

Univerzita Palackého v Olomouci
Pedagogická fakulta

Bakalářská práce

**Dvě celodenní komplexní geologické
exkurze pro žáky ZŠ do okolí Vrbna
pod Pradědem**

Michaela Malíková

Katedra biologie

Vedoucí práce: doc. RNDr. Jiří Zimák, CSc.

Studijní program: PREVma-AJmi

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Dvě celodenní komplexní geologické exkurze pro žáky ZŠ do okolí Vrbna pod Pradědem vypracoval(a) samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato bakalářská práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Datum

.....

podpis

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování panu doc. RNDr. Jiřímu Zimákovi CSc. za jeho cenné rady a trpělivost při vedení mé bakalářské práce.

OBSAH

1. ÚVOD.....	4
2. VÝZNAM GEOLOGICKÝCH EXKURZÍ VE VÝUCE ZŠ.....	5
3. METODY.. ..	8
4. JEDNODENNÍ GEOLOGICKÁ EXKURZE V ÚSEKU VRBNO POD PRADĚDEM – KARLOVA STUDÁNKA	
4.1. GEOLOGICKÁ STAVBA ÚZEMÍ	9
4.1.1. Český masiv a Karpatská soustava.....	9
4.1.2. Moravskoslezská oblast (moravosilezikum).....	10
4.1.3. Silesikum (jednotka keprnicko-desenská)	11
4.1.4. Desenská skupina	13
4.1.5. Vrbenská skupina	14
4.2. TRASA EXKURZE	15
4.2.1. Rudní ložisko Ludvíkov.....	17
4.2.2. Rudní ložisko Hláska	22
4.2.3. Geologická expozice v Karlově Studánce	26
4.2.4. Vodopád Bílé Opavy v Karlově Studánce	27
4.2.5. Rolandův kámen	28
5. JEDNODENNÍ GEOLOGICKÁ EXKURZE NA ZLATOHORSKO A ŽULOVSKO – ČÁST ZLATOHORSKO	
5.1. GEOLOGIE A HISTORIE ZLATOHOŘSKÉHO RUDNÍHO REVÍRU	31
5.2. TRASA EXKURZE	38
5.2.1. Poštovní štola.....	39
5.2.2. Hornická ložiska zlata Marie Pomocná I.....	42
6. JEDNODENNÍ GEOLOGICKÁ EXKURZE NA ZLATOHORSKO A ŽULOVSKO – ČÁST ŽULOVSKO	
6.1. GEOLOGIE ŽULOVSKÉHO PLUTONU	46
6.2. TRASA EXKURZE	48
6.2.1. Korálové jámy u Andělských domků	49
6.2.2. Lom na Boží hoře u Žulové.....	51
6.2.3. Borový vrch u Žulové	53
7. ZAJÍMAVÁ NEGEOLOGICKÁ MÍSTA V OBLASTI EXKURZÍ	
7.1. POUTNÍ KOSTEL PANNY MARIE POMOCNÉ	56
7.2. ZLATÉ HORY	57
7.3. KARLOVA STUDÁNKA	58
7.4. ŽULOVÁ	59
8. ZÁVĚR	61
LITERATURA A DALŠÍ INFORMAČNÍ ZDROJE	62

1. Úvod

Zájmovou oblastí bakalářské práce je Jesenícko. Toto území je z hlediska školních exkurzí zajímavé z mnoha pohledů. Jednak zde probíhal pestrý a zajímavý geologický vývoj, který zanechal výrazné i méně výrazné stopy v krajině. Dále se jedná o území, ve kterém probíhala od nepaměti hornická činnost až do současnosti. Také důlní činnost zanechala v zájmové oblasti nepřehlédnutelné stopy. Těžba probíhá i v současnosti zejména těžba granitu. V minulosti se dobývalo především zlato a měď.

Exkurze jsou součástí moderního pedagogického procesu. V bakalářské práci jsou navrhovány dvě trasy jednodenní školní exkurze. První probíhá z Ludvíkova do Karlovy Studánky a druhá zahrnuje oblast Zlatohorska a Žulovska.

Cíle práce jsou:

- Prostudovat, prohlédnutí a posléze zhodnotit tři až čtyři vybrané lokality vhodné pro provedení jednodenní terénní exkurze žákům II. stupně ZŠ (v souladu se zadáním tyto exkurzní trasy budou dvě).
- V zájmovém území takto určit trasy, kudy budou probíhat exkurze pro žáky ZŠ.
- Zhodnotit didaktické možnosti a určit na těchto trasách vhodné zastávky k rozvinutí výukového procesu.
- Pomocí studia literárních zdrojů a odborných publikací zhodnotit informace o geologické stavbě zájmového území.
- Provést vlastní dokumentaci lokalit zařazených do exkurzních tras.

2. Význam geologických exkurzí ve výuce na ZŠ

Exkurze je organizační forma výuky, která se uskutečňuje jako řízené pozorování v originálních provozních podmínkách, tedy v takovém prostředí, které by se žákům a studentům obtížně zpřístupňovalo jiným způsobem, nebo které se učitel žákům snaží přiblížit pro prohloubení teoretických poznatků a konfrontovat je s praxí. (Králíček a Bílek, 2004)

Exkurze tedy může umožnit žákům, aby lépe pochopili problematiku dané výuky. Měla by to být forma výuky, která žáky více zaujme. Nenásilnou formou prostřednictvím exkurze žáci mohou získat znalosti, aniž by zpozorovali, že probíhá výuka.

