



VÝZKUMNÝ ÚSTAV  
VODOHOSPODÁŘSKÝ  
T.G. MASARYKA

veřejná výzkumná instituce

# Hydrogeologická studie poměrů vybraných lučních rašelinišť na Jihlavsku – lokalita Zhejral

Závěrečná zpráva

**Mgr. Pavel Eckhardt a kol.**

Zadavatel: EHP fondy 2009–2014

Číslo výtisku:

Praha, únor 2016



Hydrogeologická studie poměrů vybraných  
lučních rašelinišť na Jihlavsku –  
lokalita Zhejral

Závěrečná zpráva

**Mgr. Pavel Eckhardt a kol.**

**Název a sídlo organizace:**

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.  
Podbabská 30, 160 00 Praha 6

**Ředitel:**

Mgr. Mark Rieder

**Zadavatel:**

EHP fondy 2009 – 2014  
Program CZ02 – Biodiverzita a ekosystémové služby / Monitorování a integrované plánování a kontrola v životním prostředí / Adaptace na změnu klimatu

**Zástupce zadavatele:**

Ministerstvo financí České republiky  
Letenská 15, 118 10 Praha 1

**Zahájení a ukončení úkolu:**

únor 2015 – duben 2016

**Místo uložení zprávy:**

SVTI VÚV TGM, v.v.i.

**Náměstek pro výzkumnou a odbornou činnost:**

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

**Vedoucí odboru 210:**

Ing. Anna Hrabánková

**Hlavní řešitel:**

Mgr. Pavel Eckhardt

**Spolupracovníci:**

Ing. Adéla Trávníčková, Ing. Kateřina Poláková, Jan Kašpárek,  
RNDr. Ladislav Havel, CSc., Vojtěch Mrázek, Ing. Alena Svobodová, Šárka Šustrová,  
Zuzana Hamzová, Ing. Jiří Jarolímek, Jiří Vohadlo,  
Ing. Pavel Pokorný (ČSOP)

## OBSAH

ÚVOD .....	6
1 PŘÍRODNÍ POMĚRY ZÁJMOVÉ OBLASTI .....	6
2 POSTUP A STRUČNÁ METODIKA PRACÍ .....	9
2.1 Postup a metodika hydrogeologických a hydrologických prací.....	9
2.1.1 Použité hladinoměrné sondy pro automatické odečítání hladin.....	10
2.2 Postup a metodika odběrů vzorků pro chemické analýzy.....	12
2.3 Metodika odběru a zpracování vzorků hydrobiologických analýz .....	13
3 VÝSLEDKY PRACÍ.....	13
3.1 Shrnutí geologických výsledků prací.....	15
3.2 Shrnutí hydrogeologických výsledků prací.....	15
3.3 Shrnutí hydrologických výsledků prací.....	17
3.3.1 Klimatologická charakteristika sledovaného období .....	18
3.4 Shrnutí hydrochemických výsledků prací.....	21
3.4.1 Vývoj konduktivity vod.....	21
3.4.2 Vývoj reakce vod (pH).....	22
3.4.3 Vývoj koncentrace dusíkatých látek .....	23
3.4.4 Vývoj koncentrace chloridů .....	24
3.4.5 Vývoj koncentrace sloučenin fosforu .....	24
3.4.6 Koncentrace dalších analyzovaných látek ve vodách .....	24
3.5 Shrnutí hydrobiologických výsledků prací.....	25
3.5.1 Profil „Rybník“ .....	25
3.5.2 Profil „Přítok“ .....	27
4 SYNTÉZA ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ .....	28
5 DOPORUČENÍ .....	28
6 ZÁVĚR .....	28
POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY.....	30



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Tabulka výsledků chemických analýz vody

Příloha 2: Tabulka vybraných výsledků terénního měření

Příloha 3: Vybraná fotodokumentace

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Přehledná mapa polohy zájmových lokalit

Obrázek 2: Podrobná mapa zájmové lokality

Obrázek 3: Použitá hladinoměrná sonda Solinst ([www.solinst.com](http://www.solinst.com))

Obrázek 4: Znázornění vzájemného využití obou typů sond (Ekotechnika spol. s r. o.)

Obrázek 5: Podrobná ortofotomapa zájmové lokality

Obrázek 6: Graf vývoje hladiny podzemní vody ve sledovaném vrtu za měřené období v závislosti na srážkách

Obrázek 7: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Odtok“

Obrázek 8: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Odtok“ a denních srážkových úhrnů

Obrázek 9: Graf měsíčních srážkových úhrnů ze zájmových stanic ČHMÚ

Obrázek 10: Graf porovnání dlouhodobého srážkového normálu se srážkovými úhrny v roce 2015 (období březen – prosinec) z kraje Vysočina a celé České republiky

Obrázek 11: Graf srážkových úhrnů v zájmových stanicích v porovnání s krajem Vysočina a Českou republikou v období březen 2015 – prosinec 2015

Obrázek 12: Graf průměrných měsíčních teplot v roce 2015 a jejich porovnání s dlouhodobým teplotním normálem (N) z kraje Vysočina a celé ČR

Obrázek 13: Graf vývoje konduktivity vody

Obrázek 14: Graf vývoje koncentrace dusičnanů

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Epifyton – kvalitativní složení, relativní abundance

Tabulka 2: Zooplankton – kvalitativní složení, relativní abundance

Tabulka 3: Makrozoobentos – kvalitativní složení, relativní abundance

## ÚVOD

Na základě spolupráce s Českým svazem ochránců přírody byla Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, veřejnou výzkumnou institucí, zpracována hydrogeologická a hydrologická studie vybraných lučních rašelinišť na Jihlavsku. Projekt byl majoritně financován z fondů EHP. K průzkumu bylo vybráno šest maloplošných rašelinišť. Tato zpráva shrnuje poznatky získané k lokalitě Zhejral.

Úkol byl zahájen 26. 2. 2015, jeho ukončení je plánováno na 30. 4. 2016. Sledování tak mohlo probíhat cca jeden rok. Ten byl atypický, mimo jiné vzhledem k nadnormálně vysokým průměrným teplotám vzduchu a dlouhé periodě hydrologického sucha.

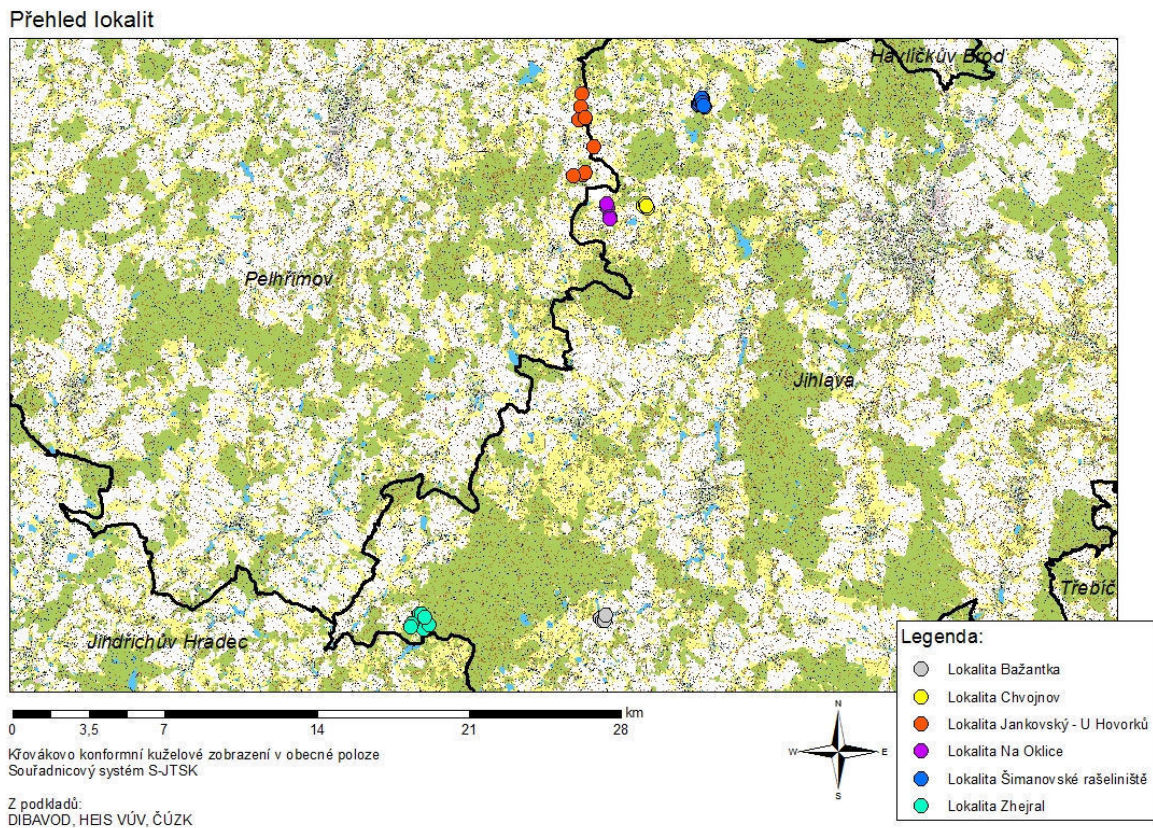
Studovaná luční rašeliniště na Jihlavsku jsou daleko méně rozsáhlá a známá, a tudíž i z hlediska vodního režimu méně zkoumaná než například šumavské slatě, rašeliniště v třeboňské pánvi (např. Kněžek et al., 2003; Kučerová, 2001), nebo rašeliniště Krušných hor (např. Sýkorová, 1993; Matějková et al., 2002) a Krkonoš. Studované mokřady na Jihlavsku tvoří plošně velmi omezené enklávy v okolní intenzivně zemědělsky využívané krajině, a to většinou v údolích, v blízkosti drobných vodních toků a pramenných vývěrů. V druhé polovině dvacátého století vyvrcholila snaha tyto pozemky odvodnit (drenážemi, napřímením a zahloubením nivelety toků) a zemědělsky využít. V současnosti lokálně dochází k jejich intenzivní řízené revitalizaci.

## 1 PŘÍRODNÍ POMĚRY ZÁJMOVÉ OBLASTI

Zájmová oblast se nachází v okrese Jihlava v kraji Vysočina. Lokalita samotná se nachází na území obce Klatovec, v katastrálním území Klatovec.

Přehlednou polohu lokality znázorňuje mapka na obrázku 1, výrazné černé linie jsou hranice okresů.

Obrázek 1: Přehledná mapa polohy zájmových lokalit



Nadmořská výška se pohybuje okolo 680 m n. m.

Pro **klimatologickou charakteristiku** byly v předmětném období využity údaje blízkých měřicích stanic ČHMÚ. Zájmové území kraje Vysočina je teplotně mírně chladné s průměrnou roční teplotou 7,13 °C (dle dlouhodobého normálu teploty vzduchu 1961–1990) proti České republice, jejíž průměrná roční teplota je 7,46 °C. Rok 2015 byl teplotně nadprůměrný, průměrná roční teplota dosáhla v kraji Vysočina 9,09 °C a v rámci celé České republiky 9,41 °C.

Průměrný roční úhrn srážek na Vysočině činí 640 mm, což je v porovnání s celou ČR méně. Dlouhodobý srážkový normál 1961–1990 pro ČR dosahuje 673 mm. Rok 2015 byl srážkově podprůměrný, na Vysočině byl celkový úhrn 546 mm, v rámci celé ČR 537 mm.

**Hydrologicky** leží zájmové území v povodí Studenského potoka, který je levostranným přítokem Hamerského potoka, který se v Jindřichově Hradci vlévá zleva do Nežárky patřící do povodí Lužnice. Větší část zájmového území leží v ochranném pásmu II. stupně vodního zdroje, kterým je rybník Karhov.

