

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA BIOLOGIE

Organizace a vedení geologické exkurze do Českého krasu
DIPLOMOVÁ PRÁCE

vedoucí diplomové práce

PaeDr. Václav Pavlíček

autor diplomové práce

Jitka Rydrychová

M-Bi SŠ

České Budějovice 2012

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské/diplomové práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce.

Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne:

.....

podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce panu PaedDr. Václavu Pavlíčkovi, za odborné vedení, cenné informace a rady při zpracování diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala paní Mgr. Miroslavě Skalské a paní Mgr. Janě Vajnarové za rady a pomoc při organizaci a provedení exkurze.

Anotace

Autor: Jitka Rydrychová

Vedoucí práce: PaedDr. Václav Pavlíček

Téma diplomové práce: Organizace a vedení geologické exkurze do Českého krasu

Rok: 2012

V této diplomové práci je shrnuta charakteristika geologických poměrů Českého krasu a předložen návrh na realizaci geologické exkurze pro studenty nižšího gymnázia nebo žáky devátých tříd zkladní školy do tohoto území.

Cílem práce je vytvořit metodický návrh pro přípravu exkurze do Českého krasu. Jsou zde shrnuty teoretické podklady pro uskutečnění geologické exkurze, vytvořeny metodické návrhy práce na lokalitách a sestaveny pracovní listy.

Tato diplomová práce vznikla v rámci projektu GA JU 065/2010/S.

Annotation

Author: Jitka Rydrychová

Thesis supervisor: PaedDr. Václav Pavlíček

Topic: Organization and conduct of a geological excursion to the Bohemian Karst

Year: 2012

This Master thesis summarizes the characteristics of geological conditions in the Bohemian Karst and presents a proposal for organizing a geological excursion for lower-level gymnasium students or ninth-grade pupils to this territory.

The goal of this Thesis is to set up a methodological proposal for preparing an excursion to the Bohemian Karst. It sums up the theoretical assumptions for organizing a geological excursion, lays down methodological proposals for on-site work and compiles worksheets.

This Master thesis was created as a part project GA JU 065/2010/S

Obsah

1. ÚVOD.....	1
2. METODIKA.....	2
3. KRAS	3
3.1. Jeskyně.....	3
3.1.1. Vznik jeskyní.....	4
3.1.2. Jeskynní výzdoba	5
4. VYMEZENÍ ZÁJMOVÉ OBLASTI.....	7
5. ČESKÝ MASIV	10
5.1. Barrandien.....	11
5.1.1. Geologická minulost Barrandienu	11
5.1.2. Život v pramořích Barrandienu	15
6. PALEONTOLOGIE.....	18
6.1. Vznik zkamenělin.....	18
6.2. Zachování zkamenělin	19
7. EXKURZE JAKO ORGANIZAČNÍ FORMA VÝUKY GEOLOGIE	21
7.1. Příprava exkurze.....	22
7.1.1. Příprava učitele.....	22
7.1.2. Příprava žáků.....	22
7.1.3. Zajištění bezpečnosti	23
7.2. Provedení exkurze.....	23
7.3. Vyhodnocení exkurze.....	24
8. ROZBOR UČEBNIC PRO 9. ROČNÍK ZŠ.....	25
9. VYBRANÉ GEOLOGICKÉ LOKALITY.....	30
9.1. Klonk.....	30
9.2. Kobyla.....	31
9.3. Zlatý kůň.....	32
9.3.1. Koněpruské jeskyně	33

9.3.2.	Houbův lom.....	37
9.3.3.	Jiráskův lom	38
9.3.4.	Velkolom Čertovy schody.....	38
9.3.5.	Geopark Barrandien	39
10.	METODICKÉ NÁVRHY VÝUKY NA LOKALITÁCH.....	41
10.1.	Časový plán exkurze	41
10.2.	Koněpruské jeskyně – výuka.....	42
10.3.	Houbův lom – výuka	43
10.4.	Jiráskův lom -výuka.....	44
10.5.	Kobyla- výuka	44
10.6.	Klonk - výuka	45
10.7.	Geopark Barrandien – výuka	45
11.	VLASTNÍ PRŮBĚH EXKURZE	46
11.1.	Koněpruské jeskyně – exkurze.....	46
11.2.	Houbův lom - exkurze.....	47
11.3.	Jiráskův lom - exkurze.....	48
11.4.	Lom Na Kobyle – exkurze	48
11.5.	Geopark Barrandien - exkurze	49
12.	ZÁVĚR.....	50
13.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	51
14.	SEZNAM PŘÍLOH.....	53

1. Úvod

Úkolem této diplomové práce je vypracování praktického návodu na realizaci geologické exkurze, pro studenty nižšího gymnázia nebo žáky 9. ročníku základních škol, do Českého krasu.

Z celého Českého krasu, byla pro trasu exkurze vybrána tři z jeho maloplošných chráněných území, která jsou z geologického hlediska zajímavá. Jedná se o přírodní památku Kobyla a národní přírodní památky Zlatý kůň a Klonk.

Prvním bodem exkurze je prohlídka Koněpruských jeskyní, poté se pokračuje po naučné stezce, která vede přes opuštěné lomy v oblasti Zlatého koně až k lomu Na Kobyle. Následuje návštěva památníku pod Klonkem. Exkurze je zakončena v Geoparku Barrandien v Berouně.

Exkurze je navržena jako opakovací, po předešlém probrání témat z geologických disciplín a jejím hlavním cílem je seznámit žáky se zajímavými geologickými objekty v blízkém okolí školy a probudit u nich zájem o geologickou minulost okolí místa, kde žijí. Exkurze by měla sloužit k propojení teoretických znalostí s praktickými ukázkami a pozorováním geologických útvarů, které nelze žákům ukázat v hodinách. Aktivní činností přímo v terénu mají žáci možnost získat nové dovednosti a poznatky a lépe pak porozumět probrané látce.

V předkládaná diplomové práci jsou shrnuty teoretické podklady pro uskutečnění geologické exkurze, vytvořeny metodické návrhy práce na lokalitách a sestaveny pracovní listy. Práce by měla sloužit učitelům biologie jako metodická příručka při přípravě exkurze.

2. Metodika

Předložená diplomová práce je rozdělená na dvě části, teoretickou a praktickou. Při zpracování práce jsem se nejprve snažila shromáždit dostupnou literaturu týkající se zájmového území. Obrátila jsem se proto na pracovníky Muzea Českého krasu v Berouně, aby mi poradili, jaké zdroje použít. Literaturu jsem vyhledávala především v Městské knihovně Beroun, v Jihočeské vědecké knihovně v Českých Budějovicích a v Akademické knihovně Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Už předem jsem měla představu o trase exkurze. Původní záměr byl uskutečnit ji pouze do Koněpruských jeskyní a naučné stezky pod nimi. Při studiu literatury jsem se rozhodla zařadit ještě souvrství Klonk, které je významným světovým stratotypem mezi silurem a devonem, a Geopark Barrandien.

Trasu exkurze jsem si několikrát prošla, abych navrhla pracovní listy, sestavila časový plán, zvolila místo vhodné pro odpočinek, svačinu, atd.. Obsah tematických celků pro výklad na lokalitách jsem získala teoretickým studiem publikací Chlupáče (1999, 2002), Pondělíčka (2002).

Pilotní exkurzi jsem zorganizovala se žáky 9. třídy Základní školy T.G. Masaryka v Komárově za pomoci Mgr. Jany Vajnarové a Mgr. Miroslavy Skalské, které mi také poskytly cenné rady a připomínky. Exkurzi se studenty gymnázia se mi bohužel zorganizovat nepodařilo.

3. Kras

Kras je území se zvláštními znaky hydrologie a tvarů vznikajícími kombinací vysoké rozpustnosti hornin a dobře vyvinuté porózity. Klíčem k vývoji krasu je rozvoj neobvyklé podzemní hydrologie. Zvláštní tvary reliéfu nad zemí i v podzemí jsou charakteristickým znakem krasu, vzniklým rozpouštěním podél drah podmíněných strukturami v horninách (Hromas a kol, 2006).

Podmínkou vytvoření krasu je tedy systém podzemní hydrologie, porózita a přítomnost tzv. krasových hornin. Porózitu můžeme z geologického hlediska rozdělit na prvotní a druhotnou. Prvotní porózita, která vzniká již v průběhu sedimentace hornin, není pro vytvoření krasu tolik důležitá. Významnější je porózita druhotná, která vzniká až po vytvoření horniny například jejím rozpukáním a rozpouštěním. Právě pro kras tolik typické jeskyně a propasti patří k dobře rozvinutému projevu druhotné porózity.

Krasové horniny jsou velice dobře rozpustné v přírodních podmínkách. Jedná se především o horniny tvořené uhličitany a minerály např. kalcitem, dolomitem, aragonitem, sideritem, dále horniny tvořené sírany, jako je sádrovec nebo anhydrit. Patří sem také horniny tvořené skupinou solí, z nichž největší význam má sůl kamenná. Mezi krasové horniny můžeme zařadit i horniny, ve kterých je hlavním horninotvorným minerálem křemen. Jsou to například křemenné pískovce a křemence, které také splňují základní charakteristiku pravých krasových hornin. Ta spočívá v tom, že hlavní horninotvorné minerály se při rozpouštění dostávají do roztoků, ze kterých se mohou např. při fyzikálně-chemické změně opět vysrážet (krystalizovat), přičemž charakter hlavních horninotvorných minerálů a minerálů vysrážených je stejný.

3.1. Jeskyně

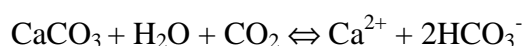
Jeskyně je podzemní dutina vniklá přirozenými procesy, která je částečně nebo zcela obklopena matečnou horninou. Za jeskyni se považuje dutina, která má rozměry větší než jsou míry dospělého člověka, popřípadě její rozměry dovolují člověku ji prolézt (Hromas a kol, 2009).

Za krasovou jeskyni se z karsologického hlediska považuje každá dutina s turbulentním prouděním vody a tím i zrychleným rozpouštěním matečné horniny. Tyto dutiny mají průměr alespoň 5-15 mm a spojují místa vstupu a výstupu podzemní vody. Jejich rozšířením ve směru hydraulického spádu a propojením místa vstupu a místa výstupu podzemní vody pak vznikají jeskyně (Hromas a kol, 2009).

3.1.1. Vznik jeskyní

Vznik krasových jeskyní je podmíněn rozpustností hornin ve vodě. Voda svou schopnost rozpouštět některé horniny umocňuje ještě tím, že v sobě rozpouští oxid uhličitý. Množství oxidu uhličitého, které se ve vodě rozpustí, je přímo úměrné jeho množství v prostředí, kde se voda pohybuje. V prostředí bohatším na oxid uhličitý se ho rozpustí více než tam, kde je jeho koncentrace nízká. Pokud se dostane voda z prostředí bohatšího na oxid uhličitý do míst chudších, dochází k jeho vylučování z vody.

Voda je po průletu atmosférou obohacována o oxid uhličitý, po dopadu na zem se voda vsákne do půdy. V půdě je koncentrace oxidu uhličitého větší než v atmosféře, proto dochází k jeho dalšímu rozpouštění ve vodě. Tímto způsobem vzniká slabá kyselina uhličitá. V této podobě se voda dostává do vápencového masivu, kde během svého pohybu po puklinách rozpouští vápenec matečné horniny podle vztahu:



Pukliny se zvětšují a vytvoří se tzv. protokanál o průměru několika milimetrů. Pokud se voda uvnitř skalního masivu nedostane do styku se vzduchem, obvykle probíhá pouze rozpouštěcí cyklus a dutiny se postupně zvětšují. Dostane – li se ale voda do míst se vzduchem dochází k opačnému procesu, než je rozpouštění horniny. Vzduch obsahuje méně oxidu uhličitého než voda, oxid uhličitý z vody uniká a současně s ním se vylučuje i rozpuštěný vápenec a dochází ke vzniku krápníkové výzdoby.

3.1.2. Jeskynní výzdoba

Krápníkovou výzdobu v jeskyních vytváří většinou kalcit (CaCO_3), který se sráží z nasycené vody skapávající ze stropů a stěn podzemních dutin při změnách okolní teploty a tlaku. Oxid uhličitý uniká do prostředí a dochází ke krystalizaci kalcitu. Postupným srážením začíná vznikat na stropě jeskyně útvar, který se vlivem gravitace začíná prodlužovat. Tento prvotní dlouhý úzký a dutý krápník se nazývá brčko. Dojde-li k ucpání středního kanálku brčka, voda stéká po obvodu a krápník narůstá do šířky a vzniká stalaktit. Odkapávající voda ze stalaktitu je nasycená oxidem uhličitým a ke srážení dochází při styku s podlahou jeskyně. Od spodku jeskyně roste směrem vzhůru stalagmit. Při delším časovém působení dochází ke spojení stalaktitu a stalagmitu za vzniku stalagnátu.

Při pozvolném stékání krasové vody vznikají na stěnách náteky, záclony nebo drapérie.

Sintr

Sintr je vícevrstevná krystalická podoba aragonitu a kalcitu. Tvoří výplň krasových dutin v podobě náteků, krápníků a dalších typů jeskynní výzdoby. Vzniká srážením vápence z krasové vody.

Brčko

Brčko představuje prvotní stádium stalaktitu, který vzniká vysrážením oxidu uhličitého z vodného roztoku. Nejdelší známé brčko dosahovalo délky 9 metrů.

Ze stropních dutinek prosakuje kapka vody, která rozpouští horninu a obohacuje se o oxid uhličitý. Při změně tlaku na přechodu mezi horninou a vzduchem dochází ke srážení. Postupným přísunem další vody dosáhne vznikající kapka velikosti, při které její váha přemůže přilnavost vody ke stropu a vlivem gravitace odkápne. Tento proces může trvat i několik hodin, během kterých dochází k odpařování z povrchu kapky. Tím se zahušťuje obsah rozpuštěného oxidu uhličitého a vznikají vločky krystalů vápence, které se pohybují v povrchové blance kapky a hromadí se kolem jejího horního okraje. Zde se usazují a tvoří prstenec, kterým stále prokapává voda. Prstenec narůstá v dutý vápencový váleček, o průměru

odpovídajícímu velikosti vodní kapky. Brčko má tenké, křehké a průsvitné stěny a většinou rovný tvar.

Stalaktit

Sintrový krápníkový útvar visící ze stropu se nazývá stalaktit. Vzniká v místech drobných vodních výronů. Má zpravidla koncentrickou skladbu obklopující centrální zárodečný kanálek (brčko).

Stalagmit

Stalagmit je sintrový krápníkový útvar stojící na spodině jeskyně a vznikající v místech skapu krasové vody ze stalaktitů, stropu a stěn. Tvary stalagmitů jsou různé od kuželovitých přes sloupcovité až po kupy.

Stalagnát

Je to sloup, který vzniká srůstem stalaktitu a stalagmitu.

4. Vymezení zájmové oblasti

Zájmovým územím této diplomové práce je chráněná krajinná oblast (CHKO) Český kras, respektive tři z jeho maloplošných chráněných území. Národní přírodní památky (NPP) Zlatý kůň a Klouk, přírodní památka (PP) Kobyla. Zde probíhá trasa navrhované geologické exkurze.

