

VÝVOJ A STAV POVRCHOVÝCH VOD VE VÝZNAMNÉ ZDROJOVÉ OBLASTI PITNÝCH VOD

DAVID HONEK, MILENA FOREJTNIKOVÁ, ZDENĚK SEDLÁČEK, JITKA NOVOTNÁ

Klíčová slova: povrchová voda – kontaminant – řeka Svitava – Ústecká synklinála

ABSTRAKT

V příspěvku je diskutován vývoj základních parametrů povrchových vod v rámci významné zdrojové oblasti pitných vod hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy. Důraz je kladen na vývoj množství vody v řece Svitavě a vývoj základních fyzikálních a chemických parametrů těchto vod. Posuzován je možný vliv na zdejší podzemní vody, které jsou intenzivně využívány pro pitné účely. V příspěvku jsou porovnány historické datové sady s výsledky současného monitoringu v rámci projektu SS06010044 (PPŽ VI, TA ČR). Aktuální kvalitativní stav povrchových vod směřuje k opatrnosti při podpoře přímé infiltrace do podzemních vod z důvodu nebezpečí jejich kontaminace.

ÚVOD

Sledování stavu povrchových vod je dlouhodobý úkol, který je často ovlivňován soudobým nastavením společnosti a jejích zájmů. V povrchových vodách, tocích či nádržích se velmi dobře a mnohdy i velmi rychle projevují změny v životním prostředí a dopady lidské činnosti, které lze rychle zdokumentovat, změřit a analyzovat. V současné době značných environmentálních změn se často objevuje diskuze okolo kvantity a kvality vod, kde se střetávají zájmy a názory mnohých skupin a mnohdy je problematické dojít ke společnému konsenzu. Nicméně stav vod je potřeba stále monitorovat a snažit se v obecně rovině o co možná nejlepší stav bez ohledu na konkrétní využití.

Velice diskutovaným tématem je „zadržení vody v krajině“ [1]. Tomuto tématu se již dlouhá léta věnuje řada odborných pracovišť a výzkumných záměrů a téma je součástí národních i mezinárodních strategií v boji proti negativním dopadům změny klimatu [2, 3]. Existuje mnoho přístupů a doporučení, jak napomoci k zadržení vody v krajině, např. *Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině* [4]. V obecně rovině lze však konstatovat, že čím stabilnější a zdravější krajinu budeme mít, tím i více vody dokáže krajina sama o sobě zadržet. Z tohoto pohledu je stále více sledována zemědělská a lesní půda a hospodaření na nich. Stav těchto půd je na mnoha místech české krajiny nevyhovující [5] a je potřeba jednat. V případě kvality povrchové vody je důležité řešit intenzivní užívání hnojiv (umělých i přírodních), pěstované plodiny a velkochovy hospodářských zvířat. Zajímavou problematikou je i množství a rozsah meliorované půdy v rámci zemědělské plochy v Česku [6], což je relativně málo diskutovaný problém, který je však důležitý právě z pohledu kvantity vody. Je logické, že pokud máme meliorovaná rozsáhlá území, tak velké množství vody zrychleně odtéká z území pryč a dochází také ke zrychlenému pohybu kontaminantů, jež se pak šíří ve vodních tocích a ukládají v nádržích. Nicméně o tom, že aplikace opatření pro zadržení vody v krajině je v takovém případě velmi problematická až nesmyslná.

Z pohledu dlouhodobého pozorování stavu vod je nejméně složité měření množství vody, respektive vodní stav, který lze pak přepočítat na objem vody, a to jak ve vodních tocích, tak i ve vodních nádržích. Pozorovacích míst je celá řada a jsou spravována především ČHMÚ [7], státními podniky Povodí a dalšími subjekty. O něco složitější je situace ohledně sledování kvalitativních parametrů vod, což je dáno zejména složitostí měření a nutností odběrů vzorků vody, které se poté musejí laboratorně zpracovat, což značně omezuje možnosti kontinuálního měření, jak je tomu u stavu vodní hladiny. Nicméně informace o kvalitě vody jsou zcela klíčové, pokud chceme hodnotit např. dopad lidské činnosti v oblasti průmyslu, zemědělství, nakládání s odpady, dopravy atd.

Zvolené výzkumné území hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy je příkladem přírodního systému, jenž představuje významný zdroj kvalitních podzemních vod pro lidskou spotřebu, a zároveň zde lze hodnotit dopad lidské činnosti na tyto zdroje, které jsou jasně definovatelné – intenzivní zemědělství, průmyslová činnost (obzvláště v minulém století), vliv sídel a dopravy. Území je z pohledu hydrogeologického i hydrologického tvořeno uzavřeným systémem, kde veškerá srážková voda odtéká páteřním povrchovým tokem – řekou Svitavou [8, 9]. Z pohledu hydrologické bilance jsou zde odtokové poměry silně ovlivněny čerpáním podzemních vod, a to v okolí města Svitavy a především ve vodním zdroji Březová nad Svitavou, odkud jsou vody odváděny dálkovým vodovodem do města Brna [10]. Vysoká míra čerpání podzemních vod, spolu se zrychleným odtokem z území díky melioracím a vlivu rostoucích extrémů počasí (prudké deště vs. suchá období) dohromady způsobují velký úbytek a rozkolísanost vod v pozorovaném území. To se nejvíce projevuje ve vegetačním období, kdy je na vodní zdroje největší tlak, a např. samotná řeka Svitava ztrácí svoji vodnost už před vtokem do města Svitavy. V dnešní době se často trochu hanlivě mluví o „novém prameni Svitavy na ČOV Hradec nad Svitavou“. V tomto období také výrazně klesá kvalita vod ve vodních tocích.

Kromě změny v hospodaření či snížení spotřeby vody se hledají i další možnosti, jak tento stav zvrátit. V tomto ohledu se v posledních letech v souvislosti s tímto územím diskutuje možnost revitalizace vodních toků, které jsou z velké části zasazeny do umělých kamenito-betonových kanálů. Nejvýraznější změny byly provedeny v sedmdesátých letech 20. století při stavbě druhého březovského vodovodu, kdy došlo k opevnění cca šestikilometrového toku řeky Svitavy mezi městy Hradec nad

Svitavou a Březová nad Svítavou a Banínského potoka. Tato opatření se provedla kvůli nebezpečí kontaminace vod v prameništi Březová nad Svítavou silně znečištěnými vodami z intenzivní průmyslové výroby a komunálních vod [11]. Uplynulá suchá perioda v letech 2015–2018 obrátila pozornost také na vztahy povrchové a podzemní vody ve zdrojové oblasti podzemních vod. Snahy o navyšování zásob podzemní vody pomocí zjednodušené a podporované přímé infiltrace naráží na nedostatečné znalosti o lokální kvalitě těchto vod a s tím související obavy o zanesení nežádoucích kontaminantů do podzemních kolektorů využívaných nebo chráněných pro lidskou spotřebu. V dlouhodobém horizontu je sledován nárůst dusičnanů a pesticidů v podzemních vodách [12–14], jejichž původ se předpokládá převážně ze zemědělské činnosti. Pesticidy se postupně objevují i ve vodovodní síti [15], což je velmi problematické.

Ve sledovaném území je poměrně dobře monitorován stav podzemních vod jak z pohledu jakosti, tak množství, a to minimálně po dobu sta let v souvislosti s využíváním vod v březovském prameništi [10]. Povrchové vody jsou sledovány spíše nárazově a v případě systematického monitorování účelově z pohledu dopadů využívání prameniště na tok Svítavy níže po proudu. Je akcentováno dodržování minimálních průtoků v řece Svítavě pod prameništěm a dále po proudu řeky při průtoku průmyslovými městy Blanskem, Adamovem a především Brnem. Navržený monitoring nebo spíše screening kvality povrchových vod v zájmové oblasti má tento nedostatek znalostí zmírnit.

