

## VYUŽITÍ SRÁŽKOVÝCH A PŘEČIŠTĚNÝCH ŠEDÝCH VOD V ČESKÉ REPUBLICE

**Šárka Bobková, Dana Baudišová, Hana Jeligová, Petr Pumann, František Kožíšek**  
*Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, 100 42 Praha 10, e-mail: sarka.bobkova@szu.cz*

### Souhrn

V rámci našeho výzkumného projektu jsme hodnotili způsoby využití a kvalitu srážkových a/nebo šedých vod využívaných v budovách po celé České republice. Při hodnocení jsme vycházeli z dotazníkového šetření mezi příjemci dotace „Dešťovka“, který byl vytvořen ve spolupráci se Státním fondem životního prostředí, a z návštěvy objektů využívajících uvedené alternativní zdroje vody pro nepitné účely uvnitř budov (splachování, úklid, praní). Tyto poznatky, spolu s poznatky jiných skupin, které na tématu též dříve pracovaly (skupiny z VŠCHT, VUT Brno, SZÚ), i s poznatky ze zahraničních odborných článků, předpisů a zkušeností, by měly být podkladem pro tvorbu doporučení, jak tyto systémy kontrolovat a udržovat z hlediska bezpečnosti pro lidské zdraví.

**Klíčová slova:** srážková voda; šedá voda; recyklovaná voda; Dešťovka; potenciální patogen

### Summary

During our research project we evaluated the ways of usage and the quality of rainwater and/or greywater used in buildings throughout the Czech republic. The evaluation was based on a questionnaire survey among the beneficiaries of the „Dešťovka“ subsidy, which was created in collaboration with the State Environmental Fund, and on a field investigation in buildings using the mentioned alternative water sources for non-potable purposes inside buildings (flushing, cleaning, washing). This knowledge together with the knowledge of other groups that have also previously worked on the topic (groups from VŠCHT, VUT Brno, SZÚ), as well as knowledge from foreign research articles, regulations and experiences, should be the bases for creating recommendations on how to control and maintain these systems in order to be safe for human health.

**Key words:** rainwater; greywater; reclaimed water; Dešťovka; potential pathogene

### Úvod

Již několik let se podporuje využití alternativních zdrojů vody, jako vody užitkové k nepitným účelům i uvnitř budov. Podpora je nejen ze strany ekologicky smýšlejících organizací, ale i ze strany státu ve formě výzev i finančních dotací jako je např. dotace „Dešťovka“ Ministerstva životního prostředí (MŽP) a Státního fondu životního prostředí (SFŽP). Diskutovanými i dotovanými systémy jsou nejčastěji ty, jež využívají srážkové vody nebo část odpadní vody (tzv. vody šedé) na závlivu zahrad, ale i k vnitřním účelům jako je splachování WC, úklid či praní. Doporučení na kvalitu takové vody se však ještě tvoří a mělo by být zveřejněno v první polovině roku 2023. Nicméně již mnoho takových systémů v rámci ČR funguje, a to nejen v soukromých domech, ale i ve veřejných budovách jako jsou školy, stravovací zařízení (kavárny), hotely, obchodní centra a dokonce i nemocnice. Toho lze využít ke zmapování současné situace v ČR i možných rizik spojených s použitím alternativních zdrojů vody.

Rizika plynoucí ze srážkových i šedých vod byla popsána v řadě zahraničních i českých publikací [1,2,3,4,5]. Zde proto shrneme jen ty nejdůležitější faktory a zaměříme se především na mikrobiologickou kvalitu, která je z hygienického hlediska nejdůležitější. Ani tak ale výčet zde uvedených potenciálních patogenů není zdaleka úplný, jedná se hlavně o mikroorganismy, které se objevují v zahraniční literatuře v souvislosti s recyklovanými vodami a/nebo v zahraničních předpisech, nebo o kterých víme z našich předchozích zkušeností.

