



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

veřejná výzkumná instituce

Hydrogeologická studie poměrů vybraných lučních rašelinišť na Jihlavsku – lokalita Na Oklice

Závěrečná zpráva

Mgr. Pavel Eckhardt

Zadavatel: EHP fondy 2009–2014

Číslo výtisku:

Praha, únor 2016



Hydrogeologická studie poměrů vybraných
lučních rašelinišť na Jihlavsku –
lokalita Na Oklice

Závěrečná zpráva

Mgr. Pavel Eckhardt

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
1.1 Aktuální změny přírodního prostředí na lokalitě.....	9
2 POSTUP A STRUČNÁ METODIKA PRACÍ	9
2.1 Postup a metodika hydrogeologických a hydrologických prací.....	10
2.1.1 Použité hladinoměrné sondy pro automatické odečítání hladin.....	11
2.2 Postup a metodika odběrů vzorků pro chemické analýzy.....	12
3 VÝSLEDKY PRACÍ.....	13
3.1 Shrnutí geologických výsledků prací.....	14
3.2 Shrnutí hydrogeologických výsledků prací.....	15
3.3 Shrnutí hydrologických výsledků prací.....	16
3.3.1 Klimatologická charakteristika sledovaného období	18
3.4 Shrnutí hydrochemických výsledků prací.....	22
3.4.1 Vývoj konduktivity vod.....	22
3.4.2 Vývoj reakce vod.....	23
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
4 SYNTÉZA ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ	24
5 DOPORUČENÍ	25
6 ZÁVĚR	25
POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY	26

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)

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 v sondě za měřené období v závislosti na srážkách a čerpání

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

Obrázek 8: Graf detailního vývoje nízkých průtoků na profilu „Vodočet“

Obrázek 9: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Vodočet“ a denních srážkových úhrnů

Obrázek 10: Graf měsíčních srážkových úhrnů ze zájmových stanic ČHMÚ

Obrázek 11: Graf porovnání dlouhodobého srážkového normálu se srážkovými úhrny v roce 2015 (období březen – prosinec) z kraje Vysočina a celé České republiky

Obrázek 12: Graf srážkových úhrnů v zájmových stanicích v porovnání s krajem Vysočina a Českou republikou v období březen 2015 – prosinec 2015

Obrázek 13: Graf průměrných měsíčních teplot v roce 2015 a jejich porovnání s dlouhodobým teplotním normálem (N) z kraje Vysočina a celé ČR

Obrázek 14: Graf vývoje konduktivity vody

Obrázek 15: Graf vývoje koncentrace dusičnanů

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 Na Oklice.

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.

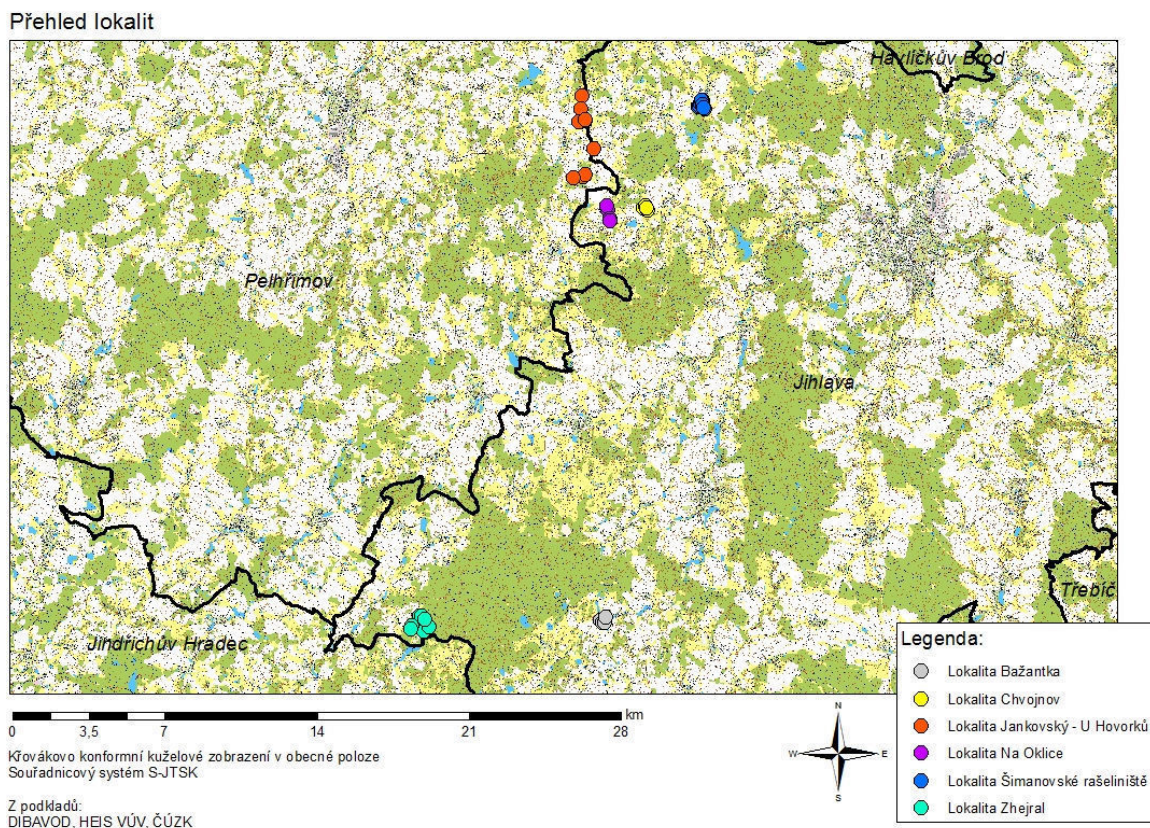
Studovaná luční rašeliniště na Jihlavsku jsou daleko méně rozsáhlá a známá, a tudíž i z hlediska vodního režimu méně zkoumaná než například šumavské slatě, rašeliniště v třeboňské pánvi (např. Kněžek et al., 2003; Kučerová, 2001; Bachtíková, 2013), nebo rašeliniště Krušných hor (např. Sýkorová, 1993; 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 (např. Růžička, 1989). 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 obcí Hojkov a Milíčov.

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 660 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 lokalitu odvodňuje Milíčovský potok, levostranný přítok Hojkovského potoka, který leží v povodí Jedlovského potoka, což je levostranný přítok řeky Jihlavy. Asi 1 km severozápadně od lokality Na Oklice prochází evropské rozvodí (Labe – Dunaj)

Z **geologického hlediska** je skalní podloží celé oblasti budováno krystalinikem Moldanubika (Mísař et al., 1983). Konkrétně je podloží západní části lokality tvořeno cordierit-biotitickým migmatitem, východní a jižní část lokality tvoří plutonity centrálního moldanubického masívu. Mezi nimi převládá drobnozrnná biotit-muskovitická žula typu Bílý Kámen, v menší míře je v centrální a jižní části lokality zastoupena jemnozrnná dvojslídňá žula (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 připovrchovou vrstvu lokality pak tvoří převážně rašeliny (Veselá, 1991).