METODIKA A POPIS ÚZEMÍ

Pro potřeby projektu a naplnění jeho cílů bylo vybráno 11 lokalit pro odběry povrchové vody z řeky Svítavy a jejich hlavních přítoků (*obr. 1*). Řeka Svítava je páteřním tokem výzkumného území hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svítavy (dále jen HG rajon). HG rajon se rozkládá převážně na území Pardubického kraje a částečně zasahuje do Jihomoravského kraje (jižní okraje HG rajonu). Území se nachází v nadmořské výšce mezi 400 (jižní část) a 650 metry nad mořem (východní a západní okraje). Celková rozloha HG rajonu je 358 km². Je orientován severojižním směrem a reprezentuje východní okraj souvislého výskytu křídových sedimentů v České republice. Stavba HG rajonu je dána střídáním propustných hydrogeologických kolektorů (pískovců) a nepropustných hydrogeologických izolátorů (jílovců) [8, 9], díky čemuž se v území tvoří významné vodní zdroje podzemních vod využívané zejména pro pitné účely [10, 16, 17].

Z pohledu využití území je hydrogeologický rajon tvořen převážně zemědělskými plochami (cca 40 %), které se vyskytují v rovinatějších terénech v okolí vodních toků v horní až střední části území. Významné jsou i plochy lesů (cca 35 %), jež se nejvíce vyskytují v kopcovitějších terénech na okraji území a v jižní části, kde řeka Svítava a její přítoky jsou silně zahloubeny do okolního terénu. Obdobné rozšíření zaujímají trvalé travní porosty (cca 13 %) a zástavba (cca 11 %), přičemž zástavba je zde zcela zřetelně vázána na vodní toky (vyjma města Svítavy jsou obce velmi protáhlé a mnohdy mezi sebou vzájemně propojené). Velmi malé zastoupení tu mají vodní plochy (cca 0,3 %), které se nacházejí v severní části území. Podrobnější informace o využití území a jeho vývoji za posledních 200 let jsou k nalezení v [17].

V území se také nacházejí relativně velké oblasti odvodnění zemědělské půdy (*obr. 1*). Převážná část se rozprostírá v severozápadní části výzkumného území mezi sídly Opatov, Svítavy a Hradec nad Svítavou. Některé meliorace mají stáří i přes 100 let, ale převážná část vznikala v druhé polovině 20. století [6]. Dle terénního průzkumu jsou meliorační zařízení na mnoha místech stále funkční.

Řeka Svítava tvoří páteřní tok území a v severní části HG rajonu má rozsáhlou pramennou oblast, která bývá po celý rok silně zamokřená. Vyjma Lačnovského potoka (soutok ve Svítavách) a Chrastovského potoka (soutok v Moravské Chrastové) jsou všechny významné přítoky Svítavy pravostranné. Patří mezi ně Vendolský potok (soutok v Hradci nad Svítavou), Radiměřský potok (soutok na konci obce Radiměř), Banínský potok (soutok nad vodním zdrojem Březová nad Svítavou) a Bělský potok (soutok v obci Brněnec). U soutoků s řekou Svítavou bylo stanoveno 10 odběrných míst (*tab. 1*), kde dochází od června 2023 k odběrům povrchových vod v měsíčním kroku. Tyto lokality jsou doplněny ještě odběrným místem na Svítavském rybníce nad městem Svítavy, který zachytává vody v podstatě z celé pramenné oblasti řeky Svítavy.

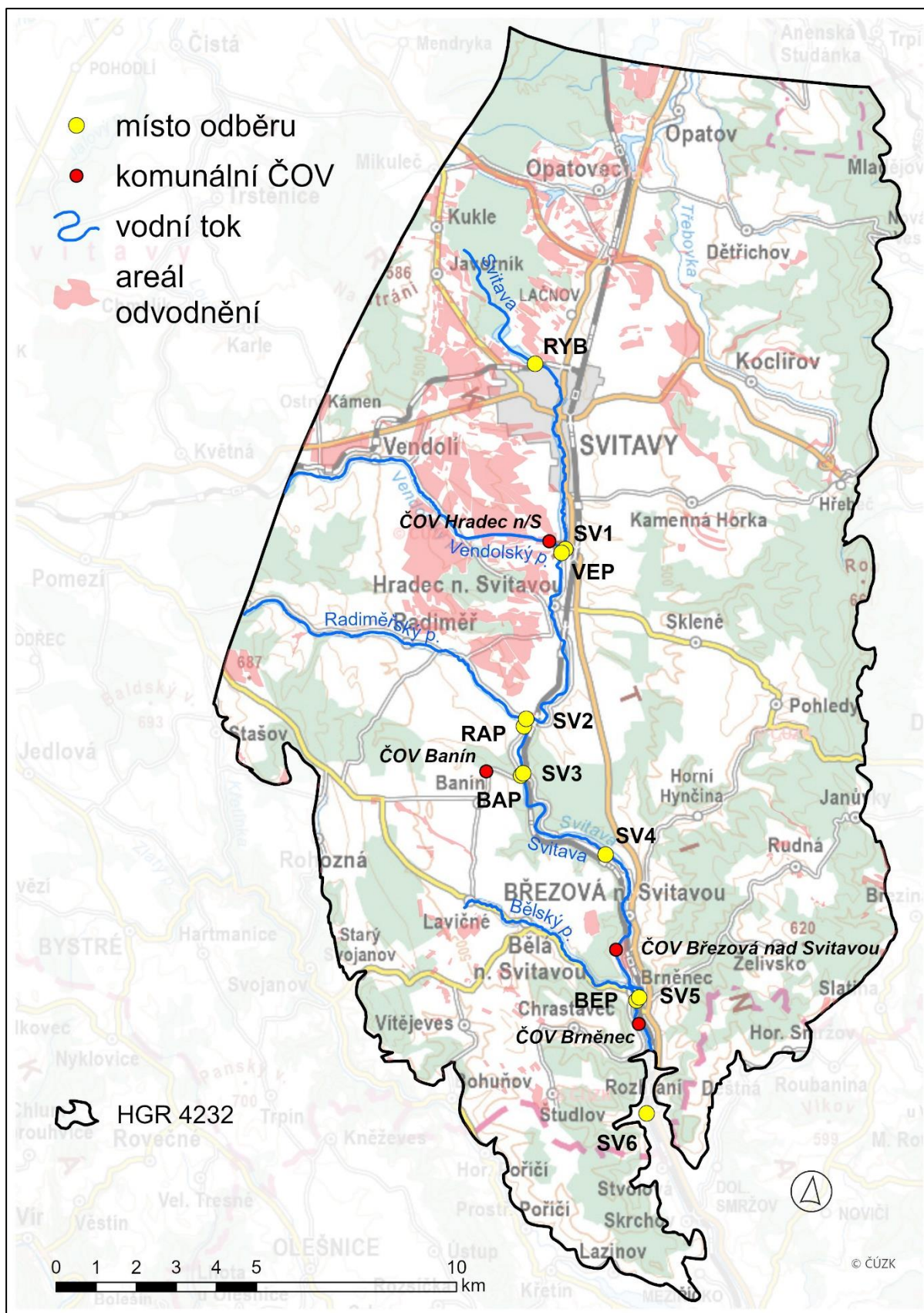
Tab. 1. Popis odběrných míst povrchové vody