Zdrojem mikrobiální kontaminace **srážkových vod** je především organický materiál nacházející se na povrchu střech (případně přilehlých ploch a komunikací), ze kterých je voda sbírána. Jsou to organismy pocházející z exkrementů živočichů, peří, srsti, tlejícího listí, hlíny apod. Dalším rizikem jsou mikroorganismy pomnožené v samotném rozvodném systému, nicméně vzhledem k obvykle nižší teplotě srážkových vod i nízkému obsahu živin je toto riziko nízké. Nejčastějším využitím srážkových vod uvnitř budov je splachování WC, případně úklid a praní, a proto jsou pro případná zdravotní rizika důležité zejména ty mikroorganismy, které se přenáší aerosolem (vdechnutím) případně přes pokožku

(stykem se srážkovou vodou při úklidu anebo praní prádla). Z bakteriálních patogenů splňujících výše uvedená kritéria (zdroje a způsobu přenosu) připadají v úvahu např. zástupci rodů *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium*, *Francisella* příp. *Chlamydomphila*, z virů to jsou zástupci čeledi *Adenoviridae* případně *Hantaviridae* z hub pak rody *Cryptococcus*, *Aspergillus* případně *Candida* [1,2,3,4]. U mykotických agens je třeba zmínit, že většinou tvoří součást běžné mikroflóry kůže a dýchacích cest a jsou proto nebezpečná především pro imunosuprimované jedince. Teoreticky připadají v úvahu i zástupci parazitických prvoků (rody *Cryptosporidium*, *Giardia*) [6,7], ale vzhledem ke způsobu užití vody, je zde riziko infekce velmi nízké.

Rizika z tzv. **šedých vod**, tj. odpadní vody z umyvadel, van a sprch (někdy též praček a kuchyňských dřezů) jsou jednak z vody samotné, ale též z mikroorganismů pomnožených v rozvodném systému. Šedá voda má obvykle vyšší teplotu i větší obsah živin než např. voda srážková a poskytuje tak ideální podmínky pro růst a množení některých druhů bakterií. Kromě toho, že se některé bakterie v systému množí, mohou tam také přežívat jednak jako součást biofilmů (legionely, pseudomonády), případně jako intracelulární parazité prvoků (legionely v měňavkách). Kromě uvedených legionel a zástupců rodu *Pseudomonas* se mohou v systému anebo ve zdrojových šedých vodách vyskytovat a inhalací, případně kontaktem s pokožkou přenášet: stafylokoky, atypická mykobakteria a pokud je zdrojem i voda z kuchyňských dřezů, tak též salmonely a kampylobaktery. Ze zástupců virů přenositelných při uvažovaném způsobu užití vody jde zejména o adenoviry, případně noroviry. Z prvoků jsou asi nejvýznamnější améby, které se mohou ve vodovodních systémech pomnožovat a také sloužit jako hostitelé legionel.

Z výše uvedeného spektra možných patogenů je zřejmé, že při běžném rutinním monitoringu nelze všechny tyto potenciální patogeny stanovovat, navíc je práce s patogeny často časově náročná, pracná a vyžaduje speciální prostory. V praxi se proto zjišťuje jejich možná přítomnost ve vodách nepřímo, a to monitorováním tzv. indikátorů fekálního znečištění. Jde o mikroorganismy (koliformní bakterie, *E. coli*, intestinální enterokoky), které se běžně vyskytují v gastrointestinálním traktu teplokrevných živočichů včetně člověka a jejich přítomnost ve vodě signalizuje možné fekální znečištění vody, a tedy i možnou přítomnost uvedených střevních patogenů. Proto byly při našich analýzách stanoveny vždy i tyto indikátory.

Cílem tohoto příspěvku bylo navázat na předchozí práce jiných skupin (VŠCHT, VUT Brno, SZÚ) a zmapovat především mikrobiologickou kvalitu recyklovaných vod používaných v budovách v České republice, srovnat ji s údaji v literatuře a zhodnotit i možná další rizika (technická, senzorická apod.) plynoucí z využití recyklovaných vod.

## **Materiál a metody**

Při tvorbě seznamu objektů využívajících srážkovou nebo šedou vodu v České republice jsme vycházeli z informací krajských hygienických stanic z celé ČR, z rešerše tisku, z informací od dodavatelských firem a odpovědí na naši výzvu na portálu TZB info, facebooku SZÚ i stránkách našeho oddělení a z dotazníkového šetření mezi příjemci dotace „Dešťovka“.

