

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

Abiotické a biotické podmínky v Chýnovské jeskyni a jejich
ochrana.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Boháč Jaroslav, DrSc.**

Autor: Vojtěch Lutz

České Budějovice, 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **VOJTĚCH LUTZ**

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Název tématu: **Abiotické a biotické podmínky v Chýnovské jeskyni a jejich ochrana.**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :
(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

1. Vypracovat literární rešerši problematiky abiotických a biotických charakteristik ve vybraných jeskyních ČR.
2. Odebrat vzorky skapových vod a biodiverzity v Chýnovské jeskyni.
3. Seznámit se s základními metodami analýzy skapových vod a taxonomií a autekologií základních druhů bezobratlých vyskytujících se v Chýnovské jeskyni.
4. Seznámit se s metodikou odběru vzorků skapových vod a bezobratlých.
5. Seznámit se se statistickými metodami hodnocení vzorků.
6. Odběr vzorků na pokusných plochách.
7. Stanovit chemické složení skapových vod a druhovou diverzitu a aktivitu společenstev bezobratlých na pokusných plochách.
8. Stanovit vazbu bezobratlých na jeskynní prostředí (troglobionti, troglofilové a trogloxenové). Navrhnout ochranu biodiverzity Chýnovské jeskyně.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy, fotografická příloha

Rozsah průvodní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek

Seznam odborné literatury:

Boháč, J. 1999: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosyst. and Envir.*, 74: 357-372.

- Farkač J., Král D., Škorpík M. (eds.), Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 pp.
- Kolektiv, 2009: Chráněná území ČR – jeskyně. AOPK, Praha.
- Mlejnek R., Tajovský K., 2008: Bezobratlí jeskyní české republiky. *Ochrana přírody*, 4: 13-15.
- Pokorný R., Holec M., 2009: Jeskyně Ústeckého kraje. Nekrasové podzemní objekty ve třetihorních vulkanitech, jejich původ, charakteristika a biota. Nakladatelství XYZ, Praha.
- Růžička V., 2007: Pavouci v jeskyních České republiky. *Speleo*, 49: 14-19.

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc., Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, Zemědělská fakulta

Konzultant:

Datum zadání bakalářské práce: 19.2.2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2012

L.S.

Prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.
Vedoucí katedry

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSs.
Děkan

V Českých Budějovicích dne 27. 1.2010

Prohlášení:

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1988 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním některých částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

.....

Datum

.....

Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji zejména doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., vedoucímu bakalářské práce, za odbornou pomoc a poskytování cenných rad při vypracování.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Karlu Drbalovi i všem dalším pracovníkům Chýnovské jeskyně za pomoc a umožnění odběrů skopové vody a bezobratlých.

Abstrakt

Ve své bakalářské práci jsem se věnoval chemismu skapové vody a odběru bezobratlých v Chýnovské jeskyni.

Odběry vzorků proběhly celkem třikrát od června 2007 do dubna 2008. Odběrová místa byla nepravidelně rozmístěna po jeskyni a lišila se intenzitou skapu, vzdáleností od povrchu a předpokládaným charakterem nadloží. Byly změřeny tyto hodnoty: Sodík, draslík, vápník, dusitany, dusičnany, fosforečnany, sírany, chloridy, amonné ionty, tvrdost vody. V závěru jsem se snažil shrnout výsledky z odebraných vzorů a srovnat je s výsledky z let 2006, 2007. Ve srovnání s odběry právě z let 2006, 2007 je patrný vzrůstající obsah vápníku a snížení obsahu dusičnanů.

K odběru bezobratlých na takovém místě, jako je Chýnovské jeskyně (chráněno zákonem č.114/1992 sb., o ochraně přírody a krajiny), je potřeba výjimka udělovaná vládou ČR prostřednictvím ministerstva životního prostředí. Z tohoto důvodu jsem se odkázal na výsledky prvního výzkumu bezobratlých v Chýnovské jeskyni z 16. května r. 2000 prováděného pány Dvořákem a Mlejnkem. Výzkum obsahuje pouze základní data. Byly nalezeny celkem tři druhy plžů, dva druhy chrostíků, čtyři druhy brouků z čeledi střevlíkovitých, tři druhy motýlů, jeden druh pavouka a dva druhy korýšů.

Abstract

In my thesis I worked cave water chemistry and invertebrate sampling Chýnov cave. Sampling took place three times from June 2007 to April 2008. Sampling sites regularly distributed in the cave and differed intensity, distance from the surface and assumed the character of the overburden. These values were measured: sodium, potassium, calcium, nitrites, nitrates, phosphates, sulfates, chlorides, ammonium ions, water hardness. In the end I tried to summarize the results from samples of patterns and compare them with results from the years 2006, 2007. In comparison with the samples being from 2006, 2007, the apparent increased calcium content and the reduction of nitrate. The collection of invertebrates at a site such as Chýnov cave (protected by law č.114/1992 sb. On nature and lands cape), the need for the exemption granted by the Government of the Republic through the

Ministry of Environment. For this reason I referred to the research results of the first invertebrate cave Chýnov of 16 May 2000, conducted by Dvorak and Mlejnek masters. Research includes only the basic data. We have found three kinds of snails, two species of caddis, four species of beetles from the family of ground beetles, three species of butterflies, one species of spider and two species of crustaceans.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární rešerše	9
2.1. Vznik podzemních prostor.....	9
2.2. Kras a pseudokras	9
2.3. Rozšíření jeskyní v České republice.....	11
2.4. Legislativa.....	12
2.5. Chýnovský kras.....	12
2.5.1. Chýnovská jeskyně.....	13
2.5.2. Vznik a vývoj Chýnovské jeskyně.....	14
2.5.3. Hydrologie.....	15
2.5.4. Mineralogie	16
2.5.5. Geologie	17
2.5.6. Fauna	19
2.5.7. Ochrana	20
2.5.8. Výzkum	21
2.6. Přehled vybraných skupin organismů.....	22
2.6.1. Plži.....	22
2.6.2. Chrostíci	22
2.6.3. Brouci	23
2.6.4. Pavouci	24
2.6.5. Motýli	24
2.6.6. Netopýři.....	25
3. Materiál a metody	27
3.1. Charakteristika sledovaných prvků	27
3.1.1. Sodík a draslík	27
3.1.2. Vápník	28
3.1.3. Dusičnany a dusitany	28
3.1.4. Fosforečnany	29
3.1.5. Sírany.....	29
3.1.6. Chloridy.....	29
3.1.7. Tvrdost vody.....	30
3.1.8. Amonné ionty	30
3.2. Odběrová místa.....	31
3.3. Laboratorní rozborů	31
3.4. Odchyt bezobratlých.....	32
3.4.1 Metoda zemních pastí.....	32
4. Výsledky a diskuse	33
4.1. Zhodnocení obsahu dusičnanů.....	33
4.2. Zhodnocení obsahu vápníku.....	33

4.3. Zhodnocení tvrdosti vody	34
4.4. Zhodnocení obsahu draslíku a sodíku	34
4.5. Zhodnocení obsahu síranů	34
4.6. Zhodnocení obsahu chloridů	34
4.7. Zhodnocení obsahu amonných iontů	34
4.8. Zhodnocení obsahu fosforečnanů	35
4.9. Zhodnocení obsahu dusitanů	35
4.10. Porovnání výsledků z let 2006, 2007 a 2008.....	35
4.11. Výsledky odběru bezobratlých	38
5. Závěr.....	41
6. Literatura.....	42
7. Přílohy	46

1. Úvod

Jeskyně žijí svůj vlastní život. Nevychází v nich slunce, nesvíí zde hvězdy, nestřídají se tu roční období. Výkyvy teplot jsou minimální. Jen dopadající kapky nepravidelně vybuchávají nekonečnou podzemní symfonií. O podzemním světě se často hovoří jako o sedmém kontinentu. Zvláštním, drsném, a krásném. A díky nezdolné vůli těch, kteří jej prozkoumali a zpřístupnili, do něj můžeme dnes alespoň zčásti nahlédnout (Zajíček, 2010). Také pro toto tajemno jsem si vybral práci o jeskyních...

Chýnovská jeskyně byla objevena roku 1863 při těžbě v místním dole. Je to jedna ze 14 zpřístupněných jeskyní v České republice.

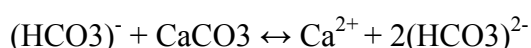
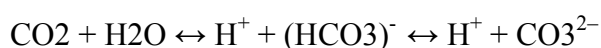
Cílem mé bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši o abiotických a biotických charakteristikách Chýnovské jeskyně. Seznámit se s metodikou a statistickými metodami odběru vzorků skapových vod a bezobratlých. Stanovit chemické složení skapových vod a druhovou diverzitu a aktivitu společenstev bezobratlých na pokusných plochách. Zejména zjistit, nakolik se projeví zemědělství a ostatní vnější přírodní vlivy na chemickém složení skapových vod.

2. Literární rešerše

2.1. Vznik podzemních prostor

Procesy vedoucí ke vzniku prostor pod povrchem země lze rozdělit do dvou základních skupin - chemické a fyzikální (=mechanické). Chemickými procesy se rozumí ty, které mění podstatu chemické látky primární horniny. Obecně se tyto procesy nazývají rozpouštění nebo oxidace. V případě porušení, se hornina rozpustí působením rozpouštědla, jako je voda nebo slabá přirozeně se vyskytující kyselina. Tím vznikají podzemní dutiny různé velikosti a uspořádání.

Nejčastější chemický proces vedoucí k vytváření podzemních prostor je krasovění. Kras je charakteristický typ krajiny, která je typická přítomností podpovrchových jevů (utváření dómů, sintrové výzdoby, krápníků). Podmínkou pro to, je reakce dešťové vody a uhličitanu. Voda putuje hluboko do puklin, kde rozpouští skálu, tím dochází k formulování komínů, chodeb a jeskyní (Holec, Pokorný, 2011).



2.2. Kras a pseudokras

Kras

Krasovými horninami jsou podle definice ty, které se vyznačují vysokou rozpustností v přírodních podmínkách. K nim patří zejména uhličitany, sírany, chloridy, bromidy. Všechny tyto horniny se relativně snadno rozpouštějí v přírodních povrchových a podpovrchových podmínkách všech klimatických pásem. Minerály tvořící hlavní součásti těchto hornin se při rozpouštění dostávají do roztoků, z nichž se mohou při změně fyzikálně - chemických parametrů opět vysrážet (kristalizovat), a to jak uvnitř krasové horniny (výplně puklin, pórů, dutin), tak v jejím blízkém okolí (travertiny, sádrovcové a solné krusty). Mineralogický charakter hlavních horninotvorných minerálů a minerálů

vysrážených z takových roztoků je tedy shodný. Tato vlastnost je základní charakteristikou tzv. pravých krasových hornin. K nim překvapivě patří i horniny vyvřelé s velkým podílem kalcitu (karbonatity) i horniny tvořené téměř zcela křemenem jako hlavním horninotvorným minerálem, tj. křemenné pískovce a křemence (kvarcity). Krasové horniny jsou většinou tvořeny jedním převažujícím horninotvorným minerálem nebo minerály stejné skupiny (uhličitany, sírany apod.) (Hromas a kol., 2009).

Geologická struktura krasu

Z geomorfologického hlediska je kras souborem tvarů reliéfu, které jsou výsledkem interakcí mezi rozpustnými nebo zčásti rozpustnými horninami a krasovými procesy. Hlavními složkami tohoto procesu je rozpuštění hornin agresivními vodními roztoky (hlavně srážkovou nebo tekoucí vodou) a modelování hornin fluviální, glaciální a periglaciální erozí. Krasová modelace probíhá v podstatě třemi způsoby: zarovnávaním strukturně podmíněných forem, vertikálním rozřezáváním a perforováním hornin při podzemním odvodňování (Příbyl, 1992).

Pseudokras

Pseudokrasem pak označujeme soubor podzemních a povrchových tvarů morfologicky podobný jevům krasovým, ale vzniklý jinými procesy než rozpouštěním a korozí podmíněnými poklesy a propady. Nicméně, i u pseudokrasu je podzemní část jeho nedílnou a mnohdy významnou součástí. Pseudokras v porézních horninách, zejména různých typech pískovců, může mít vyvinuto i podzemní odvodňování. Jeho podstata je však jiná než u typického krasu, je založena na průlomové propustnosti, a nikoli na propustnosti krasové a krasově-puklinové.