Tab. 1. Description of collection localities of surface water

Místo odběru				
ID	Název	Vodní tok	Lokalita	Souřadnice
RYB	Svítavský rybník	Svítava	Svítavy, nad hrází, pravý břeh	49°45'53.964"N, 16°27'53.054"E
SV1	Hradec nad Svítavou	Svítava	Hradec n/S, za mostkem, místo měření ČHMÚ	49°43'27.874"N, 16°28'56.571"E
VEP	Hradec nad Svítavou	Vendolský potok	Hradec n/S, za mostkem, pod ČOV	49°43'24.485"N, 16°28'52.487"E
RAP	Radiměř	Radiměřský potok	Radiměř, před mostkem, nad ústím	49°41'1.782"N, 16°28'28.878"E
SV2	Radiměř	Svítava	Radiměř, za mostkem	49°41'7.631"N, 16°28'30.616"E
BAP	Banín	Banínský potok	za mostkem, nad ústím	49°40'22.168"N, 16°28'32.547"E

SV3	Banín	Svitava	před mostkem	49°40'23.969"N, 16°28'34.594"E
SV4	Dlouhá	Svitava	Dlouhá, za OPVZ I. stupně	49°39'25.770"N, 16°30'27.434"E
BEP	Brněnec	Bělský potok	Brněnec, nad ústím	49°37'31.586"N, 16°31'26.142"E
SV5	Brněnec	Svitava	Brněnec, nad soutokem	49°37'33.674"N, 16°31'28.266"E
SV6	Rozhraní	Svitava	Rozhraní, před mostkem, místo měření ČHMÚ	49°36'1.499"N, 16°31'53.391"E

Accepted for print



Obr. 1. Lokalizace odběrných míst v rámci hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy (další informace v tab. 1).

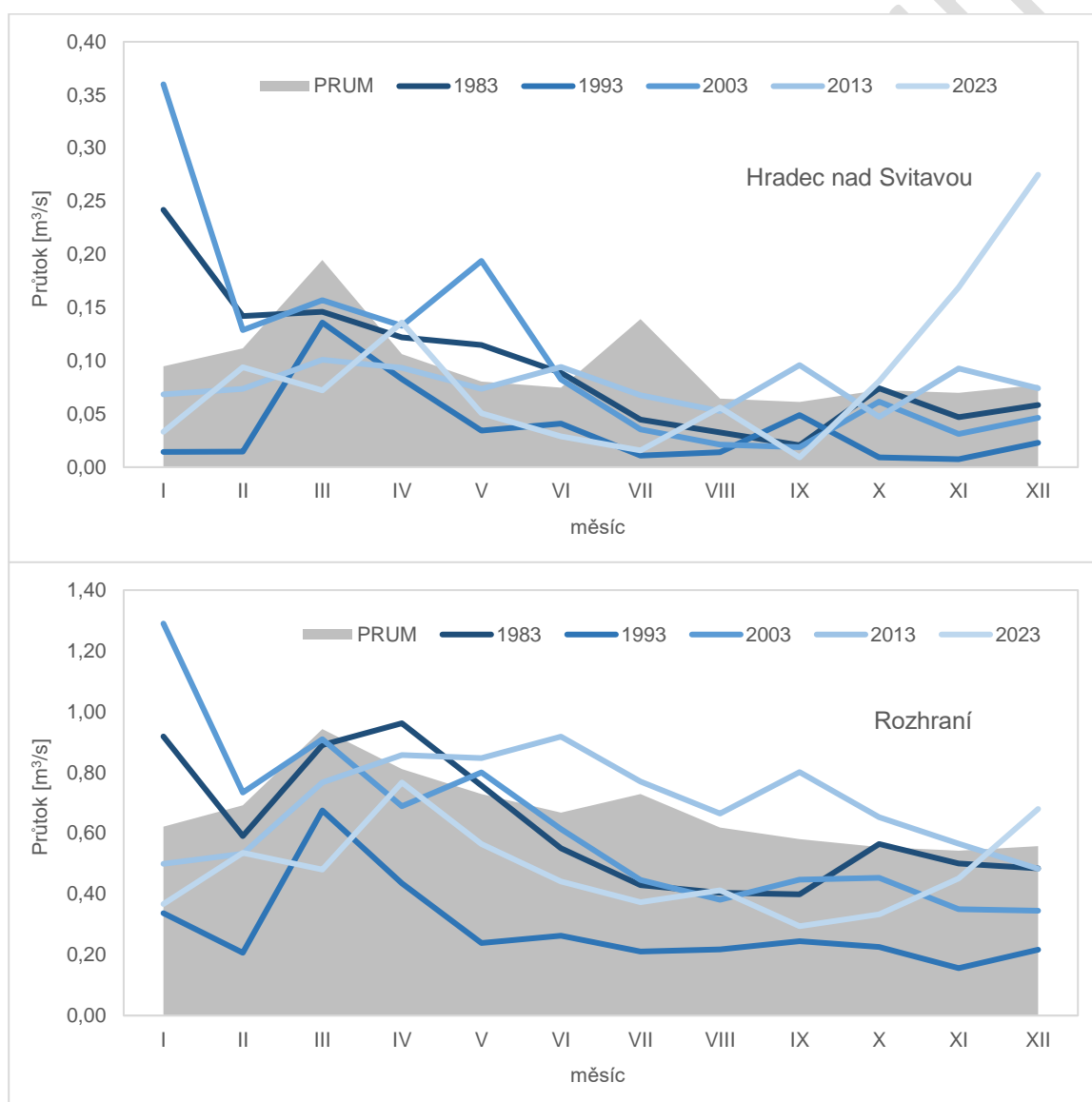
Fig. 1. Localization of collection localities within hydrogeological unit 4232 Ústecká syncline in the Svitava river basin (further information in Tab. 1)

Výběr lokalit se uskutečnil přímo v terénu po konzultacích a za účasti výzkumníků pracujících na projektu. Následné odběry vzorků prováděl vzorkář s příslušnou akreditací. Základní chemické rozborů a mikrobiologické rozborů proběhly v laboratoři VÚV TGM na pracovišti v Brně a výsledky jednotlivých zkoušek jsou součástí standardní agendy laboratoře. V následující části textu zpracováváme a uvádíme jen ty ukazatele, jež jsou relevantní pro cíle projektu.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Změna odtokových poměrů a vliv na vodní zdroje

