uplatnil 0,1 M NaOH, ktorý bol schopný uvoľniť až 78,47 % naadsorbovaného množstva As(V).

Poďakovanie: *Článok vznikol s podporou projektu Program na podporu mladých výskumníkov STU v Bratislave.*

Literatúra/References

[1] Ungureanu, G. et al. Arsenic and antimony in water and wastewater: Overview of removal techniques with special reference to latest advances in adsorption. In Journal of Environmental Management, 2015, vol. 151, s. 326–342.

[2] Squibb, K. S.; Fowler, B. A. Biological and environmental effects of arsenic: The toxicity of arsenic and its compounds. Amsterdam: Elsevier, 1983. 292 s. ISBN 978-0-444-80513-3.

[3] Pal, P. Groundwater Arsenic Remediation: Treatment Technology and Scale Up. Oxford: Elsevier, 2005. 326 s. ISBN 978-0-12-801281-9.

[4] Zakhar, R. et al. Výskyt arzénu v pitných vodách a metódy jeho odstraňovania. In Vodní hospodářství, 2018, vol. 68, s. 1–3.

[5] Singh, R. et al. Arsenic contamination, consequences and remediation techniques: A review. In Ecotoxicology and Environmental Safety, 2015, vol. 112, s. 247–270.

[6] Bodík, I. a i. Laboratórium odboru II - environmentálne technológie. Bratislava: Vydavateľstvo SCHK FCHPT STU, 2016. 285 s. ISBN 978-80-89597-47-5.

[7] Lin, J.; Wang, L. Comparison between linear and non-linear forms of pseudo-first-order and pseudo-second-order adsorption kinetic models for the removal of methylene blue by activated carbon. In Front. Environ. Sci. Eng. China, 2009, vol. 3, no. 3, s. 320–324.

[8] Markoš, J.; Steltenpohl, P. Separačné procesy II. Bratislava: Vydavateľstvo FCHPT STU, 2017. 341 s. ISBN 978-80-89597-74-1.

[9] Chang, Q. et al. Preparation of iron-impregnated granular activated carbon for arsenic removal from drinking water. In Journal of Hazardous Materials, 2010, vol. 184, no. 1– 3, s. 515–522.

[10] Shah, I. et al. Iron impregnated carbon materials with improved physicochemical characteristics. In Materials Science and Engineering B, 2015, vol. 201, s. 1–12.

[11] Beinrohr, E. et al., 2010: Stanovenie arzénu vo vodách rozpúšťacou chronopotenciometriou. Chemagazín, Číslo 2, Ročník XX, 2010, 8–10.

[12] Roy, P. et al. Modeling of the adsorptive removal of arsenic: A statical approach. In Journal of Environmental Chemical Engineering, 2014, vol. 2, no. 1, s. 585–597.

[13] Das, B. et al. Insight into adsorption equilibrium, kinetics and thermodynamics of lead onto alluvial soil. In J. Environ. Sci. Technol., 2013, vol. 11, no. 4, s. 1101–1114.

[14] Foo, K. Y.; Hameed, B.H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. In Chem. Eng. J., 2010, vol. 156, no. 1, s. 2–10.

Ing. Ronald Zakhar[1] (autor pre korešpondenciu)
Ing. Ivana Zembjaková[1]
Ing. František Čacho, PhD.[2]
prof. Ing. Ján Derco, DrSc.[1]

[1] Oddelenie environmentálneho inžinierstva, ÚCHEI
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
Slovenská technická univerzita
Radlinského 9
812 37 Bratislava

[2] Ústav analytickej chémie
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
Slovenská technická univerzita
Radlinského 9
812 37 Bratislava
ronald.zakhar@stuba.sk

Granular ferric oxide as an effective adsorbent for pentavalent arsenic removal from water (Zakhar, R.; Zembjakova, I.; Cacho, F.; Derco, J.)

Abstract

The article focuses on the isotherm and kinetic studies of pentavalent arsenic As(V) adsorption unto granular ferric oxide (GFO). For As(V) the equilibrium adsorption time was investigated. Nonlinear regression of Langmuir (LI), Freundlich (FI), Dubinin–Radushkevich (D–RI), Redlich–Peterson (R–PI) and Sips (SI) isotherms were applied to portray the data obtained from the adsorption studies. From the results of the work it follows; that correlation coefficient (R_{xy}) of R–PI and SI models were the highest (R_{xy}=0.96). The maximum monolayer coverage (a_{max}) from the LI model was determined to be 1 900 $\mu g \cdot g^{-1}$ and the separation factor (R_L) indicating a favorable sorption experiment. The calculated maximum monolayer coverage is in good agreement with the experimentally determined maximum monolayer coverage of GFO, which was 2 007 $\mu g \cdot g^{-1}$. Also from FI model, the sorption intensity (n) indicated a favorable sorption process. The mean free energy of D–RI (E_v) was estimated to be 0.052 $kJ \cdot mol^{-1}$ which vividly proved that As(V) adsorption experiment followed a physical process. The kinetic data was the best described using the pseudo–first order kinetic model with a correlation coefficient equal to 0.99. As(V) was efficiently recovered from adsorbent by 0.1 M NaOH desorbing solution during one cycle with a desorption efficiency of 78.47 %.

Key words
adsorption – arsenic – granular ferric oxide – adsorption isotherms – kinetic models

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 31. srpna 2020. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků.
Příspěvky posílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.