Geologické procesy utvářející kras a pseudokras jsou v jádru shodné. Jde jak o mechanickou činnost proudících vod a větru, vyplavování částic z podzemí, řízení a rozpad horninového masivu, tak i o procesy chemické činnosti proudících vod. V některých pseudokrasových oblastech je hlavním mechanismem vzniku slabá koroze nebo promrznutí, které naruší vazby mezi zrny horniny, a posléze mechanické vyplavování rozvolněných zrn. Kras a pseudokras se odlišují zastoupením chemické činnosti proudící vody, kdy krasové jevy jsou z větší části

tvoreny chemickým rozpouštěním a pseudokrasové jevy pak procesy převážně mechanickými (Hromas a kol., 2009).

2.3. Rozšíření jeskyní v České republice

Na území České republiky je v současné době evidováno téměř 4000 jeskyní. Více než čtvrtina se nachází v nejlépe vyvinuté krasové oblasti u nás, v Moravském krasu. Severně od Brna, na ploše 78 km², se nalézá nejen pět veřejnosti zpřístupněných jeskyní a světoznámá propast Macocha, ale také dva nejdelší jeskynní systémy v republice. Krajinu Moravského krasu zdobí pestrá škála povrchových krasových jevů. Závrtý, škrapy, ponory, vyvěračky, skalní mosty, krasové žleby, estavelly, slepá a poloslepá údolí, která mají přímou návaznost na krasové jevy podzemní, propasti a jeskyně. Přírodní podmínky zde však neumožnily tvorbu povrchových a podzemních krasových jevů v takovém rozsahu, jako je tomu v krasu Moravském.

Vápence Českého a Moravského krasu se vytvořily v období siluru až svrchního devonu, tedy přibližně před 350-430 miliony let postupným usazováním schránek mořských živočichů. Jakmile moře ustoupilo, začaly tyto horniny podléhat korozní a erozní činnosti povrchových a atmosférických vod. Krasové procesy, jejichž základem je chemické rozpouštění horniny, takto fungují dodnes. Na modelaci jeskynních prostor se zároveň podílí eroze podzemních toků. Mohutné propasti a dómy pak vznikají za přispění mechanického borcení stropů a stěn.

Další oblasti devonských vápenců jsou nepravidelně roztroušeny v různých částech našeho území. Některé z nich byly v průběhu horotvorných procesů přeměněny na vápence krystalické – mramory. Všechna tato území byla také více či méně poznamenána krasověním. Velké množství ostrůvků devonských vápenců a mramorů se nachází např. na severní Moravě.

Na východě republiky se ojediněle vyskytují mladší jurské (druhohorní) vápence karpatské soustavy. Mezi nejvýznamnější patří Pavlovské vrchy, Stránská skála v Brně a Štramberský kras. I tyto oblasti jsou charakteristické výskytem krasových jevů.

Specifickou, ale významnou skupinou podzemních přírodních útvarů jsou tzv. pseudokrasové jevy. Tvoří přibližně třetinu našich evidovaných jeskyní.

Na jejich vzniku se podílejí výlučně procesy mechanické, jako např. rozevírání skalních masivů, tektonické pochody, řícení, zvětrávání apod. Výsledkem jsou skalní rozsedliny, pukliny, suťové jeskyně či tzv. Bari. Pseudokrasové útvary vznikají hojně v pískovcových skalách, spraších, ale i v dalších typech hornin, jako jsou znělce, břidlice, ruly apod. Velmi zajímavé jsou také přirozené dutiny odkryté v dolech a fluorit pod Děčínským Sněžníkem. Pestré geologické složení na území České republiky dalo rozmanitý ráz krajině i tajemnému podzemí (Zajiček, 2010).

2.4. Legislativa

Všechny přírodní podzemní prostory podléhají ochraně podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Jejich poškození. Včetně poškozování uzávěru vstupů. Je trestné. Nezákonný je rovněž nedovolený vstup do jeskyní, které nejsou veřejnosti zpřístupněny nebo nejsou volně přístupné. Řada jeskyní se také nachází v chráněných oblastech a rezervacích mimo značené cesty. Vážní zájemci o veřejnosti nepřístupné podzemí mají možnost oslovit členy speleologické skupiny, která se danou oblastí s jeskyněmi zabývá (Zajiček, 2010).

2.5. Chýnovský kras

V západní části Pacovské pahorkatiny, v širším okolí města Chýnova, vystupuje řada těles krystalických vápenců a dolomitů, která jsou součástí chýnovsko-ledečského prahu pestré skupiny hluboce metamorfovaných hornin krystalinika šumavské a středočeské části moldanubické oblasti. V podobě tenkých průhů, čočkovitých těles i masivů větších rozměrů vystupují z mocného souvrství muskovitsko-biotitických pararul, provázených občasnými vložkami kvarcitů a vložkami i tělesy amfíbolů.

Četné výchozy vápenců tvoří pás zhruba SZ směru, dlouhý 17 km a široký 3-4 km, od Velmovic na Z až po Vysokou Lhotu na V. Je souhlasný s průběhem hlavních horninových struktur v této oblasti.

Ve vazbě na lokální erozní báze, rozsah vápenců, jejich tektonické porušení a zdroje vod z nekrasového okolí podlehly izolované vápencové ostrůvky zkrasovění v různé intenzitě a rozsahu. Větší vápencová tělesa drenují lokálně

podzemní vody, někde lze předpokládat i podzemní hydrologické komunikace mezi masivy, které se jinak na povrchu projevují izolovaně.

Nejvýrazněji je vyvinut kras v masivu krystalických vápenců, budujících Pacovu horu (589 m. n. m.) 2,5 km sv. od Chýnova. V něm se také nachází největší jeskyně oblasti – Chýnovská, která je součástí aktivního krasového hydrologického systému mezi údolími Chýnovského a Velmovického potoka.

Výrazně zkrasovělé s odkrytými jeskyněmi je také těleso krystalických vápenců u Velmovic, 1 km s. od Chýnova a jeskyně je popsána i z Josafatského údolí 6 km v. od Chýnova, kde vychází několik menších vápencových čoček a lavic. I když lze předpokládat jeskyně i v dalších vápencových ostrovech, například v Kladrubské hoře, nebyly v nich dosud odkryty. Evidovány jsou 4 jeskyně (Hromas a kol., 2009).

2.5.1. Chýnovská jeskyně

Jeskyně byla objevena v létě roku 1863 a od roku 1868, jako první v ČR, je trvale zpřístupněná veřejnosti. Nachází se na jižním úbočí Pacovy hory, přibližně 2 km od města Chýnov. Její zpřístupněná část má 220 m délky s převýšením 42 m, je to pouze zlomek prozkoumaných chodeb, které jsou dlouhé 1400 m s nejnižším bodem 74 metrů pod povrchem. Teplota v jeskyni je poměrně stálá, a to 5-9 °C. Vlhkost dosahuje 96 - 100 %.

Chýnovskou jeskyní tvoří různě hluboko položené prostory v několika patrech spojené chodbami a nalézá se zde i několik podzemních jezer a potok protékající dnes nejhlubším patrem. Jeskyně je největším zimovištěm netopýra řasnatého v České republice (Toulavá kamera, 2005), Albrecht (2003) uvádí, že zde ročně přezimuje až 70 jedinců. Podle Správy Chýnovské jeskyně dokonce i v Evropě.

Jeskyni tvoří čtyři patra chodeb o celkové délce 1,2 km (Česká republika: atlas výletních cílů, 2004). David (2003) uvádí, že chodby leží v několika úrovních a postupně klesají až do hloubky 37 m k podzemnímu potoku, kde vzniklo několik jezírek hlubokých až 4 m (Historie, Chýnovská jeskyně, 2006).

V roce 1992 byla Chýnovské jeskyně zařazena do kategorie národní přírodní památka (vyhláškou MŽP č.395/1992 Sb.). V jeskyni se netvoří krápníky, protože skapová voda neobsahuje dostatek minerálů k jejich tvorbě. Krápníky ale naprosto nahrazuje nádherné zbarvení a unikátní modelace jeskynních prostor. Většinu

zabarvení způsobují ionty obsažené v hrubozrnném krystalickém vápenci, který je navíc prostoupený některými jinými minerály, např. amfibolitem nebo velice vzácným hexagonitem (Ochrana a výzkum, Správa jeskyní České republiky, 2011).

2.5.2. Vznik a vývoj Chýnovské jeskyně

Velký podíl na vzniku krasových dutin v jeskyni má bezpochyby vodní tok protékající jeskyní, jak uvádí Šilar (1996): „Krasovými dutinami rozumíme dutiny, které vznikají v horninách jejich fyzikálním a chemickým rozpuštěním. Jsou nejrůznějšího tvaru, rozsahu a průtočného profilu. Jsou hydrogeologicky velmi významné lokálně i regionálně. V krasových oblastech, tj. oblastech tvořených rozpustnými horninami, je na ně vázán režim podzemních vod. Pod pojmem krasových dutin se rozumějí obvykle jeskyně, tj. dutiny tvaru rozšířených puklin, zejících rozsedlin, kanálů, chodeb, komínů, propastí, dómů a jiných tvarů, které se postupně vytvářejí z puklin, prostupujících rozpustné horniny. Selektivním účinkem koroze se pukliny zákonitě přetvářejí a rozšiřují do tvaru a rozměrů jeskyň. Jejich tvar a velikost jsou v jednotlivých případech velmi odlišné. Někdy se vyskytují tyto dutiny samostatně, jindy vytvářejí složité soustavy.“

Zajímavým krasovým úkazem je např. Purkyňovo oko. Nese jméno podle Jana Evangelisty Purkyně, jenž byl v době zpřístupňování zdejšího podzemí redaktorem přírodovědného časopisu a jako jeden z prvních roku 1863 o jeskyni zveřejnil článek (Toulavá kamera, 2007). Dalším krasovým útvarem dokladujícím vliv vodního toku na utváření jeskyně byl objev dómu v r. 1985, dlouhý 100 a hluboký 30 metrů (David, 2005).

Přestože se Chýnovská jeskyně řadí mezi jeskyně krasové, tedy vytvořené vodou v krasových rozpustných horninách, není zcela typickým představitelem této skupiny. Rozdíl je dán přítomností nekrasových hornin uvnitř vápencového komplexu. Tyto horniny omezují jeho rozpustnost, a tím i vznik, vývoj a tvary podzemních prostor. Jsou důležitým faktorem. Podmiňujícím průběh krasování v chýnovské oblasti.

Složitost a členitost chodeb Chýnovské jeskyně vedla v minulosti k představě, že hlavní podíl na jejím vzniku měla eroze – mechanické působení podzemního toku. Objevy z 80. a 90. let dvacátého století potvrdily naopak teorii, že nejdůležitějším faktorem vzniku jeskyně je koroze – tedy chemické rozpouštění vápenců, probíhající v prostorách trvale zatopených vodou. Vložky nekrasových

hornin, značná rekrytalizace vápenců a vysoký obsah nerozpustných minerálů, které omezují účinky koroze. Velmi dobrá až výborná propustnost vápenců společně se značnou agresivitou podzemní vody krasový proces naopak výrazně podporují. Dalším jevem, který podporuje korozi, je tzv. koroze směšová. Probíhá tam, kde se voda podzemního toku, po ztrátě své rozpouštěcí schopnosti v důsledku nasycení uhličitany v trvale zatopených prostorách, mísí s vodou prosakující z povrchu. Dva nasycené roztoky o různé koncentraci rozpuštěných látek tak vytváří nový nenasyčený roztok, opět chemicky aktivní. Tento jev se pravděpodobně podílí i na vzniku mnoha primárních tvarů ve stěnách a stropěch jeskyně (žlaby, oka, hrnce), které připomínají často spíše jevy erozní.

Při pohledu na mapu jeskyně je patrná zákonitost průběhu jeskynních chodeb. Výrazně kopírují geologickou a tektonickou stavbu masivu. Vznikly v místech umožňujících snadný průnik vody, tedy na tektonických zlomech či puklinách a na kontaktech vápenců s nekrasovými horninami. Větší prostory pak podminilo řízení stropů, které zejména v místech zlomů a puklinových zón zasáhlo až do nadložních hornin. Celý jeskynní systém je nakloněn pod úhlem 40 – 50 stupňů k severu, tedy shodně s uložením vápenců a jejich vrstevnatostí.