Z **hydrogeologického hlediska** leží zájmové území v hydrogeologickém rajónu základní vrstvy 6550 Krystalinikum v povodí Jihlavy (Olmer et al., 2006). Oblast leží v útvaru podzemních vod základní vrstvy 65500 Krystalinikum v povodí Jihlavy. V tomto rajónu je nejvýznamnější mělká zvodeň umístěná v připovrchovém pásmu rozrušení skalních krystalinických hornin a případně i v kvartérních sedimentech.

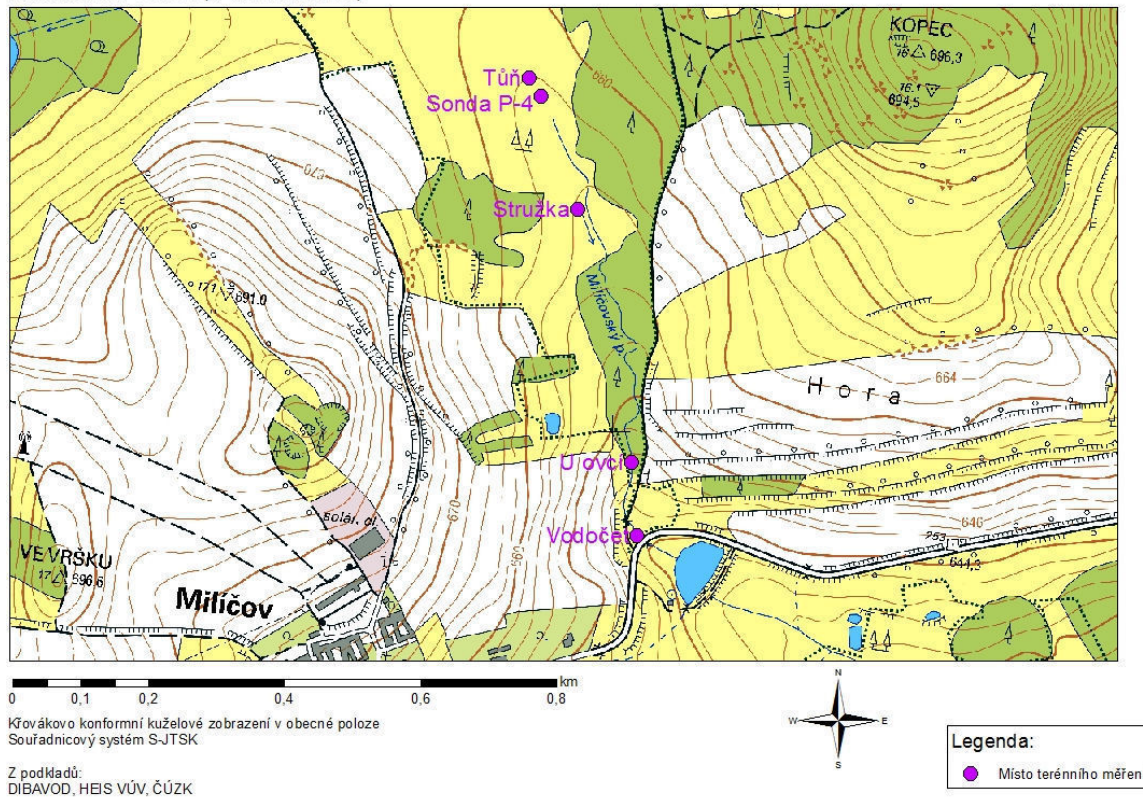
Koeficient transmisivity T krystalinického podloží lokality se pohybuje v rozmezí $5,2 \cdot 10^{-5}$ až $8,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rašeliny v pramenních území vodních toků (nejsvrchnější horizont lokality) mají koeficient transmisivity nižší než $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2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

Z hlediska **geochemie** podzemních vod leží lokalita na hranici základního typu vody chemismu Ca-HCO_3 a smíšeného typu Ca-SO_4 , s nízkou celkovou mineralizací pod $0,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Myslil, 1985b).

Z **hlediska ochrany přírody a krajiny** je lokalita chráněna jako maloplošné chráněné území, a to jako přírodní rezervace (rok vyhlášení 1997) a v rámci sítě NATURA 2000 o rozloze 55,7 ha (spolu s lokalitou Nad Svitákem). Předmětem ochrany je mimo jiné komplex svahového rašeliniště a zbytek přechodového údolního rašeliniště se vzácnou vegetací a živočichy (například www.dedictvivysociny.cz a <http://csop-jihlava.euweb.cz>).

Obrázek 2: Podrobná mapa zájmové lokality

Lokalita Na Oklice (u obce Milíčov)



1.1 Aktuální změny přírodního prostředí na lokalitě

Lokalitu tvoří komplex prameništěního rašeliniště s rašelinnými loukami na mírně k jihu skloněném svahu v horní široké části údolí (Růžička, 1989). Na lokalitě neproběhly plánované rozsáhlé odvodňovací práce, zůstává tak mezi sledovanými rašeliništi výjimkou. Lokalita nebyla významněji hospodářsky využívána, hromadily se tu však černé skládky komunálního odpadu a výrazné bylo zarůstání náletovým smrkovým lesem.

Na zájmové lokalitě proběhla na počátku roku 2015 rozsáhlá revitalizace, která spočívala mimo jiné v odklizení černých skládek a vykácení smrkové monokultury. Významnější vodní prvky (tůň apod.) nebyly, na rozdíl od revitalizací na dalších sledovaných rašeliništích, realizovány.

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 „Vodočet“, 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.

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

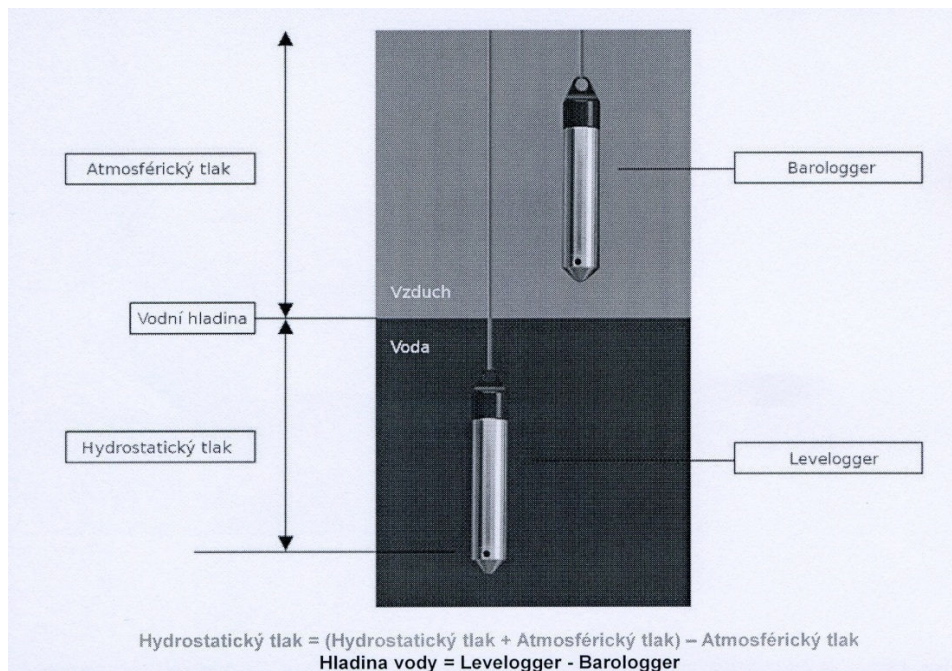
Na vybraném toku v každé zájmové lokalitě byla instalována hladinoměrná stanice. Ta byla vyrobena z jednoduchého železného profilu, sonda zaznamenávající data byla uchycena na háček a skryta za plastový vodočet. Mimo Jankovského potoka nepřesáhla výška staniček 50 cm. Jejich uchycení v toku bylo provedeno 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 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 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 započítáním 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 $\pm 0,2$.

