



MIKROBIÁLNÍ KONTAMINACE VOD V MĚSTSKÝCH FONTÁNÁCH

**Dana Baudišová,
Šárka Bobková,
Hana Jeligová,
František Kožíšek,
Petr Pumann**

Úvod

- Moderní trend – využití recyklované vody
- **Voda recyklující v exteriéru**, např. městské vodní prvky
- Oblíbené zpestření městské zástavby, upravující okolní klima
- Tyto vodní prvky **nejsou určeny přímo ke koupání**, ale řada z nich svým charakterem k přímému kontaktu s vodou vybízí (využívají je především děti a osoby bez domova).
- Zdravotním rizikem nemusí být pouze vlastní kontakt s vodou, ale i případná expozice vznikajícím aerosolům. **Kvalita této vody není regulována!**
- Zdrojem vody v těchto vodních prvcích je většinou pitná voda která bývá recyklována, upravována a obvykle dezinfikována.



Cíle výzkumu (2020)

Zjistit

- rozmanitost městských vodních prvků a jejich využití v letním období
- mikrobiální kontaminaci tohoto typu vody, určit relevantní indikátory a metody jejich stanovení
- možné kolísání mikrobiální kontaminace v souvislosti s dalšími vlivy
- možnou prostorovou heterogenitu v rámci jednoho vodního prvku.

Výběr vodních prvků

	Základ	Teoretický výběr	Vzorkováno
Středočeský kraj	77	19	16
Praha	600	25	13
Ostatní (JČ)	-	-	1

- Výběr z dostupných informací – především z údajů obdržенých z KHS Středočeského kraje a aktualizovaných webových stránek www.prazskekasny.cz
- Všechny analyzované fontány jsou hojně navštěvované a využívají se ke koupání/mytí/apod. Většina fotografií v prezentaci byla vybrána bez lidí kvůli GDPR.



Odběry vzorků

- Městské vodní prvky mohou mít různé tvary a velikosti.
- Byly odebírány prosté vzorky, konkrétní vzorkovací místa byla vybrána podle možností na jednotlivých vodních prvcích. U dvou lokalit bylo odebráno až 7 vzorků z různých míst za účelem testování homogenity výsledků.
- Odběr byl proveden do sterilních vzorkovnic, transportován za stálého chlazení do laboratoře a zpracován max. do 18 hodin po odběru.



Stanovované ukazatele

Základní ukazatele:

- Koliformní bakterie
- *E. coli*
- Intestinální enterokoky
- Zákal
- Volný a celkový chlor

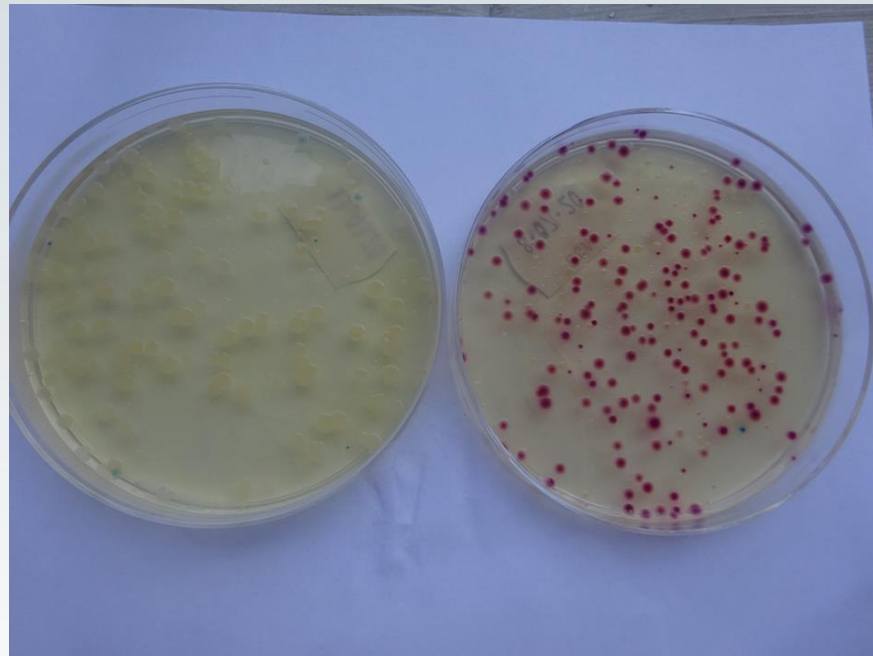
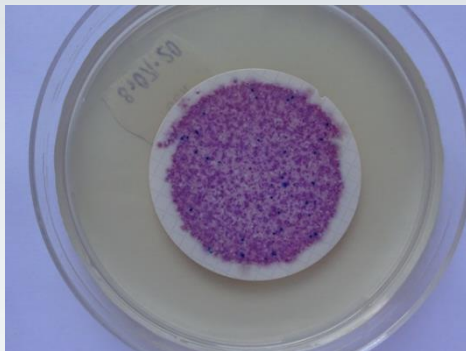
Další ukazatele:

- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Staphylococcus aureus* (pouze několik fontán na konci sezóny k ověření výskytu koaguláza pozitivních stafylokoků v tomto typu vod)
- Legionely (pouze několik fontán na konci sezóny k ověření metodiky)
- Biologické oživení (pouze několik fontán na konci sezóny)

Oživení vody

Vody ve fontánách jsou velmi oživené, při stanovení koliformních bakterií bylo zaznamenáno velké množství doprovodné mikroflóry včetně zastoupení oxidáza pozitivních kmenů (rozvoj aeromonád je i v přírodním prostředí spojen s letním obdobím)

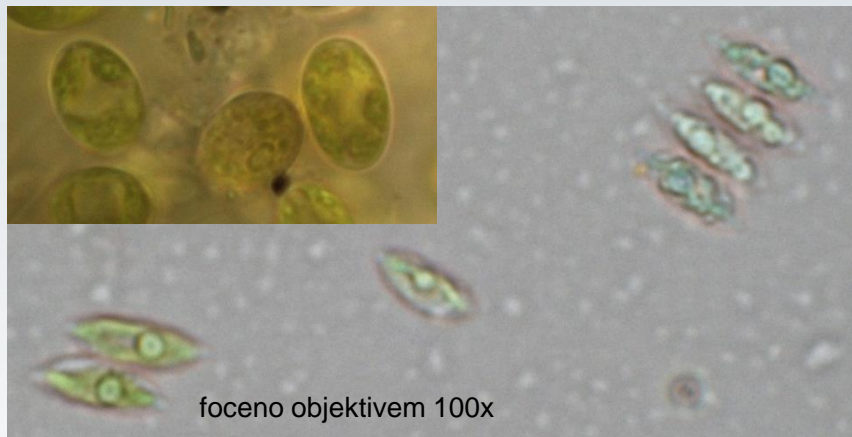
- *Burkowska-But et al. 2013: počty mezofilních a psychofilních u více „zatížených“ fontán v řádech stovky až tisíce KTJ/ml, u fontány s neprokázaným fekálním znečištěním desítky až stovky KTJ/ml.*
- *Modrzewska et al. 2019: upozorňují na přítomnost mikroskopických hub (kvasinky a plísně).*



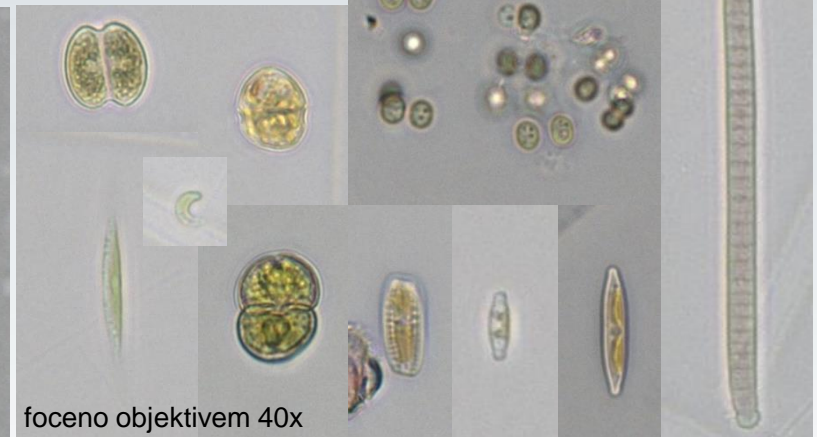
Mikroskopický rozbor

- Mikroskopický rozbor byl proveden u dvou fontán s více odběrovými místy, a to z volné vody i z nárostů.
- **Výskyt:** především kokální zelené řasy (*Scenedesmus*, *Monoraphidium* a další blíže neurčené taxony), krásivky (*Cosmarium*), nárostové rozsivky (*Nitzschia*, *Achnantheidium*, *Diatoma*) a sinice (*Phormidium* s.l., blíže neurčené nárostové vláknité i kokální sinice). Zastoupeni byli také blíže neurčení bezbarví bičíkovci.

Zajímavý byl výskyt zelených řas ve vodě z fontány v Šabachově parku, kde se vyskytovali živí i chlorem usmrcení jedinci (zřejmě podle toho, zda prošli technologií).



