

Technická zpráva číslo ZZ 287/2018

**MONITORING VODNÍCH
ZDROJŮ, VODNÍCH PLOCH
A VODOTEČÍ V PLOŠE
PRŮZKUMNÉHO ÚZEMÍ
HORKA, HRÁDEK, KRAVÍ HORA**

**ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA
PRO LOKALITU KRAVÍ HORA**

Autoři: Mgr. Jan Bartoň, Mgr. Václav Mátl

„GEO“

(sdružení GEOTest, a.s. a GEOMIN s.r.o.)

Brno, červen 2018

Název projektu: Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Horka, Hrádek a Kraví hora

Název dílčí etapové zprávy: Závěrečná zpráva pro lokalitu Kraví Hora

Závěrečná zpráva

Evidenční číslo smlouvy zadavatele: SO2016-112

Evidenční číslo smlouvy zhotovitele: 16 7331

Autoři: Mgr. Jan Bartoň, Mgr. Václav Mátl

Schválil				
Funkce	Instituce	Jméno	Datum	Podpis
Osoba zhotovitele zodpovědná za technické řešení	GEOMIN s.r.o.	RNDr. Michal Černý		
Osoba zhotovitele zodpovědná za koordinaci projektu	GEOtest, a.s.	Mgr. Jan Bartoň		
Osoba zadavatele zodpovědná za koordinaci projektu	SÚRAO	Ing. Marek Vencel		

Obsah

1	Informace o území.....	1
1.1	Geografické vymezení území	1
1.2	Fyzicko-geografické poměry území	3
1.3	Hydrologické poměry území	4
1.4	Geologické poměry území.....	4
1.5	Hydrogeologické poměry území	5
1.6	Základní charakterizace obydlenosti území, využití půdy	6
2	Výsledky rešeršních prací.....	7
3	Výsledky rekognoskace	8
4	Výběr monitorovaných objektů	9
4.1	Kritéria výběru monitorovaných míst	9
4.2	Přehled monitorovaných objektů	10
5	Plán monitoringu.....	12
6	Monitorované ukazatele	13
7	Odběry vzorků vod.....	13
7.1	Zásady odběru vzorků povrchových vod (rybníky, vodoteče)	13
7.2	Zásady odběrů vzorků podzemních vod (vrty, studny, prameny, vývěry apod.)	14
8	Výsledky terénních prací.....	14
8.1	Klimatologické zhodnocení období monitoringu.....	14
8.2	Měření hladiny vody a fyzikálních parametrů.....	17
8.2.1	Vyhodnocení úrovní hladin podzemních vod	17
8.2.2	Výsledky měření fyzikálních parametrů vod	19
8.3	Měření průtoků vodotečí a pramene	22
8.4	Výsledky analytických prací.....	26
8.4.1	Podzemní voda	27
8.4.2	Povrchová voda	37
9	Závěr a doporučení	43
10	Seznam literatury	46

Seznam tabulek:

Tab. 1 PÚ ZZZK Kraví hora – vymezení území.....	1
Tab. 2 Výměry katastrálních území dotčených obcí (dle Rozhodnutí MŽP ČR o PÚ ZZZK).....	1
Tab. 3 Obce informované o zahájení monitoringu v PÚ Kraví hora.....	8
Tab. 4 Přehled objektů vybraných k monitoringu.....	10
Tab. 5 Průměrné měsíční teploty vzduchu (°C) v období 11/2016 až 05/2018 ve srovnání s normálem (1981-2010).....	14
Tab. 6 Měsíční srážkové úhrny (mm) v období 11/2016 až 05/2018 ve srovnání s normálem (1981-2010) a Rethlyho vlhkostní klasifikace.....	15
Tab. 7 Rethlyho klasifikace vlhkosti měsíců, roků a období	16
Tab. 7.1 Charakteristika období jednotlivých měsíců monitoringu.....	16
Tab. 8 Úrovně hladiny podzemní vody od terénu.....	17
Tab. 9 Okamžité průtoky (vydatnosti) v období 11/2016 - 05/2018.....	24
Tab. 9a Okamžité, maximální, minimální a průměrné průtoky v období 11/2016-05/2018	22
Tab. 9b Specifické odtoky v období 11/2016-05/2018.....	23
Tab. 10 Souhrn vlastností podzemních vod (průměr za rok 2016-2018).....	35
Tab. 11 Souhrn vlastností povrchových vod (průměr za rok 2016-2018).....	36

Seznam obrázků:

Obr. 1 PÚ ZZZK Kraví hora – vymezení území	
Obr. 2 Teplotní charakteristika období 11/2016 až 05/2018 ve srovnání s normálem (1981-2010)	
Obr. 3 Vlhkostní klasifikace období 11/2016-05/2018 podle Rethlyho	
Obr. 4 Úrovně hladiny podzemních vod v závislosti na srážkách	
Obr. 5 Okamžité průtoky vodních toků v závislosti na srážkových úhrnech	
Obr. 6 Vývoj chemického složení důlní vody v DB-1 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 7 Vývoj chemického složení důlní vody v DB-3 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 8 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-2 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 9 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-4 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 10 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-6 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 11 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-7 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 12 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-8 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 13 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-9 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 14 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-10 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 15 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-18 – vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 16 Piperův diagram chemického složení podzemních vod	
Obr. 17 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-5 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 18 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-11 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 19 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-12 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 20 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-13 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 21 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-14 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 22 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-15 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 23 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-16 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 24 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-17 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 25 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-19 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 26 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-20 vybrané hlavní anionty a kationty	
Obr. 27 Piperův diagram chemického složení povrchových vod	

Dlážděná 6 | 110 00 Praha 1 | ČR

tel.: +420 221 421 511 | fax: +420 221 421 544 | e-mail: info@sura0.cz | www.sura0.cz

IČ: 66000769 | Bankovní spojení: ČNB Praha 1, č. ú. 35-64726011/0710

Tato zpráva je výhradně majetkem SÚRAO a její šíření bez vědomí majitele je zakázáno.

Správa úložišť radioaktivních odpadů byla zřízena k 1. 6. 1997 Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR jako státní organizace na základě atomového zákona (§ 26 zákona č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření). Od roku 2000 je SÚRAO ve smyslu § 51 zákona č. 219/2000 Sb. organizační složkou státu.

Seznam textových příloh:

Příloha č. 1: Tabulky rešerší

Příloha č. 2: Pasportní listy

Příloha č. 3: Tabulkový přehled terénních a analytických prací

Příloha č. 3.1: Měření průtoků a vydatností

Příloha č. 3.2: Podzemní voda

Příloha č. 3.3: Povrchová voda

Příloha č. 4: Laboratorní protokoly

Seznam elektronických příloh:

Příloha č. 1: Vymezení PÚ ZZZK Kraví hora	1: 30 000
Příloha č. 2: Geologická mapa PÚ ZZZK Kraví hora	1: 30 000
Příloha č. 3: Hydrogeologická mapa PÚ ZZZK Kraví hora	1: 30 000
Příloha č. 4: Mapa vrtné prozkoumanosti dle ČGS – Geofond Praha	1: 30 000
Příloha č. 5: Vodohospodářská mapa PÚ ZZZK Kraví hora	1: 30 000
Příloha č. 6: Hydrologická mapa PÚ ZZZK Kraví hora	1: 30 000
Příloha č. 7: Mapa objektů vybraných k monitoringu	1: 30 000
Příloha č. 8: Fotodokumentace	

Dlážděná 6 | 110 00 Praha 1 | ČR

tel.: +420 221 421 511 | fax: +420 221 421 544 | e-mail: info@sura0.cz | www.sura0.cz

IČ: 66000769 | Bankovní spojení: ČNB Praha 1, č. ú. 35-64726011/0710

Tato zpráva je výhradně majetkem SÚRAO a její šíření bez vědomí majitele je zakázáno.

Správa úložišť radioaktivních odpadů byla zřízena k 1. 6. 1997 Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR jako státní organizace na základě atomového zákona (§ 26 zákona č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření). Od roku 2000 je SÚRAO ve smyslu § 51 zákona č. 219/2000 Sb. organizační složkou státu.

Seznam použitých zkratk:

ČDV	Čistírna důlních vod
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
KNK	Kyselinová neutralizační kapacita
PÚ ZZZK	Průzkumné území pro zvláštní zásah do zemské kůry
PVP	Podzemní výzkumné pracoviště
RAO	Radioaktivní odpad
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
TDS	Total dissolved solids (celkové rozpuštěné látky)
VJP	Vyhořelé jaderné palivo
ZD	Zemědělské družstvo
ZNK	Zásadová neutralizační kapacita
ZCHÚ	Zvláště chráněné území

Abstrakt

Předmětem zakázky bylo splnění podmínky rozhodnutí Ministerstva životního prostředí, č.j. 2092/560/14/73273/ENV/14/GEO 4/2013, o stanovení průzkumného území pro zvláštní zásah do zemské kůry Kraví hora, za účelem provedení kompletního monitoringu vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území. Dílčí zpráva pro lokalitu Kraví hora je součástí projektu „Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Horka, Hrádek a Kraví hora.“

Pro monitoring bylo vybráno celkem 20 objektů tak, aby plošně i typologicky reprezentovaly hydrogeologické a hydrologické poměry v daném území. Celkem bylo do programu zařazeno 10 zdrojů s podzemní vodou (3 vrty, 4 studny, pramen a 2 důlní vody), 3 vodní plochy (rybníky) a 7 vodotečí. Monitoring se skládal z terénních měření fyzikálně-chemických parametrů a odběru vzorků na chemické analýzy. U podzemních objektů, studní a přístupných vrtů, byla měřena jejich hloubka a hladina vody. U vodotečí byl měřen jejich aktuální průtok. Monitoring probíhal ve čtvrtletním intervalu s počátkem v listopadu 2016 a ukončením v květnu 2018, tedy v 7 monitorovacích cyklech.

Analytická data podzemních vod byla hodnocena jak z hlediska hydrogeochemického tak i z hlediska případné kontaminace v souladu s příslušnými vyhláškami pro kvalitu podzemních a povrchových vod. Data jsou prezentována v tabulkové formě v příloze a hlavní parametry formou grafů s komentářem ke změnám chemismu v průběhu monitoringu.

Ve zprávě je prezentován a komentován vývoj srážkových a teplotních poměrů v oblasti během sledovaného období. Průběh těchto parametrů je následně srovnán s průběhem pohybů hladin ve studních a vrtech, s naměřenými průtoky potoků a změnami v chemismu.

V závěrečném hodnocení byl proveden návrh dalšího postupu monitoringu.

Abstract

The subject of the contract was to comply with the condition of the Decision of the Ministry of the Environment, Ref. No. 2092/560/14/73273/ENV/14/GEO 4/2013, on the determination of a survey area for a special intervention into the Earth's crust, Kraví hora, for the purpose to carry out complete monitoring of water sources, water bodies and watercourses in the survey area. An interim report for the site of Horka is part of the project "Monitoring of Water Sources, Water Bodies and Watercourses in the Survey Areas of Horka, Hrádek and Kraví hora."

In all, 20 objects have been selected for monitoring so that they can represent hydrogeological and hydrological conditions in the given area across the surface and typologically. In all, 10 groundwater sources (3 boreholes, 4 wells, 1 spring, 2 mine water), 3 water bodies (ponds) and 7 watercourses have been included in the programme. Monitoring consisted of field measurements of physical-chemical parameters and sampling for chemical analyses. In the underground objects, wells and accessible boreholes, their depth was measured, as well as the depth to the groundwater table. In the watercourses, their current flow rate was measured. Monitoring took place on a quarterly basis, starting in November 2016 and ending in May 2018, i.e. in 7 monitoring cycles.

The analytical data of groundwater were evaluated both from the hydrogeochemical point of view and from the point of view of any potential contamination in compliance with the relevant regulations for the quality of groundwater and surface water. The data are presented in a tabular form in an annex and the main parameters in the form of graphs with a commentary on the changes in the chemistry during monitoring.

The report presents the development of precipitation and temperature conditions in the area during the monitored period of time and a commentary on it. The pattern of these parameters is subsequently compared with the pattern of groundwater level fluctuations in the wells and boreholes, with the measured flow rates of brooks and with the changes in the chemistry.

The final evaluation includes a proposal for the next steps in monitoring.

1 Informace o území

Předmětem zakázky bylo splnění podmínky rozhodnutí Ministerstva životního prostředí, č.j. 2092/560/14/73273/ENV/14/GEO 4/2013, o stanovení průzkumného území pro zvláštní zásah do zemské kůry Kraví hora, za účelem provedení kompletního monitoringu vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území.

Základní informace o PÚ ZZZK Kraví hora byly převzaty z publikace „Ověření vhodnosti horninového prostředí pro umístění hlubinného úložiště VJP a RAO v PÚ ZZZK Kraví hora“, který vypracovala SÚRAO – Kováčik et al. (2015) a z Monitorovacího plánu pro lokalitu Kraví Hora, kterou vypracovala společnost GEOTest, a.s. – Bartoň, Mátl, Morávková (2015).

1.1 Geografické vymezení území

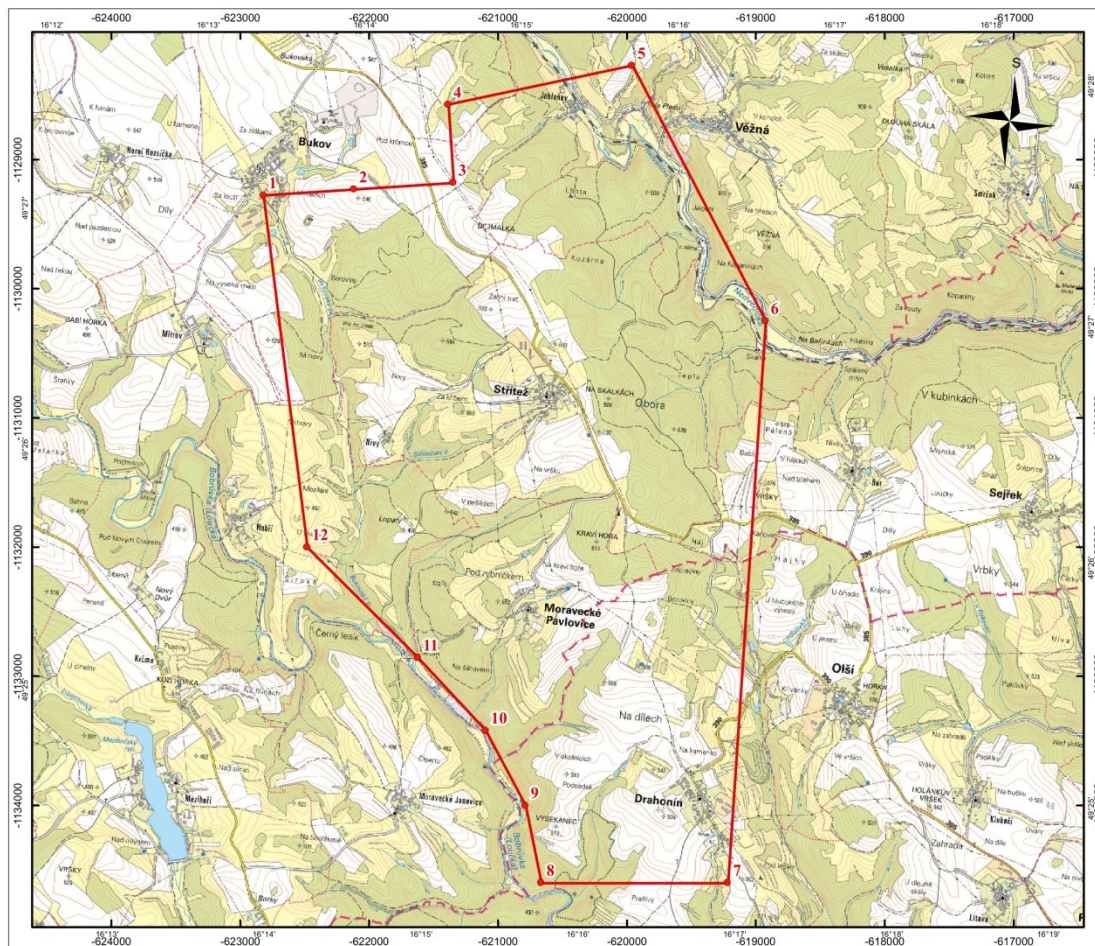
PÚ ZZZK Kraví hora se nachází v území vymezeném 12body (tab. 1). Nachází se v kraji Vysočina (CZ063), v okrese Žďár nad Sázavou (CZ0653) a v Jihomoravském kraji (CZ062), v okrese Brno – venkov (CZ0623). Katastrální území, která zasahují do PÚ ZZZK Kraví hora a jejich rozlohy jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 1 PÚ ZZZK Kraví hora – vymezení území

bod	Y	X
1.	622 826,24	1 129 275,61
2.	622 122,00	1 129 230,00
3.	621 350,00	1 129 180,00
4.	621 391,53	1 128 572,34
5.	619 964,00	1 128 270,70
6.	618 930,00	1 130 250,00
7.	619 220,00	1 134 600,00
8.	620 670,00	1 134 600,00
9.	620 790,00	1 134 000,00
10.	621 100,00	1 133 420,00
11.	621 626,49	1 132 855,37
12.	622 486,15	1 132 001,79

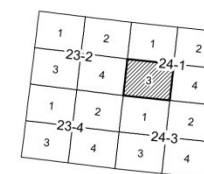
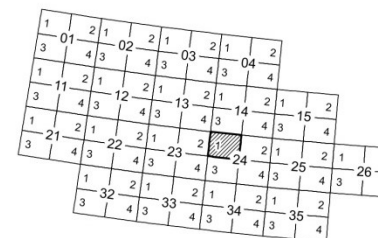
Tab. 2 Výměry katastrálních území dotčených obcí (dle Rozhodnutí MŽP ČR o PÚ ZZZK)

obec	kód obce IČZÚJ	% plochy P	katastrální území	kód k.ú. (IČÚTJ)	výměra km ²
Sejřek	596710	1,93	Bor u Nedvědic	747114	0,330972
Bukov	595411	10,70	Bukov na Moravě	615757	1,830774
Drahonín	595560	20,31	Drahonín	631761	30474158
Moravecké Pavlovice	698571	20,03	Habří	756474	1,246987
			Moravecké Pavlovice	698571	2,180210
Věžná	597040	12,67	Jabloňov	781363	1,062179
			Věžná	781380	2,168012
Milasín	549835	0,40	Milasín	615765	0,069181
Olší	596302	0,20	Olší u Tišnova	711144	0,033889
Střítež	549886	33,74	Střítež u Bukova	615773	5,775041
celkem:		100,00			17,109224



Seznam souřadnic vymezení průzkumného území (S-JTSK)		
Číslo bodu	X	Y
1	-622826,24	-1129275,61
2	-622122,00	-1129230,00
3	-621350,00	-1129180,00
4	-621391,53	-1128572,34
5	-619964,00	-1128270,70
6	-618930,00	-1130250,00
7	-619220,00	-1134600,00
8	-620670,00	-1134600,00
9	-620790,00	-1134000,00
10	-621100,00	-1133420,00
11	-621626,49	-1132855,37
12	-622486,15	-1132001,79

Klad listů



Autor: J. Bartoň
 Spolupracovali: V. Mátl
 Technické zpracování: J. Morávková
 Tematický obsah: SÚRAO
 Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, 2016



Obr. 1 Situace PÚ ZZZK Kraví hora v topografické mapě

Lokalizace PÚ ZZZK Kraví hora v topografické mapě je zobrazena na obrázku č. 1.

V mapových podkladech je průzkumné území zobrazeno na základní mapě ČR M 1: 50 000, listy 24 - 13 (Bystřice nad Perštejnem) a M 1: 10 000, listy 24-13-14, 24-13-15, 24-13-19, 24-13-20. V Gauss–Krügerově zobrazení (souřadnicovém systému S-42) zasahuje PÚ ZZZK Kraví hora na list 1: 50 000, list M-33-93-B.

1.2 Fyzicko-geografické poměry území

Z geomorfologického hlediska patří zájmová oblast k provincii Česká vysočina, subprovincii Česko-moravská soustava, oblasti Českomoravská vrchovina, převážně celku Hornosvratecká vrchovina (V a střed), podcelku Nedvědičká vrchovina a okrsku Perštejnská vrchovina, pouze v nejzápadnější části celek Křižanovská vrchovina, podcelek Bítešská vrchovina, okrsky – na SZ Novoměstská a na JZ Bobrovská pahorkatina (www.geoportal.gov.cz).

Hlavním morfologickým prvkem předmětného území je střítežský hřbet a paralelně probíhající hřbety a plošiny, které jsou omezené údolními Bobrůvky a Nedvědičky. Morfologie povrchu terénu, síť povrchových vodotečí a splachových depresí zřetelně odráží geologickou a tektonickou stavbu území. Širší okolí PÚ ZZZK představuje výrazně zvlněnou krajinu ze značné části odlesněnou, s drobnějšími lesními celky na temenech či svazích dílčích návrší, mozaikovitého rázu. Je středně hustě osídlená, bez průmyslových komplexů. Zemědělsky se využívají chudé písčité půdy na eluviálních zvětralinách a diluviálních hlínách granitoidního podkladu. Nadmořská výška území se pohybuje v rozmezí cca 400–600 m n. m. Nevyšší kóty v PÚ ZZZK jsou Kraví hora (611 m n. m.), Dejmalka (600 m n. m.) a Na Skalkách (598 m n. m.). Dna mělkých údolí dosahují cca 370–400 m n. m. (např. údolí Bobrůvky cca 370 m n. m.).

Území leží mezi pravostrannými přítoky Svatky: Loučkou a Nedvědičkou (číslo hydrologického povodí 4-15-01). Samotným průzkumným územím protékají vodní toky: Bukovský potok se Střítežským potokem, Drahonínský potok (přítoky Bobrůvky) a bezejmenné pravostranné přítoky Nedvědičky. Z hlediska hydrogeologie a hydrologie náleží PÚ ZZZK Kraví hora, resp. území mezi ložisky Rožná–Olší, do oblasti povodí Dyje, hydrogeologickému rajónu 6560 Krystalinikum v povodí Svatky–střední část (útvary podzemních vod 65603 Krystalinikum v povodí Svatky–západní část).

Klimatické charakteristiky PÚ ZZZK Kraví hora odpovídají dle Atlasu podnebí ČSR, který vypracoval J. Syrový (1958) oblasti mírně teplé, podoblasti mírně vlhké (okrsek mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinový s nadmořskou výškou do 1 000 m n. m.); dle Quitta (1971) patří do mírně teplé MW4 (SV) a MW6 (JZ). V PÚ ZZZK není umístěna žádná klimatologická stanice ČHMÚ. Průměrné dlouhodobé hodnoty z období 1981–2010 z nejbližší srážkoměrné stanice Bystřice pod Pernštejnem (554 m n. m.) činí: roční teplota vzduchu 7,1 °C a roční úhrn srážek 616,3 mm. Dlouhodobá průměrná teplota v měsících teplého vegetačního období (červen–září) je 15,4 °C, maximální průměrná teplota se vyskytuje v červenci 17,3 °C. Celkové dlouhodobé srážky v letním období činí 268 mm s maximálním výskytem v červenci v průměru 76,1 mm. V chladném vegetačním období (říjen, listopad–březen) činí dlouhodobá průměrná teplota 0,4 °C. Celkové srážky v chladném vegetačním období činí 244 mm (ČHMÚ). Na základě sledování směru větrů na ZCHÚ Dolní Rožínka převládají západní větry.

1.3 Hydrologické poměry území

PÚ ZZZK Kraví hora spadá pod dvě povodí. Severovýchodní část náleží k povodí Nedvědičky (4-15-01-066). Tuto část odvodňují tři pravostranné bezejmenné přítoky v km 8,6, 6,4 a 4,9. Západní část náleží povodí Loučky (Bobruvky) – 4-15-01-093, 4-15-01-094 a 4-15-01-095. Toto území odvodňují potoky Bukovský, Lísecký, Střítežský a bezejmenné levé přítoky loučky v km 20,3, 19,8 a 18,3 – příloha č. 3. Jak Loučka, tak i Nedvědička jsou přítoky řeky Svatky. Podle hydrogeologické rajonizace ČR náleží lokalita k rajonu R 53 – k oblasti vltavsko-dunajské elevace, povodí Svatky a Moravy, hydrologickému rajonu 656 – krystalinikum v povodí střední Svatky.

1.4 Geologické poměry území

V PÚ ZZZK Kraví hora vystupují horniny dvou odlišných litotektonických jednotek: strážeckého moldanubika na západě a svrateckého krystalinika na východě.