Tento vývoj začal již v mladších třetihorách a pokračuje i dnes, protože jeskyní stále protéká aktivní tok (Vývoj jeskyní. Správa jeskyní České republiky, 2011).

2.5.3. Hydrologie

I přes dlouhodobý výzkum zůstávají poměry podzemního toku Chýnovské jeskyně a jeho vztah k povrchové hydrologii oblasti stále ještě otevřenou otázkou. Dodnes nejsou známy cesty podzemních vod v oblasti východně od jeskyně, tedy přítok a jeho zdroje.

O něco lépe je prozkoumána odtoková větev. Již v první odborné zprávě z roku 1863 vyslovil Frič a Krejčí domněnku, že obě tehdy známá jezírka (Čertovo a Purkyňovo) spolu souvisí. Teprve ve 40. letech 20. století prokázali pánové Homola a Schüller, že voda v Chýnovské jeskyni je pouze malým úsekem daleko delšího podzemního toku, který měl zásadní podíl na vzniku celého systému. Přestože v té době bylo provedeno několik stopovacích zkoušek, nepodařilo se najít vývěr vody na povrch. Tento problém vyřešil jednoznačně F. Skřivánek, kdy stopovací zkouškou pomocí barviva fluoresceinu prokázal, že vody z jeskyně

vytékají v tzv. Routické vyvěračce, vzdálené od jeskyně asi 1,5 km. V téže době se také podařilo proniknout i do systému chodeb, jimiž z Purkyňova jezírka odtéká voda směrem k tomuto vývěru. Po několika desítkách metrů však další postup zastavil mělký sifon, zaplněný sutí ze zřícené chodby. Komplikovanost průběhu vodního toku mezi jeskyní a vývěrem v následujících létech prokázaly i výzkumy RNDr. Macha.

Překvapení přinesl objev trvale zatopených prostor východně od Homolova jezírka. V 80. letech 20. století potápěči pronikli do vzdálenosti 140 m proti proudu podzemního toku a dosáhli hloubky 45 m pod hladinou. Poslední úsek vodního toku mezi již dříve poznanými prostorami jeskyně byl objeven po odčerpání vody ze sifonu mezi jezírkem Čertovým a Purkyňovým v roce 1993.

Voda do karbonátových hornin, ve kterých vzniká Chýnovská jeskyně, proniká z okolních nekrasových hornin. Protéká vápencovou zónou, která působí jako drenáž, a na jejím okraji v místě Routické vyvěračky vytéká na povrch. Na své cestě dokonce podtéká některé povrchové toky, přičemž jejich voda do podzemního toku neproniká.

Teplota vody v jeskyni je velmi stálá: 8,7 °C, průtok se pohybuje v pomezi 6 – 9 l s⁻¹.

V posledních letech jsou systematicky sledovány podzemní průtoky i jejich závislost na srážkách, což může přinést nové poznatky zejména o původu a zdrojích podzemních vod. Routická vyvěračka je dnes podchycena pro vodovodní síť a pro zachování její vysoké kvality bylo nad vápencovým masivem v roce 1992 vyhlášeno pásmo hygienické ochrany (O jeskyních: Ochrana a výzkum, 2011).

2.5.4. Mineralogie

V současné době je z lokality Pacova hora (včetně Chýnovské jeskyně) popsáno 56 minerálů a skupin. Právě množství popsaných minerálů a neobyčejně pestré zastoupení minerálních asociací dělá z území Pacovy hory významnou českou lokalitu. Ve sbírkách národního muzea je krystal záhnědy vysoký 37 cm nalezený v okolí Chýnova v 50. letech 20. století. Z lomu je popsána odrůda pergasitu, což je jeden z minerálů s nejvyšším obsahem hliníku ze skupiny amfibolitů. V poslední době zde byly zjištěny i projevy mineralizace tzv. alpských žil. Více než třetina popsaných minerálů byla nalezena přímo v systému jeskyně.

Často jsou krystalové formy obsaženy přímo v mramorech. V důsledku krasového procesu jsou pak zcela vypreparovány a množství vzorků z poslední doby bylo nalezeno v sedimentech při průzkumných pracích. Přítomnost těchto minerálů často ovlivňuje i zbarvení stěn jeskyně. Zajímavé jsou i minerály vyplňující tektonické poruchy v mramorech a amfibolitech. Právě význam lokality z hlediska geologie a mineralogie dala podnět k vyhlášení Pacovy hory přírodní rezervací (Mineralogie. In: Chýnovská jeskyně, 2006).

2.5.5. Geologie

Větší část území jižních Čech náleží k jedné z nejstarších geologických oblastí jádra Českého masivu, která se nazývá moldanubikum. I když stratigrafické rozdělení hornin moldanubika není dodnes zcela vyjasněno, rozlišují se v něm dvě základní skupiny vrstevního sledu – starší se nazývá jednotvárná a mladší pestrá. Pestrou skupinu charakterizují hojné vložky odchýlných hornin, mezi které patří vápence, amfibolity a erlany. Dále sem patří i hrubozrnné krystalické vápence (mramory), v nichž vznikla Chýnovská jeskyně.

Základ pro horniny jednotvárné skupiny vznikl pravděpodobně již v období středních starohor, tedy před více jak miliardou let, a to v rozsáhlé mořské pánvi. Od té doby probíhala v některých oblastech také aktivní sopečná činnost. Kromě podmořských výlevů lávy vyvrhovaly činné sopky velké množství popela a úlomků hornin. Společně se sopečným materiálem se pak v již poněkud mělčím moři mladších starohor usazovaly též hojné zbytky jednoduchých organismů s vápnitými schránkami a vytvořily vrstvy původních sedimentárních vápenců. Horotvorné procesy v následujících geologických obdobích usazeniny mořského dna za vysokých tlaků a teplot přeměnily (metamorfovaly). Vznikly tak krystalické vápence (mramory) a ze sopečných produktů dnešní amfibolity. Opakované tektonické cykly horniny rozlámaly a vyvrásnily do dnes již neexistujících horstev. Po starších orogenních fázích mělo největší podíl na dnešní geologické stavbě tzv. variské (hercynské) vrásnění v období mladších prvohor (paleozoika) zhruba před 380 – 250 miliony let.

Od Velmovic přes Pacovu a Kladrubskou horu k Lejčkovu se dnes v délce 4 – 5 km táhne 100 – 150 m mocný tektonicky značně porušený horizont krystalických vápenců, uložených společně s amfibolity v okolních pararulách. Celé toto souvrství se sklání k severu pod úhlem 40 – 50 stupňů. Krasový systém

Chýnovské jeskyně vznikl v lavici hrubozrnného mramoru, lidově nazývaného „ředák“, který ve vápencích tvoří jen 10 m mocnou polohu z obou stran sevřenou amfibolity. Pacova hora a její okolí je budována horninami střední části české větve moldanubika. Zastoupeny jsou tu především muskovit biotitické pararuly s hojnými vložkami amfibolitů, erlanů, krystalických vápenců a dolomitů a podřadněji kalcitických kvarcitů. Jižně od Pacovy hory se vyskytují polohy muskovit-biotitických a biotitických pararul se sillimanitem. Horniny, které jsou zde uvedené, jsou řazeny k pestré skupině chýnovské. Muskovit-biotitické pararuly byly dříve v literatuře označovány jako „chýnovské svory“.

Východně od Pacovy hory na pravém břehu Skřipinského potoka jsou zachovalé v tektonicky zakleslé kře terciární sedimenty řazené k neogénu, resp. spodnímu bádenu.

Jedná se o jíly, písky a diatomové sedimenty svrchní části mydlovarského souvrství. Z kvartérních uloženin se uplatňují fluviální sedimenty v údolních nivách, deluviofluviální a deluviální sedimenty.

Důležitým předpokladem, který se zasadil o vznik a vývoj Chýnovské jeskyně, bylo vytvoření sítě tektonických poruch. Voda, která z nekrasového prostředí proniká právě těmito poruchami do vápencového masivu a chemickým rozpouštěním (korozi), je rozšiřuje. Podobně se voda chová i na kontaktech vápence s nekrasovými horninami. Postupně se přidávají také vlivy mechanické (eroze), kdy horninu rozrušuje tekoucí voda podzemního toku. Voda s sebou navíc unáší velké množství plavenin, které tento proces ještě podporují. Na vzniku větších prostor napomáhá řízení jeskynních stropů a stěn. V minulosti se zastával názor, že na velké členitosti chodeb a množství výrazných primárních útvarů má hlavní podíl na vzniku jeskyně eroze. Tento názor byl ale výzkumy z posledních let částečně vyvrácen a byl nahrazen tvrzením, že nejdůležitějším procesem je chemické rozpouštění vápenců. Právě většina chodeb, které jsou v jeskyni, vzniká korozi v prostorách, které jsou trvale zatopeny. Hluboko zaříznutá erozní koryta se vytvářejí v případě, kdy dojde ke snížení úrovně odvodňování systému a mohou se projevit účinky tekoucí vody. Závěrem vyplývá, že na tvorbě systému se podílejí oba procesy současně, ale jejich vzájemný poměr je závislý na mnoha faktorech (Geologie, Chýnovská jeskyně, 2006).

2.5.6. Fauna

Na rozdíl od mnoha našich jeskyní nejsou z Chýnovské doloženy žádné paleontologické nálezy. Pravděpodobně tato podzemní dutina nebyla v minulosti dostupná větším druhům živočichů.

Dnes jeskyni obývají hlavně netopýři a bezobratlí živočichové. Chýnovská jeskyně je velice významným zimovištěm několika druhů netopýřů. Dosud zde byly zjištěny tyto druhy netopýřů: netopýr řasnatý (*Myotis nattereri*), netopýr velký (*Myotis myotis*), netopýr ušatý (*Plecotus auritus*), netopýr vodní (*Myotis daubentoni*), netopýr večerní (*Eptesicus serotinus*), netopýr černý (*Barbastella barbastellus*), netopýr vousatý (*Myotis mystacinus*), netopýr velkoduchý (*Myotis bechsteini*), netopýr Brandtův (*Myotis brandti*). Je zajímavé, že největším přirozeným zimovištěm netopýra řasnatého v ČR a pravděpodobně i v Evropě je Chýnovská jeskyně. 2007

Netopýr řasnatý obývá celou Evropu. Nikde však nepatří k druhům vysloveně hojným. U nás je běžný v podhůří Šumavy a v jihočeských pánvích. Zbarvení je na hřbetě hnědavé a vespod špinavě bílé. Název je odvozen od zvláštní úpravy ocasní blány, jejíž okraj je opatřen hustým lemem tvořícím jakýsi kartáč. Letní kolonie, které mívají zpravidla kolem 20 ks, se dají nalézt na půdách budov, ve štěrbinách i v dutinách stromů. Většina populace zřejmě zimuje mimo podzemní prostory. Právě proto je neobvyklým jevem nezvykle vysoké zastoupení tohoto druhu v zimujícím společenstvu netopýřů v Chýnovské jeskyni. Tato jeskyně je největším přirozeným zimovištěm netopýra řasnatého v ČR a pravděpodobně i v Evropě.

Detailní výzkum bezobratlých živočichů v prostorách Chýnovské jeskyně nebyl dosud prováděn. Teprve v poslední době byly určeny některé druhy, které jeskyni obývají. Většinou se nacházejí v těsné blízkosti vchodů. V roce 1989 byl do jeskyně introdukován (uměle vysazen) pavouk křížák temnostní. Jeskyně jsou pro tento druh přirozeným prostředím. Běžně se zde vyskytuje můra sklepní, která patří mezi druhy motýlů nezřídka přezimující v jeskyních. V jeskyni byly zjištěny čtyři druhy chrostíků. V horkých dnech zalézají do úkrytů, takže se v jeskyních objevují poměrně často. Spíše náhodný je výskyt střevlíků, kteří nejsou vázáni na podzemní prostory. Naopak plž – slimák popelavý je jedním z nejběžnějších druhů podzemí. Často se obyvatelem jeskyně stávají i další plži – skelnatka drmová

a vrásenka okrouhlá. Z korýšů se v Chýnovské jeskyni nalézají beruška zední a stínka, která jediná byla objevena v hlubších prostorách systému (Fauna, Chýnovská jeskyně, 2006).

