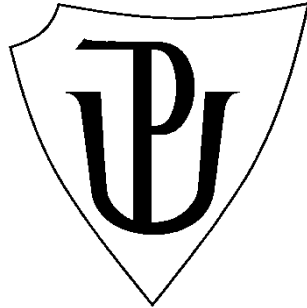


Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



Distribuce terestrických bezobratlých v jeskyni Býčí skála,

Moravský kras

Gabriela Skoupá

Bakalářská práce  
předložená na Katedře ekologie a životního prostředí  
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků na získání titulu Bc. v oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: RNDr. & Mgr. Ivan Hadrián Tuf, Ph.D.

Olomouc 2013



Skoupá, G.: Distribuce terestrických bezobratlých v jeskyni Býčí skála, Moravský kras. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 35 s., 1 příloha, česky.

## **Abstrakt**

Z hlediska ochrany přírody v krasovém území je vhodné zkoumat ekologii a distribuci jeskynní fauny, neboť jde o společenstvo citlivé ke změnám prostředí a tedy vhodnou indikační skupinu. Jednou z nejvýznamnějších lokalit Moravského krasu, největší krasové oblasti v České republice, je jeskyně Býčí skála, která je jen málo ovlivněna lidskou činností. Předložená bakalářská práce představuje historicky první průzkum terestrických bezobratlých v této jeskyni. Cílem bylo vyhodnotit distribuci jednotlivých skupin živočichů ve vztahu k různým faktorům jeskynního prostředí a vyhodnotit efektivitu jednotlivých druhů pastí pro sběr bezobratlých v jeskyni.

Pro odchyt živočichů byly použity zemní pasti s náplní etanolu, formaldehydu a směsi piva a etylenglykolu. Pasti byly na lokalitě umístěny od listopadu 2010 do března 2012. Celkem 55 zemních pastí bylo rozmístěno na 17 stanovištích a do vzdálenosti 2 km od vstupu do jeskyně.

Celkem bylo odchyceno přes 19 000 živočichů, z nichž dvě třetiny tvořili chvostoskoci. Dále byli odchyceni zástupci brouků, dvoukřídlých, roztočů, mnohonožek, pavouků, stonožek a dalších taxonů. Zhodnocení odchytu jednotlivých skupin živočichů do pastí s různými náplněmi bylo provedeno kanonickou korespondenční analýzou (CCA). Nejvhodnějším obdobím pro výzkum bezobratlých v této jeskyni se ukázalo období od června do října. Dlouhodobý výzkum pomohl odhalit nedostatky některých pastí a přinesl poznatky, jež je možno dále využít k efektivnějšímu odchytu terestrických bezobratlých v jeskynním prostředí.

**Klíčová slova:** biospeleologie, zemní pasti, jeskynní fauna, chvostoskoci, jeskynní prostředí.

Skoupá, G.: Distribution of terrestrial invertebrates in cave Býčí skála, Moravian Karst Bachelor's Thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc, 35 pp., 1 Appendice, in Czech.

## **Abstract**

Researching the ecology and distribution of cave fauna is useful for nature conservation in karst regions, since the cave communities are sensitive and therefore suitable for environment change indication. Being little affected by human activities, the Býčí skála cave is one of the most important sites of the Moravian Karst, the largest karst area in the Czech Republic. This study presents the first-ever full-scale survey of terrestrial invertebrates in this cave. The aim was to evaluate the distribution of individual groups of animals in relation to various factors of the cave environment and to assess the effectiveness of different types of traps to collect invertebrates in the cave.

Pitfall traps filled with ethanol, formaldehyde and mixture of ethylene glycol and beer were used for trapping the animals. The traps were placed at the site from November 2010 to March 2012. A total of 55 pitfall traps were deployed at 17 spots up to 2 km from the entrance to the cave.

By the end of the period, over 19,000 animals had been trapped two thirds of which were Collembola. In addition, representatives of beetles, wing, mites, millipedes, spiders, centipedes and others were caught. The trappings of individual groups of animals in traps with various fillings were evaluated by means of canonical correspondence analysis (CCA). The study showed the most suitable period for researching the invertebrates in the cave is from June to October. The long-term research has revealed some shortcomings of specific trap types and provided findings that can be further used for more efficient capture of terrestrial invertebrates in cave environments.

Key words: biospeleology, pitfall traps, cave fauna, Collembola, cave environment.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. & Mgr. Ivana H. Tufa, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Šebrově 5. května 2013

.....

## Obsah

Seznam tabulek.....	vii
Seznam obrázků.....	viii
Poděkování .....	ix
Úvod .....	1
Specifika jeskynního prostředí.....	1
Klima.....	2
Potravní zdroje .....	2
Terminologie .....	3
Adaptace a znaky jeskynních živočichů.....	4
Adaptace na tmu.....	4
Adaptace na nedostatek potravy.....	4
Další morfologické adaptace .....	5
Behaviorální adaptace .....	5
Vznik jeskynních druhů a kolonizace .....	6
Hotspots diverzity podzemní fauny .....	7
Historie výzkumu jeskyní na našem území.....	8
Cíle práce.....	9
Metody a lokalita .....	10
Sběr bezobratlých.....	10
Časové rozvržení.....	12
Popis stanovišť a oblastí .....	12
Statistická analýza.....	19
Výsledky.....	20
Diskuze .....	24
Prostorová distribuce .....	24
Distribuce živočichů v čase.....	25
Reakce na náplně pastí.....	25
Metodické aspekty výzkumu .....	26
Závěr.....	29
Literatura .....	30
Přílohy .....	34

## **Seznam tabulek**

<b>Tab. 1.</b> Číselná označení jednotlivých pastí na stanovištích.....	18
---	----

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1</b> Mapa jeskyně Býčí skála se zaznačeným umístěním stanovišť (ZO ČSS 6–01 Býčí skála 2000) .....	13
<b>Obrázek 2</b> Množství jedinců odchycených za týden pro jednotlivé taxony podél jeskyně (průměr a směrodatná odchylka). Písmena na ose x označují stanoviště, pořadí je dáno jejich vzdáleností od vchodu jeskyně. ....	21
<b>Obrázek 3</b> Množství jedinců odchycených za týden pro jednotlivé taxony v období únor/březen 2011 až březen 2012 (průměr a směrodatná odchylka).....	22
<b>Obrázek 4</b> Ordinační diagram CCA modelu zobrazující distribuci jednotlivých skupin živočichů v závislosti na ekologických faktorech (odchyt jednotlivých taxonomických skupin do zemních pastí s různou náplní, faktory čas a stanoviště byly použity jako kovariáty); první a druhá kanonická osa. ....	23



## Poděkování

Mé poděkování patří v první řadě RNDr. & Mgr. Ivanu Hadriánu Tufovi, Ph.D. za vedení mé práce, trpělivost a podporu. Dále děkuji speleologické skupině ZO ČSS 6-01 Býčí Skála, především Vlastovi Káňovi, Láďovi Šebečkovi a Hadařovi za pomoc v jeskyni, půjčování vybavení a veselou společnost, Heleně Machové za bezmeznou podporu a inspiraci, Aleši Procházkovi za pomoc a společnost při práci v jeskyni, Romanovi Mlejnkovi za zasvěcení do biospeleologického výzkumu, Janu Šipošovi za pomoc se statistickou analýzou a Martinu Rulíkovi za půjčování broďáků. Velmi děkuji svým rodičům za poskytnuté zázemí a svému muži Ondrovi za pomoc s texty, angličtinou, nekonečnou trpělivost při diskuzích a podporu.

# Úvod

Jeskyně představují velmi specifické prostředí pro život organismů. Typická je stálost prostředí a relativní izolovanost od okolí. V krajině jsou jeskyně rozmístěny nepravidelně a většinou nejsou navzájem propojeny. Díky těmto specifickým je zde možné najít unikátní životní formy.

Moravský kras představuje jednu z dominant krasového fenoménu ve střední Evropě. Jeskyně Býčí skála je pak jednou z nejvýznamnějších jeskyní tohoto území, a to nejen díky místním významným archeologickým objevům. Je součástí druhého nejdelšího jeskynního systému v Moravském krasu, zároveň však není veřejnosti běžně přístupná, a je proto lidmi jen málo ovlivněná. I přes značný význam této lokality zde doposud nebyl proveden kompletní průzkum terestrických bezobratlých. Dosud zde proběhlo jen několik krátkodobých výzkumů (nejprve Wankel, poté Absolon v roce 1899, ze současnosti např. Mlejnek), jejichž rozsah nelze vzhledem k charakteru lokality považovat za dostatečný. Jindřich Wankel a Karel Absolon byli limitováni možnostmi soudobé techniky, navíc jim byla přístupná pouze přední část jeskyně (tzv. Stará Býčí skála). Metody jejich výzkumu navíc neumožnily jakoukoliv kvantifikaci výsledků. Pozdější faunistické výzkumy byly zaměřené jen na některé skupiny živočichů (brouci) a neměly za cíl zkoumat podrobněji zdejší společenstva bezobratlých živočichů. Ve většině částí jeskyně dosud žádný výzkum neprobíhal. Tento deficit byl způsoben především omezenými časovými možnostmi pracovníků Správy jeskyní ČR. Proto jsem si zvolila průzkum společenstev bezobratlých této jeskyně jako téma bakalářské práce.

## *Specifika jeskynního prostředí*

Každý ekosystém má své specifické podmínky, které ovlivňují život organismů v něm žijících. V případě jeskynního prostředí je nejvýraznější charakteristikou tma. Pomineme-li zónu šera, je v jeskyních větší tma než v noci na zemském povrchu, tma srovnatelná s tmou v 1000 až 1200 metrech pod hladinou oceánu. Na rozdíl od hlubokomořské tmy se však v jeskyních až na několik výjimek (např. larvy bedlobytek rodu *Arachnocampa* z Austrálie a Nového Zélandu) nesetkáváme ani s bioluminiscencí. V prostředí bez přístupu světla jsou natolik specifické podmínky k životu, že pro ně

Hutchinson zvolil souhrnné označení allobiosféra (Danielopol et al. 1996). Jeskynní prostředí je obecně označováno jako uzavřené, protože toky energie mezi jeskyní a okolím jsou zde malé. Význam toků energie, výměny látek i informací ovšem stoupá, pokud jeskyní protéká řeka.

### **Klima**

Jeskynní klima je poměrně stabilní, vnějšími sezónními změnami je ovlivňováno jen mírně, výrazněji v blízkosti vchodu. Klima jeskyně je charakteristické celkově složením vzduchu, například zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého nebo radonu. Vlhkost vzduchu v hloubi jeskyně se blíží 100 %.

Teplota vzduchu vnitřních částí jeskyně je většinou v rovnováze s teplotou skály a vody. Blízko vchodu se projevují změny venkovní teploty především díky konvekčnímu přenosu tepla. Přes skálu se teplo vede kondukcí, což je přenos velmi pomalý a znamená časové zpoždění teplotních minim a maxim oproti vnějšku. Celkově bývá teplota vzduchu velmi blízká celoroční venkovní průměrné teplotě. Pokud má jeskyně jeden vchod, může tvořit „past na teplo“ (vchod v nejnižší části jeskyně, lehký teplý vzduch se drží u stropu), nebo „past na zimu“, vchod v nejvyšší části, těžší chladný vzduch se v zimě akumuluje u dna a může zde vydržet i přes léto, např. Dobšinská ledová jeskyně ve Slovenském ráji. Pohyby vzduchu závisí na počtu vchodů a celkovém tvaru jeskyně. Pokud má jeskyně dva vchody v různé výšce, proud vzduchu směřuje od nižšího k vyššímu vchodu v zimě a v létě opačně.

### **Potravní zdroje**

Základní zdroj potravy většiny jeskyní je organický materiál vnějšího (alochtonního) původu. Vítr, prosakující povrchová voda, záplavy a protékající voda dodávají mnoho druhů organického materiálu, jako jsou opad, mikroorganismy, fekálie, náhodně též mrtvá zvířata. Některé jeskyně jsou navštěvovány živočichy z povrchu za účelem úkrytu nebo reprodukce. Tyto jeskyně jsou pak mnohem bohatší na potravu než jeskyně více izolované, protože návštěvníci sem dodávají živiny ve formě výkalů, zbytků potravy, hnízdního materiálu a svých mrtvých těl. Bakterie a houby rozkládají guano a opad a vytvářejí tak základ potravní sítě (Hüppop 2005).