CHKO ČESKÝ KRAS

CHKO Český kras byla vyhlášena výnosem Ministerstva kultury číslo 4947/1972- II/2 dne 12. 4. 1972. Území o rozloze 128 km² leží jihozápadně od Prahy v centrální části Barrandienu a zahrnuje 18 maloplošných chráněných území.

- Národní přírodní rezervace (NPR): Karlštejn, Koda
- Národní přírodní památka (NPP): Černá rokle, Klouk, Kotýz, Zlatý kůň
- Přírodní rezervace (PR): Karlické údolí, Klapice, Kulivá hora, Radotínské údolí, Staňkovka, Tetínské skály, Voškov
- Přírodní památky (PP): Hvízdalka, Lom na Kobyle, Lom u Kozolup, Špičatý vrch, Zmrzlík

Klima

Klima Českého krasu je mírně teplé, suché s mírnou zimou. Průměrná roční teplota se pohybuje nad 8°C, průměrný roční úhrn srážek je 530 mm. Nejvíce deštivým měsícem je červenec, naopak nejméně srážek je v zimě a díky vysokým teplotám se zde sníh téměř nedrží.

Hydrologie

Hlavním tokem Českého krasu je řeka Berounka, která tvoří zároveň optickou osu celé oblasti. Patří sem její dolní tok od Berouna až po ústí do řeky Vltavy v Praze -Lahovicích. Mezi Berounem a Karlštejnem si řeka prorazila cestu vápencovou plošinou a vytvořila hluboké údolí kaňonovitého rázu (Soukup, David,

2001). Svůj podíl na utváření krajiny mají i její přítoky, z nichž některé protékají také kaňonovitými koryty.

Levostranými přítoky jsou potoky: Loděnice, Kluček, Švarcava, Budňanský potok, bubovický potok, Třebáňský potok, Karlický a Radotínský potok. K pravým přítokům patří: Litavka a Svinařský potok.

Geomorfologie

Zájmové území se z geomorfologického hlediska rozkládá v Brdské oblasti. Severovýchodní část patří do Pražské plošiny a to do jejího okrsku Třebotovská plošina. Nejvyšším vrcholem této části je Kulivá hora (389 m.n.m). Jihozápadní část se nachází v Hořovické pahorkatině a to zejména v jejím podcelku Karlštejnská vrchovina. Nejnižší část Českého krasu leží v Hostomické kotlině, nejzápadnější část ve Zdické brázdě a jihovýchodní hranici tvoří Řevnická brázda. Nejvyšším vrcholem Českého krasu je vrch Bacín u Vinařic (499 m.n.m).

Geologie

Český kras patří geologicky do spodnopaleozoické pražské pánve, která je součástí Barrandienu. Pánev má elipsovité tvar a je protažena ve směru SV-JZ. Delší osa sahá od Brandýsa nad Labem do Starého Plzně u Plzně.

Území Českého krasu je budováno převážně krasovými horninami silurského a devonského stáří. Jedná se o mohutná souvrství vápenců a vápnitých břidlic.

Mořská sedimentace zde probíhala nepřetržitě od nejnižšího ordoviku do středního devonu. V ordoviku se usazovaly střídavě písčité a jílovité sedimenty vlivem střídání období mělkého moře s četnými úlomky z pevniny s klidnějším ukládáním v hlubším prostředí (Mackovčín, 2005). V siluru došlo k ukládání černých břidlic s převažujícími vymřelými graptolity. Sedimentární horniny obsahují bohaté pozůstatky silurských a devonských fosilií. Vlivem pohybu kontinentálních desek se pražská pánev dostala do rovníkové zóny a devonské moře se ocitlo v tropickém klimatu. Díky tomu došlo k velkému rozvoji fauny.

V mělkých partiích vznikaly korálové kolonie, které umožnily vznik velmi čistých vápenců, jaké dnes nacházíme např. na Zlatém koni (Mackovčín, 2005).

V místech kde nedocházelo k silnému vlnobití, docházelo k ukládání těl prvohorních živočichů. Takto vznikla mohutná souvrství, ve kterých se dochovaly fosilie typických zástupců organismů prvohorních moří. Najdeme zde různé druhy graptolitů, trilobitů, mlžů, lilijic a ramenonožců.

Nepřetržitá sedimentace mezi silurem a devonem vedla k tomu, že souvrství, tvořící vrch Klouk u Suchomast bylo roku 1972 vyhlášeno světovým stratotypem mezi silurem a devonem.

Koncem středního devonu moře ustoupilo a uloženiny byly v průběhu horotvorných pochodů variského vrásnění stlačeny do jednoduchých otevřených vrás (Mackovčín, 2005). Po tomto období bylo území Českého krasu na dlouhou dobu souší. Působením exogenních geologických činitelů docházelo k postupnému zarovnávaní variského georeliéfu.

Další transgrese přišla až ve svrchní křídě. Usazeniny druhohorního moře se zachovaly ve výplních některých povrchových krasových jevů.

V období třetihor tekla přes území Českého krasu mohutná řeka, která zanechala v oblasti Kosoře, Mořiny a Litně písčité a štěrkovité náplavy. Do tohoto období spadá pravděpodobně vznik krasových jeskyní.

Během kvartéru se vyvinul georeliéf do podoby, jakou známe dnes. Došlo k zahloubení Berounky a jejích přítoků a vzniku kaňonovitých údolí.

5. Český masiv

Český masiv je převládající geologickou jednotkou na území České republiky. Má tvar nepravidelného čtyřúhelníku. Centrum Českého masivu leží v České republice, ovšem okraje zasahují do všech sousedních zemí (Polska, Německa, Rakouska a okrajově Slovenska).

Zrekonstruovat jeho vývoj není lehké, protože několikrát opakující se metamorfózy v mladších obdobích vývoje pozměnily ráz původních hornin. Vývoj Českého masivu začal pravděpodobně před 700 – 900 miliony let v mladším prekambriu (Chlupáč a kol., 2002). V mladších starohorách pokrývalo velkou část území Českého masivu rozsáhlé moře. Na dně se zase usazovaly mohutné vrstvy sedimentu a došlo k výlevu zásaditého magmatu. Tento vývoj byl ukončen před 660 miliony let intenzivním kadomským vrásněním, při kterém se vytvořilo nové pohoří a území se stalo na čas souší.

Podle Kočárka (1976) ve starších prvohorách některé části Českého masivu znovu poklesly a zalily se geosynklinálním mořem, které ale nemělo takový rozsah jako ve starohorách. Ve středních, severozápadních, severovýchodních Čechách a na Moravě se vytvořily samostatné sedimentační prostory. Mezi silurem a devonem byla tato etapa zakončena kaledonským vrásněním, které se výrazně projevilo jen v západních Sudetech. V ostatních částech se projevilo jen málo a ve středních Čechách vůbec, proto zde sedimentace pokračovala nepřerušena až do konce devonu.

Po variském vrásnění v mladších prvohorách se Český masiv stal souší s kontinentálním klimatem a vytvořilo se rozsáhlé pohoří. V jeho sníženinách vznikla jezera, kde se ukládaly zbytky odumřelé rostlinné hmoty. Vytvořil se tak základ černouhelných pánví. V permu byla velká část pohoří rozrušena působením endogenních činitelů. Skončila etapa geosynklinální a začala etapa platformní.

Souší zůstal Český masiv část druhohor, od triasu do svrchní křídly. Jeho povrch byl plochý, protože pohoří vzniklé hercynským vrásněním bylo zvětrávacími procesy a denudací téměř zarovnáno. Ve svrchní křídě přišla rozsáhlejší záplava, která zasáhla severní a východní část Českého masivu. Tato transgrese byla vyvolána globálním zdvihem mořské hladiny pod vlivem klimatických změn a horotvorných procesů alpínského vrásnění (145 - 65 milionů let). Na dně moře se usazovaly písčité a jílovité horniny o velkých mocnostech. Křídové moře ustoupilo na konci křídly asi

před 85 miliony let. Český masiv se stal zarovnanou souší, která byla ale saxonskými pohyby porušena zlomy. Napětí související s alpínskými horotvornými procesy se vyrovnávalo vznikem zlomů a zlomových pásem velkého hloubkového rozsahu (Chlupáč a kol., 2002)

Ve třetihorách zasahovalo moře pouze na východní okraj Českého masivu, jinak zde byla souš. Pod vlivem vrásnicích se Alp a Karpat se Český masiv bortil a praskal. V pokleslých krách vznikla soustava jezer, zdvižené kry daly vznik pohraničním horám.

Čtvrtohory se vyznačují rozkolísaným klimatem. V pleistocénu se střídaly chladné doby ledové a teplé meziledové. V kvartéru se vytvořil dnešní reliéf povrchu a říční síť (Kočárek, 1976).

5.1. Barrandien

Barrandien je geologická jednotka pokrývající elipsovité území, které se táhne od Brandýsa nad Labem, přes Prahu a Plzeň až do okolí Klatov a Domažlic. Reprezentuje nepřeměněné nebo slabě přeměněné proterozoikum a starší paleozoikum (kambrium, ordovik, silur a devon). Geologickou hranici Barrandienu tvoří na jihovýchodě středočeský pluton, na jihozápadě krystalinikum Českého Lesa a Tepelské plošiny. Na severu a severozápadě se barrandienské komplexy zanořují pod mladší formace zastoupené především permokarbonem kladensko – rakovnické pánve.

5.1.1. Geologická minulost Barrandienu

Svoboda a Prantl (1958) říká, že minulost Barrandienu sahá téměř k samotným počátkům vývoje Země, kdy před 600 až 1500 miliony let vznikly první prahorní horniny. Krystalické horniny byly v proterozoiku zality mořem, na jehož dně se usazovaly sedimenty. Vzniklo souvrství jílovitých břidlic a drob, dosahující mocnosti až 10 000 m. V nich se místy vytvořily menší čočky a vložky křemenců, vápenců nebo grafitických břidlic. Sedimentace byla po většinu doby doprovázena podmořským vulkanismem, během kterého se v určitých periodách proterozoika ukládaly na dně moře mohutné masy bazických hornin. Vulkanické horniny jsou soustředěny v páslech jz.-sv. směru, které buď naznačují průběh tektonických linií,

podél nichž magma pronikalo k povrchu, nebo jsou podmíněny vrásou stavbou (Chlupáč a kol., 2002).

Sedimentace byla ukončena první mezialgonkickou fází assyntského vrásnění, která byla spojena s regionální přeměnou. Po tomto nejstarším známém orogenetickém období nastala hluboká denudace vzniklého pásemného pohoří. Stopy dějin nejstaršího období Barrandienu jsou z velké části zahlazeny mladšími jevy. Přesněji je možné stanovit historický vývoj vlastní středočeské paleozoické pánve, jejíž stáří je 500 až 600 milionů let. Geologická bádání jsou zde opřena o konkrétní důkazy, zejména o paleontologické nálezy, které potvrzují stáří jednotlivých souvrství.

Starší paleozoikum středních Čech patří až do období usazování devonských vrstev ke geosynklinále západních Sudet. Nejstarší paleozoické uloženiny Barrandienu tvoří kambriické psamitické sedimenty, které jsou rozmístěny nepravidelně. Nejčastěji vyplňují deprese vzniklé po assyntských horotvorných procesech. Hranice mezi algonkiem a kambriem je ostrá, diskordantní (Svoboda, Prantl, 1958). Hlavním sedimentačním prostorem byla příbramsko-jinecká pánev, jejíž neúplné zbytky můžeme nalézt v Brdech mezi Rokycany, Příbramí a okolím Dobříše. První paleozoické moře zaplavilo území Barrandienu až někdy ve středním kambriu a postoupilo severněji a západněji než byl sedimentační prostor spodní psamitické kambriické série. Moře bylo mělké s častými zálivy zabíhajícími do pevniny, proto zůstala po této transgresi velká část území dnešního Barrandienu souší. Výjimkou je brdská oblast a skryjsko-týřovský záliv, kde pokračovala sedimentace a vznikly zde slepencové a pískovcové usazeniny. Kambrium v Barrandienu představuje rozhraní mezi postorogenními uloženinami ukončujícími geosynklinální cyklus svrchního proterozoika a počátkem cyklu staropaleozoické středočeské parageosynklinály. Během celého svrchního kambria byl prostor Barrandienu souší a ordovické moře transgredovalo do středu Čech od severovýchodu. (Svoboda, Prantl, 1958).

Ordovik je v Barrandienu zastoupen od tremadoku, kdy došlo k velké mořské záplavě a obnovení vulkanické činnosti trávající až do nejvyššího ordoviku, zastoupeného písčítými regresními sedimenty. Ve spodním ordoviku zasahovalo moře na západ, a barrandienský prostor byl spojen s geosynklinálním prostorem sasko-durynským. Ve východních částech Barrandienu nastala v té době mocná

regrese a zastavení sedimentace. Došlo k dočasnému přerušení spojení mezi Barrandií a západosudetskou geosynklinálou. Ve středním ordoviku (llanvirnu) přišla transgrese celého území Barrandienu včetně oblastí, kde chyběli usazeniny z tremadoku. Spojení se západosudetskou geosynklinálou bylo obnoveno. Moře vniklo i do synklinály ostrovní zóny a sledovalo při tom směr středokambrické transgrese. Pro uloženiny svrchního ordoviku (llandeila) je charakteristické střídání psamitických a písčitých souvrství. Typickými sedimenty, které uzavírají vrstevní sled barrandienského ordoviku, jsou křemence a pískovce s občasnými vložkami vápenců.

Na začátku siluru dochází k mohutné mořské transgresi, během které silurské moře zaplavilo rozsáhlá území, a to i horské hřbety, které vyčnívaly z ordovického moře jako souš. Spodnosilurské uloženiny jsou reprezentovány černými graptolitovými břidlicemi. Po sedimentaci břidlic nastupuje sedimentace uhličitánových hornin od břidličnatých, jílovitých, jílovito-vápnitých hornin až po čisté organodendritické vápence.

Podle Chlupáče a kol. (2002) začíná silur v centrální oblasti Barrandienu náhlým nástupem facie černých graptolitových břidlic, jež jsou reprezentovány liteňským souvrstvím. Makrofaunu tady zastupují v drtivé většině graptoliti.

Nadloží liteňského souvrství tvoří vrstvy motolské. Z hornin tady převažují jílové i vápnité graptolitové břidlice s hojnými tufitickými vložkami a vápencovými konkrecemi. Fauna je zastoupena graptolity, hlavonožci, mlži, ramenonožci. Významnou roli sehrála vulkanická činnost, především v severozápadním křídle pražské pánve mezi Prahou a Berounem. Vulkány produkovaly alkalické bazaltové lávy a množství pyroklastik, takže na mořském dně vytvářely výrazné elevace. Na nich nebo v jejich blízkosti byly vhodné podmínky pro usazování biogenních vápenců (Chlupáč a kol., 2002). Mezi vulkanicko-karbonátovými faciemi a faciemi graptolitových břidlic jsou silně vápnité břidlice, obsahující hojnou bentosní, nektonní i planktonní faunu.

Další vrstvu tvoří kopaninské souvrství, kde se vyskytují opět fascie černých graptolitových břidlic, které jsou postupně nahrazovány vápnitými břidlicemi. Z fauny se vedle graptolitů vyskytují ramenonožci, nautiloidní hlavonožci a pelagičtí ostrakodi. V okolí vulkanických center se usazovaly bioklastické vápence s velkým množstvím zkamenělin.