2.5.7. Ochrana

Vzhledem k výraznému postupu prací v lomu na Pacově hoře bylo již ve 40. letech 20. století úředně stanoveno ochranné pásmo Chýnovské jeskyně, tedy hranice, na které musí být těžba zastavena. V roce 1949 pak byla zřízena přírodní rezervace Chýnovská jeskyně. Díky svému významu byla v roce 1992 převedena vyhláškou ministerstva životního prostředí do kategorie národní přírodní památka. Všechny pozemky nad krasovým systémem jsou součástí pásma hygienické ochrany vodního zdroje Rutice, odkud je odebírána pitná voda pro město Chýnov. Od počátku 90. let 20. století jsou v jeskyni prováděny práce tak zvaného ochrannářského managementu. Jejich cílem je odstranění nebo alespoň minimalizace všech negativních vlivů způsobených zpřístupňováním a dlouholetým turistickým provozem jeskyně. Aby umožnili pohodlný průchod návštěvníkům, museli zpřístupňovatelé jeskyně vytěžit a přesunout desítky tun sutí a jeskynních sedimentů. Tento materiál však dříve většinou nevyklízeli z jeskyně, ale zaplňovali jím přirozené boční chodby a výklenky okolo turistické trasy. V letech 1994 - 2001 byl veškerý takto deponovaný materiál vynesena na povrch a jeskyni byl z velké části navrácen její původní vzhled.

Ve stejném období byly ze stěn odstraněny saze, prach, vosk i plísň z dob, kdy jeskyni osvětlovaly zdroje s otevřeným plamenem. Citlivý ekosystém každé veřejnosti zpřístupněné jeskyně je zatížen již samotným turistickým provozem. Proto využívání Chýnovské jeskyně podléhá přísným podmínkám ochrany přírody. Nezbytná regulace návštěvnosti spočívá zejména v omezení počtu osob v jednotlivých výpravách a v dodržování frekvence vstupů. Uzavřením jeskyně pro turisty v zimním období je zajištěno nerušené zimování přísně chráněných netopýrů. Správcem a provozovatelem Chýnovské jeskyně je dnes Správa jeskyní České republiky, která kromě průvodcovských služeb zajišťuje ve spolupráci s Českou speleologickou společností i ochranu, dokumentaci a výzkum krasu. Tímto nekomerčním způsobem provozu je zajišťována prezentace jeskyně laické i odborné veřejnosti jako jedinečné součásti přírodního bohatství České republiky. Chýnovský kras je v mnoha směrech skutečně nenahraditelným přírodním

fenomémem. Veškerá činnost v Chýnovské jeskyni je proto podřízena jedinému cíli - aby její objev nebyl zároveň prvním krokem k jejímu zániku (Ochrana, Chýnovská jeskyně, 2006).

2.5.8. Výzkum

Speleologické výzkumy stále pokračují a téměř každý rok jsou objevovány a následně zakreslovány další části jeskynního systému.

Přehled nejdůležitějších objevů:

1863 – Rytíř: Při těžbě v selském lomu objeven vstup do jeskyně.

1863 – Strnad: Chodby Vstupní, Schwarzenberská, Slavníková a Malovecká.

1939 – Homola: Chodby Blátivá, Příkrá, Souběžná, Spojovací.

1940 – Homola: Prostřelením klenby v chodbě Malovecké pronikl do tzv. Vodních síněk.

1942 – Homola, Rothbauer: Vyklizením sedimentů v odbočce chodby Schwarzenberské objevena chodba Lepivá.

1943 – Homola, Schuler: Barvením vody prokázáno spojení jezírek Čertova a Purkyňova.

1944 – Homola, Rothbauer: Prokopáním suťového svahu v Blátivé chodbě objeveno Homolovo jezírko.

1962 – Tymmel, Pášma, Veselý: Vyklizením sedimentů v místě odtoku vody z Purkyňova jezírka pronikly do plazivek nazvaných Twist.

1962 – Skřivánek: barvením vody zjištěn vývěr podzemního toku na povrch v údolí, které se nazývá Rutice.

1965 – Skřivánek: Společně s amatérskými speleology objeveno pokračování Lepivé chodby (Labyrint) a Mezipatro.

1966 – Geologický průzkum Jihlava: Proražení štoly z povrchu do Blátivé chodby, zjednodušen přístup do východní části jeskyně.

1985 – Sochor, Hovorka: Proveden potápěčský průzkum trvale zatopených částí, proniknuto 140 m proti proudu podzemního toku.

1993 – Ing. Hájek, Krejča, Šindelář, Vandělík: Vyčerpáním vody z prostoru mezi jezírkem Purkyňovým a Čertovým objeveno jejich spojení – Kaskády.

2000 – ČSS ZO 2 – 01 Chýnovská jeskyně: Po odstranění suti objeveno pokračování Vstupní chodby západním směrem (Historie, Chýnovská jeskyně, 2006).

2.6. Přehled vybraných skupin organismů

2.6.1. Plži

Plži tvoří nejpočetnější a nejrozšířenější třídu měkkýšů. Na souši, ve sladkých vodách a hlavně v mořích jich žije asi 110 000 druhů. Jejich skořápka je nejčastěji spirálovitě stočená, což s sebou přináší druhotnou ztrátu dvoustranné souměrnosti. Plášť je přehnut přes horní část nohy a tělo bývá rozděleno na hlavu, nohu a útrobní vak, krytý většinou ulitou. Ta je obvykle pravotočivá, což poznáme, postavíme-li ulitu na podložku vrcholem nahoru. Je-li ústí ulity vpravo od její osy – spirála stoupá k pravé straně – je ulita pravotočivá, v opačném případě je levotočivá – těch je mnohem méně.

Při popisu plžů se neobejdeme bez znalostí alespoň základních pojmů, týkajících se právě stavby ulity. První, čeho si na ní všimneme, je celkový tvar, neboť obvykle bývá charakteristický pro celou čeleď. Je však nutné rozeznávat ulity mladých jedinců od ulit dospělých. První závit ulity se tvoří již ve vajíčku (embrionální ulita) a liší se stavbou i vzhledem od závitů ostatních, které vznikají až po vylíhnutí plže. Poslední a největší závit se nazývá tělový a navenek se otevírá ústím. Postavíme – li ulitu na podložku ústím k sobě, bude na jejím nejvyšším místě vrchol (apex). Rozměr od vrcholu po nejnižší okraj ústí (měřeno po ose) je výška (délka) ulity (Motyčka, Roller, 2001).

2.6.2. Chrostíci

Chrostíci jsou malý až středně velký hmyz, příbuzný motýlům. Oba páry jejich blanitých křídel jsou totiž pokryty – více či méně hustě – chloupky a štětinkami, u exotických druhů i šupinkami. Při bližším pohledu je patrné, že stavba šupinek je jiná než u motýlů. Od nich se liší i lízavě – sacím ústním ústrojím a střechovitě skládanými křídly. Dále mají sice štíhlé, ale silné nohy běhavého typu. Dospělci žijí poblíž různých typů vod, v nichž se zpravidla vyvíjejí jejich larvy. Většina druhů je aktivní v noci, kdy často přilétají ke světlu. Přes den sedí na pobřežních rostlinách nebo různých předmětech. Pokud přijímají potravu, tak hlavně květní nektar. Páření chrostíků začíná v letu a dokončuje se vsedě. Převážná většina druhů je vejcorodých a vajíčka klade ve snůškách po 10-1000 kusech různým způsobem – samice je buď na vhodném místě upustí nad hladinou,

nebo slézají po rostlinách či ponořených předmětech do vody a připevňují je na podklad. Dýchají přitom pomocí bublinek zachycených ve vzduchovém plášti v hustých chlupech. Snůšky bývají obaleny výměskem přídatných žláz, podle kterého se rozlišují dva základní typy snůšek. Tmelová snůška obsahuje málo sekretu, který ve vodě nerosolovává. Vyskytuje se hlavně u druhu kladoucích vajíčka v jedné vrstvě hlouběji do vody, kde jim nehrozí vyschnutí. Snůšky kladené při hladině nebo mimo vodu mají obal z výměsku, který ve vlhku či při styku s vodou zbytní a zrosolovává. Snůška pak volně plave, ve druhém případě je chráněna před suchem. U tohoto typu snůšek bývají vajíčka uložena ve více vrstvách. Vylíhnou – li se mimo vodu larvy předčasně, potom jim rosol poskytuje i dočasné prostředí k životu do prvního deště, který vnější vrstvu zvláční a umožní jim cestu do vody. Kromě ochrany slouží rosolovitá hmota larvám i jako první potrava a snadno dosažitelný materiál pro stavbu základní konstrukce budoucí schránky (Macek, Roller, 2001, s. 114-115).

2.6.3. Brouci

Brouci jsou považováni za neúspěšnější skupinu hmyzu, ne-li živočichů vůbec, což dokumentuje nejvyšší počet známých druhů blížící se zatím půl milionu a každoročně jich přibývají stovky dalších. Typické je pro ně tělo kryté silnou kutikulou včetně předního páru křídel označovaných jako krovky. Nápadná je u nich i zvětšená a poměrně pohyblivá předohrud', svrchu krytá pevným štítem. Zbývající články hrudi jsou nepohyblivě spojené se zadečkem a svrchu kryté krovkami. Taková tělesná stavba sice brouky poměrně omezuje v pohybu, ale na druhé straně jim umožňuje pronikat do různých, často velmi těsných úkrytů. Krovky přitom spolehlivě chrání před poškozením jemná blanitá zadní křídla, která přebírají hlavní letovou funkci; roztažené krovky za letu slouží nanejvýš k udržování rovnováhy. Ústní orgány jsou u většiny brouků kousací s mohutnými kusadly. Potrava je velice rozmanitá, v podstatě brouci využívají veškeré známé a dostupné potravní zdroje (Macek, Roller, 2001, s. 62-63).

2.6.4. Pavouci

Na světě je známo přibližně 35 000 druhů pavouků. Ještě v současnosti se však každý rok naše znalosti rozhojňují o 200 dalších. Tento trend začal po roce 1900, kdy jich bylo známo asi 12 000. Většina druhů žije v tropech. Z ČR a SR je uváděno 831 druhů. Mnohem menší rozloha našeho státu je vyvážena jeho polohou ve středu Evropy, takže na naše území mohou pronikat ze všech směrů (Buchar, Kůrka 1998, s. 9-10).

Vzhled pavouků může být velice rozmanitý, přesto existuje několik znaků, které jsou společné všem dosud známým druhům. Především to platí o rozčlenění jejich těla na hlavohrud' a zadeček, vzájemně propojené značně tenkou stopkou (Buchar, Kurka 1998, s. 45-46).

Tělo pavouků je pokryto pevným a zároveň pružným chitinovým pokryvem, který se nazývá kutikula. Všechny vnější orgány, jako jsou oči, snovací bradavky a ústní ústrojí pavouků, ale také vzdušnice, koncová část střeva, hltan a pohlavní orgány, jsou potaženy jemnou chitinovou vrstvou. Chitin chrání před poškozením, slouží k upínání svalů a brání vysušení. Tato látka má však jednu nevýhodu, která má znovu a znovu pro pavouka dalekosáhlé důsledky, a tou je nepatrná roztažitelnost chitinových struktur. Tělní pokryv se může zvětšit pouze v měkkém, neztuhlém stavu této hmoty. Jakmile však je na vzduchu proces zpevnění ukončen, bílkovinné struktury ztvrdnou a nemohou růst. To je ovšem špatný předpoklad pro proces růstu a hlavní příčina, proč pavoukovci a hmyz musí tělní pokryv příležitostně svlékat (Bellemann, Kůrka, 2003).

Nejznámějším znakem pavouků je jejich schopnost tvořit hedvábná vlákna, což jim umožňují snovací bradavky, které vylučují na vzduchu rychle tuhnoucí tekutinu (Cardoso, 2012).

Jediný druhem vyskytující se v Chýnovské jeskyni je: křížák temnostní - *meta minardi*. Tento druh je naprosto běžným obyvatelem jeskynních prostor, štol a sklepů (Novak, 2010).