Z **geologického hlediska** je skalní podloží celé oblasti budováno krystalinikem Moldanubika (Mísař et al., 1983). Konkrétně je skalním podkladem lokality drobně až středně zrnitý dvojslídny granit mrákotínského typu, který náleží k moldanubickému plutonu (Hron, 1995).

Ve svrchní části je granit rozvětrán na eluvia. Povrch je kryt kvartérními sedimenty. V okolí silně převládají deluviální proměnlivě písčité a jílovité hlíny s variabilní příměsí úlomků až balvanů pevných hornin, jedná se o sedimenty pleistocénního až holocénního stáří. V okolí vodních toků jsou vyvinuty fluviální písčité hlíny holocénního stáří. Nejsvrchnější připovrchovou vrstvu lokality pak tvoří i rašeliny (Hron, 1995).

Z **hydrogeologického hlediska** leží zájmové území v hydrogeologickém rajónu základní vrstvy 6510 Krystalinikum v povodí Lužnice (Olmer et al., 2006). Oblast leží v útvaru podzemních vod základní vrstvy 65100 Krystalinikum v povodí Lužnice. V tomto rajónu je nejvýznamnější mělká zvodeň umístěná v připovrchovém pásmu rozrušení skalních krystalinických hornin a případně i v kvartérních sedimentech.

Koeficient transmisivity  $T$  krystalinického podloží lokality se pohybuje v rozmezí  $1,9 \cdot 10^{-5}$  až  $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  (Zelinka, 1997).

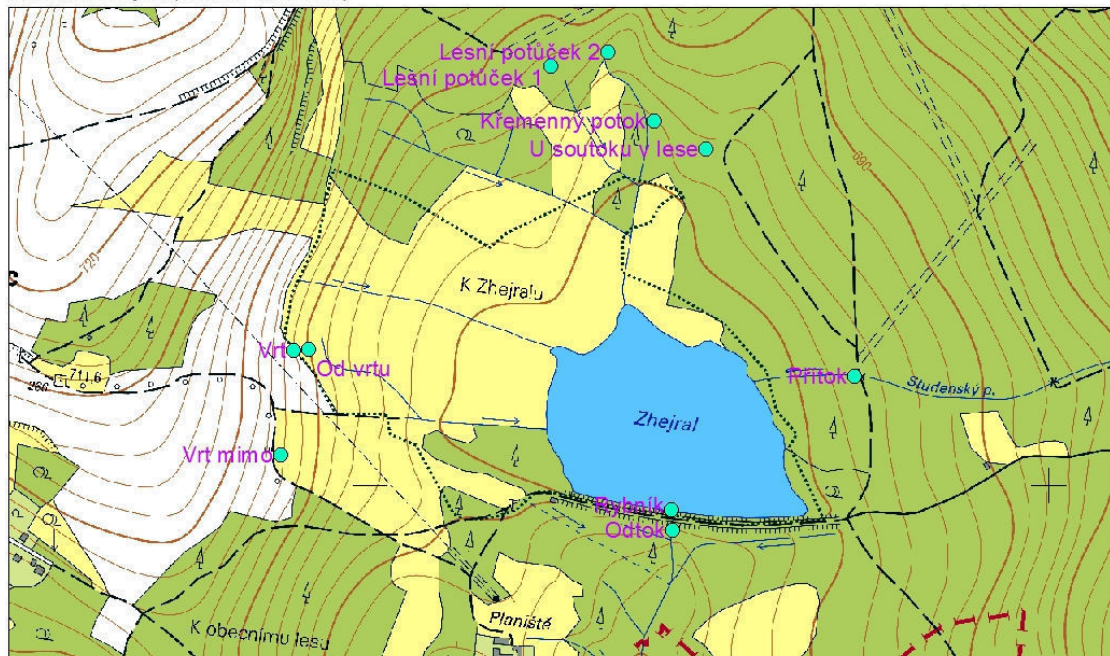
Z hlediska **geochemie** podzemních vod je lokalita charakterizována jako smíšený typ  $\text{Ca-SO}_4$  s nízkou celkovou mineralizací do  $0,3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  (Myslil, 1985b). V rámci geochemie povrchových vod byl přítok do rybníka Zhejral charakterizován pH v okolí neutrální oblasti (6,5 až 7,5) bez zvýšených koncentrací sledovaných polutantů (Majer, 1995).

Z **hlediska ochrany přírody a krajiny** je lokalita chráněna jako maloplošné chráněné území, a to národní přírodní rezervace o rozloze 27 ha. Předmětem ochrany jsou mimo jiné cenná rostlinná společenstva, vrchovinný oligotrofní rybník, rašeliniště a iníciální olšiny (například [www.dedictvivysociny.cz](http://www.dedictvivysociny.cz)).



Obrázek 2: Podrobná mapa zájmové lokality

Lokalita Zhejral (u obce Klatovec)



0 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8 km

Křovákovo konformní kuželové zobrazení v obecné poloze  
Souřadnicový systém S-JTSK

Z podkladů:  
DIBAVOD, HBS VÚV, ČÚZK



Legenda:

● Místo terénního měření

## 2 POSTUP A STRUČNÁ METODIKA PRACÍ

V rámci studie byla počátkem roku 2015 provedena a následně průběžně doplňována rešerše odborné literatury k hydrogeologii a hydrologii dané lokality. Na základě prvotní terénní rekognoskace území a provedené rešerše odborných podkladů byly v počátečním období roku 2015 vybrány významné profily na malých tocích, které byly následně sledovány v měsíčním cyklu. Získané poznatky byly průběžně vyhodnocovány.

### 2.1 Postup a metodika hydrogeologických a hydrologických prací

Pro kontinuální sledování výše hladiny (a odvozeně i průtoku) byl na každé lokalitě vybrán jeden důležitý profil. Na této lokalitě byl pro kontinuální sledování vybrán profil „Odtok“, který byl stabilizován a osazen vodočtem a zařízením pro kontinuální sledování hladiny (blíže viz kapitola 2.1.1). Na tomto i dalších profilech byla následně prováděna měření průtoku a dalších veličin.

U všech profilů byla měřena vydatnost, konduktivita vody, aktuální teplota vody a vzduchu. K měření konduktivity a teploty vody bylo používáno přenosného terénního přístroje firmy WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten, který byl před měřením kalibrován. K měření teploty vzduchu bylo použito přenosného teploměru, měřena byla přízemní teplota ve stínu.

Vydatnost drobných toků byla měřena většinou metodou odměrné nádoby, u větších toků bylo použito měření pomocí vodoměrných vrtulí (hydrometrování), případně ve výjimečných případech v nouzi i odborného odhadu. Pokud nebyl v blízkosti zamýšleného měřeného profilu na drobném toku vhodný objekt k měření přímo do nádoby (měrný přepad, propustek cesty či silnice, pramen vyvedený rourou apod.), byl takovýto měrný objekt v terénu pro potřeby měření vytvořen pomocí přenosné trubky vhodného průměru. Měření v terénu pak probíhalo za pomoci kalibrované nádoby vhodného objemu a stopek.

Vybraný stávající hydrogeologický vrt byl osazen přístrojem pro kontinuální sledování výše hladiny (datalogger snímající tlak vodního sloupce). Pro možnost kompenzace barometrického tlaku u získaných hodnot byla v lokalitách umístěna mimo vodní prostředí další tlaková čidla (barologger, blíže viz kapitola 2.1.1). Při terénních pracích byla výše hladiny podzemní vody v sondě přeměřována příručním pásmovým přístrojem G20 se světelnou a akustickou indikací hladiny (výrobcem přístroje je GEOSPOL Uhřetov, s.r.o., nyní NPK Europe Mfg. s.r.o.).

Každý profil byl v terénu zaměřen přístrojem GPS. Zaměřování probíhalo přístrojem firmy Garmin. V některých případech, kdy bylo zaměřování touto metodou nepřesné, bylo třeba naměřené hodnoty následně upřesnit pomocí konfrontace s podrobnými mapami a ortofotosnímky.

Výsledky měření každého profilu byly zaznamenány do terénního protokolu. Veškeré profily a práce byly fotograficky zdokumentovány. Uvedené protokoly a fotodokumentace jsou součástí prvotní dokumentace prací, která je uložena u autora zprávy. Vybraná fotodokumentace je součástí přílohy 3.

V závěru prací byla stahována data z kontinuálně měřících přístrojů. Získané poznatky byly utříděny, vyhodnoceny a shrnuty do závěrečných zpráv.

Po provedení měření byly v samém závěru úkolu hydrogeologické sondy a měrné profily odborně zlikvidovány, materiál odvezen a lokality uvedeny do původního stavu.

### 2.1.1 Použité hladinoměrné sondy pro automatické odečítání hladin

Na vybraném toku v každé zájmové lokalitě byla instalována hladinoměrná stanice. Ta byla vyrobena z jednoduchého železného profilu, sonda zaznamenávající data byla uchycena na háček a skryta za plastový vodočet. Mimo Jankovského potoka nepřesáhla výška staniček 50 cm. Jejich uchycení v toku bylo provedeno přišroubováním ke stávajícím objektům (opěrné zídky, betonové propustky) nebo zatlučením přímo do země.

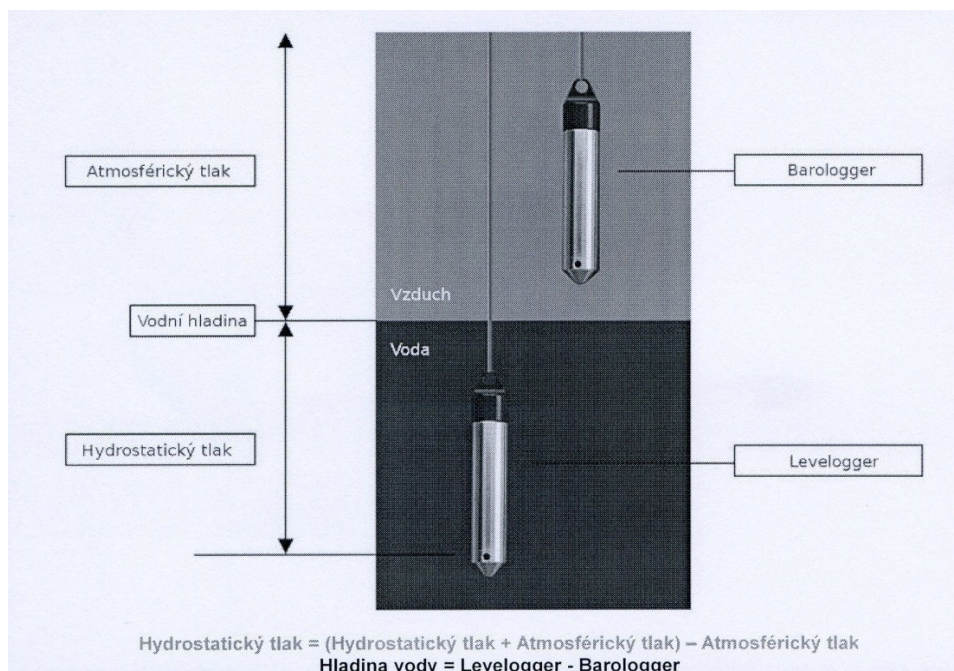
Do tubusu stanice byly těsně nade dno na řetízku zavěšeny hladinoměrné sondy Solinst Edge Levelogger (obrázek 3). Jejich výhodou je malý rozměr (průměr pouzdra je pouze

22 mm), přesnost 0,05 % z rozsahu a kapacita paměti až 40 000 záznamů. Tyto sondy snímají tlak vody a zaznamenávají její teplotu. Použit je piezorezistivní Si snímač tlaku v Hastelloy pouzdře. Odezva čidla na změnu teploty je 10 °C za 1 minutu. Pro naše účely byl nastaven hodinový interval pro ukládání záznamů. Hydrostatický tlak z Leveloggeru je třeba kompenzovat podle druhé sondy, tzv. Barologgeru, která je umístěna poblíž stanice a zaznamenává tlak atmosférický. Výšku hladiny vody získáme odečtením hodnot Barologgeru od Leveloggeru (obrázek 4).

