



**VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA**

veřejná výzkumná instituce

Hydrogeologická studie poměrů vybraných lučních rašelinišť na Jihlavsku – lokalita Jankovský – U Hovorků

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 Jankovský – U Hovorků

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.....	16
3.3 Shrnutí hydrologických výsledků prací.....	17
3.3.1 Profil „Polánka“ na Jankovském potoce.....	18
3.3.2 Proměření podélného profilu horní části povodí Jankovského potoka.....	20
3.3.1 Klimatologická charakteristika sledovaného období	21
3.4 Shrnutí hydrochemických výsledků prací.....	25
3.4.1 Vývoj konduktivity vod.....	25
3.4.2 Vývoj reakce vod (pH).....	26
3.4.3 Vývoj koncentrace dusíkatých látek	26
3.4.4 Vývoj koncentrace chloridů	28
3.4.5 Vývoj koncentrace sloučenin fosforu	29
3.4.6 Koncentrace dalších analyzovaných látek ve vodách	29
3.5 Shrnutí hydrobiologických výsledků prací.....	29
4 SYNTÉZA ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ	30
5 DOPORUČENÍ	31
6 ZÁVĚR	31
POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY.....	32

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 horní části povodí Jankovského potoka

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

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

Obrázek 5: Ortofotomapa horní části povodí Jankovského potoka

Obrázek 6: Podrobná ortofotomapa zájmové lokality U Hovorků

Obrázek 7: Graf vývoje hladiny podzemní vody v sondě za měřené období v závislosti na srážkách

Obrázek 8: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Polánka“

Obrázek 9: Graf detailního vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Polánka“ do výše 200 l·s⁻¹

Obrázek 10: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Polánka“ a denních srážkových úhrnů

Obrázek 11: Graf měsíčních srážkových úhrnů ze zájmových stanic ČHMÚ

Obrázek 12: Graf porovnání dlouhodobého srážkového normálu se srážkovými úhrny v roce 2015 (období březen – prosinec) z kraje Vysočina a celé České republiky

Obrázek 13: Graf srážkových úhrnů v zájmových stanicích v porovnání s krajem Vysočina a Českou republikou v období březen 2015 – prosinec 2015

Obrázek 14: Graf průměrných měsíčních teplot v roce 2015 a jejich porovnání s dlouhodobým teplotním normálem (N) z kraje Vysočina a celé ČR

Obrázek 15: Graf vývoje konduktivity vody

Obrázek 16: Graf vývoje koncentrace dusičnanů

Obrázek 17: Graf vývoje koncentrace chloridů

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Výsledky měření průtoků Jankovského potoka z 6. 10. 2015

Tabulka 2: Fytobentos – 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 Jankovský – U Hovorků.

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.

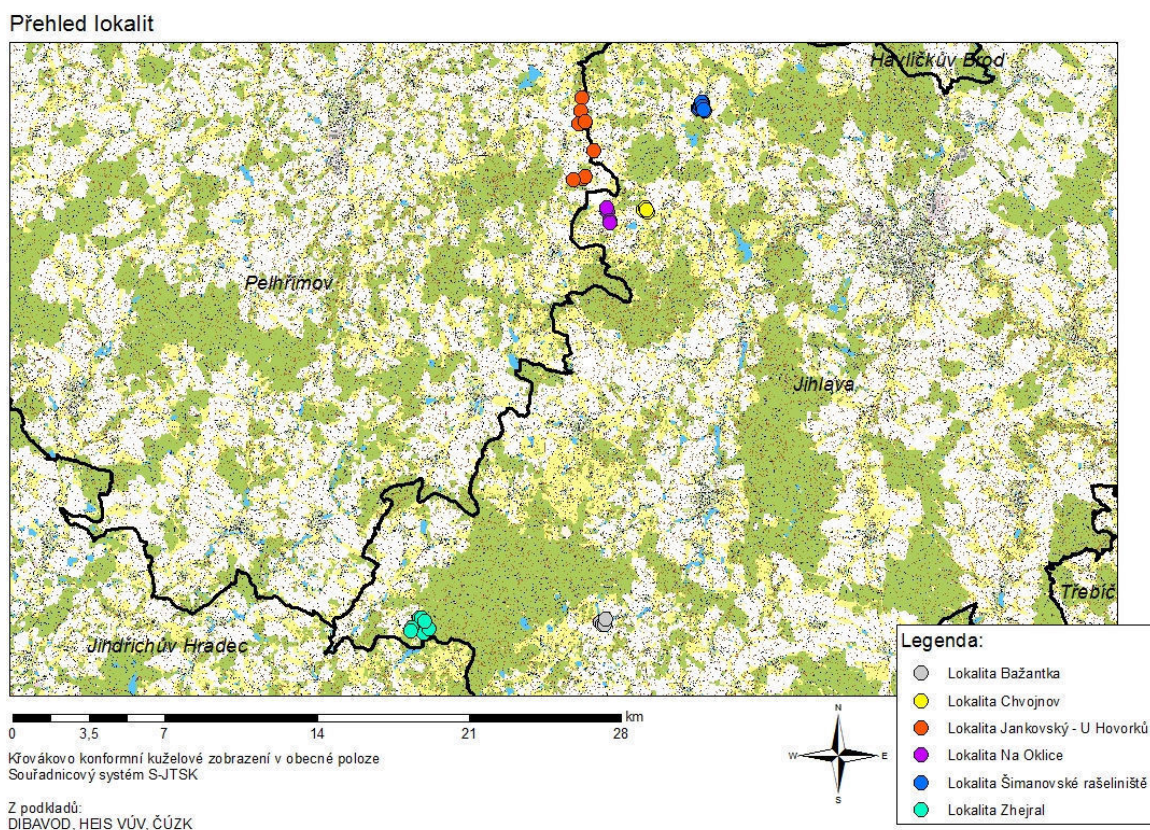
Na této lokalitě jsme pracovali ve dvou geografických úrovních. V přehlednější úrovni jsme se snažili definovat vodní režim horní části povodí Jankovského potoka (sublokality Jankovský potok), v podrobnější pak vodní režim rašeliniště sublokality U Hovorků.

1 PŘÍRODNÍ POMĚRY ZÁJMOVÉ OBLASTI

Zájmová oblast se nachází na pomezí okresů Jihlava a Pelhřimov v kraji Vysočina. Lokalita U Hovorků se nachází na území obce Vyskytná, sledované horní povodí Jankovského potoka zasahuje i do území obcí Vyskytná, Nový Rychnov, Jankov, Opatov a Zachotín. Sledovaným profilem „Polánka“ na Jankovském potoce a rašeliništěm U Hovorků prochází hranice obcí Vyskytná a Opatov.

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

Obrázek 1: Přehledná mapa polohy zájmových lokalit



Nadmořská výška rašeliniště U Hovorků se pohybuje okolo 596 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.

Hydrologický odvodňuje zájmové území Jankovský potok, který níže po toku soutokem s Hejlovkou vytváří říčku Želivku, patřící do povodí Sázavy. Území je povodím vodárenské nádrže Švihov na Želivce.

Z **geologického hlediska** je skalní podloží celé oblasti budováno krystalinikem Moldanubika (Mísař et al., 1983). Konkrétně v zájmovém povodí převažuje cordierit-biotitický migmatit, který je skalním podložím i v lokalitě U Hovorků. Lokálně se v zájmovém povodí vyskytují i biotitické a silimanit biotitické migmatity a erlány či amfibolerlanové stromatity, metamorfované horniny prorážejí tělesa a žíly drobnozrnné biotit-muskovitické žuly (Veselá.,

1991).

Povrch je kryt kvartérními sedimenty. V okolí silně převládají deluviální hlinitopísčité až hlinitokamenité, převážně soliflukční nezpevněné sedimenty pleistocénního až holocénního stáří. V okolí vodních toků jsou vyvinuty fluviální, převážně písčitohlinité sedimenty holocénního stáří. Nejsvrchnější přípovrchovou vrstvu lokality pak tvoří převážně rašeliny (Veselá, 1991).

Z **hydrogeologického hlediska** leží zájmové území v hydrogeologickém rajónu základní vrstvy 6520 Krystalinikum v povodí Sázavy (Olmer et al., 2006). Oblast leží v útvaru podzemních vod základní vrstvy 65200 Krystalinikum v povodí Sázavy. V tomto rajónu je nejvýznamnější mělká zvodeň umístěná v přípovrchovém pásmu rozrušení skalních krystalinických hornin a případně i v kvartérních sedimentech.

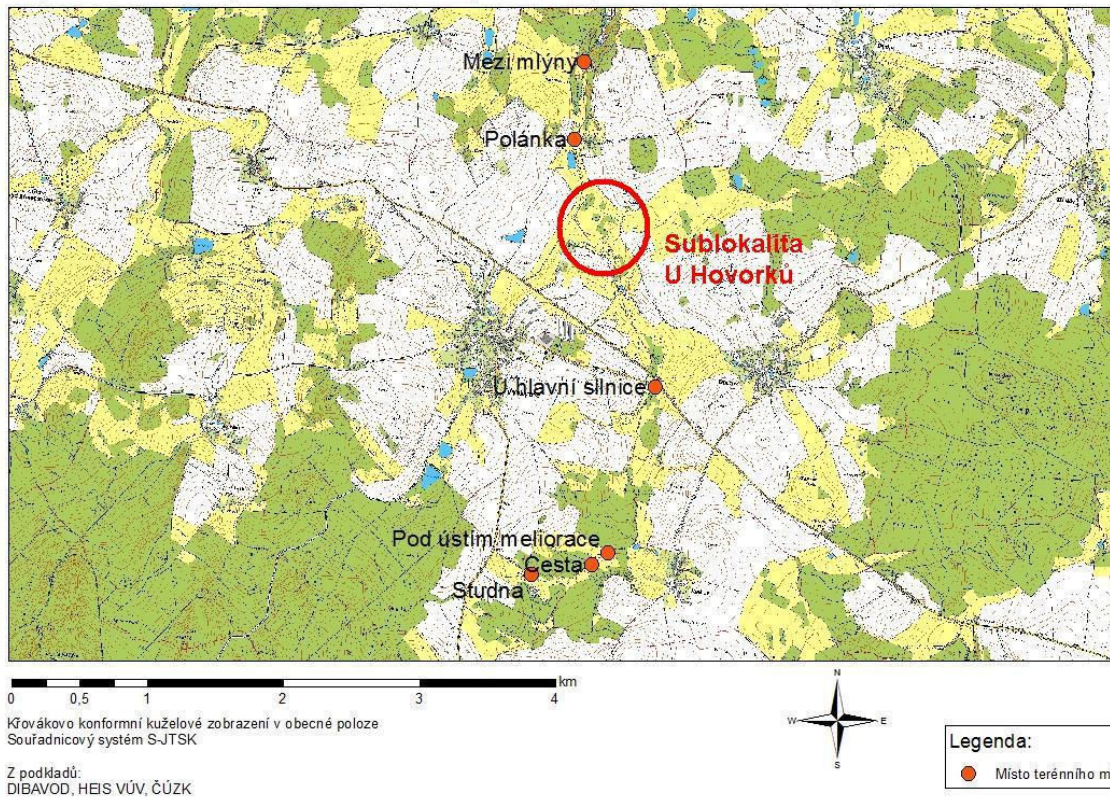
Koeficient transmisivity T krystalinického podloží lokality se pohybuje v rozmezí $5,2 \cdot 10^{-5}$ až $8,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rašeliny v pramenních územích vodních toků (nejsvrchnější horizont lokality) mají koeficient transmisivity nižší než $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Hazdrová, 1993).