Nejvyšší silur je tvořen přídolským souvrstvím, které se vyznačuje nástupem tmavých jemnozrnných vápenců s vložkami vápnitých břidlic.

Na sediment nejvyššího siluru navazují uloženiny devonské, uchované uprostřed středočeské paleozoické pánve mezi Prahou a Berounem a spočívají zcela konkordantně na silurských vrstvách. Mezi silurem a devonem nedošlo ke stratigrafickému hiátu, ani k výrazným fatálním změnám. Sedimentace devonských uloženin v Barrandienu je charakterizována především karbonátovými usazeninami. Uhlíčitanová sedimentace trvá v této oblasti od spodního do středního devonu, kdy se začíná uplatňovat hercynské vrásnění. Dochází k ústupu moře z oblasti středočeské paleozoické pánve, území se stává souší a nastává hlavní zvrásnění a porušení zdejších paleozoických komplexů.

Vrstevný sled devonu začíná lochkovským souvrstvím. Jeho spodní hranice je totožná s hranicí silur-devon, která je na Klonku u Suchomast definována prvním výskytem graptolita *Monograptus uniformis* (Chlupáč a kol., 2002). Lochkovské souvrství je vyvinuto ve dvou fasciích. První z nich jsou radotínské vápence tvořené rytmickým střídáním vrstev tmavošedých jemnozrnných vápenců a černošedých vápnitých břidlic. Druhou facií jsou světlešedé krinoidové vápence kotýské.

Při hranici lochkovského a nadložního pražského souvrství dochází ke změně vápencové sedimentace, která se projevuje zesvětlením hornin. Pražské souvrství se vyznačuje pestrým faciálním vývojem. V nejhlubším a nejkolidnějším prostředí se usazovaly šedé jemnozrnné vápence dvorecko-prokopské. Dalšími faciemi jsou červenohnědé vápence řeporyjské, skvrnitě deskovité loděnické vápence, do červenorůžova zbarvené krinoidové vápence slivenecké. Nejvýznamnější facií pražského souvrství tvoří bílé krinoidové koněpruské vápence, které tvoří útesový komplex. Na něm můžeme rozlišit facie útesového jádra s hojnými koráli a stromatoporoidy a facie útesových osypů tvořené hrubě dendritickými krinoidovými vápenci.

Nad pražským souvrstvím je souvrství zlíčovské tvořené převážně tmavě šedými vápenci. Typickou faunou jsou trilobiti a poprvé se objevují amonoidní hlavonožci – goniatiti

Dalejsko-třebovské souvrství se projevuje nástupem fascie zelenošedých vápnitých břidlic. Břidlice přecházejí do načervenalých jemnozrnných třebovských

vápenců. Do vyšší části dalejsko-třebotovského souvrství spadá nejmladší projev podmořské vulkanické činnosti v Barrandienu.

Střední devon je reprezentován chotečským souvrstvím, které se přítomností tmavě šedých vápenců podobá zlíčovskému souvrství. Rozdíl je ale ve fauně. Po sedimentaci chotečského souvrství došlo v Barrandienu k výrazné změně – nástupu černošedých vápnitých břidlic

Nejmladší stratigrafickou jednotkou jsou roblínské vrstvy, které se vyznačují náhlým zesvětlením sedimentu.

5.1.2. Život v pramořích Barrandienu

Barrandien patří k nejvýznamnějším paleontologickým lokalitám na světě. Je to oblast s velkým výskytem zkamenělin. Zásluhou Joachima Barranda, který ve svém díle popsal přes 400 druhů fosilií, se stal Barrandien unikátem světové paleontologie a stratigrafie (Svoboda, Prantl, 1958).

Nejstaršími historickými doklady o existenci života v této oblasti jsou mikroskopické schránky mřížovců (*Radiolaria*), nalezených v proterozoických buližnicích v Ládví u Prahy. Zkameněliny ze spodního nebo svrchního kambria nejsou známy. Oproti tomu střední kambrium je bohaté na rozmanitou trilobitovou faunu. Naši kambričtí trilobiti byli součástí bentosu a většinou lezli po mořském dně nebo plavali nad ním. Ostatní bentosová zvířena byla vzácná. Na některých místech žili jablovci (*Cystoidea*), gastropodi a ramenonožci (*Brachiopoda*). V kambrických uloženinách se nesetkáme s korály (*Zoantharia*), mechovkami (*Bryozoa*), mlži (*Lamellibranchiata*), pro které zde zřejmě nebyly příznivé životní podmínky (Svoboda, Prantl, 1958).

Ordovické sedimenty, jsou druhově pestřejší. V celkovém rázu faunistických společenstev těchto sedimentů, se výrazně projevuje biologická závislost bentosních organismů na vnějších podmínkách, hlavně na povaze a složení mořského dna. Fauna nejstarších oddílů středočeského ordoviku je charakteristická hojným výskytem ramenonožců (*Brachiopoda*) s vápnitofosforečnanovými schránkami. Ramenonožci žili v mělkých pobřežních vodách ordovického moře, společně s trilobitovou faunou. V nejstarších ordovických sedimentech se setkáváme s otisky dendroidních graptolitů (*Dendroidea*), jejichž rozvoj nastává ve vyšších oddílech ordoviku, kde

k nim přistupuje vývojově mladší a biologicky specializovanější graptoliti v užším slova smyslu (*Grптоidea*). K dalším skupinám ordovické fauny patří křemičité houby (*Silicispongiae*), mechovky (*Bryozoa*), jablovci (*Cystoidea*). Významnou skupinou vagrantního bentosu jsou i nadále trilobiti (Chlupáč a kol. 2002).

V souvislosti se změnou paleografických podmínek doznalo složení ordovické zvířeny během celého geologického útvaru jistých změn. Výrazná změna se projevila například na začátku llanvirnu, kdy došlo k velké záplavě a tudíž i k imigraci nové fauny. Celkový ráz středočeské kambrické a ordovické zvířeny byl do značné míry ovlivněn sedimentací. V těchto obdobích převládala psamitická nebo politická nekarbonátová sedimentace.

V silurském a devonském cyklu převažuje naopak sedimentace karbonátová. Vody silurského a devonského moře byly pravděpodobně teplejší než moře kambrické a ordovické. Proto vykazuje ráz silurské zvířeny charakteristické změny a to hlavně mezi bentosními formami. Zatím jsou stále hojní trilobiti, kteří ale postupně ztrácejí své dominantní postavení. V pelagiálu se stávají převládající skupinou orthoceři, nautiloidní hlavonožci, mající zahnuté kuželovité schránky. Odumřelé schránky těchto hlavonožců, vytvořily při poklesu na dno orthocerové vápence. Další charakteristickou pelagickou skupinou silurského moře byli graptoliti, kteří ale na konci siluru zcela vymřeli. V nejmladším siluru se poprvé objevují v hojném počtu drobní ploutvonožci - tentakuliti, kteří dosáhli největšího rozvoje až v devonu. V českém silurském moři se vyskytovali také někteří primitivní obratlovci, zejména pancéřnaté ryby (*Placodermii*) a pražraloci (*Palaeoselachii*). Jejich zbytky v podobě dermálních kostěných krunýřů a zubů se vyskytují v uloženinách mladšího siluru. Bentosní fauna silurských moří byla závislá na typu sedimentace a je charakteristická hojným výskytem mlžů, gastropodů a ramenonožců. Skupinu jablovců nahradila výše organizovaná skupinou ostnokožců – krinoidů. Jejich odumřelá těla byla odnášena mořskými proudy a hromaděna v obrovských závějích, z nichž vznikly krinoidové vápence. Na konci siluru mizí z prvohorních moří poslední zástupci graptolitů (*Grптоzoa*), jejichž výskyt byl pro ordovik a silur charakteristický (Svoboda, Prantl, 1958).

V devonské pelagické fauně se poprvé objevili zástupci ze skupiny *Ammonoidea* – goniatiti, kteří postupně nahradili dříve hojné silurské hlavonožce. Vedle goniatitů se vyskytovali hojně tentakuliti, jejichž jehlicovité schránky tvořily

místy velký podíl organogenní části devonských uloženin. Dále měli dominantní postavení pažraloci a pancéřnaté ryby. Bentosová fauna v devonu je charakteristická výskytem čtyřčetných a deskatých korálů. Tato korálová fauna dala spolu s některými druhy konoidů, ramenonožců, mlžů a gastropodů vznik krystalických vápencům středočeského devonu. V nejmladších sedimentech nacházíme místy zbytky flory psilofytového rázu, která rostla na břích devonského moře. Tento stručný přehled flory a fauny staroprvohorního moře Barrandienu zdaleka nevystihuje skutečný vzhled života v celé jeho bohatosti a rozmanitosti.

Mezi známými barrandienskými zkamenělinami chybí velké množství forem, které se nemohly jako fosilie zachovat, z důvodu absence pevných schránek nebo koster vhodných k fosilizaci (Svoboda, Prantl, 1958).

6. Paleontologie

Věda, která se zabývá se zpracováním, tříděním a klasifikací zkamenělin. Jedná se o vědu, která má vědecký i praktický význam. Paleontologie pomáhá stanovit stáří vrstev podle zkamenělinového obsahu, podává nezvratné důkazy o vývoji organismů od nejjednodušších forem po složitější, vysvětluje vznik a původ některých nerostných surovin (vápenec, uhlí,...).

Názvem zkamenělina označujeme obvykle každý zbytek organického těla, ať již rostlinného nebo živočišného, který se uchoval v zemské kůře z minulých geologických dob (Prantl, 1942).

6.1. Vznik zkamenělin

Jen málokterým organismům byla dána možnost, aby se jejich tělesná schránka alespoň částečně uchovala a dala tak vznik zkamenělině. Vznik zkameněliny je dlouhodobý a složitý proces, u kterého musí být splněny určité podmínky.

Základním předpokladem pro vznik zkamenělin je co nejrychlejší zakrytí odumřelého těla sedimentem. Toto překrytí zastaví, nebo částečně zpomalí rozkladné procesy, zamezí působení rušivých vlivů atmosféry a hydrosféry, popřípadě zabrání mechanickému a chemickému poškození nebo zničení odumřelého těla. Nejčastěji se proto setkáváme se zkamenělými zbytky vodních organismů, protože na dně moří probíhá ukládání sedimentu mnohem rychleji než na souši (Habětín, 1976)

Velký vliv na úspěšný vznik zkameněliny má také fyzikální a chemické složení usazeniny, která tvoří ochrannou vrstvu nad organickým zbytkem. Nejvhodnější jsou jemnozrnné a pro vodu nepropustné uloženiny. Značnou roli také hraje chemismus sedimentu a jeho vztah k chemickému složení samotného organismu. Vlivem tlaku, kterým působí sediment, se zvyšuje okolní teplota a dochází k chemickým změnám v organickém zbytku. Minerální látky pronikají do prostoru po organické hmotě a vyplňují ho. Tomuto pochodu říkáme kamenění (petrifikace). Zároveň s petrifikací probíhají také diagenetické pochody, při kterých vzniká fyzikální a chemickou přeměnou z nezpevněné krycí vrstvy sedimentu pevná hornina (Prantl, 1942).

Jako paleontologické objekty se nejčastěji zachovávají organismy, jejichž těla byla nějakým způsobem zpevněna (pevné schránky, krunýře, kosti, dřevo). Vzácné jsou otisky živočichů, kteří nevytvářejí žádné pevné struktury, protože měkké části těla se rozkládají velmi rychle a většinou ještě předtím, než stihnou být překryti sedimentem. Pouze za výjimečně příznivých podmínek se mohou zachovat celé organismy, včetně měkkých částí těl. Příkladem mohou být nálezy mamutů a dalších čtvrtohorních savců ve věčně zmrzlé sibiřské půdě nebo zachování drobných organismů v jantaru (Beurlen, Lichter, 1997)

6.2. Zachování zkamenělin

Způsoby zachování organických zbytků jsou různé. Podle stupně zachování můžeme zkameněliny rozdělit na 2 skupiny.

První skupina, tzv. vlastní zkameněliny obsahuje organické zbytky, u kterých se alespoň částečně zachovaly původní části těl. Jedná se většinou o pevné a tvrdé tělní části jako jsou zuby, kosti, schránky. Tyto pozůstatky těl bývají zpravidla zpevněny minerálními látkami. Specifickým případem vlastních zkamenělin jsou nálezy, kdy se vedle pevných tělních struktur zachovaly i pevné části těl. Bývají označovány jako „mumie“ a vznikly v prostředí, které nedovolilo, aby byly měkké části rozloženy.

Druhá skupina zahrnuje zkameněliny v širším slova smyslu. Jedná se o takové fosilní zbytky, které prodělaly chemickou přeměnu a jejich původní organická hmota byla vyloužena a znovu zpevněna, nebo nahrazena hmotou novou (minerální). Po organismech se tak zachoval pouze jejich plochý nebo plastický obraz, který znázorňuje vnitřní nebo vnější zvláštnosti jejich těl. Nejběžnější jsou *kamenná jádra*. Jedná se o horninové nebo minerální výplně schránek nebo pevných částí těl organismů. Vedle jader můžeme najít pozůstatky organismů ve formě *otisků*. Ty zachovávají věrný vzhled vnějšího povrchu těla. Jako fosilizační nerosty se uplatňují uhličitany, především kalcitová modifikace uhličitanu vápenatého. Z dalších minerálů je častý křemen, hnědel, krevel nebo pyrit (Prantl, 1942).

Zbytky fosilních rostlin se vyskytují často zuhelnatělé. Rostlinné zbytky byly v průběhu času ochuzeny o některé stavební prvky (kyslík, vodík, dusík), aniž by na jejich místo vstoupili prvky jiné. Pokud tento proces probíhal bez přístupu kyslíku,

zbyl z původní organické hmoty pouze uhlík. Kromě anorganických fosilizačních látek se často uplatňují také látky organické, nejčastěji pak ropa, asphalt nebo jantar.

7. Exkurze jako organizační forma výuky geologie

Exkurze je organizační forma výuky, která zajišťuje žákům poznání skutečných předmětů a jevů mimo školu v jejich přirozeném prostředí (Kočárek, Pavlíček, 1990). Slouží ke zpestření výuky, k prohlubování teoretických poznatků a jejich využití v praxi, vede k vytvoření dovedností a návyků při práci s přírodninami a také žáky učí správnému chování v přírodě a kázni.

Exkurze se využívá v případech, kdy chce učitel žákům ukázat přírodní děje a jevy, které nemůže z nějakého důvodu předvést ve škole. Je třeba si uvědomit, že se jedná o časově náročnou organizační formu, proto je dobré vybrat lokality v okolí školy.

Exkurze se rozděluje podle několika hledisek. Podle délky rozdělujeme exkurze na vycházky, které mohou být realizovány jen v rámci jedné vyučovací hodiny nebo i více hodin. Polodenní, celodenní a několikadenní exkurze organizuje učitel biologie společně s dalšími učiteli.

Podle postavení ve výuce dělíme exkurze na úvodní (motivační), které vzbuzují zájem a mají za cíl získání poznatků potřebných k pochopení nového tématu. Závěrečná exkurze se zařazuje na konec probíraného tématu nebo úseku učiva a jejím cílem je upevnit a prohloubit znalost učiva probíraného ve škole a konfrontovat ho s praxí. V průběhu probírání rozsáhlého tématu lze zařadit exkurzi průvodní, která poskytne opěrný materiál pro další studium (Kočárek, Pavlíček, 1990).

