

Vliv odpadních vod na mikrobiální kontaminaci Vltavy pod Prahou

HANA ZVĚŘINOVÁ MLEJNKOVÁ, ADAM ŠMÍDA, VOJTĚCH VALÁŠEK

Klíčová slova: mikrobiální kontaminace – Vltava – ÚČOV – fekální znečištění

ABSTRAKT

Mikrobiologické ukazatele fekálního znečištění patří z pohledu ochrany lidského zdraví k nejvýznamnějším při sledování jakosti povrchových vod. Jejich největším zdrojem jsou – i přes zavádění nejlepších dostupných technologií – čištěné i nečištěné komunální odpadní vody. V ČR je téměř 90 % obyvatel napojeno na lokální veřejné kanalizace, jež jsou zaústěny na ČOV, kde jsou čištěny tak, aby mohly být vypouštěny do recipientů. Pomocí sledování mikrobiální kontaminace Vltavy pod Ústřední čistírnou odpadních vod (ÚČOV) Praha byla určena míra zatížení vodního toku fekálním znečištěním v 10km úseku pod ústím odpadních vod v obdobích s různým průtokem. Jako další zdroje byly sledovány menší přítoky Vltavy, které do ní přináší čištěné odpadní vody z lokálních čistíren odpadních vod (ČOV). Od dubna 2022 do března 2023 byly na 10 profilech monitorovány počty indikátorů fekálního znečištění: *Escherichia coli*, intestinální enterokoky termotolerantní (fekální) koliformní bakterie a *Clostridium perfringens*. Výsledky monitoringu ukázaly na poměrně významné mikrobiální znečištění Vltavy v oblasti vyústění ÚČOV a zároveň bylo poukázáno na dobrou samočisticí schopnost toku Vltavy v nadcházejícím úseku, tedy na poměrně dobrý potenciál možného využití Vltavy v Praze i pod Prahou, s výjimkou úseku bezprostředně ovlivněného ústím čištěných odpadních vod z ÚČOV Praha. Obecně by bylo vhodné zaměřit se na zvýšení informovanosti prostřednictvím této i podobných studií, aby mohla být voda lépe využívána a naopak, aby neznamenala hygienicky významné riziko (možností přítomnosti patogenních mikroorganismů, včetně nositelů antibiotické rezistence) při jejím nevhodném využívání.

ÚVOD

Vltava je významným vodním tokem, který je v celé své délce recipientem zaústění velkého objemu odpadních vod. Díky své velké vodnosti a kaskádám vodních nádrží dokáže přinášené znečištění poměrně účinně eliminovat. Největší zatížení Vltavy představuje oblast hlavního města Prahy, kde se stává recipientem nejen ÚČOV, ale i mnoha menších čistíren. Právě komunální odpadní vody jsou jedním z hlavních zdrojů znečištění povrchových toků mikrobiálním znečištěním, a to i přes povinnost používání nejlepších dostupných technologií čištění odpadních vod na ČOV. Některé hygienicky významné mikroorganismy nejsou čistírenskými procesy úplně eliminovány, a tak následně nepříznivě ovlivňují jakost vod v tocích, kde mohou představovat akutní (životaschopné mikroorganismy) nebo pasivní (např. šíření antibiotické rezistence) zdravotní riziko a snížení využitelnosti vody, např. pro rekreaci nebo závlahy. Přesto nejsou v současné době legislativou určeny mechanismy kontrolující mikrobiální znečištění odpadních vod z ČOV. Ke zvýšenému riziku navíc přispívá současné klimatické období s výskytem extrémních stavů – sucha a přivalových

srážek. Oba tyto jevy jsou kritické pro udržení dobré mikrobiální kvality povrchových vod. V období nízkých průtoků dochází v důsledku malého naředění odpadních vod z ČOV a jiných komunálních zdrojů ke zvýšené koncentraci mikrobiální kontaminace v tocích. Přivalové srážky představují ve městech riziko zvýšeného zatížení vodních toků odlehčovacemi kanály, jež přináší nečištěnou odpadní vodu, kterou kapacitně nezvládnou pojmout ČOV. Tyto skutečnosti výraznou měrou dlouhodobě přispívají ke zvýšené mikrobiální zátěži vodních toků [1, 2, 14]. Jakost vody ve Vltavě je pravidelně sledována správcem vodního toku v rámci státní sítě sledování jakosti povrchových vod pro ISVS – Evidence jakosti povrchových vod ČHMÚ. Řídká síť profilů (Vltava nad Prahou – Vrané nad Vltavou; Vltava pod Prahou – Zelčín) a omezený rozsah monitoringu však nedokáže zachytit rizika, spojená s mikrobiální kontaminací vodního toku.

V naší studii byla – pro účel bližšího poznání mikrobiální kontaminace a její přirozené eliminace ve velkém vodním toku – vybrána Vltava v Praze a pod ní. Fekální znečištění vody v recipientu bylo hodnoceno stanovením standardních indikátorových skupin mikroorganismů *Escherichia coli* (*E. coli*), termotolerantních (fekálních) koliformních bakterií, intestinálních enterokoků a *Clostridium perfringens*, jehož spory jsou vysoce rezistentní k vnějším faktorům prostředí a v odpadních i povrchových vodách přežívají dlouhou dobu [3, 4].

Cílem práce bylo charakterizovat mikrobiální znečištění v podélném profilu Vltavy pod Prahou a určit míru zvýšení hygienického rizika a snížení využitelnosti vody zatížené fekálním znečištěním vlivem zaústění odpadních vod z ČOV ve sledovaném úseku a posoudit trend vývoje při porovnání s historickými daty [5].



Obr. 1. Vltava v Podbábě – pod ústím odpadních vod ze stávající i nové vodní linky ÚČOV Praha

Fig. 1. Vltava in Podbaba under the waste water inflow from current and new water line WWTP Praha



Obr. 2. Ústí Klecanského potoka do Vltavy v Klecánkách
Fig. 2. Inflow of the Klecanský stream into Vltava in Klecánkách



Obr. 3. Vltava v Řeži (poslední odběrový profil sledovaného úseku)
Fig. 3. Vltava in Řež (the last sample site of the monitored section)

METODIKA

Průzkum vlivu vypouštění čištěných odpadních vod z ČOV na jakost vody ve zkoumaném úseku podélného profilu Vltavy byl sledován v úseku Vltavy o délce cca 10 km od Trojské lávky po profil Vltava – Řež (obr. 1–3). Popis a lokalizace odběrových profilů jsou uvedeny v tab. 1 a na obr. 4. Do monitoringu byly vybrány profily řeky Vltavy, na nichž je možné zhodnotit ovlivnění její kvality přísunem čištěných odpadních vod z ÚČOV Praha a menších ČOV na přítocích. Charakteristika těchto ČOV je uvedena v tab. 2. Do monitoringu nebyly z technických důvodů zahrnuty profily, zachycující přísun znečištění z ČOV Praha – Bohnice, Nebušice a Roztoky. Do ostatních přítoků na sledovaném území nejsou zaústěny ČOV.