Strážecké moldanubikum tvoří je tvořeno především cordierit-biotitickými a amfibol-biotitickými pararulami ve variabilní míře migmatizace. Tyto horniny v sobě obsahují polohy amfibolitů, mramorů, eklogitů a metamorfovaných vápenato-silikátových hornin. Při východním okraji této jednotky (v oblasti styku se svrateckým krystalinikem) pak vystupuje rozsáhlejší těleso světlých granulitů s polohami serpentinizovaných peridotitů a ortorulových hornin. Tyto horninové komplexy byly postektonicky intrudovány amfibol-biotitickými melagranity až melasyenity (durbachity) drahonínského plutonu (stáří 339 Ma; Verner et al., 2009). Metamorfní podmínky vývoje strážeckého moldanubika byly stanoveny na P: 1,8 GPa a T: 850°C. (Tajčmanová et al., 2006). Strukturní záznam v horninách strážeckého moldanubika je v regionálním měřítku definován superpozicí několika tektonometamorfních staveb. Relativně nejstarší foliace strmé orientace průběhu SSV–JJZ byly převrásněny a střížně refoľiovány do nových foliačních ploch, které upadají pod mírnými až středními úhly k SV nebo JZ. Po vzniku duktilních staveb dochází k tvorbě a polyfázové reaktivaci heterogenního souboru křehkých a křehce-duktilních struktur (zlomových zón, střížných a extnezních puklin) SZ–JV, ZSZ–VJV, SSV–JJZ a S–J orientace (např. Melichar, 1995; Kříbek, Hájek 2005).

Svratecké krystalinikum je tvořeno metamorfovanými leukokratními dvojslídnyými migmatity s polohami ortorul, pararul a svorů (Verner et al., 2009; Pertoldová et al., 2010). Podmínky regionální metamorfózy byly stanoveny na T: 650–670°C a P: 0,7–0,8 GPa (Pitra, Guiraud 1996; Buriánek et al., 2009). Hlavní deformační stavbou duktilního charakteru je metamorfní foliace charakteru kompozičního páskování s omezeným výskytem reliktních struktur (izoklinálních vrás). Příslušné foliační plochy ve východní části upadají pod středními až strmými úhly k JZ. Regionální metamorfní foliace v jednotce SK nesou výrazné lineace protažení, které upadají pod mírnými úhly k SZ nebo JV. Na tyto stavby jsou ostře naloženy lokalizované křehce-duktilní až křehké struktury (kinkové vrásy, střížné zóny) variabilní orientace a charakteru (např. Melichar et al., 2010).

Kvartérní uloženiny mají omezený vývoj. Vesměs se jedná o svahové (splachové) a fluvialní sedimenty, převážně písčitého, hlinitopísčitého, jílovitopísčitého a štěrkovitého charakteru. Jejich mocnost nepřesahuje několik málo metrů.

1.5 Hydrogeologické poměry území

PÚ ZZZK Kraví hora je tvořené horninami moldanubika a svrateckého krystalinika s puklinovým oběhem podzemních vod. Porézní prostředí s pórovou propustností se zde omezuje zpravidla jen na hloubkově málo vyvinutý kvartérní pokryv. Zvodnění je vázáno převážně na přípovrchovou zónu rozpojených puklin a zvětralinového pláště. Ve větších hloubkách je propustnost vázána na puklinové zóny a tektonická pásma.

Proudění podzemních vod v oblasti je určeno morfologií terénu a heterogenitou zvodněného puklinového prostředí. V oblasti lze předpokládat morfologií řízené proudění podzemních vod. Hladina podzemních vod v přípovrchové vrstvě je volná a přibližně konformně s terénem (Ondřík et al. 2010c).

Hydrogeologické poměry v oblasti jsou ovlivněny existencí důlních děl na ložisku Rožná a Olší-Drahonín. Důlní díla ovlivňují proudění podzemních vod tím, že v důsledku báňské činnosti byl změněn režim důlních vod antropogenním narušením přirozeného hydrogeologického kolektoru – jedná se zejména o vytvoření privilegovaných zón proudění. Kvůli následnému vypouštění důlních vod je změněn i hydrologický režim – např. Bukovský potok, jelikož vypouštěné důlní vody uměle nadhodnocují průtočné množství v potocích.

Jednotlivé doly mají ještě další vliv na podzemní vody – důl Olší–Drahonín je již zatopen, probíhají zde tedy zejména redukční procesy, kdežto důl Rožná není zatopen, ve vodách tak probíhají převážně oxidační procesy.

Prostřednictvím rozložení specifického podzemního odtoku v dílčích povodích toku Rožinka byl prokázán značný vliv hlubinného důlního díla Rožná na režim podzemních vod. Bylo potvrzeno, že důl Rožná, způsobuje pokles specifického podzemního odtoku snížením drenážní báze podzemních vod až na úroveň čerpání důlních vod a odvodňovací štoly. Důlní díla tedy nejen v průběhu důlní činnosti, ale i po jejím ukončení významně ovlivňují režim podzemních vod. V průběhu důlní činnosti je to způsobeno odčerpáváním důlních vod z důvodu osušení ložiska. Po ukončení těžby a následném zatopení dochází pouze k částečné obnově režimu podzemních vod vlivem hydraulického propojení rozsáhlé oblasti vydobytými prostory důlního díla představujícími preferenční cesty proudění podzemních vod (A. Říčka, 2010). Více informací o ovlivnění hydrogeologických poměrů je v práci A. Říčky (2010).

Oběh podzemní vody je vázán na průlinové a průlinově-puklinové horninové prostředí, které se směrem do hloubky mění na puklinové. Mělký oběh podzemních vod v kvartérním zvětralinovém pokryvu přípovrchové zóně je závislý na stupni porušení a rozvolnění horninového prostředí, na jejich petrografickém složení a na množství srážek (Ondřík et al. 2010b).

Důlní dílo Olší-Drahonín je již zaplavené, odtok důlních vod do toku Hadůvka je podchycen ČDV DIAMO-GEAM Olší-Drahonín, kde jsou důlní vody před vypouštěním čištěny a provádí se registrace vypouštěného množství. Na ložisku Rožná byla v roce 2017 ukončena těžba. Důlní vody z jámy Bukov jsou čerpány a před vypouštěním do Bukovského potoka čištěny v ČDV DIAMO-GEAM Bukov.

Nejvyšší propustnost mají křehké horniny (pegmatity, aplity, kvarcity, kvarcité ruly a další horniny bez schopností plastických deformací a zatěsnění puklin (Michlíček et al. 1986). Propustnost rul je závislá na stupni migmatitizace a s rostoucí migmatitizací se zvyšuje.

Relativně nižší propustnost mají hadce, grafitické horniny a amfibolity, tedy horniny mající pukliny zatěsněny jílovými produkty zvětrávání.

Základní hydrogeologické charakteristiky kolektoru tvořeného převážně metamorfity z regionálního hlediska jsou: puklinová propustnost, hladina podzemní vody volná, transmisivita nízká (řádově $<1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times \text{s}^{-1}$), mineralizace 0,3-1 g/l a chemický typ vody Ca-Mg-HCO₃-SO₄ (Kováčik M. et al., 2015). Nejběžnějším typem vod kvartérních kolektorů je typ Ca-HCO₃, přičemž jejich mineralizace je nízká a pohybuje se do 0,8 mg/l. Vyšší mineralizaci mají jen výjimečně se vyskytující vody typu Ca-SO₄ a Mg-HCO₃. Celková mineralizace vod je nízká a pohybuje se nejčastěji v rozmezí 0,3–0,6 g/l (Čurda, 1997).

Moldanubické horniny (krystalinikum – mimo zónu zvětrávání) v širším okolí dolů Rožná a Olší mají propustnost, resp. koeficient propustnosti $k_f=0,5 \times 10^{-9} \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ až $0,5 \times 10^{-10} \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ a žíly a tektonické zóny na ložisku cca $5 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Horniny strážeckého moldanubika lze považovat za málo propustné. Zvýšená propustnost se projevuje v oblastech vývoje tektonických poruch a dislokací, z nichž větší propustnost mají příčné převážně SZ-JV směru (Ondřík et al. 2010b).

Hlubší oběh je vázán na propustné pukliny, zlomy a zlomové zóny. Oba kolektory (mělký a hluboký) spolu komunikují, liší se rychlostí oběhu podzemních vod a závislostí na srážkách. Zóna zvětrávání dosahuje cca do hloubky 25–30 m (Ondřík et al. 2010b).

Pro proudění podzemních vod v přípovrchové části území je významná morfologie oblasti, která určuje hodnotu hydraulického gradientu. V širším okolí PÚ ZZZK dosahuje nejvyšší nadmořské výšky 611 m vrchol Kraví hory, nejnižší nadmořské výšky (350–400 m n. m) jsou v poměrně hluboce zaříznutých údolích říček Loučky a Nedvědičky. Oba hlavní vodní toky představují současně hlavní erozní báze oblasti a drénují mělký a částečně i hlubší oběh podzemních vod. Jak uvádí Z. Bukovská, K. Verner et al. (2017), z povrchového hydrogeologického výzkumu vyplývá, že pro oběh podzemních vod jsou významné regionální zlomy směru SSZ–JJV. Tyto zlomy jsou lemovány řadou pramenů. Druhým směrem vodivých struktur je směr SV–JZ. Většina povrchových toků, které odvodňují zkoumané území, sledují tyto regionální nebo lokální směry dislokací. V rámci monitoringu byly v posuzovaném území monitorovány toky a na nich vybudované umělé vodní plochy (rybníčky) na dislokacích SV-JZ směru.

1.6 Základní charakterizace obydlivosti území, využití půdy

V katastrálních územích, která zasahují do PÚ ZZZK Kraví hora, žije 1 158 obyvatel, z toho na vymezené ploše PÚ jen cca 350 obyvatel. V letních měsících se obyvatelstvo rozrůstá až o několik set chalupářů a chatařů.

Převážná část území je zalesněna, menší – vrcholová část je zemědělsky obhospodařována – pole, louky. V PÚ ZZZK se nachází cca 8 malých vodních ploch – rybníků.

Při jz. okraji PÚ ZZZK se nachází přírodní památka ev. č. 5725 a Evropsky významná lokalita ev.

č. 3170 Trenckova rokle. Jedná se o skalní soutěsku, kterou protéká drobný potok tekoucí z obce Drahonín tvořící kaskády a vodopády, z nichž nejvyšší měří 4 metry.

Mezi obcemi Střítež a Bukov se nachází zřícenina hradu Lísek.

2 Výsledky rešeršních prací

Základními podklady pro rešeršní část úkolu, přípravu plánu monitoringu byly zprávy a mapové podklady uložené v archivu SÚRAO, ČGS Geofond v Praze a dále dostupné mapy geologické, hydrogeologické, hydrologické, vodohospodářské a turistické. Seznam podkladů vztahujících se k danému PÚ ZZZK Kraví hora je uveden v textové příloze č. 1 – Tabulky rešerší.

Podrobné zhodnocení rešeršních prací je uvedené v projektu prací M. Kováčka et al. (2015), ze kterého vyjímáme:

Geologie

Prvními výzkumy, mapováním a interpretací hranice moravika a moldanubika včetně zájmového území se zabýval Suess (1926), který v této oblasti vytvořil představu rozsáhlé příkrovové stavby. Souhrnné práce Svobody (1966) a Mísaře (1966 a, b, 1983) měly zásadní význam pro regionálně-geologické členění studovaného území. V šedesátých letech minulého století bylo území mapováno v rámci celorepublikového pokrytí geologickými mapami 1: 200 000. Podrobnějším mapováním širšího okolí se zabývali Skácelová (1985) a Nekovařík (1991) – (Geologická mapa M 1: 50 000, list 24-14 Boskovice) a Stárková a Macek (Geologická mapa M 1: 50 000, list 33-93-B Bystřice pod Perštejnem). Detailním petrologickým a strukturním výzkumem oblasti se zabýval Melichar (1995). Na základě shrnutí doposud publikovaných poznatků a spektra nových geochronologických a petrologických dat publikoval Schulmann et al. (2005, 2008) model tektonometamorfního vývoje východního okraje Českého masivu. Kenozoická aktivita zlomů v širší zájmové oblasti dosud nebyla detailně studována.

PÚ ZZZK spadá do rudního pole Rožná-Oliš, kde od roku 1957 do roku 2017 probíhala hlubinná těžba uranu do hloubky až 1200 metrů pod terénem. Uranovovou mineralizací vázanou na mladovariské zóny mylonitizace a kataklázy v moldanubických metamorfitech studovali zejména Kříbek a Hájek (eds.) (2005).

Strukturní a geologické i hydrogeologické poměry zájmové oblasti dále studovali zejména Štrbáň (1987), Melichar (1995), Kříbek et al. (1997) a Myslil (1997, 2004). Granulity se v rámci vyhledávacího průzkumu pro zajištění suroviny na výrobu drceného kameniva studovaly Jonášová a Lacinová (1982), Strukturním a tektonickým poměrem se v rámci vyhodnocení dat dálkového průzkumu Země detailně věnovala Navrátilová et al. (2011).

Hydrogeologie

Hydrogeologická prozkoumanost lokality Kraví hora je relativně malá. V databázi ČGS-Geofond Praha (vrtná prozkoumanost) je evidováno pouze několik hydrogeologických vrtů omezujících se na přípovrchovou zónu hydrogeologického masivu. Hloubka těchto vrtů se pohybuje v rozmezí 6-30 m od úrovně terénu a účelem bylo vyhledávání zdrojů podzemních vod pro individuální a místní zásobování pitnou vodou.

Hlubší vrty realizované při západní a východní hranici PÚ ZZZK především v souvislosti s vyhledáváním a průzkumem ložisek nerostných surovin přímé hydrogeologické informace neposkytují.

Hydrogeologii ložiska Rožná se zabýval rovněž Myslil (2004). Širší okolí lokality Kraví hora studoval také Černík et al. (2008). Informace z oblasti ložisek Rožná a Olíš z archivu DIAMO, s. p. byly zpracovány Ondříkem et al. (2010 a, b). Popisuje hydrogeologické poměry

značně ovlivněné bývalou hlubinnou těžbou na dole Rožná (DP na SZ) a ukončenou těžbou v r. 1989 na dole Olší (poddolované území na JV) a nelze opomenout ani možný vliv podzemního zásobníku zemního plynu. Vliv těžby, která způsobila rozevření starých a vznik druhotných trhlin (Ondřík et al. 2010b), přispěl k intenzivní infiltraci povrchových a mělkých podzemních vod do prostoru dolu. Prouděním a geochemickými interakcemi podzemních vod v ložiskové oblasti Rožná a pravděpodobností vzniku vývěřů uranových důlních vod na povrch v případě zatopení dolu Rožná se zabýval Říčka (2010).

Nejnovější geologické, hydrogeologické, hydrochemické a geotechnické poznatky z podzemí PVP Bukov i z povrchu PÚ ZZZK Kraví hora jsou uvedené v závěrečné zprávě Z. Bukovské, K. Vernerá et al. (2017).

V širším okolí PÚ ZZZK byla realizována rovněž řada účelově zaměřených *geofyzikálních průzkumů* a studií souvisejících s vyhledáváním nerostných surovin. Novější geofyzikální průzkumy (letecké a pozemní) v rámci hodnocení perspektivnosti lokality Kraví hora zhodnocení potenciálu pro HÚ jsou shrnuty v práci Navrátilová (2011).

Inženýrsko-geologická prozkoumanost je v rámci PÚ ZZZK nízká. Posouzením fyzikálně-mechanických vlastností hornin ložiska Rožná se koncem minulého století zabýval Vědecko-výzkumný uhelný ústav Ostrava-Radvanice (Syslová 1981) a to na lokalitě Zlatkov. V poslední době se geotechnickými pracemi v okolí lokality Kraví hora zabýval Ústav Geoniky AV ČR (Kaláb et al. 2001). Experimentálním seismickým měřením v důlním poli „Rožná 1“ na 24. patře v hloubce cca 1 200 m od úrovně terénu nebyly zaznamenány žádné důlně indukované seismické jevy ani žádné indicie indikující uvolňování seismické energie kumulované v masivu. Geotechnickou stabilitou území mezi ložisky Rožná a Olší se zabýval Záruba (2013).

3 Výsledky rekognoskace

O zahájení projektu „Monitoring vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Horka, Hrádek a Kraví hora“ bylo dopisem i e-mailovou zprávou informováno všech 8 obcí resp. jejich zástupců, jejichž katastry zasahují do PÚ ZZZK Kraví hora – tabulka č. 3. S výběrem vhodných objektů byli nápomocni starostové obcí Drahonín, Moravecké Pavlovice a Střítež.

Tab. 3 Obce informované o zahájení monitoringu v PÚ Kraví hora

Obec	Starosta	Telefon	Email	Adresa
Bukov	Jiří Vrbka	723 437 763	obec.bukov@tiscali.cz	Bukov 88 592 51 Dolní Rožínka
Drahonín	Jiří Kotas	602 310 735	starosta@drahonin.cz	Drahonin 10 592 61 Doubravník
Moravecké Pavlovice	Josef Havránek	732 919 562	moraveckepavlovice@email.cz	Moravecké Pavlovice 2 592 62 Nedvědice
Věžná	Jana Vrbková	723 217 746	obecvezna@seznam.cz	Věžná 85, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem
Střítež	Radek Štourač	602 536 209	ou@stritez.cz	Střítež 34 592 51 Dolní Rožínka
Sejřek	Ivana Mazourová	605 415 223	obec@sejrek-bor.cz	Sejřek 35

 SÚRAO	Závěrečná zpráva pro lokalitu Kraví hora	Evidenční označení:
		ZZ 287/2018

				592 62 Nedvědice
Milasín	Marie Dvořáková	724 181 889	obecmilasin@tiscali.cz	Milasín 17 592 01 Dolní Rožínka
Oliší	Martin Pavlíček	737 784 133	obec@olsi.cz	Oliší 28 592 61 Doubravník

Do plánu rekognoskace byly zařazeny objekty vytipované na základě studia archivních materiálů, map a záznamů o vrtné prozkoumanosti.

V ploše PÚ Kraví hora bylo k rekognoskaci vytipováno 47 objektů. Jednalo se o:

- 20 pramenů (pramenních vývěřů nebo mokřadů), z toho 5 je uvedeno ve zprávách Geofondu a jiných – všechny přístupné,
- 11 odběrných bodů na vodních tocích,
- 6 vodních ploch – dle ortofotomapy přístupné,
- 5 hydrogeologických vrtů hlubokých 21 až 40 m, z toho 4 registrované v Geofondu, 1 neregistrovaný (zdroj vody pro koupaliště v Drahoníně),
- 2 studny (Drahonín a Střítež) – obecní studny, přístupné,
- 3 vyústění důlních vod:
 - Bukov (ČDV DIAMO-GEAM Bukov),
 - Skalka (ČDV Skalka – ČEZ),
 - Oliší – Drahonín (ČDV DIAMO-GEAM).

Při terénní rekognoskaci bylo vybráno 20 objektů. Terénní rekognoskace území, včetně prvotního odběru vzorků vod, byla provedena ve dnech 23. a 24. 11. 2016. Z 20 objektů tvoří polovinu objekty s podzemní vodou (2× ČDV, 4× studna, 3× vrt, 1× pramen) a druhou polovinu tvoří povrchové vody (7× vodní tok, 3× vodní plocha). Všechny navržené monitorovací objekty byly dobře přístupné.

Přehledná mapa skutečně rekognoskovaných objektů je součástí mapové přílohy č. 7. Pasporní listy jsou uvedené v textové příloze č. 2.

Vody z vyústění důlních vod jsou pravidelně monitorovány. Tyto surové vody poskytují významné informace o charakteru podzemních vod ze širšího území – na severu v předpolí PÚ ZZZK – z ložiska Rožná a na jihovýchodě ze zatopeného ložiska Oliší-Drahonín. Dobře přístupné jsou ČDV DIAMO-GEAM Bukov a ČDV DIAMO-GEAM Oliší-Drahonín. Rovněž tak Bukovský potok a potok Hadůvka, do nichž jsou vypouštěny důlní vody, jsou pravidelně monitorovány. Výsledky monitoringu jsou zahrnuty do závěrečného vyhodnocení.

4 Výběr monitorovaných objektů

4.1 Kritéria výběru monitorovaných míst

Definitivní výběr 20 objektů určených k monitoringu v rámci tohoto projektu byl proveden ve dnech 23. a 24. 11. 2016, které byly i prvním, úvodním kolem monitoringu. Výběr monitorovacích míst byl proveden podle následujících kritérií.

Všeobecná kritéria:

1. Zastoupení jednotlivých typů objektů. Zhruba polovina objektů by měla reprezentovat podzemní vody a druhá polovina vody povrchové. Počet objektů jednotlivých typů je však v rámci každého PÚ ZZZK jiný a jde také o dostupnost objektů zastupujících podzemní vody, takže tento poměr nemusí být vždy dodržen.
2. Distribuce v rámci PÚ ZZZK. Celá plocha PÚ ZZZK je více méně pravidelně pokryta monitorovacími body, i když distribuce jednotlivých typů je často značně nepravidelná (vodní zdroje vázané na osídlení, přítomnost toků a vodních ploch).
3. Dostupnost objektu. Vzhledem k časové náročnosti vzorkování a nutnosti využívat nástroje a přístroje jsou preferovány objekty dostupné po cestách sjízdných i v zimní sezóně.
4. Přístup k objektům. V případě objektů pro monitoring podzemních vod, kterými jsou hlavně využívané studny a vrty, je třeba sjednat s majitelem či provozovatelem jejich zpřístupnění.
5. Stav objektu. Objekt musí být v takovém stavu, aby bylo možné provádět monitoring po celou dobu projektu. Nevhodné jsou tedy např. studánky a toky, které jsou mimo jarní a letní sezónu suché, nebo sezónně vypuštěné rybníky.
6. Kladné stanovisko k odběru od majitele objektu/pozemku (starosta, vlastník).

Kritéria pro jednotlivé typy objektů:

1. Vrty. Hlavním kritériem je reprezentativnost vrtu. Dalším kritériem je zohledněn účel vrtu. Preferovány jsou vrty využívané jako vodní zdroj. Naopak monitorovací vrty pro sledování ekologických zátěží jsou nevhodné vzhledem k možné kontaminaci.
2. Studny. Hlavním kritériem je dostupnost a přístup. V případě přítomnosti několika studní na malé ploše může být vybrána jen jedna nebo dvě ze skupiny.
3. Vrty a studny jako vodní zdroje, s rozlišením mělké/hlubší zvodně. V případě výběru obecních vodních zdrojů může být respektován zájem obce na monitorování konkrétního objektu, pokud je v souladu se zaměřením projektu.
4. Prameny a studánky. U tohoto typu objektů je hlavní dostupnost a trvalost pramene a pokud možno neovlivnění sekundární kontaminací (např. ZD, průmyslové objekty atd.)
5. Vodní plochy, reprezentované především rybníky. Kritériem je hlavně dostupnost a aktuální stav.

Vodní toky. Výběr zahrnuje vodní toky tak, aby byly více méně rovnoměrně zastoupeny v ploše PÚ ZZZK. Kritériem je dostupnost a trvalost toku a pokud možno, aby odběrný profil reprezentoval celé povodí toku v PÚ ZZZK.

Během následujících 6 kol monitoringu, provedených do května 2018, nebyla vybraná monitorovací místa měněna.

4.2 Přehled monitorovaných objektů

V tabulce č. 4 jsou uvedené objekty, které byly při úvodní rekognoskaci vybrány k dlouhodobému monitoringu. Tyto objekty byly vybrány na základě všeobecných kritérií (viz kap. 4.1). Pro reprezentativní odběry podzemních vod hlubšího oběhu nebyl v PÚ ZZZK Kraví hora zjištěn žádný hlubší vrt, proto byly vybrány důlní vody z Olší a Bukova. Místa pro odběry podzemních vod mělčího oběhu byly vybrány na základě plošné distribuce v PÚ ZZZK Kraví hora, jejich reprezentativnosti a přístupnosti – výběr těchto míst (zpravidla

studen) byl předem konzultován s jejich majiteli, zpravidla starosty obcí. Místa pro odběry povrchových vod byla vybrána v rámci tvorby monitorovacího plánu, a to na základě dostatečné reprezentativnosti, přístupnosti a plošné distribuci, v rámci dílčího povodí Bobrůvky i Nedvědičky.

