



**Česká speleologická společnost**

**ZO 1-05 Geospeleos**

## **Podtráťová jeskyně**

*(evidenční číslo JESO: K112 87 17 J00002)*

**ZPRÁVA O PROVEDENÉM VÝZKUMU LOKALITY  
ZA OBDOBÍ 2005 – 2015**



## Obsah:

<b>1.</b>	<b>Základní informace a popis jeskyně</b>	<b>2</b>
1.1	Průzkum jeskyně	2
1.2	Stručný popis jeskyně	2
1.3	Poznámky k výškovým poměrům	3
<b>2.</b>	<b>Souhrn činností provedených v letech 2005 - 2015</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Hydrogeologie</b>	<b>7</b>
3.1	Studium režimu krasového jezera v Podtraťové jeskyni	7
3.2	Metodika	8
3.2.1	<i>Měření teploty, pH a konduktivity</i>	8
3.2.2	<i>Měření výšky hladiny</i>	8
3.2.3	<i>Analytické práce</i>	9
3.3	Výsledky	10
3.3.1	<i>Výškové poměry hladin Podtraťová jeskyně – Berounka</i>	10
3.3.2	<i>Poloha jeskyně vůči řece</i>	10
3.3.3	<i>Sezónní kolísání výšky hladiny jezera v jeskyni</i>	10
3.3.4	<i>Srovnání režimu hladin v Podtraťové jeskyni, jeskyních Menglerova a Dynamitka a Berounky</i>	11
3.3.5	<i>Teplota vody</i>	14
3.3.6	<i>Chemické a fyzikální vlastnosti vody</i>	15
3.4	Závěr	18
<b>4.</b>	<b>Uvažovaný plán další činnosti</b>	<b>20</b>
<b>5.</b>	<b>Bibliografie Podtraťové jeskyně</b>	<b>21</b>
	Autoři	22



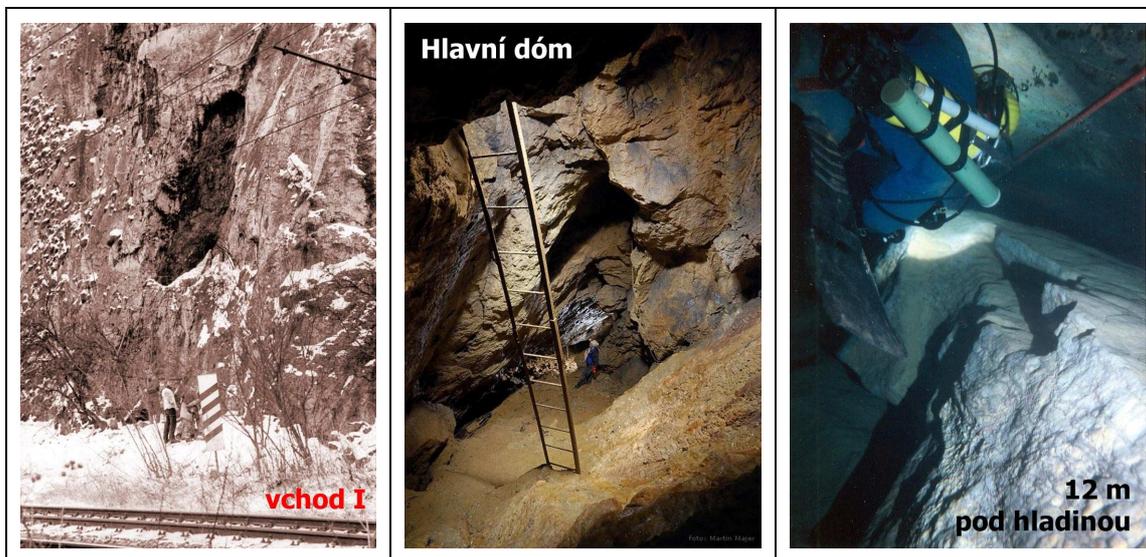
**1a/** Záběr ze zatopené části jeskyně v blízkosti Nové chodby; rok 1991.

# 1. Základní informace a popis jeskyně

Tabulka 1 – Základní data o jeskyni	
<i>jméno</i>	<b>Podtraťová j.</b>
<i>synonyma</i>	Podtraťová propast, Komínovitá, Pod trať, Podtraťovka
<i>evidenční číslo</i>	<b>17-002 (K112-87-17-J00002)</b>
<i>lokalizace</i>	<b>Český kras / pravý břeh Berounky - Střevíc</b>
<i>katastrální území</i>	Korno (okres Beroun), parcela 425/1
<i>souřadnice dolního vchodu</i>	Y=764 672,49 m; X=1057 718,00 m; H/Bpv=224,85 m n.m.
<i>rok objevu</i>	<b>1965</b> (vchod znám z doby rozšiřování trati)
<i>délka chodeb</i>	<b>180 m</b>
<i>denivelace</i>	<b>107 m</b>
<i>vápence</i>	devonské (kotýské)

## 1.1 Průzkum jeskyně

Tato propastovitá jeskyně leží ve skalách úbočí *Střevíce* nad železniční tratí nedaleko od *Tomáškova lomu* směrem ke Karlštejnu. Vstupní partie jeskyně po *Hlavní dóm* zná ve svém soupisu již Vladimír Homola v roce 1947, resp. 1950, kde jeskyni uvádí pod názvem „Komínovitá“. V roce 1965 se daří proniknout do *Jezerní pukliny* s doposud nejhlubším přírodním jezerem v Čechách, které je od té doby předmětem speleopotápěčských průzkumů. Souhrn průzkumů z tohoto období uvádí LYSENKO (1980). Tento objev podpořil nově vznikající pohled na vznik a vývoj jeskyní v Českém krasu, neboť spodní partie zasahují hluboko pod erozní bázi. Prolongační výkopové práce jsou naopak od roku 1986 směřovány do *Komína*, kde bylo v lednu 1989 dosaženo propojení s horním vchodem. Zároveň se v roce 1988 podařilo Martinu Hótovi sestoupit do dosud nejhlubšího místa v jezeře v hloubce -67 m. Období popisuje ZAPLETAL (1989).



## 1.2 Stručný popis jeskyně

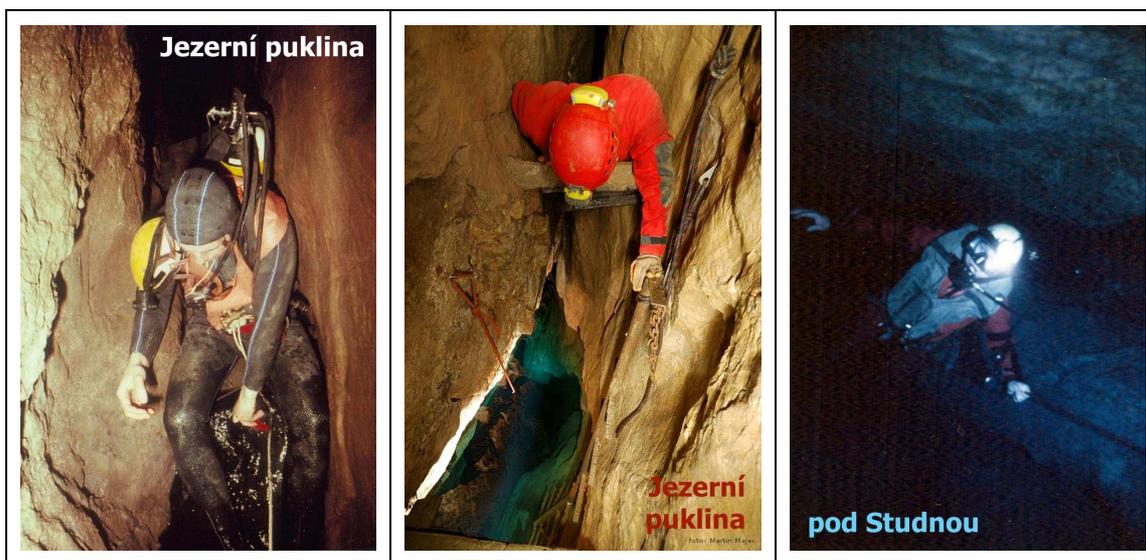
Z hlediska pozice je jeskyně složená ze dvou částí - vadózní a freatické.

Vadózní (suchou) část tvoří ukloněný *Hlavní dóm*, v jehož stropě ústí dva komíny, z nichž jeden přichází od dolního vchodu (vchod I). Z dómu vede také puklina k vodní hladině, kde je instalována betonová lávka. Od vchodu I vede dále strmě stoupající chodba přecházející v *Komín* směřující o 24 m výše ke vchodu II, původně vyplněný říčními šterkopísky. Na několika místech této

části se nachází krápníková výzdoba v podobě sintrových plev, brček a homolovitých stalagmitů. I tato část jeskyně patrně vznikla ve freatické zóně, tedy pod vodou.

Freatická část je tvořena trvale zatopenou vertikální puklinou, která se pod hladinou rozšiřuje až na 3 m. V hloubce 21 m se kříží s *Novou chodbou*, která strmě stoupá zpět pod dno *Hlavního domu* a je ukončena v hloubce 8 m zaklíněnými bloky. Do hloubky 25 m puklina prochází zúžením (*Studnou*), poté se rozevře na 1-2 m a strmě klesá do hloubky 65 m, kde se mění její charakter na již jen mírně klesající plazivku 2 m širokou a 0,5 m vysokou. Ta končí neprůlezným zúžením v hloubce 67 m, tzn. 67 m pod hladinou Berounky. V hloubce 32 m je vyvázána odbočka ke vzduchové kapse, k tzv. *Telefonní budce* (obr.2a).

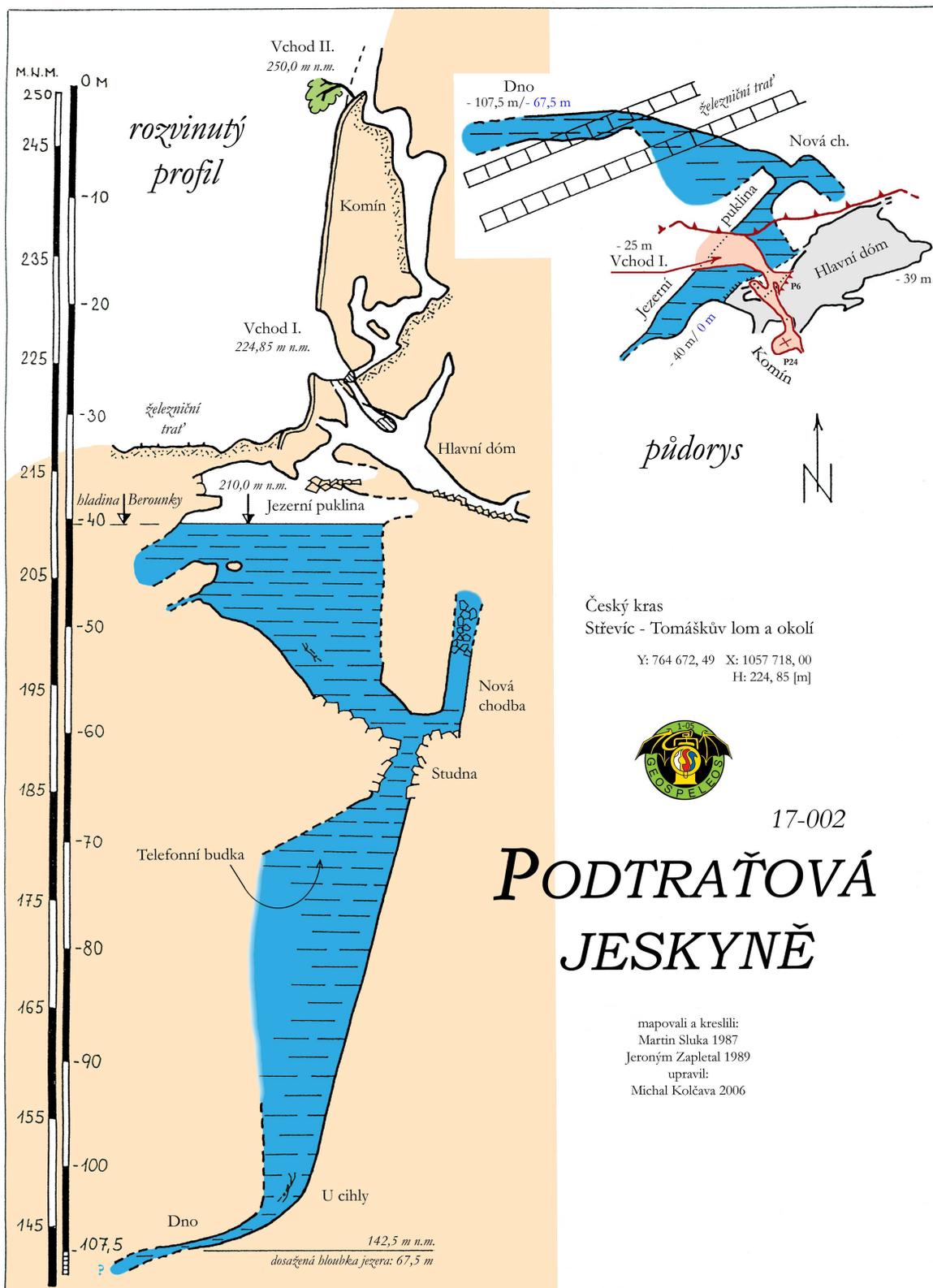
Celé dno je pokryto mocnou vrstvou jemných sedimentů, díky kterým při návratu potápěče klesá viditelnost k nule. *Podtraťová* i nedaleká *Tomášková propast* sledují téměř svisle uložené vrstvy vápenců a kalcitové žíly, a proto má většina jejich prostor vertikální průběh. Hladina vody v obou jeskyních kolísá s nepatrným zpožděním s hladinou Berounky.