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. Doplňkově byly realizovány i hydrobiologické odběry a jejich vyhodnocení.

Obrázek 5: Podrobná ortofotomapa zájmové lokality

Lokalita Na Oklice (u obce Milíčov)



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, HBIS VÚV, ČÚZK



Legenda:

● Místo terénního měření

Charakterizace jednotlivých měřených profilů a bodů (viz mapa na obrázku 5) byla následující: Profil „Tůň“ v severnější části lokality je drobná sníženina izometrického tvaru, ve které se v některých obdobích hromadí povrchová voda. „Sonda P-4“ byla vyhloubena pro ověření geologického sledu lokality a hydrogeologická sledování v severnější části lokality. Profil „Stružka“ představuje velmi drobnou vodoteč v centrální části lokality, kterou po část roku protéká povrchová voda rašeliniště. Profil „U ovcí“ leží v jižní části lokality u místní komunikace, a to dále na vodoteči pod profilem „Stružka“. Po většinu roku se zde alespoň v minimálním množství povrchová voda vyskytovala. Profil „Vodočet“ leží na Milíčovském potoce pod profilem „U ovcí“ na propustku silnice Dušejov – Milíčov. Voda dále odtéká do blízkého rybníka a na chráněnou lokalitu Nad Svitákem.

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-4. Poloha sondy je znázorněna v podrobné mapce na obrázku 5.

Sonda zastihla následující horninový sled:

0,0 – 0,1 m	černohnědý drn s kořínky a zbytky rostlin
0,1 – 0,3 m	rašelina světle hnědá s kořínky
0,3 – 0,5 m	světle šedý vazný jíl s příměsí písku
0,5 – 0,52 m	bílý hrubozrnný křemitý písek s příměsí šedého jílu
0,52 – 0,7 m	šedý vazný jíl, silně písčité
0,7 – 1,8 m	světle šedý ulehlý jíl, slabě písčité

3.2 Shrnutí hydrogeologických výsledků prací

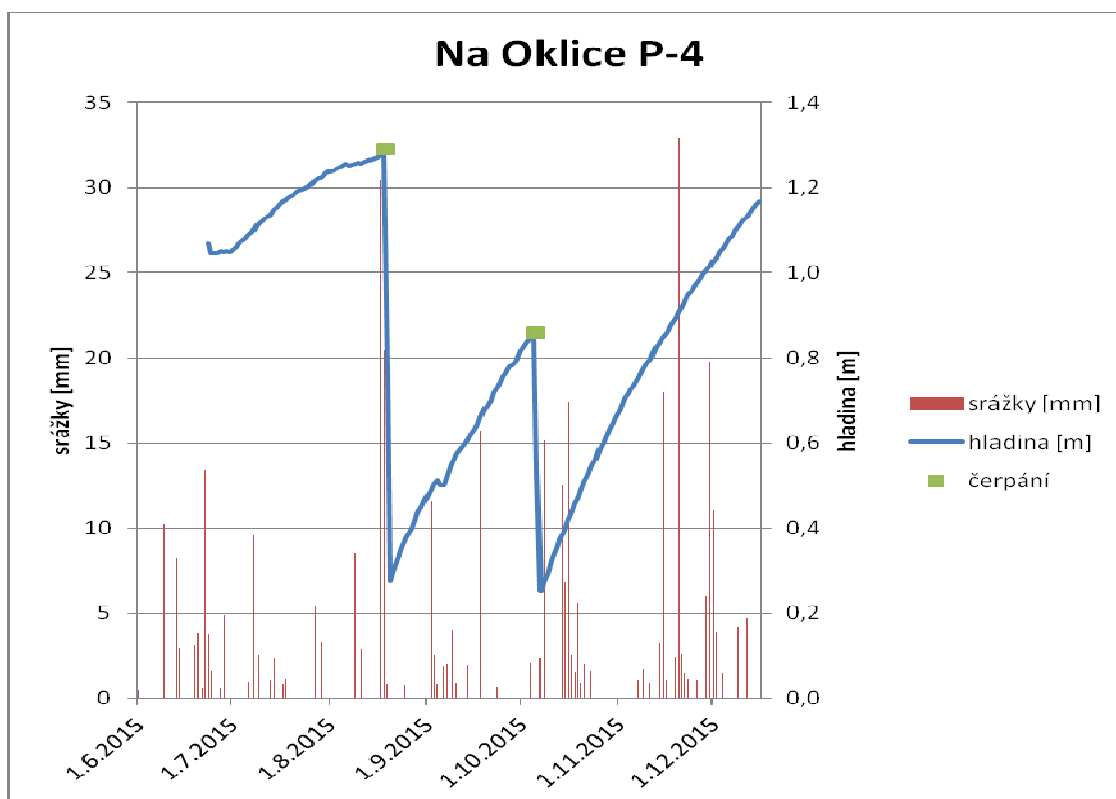
Na lokalitě je dominantní mělká zvodeň ve svrchní části připovrchově rozrušených skalních hornin a v kvartérních sedimentech.

Pro studium mělké zvodně rašeliniště byla na lokalitě vyhloubena a vystrojena mělká sonda s následujícími parametry:

Konečná hloubka vrtu:	1,90 m od vrchu chráničky
Vrch chráničky:	0,35 m nad povrchem
Hladina podzemní vody po vystrojení:	0,85 m od vrchu chráničky, tzn. 0,50 m pod povrchem

Sonda P-4 byla vystrojena v severní části centra rezervace, v oblasti prameniště Milíčovského potoka. Průběh hladiny podzemní vody byl značně ovlivněn čerpáním z důvodu odběru vzorků v srpnu a září 2015. Hladina podzemní vody se již nevrátila na úroveň po vyhloubení sondy, to bylo dáno extrémně slabou propustností horninového prostředí. Z tohoto důvodu bylo pozorování ukončeno 16. 12. 2015.