Tab. 1. Popis a lokalizace odběrových profilů

Tab. 1. Description and localisation of the sampling sites

Profil číslo	Název odběrového profilu	Popis odběrových profilů
1	Vltava – Trojská lávka	kontrolní profil nad ÚČOV Praha; odběr prováděn z Trojské lávky
2	Vltava – Podbaba	odběr pod oběma výpustěmi ÚČOV Praha z levého břehu na konci Císařského ostrova; voda pod výpustěmi není dostatečně promíchána
3	Vltava – Sedlec	odběr na levém břehu Vltavy v Sedlci poblíž malé pláže využívané k rekreaci cca 2 km pod ÚČOV
4	Vltava – Roztoky	odběr poblíž ústí ČOV Roztoky do Vltavy cca 5 km pod ÚČOV; není dostatečně reprezentativní z důvodu nepravidelného vypouštění OV
5	Vltava – Klecany	odběr ze středu vodního toku cca 6 km pod ÚČOV; prováděn z přívozu
6	Vltava – Řež	odběr ze středu vodního toku cca 10 km pod ÚČOV; prováděn z lávky pro pěší
7	Drahanský potok	pravostranný přítok Vltavy, zaústění ČOV Praha – Čimice; odběr prováděn cca 1 km od ústí do Vltavy
8	Přemýšlenský potok	pravostranný přítok Vltavy, zaústění ČOV Zdiby; odběr prováděn před ústím do Vltavy
9	Klecanský potok	pravostranný přítok Vltavy, zaústění ČOV Klecany; odběr prováděn před ústím do Vltavy
10	Podmoráňský potok	levostranný přítok Vltavy, zaústění ČOV Velké Přílepy; odběr prováděn před ústím do Vltavy
11	Únětický potok	levostranný přítok Vltavy, zaústění ČOV Horoměřice a Tuhoměřice; odběr prováděn ze silničního mostu cca 150 m před ústím do Vltavy



Obr. 4. Lokalizace odběrových profilů

Fig. 4. Sampling sites locations

Tab. 2. Základní charakteristika ČOV
Tab. 2. Basic characteristic of the WWTP

Název ČOV	Kategorie podle EO	Recipient OV	Počet osob připojených na ČOV (2021)	Množství čištěných OV celkem [tis. m ³ /rok]
ÚČOV Praha SVL	nad 100 tis.	Vltava	491 633	44 989
ÚČOV Praha NVL	nad 100 tis.	Vltava	706 012	64 601
ČOV Roztoky	2 až 10 tis.	Vltava	7 869	773
ČOV Dolní Chabry	2 až 10 tis.	Drahanský potok	4 632	264
ČOV Zdiby	2 až 10 tis.	Přemyšlenský potok	3 000	166
ČOV Klecany	2 až 10 tis.	Klecanský potok	3 117	343
ČOV Velké Přílepy	2 až 10 tis.	Podmoráňský potok	2 935	190
ČOV Horoměřice	2 až 10 tis.	Horoměřický potok (Únětický potok)	3 450	274
ČOV Tuchoměřice	do 2 tis.	Únětický potok	1 816	149

Standardními kultivačními metodami byly stanovovány počty *E. coli*, intestinálních enterokoků, termotolerantních (fekálních) koliformních bakterií a *Clostridium perfringens*. Stanovení termotolerantních (fekálních) koliformních bakterií a *E. coli* bylo provedeno dle normy ČSN 75 7835, intestinálních enterokoků dle normy ČSN EN ISO 7899-2 a *Clostridium perfringens* podle Vyhlášky 252/2004 Sb., Příloha 6. Pro kultivační stanovení byly použity metody podle standardizovaných postupů [6–8]. Odběry prostých vzorků byly prováděny od dubna 2022 do března 2023 s měsíční frekvencí na výše uvedených profilech.

Výsledky byly zaříděny do jakostních kategorií podle ČSN 75 7221 [8] a porovnány s limity NEK (normy environmentální kvality) pro povrchové vody dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. [10]. Výsledky byly informativně porovnány s limity pro koupací vody podle Vyhlášky č. 238/2011 Sb. [11].

ČSN 75 7221 [8] využívá charakteristickou hodnotu C90 a podle ní řadí tekoucí povrchové vody dle kvality do pěti tříd (tab. 3). Norma povoluje tzv. účelovou

klasifikaci podle vlastního rozsahu ukazatelů, kdy je výsledná třída určena podle nejnepříznivějšího zatřídění. V našem případě byla klasifikace použita pro ukazatele termotolerantní (fekální) koliformní bakterie a intestinální enterokoky.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech z roku 2016 [10] udává pro mikrobiologické ukazatele hodnoty NEK jako P90 pro *E. coli*, intestinální enterokoky a termotolerantní (fekální) koliformní bakterie (tab. 3).

Vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch z roku 2011 [11] rozlišuje pro ukazatele intestinální enterokoky a *E. coli* na základě P90 a P95 tři stupně jakosti (tab. 3).

Tab. 3. Klasifikace mikrobiologických ukazatelů
Tab. 3. Classification of microbial parameters

	Termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	Intestinální enterokoky	<i>Escherichia coli</i>
	[KTJ/100 ml]		
	ČSN 75 7221 (C90)		
I. třída = neznečištěná voda	< 2 000	< 600	-
II. třída = mírně znečištěná voda	< 10 000	< 1 300	-
III. třída = znečištěná voda	< 20 000	< 2 500	-
IV. třída = silně znečištěná voda	< 40 000	< 4 600	-
V. třída = velmi silně znečištěná voda	≥ 40 000	≥ 4 600	-
	Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.		
NEK (P90)	4 000	2 000	2 500
	Vyhláška č. 238/2011 Sb.		
výborná jakost	-	200 (P95)	500 (P95)
dobrá jakost	-	400 (P95)	1 000 (P95)
přijatelná jakost	-	330 (P90)	900 (P90)
nevyhovující jakost			

Poznámky: C90 = charakteristická hodnota (hodnota s pravděpodobností nepřekročení 90 %); P90 a P95 (95% a 90% percentil); NEK = norma environmentální kvality

VÝSLEDKY

Výsledky monitoringu mikrobiálního znečištění v období od dubna 2022 do března 2023 jsou uvedeny v grafech na obr. 6–15.