Dalším hlediskem je náplň exkurze. Pouze jedním oborem se zabývá exkurze specializovaná. Poznatky z více disciplín daného předmětu získávají žáci při komplexní exkurzi.

7.1. Příprava exkurze

K úspěšnému a bezproblémovému průběhu exkurze je důležitá teoretická příprava učitele i žáků

7.1.1. Příprava učitele

Teoretická příprava ze strany učitele vyžaduje nashromáždění a studium odborné regionální literatury. Na základě toho si vytvoří obsahový a časový plán exkurze, stanoví trasu, vymezí cíle a úkoly. Vhodné je, aby vyučující provedl předběžnou prohlídku lokalit, které při exkurzi s žáky navštíví. Při této prohlídce by se měl zaměřit na zajímavé geologické objekty, na které je třeba děti upozornit, ale také na to jak vypadá cesta, zda je dostatečně bezpečná a pro žáky nenáročná. Předem by měl vědět, na kterých místech je nutné dbát zvýšené bezpečnosti (přecházení silnice, náročný terén, apod.). Dále musí učitel zajistit vhodnou dopravu tak, aby přesun ze školy na lokality byl co nejrychlejší a nejlevnější. Po organizační stránce je ještě nutné domluvit povolení ke vstupu na soukromé pozemky, popřípadě sehnat průvodce pokud je to potřeba (prohlídka lomu). Samozřejmostí je zajištění potřebného vybavení (geologický kompas, kladívko, sekáč, lupa, fotoaparát, zředěná kyselina chlorovodíková, měřicí pásmo a v neposlední řadě lékárnička).

Během exkurze je potřeba být flexibilní, protože i přes pečlivé plánování může dojít k nečekané události (špatné počasí, překročení časového plánu, ...). Potom se může některá lokalita třeba vypustit.

7.1.2. Příprava žáků

Aby exkurze proběhla podle plánu, musejí na ni být žáci dostatečně připraveni. Zpravidla v hodině před exkurzí by měl učitel žáky seznámit s tématem, cílem, obsahem a trasou exkurze. Dále pak s přírodními a geologickými poměry lokalit. Je možná žákům dopředu ukázat vzorky hornin, naučit je základům práce s buzolou a klinometrem, pokud budou tuto dovednost při práci v terénu potřebovat. Po organizační stránce by měli žáci znát přesný čas a místo odjezdu a přibližný čas návratu, výstroj a výzbroj. Velkou pozornost je nutné věnovat seznámení žáků s bezpečností práce na lokalitách a v průběhu celé exkurze.

Výstroj je třeba přizpůsobit charakteru lokality a její přístupnosti, základem by měla být pevná obuv s neklouzavou podrážkou, sportovní oblečení, pláštěnka a batoh na záda. Výzbroj opět volíme podle charakteru exkurze, neměl by chybět zápisník, tužka, papír na balení vzorků, kladívko, sekáč, lupa, atlas k určování minerálů a hornin, uzavíratelné sáčky nebo krabičky pro drobné vzorky, měřicí pásmo, buzola.

7.1.3. Zajištění bezpečnosti

V průběhu celé terénní výuky je potřeba dodržovat základní bezpečnostní opatření tak, aby byla zajištěna bezpečnost všech účastníků výuky. Základy bezpečnosti lze shrnout do několika základních bodů:

- Vhodné oblečení a obuv (kotníkové pevné boty).
- Kladivo pro odběr vzorků musí být pevně nasazeno na topůrku, v nejlepším případě volíme celokovové kladivo.
- V suťovém svahu dávat pozor na to, aby žáci nestáli nad sebou, zabráníme tím zraněním vzniklých padajícími kamínky.
- V lomech používat ochrannou přilbu a nevstupovat pod stěny a na horní okraje stěn, do činných lomů nevstupovat bez povolení nebo vědomí vedoucího lomu.
- Důsledně dbát všech pokynů vedoucího lomu nebo vedoucího směny.
- Jakýkoliv i drobný úraz hlásit vyučujícímu a provést jeho co nejrychlejší ošetření.
- Zachovávat ohleduplnost k ostatním účastníkům výuky.

(<http://kurz.geologie.sci.muni.cz/kapitola8.htm>)

7.2. Provedení exkurze

Před odjezdem spočítá vyučující žáky, zjistí, kdo chybí, zkontroluje výzbroj a výstroj, znovu zopakuje organizační pokyny, popřípadě rozdělí žáky do skupin a rozdá pracovní listy.

Cestou na lokalitu můžou žáci pozorovat okolí, pracovat s mapou a bužolou a pokusit se vlastními silami najít cestu. Pro zpestření lze využít i GPS.

Při výkladu na lokalitě seznámíme žáky nejprve s obecnými informacemi a teprve potom se zaměříme na detaily. Lokalitu popíšeme z geografického hlediska, pak ji zasadíme do příslušné geologické jednotky, kterou stručně charakterizujeme. Dále se zaměříme na popis hornin a dalších zajímavých geologických jevů přítomných na lokalitě. S ohledem na mezipředmětové vztahy můžeme upozornit na historické nebo zeměpisné zajímavosti. Již během výkladu demonstrujeme jednotlivé geologické jevy na praktických ukázkách a poté dáme žákům prostor pro vlastní práci, tak aby pro ně byla výuka co největším přínosem.

Žáci si vedou terénní deník, do kterého si zapisují všechny podstatné informace o lokalitě, které jim sdělil učitel nebo spolužák (např. formou referátu). Po výkladu je vhodné umožnit prohlídku lokality a nechat prostor pro plnění úkolů (odběr vzorků, měření, pořizování nákresů, apod.). Učitel v tuto chvíli kontroluje práci dětí, pomáhá a radí. Jako nejlepší výukovou metodou během exkurze je rozhovor. Dává žákům dostatečný prostor projevit zájem o předmět a zeptat se na věci, o kterých by se rádi dozvěděli něco víc.

Po ukončení práce na lokalitě učitel zkontroluje, zda tam nezůstal nepořádek, spočítá děti a následuje přesun na další lokalitu, popřípadě návrat (k autobusu, na vlak). Po příjezdu ke škole odevzdají žáci zapůjčenou výzbroj a vzorky do školní sbírky.

7.3. Vyhodnocení exkurze

Už v průběhu exkurze kontroluje učitel správné plnění zadaných úkolů, opravuje případné chyby, zodpovídá dotazy. V závěru zhodnotí učitel společně s žáky exkurzi jako celek.

Následující hodinu přírodopisu by se měl zpracovat nashromážděný materiál (očistit, opatřit popisky, vystavit, přidat do školních sbírek). Učitel v rozhovoru se žáky znovu oživuje jejich zkušenosti a poznatky, zpřesňuje je a doplňuje. Zajímavá fakta, data a závěry si žáci zaznamenávají do sešitů (Kočárek, Pavlíček, 1990).

Poznatků z exkurze využívá učitel při všech vhodných příležitostech v dalších hodinách (Kočárek, Pavlíček, 1990).

8. Rozbor učebnic pro 9. ročník ZŠ

PŘÍRODOPIS IV. pro 9. ročník ZŠ (Cílek a kol., 2000) Scientia

Učebnice je rozdělena do třech velkých celků, z nichž dva jsou geologické a jeden ekologický. Prvním celem má název *Země – náš domov*.

V první kapitole jsou definovány základní geologické vědy (mineralogie, petrologie, paleontologie, geochemie, geofyzika). Vznikem vesmíru, galaxií a Sluneční soustavy se zabývá kapitola s názvem, *Jak vznikl svět*. Dále se žáci seznámí se stavbou Země, pohybem kontinentů, tektonikou.

V kapitole *Sopečná činnost a zemětřesení* si osvojí pojmy jako je magma, láva, epicentrum, na obrázku si prohlédnou stavbu sopky. Velká část kapitoly je věnována nebezpečí sopečné činnosti pro člověka.

Na sopečnou činnost navazuje kapitola *Magma a vyvřelé horniny*, nejprve je vysvětlen pojem magmatu. Vyvřelé horniny jsou rozděleny na hlubinné a výlevné. Žáci se seznámí se základními vyvřelinami (čedič, žula, gabro, ryolit), které si mohou prohlédnout na obrázcích na konci celku.

Osmá kapitola *Zvětrávání* popisuje princip mechanického, chemického a biologického zvětrávání. Najdeme zde také informace o krasu a krasových jevech. Celkem obsáhlá je kapitola *Eroze*.

O usazených horninách se žáci dozvědí v kapitole deset. Je zde popsán vznik usazených hornin, činitelé, kteří jej ovlivňují. Usazeniny jsou rozděleny podle vzniku na úlomkovité, organogenní a chemogenní.

Kapitola *Přeměněné horniny* popisuje vznik metamorfovaných hornin a hlavní činitele přeměny. Zvídaví studenti si mohou pro zajímavost přečíst pár odstavců o kontaktní a regionální přeměně.

Teprve za horniny je zařazena kapitola o minerálech. Vznik minerálů, jejich vlastnosti a mineralogický systém. Kapitola je doplněna obrázky krystalových soustav, tabulkou stupnice tvrdosti minerálů. Na úplném konci jsou pak vyobrazeny jednotlivé minerály s popisem základních vlastností (složení, soustava, vzhled, barva, výskyt, použití).

Poslední dvě kapitoly prvního celku seznamují studenty se vznikem a typy ložisek nerostných surovin a nerostnými surovinami jako takovými.

V druhém celku *Historie Země* je opět několik kapitol. První z nich je o evoluci a přírodním výběru, v další kapitole je vysvětlena teorie endosymbiózy.

Následují kapitoly o prvohorách, druhohorách, třetihorách a čtvrthorách, u každé éry jsou informace o floře, fauně a významných geologických dějích, které v daných obdobích proběhly (vrásnění, ústup moře, zalednění,...). Samostatná kapitola je věnována geologickému vývoji České republiky.

Poslední celek má název - *Člověk mění a chrání svět* a je zaměřen spíše ekologicky.

Na konci učebnice jsou návrhy na laboratorní práce, otázky a úkoly k jednotlivým kapitolám a rejstřík.

Učebnice je přehledná, doplněná barevnými obrázky. Rozšiřující učivo je od základního textu odděleno šipkami. Důležité pojmy jsou psány tučným písmem, takže nejsou k přehlédnutí. Součástí každé kapitoly jsou také dva rámečky. Žlutý, ve kterém jsou zajímavosti k dané problematice, a zelený s názvem *Pozoruj a ověř si*, kde jsou většinou praktické úkoly nebo otázky k zamyšlení.

PŘÍRODOPIS pro základní školy a víceletá gymnázia (Švecová, Matějka, 2007)

Fraus

Učebnice je dělena na 10 převážně geologických kapitol. V úplném úvodu je opakování učiva 8. ročníku ŽŠ popřípadě tercie víceletého gymnázia, v podobě několika otázek (Např. Jaké jsou rozdíly mezi rostlinnou, živočišnou a bakteriální buňkou?, Které podmínky jsou nezbytné pro zachování života na zemi?,....)

V první kapitole *Geologie – věda o zemi* se žáci seznámí s rozdělením a významem geologických věd a také s tím, co obnáší práce geologa v terénu.

V kapitole *Minerály a horniny* je nejprve vymezen pojem minerál, popsána krystalová struktura, vlastnosti, systematický přehled minerálů. Některým významným nerostům je věnována větší pozornost. Na úsek o nerostech navazuje povídání o horninách. Nejdříve je vysvětlený pojem hornina, pak jsou horniny rozděleny do skupin (vyvřelé, usazené, přeměněné) a je popsán horninový cyklus.

Stavba Země je popsána ve třetí kapitole, autor se odkazuje na předešlé znalosti žáků a jen doplňuje informace. V závěru je zmínka o geologických dějích, které jsou podrobně probrány v následujících kapitolách *Vnitřní geologické děje*, *Vnější geologické děje*.

Z vnitřních geologických dějů je zmíněn pohyb litosférických desek, jejich rozdělení na desky kontinentální a oceánské. V kapitole jsou popsány útvary vznikající kolizí, oddalováním nebo posunem litosférických desek. Dále pak zemětřesení a sopečná činnost. U zemětřesení je udána i Richterova stupnice a tabulka s nejničivějšími zemětřeseními v historii. U sopečné činnosti je nejprve vysvětlen pojem magmatu a nastíněn vznik vyvřelin. Dále je popsána sopka, vysvětleny průvodní jevy sopečné činnosti a také nebezpečí, která hrozí při přímém výbuchu sopky. Součástí této kapitoly je i podrobný popis vzniku a systematika vyvřelých hornin, tektonické jevy, přeměna hornin a systém metamorfovaných hornin.

Z vnějších geologických jevů je popsáno zvětrávání, činnost vody, ledovců, větru. Text je doplněn velkým množstvím obrázků, např. letecký pohled na meandry řeky Orlice, písečné duny, aj.. Jsou sem zahrnuty také usazené horniny a pedologie.

V kapitole *Modrá planeta* najdeme zmínku o krasu a krasových jevech a to v podkapitole hydrologie.

V šesté kapitole *Přírodní zdroje* jsou popsány nejvýznamnější nerostné suroviny a jejich ložiska. Využití energií z fosilních surovin, ale také možnosti alternativního získávání energií z obnovitelných zdrojů.

Informace ke geologické minulosti Země nalezneme v kapitole *Expedice do minulosti Země*. V poslední kapitole se žáci seznámí s geologickou stavbou České republiky. Na konci učebnice jsou náměty pro laboratorní práce a pozorování neživé přírody. Nechybí ani rejstřík.

Učebnice je přehledná a srozumitelná. Hlavní text je v bílém poli, důležité pojmy tučně zvýrazněny. Na konci každé podkapitoly je shrnutí nejdůležitějších informací a otázky k probranému tématu. Po stranách jsou zelené lišty, ve kterých jsou rozšiřující informace a zajímavosti.

EKOLOGICKÝ PŘÍRODOPIS (Kvasničková a kol., 1999) Fortuna

Na začátku učebnice je formou několika otázek zopakovaná biologie člověka. První kapitola má název *Zkoumání přírody*, zabývá se myšlením člověka a postupným rozvíjením lidského poznání. Další dvě kapitoly jsou geologické.

Kapitola *Vesmír - Země - podmínky života* zahrnuje povídání o Vesmíru, a stavbě Země. V podkapitole *Zemská kůra* se žáci seznámí s minerály, jejich vlastnostmi. Dále pak s horninami, vnitřními a vnějšími geologickými činiteli.

V podkapitole *Vznik a vývoj litosféry*, jsou popsány pohyby litosférických desek, deformace geologických těles, sopečná činnost a zemětřesení. Následují podkapitoly *Hydrosféra, Atmosféra a Pedosféra*.

Kapitola *Vývoj Země, života a člověka* popisuje vznik života na Zemi a všechny geologické éry od prvohor po čtvrtohory. Celkem velká část kapitoly je věnována fylogenezi člověka.

Poslední část učebnice již není geologicky zaměřená. Zabývá se vývojovou teorií, přirozeným výběrem a ekologií.

Učebnice je dost přehledná, doplněna názornými obrázky, grafy a mapkami. Rozšiřující učivo je lemováno modrým proužkem. Velké množství otázek nutí žáky přemýšlet nad daným problémem. Nechybí ani náměty na laboratorní práce na konci každé kapitoly. Učebnice není tak podrobná, ale informace v ní jsou dostatečné a pro žáky srozumitelné.