Obrázek 6: Graf vývoje hladiny podzemní vody v sondě za měřené období v závislosti na srážkách a čerpání

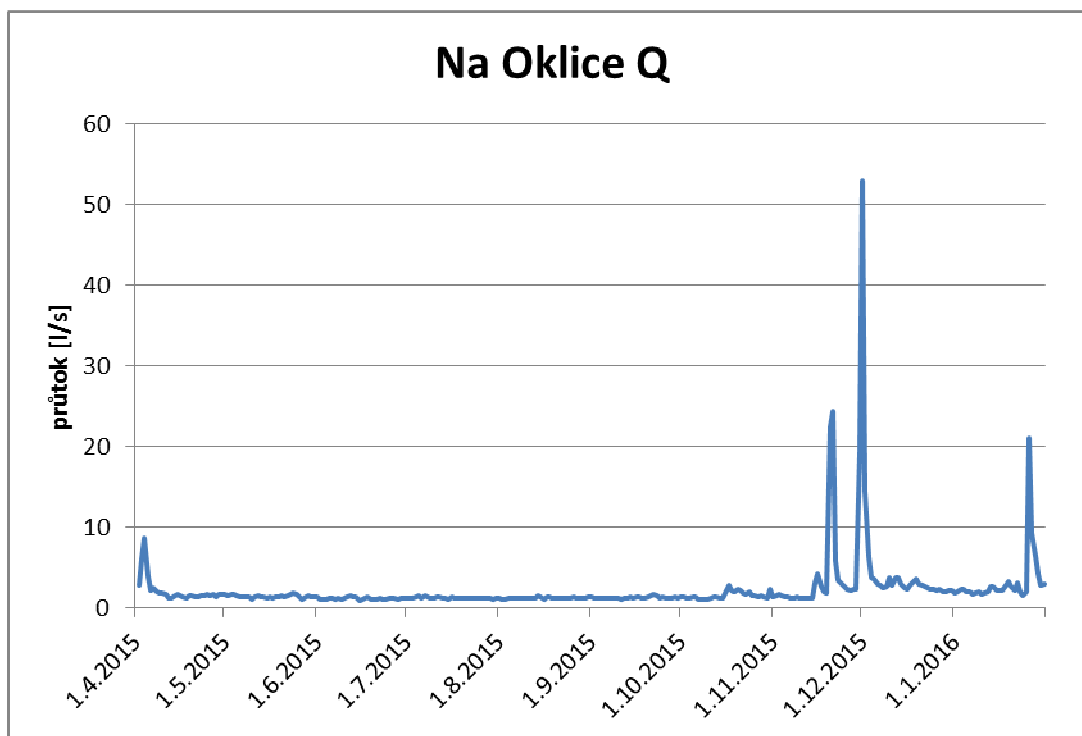


3.3 Shrnutí hydrologických výsledků prací

V centrální části PR Na Oklice pramení Milíčovský potok, který je hlavní vodotečí celé sledované oblasti. Významnější stabilní průtok se vyskytoval až v nejnižnější části rezervace. Hladinoměrná stanice byla umístěna v uzávěrovém profilu území rezervace, byla připevněna na betonovou trubku propustku vedoucí pod silnicí Milíčov – Dušejov při jižní hranici rezervace..

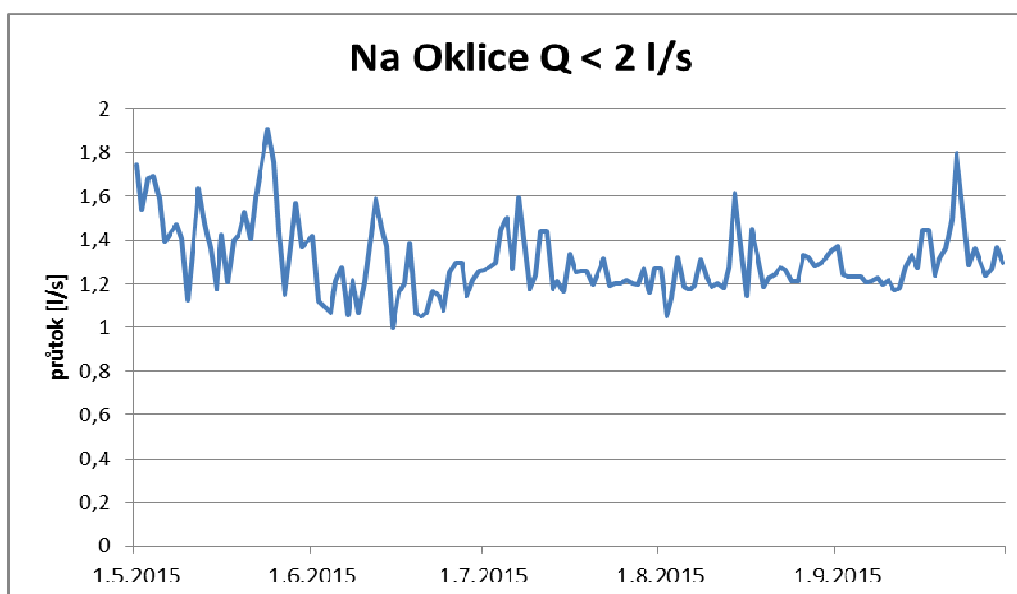
Průběh průměrných denních průtoků je graficky znázorněn na obrázku 7. Nízké průtoky zahrnující období od počátku dubna do konce října jsou zobrazeny také zvlášť na detailnějším grafu na obrázku 8. Oproti jiným sledovaným lokalitám nebyl průtok uzávěrovým profilem PR Na Oklice ovlivněn výraznými srážkami v druhé polovině srpna (obrázek 9). Pro vyčíslení množství srážek na lokalitě byla použita data ze stanic ČHMÚ Hubenov a Nový Rychnov.

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



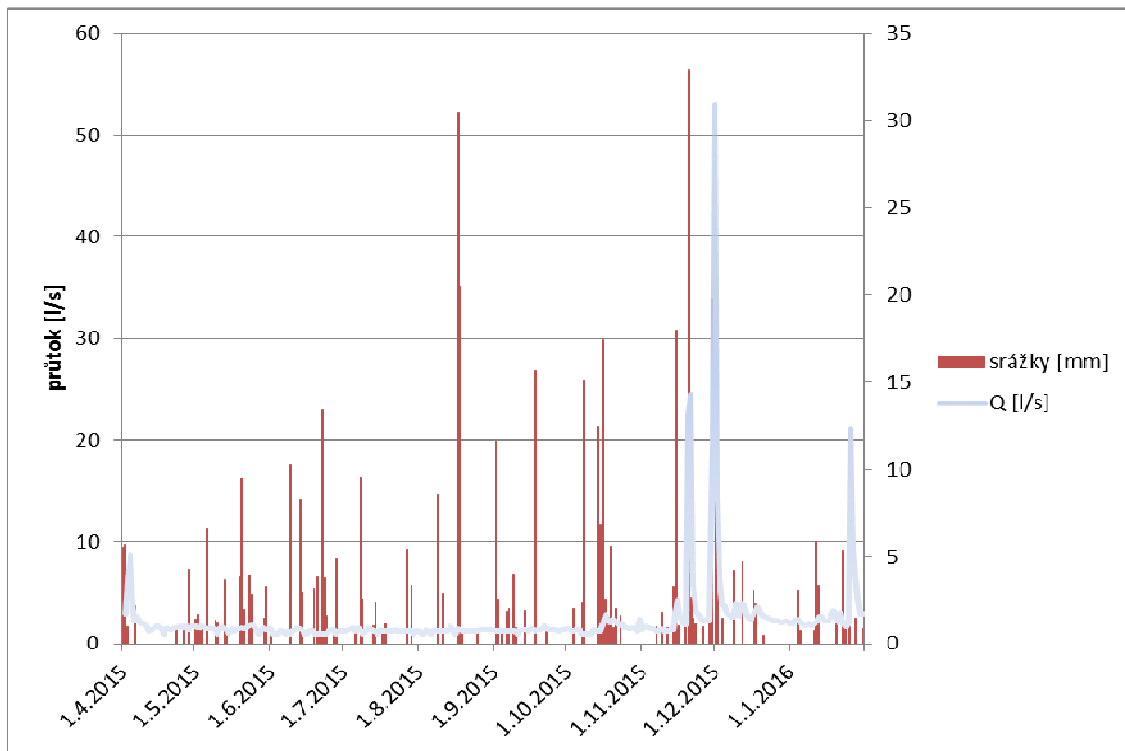
Z grafu na obrázku 7 jsou patrná dvě základní období. Prakticky stabilní byl průtok v teplém období roku (od poloviny dubna do října 2015) bez výrazných extrémů. Naopak v chladném období roku (zejména listopad 2015 až únor 2016) byl průtok vyšší a docházelo k významným výkyvům na odtoku z území.