### 1.3 Poznámky k výškovým poměrům

Z pohledu určení nadmořských výšek panují v jeskyni jisté odchylky. Původní bod č.1 na stropě u *Vchodu I* (tehdy jediný vchod) byl zaměřen metodou nitkové tachymetrie dne 26.4.1986 (J.Schwarzer a kol.) a vypočtená hodnota činila 225,23 m n.m. Z následného kompasového polygonového pořadu vedeného po jeskyni (9.11.1986 M.Sluka a kol.) vyplynula výška hladiny jezera 209,06 m n.m. a převýšení k hornímu *Vchodu II* 24,3 m (prolongací propojen a doměřen až v lednu 1989; ZAPLETAL 1990). Dosažené hloubky zatopené části byly měřeny hloubkoměrem typu Mega sport Italy s přesností v této hloubce  $\pm 1$  m (ZAPLETAL 1989). Z práce VYSOKÁ (2004) vyplynula průměrná výška hladiny 209,99 m n.m. (viz kap.3.3.3), což je 93 cm rozdíl oproti výsledku z r.1986 (buď byla tehdy vlivem sucha velmi nízká hladina nebo se projevila chyba metody nitkové tachymetrie). Nový bod u jeskyně č.312 dle práce ŽÁK (2002) zaměřený elektrooptickým dálkoměrem má odlišnou hodnotu nadm.výšky a vůči původnímu bodu č.1 není zaměřen. Tab.2 a obr.1d jsou pokusem zohlednění všech dosavadních měření. V budoucnu bude nutné upřesnit.

Tabulka 2 – Výšky některých významných míst v jeskyni (Bpv)				
místo	č.bodu	nadm.výška	relat.výška	poznámka
Vchod I (spodní)	312	224,85 m n/m	0,00 m	hlavní vchod; nadm.výška dle ŽÁK (2002)
Vchod II (horní)	1702/II	249,53 m n/m	+25,14 m	nadm.výška dle ZAPLETAL 1989; jiná verze 250,0
Hlavní dóm, dno	6	209,66 m n/m	-14,73 m	nadm.výška dle ZAPLETAL 1989
hladina jezera	19	209,99 m n/m	-14,86 m	průměrná výška hladiny dle VYSOKÁ (2004)
Dno	-	142,5 m n/m	-82,35 m	odečtením dosažené hloubky jezera -67,5 m



**1d/** Půdorys a rozvinutý řez jeskyně. Oproti původním plánům z let 1987 a 1989 je v této barevné verzi částečně užito nadmořských výšek přepočtených z nejnovějšího zaměření vchodu dle práce ŽÁK (2002).

## 2. Souhrn činností provedených v letech 2005-2015

*Podtraťová jeskyně* je díky přístupu, tvaru, rozlehlosti zatopené (freatické) části a zajištění fixními lany v rámci Českého krasu lokalitou zcela ojedinělou, a proto je také využívána jako speleopotápěčská lokalita pro cvičné ponory za dodržování předepsaných bezpečnostních směrnic pro speleologickou činnost. I v uplynulém období zde proto každoročně proběhlo několik cvičných ponorů, z nichž některé si vzaly za úkol pořádit video-dokumentaci ze zatopených částí (obr.2a,2b).

Mimo tuto základní aktivitu probíhalo vyhodnocování hydrogeologické práce zabývající se režimem krasového jezera, vlastnostmi vody a jeho vztahem k řece *Berounce* (viz kap.3). V roce 2005 bylo provedeno zaměření některých hladin jezer v jeskyních u *Berounky* (včetně *Podtraťové*) laserovým dálkoměrem. V roce 2006 byla vypracována nová verze plánu jeskyně s upravením nadmořských výšek podle přesného zaměření vchodů jeskyní v údolí *Berounky*. Zaměření vchodů - ŽÁK (2002). V roce 2013 a 2014 pak byly v jeskyni osazeny nové kotvící body pro potřeby potápěčů a SZS a připraveno kotvení pro osazení nového žebříku do vody. Rovněž bylo osazeno nové kotvení pro vodící lano pod vodou.



**2a/** Telefonní budka – vzduchová kapsa v trvale zaplavené části jeskyně v hloubce 32 m pod hladinou jezera.



**2b/** Dno – pohled do klesající plazivky v nejnižších místech jeskyně v hloubce 65 m pod hladinou. Při pohybu potápěče dochází k okamžitému víření sedimentů.



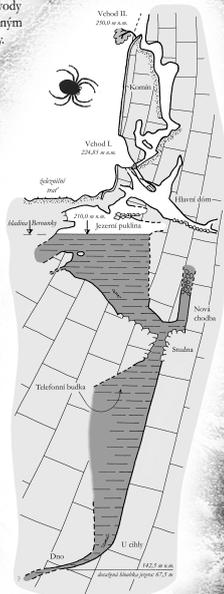
225 m n/m  
délka 180 m  
denivelace 107 m.

# jeskyně PODTRATŮVÁ



## č.17-002

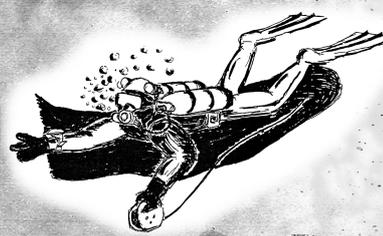
Vstupní partie této jeskyně až po **Hlavní dóm** zná ve svém soupisu již Vladimír Homola v r.1950, kde jeskyni uvádí pod názvem "Kominovitá". V roce 1965 se daří proniknout do **Jezerní pukliny** s doposud nehlubším přírodním jezerem v Čechách, které je od té doby předmětem speleotopéckých průzkumů. Tento objev podpořil nově vznikající pohled na vznik a vývoj jeskyní v Českém krasu, neboť spodní partie zasahují hluboko pod erozní bázi. Prolongační výkopové práce jsou naopak od r.1986 směrovány vzhůru do **Komína**, kde bylo v lednu 1989 dosaženo spojení s horním vchodem. Podtrátová i sousední Tomáškovy propast sledují téměř svisle uložené vrstvy vápenců a kalcitové žíly, a proto má většina jejich prostor vertikální průběh. Hladina vody v obou jeskyních kolísá s nepatrným zpožděním s hladinou Berounky. Z hlediska pozice je jeskyně složena ze dvou částí: vadózní a freatické.



Desítky let se jeskyňáři Českého krasu snaží poodhalit roušku tajemství podzemního světa vápencových skal. Jejich práce byla v mnoha případech odměněna úspěchem. To je i případ jeskyň v údolí Berounky. Jejich objev napomohl k pochopení pohybu podzemních vod v okolí, objasnění geologických procesů věků dříve zaslých a umožnil stovkám ohrožených tvorů – neropýřů a vrápenců – najít nová zimoviště. Proto je potřeba dbát na to, že každá jeskyně má svůj režim a ochranu, pojmenování objektů rizika při pohybu v neznámém a nebezpečném prostředí. **Prosíme, neníte naši práci lámáním zámků a dveří, vždyť i od těchto dveří existuje klíč! Díky :-)** Jestliže máte zájem o další informace či o případnou návštěvu této náročné jeskyně (většina prostor jeskyně je trvale zatopena), zde je **kontakt: Ivo Záruba, tel: 603 594 346 ivos@volny.cz, www.geospeleos.com**

Vadózní (suchou) část tvoří ukloněný **Hlavní dóm**, v jehož stropě ústí dva komíny, z nichž 1 přichází od dolního vchodu (vchod I). Z dómu vede také puklina k vodní hladině, kde je instalována berounská lávka. Od vchodu I vede dále strmá dovrtní chodba přecházející v **Komín** směřující o 24 m výše ke vchodu II, původně vyplněný říčním štěrpkopískem. Na několika místech této části se nachází krápníková výtvarná v podobě sintrových polí, brček a homolovitých stalagmitů. I tato část jeskyně patří ke freatické zóně, tedy pod vodou.

Freatická část je tvořena trvale zatopenou vertikální puklinou, která se pod hladinou rozšiřuje až na 3 m. V hloubce 21 m se kříží s **Novou chodbou**, která strmě stoupá zpět pod dno **Hlavní dómu** a je ukončena v hloubce 8 m zaklíněnými bloky. Do hloubky 25 m puklina prochází zúžením (**Studnou**), poté se rozevře na 1-2 m a strmě klesá do hloubky 65 m, kde se mění její charakter na mírně klesající plazivku 2 m širokou a 0,5 m vysokou. Na konci neprůlezným zúžením v hloubce 67 m, tzn. 67 m pod hladinou Berounky. V hloubce 32 m je vyvážena odbočka ke vzduchové kapse, k tzv. **Telefonní budce**. Celé dno je pokryto mocnou vrstvou jemných sedimentů, díky kterým při návratu potápěče klesá viditelnost k nule.



Česká speleologická společnost, ZO 1-05 Geospeleos

mapk © 2013

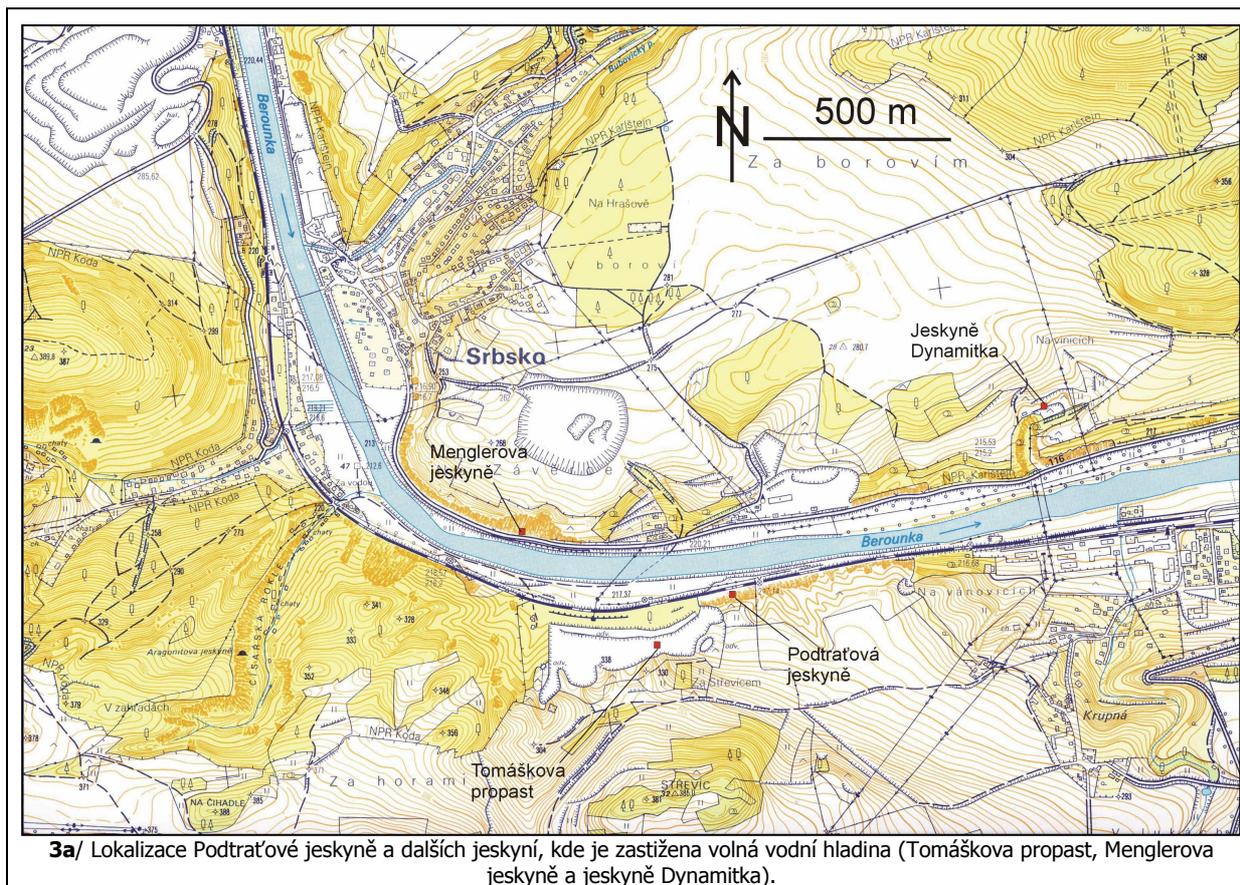
2c/ Informační cedule umístěná u vchodu do jeskyně, verze 2013.