Obrázek 3: Použitá hladinoměrná sonda Solinst (www.solinst.com)



Obrázek 4: Znázornění vzájemného využití obou typů sond (Ekotechnika spol. s r. o.)



Ačkoliv výrobce zaručuje spolehlivé snímání Barologgeru v okruhu až 30 km, byl na každé lokalitě umístěn jeden tento snímač.



Stejným způsobem probíhalo kontinuální měření hladiny podzemních vod ve stávajícím hydrogeologickém vrtu.

## 2.2 Postup a metodika odběrů vzorků pro chemické analýzy

V průběhu prací byly odebírány vzorky vody pro chemické analýzy. Při odběru vzorků i při další manipulaci a přepravě do laboratoře byly dodržovány jak obecné zásady pro kvalitu vzorkování, tak interní směrnice VÚV TGM, v.v.i. Před započítím terénních prací byl na základě předchozí rešerše podkladů a podle provedené rekognoskace terénu zpracován plán vzorkování, podle něhož pak bylo v terénu postupováno. Vzhledem k zaměření výzkumu bylo použito tzv. autoritativní metody vzorkování (s úsudkem).

Na lokalitě byly odebírány podzemní, povrchové a drenážní vody. Postup vzorkování byl prováděn podle interních standardních operačních postupů. Vzorky povrchových vod byly odebírány jako bodové, přímo do vzorkovnic, pokud to nebylo technicky možné, pak specializovanou odběrovou nádobou na tyči. Vzorky podzemních vod byly z vrtu odebírány ponorným čerpadlem po odčerpání dostatečného množství podzemní vody. Snahou bylo odebrat vzorky podzemní vody pro chemické analýzy po alespoň trojnásobné obměně podzemní vody ve vrtu.

V rámci odběru vod byly přímo v terénu stanovovány základní fyzikálně-chemické ukazatele vzorků vod, jmenovitě teplota a konduktivita vody, teplota vzduchu, případně průtok vodotečí. K měření bylo používáno terénního přístroje firmy WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten, který byl před měřením kalibrován.

Pro odběr byly používány výhradně čisté vzorkovnice dodané laboratoří. Vzorky byly transportovány automobilem v uzavřených příručních lednicích s chladícími vložkami, odděleně od možných zdrojů kontaminace. Vzorky byly předávány do chladícího zařízení laboratoře vždy do 24 hodin od odběru jednotlivého vzorku.

Z každého odběru vzorku byl vyhotoven protokol o odběru vzorku, ve kterém jsou uvedeny podrobnosti o jednotlivých odběrech, tyto protokoly jsou uloženy v prvotní dokumentaci prací a v archivu laboratoře VÚV TGM, v.v.i., Praha. Tamtéž jsou uloženy i certifikáty chemických rozborů. Souhrnné výsledky chemických analýz jsou uvedeny v tabulce v příloze 1.

Analýzy základního chemického rozboru byly prováděny ve Zkušební laboratoři technologií a složek životního prostředí VÚV TGM, v.v.i., která je držitelem Osvědčení o správné činnosti laboratoře dle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, které vydal ASLAB (Středisko pro posuzování způsobilosti laboratoří, laboratoř č. 4035), a rovněž je držitelem Osvědčení o akreditaci dle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, které vydala ČIA (Český institut pro akreditaci, o.p.s., zkušební laboratoř č. 1492).

Ve vzorcích byly stanovovány ukazatele pH – potenciometricky podle ČSN ISO 10523, elektrická konduktivita podle ČSN EN 27888, amonné ionty, resp. amoniakální dusík fotometricky metodou podle ČSN ISO 7150-1 a dusitany, resp. dusitanový dusík fotometricky metodou podle ČSN EN 26777. Dusičnany, chloridy a sírany byly stanovovány metodou iontové chromatografie podle ČSN EN ISO 10304-1. Stanovení vápníku bylo



prováděno metodou ICP-OES podle ČSN EN ISO 11885. Rozpuštěné anorganické soli (RAS) byly stanovovány gravimetricky podle ČSN 75 7346 a ČSN 75 7347.

Nejistoty stanovení jsou uvedeny v certifikátech chemických analýz. Ve většině případů byla nejistota stanovení  $\pm 10\%$ , případně  $\pm 20\%$ , u stanovení pH pak  $\pm 0,2$ .

## 2.3 Metodika odběru a zpracování vzorků hydrobiologických analýz

Jednotlivé typy společenstev byly vzorkovány a zpracovány dle příslušných platných metodik a norem.

**Fytobentos, epifyton** byl vzorkován a zpracován dle Marvana a Heteši (2006) a ČSN 75 7715.

Vzorky fytobentosu byly odebírány v tekoucích vodách oškrábáním trvale ponořených kamenů v charakteristickém úseku toků (pokud možno minimálně zastíněném), zahrnujícím různé typy substrátu.

Vzorky epifytonu byly odebírány ve stojatých vodách oškrábáním a opláchnutím ponořených makrofyt (různé druhy *Potamogeton sp.*, v profilu Bažantka *Callitriche sp.*).

Pro odhad relativní abundance byla v obou případech použita modifikovaná stupnice dle Marvana a Heteši (2006).

**Zooplankton** byl vzorkován a zpracován dle Příklad (2006) a ČSN EN 15110.

Vzorky byly odebírány několika tahy planktonní sítě (průměr ok 100  $\mu\text{m}$ ) z nejhlubšího místa nádrže (Rybník Zhejral – odtoková část).

Pro odhad relativní abundance byla použita modifikovaná stupnice dle Příklad (2006).

**Makrozoobentos** byl vzorkován a zpracován dle Denisové a Kokeše (2006), metodou PERLA (2007) a ČSN 75 7716.

Vzorky byly odebírány v charakteristickém úseku toku (zahrnujícím různé typy substrátu) metodou „kick sampling“, tj. rozrušováním substrátu před ruční bentosovou sítí (průměr ok 500  $\mu\text{m}$ ) položenou na dno, do které jsou splavovány uvolněné organismy. Na kamenech přisedlé organismy byly uvolněny jejich omytím.

Pro odhad relativní abundance byla použita stupnice dle ČSN 75 7716.

## 3 VÝSLEDKY PRACÍ

Na zájmové lokalitě byla po počáteční rešerši podkladů a odborné terénní rekognoskaci prováděna terénní měření a odběry vzorků vod pro chemické analýzy, vyhloubena a vystrojena byla mělká hydrogeologická sonda, byl popsán její vrtný profil, po jejím vystrojení byla osazena přístrojem pro kontinuální sledování hladiny. Byl vybudován měrný profil, který

byl rovněž osazen přístrojem pro kontinuální sledování hladiny. V měsíčním kroku byly prováděny rekognoskace lokality, terénní měření, odběry vzorků vod a chemické analýzy těchto vod. Doplnkově byly realizovány i hydrobiologické odběry a jejich vyhodnocení.

Obrázek 5: Podrobná ortofotomapa zájmové lokality

Lokalita Zhejral (u obce Klatovec)



0 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8 km

Křivákovsko konformní kuželové zobrazení v obecné poloze  
Souřadnicový systém S-JTSK

Z podkladů:  
DIBAVOD, HEIS VÚV, ČÚZK



Legenda:

○ Místo terénního měření

Charakterizace jednotlivých měřených profilů a bodů (viz mapa na obrázku 5) byla následující: Profil „Přítok“ je místo, kde hlavní přítok rybníku Zhejral – Studenský potok – kříží lesní cestu. Jde o potok s písčitým dnem z lesního povodí, pramenící východně od lokality pod vrcholem Javořice. Profily „Lesní potůček 1“, „Lesní potůček 2“, „Křemenný potok“ a „U soutoku v lese“ představují drobné přítoky rybníka Zhejral z lesního povodí ze severních směrů. Bod „Vrt“ představuje stávající vystrojený hydrogeologický vrt v západní části chráněného území. Bod „Vrt mimo“ je stávající vystrojený hydrogeologický vrt mimo zájmové chráněné území, západně od něj. Profil „Od vrtu“ představuje pramen a drobný tok v západní části chráněného území. Bod „Rybník“ představuje nejhlubší část rybníka Zhejral, a to v jeho jižní části u hráze. Profil „Odtok“ představuje uzávěrový profil lokality – odtok Studenského potoka z rybníka Zhejral, který je realizován trubkou směrem k jihu.

### 3.1 Shrnutí geologických výsledků prací

Jak už bylo výše zmíněno, skalní podloží lokality tvoří krystalinické horniny Moldanubika (Mísař et al., 1983). Povrch je kryt kvartérními sedimenty.

Detailnější geologický sled poskytl archivní hydrogeologický vrt K-4 (Tůma, 1990). Poloha vrtu je znázorněna v podrobné mapce na obrázku 5.

Vrt K-4 (dále jen bod „Vrt“) zastihl následující horninový sled:

0,0 – 0,4 m	tmavohnědá humusovitá zemina
0,4 – 1,0 m	šedohnědý jílovitý písek s úlomky
1,0 – 3,0 m	šedý, hnědavě skvrnitý jíl písčitý
3,0 – 5,6 m	šedohnědý silně jílovitý písek a drtě – eluvium
5,6 – 80 m	šedý, většinou drobnozrný granit, svrchu navětralý

Další blízký vrt K-5 popisují Zielina a Urban (1993), v mapě na obrázku 5 označen jako bod „Vrt mimo“, ten leží však již mimo území rezervace.

Vrt K-5 zastihl následující horninový sled:

0,0 – 0,5 m	drn a hlína písčitá
0,5 – 1,0 m	písek hlinitý žlutohnědý
1,0 – 1,5 m	písek slabě hlinitý šedožlutý ojediněle s kameny do 20 cm
1,5 – 10,0 m	žula až granodiorit středně zrnitý šedožlutý silně zvětralý
10,0 – 51,0 m	žula středně až hrubě zrnitá, biotitická až dvojslídňá, lokálně rozpukaná a slabě kaolinizovaná

Jak je patrné i ze srovnání geologických profilů obou vrtů, je pro vznik rašeliniště zásadní vytvoření nepropustné či jen velmi slabě propustné vrstvy v jeho podloží. V tomto případě jde o vrstvu jílu, která u vrtu mimo rašeliniště chybí.

### 3.2 Shrnutí hydrogeologických výsledků prací

Na lokalitě je dominantní mělká zvodeň ve svrchní části připovrchově rozrušených skalních hornin a v kvartérních sedimentech. Hlubší zvodeň se vytváří v rozpukaných pásmech skalních hornin, která mohou být tektonicky predisponovaná.