PŘÍRODOPIS 4. (Černík a kol., 1998) Státní pedagogické nakladatelství

Kniha je dělená na úvod, pět částí věnované geologii a jednu ekologii. V úvodu je krátce shrnutý vznik Země a její stavba.

Mineralogie začíná definicí nerostů, stavbou krystalů a fyzikálními vlastnostmi. Dále je nastíněno systematické členění minerálů. V každé skupině jsou vyjmenovány nejdůležitější nerosty, text je doplněn fotografiemi. U každé skupiny je pak shrnutí, popřípadě otázky a úkoly.

Další část je o petrologii, která dělí horniny podle vzniku na vyvřelé, usazené a přeměněné. U každé skupiny hornin jsou příklady, nákresy vyjadřující způsob vzniku a fotografie vzorků. Předpokládá se, že žáci budou mít k dispozici také

vzorky, protože některé otázky na konci kapitol k nim směřují, např.: „Porovnejte vzorky vápence a travertinu“.

Geologické děje jsou ilustrovány srozumitelnými grafickými nákresy. Krátká část je věnovaná půdám, jejich vzniku, složení, vlastnostem, rozdělení a podzemní vodě, o něco delší vzniku a vývoji života na Zemi.

Důležitost informací je v textu rozlišena tučným písmem a kurzívou, na konci každé části je shrnutí, u některých opět i otázky a úkoly.

GEOLOGIE, (Jakeš, 1999) Nakladatelství České geografické společnosti, s.r.o.

Učebnice není nijak viditelně dělená, každá dvojstránka je samostatnou jednotkou. Začíná Sluneční soustavou, pokračuje vznikem Země, jejím vývojem, a stavbou. Následují dvě dvojstránky o nerostech, pak pohyby Země, petrografie, zvětrávání a eroze, koloběh prvků a vrací se k planetě Zemi, jejímu vývoji a historii. Samostatné části jsou věnovány hydrosféře, atmosféře, pedologii, neobnovitelným zdrojům energie i člověku jako geologickému činiteli.

Jednotlivé části na sebe navazují jak tématy, tak obsahem probírané látky. Každý celek obsahuje zvýrazněnou část k zapamatování, k zamyšlení, opakování a k práci. Důležité pojmy a informace jsou vyznačeny tučným písmem, zajímavosti podbarveny modrým podkladem. Tato učebnice je velice podrobná, text náročný, bez obrázků. Jediné co text doplňuje, jsou nákresy a schémata.

9. Vybrané geologické lokality

Trasa exkurze probíhá ve třech maloplošných chráněných územích Českého krasu. Jedná se o to NPP Zlatý kůň, PP Lom na Kobyle a NPP Klonk.

Celodenní exkurze je navržena pro studenty nižšího gymnázia nebo žáky 9. ročníku základní školy jako opakovací.

9.1. Klonk

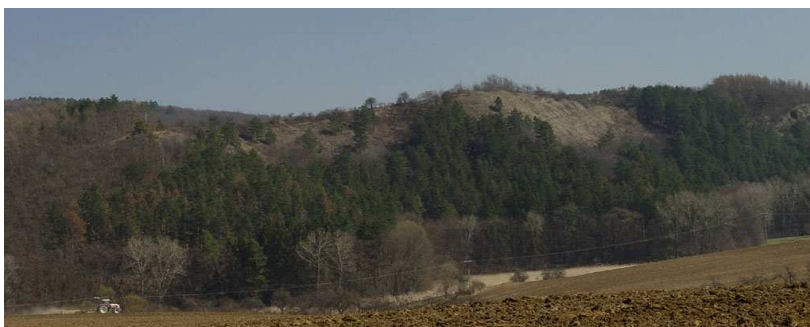
Jedná se o skalnatý svah na pravém břehu Suchomastského potoka, ležící 200-800 metrů severně od obce Suchomasty (obr.1)

Příkrý sráz Klonku u Suchomast byl roku 1972 na zasedání 24. Mezinárodního geologického kongresu v Montrealu zvolen světovým stratotypem hranice mezi silurem a devonem a stal se jedním z nejvýznamnějších odkryvů pro stratigrafickou geologii.

Stratigraficky významná je severnější část, kde vystupuje předolské souvrství nejvyššího siluru, které bez faciální změny přecházejí do nadložních devonských vápenců lochkovského souvrství. Vlastní hranice mezi silurem a devonem je vedena podle nástupu vúdčích graptolita *Monograptus uniformis*, který tvoří ve světovém měřítku nejnižší devonskou graptolitovou zónu (Chlupáč, 1999). Graptoliti jsou provázeni dalšími stratigraficky významnými skupinami živočichů. Jedná se zejména o trilobity, konodonty, ostrakody aj.

Hraniční vrstvy silur-devon, jsou dobře prostudovány a očíslovány. Vlastní hranice mezi silurem a devonem prochází uprostřed vrstvy číslo dvacet.

Pod Klonkem, na místě odkud je nejlepší pohled na celý odkryv, byl roku 1977 zřízen památník, který symbolizuje dvě geologické vrstvy spjaté mezinárodním usnesením. Památník je vyroben ze zbuzanského mramoru a váží šest tun.



Obrázek 1: Pohled na Klonk. Zdroj: <http://www.brady.info/kras/klonk2.jpg>

9.2. Kobyla

Přírodní rezervace Kobyla byla vyhlášena roku 1967 a nachází se asi 1,5 kilometru jihovýchodně od Koněprus. Rezervace je na severní části tvořena opuštěným lomem. Na východní straně se vyskytují stepní a lesostepní porosty, které jsou také hlavním důvodem ochrany přírody v této oblasti.

Horninový podklad přírodní rezervace je tvořen světlešedými akantopygovými vápenci ležícími nad načervenalými vápenci suchomastkými. Skalní podloží v této oblasti je zakryto lesními půdami.

Vlastní lom Na Kobyle je založen v masivních bělorůžových krinoidových vápencích sliveneckých. Tyto vápence tvořily společně s vápenci koněpruskými pevný celek, který při variských horotvorných pochodech vzdoroval zvrásnění a při intenzivním tektonickém tlaku od severozápadu zde došlo k přesunu starších vápenců lochkovského a přídolského souvrství přes masivní celek koněpruských a sliveneckých vápenců (Chlupáč, 1999). Tato názorně odkrytá tektonická porucha se nazývá očkovský přesmyk, jehož délka se odhaduje na jeden kilometr. Nad nezřetelně vrstevnatými sliveneckými vápenci se nacházejí vrstevnaté tmavé přídolské nebo lochkovské vápence (Obr. 2)



Obrázek 2: Pohled na lomovou stěnu s odkrytým očkovským přesmykem v lomu Na Kobyle. Foto autorka 2012

Lom Kobyla je významný také z geomorfologického, stratigrafického a archeologického hlediska. Těžbou v lomu byly odkryty krasové jevy. V severovýchodní stěně je odkryta Zlomená jeskyně, jejíž vnitřní část byla založena podél očkovského přesmyku.

V jihozápadní stěně lomu se nachází lomem porušené torzo větší krasové dutiny tzv. Chlupáčova sluj. Jeskyně je vyplněná pleistocenními uloženinami a byly zde učiněny významné nálezy kostí savců z poslední doby meziledové (jeskynní lev, hyena, medvěd, dva druhy nosorožců). Nalezené kamenné nástroje a kosti lovné zvěře ze starší doby kamenné patří k jedněm z nejstarších stop po člověku na území Českého krasu.

V lomu Kobyla se těžily masivní krinoidové slivenecké vápence. Těžba zde byla ukončena roku 1929, kdy byl lom ponechán přirozenému vývoji. Z důvodu značně členitého reliéfu se na území vyvinulo několik typů klimaxu. Na svazích a stěnách obrácených k jihu, které, jsou většinu dne osluněné, se vyvíjela společenstva typu skalní stepi. Stinné severní svahy jsou vlhčí a vhodné pro dřeviny.

9.3. Zlatý kůň

Národní přírodní památka Zlatý kůň leží asi 500 metrů jižně od Koněprus. A byla vyhlášena v roce 1972. Jedná se o světově proslulou geologickou lokalitu o výměře 37,1 hektarů. Se svou nadmořskou výškou 475,3 m. n. m. patří Zlatý kůň k nejvyšším vrcholům Českého krasu.

Geologický podklad území tvoří devonské vápence s asymetrickou synklinální stavbou. Jádro s nejmladšími zachovalými vrstvami se nachází ve stěně Císařského lomu. Z největší části je vrch tvořen masivními bílými vápenci koněpruskými, na které ve vyšších částech nasedají narůžovělé suchomastské vápence. Samotný vrchol je tvořen vápenci akantopygovými. Tuto struktura je na severní straně vrchu omezená očkovským přesmykem, tektonickou poruchou vzniklou variským vrásněním, která ukončuje popsany sled vápenců a na pevný masiv koněpruských vápenců jsou nasunuty snadněji vrásnitelné spodnodevonské a silurské vrstvy.

Od středověku se využívalo okolí Zlatého koně k těžbě vápence. Původně jen v malých, dnes již opuštěných lomech. Velký rozmach těžby v této oblasti proběhl na přelomu 19. a 20. století, kdy bylo v činnosti více větších lomů (Císařský, Houbův,

Husákův). Velkolom Čertovy schody byl otevřen ve druhé polovině 20. století a dnes je to již jediný lom v provozu na Zlatém koni. Opuštěné lomy se stávají součástí krajiny.

Těžbou v lomech byly odkryty významné geologické fenomény jako např. krasové jevy, paleontologická naleziště, neptunické žíly apod.

Z vrcholu Zlatého koně je pěkný rozhled po okolí, který vypovídá o geologické stavbě. Blízké okolí je budováno zvrásněnými vrstvami siluru a devonu. Vrcholy kopců leží na synklinálách a údolí naopak prochází na antiklinálách. Tento jev se nazývá geologická inverze krajiny. Při pohledu směrem k Berounu a Královu Dvoru se táhne Berounská kotlina, která vznikla erozí méně odolných hornin v ordoviku.

9.3.1. Koněpruské jeskyně

Koněpruské jeskyně byly objeveny v roce 1950 při těžbě vápence. Pro veřejnost byly zpřístupněny roku 1959. Jedná se o doposud nejdelší jeskynní systém v Čechách. Délka přesahuje 2 kilometry. Jeskyně vznikly ve spodnodevonských vápencích a jsou vyvinuty ve třech výškových úrovních s výškovým rozdílem více než 70 metrů.

Svrchní patro tvořené deskovitými suchomastskými vápenci je s délkou kolem 60 metrů nejméně rozsáhlé. Střední patro je mnohem více členěné. U volných prostor převládá šířka nad výškou. Většina prostor je vyvinuta na styku suchomastských a koněpruských vápenců. Spodní patro vzniklo jen v masivních koněpruských vápencích.

Krasovění tohoto území začalo pravděpodobně ve druhohorách, ještě před transgresí křídového moře a po jeho ústupu pokračovalo intenzivně v terciéru, kdy jej výrazně ovlivnily vertikální pohyby území, s tím spojené oživení denudace a vývoj říční sítě (*Jeskyně*). Modelace prostor závisela na úrovni hladiny spodní vody. Během vývoje jeskyní došlo několikrát k přemodelování podzemních prostor, k jejich několikanásobnému zaplňování sedimenty a opakovanému vyklízení. Nejstarší krápníková výzdoba je stará 1,5 milionu let.

Zpřístupněná trasa pro návštěvníky je dlouhá 610 m a vede pouze středním a svrchním patrem. Během prohlídky se prochází různými prostory, které jsou

specifické krápníkovou výzdobou. Jsou pojmenovány podle objevitelů, nebo vědců, kteří zde báдали.

U schodiště před vchodem do jeskyní se nachází neptunická žíla. Neptunické žíly jsou fenoménem koněpruského devonu. Vznikaly v několika generacích během sedimentace a za opakovaného rozevírání byly vyplňovány vápenci různého stáří. Vznikaly za spolupůsobení tektonických pohybů zdvihového rázu, gravitace a krasovění.

Spalanzziho jeskyně

Toto místo se nachází hned za vchodem do jeskyně. Bylo nazváno podle italského přírodovědce Lazzara Spallanzaniho, který se zajímal o jeskynní živočichy, zejména o netopýry.

Stěny v této části jeskyní jsou různě zbarvené. Černé náteky jsou způsobené oxidy manganu, červené nebo červenohnědé od oxidů železa. Zelená barva, je způsobena sinicemi, řasami nebo mechy. V jeskyních je ve všech ročních obdobích stálá teplota kolem 10°C, což rostlinám postačuje k růstu a světlo z reflektorů jim umožňuje fotosyntézu. Bohužel rostliny porušují krápníkovou výzdobu a proto je jejich výskyt v jeskyních nežádoucí.

Síň u varhan

Tento prostor byl nazván podle krápníkového útvaru, který připomíná píšťaly varhan. Některé z těchto krápníků při poklepu znějí (obr. 3).



Obrázek3:Síň u varhan. Zdroj: <http://www.brdy.info/kras/wolf/2010/konepruske3.jpg>

Letošníková propast a stará chodba

Propast pojmenovaná po doktoru Letošníkovi, který se v ní během výzkumu zřítil z výšky 12 metrů, je hluboká 27 metrů.

Ve „Staré chodbě“ je patrný přechod mezi suchomastskými a koněpruskými vápenci. V její horní části se v sedimentech nachází meandrující koryto, které vytvořila srážková voda stahující se do jeskyně z povrchu.

Dóm Františka Proška

Jedná se o největší prostoru Koněpruských jeskyní pojmenovanou po archeologovi Františku Proškovi, který se zasloužil o výzkum jeskyní.

Na stropní bráně se nachází nejstarší a nejzajímavější jeskynní výzdoba. Jedná se o tzv. koněpruské růžice, které kromě kalcitu obsahují ještě opál. V dómu se nachází také největší krápník Koněpruských jeskyní, který ale v průběhu rekrystalizace rozpukal a částečně se rozpadl (obr.4).



Obrázek 4: Krystalizací rozpukáný krápník "Mohyla".

Zdoj:<http://www.brdy.info/kras/mohyla.jpg>

Půstý dóm

Tato část jeskyní je zajímavá tím, že zde byly nalezeny kosterní pozůstatky. Kromě kostí zvířat se v jeskyni našlo také 14 úlomků kostí člověka typu *Homo sapiens sapiens*. Šlo údajně o starší ženu, která byla původně pohřbena v komínu vedoucím z povrchu do Proškova dómu. Do jeskyně se dostala v důsledku postupného vklesávání výplně komína.

Originály nálezů jsou v depozitářích České geologické služby a Národního muzea v Praze. V jeskyních jsou vystaveny tyto kopie:

- kůň - kosti z nohy a spodní čelisti
- jelen - spodní čelist
- opice makak (*Rhesus*) - čelist
- nosorožec srstnatý (*Coelodonta antiquitatis*) - část lebky
- člověk - obratle, žebra, úlomek mozkovny a spodní čelist

Mincovna

Prostora se nachází ve svrchním patře Koněpruských jeskyní a z povrchu sem ústí dva komíny.

V Mincovně se nacházela středověká penězokazecká dílna, která byla provozována někdy mezi lety 1469-1472. Originální mince byly stříbrné. Penězokazci vyráběli plíšky převážně z měděného plechu, pak je máčeli v amalgánu stříbra. Máčené plíšky potom žíhali na hliněné pánvi do červeného žáru, rtuť se odpařila a na plíšku zůstal tenký stříbrný povlak. Potom se na něj razil znak.