Obrázek 8: Graf detailního vývoje nízkých průtoků na profilu „Vodočet“



Jak je patrné z grafu na obrázku 8, pohyboval se minimální průtok na uzávěrovém profilu lokality Na Oklice v suchém období okolo $1,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Obrázek 9: Graf vývoje průměrných denních průtoků na profilu „Vodočet“ a denních srážkových úhrnů



Z grafu na obrázku 9 je patrné, že za nízkých průtoků na profilu „Vodočet“ v teplém období roku nebyla žádná, nebo jen velmi slabá reakce na srážkové úhrny. Na rozdíl od toho v chladném období roku byly zaznamenány vyšší průtoky, a to často jako významná reakce na srážkové úhrny. Je to dáno tím, že profil je trvale sycen pramenem podzemní vody v drenážní bázi území i v suchém srážkovém období, což je patrné zejména za nízkých průtoků. V suchém srážkovém období v teplé části roku byl povrchový odtok z rašeliniště nulový. V případě větších srážkových úhrnů a nasycení povodí vodou (zaznamenáno v chladnějších částech roku) pak z rašeliniště odtéká významný povrchový odtok. Ten pak ředí a doplňuje odtok pocházející z podzemní vody a v případě významnějších srážkových úhrnů způsobuje extrémnější hodnoty povrchového odtoku z lokality.

3.3.1 Klimatologická charakteristika sledovaného období

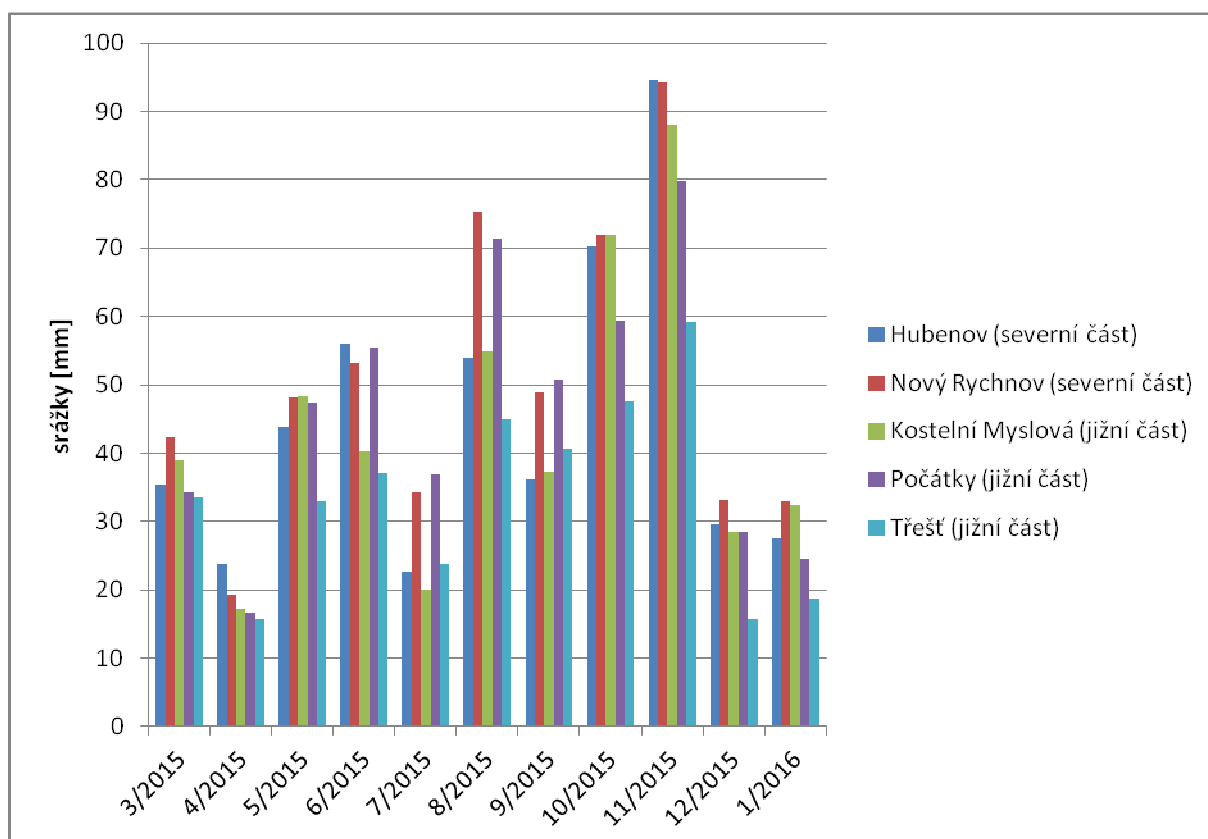
Pro sledované lokality byly zaznamenávány denní srážkové úhrny ze stanic ČHMÚ od 1. 3. 2015 do 31. 1. 2016. Pro severní lokality (Jankovský potok, Chvojnov, Na Oklice a

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 10).

Zdroj dat:

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

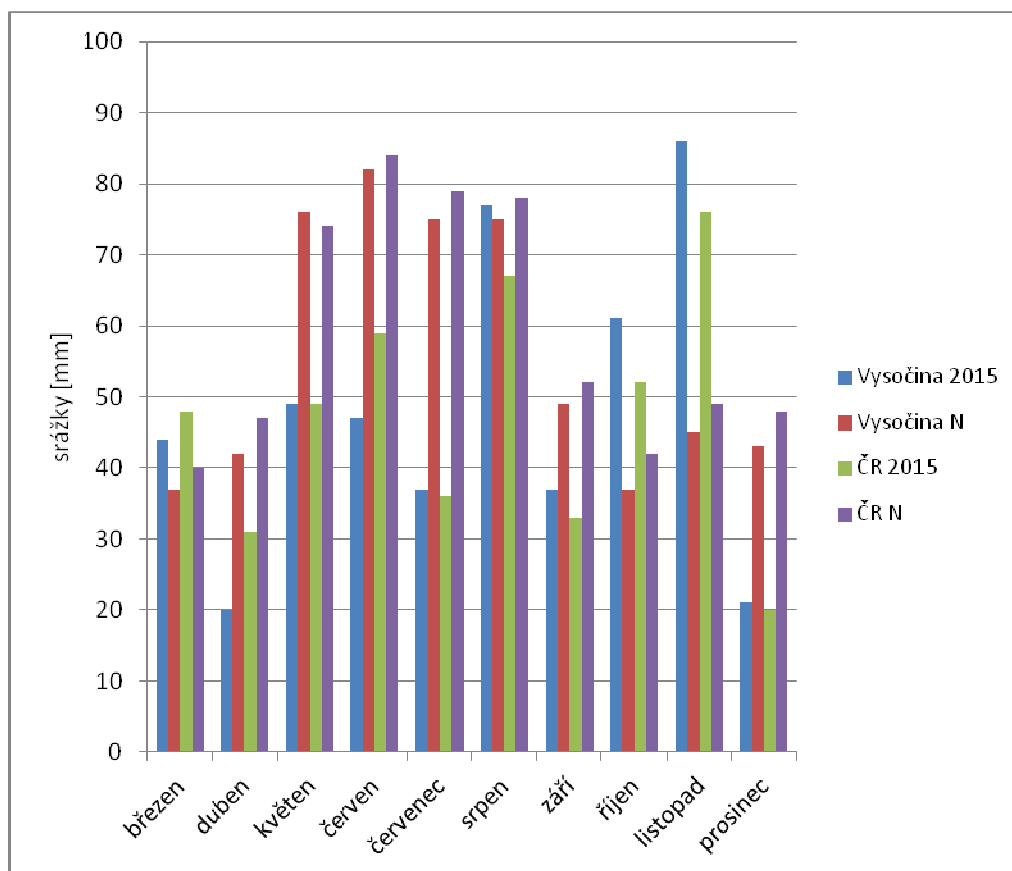
Obrázek 10: Graf měsíčních srážkových úhrnů ze zájmových stanic ČHMÚ