Z hlediska **geochemie** podzemních vod leží lokalita U Hovorků na hranici základního typu vody chemismu Ca-HCO_3 a smíšeného typu Ca-SO_4 , s nízkou celkovou mineralizací pod $0,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Horní část povodí Jankovského potoka od pramene k lokalitě U Hovorků je charakterizována základním typem vody chemismu Ca-HCO_3 (Myslil, 1985b). V rámci geochemie povrchových vod byl Jankovský potok charakterizován na profilech u hlavní silnice Pelhřimov – Jihlava i níže na profilu u samoty U Truplů s pH okolo neutrální oblasti (6,5 až 7,5) a se zvýšeným obsahem dusičnanů, a to nad $30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Sáňka, 1995).

Z **hlediska ochrany přírody a krajiny** je lokalita chráněna jako maloplošné chráněné území, a to národní přírodní památka o rozloze 72,12 ha. Předmětem ochrany jsou meandrující tok potoka s břehovými porosty olšin a se společenstvy luční a rašelinné vegetace, významná lokalita perlorodky říční. Patří do seznamu evropsky významných lokalit a lokalit Natura 2000. Jednou z částí této NPP je i rašeliniště v lokalitě U Hovorků (například www.dedictvivysociny.cz).

Obrázek 2: Podrobná mapa horní části povodí Jankovského potoka

Mapa horní části povodí Jankovského potoka s vyznačením sublokality U Hovorků



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 rekonoskace 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 „Polánka“ na Jankovském potoce, 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, 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.

V první polovině roku 2015 byly po proběhlém povolovacím řízení na vybraných lokalitách (KÚ Vysočina, 2015) vyhloubeny mělké hydrogeologické sondy tak, aby byl na každé lokalitě alespoň jeden bod pro sledování hladiny podzemní vody. Sondy byly osazeny 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 (výrobce 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.

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.

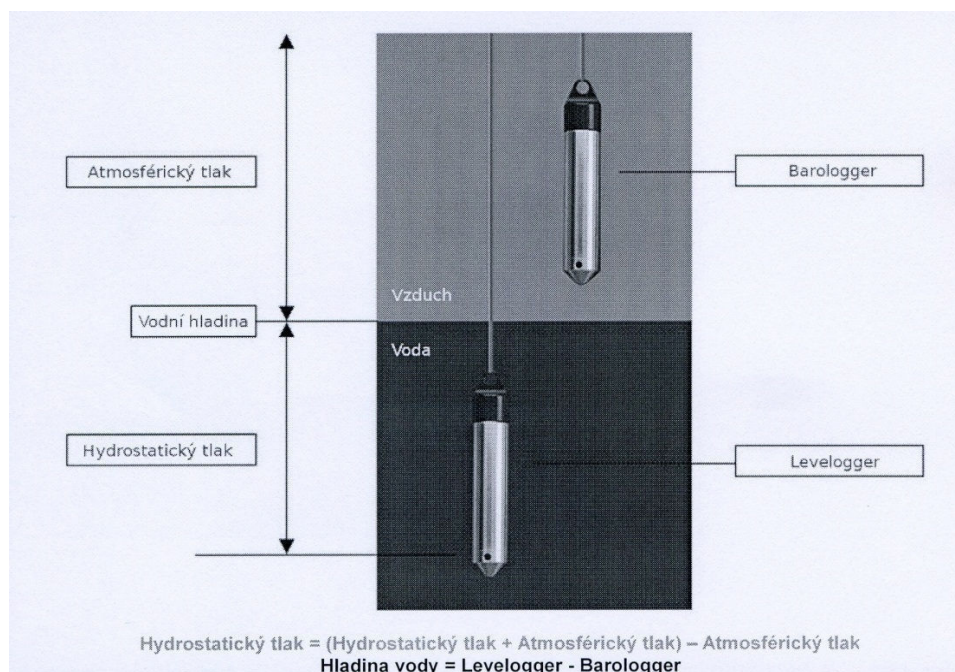
Do tubusu stanice byly těsně nade dno na řetízku zavěšeny hladinoměrné sondy Solinst Edge Levelogger (obrázek 2.1). Jejich výhodou je malý rozměr (průměr pouzdra je pouze 22

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 Levelloggeru 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 Levelloggeru (obrázek 2.2).

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 vystrojené mělké hydrogeologické sondě.

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 ze sond odebírány peristaltickým čerpadlem. Snahou bylo odebrat vzorky podzemní vody pro chemické analýzy po alespoň trojnásobné obměně podzemní vody v sondě.

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).

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: Ortofotomapa horní části povodí Jankovského potoka

Lokalita Jankovský - U Hovorků (u obcí Vyskytná, Opatov a Jankov)



0 0,5 1 2 3 4 km

Křovákovo konformní kuželové zobrazení v obecné poloze
Souřadnicový systém S-JTSKZ podkladů:
DIBAVOD, HBIS VÚV, ČÚŽK

Legenda:

● Místo terénního měření

Charakterizace jednotlivých měřených profilů a bodů (viz přehlednější mapa na obrázku 5 a podrobnější na obrázku 6) byla následující: Bod „Studna“ je jedním z pramenů Jankovského potoka. Jde o betonovými skružemi vystrojenou kopanou studnu s přetokem vody trubkou na hranici lesa a louky. Profil „Cesta“ je propustek Jankovského potoka pod cestou pomocí betonové trubky. Profil „Pod ústím meliorace“ je koryto Jankovského potoka po zaústění melioračního systému z levého břehu. Profil „U hlavní silnice“ je stabilizované regulované koryto Jankovského potoka, procházející pod hlavní silnicí Pelhřimov – Jihlava. Profil „Potok přes cestu“ je přetok Jankovského potoka přes polní cestu poblíž samoty U Hovorků. Profil „Skruž“ je bod na meliorační rýze, která odvádí vodu ve směru k severovýchodu do Jankovského potoka. Profil „Potok“ je bod na pravostranném přítoku Jankovského potoka v blízkosti samoty U Hovorků, potok je zde napřímený a oproti okolí mírně zahluobený. Sonda P-2 je mělká hydrogeologická sonda do rašeliniště U Hovorků. Profil „Polánka“ je uzávěrový profil zájmového území svrchní horního povodí Jankovského potoka, je situován u mostku k osadě Polánky. Profil „Mezi mlýny“ leží na Jankovském potoce pod profilem „Polánka“ v přírodním kamenitém korytě, a to před rozdělením vody potoka náhonem.

Obrázek 6: Podrobná ortofotomapa zájmové lokality U Hovorků

Sublokality U Hovorků (u obcí Vyskytná a Opatov)



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

Křovákovo konformní kuželové zobrazení v obecné poloze
Souřadnicový systém S-JTSKZ podkladů:
DIBAVOD, HBIS VÚV, ČÚŽK

Legenda:

● Místo terénního měření

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.

Pro ověření geologické situace mělké zóny horninového prostředí byla na lokalitě provedena mělká sonda P-2. Poloha sondy je znázorněna v podrobné mapce na obrázku 5.

Sonda zastihla následující horninový sled:

0,0 – 0,1 m	černohnědý drn se zbytky rostlin
0,1 – 0,3 m	rašelina tmavě hnědá
0,3 – 0,4 m	hnědošedý vazný jíl
0,4 – 0,6 m	šedý až šedohnědý jíl s pískem a kameny tmavě šedé biotitické pararuly (velké až 5 cm)
0,6 – 0,65 m	slídnatý světle hnědý jílovitý písek s kameny křemene a pararuly
0,65 – 0,7 m	slídnatý písčitý jíl šedý až světle hnědý
0,7 – 0,8 m	šedý slídnatý jílovitý písek

0,8 – 1,0 m	hnědý jílovitý hrubozrnný písek s kamínky křemene (až 2 cm velikými)
1,0 – 1,2 m	světle šedý slídnatý mírně jílovitý písek
1,2 – 1,35 m	světle šedý slídnatý mírně jílovitý písek s kamínky a valouny křemene (až 3 cm velikými)
1,35 – 1,45 m	světle hnědý silně jílovitý písek až písčité jíl
1,45 – 1,6 m	šedý jílovitý slídnatý písek
1,6 – 1,65 m	křemenný valoun o průměru 10 cm
1,65 – 1,75 m	hnědý slídnatý písek až písčité jíl s kamínky rul
1,75 – 1,85 m	hnědý štěrčík s jílem a pískem s valounky křemene

Z okolí popisuje geologické profily studní v lokalitě pramene Jankovského potoka Tůma (1986). Měřená studna S-1 (dále „Studna“) dosáhla hloubky 4,5 m, zastihla do hloubky 0,3 m tmavošedou humusovitou zeminu, v metrůž 0,3 až 1,5 m silně navětralou migmatitizovanou rulu a v úseku 1,5 až 4,5 m silně až středně navětralou rulu.