V dnešní době jen pobyt na čerstvém vzduchu je pro žáky přínosem. Učitel může poznávat své studenty v jiném prostředí než školním. Žáci se při pobytu v přírodě uvolní a chovají se jinak než ve škole. Na druhé straně i žáci mohou poznat učitele za jiných okolností. Vztahy mezi žáky i mezi žáky a učitelem se mohou upevňovat.

Výhodou komplexních geologických exkurzí je možnost mezioborového vzdělávání. Žáci mají být vedeni, aby při exkurzi uplatnili poznatky z více předmětů. Jedná se o předměty jako biologie, ekologie a zoologie dále o předměty do jisté míry příbuzné fyzika, chemie, zeměpis, ale i obory vzdálenější jako je dějepis a český jazyk.

Během exkurze si mohou žáci prohloubit svůj vztah k přírodě a ekologickým otázkám.

Aby byla exkurze úspěšná, musí být řádně připravena, tedy je nutno připravit trasu a vhodnou náplň exkurze. Návrh jednotlivých fází exkurze podle Štorkána (2004):

1. Učitel stanoví trasu exkurze.
2. Učitel trasu exkurze prostuduje teoreticky i prakticky.
3. Učitel si připraví o exkurzi vystoupení před žáky.

4. Učitel připraví žáky na exkurzi tak, že je seznámí s tím, co na exkurzi pravděpodobně uvidí, co by mohli vidět a co neuvidí, i když se to v rámci trasy exkurze vyskytuje.
5. Učitel seznámí žáky s problémy bezpečnosti, stravování a oblečení na exkurzi, a dále pomůckami, které je třeba na exkurzi vzít.
6. Učitel stanoví čas exkurze a případně si připraví pracovní listy.
7. Vlastní exkurze.
8. Vyhodnocení exkurze včetně pracovních listů, popřípadě zápis o exkurzi, výstavky nalezených přírodnin apod.

Jako *conditio sine qua non* je, aby si učitel trasu exkurze po teoretické přípravě sám prošel. Učitel musí být připraven na exkurzi nejen po stránce odborné, ale i organizační.

V hodině před exkurzí by žáci měli být seznámeni s trasou a náplní exkurze a také s časovým plánem. Dále by měli být seznámeni s vybavením potřebným pro exkurzi, včetně vhodného oděvu a obuvi do terénu. Musí být zdůrazněna bezpečnost práce a dodržování pravidel v průběhu exkurze. Učitel také musí seznámit žáky s nutností dodržování zásad chování v přírodě, a zvláště v případě, kdy exkurze bude vedena do CHKO.

Exkurze je rozdělována podle různých kritérií. Z hlediska časové lokalizace může být předběžná a následná. V této bakalářské práci je zvolena exkurze následná.

Při exkurzi lze výhodně použít následující metody výuky:

1. Pozorování
2. Rozhovor
3. Demonstrace

Pozorování. Pozorování se týká věcí a jevů, které poskytuje sama příroda, které nepřipravujeme. Jedná se o jednu z metod poznávání nových poznatků, jež vzniká spojením smyslového vnímání s myšlením. (Činčera et al., 2019)

Pozorování v přírodě poskytuje studentům komplexní materiál, umožňuje uvědomění si rozmanitosti a různorodosti forem přírody, analyzování jevů, řešení určitých úkolů nebo otázek, v terénu pak vyžaduje určitý soubor poznatků. (Činčera, et al., 2019)

Při pozorování si obvykle žáci všimají věcí, které jsou na první pohled patrné, ale nemusí být podstatné. Proto při pozorování studenty ovlivňujeme, aby se zaměřili nejprve na celek a postupně i na jednotlivé části a měli by nalézt jevy podstatné na sebe navazující a tím získali správný pohled na zkoumanou věc.

Další metodou, která se při exkurzi využívá, je rozhovor. Rozhovor je důležitou součástí výuky při exkurzi. Jednak při něm navazujeme kontakt s jednotlivými žáky a umožňuje nám lépe poznat jejich názory, vědomosti.

Další metodou je potom demonstrace. Při exkurzi můžeme pozorovat horniny a nerosty v jejich přirozeném prostředí. Opět využíváme možné aktivity žáků a vedeme je k zachování určité posloupnosti při nalézání jednotlivých znaků.

Při exkurzi můžeme využít také řešení úkolů, které zadáme žákům v hodině před exkurzí nebo které vyplynou z průběhu exkurze. Závěrem je nutno ještě jednou zdůraznit nutnost správného výběru trasy, to je vybrat dostatečně atraktivní místo, trasa by měla být přiměřeně dlouhá, obsahovat místa, která chceme využít k výuce. Profil trasy by měl odpovídat věku a fyzické zdatnosti žáků. Pokud možno měl by se vyhýbat nebezpečným místům. Po odborné stránce je třeba ještě jednou zdůraznit, že by výuka při exkurzi neměla být monologem učitele. Mělo by se využívat aktivity žáků. Výuka by měla být přiměřená mentálnímu a fyzickému stavu žáků. Neměla by být vyčerpávající.

3. Metody

V rámci literární rešerše jsem se věnovala geologii území mezi Vrbnem pod Pradědem a Karlovou Studánkou se zaměřením na desenskou a andělskohorskou skupinu (1. jednodenní exkurze). Dále jsem se zabývala geologickou stavbou a historií zlatohorského rudního revíru a geologickou charakteristikou žulovského plutonu a jeho ekonomickým významem (2. jednodenní exkurze).