Dotazníkové šetření bylo vytvořeno v programu Google forms a prostřednictvím SFŽP bylo rozesláno všem příjemcům dotace „Dešťovka“ (celkem přes 6 800 žadatelů). Dotazník byl aktivní po dobu 4 měsíců. Statistické vyhodnocení probíhalo v programu Excel.

Ve vybraných navštívených objektech byla hodnocena technologie úpravy vody, zkušenosti s provozem a případné problémy ze strany uživatelů. Pro stanovení mikrobiologických ukazatelů byly použity následující metody: *E. coli* podle ČSN EN ISO 9308-2, intestinální enterokoky podle ČSN EN ISO 7899-2, *C. perfringens* podle přílohy č. 6 k vyhlášce MZ č. 252/2004 Sb., *Campylobacter* podle ČSN ISO 17995 (75 7875), *Ps. aeruginosa* podle ČSN EN ISO 16266, legionely podle ČSN EN ISO 11731 a též v NRL pro legionely, ZÚ Ostrava. Salmonely byly stanoveny ve spolupracující laboratoři Oddělení hygieny odpadů (SZÚ), virologické analýzy byly provedeny v laboratoři Výzkumného ústavu veterinárního lékařství (Brno) a v laboratoři Elisabeth Pharmacon, detekce améb byla provedena

ve slovenském Úradu verejného zdravotníctva a atypická mykobakteria byla stanovena ve Zdravotním ústavu v Ostravě.

## Výsledky

### Dotazníkové šetření

Paralelně s návštěvou objektů jsme ve spolupráci se SFŽP vytvořili dotazníkové šetření mezi příjemci dotace „Dešťovka“. Cílem bylo zjistit způsoby využití srážkových a šedých vod, použitou technologii a způsoby (četnost) její údržby a zkušenosti s provozem i vlastní dotační podporou s tím, že uvedená dotace se týkala bytových domů, nikoliv veřejných budov. Dotazník byl v paralele s dotačními tituly rozdělen na 4 podokruhy:

- využití srážkové vody na zálivku
- využití srážkové vody na splachování a zálivku
- využití šedé vody
- využití kombinovaných systémů na srážkovou a šedou vodu

Respondenci v jednotlivých okruzích ukazuje tabulka 1.

**Tab. 1:** Respondence dotazníkového šetření mezi příjemci dotace „Dešťovka“

	oslovení	respondenti dotazníku	respondence (%)
<b>celkem</b>	6854	1659	24
DV zálivka	3939	834	21
DV WC a zálivka	2848	792	28
ŠV	7	2	29
ŠV+DV	60	31	52

Vzhledem k tomu, že nás zajímalo především využití recyklované vody v interiérech, vynechali jsme z hodnocení podokruh využití srážkové vody na zálivku.

Z dotazníku vyplynulo, že téměř polovina (45 %) využívá srážkovou vodu kromě splachování též k jiným účelům. Mezi jiné účely patřil úklid, praní, technické účely (mytí aut, kol, náradí), napouštění bazénů či zahradních jezírek a v malé míře též osobní hygiena. Voda byla do systému sbírána ze střech a v 5 % objektů též z přilehlých komunikací. Technologie byla dodávána velkým množstvím firem a často si je též respondenti sestavovali svépomocí. Nejčastějším způsobem čištění byla filtrace a sedimentace, a v téměř 90 % nebyla voda nijak dezinfikována. Obdobnou zkušenost máme i z navštívených objektů. Jako nejčastější problémy respondenti uváděli nečistoty způsobující zákal vody (hlína, prach, saze, pyl) a zápach. Uvedené nečistoty zanášejí filtry, které je pak třeba častěji čistit, a mnohdy také způsobují zbarvení sanitárního zařízení [8].

Hodnocení části dotazníku týkající se šedých vod bylo komplikováno několika skutečnostmi: 1. v okruhu šedých vod jsme získali pouze 2 odpovědi, což nelze statisticky vyhodnotit; a 2. část respondentů (48 %) odpovídajících na okruh ŠV+DV uvedlo, že má systém na dešťovou vodu nezávislý na vodě šedé, tudíž se vlastně jedná o dvě nezávislé recyklační technologie v jednom objektu.