Tab. 4 Přehled objektů vybraných k monitoringu

poř. číslo	katastr	typ objektu	souřadnice S-JTSK			poznámky
			X	Y	Z	
DB-1	Oliši u Tišnova	ČDV	1133588,64	618904,26	446	vstup do ČDV - štola, před úpravou BaCl
DB-2	Střítež u Bukova	studna	1130788,49	620571,82	560	volně přístupná studna u obecního úřadu - betonový poklop s dírou
DB-3	Bukov na Moravě	ČDV	1128714,39	622258,62	544	vstup do ČDV, před úpravou BaCl
DB-4	Bukov na Moravě	studna	1129026,30	622772,99	518	veřejná studna u staré školy u lípy
DB-5	Střítež u Bukova	vodní plocha	1130404,55	620913,78	565	rybník u ZD, odběr ze stavidla
DB-6	Moravecké Pavlovice	vt	1132381,73	620543,93	534	vt nad rybníkem nad obcí, majitelem je starosta Moraveckých Pavlovic, stáří cca 2013
DB-7	Věžná na Moravě	pramen	1129669,57	619492,33	431	studánka u vlakové zastávky Věžná, cca 70 m po modré
DB-8	Jabloňov	studna	1128679,39	620626,77	476	studna v lese, využívána pro pitné účely, cca 100 m nad Jabloňovem do kopce, stáří cca 1950
DB-9	Drahonín	vt	1134226,45	619306,09	497	vt u koupaliště
DB-10	Drahonín	studna	1134029,98	619424,90	504	obecní studna u autobusové zastávky
DB-11	Drahonín	vodní plocha	1133773,55	620102,04	501	rybníček pod pramenem u Drahonína
DB-12	Moravecké Pavlovice	vodní tok	1133304,19	621221,47	388	potůček od Moraveckých Pavlovic před vtokem do Bobrůvky
DB-13	Habří	vodní tok	1132833,86	621645,39	393	potůček od pramene "Na Vršku" před vtokem do Bobrůvky
DB-14	Habří	vodní tok	1132567,50	622005,74	398	Bukovský potok před vtokem do Bobrůvky
DB-15	Habří	vodní tok	1131504,70	621959,39	443	Střítežský potok před soutokem s Bukovským potokem



poř. číslo	katastr	typ objektu	souřadnice S-JTSK			poznámky
			X	Y	Z	
DB-16	Střítež u Bukova	vodní tok	1130200,70	622085,38	480	Lísecký potok pod zříceninou hradu Lísek, před soutokem s Bukovským potokem
DB-17	Střítež u Bukova	vodní tok	1130513,97	619288,99	427	potok nad Skalkou
DB-18	Střítež u Bukova	vrt	1130472,65	618916,19	406	vrt pod Skalkou mezi štolou a Nedvědičkou
DB-19	Jabloňov	vodní tok	1128604,32	620371,75	445	potůček v Jabloňově před soutokem s Nedvědičkou
DB-20	Moravecké Pavlovice	vodní plocha	1132068,22	620809,20	529	rybníček u seismografické stanice u Moraveckých Pavlovic

5 Plán monitoringu

Vzhledem k tomu, že MŽP nestanovilo přesné podmínky monitoringu ve vztahu k PÚ ZZZK, byl předložený plán monitoringu koncipován tak, aby získané výsledky o kvalitě a distribuci povrchových a podzemních vod byly maximálně využitelné před jakoukoliv činností SÚRAO v PÚ ZZZK Kraví hora.

Do plánu monitoringu hydrogeologických objektů v rámci PÚ ZZZK Kraví Hora bylo, na základě rešeršních prací a při rekognoskaci území v přípravné fázi, zařazeno 20 objektů uvedených v tab. 4 a mapové příloze č. 7.

Terénní práce probíhaly na základě schváleného monitorovacího plánu. Aby byl monitoring průkazný, je zapotřebí co největší počet pozorování v určitém časovém úseku. Vzhledem k charakteru úkolu bylo vybráno optimální řešení, spočívající ve sledování monitorovaných objektů po dobu 1,5 roku v časovém intervalu 3 měsíce. Bylo tedy provedeno úvodní měření a odběr vzorků, a poté 6 následných měření. Z tohoto předpokladu vyplývá počet vzorků: 20 objektů na každém území, tj. 60 objektů celkem. Na každém objektu 7 odběrů, tj. celkem 420 vzorků pro rozbor všech požadovaných parametrů – viz kapitola 6. Vzorky z prvního odběru byly také analyzovány na obsah Ra a U (tj. 20 vzorků v PÚ ZZZK Kraví Hora, celkem 60 vzorků).

Z úvodní etapy, při které proběhla rekognoskace objektů a první kolo vzorkování, byly zpracovány pasportní listy – příloha č. 2, které shrnují základní charakteristiky vybraných monitorovacích objektů (např. typ objektu, lokalizace, u vrtů a studní hloubka, charakter výstroje a vydatnost, u povrchových objektů jejich hloubka, plocha, šířka toku příp. průtok atd.).

Vzorkování a sledování monitorovaných objektů proběhlo v měsících: listopad 2016, únor 2017, květen 2017, srpen 2017, listopad 2017, březen 2018 a květen 2018.

6 Monitorované ukazatele

Rozsah provedených analýz:

- **základní fyzikální a chemický rozbor vody – 20 vzorků × 7 cyklů:** pH, vodivost, KNK, ZNK, volný CO₂, tvrdost, vápník, hořčík, sodík, draslík, železo, mangan, amonné ionty, amoniak volný, chloridy, dusičnany, dusitany, hydrogenuhličitany, sírany, fluoridy, orthofosforečnany, CHSK_{Mn}, celková mineralizace – provedla hydrochemická laboratoř firmy GEOTest, a.s. akreditovaná ČIA jako zkušební laboratoř č. 1271.
- **U, Ra – 20 vz. × 1 cyklus** – jen v prvním kole monitoringu – rozbor provedla laboratoř firmy DIAMO státní podnik Stráž pod Ralskem, odštěpný závod GEAM Dolní Rožínka, akreditovaná ČIA jako zkušební laboratoř č. 1306.2.

Rozsah provedených měření fyzikálních parametrů v terénu:

- **fyzikální parametry – 20 vzorků × 7 cyklů:** pH, Eh, konduktivita, rozpuštěný kyslík, teplota, barva, zákal, pach).

7 Odběry vzorků vod

7.1 Zásady odběru vzorků povrchových vod (rybníky, vodoteče)

Vzorky povrchových vod byly odebírány do příslušných vzorkovnic dodaných laboratoři. Vzorky vyžadující stálou teplotu byly po odběru uloženy do chladicího boxu. V den odběru byly vzorky transportovány a protokolárně předány příslušné laboratoři.

Na vodotečích probíhaly během vzorkování následující úkony: měření šířky, hloubky, úrovně hladiny, měření průtoků, odběr vzorku přímým náběrem, fyzikální parametry.

Na vodních plochách (rybníky) probíhaly během vzorkování následující úkony: rozměr, hloubka, úroveň hladiny, fyzikální parametry (viz výše), odběr vzorku přímým náběrem do vzorkovnice. Rozměry a tvar vodních ploch byly posuzovány na základě leteckých snímků. Jejich hloubka byla převzata z archivní dokumentace či stanovena odhadem.

Na pramenech a studánkách probíhaly během vzorkování následující úkony: charakter výtoku, plocha sběrného území, vydatnost (pokud je měřitelná), fyzikální parametry, odběr vzorku. Vydatnost pramenů byla prověřována u vybraných objektů, a to zpravidla pomocí nádoby nebo odhadem.

Vzorky povrchových vod byly odebírány prostým náběrem do vzorkovnic nebo za použití vzorkovací nádoby. Během odběrů bylo prováděno měření fyzikálně-chemických parametrů v rozsahu uvedeném v kapitole 6.

Výsledky sledování byly zapisovány do připravených záznamových listů – pasportů (pasportní listy jsou součástí textové přílohy č. 2), data byla následně digitalizována (zapsána do xls. tabulek).

7.2 Zásady odběrů vzorků podzemních vod (vrty, studny, prameny, vývěry apod.)

Vzorky podzemních vod byly odebírány do příslušných vzorkovnic dodaných laboratoří. Vzorky vyžadující stálou teplotu byly po odběru uloženy do chladicího boxu. V den odběru byly vzorky transportovány a protokolárně předány příslušné laboratoři.

Na vybraných vodních zdrojích (prameny, vrty, studny), vodních plochách a vodotečích probíhaly následující úkony: zjištění technických parametrů objektu, způsob vystrojení, hloubka, úroveň hladiny podzemní vody, odběr vzorku pomocí vzorkovacího čerpadla nebo odběrným válcem, stanovení fyzikálních parametrů vody na místě.

Vzorky podzemních vod byly odebírány ponorným čerpadlem Grundfos či ponorným čerpadlem Gigant s regulátorem. Během odběrů bylo prováděno měření fyzikálně-chemických parametrů v rozsahu uvedeném v kapitole 6. Výsledky sledování byly zapisovány do připravených záznamových listů – pasportů (pasportní listy jsou součástí textové přílohy č. 2), data byla následně digitalizována (zapsána do xls. tabulek).

8 Výsledky terénních prací

Veškeré výsledky z terénního měření podzemních, povrchových a důlních vod, fyzikálních parametrů vod, průtoků vodotečí v monitorovacích místech, vydatnosti pramenů, stavu počasí apod., jsou uvedeny v pasportních listech – textová příloha č. 2.

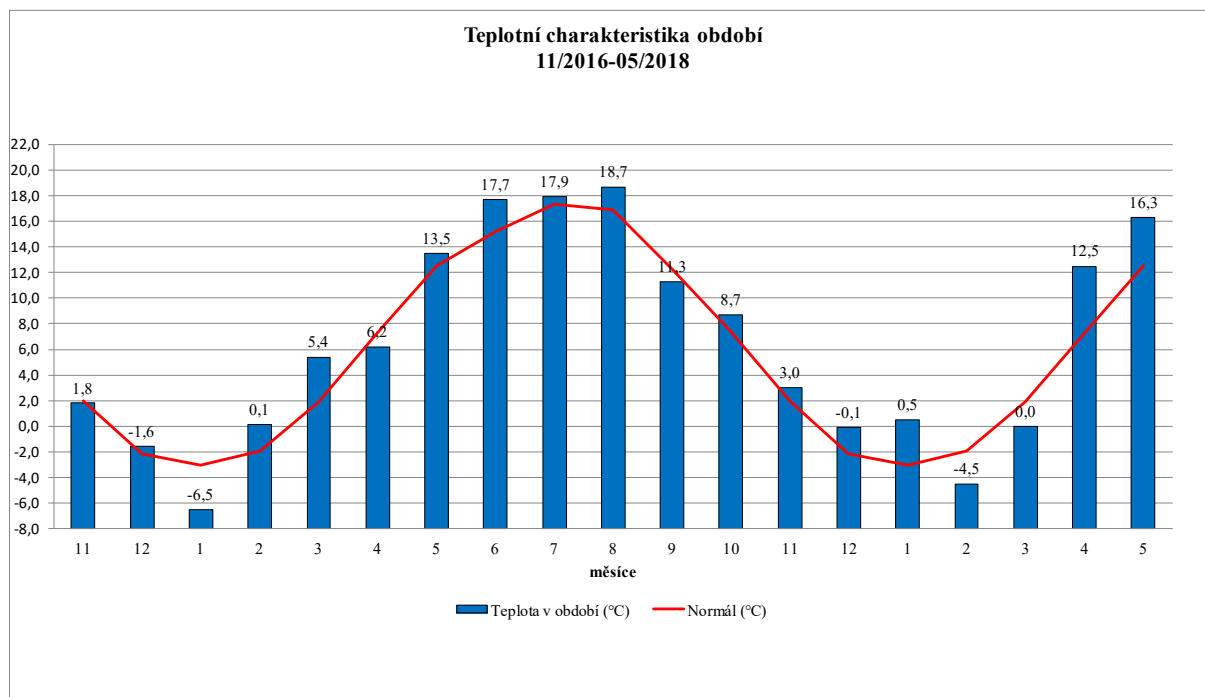
8.1 Klimatologické zhodnocení období monitoringu

Monitoring probíhal od listopadu 2016 do května 2018 v čtvrtletních intervalech tak, aby byl pokryt jeden hydrologický rok (11/2016 – 10/2017) a dalších 7 měsíců, tj. celkem 19 měsíců. Klimatologické údaje z klimatologické stanice Bystřice nad Pernštejnem, tj. průměrné měsíční veličiny za sledované období monitoringu – teplota a srážky, byly získány z ČHMÚ pobočka Brno, společně s normály těchto veličin za období 1981–2010 viz tabulky č. 5 a 6 a grafy na obrázcích 2 a 3. Upozorňujeme, že tato nejbližší stanice se nachází 7 až 12 km od zájmového území, tudíž stavy počasí – zejména co se týče srážek zde naměřených, nemusí odpovídat skutečnosti v PÚ ZZZK. Optimální by bylo zřízení trvalé meteorologické stanice přímo v PÚ ZZZK Kraví hora.

Tab. 5 Průměrné měsíční teploty vzduchu (°C) v období 11/2016 až 05/2018 ve srovnání s normálem (1981–2010)

Měsíc\Rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok
Normál (°C) 1981-2010	-3,1	-1,9	1,9	7,3	12,5	15,2	17,3	16,9	12,2	7,3	2,0	-2,1	7,1
Průměrná teplota (°C) 2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-1,6	-
teplotní odchylka od normálu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,2	0,5	-
Průměrná teplota (°C) 2017	-6,5	0,1	5,4	6,2	13,5	17,7	17,9	18,7	11,3	8,7	3,0	-0,1	8,0

teplotní odchylka od normálu	-3,4	2,0	3,5	-1,1	1,0	2,5	0,6	1,8	-0,9	1,4	1,0	2,0	0,9
Průměrná teplota (°C) 2018	0,5	-4,5	0,0	12,5	16,3	-	-	-	-	-	-	-	-
teplotní odchylka od normálu	3,6	-2,6	-1,9	5,2	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-



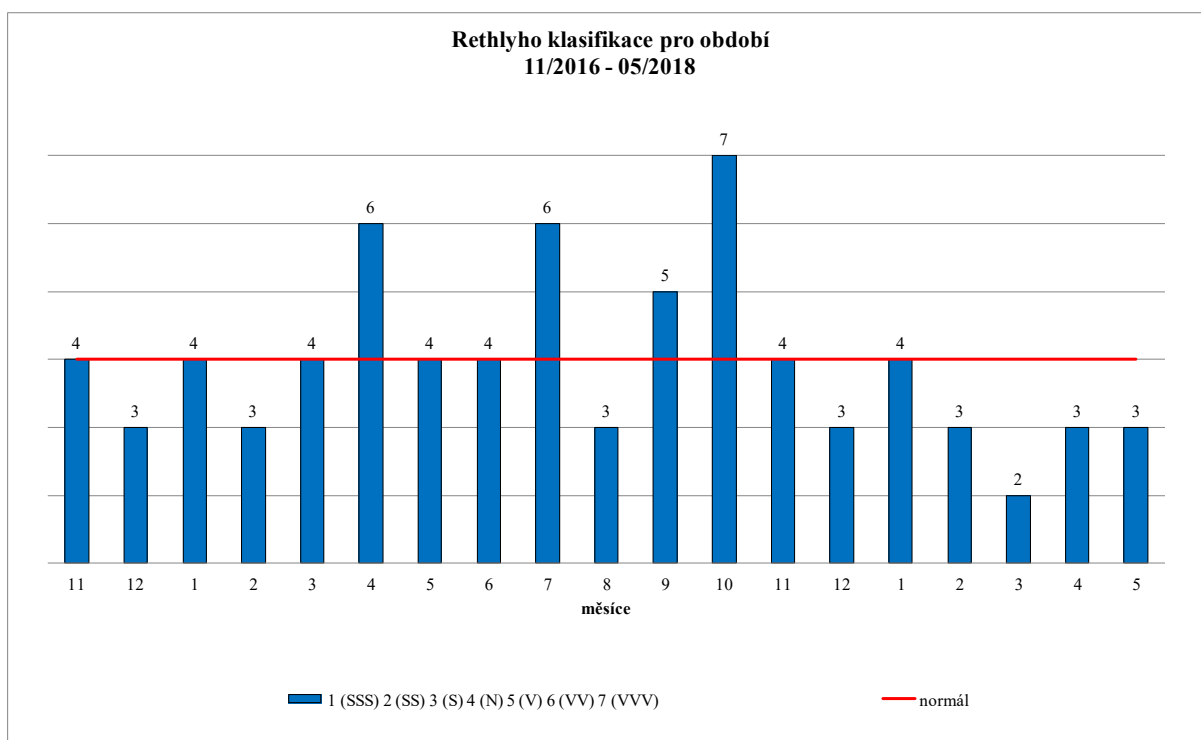
Obr. 2 Teplotní charakteristika období 11/2016 až 05/2018 ve srovnání s normálem (1981–2010)

Průměrná měsíční teplota vzduchu ve sledovaném období byla 6,4 °C, což je o 1,0 °C více, než činí dlouhodobý normál 5,4 °C. Nejvyšší průměrná měsíční teplota byla zaznamenána v srpnu 2017 18,7 °C (odchylka od normálu +1,8 °C), naopak nejnižší průměrná teplota vzduchu byla v lednu 2017 -6,5 °C (odchylka od normálu -3,4 °C). Nejvyšší teplotní odchylka od průměrného měsíčního normálu se vyskytla v dubnu 2018 +5,2 °C.

Tab. 6 Měsíční srážkové úhrny (mm) v období 11/2016 až 05/2018 ve srovnání s normálem (1981–2010) a Réthlyho vlhkostní klasifikace

Srážky [mm] měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok
Normál 1981-2010	41,6	33,5	42,3	36,5	68,1	70,8	76,1	70,1	51,0	38,4	42,2	45,7	616,3
Úhrny - 2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,2	29,0	-
% měsíčního (ročního) normálu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83,4	63,5	-
Vlhkostní klasifikace dle Réthlyho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N	S	-
Úhrny -	36,6	23,3	50,4	62,3	57,4	79,2	114,6	40,6	73,6	84,4	38,4	24,7	686,5

2017													
% měsíčního (ročního) normálu	87,9	69,5	119,2	170,9	84,2	111,9	150,6	58,0	144,4	219,5	91,0	54,0	111,2
Vlhkostní klasifikace dle Réthlyho	N	S	N	VV	N	N	VV	S	V	VVV	N	S	V
Úhrny - 2018	43,7	16,9	21,0	22,3	49,0	-	-	-	-	-	-	-	-
% měsíčního (ročního) normálu	104,9	50,4	49,7	61,2	71,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Vlhkostní klasifikace dle Réthlyho	N	S	SS	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-



Obr. 3 Vlhkostní klasifikace období 11/2016 až 05/2018 podle Réthlyho

Tab. 7 Réthlyho klasifikace vlhkosti měsíců, roků a období

% dlouhodobého normálu		Slovní označení	Symbol
měsíce	rok, období		
<10	<60	mimořádně suchý	SSS
10 – 49	60 – 79	velmi suchý	SS
50 – 79	80 – 89	suchý	S
80 – 120	90 – 110	normální	N
121 – 150	111 – 120	vlhký	V
151 – 190	121 – 140	velmi vlhký	VV
>190	>140	mimořádně vlhký	VVV

Za celé 19 měsíční období monitoringu spadlo 937,8 mm srážek, což je 101,2 % normálu. Nejvíce srážek spadlo v červenci 2017 – 114,6 mm, což je 150,6 % normálu, nejvyšší procentuální překročení srážkového normálu bylo zaznamenáno v říjnu – 219,5 % (84,4 mm). Naopak nejnižší měsíční úhrn srážek se vyskytl v únoru 2018 – 16,9 mm (50,4 % normálu) a nejnižší odchylka od normálu byla v březnu 2018 – 49,7 % normálu (21,0 mm). Z tabulky č. 6 je patrné, že v období od listopadu 2016 do ledna 2018 se vyskytlo 7 měsíců normálně vlhkých měsíců, tři vlhké měsíce a jeden velmi vlhký měsíc a 4 suché měsíce. Závěrečné období monitoringu od února do května bylo suché a velmi suché.

Samotný monitoring byl proveden v měsících s teplotními a vlhkostními charakteristikami období uvedenými v tabulce č. 7.1. Srážkově byla monitorovací období podnormální (49,7 až 91,0 % měs. srážkového normálu), teplotně byla období, s výjimkou listopadu 2016 (-0,2 °C) a března 2018 (-1,9 °C) nadnormální, s teplotní odchylkou od dlouhodobého normálu +1,0 až +3,8 °C. Monitoring tedy proběhl v suchých, velmi suchých a normálních vlhkostních obdobích dle Réthlyho klasifikace. Vliv průběhů srážek a teplot na hladinu povrchových a podzemních vod sledovaných objektů je diskutován níže.

Tab. 7.1 Charakteristika období jednotlivých měsíců monitoringu

Datum monitoringu	průměrná měsíční teplota (°C)	Odchylka od normálu (°C)	měsíční úhrn srážek(mm)	% měsíčního normálu
23.–24.11.2016	1,8	-0,2	35,2	83,4
14.–15.2.2017	0,1	+2,0	23,3	69,5
30.–31.5.2017	13,5	+1,0	57,4	84,2
30.–31.8.2017	18,7	+1,8	40,6	58,0
14.–15.11.2017	3,0	+1,0	38,4	91,0
6.–7.3.2018	0,0	-1,9	21,0	49,7
16.5.2018	16,3	+3,8	49,0	71,9

8.2 Měření hladiny vody a fyzikálních parametrů

K měření hladiny vody a fyzikálních parametrů byly využity tyto přístroje:

- Měření úrovně vody ve vrtech a studních: hladinoměry G 30 a G 100, výrobce NPK Europe Mfg. s.r.o. Uhřetov.
- Měření fyzikálních parametrů: Measura Gryf (multiparametrická sonda do vrtu, vyr. GRYF HB, spol. s r. o.), SensoDirect pH 200 (Tintometer GmbH, Německo), Multi 3420 SET C (WTW, Německo), SQUAREAD AP-2000 – AQUAMETER AM 2000 (Velká Británie)

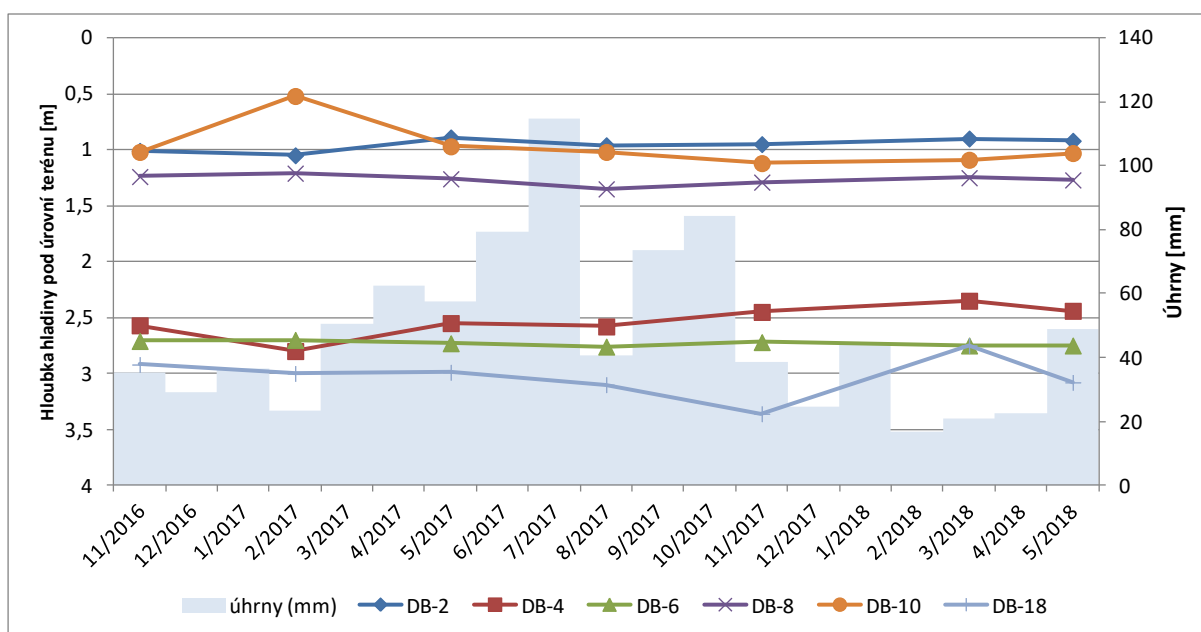
Veškerá terénní měření jsou uvedena v pasportních listech k dokumentačním bodům – textová příloha č. 2.

8.2.1 Vyhodnocení úrovní hladin podzemních vod

Hladiny podzemní vody přepočtené od úrovně terénu, spolu s hloubkami jednotlivých objektů (vrtů a studní) a způsobem využití jsou uvedené v tabulce č. 8.

Tab. 8 Úrovně hladiny podzemní vody od terénu

Objekt\ Datum	23.11.2016	14.2.2017	30.5.2017	31.8.2017	14.11.2017	7.3.2018	16.5.2018	Využití
DB-2	1,01	1,05	0,89	0,96	0,95	0,9	0,92	N
DB-4	2,57	2,8	2,55	2,58	2,45	2,35	2,44	UV
DB-6	2,71	2,7	2,73	2,76	2,72	2,75	2,75	N
DB-8	1,24	1,21	1,26	1,35	1,29	1,25	1,27	PV
DB-9	6,65	6,9	-	11,24	6,83	6,83	-	UV
DB-10	1,02	0,52	0,97	1,02	1,12	1,09	1,03	N
DB-18	2,92	3	2,99	3,1	3,36	2,75	3,08	N



Obr. 4 Úrovně hladiny podzemních vod v závislosti na srážkách bez DB-9 (intenzivně využívaného vrtu u koupaliště v Drahoníně)

Jak je patrné z obrázku č. 4, zastižené úrovně hladiny podzemní vody v jednotlivých měřených objektech jsou poměrně stabilní, s malými sezónními výkyvy. Pokles hladiny podzemní vody společně s nízkými srážkami v počátečním zimním období monitoringu (XI/2016-III/2017) s minimem v II/2017 a nízkými teplotami v XII/2016 a I/2017, majícími vliv na infiltraci vod do podzemí, byl zaznamenán 14. až 15. 2. 2017 ve studni DB-2 (Střítež), DB-4 (Bukov) a DB-18 (vrt u Skalky). Opačný trend pohybu hladiny podzemní vody v tomto období vykazovaly vrt DB-6 (Moravecké Pavlovice), studna DB-8 (Jabloňov) a studna DB-10 (Drahonín).