Během terénní etapy jsem vyhodnotila vybrané exkurzní lokality a zároveň jsem posoudila jejich vhodnost pro exkurze se žáky základních škol. Při jednotlivém zpracování lokalit jsem se věnovala jejich charakteristice na základě literární rešerše, tu jsem doplnila o poznatky, které jsem získala během práce v terénu a současně upozornila na zajímavé jevy vyskytující se v daných lokalitách a na možné aktivity, zpestřující exkurzi.

4. Jednodenní geologická exkurze v úseku Vrbno pod Pradědem – Karlova Studánka

4.1. Geologická stavba území

4.1.1. Český masív a Karpatská soustava

Území našeho státu patří z regionálního hlediska ke dvěma velkým celkům s odlišnou geologickou minulostí: Čechy a většina Moravy a Slezska jsou součástí Českého masívu, východní část Moravy a Slezska patří vnější okrajové části Západních Karpat. (Chlupáč, 2011)

Vezmeme-li jako hlavní a rozhodující kritérium stáří posledních horotvorných procesů, potom je Český masív troskou hercynského tektogénu, který probíhal napříč Evropou od Pyrenejského poloostrova až k Černému moři. (Mísař, Dudek et al., 1983) Český masív pokračuje na J do podloží alpské předhlubně a patrně i dále do rakouské části Alp. Podobně je tomu i na V, kde je masív podkladem přilehlé části Západních Karpat. Hranici mezi ním a karpatskou soustavou je možno určovat buď podle projevů hlubinné stavby, nebo jednodušeji podle dosahu zvrásněných formací karpatské soustavy. (Mísař, Dudek et al., 1983)

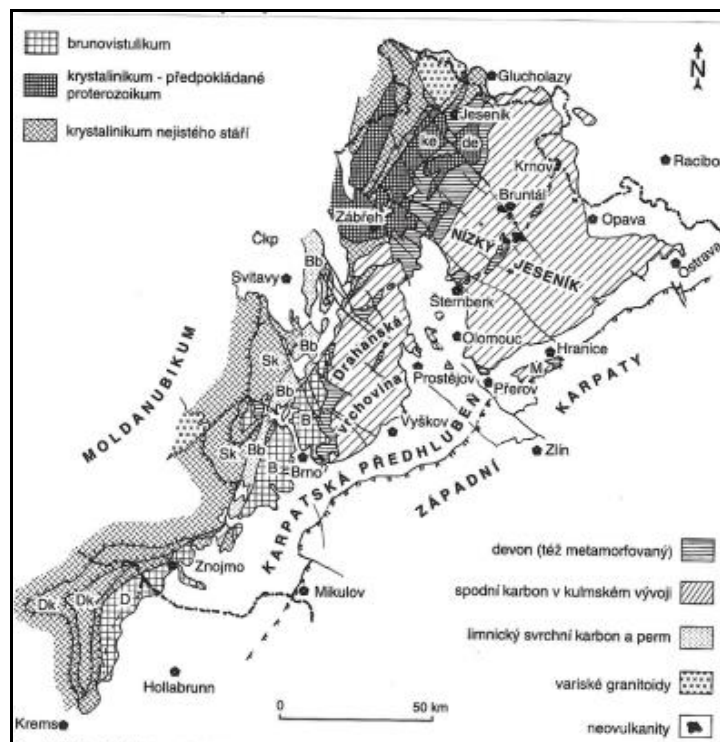
Podle Stilleho (1924) náleží Český masív k Meze Evropě, tedy velkému orogennímu pásmu konsolidovanému koncem paleozoika v hercynském (variském) geotektonickém cyklu.

Fundament Českého masívu je dělen do pěti hlavních oblastí, tvořených horninovými celky, které vznikly před nebo v průběhu variského vrásnění. Těmito oblastmi jsou: oblast moldanubická (moldanubikum), oblast středočeská (bohemikum, nebo též tepelsko-barrandienská oblast), oblast sasko-durynská (saxothuringikum), oblast západosudetská (lugikum) a oblast moravskoslezská (moravosilezikum).

4.1.2. Moravskoslezská oblast (moravosilezikum)

Moravskoslezská oblast je východní částí Českého masivu (obr. 1), která vedle složitého předdevonského vývoje prodělala „geosynklinální vývoj“ během devonu a spodního karbonu a byla během variských horotvorných pochodů zvrásněna a v některých úsecích i regionálně metamorfována. Nepochybná přítomnost alpinotypních horotvorných pochodů spojených s metamorfózou variského stáří (alpinotypní zóna moravskoslezská) a druhá etapa tzv. geosynklinálního vývoje, daná vznikem flyšových sedimentů (variské flyšové pásmo), opravňují její samostatné postavení ve stavbě Českého masivu. (Mísař, 1965)

Silezikum geograficky zaujímá tedy východní okraj Rychlebských hor, Hrubý a Nízký Jeseník (včetně Oderských vrchů), Drahanskou vrchovinu, Brněnskou vrchovinu a východní okraj Českomoravské vrchoviny, Třebovské mezihoří a východní okraj Kralického Sněžníku. (Mísař, 1965)



Obr. 1. Zjednodušená geologická mapa moravskoslezské oblasti (Chlupáč et al., 2011)