Ale v dalších otázkách většina z těchto respondentů (13 z 15) také uvedla, že přečištěnou šedou vodu používají na zálivku, a naopak srážkovou vodu na splachování. Z těchto důvodů byly hodnoceny pouze některé otázky. Celkem 58 % respondentů uvedlo, že zdrojem šedé vody jsou nejen sprchy, umyvadla a vany, ale též kuchyňský dřez a u 17 z 19 objektů byla vedle kuchyňského dřezu zdrojem též voda z pračky. Toto číslo nás trochu překvapilo, protože oba tyto zdroje vnášejí do vody jednak další potenciální agens (zejména kuchyňský dřez – oplach syrové masa, zbytky jídel apod.) a dále pak další chemické látky (prací prášek, saponáty), které je třeba před čištěním odstranit. V některých zahraničních předpisech je proto použití kuchyňských dřezů jako zdrojů šedé vody vyloučeno [9,10,11,12]. Uvedené problémy se systémem se týkaly především části na srážkovou vodu, neboť se objevily nedostatky jako

viditelné nečistoty (pyl, saze, prach), zápach apod. Další uvedené nedostatky byly obecné - nutnost se o technologii starat a pravidelně ji čistit.

### Zkušenosti z navštívených objektů

Z dat SFŽP víme, že dotací na systémy využívající srážkovou nebo šedou vodu uvnitř budov bylo téměř 3 000 v segmentu obytných domů, o veřejných budovách přesnou informaci nemáme, ale dotací bylo v řádu stovek (údaje SFŽP). Nám se podařilo prostřednictvím výše uvedených zdrojů dohledat 85 objektů (soukromých i veřejných). Z nich jsme úspěšně kontaktovali a poté i navštívili celkem 30 objektů (18 využívajících srážkovou vodu a 12 využívajících přečištěnou šedou vodu). V další fázi bylo 10 z nich (5 srážkových a 5 šedou vodou) navštíveno a vzorkováno několikrát během celého roku.

### Objekty se srážkovou vodou

U objektů se srážkovou vodou se jednalo jednak o soukromé domy, ale také o školy, kavárny, administrativní budovy a obchodní centra. Voda byla v těchto objektech sbírána ze střech, v několika případech též z okolních komunikací. Nejčastějším způsobem využití bylo splachování, na druhém místě pak úklid, v jednom objektu se používala i na osobní hygienu, v jednom též na praní prádla. Technologie na úpravu vody, byly velmi různorodé, ale v zásadě byly založené na filtraci a sedimentaci, přičemž ve většině objektů zcela chyběla dezinfekce. Častým problémem ze strany uživatelů byla obdobně jako v dotazníku uvedená přítomnost nečistot (hrubých i jemných – pyly, prach, saze), které zanášejí síta i zbarvují sanitární keramiku. Z našeho pohledu bylo častým nedostatkem absence pravidelné údržby systému, neoznačené rozvody pitné a užitkové vody a nedostatečná úprava.

Výsledky mikrobiologických analýz ukazuje tabulka 2, přičemž jako pozitivní/obsahující jsme brali takové výsledky, kde bylo množství sledovaných mikroorganismů větší než 5 KTJ resp. 5 MPN/100 ml. V surových srážkových vodách byly zachyceny *E. coli* ve 43 % vzorků a intestinální enterokoky v 72 %. V literatuře se setkáváme s čísly od 24 % do 92 % *E. coli* v akumulacích nádobách srážkové vody ze střech [1,6,13,14]. Zde jsou ale započítány i studie, kde se jako pozitivní berou všechny nenulové vzorky (tedy  $\geq 1$  KTJ či MPN/100 ml). Toto velké rozmezí reflektuje skutečnost, že kvalita srážkové vody je velmi závislá na mnoha faktorech, jako je umístění objektu, střešní materiál, počasí, roční období a další.