## ***Terminologie***

Suchozemští jeskynní živočichové jsou tradičně a poměrně volně rozdělováni do tří skupin podle jejich vazby k jeskynnímu prostředí. Tuto terminologii navrhl Schiner (1854 in Sket 2008) a mírně upravil Racovitza (1907 in Sket 2008). Většinou už ani nebývá citována (např. Mlejnek, 2008).

**Troglobiont** je druh žijící výlučně v jeskyni, nikdy ji neopouští a rozmnožuje se zde. Vyskytují se u něj adaptace k jeskynnímu způsobu života (viz dále). **Troglofil** je druh žijící jak v jeskyních, tak v hlubokých vrstvách půdy apod., není významně morfologicky přizpůsobený k životu v jeskyních. Jeskyně většinou využívá po určité období svého života, může se zde rozmnožovat. **Trogloxen** v jeskyni pouze hostuje, nerozmnožuje se zde, jeskyni využívá spíše jako úkryt, může se sem dostat náhodně či pasivně. Pokud se nedostane ven, zpravidla hyne. Obdobně jsou vodní živočichové dělení do kategorií stygobiont, stygofil a stygoxen.

Sket (2008) navrhl sjednocení terminologie především rozdělením prostřední kategorie na dvě přesnější, snáze rozpoznatelné: **Troglobiont** – druh nebo populace striktně vázaná na hypogeické prostředí. **Eutroglofil** – obvykle epigeický druh, ale schopný zachovávat stálou podzemní populaci. **Subtroglofil** – inklinuje k trvalému nebo částečnému životu k podzemí, ale je nějakou životní funkcí vázán na povrch (např. krmením). **Trogloxen** – druh jen sporadicky obývající podzemí.

Je také důležité dostatečně vysvětlit pojem troglomorfie. Je to jakákoliv morfologická, fyziologická a behaviorální vlastnost, která charakterizuje jeskynní zvířata (Christiansen 1992). Troglomorf – termín k označení jedinců s fenotypovými rysy jeskynní evoluce, původně k označení morfologických znaků, následně i fyziologických znaků a chování.

Troglomorfie se nevyskytuje u všech jeskynních organismů. Za prvé je potřeba dostatečný evoluční tlak prostředí a za druhé musí mít organizmus genetické a fyziologické možnosti na tento tlak reagovat. U některých extrémně edafických skupin chvostoskoků troglomorfie chybí, u jiných skupin je sporná či neúplná. Úplně chybí na stanovištích bohatých na živiny, jako jsou hromádky guana či organických zbytků. Troglomorfie se může rozvinout jen tam, kde organismy využívají hodně volného prostoru, například stěny či podlahu jeskyně (Peck 1973 in Christiansen 2004). Soubor troglomorfních znaků ilustruje evoluční konvergenci vyplývající ze života ve stejných podmínkách. Troglomorfie zahrnuje jak konstruktivní, tak represivní charakteristiky

jeskynních zvířat. Ve výsledku tedy není každý troglomorfní rys adaptivní, ale všechny adaptace na jeskynní prostředí jsou troglomorfní. Ne každé jeskynní zvíře se vyznačuje kompletní sadou troglomorfních znaků. Jejich exprese závisí na charakteristikách jeho předka z povrchu.

### ***Adaptace a znaky jeskynních živočichů***

Při zkoumání adaptací na jeskynní prostředí se porovnávají praví troglobionti s jejich částečně troglobiontními (tedy troglofilními) příbuznými a s povrchovými protějšky. Některé typické znaky se vyskytují napříč taxony.

#### **Adaptace na tmu**

Troglobionti jsou typicky bledí (depigmentovaní) a slepí, což je dáno geneticky. Pigment slouží zejména k ochraně před slunečním zářením, především UV částí spektra, a v jeskynním prostředí tak postrádá využití. Totéž platí i pro oči jakožto smyslový orgán určený k detekci světla. Udržení funkčnosti očí včetně mozkových struktur, které umožňují zpracovat vnímaný obraz, je energeticky velmi náročné. Pokud uvážíme jejich zranitelnost a neúčinnost v jeskynním prostředí, pochopíme, že tato zbytečně vynaložená energie znamená evoluční nevýhodu. Ztráta očí a pigmentu tedy není adaptací (nedává výhodu ve tmě), ale byla jakožto znak vyselektována z důvodu šetření energií. V případě většiny troglobiontních ryb a obojživelníků jsou oči zachovány alespoň ve formě zbytků uložených pod kůží. Členovci mají v první řadě redukovaný počet plošek složených očí (zjištěno u krevet), jindy zachovaný počet očí, ale ztrácí zrakové pigmenty (raci).

Jako adaptivní můžeme označit zmnožení či zvětšení dalších orgánů, které slouží k orientaci. Jedná se o prodloužení přívěsků a tykadlových orgánů (chvostokoci rodů *Pseudosinella* a *Sinella*, srostlorepí, slepáci podčeledi Cholevinae), delší nohy, tykadla, ploutve, fousky, prodloužená nebo zploštělá hlava (u ryb). Jeskynní zvířata tak mohou najít potravu rychleji než jejich protějšci z povrchu, a tím ušetřit energii. Tyto znaky byly zjištěny napříč taxony, od různonožců přes langusty, stejnonožce, pavouky, brouky a ryby po obojživelníky a další (Aden 2005).

#### **Adaptace na nedostatek potravy**

V jeskynním prostředí je potravina distribuována velmi nepravidelně, a to jak v prostoru,

tak i v čase. Proto se u jeskynních zvířat vyvíjí schopnost hromadit a ukládat zásoby energie. Tuk obsahuje dvakrát více energie na jednotku hmotnosti než proteiny a cukry. Tuková tkáň dovede narůstat, tj. zvýšit efektivitu příjmu potravy a zdokonalit metabolické cesty vedoucí k ukládání tuků během období bohatých na potravu. Nárůst tukové hmoty byl pozorován u několika pozemních i vodních jeskynních zvířat. Výjimečný nárůst tukové tkáně byl pozorován u chvostoskoků, brouků (slepáci z tribu Leptodirini), koryšů veslonožců a krevet. Z morfologického hlediska se vyskytuje zvětšení či vytvoření zásobních orgánů (např. v hepatopankreatu u desetinožců nebo výživnější žloutek vajíček u některých slepáčů, jejichž larvy mají díky zásobám zakrnělou trávicí soustavu). Například u jeskynních ryb se tuk ukládá pod kůži, do vnitřností, svalů a dokonce do očnic po redukovaném oku. Zajímavá je i změna plynového měchýře na tukový u sumečka druhu *Trogloglanis pattersoni* a satana širokoústého (*Satan eurystomus*). Ukládání tuků pomáhá přežít hladovění během periodického nedostatku potravy, obecný nedostatek potravy vede ke zmenšení výdeje energie zpomalením metabolismu a celkově změnou životní historie směrem ke K-selekcí (Hüppop 2000). Dalšími adaptacemi mohou být potravní oportunistus, zpomalení rychlosti růstu, prodloužení délky života (což zvýší pravděpodobnost nalezení partnera), méně vajíček větší velikosti, či neotenie (Hüppop 2005).

Jeskynní živočichové mají nižší spotřebu kyslíku než troglofilové či příbuzné trogloxenní druhy, což bylo potvrzeno na blešivcích (Hervant et al. 1998) a obojživelnících (Hervant et al. 2000). Snížení rychlosti metabolismu je výhodou i v případě nedostatku kyslíku.

### **Další morfologické adaptace**

U chvostoskoků rodů *Pseudosinella* a *Sinella* se zjistilo zvětšení středohrudi, prodloužení skákací vidličky (a s tím související změny svalů za účelem lepšího skákání), prodloužení končetin a celkové zvětšení těla dospělců. To bylo zjištěno u jedinců v Japonsku, střední a severní Americe a Evropě. U slepáčů (brouků podčeledi Cholevinae) je popisována ztráta křídel, ztenčení kutikuly, zúžení středohrudi či zadečku (Christiansen 1961).

### **Behaviorální adaptace**

Pohyb od světla je častější u druhů obývajících jeskyně kratší dobu (Romero 1985). Vnímání cirkadiánní periody se hůře (až vůbec) obnovuje u více troglomorfních druhů

(Lamprecht a Weber 1992 in Romero 2004). Živočichové někdy sledují denní rytmy sekundárně až terciálně (podle pohybu netopýrů, výskytu mušek na novém). Troglobionti jsou citlivější na rušivé vjemy (Romero 2004).

Celkově je však těžké prokázat genetické ukotvení znaků. Například malý počet vajíček může být způsoben nedostatkem potravy, ztráta zbarvení nedostatkem karotenoidů apod.

### ***Vznik jeskynních druhů a kolonizace***

Kolonizace je považována za kontinuální proces. Rychlost kolonizace však může růst či klesat podle klimatických podmínek, stavu vyčerpání zdrojů, intenzity kompetice nebo síly predačního tlaku. V biospeleologické literatuře se pojmem kolonizace míní obsazování jeskyní populacemi z povrchu, nicméně podzemní organismy jsou aktivní a očividně poznávající subjekty a jejich rozptyl do nových habitatů, tedy i jeskyní, by měl být považován za relativně běžnou událost. Během uvažování o způsobech kolonizace kladou biospeleologové velký důraz na aktivní a pasivní mechanismus kolonizace. Někteří vědci používají pojem aktivní kolonizace jako „pohyb po vlastních“, jiní jako synonymum k dobrovolné kolonizaci (Stoch 2004).

Nejčastěji kladenou otázkou ovšem není jak, ale proč zvířata toto prostředí kolonizují. Dříve byly jeskyně považovány za refugium před klimatickými výkyvy, kam se usídlili předci dnešních troglobiontů, především pleistocénní zvířata mírného pásma. To ale nevysvětluje současnou kolonizaci, zároveň je tato myšlenka v rozporu s celosvětovými důkazy, například že mnoho jeskynních druhů není reliktem dob ledových. Po dalších diskuzích navrhl Stoch (1995) adaptivně-zonální model napovídající, že povrchové populace pronikají do podpovrchových prostor za účelem nalezení nových zdrojů. Kolonizaci může následovat místní speciace a adaptivní radiace. Současní biospeleologové se shodují, že jeskyně nejsou nic jiného, než jeden z mnoha typů prostředí, se kterým by měli ekologové počítat.

Kolonizátoři – generalisté se s větší pravděpodobností dostanou do podzemních prostor několikrát a pravděpodobněji zde založí životaschopnou populaci. Nicméně pravděpodobnost speciace klesá s rostoucí pravděpodobností opakované kolonizace, jelikož zakladatelská populace je stále doplňována novými příchozími jedinci původního druhu (tj. udržuje se velká genetická variabilita) (Stoch 2004).

### ***Hotspots diverzity podzemní fauny***

Diverzita fauny v podzemí je v porovnání s povrchem obecně velmi nízká. To je dáno zejména prostředím chudým na zdroje. Díky specifickým podmínkám a izolovanosti se však v tomto prostředí vyskytuje velké množství endemitů. Každá jeskyně je jiná a svým způsobem jedinečná, je proto těžké porovnávat je mezi sebou. Dalším problémem v porovnávání je nutnost vycházet z cizích nálezů, ne na všech lokalitách jsou sbírány všechny taxonomické skupiny (např. v USA zanedbávají malé koryše, téměř nikde se nezkoumá epizoická fauna apod.). Nicméně většina druhů může být relativně snadno spatřena i zkoumána. Samozřejmě jsou také méně prozkoumány oblasti špatně dostupné.

