreslení stavu. Tyto vodní prvky byly vybrány tak, aby zahrnovaly všechny zaznamenané typy a velikosti městských vodních prvků (tab. 1). Pro stanovení trihalogenmetanů (THM) byly vybrány vodní prvky, které při pilotním sledování vykazovaly vysoký obsah volného chloru (více než 2 mg/l). Kromě vlastního pozorování, vzorkování a analyzování vodního prostředí byly prováděny konzultace s pracovníky hygienické služby a některými provozovateli (k objasnění použitých technologií, provozu a údržby).

Byly odebírány prosté vzorky, konkrétní vzorkovací místa byla zvolena podle možností odběru na jednotlivých vodních prvcích. Pokud to bylo možné, vždy jsme odebrali vodu jak z aktivních (stříkajících) trysek, tak z „bazénu“. V případě vodních prvků sestávajících pouze z trysek (vodotrysků) bez nadzemní vodní nádrže byly odebírány směsné vzorky (směs z několika nezávislých trysek). Odběr byl prováděn do sterilních vzorkovnic, vzorky pak za stálého chlazení transportovány do laboratoře a zpracovány max. do 18 hodin po odběru.

Stanoveny byly základní mikrobiologické ukazatele (koliformní bakterie, *E. coli*, intestinální enterokoky) standardizovanými metodami (10, 11), *P. aeruginosa* (12), *S. aureus* (13) a vybrané fyzikální a chemické ukazatele (z nichž byla na místě měřena teplota, volný a vázaný chlor kolorimetricky) a v laboratoři byl určen zákal (nefelometricky), elektrická vodivost a pH. Na konci sezóny byly testovány i legionely (14), termotolerantní améby se zaměřením na rod *Acanthamoeba* (toto stano-

Tab. 1: Charakteristika opakovaně zkoumaných vodních prvků

Lokalita	Charakteristika vodního prvku	Zdroj vody	Poznámky
Rakovník	Bazén s tryskami	Vodovodní řad	Opakovaně vysoká chlorace
Dobřichovice	Vodní schody	Vodovodní řad	*
Mladá Boleslav – Staroměstské nám. I	Soustava vodotrysků	Vodovodní řad	*
Mladá Boleslav – Staroměstské nám. II	Model řeky Jizery s ozdobnými tryskami	Vodovodní řad	*
Mladá Boleslav – Modrá Hvězda	Skrápěná stěna, bazének, přepadem do umělého toku, který končí v jezírku	Vrt	*
Benátky nad Jizerou	Soustava vodotrysků	Vodovodní řad	*
Poděbrady – lázeňský park	Soustava dvou umělých potoků vytékajících z bazénu; jedna větev končí v malém bazénku, druhá soustavou trysek, které tvoří jemný aerosol	Vodovodní řad	V tropických dnech vysoká návštěvnost dětí
Praha 10 – Zahradní Město	Vodní kaskáda s tryskami	Vodovodní řad	*
Praha 10 – Gutovka	Vodní park s atrakcemi pro děti	Vodovodní řad	V tropických dnech vysoká návštěvnost dětí
Praha 9 – Čakovice	Bazén s tryskami	Vodovodní řad	*

*Chybějící poznámka u těchto lokalit neznamená, že se u nich epizodicky vysoká návštěvnost nevyskytuje, ale že my jsme ji během několika návštěv nezaznamenali.

vení bylo provedeno v Úřadu veřejného zdravotnictví v Bratislavě) a mikroskopický obraz. Pilotně ve vybraných vodních prvcích byly u významně fekálně znečištěných testovány enterické viry (ve Výzkumném ústavu veterinárního lékařství) a u vodních prvků s obsahem volného chloru větším než 2 mg/l vedlejší produkty dezinfekce trihalogenmetany. Pro orientační ověření mikrobiálního oživení vodního prvku byl měřen adenosintrifosfát (ATP) luminometricky pomocí testovací soupravy Aquasnap (15). Počty organotrofních bakterií byly stanovené jako počty kolonií při 22 °C (16). Na některých lokalitách byly také odebrány nárosty (biofilmy), u kterých byl prováděn kvalitativní mikroskopický rozbor. THM byly stanoveny metodou Purge Trap GC/FID/ECD (Purge Trap plynová chromatografie s plamenionizačním detektorem a detektorem elektronového zachytu), z vody byly izolovány pomocí přístroje Tekmar extrakcí dusíkem, zachyceny na pevném sorbentu Carboxen B/Carboxen 1000 & 1001 a poté tepelně desorbovány přímo na kapilární kolonu plynového chromatografu s detekcí FID + ECD.