Praha a možnosti vodní rekreace – od historie po současnost

Hana Mlejnková, Lucie Jašíková, Tomáš Fojtík, Marcela Makovcová, Eva Juranová, Petr Pumann

Abstrakt

Obliba vodního prostředí k trávení volného času je rozšířena od nepaměti i mezi obyvateli velkých měst, včetně Prahy. Zde byla již v roce 1809 založena nejstarší veřejná říční plovárna ve střední Evropě. Zájem o aktuální znalost současných možností vodní rekreace na území Prahy vedl Magistrát hlavního města Prahy k zadání studie „Možnosti vodní rekreace na území hlavního města Prahy (od historie po současnost)" v rámci projektu „Praha – Pól růstu II". V letech 2018 a 2019 byl realizován průzkum aktuálního stavu, priorit obyvatel Prahy a potenciálních možností zvýšení počtu míst ke koupání a rekreaci u vody na území Prahy. Bylo prověřeno cca 150 míst, z nichž bylo vybráno 57 pro bližší monitoring jakosti vody a hodnocení jejich stavu a potenciálu. Pro posouzení jakosti vody těchto lokalit bylo v roce 2019, alternativně k Vyhlášce 238/2011 Sb., navrženo „orientační posouzení aktuálního stavu přírodních nádrží". Výsledky studie, obsahující popisy a lokalizace všech koupacích možností v Praze, včetně provozovaných koupališť a bazénů s odkazy na aktuální webové stránky, jsou zapracovány do webové mapové prohlížečky a zpřístupněny veřejnosti na adrese www.dibavod.cz/vodni-rekreace-praha. Charakteristiky námi sledovaných lokalit obsahují informace z monitoringu jakosti vody z let 2018–2019 a vizuální hodnocení jejich stavu. Závěrem studie je příznivá informace o velkém potenciálu pražských rekreačních možností v blízkosti vody. Byla nalezena velmi zajímavá a přitom málo známá místa, s dobrou kvalitou vody, která by se mohla po nenáročných úpravách stát vítanými alternativami v současné době využívaných koupacích míst v Praze.

Klíčová slova
rekreace – přírodní nádrže – Praha – kvalita vody – rybníky – plovárna – Vltava – Berounka

Úvod

Pobyt u vody a její rekreační využití je vyhledáváno od nepaměti i ve velkých městech. Mají zde svou tradici říční plovárny, které v přeplněných centrech zpestřují využití nábřeží k relaxaci.

Při pohledu do historie [1–4] zjistíme, že první říční plovárna v Praze byla vybudována již v roce 1809 u břehu pražského Františku. Jednalo se o vojenskou plovárnu, která od roku 1817 sloužila i pro civilní obyvatele. V roce 1840 vznikla na protějším břehu tzv. Občanská plovárna (**obr. 1**). Plovárna byla postavena podle návrhu architekta Josefa Krannera v klasicistním stylu. Obyvatelé Prahy se zde koupali mezi dřevěnými pontony v řece. Plovárna nesloužila jen k rekreaci u vody, ale pořádaly se zde i koncerty a plavecké soutěže.

Plovárna vznikla také na Vltavě pod Vyšehradem v roce 1894. Staroměstský břeh u křižovnického kláštera byl tradičním místem říčních lázní zvaných Humanka. Tyto říční lázně nesloužily k rekreačním účelům, ale ke skutečné očistě těla pro dělníky a služebnictvo. Další říční plovárna v Praze „Slovanka" byla vybudována v roce 1899 v samotném centru města nedaleko Slovanského ostrova u Žofína. Byla zhotovena z dřevěných pontonů, uprostřed nichž nabízela různě hluboké bazény vhodné i pro neplavce. Jiné plovárny by na počátku 20. století bylo možné navštívit v Braníku na Mlýnku, pod zlíchovským kostelíkem, na ostrově Štvanici či na Císařské louce.

V Podolí vznikly První podolské lázně, jejichž založení má na svědomí několik podolských usedlíků, kteří se v roce 1903 rozhodli, že si postaví vlastní koupadlo. Původně skromné lázně s dřevěným prámem s koupacím bazénem se postupně zvětšovaly, jak přibývalo návštěvníků. Na břehu vznikly dřevěné kabinky, moderní pískové, sluneční a sprchové lázně. Nedaleko Prvních podolských lázní byly vybudovány Železniční lázně, které nabízely ještě větší komfort. Z důvodu odlišení obou lázní se dřevěné ohrady natřely jinými barvami a od těch dob se jedněm říkalo Žluté lázně a druhým Modré lázně. K jejich sloučení došlo po znárodnění v roce 1949.

V roce 1922 vznikla v Podolí Mejzlíkova plovárna, která také fungovala jako klubové tréninkové centrum pro nedaleký sportovní klub Vyšehrad. Na Zbraslavi vznikly na konci 19. století slavné říční lázně pana Antonína Šůry alias Důry, jak byl přejmenován v novele Vladislava Vančury „Rozmarné léto". Tato plovárna na romantickém místě obklopeném skalami a zalesněnými vrchy fungovala až do roku 1954. Vzpomínky na pražské plovárny na Vltavě je možné si oživit v pořadech Karla Čáslavského „Hledání ztraceného času – Vltava v obrazech", díly 76, 77, 79, 80, 83 [4].

Na **obr. 2** je znázorněn vývoj vzniku a zániku říčních plováren v Praze od počátku 19. století. K zániku říčních plováren v polovině 20. století přispěla zhoršená kvalita vody ve Vltavě a vybudování Vltavské kaskády, což sebou neslo snížení teploty ve Vltavě, a také výstavba moderních umělých koupališť a bazénů po celé Praze. Nicméně existují nové aktivity, které by mohly trend občanských plováren do Prahy vrátit v podobě plovoucích lázní u Rašínova nábřeží (**obr. 1**). Podle zadání Magistrátu hlavního města Prahy byla zpracována podrobná koncepční a architektonická studie a snad brzy dojde i k samotné realizaci.