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.

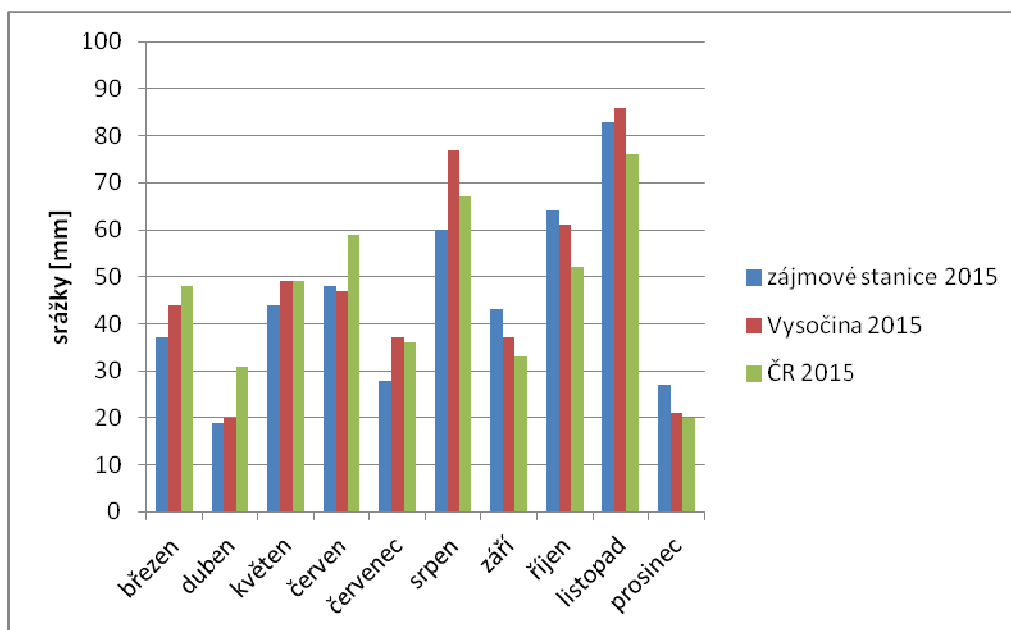
Celkově je sledované období oproti dlouhodobému srážkovému normálu podprůměrné, a to jak v rámci kraje Vysočina, tak z pohledu celé České republiky (obrázek 11).

Obrázek 11: Graf porovnání dlouhodobého srážkového normálu se srážkovými úhrny v roce 2015 (období březen – prosinec) z kraje Vysočina a celé České republiky



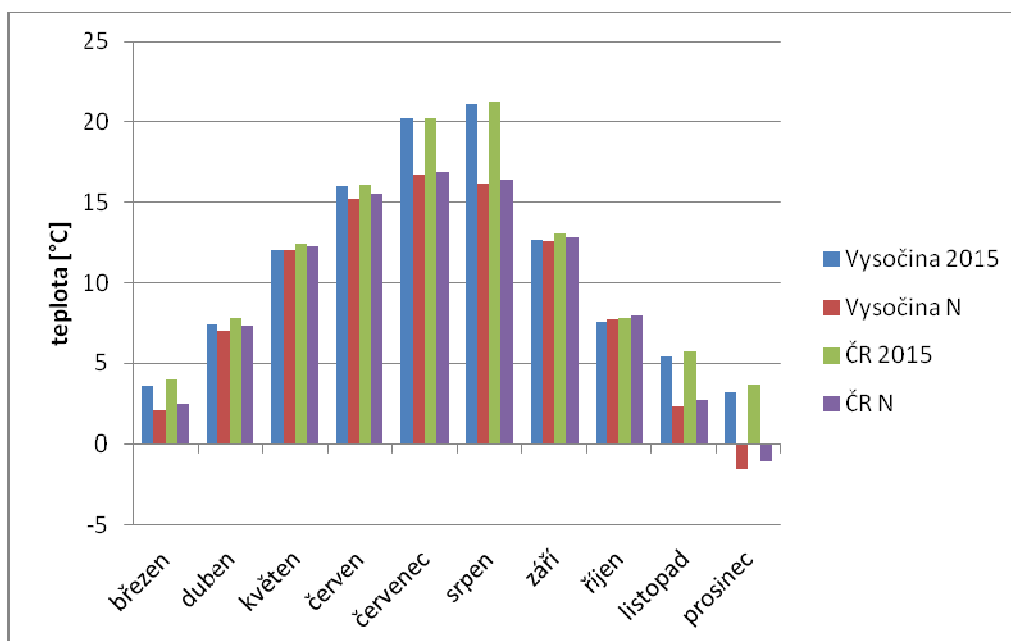
V období březen 2015 – srpen 2015 jsou srážky z našich pěti zájmových stanic oproti Vysočině a ČR rovněž podprůměrné, po zbytek roku 2015 mírně přesahují průměrné hodnoty (obrázek 12).

Obrázek 12: Graf srážkových úhrnů v zájmových stanicích v porovnání s krajem Vysočina a Českou republikou v období března 2015 – prosinec 2015



Sledované období bylo teplotně nadprůměrné, především letní měsíce červen a červenec převyšují dlouhodobý teplotní normál o cca 5 °C (obrázek 13).