Jarní tání, spojené s výrazným vzestupem teplot od III/2017 V/2017 a srážkami s maximem v IV/2017 (171 % měsíčního dlouhodobého normálu) se nejvýrazněji projevilo na vzestupu hladiny podzemní vody ve studni DB-2, ve studni DB-4 a nepatrně ve vrtu DB-18. V ostatních sledovaných objektech vykazovala hladina podzemní vody setrvalý stav až mírný pokles.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek v VI/2017 a VII/2017 neměly vliv na úrovně hladiny podzemní vody ve sledovaných objektech v následujícím vlhkostně a teplotně suchém měsíci s termínem monitoringu 30. až 31. 8. 2017. Zde se projevil na záporné bilanci dotace podzemní vody výpar.

Další dva měsíce IX a X/2017, byly měsíce vlhké a mimořádně vlhké, teplotně podnormální (IX) a mírně nadnormální (X). Měření stavů hladiny podzemní vody, provedené 14. 11. 2017, zaznamenalo mírný vzestup hladiny podzemní vody v DB-2, DB-4, DB-6 a DB-8. Tento vzestup trval až do termínu měření 7. 3. 2018 v DB-2, DB-4 a DB-8. Opačný – setrvávající sestupný trend, i po výrazném dvouměsíčním vlhkém srážkovém období, měla hladina podzemní vody ve studni DB-10 a ve vrtu DB-18.

Vlhkostně suchá zima 2017 a suché až velmi suché a teplé jaro 2018 způsobily ve většině objektů, vyjma studny DB-10, pokles nebo stagnaci (DB-6) hladiny podzemní vody.

Z obrázku č. 4 je rovněž patrné, že podobný chod hladiny podzemní vody mají studny DB-2 a DB-4, dále je podobnost v chodu hladiny podzemní vody u vrtu DB-6 a studny DB-8. Na chod hladiny podzemní vody ve vrtu DB-18 bude mít vliv i jeho situování v nivě řeky Nedvědičky s jejími vodními stavy závislými na dotaci srážek v jejím povodí i mimo PÚ ZZK.

8.2.2 Výsledky měření fyzikálních parametrů vod

V rámci vzorkování byly měřeny základní fyzikálně-chemické parametry vod (teplota, pH, oxidačně-redukční potenciál, rozpuštěný kyslík a elektrická vodivost).

Vody hlubšího oběhu (DB-1, DB-3, DB-7)

Mezi vody hlubšího oběhu patřily vzorky vod z čistíren důlních vod (ČDV), a to před úpravou – DB-1 (ČDV Olší – Drahonín) a DB-3 (Bukov) a pramen (DB-7).

Teplota důlní vody závisela v případě ČDV na množství čerpání, teplota okolního vzduchu je nezávislá na teplotě důlní vody, vzhledem ke značné hloubce. Nutno mít na paměti, že se jedná o bodové informace, a ne o kontinuální měření.

V případě ČDV Olší – Drahonín se teplota čerpané důlní vody pohybovala od 9,9 do 13,6 °C, pH je víceméně neutrální (6,84 až 7,53), oxidačně-redukční potenciál -79,7 až -58,3 mV, koncentrace rozpuštěného kyslíku 6,95 až 9,43 mg/l, měrná vodivost se pohybovala od 895 do 1309 $\mu\text{S}/\text{cm}$, celkově bez výrazných výkyvů.

V případě ČDV Bukov se teplota čerpané důlní vody pohybovala od 9,8 do 18,6 °C (teplota zde tedy oscilovala výrazněji), pH je víceméně neutrální (7,33 až 8,09), oxidačně-redukční potenciál -20,4 až 116,6 mV (opět výraznější výkyvy – pravděpodobně vlivem čerpání z různých pater – ovlivnění různou mineralizací, rozpouštěním atd.), koncentrace rozpuštěného kyslíku 8,14 až 10,88 mg/l, měrná vodivost se pohybovala od 492 do 752 $\mu\text{S}/\text{cm}$, výkyvy ve vodivosti jsou odvislé od původu čerpané důlní vody.

V případě pramenu DB-7 byla teplota závislá na teplotě vzduchu, jelikož pramen se nachází pod hladinou studánky a při vzorkování docházelo k prostému náběru do vzorkovnice z ustálené hladiny ve studánce. V zimních měsících tedy teplota kolísala mezi 5,3 až 9 °C, v letních měsících 9,4 až 12,2 °C (opět nutno poznamenat, že se nejedná o kontinuální měření, ale o bodové údaje). Voda vykazovala neutrální až slabě kyselý pH – 6,3 až 7,44. Oxidačně-redukční potenciál byl variabilní a pohyboval se od -140,2 do + 33,4 mV (nutno poznamenat, že vzorek nebyl čerstvý, ale jednalo se o „odstátou“ vodu, kterou využívá k napájení lesní zvěř), koncentrace rozpuštěného kyslíku 4,11 až 7,78 mg/l, měrná vodivost se pohybovala od 205 do 284 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (méně nabohacená voda, pravděpodobně krátké zdržení), celkově bez výrazných výkyvů.

Vody měličího oběhu (studny DB-2, DB-4, DB-8, DB-10 a vrty DB-6, DB-9, DB-18)

Mezi vody měličího oběhu patřily vzorky vod z vrtů a studní, sloužících zpravidla pro soukromé či obecní účely (pitné účely, závlaha, monitoring). Obecně se dá říci, že teplota vody ve studních byla silně závislá na teplotě okolního vzduchu, ve vrtech toto platilo již méně, s hloubkou se tato závislost snižovala. Hodnota pH byla víceméně neutrálně, případně slabě kyselá. Co se týče oxidačně-redukčního potenciálu, tak se vody zpravidla pohybovaly v oxidačním prostředí. Koncentrace rozpuštěného kyslíku byla celkově hodně rozdílná v rámci různých časových období u stejných vzorků, avšak ne v závislosti na klimatických podmínkách (rozkolísanost a variabilita byla různá mezi jednotlivými objekty) – např. u vzorku DB-4 bylo výrazné minimum zjištěno v srpnu 2017, u vzorku DB-6 v únoru 2017 a u vzorku DB-8 v listopadu 2017, totéž platí o maximech. Měrná vodivost zpravidla odpovídala mělké zvodni s kratším zdržením vody, tedy střední až nižší mineralizaci, celkově bez výrazných výkyvů.

V případě studny DB-2 ve Stříteži se teplota podzemní vody pohybovala od 4,6 do 16,3 °C. Teplota vody ve studni byla závislá na teplotě okolního vzduchu. V zimních měsících teplota kolísala mezi 4,6 až 9 °C, v letních měsících 11,8 až 16,3 °C. Hodnota pH je víceméně neutrální až slabě kyselá (6,20 až 7,32), oxidačně-redukční potenciál 88,4 až 265 mV (tedy v oxidačních podmínkách), koncentrace rozpuštěného kyslíku silně kolísala mezi 3,51 až 9,42 mg/l, měrná vodivost se pohybovala od 427 do 691 μS/cm, celkově bez výrazných výkyvů.

V případě studny DB-4 v Bukově se teplota podzemní vody pohybovala od 6,5 do 15,3 °C. Teplota vody ve studni byla závislá na teplotě okolního vzduchu. V zimních měsících teplota kolísala mezi 6,5 až 8,4 °C, v letních měsících 10,4 až 15,3 °C. Hodnota pH je víceméně neutrální (6,70 až 7,64), oxidačně-redukční potenciál 69,1 až 251,9 mV (tedy v oxidačních podmínkách), koncentrace rozpuštěného kyslíku silně kolísala mezi 2,8 až 8,18 mg/l, měrná vodivost se pohybovala od 322 do 546 μS/cm, celkově bez výrazných výkyvů.

V případě vrtu DB-6 v Moraveckých Pavlovicích se teplota podzemní vody pohybovala od 7 do 12,3 °C. Teplota vody ve studni byla závislá na teplotě okolního vzduchu, avšak méně než v případě studen. Rozdíl mezi teplotou v zimních a letních měsících byl max. 5 °C, zpravidla však 3 °C. Hodnota pH je víceméně neutrální (7,20 až 7,89), oxidačně-redukční potenciál 61,2 až 137,1 mV (tedy v oxidačních podmínkách), koncentrace rozpuštěného kyslíku silně kolísala mezi 2,67 až 8,07 mg/l, měrná vodivost se pohybovala od 225 do 339 μS/cm, celkově bez výrazných výkyvů.

V případě studny DB-8 v Jabloňově se teplota podzemní vody pohybovala od 2,1 do 13,5 °C. Teplota vody ve studni byla závislá na teplotě okolního vzduchu. V zimních měsících teplota kolísala mezi 2,1 až 8,4 °C, v letních měsících 9,0 až 13,5 °C. Hodnota pH je víceméně neutrální (6,54 až 7,21), oxidačně-redukční potenciál byl víceméně stabilní – 117,7 až 148,9 mV (tedy v oxidačních podmínkách), koncentrace rozpuštěného kyslíku kolísala mezi 3,5 až 7,97 mg/l, měrná vodivost se pohybovala od 143 do 202 μS/cm, což značí nízkou mineralizaci.

V případě vrtu DB-9 v Drahoníně (tento vrt slouží k napouštění koupaliště) se teplota podzemní vody pohybovala od 7,8 do 12,2 °C. Teplota vody ve studni byla závislá na teplotě okolního vzduchu, avšak méně než v případě studen. Rozdíl mezi teplotou v zimních a letních měsících byl cca 4 °C. Hodnota pH je víceméně neutrální až slabě kyselá (6,05 až 7,49), v srpnu 2017 dokonce zásadité (8,83) – původ zde není jasný, voda neprochází

úpravou. Oxidačně-redukční potenciál 92,7 až 159,6 mV (tedy v oxidačních podmínkách). Koncentrace rozpuštěného kyslíku silně kolísala – v únoru 2017 bylo zjištěno pouze 0,95 mg/l, v květnu 2018 zase 8,32 mg/l, v průměru se koncentrace rozpuštěného kyslíku pohybovaly od 3,19 do 5,59 mg/l. Měrná vodivost se pohybovala od 278 do 527 $\mu\text{S/cm}$.

V případě studny DB-10 v Drahoníně u zastávky se teplota podzemní vody pohybovala od 8,0 do 12,1 °C. Teplota vody ve studni byla závislá na teplotě okolního vzduchu. Hodnota pH je víceméně neutrální až slabě kyselá (6,05 až 7,79), oxidačně-redukční potenciál 73,3 až 182,2 mV (tedy v oxidačních podmínkách), Koncentrace rozpuštěného kyslíku silně kolísala – v únoru 2017 nebyl zjištěn dokonce vůbec žádný, v březnu 2018 pouze 0,02 mg/l, v průměru se koncentrace rozpuštěného kyslíku pohybovaly od 0,8 do 5,55 mg/l. Jedná se pravděpodobně o antropogenní ovlivnění splachy ze silnic a dlouhé době zdržení ve studni/jímce – z toho důvodu doporučujeme tento objekt vyloučit z monitoringu. Měrná vodivost se pohybovala od 527 do 673 $\mu\text{S/cm}$, celkově bez výrazných výkyvů.

V případě monitorovacího vrtu DB-18 v blízkosti Skalky se teplota podzemní vody pohybovala od 5,1 do 12,5 °C. Teplota vody ve vrtu byla závislá na teplotě okolního vzduchu, avšak méně než v případě studen. V zimních měsících teplota kolísala mezi 5,1 až 7,7 °C, v letních měsících 9,2 až 12,5 °C. Hodnota pH je víceméně neutrální (7,05 až 7,60), s výjimkou v květnu 2017, kde bylo zjištěné kyselé pH 5,77, jehož původ je nejasný. Hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu se pohybovaly od 56,7 až 183,7 mV (tedy v oxidačních podmínkách), koncentrace rozpuštěného kyslíku silně kolísala, zpravidla mezi 4,99 až 11,5 mg/l, s výrazným snížením v listopadu 2017 (pouze 1,9 mg/l). Měrná vodivost se pohybovala od 326 do 432 $\mu\text{S/cm}$, celkově bez výrazných výkyvů.

Povrchové vody (rybníky DB-5, DB-11, DB-20 a potoky DB-12, DB-13, DB-14, DB-15, DB-16, DB-17, DB-19)

Co se týče rybníků, tak jelikož se jedná o stojaté vody, jejich teplota je silně závislá na teplotě okolního vzduchu – při vzorkování v březnu 2018 byla teplota vod ve sledovaných rybnících 0,6 až 1,5 °C, naopak v květnu 2017 se teplota pohybovala (v závislosti na denním čase) od 17,3 do 26,6 °C. Stejná závislost byla samozřejmě zjištěna i v případě potoků – v únoru 2017 se teploty vody ve sledovaných tocích pohybovaly od 0,7 do 1,7 °C, nejtepleji bylo v květnu a srpnu (zpravidla 12 až 15 °C).

Hodnota pH vody byla v rybnících víceméně neutrální (např. DB-11 v rozmezí 6,66 až 7,92, DB-5 7,13 až 8,27), v případě bodu DB-20 bylo zjištěno variabilní prostředí – pH vody se pohybovalo od 6,38 do 8,9, přičemž kyselejší charakter mělo během prvních vzorkovacích kampaní a ke konci mělo již zásaditý charakter. Příčina není zpracovateli známa. V případě toků bylo zjištěno zpravidla neutrální až slabě zásadité pH, bez významných rozdílů – 6,87 až 8,36.

Hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu se v rybnících pohybovaly od 82 až 232,9 mV a v tocích od 68,5 do 219,8 mV, s jednorázovým snížením u DB-17 (20,7 mV v listopadu 2017), bez jasné příčiny. Voda se ve všech případech pohybovala v oxidačních podmínkách, bez výrazných sezónních změn.

Koncentrace rozpuštěného kyslíku v rybnících kolísala, avšak nebyla zjištěna statisticky významná závislost na čase, pouze v rybnících DB-5 a DB-20 byly zjištěny nejnižší koncentrace v únoru 2017 (2,47 a 3,52 mg/l) a ve všech případech byly nejvyšší koncentrace zjištěny v květnu 2018 (9,69 až 14,93 mg/l). V případě tekoucích vod byla koncentrace rozpuštěného kyslíku samozřejmě vyšší, jelikož při proudění dochází k dynamické reakci

s okolním vzduchem (prokysličování) – koncentrace rozpuštěného kyslíku se pohybovaly zpravidla od 8 do 12 mg/l, pouze v případě bodu DB-19 (pravostranný přítok Nedvědičky v km 8,6) byly v květnu 2017 a březnu 2018 zjištěny snížené koncentrace rozpuštěného kyslíku (5,25 a 5,4 mg/l), a to bez zjevné příčiny.

Měrná vodivost v rybnících se pohybovala od 177 do 863 $\mu\text{S/cm}$, v místech DB-11 a DB-20 bez výrazných výkyvů (řádově 200 až 400 $\mu\text{S/cm}$), avšak ve střítežském rybníku (DB-5) byly zjištěny vyšší hodnoty vodivosti (418 v únoru 2017 až 863 v srpnu 2017 – pravděpodobné ovlivnění zemědělskou činností). V povrchových tocích byla zjištěna obdobná vodivost – řádově od 200 do 600 $\mu\text{S/cm}$, přičemž nejnižší byla zjištěna v pravostranném přítoku Nedvědičky v km 8,6 (167 až 340 $\mu\text{S/cm}$) a nejvyšší v Bukovském potoce (do něhož jsou vypouštěny důlní vody po přečištění) – 418 až 607 $\mu\text{S/cm}$. Ve Střítežském potoce se vodivost pohybovala od 336 do 486 $\mu\text{S/cm}$, bez významných změn, stejně jako v Líseckém potoce (331 až 511 $\mu\text{S/cm}$), pravostranném přítoku Nedvědičky v km 4,9 (288 až 423 $\mu\text{S/cm}$), levostranném přítoku Bobrůvky v km 20,3 (247 až 371 $\mu\text{S/cm}$) a v km 21 (313 až 451 $\mu\text{S/cm}$).

8.3 Měření průtoků vodotečí a pramene

K měření průtoků vodotečí a zjištění základních klimatických poměrů byly využity tyto přístroje:

- **Měření průtoků vodotečí a vydatnosti pramene:** hydrometrická vrtule Ott C2 (Ott, Německo), pásma, nádoba, odhad.
- **Měření klimatických poměrů (atmosféra):** teploměr.

Průtoky na tocích byly měřeny metodou hydrometrování za použití hydrometrické vrtule (křídla) C-2 firmy Ott Kempten. Koryto toku se rozdělí svislicemi na n úseků a v každé svislici se provede měření rychlosti v určených bodech svislice. Počet měřených bodů r na vybraných svislicích je možno alternativně zvolit $r = 1, 2, 3$ nebo 5. Počet bodů ve svislici se volí podle možností daných hloubkou dna od hladiny v místě svislice. Výpočty průtoků zjištěných hydrometrováním v korytech toků z měření rychlostí v definovaných bodech jednotlivě zvolených svislic hydrometrickým křídlem jsou stanoveny dvěma výpočetními metodami. Princip výpočtů jednotlivých měření je následující:

- 1. metoda – stanovení Q_1 spočívá ve výpočtu z průměrných rychlostí v těžišti plochy elementu – řezu mezi dvěma svislicemi.
- 2. metoda – stanovení Q_2 spočívá ve výpočtu ze součtu průměrných rychlostí ploch elementů mezi svislicemi.
- Přesnost měření je velmi ovlivněna tvarem průtočného profilu, zejména členitostí dna, které má vliv na rychlostní pole v daném měřeném profilu a chyba v přesnosti měření může kolísat od 1 do 20 i více %, v přírodních profilech se pohybuje v průměru mezi 15–20 %. Proto se zjištěné výsledky měření v postupných profilech mohou lišit a při jejich interpretaci je třeba přihlídnout k charakteru místa profilu.

Charakteristika klimatických poměrů v jednotlivých termínech vzorkování – teplota a stav počasí během měření je uvedena v pasportech.

Vodní toky a vodní plochy

Jak bylo popsáno v kapitole 1.3, náleží zkoumané PÚ dvěma povodím. Hydrologická rozvodnice směru SZ-JV v úrovni kolem 600 m n.m. kopíruje zhruba silnici Dolní Rožínka – Předklášteří a prochází i kótou (611 m n.m.) Kraví hora, která dala název PÚ ZZZK. Území je odvodňováno poměrně krátkými vodními toky do hluboce zaříznutých údolí (350 – 400 m n.m.) řek Loučky a Nedvědice. Celkem bylo monitorováno 7 potoků, z nichž 5 - DB-12, DB-13, DB-14, DB-15 a DB-16 náleží povodí Loučky a dva potoky - DB-17 a DB-19 se vlévají do Nedvědičky. Ve vrcholové části území, v blízkosti rozvodnice jsou situovány prameny, pramenní vývěry, které bývají podchyceny uměle vybudovanými rybníčky. Tato část území je většinou nezalesněná, tvoří ji louky, pastviny a zemědělská půda. Rybníčky jsou ve všech případech v PÚ situovány v povodí Loučky a pro monitoring byly vybrány tři - DB-5 u obce Střítež, DB-11 u Drahonína a DB-20 u Moraveckých Pavlovic.

Výsledky měření okamžitých průtoků a vydatností během monitoringu jsou uvedeny v textové příloze č. 3.1. Souhrnné zpracování výsledků měření je uvedeno v tabulce č. 9. V tabulce jsou mezi průtoky uvedeny i rybníky DB5, DB-11 a DB-20, neboť některé z nich (DB-5 a DB-11) byly v průběhu sledovaného období vypuštěné a bylo tak možné měřit u stavidla průtok vodního toku, nebo pramenů, které je napájejí.

Nejvyšší průtok na povrchovém toku byl změřen v profilu DB-14 – Bukovský potok před soutokem s Bobrůvkou v listopadu 2016 – 37,2 l/s. Tento profil má i největší hydrologické povodí a navíc je do něho vypouštěna přečištěná důlní voda z části (20 %) ložiska Rožná, v průměrném množství 800 – 900 m³/den (9,3 až 10,4 l/s).

Nejvyšší průtoky (kromě zmíněného Bukovského potoka) byly měřeny při jarním tání koncem května 2017 – od 0,03 l/s (DB-7 -pramen) do 3,3 l/s (DB-15 Střítežský potok), nejnižší koncem srpna 2017 – viz tabulka č. 9a. V termínech měření únor 2017 a březen 2018 byly některé povrchové toky zamrzlé, takže jejich průtok nebylo možné změřit.

Tab. 9a Okamžité, maximální, minimální a průměrné průtoky (l/s) v období 11/2016 – 05/2018

Datum	DB-7	DB-12	DB-13	DB-14	DB-15	DB-16	DB-17	DB-19
23.11.2016	0,03	0,4	0,3	37,2	0,75	0,85	0,4	0,35
14.2.2017	0	0,2	0,8	0	1,3	0,45	0,4	0,2
30.5.2017	0,03	0,72	1,53	24,6	3,3	0,93	0,5	0,45
31.8.2017	0,01	0,12	0,21	4,12	0,88	0,2	0,5	0,1
14.11.2017	0,01	0,53	0,81	12,6	2,93	0,8	0,2	0,6
7.3.2018	0,003	0,1	0,25	>5	0	1,4	0	0
16.5.2018	0,02	0,42	1,57	15,13	2,68	0,82	0,25	0,4
Minimum	0	0,1	0,21	0	0	0,2	0	0
Maximum	0,03	0,72	1,57	37,2	3,3	1,4	0,5	0,6
Průměr	0,01	0,36	0,78	15,61	1,69	0,78	0,32	0,30

Pravidelný okamžitý průtok během celého roku vykazoval profil DB-17 – 0,2 až 0,5 l/s.

V tabulce č. 9b uvádíme specifické odtoky pro dílčí povodí jednotlivých měřených profilů. Specifický odtok odráží geologii, geomorfologii a vegetační pokryv daného území a je v průběhu hydrologického roku proměnlivý. Specifický odtok může být stanoven na základě měření vydatností pramenů, nebo na základě měření průtoků ve vodních tocích. Pokud je specifický odtok stanoven na základě měření průtoků v povrchových tocích, musí být splněn základní předpoklad, že v korytě dominuje složka základního (podzemního odtoku) a složka

přímého povrchového odtoku je zanedbatelná. Proto je specifický odtok vhodné stanovovat v obdobích s nízkými průtoky. Průměrný specifický odtok území PÚ ZZZK Kraví hora získaný z měření průtoků v 7 profilech, s vyloučením profilu DB-14, který je ovlivněn vypouštěním důlních vod z ČDV Bukov, byl 0,5 l/s/km².