2.6.5. Motýli

Motýli patří k nejznámějším a nejpočetnějším řádům hmyzu. Charakteristická jsou pro ně křídla pokrytá dvěma vrstvami šupinek, které vznikly

přeměnou původních chloupků. Šupinky jsou dvojího typu - u vývojově primitivnějších druhů jsou plné, bez okének a na povrchu s podélnými žebry, u pokročilejších skupina mají dutý vnitřek vyztužený sloupky. Ústní orgány motýlů tvoří sosák určený k nasávání tekutých látek. Vznikl prodloužením a spojením obou vnějších čelistních sanic uzavírajících sací kanálek. V klidu je sosák svinutý do spirály a ukrytý mezi pyskovými makadly.

Podle doby aktivity můžeme motýly rozdělit na denní a noční. Obě skupiny se od sebe liší kromě vzhledu především chováním. Hlavním orientačním smyslem u denních motýlů je zrak - slouží jak k vyhledávání potravy, tak i pohlavních partnerů. U nočních motýlů je naopak hlavním smyslem čich s ústředím na tykadlech. Při ochraně před různými nepřáteli plní důležitou funkci také sluchové orgány umístěné na zadohruďi nebo prvním zadečkovém článku. Jsou schopné vnímat i ultrazvuk, upozorní letícího motýla na blížícího se netopýra a umožní mu včas zvolit vhodný způsob obrany. Některé druhy působící jako rušičky – vysílají rušivé vlny, které netopýry dezorientují, nebo dokonce vydávají specifický zvukový signál upozorňující na svou nejedlost. Jiné druhy volí cesty rychlého uniku – rychle sklopí křídla a padají prudce k zemi (Macek, Kurka, 2001).

2.6.6. Netopýři

Netopýři, létající savci. Aktivní let netopýřům umožňuje dokonale přizpůsobená přední končetina a létací blána. Přední končetina má v podstatě stejné kosti jako třeba lidská ruka, ale vyvinula se v křídlo tak, že se prodloužila pažní kost a hlavně předloktí a články 4 prstů, mezi kterými je napjatá létací blána.

Další netopýří zvláštností je schopnost echolokace, tj. schopnost orientovat se za letu podle ozvěn zvukových signálů. Schopnost echolokace umožňuje netopýřům lovit v noci při minimálním osvětlení i velmi drobný hmyz a také se bez sebemenších problémů pohybovat v naprosté tmě jeskyní a štol. Netopýří sonar je natolik citlivý a spolehlivý, že např. netopýr ušatý s jeho pomocí dokáže rozeznat na vzdálenost půl metru detail o velikosti 0,6 mm, a při přiblížení se ke zkoumanému objektu na několik centimetrů dokonce detail o velikosti 0,05 mm!

Pro netopýry je kromě sluchu i velice důležitý čich. Ne sice k vyhledávání kořisti, jak je tomu u mnoha jiných savců, ale uplatňuje se především v sociální sféře jejich života. Většina netopýřů je vybavena pachovými žlazami, jejichž

výměšky označují společná místa ukrytu, a hlavně složí k jakési identifikaci mezi jedinci stejné sociální jednotky, obzvláště mezi netopýřními matkami a jejich mláďaty (Málková, Vlašín, 1995).

Přes zimu upadají do zimního spánku, při kterém mají uši složené pod křídly. Jsou zavěšeni za čtyři drápky, hlavou dolů s létací blánou přiloženou k tělu (Paksuz a kol., 2012).

Vybrané druhy vyskytující se v Chýnovské jeskyni:

Netopýr řasnatý

Netopýr střední velikosti. Vrch těla tmavě nebo světle rezavý, spodina bílá až špinavě bílá, chlupy jsou dvojbarevné, spodní část mají skoro černou, špičku bělavou. Ucho je charakteristické pro příslušníka rodu *Myotis*. Křídelní létací blána se připojuje k basi vnějšího prstu tlapky. Čelní a temenní část lebky je značně kulatá, mezi očnicemi zúžená.

Netopýr velký

Náš největší netopýr. Hřbetní strana zbarvena šedohnědě nebo světle hnědě (hlava trochu světlejší), břišní strana šedobílá nebo plavá. Boltce dosti velké a široké. Patrových vrásek je sedm. Lebka má delší nosní část a poměrně úzkou a prodlouženou plochu mezi očnicemi, nevelkou, vpředu zúženou mozkovnou, vždy dobře vyvinutým sagitálním hřebenem, široce postavenými jařmovými oblouky a větší bubínkovou výdutí.

Netopýr vodní

Jeden z drobnějších druhů našich netopýřů. Zbarvení hřbetu tmavě hnědé, spodina hnědožlutá, světlejší. Boltec poněkud připomíná boltec netopýra vousatého, ale zářez na jeho vnějším okraji je velmi mělký. Tlapky jsou poměrně značně velké. Křídelní letací blána se připojuje k vnějšímu okraji chodidla výše než u netopýra vousatého, asi uprostřed mezi basí prstu a patním kloubem. Patrových vrásek je sedm. Na lebce je obličejová část zdánlivě velmi krátká, čelní část přechází pozvolna do nosního oddílu.

Netopýr černý

Poměrně malý netopýr. Srst je velmi jemná, lehce vlnitá, lesklá. Base chlupů tmavě hnědá, střední část černá, vrcholek šedobílý. Trojbarevnost chlupů není však nijak nápadná, dodává kožišku pouze hedvábný, nepatrně stříbřitý lesk. Jinak je netopýr zbarven skoro černě s hnědočernými létacími blanami a boltci. Velmi

charakteristický tvar boltce a obličejové části hlavy je dobře patrný. Křídla jsou poměrně úzká. Patrových vrásek je sedm. Lebka má dosti vyklenutou mozkovou část a malý nosní oddíl.

Netopýr ušatý

Malý netopýr, nápadný ohromnými ušima, které má v klidu složeny pod křídly. Hřbetní strana těla je šedohnědá až světle hnědá, popřípadě rezavohnědá, spodina je šedavá. Křídla jsou široká a krátká. Konec ocasu vystupuje v délce jeden až tři mm z uropatagia. Patrových vrásek je sedm. Lebka je v čelní krajině vyklenutá podobně jako u příslušníků rodu *Myotis*, nosní část je však značně zkrácena a při pohledu shora zaostřena směrem kupředu.

Netopýr vousatý

Velmi malý druh, nejmenší z našich netopýrů. Variabilita tohoto druhu je značná, což se projevuje i ve zbarvení. Vrch těla je rudohnědý, někdy světle hnědý nebo tmavohnědý až šedočerný, spodní strana od šedočerné do šedobílé. Boltce má na vnějším okraji charakteristický zářez a je poměrně dlouhý. Křídelní létací blána se připojuje k basi vnějšího prstu tlapky. Létací blány a boltce jsou tmavé, hnědočerné. Penis je poměrně velký (4-5mm), před koncem rozšířený. Patrových vrásek je sedm (Gaisler, Hanák, Klíma, 1957).

3. Materiál a metody

3.1. Charakteristika sledovaných prvků

3.1.1. Sodík a draslík

Sodík i draslík jsou v zemské kůře rozšířeny přibližně stejně. Do vody se uvolňují při zvětrávání některých hlinitokřemičitanů, např. albitu, ortoklasu a slíd. Antropogenním zdrojem sodíku jsou některé průmyslové odpadní vody z výroby, které obsahují chlorid nebo síran sodný vznikající při neutralizacích nebo vysolování. Dalším zdrojem jsou odpadní vody z výroby draselných a solných solí, z výroby a aplikace draselných hnojiv. Část sodíku a draslíku může pocházet i z živočišných výkalů.

Ve vodách se sodík a draslík vyskytují převážně jako jednoduché kationty, protože jejich komplexační činnost je malá (Pitter a kol., 1999).

3.1.2. Vápník

Vápník je v přírodě dosti rozšířen. Zemská kůra obsahuje asi 0,35 hmotnostních procent. Vápník se dostává do půdy rozkladem hlinitokřemičitanů vápenatých (např. anortitu). Ve větších koncentracích rozpouštěním vápence, dolomitu, sádrovce a jiných minerálů. Větší obohacení podzemních vod vápníkem závisí na rozpuštěném CO_2 , který podstatně zvětšuje rozpustnost minerálů na bázi uhličitanů a podporuje zvětrávání hlinitokřemičitanu.

Antropodenním zdrojem vápníku mohou být některé průmyslové odpadní vody z provozů, ve kterých se kyseliny neutralizují vápnem, vápencem a dolomitem. Vody se obohacují vápníkem také při odkyselování podzemních vod hydroxidem vápenatým nebo filtrací přes různé odkyselovací hmoty.

V málo a středně mineralizovaných vodách se vápník vyskytuje převážně jako CO_3^{2-} . Ve víc mineralizovaných vodách s vyšší koncentrací hydrogenuhličitanů a síranů se mohou ve větším množství tvořit různé iontové asociály. V neznečištěných atmosférických vodách bývají koncentrace vápníku obvykle menší než 1 mg/l^{-1} . V prostých podzemních a povrchových vodách se pohybuje koncentrace vápníku řádově od desítek až do několik set mg/l^{-1} (Pitter a kol., 1999).

3.1.3. Dusičnany a dusitany

Dusík spolu s fosforem patří mezi nejdůležitější makrobiogenní prvky. Patří do skupiny tzv. nutrietů, které jsou nezbytné pro rozvoj mikroorganismů. Uplatňuje se při všech biologických procesech probíhajících v povrchových, podzemních a odpadních vodách a při biologických procesech čištění a úpravy vody. Proto je znalost jednotlivých forem výskytu dusíku ve vodách a jednotlivých vlastností nezbytnou podmínkou pro objasnění pochodu důležitých v hydrochemii, limnologii a technologii vody. Sloučeniny dusíku mohou být buď anorganického, nebo organického původu. Sloučeniny dusíku v biosféře neovlivněné antropogenní činností jsou převážně biogenního původu, vznikají rozkladem organických dusíkatých látek rostlinného a živočišného původu (Pitter a kol., 1999).

3.1.4. Fosforečnany

Fosforečnany (PO_4) se do spodních i povrchových vod dostávají stejně jako dusičnany většinou splachy ze zemědělsky obdělávané půdy hnojiv, která obsahují fosfor.

Přírodním zdrojem fosforu ve vodách je rozpouštění a vyluhování některých minerálů a zvětralých hornin. Hlavním primárním minerálem je apatit, variscit, sterengit, vivianit. Do geochemického oběhu je fosfor začleňován zvětráváním vyvřelých i metamorfovaných hornin.

Antropogenním zdrojem anorganického fosforu je především aplikace fosforečných hnojiv a odpadní vody z prádelen, do kterých se dostávají fosforečnany z pracích prostředků (Pitter a kol., 1999).

3.1.5. Síraný

Koloběh sloučenin síry v přírodě, tedy i ve vodách, je založen především na jejich biochemických přeměnách: na biochemickém rozkladu organických látek obsahujících síru ve skupinách $-\text{SH}$ a $-\text{S}-\text{S}-$ a na asimilaci organicky vázané síry rostlinami a mikroorganismy. Při biologickém rozkladu organických látek se síra uvolňuje buď v sulfidické, nebo síranové formě.

Hlavními minerály síranů jsou sádrovec a anhydrit. Síraný vznikají dále oxidací sulfidických rud, což je příčinou vysokých koncentrací síranu v důlních vodách. Z antropogenních zdrojů je nutné jmenovat především odpadní vody z mořiren kovů. Dalším zdrojem jsou městské a průmyslové exhalace, obsahující značné množství SO_2 a SO_3 . Vznikají spalováním fosilních paliv a pronikají do atmosférických vod (Pitter a kol., 1999).

3.1.6. Chloridy

Základní druhy hornin a půd obsahují průměrně 10 mg až 500 mg chloridů v 1 kg. Jejich zvětráváním a vyluhováním přecházejí chloridy do vody. Větší koncentrace chloridů ve vodě pocházejí z ložisek kamenné soli nebo z ložisek draselných solí. Sloučeniny chlóru mohou být také vulkanického původu. Významným zdrojem chloridů v atmosférických vodách v přímořských oblastech může být mořská voda, jejíž kapky jsou strhávány větrem do ovzduší.