Šabachův park



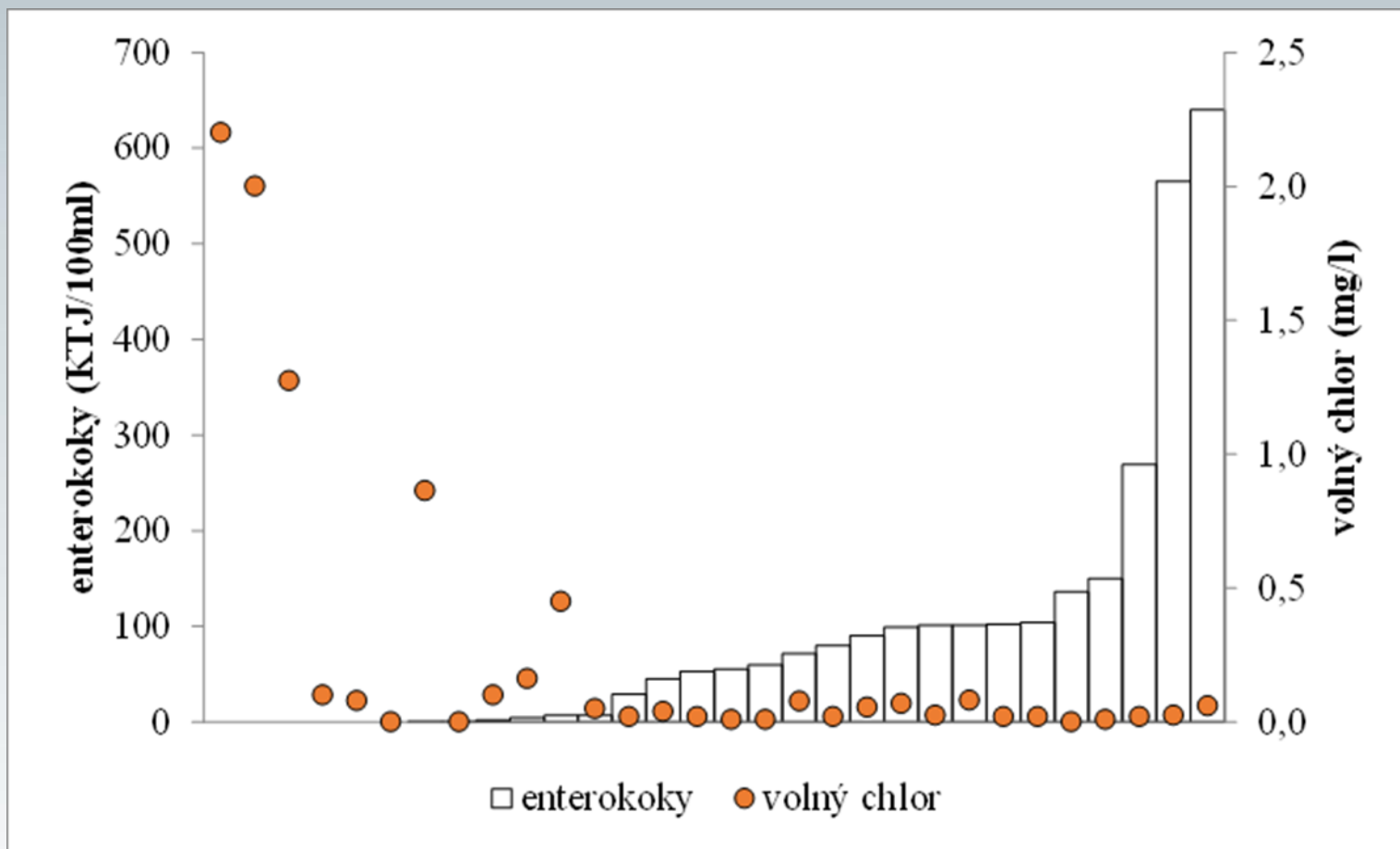
Mladá Boleslav

Indikátory fekálního znečištění

- *Ke stanovení koliformních bakterií a E. coli byla použita základní metoda dle ČSN EN ISO 9308-1 (CCA), což se ale v průběhu sezóny neukázalo jako optimální*
- *Výsledky stanovení E. coli jsou proto zatím nepřesné; hodnoty řádově odpovídaly intestinálním enterokokům.*
- *Paralelně se začala používat i metoda dle ČSN EN ISO 9308-2 (Colilert QuantiTray), mFC médium (stanovení termotolerantních koliformních bakterií dle ČSN 757837) a chromogenní TBX médium (Oxoid)*
- **Úroveň fekální kontaminace vod byla hodnocena podle ukazatele intestinální enterokoky**



Závislost počtů enterokoků na obsahu volného chloru



Stanovení potenciálně patogenních bakterií

Pseudomonas aeruginosa

- Z 58 vzorků byla *P. aeruginosa* zjištěna v 19 %.
- Byly zachyceny a identifikovány i další kmeny pseudomonád ze skupin *P. putida* a *P. fluorescens* (např. *P. mosselii*, *P. fulva*, *P. koreensis*, *P. alcaliphila*, *P. anquilliseptica*, *P. mendocina*, *P. libanensis*), které však mají přírodní původ.