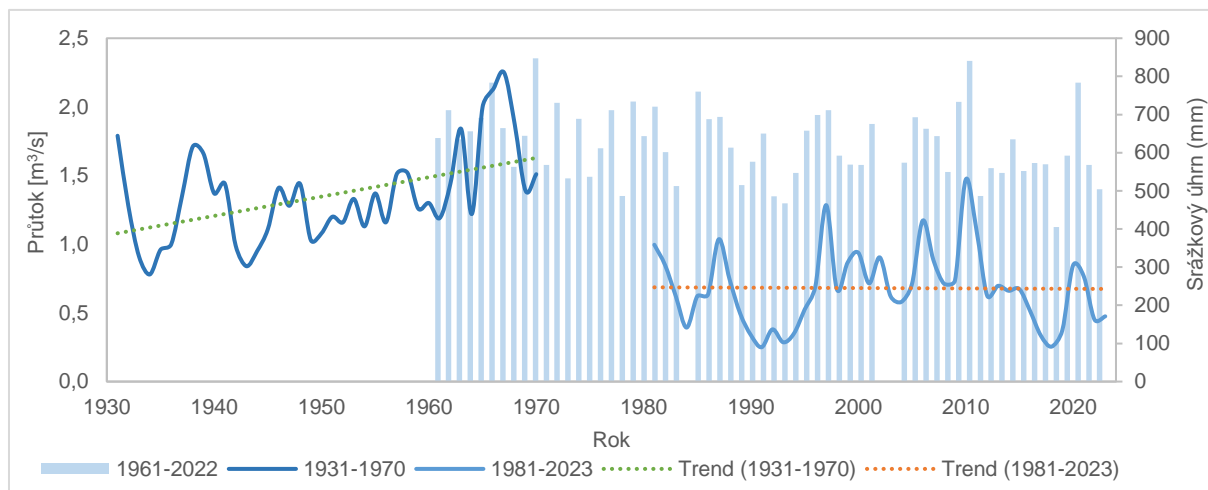
V následujících grafech na obr. 2 jsou pro srovnání zakresleny roční průběhy průměrných měsíčních průtoků vždy s odstupem 10 let. Šedá podkladová plocha vyjadřuje dlouhodobý měsíční průměr za období 1981–2023. Pro řeku Svitavu je v obou profilech charakteristický zvýšený průtok v jarních měsících, zejména v březnu. Lze to dávat do souvislosti s táním sněhové pokrývky, jarními dešti a zemědělskou půdou bez vegetace, kdy je snazší povrchový odtok. Tuto jarní „špičku“ vykazují i téměř všechny ostatní křivky v grafu pro sledované roky, někdy však s posunem do dalších jarních měsíců. Druhý, i když nižší vrchol v dlouhodobém průměru již v dalších sledovaných letech není patrný. Jedná se o červenec, kdy často v jeho začátku dochází k efektu dlouhodobějších intenzivních srážek (např. rok 1997 na Moravě). Právě v tomto měsíci je patrná nejvýraznější změna oproti dlouhodobému průměru. Další období roku, konec léta a podzim, byly vždy obdobím nejnižších průtoků a i sledované roky jsou téměř všechny pod tímto dlouhodobým průměrem.



Obr. 2. Průměrné měsíční průtoky [m^3/s] na řece Svitavě na stanicích Hradec nad Svitavou a Rozhraní (stanice spravované ČHMÚ) v období 1981–2023

Fig. 2. Average monthly flow [m^3/s] of the Svitava river at the Hradec nad Svitavou station and the Rozhraní station (stations operated by the CHMI) during the time period 1981–2023

V posledních letech lze velmi často pozorovat silný pokles hladiny v řece Svitavě a jejích přítocích, což se samozřejmě nejvíce projevuje v suchých obdobích. Dokladem poklesu vodnosti řeky v jejím horním toku je vývoj průtoku na vodoměrné stanici Rozhraní (obr. 3), kde jsou k dispozici data od roku 1931. Je zřetelné, že do roku 1970 byl spíše narůstající trend a průměrný roční průtok v tomto období činil 1,35 m³/s. Po roce 1981 dochází k velké změně v průtoku a v posledních letech se dostává často pod průměr za toto období, který činí 0,69 m³/s. Tato změna je spojena s vyšší mírou čerpání podzemních vod v horní části povodí, a to především pro vodárenské účely. Rápidní pokles v sedmdesátých letech je spojován zejména s výstavbou druhého březovského vodovodu pro město Brno. Na obr. 3 lze také vidět vývoj ročních srážkových úhrnů na stanici Stvolová, kde je patrný lehký pokles v posledních letech, ale tato změna není nijak významná. Z toho lze usuzovat, že na pokles průtoku v řece Svitavě má mnohem větší vliv čerpání podzemních vod.



Obr. 3. Průměrné roční průtoky [m³/s] na řece Svitavě na stanici Rozhraní a roční srážkový úhrn na stanici Stvolová (stanice spravované ČHMÚ) v období 1931–2023

Fig. 3. Mean yearly water flow [m³/s] of the Svitava river at the Rozhraní station, and the annual amount of precipitation at the Stvolová station (stations operated by the CHMI) during the time period 1931–2023

Výše uvedený rozbor naznačuje problémy, jež lze do budoucna očekávat. Již nyní jsou stanoveny limitní hladiny podzemních vod [18], které musejí zůstat zachovány. V případě, že se skutečná hladina blíží ke stanovenému limitu, bude využívání zdrojů omežováno. Pokud opět nastane několikaleté suché období, mohou být jeho dopady výraznější než nyní. Jak vyplývá z grafu na obr. 3, předcházel suchému období let 2015–2018 poměrně srážkově bohaté a vodné roky.

Vývoj kvality povrchové vody

Vývoj množství a kvality vod v oblasti horního toku řeky Svitavy je specifický. Město Svitavy mělo historicky jednu z prvních kanalizačních sítí u nás [19]. Odpadní vody však byly touto sítí odváděny bez čištění přímo do vodoteče. I po zprovoznění čistírny odpadních vod (ČOV) v Hradci nad Svitavou docházelo k pomalému napojování jednotlivých částí města na tuto čistírnu [11]. Žádná ČOV není schopná ekonomicky únosně vyčistit vodu na úroveň neovlivněného přírodního stavu. Vždy se počítá s určitým naředěním vodou z recipientu a také se samočisticí schopností vodního toku [20]. Z pohledu řešeného tématu je potřeba zmínit, že v zájmovém území se nachází 50 sídel a pouze čtyři ČOV dle databáze DIBAVOD a dalších podkladů (ne všechny jsou navíc v provozu). Je to dáno místní situací, kdy obce bývají napojeny na sdruženou kanalizační síť, např. na svitavskou kanalizační síť vedoucí na ČOV v Hradci nad Svitavou. Tomu odpovídá i údaj o „Vypouštění do povrchových vod“ z databáze ISVS – VODA (www.voda.gov.cz), kde v rámci výzkumného území je evidováno pouze pět lokalit vypouštění, přičemž čtyři jsou z místních komunálních ČOV (obr. 1).

V následujícím přehledu v tab. 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty z údajů zjištěných monitoringem pro vybrané parametry. Tyto průměrné hodnoty ukazatelů poskytují přehledný obrázek o zájmovém území z hlediska jakosti povrchových vod. Jde o deset měřených hodnot (odběrů), v případě lokality SV1 jen o šest a na lokalitě SV2 o devět odběrů. Na vlastním toku Svitavy byl totiž v některých případech zcela nulový průtok a vzorek nebylo možné odebrat.

Z pohledu mikrobiologických ukazatelů je nejhůře hodnocené místo VEP, recipient vyčištěných odpadních vod z města Svitavy. V hydrologicky následujících místech na toku Svitavy je patrné, že hodnoty postupně klesají. Žádný z přítoků nedosahuje tak vysokých hodnot. Lze tedy konstatovat, že svitavská (hradecká) ČOV ovlivňuje v tomto směru řeku Svitavu po celé sledované délce. Tomuto trendu se vymyká až poslední sledovaný profil na Svitavě SV6, kde oproti předchozímu místu SV5 dochází ke zhoršení. To lze pravděpodobně přičíst komunálnímu znečištění z Brněnce, Moravské Chrastavé a dalších částí obcí, kde se v tomto úseku zástavba přibližuje až k řece a likvidace odpadních vod není dosud uspokojivě řešena.

Obdobně je možné hodnotit i další ukazatele z první části *tab. 2*, kde se v místě BAP projevuje výrazněji také vliv vod z čistírny na Banínském potoce (ČOV obce Banín). Tato skutečnost je významná i proto, že Banínský potok ve svém závěrečném úseku přímo kontaktuje jímací území Březová a v posledních letech jsou zde snahy o revitalizaci vodního toku [21]. Poněkud překvapivé jsou vysoké hodnoty NO_3 v místech VEP a BAP. Většinou je zatížení dusičnany připisováno spíše zemědělskému znečištění [11–14]. Ve sledovaném případě je však spojeno i se zvýšenými hodnotami amonných iontů, a může tak naznačovat, že účinnost odbourávání dusíku u obou ČOV není vysoká. Ostatní přítoky Svitavy ukazují na spíše plošné a difuzní zatížení vod. Tyto znečišťující látky by se ovšem ve vodě výrazněji projevíly při nárazově zvýšených průtocích v případě přívalových dešťů, což se v rámci popisovaného monitoringu nepodařilo zachytit.