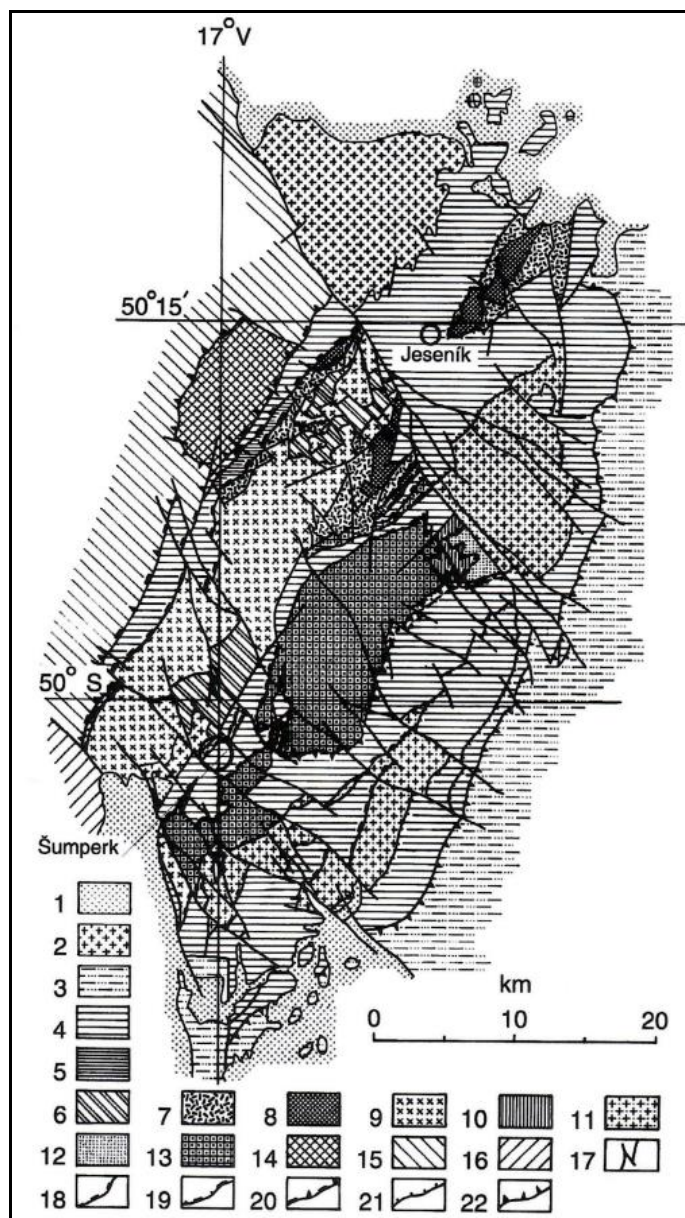
4.1.3. Silesikum (jednotka keprnicko-desenská)

Oblast, ve které probíhá exkurze Vrbno pod Pradědem – Karlova Studánka se nachází v oblasti silezika.

Jednotku keprnicko-desenskou lze dobře vymežit regionálně, stejně tak lze celkem bezpečně sledovat její předdevonský devonský vývoj. Západní hranicí silezika je ramzovské nasunutí. Východní omezení keprnicko-desenské jednotky je dáno zřetelně stykem metamorfítů „vrbenské série“ (tj. vrbenské skupiny) s břidlicemi a drobami andělskohorských vrstev. Na jihu je keprnicko-desenská jednotka oddělena bušínskou poruchou od zábřežské skupiny (lugikum). Severní ohraničení jednotky je pouze zčásti tektonické pokračování okrajového zlomu sudetského, který ji odděluje od žulovského plutonu. V severovýchodní části tvoří horniny keprnicko-desenské jednotky plášť žulovského plutonu a dále k severu jsou na území Polska překryty mladšími terciárními a kvarterními sedimenty – viz obr. 2. (Mísař, 1965, Grygar, 2015)

Podle Chlupáče (2011) se severní část (Hrubý Jeseník, Nízký Jeseník, hornoslezská pánev) moravskoslezské oblasti dělí na tyto jednotky (obr. 2):

1. jednotka velkovrbenská
2. Zóna Branné
3. Keprnická „klenba“
4. Zóna Červenohorského sedla
5. Desenská „klenba“



Obr. 2. Zjednodušená geologická mapa sílesika včetně velkovrbenské jednotky: 1. terciér, 2. variské granity a granodiority, 3. spodnokarbonské andělskohorské souvrství, 4. devon, vrbenská skupina a skupina Branné, 5. paleozoikum, sešupinatělé křemeno-živcové mylonity, různé fylity a mramory, 6. biotitické ruly s pásy, vložkami a polohami erlanu, 7. staurolitové a sillimanitové ruly a svory, 8. neoproterozoické metadacity, metaryolity, 9. Keprnická ortorula, neoproterozoická, 10. fylonity, bradlo Pradědu, 11. metagranodiority až ortoruly, neoproterozoické a kambrické, 12. skupina Videlského potoka, 13. retrográdně metamorfované ruly a migmatity, amfibolity aj., paraautochton, 14. velkovrbenská jednotka, 15. staroměstské pásmo, 16. zábřežský úsek novoměstsko-zábřežské jednotky, 17. zlom, 18. poklesový zlom s mírným sklonem, 19. násun, přeměněný v poklesový zlom s mírným sklonem, 20. hlavní násun, přeměněný v poklesový zlom s mírným sklonem, 21. vedlejší násun, 22. hlavní násun. (Cháb et al., 2020)

Zájmové území exkurze se nachází v CHKO Jeseníky. Převážná část území leží v geomorfologickém celku Hrubý Jeseník s podcelky Keprnická hornatina, Medvědská hornatina a Pradědská hornatina. Posláním CHKO je ochrana krajiny, jejího vzhledu a jejích typických znaků tak, aby tyto hodnoty vytvářely vyvážené životní prostředí. (Šafář et al., 2003)