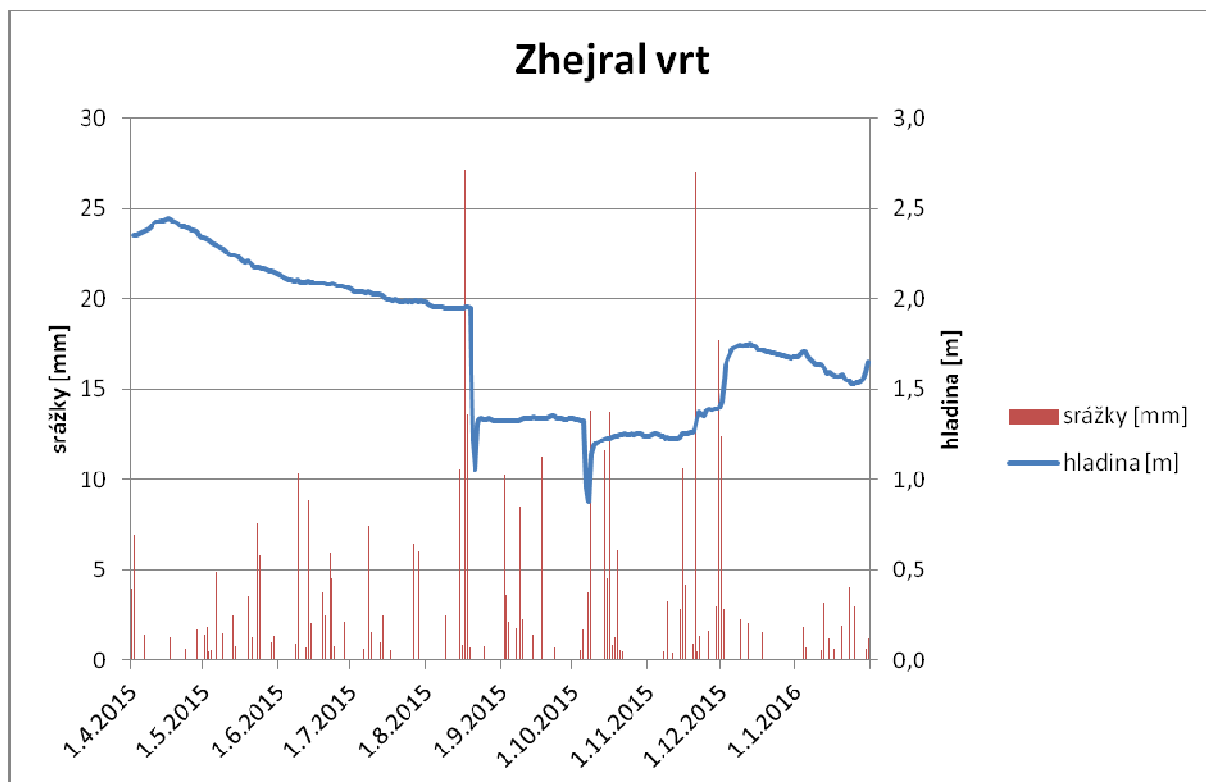
V rámci vrtání vrtu K-4 v roce 1989 byly přítoky podzemní vody zaznamenány v hloubkách 2 až 5 m, 11 až 20 m a 69 až 71 m. Po dosažení hloubek 42 a 80 m byly provedeny ověřovací čerpací zkoušky, vydatnost byla u obou nízká (0,12 a 0,18 l·s<sup>-1</sup>), teplota vody činila 8,5 °C. Pro malou vydatnost byl vrt K-4 ponechán bez výstroje, pouze zhlaví vrtu bylo zajištěno

zárubnicí průměru 273 mm do hloubky 5,6 m pod terén. Následně proběhla v prosinci 1989 ověřovací čerpací zkouška, při které vrt vykázal opět relativně nízkou vydatnost (minimální  $0,07 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  a maximální  $0,25 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Stav hladiny před čerpací zkouškou byl 3,54 m od vrchu pažnice, teplota vody se pohybovala mezi 7,4 až 7,6 °C (Tůma, 1990).

Při delším odčerpávání vody v roce 2015 pro získání vzorků pro chemické analýzy bylo při poklesu hladiny ve vrtu pozorováno stékání části vody po vnitřní části vrtu a následná reakce snížení vydatnosti blízkého pramene v profilu „Od vrtu“. Z toho lze usoudit, že vrt jímá minimálně dvě složky podzemní vody – z mělké a z hlubší zvodně. Obě zvodně odděluje poloha špatně propustných jílu, která působí jako lokální izolátor.

Pro pozorování průběhu hladiny podzemních vod a odběry vzorků byl využit a čidlem osazen stávající hydrogeologický vrt v západní části rezervace (viz fotodokumentace v příloze 3). Chod hladiny podzemní vody je graficky znázorněn na obrázku 6.

Obrázek 6: Graf vývoje hladiny podzemní vody ve sledovaném vrtu za měřené období v závislosti na srážkách



Na grafu je patrné dvojí čerpání vrtu pro odběry vzorků (strmé poklesy a následné nástupy hladiny podzemní vody). Hladina vody se ani po výraznějších srážkách nepřiblížila k původní úrovni na počátku pozorování z časného jara 2015. Důvodem je celkově suché sledované klimatické období.

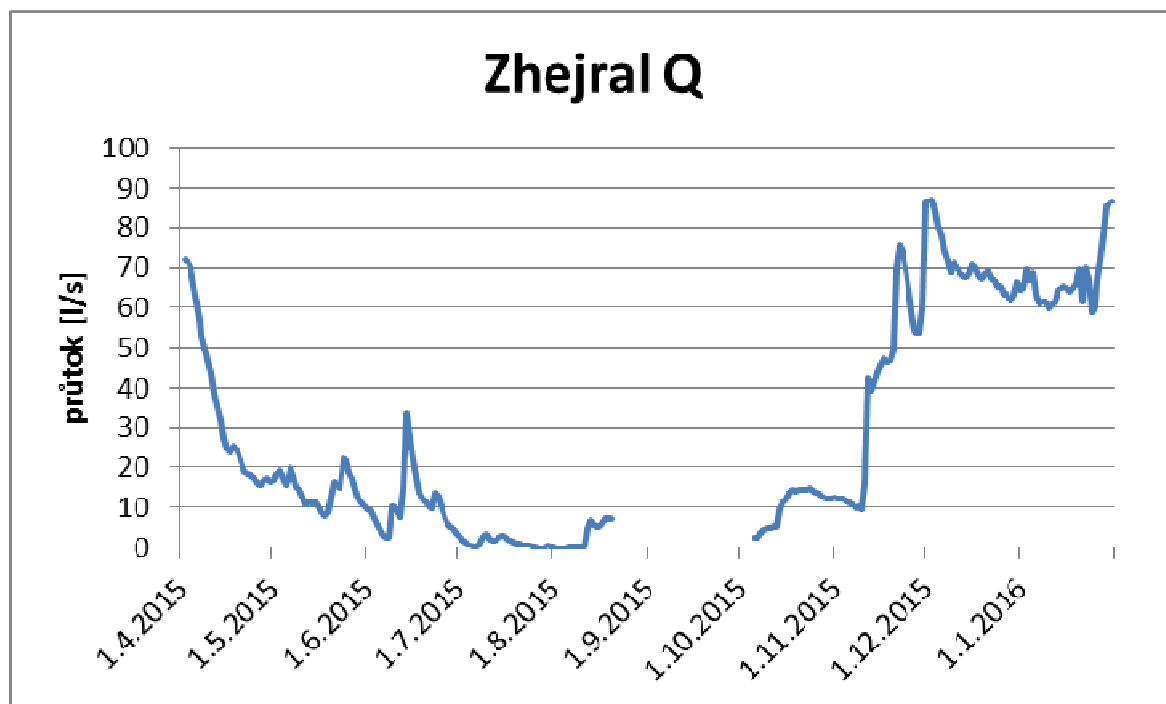
Z grafu je také patrný nedostatečný zpětný nástup hladiny po jednorázovém odčerpání statické zásoby podzemní vody z vrtu pro účely odběrů vzorků pro chemické analýzy.

### 3.3 Shrnutí hydrologických výsledků prací

NPR Zhejral zabírá z cca třetiny stejnojmenný rybník, který je napájen cca čtyřmi hlavními zdroji. Z východní strany do něj vtéká nejvodnatější ze zdrojnic, Studenský potok. Hladinoměrná stanice byla umístěna na výpusti rybníka, v jejíž části lokality (viz fotodokumentace v příloze 3). V průběhu září 2015 došlo k odcizení stanice a čidla, nové čidlo pro snímání hladiny bylo na lokalitu dodáno počátkem října. Tentokrát už bylo umístěno volně v korytě Studenského potoka, bez tubusu stanice a bez vodočtu. Data v období od posledního stažení dat před krádeží do instalace nové sondy tudíž chybí.

Průběh výšky hladiny ve stanici je závislý na manipulaci s hladinou v rybníce Zhejral. Vzhledem k tomu, že tento rybník není rybochovný, nedošlo k výrazným změnám průtoků díky vypouštění. Průměrný denní průtok Studenského potoka na profilu „Odtok“ je znázorněn na obrázku 7.

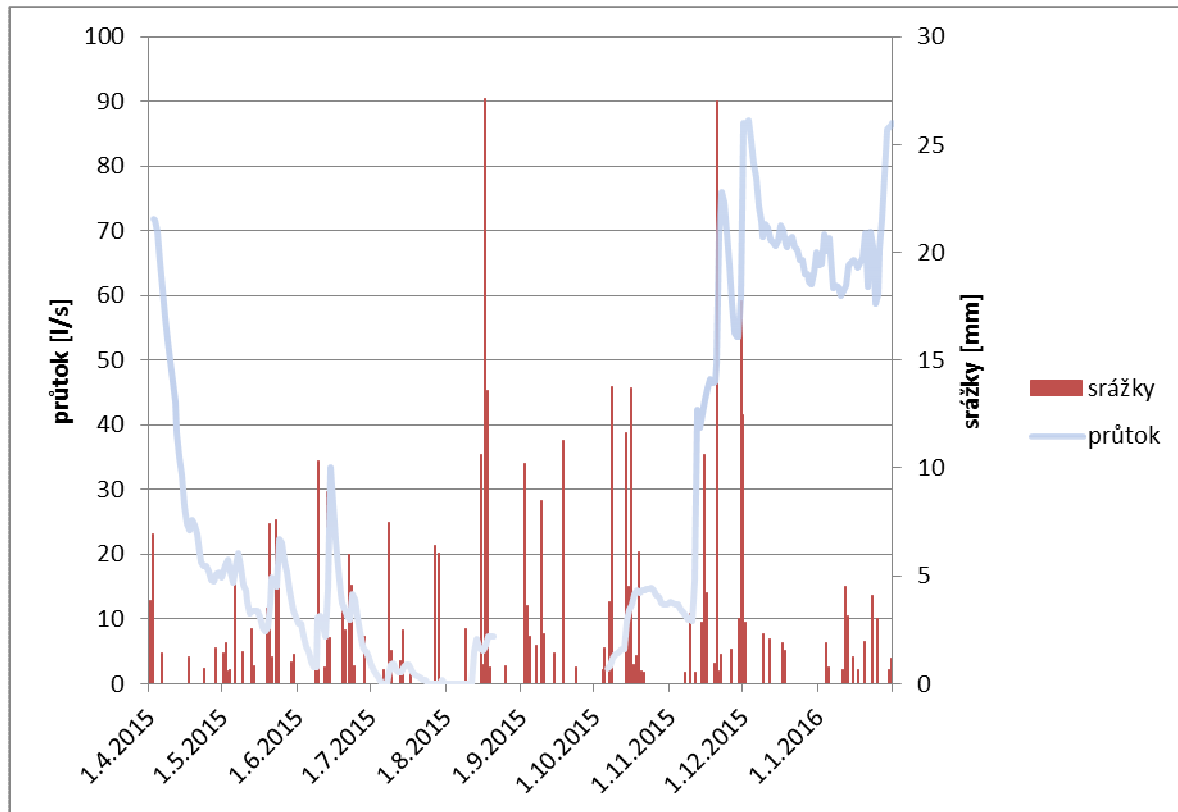
Obrázek 7: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Odtok“



Obrázek 8 ukazuje vzájemný vztah mezi denním průtokem a srážkovým úhrnem. Pro vyčíslení množství srážek na lokalitě byla použita data ze stanic ČHMÚ Počátky, Kostelní Myslová a Třešť.