Vyhodnocení podle ČSN 75 7221 (obr. 5) ukázalo nejlepší kvalitu na kontrolním profilu Vltava – Trojská lávka, který byl klasifikován jako mírně znečištěná voda (II. třída jakosti). Ústí čistěných odpadních vod z ÚČOV posunulo jakost vody ve Vltavě – Podbabě do V. třídy jakosti (velmi silně znečištěná voda). Díky intenzivnímu naředění mikrobiálního znečištění a aktivnímu samočištění vodního toku byla na dalších sledovaných místech podélného profilu Vltavy již voda odpovídající III. třídě jakosti (znečištěná voda). K významnému zhoršení mikrobiální jakosti vody nepříspělo ani zaústění – odpadními vodami z menších ČOV – silně znečištěných přítoků, tj. Dražanského, Klecanského, Podmoráňského a Únětického potoka. Ze sledovaných potoků vykazoval nejlepší kvalitu Přemýšlenský potok, na němž je umístěna zřejmě dobře fungující ČOV z obce Zdiby-Přemýšleni.

Jakost vody na sledovaných odběrových profilech byla porovnána s NEK pro mikrobiologické ukazatele, vyjadřující stav povrchových vod (tab. 3). Výsledky pro všechny sledované ukazatele jsou uvedeny na obr. 6–13 a v tab. 4. Z grafů i tabulky jsou patrné významné rozdíly mezi jednotlivými odběrovými profily nejen ve Vltavě, ale i na jejich přítocích pod Prahou. Ukazatele termotolerantní (fekální) koliformní bakterie a *E. coli* byly ve Vltavě překročeny na 60 % profilů, na přítocích v 80 %, ukazatel intestinální enterokoky byl ve Vltavě překročen pouze na 20 % profilů, na přítocích však také v 80 %. Kontrolní profil Vltavy nad ÚČOV a profil Vltava – Klecany požadavky Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., splňovaly pro

všechny tři ukazatele. Výsledky ukázaly, že Vltava v Troji vykazuje – i přes přísun znečištění z mnoha zdrojů při průtoku Prahou (mj. jsou to výrazně znečištěné potoky Botič a Rokytka) – neočekávaně dobrou kvalitu vody. Podle původních předpokladů dochází v dalším úseku, kdy jsou do ní zaústěny odpadní vody čištěné na dvou vodních linkách ÚČOV Praha, k významnému zvýšení počtu mikrobiálních ukazatelů. A to i přes to, že ÚČOV je vybavena moderní čistírenskou technologií odpovídající požadavkům na nejlepší dostupné technologie čištění odpadních vod a aktivně provádí další kroky ke zlepšení jakosti vypouštěných vod, např. pomocí technologie dezinfekce vyčištěných odpadních vod UV zářením, která byla uvedena do zkušebního provozu v říjnu 2021. Jak ukazují grafy na obr. 6–14, dochází ve velmi vodné Vltavě k intenzivnímu naředění a samočištění, díky němuž je v úseku vodního toku od Sedlce, tj. cca 2 km pod ÚČOV, již řádově nižší fekální znečištění.

Překvapivé rozdíly byly zjištěny u mikrobiální kvality vody přítoků, do nichž jsou zaústěny odpadní vody z menších ČOV, Vltavy pod Prahou (obr. 6–14, tab. 4). Kritické znečištění bylo přinášeno Klecanským a Podmoráňským potokem, na něž jsou napojeny ČOV Klecany a Velké Přílepy, tj. cca 6 000 napojených obyvatel. Naopak nejnižší znečištění po celou dobu sledování vykazoval Přemýšlenský potok (ČOV Zdiby; 3 000 napojených obyvatel). Díky poměrně malé vodnosti znečištěných přítoků není ovlivnění Vltavy pod jejich zaústěním výrazné (obr. 14). Podle ČSN 75 7143 je vltavská voda na většině profilů „podmínečně vhodná“ pro závlahu, tj. počty termotolerantních (fekálních) koliformních bakterií a enterokoků se pohybují mezi 1 000 a 10 000 KTJ/100 ml [15].

Tab. 4. Výsledky klasifikace mikrobiologických ukazatelů

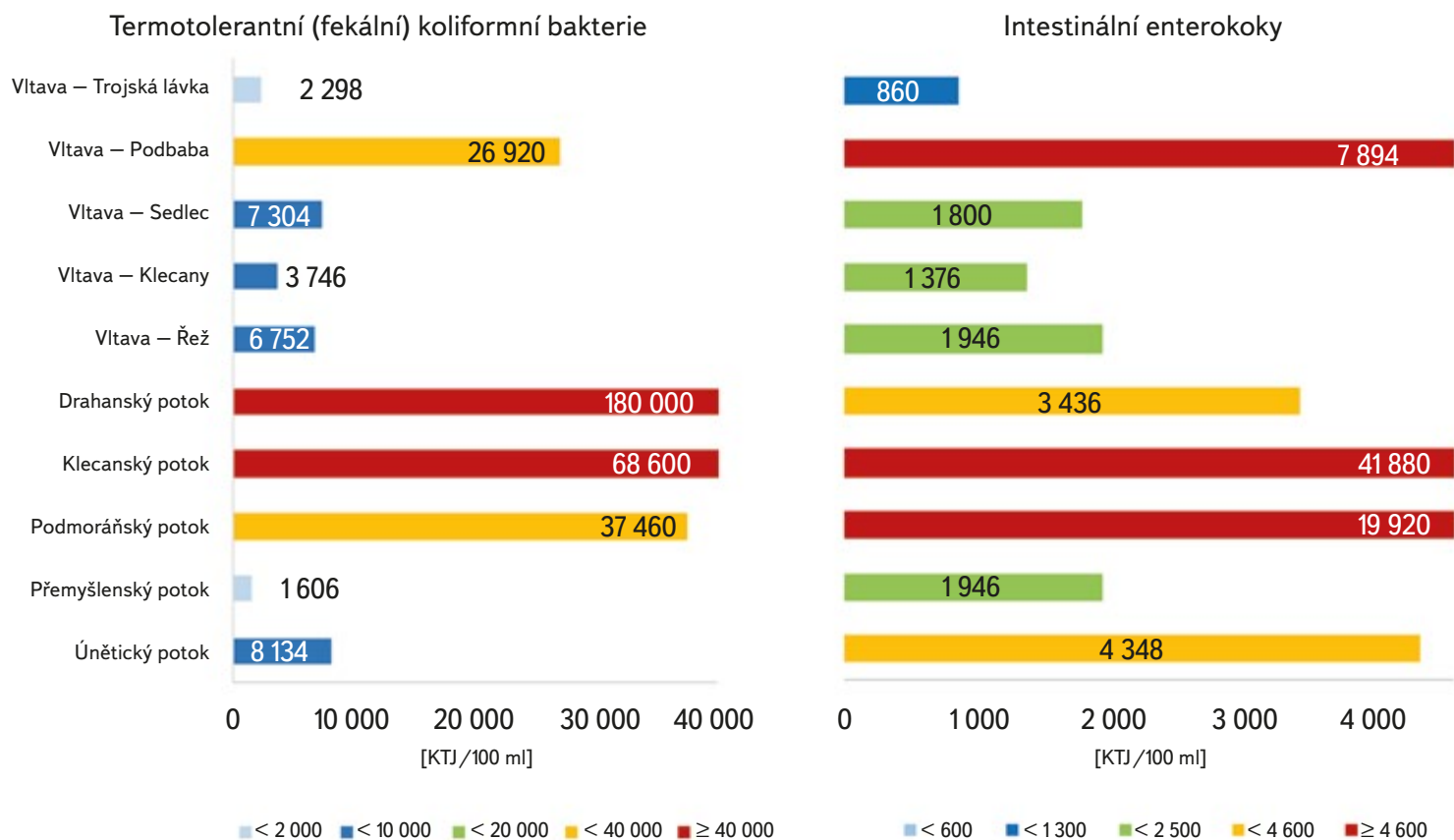
Tab. 4. Classification of microbiological parameters