3.2 Shrnutí hydrogeologických výsledků prací

Na lokalitě je dominantní mělká zvodeň ve svrchní části připovrchově rozrušených skalních hornin a v kvartérních sedimentech.

Pro sledování mělké zvodně byla na lokalitě vyhloubena a vystrojena hydrogeologická sonda P-2 s následujícími parametry:

Konečná hloubka sondy:	1,35 m od vrchu chráničky
Vrch ocelové chráničky:	0,35 m nad povrchem
Hladina podzemní vody po vystrojení:	0,35 m pod povrchem
Plášť vrtu:	0,0 – 0,1 m štěrkový obsyp
	0,1 – 0,75 m jílové těsnění
	0,75 – 0,8 m pískový přechod
	0,8 – 1,5 m obsyp tříděným štěrkem (kačírek)

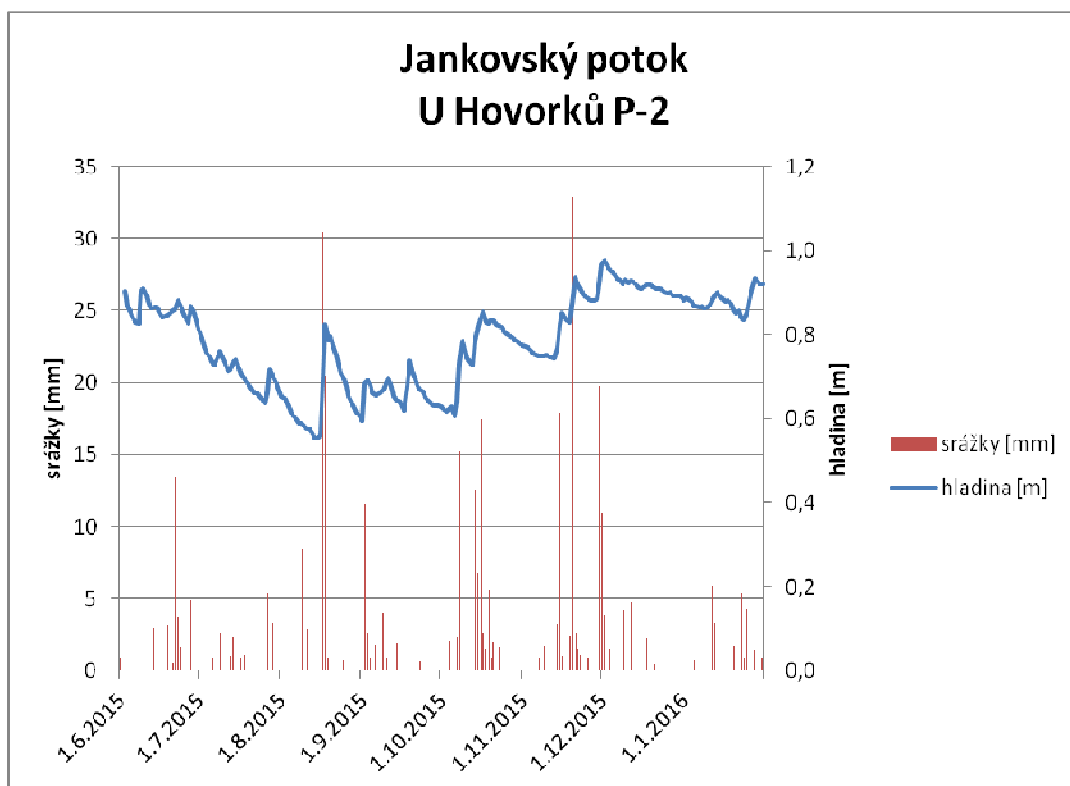
Pozorovací sonda P-2 (fotodokumentace viz příloha 3) byla vystrojena v lokalitě U Hovorků poblíž rýhy pravostranného přítoku Jankovského potoka, který protéká rašeliništěm přiléhajícím k NPP Jankovský potok (profil „Potok“).

V zájmovém okolí, v oblasti pramene Jankovského potoka (1,5 km JJV od obce Vyskytná) popisuje Tůma (1986) vyhloubení a vystrojení 4 studní, a to do hloubky 4,5 až 5 m. Z toho 2 studny měly přirozený přetok na terén v úrovni 0,38 a 0,5 l·s⁻¹. Celková vydatnost všech čtyř

studní byla stanovena na $2,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, u z čehož ovšem většinu tvořila vydatnost studny S-2 ($1,85 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), ostatní studny měly vydatnost řádově nižší. Měřená Studna S-1 měla po vystrojení v roce 1986 přetok na terén $0,38 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Aktuálně její měřený přetok silně kolísal – v červnu 2015 byl změřen v úrovni $0,338 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, v říjnu 2015 v úrovni $0,064 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (viz příloha 2).

Průběh hladiny podzemní vody sondy P-2 je zachycen na obrázku 7. Vliv čerpání, které probíhalo 19. 8. 2015 a 6. 10. 2015 vzhledem odběru vzorků vody pro chemické analýzy, je minimální, hladina rychle nastoupala na svou původní úroveň.

Obrázek 7: Graf vývoje hladiny podzemní vody v sondě za měřené období v závislosti na srážkách



Hladina podzemní vody sondy reagovala relativně rychle a výrazně na srážky. V pozdním jaře a v létě hladina podzemní vody postupně klesala. Nejvýraznější vzestup hladiny byl zaznamenán po srážkové události okolo 18. 8. 2015. Poté docházelo ke kolísání hladiny dle přítomnosti či deficitu srážkových úhrnů. Zpětný postupný nástup hladiny podzemní vody na úroveň z pozdního jara byl zaznamenán v podzimních měsících.

3.3 Shrnutí hydrologických výsledků prací

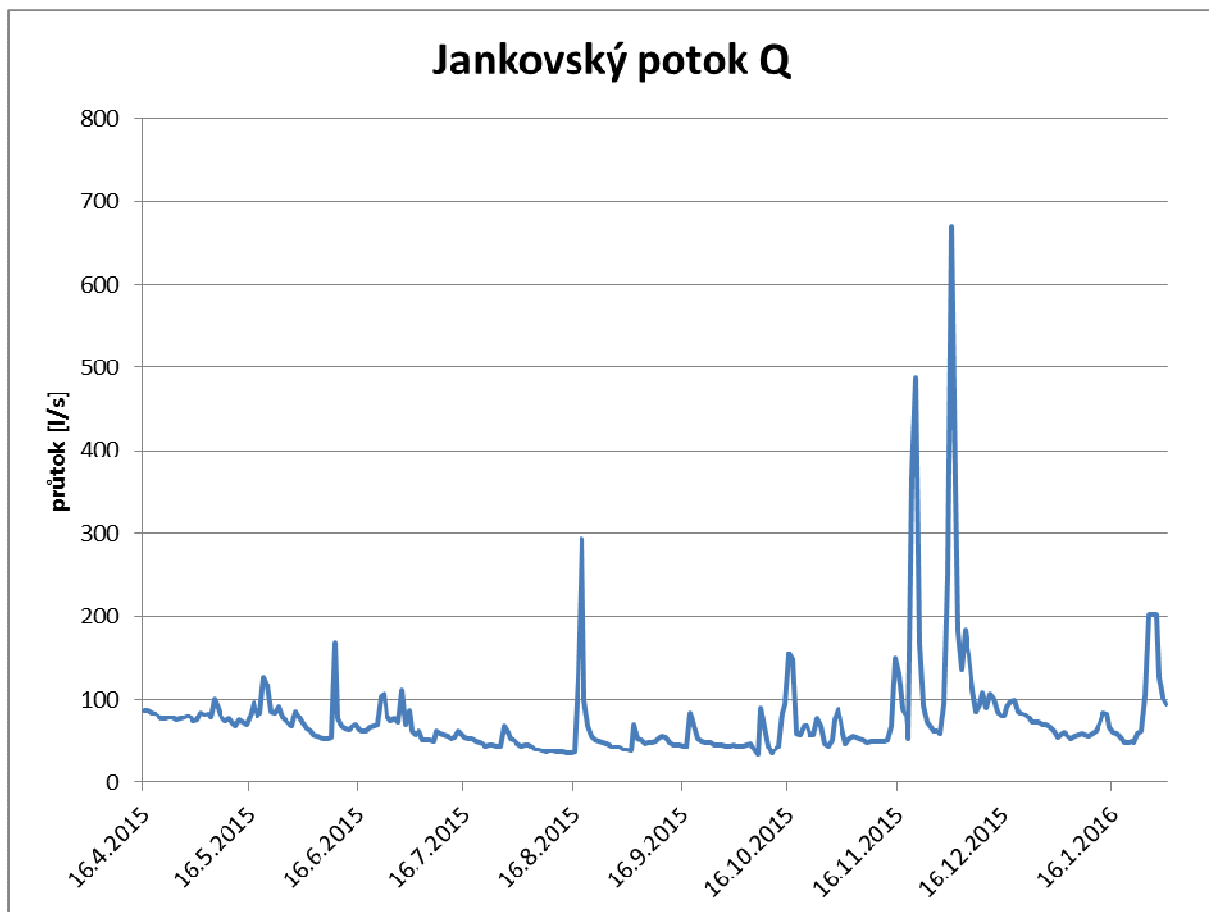
Pro kontinuální měření průtoků povrchových vod byl vybrán profil „Polánka“ na Jankovském

potoce, který leží pod sublokalitou U Hovorků a představuje uzávěrový profil pro tuto lokalitu v povodí Jankovského potoka. Dále byla prováděna jednotlivá měření průtoku na profilu „Potok“ na sublokalitě U Hovorků a jednorázové měření v podélném profilu Jankovského potoka od pramene až pod profil „Polánka“.