Pseudomonas spp. ve všech fontánách v rozmezí 1,5-3 log KTJ/ml našli na ostrově Mauritius Heerah S. a Neetoo (2016)

Analyte Name	Analyte ID	Organism (best match)	Score Value	Organism (second best match)	Score Value
B9 (++) (B)	hu3	<i>Pseudomonas alcaliphila</i>	1.99	<i>Pseudomonas oleovorans</i>	1.98
C3 (+) (B)	1hu1	<i>Pseudomonas anquilliseptica</i>	1.82	not reliable identification	1.80
C4 (+) (B)	fzm2	<i>Pseudomonas libanensis</i>	1.98	<i>Pseudomonas veronii</i>	1.88
C5 (+++)(A)	c2	<i>Pseudomonas koreensis</i>	1.97	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	1.93
C6 (+) (B)	zm28	<i>Pseudomonas mosselii</i>	1.82	<i>Pseudomonas putida</i>	1.72
C8 (+) (B)	malesbaz en	<i>Pseudomonas anquilliseptica</i>	1.91	not reliable identification	1.88
D4 (++) (B)	1Hu1	<i>Pseudomonas mendocina</i>	1.99	<i>Pseudomonas alcaliphila</i>	1.98
D5 (+++)(A)	D2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.99	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.99

Staphylococcus aureus byl v několika fontánách nalezen. Kmeny budou následně testovány na MRA Screen médiu.

Výskyt *P. aeruginosa* a *S. aureus* byl vždy spojen v pozitivním nálezem indikátorů fekálního znečištění.

Stanovení legionel

- Legionely byly hledány na konci sezóny též pouze v několika fontánách a zatím nebyly nalezeny (ve shodě s výsledky Dr. Mudry ze ZÚ Ostrava).
- Bylo zachyceno velké množství doprovodné mikroflóry.
- Řekové (Papadakis et al. 2018) v hotelových dekorativních fontánách našli legionely v téměř 7 % vzorků, což bylo méně než v ostatních studovaných prvcích (bazény, bazénové sprchy, zahradní ostřikovače). Jejich limitace byla volným chlorem (*pozn. v českých zemích bude asi i teplotou (teplota nad 25°C zjištěna výjimečně)*).

Další výsledky

- Prostorová homogenita v rámci jednoho vodního prvku byla dobrá
- **Variační koeficienty jednotlivých výsledků byly 8–25 %, což v zásadě odpovídá nejistotám stanovení.**
- Přímá závislost mikrobiálního znečištění na teplotě vody nebyla prokázána, o něco nižší kontaminace bývala zjištěna na začátku sezóny, kdy bylo sice chladnější počasí, ale také se méně dezinfikovalo.
- **Ve vrcholném létě byla mikrobiální kontaminace významně závislá na úrovni dezinfekce, resp. na aktuálním obsahu volného chloru ve vodě.**

Datum	<i>E. coli</i>	Enterokoky	Volný chlor	Vázaný chlor
	KTJ/100 ml	KTJ/100 ml	mg/l	mg/l
27.7.2020 10:00	18	12	0,10	0,07
27.7.2020 17:00	0	0	0,23	0,29
28.7.2020 10:00	0	0	0,28	0,53

Závěr

- Přestože městské vodní prvky nejsou primárně ke koupání, jsou v teplých dnech využívány k osvěžení a dochází tak k přímému kontaktu lidí s vodou.
- **Protože vodní prvky jsou využívány převážně dětmi, nelze vyloučit, že by pro ně mohla takto kontaminovaná voda představovat zdravotní riziko.** *V odborné literatuře jsou popsány i epidemie z takových fontán (noroviry, shigely, Cryptosporidium, Giardia, Legionella...*
- Pro stanovení *E. coli* a koliformních bakterií je nutné používat selektivnější metody (např. metoda dle ČSN EN ISO 9308-2) nebo je potřeba nahradit či doplnit toto stanovení ukazatelem termotolerantní (fekální) koliformní bakterie.
- Podle našich předběžných výsledků by homogenita mikrobiálního znečištění v rámci jednoho vodního prvku mohla být dobrá a byl zjištěn i rovnoměrný obsah chloru v různých místech jednoho vodního prvku.
- **V roce 2021 bude studován užší výběr vodních prvků (cca 10) a to pravidelně v průběhu celé sezóny.**

Děkujeme za pozornost



Poděkování:

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