Z celého souboru odběrných míst se v mnoha ukazatelích odlišuje RYB. Vzhledem k tomu, že jde o odběr rybníční vody, projevují se na její kvalitě jiné biologické procesy. Z ukazatelů v *tab. 2* je to možné dokladovat např. na nízkých koncentracích dusičnanů, přestože v povodí nad rybníkem převažuje intenzivně využívaná orná půda. Snižování koncentrací dusíku je ve stojaté vodě způsobeno chemickými oxidačně-redukčními procesy i využíváním dusíku zelenými organismy. Koncentrace fosforu, který se tu dostává do vody převážně splachy z polí, je v rybníku nejnižší ze sledovaných lokalit. Přesto je dostatečně vysoká, aby při splnění dalších podmínek umožňovala masivní rozvoj sinic. Sledování a studium těchto přírodních dějů je samo o sobě zajímavé. Lokalita však byla do monitoringu zařazena s cílem získat požadované přirozené hodnoty jakosti vody při vstupu do sledovaného systému. To však, vzhledem k téměř nulovému odtoku z rybníku po většinu monitorovacího období, nebylo naplněno.

Příznivé jsou v celém povodí některé ukazatele z druhé části tabulky. Jedná se např. o kadmium a rtuť, které byly při všech odběrech pod mezí stanovitelnosti nebo náhodně těsně nad ní. Také další těžké kovy jako chrom, nikl či olovo jsou ve všech vzorcích řádově pod limity stanovenými pro tyto látky [22].

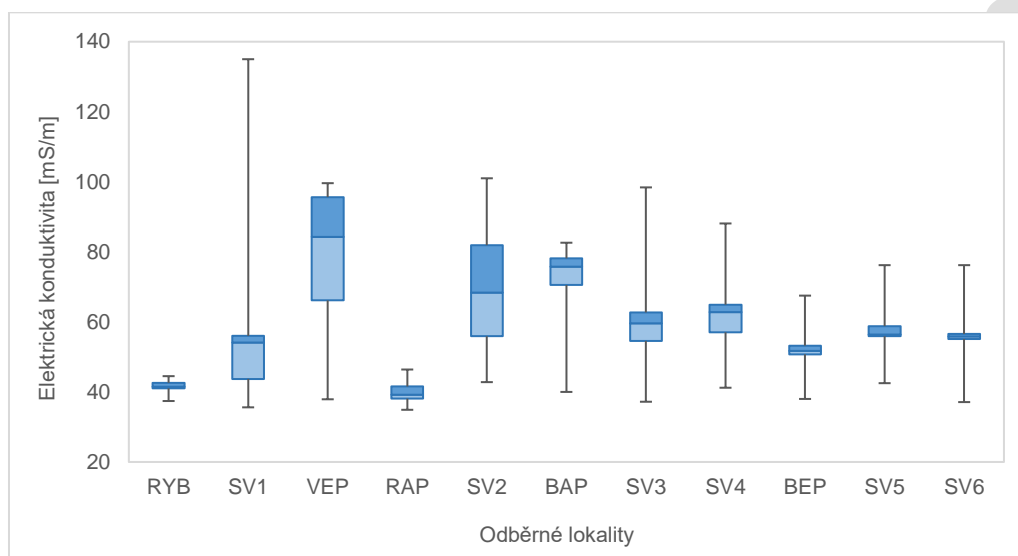
Tab. 2. Průměrné hodnoty vybraných parametrů povrchové vody

Tab. 2. Average numbers of chosen parameters of surface water

Místo odběru	Fek. kolif. bakt.	<i>Escherichia coli</i>	Enterokoky	pH	El. kondukt.	BSK5	CHSK-Mn	Cl	SO ₄	Amonné ionty	NO ₃	NO ₂	o-PO ₄ celk.	NL 105	RL105
ID	KTJ/100 ml	KTJ/100 ml	KTJ/100 ml	-	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
RYB	3 280,00	26,44	90,60	7,58	41,41	4,92	7,74	26,35	34,36	0,36	3,70	0,05	0,24	27,41	282,40
SV1	184 000,00	11 528,00	8 950,00	7,53	62,62	3,04	5,59	69,78	48,93	0,68	16,68	0,26	0,35	38,80	396,33
VEP	328 300,00	69 855,56	20 661,00	7,37	78,16	2,92	6,60	77,10	80,43	1,20	50,07	0,24	2,67	35,73	529,00
RAP	5 900,00	930,00	2 001,00	7,67	40,09	2,36	3,48	8,76	34,27	0,09	19,54	0,07	0,31	29,91	278,10
SV2	87 000,00	21 592,00	7 131,11	7,65	69,90	2,17	5,81	71,92	72,46	0,80	25,16	0,51	1,36	17,39	454,56
BAP	1 800,00	2 578,00	10 791,00	7,79	69,82	3,71	4,02	25,62	66,63	0,65	47,82	0,88	1,88	16,46	507,40
SV3	84 000,00	10 240,00	5 224,00	8,13	60,82	1,72	4,29	52,27	58,52	0,60	25,03	0,28	0,98	16,64	407,50
SV4	32 800,00	1 759,89	2 150,00	7,57	61,49	1,50	2,76	36,98	51,41	0,13	34,66	0,14	0,52	14,66	436,90
BEP	1 600,00	809,00	698,40	7,61	52,05	1,40	2,40	27,36	44,25	0,04	39,59	0,10	0,31	25,10	396,60
SV5	30 400,00	1 325,56	1 728,00	7,56	57,84	0,90	1,82	30,51	47,42	0,15	30,40	0,09	0,35	11,05	407,70
SV6	63 000,00	2 044,44	3 080,00	7,61	56,28	0,79	2,64	31,65	48,94	0,25	31,00	0,09	0,44	16,06	406,50
Místo odběru	Na	K	Ca	Mg	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
ID	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
RYB	12,51	4,22	64,28	4,00	156,02	3,72	<0,1	<1	8,35	684,90	<0,05	67,90	2,41	1,81	5,30
SV1	39,20	2,88	77,15	3,38	275,95	1,70	0,10	1,14	4,32	711,17	<0,05	56,00	2,63	2,14	16,67
VEP	55,27	14,26	83,57	5,93	229,66	1,64	<0,1	1,19	4,33	560,00	0,06	60,40	2,81	1,49	25,00
RAP	2,14	2,31	75,56	1,59	196,20	1,25	<0,1	1,21	2,67	182,20	<0,05	27,90	2,03	1,61	7,30
SV2	46,57	10,74	78,63	4,86	169,33	1,55	<0,1	1,10	3,30	317,33	<0,05	43,89	2,31	1,43	12,89
BAP	12,91	7,31	128,18	2,48	160,01	1,51	<0,1	1,08	4,01	99,71	<0,05	24,80	2,14	1,17	11,20
SV3	29,61	7,14	80,67	3,74	117,38	1,40	<0,1	1,08	4,99	217,70	<0,05	29,20	2,20	1,29	11,00
SV4	18,11	4,27	97,55	3,35	95,24	1,44	<0,1	1,09	2,61	191,48	<0,05	27,80	2,10	1,32	9,30
BEP	6,78	2,32	91,64	2,49	142,61	1,19	<0,1	<1	2,28	121,40	<0,05	27,30	2,54	1,29	7,00
SV5	11,96	3,22	94,69	3,52	76,12	1,24	<0,1	1,07	2,49	142,50	<0,05	25,40	2,07	1,24	8,70
SV6	12,09	3,24	95,18	3,52	90,02	1,22	0,10	1,18	2,97	259,38	<0,05	30,00	2,33	1,59	12,80