**Tab. 2:** Výsledky mikrobiologických analýz v objektech využívajících srážkovou vodu

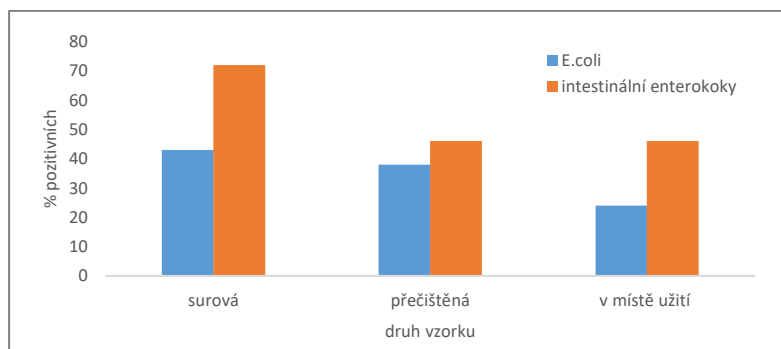
ukazatel	celkový počet (N)	pozitivních (%)	MPN nebo KTJ/100 ml
<i>E. coli</i>	42	43	5,2 – 1 299,7
intestinální enterokoky	46	72	6–464
<i>Clostridium perfringens</i>	42	57	5 – >300
<i>Salmonela</i>	5	0	pouze kvalitativně
<i>Cympylobacter</i>	12	0	pouze kvalitativně
atypická mykobacteria	8	0,1	2

Na obrázku 1 je pak ukázáno, jak množství *E. coli* a intestinálních enterokoků klesalo v průběhu procesu čištění. Je vidět, že ne ve všech systémech se v místě užití dosáhlo nulových hodnot. To odpovídá skutečnosti, že ve většině systémů nebyla voda vůbec dezinfikována. A to ani v objektu, kde se voda používala k osobní hygieně.

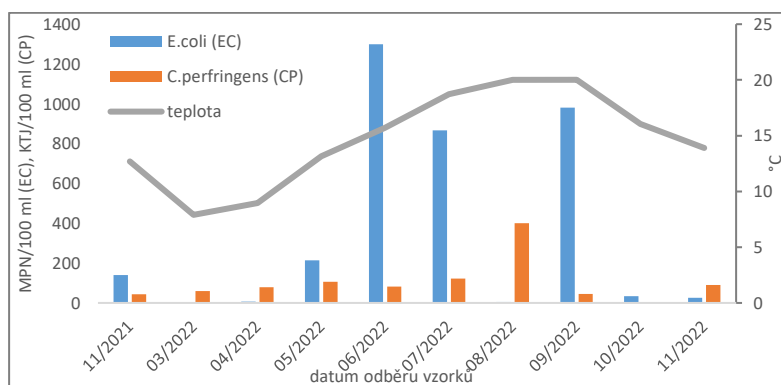
Z potenciálních patogenů nebyly v žádném ze vzorků detekovány salmonely ani kamylobakter. Tento negativní výsledek může být ale způsobený malým množstvím analyzovaných vzorků (5 pro salmonely a 12 pro kamylobakter). V několika objektech bylo ale opakovaně nalezeno *Clostridium perfringens*

(57 % vzorků). V literatuře se přitom uvádí přítomnost *C. perfringens* v cca 46 % vzorků srážkové vody sbírané ze střech [1,15]. Zajímavé také bylo, že v jednom z dlouhodobě sledovaných objektů bylo množství klostridií víceméně konstantní, zatímco množství *E. coli* kolísalo (obr. 2). To může být způsobeno tím, že klostridia tvoří spory a dokáží tedy v prostředí dlouhodobě přežít, kdežto *E. coli* mimo gastrointestinální trakt dlouhodobě nepřežije.

Pouze v jednom vzorku z 8 bylo detekováno *Mycobacterium gordonae*, což je zástupce atypických mykobakterií, který se často nachází v půdě a ve vodě a jen výjimečně je spojen s onemocněním.



**Obr. 1:** Procento *E. coli* a intestinálních enterokoků v průběhu procesu čištění srážkové vody



**Obr. 2:** Množství *E. coli* a *C. perfringens* během roku ve vzorcích z objektu základní školy. Uvedená teplota je teplota vzorku měřená ve vzorkovnici hned po odběru