Pokud chceme porovnat diverzitu jeskynní fauny, je nutné zvolit si vhodné kritérium. Culver a Sket (2000) zvolili hranici 20 druhů pevně vázaných na podzemí, tedy troglobiontů či stygobiontů. Dle jejich souhrnu na světě existuje 20 lokalit splňujících toto kritérium. Zcela zřejmá je koncentrace lokalit v Dinárských horách. Ve Slovinsku jde zejména o proslulý systém Postojna–Planina, který je známý macarátlem jeskynním (*Proteus anguinus*) a také vůbec prvním popsáním troglobiontním broukem (*Leptodirus hochenwarti*), dále např. Krizna Jama, Jama Logarcek. V Bosně a Hercegovině je to Vjetrenica Jama v Popovo Polje. Dinárské hory jsou co do jeskynní fauny diverzitně nejbohatší region (Sket 1999). To je vidět zvláště ve stygobiontní fauně: 6 lokalit z deseti s 25 a více stygobionty leží v Dinárských horách. Velká koncentrace lokalit je také ve Francii (celkem 6, např. Triadou Wells, Baget–Sainte Catherine Systém či Goueil di Her/Reseau Trombe), diverzita je zde menší než v Dinárských horách. Spojené státy americké se pyšní nejdelším známým jeskynním systémem na světě (Mammoth Cave, přes 500 km), který je také neobyčejně bohatý na endemity. Soupeří se slovinským systémem Postojna–Planina co do počtu prací zabývajících se jeskynní biotou.

Dále je třeba zmínit jeskyni Pester de la Movile v Rumunsku s velkým počtem troglo- i stygobiontů (z toho 65 % endemitů), která je ovšem ohrožena skládkou odpadů v jejím vstupním závrtu. Z italských jeskyní lze uvést alespoň malou alpskou jeskyni Grotta dell’Arena, kde se vyskytuje mnoho troglobiontních brouků a pavouků.

Obecně lze říci, že dlouhé jeskyně nabízí množství rozmanitých habitatů, a tím podporují diverzitu. Svou roli může hrát také bohatá geologická historie lokalit (Sket 1996; Poulson 1992 in Culver a Sket 2000) což můžeme vidět právě ve Slovinsku



či v Mamutí jeskyni v USA.

Dobře reprezentovány jsou lokality s velkou produktivitou, obzvláště chemoautotrofií. Je však záhadou, proč se v tropech vyskytuje jen málo jeskyní s velkou diverzitou (pouze Gua Salukkan Kallang–Towakkalak v Indonésii a Bayliss Cave v severozápadní Austrálii). Dobře zastoupeny jsou také jeskyně se stálým vodním nasycením (Movable Cave, Shelta Cave, San Marcos Spring v USA, jeskyně v Dinárských horách a jeskyně ve Francii) (Culver a Sket 2000).

### ***Historie výzkumu jeskyní na našem území***

Biospeleologický výzkum na území České republiky, zejména v Moravském krasu, má již více než 150letou tradici. Výzkumy zde započal Jindřich Wankel, lékař z Blanska, který se při průzkumu jeskyní zaměřil také na jeskynní faunu a popsal několik nových druhů. Jeho současníkem byl např. brněnský profesor Friedrich Kolenati, který se okrajově zabýval bezkřídlým hmyzem či pavouky, ale zejména studiem netopýrů a jejich parazitů, což ho nutně zavedlo i do jeskyní. Wankel se však záhy začal věnovat archeologii a ke studiu „slepé jeskynní zvířeny“ nabádal svého vnuka Karla Absolona. Absolon několik let zkoumal a popisoval faunu několika velkých jeskyní Moravského krasu, například Sloupsko-šošůvské, Kateřinské, Výpustku i Býčí skály. Svou pozornost věnoval zejména chvostoskokům (tehdy řazeným do šupinušek, Thysanura), dále roztočům a dalším skupinám (Absolon 1899). Karel Absolon je jistě právem považován za jednoho ze zakladatelů české biospeleologie, popsal několik nových druhů, zkoumal také jeskynní faunu Balkánu a o svých výzkumech také poutavě psal. Již mezi světovými válkami se však začaly ozývat skeptické hlasy, které zpochybňovaly některé Absolonovy nálezy a podezírají ho, že chtěl cílenou introdukcí živočichů z balkánských jeskyní obohatit moravskou jeskyní faunu (Kratochvíl 1948).

V období po 2. světové válce se biospeleologie zaměřuje na systematické a ekologické studie včetně revize dřívějších nálezů. V současné době se studiu jeskynních bezobratlých věnují především pracovníci Správy jeskyní ČR, Ústavu půdní biologie a Entomologického ústavu Biologického centra Akademie věd České republiky. V Blansku je budován biospeleologický depozitář.

## **Cíle práce**

Cílem této práce bylo provedení kompletního výzkumu terestrických bezobratlých živočichů v jeskyni Býčí skála v dostatečném časovém rozsahu a po celé délce jeskyně, vyhodnocení distribuce jednotlivých skupin živočichů ve vztahu ke stálosti jeskynního prostředí, hloubce jeskyně, potravním nárokům jednotlivých skupin a času a vyhodnocení efektivity jednotlivých druhů zemních pastí pro sběr bezobratlých v jeskyni.

## Metody a lokalita

NPR Býčí skála se nachází ve střední části Moravského krasu, který náleží ke geomorfologickému celku Dražanská vrchovina. Vstup do jeskyně leží v Josefovském údolí mezi obcemi Adamov a Habrůvka (GPS souřadnice 49°18'26.417"N 16°41'41.316"E). Jedná se o aktivní průtokovou tunelovitou jeskyni Jedovnického potoka a je součástí druhého nejdelšího dosud známého jeskynního systému v Moravském krasu a zároveň České republiky, systému Rudické propadání-Býčí skála. Celková délka systému je přibližně 13 km. Býčí skála je veřejnosti známá především díky archeologickým nálezům Jindřicha Wankela, který v Předsíni objevil rituální pohřeb halštatského velmože. Předsíň jeskyně byla značně poškozena při budování zbrojní továrny koncem druhé světové války. Jeskyně a její okolí byly v roce 2004 vyhlášeny národní přírodní rezervací, předtím byla jeskyně chráněna jako přírodní památka.

Jeskyně není běžně přístupná veřejnosti, pouze každý rok v květnu o víkendech se zde konají dny otevřených dveří. Tehdy prochází několikrát denně skupina přibližně 30 osob hlavní chodbou jeskyně až do Velké síně, vždy za doprovodu jeskyňářů. Tato jeskyně je zkoumána speleologickou skupinou ZO-ČSS 6-01, jejíž činnost zde probíhá po celý rok.

Okolní vegetaci tvoří květnaté bučiny, vápnomilné bučiny a suťové lesy s převahou buku lesního, dubu letního, habru obecného a jasanu ztepilého, místy se v blízkém okolí nachází šterbinová vegetace vápnitých skal a drolin.

### ***Sběr bezobratlých***

Výjimku k výzkumu udělila Správa CHKO Moravský kras, sídlem v Blansku (příloha 1). K odchytu terestrických bezobratlých v jeskyni se používají klasické zemní pasti pro odchyt epigeonu. Použila jsem pasti dvou forem a tří fixačních kapalin v různé vzájemné kombinaci. Jeden druh pastí se skládá ze zavařovací sklenice, která je zakopána do země a do ní je vložen plastový kelímek o objemu 3 dl, kdy se při výběru odchycených zvířat manipuluje pouze s tímto kelímkem. Další druh pastí byly polyethylenové laboratorní lahvičky o odpovídajícím objemu, které se musely při vybírání vyjmát ze země celé. Oba druhy pastí, které jsou v biospeleologické praxi

běžně používány, musely mít okraje umístěné v úrovni povrchu okolní zeminy, aby ani na nejmenší živočichy nepůsobily jako překážka.

V každé pasti byl přibližně 1 dl fixační kapaliny, která slouží k usmrcení a zároveň zakonzervování chycených zvířat. Z důvodu omezení pozitivního či negativního vlivu na různé taxony byly použity tři nejčastěji používané a nejdostupnější fixační kapaliny: 70 % etanol, 4 % formaldehyd a směs etylenglykolu (nemrzoucí směs Fridex) a piva v poměru 1:1.

Pasti byly rozmístěny po celé délce jeskyně Býčí skála, tedy do vzdálenosti asi dvou kilometrů od vchodu do jeskyně. Podle místních podmínek a zejména možných komunikačních kanálů byla jeskyně rozdělena na čtyři oblasti a v každé této oblasti bylo vybráno pět stanovišť se sadou pastí. Stanoviště měla být dle plánu umístěna v co nejpravidelnějších rozestupech, což šlo vzhledem ke členitosti jeskyně jen těžko dodržet. Hlavním kritériem pro umístění stanovišť byla minimalizace rizika jejich zaplavení i při předpokládaném zvýšeném průtoku, např. při jarním tání či vypouštění rybníka. Pasti samotné byly umístěny zpravidla na místě, kde bylo menší nebezpečí jejich poškození návštěvníky jeskyně, tedy u stěny, ve výklenku a podobně. Také se zde dal předpokládat větší pohyb živočichů. Pasti byly zamaskovány stříškou z plochého kamene tak, aby mezi pastí a tímto kamenem byla mezera, a past tudíž nebyla zavřená. Toto schování pastí bylo provedeno hlavně proto, aby pasti nebyly zpozorovány a ničeny návštěvníky jeskyně. Na téměř každém stanovišti byly umístěny tři pasti s fixačními kapalinami, tedy po jedné pasti od každé náplně. Pouze na třech stanovištích byl jejich počet snížen zejména z důvodu skalnatého podkladu, do něž nebylo možné pasti zakopat. Po zrušení výzkumu bylo stanoviště uvedeno do původního stavu.

Jako doplněk ke klasickým zemním pastem bylo použito původně sterilní listí, které bylo umístěno na stanovištích se zvýšenou vlhkostí. Listí bylo umístováno poblíž ostatních pastí, načechráno a částečně překryto hroudou hlíny nebo kamínky (viz dále).

Ulovená zvířata byla vybírána jednou za šest až osm týdnů. Kapalínu jsem přelila přes sítko s průměrem ok cca 0,5mm, odkud jsem úlovek pomocí štětce přemístila do uzavíratelných kelímků s lihem. Zkontrolován byl i vnitřek pastí pro případ, že by část živočichů ulpěla na stěně. Kelímky byly označeny identifikačními lístky. Do pastí, vyjma formaldehydových, byla v případě potřeby umístěna nová fixační kapalina, což bylo třeba asi každý druhý výběr v případě lihu a každý třetí v případě směsi fridexu a piva. Při vybírání živočichů z pastí částečně

pomáhali studenti ochrany a tvorby životního prostředí v rámci předmětu Terénní ekologická praxe (EKO/TEPO).

Umístěné listí bylo kontrolováno a nalezená zvířata odebírána individuálně pomocí měkké pinzety nebo štětce. Při posledním výběru pastí bylo listí odebráno do igelitových sáčků a druhý den odvezeno do laboratoře, kde byla zvířata pomocí Tullgrenova přístroje během dvou týdnů vyextrahována a následně také uložena do lékárnických uzavíratelných kelímků a zakonzervována lihem. Uložený materiál byl roztríděn pod binokulární lupou do taxonomických skupin (většinou řádů) a vložen do řádně označených mikroskopavek. Materiál byl následně rozeslán specialistům k druhové determinaci.

### ***Časové rozvržení***

Vzhledem k časové náročnosti byly pasti umístovány v několika termínech. Nejprve 30. 11. 2010, další 11. 12. 2010, 7. 1. 2011 a 19. 1. 2011. Pasti v nejzazší části jeskyně bylo možno umístit až 2. 3. 2011. Vzhledem k tomuto nestejnému času odchyty nebyl první odběr živočichů z přední části jeskyně zanesen do kvantitativní analýzy dat.