Rozsáhlé území hlavního města Prahy nabízí velké množství umělých venkovních i krytých plováren, avšak možnosti rekreace na přírodních koupalištích jsou, podle průzkumu u Pražanů, v katastru Prahy nedostatečné. Reálně se však na území Prahy nachází mnoho potenciálních lokalit, využitelných k rekreaci u vody, také tradiční říční plovárny by mohly být opět uvedeny do života.

Charakterizace současného stavu je cílem projektu „Možnosti vodní rekreace na území hlavního města Prahy (od historie po současnost)", který je financován Magistrátem hl. města Prahy v rámci Operačního programu Praha – Pól růstu ČR/Rekreační potenciál vody v Praze – stav a výhledy 2018–2020. Úkolem projektu, který je řešen od roku 2018, je prověřit současný stav a možnosti vodní rekreace na území Prahy (říční plovárny, koupaliště, vodní nádrže aj.) a jejich potenciál, včetně dosud aktivně nevyužívaných vodních ploch a zvýšit informovanost občanů o pražských rekreačních možnostech.

Metodika

Terénní šetření a monitoring kvality vody

První etapa prací zahrnovala důkladný průzkum aktuálního stavu rekreačních možností v Praze a hledání méně známých míst. K tomu byly využity mapy, letecké snímky, současná i historická literatura [1, 2], média [3], webové prostředí, sociální sítě, ústní sdělení a dotazníkové šetření. Lokality pro studii byly vybírány mezi koupacími vodami s cíleně rozdílnými typy vodních ploch, tj. říční plovárny, rybníky, zatopené lomy, požární a retenční nádrže a revitalizované vodní plochy, které spadají do kategorie tzv. „ostatní vodní plochy". Z výběru byla vyčleněna oficiální koupací místa a koupaliště s provozovateli, jejichž kontrola jakosti je zajištěna provozovatelem a orgánem ochrany veřejného zdraví.

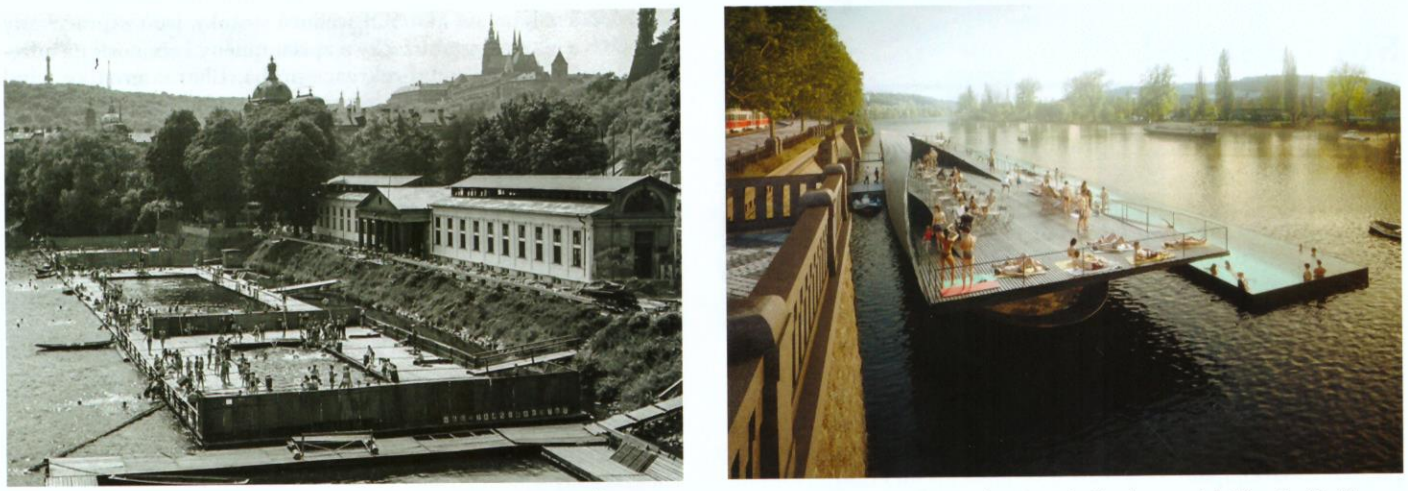
Na vybraných lokalitách byl, po primární průzkumné návštěvě, realizován v letní sezoně 2018 a 2019 terénní průzkum a monitoring jakosti vody. V období červen až září bylo uskutečněno 8 sérií odběrů vzorků a průzkumných terénních šetření.

Z mikrobiologických parametrů byly stanovovány enterokoky (podle ČSN EN ISO 7899-2), *Escherichia coli* a fekální koliformní bakterie (podle ČSN 75 7835), dále byla měřena teplota vody, průhlednost Secchiho deskou, vizuálně bylo stanovováno znečištění vody a blízkého okolí odpady, přírodní znečištění a výskyt sinic (vodní květ). Mikrobiologické analýzy byly prováděny standardními kultivačními metodami, výskyt sinic byl určován vizuálně, v případě potřeby potvrzení mikroskopicky. Kromě uvedených ukazatelů, byl hodnocen celkový estetický dojem, sociální zázemí, aktuální počet rekreantů, přístup do vody, dostupnost a další faktory.

Hodnocení a zpracování dat

Hodnocení jakosti koupacích vod je v ČR upraveno zákonem č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví [5] a prováděcí Vyhláškou č. 238/2011 Sb. [6], která pro přírodní koupací vody zavádí 5 kategorií: 1) voda vhodná ke koupání; 2) voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi; 3) zhoršená jakost vody; 4) voda nevhodná ke koupání; 5) voda nebezpečná ke koupání – zákaz koupání. Hodnocení vychází pro mikrobiologické ukazatele z výsledků získaných za čtyři koupací sezony, pro ostatní ukazatele (např. sinice) podle posledního rozboru.