## 3. Hydrogeologie

### 3.1 Studium režimu krasového jezera v Podtraťové jeskyni

V období let 2003 – 2004 probíhaly v *Podtraťové jeskyni* terénní měření, analýzy chemizmu vody v jezeře a sledování režimu hladiny v rámci diplomové práce Heleny Vysoké (VYSOKÁ 2004), která se zabývala hodnocením hydraulických a hydrologických souvislostí a možností komunikace mezi řekou *Berounkou* a krasovými jezery ve vybraných jeskyních v jejím okolí. V následujících letech byla získaná data nadále zpracovávána a výsledky studia této problematiky byly souhrnně publikovány v roce 2012 v časopise *Journal of Cave and Karst studies* (VYSOKÁ ET AL. 2012). Předkládaný text především schematicky seznamuje s přehledem prací provedených v *Podtraťové jeskyni* v rámci tohoto výzkumu a uvádí některá naměřená data. Pro ucelenější náhled, detailní objasnění souvislostí a kompletní závěry a výsledky doporučujeme studium publikace (VYSOKÁ ET AL. 2012).

Vlastní terénní měření probíhala převážně v období 4/2003 až 4/2004. Pravidelně, s intervalem cca 1 měsíc, byly sledovány konduktivita, pH a teplota vody v jeskyni a v řece. Dále byly řešeny výškové poměry hladin *Berouanky* a jezera v jeskyni. Zpětně byla zaměřena výška zatopení jeskyně za povodně v roce 2002. Potenciální schopnost koroze byla posouzena na základě modelování v programu PHREEQC. K souhrnnému vyhodnocení bylo využito dat pocházejících z vlastních měření i z analýz a prací vyhotovených Českou geologickou službou (zejména RNDr. Karlem Žákem, CSc.), z archívu České speleologické společnosti, z Českého hydrometeorologického ústavu a Geofondu.



I přesto, že se *Podtraťová jeskyně* nachází v oblasti dobře prozkoumané, (prvními výzkumy se zde zabývali již členové Krasové sekce společnosti Národního muzea v rámci revize krasových jevů v povodí *Berouanky* (TURNOVEC A FAJSTOVÁ (1967), speleopotápěčský průzkum zde probíhal od roku 1980), nebylo zde do té doby provedeno žádné ucelené a dlouhodobější studium režimu krasového jezera v ní, natož pak posouzení jeho souvislostí s řekou. Také díky využití autonomních čidel

s dataloggery, použitých zde k měření výšky hladiny a teploty vody s intervalem 30 minut, byla získána zcela nová a unikátní data.

### **3.2 Metodika**

#### **3.2.1 Měření teploty, pH a konduktivity**

Teplota, konduktivita a pH vody byly měřeny v jezeře v jeskyni a v řece Berounce od dubna 2003 do dubna 2004 v měsíčním intervalu.

- Měření **konduktivity** probíhalo pomocí 2 konduktometrů, a to: „Hanna instruments, HI 8733 Conductivity meter“ a Cond 340i opatřený sondou TetraCon 325 od německé firmy WTW. Uváděné hodnoty byly přečteny na jednotnou teplotu 20°C.
- K měření **teploty vody** byl využit elektrický odporový teploměr GTH 175/Pt (Greissinger) s přesností 0,1°C anebo byly brány hodnoty teploty z konduktometru nebo pH metru. (přesnost 0,1°C.)
- Hodnoty **pH** byly měřeny pH metrem pH 330i se sondou SenTix 41 od firmy WTW se zabudovaným teplotním čidlem.

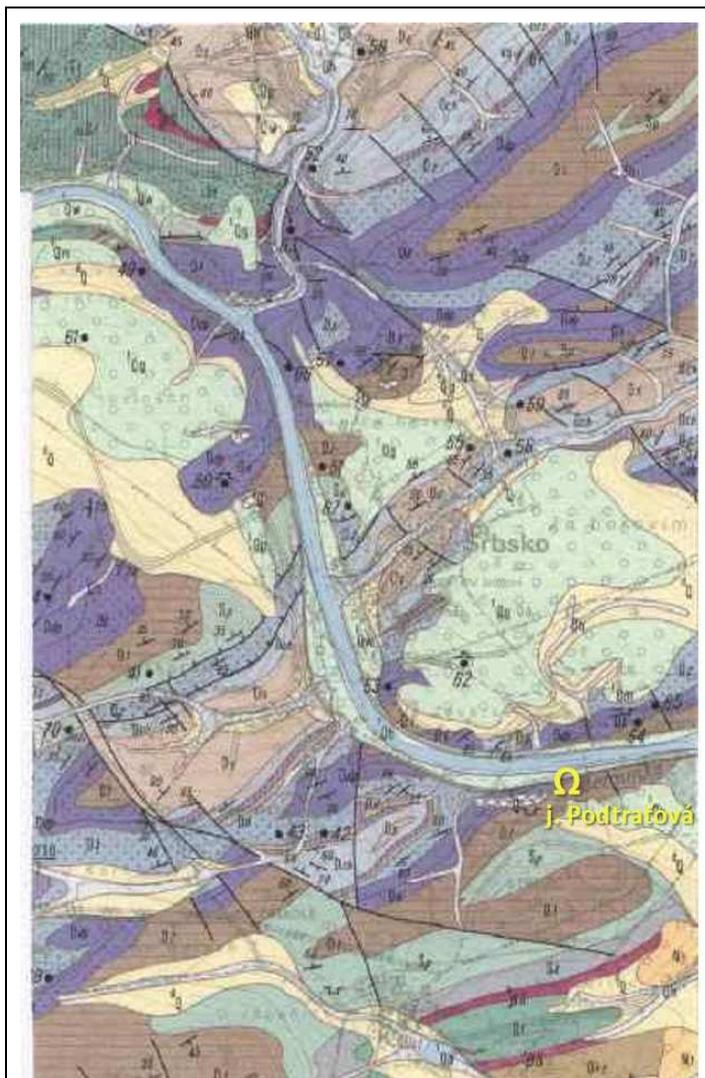
#### **3.2.2 Měření výšky hladiny**

##### *Vodočetné latě*

K monitorování výšky hladiny byly na lokalitě osazeny vodočetné latě vyrobené z plastových truhlářských metrů vsazených do elektroinstalačních lišt z plastu, fixovaných šrouby proti pohybu. Tento typ materiálu byl vybrán z důvodu, aby latě dlouhodoběji odolávaly kontaktu s vodou, byly pevné a dobře čitelné. Latě (celkem 4 ks pro postižení většího rozpětí hladiny při její oscilaci) byly přichyceny na stěnu jeskyně pomocí nýtů.

##### *Zaměření výškové úrovně hladiny*

K zaměření nadmořské výšky hladiny jezera v jeskyni byly využity nýty pro osazení vodočetných latí a geodeticky zaměřený bod u vchodu do jeskyně. Geodetické zaměření provedla Geologická a geodetická služba Beroun pod vedením K. Žáka a K. Štochla v roce 2002 za použití totálních stanic Sokkia a Topcon. Při měření se vyšlo z trigonometrických a zahušťovacích bodů a bodů státního nivelačního pořadu. (Bod u vchodu do jeskyně představuje zapaštěný nerezový šroub 8x40 mm se závitem M3 v hlavě, umístěný ve skalní stěně vpravo od dvířek.) Chyba zaměření těchto bodů je uvedena v řádu vyšších milimetrů až prvních centimetrů.



**3b/** Geologická mapa 1: 25000, list 12\_41 Srbsko, s přibližnou lokalizací jeskyně Podtraťová.

Výškový rozdíl >>geodetický bod - výška hladiny jezera<< byl zaměřen hadicovou vodováhou (tzv. šlaufkou), klasickou vodováhou a pásmem. Tento postup se pro dané podmínky osvědčil jako nejvhodnější a nejjednodušší, pro zpřesnění byl opakován. Chyba měření zjištěná na povrchu dosáhla hodnoty 3 cm; celkově by neměla přesáhnout 10 cm - ovšem v podmínkách podzemí je třeba počítat s chybou větší, a tedy rozdíly naměřených hodnot v centimetrech či prvních desítkách centimetrů je třeba brát s určitou mírou tolerance a uvažovat spíše o vzájemné blízkosti hladin. Stejným postupem byla zaměřena i výška maximální hladiny, kam dosáhla voda v jeskyni při povodni v roce 2002.

Záznam výšky hladiny *Berounky* byl pravidelně pořizován ze serveru ČHMÚ (stanice Beroun, interval měření 1 h). Pro vyhodnocení byla výška hladiny řeky upravena za pomoci několika srovnávacích měření výšky hladiny vůči geodeticky zaměřenému bodu na břehu řeky na louce u jeskyně.

#### *Využití tlakového čidla*

Pro kontinuální záznam výšky hladiny a teploty vody v jeskyni bylo využito čidlo LGR 2 (Geomon, s.r.o.). LGR 2 představuje autonomní měřidlo hladiny a teploty vody s vestavěným záznamníkem naměřených dat a automatickou kompenzací změn atmosférického tlaku. Komunikace s počítačem probíhá přes sériové rozhraní typu RS232C. Napájení poskytuje 9 V baterie typu 6F22. Volitelnými parametry jsou frekvence měření a počet snímaných kanálů. Přesnost měření dosahuje řádu milimetrů v případě výšky hladiny a setin stupně u teploty.

Tlakové čidlo bylo do jezera v *Podtrafové jeskyni* umístěno v září 2003, jeho snímač pomocí nýtu ke stěně přibližně 2 m pod hladinu, pod betonovou lávkou. Interval měření byl zvolen 30 minut.

Dále byla v době studia umístěna stejná tlaková čidla také v jeskyních *Menglerova* a *Dynamitka* a výstupy těchto všech měření tak mohly být porovnány.

#### 3.2.3 Analytické práce

##### *Analýzy chemického složení vody*

Za období 4/2003 - 4/2004 byly celkem třikrát (duben 2003, září 2003 a leden 2004) odebrány vzorky vody z jezera v jeskyni i v *Berounce* pro celkovou analýzu chemismu. Analýzu provedla centrální laboratoř České geologické služby na Barrandově. Použitými laboratorními metodami byly: FAAS (Na, K, Mg, Ca, Li, Fe, Al, SiO<sub>2</sub>), HPLC (Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), ISE (F<sup>-</sup>) a fotometrie.

##### *Argentometrická titrace*

Vzorky vody z jeskyně i z řeky byly v domácích podmínkách argentometrickou titrací analyzovány na obsah chloridů. Obsah chloridů byl zvolen jako jeden z parametrů pro posouzení možné komunikace vody z jeskyně s *Berounkou*. Analýza chloridů je snadná na provedení a celkově jsou chloridy výhodné z hlediska svých vlastností - nesorbují se ani nerozkládají, vzorek vody není třeba po odběru stabilizovat ani není nutné provádět titraci přímo na místě bezprostředně po odběru.

Při argentometrické titraci se chloridy titrují odměrným roztokem dusičnanu stříbrného v neutrálním nebo alkalickém prostředí za vzniku chloridu stříbrného. Finální fázi titrace indikuje vznik chromanu draselného, který s ionty Ag<sup>+</sup> tvoří velmi málo rozpustnou sraženinu chromanu stříbrného. Podrobně metodiku stanovení uvádí např. KOBROVÁ (1970). Správnost postupu byla občasně ověřována kontrolním ztitrováním kalibračních roztoků a destilované vody.

##### *Izotopy kyslíku*

V lednu 2004, kdy dosáhla *Berounka* ve stanici ČHMÚ Beroun 1. stupně povodňové aktivity, byly odebrány vzorky vody na analýzu izotopů kyslíku. Vedle *Podtrafové jeskyně* a *Berounky* byly

ovzorkovány i jeskyně Menglerova, Tomáškova a Dynamitka. Výsledky analýz byly porovnávány s odběry provedenými za povodně 2002 (vzorkovali K. Žák, J. Bruthans). Obsah izotopů kyslíku  $^{18}\text{O}$  byl analyzován na ČGS na hmotnostním spektrometru Finnigan MAT 251. Chyba stanovení je  $\pm 0,2\%$ . Výsledky jsou uváděny v hodnotě  $\delta^{18}\text{O}$ , proti standardu SMOW.