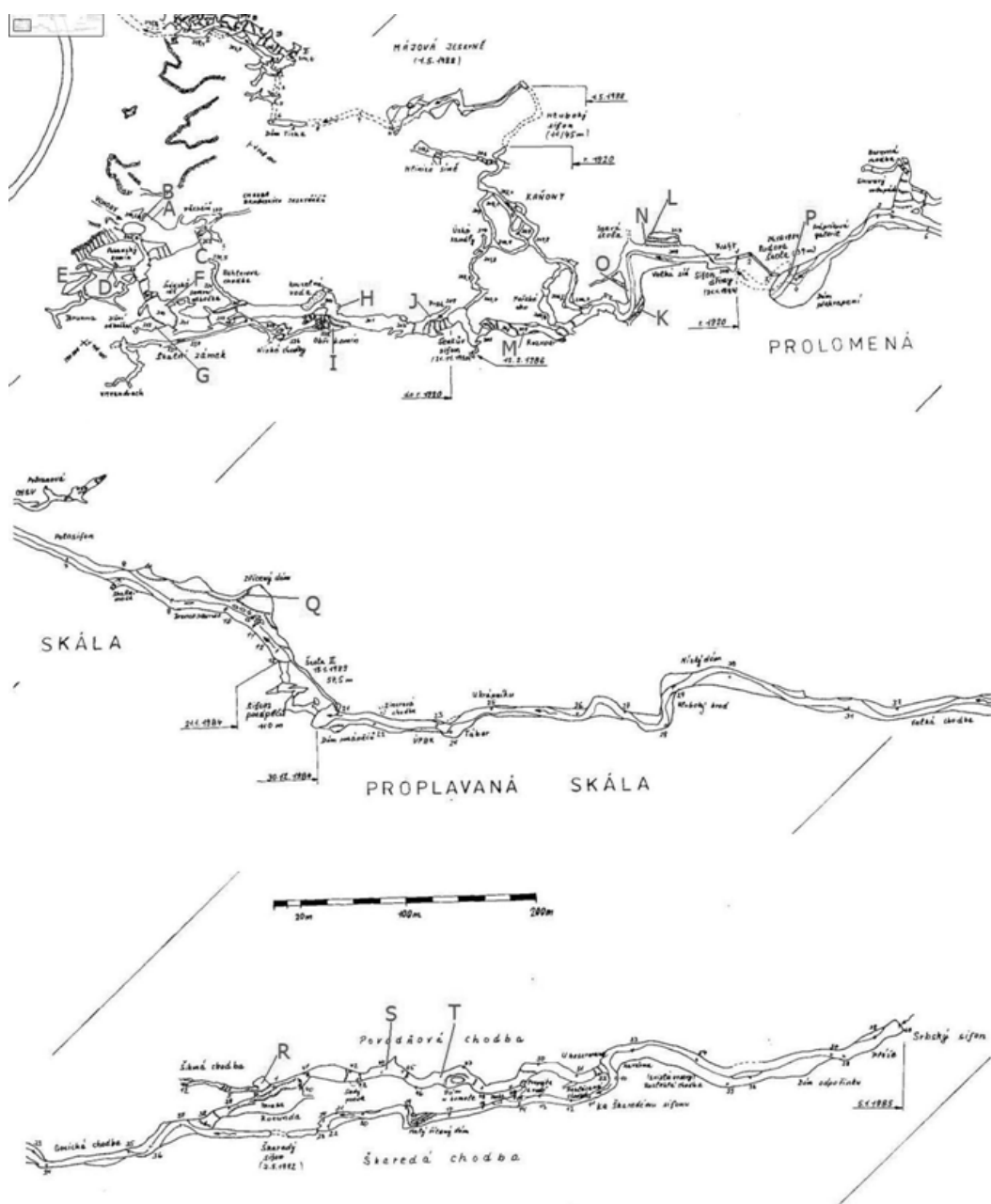
Samotné vybírání pastí bylo vzhledem k jejich počtu a ze začátku i mé nezkušenosti velmi časově náročné a trvalo obvykle dva (po sobě jdoucí) dny, později díky práci v týmu a zkušenostem už pouze jeden den. Vzhledem k malému časovému zpoždění mezi jednotlivými částmi odběru tento rozdíl zanedbávám a uvádím pouze datum prvního dne odběru.

Výběry pastí prvních tří oblastí probíhaly v termínech 7. 1. 2011, 19. 2. 2011, 27. 3. 2011, 7. 5. 2011, 25. 6. 2011, 28. 8. 2011, 22. 10. 2011, 3. 12. 2011, 14. 1. 2012 a 10. 3. 2012, kdy byl terénní výzkum ukončen. Zadní oblast byla vybírána pouze třikrát, protože pasti byly velmi obtížně dostupné, zejména kvůli polosifonu jménem UPBK. Výběry zde proběhly v termínech 29. 6. 2011, 19. 11. 2011, a 10. 3. 2012. Vzhledem k ne zcela pravidelnému vybírání byl při kvantifikaci materiál přepočítáván na past'otýdny.

### ***Popis stanovišť a oblastí***

Stanoviště jsou popisována podle jejich abecedního označení, ve většině případů to

znamená v pořadí od vstupu do hloubi jeskyně, proti proudu Jedovnického potoka. Výjimku tvoří oblast Velké síně, kde bylo umístění některých stanovišť vybráno později, abecední označení tak neodpovídá vzdálenosti od vchodu. Pro přesnější představu o umístění stanovišť v jeskyni viz obr. 1. Konkrétní označení pastí na stanovištích shrnuje tab. 1 níže.



**Obrázek 1** Mapa jeskyně Býčí skála se zaznačeným umístěním stanovišť (ZO ČSS 6-01 Býčí skála 2000)

## **Předsíň a jeskyně Bruna**

Předsíň neboli Halštatská svatyně je velký prostor hned za novodobým vstupem do jeskyně. Většina částí Předsíně byla upravena za druhé světové války, podlaha je částečně vybetonována. V okrajové části Předsíně je po krátkou část dne světlo díky otvoru ve stěně – tzv. zamřížovanému oknu. Dopad světla je ovšem nedostatečný pro růst flory. Zamřížovaným oknem sem může propadat neživý materiál anorganický i organický, tak i živé organismy. Další vstup organismů je možný vchodem při otvírání dveří, netopýři mají ve dveřích průletový otvor, občas sem zavítají i další obratlovci jako myši, kuny či žáby. Celkově zde tedy nebývá vždy stálá teplota, není zde potok, ale létají sem netopýři a vrápenci. Vzdálenost od vchodu byla určena na 20 (A, B, C) a 60 (D, E) metrů.

### (A) Severní stěna předsíně

Kamenitý poklad umožnil umístění pouze jedné zemní pasti s náplní fridex-pivo. Sklenice byla zakrytá hustě proděravělým víčkem, které mělo zabránit nechtěnému odchytu obratlovců. Nedaleko této pasti bylo umístěno listí.

### (B) Pod komínem u zamřížovaného okna

Stanoviště se nacházelo na vyvýšeném terénu pod zamřížovaným oknem, po levé straně. Zdejší nános guana sliboval hojnost živočichů. Abych toto malé místo s guanem poškodila co nejméně, umístila jsem zde pouze jednu past s náplní formaldehydu. Listí bylo umístěno na okraj guana.

### (C) Výklenek u Jedničky

Série všech tří zemních pastí i listí byla umístěna do vzdálenější a nejsevernější části Předsíně, k chodbě zvané Jednička. Pastí byly zakopány ke stěně do šterkopískového materiálu. V době umístění pastí byla zemina vlhká, v průběhu výzkumu ale většinou suchá.

### (D) Jeskyně Bruna 1. patro – Pohanský komín

Menší prostor nad Pohanským komínem, hned za Předsíní, člověku přístupný asi pětimetrovým šplháním za pomoci lana. Organismy sem mají přístup přímo z povrchu přes kamennou suť a jednu úroveň Bruniny jeskyně. Zeminu zde tvoří jemný písek, střídavě vlhký a suchý. Byla sem umístěna kompletní sada zemních pastí, fridex s pivem a lihová u sebe a formaldehydová na druhé straně prostoru.

### (E) Jeskyně Bruna 2. patro

Menší prostor ještě asi 2 metry nad úrovní stanoviště D, pro živočichy

z povrchové sutě naopak první v pořadí. Vybočují z něj dvě nízké chodby, kterými je nutno chodit po kolenou nebo se plazit. Na začátku jedné této chodby (více vlevo podle směru příchodu), v menším výklenku, byly do písku vedle sebe umístěny všechny tři druhy zemních pastí. Na tomto i předchozím stanovišti je poměrně stálá teplota, v zimě zde hojně zimují netopýři, zalétávají sem i přes léto.

### **Stará Býčí skála**

Jeskyně dále pokračuje Hlavní chodbou, kterou protéká potok pouze za velkých povodní, tj. každých zhruba 30 let. Jako Stará Býčí skála se označuje tato chodba až po Šenkův sifon, který byl do roku 1920 resp. 1947 zatopen a tvořil tak přirozenou hranici pro vstup člověka. Zároveň pouze po Šenkův sifon zaletují netopýři. Teplota je zde již stálá, 8°C. Stanoviště jsou umístěna ve vzdálenostech přibližně 120 (F, G), 260 (H, I) a 340 (J) metrů od vstupu.

#### (F) Před Severní odbočkou

Z pohledu do jeskyně u levé stěny ve výklenku před tzv. Severní odbočkou. Podklad byl kamenitý, tudíž jsem zde umístila pouze dvě zemní pasti, formaldehydovou a fridex s pivem, mezi nimi bylo možno díky velké vlhkosti umístit listí.

#### (G) Jižní odbočka

Po pravé straně chodby se nachází tzv. Jižní odbočka, velký výklenek s jílovitou zeminou. U její levé stěny byly do výklenků umístěny tři pasti a listí.

#### (H) Sonda mezi Dračími hřbety a Obřím komínem

Sada pastí a listí byly umístěny ve výklenku levé stěny chodby, tedy v sondě mezi Dračími hřbety. Zemina zde byla hlinitá se šterkem.

#### (I) Suťový kužel z Obřího komína pod Aligátoří trhlinou

Toto stanoviště bylo umístěno naproti přes cestu od stanoviště H, na suťovém kuželu asi dva metry nad hlavní cestou, v nejzazším výklenku fridex s pivem a u velkého kamene nalevo od výklenku formaldehyd a líh. Pasti byly v jemném písku.

#### (J) Prst

Stanoviště se nacházelo nalevo od sestupu k Šenkovu sifonu, v části jeskyně zvané Prst, přímo u stěny, několik metrů před propastí. Tři zemní pasti byly umístěny v řadě podél stěny. Zemina byla jílovitá s oblázky.



## Velká síň

Přibližně 200 metrů dlouhá chodba za Šenkovým sifonem ústí do Velké síně. Protéká tudy Jedovnický potok, který je nejspíše hlavním komunikačním kanálem s vnějškem. Přináší naplaveniny a ve vodě rozpuštěné živiny mimo jiné z rybníka Olšovec v Jedovnicích. Ve Velké síni byla umístěna čtyři stanoviště ve vzdálenosti přibližně 520 (K, O) a 560 (L, N) od vchodu. K těmto stanovištím přiřazuji také stanoviště M, které bylo umístěno v místě tzv. Rozvodí, což je chodba mezi Šenkovým sifonem a Velkou síní, ve vzdálenosti asi 430 metrů od vchodu. Rozvodím potok za normálního stavu neprotéká.

### (K) Pod Vysokým komínem, levý břeh

Stanoviště se nacházelo po pravé straně jeskyně při vstupu do Velké síně, tedy na levém břehu potoka. Bylo nutno potok přebrodit a vylézt téměř ke stropu. Zde se nacházela kompletní série zemních pastí i listí. Zemina byla jílová. Nedaleko za pastmi se nacházela malá propast.

### (L) Velká síň, výklenek

Po levé straně v zadní části Velké síně, tedy na pravém břehu potoka, nad náspem materiálu byly umístěny všechny tři zemní pasti i listí. Výklenek ve stěně se nachází asi půl metru nad zemí. Zemina v tomto výklenku byla směsí štěrku a písku s hroudami jílu.

### (M) Rozvodí

Chodba vedoucí od Šenkova sifonu k Velké síni se v jejím nejvyšším místě nazývá Rozvodí. Zde po pravé straně byly umístěny tři zemní pasti a listí. Prostředí bylo velmi vlhké a zemina těžká, jílová se zjevným výskytem žížal (typické exkrementy).

