

Prameny v intravilánech měst – seznámení s projektem

JOSEF K. FUKSA, LENKA MATOUŠOVÁ, PAVEL ECKHARDT, EVA MLEJNSKÁ

Klíčová slova: prameny – podzemní vody – městská hydrogeologie – nouzové zásobování vodou – dusičnan

SOUHRN

V letech 2011–2015 byl řešen grant „Náhradní zdroje vody v obcích v krizových situacích – využití původních zdrojů a pramenů“ poskytnutý Výzkumnému ústavu vodohospodářskému T. G. Masaryka, v. v. i., Ministerstvem vnitra České republiky v rámci veřejné soutěže – Bezpečnostního výzkumu. Hlavním tématem bylo ověření možnosti využití zachovaných pramenů v intravilánech obcí nad 20 000 obyvatel pro zásobování vodou v krizových situacích. Hypotéza vycházela z toho, že prameny obecně fungují stále, a není nutné je v případě krizové situace nijak aktivovat, jejich využívání nevyžaduje energii ani zvláštní distribuční systém a pro možné spádové oblasti je lze využít pro základní zásobování alespoň v mezidobí zavádění aktivních zásobovacích systémů. Prameny je samozřejmě třeba chránit, potenciálně vhodné zavést do podkladů obcí pro krizové situace atd., na druhé straně jejich známost obecně snižuje úroveň krizového chování obyvatelstva, protože možný náhradní zdroj „vidí ve svém okolí“ a může se podílet na jeho ochraně. Vedle vlastních technických výstupů grantu jsou zásadní výsledky případových studií zaměřených na čtyři vybrané obce (Brno, Děčín, Plzeň, Praha). Limit nad 20 000 obyvatel byl zvolen proto, že v těchto obcích už obecně významná část obyvatel nemá přístup k domovním studnám a podobným necentralizovaným zdrojům vody. Nejrozsáhlejší soubor dat byl získán v Praze, především díky příznivé geologické struktuře území a růstu města od řeky do okolních vyšších poloh.

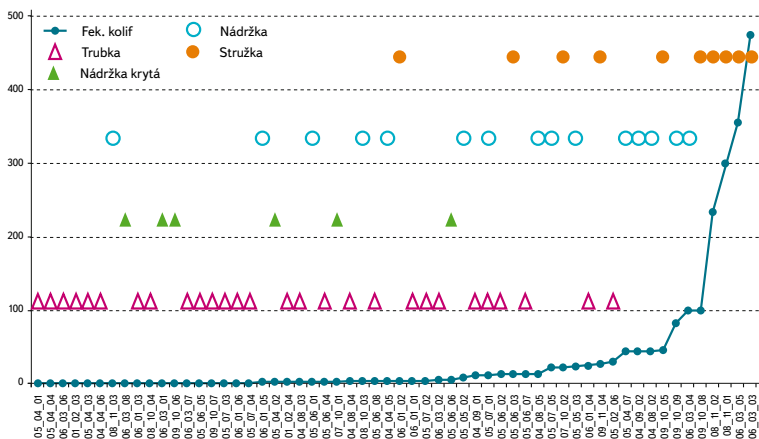
Výsledky monitoringu pramenů jsou v plném rozsahu zpracovány v případových studiích, spolu s hodnocením využitelnosti pramenů pro nouzové zásobování. Tento text je věnován především zobecnění výsledků monitoringu sledovaných pramenů.

ÚVOD

Prameny jsou historické zdroje vody, které již v dávné historii určovaly, vedle vodních toků, místa zakládání sídel a trasy migračních cest. V roce 2013 bylo 93,8 % obyvatelstva ČR napojeno na veřejné vodovody [1], které dodávají upravenou pitnou vodu s kontrolovanou jakostí odpovídající příslušným normám. Význam pramenů jako zdrojů vody se tím posouvá spíše k lokálním zásobovacím systémům pro zbývajících 6,2 % obyvatelstva a k občasnému používání při rekreaci. Prameny však kromě občasného používání jako zdroje vody zůstávají tradičně magickými místy – od dávných pohanských dob přes postup křesťanství až do moderní či postmoderní éry, kdy představují zásadní krajinnotvorné prvky a zbytky či vzpomínky na původní krajinu, kterou člověk za posledních 5 000 let významně přetvořil.