Výsledky a diskuse

Mikrobiální a biologické oživení vody

Voda v městských vodních prvcích není a nemůže být sterilní, a i když je dezinfikována, obsahuje určité množství mikroorganismů včetně organotrofních (kultivovatelných). Počty kolonií při 22 °C se u více (až nadměrně) dezinfikovaných vodních prvků pohybovaly v jednotkách až desítkách KTJ/ml, u méně dezinfikovaných až nedezinfikovaných v řádech 10^2 – 10^4 KTJ/ml, což je v souladu s další odbornou literaturou (17). Pro rutinní kontrolu kvality vody však tento ukazatel nemá valný význam. Jako jedna z dalších možností průběžné kontroly mikrobiálního oživení vody se jeví fluorimetrické stanovení adenosintrifosfátu (ATP), které by mohlo být prováděno i v terénu jako provozní ukazatel kvality vody. ATP test analyzuje přítomnost celkového mikrobiálního znečištění a je to proces, při kterém dochází

k měření aktivně rostoucích mikroorganismů. ATP představuje molekulu hlavního energetického oběhiva v živých buňkách a kolem nich a poskytuje tak přímou míru biologického oživení vzorku. Některé odkazy hodnotící čistotu úklidu/prostředí (18) uvádějí limitní hodnotu pro čisté prostředí 50 RLU (relativní světelné jednotky), my jsme se však spíše zabývali otázkou, při jaké hodnotě ATP lze očekávat vyšší fekální znečištění. Z výsledků našeho výzkumu městských vodních prvků vyplývá, že hraniční hodnota 200 RLU by mohla signalizovat nižší fekální znečištění vody (pod 100 MPN/100 ml *E. coli*, resp. 50 KTJ/100 ml intestinálních enterokoků) se spolehlivostí cca 80 %.

Vzhledem k tomu, že městské vodní prvky jsou exponovány světlu, můžeme kromě případů, kdy se používají vysoké dávky dezinfekce, očekávat výskyt sinic a řas. Lze je najít především v nárostech (biofilmech), v menší míře jsou unášeny cirkulující vodou. V nárostech zkoumaných vodních prvků dominovaly sinice (vláknité i kokální), rozsivky (penátní) a zelené řasy, které však neměly zásadní hygienický význam. Pokud jsou součástí vodních prvků nádrže a voda není dostatečně dezinfikována, může docházet k rozvoji planktonních řas (především zelené kokální řasy), což je významné především kvůli snížené estetické kvalitě vodního prvku. Voda může mít v některých případech i silný zákal, který je obvykle způsoben zelenými řasami, což se týká především fontán se stojatou vodou s nízkou nebo žádnou dezinfekcí. Zákal může být způsoben také zvržením sedimentů (hrající si děti) u nádrží s nepevným dnem. V takovém případě může být doprovázen silnou mikrobiální kontaminací, jelikož vzniklý zákal snižuje účinnost jakékoli dezinfekce.

Indikátory fekálního znečištění a střevní patogeny

Vzhledem k tomu, že existuje velké množství druhů střevních (enterických) patogenů, nestanovují se přímo, ale pomocí tzv. indikátorů fekálního znečištění, jejichž přítomnost signalizuje fekální kontaminaci. Mezi hlavní indikátory fekálního znečištění patří *E. coli* a intestinální enterokoky, jejichž výsledky v opakovaně vzor-

Tab. 2: Výsledky stanovení indikátorů fekálního znečištění a dalších ukazatelů (volný chlor, *P. aeruginosa* a *S. aureus*) ve vybraných vodních prvcích