### (N) U Nifargového jezírka

Ve Velké síni těsně před náspem popisovaným u stanoviště L, na pravém břehu potoka a nalevo od cesty se nacházelo malé jezírko, kterému se podle údajného dřívějšího výskytu blešivců rodu *Nifargus* mezi jeskyňáři říká Nifargové jezírko. Napravo od něj u stěny vedoucí vzhůru ke stanovišti L bylo umístěno stanoviště N se třemi pastmi. Díky velké vlhkosti zde mohlo být umístěno i listí. Pasti byly jakoby ve svahu náspu. Okolní zemina byla jílovitá.

### (O) Pod Vysokým komínem, pravý břeh

Zhruba v úrovni stanoviště K, tedy na začátku Velké síně bylo na opačném břehu

mezi balvany asi dva metry nad zemí u stěny umístěno stanoviště O, tři zemní pasti i listí. Zemina byla jílovitá s oblázky.

### **Zadní část**

Posledních pět stanovišť se již nacházelo za Velkou síní a do některých z nich byl značně komplikovaný přístup. Bylo nutné se proplazit i s vybavením několik metrů dlouhým polosifonem UPBK, což není vždy možné, například při zvýšeném průtoku potoka je toto místo zcela zaplaveno. Pohyb osob je v této části jeskyně mnohem méně častý, jeskyňářské práce zde prakticky neprobíhají, můžeme tedy předpokládat téměř nulový vliv člověka na faunu. Jedná se o úsek jeskyně přibližně od 700 do 2000 m od vstupu do jeskyně, což znamená téměř na konec části tohoto jeskynního systému, který se řadí k Býčí skále. Pasti nebylo možné umisťovat nijak pravidelně, opět pouze tam, kde nehrozilo zaplavení.

#### (P) Dóm překvapení

První dóm za Velkou síní je Dóm překvapení, přibližně 700 m od vstupu. Lidé sem mají přístup proraženou štolou, přirozeně je s Velkou síní spojen pouze potokem se sifony. Tři zemní pasti a listí byly umístěny ve vstupní části do dómu, tedy nedaleko štoly, vedle žebříku vedoucího asi o dva metry níž na spodní úroveň dómu. Zemina byla jílovitá.

#### (Q) Zřícený dóm

Ve Zříceném dómu bylo vybráno stanoviště po levé straně dómu, tedy na pravé straně potoka, na vysokém valu písčiny naplavenin, přibližně tři metry nad potokem. Kompletní sada zemních pastí, umístěno bylo i listí. Zemina písčitá.

#### (R) U Rotundy

V dómu nazvaném Rotunda podle typického stropu bylo vybráno stanoviště na tzv. odpočinkovém místě, jak mu říkají místní speleologové. Jde o písčité val po levé straně jeskyně téměř skrytý za sníženým stropem. Opět zde byly umístěny všechny pasti i listí. Rotunda se nachází přibližně 1800 m od vstupu. Dómem již potok za běžných stavů neprotéká.

#### (S) Povodňová chodba

Stanoviště v Povodňové chodbě, kudy potok protéká opět pouze za velkých povodní. Jde tedy o velmi stálé prostředí. Napravo blízko cesty byly umístěny všechny pasti včetně listí. Vzdálenost stanoviště od vstupu do Býčí skály je již téměř 2000 m.

Zemina je zde jílovitá.

(T) Povodňová chodba u Homole

Obdobná situace jako u stanoviště S, pouze o několik desítek metrů dál do jeskyně.

**Tabulka 1.** Číselná označení jednotlivých pastí na stanovištích

Kód a název stanoviště	Formalín	Láh	Fridex + pivo	Listí
A Severní stěna předsíně			1	35
B Pod komínem u zamřížovaného okna	2			36
C Výklenek u Jedničky	32	33	3	34
D Jeskyně Bruna 1.patro – Pohanský komín	28	27	26	
E Jeskyně Bruna 2.patro	31	29	30	
F Před Severní odbočkou	4		6	5
G Jižní odbočka	7	24	8	25
H Sonda mezi Dračími hřbety a Obřím komínem	9	23	22	10
I Suťový kužel z Obřího komína pod Aligátoří trhlinou	20	21	11	
J Prst	19	18	12	
K Pod Vysokým komínem, levý břeh	48	46	47	72
L Velká síň, výklenek	13	17	14	15
M Rozvodí	45	43	44	49
N U Nifargového jezírka	39	37	38	70
O Pod Vysokým komínem, pravý břeh	41	42	40	71
P Dóm překvapení	52	50	51	53
Q Zřícený dóm	56	54	55	57
R U Rotundy	58	60	59	61
S Povodňová chodba	64	62	63	65
T Povodňová chodba u Homole	68	66	67	69

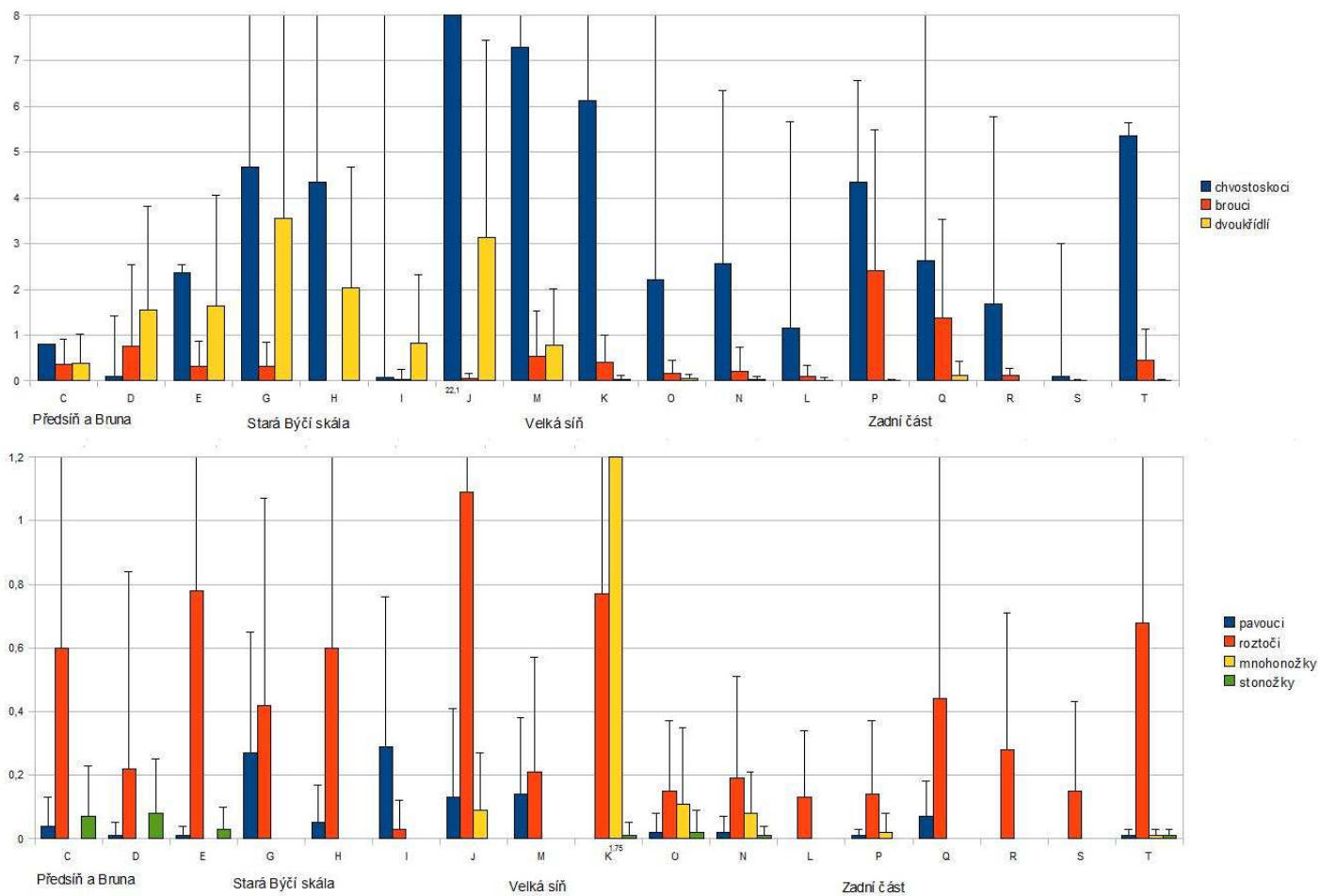
## ***Statistická analýza***

Analyzovány byly pouze ty skupiny živočichů, jejichž počet zástupců přesáhl 30 jedinců. Pro analýzu bylo použito dat z osmi výběrů pastí (27. 3. 2011 až 10. 3. 2012), zároveň nebyla použita data z pastí na stanovištích A, B, F, protože zde nebyly zastoupeny všechny tři pasti. Primární data jsem nejprve přepočítala na úlovek za týden na past, což umožnilo vzájemné porovnání. Porušení nezávislosti dat každé trojice pastí jsem vyřešila tím, že jsem faktory stanoviště a čas (lineární) použila jako kovariáty. Nejdříve jsem otestovala délku gradientu v druhových datech nepřímou unimodální detrendovanou analýzou (DCA). Jelikož to délka nejdelšího gradientu umožnila, použila jsem kanonickou korespondenční analýzu (CCA) pro zhodnocení ovlivnění odchytu náplní pastí. Významnost modelu jsem otestovala pomocí Monte Carlo permutačního testu s omezením v čase a prostoru a s randomizací uvnitř bloků definovaných kovariátami. Pro analýzy byly využity programy OpenOffice.org Calc, Canoco for Windows 4.5 a CanoDraw for Windows 4.0.

## Výsledky

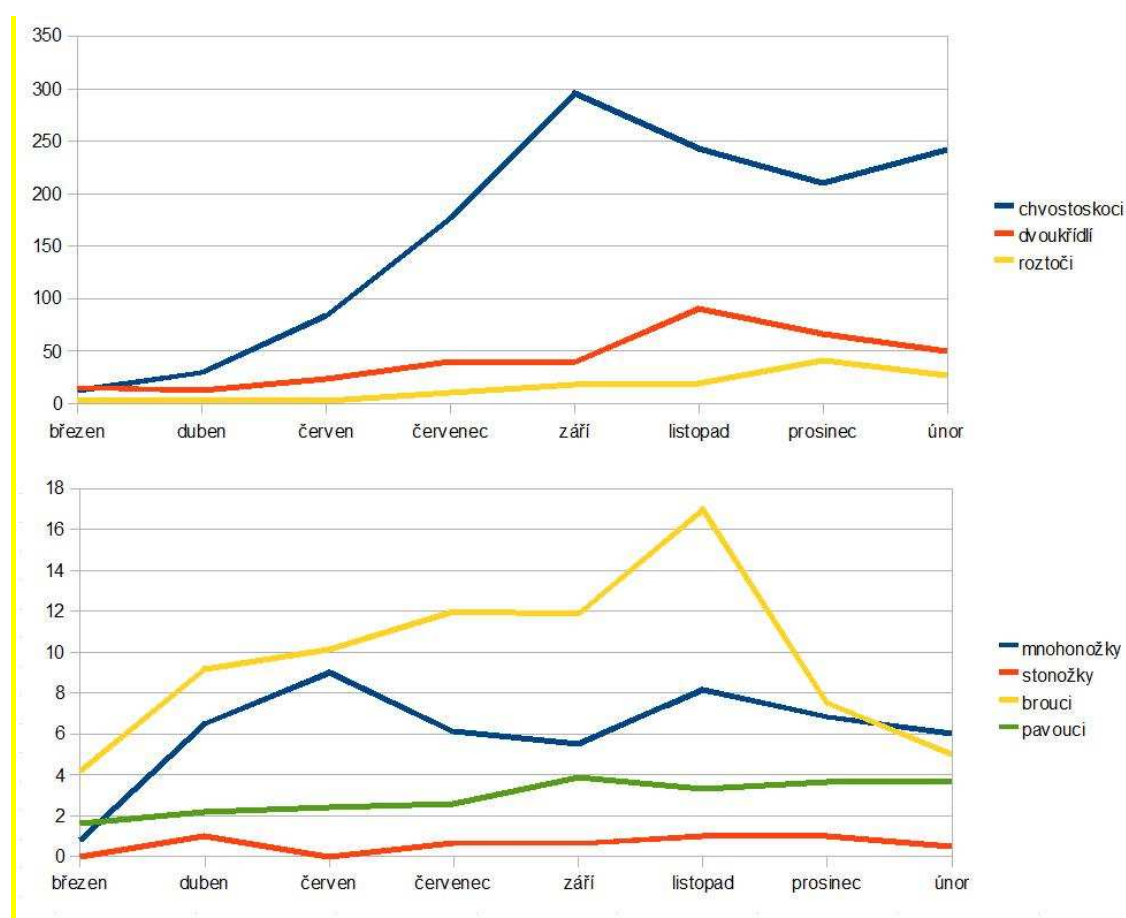
Celkem bylo odchyceno 12 555 chvostoskoků, 3148 dvoukřídých, 1463 brouků, 1275 roztočů, 358 mnohonožek, 213 pavouků, 37 stonožek, 13 stejnonožců, 16 plžů, 15 žížal, 2 sekáči, 2 blanokřídílí a 2 motýli (včetně jedinců odchycených v pastech na stanovištích A, B a F a ve výběrech v lednu a únoru roku 2011). Celkem tedy 19 099 jedinců. Pro analýzy byla použita data z osmi výběrů a 17 pastí a pouze nejpočetnějších skupin, proto zde uvádím také počty jedinců tohoto výběru: chvostoskoci 11427, dvoukřídílí 2344, brouci 1193, roztoči 1125, mnohonožky 374, pavouci 170, stonožky 34, celkem tedy 16 667 jedinců.