Odběrový profil	Termotolerantní (fekální) koliformní bakterie		Intestinální enterokoky		<i>Escherichia coli</i>	
	P90/průměr [KTJ/100 ml]	min./max. [KTJ/100 ml]	P90/průměr [KTJ/100 ml]	min./max. [KTJ/100 ml]	P90/průměr [KTJ/100 ml]	min./max. [KTJ/100 ml]
Vltava – Trojská lávka	2 870/1252	60/5 400	1 300/567	48/4 800	1 940/992	50/5 400
Vltava – Podbaba	27 800 /17 167	800/79 000	9 610 /5 258	80/2 800	19 800 /10 758	200/36 000
Vltava – Sedlec	8 800 /4 145	600/20 000	1 800/1 045	130/5 200	4 800 /2 655	400/13 000
Vltava – Klecany	3 790/2 575	130/11 000	1 640/691	90/2 100	2 490/1 668	110/6 000
Vltava – Řež	7 820 /2 837	200/12 000	1 990/763	90/2 400	4 540 /2 006	110/9 000
Dražanský potok	12 000 /19 245	500/180 000	3 700 /4 363	190/34 000	12 000 /19 245	500/180 000
Únětický potok	9 410 /5 981	110/32 000	6 020 /2 177	200/7 400	8 440 /4 501	990/22 000
Přemýšlenský potok	2 090/1 146	70/5 800	1 990/1 478	20/9 600	1 730/907	70/3 800
Klecanský potok	117 000 /59 492	600/520 000	76 200 /19 108	600/120 000	93 600 /42 808	500/360 000
Podmoráňský potok	37 900 /23 625	2 000/39 000	20 800 /12 033	800/52 000	27 700 /16 142	1 700/30 000

Poznámka: tučně jsou vyznačeny hodnoty P90 přesahující NEK Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

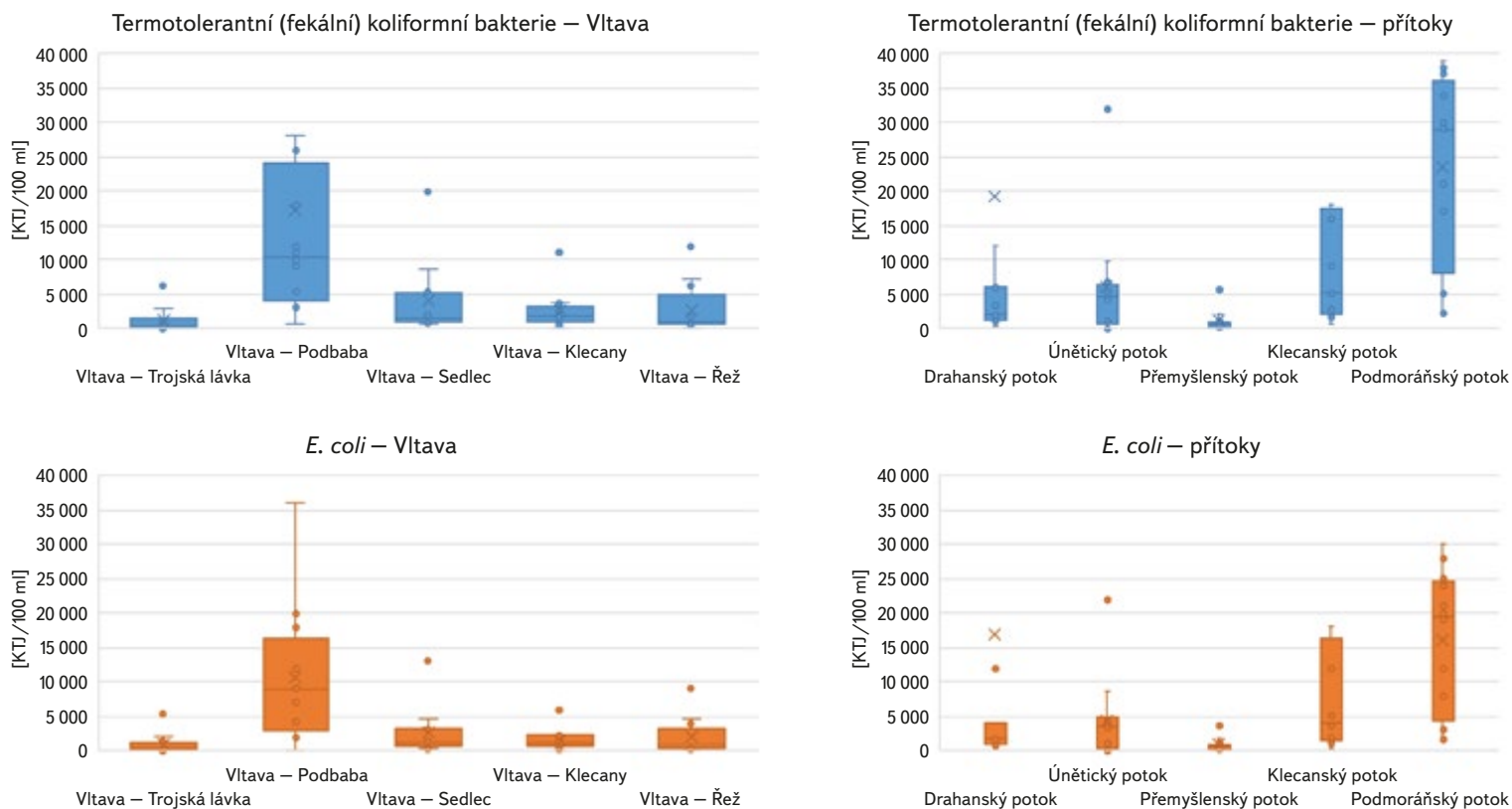
Výsledky byly dále hodnoceny podle Vyhlášky č. 238/2011 Sb., jež posuzuje jakost vody po ukončení koupacích sezon (ideálně 4) na základě jejího určení podle ukazatelů uvedených v tab. 3. Voda je klasifikována jako „nevyhovující“ ke koupání, jsou-li hodnoty některého z ukazatelů vyšší než hodnoty pro „přijatelnou“ jakost. Podle uvedeného hodnocení nebylo ve sledovaném období na žádném odběrovém profilu Vltavy dosaženo jakosti přijatelné ke koupání. Nicméně na profilu Vltava – Trojská lávka byly v období vhodném pro rekreaci, tj. od května do září, zjištěny počty KTJ v obou ukazatelích ve 100 % odpovídající