Významnější sídla se vyvinula v osadách kolem postupně rostoucích hradů, zejména podél řek, které zaručovaly zdroj vody a vodní energie pro průmysl, doplňovaly obranné systémy a umožňovaly i dálkový transport po vodě, po ledě, vše v duchu a rozměrech příslušných historických epoch. Dále od řek a v okolí hradů sloužily jako zdroj vody drobné přítoky a prameny. S rostoucí hustotou osídlení – uvnitř i vně hradeb – začala mít středověká města potíže se zásobováním vodou a s odstraňováním komunálních odpadů. Domovní a veřejné studny nahradily původní zásobování z řeky a z případných pramenů, které většinou zmizely pod zástavbou, odpady z žump se standardně vyvážely za město na okolní pole a zahrady. Hygienické problémy s vodou většinou zanikají ve srovnání s „velkými“ epidemiemi, nicméně tlak na zdroje vody oddělené od koloběhu odpadků byl již tehdy jasný, vycházející ze znalosti antické tradice. Postupně byly zaváděny obecní vodovody, z řeky do vodojemů na věžích a z nich do veřejných kašen, až k dnešní dodávce kvalitní vody do každé „připojené“ domácnosti. Kanalizace odvedla komunální odpady do řeky (tím snížila její použitelnost pro vodovody) a časem byly na vyústění kanalizace postaveny čistírny odpadních vod, které se i dnes stále upravují a obecně zlepšují. Tato opatření výrazně stabilizovala růst obyvatel měst, zastavila epidemie, umožnila rozvoj průmyslu, pozvedla blahobyt atd. Původní krajina – údolí řeky (s hradem) a údolí menších přítoků s nivou – logicky postupně zmizela pod zástavbou, pod hradbami a později pod navážkami pro stavby silnic, nábřeží apod. S tím zmizely i původní prameny jako vývěry podzemní vody proudící pod povrchem k řece a objevily se také problémy se zakládáním větších staveb a ovlivněním základů podzemní vodou. Obecně zůstávaly prameny jen v místech, kde se nestavělo – většinou z důvodu konfigurace terénu, jen někdy i z důvodů kulturních. Pro další úvahy je zásadní fakt, že velká část městských pramenů, které známe, je upravena lidskou rukou (přínejmenším jejich výtok na povrch). Nemusíme tedy, v obydlených oblastech určitě, zásadně rozlišovat mezi pojmy pramen a studánka. Důležité ale je, že tyto úpravy cyklicky stárnou a jsou zase obnovovány – to mj. ovlivňuje možnosti srovnávání historických údajů s dnešním stavem.

Prameny jako paměť krajiny a historické zdroje vody pro naše předky si proto zaslouží obecnou úctu a udržování, i když jejich zásadní funkce je překonána. Vedle „rekreačního“ využití ale zůstává možnost využít je v problémových nebo i krizových situacích jako zdroje základních dávek vody – kromě zemětřesení a dlouhodobého sucha není jejich kapacita ovlivněna žádným faktorem, jako je výpadek nebo kolaps vodovodních nebo energetických sítí apod. Z tohoto pohledu je využitelnost lokálních pramenů – v lokálním měřítku – stále zajímavá. Problémy jsou v dnešním pojetí řešení rizikových situací (viz zákony č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy v platném znění) – ve standardní potřebě plošných řešení, kdy se v prvním plánu požaduje velká zásoba vody a její distribuce přes standardní lahve, nebo z cisteren na místě problému. Prameny vždycky zůstanou nezávislé na sítích, včetně lidového odběru vody a dozoru nad jakostí.