Největší úlovky bezobratlých se podařilo získat na stanovišti J (Prst). Chvostoskoci, brouci, roztoči a pavouci se vyskytovali po celé délce jeskyně (Obr. 2). Dvoukřídílí se vyskytovali především ve Staré Býčí skále. Stonožky byly odchyceny převážně v přední části jeskyně, mnohonožky ve Velké síni a okolí. Nejvíce chvostoskoků i roztočů bylo chyceno na stanovišti J (Prst). Dvoukřídílí se nejvíce chytali na stanovišti G (Jižní odbočka) a také na J. Nejvíce brouků bylo odchyceno na stanovišti P. Pavouků se nejvíce chytilo na stanovišti I (Suťový kužel z Obřího komína pod Aligátoří trhlinou) a opět na stanovišti G. Stonožky se nejvíce chytaly v jeskyni Bruna na stanovišti D a v Předsíni na stanovišti C. Výrazně nejvíce mnohonožek se chytilo na stanovišti K (Pod Vysokým komínem, levý břeh).



**Obrázek 2** Množství jedinců odchycených za týden pro jednotlivé taxony podél jeskyně (průměr a směrodatná odchylka). Písmena na ose x označují stanoviště, pořadí je dáno jejich vzdáleností od vchodu jeskyně.

Obecně nejvhodnějším obdobím pro průzkum jeskyně Býčí skála, to znamená obdobím, kdy byly nejvyšší úlovky, byla druhá část roku, čili období od června do října (Obr. 3). Brouků a dvoukřídlých se nejvíc chytilo v říjnu a listopadu. Nejvíce chvostoskoků a pavouků se chytilo v období srpna a září. Nejvíce roztočů se chytilo v prosinci. Nejvíce mnohonožek bylo odchyceno v květnu a červnu, stonožek v červenci.

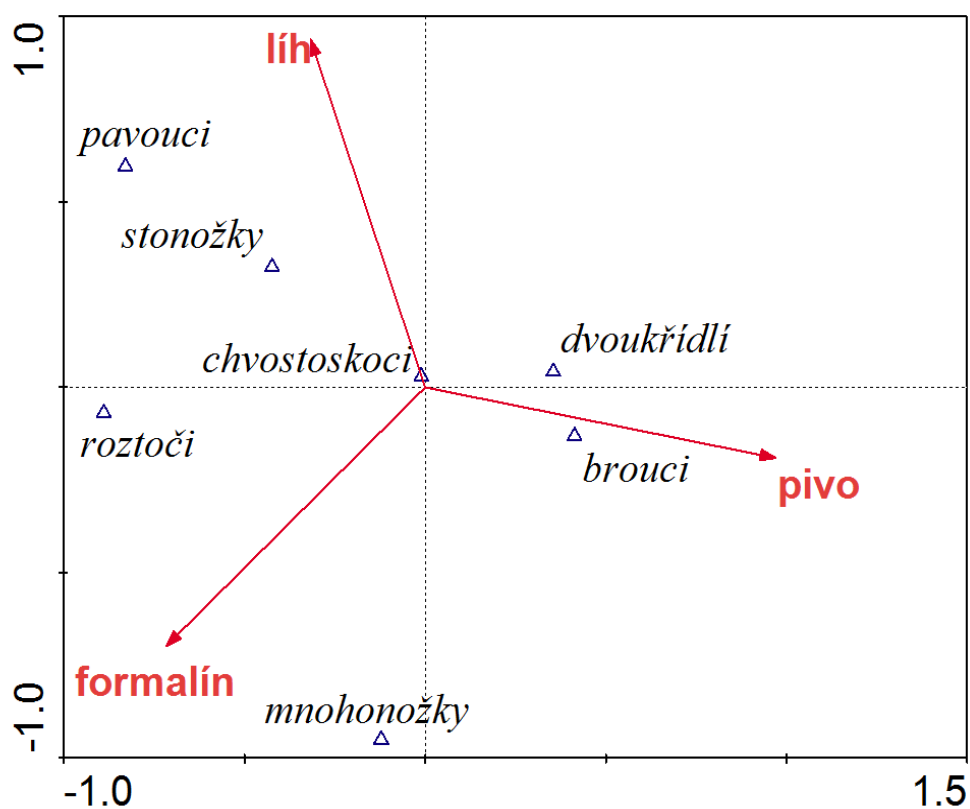


**Obrázek 3** Množství jedinců odchycených za týden pro jednotlivé taxony v období únor/březen 2011 až březen 2012 (průměr a směrodatná odchylka).

Celkově nejvíce jedinců se chytilo do pastí se směsí etylenglykolu a piva (41 %), do formaldehydové 33 % a nejméně do lihové pasti (25 %).

Délka nejdelšího gradientu v druhových datech byla 3,847, proto byl odchyt jednotlivých skupin živočichů dále hodnocen kanonickou korespondenční (Obr. 4). CCA model faktorů náplně pastí je podle Monte Carlo permutačního testu signifikantní ( $F = 6,395$ ,  $p = 0,002$ ), stejný test prokázal, že všechny kanonické osy jsou signifikantní ( $F = 4,193$ ,  $p = 0,002$ ). První kanonická osa vysvětluje 1,8 % variability v druhových datech a všechny osy celkem 3,5 % variability.

Statisticky významně proti faktoru líh vyšel faktor pivo ( $F = 6,25$ ,  $p = 0,002$ ), faktor formalín vyšel jen těsně nesignifikantní ( $F = 2,12$ ,  $p = 0,056$ ) proti faktoru líh.



**Obrázek 4** Ordinační diagram CCA modelu zobrazující distribuci jednotlivých skupin živočichů v závislosti na ekologických faktorech (odchyt jednotlivých taxonomických skupin do zemních pastí s různou náplní, faktory čas a stanoviště byly použity jako kovariáty); první a druhá kanonická osa.



## Diskuze

Výzkum v jeskyni Býčí skála trval 16 měsíců. Pro statistickou analýzu byla použita data z období od konce února 2011 do března 2012. Výzkum probíhal v hlavní chodbě jeskyně po celé její délce včetně oblastí, ve kterých dosud fauna zkoumána nebyla, např. v části za Velkou síní. Pro komplexnější poznání druhového spektra by bylo možno umístit pasti i do méně přístupných prostor jeskyně, například o patro výš či níž či na dno některé propasti, což by ovšem přineslo výrazné zvýšení fyzických nároků na umístování a výběr pastí. Tyto práce by pak musel provádět fyzicky zdatný, horolezecky či speleologicky zkušený výzkumník.

Nasbíraný materiál byl určen do vyšších taxonomických skupin a předán specialistům pro bližší určení. Vzhledem k množství odchycených jedinců a nedostatku odborníků není prozatím možné blíže určit chvostoskoky a roztoče, přestože právě v těchto skupinách jsou velmi pravděpodobné troglomorfní formy.

Skupinou s nejvyšší frekvencí byli jednoznačně chvostoskoci, dále dvoukřídlí, brouci a roztoči. Stejně skupiny jsou popisovány jako dominantní ve výzkumech fauny slovenských jeskyní (Mock et al. 2005; Kováč et al. 2009; Papáč 2011).

### *Prostorová distribuce*

Chvostoskoci a roztoči se vyskytovali po celé délce jeskyně, nejvíce na stanovišti J (Prst), což je stanoviště těsně před Šenkovým sifonem. Převaha roztočů na tomto stanovišti nebyla tak výrazná, jako u chvostoskoků. Pavouci se vyskytovali nejvíce na stanovištích I a G, v malém množství však i ve zbytku jeskyně. Dvoukřídlí se do pastí chytali jako larvy i jako dospělci. Nejvíce se vyskytovali v části jeskyně, kudy neprotéká potok, lze se tedy domnívat, že nejde pouze o jedince, jejichž vajíčka byla „spláchnuta“ z povrchu, ale že zde vytvářejí rozmnožující se populaci ve vyhovujících podmínkách. Papáč (2011) dává výskyt dvoukřídlych hlouběji v jeskyni do souvislosti se změnami venkovní teploty a s jejich vysokou mobilitou. Brouci se vyskytovali po celé délce jeskyně, poměrně výrazný nárůst byl na stanovišti P a Q, tedy až za Velkou síní, v zadní části jeskyně. Jeskynní brouci obecně vyhledávají stálé prostředí, tj. stálou teplotu, vysokou vzdušnou vlhkost a minimální pohyby vzduchu (Moldovan 2005). Vyšší počet jedinců na začátku jeskyně jistě souvisí s pronikáním povrchových druhů

do ústí jeskyně. Stonožky se vyskytují především v části jeskyně, která je nejsnáze přístupná z povrchu. Stanoviště D a E se nacházela v jeskyni Bruna, která s vnějším okolím komunikuje přes suť, stanoviště C leželo v Předsíni, tedy bezprostředně za vchodem do jeskyně. Zde lze předpokládat přísun jedinců pod vraty a „zamřížovaným oknem“. Zajímavý je výrazně vyšší odchyt mnohonožek na stanovišti K, což je na začátku Velké síně, na vysokém jílovém svahu. Mnohonožky mají často nerovnoměrnou, mozaikovitou distribuci a zemní pasti obecně nejsou příliš vhodnou metodou pro jejich výzkum (Mesibo a Churchill 2003). Lze předpokládat, že stanoviště bylo náhodou umístěno do těsné blízkosti některé z lokálních populací.

### ***Distribuce živočichů v čase***

U většiny skupin živočichů pozorujeme pozvolný nárůst početnosti od začátku sledování. Není zde patrný digging-in efekt (zvýšená aktivita živočichů v okolí pastí těsně po zakopání) popisovaný např. Digweedem a kolektivem (1995) u střevlíkovitých či stejný jev pozorovaný u chvostoskoků (Joose a Katpeijn 1968). Tento efekt ovšem mohl být omezen také vyřazením prvních výběrů některých pastí z analýzy. Naopak lze předpokládat, že pasti mohly živočichy určitým způsobem lákat (viz dále).

Nadměrný odchyt nebyl na sumárním zobrazení naznačen (počet chycených jedinců s časem výrazně neklesá). Nasbíraná data také nevykazují výrazné změny v počtech odchycených jedinců během roku. O sezónních změnách by se dalo uvažovat pouze v případě brouků, kteří se méně chytali v zimních měsících. Zatím ale byly zjištěny změny v počtu jedinců spíše v reakci na změnu teploty v jeskyni nebo na kolísání hladiny podzemního toku (Moldovan 2005).