### Objekty se šedou vodou

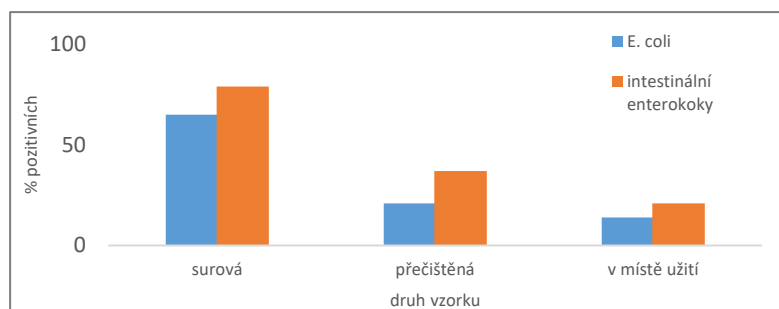
Navštívené objekty se šedou vodou zahrnovaly jak soukromé domy, tak veřejné budovy jako ubytovací zařízení (wellness), hotel, centrum environmentální výchovy, obchodní centrum a nemocnici. Zjištěné problémy ze strany uživatelů se týkaly především technických nedostatků vlastní technologie (poruchovost, dlouhé čekací lhůty oprav apod.), někdy zápachu. V části veřejných budov fungovala technologie celkem spolehlivě, nicméně technická obsluha trochu pochybovala nad výhodností tohoto systému z hlediska energetické náročnosti na údržbu a provoz. Technologie byly sofistikovanější a většinou na rozdíl od srážkových systémů byly dodané externí firmou či firmami, ve dvou případech si je ale uživatelé budovali svépomocí. Procesy čištění zahrnovaly sedimentaci, filtraci, biologické čištění a aeraci. V naprosté většině byla voda před konečným užitím dezinfikována, a to buď přípravky na bázi chloru nebo UV zářením. V objektu, kde k pravidelné dezinfekci nedocházelo, byla částečně zdrojem voda z bazénů a vířivek, tedy s vyšším obsahem chloru. Zdrojem šedé vody ve sledovaných objektech byly umyvadla, sprchy, vany (včetně rehabilitačních a vířivek), někdy též pračky a voda z terárií a akvárií. V jednom případě též kuchyňský dřez. Ve čtyřech z dvanácti navštívených objektů se jednalo o kombinované systémy dešťové a šedé vody.

V analyzovaných vzorcích surové šedé vody byly zjištěny *E. coli* v 65 % a intestinální enterokoky v 79 % (tabulka 3).

**Tab. 3:** Výsledky mikrobiologických analýz vzorků šedých vod. U ukazatelů *E. coli* a intestinální enterokoky jsou v závorce uvedené hodnoty získané vyloučením vzorků, u nichž byla zdrojem voda z vířivek a bazénů

ukazatel	celkový počet (N)	pozitivních (%)	MPN nebo KTJ/100 ml
<i>E. coli</i>	34	65 (81 %)	5,2 – > 4 838,4
intestinální enterokoky	34	79 (81 %)	6 – 4*10 <sup>4</sup>
<i>P. aeruginosa</i>	40	20	pouze kvalitativně
legionely	62	13	70 – 2 000
atypická mykobakteria	26	50	většina hodnocena pouze kvalitativně

Pokud budeme brát v úvahu pouze „klasické šedé vody“, tedy bez šedé vody z vířivek a rehabilitačních van, činil počet pozitivních *E. coli* i intestinálních enterokoků 81 %. V přečištěných vodách bylo procento vzorků obsahujících *E. coli* 21 % a intestinálních enterokoků 37 %. Při odběrech v místě užití byla situace trochu komplikovaná tím, že ne ve všech objektech bylo možné odebrat vzorek ze stoupačky nebo z hadičky/nádržky mimo WC mísu. A proto zde byl analyzován jen malý počet vzorků (14), což také mohlo zkreslit výsledky analýz. Procento vzorků obsahujících *E. coli* činilo 14 % a intestinálních enterokoků 21 %. Obr. 3 ukazuje, že množství uvedených mikroorganismů klesalo směrem k místu užití, nicméně ne ve všech objektech se podařilo dosáhnout nuly (negativní záchyt ve 100 ml). Nenulové vzorky byly ze dvou objektů. V jednom z objektů není před konečným užitím voda dezinfikována, neboť surová voda je ředěná vodou z bazénů a vířivek, z čehož majitel usoudil, že voda je dostatečně chlorovaná ze svého zdroje. Ve druhém případě se jednalo o ojedinělý vzorek z objektu, kde se ke konečné dezinfekci využívá UV lampa. Vzhledem k malému počtu opakování nelze ale usoudit na příčinu „nenulových“ hodnot.