Lokalita	Počet odběrů	Počet vzorků	Volný chlor mg/l		<i>E. coli</i> MPN/100 ml		Enterokoky KTJ/100 ml		<i>P. aeruginosa</i> KTJ/100 ml	<i>S. aureus</i> KTJ/100 ml
			min	max	min	max	min	max	max	max
Rakovník	3	3	>2,2	7,4	0	0	0	0	0	0
Dobříčovice	5	10	0,01	0,27	0	2,55	0	29	2	1
Mladá Boleslav – Staroměstské nám. I	5	7	0,01	0,04	1	80	17	112	28	0
Mladá Boleslav – Staroměstské nám. II	5	9	0,02	0,27	0	0	0	28	0	0
Mladá Boleslav – Modrá Hvězda	5	9	0	0,15	49,5	980,4	15	150	0	4
Benátky nad Jizerou	5	6	0,03	0,09	0	49,5	37	83	0	0
Poděbrady – lázeňský park	5	21	0	0,19	0	1 986	0	208	1	52
Praha 10 – Zahradní Město	10	20	0	0,31	0	980	0	368	36	5
Praha 10 – Gutovka	6	12	0,01	0,16	2	1 733	1	2 300	4	2
Praha 9 – Čakovice	10	17	0	4,1	0	178	0	320	7	0

kovaných vodních prvcích jsou uvedeny (společně s obsahem volného chloru) v tabulce 2. Percentil P95 u indikátorů fekálního znečištění v jednotlivých vodních prvcích je na obrázku 1. Souvislost fekálního znečištění s obsahem volného chloru je zřejmá. Za vhodnou koncentraci je považována hodnota 0,3 mg volného Cl_2/l , což je v souladu i s další literaturou (3). Naše výsledky stanovení *E. coli* jsou uvedeny v jednotkách MPN/100 ml (nikoliv ve známějších jednotkách KTJ/100 ml), protože byla vzhledem k vysokému obsahu doprovodné mikroflóry použita (a v metodickém pokynu (1) je doporučována) metoda stanovení (10), kde se výsledky vyjadřují jako nejpravděpodobnější počet (most probable numbers).

Přítomnost indikátorů fekálního znečištění ve vodě nemusí ještě nutně znamenat přítomnost patogenů, protože zdaleka ne každý člověk či teplokrevný živočich je jejich nositelem. Nález fekálních indikátorů ale říká, že patogeny mohou být přítomny. Ve vybraných vodních prvcích s prokázaným fekálním znečištěním (Mladá Boleslav – Staroměstské náměstí I (trysky), Poděbrady – lázeňský park, Zahradní Město a Gutovka – viz tab. 2) byly ve vrcholné sezóně (následně po sérii tropických dnů) odebrány vzorky na stanovení enterických virů. Ve vodním prvku Gutovka bylo detekováno $8,31 \cdot 10^7$ GE (genomický ekvivalent)/10 l humánních adenovirů (indikátorů fekálního znečištění), patogenní typy adenovirů 40/41 zjištěny nebyly. Vysoký počet humánních adenovirů odpovídá i zjištěnému vysokému počtu *E. coli* – 1 553 MPN/100 ml. Ve vodním prvku Zahradní Město bylo detekováno $7,18 \cdot 10^4$ GE/10 l humánních norovirů, což je však velmi nízký počet – pod mezí stanovitelnosti (a při tomto odběru byl stanoven i nízký počet *E. coli* 13 MPN/100 ml).

Pro srovnání – v Krakově (4) bylo během jara a léta dvou sezón testováno pět fontán různého typu a maximální počty *E. coli* se pohybovaly od 0 do 7 000 KTJ/100 ml (průměrné hodnoty ze 6 odběrů od 0 do 2 875 KTJ/100 ml). Kromě *E. coli* bylo též detekováno *Clostridium perfringens* (průměrné hodnoty od 1 do 73 KTJ/100 ml) s tím, že získané hodnoty byly sice výrazně nižší než u *E. coli*, ale byly zaznamenány pozitivní záchyty i u fontán, v nichž byla *E. coli* vždy negativní. My jsme tento ukazatel nezahrnuli do sledování, protože jsme se drželi „klíčových“ indikátorů fekálního znečištění – tj. *E. coli* a enterokoků. Nicméně při nějaké další příležitosti

by bylo zajímavé i některé „naše“ vodní prvky na *C. perfringens* otestovat. Stejní autoři též zaznamenali souvislost vyšší mikrobiální kontaminace fontán s nedostatečnou dezinfekcí (i když ji blíže nespecifikují). Nižší hodnoty *E. coli* u fontán různého typu (směs interaktivních a dekorativních) byly zaznamenány v Portu (8) (průměrná hodnota *E. coli* činila 252 KTJ/100 ml, průměrná hodnota počtu intestinálních enterokoků v tomto souboru byla 410 KTJ/100 ml). Ani tyto hodnoty však nevybočují z rozmezí našich výsledků (viz tab. 2).