3.3.1 Profil „Polánka“ na Jankovském potoce

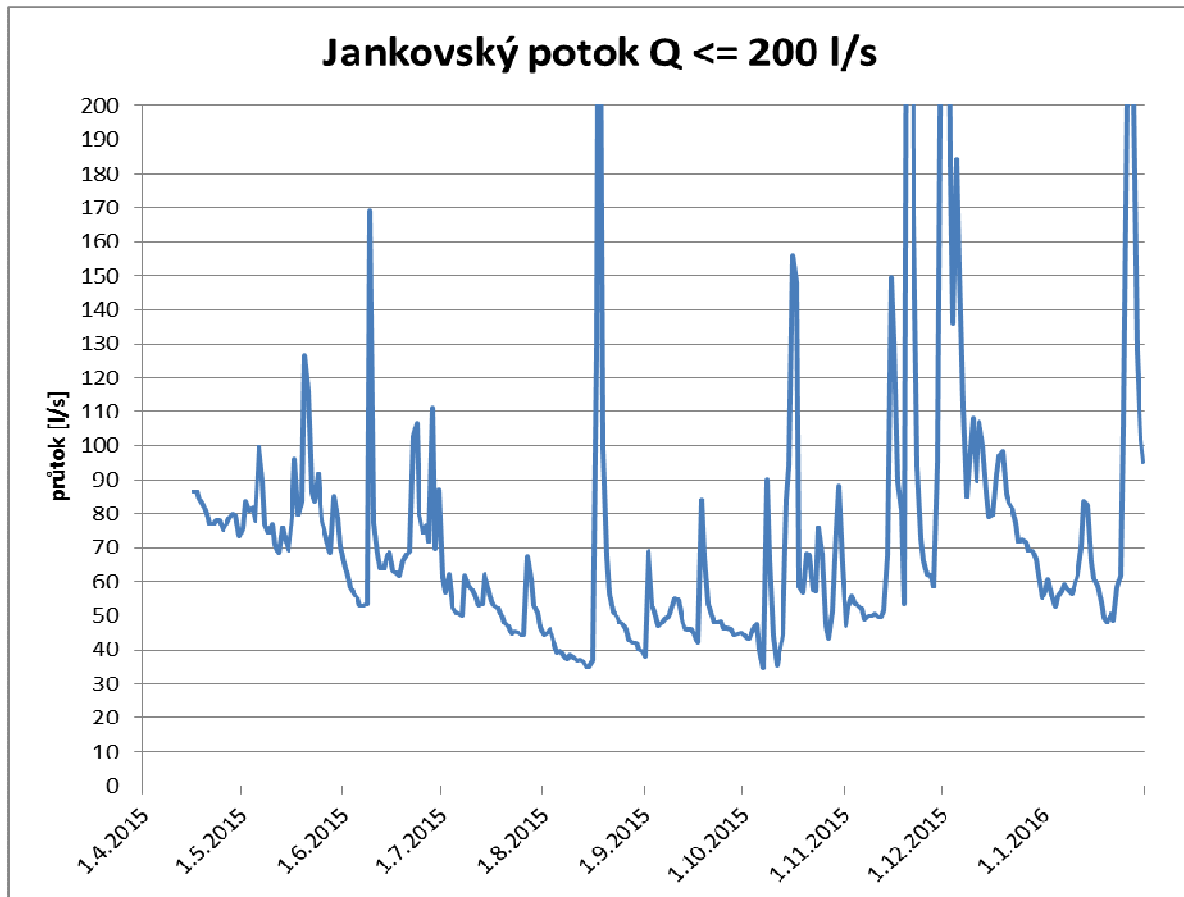
Hladinoměrná stanice byla instalována u silničního mostku v lokalitě „Polánka“ na levém břehu Jankovského potoka. Stanici tvoří tubus s vodočtem zakončený uzamykatelnou schránkou, ve které je uložena sonda ALA zaznamenávající výšku hladiny vody a teplotu (viz fotodokumentace v příloze 3). Průměrný denní průtok na profilu je na obrázku 8.

Obrázek 8: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Polánka“



Vzhledem k lokálním extrémním hodnotám až přes $650 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, kdy průtok Jankovským potokem v profilu „Polánka“ reagoval na srážkové úhrny, byl pro možnost detailnější analýzy minim zhotoven graf na obrázku 9.

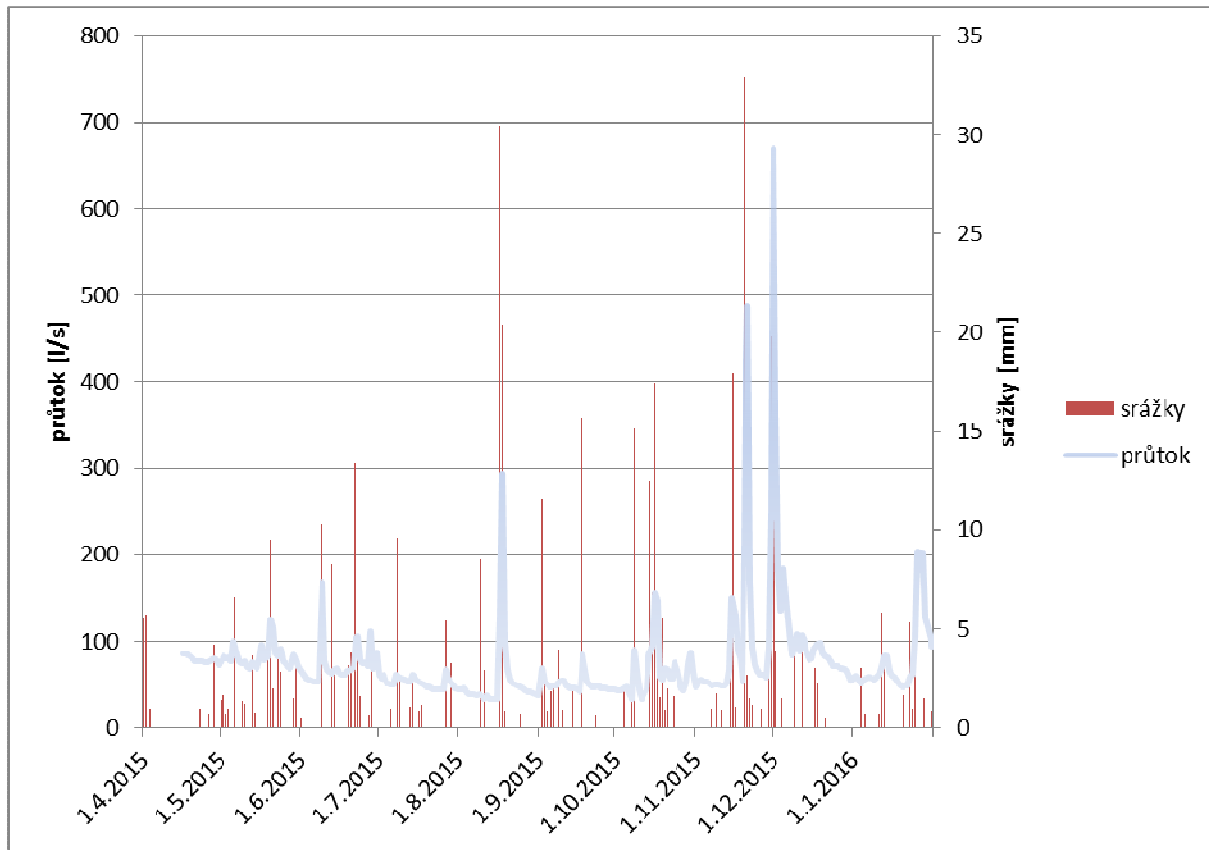
Obrázek 9: Graf detailního vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Polánka“ do výše $200 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$



Nízké průtoky Jankovským potokem na profilu „Polánka“ jsou relativně stálé, ani v nejsušším období neklesly pod $30 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Pro vyčíslení množství srážek na lokalitě byla použita data ze stanic ČHMÚ Hubenov a Nový Rychnov. Ovlivnění průtoků srážkami je patrné z obrázku 10, kdy průtok často velmi silně reaguje na srážkový úhrn.

Obrázek 10: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Polánka“ a denních srážkových úhrnů



Průtok Jankovského potoka reaguje na vyšší srážkové úhrny poměrně výrazně a s drobným časovým zpožděním, což je odpovídající relativně velkému povodí potoka a prostředí krystalinika. V teplých a suchých obdobích roku je potok zásobován zejména podzemní vodou. Nejvyšší průtoky byly zaznamenány po významných srážkových událostech při nasycení povodí (průměrný denní průtok až přes $650 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ na přelomu listopadu a prosince).

3.3.2 Proměření podélného profilu horní části povodí Jankovského potoka

Dne 6. 10. 2015 proběhlo hydrometrování na několika profilech Jankovského potoka v oblasti od prameniště po lokalitu U Truplů („Mezi mlýny“). Šlo o období s nízkými průtoky. Polohu měřených profilů zobrazují obrázky 2 a 5. Výsledky uvádí tabulka 1.

Tabulka 1: Výsledky měření průtoků Jankovského potoka z 6. 10. 2015

Profil	Tok	Průtok
		[l/s]
Studna	Jankovský potok	0,064
Cesta	Jankovský potok	0,200
U hlavní silnice	Jankovský potok	5,200
Potok	přítok od sondy P-2 U Hovorků	7,300
Polánka	Jankovský potok	36,900
Mezi Mlýny	Jankovský potok	34,900

Z výsledků je patrné, že na profilu „Polánka“ se sbíhají příčinky jednotlivých částí horní části povodí Jankovského potoka, na další trajektorii se průtok Jankovským potokem mění již jen nevýznamně.

Průtok na profilu „Mezi mlýny“ vychází o $2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ menší než průtok na výše položeném profilu „Polánka“. Vzhledem k přesnosti hydrometrování ($\pm 10 \%$) je průtok „Mezi mlýny“ v intervalu $31,4\text{--}38,4 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, průtok na „Polánce“ je v intervalu $33,2\text{--}40,6 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Můžeme konstatovat, že v den měření 6. 10. 2015 byly průtoky vyrovnané. Kromě toho malá část vody obchází profil „Mezi mlýny“ náhonem přes lokální rybník v nivě Jankovského potoka.