Z forem výskytu chlóru ve vodách přicházejí v úvahu chloridy, chlornany, kyselina chlorná, elementární chlór, chloraminy, chloristany, chlореčnany, oxid

chloriditý. Nejrozšířenější formou výskytu sloučenin chlóru ve vodách jsou chloridy. Jsou přítomné převážně jako jednoduchý ion Cl^- , protože mají jen slabé komplexační schopnosti. Teprve při větších koncentracích chloridů vytvářejí některé kovy chlorokomplexy, které potlačují přítomnost volného iontu Cl^- . Jde například o chlorortuřnany. V odpadních vodách z elektrolyzy chloridu sodného nebo o chlorokomplexy zlata a stříbra v mořské vodě (Pitter a kol., 1999).

3.1.7. Tvrdost vody

Kdy bylo poprvé použito názvu tvrdost vody, nelze přesně zjistit. Metodu stanovení tvrdosti vody sice patentoval Clark v roce 1847, ale ukazuje se, že původ tohoto názvu je mnohem staršího data. Již koncem 18. století bylo známo, že zelenina při vaření ve vodě s velkou koncentrací vápníku a hořčíku zůstává dlouho tvrdá. Tento jev pravděpodobně dal popud k tomu, že se takové vody začaly nazývat tvrdými a ostatní měkkými. Tvrdost vody v literatuře není definována jednotně. Vychází se buď z hlediska technologického, nebo analytického. Z technického hlediska patří pod pojem tvrdost vody všechny ionty kovů s vyšším nábojovým číslem, které se nepříznivě projevují v provozních vodách. Tomuto pojetí tvrdosti vody se nejvíce přibližovalo Clarkovo stanovení mýdlovým roztokem. Později se prosadilo spíše hledisko analytické, tzn., že tvrdost je dána součtem koncentrací buď $\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Sr}+\text{Ba}$, nebo jen $\text{Ca}+\text{Mg}$, který je možno stanovit klasickou komplexometrickou metodou (Pitter a kol., 1999).

3.1.8. Amonné ionty

Amonné ionty (NH_4^+) mohou sekundárně vznikat přímo ve vodách chemickou nebo biochemickou redukcí dusičnanů nebo dusitanů. Jejich zdrojem mohou být splachy z půdy hnojené dusíkatými hnojivy a odpady ze zemědělské velkovýroby.

Amonné ionty jsou velmi nestálé. Biochemickou oxidací přechází na dusíkaté sloučeniny vyšších oxidačních stupňů. Z hygienického hlediska jsou velmi důležité. Jsou proto jedním z významných chemických indikátorů znečištění podzemních vod fekáliemi (Pitter a kol., 1999).

3.2. Odběrová místa

Jména částí jeskyně, uváděna dále v textu pocházejí od pracovních Chýnovské jeskyně. Odběrová místa byla nepravidelně rozmístěna po jeskyni a lišila se intenzitou skapu, vzdáleností od povrchu a předpokládaným charakterem nadloží. Dvě odběrová místa byla z nepřístupné části (Štola a Blátivá chodba) a jedno z blízkosti turistické trasy (Žižkova střelba).

Štola (N1) - Odběrové místo se nachází přímo v uměle proražené štole, která slouží jako únikový východ, přirozené větrání celé jeskyně a vedení elektroinstalace provozu celé jeskyně. Nadloží v tomto místě tvoří z části bývalý selský lom a zčásti pole. Mocnost k povrchu je cca. 26 metrů.

Blátivá chodba (N2) – Tato chodba je celá silně ovlivněna řícením stropů v této oblasti a je z velké části vyplněna sedimenty a sutí. V minulosti zde existoval komín, který se zřítíl, tím vznikla cesta a tou se do jeskyně dostává voda z povrchu. Není vyloučeno, že její chemické složení ovlivňuje zemědělská činnost, protože na povrchu se nachází hranice mezi loukou a polem. Mocnost k povrchu je cca. 31 metrů. V tomto místě byla intenzita skapu nejnižší.

Žižkova střelba (P) – Odběrové místo se nachází kousek od chodníku turistické trasy. Strop v místě skapu je tvořen neporušeným vápencovým masivem. Nadloží tvoří zahrada. Vzdálenost od povrchu je v tomto místě cca. 41 metrů. V tomto místě byl skap nejintenzivnější.

3.3. Laboratorní rozbor

Vzorky byly odebrány v průběhu roku do vyčištěných PET lahví v těchto termínech – 15.6.2007, 9.11.2007 a 7.3.2008. Po odebrání byly vzorky převezeny do školní laboratoře a poté takto stanoveny tyto parametry:

Chloridy a dusičnany byly měřeny potenciometricky pomocí iontové selektivní elektrody a kalomelové srovnávací elektrody se solným můstkem. Jako solný můstek byl použit 1% roztok Na_2SO_4 . Vápník, draslík a sodík byly měřeny metodou plamenové fotometrie pomocí přístroje – Sherwood 410. Fosforečnany byly stanoveny fotometricky s molybdenanem amonným po redukci chloridem cínatým jako fosfomolybdenanová modř. Amonné ionty byly určovány

Nesslerovým činidlem. Sírany byly stanoveny turbidimetricky jako síran barnatý. Tvrdost vody byla změřena pomocí Chelatonu 3.

3.4. Odchyt bezobratlých

Jako další cíl jsem si vytyčil odchyt a následnou determinaci bezobratlých v Chýnovské jeskyni.

Jenže při odchytu na takovém místě, jako je Chýnovská jeskyně, je zapotřebí si uvědomit, jestli odchyt neovlivní populaci, která může čítat pouze několik jedinců a vyskytovat se pouze na tomto místě. Další důležitou věcí pro odchyt bezobratlých v Chýnovské jeskyni je výjimka z ochranných podmínek, kterou uděluje vláda ČR prostřednictvím ministerstva životního prostředí. Kvůli těmto faktorům jsem se odkázal s doporučením pana Ing. Karla Drbala (vedoucí správy Chýnovské jeskyně), na výzkum panů Libora Dvořáka a Romana Mlejníka z roku 2000.

3.4.1 Metoda zemních pastí

Odchyt bezobratlých byl prováděn metodou zemních pastí pro bezobratlé pohybující se po povrchu a individuální sběr létavých bezobratlých. Lov bezobratlých živočichů pomocí zemních pastí je nejběžnější a nejpoužívanější metodou výzkumu těchto živočichů. Slouží ke zjištění druhového složení bezobratlých na vybraných plochách. Důležité je také říci, že metoda zemních pastí přesně neinformuje o početnosti a přesném druhovém složení v daném místě odchytu, ale spíše o aktivitě a počtu druhů křižujících dané stanoviště.

Instalace zemních pastí byla provedena rovnoměrně a celoplošně po celé jeskyni v rámci přístupnosti. Jako pasti byly použity malé plastové kelímky, které byly do země zahrabány tak, aby okraje nepřesahovaly úroveň zeminy kolem, a zároveň okolo okrajů nevznikaly mezery, které by mohly hmyz odradit (ústní sdělení R. Mlejníka).

4. Výsledky a diskuse

4.1. Zhodnocení obsahu dusičnanů

Obsah dusičnanů ve vzorcích by dokazoval zemědělskou činnost na povrchu.

U odběrového místa N1 - Štola byly v červnu hodnoty jednoznačně nejvyšší ze všech odebraných vzorků. Je tak pravděpodobné, že i když je nad celým územím chýnovského krasu vyhlášeno pásmo hygienické ochrany II. stupně vodního zdroje Rutice a je zde zakázáno použití průmyslových hnojiv, dochází k prosakování dusičnanů uvolněných pravděpodobně z hnojiv z nedalekého pole.

U odběrového místa N2 – Blátivá chodba se projevilo nepatrné zvýšení obsahu dusičnanů pouze u odběru z června. Voda, která se dostává z povrchu, má v tomto období zřejmě lepší podmínky k průsaku (půda nebyla zmrzlá, a tím mohly být obnoveny jiné průsakové cesty). I když nadloží z části tvoří pole, dusičnany se zde téměř neprojevily, zřejmě je většina vody odváděna mimo půdorys jeskyně. U odběrů z listopadu a března byly hodnoty minimální.

U odběrového místa P – Žižkova střelba se v průběhu celého roku neprojevilo výrazné zvýšení obsahu dusičnanů. Nadloží tvoří zahrada s ovocnými stromy, kde se neprovádí hnojení, proto se do tohoto místa dusičnany nedostávají.

4.2. Zhodnocení obsahu vápníku

U odběrového místa N1 – Štola je na první pohled vidět, že jsou zde obsahy vápníku nejvyšší. U toho odběrového místa, jako u jediného, jsou k vidění četnější, ale zatím drobné sintrové útvary (řádově cca. 5 cm), ale protože teprve před 12 lety (r. 1996) byla odstraněna betonová výztuž, je nárůst sintrových útvarů vysoký, je to pravděpodobně způsobeno vysokým obsahem vápníku a vysokou intenzitou skapu.

U odběrového místa N2 – Blátivá chodba byl obsah vápníku také poměrně vysoký, nižší než u štoly a vyšší než u Žižkovy střelby. Intenzita skapu je zde opravdu nízká a obsah vápníku není tak vysoký jako u od. m. N1. Proto v okolí, už tolik sintrových útvarů vidět není.

U odběrového místa P – Žižkova střelba nenalezneme téměř žádnou sintrovou výzdobu, přestože intenzita skapu byla v tomto místě nejvyšší, obsah

vápníku je v porovnání s od. m. N1 a N2 mnohem nižší, proto se zde krápníky příliš netvoří.

4.3. Zhodnocení tvrdosti vody

Tvrdot z velké části závisí na obsahu vápníku. To se také potvrdilo ve výsledcích, vzorky z odběrových míst N1 a N2 měly vyšší hodnotu než vzorky z odběrového místa P (cca. dvojnásobně). Konkrétně toto měření bylo provedeno vůbec poprvé, nelze ho tedy srovnat s výsledky z let předchozích.

4.4. Zhodnocení obsahu draslíku a sodíku

Výskyt draslíku a sodíku by měl potvrdit vliv zemědělské činnosti vzhledem k vysokému obsahu dusičnanů u od. m. N1, tak se ale nestalo. Hodnoty se pohybovaly okolo max. 1 mg/l. Je možné, že tyto prvky zůstávají v půdě nad jeskyní.

4.5. Zhodnocení obsahu síranů

Na obsah síranů má evidentně vliv mocnost vápencového nadloží, dokazují to i naměřené hodnoty. Nejnížší hodnoty síranů byly naměřeny v Žižkově střelbě (mocnost nadloží – 41 metrů). Nejvyšší hodnoty byly naměřeny ve štole, která je od povrchu vzdálena nejméně (mocnost nadloží – 26 metrů).

4.6. Zhodnocení obsahu chloridů

Vyšší hladina chloridů by naznačovala, že se do skapových vod dostává nějakým způsobem sůl, nejčastěji se tak děje při zasolování silnic. V okolí jeskyně se tak neděje, to víceméně potvrzují i výsledky. V červnu i v listopadu ani jeden vzorek nepřekročil 10 mg/l. V březnu došlo k zvýšení u vzorků z od. m. N1 a N2. Co toto zvýšení způsobilo, je nejasné.

4.7. Zhodnocení obsahu amonných iontů

Amonné ionty indikují znečištění podzemních vod fekáliemi většinou ze zemědělské velkovýroby, nic, co by mohlo podzemní vodu v Chýnovské jeskyni

znečišťovat, se v okolí nevyskytuje. U všech vzorků byly naměřeny hodnoty minimální.

4.8. Zhodnocení obsahu fosforečnanů

Všechny vzorky obsahovaly absolutně zanedbatelné množství fosforečnanů. Řádově v setinách mg/l.

4.9. Zhodnocení obsahu dusitanů

Dusitany se poměrně rychle rozkládají na dusičnany, zřejmě proto byly jejich hodnoty ve všech vzorcích téměř nulové.

4.10. Porovnání výsledků z let 2006, 2007 a 2008

V této kapitole byly hodnoty mých odběrů porovnány s odběry, které provedly kolegyně L. Zajíčková a P. Melicharová v letech 2006-2007.