Tab. 9b Specifické odtoky (l/s/km²) v období 11/2016 – 05/2018

Profil	DB-7	DB-12	DB-13	DB-14	DB-15	DB-16	DB-17	DB-19
Plocha povodí (km ²)	0,851	0,554	1,55	7,136	1,778	0,922	2,182	0,645
23.11.2016	0,035	0,722	0,194	5,213	0,422	0,922	0,183	0,543
14.2.2017	0,000	0,361	0,516	0,000	0,731	0,488	0,183	0,310
30.5.2017	0,035	1,300	0,987	3,447	1,856	1,009	0,229	0,698
31.8.2017	0,012	0,217	0,135	0,577	0,495	0,217	0,229	0,155
14.11.2017	0,012	0,957	0,523	1,766	1,648	0,868	0,092	0,930
7.3.2018	0,004	0,181	0,161	-	0,000	1,518	0,000	0,000
16.5.2018	0,024	0,758	1,013	2,120	1,507	0,889	0,115	0,620
Minimum	0,000	0,181	0,135	0,000	0,000	0,217	0,000	0,000
Maximum	0,035	1,300	1,013	5,213	1,856	1,518	0,229	0,930
Průměr	0,017	0,642	0,504	2,187	0,951	0,844	0,147	0,465

Tab. 9 Okamžité průtoky (vydatnosti) v období 11/2016 – 05/2018

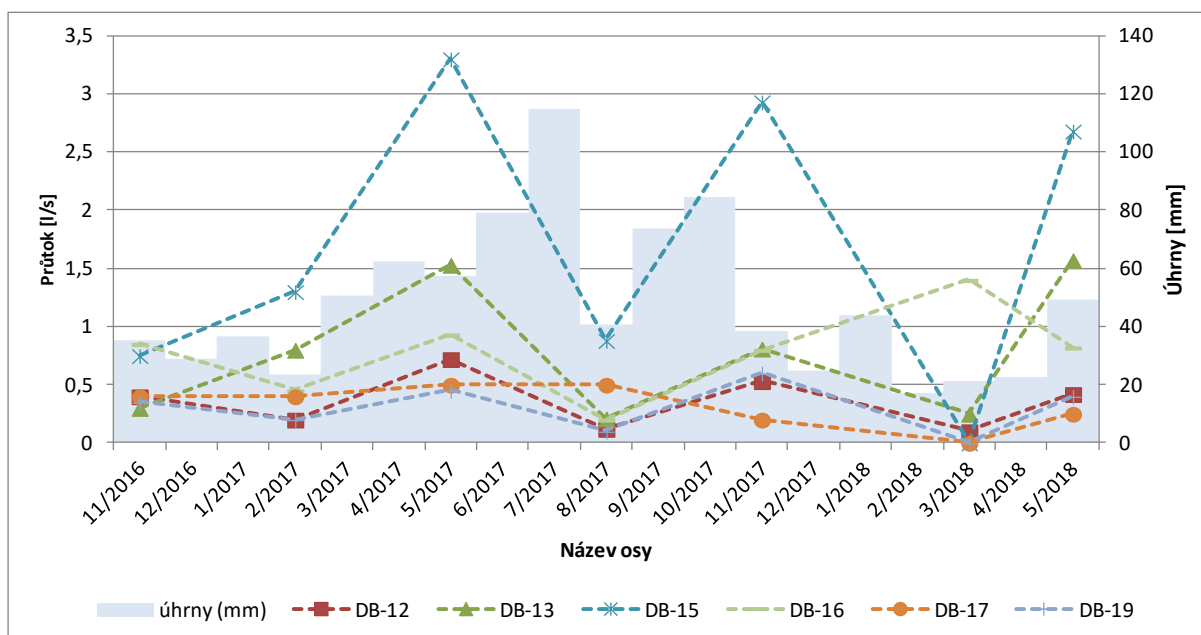
Číslo objektu	Typ objektu	Plocha hydrologického povodí [m ²]	Datum měření						
			23.-24.11.2016	14.-15.2.2017	30.-31.5.2017	30.-31.8.2017	14.-15.11.2017	6.-7.3.2018	16.5.2018
			Průtok / vydatnost [l/s]						
DB-1	Čistírna důlních vod Olší-Drahonín	-	4,8	4,8	4,8	4,8	4	4	4
DB-3	Čistírna důlních vod Bukov	-	9,3 až 10,4	9,3 až 10,4	9,3 až 10,4	9,3 až 10,4	9,3 až 10,4	9,3 až 10,4	9,3 až 10,4
DB-5	Rybník	119 615	nezjištěno	zámrz	0,02 (vypuštěný)	0,0 (vypuštěný)	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
DB-7	Pramen na PP Nedvědičky v km 6,4	851 330	0,03	0	0,03	0,01	0,01	0,003	0,02
DB-11	Rybník	371 785	nezjištěno	0,2 (vypuštěný)	nezjištěno	0,0 (vypuštěný)	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
DB-12	Bezejmenný tok LP Bobrůvky v km 20,3	554 496	0,4	0,2	0,72	0,12	0,53	0,1	0,42
DB-13	Bezejmenný tok LP Bobrůvky v km 21,0	1 550 133	0,3	0,8	1,53	0,21	0,81	0,25	1,57
DB-14	Bukovský potok	7 136 413	37,2	zámrz	24,6	4,12	12,6	>5	15,13
DB-15	Střítežský potok	1 778 129	0,75	1,3	3,3	0,88	2,93	nezjištěno	2,68
DB-16	Lísecký potok	922 190	0,85	0,45	0,93	0,2	0,8	1,4	0,82
DB-17	Bezejmenný tok PP Nedvědičky v km 4,9	2 181 884	0,4	0,4	0,5	0,5	0,2	nezjištěno	0,25
DB-19	Bezejmenný tok PP Nedvědičky v km 8,6	644 534	0,35	0,2	0,45	0,1	0,6	nezjištěno	0,4
DB-20	Rybník	185 795	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno

Pozn.: nezjištěno = rybník napuštěný, nelze měřit, u povrchových toků – zámrz toku.

Na obrázku 5 uvádíme průtoky měřených povrchových toků v závislosti na měsíčních srážkových úhrnech. Většina průtoků vykazuje velmi dobrou závislost na srážkách a sezónním průběhu počasí. V zimním období dochází k poklesu průtoků, při jarním tání a větších dešťových úhrnech v VI-VII/2017 a IX-X/2017 dochází k výraznému zvýšení průtoků v tocích.

Jak bylo uvedeno v kapitole 1.5, bývají vodní toky v zájmovém prostoru situované na regionálních nebo lokálních dislokacích (zlomech), na kterých dochází k tvorbě pramenů a pramenních vývěřů drénujících podzemní vody hlubšího oběhu (Bukovská Z., Verner K. et al. 2017). Právě profil DB-15 na Střítežském potoce, s nejvyššími měřenými průtoky (kromě uměle dotovaného profilu DB-14 na Bukovském potoce z ČDV), je situovaný na známém regionálním zlomu SV-JZ směru s touto funkcí (rovněž pramen DB-7 se nachází na tomto zlomu). Na podobném zlomu regionálního významu se nachází profil DB-19 – viz el. příloha č.2. Rozdíl ve velikosti průtoků těchto dvou zmíněných profilů pak může být ovlivněna geologickou stavbou území, resp. vodivostí těchto dislokací pro drenáž pramenů s vodami hlubšího oběhu.

Na regionální dislokaci SSZ-JJV směru s vodivostní funkcí byl situovaný i měřený profil DB-13. Tento profil vykazoval druhé nejvyšší průtoky v měřeném období.



Obr. 5 Okamžité průtoky vodních toků v závislosti na srážkových úhrnech

8.4 Výsledky analytických prací

Pro zjištění základních geochemických vlastností podzemní vody byly provedeny rozborů odebraných vzorků vod na stanovení základního fyzikálního a chemického rozboru vody, U a Ra. Analytické stanovení jednotlivých parametrů bylo prováděno standardními postupy, na něž mají akreditované hydrochemické laboratoře platná osvědčení.

Laboratorní protokoly analýz vod jsou součástí textové přílohy č. 4. Výsledky chemických analýz veškerých vzorků vod, odebraných v rámci monitorovacích prací, jsou uvedeny v souhrnných tabulkách v textové příloze č. 3.2 a 3.3. Pro jednotlivá odběrná místa jsou uvedeny i souhrnné průměrné hodnoty ze všech sedmi kol vzorkování. Vzorky vod jsou

rozděleny a hodnoceny dle typu – vody podzemní (vrty, studny, prameny, čerpané důlní vody) a povrchové (vodní toky, rybníky).

8.4.1 Podzemní voda

Kvalitativní vlastnosti podzemní vody byly hodnoceny jak z hlediska hydrogeochemického, tak z hlediska jejich případného znečištění dle platné legislativy.

V tabulce č. 3.2 přílohy č. 3 jsou pro snadnou orientaci uvedeny hodnoty indikátorů znečištění Metodického pokynu MŽP z roku 2013, dále mezní hodnoty, nejvyšší mezní hodnoty a doporučené hodnoty ukazatelů vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb. v platném znění vyhlášky č. 83/2014 Sb. a prahové a referenční hodnoty vyhlášky Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 5/2011 Sb. (příloha č. 5), v platném znění vyhlášky č. 349/2016 Sb. Změna barvy v tabulce nebo písma indikuje překročení limitní hodnoty či indikačního kritéria. Souhrnné průměrné charakteristiky podzemních vod z pěti odběrů jsou uvedené v tabulce č. 10.

Metodický pokyn MŽP Indikátory znečištění z roku 2013 (dále jen MP IZ 2013) slouží k indikativnímu posuzování a hodnocení úrovně znečištění zemin, podzemní vody a půdního vzduchu, a to zejména při posuzování průzkumů a výsledků sanací kontaminovaných lokalit. Tento pokyn byl k indikaci vybrán z toho důvodu, že překročení indikátorů může signalizovat kontaminaci (např. dusíkaté látky ze zemědělství či chloridy ze solení silnic), případně oue upozornit na přirozeně zvýšené hodnoty geochemického fónu na předmětné lokalitě. Tento metodický pokyn ruší a plně nahrazuje metodický pokyn MŽP Indikátory znečištění z roku 2011. Indikátory znečištění představují specifické koncentrace jednotlivých chemických látek, v našem případě v podzemní vodě. Překročení indikátorů se posuzuje jako indikace znečištění, které by mělo být dále zkoumáno a hodnoceno, a to především z hlediska rizik pro případné příjemce znečištění a ohrožené ekosystémy. Indikátory znečištění podzemní vody jsou stanoveny bez ohledu na způsob využití území. Jedná se o převzaté screeningové hodnoty znečištění užitkových a pitných vod RSL-tapwater, které vycházejí z expozičních scénářů kontaktu člověka s pitnou a užitkovou vodou, tj. v případech využívání podzemní vody. Přehled hodnot indikátorů znečištění podzemní vody je uveden v příloze č. 1 tohoto metodického pokynu.

Vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb. se stanoví hygienické požadavky na pitnou a na teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Zde je nutno podotknout, že podzemní voda je prokazatelně využívána k pitným účelům pouze u objektu DB-8 (studna). Potencionálně je možné vyžití u DB-4 (funkční přístupná studna) a DB-7 (pramen).

Vyhláška Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 5/2011 Sb. vešla v platnost 26. 1. 2011. Týká se vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod, v její příloze č. 5, část A: postup hodnocení jakosti podzemních vod. Součástí této přílohy jsou tabulky pro referenční hodnoty jednotlivých ukazatelů. Hodnocení jakosti podzemních vod spočívá v porovnání průměrné roční hodnoty (aritmetický průměr) na jednotlivých monitorovacích místech s příslušnou normou jakosti nebo prahovou hodnotou. V případech, kdy je k dispozici pouze jedna hodnota měření, se průměr nepoužije. Výsledkem hodnocení jakosti podzemních vod pro látky a ukazatele skupiny A (tab. 1 této přílohy) je vyhovující nebo nevyhovující jakost podzemních vod. Jakost podzemních vod se považuje za vyhovující, pokud žádná průměrná roční hodnota ukazatele

nepřesáhne na monitorovacím místě normu jakosti nebo prahovou hodnotu stanovenou v tabulce č. 1 této přílohy. Výsledkem hodnocení jakosti podzemních vod pro ukazatele skupiny B (tab. 2 této přílohy) je přítomnost či absence možného vlivu lidské činnosti. Výsledkem hodnocení jakosti podzemních vod pro ukazatele skupiny C (tab. č. 3 této přílohy) je pouze stanovení jejich průměrné roční hodnoty.

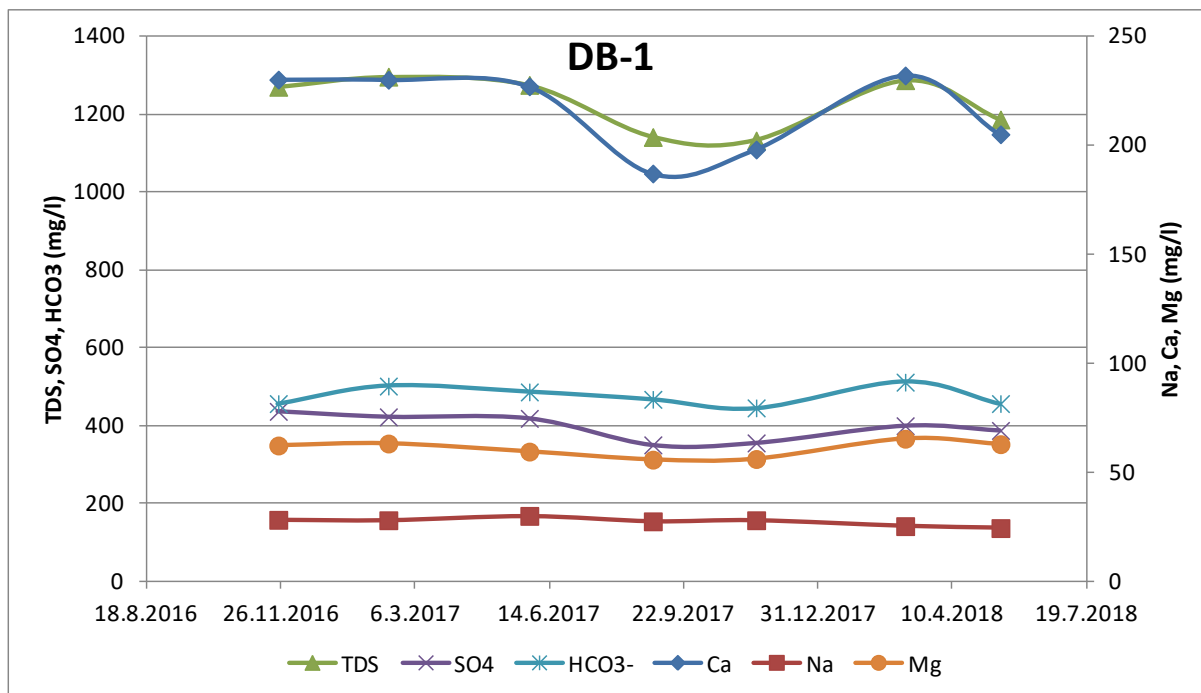
Jednorázově, v úvodním monitorovacím termínu, byly odebrány a analyzovány vzorky vody na stanovení obsahu radia - Ra a uranu - U. Vyhodnocení obsahu Ra v podzemní vodě je provedeno dle *Vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně* – příloha č. 10 Podklady k omezení ozáření z přírodních radionuklidů – Tabulka č. 5 – Mezní hodnoty aktivit, při jejichž překročení se nesmí voda dodávat.

Určení typu vody vychází z převládajících iontů vyjádřených jako součin molární koncentrace iontu a jeho náboje - $c_i z_i$, kde c je molární koncentrace iontu, z je jeho náboj a i je označení iontu. U jednomocných iontů je výpočet proveden z jeho molární koncentrace, u dvojmocných iontů je do výpočtu zahrnut součin jeho molární koncentrace a náboje ($2 \times$), shodně i u vícemocných iontů. Při výpočtu se uvažují kationty jako 100 % a anionty 100 %. Při klasifikaci prostých vod se do názvu (vzorce) v sestupném pořadí uvádí ionty do 25 $c_i z_e$ %, 20 $c_i z_e$ % nebo 10 $c_i z_e$ % (teoreticky až čtyři ionty) pro kationty i anionty. Pro hodnocení podzemní vody z lokality jsme použili hranici 25 %.

Analyzované vody reprezentují jednak mělké podzemní vody (DB-2, DB-4, DB-8, DB-10, DB-18), tj. vody v eluviálním (deluviálním) pokryvu krystalinických hornin a jejich přípovrchového rozvolnění a hlubší podzemní vody (DB-6, DB-7, DB-9), tj. vody přípovrchového rozvolnění puklin krystalinických hornin. Samostatně jsou hodnoceny důlní vody (DB-1 a DB-3).

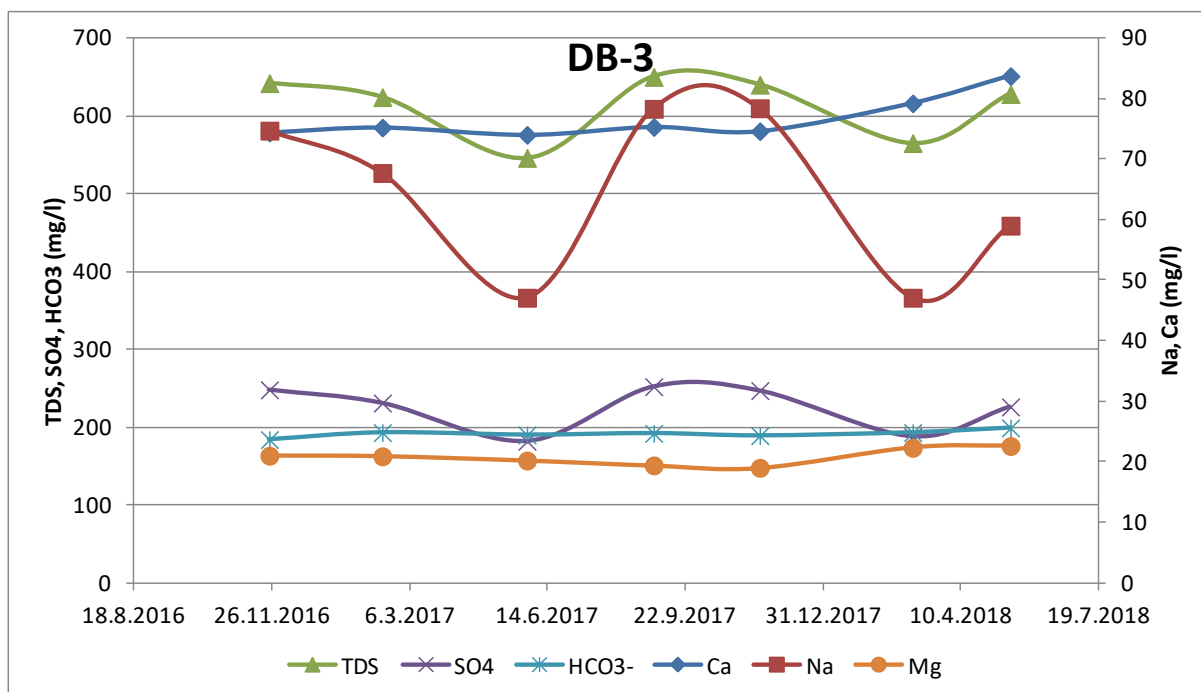
Důlní vody

Chemický typ důlních vod byl v období od 11/2016 do 5/2018 Ca-Mg-SO₄-HCO₃ (DB-1 – ČDV Olší-Drahonín) a Ca-Na-SO₄-HCO₃ (DB3 – ČDV Bukov). Chemismus je ve shodě s prací A. Říčky (2010), jenž uvádí pro tyto důlní vody chemismus Ca-SO₄ typu, způsobený oxidací hornin. Důlní vody měly zvýšenou až vysokou mineralizaci, slabě alkalickou až alkalickou reakci, byly velmi tvrdé až tvrdé a vykazovaly zvýšenou konduktivitu. Surová důlní voda z ložiska Olší-Drahonín vykazovala dle MP IZ 2013 a vyhl. č. 5/2001 Sb. vyšší obsah Mn. Zvýšené obsahy byly rovněž u Fe, Mg a síranů, což indikuje probíhající redukční mobilizaci těchto složek z jejich oxidačních stavů. Důlní voda z ložiska Bukov měla ve srovnání s MP IZ 2013 vyšší obsah fluoridů. Oba vzorky důlní vody, ve srovnání s ostatními vzorky podzemních vod, obsahovaly U a Ra, přičemž hodnota aktivity Ra v DB-3 (ČDV Bukov) překročila mezní hodnotu dle vyhl. SÚJB č. 307/2002 Sb. Na technologickém zařízení dekontaminační stanice dochází u obou těchto prvků, včetně NL (nerozpuštěných látek), ke snižování jejich obsahů ve vodě a to procesy srážení, sedimentace, filtrace na pískových filtrech a sorpce na ionexech. Přečištěné důlní vody jsou poté vypouštěny do povrchových toků, které jsou pravidelně monitorovány společností GEAM Dolní Rožínka a jsou součástí i tohoto monitoringu. Vývoj chemického složení surových důlních vod (před jejím čištěním), tj. obsahy základních iontů (síraný, hydrogenuhličitaný, sodík, vápník) a parametru (TDS) uvádíme na obrázcích 6 a 7.



Obr. 6 Vývoj chemického složení důlní vody v DB-1 – vybrané hlavní anionty a kationty

Kolísání aniontů Na, Mg a kationtů HCO_3 , SO_4 v důlní vodě v průběhu sledovaného období bylo vyrovnané. Zvýšené změny se shodným průběhem patrné u TDS a Ca jsou pozorovány v zimních a jarních měsících. Důlní voda vlivem zatopení štol a probíhajících oxidačně-redukčních procesů vykazuje zvýšené obsahy Fe, Mg, Mn, síranů a Mn.



Obr. 7 Vývoj chemického složení důlní vody v DB-3 – vybrané hlavní anionty a kationty.

Kolísání aniontů Ca, Mg a kationtů HCO_3 v důlní vodě v průběhu sledovaného období bylo vyrovnané. Zvýšené změny s obdobným průběhem vykazovalo kolísání Na, SO_4 a TDS. Toto může být způsobeno interakcí sezónních vod prosakujících do důlního díla horninovým masivem. Voda obsahuje zvýšené obsahy Ra a rovněž fluoridů.

Studny a vrtý

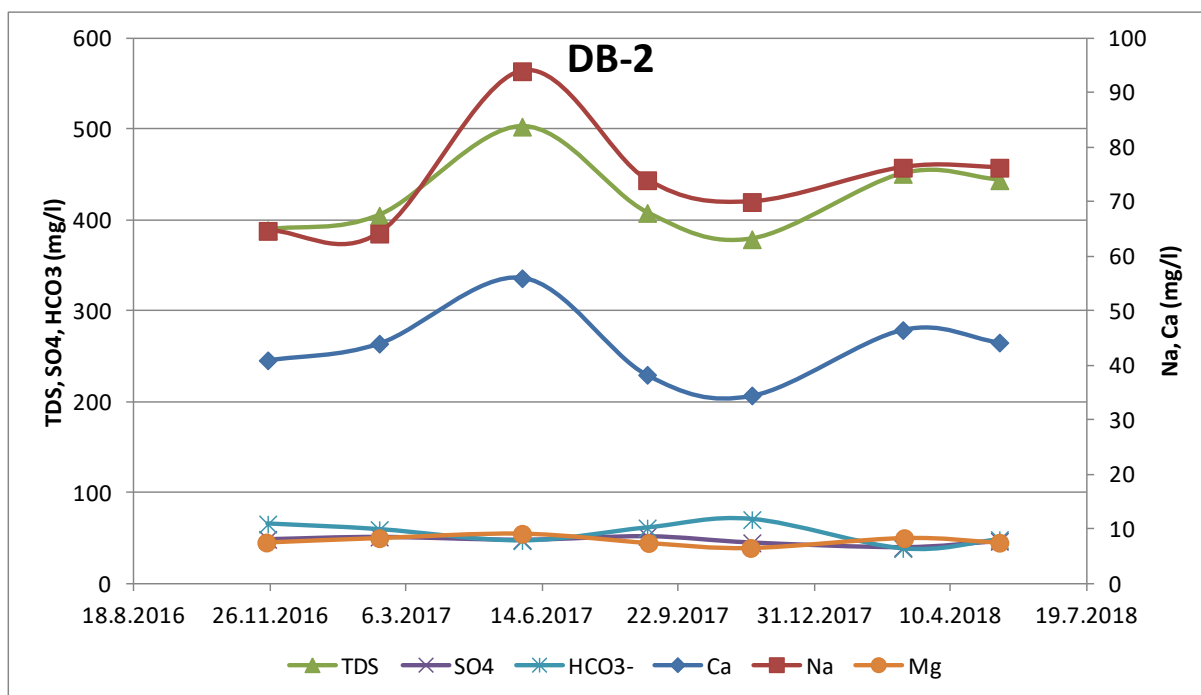
Podzemní vody ze studní a vrtů byly vesměs Ca-Mg-HCO₃ (DB-7, DB-8, DB-9, DB-10), Ca-NO₃-SO₄-HCO₃ (DB-4), Ca-Mg-HCO₃ (DB-6) a Mg-HCO₃ (DB-18) chemického typu.

Z tohoto chemismu se vymyká voda ze study DB-2, která je Na-Ca-Cl chemického typu. Sodíkové a chloridové ionty a zvýšené TDS indikují možné antropogenní ovlivnění mělké zvodně (sezónní solení komunikací v intravilánu obce a poměrně frekventované komunikace Dolní Rožínka-Předklášteří).

Podzemní vody jsou mírně acidické až neutrální reakce, se střední až zvýšenou mineralizací. Tvrdost vody byla střední až tvrdá, s výjimkou vody ze studny DB-8, která měla v průměru nejnižší mineralizaci i konduktivitu a nejnižší tvrdost, což je způsobeno situováním studny v blízkosti bezejmenného povrchového toku. Vyhlášku č. 252/2014 Sb. a vyhl. č. 5/2001 Sb. překračují obsahy dusičnanů ve vodě z DB-4, DB-9 a DB-10, manganu v DB-9, DB-10, CHSK_{Mn} v DB-2 a DB-18. Hygienické požadavky na pitnou vodu byly překročeny rovněž v obsahu hořčíku a chloridů v DB-2.

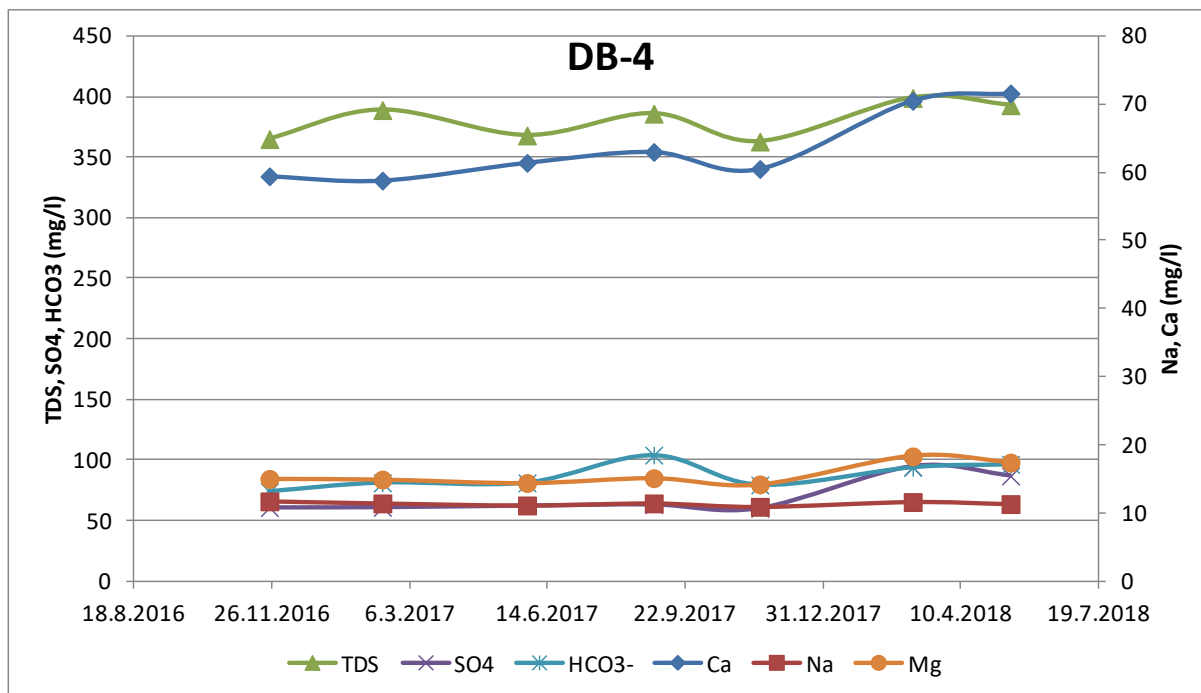
Zvýšené obsahy uvedených složek podzemní vody v jednotlivých odběrných místech byly většinou ověřeny ve všech termínech monitoringu.