Obrázek 13: Graf průměrných měsíčních teplot v roce 2015 a jejich porovnání s dlouhodobým teplotním normálem (N) z kraje Vysočina a celé ČR



3.4 Shrnutí hydrochemických výsledků prací

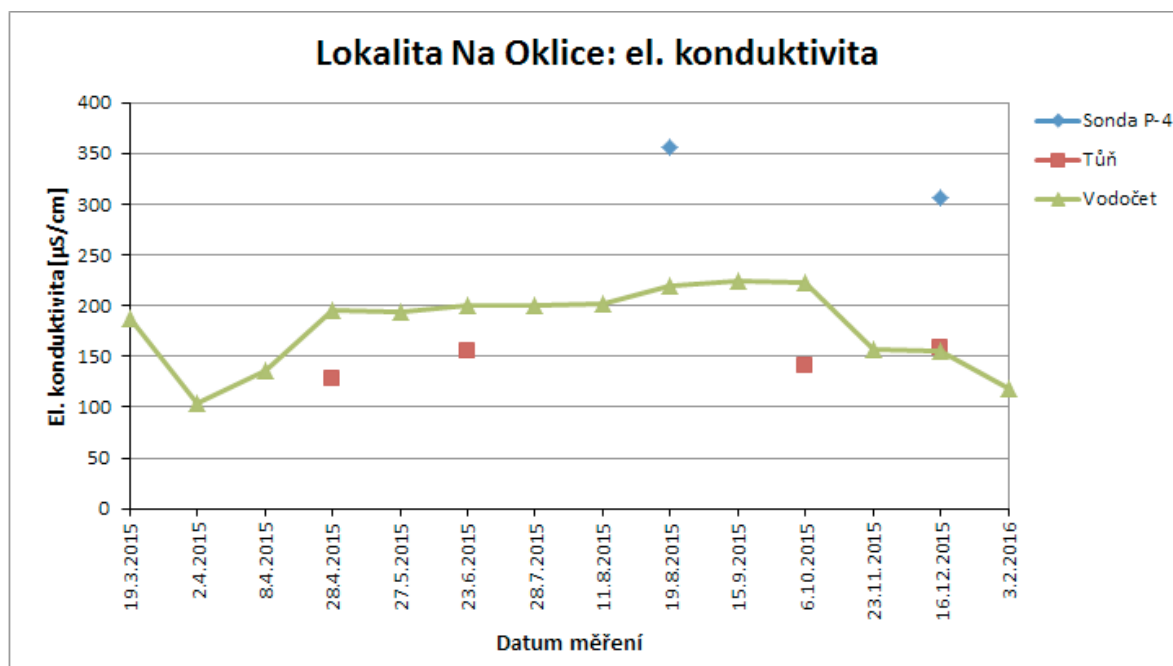
Na lokalitě byla prováděna terénní měření a odběry vzorků pro chemické analýzy vod. Přímou v terénu byly jako základní parametry měřeny konduktivita a teplota vody. Odebrané vzorky byly v laboratoři analyzovány na obsahy dusičnanů a chloridů, v některých případech i obsahy dusitanů, amonných iontů, síranů, ortoforforečnanů, 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 14.

Obrázek 14: Graf vývoje konduktivity vody



Nejvyšší konduktivitu měla podzemní voda sondy P-4, nejnižší pak voda „Tůně“ na rašeliništi. Na povrchové vodě profilu „Vodočet“ je patrné snížení konduktivity v obdobích přítoku povrchové vody z rašeliniště.

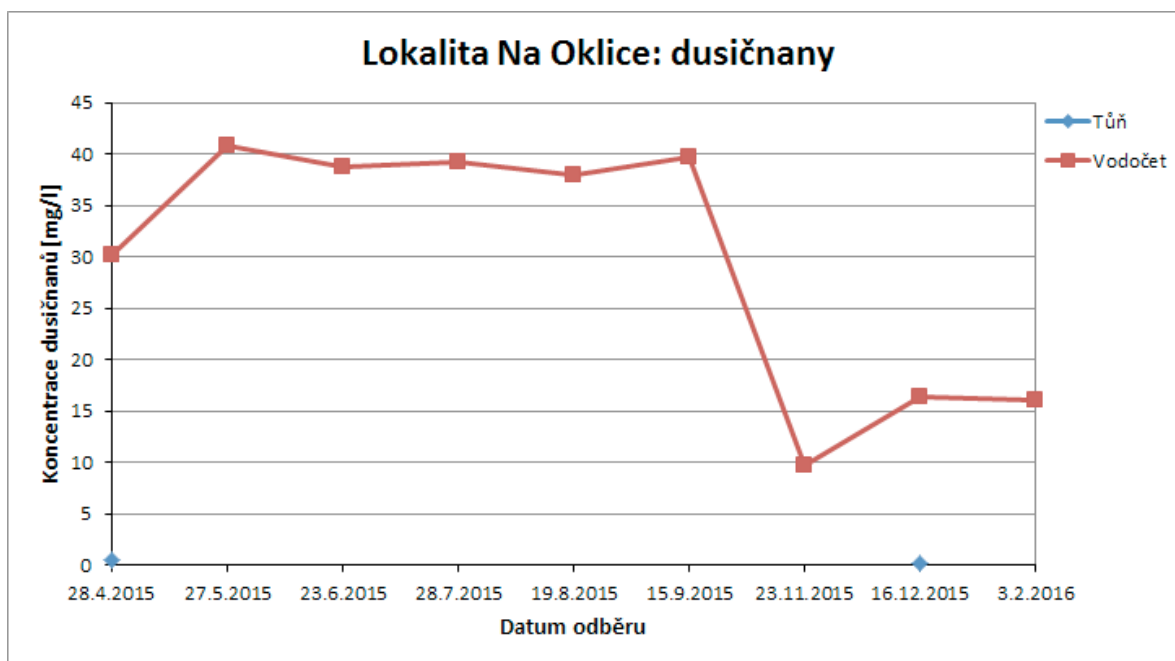
3.4.2 Vývoj reakce vod

Reakce vod byla měřena většinou v laboratoři na odebraných vzorcích vod. Všechny analyzované vzorky vod měly velmi mírně kyselou až téměř neutrální reakci (pH 6,1 až 6,9).

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 15: Graf vývoje koncentrace dusičnanů



Nejnižší obsahy dusičnanů (pod mezí detekce analytického stanovení) měla občasná „Tůň“ povrchové vody na rašeliništi. Při nízkých průtocích měla povrchová voda profilu „Vodočet“ obsah dusičnanů stabilně vysoký, a to okolo $40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Je to důsledek zemědělského hospodaření na okolních pozemcích (zejména zřejmě intenzivního hnojení v minulosti). V případě přítoků vody z rašeliniště se obsah dusičnanů ve vodě profilu „Vodočet“ významně snižoval (viz hodnoty za duben 2015 a za listopad 2015 až únor 2016).

Veškeré obsahy dusitanů ve všech odebraných vzorcích vod se nacházely pod mezí detekce analytického stanovení.

Většina obsahů amonných iontů ve všech odebraných vzorcích se nacházela pod mezí detekce analytického stanovení, výjimkou byla jen podzemní voda sondy P-4 ($3,03 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), kde je toto zjištění potvrzením redukčního prostředí v horninovém prostředí rašeliniště.

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.

Obsah chloridů ve všech vzorcích lokality byl celkově u všech analýz nízký, a to pod $10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. To odpovídá přírodnímu stavu lokality – ta není kontaminována antropogenními zdroji chloridů, například komunálními odpadními vodami. Nejnižší koncentrace byly zaznamenány v profilu „Tůň“ ($2,2$ až $3,25 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), což odpovídá vysokému podílu původně srážkové vody ve svrchní vrstvě rašeliniště.

Obsah chloridů na profilu „Vodočet“ kolísal, nejnižší byl v období listopad 2015 až únor 2016 (mírně nad $4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), což odpovídá silnému ředění přítoků podzemní vody srážkovou vodou.

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.