<b>Tabulka 3 - Výška hladiny jezera v Podtraťové jeskyni a hladiny Berounky v blízkosti jeskyně</b>			
<i>jeskyně</i>	<i>hladina jezera v jeskyni (při stavu Berounky 100 cm)</i>	<i>výška Berounky u jeskyně (při stavu 100 cm)</i>	<i>rozdíl Berounka – hladina jeskyně</i>
<b>Podtraťová</b>	209,81 m n.m.	210 m n.m.	+0,186 m
<i>pozn.: vyhodnoceno na základě měření hadicovou vodovádou vůči geodetickému bodu</i>			

### 3.3 Výsledky

#### 3.3.1 Výškové poměry hladin Podtraťové jeskyně - Berounka

Tab.3 uvádí srovnání výšky hladiny vody v jeskyni a v Berounce. Výška hladiny Berounky je uvažována v místě geodeticky zaměřeného bodu na pravém břehu řeky, na louce nedaleko jeskyně. Z měření vyplývá, že hladina v Podtraťové jeskyni je nepatrně níže než v Berounce. Je ovšem třeba uvést, že rozdíl obou hodnot se pohybuje v rámci chyby měření vzhledem k použité metodě.

<b>Tabulka 4 - Vzdálenost Podtraťové jeskyně – Berounka za normálního a povodňového stavu řeky</b>		
<i>jeskyně</i>	<i>přibližná vzdálenost (za stavu 100 cm na vodočtu v Berouně)</i>	<i>přibližná vzdálenost za povodně 2002 (stav 796 cm na vodočtu v Berouně)</i>
<b>Podtraťová</b>	55 m	10 m

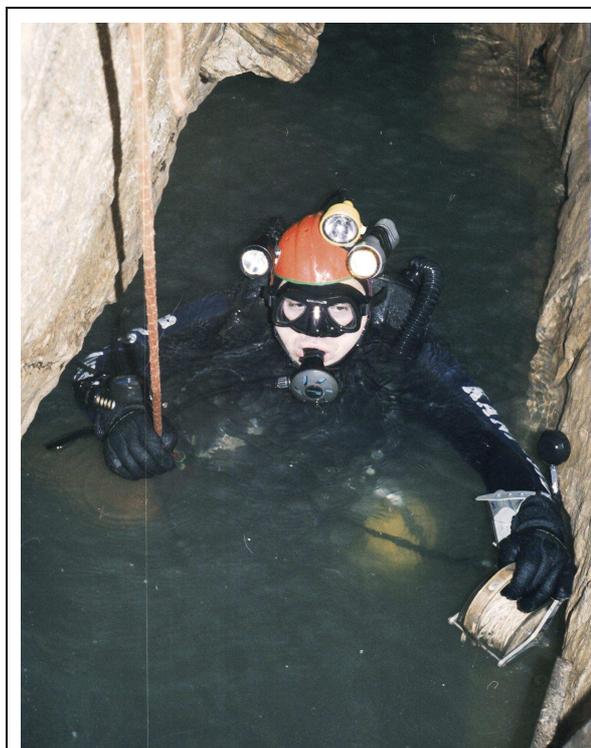
#### 3.3.2 Poloha jeskyně vůči řece

Na základě terénních měření K. Žáka, záznamů J. Bruthanse a základních map 12-41-18, 12-41-12 (1:10 000) byla v souvislosti s porovnáváním chování hladin v jeskyni a řece zhruba stanovena vzdálenost jeskyně od řeky (zhruba kolmá vzdálenost od řeky ke vchodu jeskyně). Za běžného stavu vody (100 cm na vodočtu Beroun) je přímá vzdálenost okolo 55 m, kdežto při povodni 2002 (stav 796 cm na vodočtu Beroun) činila tato vzdálenost přibližně 10 m (viz tab.4).

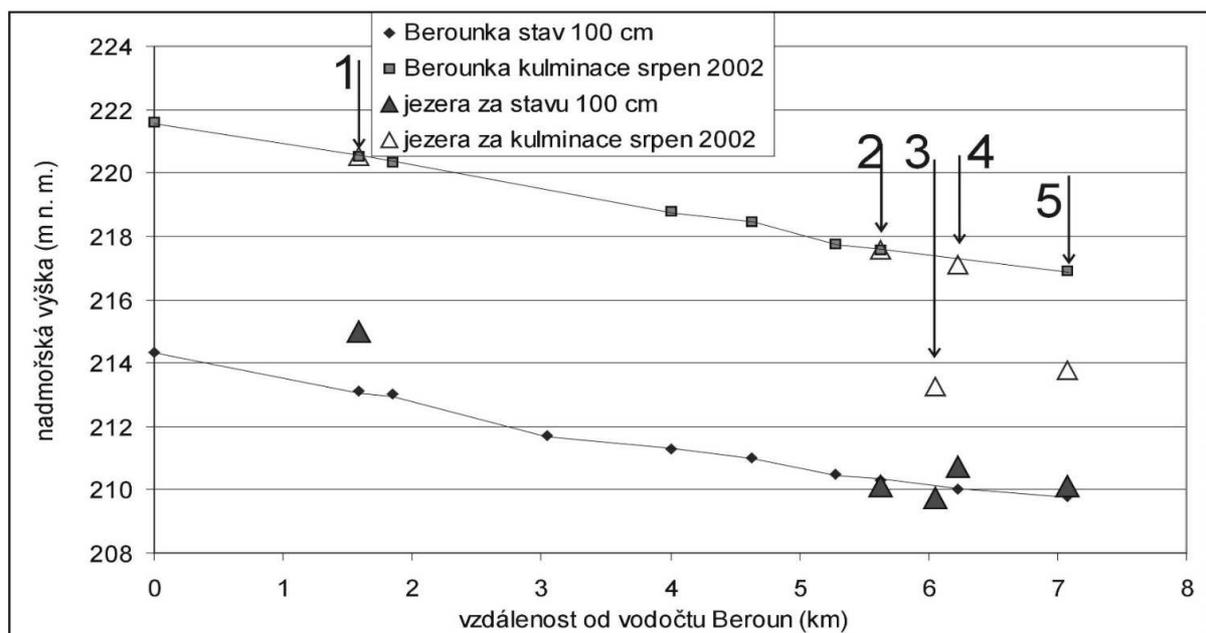
#### 3.3.3 Sezónní kolísání výšky hladiny jezera v jeskyni

V období listopad 2003 – červenec 2004 se výška hladiny v Podtraťové jeskyni pohybovala v úrovni 209,6 m n.m. (minimum, červenec 2004) - 210,8 m n.m. (maximum, leden 2004). Průměrná výška hladiny v Podtraťové jeskyni odpovídá 210 m n.m. (tj. 209,99). Uvedené výšky odpovídají vyhodnocení na základě měření čidel, jež umožňují mnohem detailnější záznam hodnot oproti sledování na vodočetných latích.

Hladina jezera v jeskyni byla zastižena i níže, a to v období květen – listopad 2003 (odečteno na vodočetných latích, před osazením čidel), kdy se její úroveň pohybovala v rozpětí 209,2 – 209,5 m n.m.



**3c/** Hladina jezera v Podtraťové jeskyni.



**3d/** Porovnání výšek hladin v jeskyních a v Berounce při stavu 100 cm na vodočtu v Berouně a za povodně v srpnu 2002 (při zvýšení hladiny Berounky o 6,96 m):

1 = jeskyně Tetínský vývěr, 2 = Menglerova jeskyně, 3 = Tomášková propast, 4 = Podtraťová jeskyně, 5 = jeskyně Dynamitka.

Časový průběh hladiny jezera v *Podtraťové jeskyni* dle záznamu z čidla je znázorněn na obr.3e. Celkově bylo za období listopad 2003 – červenec 2004 evidováno 12 výraznějších výkyvů hladiny, přičemž největší odpovídají časově půli a konci ledna, konci března a začátku června 2004. Další, již méně výrazná zvýšení hladiny nastala okolo 26.12.2003, 5.2., 19.3., 9.5., 14.5. a 13.6.2004 – viz obr.3e. V předchozím sledovaném období byl zaznamenán nárůst hladiny jen na konci října 2003.

### 3.3.4 Srovnání režimu hladin v *Podtraťové jeskyni*, *jeskyních Menglerova a Dynamitka a Berounky*

Časový průběh hladiny jezera v *Podtraťové jeskyni* byl porovnán se záznamem průběhu výšek hladin jezer v jeskyních *Menglerova* a *Dynamitka*, a s průběhem hladiny *Berounky*. Záznam všech sledovaných objektů ukazuje obr.3e. Průběh hladiny v *Podtraťové jeskyni* je velmi podobný jako u jezer v jeskyních *Menglerově* a *Dynamitce*, jejichž záznam je víceméně shodný. Hladina jezera v *Podtraťové jeskyni* je situována vůči zbylým dvěma hladinám zhruba o 18 cm níže. Dále je pro *Podtraťovou* odlišností menší šířka píků při zvýšení hladiny; hladina se zde rychleji vrací do normálu. Hladiny v *Dynamitce* a *Menglerově* se nacházejí ve stejné nadmořské výšce (v rámci dosažené přesnosti měření), přesto hladina v *Dynamitce* mnohdy nedosáhne v obdobích zvýšení hladiny takové výšky maxima jako v *Menglerově jeskyni*. *Podtraťová jeskyně* má v případě zvýšení hladiny nejstrmější průběh křivky, tedy i nejrychlejší nárůst výšky hladiny, „nejutlumenější“ v reakci je v tomto srovnání jeskyně *Dynamitka*.

Ve sledovaném období dosáhly maxima hladina v *Podtraťové jeskyni* a hladina *Berounky* shodně v lednu 2004 (rozdíl je v řádu týdnů), minimum pak nastalo v jeskyni v červenci 2004, kdežto minimální stav v řece odpovídá listopadu 2003, viz tab.5.

Tabulka 5 - Maximální a minimální výška hladiny v <i>Podtraťové jeskyni</i> a <i>Berounky</i> v období listopad 2003 – červenec 2004		
<i>Podtraťová jeskyně</i>	27.1.2004 v 8:00	210,799 m n.m.
<i>Berounka – maximum</i>	15.1.2004 v 1:00	211,07 cm na vodočtu v Berouně
<i>Berounka - stav v období maxima na čidle v jeskyni</i>	27.1.2004 v 5:00	210,29 cm na vodočtu v Berouně
<i>minima výšek hladin:</i>		
<i>Podtraťová jeskyně</i>	20.7.2004 v 2:18	209,694 m n.m.
<i>Berounka</i>	13.11.2003	73 cm na vodočtu v Berouně

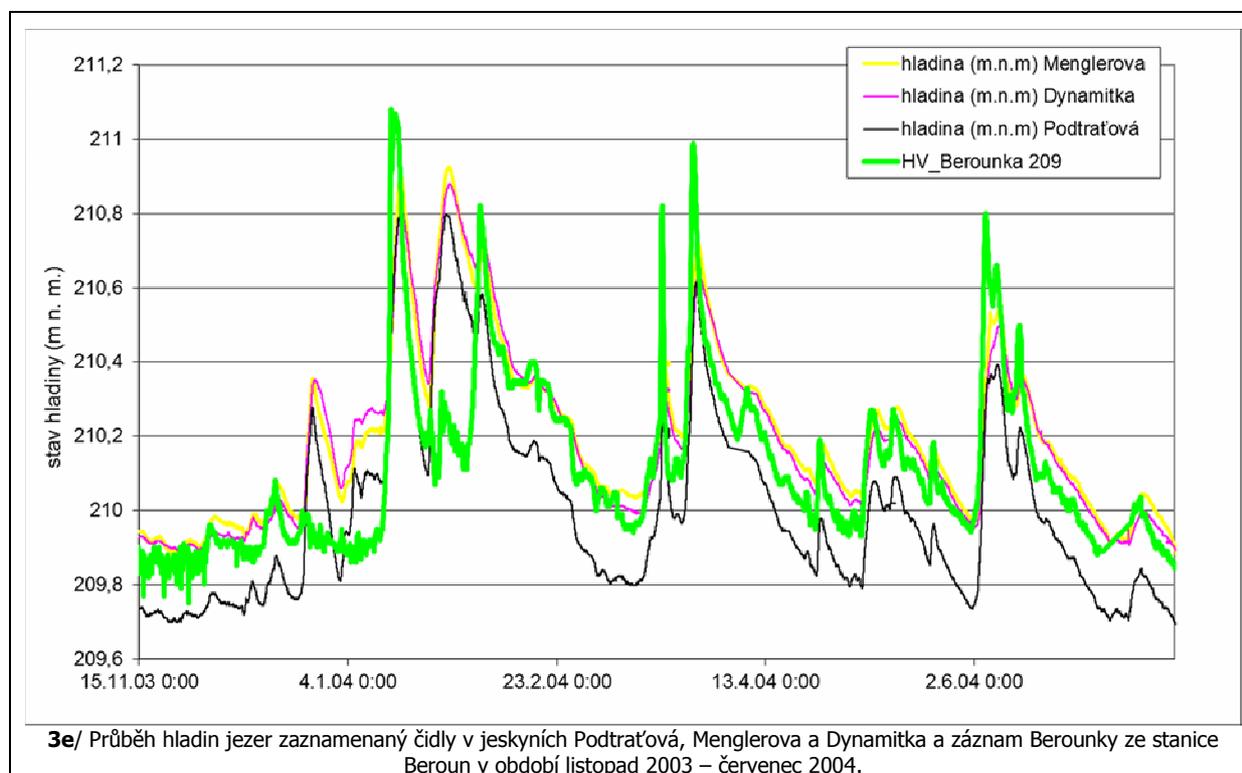
### Doba trvání zvýšených stavů hladin v jeskyních

Délka trvání největších srovnávaných zvýšení hladiny (rozpětí píku) dosahovala 9 dní (v červnu) - 11 dní (v lednu) 2004. U výkyvů menšího rozsahu byla tato doba přibližně 4 dny.