**Obr. 3:** Procento vzorků šedých vod v různých stádiích čištění obsahujících *E. coli* a intestinální enterokoky

Ze sledovaných potenciálních patogenů byla často detekována *P. aeruginosa* (tabulka 3). V některých objektech ji bylo možné detekovat až v přečištěné vodě či v místě užití, ale nikoliv ve vodě surové. To může souviset s fyziologií pseudomonád, které jsou schopné žít i v podmínkách s minimálním množstvím živin a v široké škále podmínek (nízké pH, salinita apod). Mohlo tedy dojít k jejich pomnožení až ve vlastních systémech, kde bylo nižší množství ostatních o živiny kompetujících mikroorganismů. Dalším diskutovaným patogenem v souvislosti s šedými vodami jsou legionely. Ty se v námi analyzovaných vzorcích vyskytovaly opakovaně pouze v jednom objektu, kde je zdrojem též voda z bazénů a vířivky. V jednom z bytových domů pak byly nalezeny pouze v jednom vzorku ze 17 analyzovaných. Ve všech případech se jednalo o nepatogenní sérotypy *L. pneumophila* (sérotyp 6 anebo 10), případně o méně známé fluoreskující druhy. Přežívání legionel v potrubí může být spojeno s přítomností améb, tedy jednobuněčných eukaryot, ve kterých mohou legionely (intracelulárně) přežívat. Nejvýznamnějším z hlediska lidského zdraví je rod *Acanthamoeba*. Na přítomnost améb byly opakovaně analyzovány vzorky jak surových, tak přečištěných šedých vod ze třech objektů (2 bytové

domy, obchodní centrum). Ve všech analyzovaných vzorcích byly améby přítomné, většinou se však jednalo o saprofytické druhy. Pouze jeden vzorek z bytového domu obsahoval amfizoický rod *Acanthamoeba*. Dalším potenciálním patogenem z šedých vod mohou být atypická mykobakteria. V analyzovaných vzorcích šedých vod byly nalezeny druhy *M. gordonae*, *M. fortuitum*, *M. scrofulaceum* a *M. intracellulare*. Z uvedených druhů stojí za zmínku z hlediska lidského zdraví druhy *M. fortuitum* a *M. intracellulare*, oba ale způsobují infekce především u imunosuprimovaných pacientů, pacientů po operaci nebo s plicním onemocněním.

Kromě bakterií byly šedé vody též analyzovány na možný výskyt enterických virů. Ze 14 analyzovaných vzorků byly v jednom případě nalezeny humánní adenoviry v koncentraci  $3,12 \cdot 10^9$  GE (genomových jednotek)/10 l a adenovirus 40/41 v koncentraci  $2,89 \cdot 10^9$  GE/10 l. Humánní adenoviry jsou indikátory fekálního znečištění a adenovirus 40/41 je původcem akutních gastroenteritid zejména malých dětí. Vzorek pocházel z bytového domu, takže přítomnost tohoto viru není překvapivá a dokládá, že do šedé vody se opravdu mohou dostat enterické patogeny ve stanovitelném množství. Je ale třeba také zmínit, že se jednalo o vzorek surové šedé vody, zatímco v přečištěné vodě, a tedy i v místě užití, nebyl ani jeden z těchto druhů virů detekován.

## Závěr

Pokusili jsme se zmapovat objekty využívající srážkovou nebo přečištěnou šedou vodu uvnitř budov v objektech po celé České republice. Na základě dotazníkového šetření mezi příjemci dotace „Dešťovka“ i v rámci terénních šetření jsme identifikovali některé problémy a nedostatky související s používanými technologiemi (nečistoty zabarvující keramiku, častá absence dezinfekce, nedokonalá údržba systému, neoznačená potrubí na pitnou a recyklovanou vodu, mikrobiálně i chemicky zatížené zdrojové vody apod.).

Při laboratorních analýzách byly opakovaně nalezeny některé potenciální patogeny diskutované již dříve v odborné literatuře (např. *C. perfringens* ve srážkových vodách, *P. aeruginosa* v šedých vodách), které by bylo dobré uvažovat při tvorbě nových metodických doporučení.