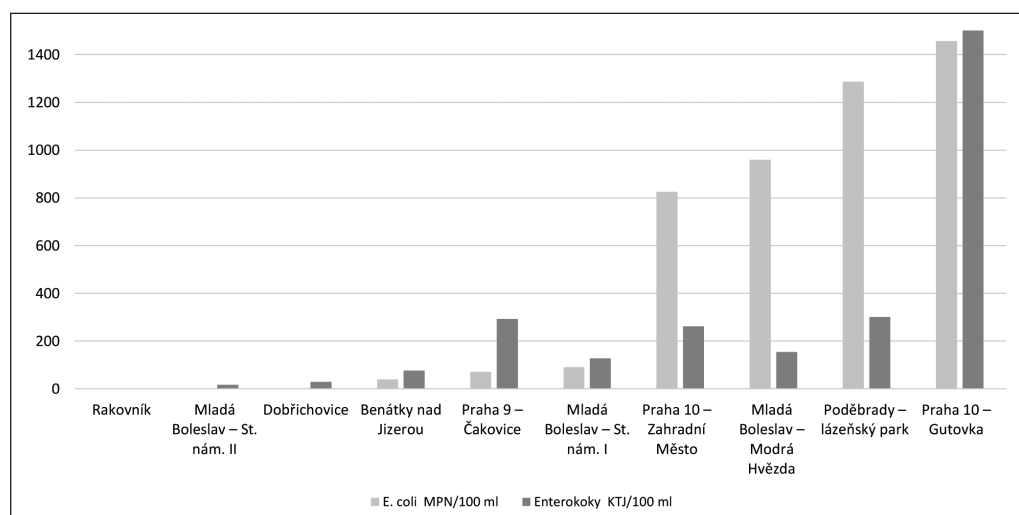
Podmíněně patogenní mikroorganismy

Podmíněně patogenní mikroorganismy relevantní pro tento typ vody jsou především *P. aeruginosa* a *S. aureus*, které mohou při přímém kontaktu s vodou způsobovat infekce hlavně u imunokompromitovaných osob. Tyto organismy byly u více zatížených vodních prvků detekovány opakovaně, při jejich stanovení je opět nutné počítat s vysokým obsahem doprovodné mikroflóry. *P. aeruginosa* byla opakovaně zjištěna ve vodních prvcích Zahradní Město a Mladá Boleslav – Staroměstské náměstí I (jednotky až desítky KTJ/100 ml), jednorázově v Poděbradech, Čakovcích a na Gutovce (viz tab. 2). Byly zachyceny a identifikovány i další kmeny pseudomonád ze skupin *P. putida* a *P. fluorescens*, které však mají přírodní původ a nepatří mezi potenciální patogeny. *S. aureus* byl opakovaně zachycen na Zahradním Městě a na Gutovce, jednorázově v Dobřichovicích, Poděbradech a Mladé Boleslavi – Modrá Hvězda. Bylo testováno 25 kmenů *S. aureus* na citlivost k meticilinu, u všech byla zjištěna rezistence, jednalo se tedy o 100% MRSA kmeny.

Legionely nebyly v námi sledovaných vodních prvcích zjištěny, ale ani tak je nelze při hodnocení rizik zcela opominout, a to zejména u prvků produkujících velké množství aerosolů (fontány s tryskami) a v případě, kdy teplota vody opakovaně přesahuje 25 °C. V žádném vzorku nebyly nalezeny ani termotolerantní aměby (*Acanthamoeba* spp.). Ve vzorcích z Mladé Boleslavi – Staroměstské náměstí II a z fontány v Rakovníku dokonce nebyly nalezeny žádné aměby.