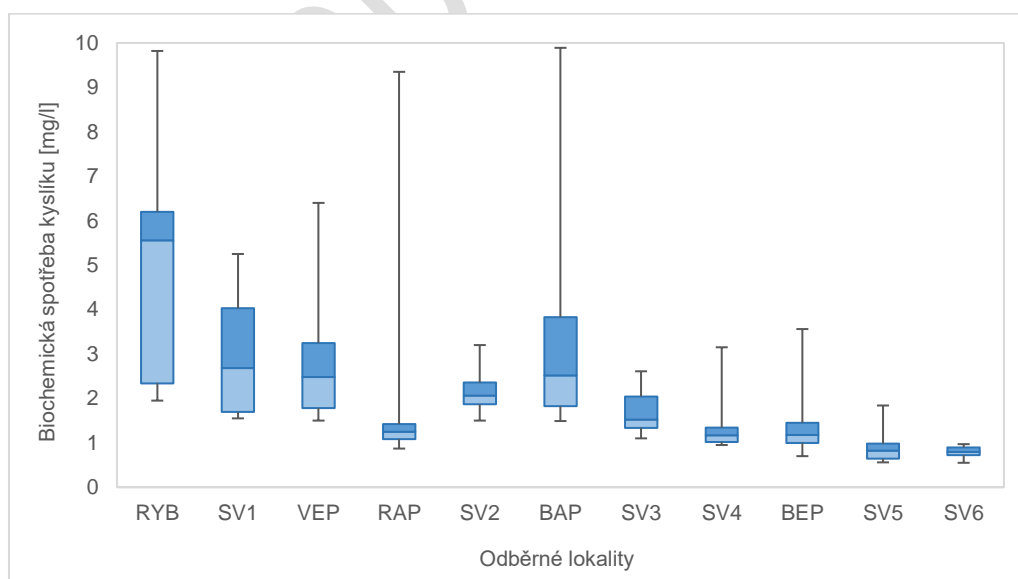
Pro některé významné ukazatele byly údaje z monitoringu zpracovány podrobněji. Na obr. 4–9 jsou uvedeny výsledky základní statistické analýzy vybraných parametrů povrchové vody na jednotlivých odběrných lokalitách, přičemž tenké linie zobrazují rozptyl hodnot (MIN a MAX), spodní hranice boxu hodnotu 1. kvartilu, horní hranice boxu hodnotu 3. kvartilu a rozhraní mezi světlým a tmavě modrým boxem hodnotu mediánu. Všechny odběry byly provedeny v době průměrných nebo spíše nižších průtoků, nebyla zachycena situace po přívalové srážce nebo v delším období zvýšených stavů. Níže popsaná variabilita koncentrací znečišťujících látek je tak způsobena nejspíše sezonností zemědělských prací, případně kolísáním účinnosti čistících procesů na ČOV.

Na obr. 4 je statistické vyhodnocení zjištěných hodnot elektrické konduktivity. První lokalita RYB představuje přirozené pozadí v povodí nad městem Svitavy, neovlivněné bodovým znečištěním. Tato lokalita má také nejnižší výkyvy koncentrací. Podobný charakter má i konduktivita Radiměřského potoku, který představuje také samostatné malé povodí, nezatěžované vnějšími vlivy. Odběrné místo SV1 naopak vykazuje nejvyšší hodnotu MAX a zároveň největší odklon této hodnoty od mediánu. Jedná se o lokalitu pod městem Svitavy, kde mohl být uskutečněn nejmenší počet odběrů vzorků z důvodů nedostatečnosti průtoku. Naměřené hodnoty dokumentují spíše nárazově průtok odpadní vody nebo posun kontaminovaných sedimentů.



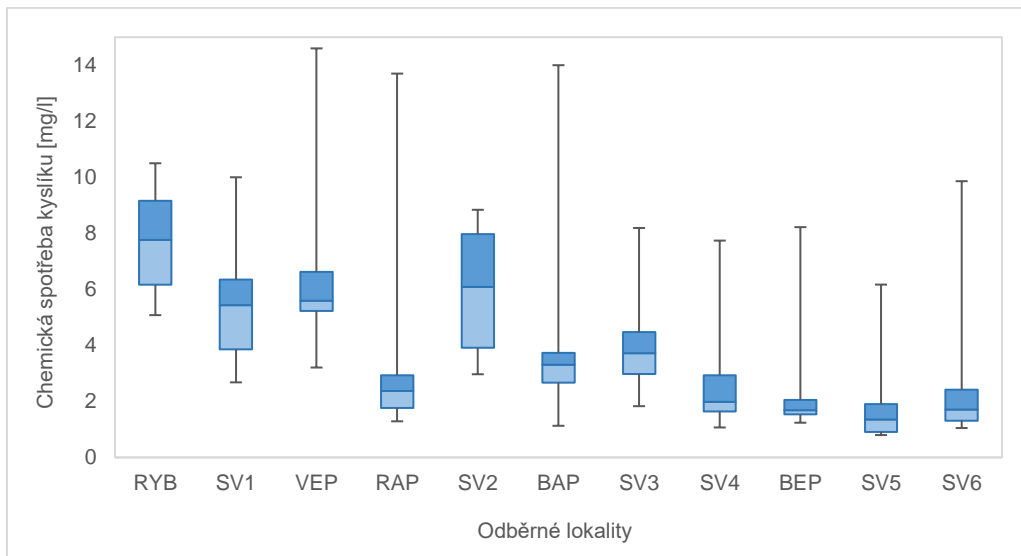
Obr. 4. Rozptyl hodnot elektrické konduktivity [mS/m] za období červen 2023 až březen 2024

Fig. 4. Variance of values of the electric conductivity [mS/m] during the time period from June 2023 to March 2024



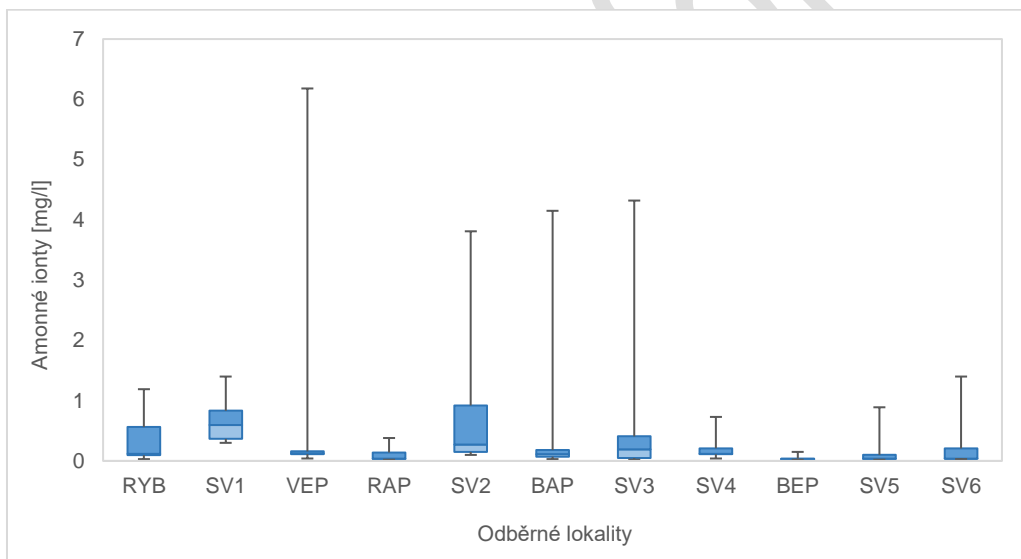
Obr. 5. Rozptyl hodnot koncentrace biochemické spotřeby kyslíku [mg/l] za období červen 2023 až březen 2024