Obr. 1. Vztah počtů fekálních koliformních bakterií a stavu prameniště; prameny jsou označeny kódy a seřazeny podle průměrného počtu fekálních koliformních bakterií (průměry 2011–2014) – plná čára; typy prameniště: výtok z trubky (prázdné trojúhelníky), krytá nádržka s odtokem (plné trojúhelníky), nechráněná nádržka/tuňka (prázdné kroužky), prostá stružka (plné kroužky); na ose x jsou uvedeny kódy pramenů, řazených podle stoupající průměrné koncentrace koliformních bakterií; osa y: počet fekálních koliformních bakterií [KTJ/100 ml]

Fig. 1. Relation of number of faecal coliform bacteria to the state of spring site; springs are sequenced according to the mean number of faecal coliform bacteria (full line); types of spring site: discharge from a pipe (open triangles), protected reservoir (full triangles), open reservoir (open circles) and outflow by a non distinct ditch (full circles); x-axis: codes of springs, arranged by mean concentration of coliform bacteria; y-axis: mean number of faecal coliform bacteria [C.F.U./100 ml]

METODY A POSTUP PRACÍ

V první fázi byl proveden výběr a příprava metodiky terénních a laboratorních analýz a výběr obcí pro případové studie. Po analýze souboru potenciálně vhodných lokalit byly vybrány čtyři obce s různou hydrogeologickou strukturou území a s údaji o skutečně existujících pramenech. Podle velikosti [1] jsou to: Děčín (50 104 obyvatel), Plzeň (167 034 obyvatel), Brno (377 508 obyvatel) a Praha (1 234 201 obyvatel). Podkladem pro vyhledávání a výběr pramenů byly literární údaje, hydrogeologické databáze, databáze ČHMÚ a amatérské databáze – registry studánek, především server estudanky (www.estudanky.cz), který je průběžně aktualizován [2]. Z publikovaných materiálů je zásadní příručka M. Vegera [3] a text R. Kadlecové [4], oba materiály se týkají pramenů v Praze. Po výběru z databází byl proveden identifikační průzkum všech zjištěných pramenů zahrnující jejich nalezení nebo nenalezení, identifikaci polohy v souřadnicích GPS, stavu objektu, vydatnosti a charakteristik jakosti vody. V druhé fázi pak byly vybrány prameny k systematickému monitoringu. Kritériem výběru byla především vydatnost a lokalizace, resp. vzdálenost od zástavby. Všem registrovaným pramenům byly přiděleny číselné kódy se třemi skupinami znaků (obec – městská část – vlastní identifikace pramene). V pasportech pramenů uvedených v případových studiích [10–13] byla tato identifikace navázána na další databáze a zdroje informací [2, 3]. Projekt založil a do 15. 5. 2014 vedl RNDr. Josef Fuksa, CSc., dále projekt pokračoval pod vedením Ing. Evy Mlejnské.

V druhé fázi jsme prováděli vzorkování ve čtvrtletních intervalech, které poskytlo první ucelený přehled jakosti sledovaných pramenů v historii, protože jinak byly v databázích (s výjimkou sporých údajů ČHMÚ) známy jen výsledky jednotlivých nenavazujících vzorkovacích misí. Na místě byly stanoveny teplota vody a vzduchu, vydatnost, elektrická konduktivita a pH. V laboratoři byly sledovány tyto ukazatele, volené s ohledem na přílohu č. 1 vyhlášky č. 252/2004 Sb. (dnes aktualizované vyhláškou č. 83/2014 Sb.), kterou se stanoví hygienické požadavky

na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, tedy prováděcí vyhlášky k zákonu č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví:

— dusičnany (ČSN ISO 7890-3), amoniakální dusík (ČSN ISO 7150-1), dusitanový dusík (ČSN EN 26777), chloridy (ČSN ISO 9297), kyselinová neutralizační kapacita (ČSN EN ISO 9963-1) a sírany (EPA 375.4). V případech podezření na vyšší koncentrace bylo stanoveno železo (ČSN ISO 6332).

Z mikrobiologických ukazatelů byly stanoveny *Escherichia coli* (ČSN 757835), fekální koliformní bakterie (ČSN 757835), koliformní bakterie (ČSN 757837) a kultivovatelné mikroorganismy při 22 °C (ČSN EN ISO 6222). Ukazatele a použité metody byly vybrány s ohledem na to, že se jedná o nedezinfikované vody s očekávaným vyšším výskytem doprovodné mikroflóry. U více znečištěných vzorků (pramenů) bylo prováděno potřebné ředění vzorku.