Další rizika (neinfekční)

Kromě patogenních a podmíněně patogenních mikroorganismů je nutné v souvislosti s vodními prvky



Obr. 1: Indikátory fekálního znečištění ve sledovaných vodních prvcích – percentil 95.

zmínit i další rizika. Jak již bylo uvedeno, riziko mikrobiální kontaminace přímo souvisí s aplikací a účinností dezinfekce vody, resp. s obsahem volného chloru, který byl ve většině případů poměrně nízký. Nicméně některé z námi sledovaných vodních prvků byly dezinfikovány až příliš (hodnoty volného chloru výrazně převyšovaly 2 mg/l). V těchto případech může představovat riziko obsah vedlejších produktů dezinfekce – sliznice a dýchací cesty dráždící trichloramin či z karcinogenního účinku podezřelý trihalogenmetan, nejčastěji pak chloroform. Ten může přesáhnout i hodnotu 100 µg/l, což je více než dvojnásobek současné limitní hodnoty (NMH) pro součet čtyř THM ve vyhlášce č. 252/2004 Sb. na pitnou vodu (pro vlastní chloroform činí limitní hodnota 30 µg/l). Pro bazény nebyly limitní hodnoty THM dosud stanoveny. Příklady našich výsledků jsou uvedeny v tabulce 3. Z nich je zřejmé, že nejen nedostatečná, ale i nadměrná chlorace může být v městských vodních prvcích riziková. I když vzhledem k relativně krátké době expozice, i ke způsobu využívání vody ve vodních prvcích, bude riziko nádorového onemocnění zanedbatelné. Pro tyto analýzy byly vybrány lokality, kde byl zjištěn při pilotním testování vyšší obsah chloru. Proto se pouze lokalita Rakovník shoduje s lokalitami testovanými na indikátory fekálního znečištění a podmíněně patogenní mikroorganismy.

Dalším rizikovým faktorem jsou již výše zmiňované biofilmy v okolí trysek (obr. 2), kdy na kluzkém povrchu může dojít k úrazům (odřeniny, zlomeniny, úrazy hlavy aj.). Někdy bývá kluzké i dno vlastního vodního prvku (bazén, chodník, kaskáda), např. když jsou kameny na dně porostlé biofilmy nebo když je použita barva způsobující kluzký povrch.

Metodické doporučení pro bezpečný provoz interaktivních vodních prvků, vodních hřišť a parků

V metodickém doporučení (1) jsou uvedeny charakteristiky interaktivních vodních prvků (druhy vodních prvků a s nimi spojená expozice a používaná úprava vody), možné znečištění a související zdravotní rizika (původ a cesty znečištění, sezónní změny, relevantní infekce a neinfekční rizika), kvalita vody a její vyšetřování (mikrobiální oživení vod, indikátory fekálního znečištění, podmíněně patogenní mikroorganismy) a doporučení pro provoz a kontrolu kvality. Základem pro správné fungování vodního prvku a zajištění přijatelné kvality vody je správné konstrukční a hydraulické navržení prvku, provedení prvku z vhodných materiálů, poskytnutí odborně správného návodu na jeho provozování a dodržování tohoto návodu ze strany obsluhy. Kritickými body jsou např. mechanické filtry, akumulární nádrže, dezinfekce vody,

Tab. 3: Příklady výsledků stanovení trihalogenmethanů (THM) ve vybraných vodních prvcích v roce 2022

Lokalita	Volný chlor mg/l	Vázaný chlor mg/l	Chloroform µg/l	Brom dichlormetan µg/l	Dibrom chlormetan µg/l	Bromoform µg/l	Suma THM µg/l
Kladno 12. 7.	0,34	1,86	20,29	0,47	0,05	0,04	20,84
Rakovník 12. 7.	3,00	0,70	22,56	0,14	0,11	0,02	22,83
Praha 4 Pankrác 12. 7.	0,03	0,10	5,04	0,58	0,71	0,02	6,34
Praha 10 Eden 12. 7.	2,00	0,20	12,14	0,07	0,01	0,01	12,23
Praha 10 Petrovice 12. 7.	> 8,80	*	103,51	0,05	0,02	0,05	103,63
Kladno 3. 8.	1,30	0,30	7,30	0,52	0,22	0,10	8,14
Praha 10 Eden 2. 8.	1,08	0,35	13,53	0,09	0,03	0,01	13,66
Praha 10 Petrovice 1. 8.	7,30	*	73,11	0,05	0,01	0,02	73,20

*Nebylo možné spočítat, protože hodnota celkového chloru byla > 8,8 mg/l.