Fig. 5. Variance of concentration values of the biochemical oxygen consumption [mg/l] during time period from June 2023 to March 2024



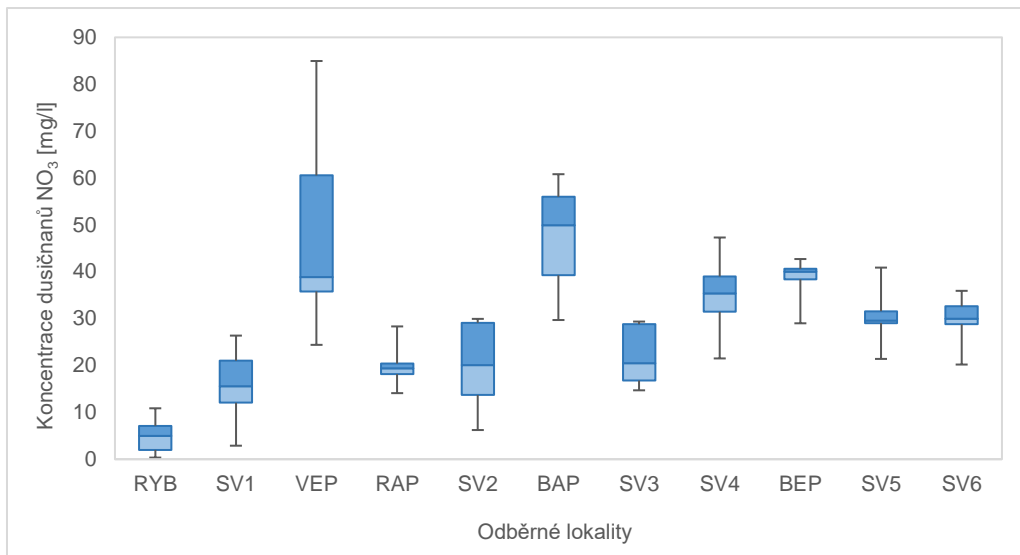
Obr. 6. Rozptyl hodnot koncentrace chemické spotřeby kyslíku [mg/l] za období červen 2023 až březen 2024

Fig. 6. Variance of concentration values of the chemical oxygen consumption [mg/l] during the time period from June 2023 to March 2024



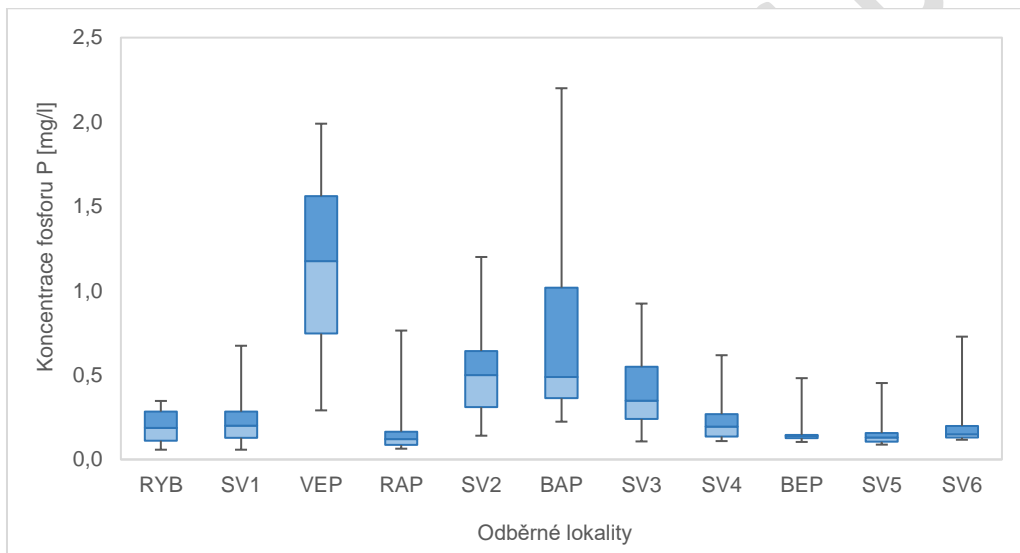
Obr. 7. Rozptyl hodnot koncentrace amonných iontů [mg/l] za období červen 2023 až březen 2024

Fig. 7. Variance of concentration values of the ammonium ions [mg/l] during the time period from June 2023 to March 2024



Obr. 8. Rozptyl hodnot koncentrace dusičnanů (NO₃) [mg/l] za období červen 2023 až březen 2024

Fig. 8. Variance of concentration values of the nitrates (NO₃) [mg/l] during the time period from June 2023 to March 2024



Obr. 9. Rozptyl hodnot koncentrace fosforu (P) [mg/l] za období červen 2023 až březen 2024

Fig. 9. Variance of concentration values of the phosphorus (P) [mg/l] during the time period from June 2023 to March 2024

Rozptyl hodnot koncentrací fosforu v monitorovaných tocích jednoznačně ukazuje vliv komunálního znečištění, když odpadní vody projdou čistírnou (viz obr. 9, lokalita VEP a BAP). Takto zatížené potoční vody pak ovlivňují vlastní tok Svitavy, kdy se koncentrace fosforu po proudu postupně snižuje (lokality SV2, SV3, SV4 a SV5). Snižování je způsobeno jednak postupným naředěním nezatíženou vodou, jednak přechodem fosforu do říčních sedimentů. Samotný fosfor není bezprostředním nebezpečím pro vodní tok, ukazuje však opět největší výkyvy a nárazově nejvyšší maximální hodnoty v tocích v místech pod ČOV. To může indikovat výpadky v účinnosti čištění na těchto zařízeních a může se týkat i dalších závažnějších jakostních ukazatelů.

ZÁVĚR

Podzemní voda ve svitavské části Ústecké synklinály představuje jednu z největších zásobáren využitelné vody v ČR. Porovnání historických a současných údajů o průtocích v řece Svitavě ukazuje jednoznačnou souvislost stavu ve vodním toku s množstvím odebírané podzemní vody. Pokud se bude zvyšovat tlak na odebírané množství těchto vod pro pitné účely, je třeba do budoucna počítat se stanovením přísnějších limitů pro udržitelnost tohoto zdroje.

Kvalita podzemních vod přímo souvisí s činnostmi na povrchu a s kvalitou povrchových vod. To je třeba mít na zřeteli i při navrhování revitalizací a dalších opatření pro zadržování vody v krajině. I když dochází k určitému časovému zpoždění

v projevech vlivu na podzemní vodu, je třeba věnovat setrvalou pozornost kvalitě povrchových a drenážních vod. Dosud je k dispozici relativně málo údajů o jakosti povrchových vod ve výzkumném území, především v případě extrémních povětrnostních podmínek. V budoucnu by bylo vhodné provést časově detailnější monitoring k zachycení takovýchto událostí.