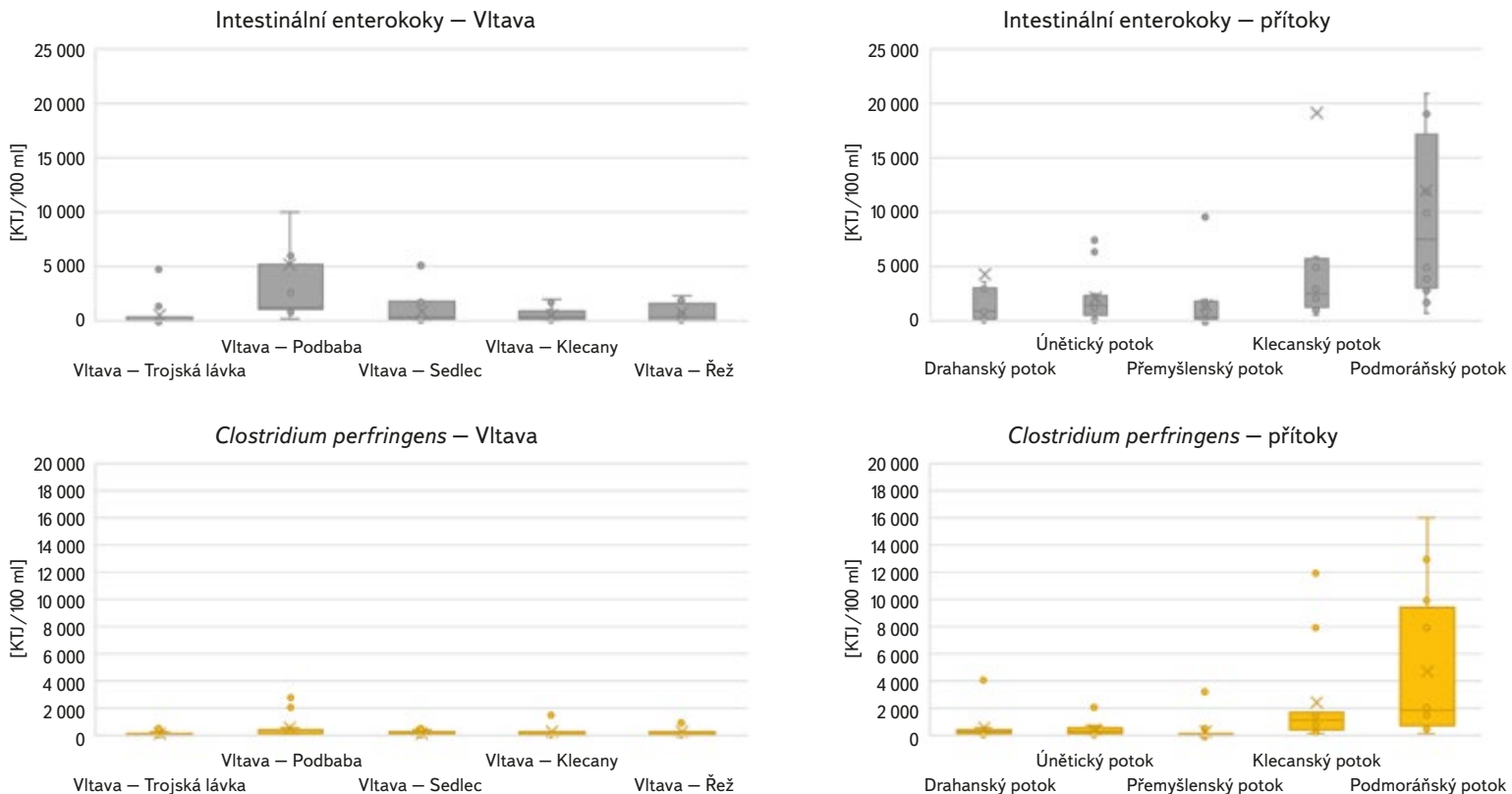
limitům pro „přijatelnou“ jakost. Profil je umístěn nedaleko slalomového kanálu Troja, kde dochází k častému kontaktu kanoistů s vodou. V dalším úseku vodního toku pod zaústěním ÚČOV se hodnoty pod limitem pro nepřijatelnou jakost objevovaly jen sporadicky. Lepší situace byla u intestinálních enterokoků. Na profilu Vltava – Řež vzdáleném cca 10 km od ÚČOV byly v období vhodném pro rekreaci, tj. od května do září, zjištěny počty KTJ v obou ukazatelích již v 70 % odpovídající limitům pro „přijatelnou“ jakost. Některé odběry byly prováděny po silných deštích, které negativně ovlivnily kvalitu vody (obr. 15).



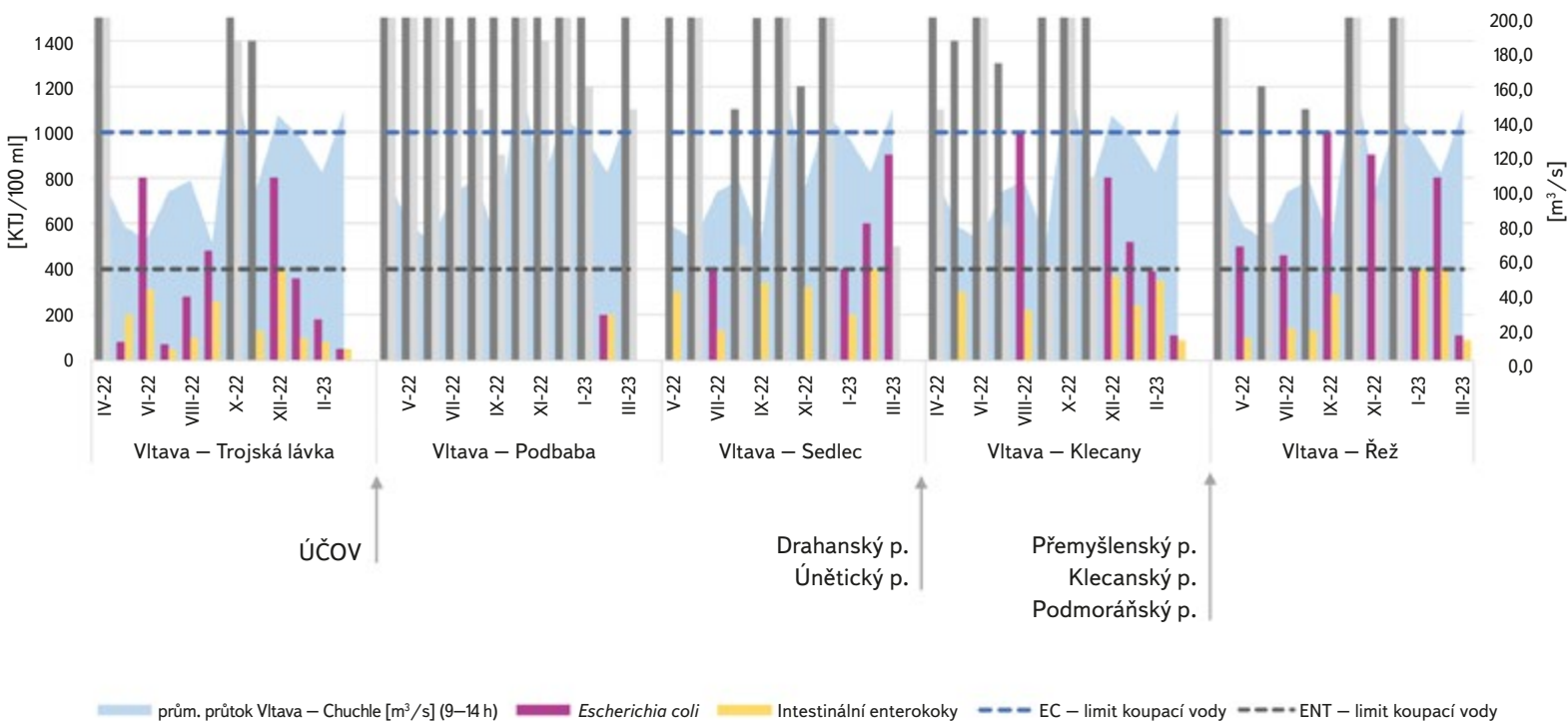
Obr. 5. Orientační určení kvality vody podle ČSN 75 7221 pro termotolerantní (fekální) koliformní bakterie a intestinální enterokoky