Rychlost odezvy hladin v jeskyních *Podtraťová*, *Menglerova* a *Dynamitka* na zvýšení hladiny *Berounky* uvádí tab.6. Uvedené časy reakcí hladin, tedy zpoždění, jsou uvažovány podle času dosažení maxima, samotná reakce hladin v jeskyních nastupuje dříve.

Tabulka 6 - Zpoždění maxima hladiny v jeskyni oproti maximu hladiny řeky (dle stavu na stanici ČHMÚ Beroun)			
datum	jeskyně		
	<i>Podtraťová</i>	<i>Menglerova</i>	<i>Dynamitka</i>
1.12.2003	8 h	24 h	24 h
17.12.2003	6 h	17 h	15 h
15.1.2004	25 h	39 h	39 h
26.1.2004	21 h	41 h	43 h
4.2.2004	14 h	22 h	20 h
26.3.2004	15 h	27 h	31 h
4.6.2004	11 h	26 h	26 h
7.6.2004	3 h	14 h	13 h
11.7.2004	4 h	6 h	6 h

Ze srovnání v tab.6 vyplývají zpoždění jezer vůči řece: nejmenší u *Podtraťové* srovnatelné u *Menglerovy* a *Dynamitky*. Nejrychleji na zvýšení hladiny v řece reaguje hladina jezera v *Podtraťové jeskyni* a stejně tak zde nejrychleji odezní. Porovnání všech sledovaných míst vůči sobě je přehledně v tab.7. Opět je třeba zmínit, že se jedná o srovnání na základě výskytu maxim. Pokud bychom uvažovali nástup reakce hladiny jako takové, reagují jeskyně mnohem rychleji a průběhy jejich odezvy se velmi podobají.



Dále z porovnání režimu hladin jezer v souvislosti s řekou vyplývá, že při malém zvýšení hladiny *Berounky* trvá kratší dobu za jakou hladina jezera v jeskyni dosáhne svého maxima, kdežto s větším rozsahem výkyvu na řece trvá i déle než je dosaženo maxima v jeskyni.

<b>Tabulka 7 - Zpoždění sledovaných míst vůči sobě dle dosažení maximální hladiny</b>	
<i>Podtraťová oproti Berounce</i>	3 –25 hodin, v průměru 10 hodin
<i>Dynamitka oproti Berounce</i>	6 –43 hodin, v průměru 23 hodin
<i>Menglerova oproti Berounce</i>	6 – 41 hodin, v průměru 23 hodin
<i>Dynamitka oproti Podtraťové</i>	4 – 18 hodin
<i>Menglerova oproti Podtraťové</i>	4 – 16 hodin
<i>Dynamitka oproti Menglerově</i>	0 – 2 hodiny

#### *Vzájemná korelace výšky hladiny jezer v jeskyních*

Korelační koeficient výšek hladin jezer v jeskyních prokazuje, že hladiny spolu navzájem velmi dobře korelují. Ve všech případech se svou hodnotou blíží 1, jednotlivé rozdíly jsou v řádu setin. Nejvyšší korelační koeficient je mezi jeskyněmi *Menglerovou* a *Dynamitkou*, jak je i očekávatelné z podobnosti časového průběhu hladin, času, kdy je dosažena maximální výška hladiny i času nástupu reakce hladiny. Nepatrně méně spolu korelují jeskyně *Menglerova* s *Podtraťovou* a nejméně *Dynamitka* s *Podtraťovou*. I to ale evidentně souhlasí se záznamem průběhu hladin (obr.3e) – průběh kolísání hladiny v *Podtraťové* je nejostřejší a v *Dynamitce* naopak nejtluštější.

<b>Tabulka 8 – Vzájemná korelace výšky hladiny jezer v jeskyních v okolí Berounky</b>			
	<i>Podtraťová</i>	<i>Dynamitka</i>	<i>Menglerova</i>
<i>Podtraťová</i>	1		
<i>Dynamitka</i>	0,977611	1	
<i>Menglerova</i>	0,984503	0,990362	1

Časový průběh hladiny *Berounky* odpovídá svým charakterem průběhu hladin jezer v jeskyních. Při nárůstu hladiny *Berounky* dochází ke zvýšení hladin jeskynních jezer. Byly však za sledované období zaznamenány dva případy, kdy k tomuto jevu nedošlo. V době 24.12. – 30.12.2003 a 24.1. – 3.2.2004 byly zaznamenány zvýšení hladiny v jeskyních, přestože nedošlo ke zvýšení hladiny v řece. Maxima na hladinách v jeskyních v tu dobu zcela neodpovídají situaci hladiny *Berounky*. Jako na první lokalitě byla (dle rychlosti nástupu maxima) hladina zvýšena v *Podtraťové j.* (23.1.2004 začíná zvýšení hladiny zhruba v 7:29), poté v *Dynamitce* (23.1.2004 13:30) a *Menglerově* (23.1.2004 13:30). *Berounka* začala stoupat 23.1.2004 přibližně v 10:00, okolo 17:00 dosahuje lokálního maxima a posléze klesá a lokální minimum nastává 24.1.2004 cca v 17:00. Dále hladina *Berounky* osciluje při zachování hodnoty okolo 210, zatímco jeskyně mají výrazný nárůst hladiny.

Pro nalezení vysvětlení těchto rozdílů v chování hladin byly jejich průběhy porovnávány s vybranými dalšími parametry (srážky, mocnost sněhové pokrývky, teplota vzduchu - měřené ČHMÚ, atmosférický tlak – měřený firmou Geomon a výšky hladin ve vrtech ve Velkolomu Čertovy schody a na Suchomastském potoce – měřené firmou Progeo, s.r.o.), jež by mohly průběhy hladin ovlivnit či s nimi souviset. Detaily uvádí VYSOKÁ (2004). Příčinou těchto zvýšení hladin v zimním období bez srážek byly ledové jevy, jak je více rozvedeno v závěru.

#### *Maximální výška hladiny při povodni v roce 2002*

V *Podtraťové jeskyni*, stejně jako v dalších sledovaných jeskyních v blízkosti *Berounky*, byla zpětně zaměřena maximální výška, kam dosáhla hladina jezera při povodni v roce 2002. Situaci zde tehdy přímo na místě sledovali K. Žák a J. Bruthans.

Bylo tak potvrzeno, že za takového vodního stavu voda z řeky pronikla do *Podtraťové jeskyně*, *Menglerovy jeskyně* a *Tetínské vyvěračky*.

V *Podtraťové jeskyni* dosáhla voda do úrovně při patě žebříku v *Hlavním dómu*. Voda byla silně žlutě zakalená, s viditelností okolo 20 cm. V dómu byl zastížen také silný skap.

V případě *Menglerovy jeskyně* byla registrována okolo uzávěru ve vchodu do jeskyně zachycená tráva indikující proudění vody z řeky do jeskyně. Jako relikv po povodni byly v *Menglerově*

jeskyni v dubnu 2003 zastíženy ryby. Během jarních měsíců roku 2003 zde byly při měřeních pravidelně vidáni 2-3 jedinci. (Jde o první zaznamenaný nález ryb v jezeře v *Menglerově jeskyni* za dobu její historie.) Jednalo se o plotice či oukleje (určil A. Petrusek z PřFUK na základě fotografie uhynulého jedince, přesnější určení nebylo možné), každopádně šlo o druhy v *Berounce* běžné. Otázkou zůstává, zda se ryby do jeskynního jezera dostaly puklinou či otvorem ve stěně nad zemí za zvýšeného stavu *Berounky* (o 7 m v srpnu 2002) či zda připlavaly nějakou podzemní cestou, eventuálně zda mohlo dojít k uvolnění části sifonu vtláčením povodňových vod.

Oproti tomu v *Tomáškově propasti* a jeskyni *Dynamitka* byla v té době voda z masivu, nedošlo ani k výškovému vyrovnání hladin s *Berounkou* (hladina těchto jezer zůstala o 3-4 m pod úroveň kulminace *Berounky*, viz obr.3d). V jeskyni *Dynamitka* nastoupala hladina jezera přibližně 2,5 m nad normální stav, voda byla průhledná, viditelnost do 1 m, na hladině byla bílá pěna.

### 3.3.5 Teplota vody

Teplota byla v jeskyni měřena automaticky - čidlem, současně s výškou hladiny, v intervalu 30 minut. Sledované období tedy odpovídá době, kdy byly registrovány výšky hladin: 13.11.2003 – 20.7.2004. Teplota vody naměřená ve sledovaném období v *Podtraťové jeskyni* měla v průměru hodnotu 9,48°C. Nejvyšší zaznamenaná teplota byla 9,52°C a nejnižší 9,4°C. Teplota vody je zde tedy v čase velmi vyrovnaná, kolísá v rozsahu 0,12°C. Pro srovnání jsou uvedeny i průměrné, maximální a minimální teploty v jeskyních *Dynamitka* a *Menglerova* (tab.9). Manuální měření teploty (elektrickým teploměrem nebo konduktometrem) poskytlo oproti čidlům hodnoty o něco vyšší, jak prezentuje tab.9.

<b>Tabulka 9 - Naměřená maximální, minimální a průměrná teplota vody v jeskyních v okolí Berounky v období 11./2003 – 7./2004</b>			
<b>teplota [°C]</b>	<i>Podtraťová</i>	<i>Dynamitka</i>	<i>Menglerova</i>
<i>maximální</i>	9,52	9,27	11,82
<i>minimální</i>	9,40	8,98	10,52
<i>průměrná</i>	9,48	9,10	11,08

*pozn.: měřeno autonomními čidly*

#### *Režim teploty v čase*

Jak vyplývá i z obr.3f, jezero v *Podtraťové jeskyni* má velmi vyrovnaný průběh teploty vody. Dokladem je rozpětí naměřených hodnot v intervalu 0,12°C maximálně. Mírně rozkolísanější průběh má oproti tomu teplota vody v jeskyni *Dynamitka*. Maximální výkyv teploty byl ve sledovaném období 0,29°C.

Z hlediska teploty vody zkoumaných lokalit je odlišná *Menglerova jeskyně* - průměrná teplota jezera je asi o 2°C vyšší, než u jezer na druhém břehu řeky (*Podtraťová j., Tomášková p.*). Její sezónní průběh má typický sinusoidální charakter, s maximem teploty začátkem prosince a nejnižší teplotou v červenci. Hodnoty oscillovaly za sledované období v rozpětí 1,3°C.

Tento režim teploty vody vysvětluje s největší pravděpodobností skutečnost, že *Menglerova jeskyně* leží v osluněném jižním svahu a na povrchu nad ní je pouze terén s nízkou vegetací. Teplota vody jezera je pravděpodobně konduktivním vedením tepla z masivu ovlivněna. (*Podtraťová jeskyně* situovaná v severní stěně je většinu dne ve stínu a jeskyně *Dynamitka* se nachází v lomu s vysokým porostem stromů.)