V našem případě byla možnost monitoringu ve více sezonách omezená, proto jsme pro náš účel navrhli zjednodušený postup orientačního posouzení přírodních nádrží, kterým lze hodnotit i jednorázový odběr (**tab. 1**). Tímto postupem jsou nádrže zařazeny do 3 kategorií



Obr. 1. Občanská plovárna na Vltavě pod Letnou – zdroj: ČT24/Pražské plovárny kdysi a dnes (vlevo), Návrh plovoucích lázní u Rašínova nábřeží – autor: Magistrát hl. m. Prahy (vpravo)

(„vyhovující“, „vyhovující s výhradou“ a „nevyhovující“). Přiřazené limity byly inspirovány Vyhláškou č. 238/2011 Sb. a reálným stavem průběžného hodnocení. Jsme si vědomi, že se jedná o zjednodušení, které přináší do hodnocení více nejistoty (tj. vyššího rizika falešně negativních i falešně pozitivních hodnocení ve srovnání s vyhláškou) zvláště u hodnocení indikátorů mikrobiálního znečistění.

Tento systém hodnocení byl využíván pro hodnocení výsledků našeho výzkumného projektu a bude navržen pro další použití pro potřeby orientačního posouzení stavu. Terminologie hodnocení je volena tak, aby nedocházelo k záměně s hodnocením prováděným orgánem ochrany veřejného zdraví. Hlavním rozdílem obou hodnocení je váha ukazatele „průhlednost“, která je charakterizována jako „nevyhovující“, pouze když je předpoklad, že není způsobena pro lokalitu typickým přirozeným zákalem, který nemá původ v přítomných organismech. V případě pochybnosti o původu snížení průhlednosti musí být mikroskopicky nebo fluorimetricky prověřen výskyt sinic; vyskytuje-li se ve stupni III., tj. více než 100 000 b/ml, nebo chlorofyl-a v koncentraci vyšší než 50 μg/l [6], je vzorek označen za „nevyhovující“.

Veškeré informace o sledovaných lokalitách byly zpracovány do jednotných pasportů, které byly uloženy do mapových vrstev v GIS-ovém prostředí. Pasporty obsahují výsledky posouzené dle uvedené orientační stupnice, popis a fotodokumentaci jednotlivých nádrží. Výsledky jsou zpřístupněny veřejnosti na webových a facebookových stránkách projektu.

Od roku 2018 probíhá dotazníkové šetření, které obsahuje dotazy na názory na současný stav rekreace v Praze, preference, potřeby a přání, s cílem získání informací o aktuálním vztahu obyvatel Prahy k rekreaci u vody.