Fig. 5. Sampling sites pollution rate of thermotolerant (fecal) coliform bacteria and intestinal enterococci according to Czech technical norm ČSN 75 7221

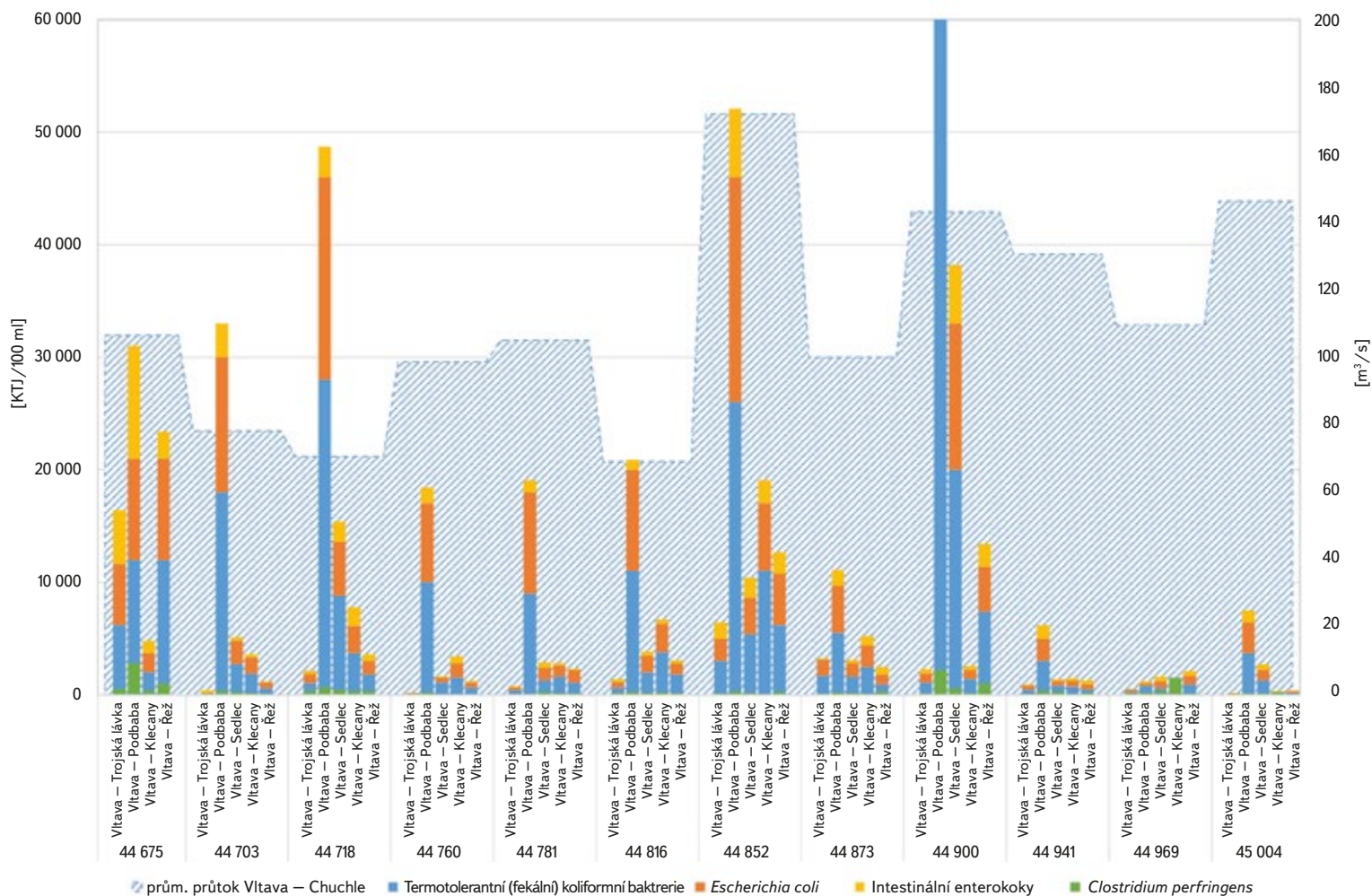




Obr. 6–13. Mikrobiální kvalita vody na sledovaných profilech Vltavy a přítoků
 Fig. 6–13. Microbial water quality of monitored sites of the Vltava and its tributaries



Obr. 14. Sezonní průběh počtů vybraných mikrobiologických ukazatelů ve Vltavě; šedou barvou jsou vyznačeny sloupce s hodnotami přesahujícími limit koupací vody *E. coli* (tmavě šedá) a limit koupací vody u intestinálních enterokoků (světle šedá)
 Fig. 14. Seasonal progress of selected microbial indicators in the Vltava; columns with values exceeding the bathing water limits are represented in gray color – dark gray for *E. coli*, light gray for enterococci



Obr. 15. Součet sledovaných mikrobiálních indikátorů v průběhu monitoringu v porovnání s průtoky Vltavy

Fig. 15. Sum of selected microbial indicators during the monitoring in comparison of Vltava's flow rate