Plošný monitoring jakosti povrchové vody ukázal značnou sezonní variabilitu. Přestože naměřené hodnoty nejsou známkou havarijních stavů, je doporučeno v obdobném monitoringu pokračovat, a to i na dalších místech a s rozšířením na drenážní vody meliorovaných ploch zemědělské půdy. Ačkoli výsledky provedeného monitoringu povrchových vod ukazují výrazné zlepšení kvality oproti stavu v době budování druhého březovského vodovodu, je zcela žádoucí ponechat a opravit nepropustnou úpravu dna koryta Svatky a Banínského potoka v přímé návaznosti na březovské prameniště. Jedná se nejen o ochranu před výrazným havarijním znečištěním z průmyslu či dopravy. Ukazuje se, že i drobné výpadky v účinnosti některé z ČOV se významně projeví v kvalitě vody ve Svitavě na dlouhém úseku.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci výzkumného projektu SS06010044 „Definování a hodnocení ploch rozhodných pro dotaci strategických zdrojů podzemních vod s ohledem na jejich ochranu a stabilizaci“ (Prostředí pro život VI, Technologická agentura ČR).

Literatura

- [1] KOPECKÝ, D., KAZDA, P. Zasakování vody pomůže s vedrem, suchem i povodněmi. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2024, 66(2), s. 40–41.
- [2] MŽP. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Praha: MŽP, 2015. 130 s.
- [3] EK. *Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu*. Brusel: Evropská Komise, 2013. 11 s.
- [4] VÚV TGM. *Katalog přírodně blízkých opatření pro zadržení vody v krajině*. Praha: VÚV TGM, v. v. i., MŽP, 2018. 110 s.
- [5] ÚKZÚZ. *Kontrola a monitoring cizorodých látek v potravních řetězcích*. Brno: ÚKZÚZ, 2023. 105 s.
- [6] VÚMOP. *Webový portál Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. – Informační systém melioračních staveb*, 2016. [on-line] [vid. 6. květen 2024]. Dostupné z: <https://meliorace.vumop.cz/?core=account>
- [7] ČHMÚ. *Webový portál Českého meteorologického ústavu – Pozorovací síť kvantity povrchových vod ČHMÚ*. [on-line] [vid. 6. květen 2024]. Dostupné z: <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/instant/sidebar/index.html?appid=a071a5961a674f7d8fc78bc4fb086797>
- [8] ČGS. *Webový portál České geologické služby – Rebilance zásob podzemních vod*, 2022. [on-line] [cit. 2023-07-20]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/rebilance>
- [9] HERČÍK, F., HERMANN, Z., VALEČKA, J. *Hydrogeologie české křídové pánve*. Praha: ČGS, 1999. 115 s.
- [10] VIŠČOR, P. 100 let I. březovského vodovodu. *SOVAK*. 2013, 5, s. 129–132.
- [11] JURÁŇ, S. *Komunální bodové zdroje znečištění. DÚ 01. Projekt Morava III. Závěrečná syntetická zpráva*. Brno: VÚV TGM, 2003.
- [12] KODEŠ, V., KOZÁK, J., KODEŠOVÁ, R., KOČÁREK, M. a kol. *Výskyt a pohyb pesticidů v hydrosféře a nové metody optimalizace monitoringu pesticidů v hydrosféře ČR. (Závěrečná zpráva projektu MŠMT č. 2B06095)*. Praha: ČHMÚ, 2011. 82 s.
- [13] ELBL, J., KINTL, A., ZÁHORA, J. *Výplavování minerálního dusíku z orné půdy v závislosti na kvantitě a kvalitě předchozích dávek živin. Sborník konference MendelNet 2012*. Brno: MENDELU, 2012, s. 392–400.
- [14] KODEŠ, V., SVÁTKOVÁ, M. *Výsledky monitoringu pesticidů v podzemních vodách. Sborník příspěvků ze XIV. hydrogeologického kongresu a II. inženýrskogeologického kongresu*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014.
- [15] MOULISOVÁ, A., BENDAKOVSKÁ, L., KOŽÍŠEK, F., VAVROUŠ, A., JELIGOVÁ, H., KOTAL, F. Pesticidy a jejich metabolity v pitné vodě: jaký je současný stav v České republice? *Vodní hospodářství*. 2018, 68(7), s. 4–10.
- [16] HONEK, D., FOREJTŇÍKOVÁ, M., ROZKOŠNÝ, M., VYSKOČIL, A. Historical Water Supply System of the City of Brno – Social-Environmental Consequences. *Water*. 2021, 13, s. 1–22.
- [17] HONEK, D., FOREJTŇÍKOVÁ, M., SEDLÁČEK, Z., NOVOTNÁ, J. Vývoj využití území a vliv na vodní zdroje hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2023. 65(6), s. 22–27.

[18] MŽP. *Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí ke stanovení minimální hladiny podzemních vod*. Praha: MŽP, 2001. 5 s.

[19] ROZKOŠNÝ, M. Stokování a čistírenství, kapitola in: *Metodika klasifikace a hodnocení průmyslového dědictví z pohledu památkové péče – vodní hospodářství*, 2022. Identifikační kód projektu: DG18P02OVV019.

[20] MŽP. *Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*. Praha: MŽP, 2001. 116 s.

[21] PMO. *Webový portál Povodí Moravy, s. p. – Banínský potok získá nové koryto s meandry a tůňemi (Tiskové zprávy)*. [online] [vid. 30. duben 2024]. Dostupné z: <https://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/baninsky-potok-ziska-nove-koryto-s-meandry-a-tunemi/>

[22] *Vyhláška č. 252/2004 Sb., ve znění ze 4. 1. 2024, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody*.

Autoři

Mgr. David Honek, Ph.D.¹

david.honek@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-6957-051X

Ing. Milena Forejtníková¹

milena.forejtnikova@vuv.cz

Mgr. Zdeněk Sedláček¹

zdenek.sedlacek@vuv.cz

RNDr. Jitka Novotná²

jitka.novotna@geology.cz

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Brno

²Česká geologická služba

Příspěvek prošel lektorským řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2024.05.004

DEVELOPMENT AND CONDITION OF SURFACE WATERS IN AN IMPORTANT DRINKING WATER SOURCE AREA

HONEK, D.¹; FOREJTNÍKOVÁ, M.¹; SEDLÁČEK, Z.¹; NOVOTNÁ, J.²

¹T. G. Masaryk Water Research Institute, Brno

²Czech Geological Survey

Key words: surface water – contaminant – the Svitava river – the Ústecká syncline

The paper discusses the development of the basic parameters of surface water within the important drinking water source area of hydrogeological unit 4232 Ústecká syncline in the Svitava river basin. Emphasis is placed on the development of the amount of water in the Svitava river and the development of the basic physical and chemical parameters of these waters. The possible effect on the local groundwater, which is intensively used for drinking purposes, is discussed. The contribution compares historical data sets with the results of current monitoring within the project SS06010044 (PPŽ VI, TA CR).

A comparison of historical and current data on flows in the Svitava river shows a clear connection between the state of the flow and the amount of groundwater withdrawn. If the pressure on the amount of water taken for drinking purposes increases, stricter limits for the sustainability of this resource must be set in the future.

The current qualitative state of surface water points to caution in promoting direct infiltration into groundwater due to the risk of contamination. Groundwater quality is directly related to surface activities and surface water quality. This must also be taken into account when designing revitalizations and other measures to retain water in the landscape. Although the measured values are not a sign of emergency conditions, it is recommended to continue similar monitoring in other places and with the extension to drainage waters of meliorated areas of agricultural land. So far, relatively little data is available on the quality of surface water in the research area, especially in the case of extreme weather conditions.

Even though the results of the surface water monitoring show a significant improvement in quality compared to the state at the time of the construction of the second Březovský water supply system, it is highly desirable to leave and repair the impervious treatment of the bed of the Svatka river and the Banín stream in direct connection to the Březová source area. This is not only protection against significant accidental pollution from industry or transport. It turns out that even minor shortfalls in the efficiency of some treatment plants will have a significant impact on the quality of water in Svitava river over a long period of time.

Accepted for print