Obr. 2. Vývoj vzniku pražských říčních plováren

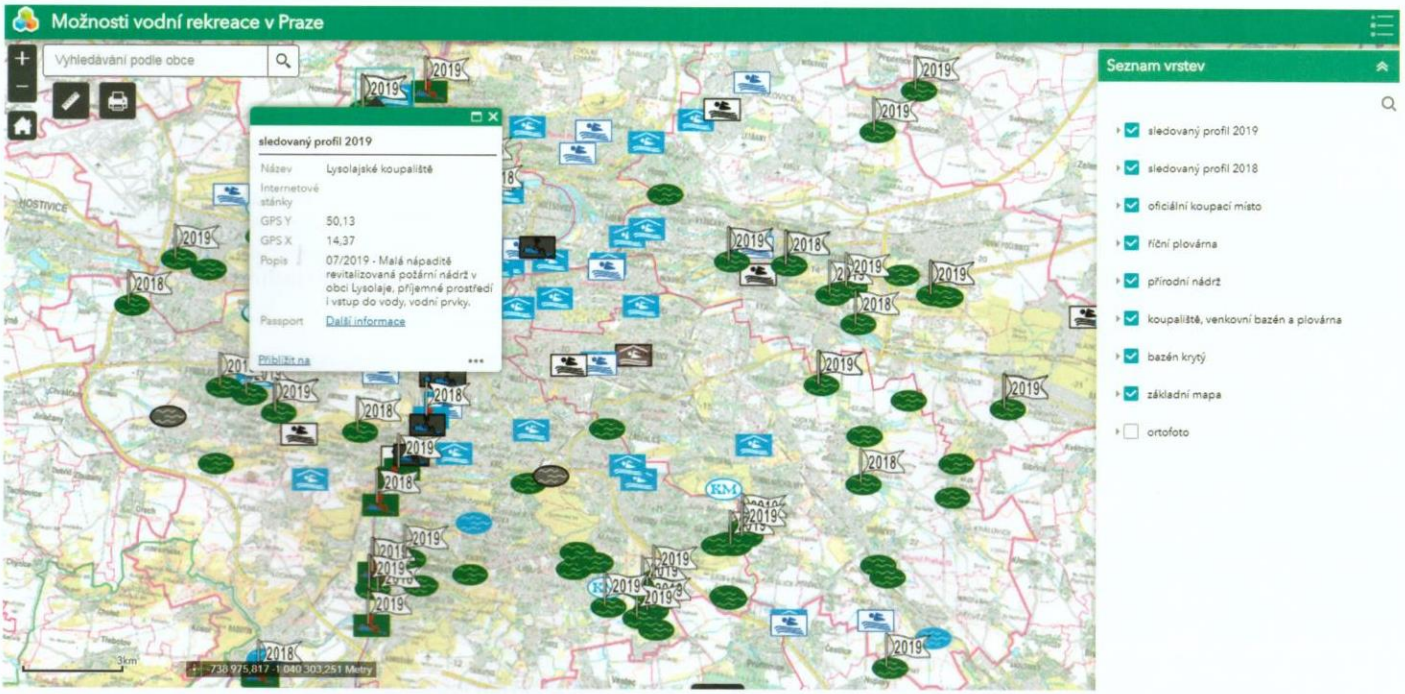
Výsledky a diskuse

Na území Prahy bylo v rámci naší studie identifikováno 156 současných a zaniklých koupacích míst, která jsme rozdělili do 4 kategorií: říční plovárny (23); přírodní nádrže (73); kryté bazény (38) a koupaliště, venkovní bazény a plovárny (22). Do kategorie „říční plovárny“ byla zařazena vybraná místa na Vltavě a Berounce, která jsou využívána nebo mají potenciál k rekreačnímu využití (11), a plovárny, které jsou v dnešní době již zaniklé (11). Poslední provozovanou říční plovárnou jsou Žluté lázně na Vltavě (ani v tomto případě se však nejedná o oficiální přírodní koupaliště s kontrolou jakosti vody). Většina tzv. „ostatních vodních ploch“, která by mohla rozšířit počet míst k rekreaci, spadá do kategorie „přírodní nádrže“ (73). Z těchto jsou v roce 2020 oficiálně provozovány 4 (koupaliště ve volné přírodě Hostivař, Motol, Džbán, Šeberák). Všechna uvedená koupací místa na území Prahy jsou znázorněna v samostatných mapových vrstvách webové mapové prohlížečky, umístěné na www.dibavod.cz/vodni-rekreace-praha (**obr. 3**). U oficiálně provozovaných subjektů jsou uvedeny funkční odkazy na aktuální webové stránky, ostatní lokality obsahují námi zjištěné informace, popisující charakter místa (fotografie, krátká charakteristika

Tab. 1. Hodnoty pro orientační posouzení aktuálního stavu přírodních nádrží

ukazatel	jednotka	stav		
		vyhovující	*vyhovující (-) s výhradou*	*nevyhovující*
enterokoky	KTJ/100 ml	≤400	≤400	>400
Escherichia coli	KTJ/100 ml	≤1 000	≤1 000	>1 000
průhlednost*	cm	≥100	<100	<100
znečištění odpady	stupeň**	0 a 1	2 a 3	2 a 3
přírodní znečištění	stupeň**	0 a 1	2 a 3	2 a 3
výskyt sinic	stupeň**	0 a 1	0 a 1	2 a 3
hodnocení stavu v době odběru		*voda vhodná ke koupání*	*voda vhodná ke koupání (zhoršený estetický dojem, zhoršená jakost)*	*voda nevhodná ke koupání*

Pozn.: *průhlednost *není* hodnocena jako *nevyhovující*, když je způsobena pro lokalitu typickým přirozeným zákalem, který nemá původ v přítomných organismech; průhlednost je hodnocena jako *nevyhovující*, když je současně potvrzen výskyt sinic ve stupni III. dle Vyhlášky č. 238/2011 Sb. ** stupně jsou vymezeny Vyhláškou č. 238/2011 Sb.



Obr. 3. Webová mapová prohlížečka s lokalizací sledovaných koupacích míst v Praze

a u monitorovaných míst pasport s výsledky a hodnocením).

Mikrobiální kvalita vody

Pro monitoring jakosti vody a bližší charakterizaci koupacích míst bylo ze 100 navštívených míst vybráno 57 lokalit. V letní sezoně roku 2018 a 2019 bylo provedeno 237 odběrů vzorků celkem na 57 lokalitách. V letní sezoně 2018 bylo pravidelně monitorováno 24 lokalit, v roce 2019 to bylo 34 lokalit, z nichž byl na 13 lokalitách prováděn dvouletý monitoring. Na dalších 12 lokalitách byl proveden jednorázový screeningový odběr vzorků. V roce 2019 byl zařazen screeningový odběr vzorků v podélném profilu toku řeky Vltavy.

Mikrobiální kvalita vody vybraných přírodních nádrží, s vyznačenými limity pro jejich orientační posouzení a průběhu změn teploty vody, je znázorněna na **obr. 4.** Pro porovnání je na **obr. 5** ukázána kvalita vody v řece Berounce a Vltavě na území Prahy, včetně teploty vody.

Výsledky ukázaly překvapivě vysoký podíl vzorků i lokalit s vyhovující kvalitou vody i prostředí (**obr. 6**). Příčiny zařazení lokalit do kategorie *„nevyhovující“* jsou uvedeny na **obr. 7**. V roce 2018 bylo jako *„vyhovující“* vyhodnoceno 32 % lokalit z 24, jako *„vyhovující s výhradou“* 36 % lokalit a jako *„nevyhovující“* 32 % lokalit. V roce 2019 bylo do kategorie *„vyhovující“* zařazeno 46 % lokalit z 34, do kategorie *„vyhovující s výhradou“* 20 % lokalit a do kategorie *„nevyhovující“* 34 %. Při hodnocení obou let splňovalo kritéria pro *„vyhovující“* stav z 57 lokalit 42 %, pro *„vyhovující s výhradou“* 23 % a 35 % bylo *„nevyhovujících“*.