Vývoj chemického složení podzemních vod z vrtů a studní, tj. obsahy základních iontů (sírany, hydrogenuhličitanu, sodík, vápník) a parametru TDS uvádíme na obrázcích č. 8 až 15.



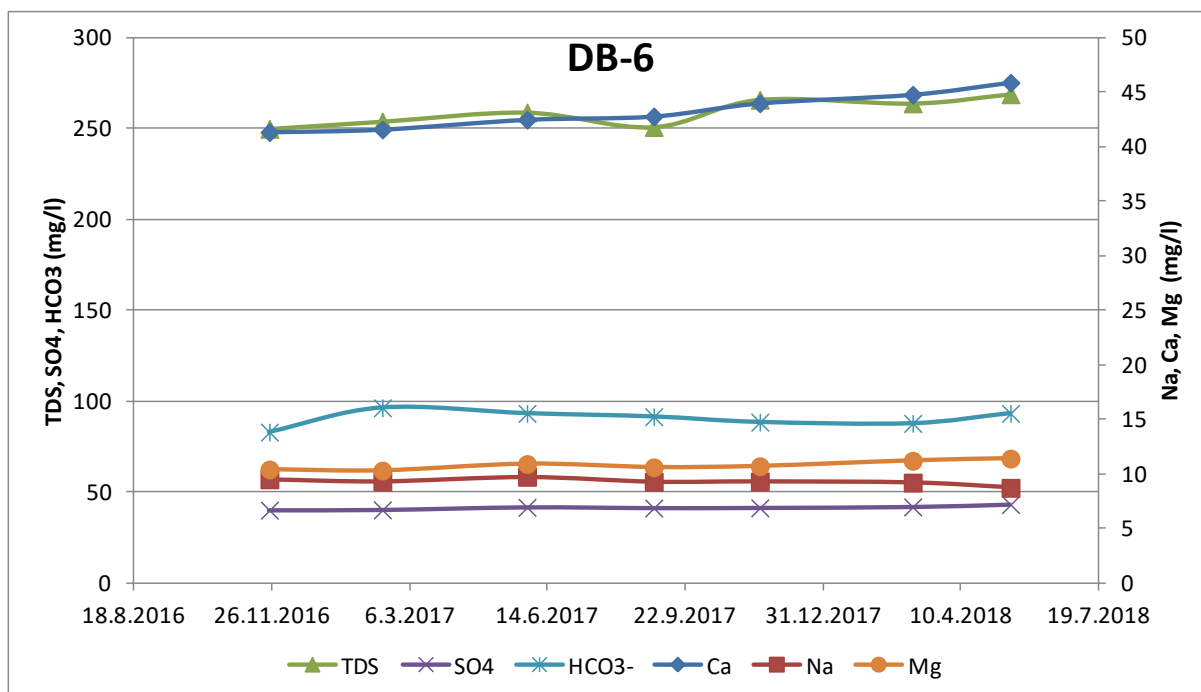
Obr. 8 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-2 – vybrané hlavní anionty a kationty

Mělká studna v obci vykazuje vyrovnaný průběh aniontů SO₄ a HCO₃ a kationtu Mg. Kolísání se shodným průběhem je zřetelné u Na nad 500 mg/l, Ca a TDS. Zřetelný je nárůst těchto hodnot po jarním tání v 2017 s poklesem v letních měsících. S největší pravděpodobností se jedná o sezónní znečištění způsobené solením komunikací. Voda dále obsahuje zvýšené množství CHSK_{Mn} a Mg.



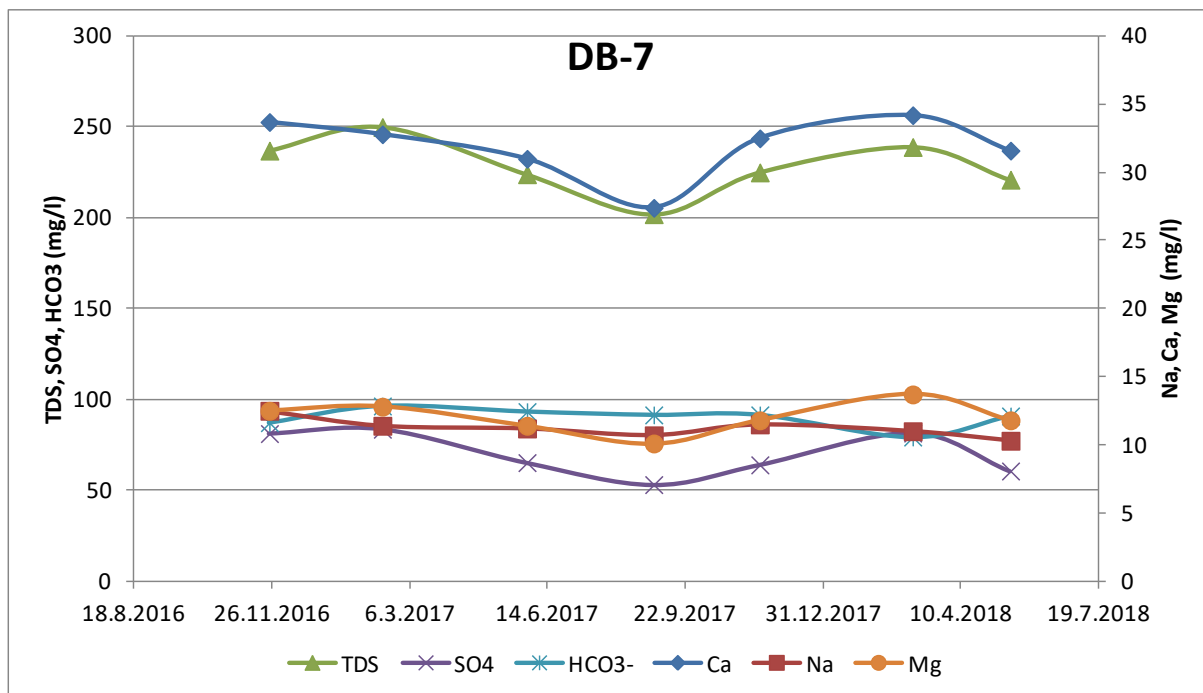
Obr. 9 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-4 – vybrané hlavní anionty a kationty

Studna DB-4 vykazovala v celém období konstantní, celkem vyrovnaný průběh obsahů hlavních kationtů a aniontů. Nepatrné kolísání hodnoty TDS, Ca a HCO₃ je projevem sezónních klimatických vlivů. Voda ze studny obsahuje zvýšené hodnoty dusičnanů (antropogenní vliv) a Mg (geogenní vliv).



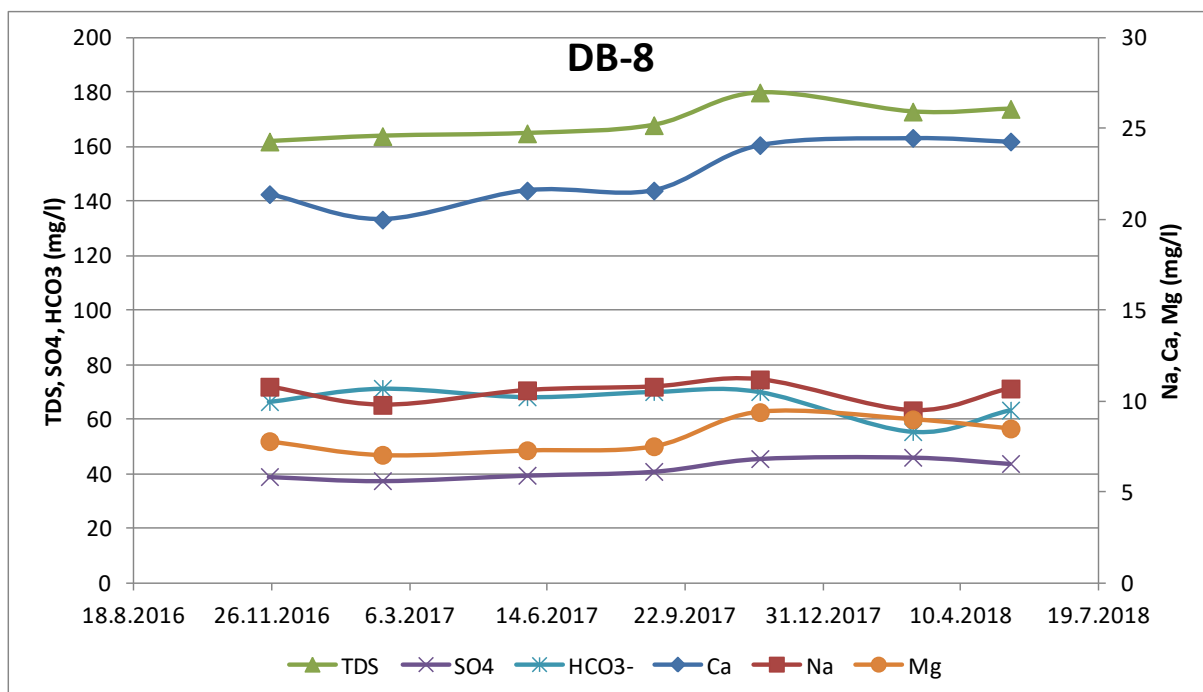
Obr. 10 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-6 – vybrané hlavní anionty a kationty

Podzemní voda v nevyužívaném, soukromém, hlubokém (>30 m) vrtu DB-6 vykazovala po celé období monitoringu konstantní obsahy kationtů Na, Mg a aniontů HCO₃, SO₄. U TDS a Ca docházelo k velmi mírnému zvyšování koncentrací. Dle průběhů obsahů hlavních komponent se jedná o hlubší zvodeň, která není ovlivněna sezónními vlivy počasí.



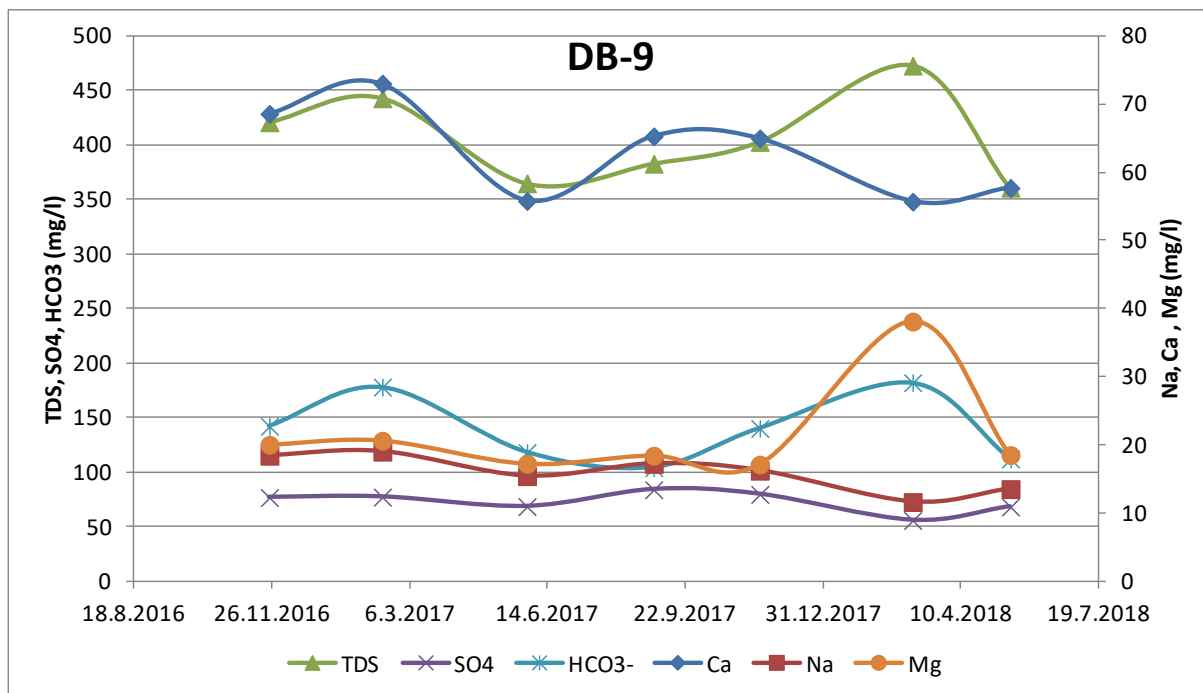
Obr. 11 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-7 – vybrané hlavní anionty a kationty

Pramen DB-7 se nachází na regionálním tektonickém zlomu SV-JZ směru. Dle Z. Bukovské, K. Verner a et al. (2017) se u tohoto pramene předpokládá drenáž hlubšího oběhu podzemních vod. Koncentrace hlavních aniontů a kationtů jsou závislé na sezónních klimatických změnách.



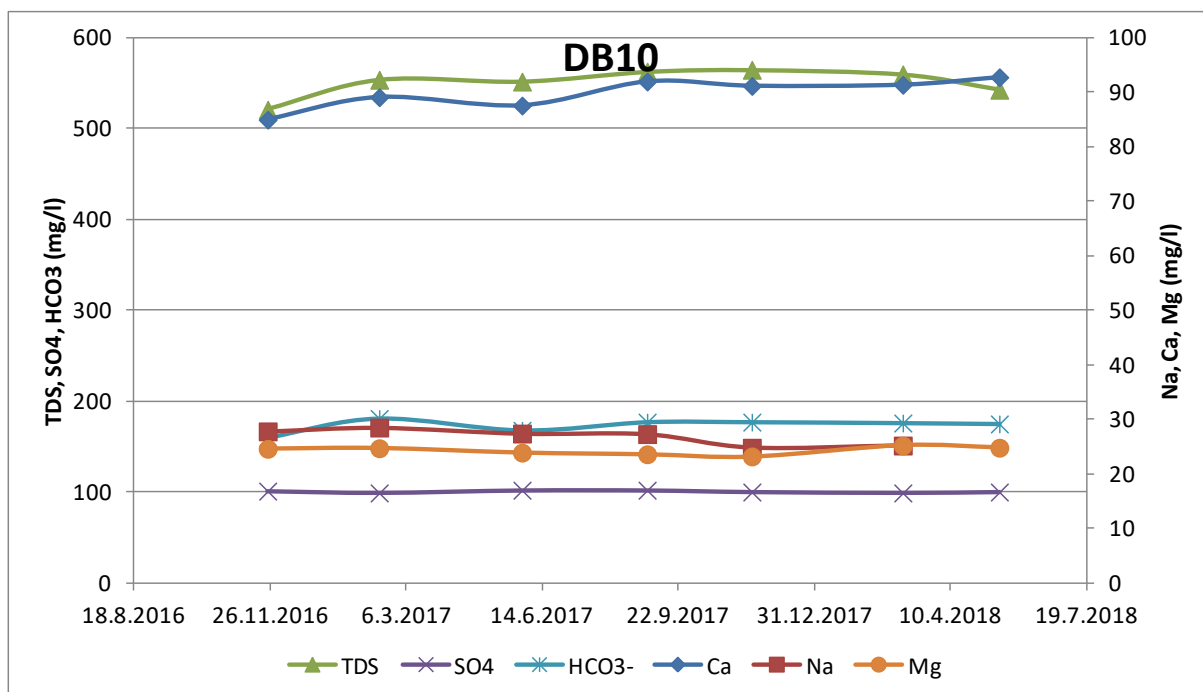
Obr. 12 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-8 – vybrané hlavní anionty a kationty

Mělká soukromá studna DB-8 se nachází na regionálním zlomu SV-JZ směru. Studna je využívána pro pitné účely. Průběh hodnot je vyrovnaný. Voda má zvýšené obsahy Ca a Mg.



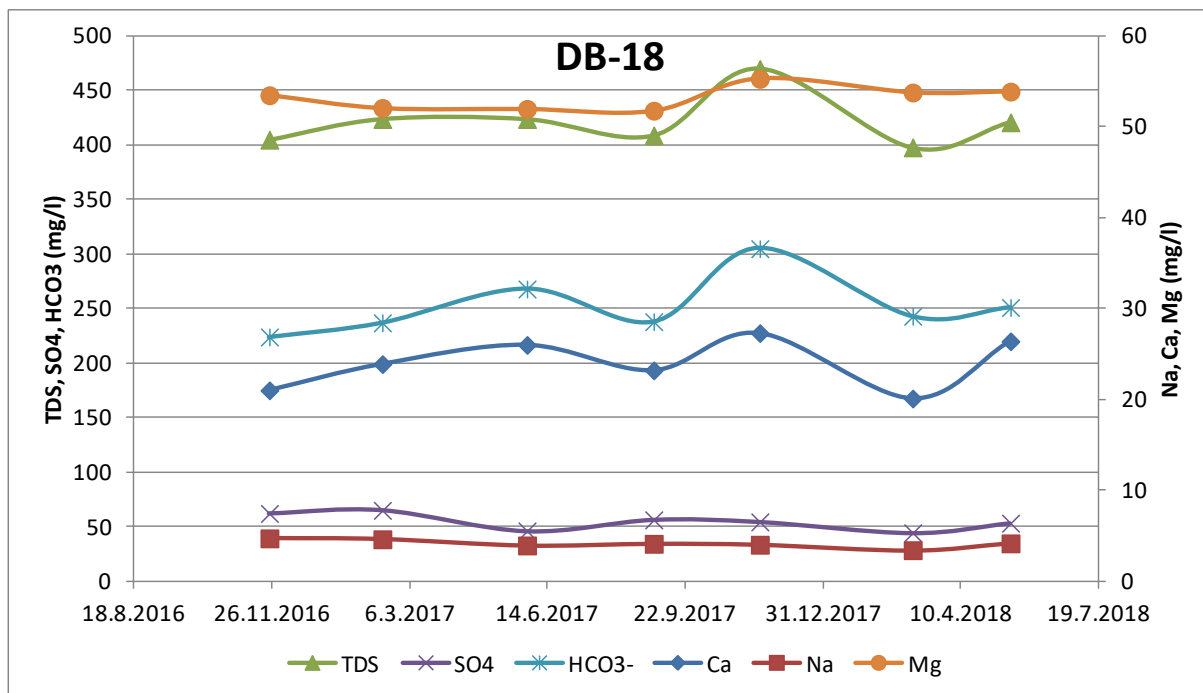
Obr. 13 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-9 – vybrané hlavní anionty a kationty

Hluboký vrt u koupaliště je intenzivně sezónně využíváný. Obsahy Na, SO₄ byly po celé období vyrovnané, vyšší kolísání se shodným trendem byly zaznamenány u Mg a TDS na jaře 2018, menší rozptýl byl zaznamenán u Ca a HCO₃. Voda má zvýšené obsahy dusičnanů a Mn.



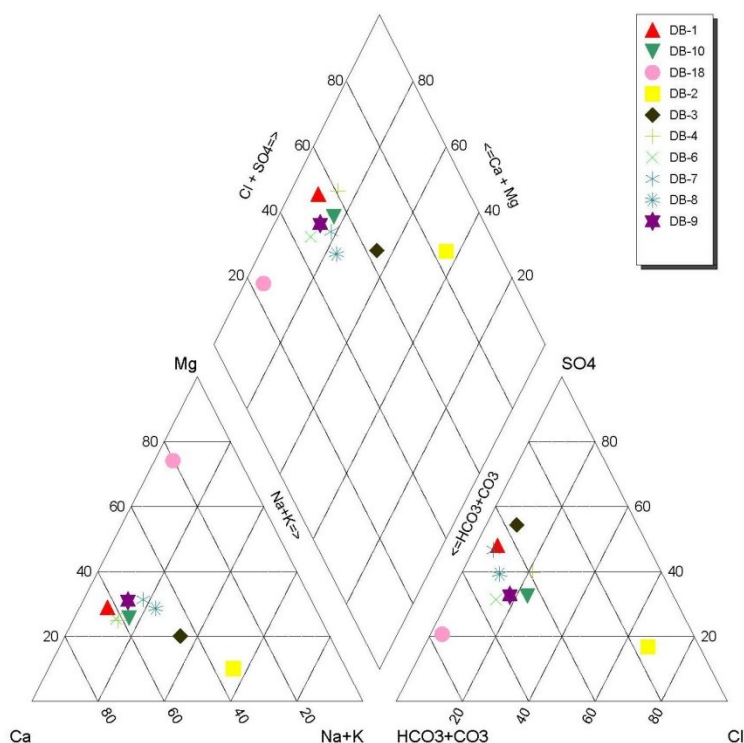
Obr. 14 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-10 – vybrané hlavní anionty a kationty

Podzemní voda v nevyužívané mělké obecní studni DB-10 vykazovala po celé období monitoringu konstantní obsahy kationtů i aniontů a TDS. Voda má zvýšené obsahy Ca, dusičnanů a Mn.



Obr. 15 Vývoj chemického složení podzemní vody v DB-18 – vybrané hlavní anionty a kationty

Podzemní voda v monitorovacím vrtu u štoly v lokalitě Skalka DB-18 měla shodný průběh u kationtů Ca a aniontů HCO₃ a TDS. K nárůstu těchto komponent dochází po jarním tání a po vydatnějších deštích. Vliv může mít i nárůst vodnosti v blízké říčce Nedvedičce.



Obr. 16 Piperův diagram chemického složení podzemních vod v jednotlivých odběrných místech

Názorně je chemické složení podzemních vod uvedeno v Piperově diagramu. Nejrozšířenější skupinou vod jsou vody Ca-Mg-HCO₃-SO₄ typu, typické pro mělký oběh podzemních vod v mělké zóně krystalinika. Z této skupiny vystupují vody typu Ca-Na-SO₄-HCO₃ z ČDV Bukov, charakterizující čerpané vody z hlubší části dolu Bukov. Oxidačně-redukční potenciál je popsán v kapitole 8.2.2 a vyplývá z ní, že výkyvy jsou pravděpodobně způsobeny heterogenním čerpáním z různých pater, přičemž ve vzorcích podzemní vody z dolu Olší–Drahonín nebyly zjištěny významné výkyvy, avšak vždy redukční prostředí, což je dáno zatopením dolu a tedy anaerobnímu prostředí. Anomálního chemického typu Na-Ca-Cl je voda ze studny DB-2 na jejímž chemismu se podílí zřejmě antropogenní znečištění. Odlišný chemismus má i podzemní voda z DB-18 (jedná se o vrt u Skalky), která je Mg-HCO₃ typu – není jasné, zda se jedná o přirozený chemismus či antropogenní ovlivnění.

Tab. 10 Souhrn vlastností podzemních vod (průměr za rok 2016–2018)

objekt č.	katastr	typ objektu	chemický typ	pH	mineralizace [mg/l]	vodivost [mS/cm]	tvrdost [mmol/l]	Překročení			
								MP IZ 2013	v.č.252/2014 Sb.	v.č. 5/2011 Sb.	v.č.307/2002 Sb.
DB-1	Oliší u Tišnova	ČDV	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	7,36	1226,7	1274,6	7,88 velmi tvrdá	Mn	Ca, Fe, Mg, Mn, SO ₄ , vodivost	Mn	
DB-2	Střítež u Bukova	studna	Na-Ca-Cl	6,32	425,6	645,9	1,38 měkká		Cl ⁻ , CHSK _{Mn} , Mg, pH,	CHSK _{Mn}	
DB-3	Bukov na Moravě	ČDV	Ca-Na-SO ₄ -HCO ₃	7,92	613,6	719,4	2,75 dosti tvrdá	F ⁻			Ra
DB-4	Bukov na Moravě	studna	Ca-NO ₃ -SO ₄ -HCO ₃	6,70	380,4	478,4	2,2 dosti tvrdá		NO ₃	NO ₃	
DB-6	Moravecké Pavlovice	vrt	Ca-Mg-HCO ₃ -(SO ₄)	7,19	259	314	1,52 středně tvrdá				
DB-7	Věžná na Moravě	pramen	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	6,58	228,3	278,6	1,29 měkká				
DB-8	Jabloňov	studna	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	6,52	169,4	210,7	0,89 měkká		Ca, Mg		
DB-9	Drahonín	vrt	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	6,55	407	502	2,45 dosti tvrdá		NO ₃ , Mn	NO ₃ , Mn	
DB-10	Drahonín	studna	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	6,53	551,1	684,9	3,24 tvrdá		Ca, NO ₃ , Mn	NO ₃ , Mn	
DB-18	Střítež u Bukova	vrt	Mg-HCO ₃	7,13	421,6	455,9	2,79 dosti tvrdá		Ca, CHSK _{Mn}	CHSK _{Mn}	

Pozn.: limity překročení příslušných ukazatelů jsou uvedené v textové příloze č. 3, tabulka č. 3-2.