### ***Reakce na náplně pastí***

V případě tohoto výzkumu se nejvíce jedinců chytilo do etylenglykol-pivní pasti, nejméně účinná se jevila lihová náplň. Porovnání účinnosti jednotlivých druhů zemních pastí v jeskyních vykazuje rozdílné výsledky, a to i v pracích téhož autora za použití stejné metodiky. Mock a kolektiv (2004) ve svém výzkumu zachytili nejvyšší počet druhů i jedinců do lihových pastí, etylenglykol s pivem uvádějí jako nejúčinnější co do počtu odchycených jedinců na jednu past, ale s nízkým spektrem odchycených druhů. V práci Mock et al. (2005) uvádí jako nejúčinnější pasti formaldehydové, lihové měly

výrazně nejnižší účinnost nejspíše způsobenou porostem bílé plísně kolem otvorů pastí.

Mnohonožky se vyskytovaly převážně ve formaldehydových pastech, což neodpovídá Gerlachem (2009) a Fryčkou (2012) zjištěnému spíše repelentnímu účinku formaldehydu na mnohonožky v laboratorních podmínkách. Naopak Mock (2000) formaldehyd pro odchyt mnohonožek a stonožek doporučuje. V literatuře je popisována pozitivní korelace odchytu střevlíkovitých a drabčíkovitých na rostoucí koncentraci formaldehydu (Pekár 2002), v tomto případě se však brouci nejvíce chytali do pastí s etylenglykolem s pivem. Etylenglykol je účinnější fixační roztok pro odchyt střevlíkovitých a drabčíkovitých brouků než slaný roztok či parafin (Koivula 2003). Jindy je popisován vyšší odchyt brouků do alkoholových pastí, ale nižší u formaldehydových (Mock et al. 2004). Stejně jako brouci jsou i dvoukřídlí více odchyťováni v pastech etylenglykol – pivo. Tento jev je popisován i z výzkumu jeskyní slovenské Čierne hory (Mock et al. 2005). Nutno podotknout, že reakce na konzervační tekutiny jsou druhově specifické a liší se i u blízce příbuzných druhů (Gerlach 2009; Fryčka 2012) či dokonce mezi pohlavími jednoho druhu nebo během sezóny (Adis 1979). Podrobněji hodnotit vhodnost daných konzervačních roztoků pro odchyt jeskynních živočichů proto bude vhodné až po druhové determinaci materiálu.

### ***Metodické aspekty výzkumu***

Zemní pasti pro výzkum v jeskyních použil poprvé Barber (1931). Stejně jako ve výzkumu epigeické fauny, ani v biospeleologii není zavedena jednotná metodika pro použití zemních pastí, což se týká především použité nádoby, náplně a případných modifikací.

Pro dlouhodobý výzkum shledávám pohodlnějšími pasti složené ze sklenice a sběrné nádoby. Nemusejí se opakovaně zakopávat, a nedochází tak k narušování okolního terénu, které by mohlo ovlivnit výzkum (Adis 1979). Pro krátkodobý výzkum je však dle mého názoru vhodnější použít plastové lahvičky, které mají menší hmotnost, a lze tedy s nimi v náročném terénu snáze manipulovat. Rovněž je lze pouze vyjmout ze země, zašroubovat víčkem a dále s nimi pracovat v pohodlí laboratoře. V případě jeskyně se nejeví jako vhodné uvažovat o použití kovových pastí, především kvůli vysoké vlhkosti prostředí.

Různé konzervační kapaliny mají na chytanou faunu rozdílné účinky. Již v průběhu umístování pastí (asi po měsíci od umístění první části pastí) bylo

zpozorováno, že kolem některých pastí začala narůstat bílá plíseň. Šlo především o pasti s lihem a částečně též s pivem. Plíseň se vyskytovala především na stanovištích s velmi vlhkou půdou. Byla zaznamenána především v první polovině výzkumu, ke konci vymizela. Lze se domnívat, že tato plíseň různými způsoby ovlivnila odchyt živočichů. Na jednu stranu mohla působit jako bariéra bránící vstupu k pasti, porost plísně bývá dáván za příčinu nízké účinnosti lihových pastí (Mock et al. 2005), na stranu druhou mohla některé živočichy lákat jako zdroj potravy. Například jsem jednou pozorovala, že část porostu byla „spasena“ bílým plžem. Tato plíseň by hypoteticky mohla sloužit za potravu i chvostoskokům a ti pak dalším živočichům. To by znamenalo, že lihové pasti obohacují své okolí živinami a mohou tak ve specifickém jeskynním prostředí ovlivňovat výzkum. Lihové pasti proto k dlouhodobému výzkumu v jeskyních nedoporučuji, pouze za předpokladu zvýšení četnosti výběru pastí.

Pasti s pivem mohou svou vůní lákat dravé jedince, například brouky. Lze také předpokládat, že přítomnost kvasinek (resp. látek zanechaných kvasinkami v pivu) určitým způsobem pozitivně ovlivňuje rozmnožování chvostoskoků (Larsen a Jakobsen 1996), a dále i navazující častější výskyt jejich predátorů.

Pasti s formaldehydem jsou známy svými odpuzujícími i přitahujícími účinky na různé druhy. Jsou velmi pohodlné z toho hlediska, že není potřeba měnit náplň ani během dlouhodobých výzkumů. Pomineme-li zdravotní závadnost formaldehydu, i samotnou práci s těmito pastmi jsem v jeskynním prostředí shledala poněkud nepříjemnou. Především při nahlížení zblízka do kelímku brzy začínají pálit oči, což dále ztěžuje už tak náročnou práci. Tomu však při práci ve tmě pouze s čelovou svítilnou nelze snadno zabránit. Další drobný problém nastával při přemísťování živočichů z formaldehydu do lihu, především při práci se štětcem. Následkem rozdílného povrchového napětí obou kapalin se malí jedinci přilepili na štětec, což znesnadňovalo a zpomalovalo proces jejich přemísťování. Za další nedostatek formaldehydu považuji jeho toxicitu, která vyžaduje vysokou opatrnost zejména při práci v takto citlivém prostředí chráněné lokality.

V jeskyni obvykle není nutné opatřovat pasti stříškou, protože pasti není třeba chránit před padajícími listím či větvičkami. Pouze pokud se chceme zaměřit na organismy, které vyhledávají např. škvíry mezi kameny, je vhodné umístit na past proděravělé víčko. Podobná úprava např. pletivem je vhodná i na místech s očekávaným výskytem hlodavců. Stříška z plochého kamene je také vhodná k

ochraně pasti před zničením návštěvníky jako v tomto případě. Ani jedna past nebyla během celého výzkumu poničena návštěvníky, a to ani během rušných dnů otevřených dveří.

Počet pastí je samozřejmě nutné volit podle specifik konkrétní jeskyně a výzkumu. V tomto případě byl dle mého názoru zvolen počet přiměřený délce jeskyně i různorodým podmínkám v ní, zároveň ale nebylo pastí příliš mnoho, aby mohly výrazně negativně ovlivnit populace živočichů.

Fakt, že pasti byly umísťovány do různorodých mikrostanovišť, sice znesnadňuje ekologické analýzy, zajistí však odhalení co nejširšího druhového spektra. Zejména u průtočných jeskyní je nezbytné vyhledávat stanoviště bez nebezpečí zatopení a zároveň bez zjevného skapu, aby nedošlo k vyplavení pastí a ke kontaminaci okolního prostředí. Stanoviště si nemohla konkurovat, protože byla poměrně daleko od sebe (vždy nejméně 10 metrů). Konkurovat si mohly pouze jednotlivé pasti v rámci stanoviště, což bylo zohledněno v analýze dat použitím kovariát. Pro snazší analýzu bych však doporučovala spíše jednodušší design pozorování, tedy použití pouze jednoho druhu pasti.

Díky dlouhé době sběru dat bylo možno podchytit i časovou heterogenitu odlovených druhů. Obecně v jeskyních nepozorujeme sezónnost, v tomto případě však nemohlo být vyloučeno, že se například v různých částech roku nesplachují z povrchu potokem různé skupiny živočichů (i v různých vývojových stádiích).

## Závěr

Pro účely předložené bakalářské práce byl proveden historicky první kompletní průzkum terestrických bezobratlých v jeskyni Býčí skála v Moravském krasu. Celkově 55 zemních pastí bylo na lokalitě umístěno od listopadu 2010 do března 2012. Pastí byly rozmístěny po skupinách na 17 stanovištích po celé délce hlavní chodby jeskyně, tedy do vzdálenosti téměř 2 km od vchodu. Jako konzervační tekutina v pastech bylo použito 70 % roztoku lihu, 4 % roztoku formaldehydu a směsi piva a nemrznoucí směsi s hlavní složkou etylenglykol.

Celkem bylo odchyceno 12 555 chvostoskoků, 3148 dvoukřídlých, 1463 brouků, 1275 roztočů, 358 mnohonožek, 213 pavouků, 37 stonožek, 13 stejnonožců, 16 plžů, 15 žížal, 2 sekáči, 2 blanokřídlí a 2 motýli. Byla provedena kanonická korespondenční analýza pro zjištění vlivu zemních pastí podle jejich náplní na nejpočetnější skupiny živočichů, pro odfiltrování nezávislosti dat z jednotlivých stanovišť byly faktory čas a stanoviště použity jako kovariáty. V některých částech jeskyně bylo odchyceno znatelně víc jedinců různých taxonomických skupin. Byly sledovány změny distribuce živočichů v čase, u většiny skupin byl zaznamenán nárůst počtu odchycených jedinců.

Oproti jiným biospeleologickým výzkumům se tento vyznačoval dlouhou dobou trvání. To umožnilo ověřit, že se v jeskyni skutečně nevyskytuje výrazná sezonalita. Také se díky tomu projevil nedostatek některých druhů pastí pro jejich použití při dlouhodobém výzkumu (plesnivění pastí s lihem). Bylo prověřeno, že k ukrytí pastí před zraky návštěvníků, aby se zabránilo jejímu zničení, stačí nad past umístit stříšku z plochého kamene.

Zkoumat jeskynní biotu zejména v chráněných územích je důležité, protože velmi citlivě reaguje na vnější vlivy, je tedy velmi dobrým indikátorem narušení jeskynního prostředí. Tato práce může sloužit jako podklad pro případný další výzkum v této lokalitě, který by mohl být podrobněji zaměřen například na jednotlivé taxony.

V dalším hodnocení se bude vhodné zaměřit na druhové složení fauny na lokalitě, zahrnout do analýzy další faktory (např. složení půdy – obsah organického dusíku) či povést obdobné analýzy na druhové úrovni.

## Literatura

- Absolon K. 1899. Systematický přehled fauny jeskyň moravských. Descriptio systematica faunae subterraneae moravicae adhuc cognitae. Věstník Klubu přírodovědeckého v Prostějově 2: 60–68.
- Aden E. 2005. Adaptation to Darkness. In: Culver DC, White WB (Eds). Encyclopedia of Caves. Burlington (USA). p. 1–3.
- Adis J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. Zoologischer Anzeiger 202:177–184.
- Barber HS. 1931. Traps for cave-inhabiting insects. Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 46:259–266.
- Culver DC, Sket B. 2000. Hotspots of Subterranean Biodiversity in Caves and Wells. Journal of Cave and Karst Studies 62(1):11–17.
- Danielopol DL, Baltanas A, Bonaduce G. 1996. The darkness syndrome of subsurface-shallow and deep-sea dwelling Ostracoda. In Deep-Sea and Extreme Shallow-Water Habitats: Affinities and Adaptation (Uiblein F, Ott J, Stachowitsch M (Eds.). Austrian Academy of Sciences, Vienna:123–143.
- Digweed SC, Currie CR, Cárcamo HA, Spence JR. 1995. Digging out the „digging-in effect“ of pitfall traps: Influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Pedobiologia 39:561–576.
- Fryčka P. 2012. Trapabilita epigeonu – chování modelových druhů u zemních pastí. [bakalářská práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého.
- Gerlach A, Voigtländer K, Heidger C M. 2009. Influences of the behaviour of epigeic arthropods (Diplopoda, Chilopoda, Carabidae) on the efficiency of pitfall trapping. Soil Organisms 81:773–790.
- Hervant F, Mathieu J, Messana G. 1998. Oxygen consumption and ventilation in declining oxygen tension and posthypoxic recovery in epigeic and hypogean aquatic crustaceans. Journal of Crustacean Biology, 18(4):717–727.
- Hervant F, Mathieu J, Durand JP. 2000. Metabolism and circadian rhythms of the European blind salamander *Proteus anguinus* and a facultative cave dweller, the Pyrenean newt (*Euproctes asper*). Canadian Journal of Zoology, 78:1427–32.
- Hüppop K. 2000. How do cave animals cope with the food scarcity in caves?