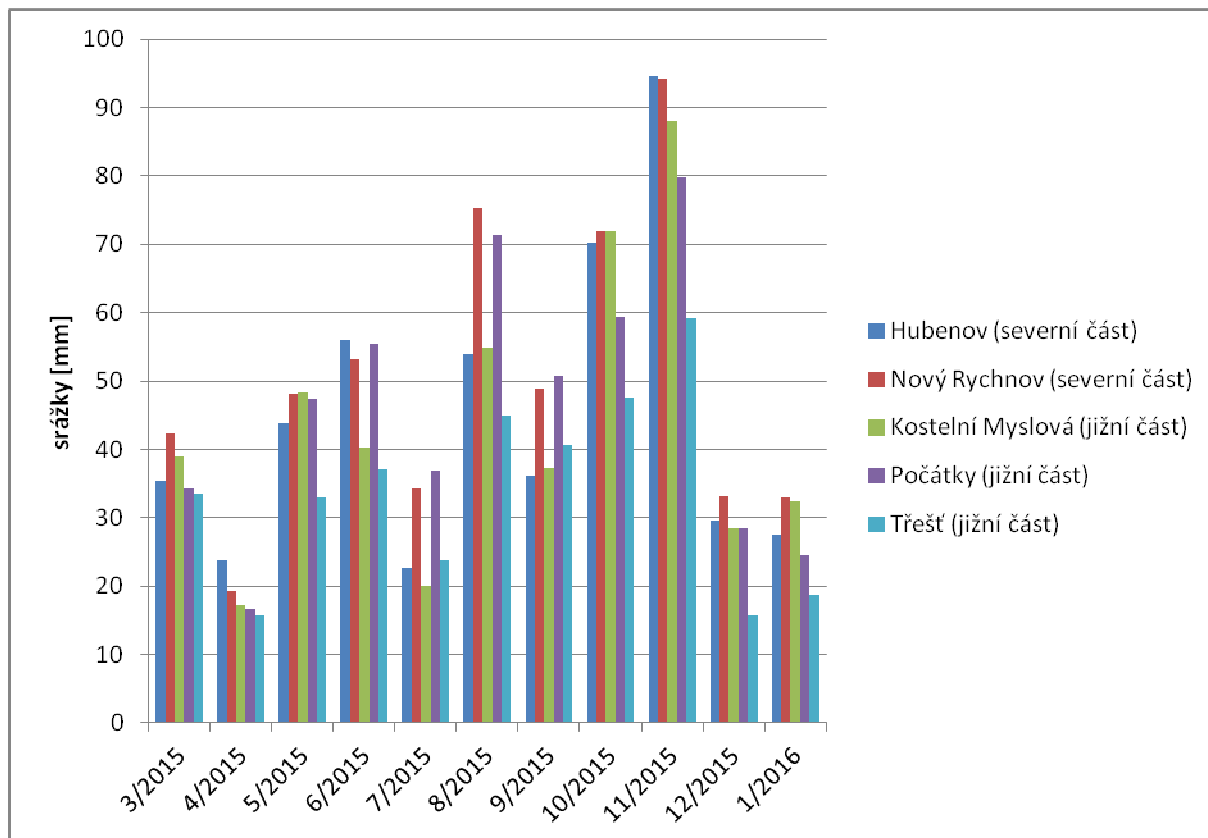
3.3.1 Klimatologická charakteristika sledovaného období

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 11).

Zdroj dat:

http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_act_rain.php?day_offset=&fkraj=13600&fpob=&fucpov=&ok=Vyhledat

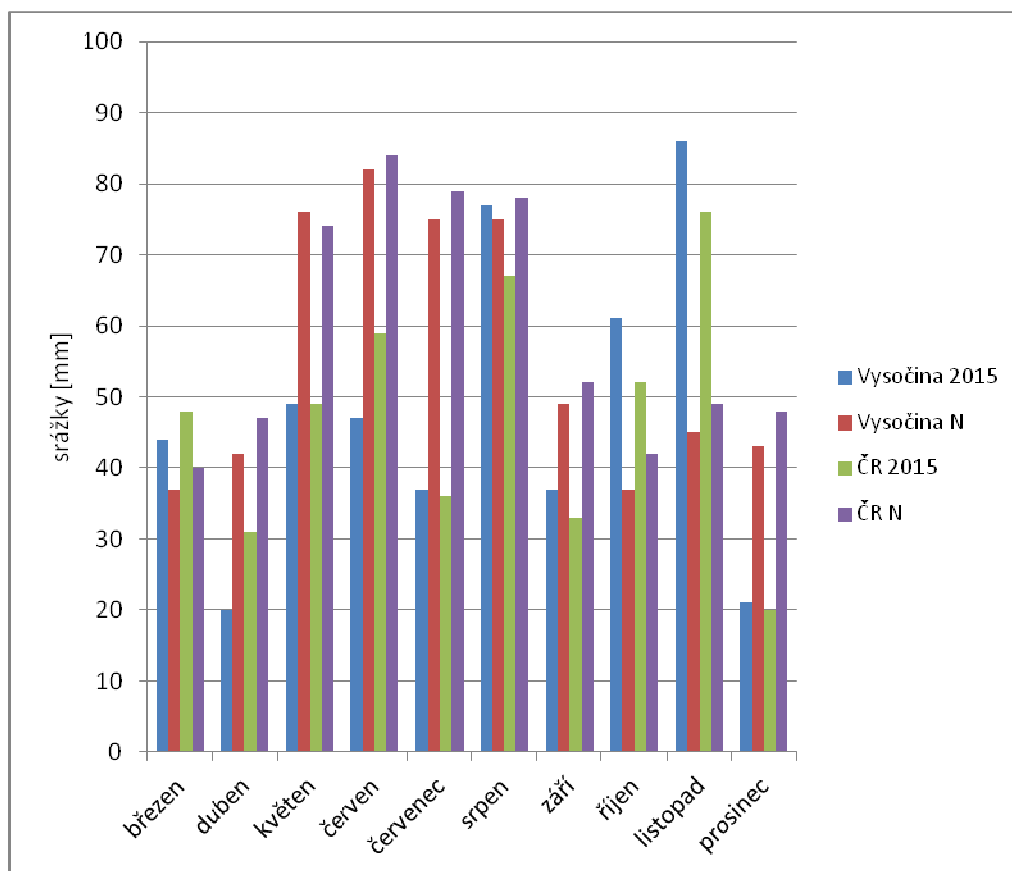
Obrázek 11: Graf měsíčních srážkových úhrnů ze zájmových stanic ČHMÚ



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.

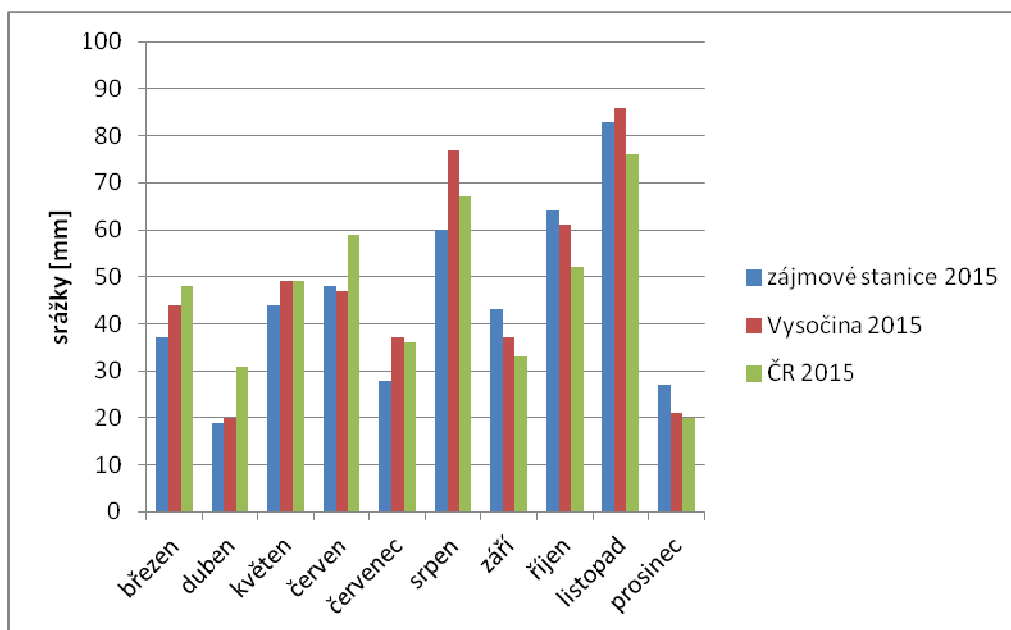
Celkově je sledované období oproti dlouhodobému srážkovému normálu podprůměrné, a to jak v rámci kraje Vysočina, tak z pohledu celé České republiky (obrázek 12).