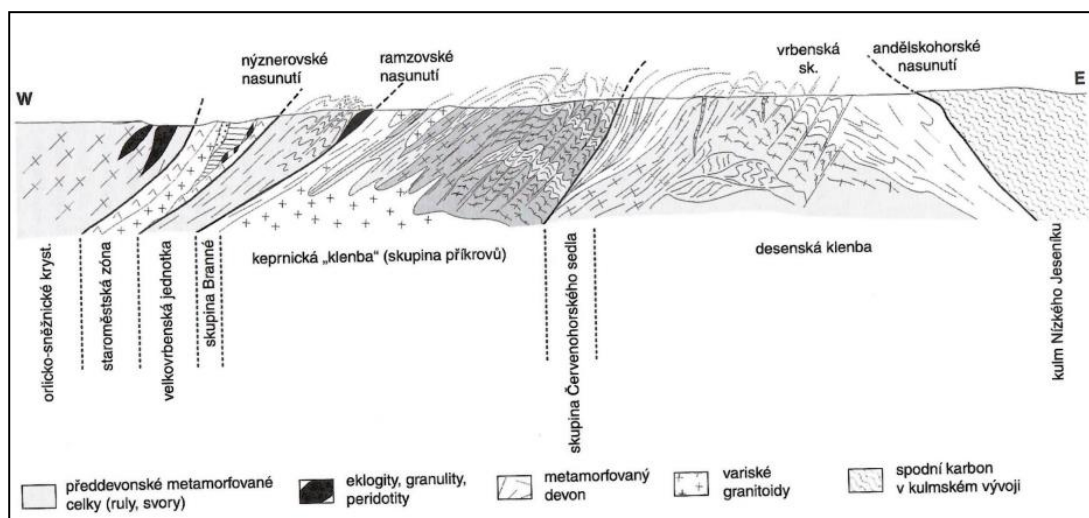
Exkurze probíhá z hlediska geologického oblasti vrbenské jednotky a desenské skupiny. Součástí této oblasti je i andělskohorské souvrství, které však patří již do kulmu Nízkého Jeseníku.

4.1.4. Desenská skupina

Desenská „klenba“ je v jádře tvořena patrně přepracovanými horninami brunovistulika, obklopenými na v. a z. straně paleontologicky doloženými devonskými horninami vrbenské skupiny. Ty jsou progresivně metamorfované od chloritové zóny až po sillimanitovou metamorfní zónu. (Chlupáč et al., 2011)

Základem desenské skupiny jsou monotónní biotitické a dvojslidné ruly, slabě migmatitizované, které místy obsahují pestřejší vložky, jako amfibolity, kvarcity, popř. erlany. To platí zvláště pro styk keprnické a desenské klenby v koutském synklinoriu. Horniny ortorulového vzhledu a okaté a perlové migmatity jsou také součástí desenské skupiny, avšak jejich rozšíření (např. v tzv. kře Orlíku) je ve srovnání s rozšířením těchto hornin v keprnické „klenbě“ nesrovnatelně menší – obr. 3. (Mísař et al., 1983)

Desenská skupina tvoří celou východní část Hrubého Jeseníku. Je rozdělena mladými příčnými poruchami do několika segmentů, které jsou seskupeny ve dvou větších krátech. Hranici mezi nimi tvoří bělský zlom. Jižně od něj je kra pradědská, v níž jsou zastoupeny horniny z vyšší části jádra. Severně od zlomu je kra Orlíku, obnažená denudací do větších hloubek. (enviweb.cz)



Obr. 3. Schématický geologický profil Hrubým Jeseníkem (Chlupáč et al., 2012)

4.1.5. Vrbenská skupina

Největších mocností dosahují devonské uloženiny v Hrubém Jeseníku, kde tvoří přes 1000 m mocnou vrbenskou skupinu. (Chlupáč, 2011)

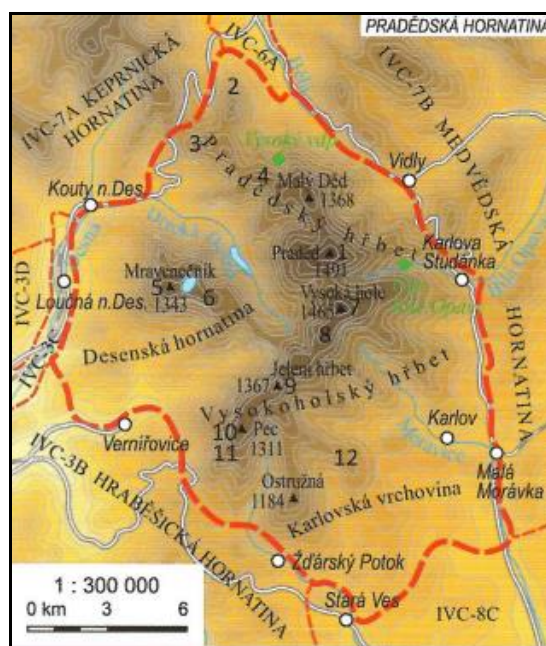
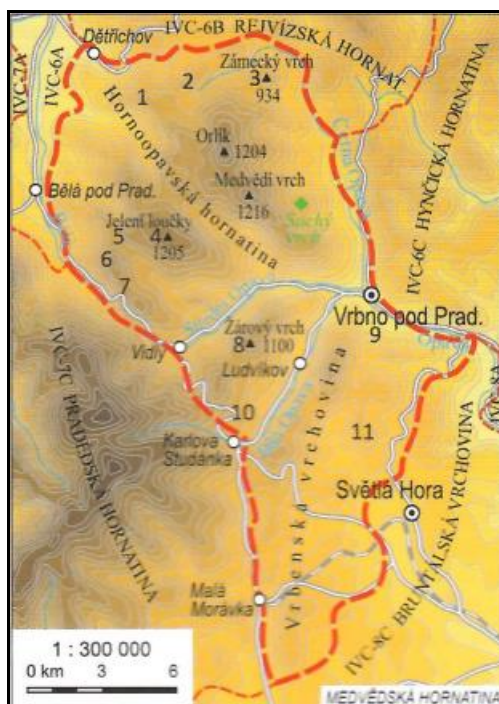
Horniny vrbenské skupiny tvoří plášť jaderného krystalinika desenské klenby. Je rozšířeno na východních svazích Hrubého Jeseníku a zasahuje daleko na jih k Libině a Uničovu. Na sever pokračují přes Vrbno pod Pradědem k Zlatým Horám a stáčejí se k západu, kde jsou severojižním ondřejovickým zlomem odděleny od západního úseku vrbenské skupiny, označované dříve jako „rejvízská série“. (enviweb.cz, Grygar 2015)