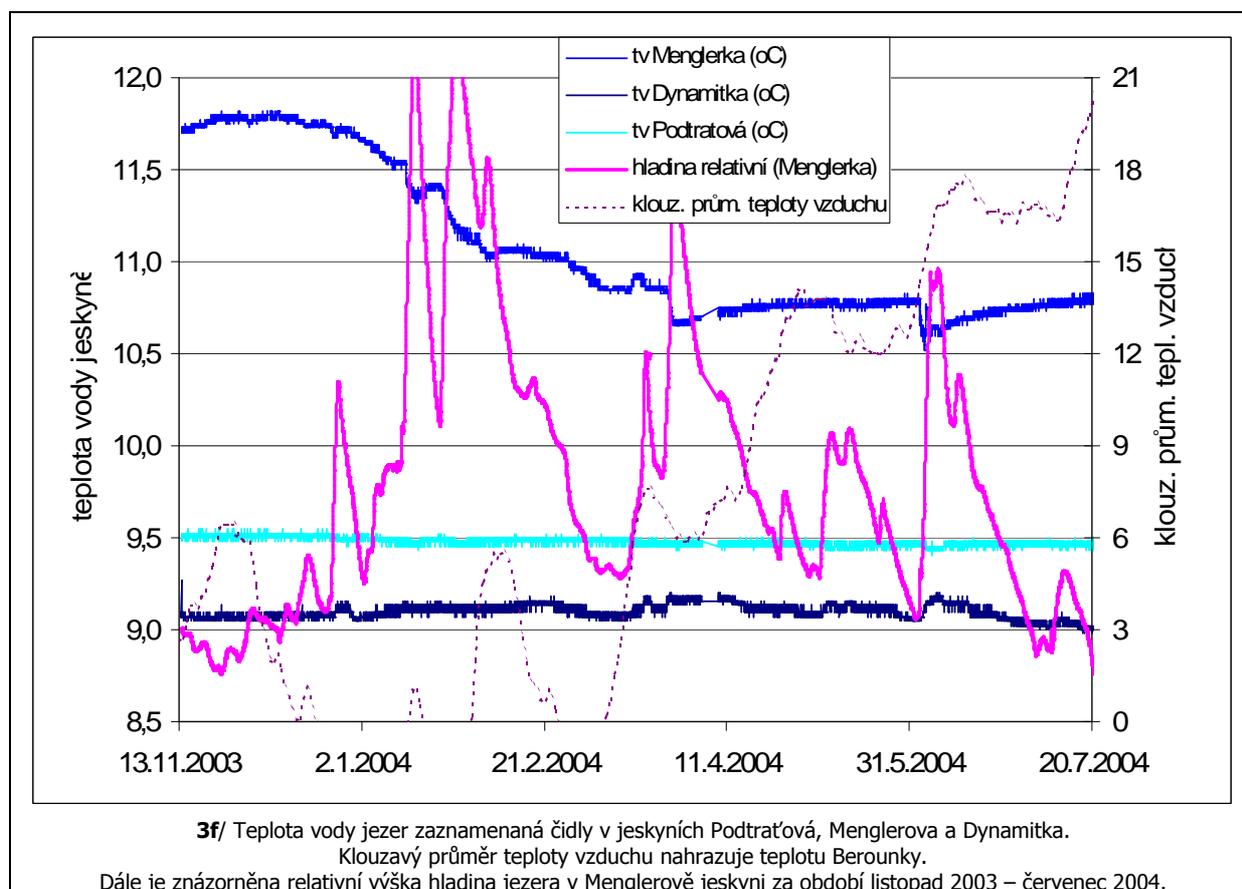
Lokální poklesy teploty vody zaznamenané v *Menglerově jeskyni* 15.1., 27.1., 5.2., 27.3. a 3. – 5.6.2004 odpovídají časově zvýšeným stavům hladiny *Berounky*, kdy pravděpodobně došlo k přítoku vody z fluvialních sedimentů, což způsobilo ochlazení vody v jeskyni.

Proti hypotéze o přímém vtoku vody z řeky svědčí pokles teploty vody v jeskyni v červnu 2004, kdy už byla teplota *Berounky* vyšší než teplota vody v jeskyni.

S některými poklesy teploty vody v *Menglerově jeskyni* došlo inverzně v některých částech záznamu z *Dynamitky* k nárůstu teploty. Jedná se o 26.12.2003, 15.1., 27.3. a 5.6.2004. Poklesy teploty vody v *Menglerově jeskyni* a zvýšení v *Dynamitce* korespondují se zvýšením hladiny v *Podtraťové jeskyni*, a tedy s vyšší hladinou *Berounky*. Pro *Dynamitku* připadá v úvahu vysvětlení, že za těchto vyšších vodních stavů se může říční voda „tlačit“ do masivu a relativně teplejší voda z hlubších částí jezera se pak dostává výše.

Tabulka 10 – Vzájemná korelace teplot jezer v jeskyních v okolí Berounky			
	<i>Podtraťová</i>	<i>Dynamitka</i>	<i>Menglerova</i>
<i>Podtraťová</i>	1		
<i>Dynamitka</i>	-0,1584	1	
<i>Menglerova</i>	0,725283	-0,24253	1

Korelační koeficient teploty vody je vyšší pouze u srovnání *Menglerovy jeskyně* a jeskyně *Podtraťové* (0,72). V ostatních případech se jedná o velmi nízké a záporné hodnoty (-0,16 a -0,24).



### 3.3.6 Chemické a fyzikální vlastnosti vody

#### Měření konduktivity a pH vody

Pomocí terénního měření konduktivity a pH vody s frekvencí 1 měsíc byly charakterizovány voda v *Berounce* a *Podtraťové jeskyni*, a dále také v jeskyních *Menglerově*, *Dynamitce*, *Tomáškově propasti*, *Tetínském vývěru*. Mezi lokalitami reprezentujícími objekty mimo bezprostřední okolí *Berounky* byly zařazeny *Nová jeskyně na Damilu* a pramenní vývěry nad *Tetínem (Domášov)*, jímané jako zdroj vody pro obec. Výsledky tohoto porovnání měřených parametrů pro jednotlivé objekty ukazuje obr.3g.

Ze vztahu pH a konduktivity (obr.3g) a zejména pak ze závislosti konduktivity a obsahu chloridů (obr.3h) vyplývá, že krasové vody z jezer a voda z *Berounky* mají rozdílné měřené parametry. *Berounka* má vyšší hodnoty pH, nižší hodnoty konduktivity a velice proměnlivý obsah chloridů.

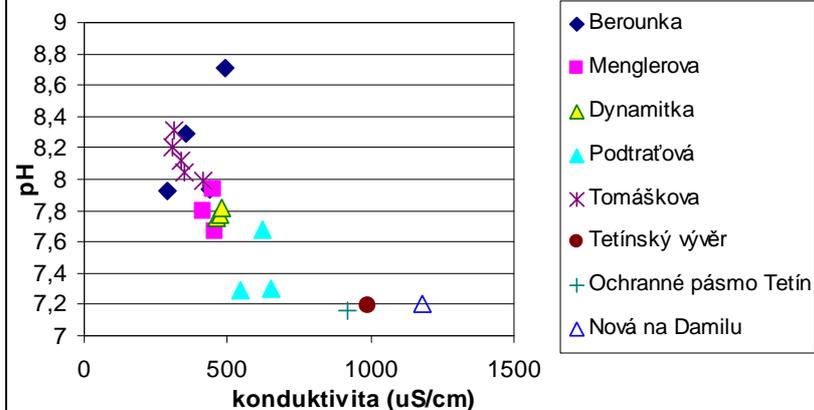
Oproti tomu vody z jezer mají vůči sobě navzájem podobné charakteristiky - vždy nižší obsahy chloridů, pH kolísá, ale nedosahuje většinou hodnot *Berounky*. Samostatnou, odlišující se skupinou vod zůstávají svými hodnotami *Tetínský vývěr*, jeskyně *Nová na Damilu* a prameniště pod *Domášovem* - ochranné pásmo Tetín - jedná se o vody silně znečištěné, především v důsledku zemědělské činnosti. Typické jsou vysoké obsahy dusičnanů a vysoká konduktivita.

**Tabulka 11 - Hodnoty konduktivity, pH a teploty vody a obsah chloridů v Podtraťové jeskyni naměřené v období březen 2003 – duben 2004**

datum	teplota [°C]	konduktivita [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	pH	Cl [mg/l]
8.3.2003	10		8,03	
24.4.2003	9,9	638		11,5
18.5.2003	10	660		13,3
18.7.2003	10	658		12,4
13.8.2003	9,9	659	7,34	11,5
7.9.2003	9,8	655	7,30	12,4
5.10.2003	9,8	646	7,28	12,4
1.11.2003				12,4
13.11.2003	9,8	649	7,73	
21.12.2003	9,7	555	7,72	9,7
14.1.2004	9,7	623	7,68	14,2
16.1.2004	9,8			
21.2.2004	9,9	545	7,29	15,1
8.4.2004	9,9	545	7,27	15,1
<b>průměr</b>	<b>9,86</b>	<b>621</b>	<b>7,5</b>	<b>12,54</b>
<b>minimum</b>	<b>9,7</b>	<b>545</b>	<b>7,3</b>	<b>9,7</b>
<b>maximum</b>	<b>10</b>	<b>660</b>	<b>8</b>	<b>15,1</b>

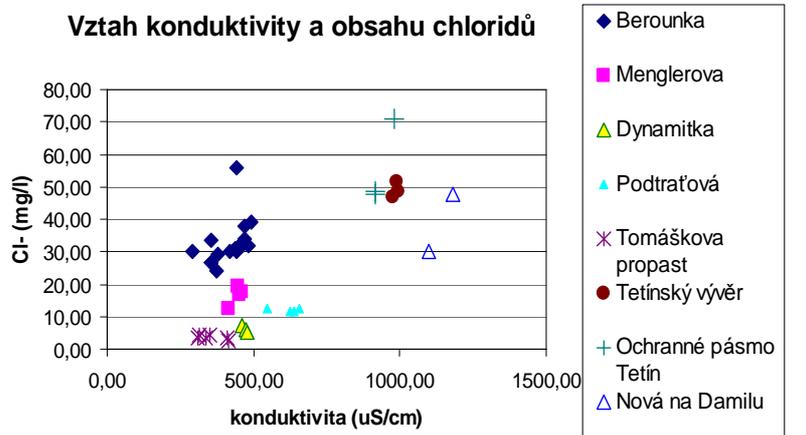
pozn.: Jedná se o data získaná manuálním měřením přenosnými přístroji (konduktometr, pHmetr, elektrický teploměr). Analýza obsahu chloridů byla provedena argentometrickou titrací v domácích podmínkách.

**Vztah pH a konduktivity**



**3g/** Vztah pH a konduktivity vody v Podtraťové jeskyni, Berounce a dalších lokalitách. Hodnoty z období duben 2003 – duben 2004.

**Vztah konduktivity a obsahu chloridů**



**3h/** Vztah konduktivity vody a obsahu chloridů v Podtraťové jeskyni, Berounce a dalších lokalitách. Hodnoty z období duben 2003 – duben 2004.

**Tabulka 12 - Konduktivita vody – minimální, maximální a průměrná v Podtraťové jeskyni, Berounce a dalších sledovaných lokalitách**

<b>konduktivita [<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>]</b>	<i>minimum</i>	<i>maximum</i>	<i>průměr</i>
<i>Berounka – Srbsko –pravý břeh</i>	287 (u Podtraťové)	907 (u Tetínského vývěru)	447
<i>Berounka – Srbsko – levý břeh</i>	357 (Srbsko most)	443 (Srbsko most)	393
<b>Podtraťová jeskyně</b>	<b>545</b>	<b>660</b>	<b>621</b>
<i>Tomášková propast</i>	311	426	380
<i>Menglerova jeskyně</i>	417	464	449
<i>jeskyně Dynamitka</i>	395	483	454
<i>Tetínský vývěr</i>	843	997	971
<i>Komín v Montánci - jižní větev</i>	910	910	910
<i>Nová jeskyně na Damilu</i>	1100	1225	1144
<i>ochranné pásmo Tetín</i>	711	980	892

Voda v Podtraťové jeskyni je chemického typu Ca - Mg - SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Výsledky analýz celkového chemického složení vody v jezeře Podtraťové jeskyně a Berounky prezentuje tab.13. Saturací index SI, vypočtený použitím programu Phreeqc, vypovídá o nasycenosti vůči kalcitu. Kladné hodnoty znamenají schopnost jej srážet, záporné pak jeho rozpouštění. Analyzované vody z Podtraťové jeskyně lze označit za slabě přesycené vůči kalcitu.