Obr. 2: Kluzké biofilmy v lokalitě Mladá Boleslav – Staroměstské náměstí – trysky (zleva celkový pohled, detail biofilmu, mikrofotografie dominantních tenkých vláknitých sinic).

trysky, odtokové žláby, kluzkost pochozích ploch, obměna vody a kvalifikovaný personál. Ukazatele kvality jsou rozděleny na provozní ukazatele (kontrola viditelného znečištění, zákalu, biofilmu na pochozích plochách, volného, případně vázaného chloru a pH), které se mohou kontrolovat často při pravidelné údržbě provozovatelem, a to buď vizuálně, nebo jednoduchým terénním měřením, a dále na ukazatele zdravotní nezávadnosti, jejichž analýzy je již třeba provádět v laboratořích (*E. coli*, intestinální enterokoky, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Legionella* spp., a případně ATP).

Závěr

Přestože městské vodní prvky (fontány, vodní chodníky apod.) nejsou primárně určeny ke koupání, jsou v teplých dnech využívány k osvěžení, čímž dochází k přímému kontaktu lidí s vodou, což může představovat zdravotní riziko. Do kontaktu s vodou se ovšem nedostávají pouze lidé, ale také domácí a divoká zvířata (psi, holubi ad.). Mikrobiální kontaminace vody, ačkoliv ve většině případů voda pochází z vodovodního řádu, může být značná, protože recirkulací se do vody splachuje mikrobiální oživení povrchů – úroveň kontaminace zřejmě nejvíce souvisí s nedostatečnou dezinfekcí (tedy s nízkým obsahem volného chloru). Jak jsme zjistili, v městských vodních prvcích se mohou vyskytovat nejen indikátory fekálního znečištění (a tedy i fekální patogeny), ale také podmíněně patogenní bakterie *P. aeruginosa* a *S. aureus*. Zatím sice u nás nevidujeme žádné prokazatelné případy nákazy z interaktivních vodních prvků, rozhodně se však nejedná o čistě teoretické riziko. Z neinfekčních rizik je třeba upozornit na tvorbu kluzkých biofilmů u fontán s vodotrysky (nebezpečí uklouznutí a následného zranění) a na výskyt trihalogenmetanů a pravděpodobně i trichloraminu (který jsme nestanovovali, ale běžně se tvoří v chlorovaných bazénech) u nadměrně chlorovaných vodních prvků. Expozice trichloraminu může vést k dráždění sliznic a dýchacích cest, expozice trihalogenmethanům, popř. dalším látkám, které je ve směsi vedlejších produktů dezinfekce doprovázejí, pak zvyšuje riziko vzniku nádorového onemocnění, i když vzhledem ke krátké době expozice je pravděpodobnost vzniku takového onemocnění zanedbatelná. V roce 2023 vydalo Ministerstvo zdravotnictví České republiky metodické doporučení, které by mělo pomoci jak provozovatelům, tak pracovníkům orgánů ochrany veřejného zdraví k lepší orientaci v této oblasti.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu TAČR SS01010179 Stanovení hygienických požadavků na recyklovanou vodu využívanou v budovách a městských vodních prvcích.

Střet zájmů: žádný.

ORCID

Dana Baudišová <https://orcid.org/0000-0003-3993-6845>
 Hana Jelíková <https://orcid.org/0000-0001-5488-5084>
 František Kožíšek <https://orcid.org/0000-0002-0107-6969>
 Lenka Mayerová <https://orcid.org/0000-0003-1879-0306>
 Petr Pummann <https://orcid.org/0000-0002-8199-1883>