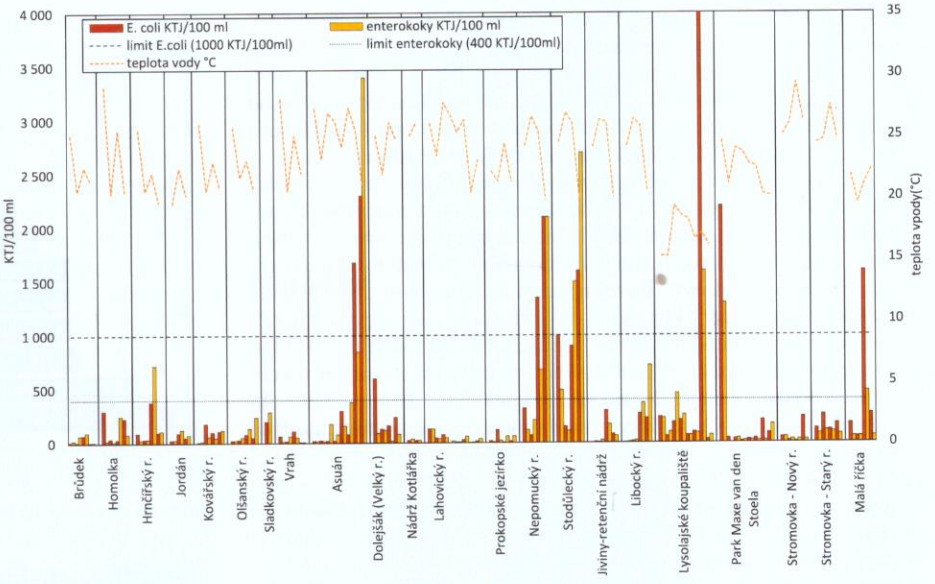
Z celkového počtu 237 zpracovaných vzorků vyhovovalo kritériím pro *„vyhovující“* stav 63 %, *„vyhovujících s výhradou“* bylo 11 % a *„nevyhovujících“* 26 %.

Nejčastější příčinou zařazení vzorku do kategorie *„nevyhovující“* byly zvýšené počty mikrobiálních indikátorů (>400 KTJ/100 ml intestinálních enterokoků a >1 000 KTJ/ 100 ml *E. coli*) a výskyt přírodního znečištění ve stupni 2 a 3 podle Vyhlášky č. 238/2011 Sb. Přírodní znečištění v míře omezující nebo znemožňující rekreační využití koupaliště bylo místy značné (stupeň 2) nebo značné podél celého břehu (stupeň 3). Ukazatel „průhlednost“ nedosahoval limitní hodnoty 100 cm v 57 % měření (134). Ve většině případů však nebyl mikroskopicky potvrzen výskyt sinic, proto nebyla průhlednost hodnocena jako nevyhovující. Zvýšený výskyt sinic byl zjištěn pouze u 7 % vzorků (16).

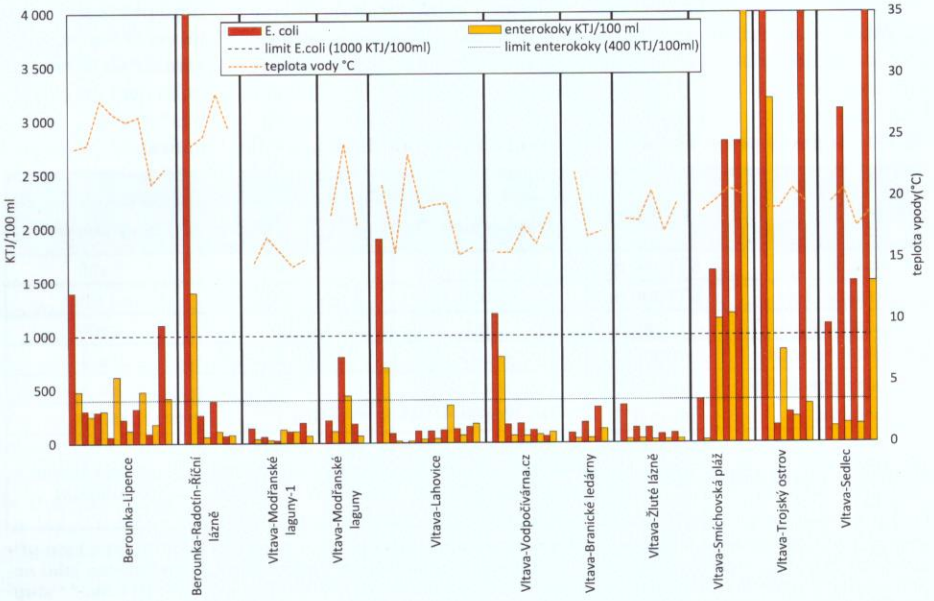
Z výsledků je patrný nález vyšších počtů bakteriálních indikátorů v řekách (Berounka, Vltava) ve srovnání s nádržemi. Záchyt vysokých počtů byl zjištěn zejména po intenzivních srážkách. Dalším důležitým faktorem je teplota vody, která má význam nejen pro komfort při koupání, ale ovlivňuje i biologické procesy probíhající ve vodách. Ve většině nádrží a v řece Berounce se ve sledovaném období pohybovaly od 20 do 29 °C, nízké teploty byly podle očekávání v řece Vltavě (15 až 23 °C), kde jsou důsledkem spodního vypouštění vod přehradních nádrží Vltavské kaskády. Mimořádně nízká teplota byla zjištěna v Lysolajském koupališti (15 až 19 °C), což je revitalizovaná hasičská nádrž na Lysolajském potoce, který pramení nedaleko nádrže.