Z Prahy jsme tak získali za tři roky sledování (= téměř tři sezony) až 11 výsledků měření na každý pramen, nejnižší počet na ostatních lokalitách byl pět stanovení/měření na jeden pramen, tedy minimálně jedna celá roční sezona. Výsledky byly tabelárně zpracovány v příslušných případových studiích [10–13] a kromě standardních výstupů grantu byly poskytnuty do databáze HEIS VÚV a referovali jsme o nich na konferencích [5–7]. Výsledky sledování pražských pramenů byly publikovány v samostatné publikaci [8]. Výsledky stanovení fyzikálních a chemických ukazatelů kvality vody byly hodnoceny na základě dvou kritérií. Prvním kritériem byly limitní hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 252/2004 Sb., stanovující hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu, v platném znění. Druhým kritériem byly tzv. „havarijní“ limitní hodnoty uvedené v Metodickém doporučení SZÚ [9]. Výsledky mikrobiologických sledování byly rovněž posuzovány podle těchto kritérií, ovšem s tím, že kolísání naměřených hodnot je vždy podstatně vyšší než u charakteristik chemických. Pro výsledky z Prahy je možno provádět zobecnění, pro ostatní obce je počet sledovaných objektů pro zobecnění nízký, zejména při vysoké variabilitě geologických podmínek.

DISKUSE

Děčín [10]: V první fázi bylo nalezeno a evidováno sedm pramenů, k dalšímu monitoringu bylo vybráno pět, z nichž jeden byl opuštěn během projektu pro minimální nebo silně kolísavou vydatnost. Na konci monitoringu jeden pramen ztratil vodu, zjevně v souvislosti s výstavbou vodárenského objektu v blízkosti (Byňov). Všechny prameny vyhovovaly kritériím pro fyzikální a chemické ukazatele, jakost po bakteriologické stránce byla vždy problematická. V některých případech je to jistě významně ovlivněno stavem objektu pramene. Suma průměrné vydatnosti sledovaných pramenů je 0,58 l/s.

Plzeň [11]: Soustavně bylo monitorováno sedm pramenů. Všechny vyhovovaly chemickým kritériím, v krajním případě kritériím „havarijním“ [9]. Po stránce mikrobiologické vyhovoval jediný zdroj, odvodňující hydrogeologické struktury až téměř na úrovni hladiny Radbuzy. Suma průměrné vydatnosti sledovaných pramenů je 0,94 l/s.

Brno [12]: V první fázi projektu bylo navštíveno 21 evidovaných pramenů a 15 jich bylo dále sledováno. Po stránce chemické vyhovovaly kritériím pro pitnou vodu, obdobně jako na ostatních lokalitách. Jediný pramen kritériím pitné vody vyhovoval i po stránce mikrobiologické, všechny ostatní představovaly jistý až značný stupeň hygienického rizika. Suma průměrné vydatnosti sledovaných pramenů je 2,5 l/s.

Praha [13]: V první fázi projektu bylo evidováno 150 pramenů. Čtrnáct z nich nebylo nalezeno a 12 navštívených bylo bez vody. K dalšímu monitoringu bylo vybráno 67 pramenů. Během vlastního monitoringu bylo osm pramenů vyřazeno z důvodu výrazného snížení vydatnosti apod. a nově/zpětně bylo zařazeno čtyři nové a jeden rekonstruovaný pramen. Obecně je v Praze