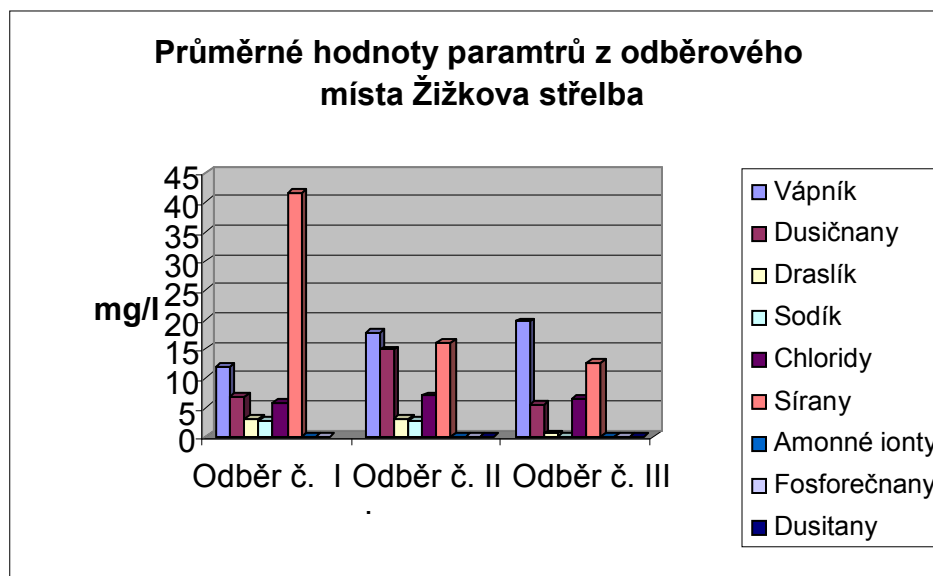
V tabulkách jsou uvedeny průměrné hodnoty jednotlivých iontů v [mg/l] ze všech odběrů č. I. (2006-2007), II. (2006-2007) a III. (2007-2008).

Tab. č.1: Průměrné hodnoty vzorků z odběrového místa Žižkova střelba

Sledované parametry	Průměrné hodnoty odběru č. I (mg/l)	Průměrné hodnoty č. II (mg/l)	Průměrné hodnoty č. III (mg/l)
Vápník	11,9	17,8	19,6
Dusičnany	7	14,8	5,6
Draslík	3,1	3,1	0,6
Sodík	2,8	2,8	0
Chloridy	5,7	7	6,5
Sírany	41,4	16	12,6
Amonné ionty	0,11	0,03	0,09
Fosforečnany	0	0,04	0
Dusitany	0	0	0

U odběrového místa Žižkova střelba nedošlo k výrazné odchylce u žádného z měřených parametrů. Pouze sírany u vzorků odběru č. I, jsou v tomto případě vyšší a to bylo pravděpodobně způsobeno vyššími srážkami při odběru.

Graf č.1:

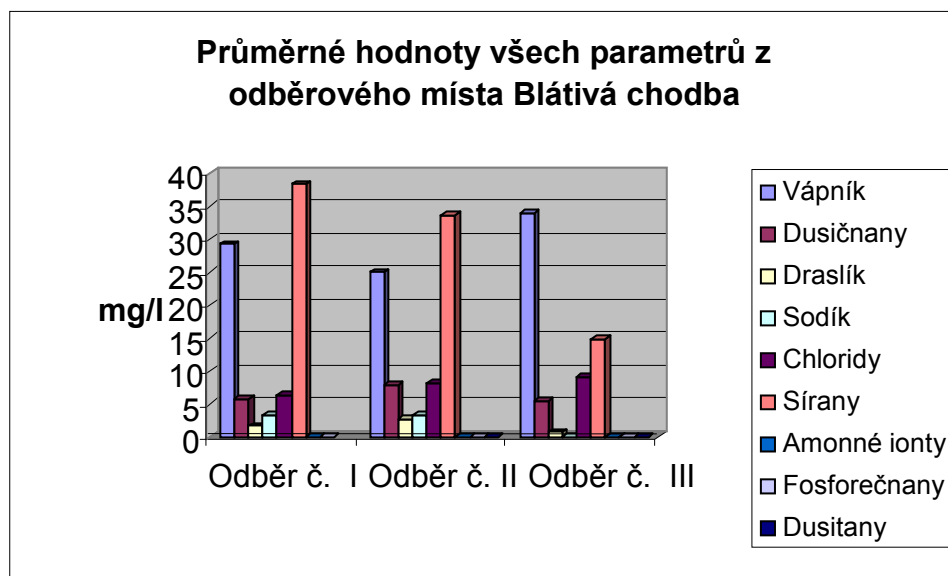


Tab. č.2: Průměrné hodnoty vzorků z odběrového místa Blátivá chodba

Sledované parametry	Průměrné hodnoty odběru č. I (mg/l)	Průměrné hodnoty č. II (mg/l)	Průměrné hodnoty č. III (mg/l)
Vápník	29,2	25	34
Dusičnany	5,8	8	5,6
Draslík	1,7	2,8	0,8
Sodík	3,3	3,3	0
Chloridy	6,3	8,1	9
Sírany	38,3	33,6	14,8
Amonné ionty	0,06	0,06	0,06
Fosforečnany	0	0,03	0
Dusitany		0	0

V tomto místě je patrné, že oproti výsledkům z let 2005 a 2006, obsah vápníku vzrostl. Do budoucnosti lze tedy předpokládat, že se četnost sintrové výzdoby bude zvyšovat.

Graf č. 2:

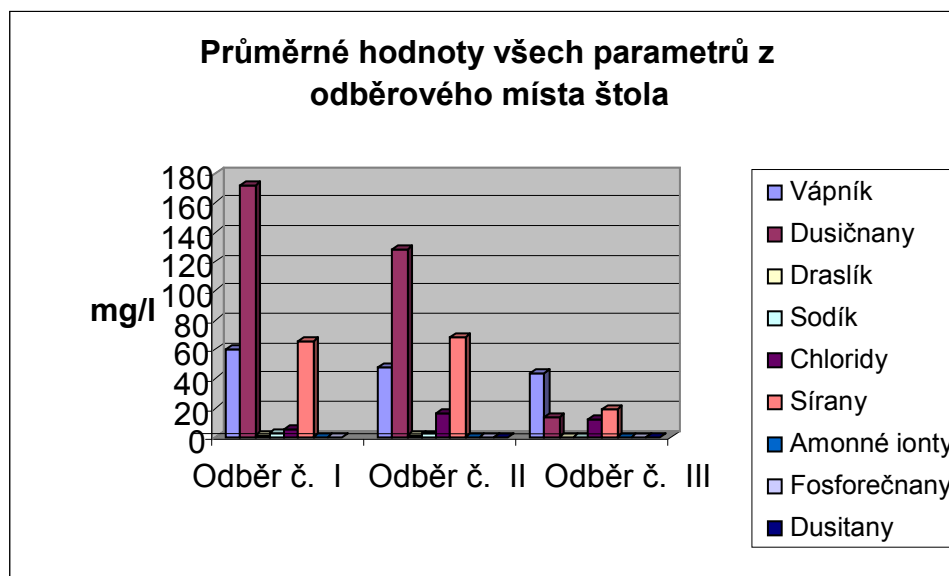


Tab. č. 3: Průměrné hodnoty vzorků z odběrového místa Štola

Sledované parametry	Průměrné hodnoty odběru č. I (mg/l)	Průměrné hodnoty č. II (mg/l)	Průměrné hodnoty č. III (mg/l)
Vápník	60,3	48	43,4
Dusičnany	172,2	127,7	14,1
Draslík	1,3	1,4	0,3
Sodík	2,6	2,3	0
Chloridy	5,1	16,1	12,1
Sírany	65,3	67,8	19,5
Amonné ionty	0,19	0,04	0,17
Fosforečnany	0	0	0
Dusitany		0	0

Ve štole je nejvýraznější pokles obsahu dusičnanů při odběru č. III, nad tímto odběrovým místem se nachází z části pole. Jedním z možných důvodů, tohoto poklesu, je omezení hnojení průmyslovými hnojivy.

Graf č. 3:



4.11. Výsledky odběru bezobratlých

Jak už jsem uváděl v kapitole 3.4., je k odběru bezobratlých na takovém místě, jako je Chýnovské jeskyně, která je chráněna zákonem č.114/1992 sb., o ochraně přírody a krajiny, potřeba výjimka udělovaná vládou ČR prostřednictvím ministerstva životního prostředí. Z tohoto důvodu jsem se odkázal na výsledky prvního výzkumu bezobratlých v Chýnovské jeskyni z 16. května r. 2000 prováděného pány Dvořákem a Mlejnkem.

Výzkum ukazuje pouze základní data, každý další výzkum zcela jistě přinese mnohem bohatší výsledky. I přesto si ale myslím, že jsou data poměrně zajímavá, zvláště, když byl v minulosti prováděn pouze výzkum netopýrů. Názvy částí jeskyně jsou převzaty od pracovníků správy jeskyně. Veškerá odborná charakteristika a data uváděna dále v textu jsou čerpána z ústního sdělení pana Romana Mlejnků.

Plži

Byly nalezeny celkem tři druhy plžů, jedná se o typické a charakteristické obyvatele podzemních prostor. Pod dřevěnými paletami se vyskytoval 1. ex. vrásenky okrouhlé (*Discus rotundatus*). Jedná se o běžný druh, vyskytující se spíše na vlhčích biotopech. Na stejném místě se vyskytovala také skelnatka drnová (*oxychilus cellarius*). Také tento druh je velmi hojný, nejčastěji se vyskytuje v zalesněných sutích a nebo právě ve štolách a sklepích. Poslední druh slimák popelavý (*Limax cinereoniger*), byl nalezen ve Sklípku. Tento druh se poměrně často vyskytuje na okrajích jeskynních prostor, štol a sutí.

Chrostíci

Na stěně Umělé chodby byly nalezeny 2 ex. chrostíka *Potamophylax Latipennis*. Tento druh patří k těm, které se v jeskyni spíše ukrývají, normálně se v jeskyni nevyvíjí.

Brouci

Zástupci brouků byly nalezeny pouze na schodech vedoucích ke vstupu do jeskyně, a to 4. exempláře střevlíků. *Platynus assimilis* i *Carabus nemoralis* jsou běžnými druhy vyskytující se na vlhčích stanovištích – lesy, háje a zahrady. *Malops elatus* je poměrně lokální druh vyskytující se spíše na sušších stanovištích. *Carabus Granulatus* je běžný druh vlhčích biotopů, především okraje lesů a pole. Nálezy těchto druhů jsou spíše náhodné, jelikož žádný z nich nemá výraznější vztah k jeskynním prostorám.

Motýli

Byly nalezeny pouze 3 druhy motýlů, křídla babočky paví oko (*Inachis io*) na okraji Umělé chodby, tento druh zde nejspíš přezímoval. Na stejném místě byl nalezen 1 ex. tmavoskvrnáče dvouskvrnného (*Lomographa bimaculata*). Tento druh nepatří do jeskynní fauny, nejspíš tu byl jen náhodně zalétlý. Na stropě Vstupní chodby seděl 1. ex. můry sklepní (*Scoliopteryx libatri*) Tato můra je nejběžnějším druhem přezimující v jeskynních prostorách.

Pavouci

Ve Sklípku se nalézá velmi početná kolonie křižáka temnostního (*metaminardi*), což je druh vyhledávající vlhké tmavé prostory hlavně sklepy a jeskyně.

Korýši

Z této skupiny byly nalezeny dva druhy, na stěně Umělé štoly 2 ex. berušky zední (*Oniscus asellus*) a ve Sklípu stínka (*Cylisticus convexus*). Beruška zední je velmi hojný druh vyhledávající vlhčí prostory, naproti tomu stínka je ojedinělý až hojný druh a může se vyskytovat i hlouběji v jeskyních.

5. Závěr

Z provedených rozborů vyplývá, že i přes složitou geologickou stavbu jeskyně, jsou v některých jejích částech, skapové vody dostatečně nasyceny vápenatými ionty, aby se mohla vytvářet sintrová výzdoba. Hlavně u odběrového místa „Štola“, je v porovnání se vzorky z let 2005 – 2006, patrný nárůst obsahu vápenatých iontů.

Do systému jeskyně, jak vyplývá z provedeného rozboru vzorku z června 2007, se ojedinele dostane zvýšené množství dusičnanů (i když ani toto zvýšení nepřekračuje normu pro pitnou vodu) je patrná zemědělská činnost na povrchu. Pozitivní zjištění je, že v porovnání z let 2005 – 2006 se obsah dusičnanů výrazně snížil.

U ostatních měřených parametrů nebyla zjištěna jakákoliv výraznější odchylka, která by neodpovídala místním poměrům. Tyto veličiny se také výrazně neliší od výsledků z let 2005 – 2006.