DISKUZE

Provedená studie měla za cíl zmonitorovat aktuální stav jakosti vody ve Vltavě od Trojské lávky po pěší lávku v Řeži, spolu s několika významnějšími přítoky, do nichž jsou zaústěny menší ČOV. Kvalita vody v této části Vltavy není systematicky sledována a nabízí předpoklad velmi silného znečištění jak z mnoha zdrojů po průtoku Prahou, tak zaústěním čistěných odpadních vod z ÚČOV Praha na Císařském ostrově. Roční monitoring této oblasti byl cílen na zjištění omezení využitelnosti vltavské vody pro její další užívání, např. pro rekreaci a závlahy. Výsledky ukázaly, že Vltava má obrovskou kapacitu příjmu znečištění a jeho eliminace. Nicméně využitelnost vody pro rekreaci je v relativně krátkém úseku pod ústím ÚČOV zcela omezena. Po několika kilometrech však dochází z pohledu mikrobiální kontaminace k regeneraci vodního toku, pravděpodobně díky silnému naředění, sedimentaci a aktivním samočisticím procesům. Přestože studie nebyla zaměřena na sledování změn vlivem klimatických epizod, bylo zjištěno, že oba extrémní stavy – sucho s nízkými průtoky a silné příválové deště – mají negativní vliv na aktuální jakost vody. Nízké průtoky omezí možnost naředění přinášeného znečištění, které bylo patrné již na kontrolním profilu v Troji, naopak příválové deště zhoršují kvalitu vody ve Vltavě i v přítocích vlivem splachů plošného znečištění a zaústěním dešťových odlehčovačů přímo do recipientů.

Mikrobiální jakost vody ve Vltavě pod Prahou nebyla v uplynulých letech systematicky sledována nebo data nebyla publikována. Profily sledované v rámci

programu monitoringu povrchových vod jsou v úseku Vltavy pod Prahou poměrně málo husté z důvodu větší velikosti vodních útvarů. Vltava je pravidelně monitorována v reprezentativních proflech Vrané nad Vltavou a Zelčín. Na území Prahy je podrobně sledována jakost vody na profilu Vltava – Podolí a základní fyzikálně-chemické a mikrobiologické ukazatele jsou sledovány na profilu Praha – Troja. Na profilu Praha – Podolí provádějí monitoring také Pražské zedárny a kanalizace, a. s.

První, zcela unikátní bakteriologická studie Vltavy byla provedena roku 1931 Křebou a Dvořákem [5, 12]. V rámci této studie došlo k jednorázovému sledování přítomnosti mikroorganismů. Odběry byly provedeny v krátkém časovém intervalu (3 dny) v dubnu, aby byly co nejméně ovlivněny klimatickými a jinými faktory. Ve vytyčeném úseku, který začínal nad Prahou zbraslavským mostem a končil pod Prahou pod jezem v Roztokách, byly odebrány vzorky z obou břehů. Odběrová místa byla volena tak, aby bylo možné zachytit každý zdroj znečištění. V souladu s tehdejšími metodami byly stanoveny „počty *bact. coli* v 1 l“ (modifikovaná Ficker-Partišova metoda na Endo agaru) a „počty zárodků v 1 ml“. Předpokládáme, že metoda stanovení *bact. coli* by mohla být srovnatelná s dnešní metodou stanovení koliformních bakterií na Endo agaru [4]. Porovnání historických a současných dat je uvedeno v tab. 5.

Dalším zdrojem starších dat byla studie Baudišové [13, 14], jež se v roce 1997 věnovala mikrobiální jakosti vody v Labi a dolní Vltavě. Studie byla zaměřena

na jakost vody před ústím Vltavy do Labe a byly v ní sledovány koliformní bakterie a termotolerantní (fekální) koliformní bakterie. Zjištěné hodnoty na profilech Podolí, Troja, Roztoky a Zelčín jsou uvedeny v tab. 5. Porovnání hodnot koliformních bakterií v 1 l vody z uvedených tří období ukázalo na řádový pokles mikrobiální kontaminace od roku 1931 na profilech Podbaba a Roztoky. Ve všech třech

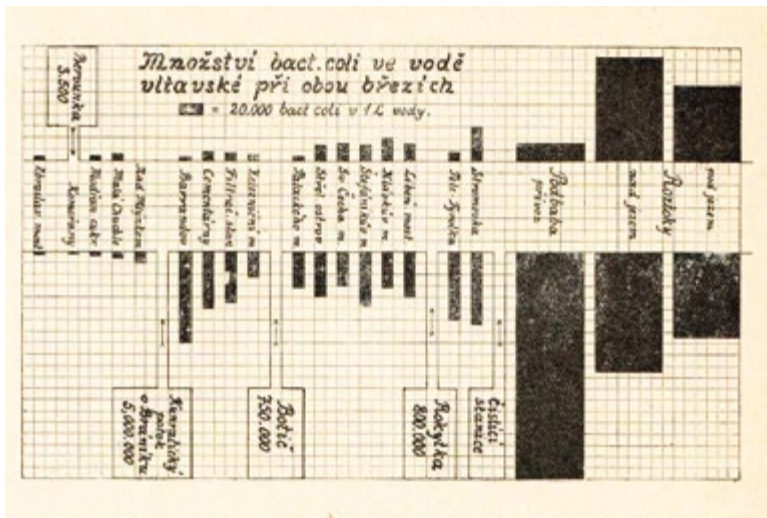
obdobích je patrné zvýšení mikrobiální kontaminace pod zaústěním ÚČOV, přičemž současný stav je díky pokročilým čistírenským technologiím nejpříznivější.

Tab. 5. Porovnání současného stavu s historickými údaji o fekálním znečištění Vltavy

Tab. 5. Comparison of present fecal pollution situation with historical data

	1931 (Kredba)	1996 (Baudišová)	2022–2023	
Místo odběru	<i>bact. coli</i> (levý/pravý břeh) – jednorázový odběr	Koliformní bakterie (roční průměr)	Termotolerantní (fekální) koliformní bakterie (roční průměr)	Termotolerantní (fekální) koliformní bakterie (roční průměr)
			[KTJ/1 000 ml]	
Podolí	-	77 000	22 000	-
Troja	-	57 000	23 000	12 500
Stromovka přívoz	30 000/64 000	-	-	-
Podbaba	94 000/1 200 000	-	-	171 670 (levý břeh)
Roztoky nad jezem	550 000/630 000	2 384 000	922 000	2 000*
Roztoky pod jezem (Klecany)	400 000/450 000	-	-	25 750 (levý břeh)
Zelčín (před ústím do Labe)	-	1 309 000	576 000	-

*jednorázový odběr 25. dubna 2022



Obr. 16. Množství *bact. coli* ve Vltavě v roce 1931

Fig. 16. Amount of *bact. coli* in the Vltava river in 1931

ZÁVĚRY

Aktualizace historických dat popisujících mikrobiální kontaminaci vody ve Vltavě pod Prahou ukázala na příznivý trend vývoje, který je důsledkem zlepšujících se technologických postupů čištění odpadních vod.