V nadloží vrbenské skupiny vystupují horniny tzv. andělskohorského příkrovu, náležející k andělskohorského a hornobenešovskému souvrství. Andělskohorské souvrství spočívá bezprostředně na vrbenské skupině. Andělskohorské souvrství obsahuje horniny moravskoslezského kulmu a nachází se na rozhraní Hrubého a Nízkého Jeseníku. Stáří tohoto souvrství je odhadováno na spodní tournai až střední visé (Kumpera, Martinec, 1995), případně je počátek jeho sedimentace kladen již do devonu. Jedná se o gradačně zvrstvené rytmy složené z prachovců, jílových břidlic a jemnozrnných, tmavošedých drob. Droby obsahují vložky gravelitových konglomerátů a v jílových břidlicích se místy nachází složky parakonglomerátů. (Zapletal et. al., 1989)

4.2. Trasa exkurze

První zvolená exkurzní trasa je mezi obcí Ludvíkov a Karlova Studánka. Trasa se nachází v oblasti Hrubého Jeseníku, který je druhým největším pohořím v ČR. Jedná se o tzv. kerné pohoří – tektonicky vyzdvižené kry, které jsou omezeny zlomy. Nejvyšším vrcholem je Praděd (1491,3 m n.m.).

Oblast Ludvíkova se vyskytuje v oblasti Medvědské hornatiny (obr. 4). Představuje soustavu dílčích hrástí a prolomů. V náhorních polohách se omezeně uchoval plošinatý georeliéf. V detailech dotvářejí povrch kryogenní útvary, zejména mrazové sruby, kryoplanační terasy a kamenná moře. (Bína a Demek, 2012) Její povrch se zdvihá nejvýše v rozsochovitém hřbetu (Žárový vrch, 1100 m) vybíhajícím u Karlovy Studánky z Pradědské hornatiny (obr. 5). (Bína a Demek, 2012) Pradědské hornatina je součástí druhého nejvyššího pohoří ČR, Hrubého Jeseníku.



Obr. 4. Medvědská hornatina (Bína a Demek, 2012) Obr. 5. Pradědská hornatina (Bína a Demek, 2012)

Průběh exkurze:

Vrbno pod Pradědem-Ludvíkov (autobusová zastávka Stonožka) - rudní ložisko Ludvíkov – rudní ložisko Hláska – geologická expozice v Karlově Studánce- vodopád Bílé Opavy v Karlově Studánce – Rolandův kámen

Doprava:

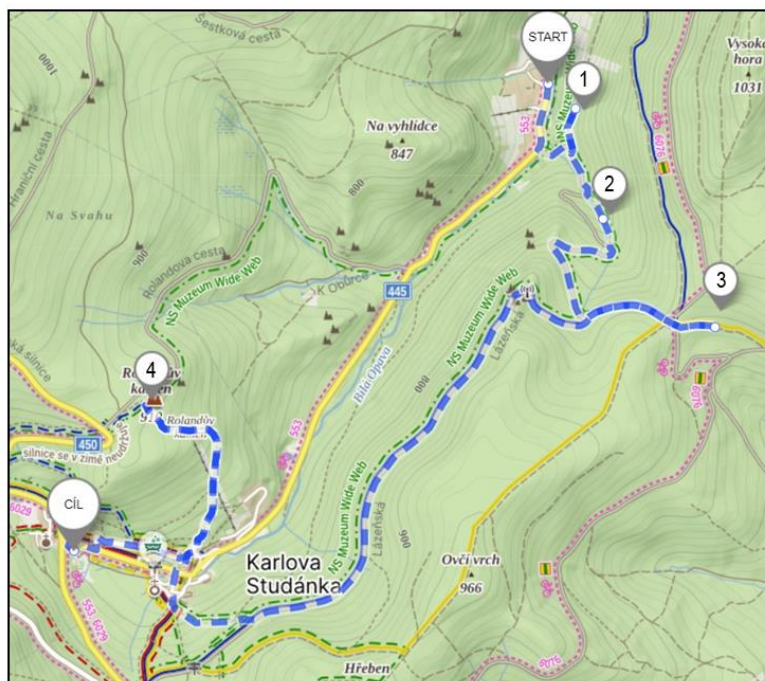
Cesta tam: linkový autobus ze zastávky Vrbno pod Pradědem, centrum →autobusová zastávka Ludvíkov, rest. Stonožka

Cesta zpět: autobusová zastávka Karlova Studánka, dolní parkoviště →autobusová zastávka Vrbno p. Pradědem, centrum

S sebou: Žáci si s sebou vezmou vhodnou obuv a oblečení do terénu, pláštěnku, pokrývku hlavy, svačinu a pití (na celý den), přiměřený finanční obnos (200,-Kč, možnost nákupu v KS). Dále si studenti vezmou poznámkový sešit, propisovací tužku.