Obrázek 12: Graf porovnání dlouhodobého srážkového normálu se srážkovými úhrny v roce 2015 (období březen – prosinec) z kraje Vysočina a celé České republiky



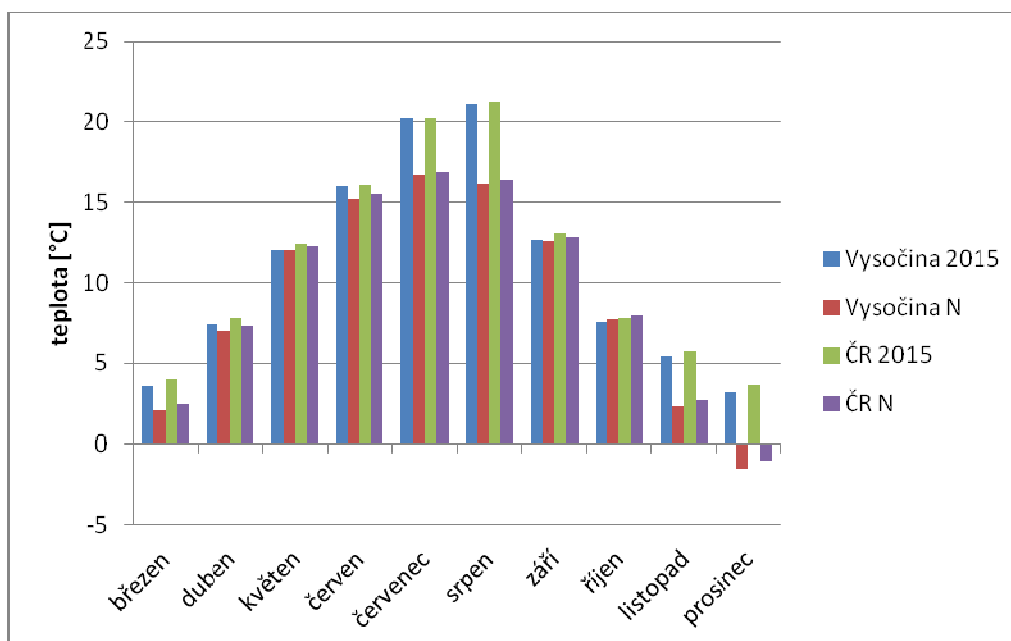
V období březen 2015 – srpen 2015 jsou srážky z našich pěti zájmových stanic oproti Vysočině a ČR rovněž podprůměrné, po zbytek roku 2015 mírně přesahují průměrné hodnoty (obrázek 13).

Obrázek 13: Graf srážkových úhrnů v zájmových stanicích v porovnání s krajem Vysočina a Českou republikou v období března 2015 – prosince 2015.



Sledované období bylo teplotně nadprůměrné, především letní měsíce červen a červenec převyšují dlouhodobý teplotní normál o cca 5 °C (obrázek 14).

Obrázek 14: 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

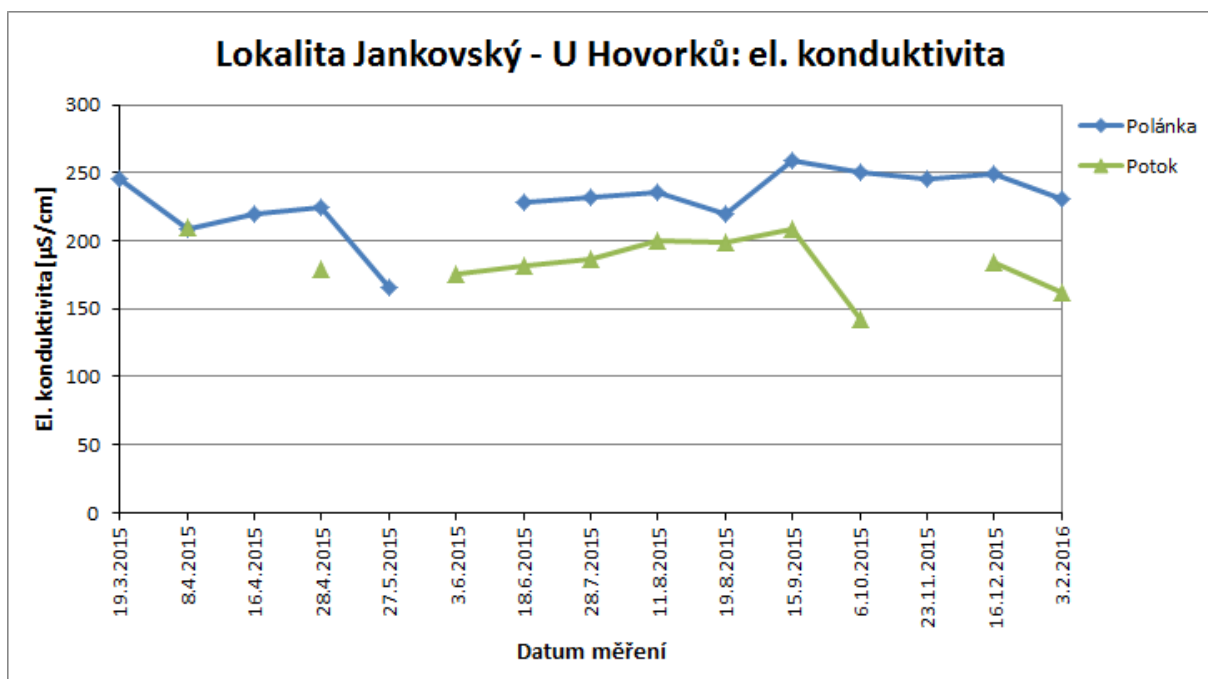
Na lokalitě byla prováděna terénní měření a odběry vzorků pro chemické analýzy vod. Přímou v terénu byly jako základní parametry měřeny konduktivita a teplota vody. Odebrané vzorky byly v laboratoři analyzovány na obsahy dusičnanů a chloridů, v některých případech i obsahy dusitanů, amonných iontů, síranů, 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.

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 15.

Obrázek 15: Graf vývoje konduktivity vody



Z grafu na obrázku 15 vyplývá, že stabilně mírně vyšší konduktivitu vykazovala voda Jankovského potoka na profilu „Polánka“ (většinou mezi 200 a 250 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) oproti konduktivě potoka na sublokalitě U Hovorků (většinou mezi 150 a 200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Zjištění generelně odpovídá archivním měřením Bílého (2004), kdy se v průběhu šesti měření

v letech 2003 a 2004 konduktivita vody na profilu „Polánka“ pohybovala vždy v blízkém okolí hodnoty $250 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a šest měření potoka v témže období v sublokality U Hovorků (U Kokešů) se pohybovala v úrovni cca $200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Při proměřování podélného profilu Jankovského potoka dne 6. 10. 2015 bylo vedle měření průtoku prováděno i měření konduktivity vody. Voda pramene v profilu „Studna“ měla konduktivitu $180 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (průtok $0,064 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), v profilu „Cesta“ zaznamenala voda Jankovského potoka pokles konduktivity na $123 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (průtok $0,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) po průchodu lesní částí povodí. Po připojení přítoku z meliorací následoval však opětovný nárůst konduktivity na $180 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (průtok cca $1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$). Na profilu „U hlavní silnice“ činila konduktivita vody již $220 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a průtok $5,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Níže dochází k přítoku Vyskytenského potoka, přítoku odpadních vod z obce Vyskytná a potoka ze sublokality U Hovorků (konduktivita $142 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, průtok $7,3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$). Na závěrovém profilu „Polánka“ na Jankovském potoce byla konduktivita vody $250 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (průtok $36,9 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$). Na nejspodnějším měřeném profilu na tomto toku „Mezi mlýny“ činila konduktivita vody $236 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ při průtoku $34,9 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (část vody jde náhonem přes přilehlý rybník).

Zjištění generelně odpovídají měřením Bílého (2004), kdy konduktivita pramene Jankovského potoka se v rámci deseti měření v letech 2003 a 2004 pohybovala vždy v těsné blízkosti hodnoty $200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Po naředění dalšími přítoky se hodnota snížila, avšak na profilu „U hlavní silnice“ dosahovala již okolo $230 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a dále již příliš neklesala, což odpovídá i našemu zjištění.

3.4.2 Vývoj reakce vod (pH)

Reakce vod byla měřena většinou v laboratoři na odebraných vzorcích vod. Nejkyselejší byla podzemní voda jednoho z pramenů Jankovského potoka na profilu „Studna“ (pH 5,7). Mírně kyselou reakci měla i podzemní voda sondy P-2 (pH 6,2 až 6,4), což odpovídá prostředí rašeliniště.

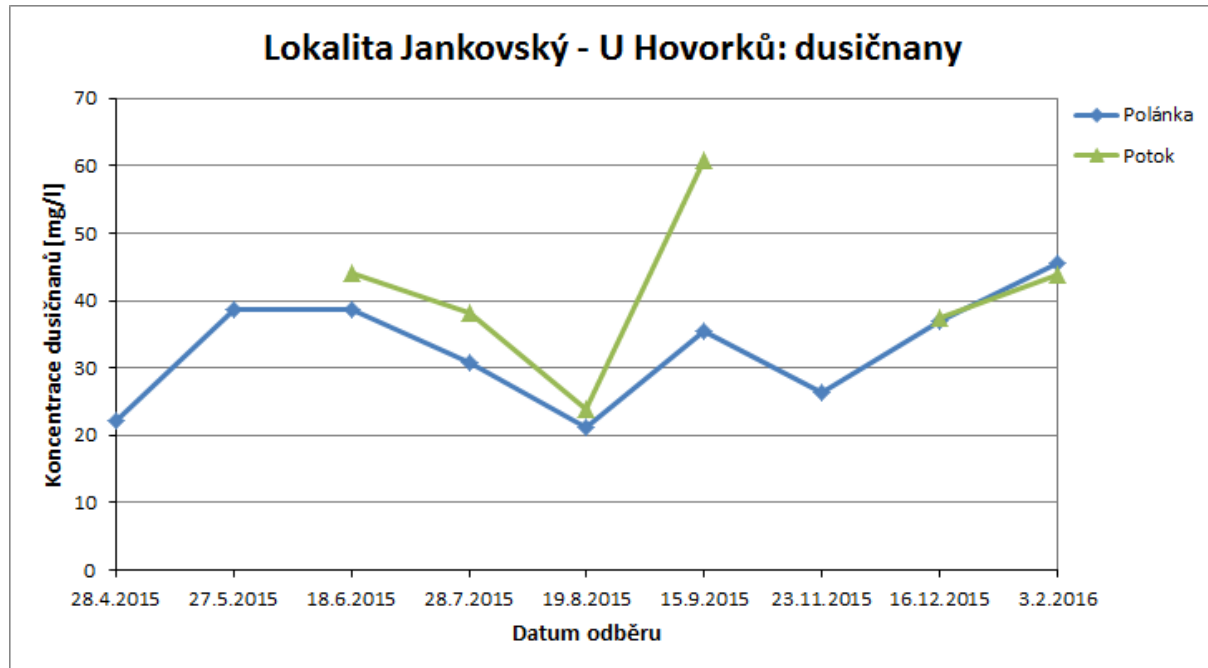
Reakce sledovaných povrchových vod se pohybovala okolo neutrální oblasti jak na profilu „Polánka“ (pH 6,8 až 7,1), tak i na profilu „Potok“ (pH 6,6 až 7,3).