- In: Wilkens H, Culver DC, Humphreys WF (Eds.). *Subterranean Ecosystems*. Elsevier Press, Amsterdam. p. 59–188.
- Hüppop K. 2005. Adaptation to Low Food. In: Culver DC, White WB (Eds.). *Encyclopedia of Caves*. Burlington (USA). p. 4–10.
- Christiansen K. 1961. Convergence and parallelism in Cave Entomobryinae. *Evolution*, 15(3):288–301.
- Christiansen K. 1992. Biological processes in space and time: cave life in the light of modern evolutionary theory. In: Camacho AI (Ed.). *The Natural History of Biospeleology*, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. p. 453–478.
- Christiansen K. 2004. Adaptation: Morphological (external). In: Gunn J (Ed). *Encyclopedia of Caves and Karst Science*, New York (NY). p. 13–18.
- Joose EN, Kapteijn JM. 1968. Activity-stimulating phenomena caused by field-disrurbance in the use of pitfall traps. *Oecologia* 1:385–392.
- Kratochvíl J. 1948. Unfair činy v naší speleologii. *The Unfair Deeds in the Biospeleology*. *Československý kras* 1:123–128.
- Koivula M, Kotze DJ, Hiisivuori L, Rita H. 2003. Pitfall trap efficiency: do trap size, collecting fluid and vegetation structure matter? *Entomologica Fennica* 14:1–14.
- Kováč L, Mock A, Višňovská Z, Luptáčík P., 2008: Spoločenstvá fauny restovskej jaskyne. *Slovenský kras, Liptovský Mikuláš*, 46, Suppl. 97–110.
- Lamprecht G, Weber F. 1992. Spontaneous locomotion behaviour in cavernicolous animals: The regression of the endogenous circadian system. In Camacho AI (Ed.). *The Natural History of Biospeleology*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. in Romero 2004.
- Larsen J, Jakobsen I. 1996. Interactions between a mycophagous Collembola, dry yeast and the external mycelium of an arbuscular mycorrhizal fungus. *Mycorrhiza* 6:259–264.
- Mesibov R, Curchill TB. 2003. Patterns in pitfall captures of millipedes (Diplopoda: Polydesmida: Paradoxosomatidae) at coastal heathland sites in Tasmania. *Australian Zoologist*. 32 (3):431–438.
- Mlejnek R, Tajovský K. 2008. Bezobratlí obyvatelé jeskyní České republiky, *Ochrana přírody*. 4:13–15.
- Mock, A. 2000. Metódy myriapodológie a zbierky viacnôžok (Myriapoda) na Slovensku. In: Okáli, I. (ed.): *Ochrana múzejných zbierkových predmetov –*



- Zbierkové predmety prírodovedného charakteru. Zborník príspevkov zo seminára, Svätý Jur 1999: 42-48.
- Mock A, Kováč L, Ľuptáčik P, Mlejnek R, Višňovská Z, Košel V, Fend'a P. 2004. Kavernikolné článkonožce (arthropoda) Važeckého krasu. In: Bella P (Ed.). 4. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou: Výskum, využívanie a ochrana jaskýň; 2003 okt. 5–8; Tále. Žilina: Knižné centrum. 2004. p. 145–154.
- Mock A, Ľuptáčik P, Fend'a P, Svatoň J, Országh I, Krumpál M. 2005. Terrestrial arthropods inhabiting caves near Veľký Folkmar (Čierna hora Mts., Slovakia). In Tajovský K., Schlaghamerský J., Pižl V. (Eds.). Soil Zoology in Central Europe, Institute of Soil Biology, České Budějovice, 95–101.
- Moldovan OT. 2005. Beetles. In: Culver DC, White WB (Eds). Encyclopedia of Caves. Burlington (USA). p. 45–51.
- Papáč V. 2011. Spoločenstvá chvostoskokov (Hexapoda, Collembola) v jaskyniach Muránskej planiny, Drienčanského krasu a Cerovej vrchoviny. [disertačná práca]. [Bratislava (SK)]: Univerzita Komenského v Bratislave.
- Peck SB. 1973. A systematic revision and the evolutionary biology of the Ptomaphagus (Adelops) beetles of North America (Coleoptera, Leiodidae, Catopinae), with emphasis on cave-inhabiting species. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 45(2):29–162. In Christiansen, 2004. Dostupné z <http://biostor.org/reference/685>
- Pekár S. 2002. Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps. Pedobiologia 46:539–547.
- Poulson TL. 1992. The Mammoth Cave ecosystem. In: Camacho A (Ed.). The natural history of biospeleology. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid. p. 569–611. In Culver a Sket, 2000.
- Racovitza EG. 1907. Essai sur les problemes biospeologiques. Arch Zool Exp Gen (Biospeol I), 4e serie. 6:371–488. In Sket 2008.
- Romero A. 1985. Ontogenetic change in phototactic responses of surface and cave populations of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae). Copeia, 1985: 1004–1011.
- Romero A. 2004. Adaptation: Behavioural. In: Gunn J (Ed). Encyclopedia of Caves and Karst Science, New York (NY). p. 4–7.

- Sket B. 1996. Biotic diversity in hypogean habitats in Slovenia and its cultural importance:59–74. In A. Cimerman and N. Gunde-Cimerman (Eds), International Biodiversity Seminar Ecco XIV. Meeting, Ljubljana. In Culver a Sket 2000.
- Sket B. 1999. High biodiversity in hypogean waters and its endangerment – the situation in Slovenia, Dinaric Karst, and Europe. *Crustaceana* 72:767–780.
- Sket B. 2008. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals?, *Journal of Natural History*, 42(21):1549–1563.
- Schiner JR. 1854. Fauna der Adelsberger-, Luegger-, and Magdalenen Grotte. In: Schmidl A, (Ed). *Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas*. Wien (Austria): Braunmüller:231–272. In Sket 2008.
- Stoch F. 1995. The ecological and historical determinants of crustacean diversity in groundwaters, or: Why are there so many species? *Mémoires de Biospéologie*, 22:139–60.
- Stoch F. 2004. Colonization. In: Gunn J (Ed). *Encyclopedia of Caves and Karst Science*, New York (NY). p. 483–488.
- ZO ČSS 6–01 Býčí skála. 2000. Mapa jeskyně Býčí skála (1997). [Internet]. dostupné z: <http://www.byciskala.cz/MaRS/index.php?show=mapa&id=10>

# Příloha 1

Příloha 1 Výjimka k výzkumu vydaná Správou jeskyní CHKO Moravský kras



AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY  
SPRÁVA CHRÁNĚNÉ KRAJINNÉ OBLASTI  
MORAVSKÝ KRAS



Svitavská 29  
678 01 Blansko  
tel.: 516 428 880  
fax: 516 410 525  
e-mail: morkras@nature.cz  
www.moravskykras.nature.cz

Gabriela Blažková  
Neužilova 4  
625 00 Brno

NAŠE ČÍSLO JEDNACÍ  
01338/MK/2011 S/01002/MK/2011

VYŘÍZUJE  
RNDr. Leoš Štefka

BLANSKO  
12.08.2011

**Souhlas s výzkumem bezobratlých v Býčí skále**

## ROZHODNUTÍ

Správa CHKO Moravský kras jako orgán státní správy ve věcech ochrany přírody, příslušný podle § 78 zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny ve znění všech platných novel (dále jen zákon) projednala žádost žádost Gabriely Blažkové, Neužilova 4, 625 00 Brno ze dne 24.6.2011 o povolení výzkumu podzemních bezobratlých živočichů v jeskyni Býčí skála v NPR Býčí skála. Vyhláška č. 116/2004 Sb., kterou se vyhláší NPR Býčí skála, stanoví v bližších ochranných podmínkách (§3, písm. h) podmínku souhlasu orgánu ochrany přírody k výzkumné činnosti v podzemních prostorách a portálech jeskyní a štol.

**Dle § 44, odst. 3 zákona uděluje Gabriele Blažkové, Neužilova 4, 625 00 Brno**

## SOUHLAS

k výzkumu podzemních bezobratlých živočichů v jeskyni Býčí skála v NPR Býčí skála za následujících podmínek:

- pro výzkum bude využita metoda zemních pastí, rozbory vzorků substrátu a individuální odchyt živočichů,
- vstup do jeskyně je povolen v doprovodu člena ZO ČSS 6-01 Býčí skála,
- při průzkumu nebude zasahováno do sintrů,
- nebude vstupováno do části Jižní odbočky s kresbou,
- pasti v Povodňové chodbě budou instalovány a kontrolovány ze stávajícího chodníku, nebude vstupováno a žádný materiál nebude ukládán na sedimenty s bahenními prasklinami,
- činnost v zimním období bude prováděna tak, aby nedocházelo k rušení zde zimujících netopýrů,
- Správě CHKO Moravský kras bude předána kopie závěrečné zprávy,
- souhlas je platný do 31.3.2014,

### Odůvodnění:

Správa CHKO Moravský kras obdržela dne 24.6.2011 žádost žádost Gabriely Blažkové, Neužilova 4, 625 00 Brno o povolení výzkumu podzemních bezobratlých živočichů

IČ: 62933591  
DS: jzadysm

Bankovní spojení ČNB Praha 1  
číslo účtu: 18228-011/0710

jmeno.prijmeni@nature.cz  
tel.: 516 428 880

v jeskyni Býčí skála v NPR Býčí skála. Práce bude zpracována jako bakalářská a diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. Vyhláška č. 116/2004 Sb., kterou se vyhláší NPR Býčí skála, stanoví v bližších ochranných podmínkách (§3, písm. h) podmínku souhlasu orgánu ochrany přírody k výzkumné činnosti v podzemních prostorech a portálech jeskyní a ůtol.

Zahájení správního řízení Správa CHKO oznámila účastníkům řízení a dále České společnosti na ochranu netopýrů. V určené lhůtě nebyly doručeny žádné připomínky a Česká společnost na ochranu netopýrů se do řízení nepřihlásila.

Na základě provedeného řízení správní orgán rozhodl o udělení souhlasu k výzkumu podzemních bezobratlých živočichů v jeskyni Býčí skála v NPR Býčí skála za určitých podmínek. Činnost v lokalitě (instalace pastí, odběry vzorků, individuální odchyt) bude probíhat pod dohledem zde pracující organizace ČSS. Při této činnosti nedojde k poškození lokality. Speciální podmínky jsou stanoveny pro Povodňovou chodbu, kde nebude zasahováno do zachovalých částí sedimentů s bahenními prasklinami.

Při rozhodnutí správní orgán vycházel ze skutečnosti, že povolená činnost významně neovlivní zachování stavu předmětů ochrany této lokality. Je v zájmu ochrany přírody rozšířit poznání o jeskynních živočiších Býčí skála.

Po provedeném řízení bylo rozhodnuto výjimku udělit na dobu do 31.3.2014

**Poučení o opravném prostředku :**

Proti tomuto rozhodnutí je možno se odvolat do 15 dnů od jeho doručení k odboru výkonu státní správy MŽP VII v Brně, Mezírka 1, 602 00 Brno podáním na Správě CHKO Moravský kras, Svitavská 29, 678 01 Blansko.

Podle § 82 odst 2 zákona č. 500/2004 o správním řízení (správního řádu) je třeba případné odvolání podat v potřebném počtu stejnopisů tak, aby jeden stejnopis zůstal správnímu orgánu a aby každý účastník řízení dostal jeden stejnopis.

*CG*  
**RNDr. Leoš Štefka**  
 VEDOUCÍ SPRÁVY CHKO MORAVSKÝ KRAS



**Dále obdrží účastníci řízení:**

Obec Habrůvka (do DS)  
 ZO ČSS 6-01 Býčí skála, Josefův 69, Habrůvka