8.4.2 Povrchová voda

Výsledky chemických analýz jsou uvedeny v textové příloze č. 3, v tabulce č. 3.3. Kvalita povrchové vody byla hodnocena dle „Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. ze dne 14. prosince 2015

o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech“ v platném znění. V příloze č. 3 tohoto nařízení jsou uvedeny ukazatele vyjadřující stav povrchové, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod, tabulka A – Povrchové vody. K povrchovým vodám řadíme na posuzovaném území řeky, potoky a rybníky. Průměrné výsledky chemických analýz, které překročily imisní standardy ukazatelů a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod jsou pro snadnou orientaci souhrnně uvedeny v tabulce č. 11.

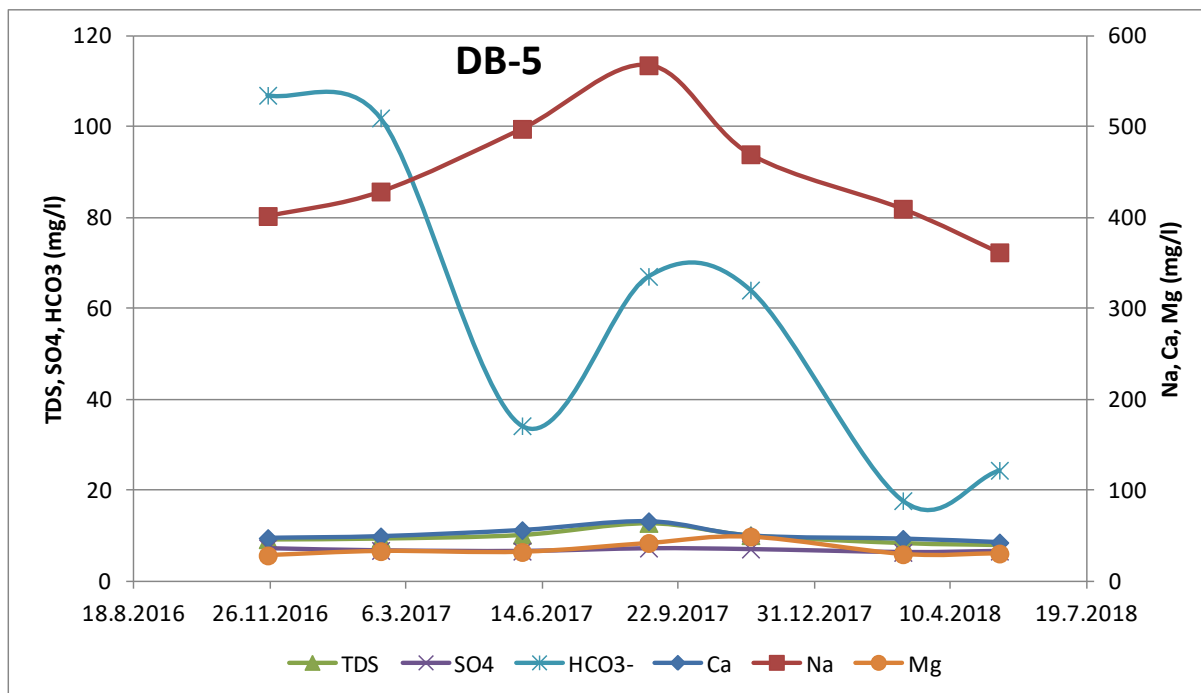
Tab. 11 Souhrn vlastností povrchových vod (průměr za rok 2016-2018)

objekt č.	katastr	typ objektu	Překročení
			NV č. 401/2013 Sb.
DB-5	Střítež u Bukova	vodní plocha - rybník	chloridy, dusičnany
DB-11	Drahonín	vodní plocha - rybník	dusičnany, NH ₄ ⁺
DB-12	Moravecké Pavlovice	bezejmenný tok - LP Bobrůvky v km 20,3	
DB-13	Habří	bezejmenný tok - LP Bobrůvky v km 21,0	dusičnany
DB-14	Habří	Bukovský potok	
DB-15	Habří	Střítežský potok	dusičnany
DB-16	Střítež u Bukova	Lísecký potok	dusičnany
DB-17	Střítež u Bukova	bezejmenný tok - PP Nedvědičky v km 4,9	
DB-19	Jabloňov	bezejmenný tok - PP Nedvědičky v km 8,6	
DB-20	Moravecké Pavlovice	vodní plocha - rybník	Mn

K překročení stanovených průměrných hodnot přípustného znečištění povrchových vod dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. v platném znění dochází zejména v přítomnosti dusičnanů, indikovaných ve vodách většinou v celém sledovaném období, a to v rybnících DB-5 a DB-11 a ve vodních tocích DB-13, DB-15 a DB-16. Přítomnost těchto látek je zřejmě způsobena zemědělskou činností v přílehlých povodích vodních toků a vodních ploch. V rybníku DB-5 byly navíc překročeny průměrné obsahy chloridů (vliv splachových vod z blízké komunikace), v rybníku DB-11 byl překročen průměrný obsah NH₄⁺ a v rybníku DB-20 byl překročen průměrný obsah Mn, který je pravděpodobně geogenního původu.

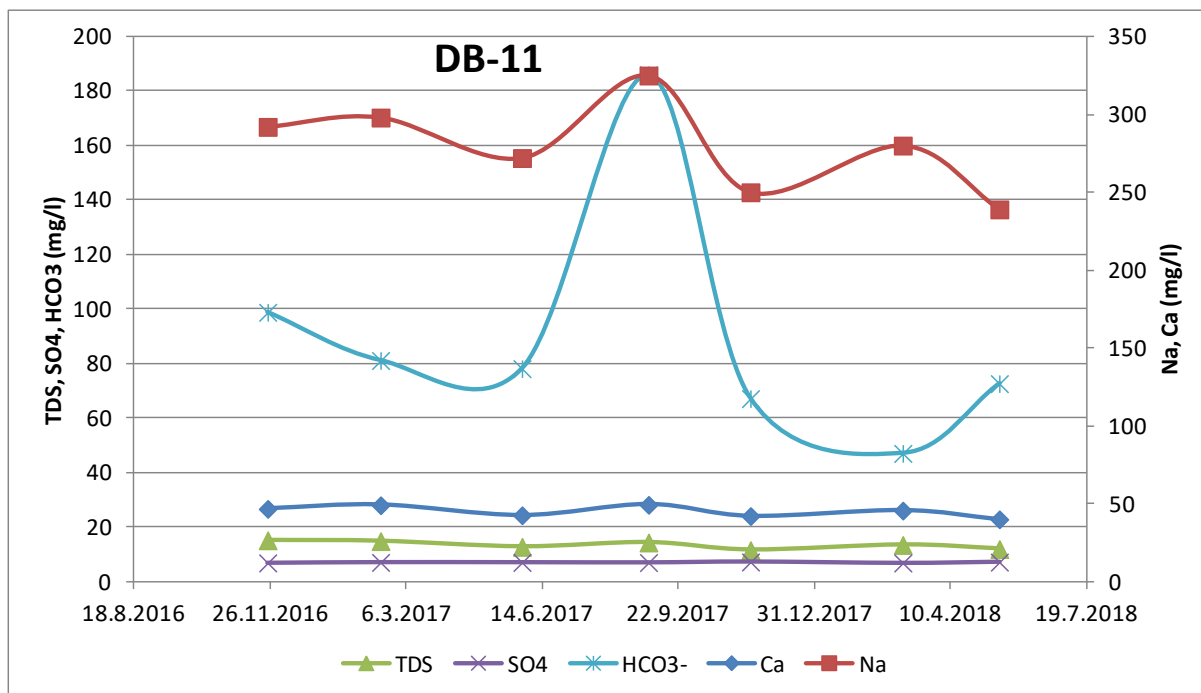
Přítomnost Ra nebyla v povrchových vodách zjištěna, přítomnost U v povrchových vodách byla detekována pouze ve vodním toku DB-17, tj. v bezejmenném toku PP Nedvědičky v km 4,9, což může indikovat drenáž důlní vody ze zatopeného U ložiska Olší-Drahonín do bezejmenného toku.

Vývoj chemického složení povrchových vod z vrtů a studní, tj. obsahy základních iontů (síranů, hydrogenuhličitanů, sodík, vápník) a parametru TDS uvádíme na obrázcích č. 17 až 26.



Obr. 17 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-5 vybrané hlavní anionty a kationty

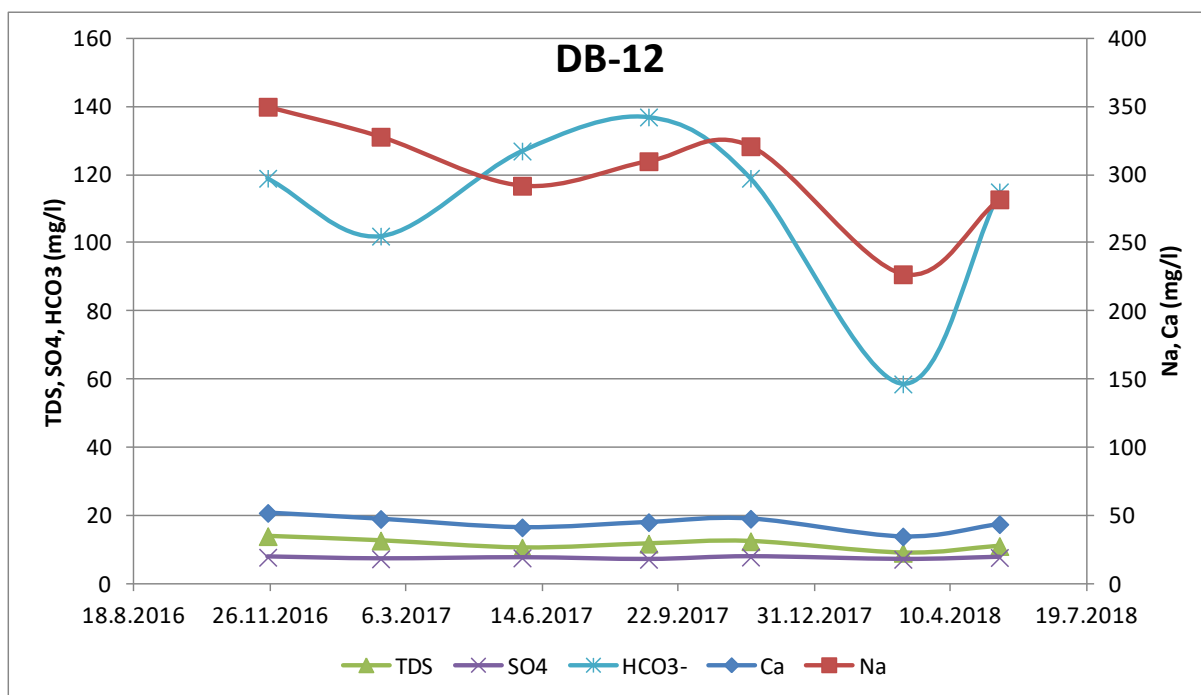
Rybník DB-5 byl v jarních a letních měsících z důvodu stavby nové hráze vypuštěný. Hodnota Na se zvyšovala v období vyprázdnění rybníka, po jeho naplnění se opět snižovala. Obsah Ca značně rozkolísaný, opět zřejmě z důvodu vodnosti. Hodnoty přípustného znečištění pro povrchové byly překročeny v ukazatelích chloridy, dusičnany amoniak. Rybník se nachází mezi poli v blízkosti zemědělského družstva a v blízkosti státní silnice, což může být, podobně jako u studny DB-2, příčinou zvýšených obsahů Na a Cl.



Obr. 18 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-11 vybrané hlavní anionty a kationty

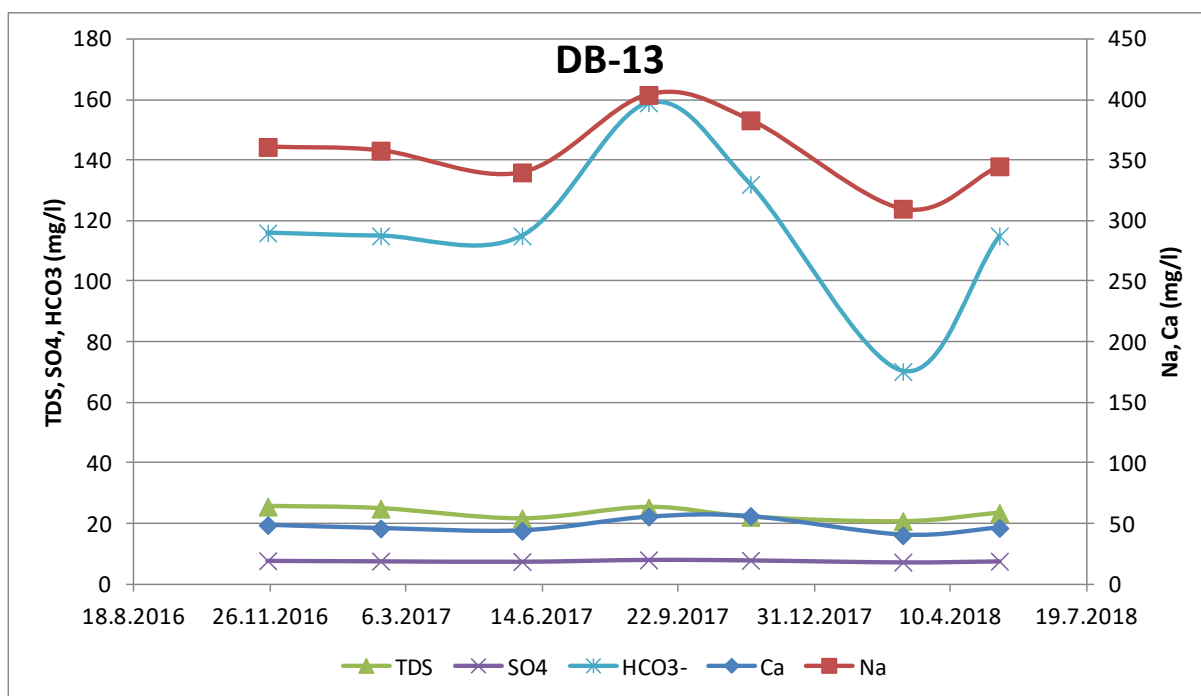
Rybník DB-11 se rovněž nachází u intenzivně zemědělsky obhospodařovaných pozemků. V období od II do VIII/2017 byl vypuštěný. Ke konci tohoto období došlo k výraznému

nárůstu iontů HCO_3 a částečně i Na. Ostatní hlavní ionty byly po celé období vyrovnané. Kvalita vody nevyhovovala příslušnému nařízení pro povrchové toky obsahem dusičnanů a amoniaku (antropogenní ovlivnění).



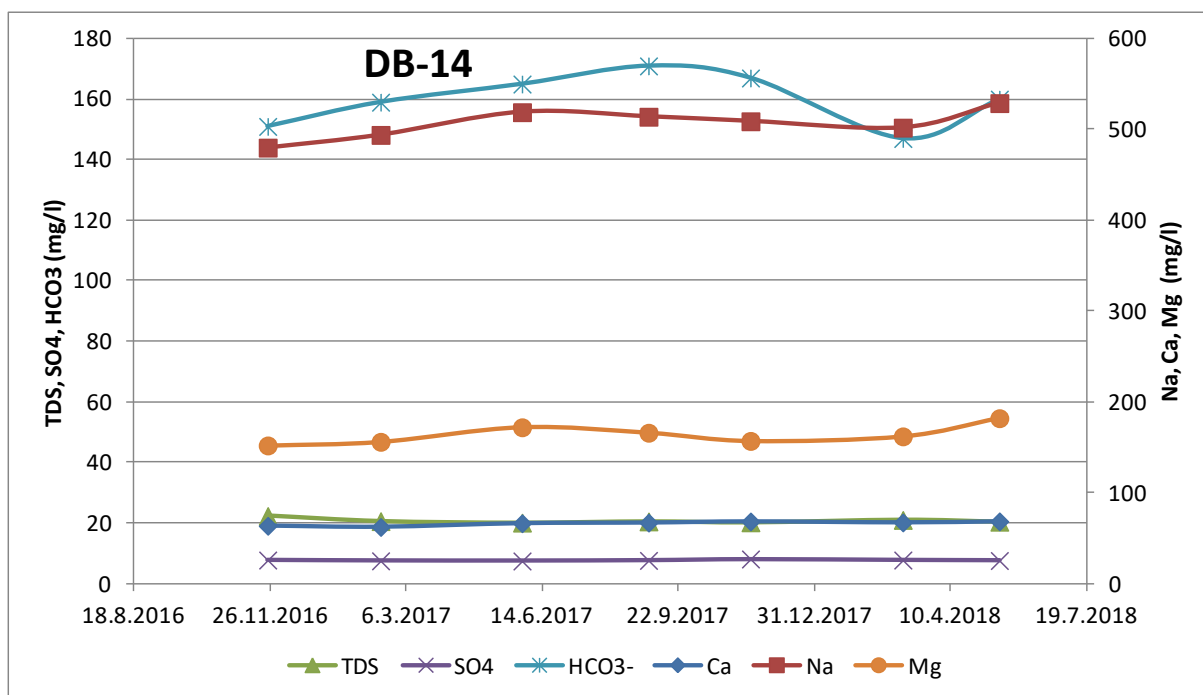
Obr. 19 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-12 vybrané hlavní anionty a kationty

Bezejmenný tok ze směru od Moraveckých Pavlovic měl mírně rozkolísaný obsah hlavních iontů Na a HCO_3 . Závislost na průtocích není úplně zřejmá. Nejvyšší obsahy zmíněných iontů byly pozorovány v letních měsících 2017n, nejnižší pak na IV/2018, kdy byl měřen i nejnižší průtok 0,1 l/s. Kvalita vody nevyhovovala příslušnému nařízení pro povrchové toky ve dvou termínech měření obsahem dusičnanů.



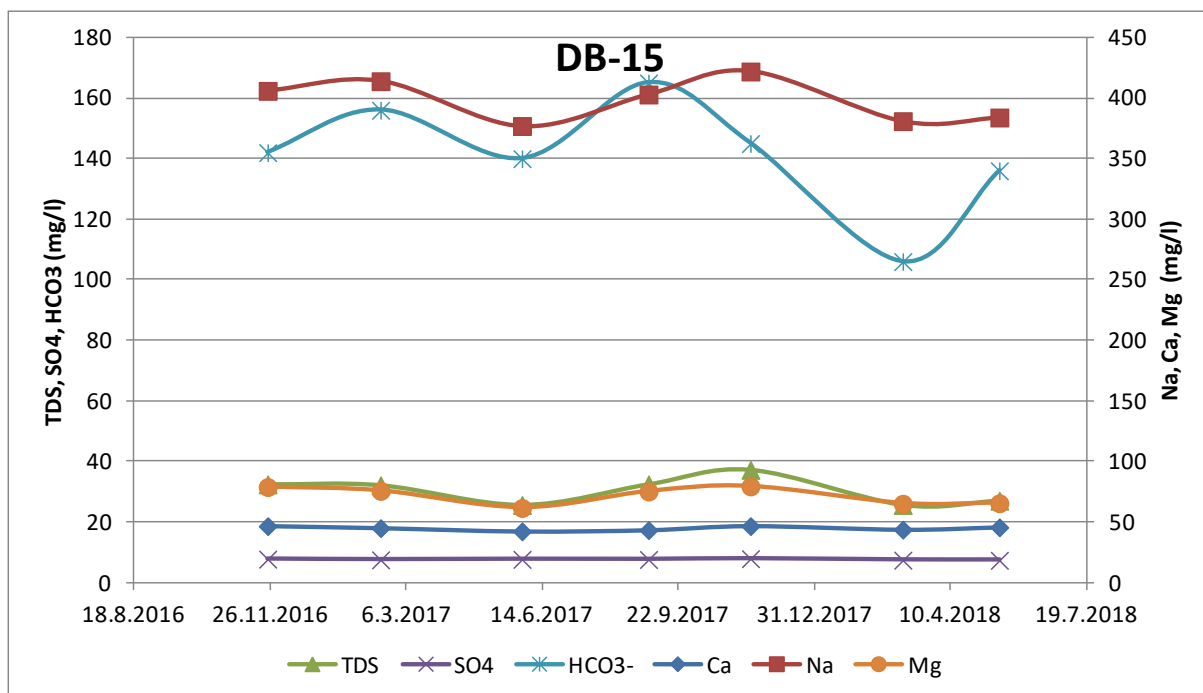
Obr. 20 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-13 vybrané hlavní anionty a kationty

Bezejmenný tok DB-13 měl obdobný průběh koncentrací hlavních iontů v časovém období jako tok DB-12. Rovněž voda v toku nesplňuje požadavky příslušného nařízení přítomností dusičnanů.



Obr. 21 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-13 vybrané hlavní anionty a kationty

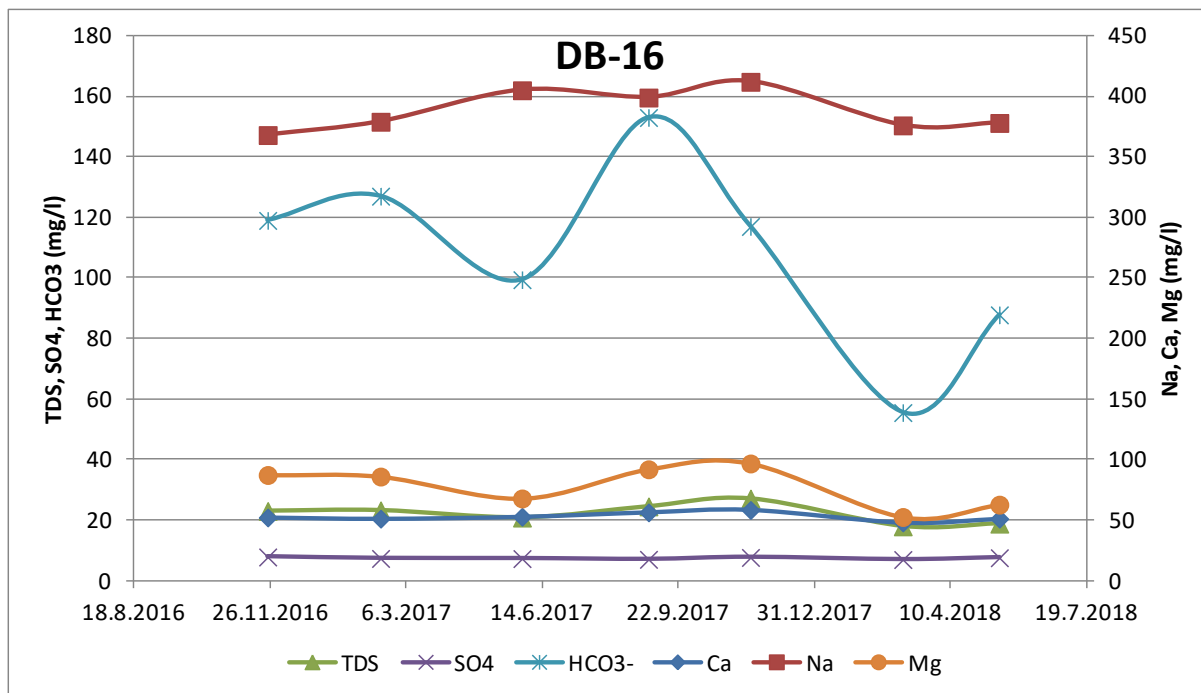
Bukovský potok DB-14 měl vyrovnané obsahy hlavních iontů v celém sledovaném období. Potok měl z vodních toků nejvyšší průtoky, které byly navyšovány přečištěnými důlními vodami z ČDV Bukov. Voda splňuje příslušné limity pro povrchové toky.