Zjištění generelně odpovídají měřením Bílého (2004) z let 2003 a 2004.

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 16: Graf vývoje koncentrace dusičnanů



Jak ukazuje graf na obrázku 16, jsou koncentrace dusičnanů profilu „Potok“ (až $60,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) většinou mírně vyšší než na uzávěrovém profilu „Polánka“. Oba toky mají koncentrace dusičnanů zvýšené. Na grafu je dobře patrné snížení koncentrací dusičnanů zaznamenané dne 19. 8. 2015, příčinou byly předchozí intenzivní srážky a tím i ředění těchto obsahů.

Voda jednoho z pramenů Jankovského potoka na profilu „Studna“ má rovněž značně zvýšený obsah dusičnanů ($44,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), což odpovídá i zjištění Bílého (2004). Majoritním zdrojem dusičnanů je intenzivní zemědělská činnost v zájmovém povodí.

Nejnižší obsah dusičnanů ($0,513$ až $1,04 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) a naopak nejvyšší obsah amonných iontů ($0,2$ až $0,272 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) měla podzemní voda sondy P-2. Zjištění odpovídá redukčnímu prostředí rašeliniště.

Stabilní obsah dusitanů a prakticky i amonných iontů ve vodě profilu „Polánka“ napovídá ovlivnění komunálními odpadními vodami z obce Vyskytná.

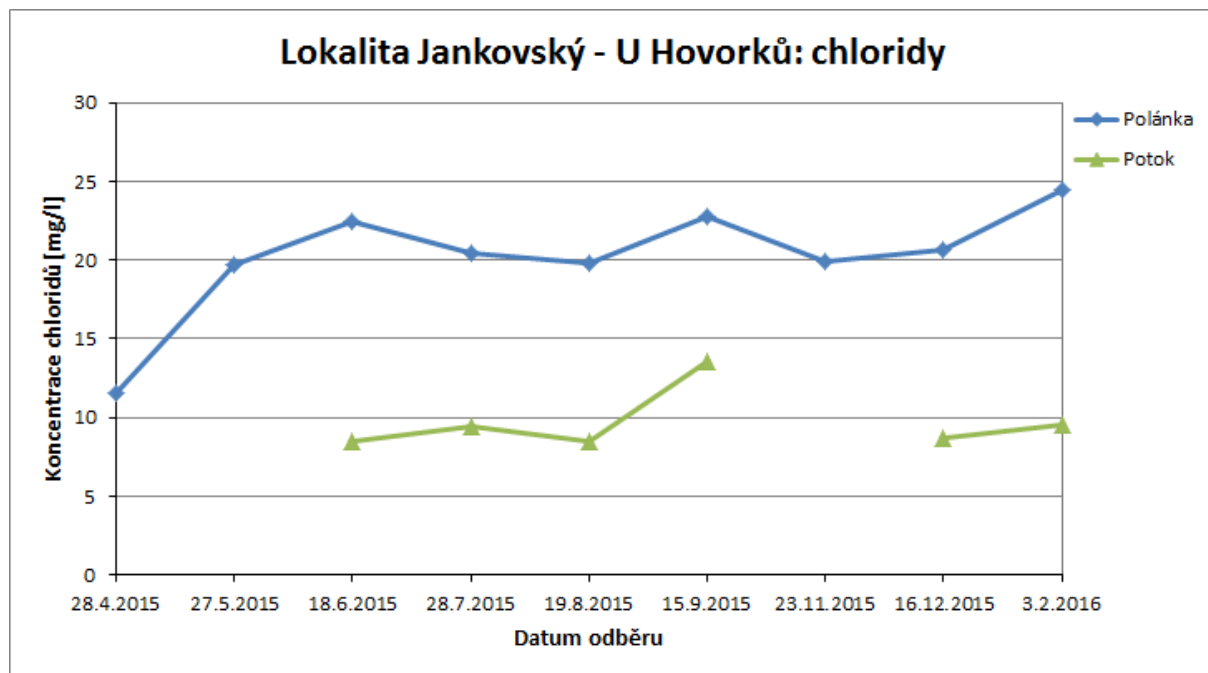
Zjištění generelně odpovídají měřením Bílého (2004), kdy obsah dusičnanů pramene Jankovského potoka se v rámci devíti analýz v letech 2003 a 2004 pohybovala mezi 40 a $50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Obsah dusičnanů v profilu pravostranného přítoku Jankovského potoka na sublokalitě U Hovorků (U Kokešů) se v témže období pohyboval okolo $40 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (tři analýzy) a v profilu „Polánka“ se obsah dusičnanů pohyboval mezi 30 a $40 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (6 analýz). Rovněž obsahy dusitanů na profilu „Polánka“ se pohybovaly v rozmezí $0,04$ až $0,12 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (5 analýz), zvýšený byl i obsah amonných iontů (ve čtyřech z šesti analýz).

Jako optimální koncentraci dusičnanů pro perlorodku říční ve vodě uvádí Bílý (2004) $2,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

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.

Obrázek 17: Graf vývoje koncentrace chloridů



Z grafu na obrázku 17 je patrná stabilně vyšší kontaminace vody Jankovského potoka chloridy (většinou okolo $20 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) oproti nižšímu zatížení jeho přítoku na profilu „Potok“ sublokality U Hovorků (okolo $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Vyšší koncentrace na profilu „Polánka“ lze přičíst stabilnímu přítoku komunálních odpadních vod obce Vyskytná, případně částečně i zimnímu solení silniční sítě v zájmovém povodí.

Podzemní voda sondy P-2 obsahovala jen velmi nízké koncentrace chloridů ($2,07$ až $3,07 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Voda jednoho z pramenů Jankovského potoka v profilu „Studna“ také obsahovala nízké koncentrace chloridů ($6,42 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$)

Zjištění generelně odpovídají měřením Bílého (2004), kdy se obsah chloridů Jankovského potoka na profilu „Polánka“ v rámci tří měření v letech 2003 a 2004 pohyboval mezi cca 14 a $31 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Naproti tomu obsah chloridů pravostranného přítoku Jankovského potoka na sublokality U Hovorků činil tehdy cca $16 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (1 analýza) a voda pramene Jankovského potoka obsahovala okolo $11 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ chloridů (4 analýzy), což jsou mírně vyšší hodnoty proti aktuálně analyzovaným stanovením.

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.

Nejvyšší obsahy ortofosforečnanů byly zaznamenány na profilu „Polánka“ (0,054 až 0,094 mg·l⁻¹), jejich zdrojem jsou s nejvyšší pravděpodobností komunální odpadní vody obce Vyskytná.

Nejvyšší obsahy celkového fosforu byly zaznamenány ve vodě sondy P-2. Obsah celkového fosforu však může být do značné míry funkcí intenzity zákalu (ta byla nejvyšší v odebrané podzemní vodě), neboť se stanovuje z nefiltrovaného vzorku. Zvýšené obsahy celkového fosforu byly i ve vodě profilu „Polánka“ (0,131 až 0,238 mg·l⁻¹), zde je zřejmě příčinou ovlivnění komunálními odpadními vodami.

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.

Obsah vápníku na profilu „Polánka“ (21,6 mg·l⁻¹) nadále nedosahuje hodnot, které by byly vhodné pro výskyt juvenilních stádií perlorodky říční. Bílý (2004) konstatuje rovněž příliš vysoké hodnoty koncentrace vápníku, a to cca 20 mg·l⁻¹ u profilu „Polánka“ (3 analýzy), cca 16 mg·l⁻¹ na profilu pravostranného přítoku Jankovského potoka na sublokalitě U Hovorků a cca 18 mg·l⁻¹ ve vodě pramene Jankovského potoka. Horní limit pro výskyt perlorodky uvádí Bílý (2004) v úrovni 8 mg·l⁻¹.

3.5 Shrnutí hydrobiologických výsledků prací

V rámci hydrobiologických prací byl proveden odběr hydrobiologického materiálu a jeho vyhodnocení na profilu „Polánka“ na Jankovském potoce. Výsledky shrnuje tabulka 2.

Tabulka 2: Fytobentos – kvalitativní složení, relativní abundance

Datum	28. 7. 2015
Taxon	Odhadní (modif.) stupnice dle Marvana a Heteši (2006)
<i>Pseudanabaena sp.</i>	2
<i>Audouinella cf. violacea</i>	5
<i>Chrysococcus sp.</i>	3
<i>Tribonema viride</i>	3
<i>Aulacoseira sp.</i>	3

Datum	28. 7. 2015
Taxon	Odhadní (modif.) stupnice dle Marvana a Heteši (2006)
<i>Gomphonema parvulum</i>	2
<i>Luticola sp.</i>	2
<i>Melosira varians</i>	2
<i>Navicula cryptocephala</i>	2
<i>Navicula gregaria</i>	5
<i>Navicula lanceolata</i>	5
<i>Navicula rhynchocephala</i>	2
<i>Nitzschia palea</i>	2
<i>Nitzschia sp.</i>	2
<i>Pinnularia cf. maior</i>	3
<i>Pinnularia viridis</i>	3
<i>Surirella cf. capronii</i>	3
<i>Synedra ulna</i>	3
<i>Chlamydomonas sp.</i>	1
<i>Crucigenia fenestrata</i>	1
<i>Roya obtusa</i>	2
<i>Trachelomonas cf. cervicula</i>	2

Složení fyto Bentosu s převahou rozsivek (Bacillariophyceae) plně odpovídá charakteru toku.

4 SYNTÉZA ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ

Lokalita rašeliniště U Hovorků je z hydrogeologického hlediska vázána na nepropustnou vrstvu jílu.

Z hydrologického hlediska reaguje průtok Jankovského potoka poměrně velmi rychle na zvýšené na srážkové úhrny. Ani ve výrazně suchých obdobích však jeho průtok v profilu „Polánka“ neklesá pod 30 l·s⁻¹.