Obrázek 8: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Odtok“ a denních srážkových úhrnů



Z grafu na obrázku 8 je patrná závislost průtoku uzávěrovým profilem lokality na srážkách, která je modifikovaná retenčním prostorem rybníka. Jak je patrné, zásadní vliv na průtok nemají jen srážky, ale zejména celková evapotranspirace a nasycenost povodí. Nejvyšší odtok ze zájmového povodí byl v úrovni okolo  $85 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  v chladném období roku, v letním období poklesl až na hodnoty pod  $0,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ .

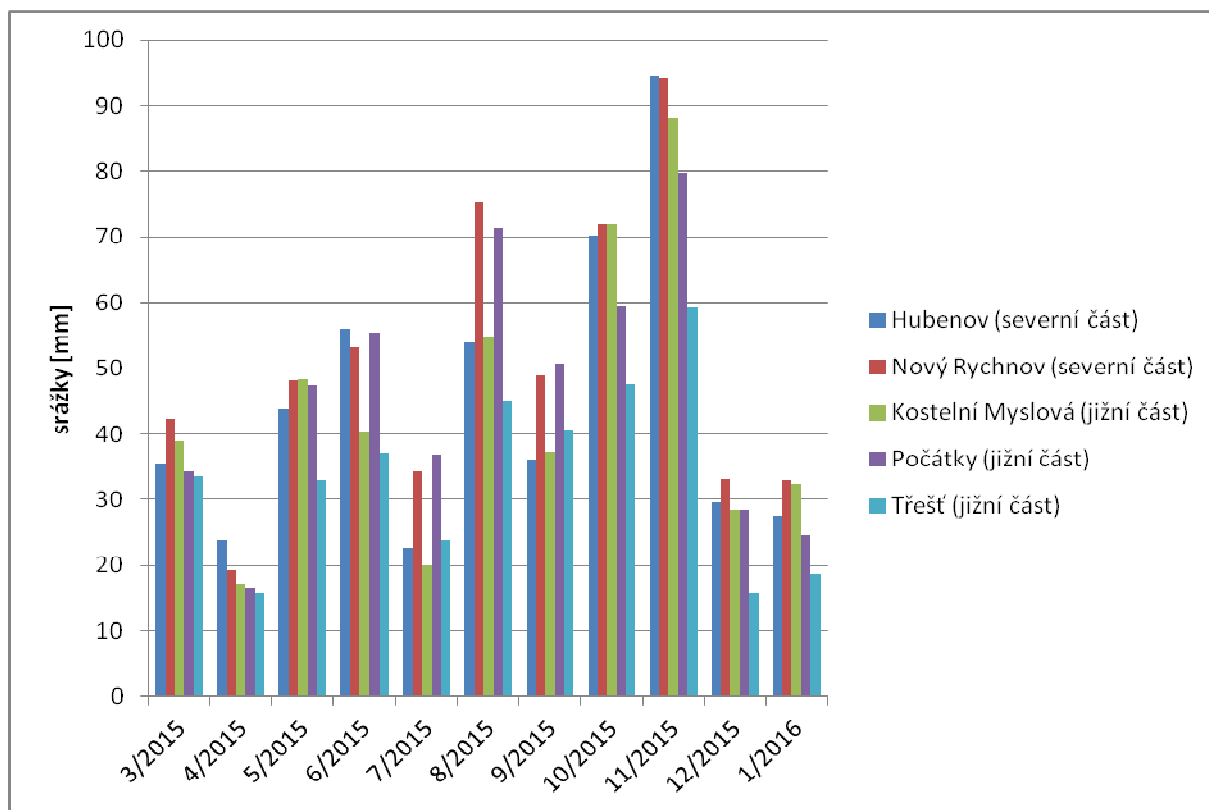
### 3.3.1 Klimatologická charakteristika sledovaného období

Pro sledované lokality byly zaznamenávány denní srážkové úhrny ze stanic ČHMÚ od 1. 3. 2015 do 31. 1. 2016. Pro severní lokality (Jankovský potok, Chvojnov, Na Oklice a Šimanov) byly použity průměrné denní úhrny ze stanic Nový Rychnov a Hubenov. Jižní část území zahrnující lokalitu Zhejral a Bažantka byla zastoupena stanicemi Počátky, Třešť a Kostelní Myslová (obrázek 9).

Zdroj dat:

[http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_act\\_rain.php?day\\_offset=&fkraj=13600&fpob=&fucpov=&ok=Vyhledat](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_act_rain.php?day_offset=&fkraj=13600&fpob=&fucpov=&ok=Vyhledat)

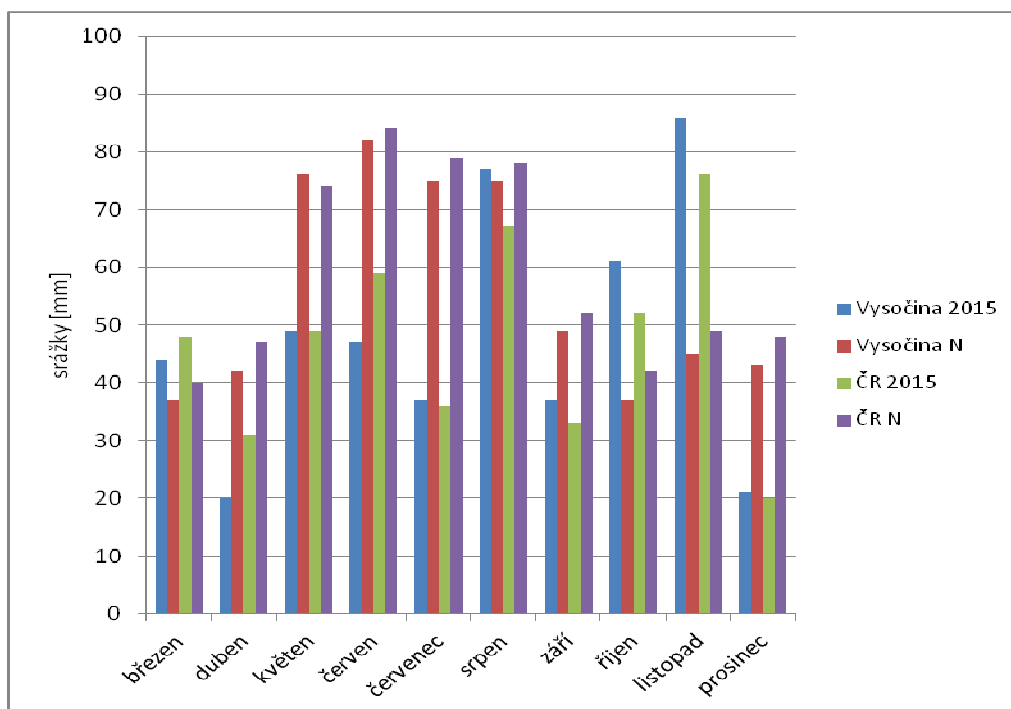
Obrázek 9: Graf měsíčních srážkových úhrnů ze zájmových stanic ČHMÚ



Severní oblast byla ve sledovaném období srážkově vydatnější, celková průměrná srážka zde byla 524 mm oproti jižní části, kde spadlo 451 mm. Nejvyšší úhrn srážek zaznamenala stanice Nový Rychnov, poté Počátky, Hubenov, Kostelní Myslová a nejméně Třešť.

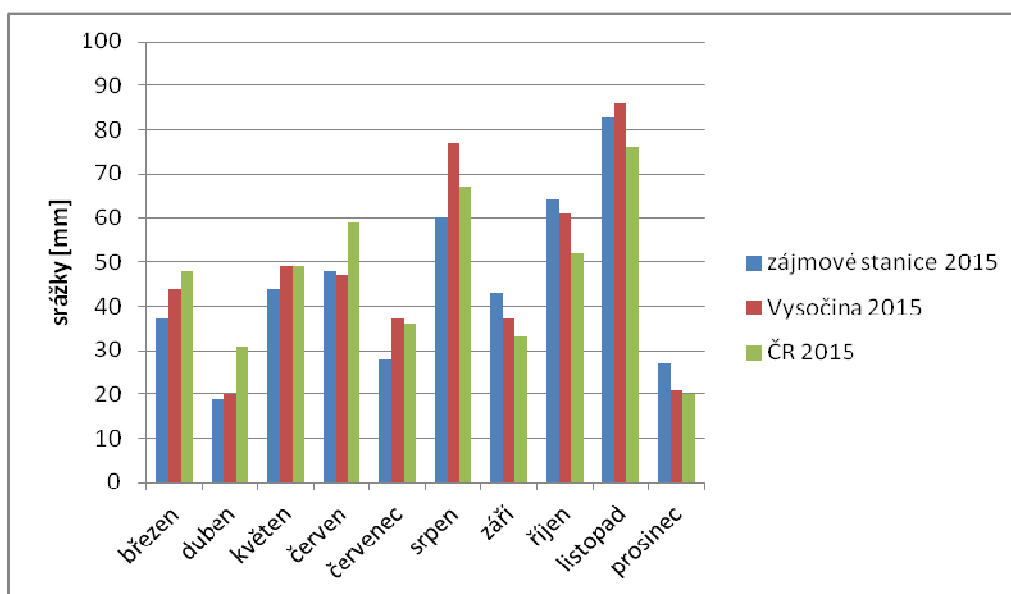
Celkově je sledované období oproti dlouhodobému srážkovému normálu podprůměrné, a to jak v rámci kraje Vysočina, tak z pohledu celé České republiky (obrázek 10).

Obrázek 10: Graf porovnání dlouhodobého srážkového normálu se srážkovými úhrny v roce 2015 (období březen – prosinec) z kraje Vysočina a celé České republiky



V období březen 2015 – srpen 2015 jsou srážky z našich pěti zájmových stanic oproti Vysočině a ČR rovněž podprůměrné, po zbytek roku 2015 mírně přesahují průměrné hodnoty (obrázek 11).

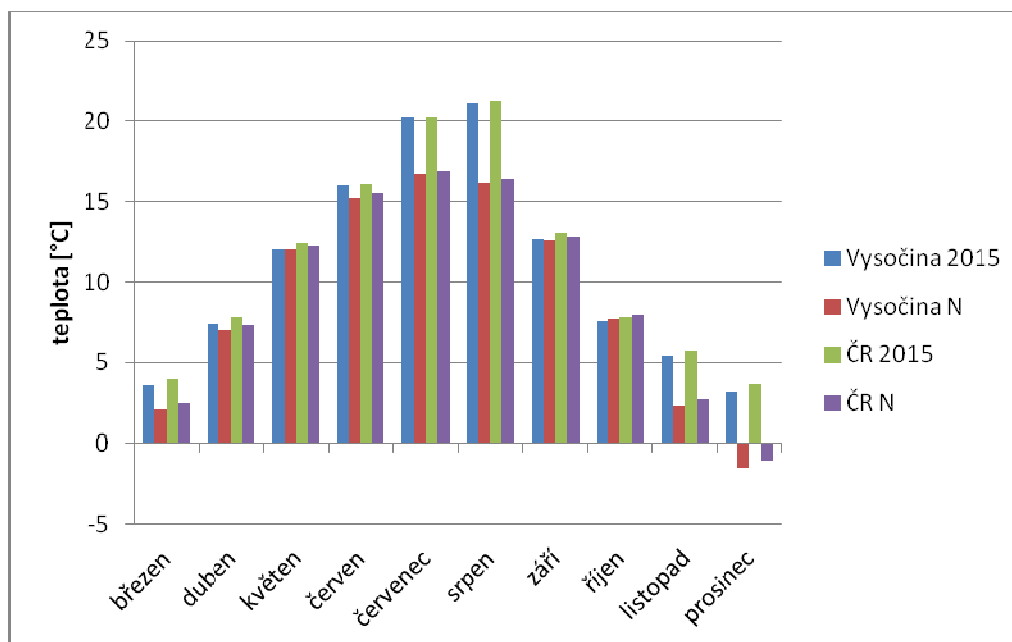
Obrázek 11: Graf srážkových úhrnů v zájmových stanicích v porovnání s krajem Vysočina a Českou republikou v období březen 2015 – prosinec 2015





Sledované období bylo teplotně nadprůměrné, především letní měsíce červen a červenec převyšují dlouhodobý teplotní normál o cca 5 °C (obrázek 12).