**Tabulka 13 - Celkový chemický rozbor vody z jezera v Podtraťové jeskyni a z řeky Berounky v letech 2003 – 2004**

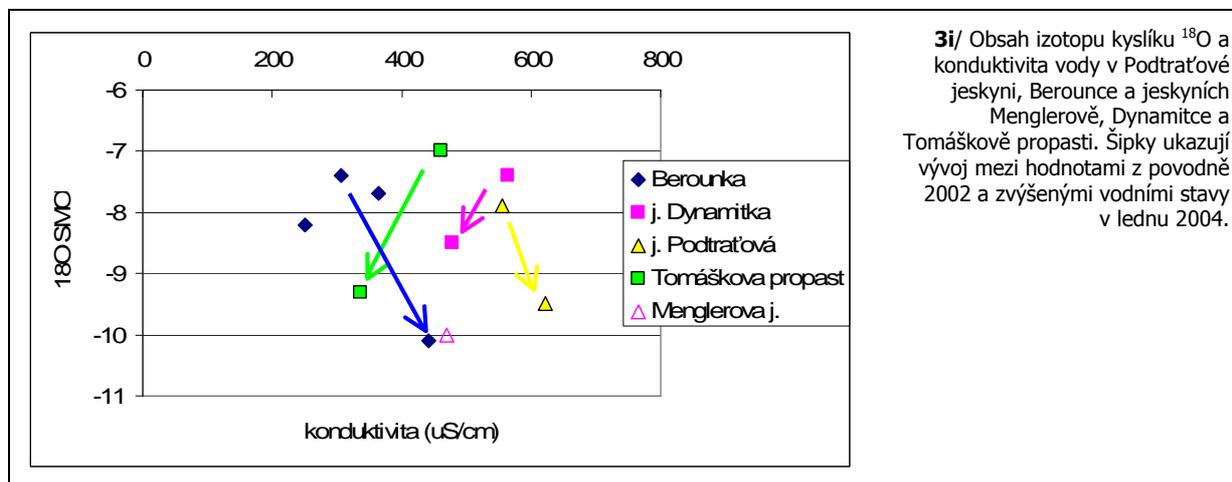
<i>složka</i>	<i>metoda</i>	<i>jednotka</i>	<i>řeka Berounka</i>				<i>jezero v Podtraťové jeskyni</i>		
			<i>u</i>	<i>u</i>	<i>u</i>	<i>u</i>	24.4.2003	7.9.2003	15.1.2004
			<i>Podtraťové jeskyně</i>	<i>Podtraťové jeskyně</i>	<i>Tetínského vývěru</i>	<i>Podtraťové jeskyně</i>			
			24.4.2003	7.9.2003	8.9.2003	15.1.2004			
			<i>(po vlhké zimě)</i>	<i>(po suchém létu)</i>	<i>(po suchém létu)</i>	<i>(po odchodu ledů)</i>			
<b>Li<sup>+</sup></b>	FAAS	$\mu\text{g}/\text{l}$	<2,00	13,00	12,00	7,40	<2,00	5,00	3,70
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	PMT	$\text{mg}/\text{l}$	0,38	0,52	0,36	0,43	0,25	<0,02	<0,02
<b>Na<sup>+</sup></b>	FAAS	$\text{mg}/\text{l}$	18,53	31,50	32,20	22,50	4,73	6,06	3,64
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	FAAS	$\text{mg}/\text{l}$	12,61	16,41	17,41	10,65	17,65	19,03	21,76
<b>Al</b>	FAAS	$\text{mg}/\text{l}$	<0,20	<0,20	<0,20	0,58	<0,20	<0,20	<0,20
<b>K<sup>+</sup></b>	FAAS	$\text{mg}/\text{l}$	4,98	8,61	8,15	6,13	2,01	2,15	1,56
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	FAAS	$\text{mg}/\text{l}$	43,8	54,5	63,5	39,2	129,5	143,8	85,2
<b>Mn<sup>2+</sup></b>	FAAS	$\mu\text{g}/\text{l}$	<5,0	14,0	11,0	142,1	<5,0	<5,0	<5,0
<b>Fe</b>	FAAS	$\text{mg}/\text{l}$	<0,05	<0,05	<0,05	0,54	<0,05	<0,05	<0,05
<b>Zn<sup>2+</sup></b>	FAAS	$\mu\text{g}/\text{l}$	<10,0	16,0	27,0	nest.	<10,0	13,0	<10,0
<b>(HCO<sub>3</sub>)<sup>-</sup></b>	TITR	$\text{mg}/\text{l}$	97,6	143,4	152,6	61,0	289,8	305,1	210,5
<b>(NO<sub>3</sub>)<sup>-</sup></b>	HPLC	$\text{mg}/\text{l}$	13,8	7,3	16,6	36,3	20,8	31,2	12,3
<b>F<sup>-</sup></b>	ISE	$\text{mg}/\text{l}$	0,17	0,20	0,20	0,15	0,21	0,17	0,19
<b>SiO<sub>2</sub></b>	FAAS	$\text{mg}/\text{l}$	<2,0	4,4	3,4	nest.	8,9	8,2	nest.
<b>(SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup></b>	HPLC	$\text{mg}/\text{l}$	69,4	72,1	79,8	58,6	99,4	101,0	105,6
<b>Cl<sup>-</sup></b>	HPLC	$\text{mg}/\text{l}$	27,00	35,51	38,10	38,52	14,20	12,40	7,39
<b>pH</b>	ISE		6,60	6,98	8,12	6,46	7,12	7,28	7,80
<b>kond.</b>	CDM	$\mu\text{S}/\text{cm}$	383	545	576	416	616	749	567
<b>SI</b>			0,02	1,34	1,05	-0,15		0,19	0,17

*pozn.: výsledky chemických analýz provedených ČGS*

#### *Analýza $\delta^{18}\text{O}$ ve sledovaných objektech*

Na základě analýz obsahu izotopu <sup>18</sup>O a hodnot konduktivity byl sledován trend mezi odběry při katastrofické povodni v srpnu 2002 (796 cm na vodočtu v Berouně) a zvýšenými vodními stavy v lednu 2004 (208 cm na vodočtu v Berouně). V grafu na obr.3i znázorňují šipky změnu složení vod mezi těmito situacemi. Nižší hodnoty  $\delta^{18}\text{O}$  pro každou z lokalit odpovídají stavu v lednu 2004.

Podtraťová jeskyně a Tomášková propast měly hodnoty  $\delta^{18}\text{O}$  odpovídající průměrným podzemním vodám. U vody, která setrvává v podzemí dobu delší než 1 rok, lze očekávat v Českém krasu hodnotu  $\delta^{18}\text{O}$  okolo -9,5 ‰. U Berounky se při vzorkování v lednu 2004 předpokládala, v důsledku tání sněhu, hodnota  $\delta^{18}\text{O}$  nižší (cca - 11 až -12 ‰), tedy kontrastnější oproti vodám z jeskyní než skutečně zjištěná (-10 ‰). Jakýsi možný vliv vody z řeky lze uvažovat snad jen u Menglerovy jeskyně. Voda v jeskyni Dynamitka a Komín v Montánci (tab.14), měly výrazně vyšší hodnotu  $\delta^{18}\text{O}$ , než by se očekávalo u běžných podzemních vod. Tato skutečnost mohla být způsobena odparem z volné hladiny, popřípadě přítomností vody infiltrované po srážkách v létě 2002.



Tabulka 14 - Hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ v Berounce a jeskynních jezerech		
lokality	datum a čas	$\delta^{18}\text{O}$ [‰] SMOW +/-0,1
Tomášková propast	15.1.2004 14:50	-9,3
Komín v Montánci, jižní část	15.1.2004 17:50	-8,7
Podtraťová jeskyně	14.1.2004 17:15	-9,5
Menglerova jeskyně	14.1.2004 14:00	-10
Dynamitka	14.1.2004 15:00	-8,5
Berounka, pravý břeh, u mostu v Srbsku	14.1.2004 18:30	-10,1
pozn.: odběr v lednu 2004		

### 3.4 Závěr

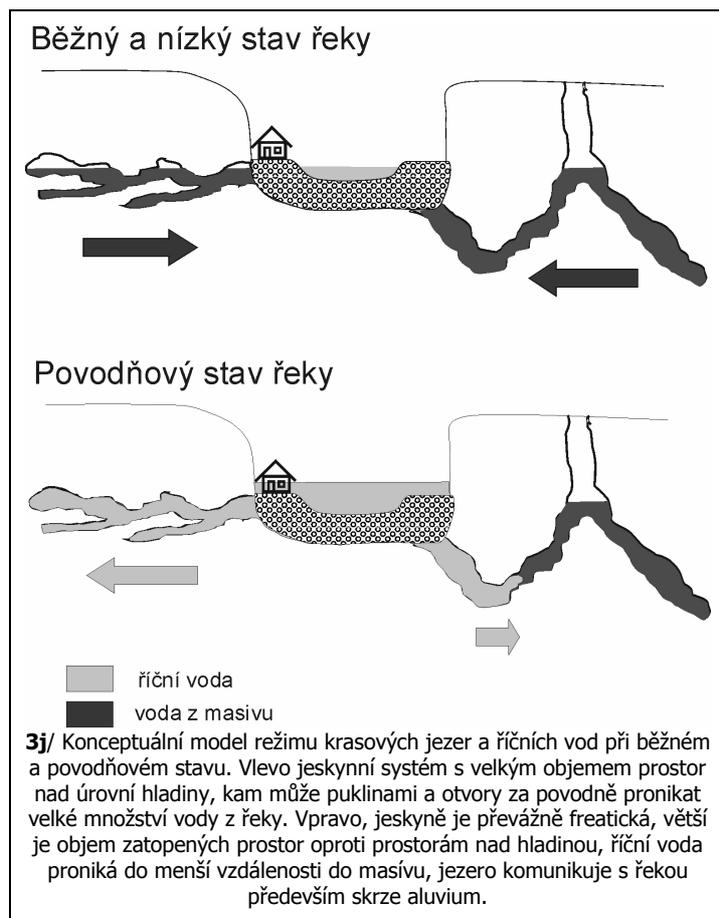
V období duben 2003 až červenec 2004 byly v Podtraťové jeskyni prováděny terénní měřicí práce, jejichž cílem bylo studium krasového jezera v Podtraťové jeskyni, jeho režim, vlastnosti vody a vztah s řekou Berouňkou. Do výzkumu byly zahrnuty i některé další jeskyně s jezery v blízkosti řeky Berouňky (Tomášková propast, Menglerova jeskyně, Komín v Montánci, jeskyně Dynamitka, Tetínský vývěr) a jako srovnávací lokalita odlehlá od řeky pak Nová jeskyně na Damilu. Analytické a rešeršní zpracování získaných poznatků vyústilo v publikaci v časopise Journal of Cave and Karst studies (VYSOKÁ ET AL 2012).

V jeskyni byla zaměřena nadmořská výška hladiny jezera a posouzena její výšková úroveň vůči výšce hladiny Berouňky v blízkosti jeskyně. Na základě provedeného měření se hladina jezera v Podtraťové jeskyni nachází cca o 19 cm níže než v řece. Zjištěný rozdíl je ovšem nižší než chyba měření při použití zvolené metody a je třeba brát s jistotou mírou tolerance. V hrubých rysech lze hladinu jezera v jeskyni považovat za výškově odpovídající hladině Berouňky.

Pomocí osazených vodočetných latí i instalovaného tlakového čidla byla sledována výška hladiny jezera a její vývoj v čase. Díky automatickému záznamu dat byly získány záznamy výšky hladiny a teploty vody s intervalem měření 30 minut za dobu 10 měsíců.

Oscilace hladiny jezera v Podtraťové jeskyni má těsný vztah k režimu hladiny Berouňky. Amplituda oscilace hladiny je vůči řece mírně ztlumená a zpožděná. Na změnu výšky hladiny řeky

reaguje jeskyně se zpožděním 3 – 25 hodin, v průměru 10 hodin. Tento časový rozdíl je uvažován jako čas mezi dosažením maximální hladiny, nástup reakce jako takové je rychlejší.



V měsíčním intervalu byly měřeny vybrané chemické a fyzikální parametry vody v jezeře, tj. pH, teplota, konduktivita, byly odebírány vzorky vody na analýzu obsahu chloridů. Za sledované období byly celkem třikrát odebrány vzorky vody v jeskyni a v řece na celkovou analýzu chemického složení. V průměru se teplota vody v jezeře pohybuje okolo 9,8°C, konduktivita je 621  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH je 7,5 a průměrný obsah chloridů činí 12,54 mg/l.

V lednu 2004 při zvýšených vodních stavech v důsledku tání byly odebrány vzorky vody z jeskyně i řeky na analýzu izotopů  $^{18}\text{O}$ . Výsledky analýz byly porovnány s archivními výsledky z povodně 2002. Měřenými parametry (pH, konduktivita, teplota), chemickým složením i hodnotou  $\delta^{18}\text{O}$  se voda v jeskyni odlišuje od říční vody. Z odlišného chemismu a obsahu  $^{18}\text{O}$  i relativně stálé teploty vody vyplývá, že ve sledovaném období nepronikala ve významnějším množství (tj. cca přes 10 %) do jeskyně říční voda.