Průběh exkurzní trasy:

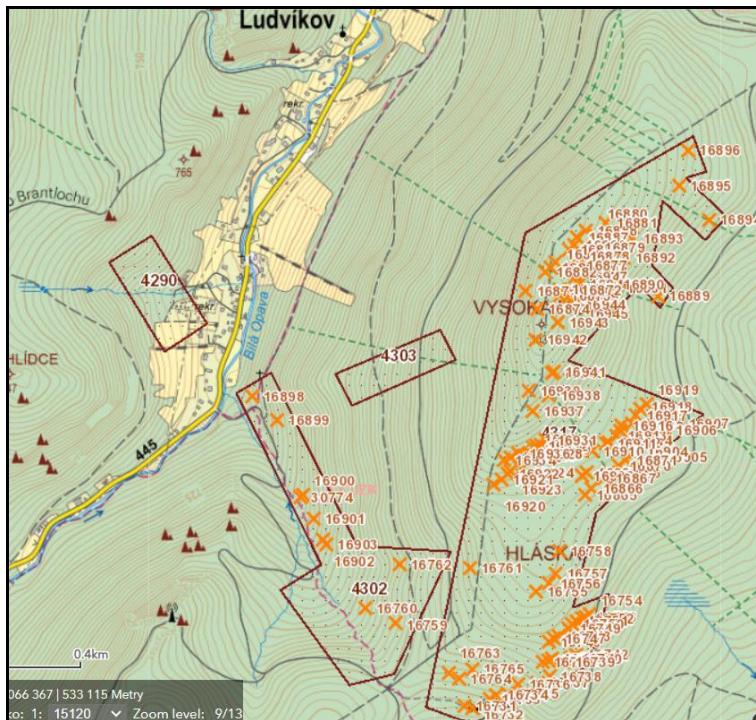
Trasa exkurze začíná ve obci Ludvíkov (přesněji u restaurace Stonožka), odtud se vydáme po silnici na horní konec Ludvíkova, kde přejdeme řeku Bílou Opavu a dále pokračujeme po lesní cestě směrem na Karlovu Studánku. Trasa vede po naučné stezce Muzeum Wide Web. V případě naučné stezky Muzeum Wide Web jde o trasu dlouhou cca 27 km, která vede pře obce Malá Morávka, Karlova Studánka, Ludvíkov, Vrbno pod Pradědem a končí v Karlovicích (na trase je 17 zastavení, které se kromě muzejních expozic zaměřují také na historii a zajímavosti oblasti). Na obrázku 6 je průběh exkurzní trasy znázorněn modrou přerušovanou čarou a vyznačen je start, jednotlivé exkurzní lokality a cíl.



Obr. 6. Trasa exkurze Ludvíkov – Karlova Studánka (start- aut. zast. Stonožka, 1. odvaly rud, 2. ložisko Ludvíkov, 3. ložisko Hláška, 4. Rolandův kámen, cíl-geologická exkurze) (zdroj: www.mapy.cz, 2024)

4.2.1. První zastavení: rudní ložisko Ludvíkov

Nad jižním koncem Ludvíkova se v údolí kudy protéká řeka Bílá Opava nachází mnoho pozůstatků po bývalé těžbě křemene, ale také rud mědi a zlata. Jde o stará důlní díla, po nichž v terénu dosud zůstalo zachováno množství hald a jam, ale i zavalených ústí štol (obr. 7). Na trase se vyskytuje právě i značení, které na tyto jevy poukazuje, a žáci se mohou dočíst o jednotlivých etapách způsobů těžby (obr. 8). Na svazích se hojně vyskytují různé velké úlomky křemenné žiloviny (obr. 9), na které je vhodné žáky upozornit. Zdrojem těchto křemenných úlomků je mohutná křemenná žíla SZ-JV směru uložená v horninách vrbenské skupiny (kvarcity, fylity a bazické metavulkanity) a částečně v chloritizovaných rulách desenské jednotky. (lokality.geology.cz, Fojt et al., 1988)



Obr. 7. Stará důlní díla u Ludvíkova (zdroj: www.geology.cz, 2024)

Obr. 8. Informační tabule NS u Ludvíkova (foto: Malíková, 2023)