K mincovně se také váže pověst o *pasáčkovi, který pásl na kopci ovce a uviděl z díry stoupat kouř. Vlezl do komína a dole uviděl loupežníka, který přepočítával hromadu peněz. Oba se polekali, ale nakonec se domluvili: loupežník dal pasáčkovi hrst mincí a pasáček mu na oplátku slíbil, že nikomu neprozradí, co viděl. Jenže hned jak vylezl ven, utíkal do vesnice a tam vše vyzradil. Vesničané také chtěli peníze, jenže když přišli do míst, kde měla být díra, nikde nic nenašli. Pasáčka za trest zbili a peníze mu vzali* (Palivec, 1964).

9.3.2. Houbův lom

Houbův lom je tvořen masivními bílými koněpruskými vápenci a nadložními suchomastskými vápenci (obr. 5).

Koněpruské vápence jsou bílé až světle šedé, masivního charakteru bez patrné vrstevnatosti. Tyto vápence tvořily na Zlatém koni typický útes, který dosahoval až k hladině oceánu. Teplé a prosluněné vody umožnily rozvoj bohatého života. Na útesu lze rozeznat dva základní genetické typy vápenců. Biogenní vápence vznikly aktivní útesotvornou činností přisedlých organismů, hlavně vápnitých řas, stromatoporů, lilijic a korálů (Chlupáč, 1999). Vyznačují se jemnozrnnou strukturou. Druhým typem jsou vápence bioklastické, tvořené převážně zbytky z odumřelých těl živočichů a drtí, vznikající rozrušováním útesu vlnobitím. Jsou hrubozrnné s velkým množstvím zkamenělin. Celkem bylo z tohoto území popsáno asi 500 druhů zkamenělin, což řadí koněpruský útes mezi nejbohatší naleziště spodního devonu na světě.

K nejhojnějším fosiliím patří lilijice, ramenonožci, mechovky, koráli, plži a mlži. Nebyli zde hojní trilobití, ale jejich zbytky byly nahromaděny ve výplních původních depresí a dutin.

Na koněpruské vápence nasedají ostře po stratigrafickém hiátu načervenalé a zřetelně vrstevnaté vápence suchomastské. Odkryty jsou v horní části lomové stěny.



Obrázek 5: Stěna Houbova lomu s původním vchodem do Koněpruských jeskyní. Foto autorka 2012

9.3.3. Jiráskův lom

Jedná se o nízký lom založený v akantopygových vápencích patřících k mladším vrstvám koněpruského devonu (obr. 6). Jedná se o uloženiny mělkého tropického moře, kde byly příznivé podmínky pro rozvoj korálů, lilijic, stromatopor, trilobitů a dalších skupin organismů. V severovýchodní lomové stěně vystupují tmavé vápence, které obsahují tentakulity.

Na odlámaných plochách skal probíhá sukcese. Navětralou skálu porůstají nejprve lišejníky. Jedním z častých druhů je misnička zední (*Lecanora muralis*). Po lišejnících nastupují první cévnaté rostliny a mechorosty. Pukliny a štěrbiny vyplňuje rozchodník bílý (*Sedum album*), později se objevuje například krvavec menší (*Sanguisorba minor*). Hojným suchomilným mechem je zpeřenka jedlová (*Abielinella abielina*).



Obrázek 6: Jiráskův lom. Zdroj: http://www.brady.info/kras/2011/akantopygovy_lom.jpg

9.3.4. Velkolom Čertovy schody

Velkolom Čertovy schody je povrchový lom ležící 5 kilometrů jižně od Berouna. Jsou zde dobře odkryty hraniční vrstvy mezi silurem a devonem. Dobývací prostor velkolomu se dělí na dvě části. Dobývací prostor Koněprusy o rozloze

85,71 ha a Suchomasty I o rozloze 310 ha, na kterých se nacházejí dnes těžené lomy západ a východ.

Na ložisku jsou dobývány vrstevnaté, až masivní hrubozrnné koněpruské vápence. Podloží tvoří vrstevnaté tmavě šedé vápence kotýské. Mezivrstvy jsou většinou břidličnaté. Ve velkolomu je dobýván vápenec o čistotě až 98% CaCO₃

Ve Velkolomu Čertovy schody západ (VČS – západ) (Obr. 14) byla těžba zahájena roku 1955, ale od roku 1992 byla omezena. Za celou dobu se zde vytěžilo přes 60 milionů tun vápenců. Se sedmi těžebními etážemi a ploše o rozloze 1 x 0,8 km patří těžební prostor VČS – západ k největším lomům v České republice.

Velkolomu Čertovy schody- východ (VČS – východ) (Obr. 13), je rozfárán v osm etáží. Těžba byla zahájena v roce 1987 a zatím zde bylo na ploše 1 x 0,7 km vytěženo kolem 15 milionů tun vápence.

V lomu se vápenec dobývá strojně. Probíhají zde vrtací práce, kdy vznikají vrty s průměrem 102 mm a sklonem 15° od svislice. Převrtá se 10-15% výšky lomové stěny. K hromadné těžbě se využívají clonové odstřely, kterých je ročně provedeno přibližně 120. K naložení a odvozu natěženého materiálu se využívají elektrická rýpadla, kolový nakladač, hydraulické pásové rýpadlo. Materiál se odveze na drtírnu.

Vápenec se zpracovává ve vápence a vyrábí se z něj především hašené vápno (do malt a maltových směsí), speciální vápno pro zemědělství, stabilizační materiály (pro násypy dálnic a železničních koridorů).

Těžbou v lomu byly odkryty geologické fenomény, jako například krasové jevy, neptunické žíly, paleontologická naleziště. Po ukončení těžby v některých částech lomu probíhá rekultivace, což v praxi znamená navrácení vytěžené plochy lomu zpět do krajiny. V průběhu let, až bude úplně ukončena těžba ve VČS – západ, zde bude zřízen geologický park. Počítá se zachováním současného stavu geologických, krasových a paleontologických lokalit obnažených těžbou.

9.3.5. Geopark Barrandien

Geopark Barrandien je součástí Muzea Českého krasu v Berouně. Byl otevřen 31. května 2003. Na rozloze 340m² seznamuje návštěvníky s geologickou stavbou Barandienu (Obr 7.). Jádrem expozice jsou vystavené barrandienské horniny, které

jsou podle geologického stáří rozděleny do pěti skupin. U každé skupiny je informační panel se základními informacemi o hornině a místě jejího odběru.

Velmi pěknou expozicí je geologický profil pražskou pánví Barrandienu (Obr. 18). Jedná se o úplný vrstevný sled od spodního ordoviku po střední devon.



Obrázek 7: Geopark Barrandien. Foto autorka 2012

10. Metodické návrhy výuky na lokalitách

Odjezd žáků proběhne od budovy školy, kde bude připraven objednaný autobus. Před odjezdem učitel provede prezenci, zkontroluje výzbroj a výstroj, zopakuje trasu a cíle exkurze. Cestu autobusem využije k zopakování pravidel bezpečnosti práce na lokalitách a zásady chování v chráněné oblasti.

10.1. Časový plán exkurze

- **8:00** odjezd od budovy školy směr Koněprusy
- **8:30** příjezd na parkoviště u Koněpruských jeskyní – 10 minut cesta k administrativní budově jeskyní, 10 minut rozchod na nákup suvenýrů, 10 minut přesun ke vchodu a čekání na průvodce
- **9:05** prohlídka jeskyní
- **10:15** přesun na prohlídku vrcholu Zlatého koně
- **10:45** sestup do Houbova lomu
- **11:00** Houbův lom – 10 minut výklad a prohlídka lomu, 20 minut sběr zkamenělin, 5 minut časová rezerva
- **11:35** přesun na další lokalitu
- **11:45** Jiráskův lom – 5 minut výklad, 5 minut prohlídka lomu
- **11:55** přesun k lomu Na kobyle
- **12:05** lom na Kobyle – 5 minut výklad, 15 minut prohlídka lomu a geologických zajímavostí, 5 minut časová rezerva
- **12:30 – 12:50** přestávka na svačinu a návrat na parkoviště -10 minut
- **13:00** odjezd do Suchomast
- **13:10** přesun ze Suchomast na Klonk – 10 minut přesun k památníku
- **13:20** památník Klonk – přestávka asi 10 minut, 10 minut cesta k autobusu

- **13:40** odjezd do Berouna- cesta trvá asi 10 minut, 10 minut přesun do geoparku
- **14:00 – 14:45** prohlídka geoparku, 5 minut přesun k autobusu
- **15:15** návrat ke škole a ukončení exkurze

10.2. Koněpruské jeskyně – výuka

Cesta autobusem z Komárova do Koněprus trvá asi půl hodiny. U jeskyní je vyhrazeno parkoviště pro autobusy. Cesta z parkoviště k administrativní budově jeskyní trvá přibližně 5 minut. Po levé straně je krásný výhled na Velkolom Čertovy schody. Po příchodu k administrativní budově zakoupí učitel vstupenky do jeskyní. V jeskyních se smí fotografovat jen za příplatek, proto žáci, kteří mají fotoaparáty s sebou, to musí dopředu nahlásit. Dětem je možné dát chvíli rozchod, aby si mohly zakoupit suvenýry, protože zpět ke stánkům se už vracet nebudeme. Na průvodce se čeká u vchodu do jeskyní, vzdáleného asi 200 metrů od budovy. Přímo u vchodu do jeskyní se nachází neptunická žíla mladší generace, která prostupuje suchomastskými vápenci a je vyplněna materiálem akantopygových vápenců. Vysvětlíme žákům vznik neptunických žil. Žáci vyplní první bod v pracovním listu.

Po příchodu průvodce se odebereme na prohlídku jeskyní. Prohlídka trvá přibližně hodinu. U východu z jeskyní se nachází první informační tabule naučné stezky, která nás seznámí s geologickou stavbou Českého krasu a především vrchu Zlatý kůň na kterém se nacházíme. U tabule jsou lavičky, kde necháme žákům asi 10 minutovou přestávku k vyplnění dalších bodů pracovního listu.

Pokud čas a počasí dovolí, můžeme se vrátit zpět k administrativní budově jeskyní a navštívit ještě Hegertův lom (obr. 15), ve kterém jsou odkryty nejmladší vrstvy koněpruského devonu. Jedná se o hnědé vápnité pískovce a prachovce ostře nasedající na suchomastské vápence. Pokud sestoupíme po svahu na dolní patro, můžeme si prohlédnout další neptunické žíly odkryté v čelní a západní stěně.

Dále pokračujeme k vrcholu Zlatého koně. Zastavíme se u informační tabule s číslem dva, která nás informuje o květeně na Zlatém koni. Na jaře, kdy je exkurze plánovaná, je zde hojně k vidění mochna písečná (*Potentilla arenaria*) a koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *Bohemica*). Možná se žáci pozastaví nad

přítomností klecí, kterých je zde velké množství. Od roku 2005 zde totiž probíhá výzkum studentů katedry botaniky, kteří sledují na těchto plochách vliv pastvy ovcí na chráněné druhy a ohrožená společenstva rostlin. Klece chrání vegetaci před spasením a plochy pod klecemi slouží jako kontrola celého experimentu. Jdeme dále po kamenité cestě a po 150 metrech dojdeme na vrchol, odkud je hezký výhled do okolí. Prohlédneme si akantopygové vápence které tvoří nejvyšší vrstvu Zlatého koně.

Po hřebenu jdeme asi 300 metrů až k vyhlídce, odkud je dobře vidět Velkolom Čertovy schody. Zde se chvilku zastavíme a u informační tabule si povíme o těžbě vápence v této oblasti. Prohlédneme si Velkolom Čertovy schody - východ a žáci se pokusí spočítat lomové etáže. Po kamenité cestě sejdem k informační tabuli číslo pět. Odtud budeme sestupovat do Houbova lomu. Cesta je ale docela nebezpečná, protože vede z prudkého kopce plného kamenů a kořenů. Zvláště po dešti je nutné dávat větší pozor. Děti upozorníme, aby šly opatrně, neběhaly, nestrkaly se. Po 400 metrech dojdeme k plotu, který odděluje Velkolom Čertovy schody od zpřístupněných míst. Jdeme asi 100 metrů kolem plotu, pak zahneme vlevo do lesa a za pár okamžiků se ocitneme v Houbově lomu.

10.3. Houbův lom – výuka

V Houbově lomu si uděláme delší zastávku. Nejprve si povíme o jeho geologické stavbě a zkamenělinách. Za tabulí naučné geologické stezky si prohlédneme balvan tvořený jemnozrnným biogenním vápencem. Krátce pohovoříme o životu v devonských mořích v této oblasti, připomeneme dětem bezpečnostní zásady při práci s kladívkem a necháme je, aby si samy zkusily najít zkamenělinu. V Houbově lomu je povolen sběr zkamenělin jen na haldách, kde je už sediment značně rozlámaný (obr. 16), takže kladívka nebudou ani moc potřeba. Upozorníme žáky, aby se po haldách pohybovali opatrně a nikdy ne nad sebou, aby padající kameny nezranily spolužáky. Sběru zkamenělin můžeme věnovat tak dvacet minut. Úspěšní sběratelé se pak pochlubí svými nálezy spolužákům a pokusíme se nalezené zkameněliny určit.

Na odkryté lomové stěně si prohlédneme vrstevný sled koněpruských a suchomastských vápenců a zezdola se podíváme na původní vchod do jeskyní.

Z Houbova lomu se vydáme dále po naučné stezce, míváme další opuštěný lom, který je už z části zarostlý vegetací. Jdeme asi 500 metrů po louce, u informační tabule číslo sedm se dáme doprava a asi po 200 metrech dojdeme k silnici. Cestou si můžeme všimnout dřevin hojně porostlých terčovníkem zedním (*Xanthoria parietina*). Silnice není moc frekventovaná, tak bezpečně přejdeme na druhou stranu a pokračujeme po louce směrem k lomu Na Kobyle.

10.4. Jiráskův lom -výuka

U silnice nejprve navštívíme opuštěný Jiráskův lom, který je založen v akantopygových vápencích. Lom je už částečně zarostlý vegetací a lze tady dobře pozorovat ekologickou sukcesi. Vysvětlíme si pojem sukcese a prohlédneme si jednotlivé rostliny, které se tu vyskytují. Odlámané plochy skal jsou nejprve osidlovány lišejníky, tady je to hojná především misnička zední (*Lecanora muralis*). Z mechů je průkopnickým druhem rozchodník bílý (*Sedum album*). Po prohlídce lomu pokračujeme dále v cestě podél lesa a asi po 300 metrech se nalezneme nad opuštěným lomem Na Kobyle.

10.5. Kobyla- výuka

Od informační tabule číslo devět sejdem z prudkého svahu na dno opuštěného lomu Na Kobyle. Opět je nutné dbát na bezpečnost při sestupu z kopce.

Shromáždíme se kolem informační tabule, kde je popsána geologická stavba lomu, který založen v masivních sliveneckých vápencích. Zaměříme se na nejzajímavější jev v této oblasti tzv. očkovský přesmyk, který je odkryt podél severovýchodní stěny lomu. Od informační tabule je dobře vidět jak nad světlé nezřetelně vrstevnaté slivenecké vápence nasedají tmavé, vrstevnaté vápence přídolské a lochkovské.