Obrázek 12: Graf průměrných měsíčních teplot roce 2015 a jejich porovnání s dlouhodobým teplotním normálem (N) z kraje Vysočina a celé ČR



### 3.4 Shrnutí hydrochemických výsledků prací

Na lokalitě byla prováděna terénní měření a odběry vzorků pro chemické analýzy vod. Přímou v terénu byly jako základní parametry měřeny konduktivita a teplota vody. Odebrané vzorky byly v laboratoři analyzovány na obsahy dusičnanů a chloridů, ve vybraných případech i obsahy dusitanů, amonných iontů, síranů, ortofosforečnanů, celkového fosforu a vápníku. Rovněž u nich bylo provedeno stanovení pH. Výsledky chemických analýz souhrnně uvádí tabulka v příloze 1, vybrané výsledky terénních měření jsou uvedeny v příloze 2.

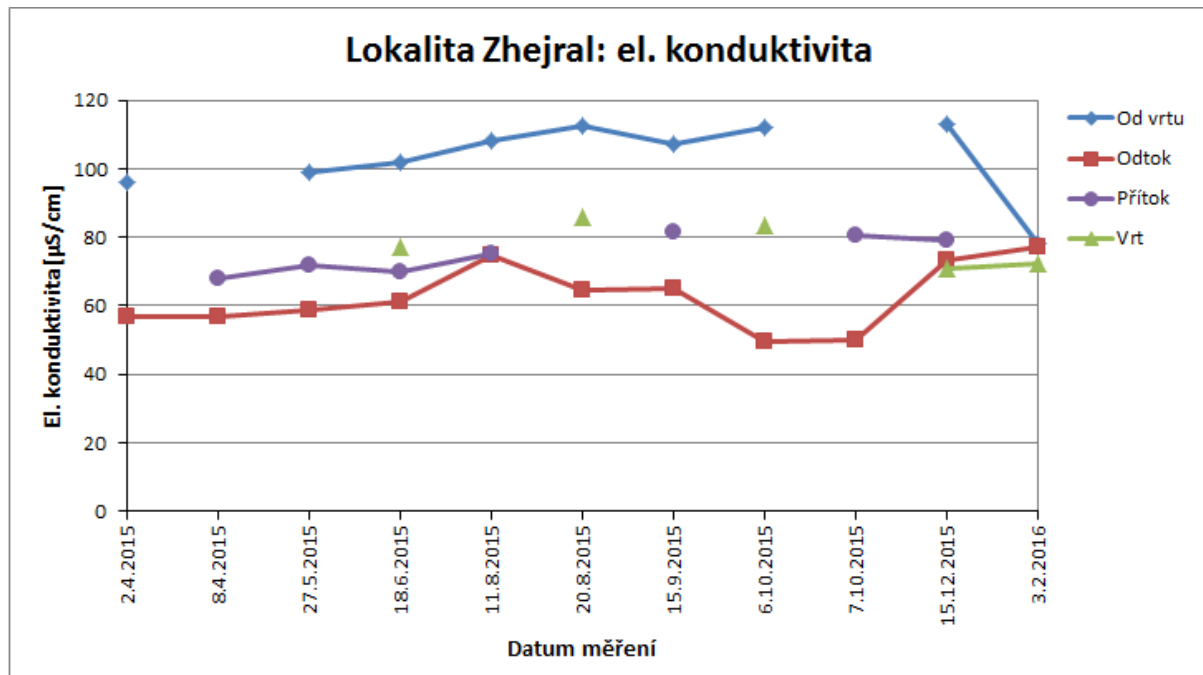
Makroskopicky byla voda naprosté většiny měřených přítoků do rybníka Zhejral čirá a bez zápachu. Voda vzorkovaného vrtu měla silnější růžový zákal, což bylo způsobeno korozí ocelové výstroje vrtu. Voda na uzávěrovém profilu „Odtok“ z rybníka Zhejral měla v teplých měsících roku často tmavě šedý zákal, pěnila a zapáchala. Na kamenech v toku pod profilem „Odtok“ se usazovaly rezavé povlaky sloučenin železa.

#### 3.4.1 Vývoj konduktivity vod

Konduktivita vod byla vybrána jako jednoduše měřitelný základní parametr, který přímo

v terénu může předběžně charakterizovat dané vodní prostředí. Konduktivita vod tak byla stanovována na všech aktuálně měřených bodech v rámci terénních rekognoskací, které probíhaly přibližně s měsíčním krokem. Veškerá stanovení konduktivity vod jsou shrnuta v tabulce v příloze 2. Vývoj konduktivity na vybraných profilech uvádí graf na obrázku 13.

Obrázek 13: Graf vývoje konduktivity vody



Z grafu jsou patrné velmi nízké hodnoty konduktivity vod, což indikuje jejich slabou mineralizaci v přirozeném prostředí na rozpustné látky chudých žul a jejich eluvií. Nejnižší hodnoty konduktivity (okolo  $60 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , stabilně pod  $80 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) byly zaznamenávány většinou na profilu „Odtok“. Ten reprezentuje uzávěrový profil lokality, kterým je odtok z oligotrofního rybníka Zhejral, ve kterém dochází k odstranění části přitékajících živin a tudíž i mírnému snížení mineralizace vody.

Nejvyšší hodnoty konduktivity byly zaznamenány v profilu drobného pramene a z něj vytékajícího potůčku „Od vrtu“ v nejzápadnější části rezervace ve směru k vesnici Klatovec. Mírně vyšší konduktivita zde odpovídá mírně vyššímu obsahu živin, zřejmě vzhledem k zemědělskému obdělávání přilehlých pozemků v minulosti.

### 3.4.2 Vývoj reakce vod (pH)

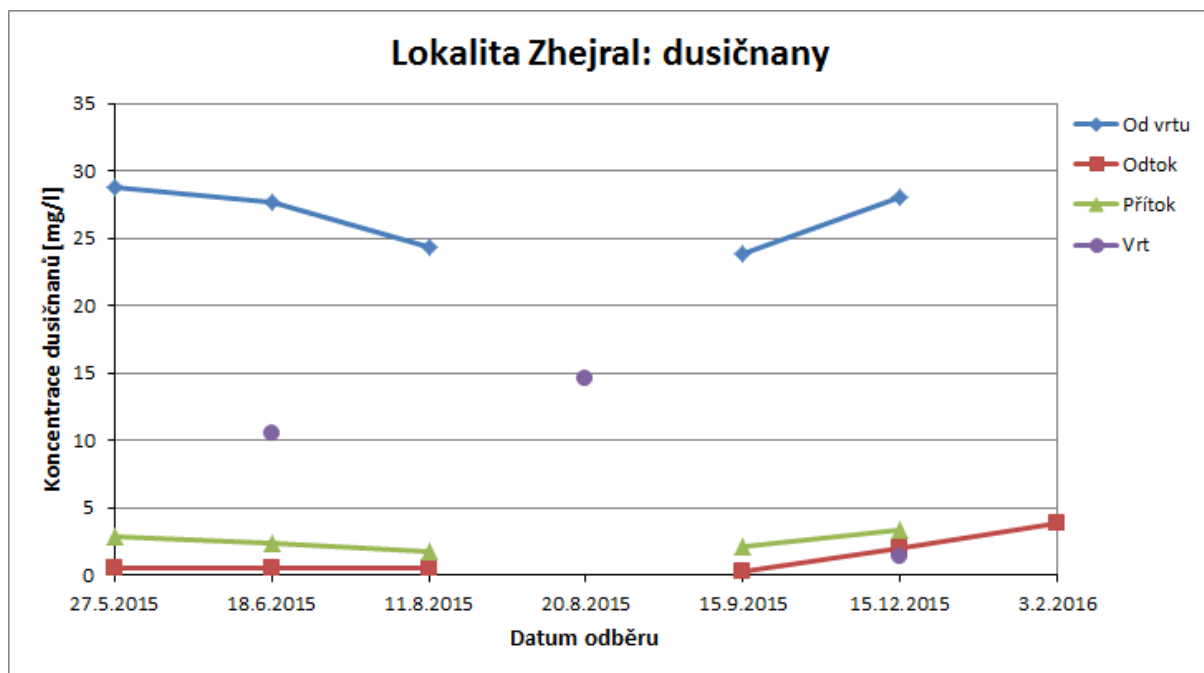
Reakce vod byla měřena většinou v laboratoři na odebraných vzorcích vod, pohybovala se od kyselé do neutrální oblasti. Stabilně kyselé pH (5,1 až 5,9) měla voda drobného pramene na profilu „Od vrtu“ a podzemní voda „Vrtu“ (pH 5,7 až 6,3). Naopak na profilech „Přítok“ (pH 5,6 až 7,2) a „Odtok“ (pH 5,7 až 7) reakce kolísala, nejkyselejší byla v zimních měsících,

nejvyšší v pozdně letních měsících, patrně vlivem fotochemického efektu (odčerpávání oxidu uhličitého z vody).

### 3.4.3 Vývoj koncentrace dusíkatých látek

Ze sloučenin dusíku byl v odebraných vzorcích v laboratoři stanovován obsah dusičnanů, v některých případech i obsah dusitanů a amonných iontů.

Obrázek 14: Graf vývoje koncentrace dusičnanů



Obsah dusičnanů byl nejnižší na bodu „Odtok“ – odtoku z oligotrofního rybníka – a současně uzávěrovém profilu celého území (většinou pod mezí detekce laboratorního stanovení). Jen mírně vyšší byla koncentrace dusičnanů na profilu „Přítok“ – drobném potůčku z lesního povodí.

Naopak nejvyšší byly koncentrace dusičnanů na profilu pramene a drobného toku „Od vrtu“, pohybovaly se mezi 23 a 29 mg·l<sup>-1</sup>. Důvodem je zřejmě bývalá zemědělská činnost na blízkých pozemcích. Podzemní voda vrtu vykazuje jen nižší hodnoty obsahu dusičnanů (od 1,43 do 14,6 mg·l<sup>-1</sup>). Při čerpání „Vrtu“ bylo zaznamenáno stékání části vody po vnitřní straně vrtu a pokles vydatnosti pramene a drobného toku v profilu „Od vrtu“. To ukazuje na lokální rozdělení horninového prostředí na dva kolektory, kdy svrchní kolektor je kontaminován významně více. Hlubší zvodeň je před kontaminací lépe chráněna.

Obsah dusitanů byl ve všech vzorcích všech profilů velmi nízký, pod mezí detekce analytického stanovení.

Obsah amonných iontů byl ve všech vzorcích všech profilů velmi nízký, pod mezí detekce analytického stanovení, ovšem s jedinou výjimkou – na profilu „Odtok“ byly zaznamenány koncentrace amonných iontů až přes  $0,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . To spolu s velmi nízkými koncentracemi dusičnanů ukazuje na redukční prostředí v rybníce zejména v teplých měsících roku.