Obsah ortofosforečnanů byl nízký, většinou pod mezí detekce analytického stanovení.

Obsah celkového fosforu byl nízký, pohyboval se v setinách $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Výjimkou byla podzemní voda sondy P-4, kde byl zaznamenán obsah $5,06 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Obsah celkového fosforu však může být do jisté míry funkcí intenzity zákalu (ta byla nejvyšší v odebrané 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.

Obsah síranů se ve vodě profilů „Tůň“ a „Vodočet“ pohyboval mezi 20 a $30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Nejnižší byl v podzemní vodě sondy P-4 (pod mezí detekce laboratorního stanovení), což může indikovat redukci síranů v silně redukčním prostředí rašeliniště.

4 SYNTÉZA ZJIŠTĚNÝCH SKUTEČNOSTÍ

Provedená mělká sonda P-4 ověřila horninový sled v přívrchové vrstvě. Rašeliniště je situováno na vrstvě nepropustných jílu, zastižená mocnost rašelinného sedimentu byla poměrně nízká, a to cca 30 cm . Zastižené horninové prostředí rašeliniště bylo z hydrogeologického hlediska extrémně špatně propustné.

V průběhu teplých měsíců roku nemělo rašeliniště žádný povrchový odtok. Naopak

při vysokém nasycení povodí byla reakce průtoku na srážky rychlá a významná.

Mělkou sondou se podařilo ověřit velmi nízkou propustnost rašeliniště.

Uzávěrový odtok vody z lokality je v průběhu nízkých průtoků sycen jen podzemní vodou, která je kontaminována dusičnany. Příčinou jsou pravděpodobně okolní zemědělsky využívané pozemky, zejména v minulosti zřejmě významně hnojené.

Naproti tomu například zjištěný nízký obsah chloridů odpovídá z tohoto hlediska přírodnímu stavu lokality.

Chemismus podzemní vody rašeliniště odpovídá přirozenému značně redukčnímu prostředí (nízký obsah dusičnanů, vyšší obsah amonných iontů, nízký obsah síranů atp.).

5 DOPORUČENÍ

Doporučujeme pokračovat v revitalizaci rašeliniště a jeho okolí, problematické se ale jeví zásobení rašeliniště vodou v suchých obdobích. Doporučujeme zvážit možnost zachytávání vyšších srážkových úhrnů srážkové vody a vody z tajícího sněhu zejména v horní části lokality.

Doporučujeme mít na zřeteli poměrně vysokou koncentraci dusičnanů v povrchové vodě Milíčovského potoka, která opouští lokalitu směrem k chráněnému území Nad Svitákem, jehož biotop by mohla ovlivnit.

6 ZÁVĚR

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

V rámci prací byla kontinuálně sledována hladina podzemní vody a odtok z rašeliniště, proběhla série zejména hydrologických měření a hydrochemických analýz.

Byla ověřena hydrogeologická a hydrologická funkce rašeliniště a zjištěn původ vody na uzávěrovém profilu lokality.

V Praze dne 15. února 2016

POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY

- Bachtíková P. (2013): Vodní režim rašelinišť a jeho změny. Diplomová práce. – PřFUK Praha, 70 stran.
- 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.
- Hazdrová M. (1993): Hydrogeologická mapa ČR. List 23-23 Jihlava. Měřítko 1 : 50 000. – Český geologický ústav.
- <http://csop-jihlava.euweb.cz>
- 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
- 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.
- 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.

Růžička I. (1989): Výsledky záchranného výzkumu ohrožené květeny mizejících rašelinišť a rašelinných luk na Jihlavsku. – Vlastivědný sborník Vysočiny. Oddíl věd přírodních. IX/1989, str. 135 až 176.

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.

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	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]
Na Oklice	Sonda P-4	19.8.2015	3453	6,5	4,95	<5	3,03	<0,05	<0,039	7,5	1,69	2,35	0,035	5,060		
	Sonda P-4	16.12.2015	5647	6,9	7,04	13,6	<0,05	<0,05	<0,015	<0,5	<0,113	<0,039	<0,025			
	Tůň	28.4.2015	1750	6,6	3,25					<1						
	Tůň	16.12.2015	5646	6,2	2,20	28	<0,05	<0,05	<0,015	<0,5	<0,113	<0,039	<0,025			
	Vodočet	28.4.2015	1749	6,7	9,76					30,2						
	Vodočet	27.5.2015	2293	6,4	6,28		<0,05	<0,05	<0,015	40,8	9,22	<0,039	0,037	0,043	24	
	Vodočet	23.6.2015	2588	6,3	5,99					38,8	8,76			0,051		
	Vodočet	28.7.2015	3078		6,35					39,2	8,86			0,05		
	Vodočet	19.8.2015	3454	6,4	6,42	21,8	<0,05	<0,05	<0,039	37,9	8,56	<0,039	0,05	0,081		
	Vodočet	15.9.2015	3788	6,3	6,89					39,7	8,97					
	Vodočet	23.11.2015	5096	6,3	4,36		<0,05	<0,05	<0,015	9,8	2,20	<0,039	<0,025			
	Vodočet	16.12.2015	5645	6,1	4,02	26,4	<0,05	<0,05	<0,015	16,4	3,70	<0,039	<0,025			
	Vodočet	3.2.2016	293	6,2	4,69		<0,05	<0,05	<0,015	16	3,61	<0,039				110

Příloha 2: Tabulka vybraných výsledků terénního měření

Lokalita	Bod	Datum měření	El. konduktivita	Typ měření el. konduktivity	Průtok	Typ měření průtoku
			[μ S/cm]		[l/s]	
Na Oklice	Sonda P-4	19.8.2015	356,00	v terénu		
	Sonda P-4	16.12.2015	307,00	v terénu		
	Stružka	6.10.2015	195,00	v terénu		
	Tůň	28.4.2015	128,00	v terénu		
	Tůň	23.6.2015	156,00	v terénu		
	Tůň	6.10.2015	141,00	v terénu		
	Tůň	16.12.2015	158,00	v terénu		
	U ovcí	6.10.2015	199,00	v terénu		
	U ovcí	3.2.2016	83,50	v terénu		
	Vodočet	19.3.2015	188,00	v terénu		
	Vodočet	2.4.2015	104,00	v terénu		
	Vodočet	8.4.2015	136,00	v terénu	2,800	hydrometrování
	Vodočet	28.4.2015	196,00	v terénu		
	Vodočet	27.5.2015	194,00	v terénu		
	Vodočet	23.6.2015	201,00	v terénu		
	Vodočet	28.7.2015	201,00	v terénu		
	Vodočet	11.8.2015	202,00	v terénu		
	Vodočet	19.8.2015	220,00	v terénu	0,900	hydrometrování
	Vodočet	15.9.2015	224,00	v terénu		
	Vodočet	6.10.2015	223,00	v terénu	1,100	hydrometrování
Vodočet	23.11.2015	157,00	v terénu	5,300	hydrometrování	
Vodočet	16.12.2015	155,00	v terénu	3,200	hydrometrování	
Vodočet	3.2.2016	118,00	v terénu			

Příloha 3: Vybraná fotodokumentace

Na Oklice – vodoměrná stanice na profilu „Vodočet“ na odtoku z lokality



Na Oklice – celkový pohled, v přední části hydrogeologická sonda P-4 s výtyčkou