Dále si z blízka prohlédneme Zlomenou jeskyni (Obr. 17) v severovýchodní stěně. Uvnitř jsou krasové jevy, ale do jeskyně je špatně vidět a jelikož je dost vysoko nad zemí není vhodné do ní vstoupovat.

Tady v lomu si uděláme delší pauzu spojenou se svačinou. Z lomu odcházíme asi 50 metrů dlouhou štolou, která je ze začátku původní a lze zde pozorovat drobné zkrasování a dále už je vybetonovaná.

Po východu z tunelu se dáme lesem doleva a pomalu se vydáme zpět k parkovišti u jeskyní, odkud se přesuneme do Suchomast.

10.6. Klonk - výuka

Autobusem se přesuneme do obce Suchomasty. V obci se dáme po silnici směrem na Tmaň, za poslední zahradou odbočíme vpravo a asi po 150 metrech dojdeme ke geologickému památníku pod Klonkem, odkud je nejlepší výhled na odkryté vrstvy hranice siluru s devonem. Žákům vysvětlíme pojem stratotyp a povíme si něco o geologické stavbě Klonku.

10.7. Geopark Barrandien – výuka

Autobusem dojedeme do Berouna. Nejdříve musíme přejít frekventovanou světelnou křižovatkou. Horní branou jdeme směrem k náměstí, kde se nachází budova Muzea Českého krasu. Ze Slapské ulice vejdeme do Geoparku Barrandien. Zakoupíme vstupenky a necháme žáky, aby si geopark pečlivě prošli a vyplnili poslední body v pracovních listech.

V expozici je 23 hornin, které jsou podle geologického stáří rozděleny do 5 skupin.

- **Svrchní proterozoikum** – buližník, spilit, jílová břidlice, dobříšský slepenec
- **Kambrium** – skryjská břidlice, ryolit, šumavský slepenec
- **Ordovik** – granulát, třenická droba, damikrit, prachovec, železná ruda, křemenec
- **Silur** – graptolitová břidlice, vápnitá konkrece, hlavonožcový vápenec, bazaltový tufit, kosovský vápenec
- **Devon** – prachovec, kotýský vápenec, suchomastský vápenec, koněpruský vápenec

Po prohlédnutí geoparku a přečtení informačních tabulí připravíme dětem soutěž v poznávání hornin. Využijeme k tomu vystavené vzorky u východu (Obr.19).

11. Vlastní průběh exkurze

Exkurze byla uskutečněna 10. dubna 2012. Zúčastnilo se jí 32 žáků 9. tříd základní školy T. G. Masaryka v Komárově. Exkurze byla opakovací, témata nerosty, horniny, vnější geologičtí činitelé i geologická minulost byly probrány v hodinách přírodopisu. K přesunu jsme využili objednaný zájezdový autobus.

11.1. Koněpruské jeskyně – exkurze

Ráno 10 minut před osmou hodinou jsme se sešli u budovy školy v Komárově, kde už byl připravený autobus. Po prezenci jsme nastoupili do autobusu. Během cesty jsme zopakovali pravidla bezpečnosti při práci na lokalitách.

Cesta do Koněprus trvala předpokládaných 30 minut. Po cestě k administrativní budově jeskyní si děti prohlédly Velkolom Čertovy schody, na který je hezký výhled. Vysvětlili jsme pojem etáž a žáci spočítali, kolik jich velkolom má. U pokladny dostali žáci 10 minut rozchod, aby si mohli zakoupit suvenýry. Obchůdky se suvenýry jsou u administrativní budovy, ke které jsme se již neměli v plánu vracet, protože po prohlídce jeskyní probíhala trasa po naučné stezce. Po zakoupení vstupenek a lístků na fotografování jsme měli před začátkem prohlídky půl hodiny čas, proto jsme navštívili Hegertův lom, nacházející se asi 150 metrů za administrativní budovou. Prohlédli jsme si neptunické žíly se odebrali ke vchodu jeskyní. Čekání na průvodce jsme si zkrátili prohlédnutím neptunické žíly hned u vchodu a vyplněním prvního bodu pracovního listu.

Průvodce seznámil děti s pravidly chování v jeskyních, důrazně je upozornil, že je zakázáno sahat na krápníkovou výzdobu a konzumovat potraviny. I když se jeskyně nacházejí v blízkosti bydliště žáků, jen asi polovina z nich o jeskyních slyšela a osm je již v minulosti navštívilo. Proto byla prohlídka celkem silným zážitkem. Od první zastávky vybízel průvodce žáky k aktivitě a kladl jim otázky. U rozpadlého krápníku v Proškově dómu se zvedla živá diskuze a bylo vidět, že žáky prohlídka zaujala a sami se ptali na to, co je zajímavé. Prohlídka se nakonec z jedné hodiny protáhla asi na 75 minut.

Na lavičkách před východem z jeskyní žáci vyplnili další body z pracovního listu, prohlédli si informační tabuli a po 5 minutách jsme se vydali k vrcholu Zlatého koně.

Prohlédli jsme si z vrchu Hegertův lom, a po hřebenu jsme šli směrem k vyhlídce u informační tabule číslo šest. Zde jsme si pověděli o těžbě v lomech na Zlatém koni. Zaměřili jsme se hlavně na současný stav těžby a zpracování vápence ve Velkolomu Čertovy schody. Z dálky jsme pozorovali práce v lomu. Žáci vyplnili body 5 -7 v pracovním listu. Při odhadování rozměrů lomu, se některé děti trefily skoro přesně, jiné se o dost zmýlily.

Další zastávkou byl Houbův lom. Cesta k němu byla obtížná, po dešti byl terén bahnitý a kluzký. Upozornili jsme děti, aby se držely zábradlí a dávaly pozor na cestu.

11.2. Houbův lom - exkurze

Po příchodu do Houbova lomu jsme si nejprve pověděli o jeho geologické stavbě. Jelikož se jedná o paleontologickou lokalitu, řekli jsme si, co jsou to zkameněliny a jak vznikají. Docela se povedlo žáky namotivovat k jejich sběru. Ještě společně jsme si přečetli informační a prohlédli balvan z biogenního vápence. Tady žáci vyplnili osmý úkol z pracovního listu. Měli spočítat přibližnou hmotnost balvanu. Nejdřív byly trochu problémy s převodem jednotek a vymyšlením vzorečku pro hmotnost, ale nakonec s pomocí učitelů žáci změřili balvan, spočítali jeho přibližný objem a hmotnost, vše zapsali do pracovního listu.

Pomocí informační tabule jsme nastínili, jak vypadal život v prvohorních barrandienských mořích. Zopakovali žákům bezpečnost práce na lokalitě a ukázali jim, kde se mohou pokusit o nalezení vzorku se zkamenělinou.

Většinu žáků tato práce „rukama“ zaujala. S vervou se vrhli k prohledávání rozlámaného sedimentu. Z plánovaných 20 minut jsme prodloužili hledání zkamenělin na půl hodiny. Většina nalezených vzorků byly pozůstatky mlžů a hlavonožců.

Dále jsme si prohlédli původní vchod do jeskyní, kterým byly objeveny při těžbě vápence, a vydali jsme se k další lokalitě. Prošli jsme kolem opuštěného lomu, který je už z velké části zarostlý vegetací. Cestou k silnici jsme děti upozornili na stromy

obrostlé lišejníkem, některé z nich správně poznaly, že se jedná o terčovník zední (*Xanthoria parietina*). Přešli jsme silnici a po 200 metrech chůze po louce jsme došli k Jiráskovu lomu.

11.3. Jiráskův lom - exkurze

V Jiráskově lomu jsme si přečetli informační tabuli, prohlédli jsme si už z části zarostlý nízký lom založený v akantopygových vápencích. Vysvětlili jsme si pojem ekologická sukcese a prohlédli si pionýrské druhy rostlin, které se tu vyskytují.

11.4. Lom Na Kobyle – exkurze

Pěšky jsme došli k lomu Na Kobyle, u informační tabule nad lomem jsme si přečetli o těžbě vápence v této oblasti. Potom jsme opatrně sestoupili dolů do lomu. Opět jsme upozornili žáky na bezpečnost sestupu, protože cesta byla dost prudká a po dešti klouzala.

V lomu jsme se shromáždili kolem informační tabule odkud je dobrý výhled na celý odkryv očkovského přesmyku. Žáci si jej pozorně prohlédli a pokusili se zakreslit lomovou stěnu do pracovního listu. Podle výkladu nebo s pomocí informační tabule vyplnily děti chybějící slova v textu u dalšího úkolu v pracovním listu.

Poté jsme si šli prohlédnout Zalomenou jeskyni, která se nachází v lomové stěně. Podívali jsme se na pozůstatky Chlupáčovy sluje, která byla místem archeologických nálezů.

V lomu jsme si udělali půl hodinovou přestávku, aby se děti mohly v klidu nasvačit a trochu si odpočinout. Po svačině jsme se vydali na cestu zpět na parkoviště. Prošli jsme štolou, ve které je zkraje vidět drobné zkrasovění, od poloviny je však už vybetonovaná. Aby šly děti opatrně a nezakoply, dostaly před štolou za úkol odhadnout jak je dlouhá. Cesta na parkoviště nám trvala deset minut.

Jelikož jsme se zdrželi jak v jeskyních tak pak v Houbově lomu při sběru zkamenělin, museli jsme vypustit návštěvu Klonku, abychom se stihli v určeném

čase vrátit zpět ke škole. Přesunuli jsme se tedy rovnou do Berouna do Geoparku Barrandien.

11.5. Geopark Barrandien - exkurze

Před prohlídkou jsme žáky seznámili s expozicí geoparku, upozornili je, na co se mají zaměřit a jak mají plnit úkoly v pracovním listu. Celá expozice žáky seznámila s kompletním sledem prvohorních hornin v Barrandienu. U každé horniny si žáci přečetli, z jakého lomu pochází, jaké jsou její základní vlastnosti a také makroskopická struktura. K některým horninám se vztahovaly úkoly v pracovním listu. Výhodou tohoto geoparku je, že si návštěvníci mohou neomezeně horniny osahat. Po domluvě s dozorem geoparku jsme mohli při plnění úkolu číslo 13, kdy měli žáci určit, jakým nerostem jsou vyplněny pukliny v diabasovém tufu využít kyselinu chlorovodíkovou. Nastal totiž rozpor – polovina žáků myslela, že se jedná o křemen, druhá sázela na kalcit. Původně jsme měli dovoleno vyzkoušet to na velkém vzorku, ale nakonec se nám podařilo najít malý kousek tufu se žilkou v kameništi. Tam jsou vzorky různých hornin, které si mohou návštěvníci odnést domů. Zkouška s kyselinou chlorovodíkovou potvrdila, že se jedná o kalcit.

Jak žáci postupně dokončovali prohlídku parku, plnili předposlední úkol v pracovním listu. Měli za úkol poznat dvanáct vzorků barrandienských hornin umístěných u východu z geoparku. Nakonec jsme si společně vše zkontrolovali a opravili chyby. Kdo ještě nevyplnil křížovku, která shrnula celou exkurzi, udělal to zde v geoparku. Expozice žáky celkem zaujala, hlavně vzorky, které obsahovali zkameněliny. Zdrželi jsme se zde asi hodinu.

Zpět ke škole jsme se vrátili v 15:30 a exkurzi ukončili. Její zhodnocení proběhlo druhý den v hodině biologie. Jelikož se exkurze zúčastnili žáci ze dvou tříd, proběhlo shrnutí v každé třídě zvlášť. Děti si vlepily pracovní listy a poznámky z lokalit do sešitů.

12. Závěr

Úkolem diplomové práce bylo vytvořit návrh na realizaci geologické exkurze pro studenty víceletého gymnázia nebo žáky 9. ročníku základní školy do Českého krasu.

Pilotní exkurze byla uskutečněna 10. dubna 2012 se žáky ZŠ T. G. Masaryka v Komárově, jako opakující. Žáci byli v hodině přírodopisu seznámeni s trasou a náplní exkurze, takže po organizační stránce probíhalo vše podle plánu.

Žáci se už od začátku exkurze aktivně zapojovali, projevíli zájem o navštívené lokality. Z tohoto důvodu jsme nabrali časový skluz a museli jsme vypustit návštěvu památníku pod Klonkem odkud je dobrý výhled na celé souvrství.

Největší úspěch měla prohlídka Koněpruských jeskyní a hledání zkamenělin v Houbově lomu. Během exkurze se u dětí podařilo probudit zájem o neživou přírodu. Při plnění úkolů z pracovních listů získali úplně jiný pohled na danou problematiku, což jen dokazuje důležitost zařazení této formy výuky do učebního plánu, i když je to časově a organizačně náročné.

Z reakce žáků bylo patrné, že výběr lokalit byl správný, trasa nenáročná a úkoly v pracovním listu je vedli k samostatné práci. Cíl exkurze se podařilo splnit.

13. Seznam použitých zdrojů

Literatura

ALTMANN, A.; 1972 : *Přírodniny ve vyučování biologii a geologii*. Praha: SPN, 133 s.

BEURLEN, K.; LICHTER, G.; 1997: *Zkameněliny: Zkameněliny bezobratlých živočichů s dodatkem o fosilních obratlovcích a rostlinách*. Praha: Ikar, 287 s.

CÍLEK, V.; MATĚJKA, D.; MIKULÁŠ, R.; ZIEGLER, V.; 2000: *Přírodopis IV. pro 9. ročník ZŠ*. Sciencia, 135 s.

ČERNÍK, V.; MARTINEC, Z.; VÍTEK, J.; 1998: *Přírodopis 4*. SPN, 83 s.

HABĚTÍN, V.; KOČÁREK, E.; TRDLÍČKA, Z.; 1976: *Geologické vědy: přehled mineralogie, petrografie a geologie*. Praha: SPN, str. 237 – 240, str. 324 – 333

HAVLÍČEK, V.; HORKÝ, R.; CHLUPÁČ, I.; ŠNAJDR, M.; 1958: *Průvodce ke geologickým exkurzím do Barrandienu*. Praha: ČSAV, 156 s.

HROMAS, J. a kolektiv; 2009: *Chráněná území ČR. Jeskyně, svazek 14*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 608 s.

CHLUPÁČ, I. a kolektiv; 2002: *Geologická minulost České Republiky*. Praha: Academia, str. 13-150

CHLUPÁČ, I.; 1999: *Vycházky za geologickou minulostí Prahy a okolí*. Praha: Academia, str. 124-136

JAKEŠ, P.; 1999: *Geologie*. Nakladatelství České geografické společnosti,

KOČÁREK, E.; PAVLÍČEK, V.; 1990 *Úvod do všeobecné didaktiky geologie*. České Budějovice: Pedagogická fakulta v Českých Budějovicích, str. 72-75

KVAČEK, Z. a kolektiv; 2000: *Základy systematické paleontologie 1*. Univerzita Karlova v Praze: Karolinum, 228 s.

KVASNIČKOVÁ, D.; JENÍK, J.; FRONĚK, J.; TONIKA, J.; 1999: *Ekologický přírodopis*. Fortuna, 111 s.

MACKOVIČ, P.; 2005 *Chráněná území ČR. Český kras*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

MAŇÁK, J.; ŠVEC, V.; 2003: *Výukové metody*. Brno: Paido, 219 s.

PALIVEC, V.; 1964: *Pověsti Zlatého koně*. Praha: SNDK, 83 s.