## Poděkování

*Príspevek vznikl v rámci řešení projektu TAČR SS01010179 Stanovení hygienických požadavků na recyklovanou vodu využívanou v budovách a městských vodních prvcích. Na některých analýzách spolupracovali Oddělení půdy a odpadů SZÚ (stanovení salmonel), Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě (stanovení atypických mykobakterií), NRL pro legionely, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě (stanovení a dourčení legionel), Úřad veřejného zdravotnictví, Bratislava, SK (stanovení améb) a Výzkumný ústav veterinárního lékařství (stanovení virů). Všem spolupracujícím laboratořím mnohokrát děkujeme.*

## Literatura

- [1] HAMILTON K., REYNEKE B., WASO M., CLEMENTS T., NDLOVU T., KHAN W., DIGIOVANNI K., RAKESTRAW E., MONTALTO F., HAAS C.N., AHMED W. (2019): *A global review of the microbiological quality and potential health risks associated with roof-harvested rainwater tanks*. Npj Clean Water, **2**.
- [2] GHAI TIDAK D.M., YADAV K.D. (2013): *Characteristics and treatment of greywater--a review*. Environ Sci Pollut Res Int, **20**(5): p. 2795–809.
- [3] OTTOSON J., STENSTROM T.A. (2003): *Faecal contamination of greywater and associated microbial risks*. Water Res, **37**(3): p. 645–55.
- [4] KOŽÍŠEK F., RÖDLOVÁ S., ŠAŠEK J., BOBKOVÁ Š., BAUDIŠOVÁ D., JELIGOVÁ H. (2022): *Zdravotní rizika při využití recyklovaných vod v budovách. Část 1 – srážkové vody*. Hygiena, **67**(3): p. 92–100.
- [5] KOŽÍŠEK F., BOBKOVÁ Š., BAUDIŠOVÁ D., JELIGOVÁ H. (2022): *Zdravotní rizika při využití recyklovaných vod v budovách. Část 2 - šedé vody* Hygiena, p. v tisku.

- [6] AHMED W., VIERITZ A., GOONETILLEKE A., GARDNER T. (2010): *Health risk from the use of roof-harvested rainwater in Southeast Queensland, Australia, as potable or nonpotable water, determined using quantitative microbial risk assessment*. Appl Environ Microbiol, **76**(22): p. 7382–91.
- [7] ALBRECHTSEN H.J. (2002): *Microbiological investigations of rainwater and graywater collected for toilet flushing*. Water Sci Technol, **46**(6-7): p. 311–6.
- [8] BOBKOVÁ Š., HRBEK J., PUMANN P., KOŽÍŠEK F., MYŠÁKOVÁ M. (2022): *Dotazníkové šetření mezi úspěšnými žadateli o podporu z programu Dešťovka. Část 1: využití srážkových vod*. Vodní hospodářství, **12**: p. 2–7.
- [9] *NSW Guidelines for greywater reuse in sewerred, single household residential premises*. 2007, NSW Department of Energy, Utilities and Sustainability.
- [10] *Canadian Guidelines for Domestic Reclaimed Water for Use in Toilet and Urinal Flushing* 2010, Health Canada Ottawa, Ontario K1A 0K9 .
- [11] *NSF/ANSI 350 - 2020: Onsite Residential and Commercial Water Reuse Treatment Systems*. 2020, NSF International: Ann Arbor. p. 56.
- [12] *Technical Guide for Greywater Recycling System* 2014, PUB Singapore.
- [13] KIRS M., MORAVCIK P., GYAWALI P., HAMILTON K., KISAND V., GURR I., SHULER C., AHMED W. (2017): *Rainwater harvesting in American Samoa: current practices and indicative health risks*. Environ Sci Pollut Res Int, **24**(13): p. 12384–12392.
- [14] SAZAKLI E., ALEXOPOULOS A., LEOTSINIDIS M. (2007): *Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece*. Water Res, **41**(9): p. 2039–47.
- [15] AHMED W., GARDNER T., TOZE S. (2011): *Microbiological quality of roof-harvested rainwater and health risks: a review*. J Environ Qual, **40**(1): p. 13–21.