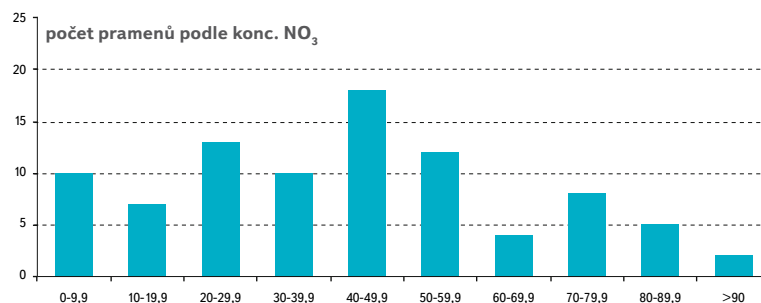
lokalizace pramenů i přístup k nim zajímavější než v ostatních sledovaných městech – díky ostrůvkovitému rozrůstání města do vyšších poloh je řada pramenů zachována, i když poslední prameny v historickém středu města zmizely nejpozději v 19. století. Rozsáhlý soubor dovoluje podrobnější analýzu než jen posouzení podle předpisů určujících vhodnost vody pro pitné účely. Souhrnnou část vyhodnocení výsledků přejímáme v mírné úpravě z naší knižní publikace [8], ve které je také zpracována mapa rozložení pramenů v jednotlivých městských částech a jejich pasporty, včetně souřadnic GPS. Naše sledování nezahrnovalo prameny, které jsou součástí uzavřených zásobovacích systémů, jako např. hradní vodovod. Vedle pramenů se v Praze nachází také rozsáhlý soubor odvodňovacích štol na Petříně a okolí, jehož kapacita může významně přispět jako zdroj užitkové vody. Suma průměrné vydatnosti sledovaných pramenů je cca 35 l/s, k tomu lze přičíst vydatnost systému štol na Petříně cca 12,3 l/s.

Chemické ukazatele jakosti: všechny prameny, u kterých jsme v období 2011–2013 sledovali základní ukazatele jakosti vody, vyhovovaly po stránce chemické požadavkům na pitnou vodu s výjimkou koncentrace dusičnanů a v některých případech překračovaly limit koncentrace železa. Dusičnany jsou produktem kontaminace podzemních vod sloučeninami dusíku, především z půdy v infiltračních oblastech (ne nutně kontaminované). Ale koncentrace dusičnanů do 100 mg/l nezpůsobují při občasně nebo krátkodobě konzumaci potíže [9]. Výjimku tvoří použití vody na přípravu kojenecké stravy, což asi pro městské prameny nepřipadá v úvahu. Z našich výsledků a stavu okolí pramenů lze předpokládat, že většinou nejsou ani kontaminovány specifickými polutanty. Případná kontaminace těmito specifickými látkami však nebyla projektem zkoumána. Výsledky odpovídají závěrům ostatních studií – základní chemické ukazatele jakosti většinou nebrání krátkodobě nebo nouzověmu užívání vody k pití.

Bakteriologické ukazatele jakosti: bakteriologické ukazatele jakosti vody (koliformní bakterie, *E. coli* atd.) jsou především indikátory, které mají zajistit, že voda není kontaminována patogenními bakteriemi z trávicího traktu lidí a zvířat. Naproti tomu nespecifické heterotrofní bakterie, rostoucí na agaru při 22 °C, se ve vodě mohou množit, protože při běžných teplotách využívají organické látky ve vodě jako substráty. Vysoké počty jejich kolonií tedy mohou indikovat také zvýšenou kontaminaci rozložitelnými organickými látkami. Ostatní sledované mikrobiální skupiny se kultivují při 37 °C, resp. 42 °C, tedy teplotách simulujících prostředí střeva. Jak se to projevuje v hodnocení našich výsledků?

Průměrné hodnoty počtů bakterií během našich stanovení ukazují, že jakost vody některých pramenů splňovala i po bakteriologické stránce standard pitné vody vždy, řada dalších pramenů vykazovala občasný výskyt koliformních bakterií. Dále jsme zjistili, že pro pití bez další úpravy (dezinfekce, var) je řada pramenů v běžných situacích naprosto nevyužitelná – to často odhadne i zcela laický pozorovatel. Dnes je k dispozici řada komerčních přípravků pro přípravu pitné vody na místě, založených na principu dezinfekce nebo filtrace, které lze použít pro spolehlivou úpravu vody pro individuální zásobování.