### 3.4.4 Vývoj koncentrace chloridů

Na odebraných vzorcích vod byl laboratorně stanovován obsah chloridů, a to jako zástupce kontaminujících látek, u kterých nedochází k výrazné sorpci či chemickým změnám.

Koncentrace chloridů byly ve všech vzorcích a profilech velmi nízké, často pod mezí detekce analytického stanovení. To ukazuje na přírodní prostředí neovlivněné tímto kontaminantem (tzn. povodí bez vypouštění komunálních odpadních vod, bez většího zastoupení solení vozovek atp.).

### 3.4.5 Vývoj koncentrace sloučenin fosforu

Analyticky byl v určitých případech stanovován obsah celkového fosforu a obsah ortofosforečnanů ve vodách. Stanovení byla prováděna pro zjištění obsahu nutrientů.

Obsahy ortofosforečnanů byly ve všech vzorcích a profilech pod mezí detekce analytického stanovení, kromě jedné ojedinělé nízké hodnoty na profilu „Přítok“.

Obsah celkového fosforu byl nízký, v řádu setin  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Výjimkou byly obsahy v podzemní vodě sledovaného vrtu, kde dosahovaly  $0,41$  až  $0,458 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . To může být anomálie přirozeného původu (rozpuštění apatitu). Obsah celkového fosforu však může být do značné míry funkcí intenzity zákalu (ta byla nejvyšší v odebírané podzemní vodě), neboť se stanovuje z nefiltrovaného vzorku.

### 3.4.6 Koncentrace dalších analyzovaných látek ve vodách

V některých vzorcích byl laboratorně stanovován i obsah síranů, vápníku a obsah rozpuštěných minerálních solí (RAS). Všechny analyticky zjištěné koncentrace jsou shrnuty v tabulce v příloze 1.

Je patrné, že obsah vápníku je více než dvojnásobný v profilu „Od vrtu“ ( $11,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) oproti koncentracím na profilech „Přítok“ ( $4,48 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) a „Odtok“ ( $4,89 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ).

Koncentrace rozpustných minerálních solí (RAS) na profilu „Odtok“ odpovídá nízké mineralizaci vody oligotrofního rybníka i jeho povodí.

### 3.5 Shrnutí hydrobiologických výsledků prací

Na lokalitě Zhejral byly hydrobiologicky zkoumány dva profily, a to „Rybník“ a „Přítok“. Fotodokumentace těchto profilů se nachází v příloze 3.

#### 3.5.1 Profil „Rybník“

Kvalitativní složení epifytonu profilu „Rybník“ uvádí následující tabulka 1.

Tabulka 1: Epifyton – kvalitativní složení, relativní abundance

Datum	20. 8. 2015	7. 10. 2015
Taxon	Odhadní (modif.) stupnice dle Marvana a Heteši (2006)	
<i>Aphanocapsa</i> sp.		2
<i>Leptolyngbya</i> sp.	2	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	3	2
<i>Pseudanabaena</i> sp.		2
<i>Mallomonas</i> sp.	3	
<i>Uroglena</i> sp.	1	
<i>Centritractus</i> sp.	1	
<i>Tribonema</i> sp.		2
<i>Xanthophyceae, cf. Chaetopedia</i> sp.	4	
<i>Achnantheidium minutissimum</i>		2
<i>Aulacoseira</i> sp.	2	
<i>Cocconeis placentula</i>		
<i>Cymbella cf. gracilis</i>	3	2
<i>Cymbella lanceolata</i>	3	
<i>Eunotia bilunaris</i>	2	2
<i>Fragilaria</i> sp.	3	2
<i>Frustulia rhomboides</i>	3	2
<i>Gomphonema acuminatum</i>	2	
<i>Gomphonema cf. hebridense</i>	3	2
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	2	
<i>Navicula</i> sp.	2	2
<i>Neidium iridis</i>	2	
<i>Nitzschia palea</i>		2
<i>Pinnularia viridis</i>	3	2
<i>Surirella cf. tenera</i>	2	
<i>Tabellaria fenestrata</i>	2	
<i>Tabellaria flocculosa</i>	2	

Datum	20. 8. 2015	7. 10. 2015
Taxon	Odhadní (modif.) stupnice dle Marvana a Heteši (2006)	
<i>Chlamydomonas spp.</i>	2	
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	1	
<i>Botryococcus braunii</i>	5	7
<i>Crucigenia fenestrata</i>		2
<i>Desmodesmus communis</i>	2	2
<i>Kirchneriella sp.</i>	1	
<i>Quadrigula sp.</i>		2
<i>Scenedesmus abundans</i>	2	
<i>Scenedesmus sp.</i>		2
<i>Stauridium tetras</i>		2
<i>Bulbochaete sp.</i>	4	2
<i>Oedogonium spp.</i>	3	
<i>Mougeotia sp.</i>	1	
<i>Closterium closterioides</i>	3	
<i>Closterium cynthia</i>	1	
<i>Cosmarium ornatum</i>	3	2
<i>Cosmarium cf. pseudobiremum</i>		2
<i>Cosmarium cf. punctulatum</i>	2	
<i>Cosmarium regnellii</i>	2	
<i>Euastrum ansatum</i>	1	
<i>Euastrum sp.</i>	1	
<i>Pleurotaenium eugeneum</i>	1	
<i>Stauroidesmus dejectus</i>		2
<i>Euglena cf. mutabilis</i>	1	
<i>Euglena spp.</i>	1	
<i>Trachelomonas cf. bacillifera</i>	1	
<i>Trachelomonas rugulosa</i>	2	2
<i>Trachelomonas volvocina</i>	1	2
<i>Trachelomonas sp.</i>		2

Kvalitativní složení zooplanktonu profilu „Rybník“ uvádí tabulka 2.

Tabulka 2: Zooplankton – kvalitativní složení, relativní abundance

Datum	20. 8. 2015	7. 10. 2015
Taxon	Odhadní (modif.) stupnice dle Přikryla (2006)	
<i>Brachionus urceolaris</i>	1	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	5	5
<i>nauplia+kopepodit</i>	2	3

Datum	20. 8. 2015	7. 10. 2015
Taxon	Odhadní (modif.) stupnice dle Přikryla (2006)	
<i>Daphnia longispina</i>	5	5
<i>Holopedium gibberum</i>	2	2

Z výsledků hydrobiologických rozborů je zřejmé, že jde o oligotrofní nádrž (rybník) s nižším pH (nevápněnou) a nízkou rybí obsádkou. V epifytonu tomu nasvědčuje přítomnost taxonů ze skupiny Xanthophyceae a Conjugatophyceae. Zooplankton je kvalitativně i kvantitativně relativně chudý, zajímavý je výskyt dnes již poměrně málo časté perloočky (*Cladocera*) *Holopedium gibberum*.

### 3.5.2 Profil „Přítok“

Kvalitativní složení makrozoobentosu na profilu „Přítok“ uvádí tabulka 3.

Tab. 3: Makrozoobentos - kvalitativní složení, relativní abundance

Datum	15. 12. 2015
Taxon	Odhadní stupnice dle ČSN 75 7716
<i>Tubifex tubifex</i>	9
<i>Gammarus fossarum</i>	1
<i>Hydracarina g.sp.div.</i>	1
<i>Collembola g.sp.div.</i>	1
<i>Amphinemoura sp.</i>	3
<i>Perloides sp.</i>	3
<i>Protonemoura sp.</i>	3
<i>Leptophlebia sp.</i>	2
<i>Drusus sp.</i>	1
<i>Limnephilus sp.</i>	1
<i>Rhyacophila sp.</i>	1
<i>Dicranota sp.</i>	2
<i>Eusimulium sp.</i>	2
<i>Tipula sp.</i>	2
<i>Chironomidae g.sp.div.</i>	2
<i>Limnius volckmari</i>	3

Jde o drobný potok v lesním prostředí s převážně písčitém dnem bez větších kamenů a nízkým obsahem živin ve vodě. Z tohoto hlediska je poněkud překvapující dominance v zastoupení nitěnek (*Tubifex*) v makrozoobentosu. Pravděpodobně je to dáno značným obsahem detritu v hlubších vrstvách sedimentu. Až na tuto výjimku složení makrozoobentosu indikuje velmi čistý tok (výskyt pošvatek, „schránkatých“ chrostíků).

## 4 SYNTÉZA ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ

V případě lokality Zhejral byla prozkoumána lokalita rašeliniště a oligotrofního rybníka, které jsou jen málo zasaženy lidskou činností.

Vznik rašeliniště je v lokalitě vázán na velmi slabě propustnou vrstvu kvartérních jíllů. Tato vrstva rovněž způsobuje vydělení mělké a hlubší zvodně.

Z hlediska průtoků na uzávěrovém profilu byly dosaženy po suchém období opět příznivé hodnoty. Hladina podzemní vody ve sledovaném vrtu však zůstává nízká, důvodem je zatím ne zcela obnovená zásoba podzemních vod po suchém období.

Z hlediska obsahu nutrientů ve vodách jsou koncentrace na lokalitě velmi nízké. Jediná výjimka byla zaznamenána u pramene a profilu „Od vrtu“ u zvýšené koncentrace dusičnanů, zde je důvodem zřejmě zemědělská činnost na přilehlých pozemcích mimo území rezervace v minulosti. Rovněž obsah chloridů ve vodách lokality je velmi nízký, což odpovídá přirozeným hodnotám.

Přes přirozeně nízkou mineralizaci oligotrofního rybníka Zhejral byly v jeho vodě na odtoku zjištěny zvýšené koncentrace amonných iontů, voda v teplých měsících roku často zapáchala, pěnila a na kamenech docházelo k vytváření povlaků rezavých sloučenin železa. V rybníce dochází k nežádoucím změnám vodního prostředí z oxidačního na redukční.

## 5 DOPORUČENÍ

Velmi hodnotná přírodě blízká lokalita NPR Zhejral nemá výrazné problémy z hlediska chemismu většiny vod. Problémem by mohlo být redukční prostředí rybníka v teplém období, které způsobuje například zvýšené koncentrace amonných iontů. To může být problém jak pro biotu, tak pro jímání povrchové vody v rybníce Karhov Bohužel stávající poznatky nám neumožňují jednoznačně označit příčinu tohoto stavu. Hydrobiolog našeho týmu se nedomnívá, že by příčinou mohla být nevhodná rybí obsádka rybníka, spíše vidí problém ve stratifikaci rybníka v teplém období a rozkladu makrofyt. Doporučujeme se problému redukčního prostředí v rybníce dále odborně věnovat. .

Přes rašeliniště vedou lineární odvodňovací rýhy směrem k rybníku Zhejral, doporučujeme jejich morfologické přehrazení a tím i větší zdržení vody v prostoru rašeliniště.

## 6 ZÁVĚR

Byla provedena hydrogeologická a hydrologická studie šesti vybraných rašelinišť na Jihlavsku, tato zpráva popisuje výsledky z jedné z nich, a to z lokality Zhejral.

V rámci prací byly kontinuálně sledovány hladina podzemní vody a odtok na uzávěrovém



profilu území, proběhla série zejména hydrologických měření, hydrochemických analýz, doplňkově i hydrobiologická stanovení.

V případě lokality Zhejral se jedná o lokalitu rašeliniště a oligotrofního rybníka, které jsou jen málo zasaženy lidskou činností. Problémem k řešení je například občasný výskyt redukčního prostředí ve vodě rybníka.