Obr. 22 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-15 vybrané hlavní anionty a kationty

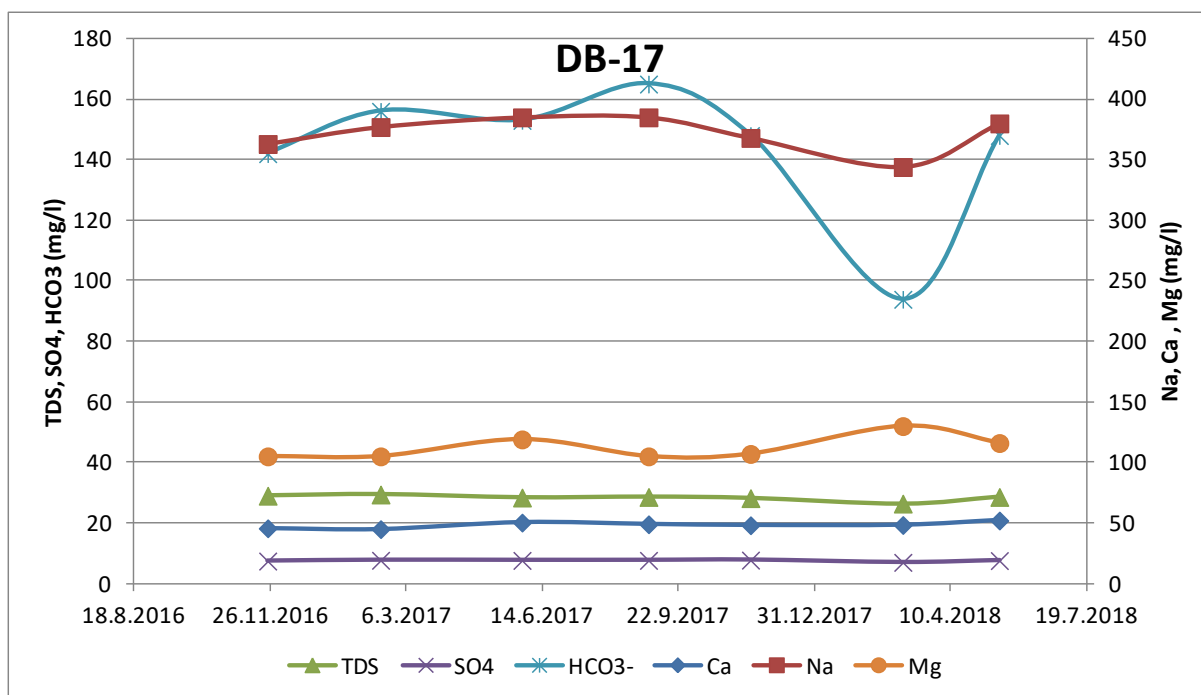
Průběh hlavních iontů Na a HCO₃ v časovém období monitoringu v DB-15 – Střítežském potoce vykazuje závislost na průtocích. Nejnižší obsahy iontů HCO₃ byly naměřeny v době

zámrazu s neměřitelným průtokem v III/2018, nejvyšší pak v době nejvyššího průtoku v XI/2017. Voda nesplňuje příslušné limity pro povrchové toky obsahem dusičnanů.



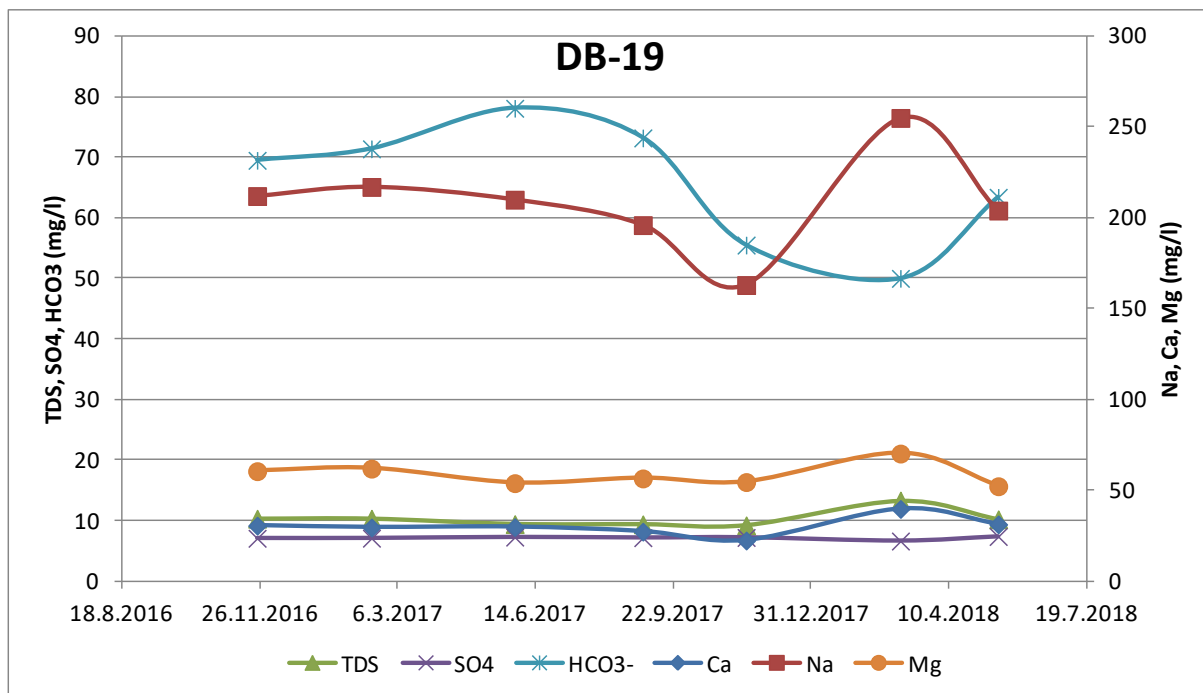
Obr. 23 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-16 vybrané hlavní anionty a kationty

Lísecký potok DB-16 měl rozkolísaný obsah HCO_3 , který byl nepřímo úměrný velikosti průtoku. Ostatní hlavní ionty měly vcelku vyrovnaný průběh. Voda nesplňuje příslušné limity pro povrchové toky obsahem dusičnanů.



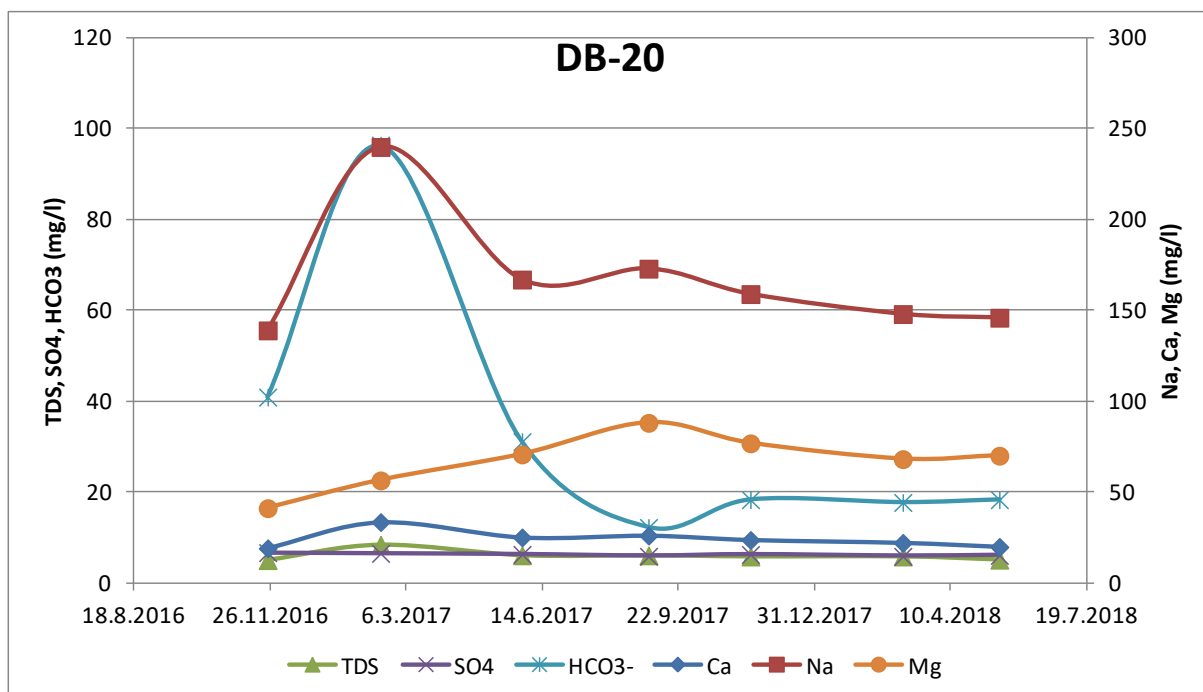
Obr. 24 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-17 vybrané hlavní anionty a kationty

Tok DB-17, přes vcelku vyrovnané průtoky, měl v březnu 2018, v době zámrazu nejnižší obsahy iontů HCO_3 . Jinak byl průběh hlavních iontů v celém období vyrovnaný. Voda splňuje příslušné limity pro povrchové toky ve všech ukazatelích.



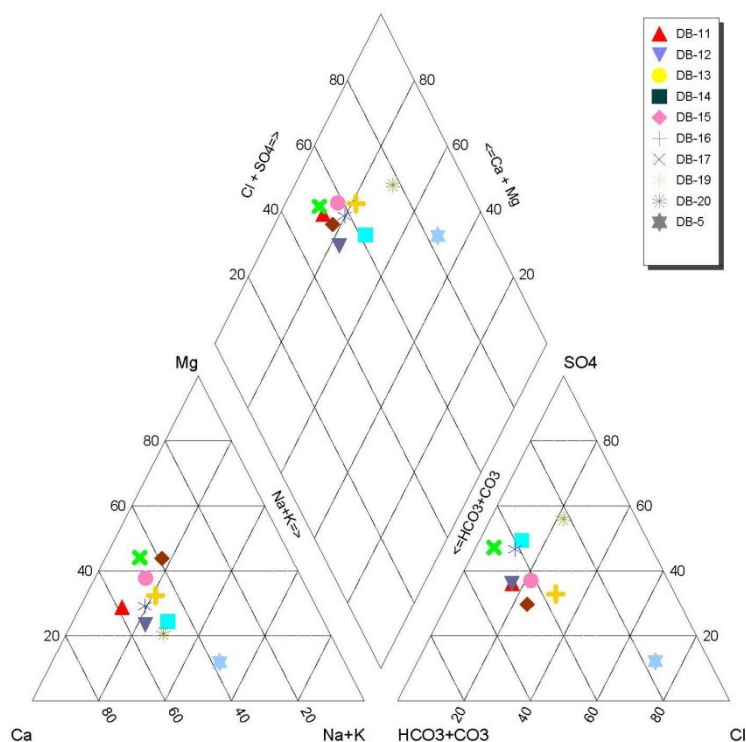
Obr. 25 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-19 vybrané hlavní anionty a kationty

Tok DB-19 se nachází na zdokumentovaném regionálním zlomu SV-JZ směru. Průtoky v celém období byly nízké, obsah hlavních iontů Na a HCO₃ byl nejnižší v XI/2017 (Na) a III/2018 (HCO₃). Voda splňuje příslušné limity pro povrchové toky ve všech ukazatelích. K překročení limitu v obsahu dusičnanů došlo pouze v jednom termínu - III/2018.



Obr. 26 Vývoj chemického složení povrchové vody v DB-20 vybrané hlavní anionty a kationty

Rybník DB-20 u Moraveckých Pavlovic měl v období od VI/2017 do konce poměrně setrvalé hodnoty hlavních iontů. Zvýšené obsahy Na a HCO₃ byly zjištěny v II/2017. Voda v rybníku nesplňovala v některých termínech měření příslušné limity v obsahu Mn a amoniaku. Přítomnost vyšších koncentrací Mn je zřejmě neogenního původu.



Obr. 27 Piperův diagram chemického složení povrchových vod v jednotlivých odběrných místech

Na obrázku 27 uvádíme Piperův diagram chemického složení monitorovaných povrchových vod. Je patrné, že většina vod je Ca-Mg-HCO₃-SO₄ chemického typu. Těmto vodám se vymyká voda z rybníku DB-5, která je výrazného Na-Ca-Cl chemického typu.

9 Závěr a doporučení

Závěrečná zpráva obsahuje tabulkové a grafické shrnutí terénních a analytických dat, získaných v rámci monitoringu 20 vybraných vodních zdrojů, vodních ploch a vodotečí v ploše průzkumného území Kraví hora za období 11/2016 až 05/2018. Celkem bylo do programu zařazeno 8 zdrojů s podzemní vodou (3 vrty, 4 studny a jeden pramen), 3 vodní plochy (rybníky) a 7 vodotečí. Do celkového souhrnu vybraných lokalit byly zařazeny i důlní vody čerpané z ČDV Bukov a ČDV Olší, protože jsou součástí nebo ovlivňují významnou část sledovaného území. Výběr počtu objektů, rozsah a způsob monitoringu, byl odsouhlasen zadavatelem – SÚRAO v prosinci 2016, v projektu „Monitorovací plán pro lokalitu Kraví hora“ – Technická zpráva č. 2016/78.

Monitorované období bylo z teplotního hlediska nadnormální +1 °C, s průměrnou teplotou vzduchu 6,4 °C. Za celé 19 měsíční období spadlo 937,8 mm srážek, což je 101,2 % dlouhodobého normálu. V období od listopadu 2016 do ledna 2018 se vyskytlo 7 měsíců normálně vlhkých měsíců, tři vlhké měsíce a jeden velmi vlhký měsíc a 4 suché měsíce. Závěrečné období monitoringu od února do května bylo suché a velmi suché. Jednotlivé termíny monitoringu proběhly v suchých, velmi suchých a normálních vlhkostních obdobích dle Réthlyho klasifikace.

Během monitoringu byly měřeny průtoky na povrchových tocích a vydatnost pramene. Nejvyšší průtoky měl Bukovský potok před soutokem s Bobrůvkou DB-14 – v průměru 15,61

l/s, který má největší hydrologické povodí a navíc je dotován důlní vodou z ČDV Bukov. Nejnižší vydatnost za celé období byla měřena u pramene DB-7 – v průměru 0,01 l/s.

Průměrná hodnota specifického odtoku ve zkoumaném území na základě naměřených průtoků činila 0,5 l/s/km².

Analytická data podzemních vod byla hodnocena jak z hlediska geochemického, tak z hlediska případné kontaminace v souladu s příslušnými vyhláškami pro kvalitu podzemních a povrchových vod.

Podzemní vody v PÚ Kraví hora jsou Ca-Mg-HCO₃ chemického typu (4 objekty) a po jednom objektu Ca-NO₃-SO₄-HCO₃, Ca-Mg-HCO₃, Mg-HCO₃ a Na-Ca-Cl chemického typu, mírně acidické až neutrální reakce, se střední až zvýšenou mineralizací. Tvrdost vody je střední až tvrdá, s výjimkou vody z DB-8, která má nejnižší mineralizaci, konduktivitu a tvrdost. Z hlediska kvality bylo u některých objektů zjištěno překročení příslušných ukazatelů pro podzemní vody v obsahu dusičnanů, Mn, CHSK_{Mn}, Mg a chloridů.

Z hlediska MP MŽP Indikátory znečištění z roku 2013 splňovaly všechny vzorky podzemních vod stanovení limity. Z hlediska vyhlášky č. 252/2014 vyhovovaly v rámci sledovaných ukazatelů požadavcím na pitnou vodu vzorky DB-6 (vrt v Moraveckých Pavlovicích) a DB-7 (pramen u Věžné). Z hlediska Nařízení vlády č. 5/2011, dle které se hodnotí stav podzemních vod, byly zjištěny stejné výsledky, zde navíc vyhovovaly limitům i vzorky podzemní vody ze studny v Jabloňově (pro dlouhodobé pitné účely ovšem není vhodná v důsledku nízké tvrdosti)

Důlní vody jsou Ca-Mg-SO₄-HCO₃ (ČDV Olší) a Ca-Na-SO₄-HCO₃ (ČDV Bukov), mají zvýšenou až vysokou mineralizaci, neutrální až mírně alkalickou reakci, jsou velmi tvrdé až tvrdé a vykazují zvýšenou konduktivitu, vyšší obsah Fe, Mn, síranů případně i fluoridů. Oproti podzemním vodám z ostatních objektů obsahují i U a Ra. Z hlediska MP MŽP Indikátory znečištění z roku 2013 nespĺňovaly tyto vody dané limity z důvodu zvýšených koncentrací manganu v ČDV Olší–Drahonín a fluoridů v ČDV Bukov. Z hlediska vyhlášky č. 252/2014, vyhovovaly v rámci sledovaných ukazatelů požadavcím na pitnou vodu vzorky DB-3 (ČDV Bukov), avšak z důvodu zvýšených koncentrací Ra nevyhovovaly limitům Vyhlášky č. 307/2 Sb.

Povrchové vody překračují hodnoty znečištění dle příslušné vyhlášky zejména obsahem dusičnanů (4 objekty), chloridů, volného amoniaku a Mn (po jednom objektu). V jednom případě byla v povrchové vodě DB-17 zjištěna přítomnost Ra.

Doporučení

- Monitoring podzemních a povrchových vod v ploše průzkumného území byl omezen na 20 předem vytipovaných míst. V současné době probíhá monitoring povrchových a podzemních vod v povrchové části lokality podzemního výzkumného pracoviště (PVP) Bukov, jehož některé povrchové monitorované objekty se překrývají s objekty průzkumného území Kraví hora. Jedná se o objekty DB-7 = BP001 a DB-14 = Bukovský potok před soutokem s Bobrůvkou. Tato odběrná místa proto doporučujeme z dalšího monitoringu vyřadit.
- Při případně dalším hodnocení srážko-odtokových poměrů v PÚ ZZZK Kraví hora doporučujeme přebírat data z nově instalované meteorologické stanice v lokalitě dolu Bukov, protože nejbližší klimatologická stanice ČHMÚ se nachází až v Bystřici nad Pernštejnem, což nemusí poskytovat zcela věrohodné údaje pro interpretace.

- Důlní vody z ČDV Olší a Bukov jsou kvalitativně a kvantitativně monitorovány o.z. GEAM v rámci uvádění radionuklidů do životního prostředí prostřednictvím jejich přečištění a vypouštění do povrchových vod dle příslušných rozhodnutí SÚJB. Doporučujeme zachovat monitoring vstupní – surové vody.
- Z důvodu upřesnění hydrologických poměrů v daném území doporučujeme na vybraných vodních tocích vybudovat trvalou postupnou síť měřících stanic s kontinuálním záznamem průtoků, případně i chemických ukazatelů (pH, vodivost, teplota). Vhodnými toky pro vybudování této sítě jsou toky na regionálních zlomech SV-JZ směru – Střítežský potok, pravý přítok Nedvědičky v km 8,6 z Jabloňova a SSZ-JJV směru – levý přítok Bobrůvky (Loučky) v km 21,0. Na předpokládaném regionálním zlomu procházejícím údolím Bukovského potoka je plánováno vybudování měřící stanice průtoků v rámci monitoringu PVP Bukov.
- Objekt DB-10 – studna v Drahoníně doporučujeme z monitoringu vyřadit v důsledku jejího nezabezpečení před možnou kontaminací podzemní vody povrchovými splachy. Místo ní doporučujeme monitorovat důlní vodu ze štoly v lokalitě Skalka, která se nachází při sv. okraji PÚ ZZZK Kraví hora.
- Osazení dataloggerů pro kontinuální měření podzemních vod (hladiny, chemismu) v dosud sledovaných objektech nedoporučujeme, neboť se jedná o soukromé vrty či studny. V současnosti jsou však dataloggery s kontinuálním záznamem nainstalovány ve vrtech v lokalitě dolu Bukov v rámci monitoringu PVP.

10 Seznam literatury

- BARTOŇ, J, MÁTL, V. (2016): Monitorovací plán pro lokalitu Kraví Hora, GEOtest, a.s.
- BUKOVSKÁ Z., VERNER K. ET AL. (2017): Komplexní geologická charakterizace prostorů PVP Bukov. – SÚRAO. – Praha.
- ČURDA, J. (1997): Hydrogeologická mapa ČR ze souboru geologických a účelových map ČR, měřítko 1:50 000, list 24-13 Bystřice nad Pernštejnem – Český geologický ústav, Praha.
- JONÁŠOVÁ M., LACINOVÁ A. (1982): Závěrečná zpráva úkolu západomoravské granulity, surovina: kámen. Etapa vyhledávací, stav ke dni duben 1982 – Geoindustria, závod Brno.
- KALÁB Z. ET AL. (2001): Hodnocení seismických měření v důlním poli Rožná 1. – AVČR. Ústav Geoniky. - Ostrava
- KOVÁČIK M. ET AL. (2015): Ověření vhodnosti horninového prostředí pro umístění hlubinného úložiště VJP a RAO v PÚ ZZZK Kraví hora. – SÚRAO. – Praha.
- KŘÍBEK B., HRAZDÍRA ET AL. (1997): Strukturní, hydrogeologické a geochemické zhodnocení horninového prostředí ložiska Rožná s ohledem na uložení odkalištních vod. – ČGÚ, Praha.
- KŘÍBEK B., HÁJEK A. (eds.) (2005): Uranové ložisko Rožná, model pozdně variských a povariských mineralizací. Česká geologická služba, Praha.
- MELICHAR R. (1995): The structural analysis of the Polička and Svatka units. Unpublished PhD thesis. Charles University Prague, 1–271 (in Czech).
- MICHLÍČEK E. ET AL. (1986): Hydrogeologické rajóny ČSR. Svazek 2. Povodí Moravy a Odry. – Geotest, Brno.
- MÍSAŘ Z., DUDEK A., HAVLENA V., WEISS J. (1983): Geology ČSSR I. SPN, Prague, pp 1–333.
- MYSLIL V. ET AL. (2004): Hydrogeologická charakteristika ložiska Rožná. - Geomédia s.r.o. Praha. DIAMO s.p., o.z. GEAM Dolní Rožínka.
- NAVRÁTILOVÁ, V. (2011): Zhodnocení existujících geologických a dalších informací z území mezi ložisky Rožná a Olší z hlediska vymezení horninového masivu potencionálně vhodného pro vybudování hlubinného úložiště. Závěrečná zpráva. Aquatest Praha.
- ONDŘÍK, J. (2010): Hydrogeologická charakteristika jižní části uranového ložiska Rožná a uranového ložiska Olší se zřetelem na umístění hlubinného úložiště VJP a RAO na lokalitě Kraví hora. Diamo, s.p. Dolní Rožínka.
- ONDŘÍK, J. (2010): Skalka – digitální geologické mapy, 5. fáze prací. Diamo, s.p. Dolní Rožínka.
- ONDŘÍK, J. (2010): Skalka – digitální geologické mapy, 4. fáze prací. Diamo, s.p. Dolní Rožínka.
- ONDŘÍK J. A KOL., (2010): Lokalita Skalka – Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. C. Podzemní stavby hlubinného úložiště. Skalka – Kraví hora. Projektová studie. EGP Invest, Uherský Brod, Energoprojekt, Praha, Diamo, s.p. Dolní Rožínka.
- PITRA P., GUIRAUD M. (1996): Probable anticlockwise P-T evolution in extending crust: Hlinsko region, Bohemian Massif. Journal of Metamorphic Geology 14, 49–60.
- ŘÍČKA A. (2010): Proudění a geochemie podzemních vod v ložiskové oblasti Rožná. Disertační práce. – PřFMU Brno
- SUESS F. E. (1926): Intrusionstektonik und Wandertektonik im Variszischen Grundgebirge. Verlag Borntrager, Berlin.

- SVOBODA J. (ED) (1966): Regional Geology of Czechoslovakia. Part I. The Bohemian Massif. Nakladatelství Československé akademie věd, Prague.
- SYROVÝ S. (1958): Atlas podnebí ČSR. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.
- SYSLOVÁ N. (1981): Odborné posouzení fyzikálně-mechanických vlastností hornin ložiska Rožná. – VVUÚ Ostrava, Radvanice
- TAJČMANOVÁ L., SOEJONO I., KONOPÁSEK J., KOŠLER J., KLOETZLI U. (2010): Structural position of high-pressure felsic to intermediate granulites from NE Moldanubian zone (Bohemian Massif). Journal of the Geological Society London 167, 329–345.
- VERNER K., BURIÁNEK D., VRÁNA S., VONDROVIC L., PERTOLDOVÁ J., HANŽL P., NAHODILOVÁ R. (2009): TECTONOMETAMORPHIC features of geological units along the northern periphery of the Moldanubian Zone (Bohemian Massif). Journal of Geosciences 54, 2, 87–100.
- ZÁRUBA J. (2013): Ověření geotechnické a hydrogeologické stability zájmového území mezi ložisky Rožná a Olší - závěrečná zpráva. Arcadis Praha.

Mapové přílohy

Příloha 1

Vymezení PÚ ZZZK Kraví hora

Příloha 2

Geologická mapa PÚ ZZZK Kraví hora



SÚRAO

Závěrečná zpráva pro lokalitu Kraví hora

Evidenční označení:

TZ 287-2018

Příloha 3

Hydrogeologická mapa PÚ ZZZK Kraví hora



SÚRAO

Závěrečná zpráva pro lokalitu Kraví hora

Evidenční označení:

TZ 287-2018

Příloha 4

Mapa vrtné prozkoumanosti dle ČGS – Geofond Praha



SÚRAO

Závěrečná zpráva pro lokalitu Kraví hora

Evidenční označení:

TZ 287-2018

Příloha 5

Vodohospodářská mapa PÚ ZZZK Kraví hora

Příloha 6

Hydrologická mapa PÚ ZZZK Kraví hora

Příloha 7

Mapa vybraných monitorovacích objektů

Textové přílohy

Příloha 1

Tabulky rešerší

Příloha 2

Pasportní listy



SÚRAO

Závěrečná zpráva pro lokalitu Kraví hora

Evidenční označení:

TZ 287-2018

Příloha 3

Tabulkový přehled terénních a analytických prací

Příloha 3.1

Měření průtoků

Příloha 3.2

Podzemní voda

Příloha 3.3

povrchová voda

Příloha 4

laboratorní protokoly



SÚRAO

Závěrečná zpráva pro lokalitu Kraví hora

Evidenční označení:

TZ 287-2018

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

Tel.: 221 421 511, E-mail: info@surao.cz

www.surao.cz