Je to způsobeno tím, že Jankovský potok je v suchých obdobích sycen převážně podzemními vodami. Ty mají dlouhodobě zvýšený obsah dusičnanů. Dusičnany pocházejí zejména ze zemědělského hospodaření, méně z komunálních odpadních vod. Obsahy dusičnanů jsou vysoké už od pramene Jankovského potoka, ani níže však jejich koncentrace příliš neklesají, vysoké jsou i ve vodě pravostranného přítoku Jankovského potoka v lokalitě u Hovorků.

Koncentrace dusičnanů ve vodách zájmového území mají velmi vysokou setrvačnost výskytu, ani více než dvacetiletá ochrana NPP nedokázala jejich obsahy významněji snížit, jak ukazuje srovnání s hodnotami zjištěnými Bílým (2004).

5 DOPORUČENÍ

Problém zvýšeného obsahu dusičnanů ve vodách Jankovského potoka a jeho přítoků není jednoduše a rychle řešitelný, neboť dusičnany pocházejí z dlouhodobého vystavení povodí potoka intenzivní zemědělské činnosti. Zvýšený obsah dusičnanů je problémem jak pro vodárenskou nádrž Švihov, tak dlouhodobě i pro výskyt perlorodky říční. Také například obsah vápníku ve vodě není perlorodce říční příznivý. Proto při hledání příhodnějších podmínek pro perlorodku říční se doporučujeme zaměřit na další toky v oblasti, které mají chemismus vody dlouhodobě příznivější (Kladinský potok, horní část Vyskytenského potoka).

Voda větších toků v lokalitě U Hovorků (Jankovský potok i jeho pravostranný přítok v profilu „Potok“) má vyšší obsah nutrietů. Proto nedoporučujeme touto vodou zásobovat uvedené rašeliniště v suchých obdobích.

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 Jankovský – U Hovorků.

V rámci prací byla kontinuálně sledována hladina podzemní vody na rašeliništi U Hovorků, proběhla série zejména hydrologických měření na Jankovském potoce, hydrochemických analýz, doplňkově i hydrobiologická stanovení.

Jankovský potok i některé jeho přítoky jsou dlouhodobě kontaminovány sloučeninami dusíku, zejména dusičnany. Ani přes dvacet let dlouhá ochrana národní přírodní památky nepřinesla výraznější snížení těchto látek v povodí, což nevyhovuje jak nárokům perlorodky říční, tak i velmi významnému jímání povrchových vod pro zásobování obyvatelstva v nádrži Švihov.

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.
- Bílý M. (2004): Ekologie lokalit perlorodky říční. Závěrečná zpráva úkolu 3030 za rok 2004. – VÚV TGM Praha, 142 stran.
- Čech L., Šumpich J., Zabloužil 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
- 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, spravuje ČHMÚ Praha
- <http://heis.vuv.cz/> – Hydroekologický informační systém, spravuje VÚV TGM, v.v.i., Praha
- 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.
- Marvan, P., Heteša, J.: Metodika odběru a zpracování vzorků fytoobentosu tekoucích vod. VÚV TGM, 2006
- Matějková V., Štěřík M., Štěříková J., Tvrđý 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
- Sáňka V. (1995): Mapa geochemie povrchových vod ČR. List 23-23 Jihlava. Měřítko 1 : 50 000. – Český geologický ústav.
- 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. (1986): Zpráva o hydrogeologickém průzkumu Vyskytná. – Vodní zdroje Bylany, Chrudim, archiv ČGS (Geofond) pod P62245, 7 stran.
- Veselá M. (1991): Geologická mapa ČR. List 23-23 Jihlava. Měřítko 1 : 50 000. – Ústřední ústav geologický.
- www.dedictvivysociny.cz
- Základní vodohospodářská mapa ČR, list 23-23 Jihlava, měřítko 1 : 50 000.
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Příloha 1: Tabulka výsledků chemických analýz vody

Lokalita	Sublokalita	Bod	Datum odběru	Číslo vzorku	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Amonné ionty	NO ₂ ⁻	N-NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P-PO ₄ ³⁻	P _{celk.}	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]
Jankovský – U Hovorků	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	28.4.2015	1746	6,9	11,5					22,1						
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	27.5.2015	2301	6,7	19,7		0,056	0,225	0,068	38,7	8,74	0,044	0,076	0,131	21,6	
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	18.6.2015	2497	7,1	22,4					38,7	8,74			0,18		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	28.7.2015	3074		20,4					30,8	6,96			0,238		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	19.8.2015	3450	7	19,8	26,7	0,073	0,116	0,035	21,3	4,81	0,056	0,094	0,153		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	15.9.2015	3782	7,1	22,8					35,5	8,02					
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	23.11.2015	5095	6,8	19,9		0,133	0,078	0,024	26,3	5,94	0,104	0,054			
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	16.12.2015	5648	6,8	20,7	20,4	0,065	0,063	0,019	37	8,36	0,05	0,054			
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	3.2.2016	296	6,8	24,5		<0,05	0,094	0,029	45,6	10,3	<0,039				150
	U Hovorků	Potok	18.6.2015	2498	7,3	8,49					44	9,94			0,039		
	U Hovorků	Potok	28.7.2015	3075		9,41					38,1	8,61			0,071		
	U Hovorků	Potok	19.8.2015	3452	7	8,5	19,4	0,066	0,108	0,033	23,8	5,38	0,051	0,028	0,082		
	U Hovorků	Potok	15.9.2015	3783	7,3	13,6					60,8	13,7					
	U Hovorků	Potok	16.12.2015	5649	6,8	8,67	15,6	<0,05	<0,05	<0,015	37,4	8,45	<0,039	<0,025			
	U Hovorků	Potok	3.2.2016	297	6,6	9,55		<0,05	<0,05	<0,015	43,9	9,92	<0,039				120
	U Hovorků	Sonda P-2	19.8.2015	3451	6,4	3,07	27,8	0,2	<0,05	<0,039	1,04	0,235	0,155	<0,025	0,503		
	U Hovorků	Sonda P-2	16.12.2015	5650	6,2	2,07	36,2	0,272	<0,05	<0,015	0,513	0,116	0,211	0,045			

Lokalita	Sublokalita	Bod	Datum odběru	Číslo vzorku	pH	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Amonné ionty	NO ₂ ⁻	N-NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P-PO ₄ ³⁻	P _{celk.}	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]
	Jankovský potok	Studna	18.6.2015	2499	5,7	6,42					44,5	10,1			<0,025		

Příloha 2: Tabulka vybraných výsledků terénního měření

Lokalita	Sublokalita	Bod	Datum měření	El. konduktivita	Typ měření el. konduktivity	Průtok	Typ měření průtoku
				[μ S/cm]		[l/s]	
Jankovský – U Hovorků	Jankovský potok	Cesta	6.10.2015	123,00	v terénu	0,200	do nádoby
	Jankovský potok	Mezi mlýny	6.10.2015	236,00	v terénu	34,900	hydrometrování
	Jankovský potok	Pod ústím meliorace	6.10.2015	180,00	v terénu		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	19.3.2015	245,00	v terénu		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	8.4.2015	209,00	v terénu		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	16.4.2015	220,00	v terénu	71,900	hydrometrování
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	28.4.2015	225,00	v terénu		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	27.5.2015	166,00	v terénu		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	18.6.2015	228,00	v terénu	60,500	hydrometrování
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	28.7.2015	232,00	v terénu		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	11.8.2015	236,00	v terénu		
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	19.8.2015	220,00	v terénu	63,000	hydrometrování
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	15.9.2015	259,00	v terénu	34,500	hydrometrování
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	6.10.2015	250,00	v terénu	36,900	hydrometrování
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	23.11.2015	246,00	v terénu	72,500	hydrometrování
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	16.12.2015	249,00	v terénu	69,500	hydrometrování
	Jankovský potok, U Hovorků	Polánka	3.2.2016	231,00	v terénu	92,500	hydrometrování
	U Hovorků	Potok	8.4.2015	210,00	v terénu		
	U Hovorků	Potok	28.4.2015	179,00	v terénu		
	U Hovorků	Potok	3.6.2015	176,00	v terénu		
	U Hovorků	Potok	18.6.2015	182,00	v terénu	10,000	hydrometrování
	U Hovorků	Potok	28.7.2015	187,00	v terénu		
	U Hovorků	Potok	11.8.2015	200,00	v terénu		
	U Hovorků	Potok	19.8.2015	199,00	v terénu	9,200	hydrometrování
	U Hovorků	Potok	15.9.2015	209,00	v terénu	9,000	hydrometrování
	U Hovorků	Potok	6.10.2015	142,00	v terénu	7,300	hydrometrování
	U Hovorků	Potok	16.12.2015	184,00	v terénu	14,200	hydrometrování
	U Hovorků	Potok	3.2.2016	162,00	v terénu	0,000	bez průtoku
U Hovorků	Skruž	11.8.2015	363,00	v terénu	0,010	do nádoby	
U Hovorků	Sonda P-2	18.6.2015	385,00	v terénu	0,000	bez průtoku	

Lokalita	Sublokalita	Bod	Datum měření	El. konduktivita	Typ měření el. konduktivity	Průtok	Typ měření průtoku
				[$\mu\text{S}/\text{cm}$]		[l/s]	
Jankovský – U Hovorků	U Hovorků	Sonda P-2	19.8.2015	272,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	U Hovorků	Sonda P-2	6.10.2015	201,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	U Hovorků	Sonda P-2	16.12.2015	219,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	U Hovorků	Sonda P-2	3.2.2016	142,00	v terénu	0,000	bez průtoku
	Jankovský potok	Studna	18.6.2015	167,00	v terénu	0,338	do nádoby
	Jankovský potok	Studna	6.10.2015	180,00	v terénu	0,064	do nádoby
	Jankovský potok	U hlavní silnice	6.10.2015	220,00	v terénu	5,200	hydrometrování

Příloha 3: Vybraná fotodokumentace

Lokalita U Hovorků – celkový pohled



Lokalita U Hovorků – kontrola hydrogeologické sondy P-2



Jankovský potok – vodočetná stanice na profilu „Polánka“



Jankovský potok – měření průtoku hydrometrickou vrtulí na profilu „U hlavní silnice“