V Praze dne 15. února 2016

## POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY

- Beneš K. (1996): Geologická mapa ČR. Mapa předčtvrtohorních útvarů. Měřítko 1 : 200 000. List Jihlava. – Český geologický ústav, 3.vydání.
- Čech L., Šumpich J., Zabloudil V. a kol. (2002): Jihlavsko. – In Mackovčín P., Sedláček M. (eds): Chráněná území ČR, svazek VIII. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a Ekocentrum Brno, Praha, 528 stran.
- ČSN 75 7715:Kvalita vod – Biologický rozbor – stanovení nárostů. ÚNMZ, 2015
- ČSN 75 7716: Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu. ČNI, 1998
- ČSN EN 15110 (75 7702): Jakost vod – Návod pro odběr vzorků zooplanktonu ze stojatých vod. ČNI, 2006
- Denisová, D., Kokeš, J.: Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu metodou PERLA. VÚV TGM, 2006
- Dudek A. (1990): Geologická mapa ČSSR. Mapa předčtvrtohorních útvarů. Měřítko 1 : 200 000. List Jindřichův Hradec. – Ústřední ústav geologický, 2. vydání.
- Hazdrová M. (1993): Hydrogeologická mapa ČR. List 23-23 Jihlava. Měřítko 1 : 50 000. – Český geologický ústav.
- [http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_act\\_rain.php?day\\_offset=&fkraj=13600&fpob=&fucpov=&ok=Vyhledat](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_act_rain.php?day_offset=&fkraj=13600&fpob=&fucpov=&ok=Vyhledat), spravuje ČHMÚ Praha
- <http://heis.vuv.cz/> – Hydroekologický informační systém, spravuje VÚV TGM, v.v.i., Praha
- Hron J. (1995): Geologická mapa ČR. List 23-32 Kamenice nad Lipou. Měřítko 1 : 50 000. – Český geologický ústav.
- Jakost vod - Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou PERLA. ČNI, 2007
- Kněžek V., Koroš I., Polesná J., Svoboda J., Šanda M. (2003): Borkovice – PR Kozohlůdky, hydrogeologický průzkum vodního režimu rašeliniště. – Hydrogeologická společnost Praha, archiv ČGS-Geofond pod P105135, 12 stran.
- KÚ Vysočina (2015): Vyjádření k umístění mělkých průzkumných sond v terénu ve vybraných lokalitách. – Krajský úřad kraje Vysočina, Odbor životního prostředí a zemědělství, Jihlava, číslo jednací KUJI 38285/2015 a OPZP 1214/2015 Po, ze dne 1.5.2015, 2 strany.
- Kučerová A. (2001): Čtyři roční období v třeboňských blatkových borech. – Živa 6/2001, str. 251 - 254.
- Majer V. (1995): Mapa geochemie povrchových vod ČR. List 23-32 Kamenice nad Lipou. Měřítko 1 : 50 000. – Český geologický ústav.
- Marvan, P., Heteša, J.: Metodika odběru a zpracování vzorků fytozobentosu tekoucích vod.

VÚV TGM, 2006

- Matějková V., Štěřík M., Štěříková J., Tvrdý J. (2002): Závěrečná zpráva Pernink – rašeliniště. – GP sdružení pro geologii Karlovy Vary, archiv ČGS-Geofond pod P102851, 7 stran.
- Mísař Z., Dudek A., Havlena V., Weiss J.: Geologie ČSSR I Český masív. - Státní pedagogické nakladatelství v Praze, 1983, 333 strany, 1. vydání.
- Myslil V. (1985a): Základní hydrogeologická mapa ČSSR 1 : 200 000. List 23 Jihlava. - Ústřední ústav geologický Praha, prosinec 1985, 1. vydání.
- Myslil V. (1985b): Mapa chemismu podzemních vod ČSSR 1 : 200 000. List 23 Jihlava. - Ústřední ústav geologický Praha, prosinec 1985, 1. vydání.
- Myslil V. et al. (1986): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1 : 200 000. List 23 Jihlava. – Ústřední ústav geologický Praha, 101 strana.
- 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
- Olmer M. et al. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. – Sborník geologických věd 23, vydala Česká geologická služba Praha, 32 stran, 1.vydání.
- Pitter P. (2009): Hydrochemie. – vydavatelství VŠCHT Praha, 4. vydání, 579 stran.
- Příkryl, I.: Metodika odběru a zpracování vzorků zooplanktonu stojatých vod. VÚV TGM, 2006
- Sýkorová I. (1993): Geochemický výzkum rašeliniště Boží Dar. – ČSAV Ústav geologie a geotechniky Praha, archiv ČGS-Geofond pod P018681, 25 stran.
- Topografické mapy různých měřítek.
- Tůma W. (1990): Zpráva o hydrogeologickém průzkumu Kaliště. – MS Vodní Zdroje závod Bylany, archiv ČGS (Geofond) pod P66248, Chrudim, březen 1990, 10 stran.
- [www.dedictvivysociny.cz](http://www.dedictvivysociny.cz)
- Základní vodohospodářská mapa ČR, list 23-32 Kamenice nad Lipou, měřítko 1 : 50 000.
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- Zelinka Z. (1997): Hydrogeologická mapa ČR. List 23-32 Kamenice nad Lipou. Měřítko 1 : 50 000. – Český geologický ústav Praha.
- Zelina J., Urban L. (1993): Klatovec – vodní zdroj. Závěrečná zpráva. – MS ENVIRO Nové Město na Moravě, archiv ČGS (Geofond) pod P79895, 29 stran.

## Příloha 1: Tabulka výsledků chemických analýz vody

Lokalita	Bod	Datum odběru	Číslo vzorku	pH	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Amonné ionty	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>celk.</sub>	Ca	RAS
				-	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Zhejral	Od vrtu	27.5.2015	2300	5,9	<2,5		<0,05	<0,05	<0,015	28,8	6,51	<0,039	<0,025	0,038	11,8	
	Od vrtu	18.6.2015	2506	5,2	<2,5					27,7	6,26			0,032		
	Od vrtu	11.8.2015	3299	5,4	<2,5	9,63	<0,05	<0,05	<0,015	24,3	5,49	<0,039	<0,025	0,035		
	Od vrtu	15.9.2015	3794	5,2	2,15					23,9	5,4					
	Od vrtu	15.12.2015	5581	5,1	2,49	12,5	<0,05	<0,05	<0,015	28	6,33	<0,039	<0,025			
	Odtok	27.5.2015	2298	6,8	<2,5		0,078	<0,05	<0,015	<1	<0,226	0,06	<0,025	0,028	4,48	
	Odtok	18.6.2015	2504	6,6	<2,5					<1	<0,226			0,06		
	Odtok	11.8.2015	3301	6,7	<2,5	8,2	0,719	<0,05	<0,015	<1	<0,226	0,558	<0,025	0,048		
	Odtok	15.9.2015	3792	7	1,28					<0,5	<0,113					
	Odtok	15.12.2015	5579	6	1,68	18,4	<0,05	<0,05	<0,015	2,02	0,456	<0,039	<0,025			
	Odtok	3.2.2016	291	5,7	3,37		0,09	<0,05	<0,015	3,82	0,863	0,07				98
	Přítok	27.5.2015	2299	6,7	<2,5		<0,05	<0,05	<0,015	2,82	0,637	<0,039	<0,025	0,028	4,89	
	Přítok	18.6.2015	2503	6,8	<2,5					2,42	0,547			0,03		
	Přítok	11.8.2015	3300	6,9	<2,5	14,9	<0,05	<0,05	<0,015	1,79	0,404	<0,039	0,049	0,064		
	Přítok	15.9.2015	3793	7,2	1,11					2,17	0,49					
	Přítok	15.12.2015	5578	5,6	1,78	23,2	<0,05	<0,05	<0,015	3,33	0,752	<0,039	<0,025			
	Vrt	18.6.2015	2505	5,9	<2,5					10,5	2,37			0,458		
	Vrt	20.8.2015	3550	5,7	<2,5	8,59	<0,05	<0,05	<0,015	14,6	3,3	<0,039	<0,025	0,41		
	Vrt	15.12.2015	5580	6,3	1,13	6,82	<0,05	<0,05	<0,015	1,43	0,323	<0,039	<0,025			

**Příloha 2: Tabulka vybraných výsledků terénního měření**

Lokalita	Bod	Datum měření	El. konduktivita	Typ měření el. konduktivity	Průtok	Typ měření průtoku
			[ $\mu$ S/cm]		[l/s]	
Zhejral	Křemenný potok	11.8.2015	43,00	v terénu	0,210	do nádoby
	Lesní potůček 1	11.8.2015	72,00	v terénu	0,010	do nádoby
	Lesní potůček 2	11.8.2015	71,00	v terénu	0,171	do nádoby
	Od vrtu	2.4.2015	96,00	v terénu		
	Od vrtu	27.5.2015	99,00	v terénu	0,014	do nádoby
	Od vrtu	18.6.2015	102,00	v terénu		
	Od vrtu	11.8.2015	108,00	v laboratoři	0,097	do nádoby
	Od vrtu	20.8.2015	112,50	v terénu	0,095	do nádoby
	Od vrtu	15.9.2015	107,00	v terénu	0,060	do nádoby
	Od vrtu	6.10.2015	112,00	v terénu		
	Od vrtu	15.12.2015	113,00	v terénu	1,010	do nádoby
	Od vrtu	3.2.2016	78,00	v terénu		
	Odtok	2.4.2015	57,00	v terénu		
	Odtok	8.4.2015	57,00	v terénu	30,600	hydrometrování
	Odtok	27.5.2015	59,00	v terénu		
	Odtok	18.6.2015	61,00	v terénu	14,300	hydrometrování
	Odtok	11.8.2015	74,90	v laboratoři	0,237	do nádoby
	Odtok	20.8.2015	64,50	v terénu		
	Odtok	15.9.2015	65,00	v terénu	5,100	do nádoby
	Odtok	6.10.2015	49,50	v terénu	2,700	do nádoby
	Odtok	7.10.2015	50,00	v terénu		
	Odtok	15.12.2015	73,50	v terénu	29,800	hydrometrování
	Odtok	3.2.2016	77,00	v terénu		
	Přítok	8.4.2015	68,00	v terénu	9,900	hydrometrování
	Přítok	27.5.2015	72,00	v terénu		
	Přítok	18.6.2015	70,00	v terénu	9,400	hydrometrování
	Přítok	11.8.2015	75,20	v laboratoři	1,177	do nádoby
	Přítok	15.9.2015	81,50	v terénu	1,968	do nádoby
	Přítok	7.10.2015	80,50	v terénu	1,900	hydrometrování
	Přítok	15.12.2015	79,00	v terénu	11,300	hydrometrování
	Rybník	2.4.2015	57,00	v terénu		
	Rybník	8.4.2015	57,00	v terénu		
	Rybník	27.5.2015	59,00	v terénu		
U soutoku v lese	11.8.2015	69,00	v terénu	0,195	do nádoby	

Lokalita	Bod	Datum měření	El. konduktivita	Typ měření el. konduktivity	Průtok	Typ měření průtoku
			[ $\mu$ S/cm]		[l/s]	
Zhejral	Vrt	18.6.2015	77,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	Vrt	20.8.2015	86,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	Vrt	6.10.2015	83,50	v terénu	0,000	bez průtoku
	Vrt	15.12.2015	71,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	Vrt	3.2.2016	72,50	v terénu	0,000	bez průtoku
	Vrt mimo	18.6.2015	201,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	Vrt mimo	20.8.2015	226,00	v terénu	0,000	bez průtoku



## Příloha 3: Vybraná fotodokumentace

*Zhejral – celkový pohled na lokalitu z hráze rybníka*



*Zhejral – čerpání hydrogeologického vrtu, v pozadí profil „Od vrtu“*





*Zhejral – vodoměrná stanice na profilu „Odtok“ (pod hrází rybníka)*



*Zhejral – odběr hydrobiologického materiálu na profilu „Přítok“*