Při zkoumání příčin kontaminace městských pramenů jsme zjistili, že úroveň výskytu bakteriologických indikátorů jakosti, na rozdíl od chemických ukazatelů, souvisí také se stavem vlastního prameniště, resp. „objektu“ pramene. Otevřené prameny s neohrazenými okraji a možnostmi smyvu okolní půdy mají vyšší riziko fekální bakteriologické kontaminace například z plošného a intenzivního venčení domácích mazlíčků, v okrajových částech Prahy pravděpodobně i aktivity např. černé zvěře. Totéž platí i pro lépe chráněné prameny v období tání sněhu, velkých dešťů apod., kdy i do těchto „objektů“ vniká povrchová voda. Rizikové jsou i klasické zapuštěné studánky, kde voda z „tůňky“ prakticky neodtéká – pokud jsou v blízkosti obydlí či jiného zdroje kontaminace, mohou být i intenzivně kontaminovány. Dobře jímané prameny, především typu trubky vytékající z ochranné zidky nebo z dokonale uzavřeného objektu, jsou celkem bez rizika kontaminace – pokud není voda vedena z větší vzdálenosti s možností kontaminace na cestě nebo pokud není voda kontaminovaná již ve zvodni (například z netěsné kanalizace). Analýza pro soubor soustavně monitorovaných pramenů v období 2011–2013 je pro fekální koliformní bakterie zpracována na obr. 1. Z výsledků jasně vyplývá, že jakost vody



Obr. 2. Rozdělení monitorovaných pramenů (n = 89) do skupin podle průměrné koncentrace dusičnanu; osa x: průměrná koncentrace dusičnanu [mg/l NO₃-], osa y: počet pramenů ve skupině

Fig. 2. Distribution of monitored springs (n = 89) into groups according to mean concentration of nitrate; x-axis: mean nitrate concentration, y-axis: number of springs in the group

významně klesá od typu „trubka“ po vývěry odtékající přímo stružkou. Ukazuje na možnosti i limity využití vázané na sanaci a úpravu vlastního objektu pramene či prameniště. Limitní hodnota pro pitnou vodu je u obsahu těchto bakterií nulová, tedy i při několikanásobném snížení kontaminace pramene povrchovou úpravou jeho vývěru nemusí tato voda limity pro pitnou vodu splňovat. Důležitá je i kontaminace z infiltračního území pramene. V městských podmínkách většinou nelze dostatečnou soustavnou a dlouhodobou ochranu infiltrační oblasti zabezpečit.

Zde je nutno upozornit na jeden problematický aspekt nezávislé péče o prameny/studánky. I když je tato péče většinou pod dozorem místní samosprávy, není soustavně organizována. Proto obecně nedoporučujeme brát vážně různé „analýzy“ umístěné na tabulkách u některých pramenů. Jakkoliv je jejich vyvěšování vedeno chvályhodnou snahou, tak budí klamný dojem, že pramen je systematicky kontrolován, protože se většinou váží k jednomu (starému a často nečitelnému) datu odběru a mnohdy nerespektují dnes standardní zásady kvality vzorkovacích a laboratorních prací a jejich dokumentace.

Tento vztah – závislost na stavu městského pramene/vývěru – většinou nebyl prokázán pro chemické charakteristiky a konduktivitu vody. To lze demonstrovat na distribuci dusičnanu, který se do podzemních vod dostává například ze zemědělské půdy, z netěsné kanalizace a emisemi plošných zdrojů (např. doprava). Na obr. 2 jsou zpracovány průměrné koncentrace dusičnanu všech soustavně monitorovaných městských pramenů (n = 89). Padesát osm pramenů odpovídá koncentraci dusičnanu normě pro pitnou vodu. Pokud tuto kategorii posuneme do úrovně 60 mg/l, tak u sedmdesáti (77 %) není třeba o koncentraci dusičnanu nijak uvažovat, zvláště při krátkodobém používání, protože dusičnany také běžně přijímáme s potravou. Pro nouzové zásobování to nepředstavuje problém vůbec [9]. Podstatná jsou tři zjištění:

- Koncentrace dusičnanu ve sledovaných městských pramenech bývá mírně zvýšená proti přirozenému pozadí. V našem souboru dat je většina pramenů pod limitem 50 mg/l NO₃-, což je základ většiny světových norem pro jakost pitné vody a hodnoty přes 100 mg/l jsou výjimkou.
- Sezonní variabilita koncentrací dusičnanu je relativně nízká. Nízká sezonní variabilita platí i pro koncentrace chloridu a síranu.
- Úroveň bakteriálního znečištění pramenů je obecně určena jak kontaminací zvodni, tak stavem prameniště. Faktorem, určujícím ve většině případů využitelnost vody z pramenů pro aktuální využití, je v první řadě stav prameniště a zabezpečení vlastního vývěru proti povrchové kontaminaci.

ZÁVĚR

Dosud existující prameny v intravilánech měst již dávno neplní funkci standardních vodních zdrojů, ale připomínají původní krajinu přerostlou městy, ve kterých žijeme. Můžeme je považovat za vzácný pozůstatek dob, kdy byla města

malá a jejich obyvatelé ještě nebyli zcela závislí na sítích, včetně vodovodních. To samo je důvod, proč je dnes třeba je chránit jako objekty a chránit také jejich okolí a cesty podzemní vody.

Jakost vody z pramenů nemůže odpovídat pitné vodě z veřejných vodovodů, i když je řada pramenů běžně používána jako individuální zdroje vody, mnohdy s vírou, že je lepší než vodovodní. U „slavných“ pramenů by se měly místní orgány starat o spolehlivé analýzy vody a průběžně obnovované informace pro návštěvníky, nicméně občasné napití nebo použití k vaření nepředstavuje u značné části námi sledovaných pramenů zásadní riziko, nejvýše menší individuální problémy. Ve většině případů se návštěvník může sám rozhodnout podle stavu prameniště a jeho okolí.

Získali jsme poprvé data ze soustavného monitoringu 89 pramenů ve čtyřech městech ČR, která jsou uložena v databázích. Výsledky ukazují, že chemické charakteristiky jakosti vody (a ve většině případů i vydatnost) jsou poměrně stabilní a nekolísají se sezonními změnami. Získané soubory dat jsou přístupné v případových studiích.

Některé prameny mohou být využity jako náhradní zdroj vody, nezávislý na zdrojích energie apod. Pro intenzivnější využití v případech nouze by měly být upraveny pro bezpečný přístup a odběr vody. Průběžné informace o jakosti v jejich spádové oblasti mohou podstatně zmírnit problémy zásobování vodou při menších výpadcích sítí nebo v počátečních fázích případných rizikových stavů.

Poděkování

Autoři děkují Ministerstvu vnitra ČR za poskytnutí grantu VG20112014028 „Náhradní zdroje vody v obcích v krizových situacích – využití původních zdrojů a pramenů“ a recenzentům tohoto článku za cenné připomínky a doporučení.