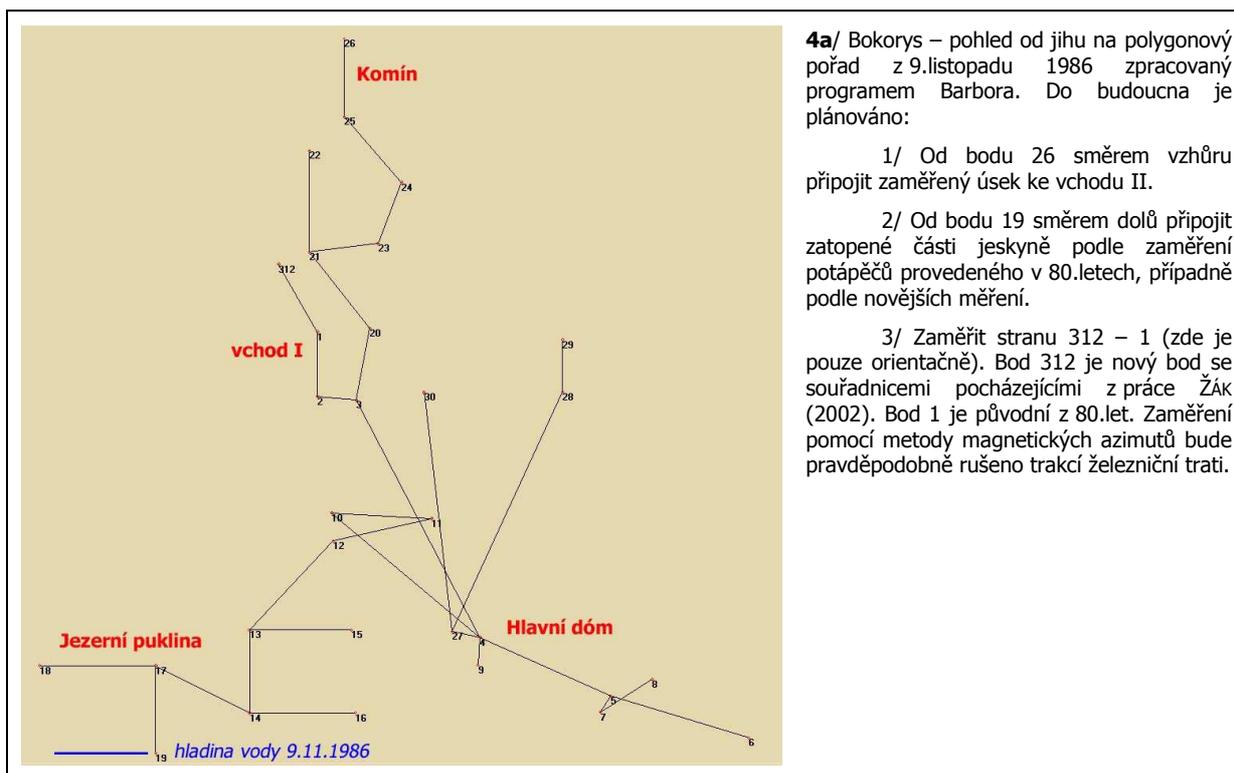
Zatímco při běžném stavu vody neproniká říční voda do jeskyně, situace je jiná v případě vysokého vodního stavu, jak se prokázalo při povodni v srpnu 2002. Voda z řeky tehdy jednoznačně pronikla do *Podtraťové jeskyně*, *Menglerovy jeskyně* a *Tetínského vývěru*. Zpětně byla zaměřena úroveň dosahu maximální výšky hladiny v jeskyni. V jeskyni *Dynamitka* a *Tomáškově propasti* nedošlo ani k výškovému vyrovnání hladin jezer s hladinou *Berounky*. Archivních i nově získaných poznatků bylo využito při tvorbě konceptuálního modelu režimu krasových jezer a říčních vod za běžného a povodňového stavu (obr.3j).

Poznatky získané při studiu přispívají ve zkoumané oblasti k teorii vzniku jeskyní natlačováním povodňových vod z řeky a míšením s krasovými vodami v masívu. Povodňové vody, na rozdíl od krasových vod nenasycené vůči kalcitu, vstupují při vysokých vodních stavech puklinami do skalního masívu, kde intenzivně rozpouští vápenec. Hladina vody v jeskyni může za takové situace, jaká nastala například v srpnu 2002, nastoupat i o 6 m. Po snížení hladiny v řece klesá také hladina jezera v jeskyni, voda se vrací zpět do řeky. Takové okamžiky speleogeneze nemusí nastávat jen v důsledku jarních a letních povodní, ale byly pozorovány i v souvislosti s ledovými jevy. V lednu 2004, došlo při odchodu ledů k ucpání toku u jezu v Karlštejně. V úseku před Karlštejnem má *Berounka* malý spád. Ledy se zde na jezu snadno nakupí, jak bylo v minulosti opakovaně zaznamenáno. Vytvoří se tak jakási přirozená překážka, která zamezí volnému toku řeky. V zimě 2004 tak bylo díky sledování výšek hladin evidováno, že došlo ke zvýšení hladiny řeky a nárůst byl zaznamenán i u hladin v jeskyních *Podtraťové*, *Menglerově* a *Dynamitce*. Zvýšení se ale už neprojevovalo na vodočtu v Berouně, který je situován 5 km proti toku a o 3 m výše. V zimním období má navíc studenější říční voda díky vyšší hustotě možnost pronikat i hlouběji do krasových jezer a přispívat tak k rozšiřování krasových dutin i ve větších hloubkách pod hladinou řeky. Proces speleogeneze v důsledku vtlačení povodňových vod mohl být v minulosti, kdy nebyl tlumen hůře propustnými jemnozrnnými fluviaálními sedimenty, jež dnes pokrývají šterky v říční nivě, ještě intenzivnější.

## 4. Uvažovaný plán další činnosti

Odůvodnění žádosti o pracovní výjimku ze zákona na následující roky:

- 1) Pokračování ve **cvičných speleopotápěčských akcích**. Lokalita je pro svoji jedinečnost freaticko-vadózní části využívána SZS (případně i dalších složek IZS) v rámci cvičných akcí simulujících záchranu z jeskyně.
- 2) Údržba **vystrojení** jeskyně technickými a lezeckými prvky (vchodové uzávěry, žebříky, lana, rošty, kotvení body). Výměna žebříku v *Hlavním dómu* je již nutností. V rámci speleopotápěčských ponorů kontrola zajištění vystrojení freatické části jeskyně a případně zajištění oprav.
- 3) Studium **geologických poměrů a geomorfologických tvarů** na základě konfrontací starších výzkumů a současného pohledu na karsologickou problematiku Českého krasu a krasu všeobecně.
- 4) Eventuelní provedení **čerpacího pokusu** z důvodu nemožnosti řádného průzkumu úzkých partií nejzazší části *Nové chodby* a okolí potápěčem.
- 5) **Prolongace:**
  - a) Pokus o průnik úžinou na *Dně* jeskyně v hloubce 67,5 m pod hladinou.
  - b) Systematický průzkum *Nové chodby* ve freatické části a možnosti další prolongace tímto směrem.
  - c) Možnost otevření „suchého“ pracoviště na dně *Hlavního dómu* směrem k trvale zatopené *Nové chodbě* vedoucí skrz skupinu bloků vzhůru do míst, které není možné prozkoumat potápěčem.
- 6) Revitalizace **polygonového pořadu** v jeskyni s připojením na nový měřický bod u spodního vchodu (vchod I) a také realizace kvalitnějšího připojení horní části *Komína* s vchodem II a zatopených částí na stávající pořad z roku 1986 – viz obr.4a.



## 5. Bibliografie Podtraťové jeskyně

Následující seznam literatury váží se přímo nebo jen okrajově k Podtraťové jeskyni je řazen chronologicky.

- HOMOLA V. (1947): *Krasové zjevy Barrandienu*. – Nепublikovaná disertační práce. PřFUK: 1-112. Praha.
- HOMOLA V. (1950): *Krasové zjevy Barrandienu* (aktualizovaná verze disertační práce). – Nепublikovaný rukopis. Archiv ČSS: 1-47. Praha.
- LOŽEK V. (1964): K otázce vzniku a stáří svislých korozních dutin v Českém krasu. – *Československý kras*, 15: 125-127. Praha.
- TURNOVEC I., FAJSTOVÁ Č. (1967): Krasové jevy údolí Berounky mezi Srbskem a Karlštejnem. – *Československý kras*, 18: 39-48. Praha.
- CHYBA P., LYSENKO V. (1968): Podtraťová jeskyně, největší podzemní jezero v Českém krasu. – *Československý kras*, 19: 135-136. Praha.
- VANĚK V. (1978): Fauna podzemních vod v oblasti Barrandienu. – *Český kras*, III: 90-95. Beroun.
- VANĚK V., VČÍŠLOVÁ B. (1979): Nové vrtné práce v siluru a devonu Barrandienu. – *Český kras*, IV: 7-18. Beroun.
- LYSENKO V. (1980): Neznámá Podtraťová jeskyně. – *Český kras*, V: 73-75. Beroun.
- VANĚK V. (1980): Některé výsledky sledování biologie podzemních vod v oblasti Barrandienu mezi Svatým Janem pod Skalou a Srbskem. – *Český kras*, V: 19-24. Beroun.
- LYSENKO V. (1981): Výsledky potápěčského průzkumu v Podtraťové jeskyni a problematika speleologického bádání v Českém krasu. – *Český kras*, VI: 40-45. Beroun.
- LYSENKO V. (1982): Nejhlubší podzemní jezero Českého krasu. – *Lidé a země*, 31/2: 73. Praha.
- HUSÁK V. (1984): Za tajemstvím zatopené jeskyně. – *Květy*, ??: 20-21. Praha
- CHALUPA J. (1984): *Hydrogeologické poměry v Českém krasu východně od Berouna*. – Diplomová práce. PřFUK. Praha.
- HORSKÝ J. (1985?): *Podtraťová propast* – *Český kras*. – Nепublikovaná zpráva. Archiv ZO 1-05: 1-3. Kladno.
- HORSKÝ J. (1986?): *Podtraťová propast*. – Nепublikovaná zpráva. Archiv ZO 1-05: 1-2. Kladno.
- TVRDÍKOVÁ H. (1986): *Hydrogeologické poměry okolí Kody a Císařské rokle u Srbska*. – Diplomová práce PřFUK. Praha.
- ZAPLETAL J. (1989): Podtraťová jeskyně – vertikální rozpětí 100 m. Zpráva o průzkumné činnosti za období 1981 – 1989. – *Český kras*, XV: 81-85. Beroun.
- ZAPLETAL J. (1990): Podtraťová jeskyně – nejhlubší propast v Českém krasu. – *Speleofórum*, IX: 11-12. Brno.
- KADLECOVÁ R., ŽÁK K. (1998): Krasové prameny Českého krasu. – *Český kras*, XXIV: 17-34. Beroun.
- BRUTHANS J., ZEMAN O. (1999): Hydrogeologická tělesa a proudění podzemní vody v Českém krasu. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1999*: 103-107.
- BRUTHANS J., ZEMAN O. (2000): Nové poznatky o hydrogeologii Českého krasu. – *Český kras*, XXVI: 41-49. Beroun.
- BRUTHANS J., ZEMAN O. (2001): Nové poznatky o charakteru a genezi podzemních krasových forem v Českém krasu a dalších oblastech bez soustředěných ponorů v České republice. – *Český kras*, XXVII: 21–29. Beroun.
- ŽÁK K. (2002): *Zaměření vchodů jeskyní a další měřické práce v údolí Berounky v Českém krasu*. – Česká geologická služba: 1-25. Praha.
- SCHWARZER J. (2003): *Trocha historie – Podtraťovka*. – Nепublikovaná zpráva. [www.geospeleos.com](http://www.geospeleos.com).
- VYSOKÁ H. (2004): *Vztah říčních vod a krasových jezer v jeskyních v okolí Berounky mezi Berounem a Karlštejnem*. – Diplomová práce. PřFUK: 1-96. Praha.
- VYSOKÁ H. ET AL. (2005): *Hydrogeology and hydrology of several lakes in caves close to the Berounka river and its relationship with river water (Bohemian Karst, Czech Republic)*. Poster. 13th International Karstological School, Karst Research Institute Postojna.
- ŽÁK K., ELLEDER L. (2007): Povodňová historie v krasovém kaňonu řeky Berounky v okolí obce Srbsko v posledních dvou stoletích. – *Český kras*, XXXIII: 9-15. Beroun.
- ŽÁK K., JÄGER O., KOMAŠKO A. (2009): Český kras. – In: *Jeskyně. Chráněná území ČR XIV*. (HROMAS J., Red. et al.; editoři řady Chráněná území MACKOVČIN P., SEDLÁČEK M.), 155-233 (Podtraťová jeskyně: 188-189). AOPK ČR Praha a EkoCentrum Brno.
- VYSOKÁ H., BRUTHANS J., ŽÁK K., MLS J. (2012): Response of the karst phreatic zone to flood events in a major river (Bohemian Karst, Czech Republic) and its implication for cave genesis. – *Journal of Cave and Karst Studies* (ISSN 1090-6924) (IF = 1,37).
- Záznamové knihy ZO ČSS 1-05 Geospeleos lokality Podtraťová; uloženo v archivu Geospeleos v Kladně.

## **Autoři:**

### **Text:**

Helena Vysoká, Ivo Záruba, Michal Kolčava

### **Foto:**

Jan Enčev (2a, 2b, Z)  
Michal Kolčava (0, 3c)  
Martin Majer (1b<sup>2</sup>, 1c<sup>2</sup>)  
Oldřich Pokorný (1b<sup>1</sup>)  
Jeroným Zapletal (1a, 1b<sup>3</sup>, 1c<sup>1</sup>, 1c<sup>3</sup>)

### **Mapy:**

Mapovali a kreslili: Martin Sluka 1987 a Jeroným Zapletal 1989;  
upravil: Michal Kolčava 2006 a 2015 (1d, 4a)  
Helena Vysoká 2004 (3a, 3b, 3j)

### **Grafy:**

Helena Vysoká (3d, 3e, 3f, 3g, 3h, 3i)



**ČESKÁ SPELEOLOGICKÁ SPOLEČNOST,  
základní organizace 1-05 „GEOSPELEOS“  
Janského 2507/105  
155 00 Praha 5 – Stodůlky**



**2015**