Průhlednost vody

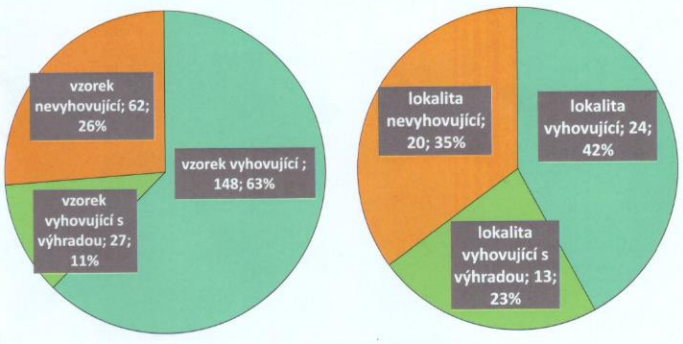
Většina sledovaných lokalit působila dobrým estetickým dojmem, který je základem vysokého rekreačního potenciálu. Mnoho z nich však nedosahovalo Vyhláškou č. 238/2011 Sb. požadované hodnoty průhlednosti vody, tj. 100 cm. Vyhláška uvádí, že průhlednost nemá být hodnocena, pokud je způsobena pro lokalitu typickým přirozeným zákalem, který nemá původ v přítomných organismech, tedy pokud je snížení průhlednosti způsobeno anorganickými částicemi. V tomto případě není nutné provádět mikroskopické stanovení sinic nebo spektrometrické stanovení chlorofylu. Vzhledem k tomu, že ne vždy je podle vizuálního hodnocení možné jednoznačně určit, co je příčinou snížení průhlednosti, je vhodné v případě pochybností provést mikroskopické stanovení přítomnosti sinic. Snížená průhlednost vody je obecně způsobena zákalem, jehož zdrojem jsou anorganické nebo organické látky přirozeného nebo antropogenního původu, jako jílové minerály, hydratované oxidy kovů, bakterie, plankton (řasy a sinice), detrit (jemně dispergované zbytky těl rostlinných a živočišných orga-



Obr. 4. Mikrobiální kvalita vybraných přírodních nádrží v létě 2018 a 2019



Obr. 5. Mikrobiální kvalita řeky Vltavy a Berounky na území Prahy v létě 2018 a 2019



Obr. 6. Poměr vyhovujících a nevyhovujících vzorků a lokalit v letech 2018 a 2019

nismů) aj. [7]. Ke snížení průhlednosti přispívá vysoká obsádka kaprovitých ryb, která změní přirozenou rovnováhu vodního ekosystému likvidací zooplanktonu, což má za následek přemožení fytoplanktonu, a současně víří bahno při hledání potravy. Požadovaná průhlednost vody 100 cm v neupravovaných nádržích a vodních tocích bývá v letních měsících často překročena. Pouhé snížení průhlednosti však nutně nemusí znamenat zvýšené riziko pro koupající se, pokud není způsobeno výskytem sinic nepozorovatelných pouhým okem ve formě vodního květu (typicky *Planktothrix agardhii* a další vláknité sinice netvořící kolonie). Proto jsme, pro námi navržené orientační posouzení, zvolili vyšší toleranci k limitní hodnotě 100 cm, která byla v případě pochybnosti o původu nízké hodnoty průhlednosti doprovázena základním mikroskopickým stanovením sinic.

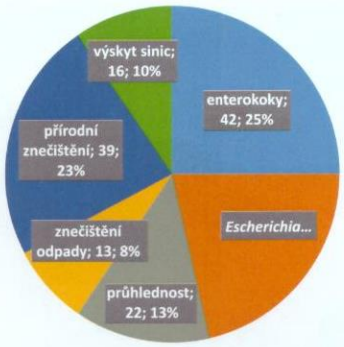
Celkové hodnocení

Většina sledovaných vodních nádrží, vybraných k potenciálnímu rekreačnímu využití, vyhovovala nastaveným kritériím orientačního posouzení aktuálního stavu přírodních nádrží. V některých byla jakost i stav okolí během sezony významně kolísavá, jiná měla stabilně dobrý stav po celou dobu sledování, naopak některá byla v kritickém stavu po celou nebo velkou část sezony.

Nastavená kritéria orientačního posouzení se ukázala jako dobré vodítko pro výběr nádrží. Z celkově prozkoumaných 100 potenciálně koupacích lokalit bude možné pro rekreační využití doporučit téměř 40 [8]. Na některých lokalitách byl naopak zjištěn kritický stav, který by při případném rekreačním využití mohl představovat zdravotní riziko. U těchto lokalit by měl být nalezen zdroj znečištění a provedena nápravná opatření. Velký počet koupacích míst disponoval velkým potenciálem, který však byl často potlačen faktory, které by bylo snadné napravit. Tyto lokality budou vytipovány pro městské části a Magistrát hlavního města Prahy. Mnoho míst leží v chráněných územích nebo jiných oblastech ochrany přírody a krajiny, kde je třeba dbát na příslušná omezení. Využití těchto míst bude navrženo v souladu s konkrétními požadavky daných chráněných území. Některé lokality, zejména říční, byly intenzivně ovlivňovány přívalovými srážkami, po nichž se počty mikrobiálních indikátorů znásobily. Tento efekt je ošetřen v Zákoně č. 258/2000 Sb. a Vyhlášce č. 235/2011 Sb. tzv. „krátkodobým znečištěním", kdy je možno vyloučit z hodnocení vzorky s vysokým nálezem, který však rychle (do 72 hodin) odezní. Tento stav však představuje hygienické riziko pro rekreanty, proto by bylo vhodné zvýšit v tomto směru informovanost obyvatel.