Literatura

- [1] Statistická ročenka České republiky 2013. Český statistický úřad, Praha, 2014, 831 s.
- [2] Dostupné z: www.estudanky.eu, <http://envis.praha-mesto.cz/>.
- [3] VEGER, J. Prameny a vodovodní štoly na území Prahy. Výzkum pro praxi 23. Praha: VÚV TGM, 1993, 102 s.
- [4] KADLECOVÁ, R. Prameny Prahy. In: Kovanda, J. (ed.): Neživá příroda Prahy a jejího okolí. Praha: Academia a Český geologický ústav, 2011, s. 128–132.
- [5] FUKSA, J.K., MATOUŠOVÁ, L., MLEJNSKÁ, E. a ECKHARDT, P. Prameny v městech – zbytky původní krajiny. In: K. Štiková a D. Pithart (eds.), Říční krajina 9, Sborník příspěvků konference, 2013, s. 9–13.
- [6] MATOUŠOVÁ, L., MLEJNSKÁ, E., FUKSA, J.K. a ECKHARDT, P. Městské prameny jako havarijní zdroj vody: může to mít význam? In: Jana Říhová Ambrožová (ed.) Vodárenská biologie 2013. Praha, 6. 2. 2013. Chrudim: Vodní zdroje EKOMONITOR, 2013, s. 119–124.
- [7] MATOUŠOVÁ, L., ECKHARDT, P., FUKSA, J.K., MLEJNSKÁ, E. a PETRÁNOVÁ, A. Pražské prameny jako zbytky původní krajiny dnes. Říční krajina 10, Brno, 15.–17. 10. 2014.
- [8] FUKSA, J.K., MLEJNSKÁ, E., MATOUŠOVÁ, L. a ECKHARDT, P. Pražské prameny stav 2011–2013. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2015, s. 1–127. ISBN 978-80-87402-37-5.
- [9] KOŽÍŠEK, F. Nouzové zásobování pitnou vodou. Metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra pro pitnou vodu. Praha: Státní zdravotní ústav, 8. 8. 2007 pod č. j. CHŽP-357/07, 2007, 10 s.
- [10] MATOUŠOVÁ, L., MLEJNSKÁ, E. a ECKHARDT, P. Náhradní zdroje vody v obcích v krizových situacích – využití původních zdrojů a pramenů. Případová studie – Děčín. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2014, s. 1–67.
- [11] MATOUŠOVÁ, L., MLEJNSKÁ, E. a ECKHARDT, P. Náhradní zdroje vody v obcích v krizových situacích – využití původních zdrojů a pramenů. Případová studie – Plzeň. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2014, s. 1–73.
- [12] PETRÁNOVÁ, A., FOREJTNIKOVÁ, M. a OŠLEJŠKOVÁ, J. Náhradní zdroje vody v obcích v krizových situacích – využití původních zdrojů a pramenů. Případová studie – Brno. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2014, s. 1–100.
- [13] FUKSA, J.K., MATOUŠOVÁ, L., MLEJNSKÁ, E. a ECKHARDT, P. Náhradní zdroje vody v obcích v krizových situacích – využití původních zdrojů a pramenů. Případová studie – Praha. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2014, s. 1–147.

Autoři

RNDr. Josef K. Fuksa, CSc.

✉ josef_fuksa@vuv.cz

Ing. Lenka Matoušová

✉ lenka_matousova@vuv.cz

Mgr. Pavel Eckhardt

✉ pavel_eckhardt@vuv.cz

Ing. Eva Mlejnská

✉ eva_mlejnska@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

Příspěvek prošel lektorským řízením.

THE RESEARCH OF WATER SPRINGS IN CITIES

FUKSA, J. K.; MATOUSOVA, L.; ECKHARDT, P.; MLEJNSKA, E.

TGM Water Research Institute, p. r. i.

Keywords: springs – groundwater – urban hydrogeology – emergency water supply – nitrate

During 2011–2015 we have studied water springs remaining in big cities. The main objective was verifying the possibility of using local springs as local sources of water in risk situations as failures of water or energy supply systems. The research was funded by the grant VG20112014028 Alternative sources of water in municipalities during the state of emergency – exploitation of original local sources, provided by the Ministry of the Interior of CR – Safety Research.

The basic assumption is the permanent function of springs, independent on transport and sources of energy etc. so they do not need any activation in cases of any degree of emergency. Spring water could be used as emergency source of basal doses in catchment areas without any special distribution system, at least in the time before standard hard emergency systems could be activated. Inclusion of springs into local evidence of soft emergency measures could lead both to decreasing the level of risk behaviour of population and also to increasing the level of care of local springs and participation in local affairs. Large sets of data were obtained in four case studies in big cities: Prague, Brno, Plzeň and Děčín (1 234, 377, 167 and 50 thousands of inhabitants, respectively). In fact, first professional monitoring data (including one to three whole season sampling) were obtained as historical data are based only on simple sampling missions. Data show relatively stable level of basic chemical characteristics of water quality, including the nitrate concentrations, allowing the use for drinking purposes in nearly all cases. Bacterial contamination was highly fluctuating and boiling or disinfection should be required in most cases. The level of bacterial contamination was directly affected by the state of the entire spring site and close vicinity. Thus, a reshaping of spring sites could lead to some improvement of the quality of spring water in general, which must be verified experimentally.