LITERATURA

1. Metodické doporučení pro bezpečný provoz interaktivních městských vodních prvků, vodních hřišť a parků. Věstník MZ ČR. 2017;částka 16:25-35.
2. Baudišová D, Mayerová L, Bobková Š, Pummann P, Pouzarová T, Jelíková H, a kol. Městské vodní prvky - radost i riziko. In: Říhová Ambrožová J, Petraková Kánská K, editoři. Sborník konference Vodárenské biologie: 9.-10.2.2023; Praha. Chrudim: Vodní zdroje EKOMONITOR; 2023. str. 97-104.
3. Mudra M, Fiedorová M, Hanslíková D. Zdravotní rizika vody z městských fontán. Bazén a sauna. 2019;26(1-2):34-5.
4. Wlodyka-Bergier A, Bergier T, Stańkowska E, Gajewska D. Evaluation of microbial quality of water in the fountains in Krakow. Infrastruktura and ekology of rural areas NoII/2019 [Internet]. Krakow: Polish Academy of Sciences; 2019 [cited 2024 Apr 4]. Available from: <https://doi.org/10.14597/INFRAECO.2019.2.1.009>.
5. Hoebe CJ, Vennema H, de Roda Husman AM, van Duynhoven YT. Norovirus outbreak among primary schoolchildren who had played in a recreational water fountain. J Infect Dis. 2004 Feb 15;189(4):699-705.
6. Eisenstein L, Bodager D, Ginzl D. Outbreak of giardiasis and cryptosporidiosis associated with a neighborhood interactive water fountain—Florida, 2006. J Environ Health. 2008 Oct;71(3):18-22; quiz 49-50.
7. Kebabjian RS. Interactive water fountains: the potential for disaster. J Environ Health. 2003 Jul-Aug;66(1):29-30,24,30.
8. Flores CE, Loureiro I, Bessa IJ, Martins da Costa P. Presence of multidrug-resistant *E. coli*, *Enterococcus* spp. and *Salmonella* spp. in lakes and fountains of Porto, Portugal. J Water Resour Prot. 2013 Nov;5(11):1117-26.
9. Papadakis A, Chochlakis D, Sandalakis V, Keramarou M, Tselentis Y, Psaroulaki A. *Legionella* spp. risk assessment in recreational and garden areas of hotels. Int J Environ Res Public Health. 2018 Mar 26;15(4):598. doi: 10.3390/ijerph15040598.
10. ČSN EN ISO 9308-2 (757836): Kvalita vod – Stanovení *Escherichia coli* a koliformních bakterií – Část 2: Metoda nejpravděpodobnějšího počtu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; 2014.
11. ČSN EN ISO 7899-2 (757831): Jakost vod – Stanovení intestinálních enterokoků – Část 2: Metoda membránových filtrů. Praha: Český normalizační institut; 2001.
12. ČSN EN 16266 (757850): Jakost vod - Stanovení *Pseudomonas aeruginosa* - Metoda membránových filtrů. Praha: Český normalizační institut; 2008.
13. ČSN EN ISO 6888-1 (560089): Mikrobiologie potravin a krmiv - Horizontální metoda stanovení počtu koagulázopozitivních stafylokoků (*Staphylococcus aureus* a další druhy) - Část 1: Technika s použitím agarové půdy podle Baird-Parkera. Praha: Český normalizační institut; 1999.
14. ČSN EN ISO 11731 (757881): Kvalita vod – Stanovení bakterií rodu *Legionella*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; 2018.
15. Hygiena.com [Internet]. Avenida Acaso (CA): Hygiena, LLC; 2024 [cited 2024 Mar 31 4]. Available from: <https://www.hygiena.com/food-safety-solutions/atp-monitoring/aquasnap-total/>.
16. ČSN EN ISO 6222 (757821): Jakost vod – Stanovení kultivovatelných mikroorganismů – Stanovení počtu kolonií očkováním do živného agarového kultivačního média. Praha: Český normalizační institut; 2000.
17. Burkowska-But A, Swiontek Brzezinska M, Walczak M. Microbiological contamination of water in fountains located in the city of Toruń, Poland. Ann Agric Environ Med. 2013;20(4):645-8.

18. TP test, luminometr a bioluminiscence. Tři pojmy, které odhalí kvalitu úklidu [online]. Avenida Acaso (CA): Hygiena, LLC; 2024 [cit. 2024-03-31]. Dostupné z: <https://www.dewolf.cz/blog/atp-test-luminometr-bioluminiscence/>.

Došlo do redakce: 12. 3. 2024

Přijato k tisku: 31. 3. 2024

RNDr. Dana Baudišová, Ph.D.
Oddělení hygieny vody
Centrum zdraví a životního prostředí
Státní zdravotní ústav
Šrobárova 49/48
100 00 Praha 10
Česká republika
E-mail: dana.baudisova@szu.cz