Bylo zjištěno, že fekální kontaminace kontrolního profilu Vltava – Troja je neočekávaně nízká, přestože získává znečištění z mnoha zdrojů na území hlavního města Prahy. Voda na tomto profilu vykazovala v období, kdy by mohla být rekreačně využívána, „přijatelnou“ jakost podle Vyhlášky č. 238/2011 Sb.

Jakost vody na ostatních profilech byla silně ovlivněna vypouštěnými čišťnými odpadními vodami z obou vodních linek ÚČOV a v oblasti poblíž

odběrového profilu byla silně snížena její další využitelnost, zejména pro rekreaci.

V dalším úseku vodního toku Vltavy však došlo díky nařazení, sedimentaci a čistícím procesům k rychlému zlepšení stavu a jakost vody na vzdálenějších profilech již při některých odběrech v období možné letní rekreace vykazovala „přijatelnou jakost“.

Přestože studie nebyla zaměřena na sledování změn vlivem klimatických epizod, bylo zjištěno, že oba extrémní stavy – sucho s nízkými průtoky a silné přivalové deště – mají negativní vliv na aktuální jakost vody. Nízké průtoky omezí možnost nařazení přinášeného znečištění, které bylo patrné již na kontrolním profilu v Troji, naopak přivalové deště zhoršují kvalitu vody ve Vltavě i v přítocích vlivem splachů plošného znečištění a zaústěním dešťových odlehčovačů přímo do recipientů.

Studie ukázala poměrně dobrý potenciál možného využití Vltavy v Praze i pod Prahou, s výjimkou úseku silně ovlivněného ústím čistěných odpadních vod z ÚČOV Praha. Obecně by bylo vhodné zaměřit se na zvýšení informovanosti prostřednictvím této i podobných studií, aby mohla být voda lépe využívána a naopak, aby neznamenala hygienicky významné riziko (možnost přítomnosti patogenních mikroorganismů, včetně nositelů antibiotické rezistence) při jejím nevhodném využívání.

S ohledem na rostoucí požadavky na ochranu zdraví lidské populace a zlepšování jakosti vody v tocích na úroveň standardů evropských směrnic je nezbytné zaměřit více pozornosti na monitoring mikrobiologických ukazatelů jakosti vody, než zabezpečuje současný rutinní systém sledování.

Poděkování

Príspevek vznikl za podpory Institucionálních prostředků na rozvoj výzkumné organizace VÚV TGM v rámci interního grantu č. 3600.52.24/2022 a projektu SS02030008 „Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost“ (CEVOOH).

Literatura

- [1] FUKSA, J. K., SMETANOVÁ, L. The Influence of the City of Prague on Pollution of Vltava and Czech Elbe. In: *Magdeburský seminář o ochraně vod MGS-2021. Sborník abstraktů*. Magdeburg: MKOL/IKSE, 2021, s. 133–134.
- [2] FUKSA, J. K., SMETANOVÁ, L. Vliv Prahy na jakost vody ve Vltavě a v českém Labi. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2022, 64(3), s. 4–14. DOI: 10.46555/VTEI.2022.03.002.
- [3] BAUDIŠOVÁ, D., BOBKOVÁ, Š., JAKUBŮ, V., JELIGOVÁ, H., KOŽÍŠEK, F. Bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* v recyklovaných vodách, metody jejich stanovení a citlivost na vybraná antibiotika. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2022, 64(4), s. 4–10. DOI: 10.46555/VTEI.2022.05.002.
- [4] BAUDIŠOVÁ, D. *Metody mikrobiologického rozboru vody (příručka pro analytické laboratoře)*. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2020. 124 s. Výzkum pro praxi, sešit 65.
- [5] KREDBA, M., DVOŘÁK, V. Znečištění Vltavy v Praze. Bakteriologická studie. *Časopis lékařů českých*. 1931. [6] ČSN 75 7835. *Jakost vod – Stanovení termotolerantních koliformních bakterií a Escherichia coli*, duben 2009, 12 s.
- [7] ČSN EN ISO 7899-2. *Stanovení fekálních streptokoků. Část 2: Metoda membránových filtrů*, květen 2001, 12 s.
- [8] Vyhláška č. 252/2004 Sb., Příloha 6 – Hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, duben 2004, 18 s.
- [9] ČSN 75 7221. *Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod*, listopad 2017, 17 s.
- [10] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., *Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech*, leden 2016, 69 s.
- [11] Vyhláška č. 238/2011 Sb., *Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch*, srpen 2011, 87 s.
- [12] KREDBA, M., DVOŘÁK, V., BYČICHIN, A. Znečištění Vltavy a Labe pod Prahou. Bakteriologická studie. *Časopis lékařů českých*. 1932.
- [13] BAUDIŠOVÁ, D., FUKSA, J. Jakost vody v Labi a dolní Vltavě – mikrobiologické ukazatele. *Bulletin Projektu Labe*. 1997, 13.
- [14] BAUDIŠOVÁ, D. Mikrobiální zatížení Labe. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 1998, 40(11–12), s. 409–416. ISSN 0322-8916.
- [15] ČSN 75 7143 (757143). *Jakost vod. Jakost vody pro závlahu*.

Autoři

RNDr. Hana Zvěřinová Mlejnková, Ph.D.

✉ hana.mlejnkova@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-3892-6226

Mgr. Adam Šmída

✉ adam.smida@vuv.cz
ORCID: 0009-0008-8187-6966

Ing. Vojtěch Valášek

ORCID: 0000-0002-8676-9288

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha

Príspevek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2023.05.002

THE INFLUENCE OF WASTEWATER ON MICROBIAL CONTAMINATION OF THE VLTAVA UNDER PRAGUE

ZVĚŘINOVÁ MLEJNKOVÁ, H.; ŠMÍDA, A.; VALÁŠEK, V.

T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague

Keywords: microbial contamination – Vltava – WWTP – fecal pollution

In terms of public health care the most important indicator in surface water surveillance is microbial fecal contamination. The most significant source of microbial contamination of surface water is waste water from WWTPs. Around 90 % population of CR use their local public sewage system which is linked to WWTP, cleaned and discharged to recipient waters. Monitoring of the microbial contamination of the Vltava river below the Prague WWTP showed the level of fecal pollution in the 10km section below the wastewater estuary in periods with different flow rates. Smaller tributaries of the Vltava, which bring treated wastewater from local WWTPs to the Vltava, were monitored as additional sources. From April 2022 to March 2023, the numbers of *Escherichia coli*, enterococci, thermotolerant coliform bacteria and *Clostridium perfringens* were monitored on 10 profiles. The monitoring results showed relatively significant microbial pollution of the Vltava river in the area of Prague WWTP discharge but simultaneously shows the river's substantial self-cleaning ability. This creates a good potential for the river's future utilization in the monitored area with the exception of the WWTP area. This study could be used to raise public awareness in order to minimize the health risk (possible presence of pathogenic microorganisms including the carriers of antimicrobial resistance) caused by the river's inappropriate utilization.