PONDĚLÍČEK, M.; 2002: *Český kras včera a dnes*. Karlštejn: Sdružení Přátel Českého krasu, 95 s.

PRANTL, F.; 1942: *Zkameněliny českých pramoří*. Praha: Vesmír, str. 7-16

SVOBODA, J. PRANTL, F.; 1958: *Barrandien: Geologie středočeského siluru a devonu v obrazech*. Praha: ČSAV, str. 9-32

ŠVECOVÁ, M.; MATĚJKA, D.; 2007: *Přírodopis pro základní školy a víceletá gymnázia*. Fraus, 128 s.

Internet

<http://jeskyne.cesky-kras.cz>

<http://kurz.geologie.sci.muni.cz/kapitola8.htm>

<http://www.brdy.info>

<http://www.mapy.cz>

14. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Pracovní listy ke geologické exkurzi

Příloha č. 2 – Zobrazení zájmového území na topografické mapě

Příloha č. 3 – Mapka Koněpruských jeskyní a naučné stezky

Příloha č. 4 - Fotografie

Příloha č.1

Pracovní listy ke geologické exkurzi

PRACOVNÍ LIST

1. Pozorně si prohlédněte *neptunickou žílu* u vchodu do Koněpruských jeskyní a načrtněte její tvar

2. K názvům krápníků nakreslete jejich tvar

STALAKTIT:

STALAGMIT:

STALAGNÁT:

3. Doplňte text

Vznik krasových jeskyní je podmíněn hornin ve vodě. Voda svou schopnost rozpouštět některé horniny umocňuje ještě tím, že v sobě rozpouští Množství oxidu uhličitého, které se ve vodě rozpustí, je přímo úměrné jeho množství v prostředí, kde se voda pohybuje. V prostředí bohatším na oxid uhličitý se ho rozpustí než tam, kde je jeho koncentrace nízká. Pokud se dostane voda z prostředí bohatšího na oxid uhličitý do míst chudších, dochází k jeho z vody.

4. Spojte typy vápenců s patry jeskyní, která jsou jimi tvořena

spodní patro	suchomastské a koněpruské vápence
střední patro	koněpruské vápence
svrchní patro	suchomastské a akantopygové vápence

5. Najděte na některé z informačních tabulí, jaká je nadmořská výška vrchu Zlatá kůň

6. Kolik etáží má Velkolom Čertovy schody – spočítejte

VČS - západ

VČS – východ

7. Odhadněte přibližnou šířku a délku VČS-západ

8. Prohlédněte si balvan za informační tabulí geologické stezky. Zkuste vypočítat jeho hmotnost, pokud víte, že hustota vápence je 2500g/cm^3

9. Zakreslete, jak přibližně vypadá lomová stěna v lomu Na Kobyle a vyznačte průběh očkovského přemyku

10. Doplňte text

Očkovský přesmyk je porucha, jejíž délka se odhaduje na
Při vrásnění došlo k přesunu starších přídolových a vápenců
přes mladší vápence

11. Jaký je rozdíl mezi nerostem a horninou

12. Prohlédněte si břidlici, do které skupiny hornin ji řadíme?

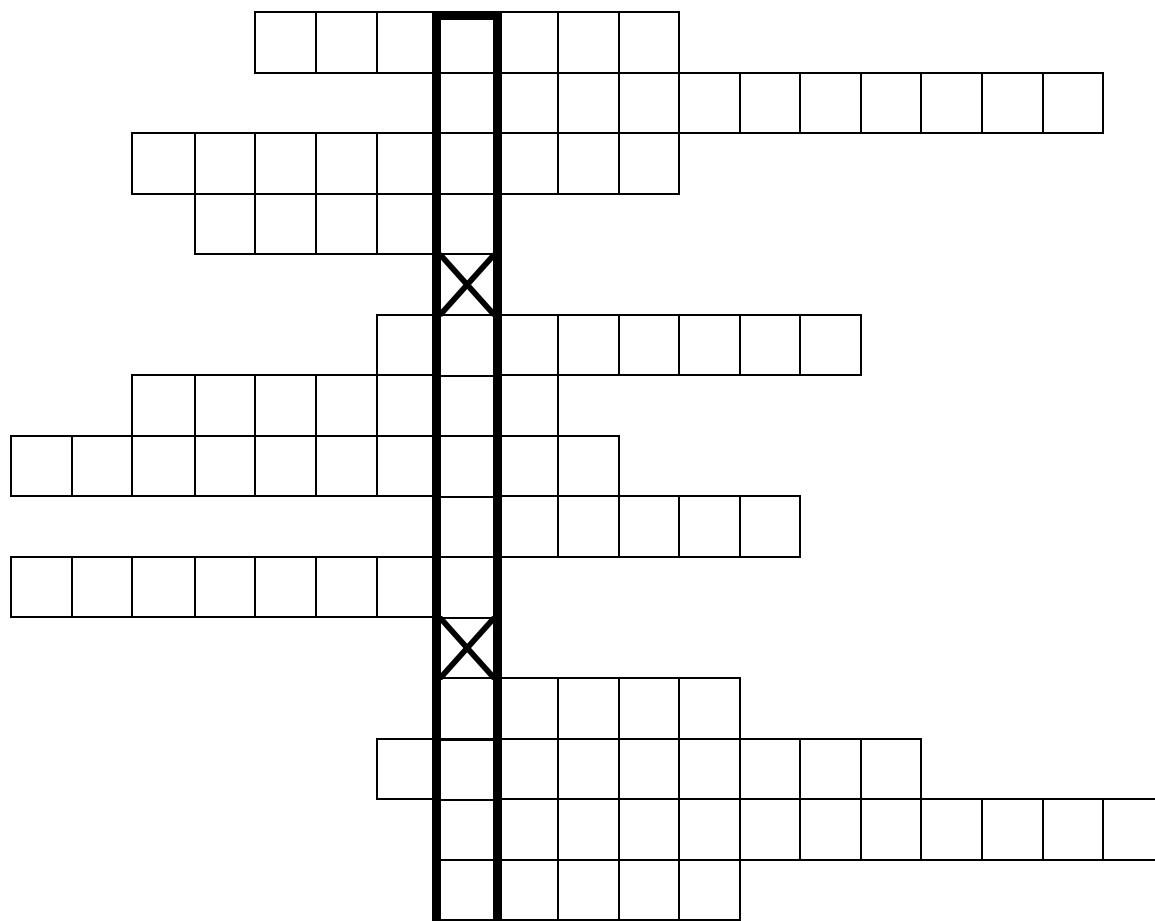
**13. Prohlédněte si pozorně diabasový tuf, jakým nerostem jsou vyplněny
pukliny?**

14. Jak staré jsou barrandienské horniny?

15. Pokuste se určit horniny, postupujte zprava doleva

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)
- h)
- i)
- j)
- k)
- l)

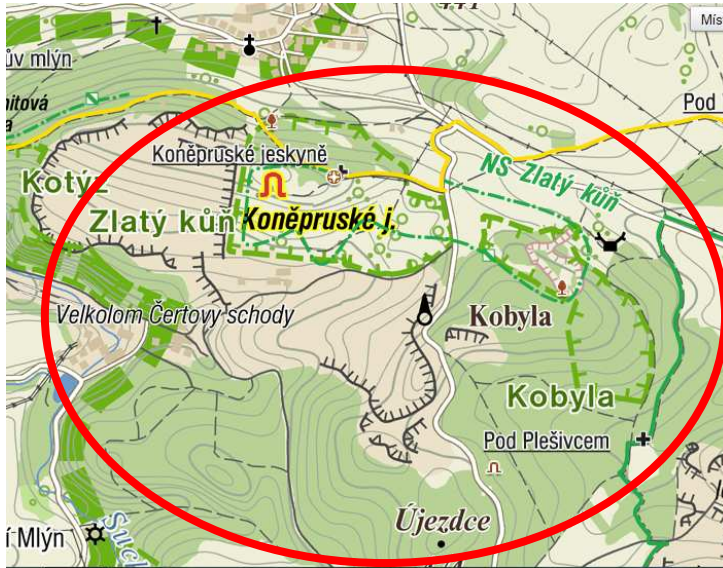
32. Doplňte křížovku



- osidlování odlámaných ploch hornin novými organismy se nazývá ekologická
- z vápence vytěženého ve VČS se vyrábí
- krápník rostoucí ze stropu se nazývá
- prvotní dlouhý krápník se nazývá
- tektonická porucha odkrytá v lomu Na Kobyle se nazývá přesmyk
- ve Velkolomu Čertovy schody se těží
- masivní našedivělé vápence tvořící spodní patro Koněpruských jeskyní se nazývají
- hlavním horninotvorným minerálem vápence je
- jedním ze zvířat, jejichž kosterní pozůstatky se našly v Koněpruských jeskyních, byl nosorožec
- vrch, který byl vyhlášen světovým stratotypem mezi silurem a devonem se nazývá
- živočich, jehož pozůstatky se nacházejí ve vzorku kosovské břidlice v geoparku, se nazývá
- vápence tvořící Jiráskův lom se nazývají
- prvohorní útvar, tvořící podloží devonských vrstev se nazývá

Příloha č. 2

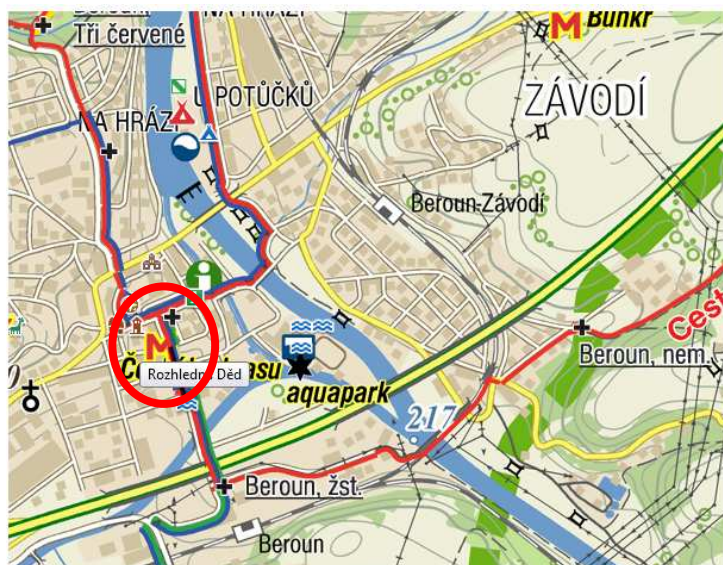
Zobrazení zájmové oblasti na topografické mapě



Obrázek 8: Umístění NPP Zlatý kůň a PP Kobyla na mapě. Zdroj: <http://www.mapy.cz>



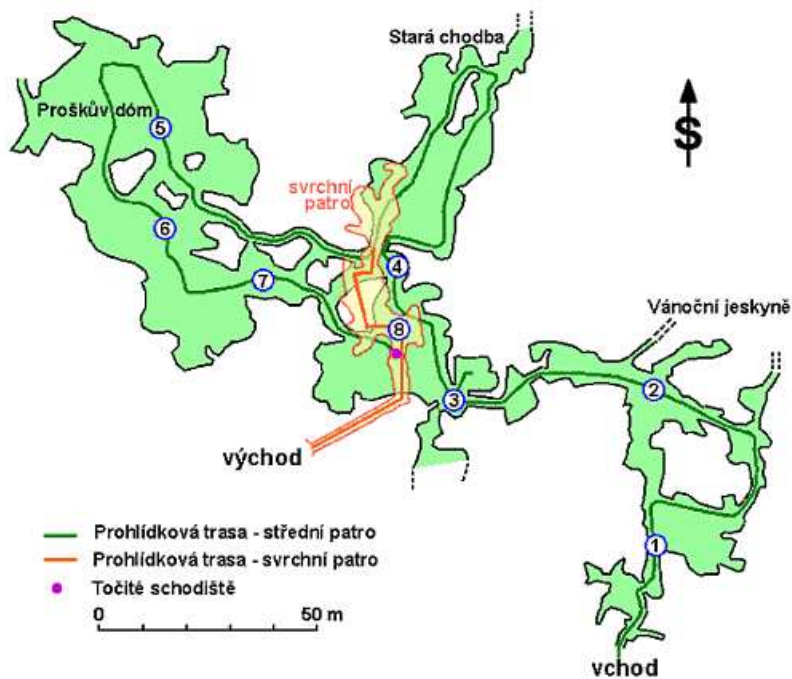
Obrázek 9: Umístění PP Klonk na mapě. Zdroj: <http://www.mapy.cz>



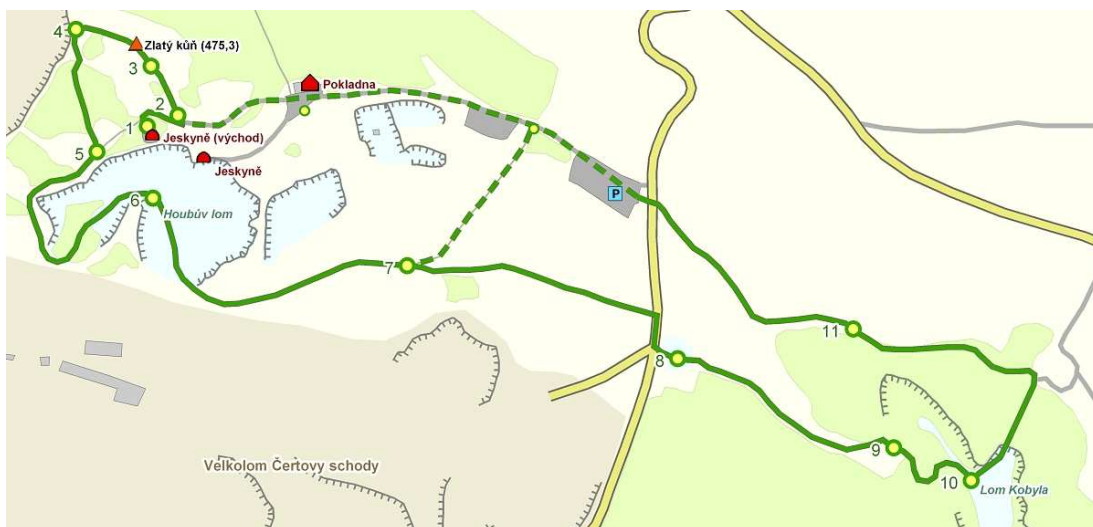
Obrázek 10: Zobrazení Muzea Českého krasu v Berouně na mapě. Zdroj: <http://www.mapy.cz>

Příloha č. 3

Mapka Koněpruských jeskyní a naučné stezky



Obrázek 11: Mapka prohlídkové trasy Koněpruských jeskyní. Zdroj: <http://jeskyne.cesky-kras.cz>



Obrázek 12: Mapka trasy naučné stezky. Zdroj: <http://jeskyne.cesky-kras.cz>

Příloha č. 4

Fotografie



Obrázek 13: Pohled na Velkolom Čertovy schody východ ze Zlatého koně. Foto autorka 2012



Obrázek 14: Pohled na Velkolom Čertovy schody západ. Foto autorka 2012



Obrázek 15: Hegertův lom. Foto autorka 2012



Obrázek 17: Místo sběru zkamenělin v Houbově lomu. Foto autorka 2012



Obrázek 16: Zlomená jeskyně v lomu Na Kobyle. Foto autorka 2012