Závěry

Studie ukázala velký a z velké části ne zcela prozkoumaný rekreační potenciál vodních ploch a míst ke koupání na řekách na území hlavního města Prahy. Bylo vytipováno více než 100 koupacích lokalit, z nichž podle nově navrženého systému orientačního posouzení aktuálního stavu přírodních nádrží, bylo cca 40 potenciálně vhodných pro rozšíření rekreačních možností v Praze. Některá velmi zajímavá a přitom poměrně málo známá místa by se mohla stát vítanými alternativami oficiálních přírodních koupacích míst, umělých koupališť a zahradních bazénů (**obr. 8–11**), [9]. Mnohým z nich stačí nenáročné úpravy, které brání kvalitnímu využívání jejich rekreačního potenciálu, některým by naopak zvýšená návštěvnost současnou kvalitu



Obr. 7. Příčiny nevyhovujícího hodnocení u vzorků přírodních koupacích vod na území Prahy v letech 2018 a 2019

snížila. Některá místa jsou však v kritickém stavu a mohla by představovat hygienické riziko v případě jejich využití k rekreaci. Hygienické riziko je představováno rovněž zvýšeným mikrobiálním znečištěním po přívalových deštích, zejména v řekách.

Zvýšení informovanosti veřejnosti o aktuálních možnostech rekreace u vody na území Prahy je zajištěno presentací výsledků ve webové mapové prohlížečce, umístěné na www.dibavod.cz/vodni-rekreace-praha, která je spolu s dalšími informacemi o projektu a tabelárními výsledky součástí webové stránky: https://koupanivpraze.vuv.cz/. Aktuální informace jsou zveřejňovány také na facebookové stránce projektu: www.facebook.com/plovarnypraha/.

Hlavní výsledky projektu, tj. zhodnocení potenciálu nových lokalit pro jejich využití při zvýšení rekreačních možností u vody na území Prahy, budou předány zadavateli k dalšímu využití.

Poděkování: *Práce byla financována prostřednictvím projektu CZ. 07.1.02/0.0/0.0/16_040/0000382 Operačního programu Praha – pól růstu ČR www.penizeproprahu.cz.*

Literatura/References

[1] Kubná, A.; Lipenský, O. 2012. Urbanismus územní rozvoj – ročník XV – číslo 1/2012.
[2] Bečková, K. 2015, 2016 Zmizelá Praha, „Vltava a její břehy" 1. a 2. díl, Paseka Praha.
[3] Langer, J. Pražské plovárny kdysi a dnes, zdroj ČT24 (https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1559212-prazske-plovarny-kdysi-a-dnes).
[4] Kult, A. Vícedílný a divácky úspěšný seriál České televize „Vltava v obrazech". Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2018, roč. 60, č. 1, str. 44–51.
[5] Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů.
[6] Vyhláška č. 238/2011 Sb. ze dne 10. srpna 2011 o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění pozdějších předpisů.
[7] Pitter, P. 1999. Hydrochemie, Praha, 568 s.

Obr. 8. Nádrž Asuán – retenční nádrž, napájená vodami z Prokopského potoka a dešťovými vodami z okolních sídlišť Stodůlky, Lužiny a Velká Ohrada

Obr. 9. Lahovický rybník – poblíž soutoku Berounky a Vltavy v Lahovičkách, napájen průsakovou vodou

Obr. 10. Vltava poblíž bývalých ledáren v Braníku

Obr. 11. Malá říčka – slepé rameno Vltavy ve Stromovce, spojené s Vltavou pomocí napouštěcího zařízení v hrázi plavebního kanálu. Voda z Malé říčky pak odtéká zděnou štolou do zatrubněného Dejvického potoka, který ji dále odvádí pod plavebním kanálem zpět do Vltavy

[8] Mlejnková, H. a kol. 2019 Vodní rekreace v Praze od historie po současnost. VTEI/2019/5, str. 12–21.

[9] http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/prazske-rybniky-a-nadrze/

RNDr. Hana Mlejnková, Ph.D.[1] (autor pro korespondenci)
Mgr. Lucie Jašíková, Ph.D.[1]
Ing. Tomáš Fojtík[1]
Ing. Marcela Makovcová[1]
Ing. Eva Juranová[1]
Mgr. Petr Pumann[2]

[1]Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v. v. i.
Podbabská 2582/30
160 00 Praha 6
e-mail: hana.mlejnkova@vuv.cz;

[2] Státní zdravotní ústav
Šrobárova 49/48
100 00 Praha 10

The possibilities of water recreation in Prague – from past to the present (Mlejnkova, H.; Jasikova, L.; Fojtik, T.; Makovcova, M.; Juranova, E.; Pumann, P.)

Abstract

The popularity of the aquatic environment for leisure activities has been widespread since time immemorial, even among the inhabitants of large cities, including Prague. The oldest lido (a river swimming pool) Central Europe was built here in 1809. The interest in the up to date knowledge of the current possibilities of water recreation in the territory of Prague led the Municipality of Prague to commission a study "Possibilities of water recreation in the territory of the capital city of Prague (from history to the present)" within the project "Prague - Growth Pole II". In 2018 and 2019, a survey of the current state, the priorities of Prague residents and potential possibilities of increasing the number of places for bathing and recreation by the water in Prague was carried out. Approximately 150 sites were examined, of which 57 were selected for closer monitoring of water quality and assessment of their status and potential. In 2019, as an alternative to Decree 238/2011 Coll., an "indicative assessment of the current state of natural bathing water sites" was proposed to assess the water quality of these sites. The results of the study, including descriptions and localization of all bathing possibilities in Prague, including operated swimming pools and pools with links to current websites, are incorporated into a web map viewer and made available to the public at www.dibavod.cz/vodni-rekreace-praha. The characteristics of the studied locations include information from the monitoring of water quality from 2018-2019 and a visual assessment of their condition. The conclusion of the study gives favourable information about the great potential of Prague recreational opportunities near the water. We found very interesting and little known places with good water quality, which could, after unpretentious modifications, become a welcome alternative to the currently used bathing places in Prague.

Key words
recreation – natural basin – Prague – water quality – ponds – lido (swimming pool) – Vltava – Berounka

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 31. srpna 2020. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků.
Příspěvky posílejte na e-mail stransky@vodnihospodarstvi.cz.