I přesto, že bylo sledování provedeno již potřetí, nelze tyto výsledky použít k vyhodnocení kvality skapových vod. Výsledky se dají posuzovat pouze orientačně. Aby se výsledky dali použít k závěru o kvalitě skapových vod v Chýnovské jeskyni museli by vzorky být odebírány častěji a hlavně na více místech, tak aby byl podchycen celý systém jeskyně.

Co se týče bezobratlých, všechny druhy vyskytující se v jeskyni, se dají rozdělit do tří kategorií. Trogloxenoni, troglofilové a troglobionti. Trogloxen, obyvatel jeskyně vyskytující se zde spíše náhodně a dočasně. Do této skupiny patří všechny druhy střevlíků a motýl tmavoskvrnác dvouskvrný. Troglofil, organismus upřednostňující k životu jeskynní prostory. Sem by patřily ostatní druhy motýlů a chrostík *Potamophylax Latipennis*. A poslední skupinu zastupující troglobionty, což jsou organismy trvale žijící v jeskynních prostorách, tvoří v Chýnovské jeskyni oba druhy korýšů, plži vrásenka okrouhlá a slimák popelavý, především je to ale křížák temnostní (*meta minardi*).

6. Literatura

1. ALBRECHT, Josef. *Českobudějovicko*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2003, s. 443. ISBN 80-86064-65-4.

2. BELLMANN, Heiko a Antonín KŮRKA. *Pavoukovci a další bezobratlí: štíři, solifugy, pavouci, štírci, sekáči, roztoči, koryši, mnohonožky, bičíkovci, měňavky, nálevníci, parazitičtí prvoci, vírníci, houby, žahavci, žebernatky, mechovky, ploštěnci, kroužkovci, chroustnatky, mořští plži, mořští mlži, hlavonožci, suchozemští plži, sladkovodní mlži, ostnokožci, pláštěnci*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 2003, s. 16. Zoologická encyklopedie, sv. 10. ISBN 8024211149.

3. BUCHAR, Jan a Antonín KŮRKA. *Naši pavouci: hmyz*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1998, s. 45-46. Svět zvířat, sv. 10. ISBN 8020003312.

4. BUCHAR, Jan a Antonín KŮRKA. *Naši pavouci: hmyz*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1998, s. 9-10. Svět zvířat, sv. 10. ISBN 8020003312.

5. CARDOSO, Pedro. Diversity and community assembly patterns of epigeal vs. troglodyte spiders in the Iberian Peninsula. *International Journal of Speleology* [online]. 2012, roč. 41, č. 1 [cit. 2012-04-21]. ISSN 0392-6672. DOI: 10.5038/1827-806X.41.1.9. Dostupné z: <http://scholarcommons.usf.edu/ijs/vol41/iss1/9/>

6. Fauna. *Chýnovská jeskyně* [online]. 2006 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.volny.cz/jeskynechynov/>

7. *Česká republika: atlas výletních cílů : 1:200 000*. 1. vyd. Praha: Kartografie Praha, 2004, s. 75. ISBN 80-7011-801-6.

8. *Česká republika: atlas turistických zajímavostí : 1:200 000*. 1. vyd. Praha: Kartografie Praha, 2002, s. 39. ISBN 80-7011-703-6.

9. DAVID, Petr a Vladimír SOUKUP. *111 nej-- České republiky*. 1. vyd. Praha: Kartografie, 2005, s. 33. ISBN 80-7011-868-7.
10. DAVID, Petr. *999 turistických zajímavostí České republiky*. 1. vyd. Praha: Kartografie, 1999, s. 39. ISBN 80-7011-656-0.
11. Ekologické centrum Most. *Ekologické centrum Most* [online]. 2006 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: http://www.ecmost.cz/cd/data/voda/pitna_voda/rozbory_pitna.htm
12. GAISLER, HANÁK a KLÍMA. *Netopyři československa*. Vyd. 1. Praha: Universita Karlova v Praze, 1957.
13. Geologie. In: Chýnovská jeskyně [online]. 2006 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.volny.cz/jeskynechynov/>
14. Historie. In: Chýnovská jeskyně [online]. 2006 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.volny.cz/jeskynechynov>
15. HOLEC a POKORNÝ. *Subterranean Habitats*. Ústí nad Labem, 2011. Monografie. Fakulta životního prostředí, Universita Jan Evangelista Purkyně v Ústí nad Labem.
16. HROMAS, Jaroslav. *Jeskyně*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009, s. 13-14. Chráněná území ČR. ISBN 978-808-7051-177.
17. HROMAS, Jaroslav. *Jeskyně*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009, s. 256-260. Chráněná území ČR. ISBN 978-808-7051-177.
18. MACEK, Jan a Zdeněk ROLLER. *Svět zvířat: hmyz*. 1. vyd. Praha: Albatros, 2001, s. 114-115. Svět zvířat, sv. 10. ISBN 8000009188.

19. MACEK, Jan a Zdeněk ROLLER. *Svět zvířat: hmyz*. 1. vyd. Praha: Albatros, 2001, s. 62-63. Svět zvířat, sv. 10. ISBN 8000009188.
20. MACEK, Jan a Antonín KŮRKA. *Svět zvířat: hmyz*. 1. vyd. Praha: Albatros, 2001, s. 116. Zoologická encyklopedie, sv. 10. ISBN 8000009188.
21. MÁLKOVÁ, Ivana a Mojmír VLAŠÍN. *Netopýři*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky za přispění Agentury ochrany přírody a krajiny a České společnosti pro ochranu netopýrů, 1995, s. 8-15. ISBN 80-85368-78-1.
22. Mineralogie. In: Chýnovská jeskyně [online]. 2006 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.volny.cz/jeskynechynov/>
23. MOTYČKA, Vladimír a Zdeněk ROLLER. *Bezobratlí*. 1. vyd. Praha: Albatros, 2001, s. 124-125. Svět zvířat, sv. 10. ISBN 80-00-00884-X.
24. NOVAK, Tone, Tina TKAVC, Matjaz KUNTNER, Amy E. ARNETT, Saska Lipovsek DELAKORDA, Matjaz PERC a Franc JANZEKOVIC. Niche partitioning in orbweaving spiders *Meta menardi* and *Metellina merianae* (Tetragnathidae). *Acta Oecologica* [online]. 2010, roč. 36, č. 6, s. 522-529 [cit. 2012-04-21]. ISSN 1146609x. DOI: 10.1016/j.actao.2010.07.005. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1146609X10000809>
25. Ochrana. In: Chýnovská jeskyně [online]. 2006 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.volny.cz/jeskynechynov/>
26. Ochrana a výzkum. *Správa jeskyní České republiky* [online]. 2011 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.caves.cz/cz/jeskyne/chynovska-jeskyne/o-jeskynich/vyvoj-jeskyni/>
27. PAKSUZ, Serbüent, Beytullah ÖZKAN a Petr ZAJÍČEK. The protection of the bat community in the Dupnisa Cave System, Turkey, following opening for tourism. *Oryx* [online]. 2012, roč. 46, č. 01 [cit. 2012-04-21]. ISSN

0030-6053. DOI: 10.1017/S0030605310001493. Dostupné z:
http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0030605310001493

28. PITTER, Pavel, HANÁK a KLÍMA. *Hydrochemie*. 3. přepr. vyd. Praha: VŠCHT, 1999, s. 85-222. ISBN 80-7080-340-1.

29. PŘIBYL, Jan. *Základy karsologie a speleologie*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1992, s. 11. ISBN 8020000844.

30. *Toulavá kamera*. 1. vyd. Praha: Freytag, 2007, s. 16. ISBN 9788073162894.

31. *Toulavá kamera*. 1. vyd. Praha: Freytag, 2005, s. 14. ISBN 80-7316-264-4.

32. ŠILAR, Jan. *Hydrologie v životním prostředí*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996, s. 104-105. ISBN 80-7078-361-3.

33. Vývoj jeskyní. Správa jeskyní České republiky [online]. 2011 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.caves.cz/cz/jeskyne/chynovska-jeskyne/o-jeskynich/vyvoj-jeskyni/>

34. ZAJÍČEK, Petr. *Jeskyně České republiky*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2010, s. 10-14. ISBN 978-80-200-1840-3

7. Přílohy

Seznam příloh:

Obrázek č. 1 – Fotografie netopýra velkého (*Myotis myotis*)

Obrázek č. 2 – Fotografie netopýra ušatého (*Plecotus auritus*)

Obrázek č. 3 – Fotografie 1. odběrového místa (N1)

Obrázek č. 4 – Detail skapu 1. odběrového místa (N1)

Obrázek č. 5 – Fotografie 2. odběrového místa (N2)

Obrázek č. 6 – Detail skapu 2. odběrového místa (N2)

Tabulka č. 1 – Hodnoty měření z prvního odběrového místa N1 – štola

Tabulka č. 2 – Hodnoty měření z druhého odběrového místa N2 – Blátivá chodba

Tabulka č. 3 – Hodnoty měření z třetího odběrového místa P – Žižkova střelba

Tabulka č. 4 – Mezní hodnoty pro pitnou vodu

Obrázek č. 1 - Fotografie netopýra velkého (*Myotis myotis*)



FOTO: Vojtěch Lutz

Obrázek č. 2 – Fotografie netopýra ušatého (*Plecotus auritus*)



FOTO: Vojtěch Lutz

Obrázek č. 3 – Fotografie 1. odběrového místa (N1)



FOTO: Vojtěch Lutz

Obrázek č. 4 – Detail skapu 1. odběrového místa (N1)



FOTO: Vojtěch Lutz

Obrázek č. 5 - Fotografie 2. odběrového místa (N2)



FOTO: Vojtěch Lutz

Obrázek č. 6 – Detail skapu 2. odběrového místa (N2)



FOTO: Vojtěch Lutz

Tabulka č. 1 – Hodnoty měření z prvního odběrového místa N1 – štola

Sledované parametry	15.června 2007	9.listopadu 2007	7.března 2008
Vápník (mg/l)	43,2	43,2	43,9
Dusičnany (mg/l)	31,1	5,6	5,5
Draslík (mg/l)	0,6	0,2	0
Sodík (mg/l)	0	0	0
Chloridy (mg/l)	5,4	6,4	24,5
Sírany (mg/l)	21,5	12,6	12,6
Amonné ionty (mg/l)	0,14	0,21	0,15
Fosforečnany (mg/l)	0	0	0
Dusitany (mg/l)	0	0	0
Tvrdost (mmol/l)	1	0,5	1,3

Tabulka č. 2 – Hodnoty měření z druhého odběrového místa N2 – Blátivá chodba

Sledované parametry	15.června 2007	9.listopadu 2007	7.března 2008
Vápník (mg/l)	27,7	34,1	40,2
Dusičnany (mg/l)	6,7	5,2	5,02
Draslík (mg/l)	0,9	0,9	0,6
Sodík (mg/l)	0	0	0
Chloridy (mg/l)	8,3	8	10,7
Sírany (mg/l)	13,3	17,4	13,8
Amonné ionty (mg/l)	0,04	0,01	0,14
Fosforečnany (mg/l)	0	0	0

Dusitany (mg/l)	0	0	0
Tvrđost (mmol/l)	0,9	1,1	1,2

Tabulka č. 3 – Hodnoty měření z třetího odběrového místa P – Žižkova stělna

Sledované parametry	15.června 2007	9.listopadu 2007	7.března 2008
Vápník (mg/l)	16,6	16,4	25,7
Dusičnany (mg/l)	5,9	5,5	5,5
Draslík (mg/l)	0,8	0,8	0,3
Sodík (mg/l)	0	0	0
Chloridy (mg/l)	5,6	6,6	7,4
Sířany (mg/l)	13,1	12,6	12,1
Amonné ionty (mg/l)	0,02	0,12	0,14
Fosforečnany (mg/l)	0	0	0
Dusitany (mg/l)	0	0	0
Tvrđost (mmol/l)	0,5	0,4	0,8

Tabulka č. 4 – Mezní hodnoty pro pitnou vodu (Ekologické centrum Most 2006)

Prvek	Ca ²⁺	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Tvrđost (mmlo/l)
Doporučená hodnota (mg/l)							0.9 - 5
Mezní hodnoty (mg/l)	30	0,5	0,5	100	50	250	