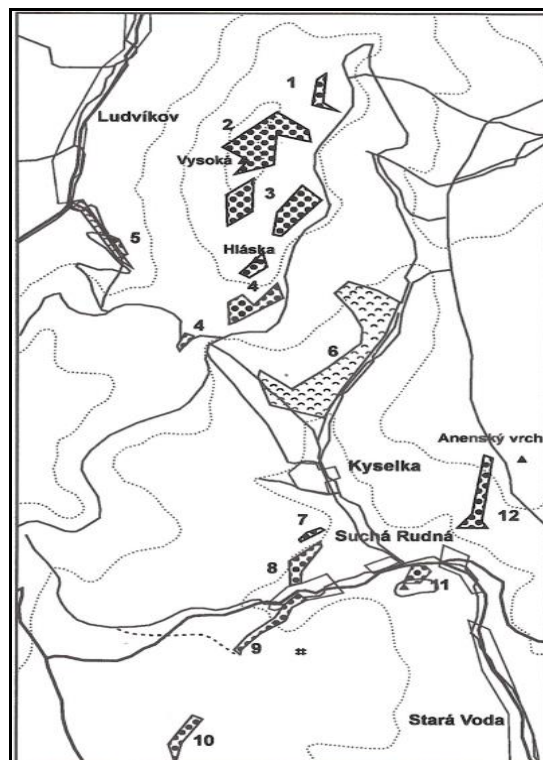
Obr. 9. Fragment grafitického fylitu s křemennou žilkou (foto: Malíková, 2023)

Rudní ložisko Ludvíkov je součástí andělskohorského rudního revíru, který leží mezi obcemi Karlova Studánka, Ludvíkov, Vrbno pod Pradědem, Andělská Hora a Stará Rudná (obr. 10). Revír má rozlohu asi 30 km² a je spjat s dolováním zlata, v menší míře s těžbou olověno-stříbrných a měděných rud. Z geologického hlediska je andělskohorský revír tvořen horninami svrchní části vrbenského souvrství devonského stáří s přechodem do kulmu andělskohorského souvrství. Pozůstatky hornických prací v tomto revíru jsou jak ze středověké důlní činnosti, tak i z pozdějšího období, a dochovaly se zejména severně od Karlovy Studánky, na jižní a jihovýchodní straně Hlázky a na jižním a východním úbočím Vysoké. (Zelenka a Živor, 2019)

Zlatonosné křemenné žíly na vrchu Hláska (dříve Ölberg) a na Vysoké jsou uloženy v černošedém lesklém fylitu střednodevonského stáří, velmi intenzivně zvrásněném. Celkový počet žil není dnes bezpečně znám. Směr žil je přibližně SV-JZ, úklon k SZ i JV. Jsou to žíly pravé, neboť prostupují napříč zvrásněnými fylity, při okrajích jsou ostře omezeny mylonitovými zónami (Chrt, 1949) Distribuce zlata v křemenných žilách je velmi nepravidelná. Pro zdejší žíly je charakteristické, že se v nich střídají partie na zlato výjimečně bohaté s převládajícími partiemi chudšími či úplně hluchými (Chrt, 1949).

Křemenné žíly se zlatem v této oblasti náležejí k staré zlaté formaci a vznikly vyplněním různě mocných rozsedlin zlatonosným křemenem. Křemenné žíly bez zlata jsou naopak pohercynské, neboť jsou mladší než variskými pochody způsobené zbřidličnatění a intenzivní vrásnění středně devonských fylitů. (Chrt, 1949)

V tomto století byla studována dvě omezeně přístupná stará důlní díla v severovýchodní části andělskohorského rudního revíru – štola s dobývkou bezprostředně u kóty Vysoká hora (1031 m n.m.) a úpadní šachtice poblíž kóty Hláska (925 m n.m.) v katastru obce Ludvíkov. Na obou lokalitách byly starými horníky sledovány čočkovité křemenné žíly, sdružené do rojů, o celkové mocnosti několika decimetrů výjimečně i metrů. Jejich směr (SV-JZ), kosý k průběhu foliace hostitelských sericitových fylitů vrbenské skupiny je shodný z historickými údaji dostupnými v archívech i s nákresy situací paralelních rudních tahů v širším území revíru Suchá Rudná (Novák, 1978, Aichler et al. 1990) a se schematickým obrázkem k „Hornické naučné stezce“. (Večeřa a Večeřová, 2007, Dolníček et al., 2012)



Obr. 10. Skica pozůstatků starého dolování v andělskohorském rudním revíru. 1. Olověná štola, 2. Vysoká – jih, 3. Hláška, 5. Ludvíkov, 6. rýžoviště u Kyselky, 7. Velká žíla, 8. Měkká žíla, 9. Podmáslí, 10. důlní pole Georg, 11. U stoupy (Večeřa, Večeřová, 2002)

Počátky dolování na měďnorudné žíle v Ludvíkově nejsou doloženy, je však pravděpodobné, že výskyt byl znám již v období těžby zlata u Suché Rudné, avšak pro nepatrné obsahy zlata o ně nebyl zájem. Nejstarší literární údaj o zdejších měděných rudách podává Peithner v roce 1780, uvedené datum se zhruba kryje s expertízou Stanetiho z roku 1772. Před a během 1. světové války se na žíle razily dvě štoly, v roce 1930 se hloubila jáma do hloubky 55 m. Po 2. světové válce byl Ludvíkov dokonce považován za nejnadějnější ložisko v Jeseníkách. (Pauliš, 2001)

Křemenná žíla s Cu rudami protíná kolmo kontakt rul kry Orlíku s metasedimenty a metabazity spodní části vrbenské skupiny (spodní a střední devon). Žíla má směr SZ-JV a strmý sklon k JZ. Zrudnění je na žíle rozloženo do velmi nepravidelných hnízd a čoček několika cm do 40 cm (vzácně až 60 cm) mocnosti a je v podstatě omezeno na jediné známé rudní těleso na JV od bývalé jámy, jehož délka je 88 m. (Pauliš, 2001)

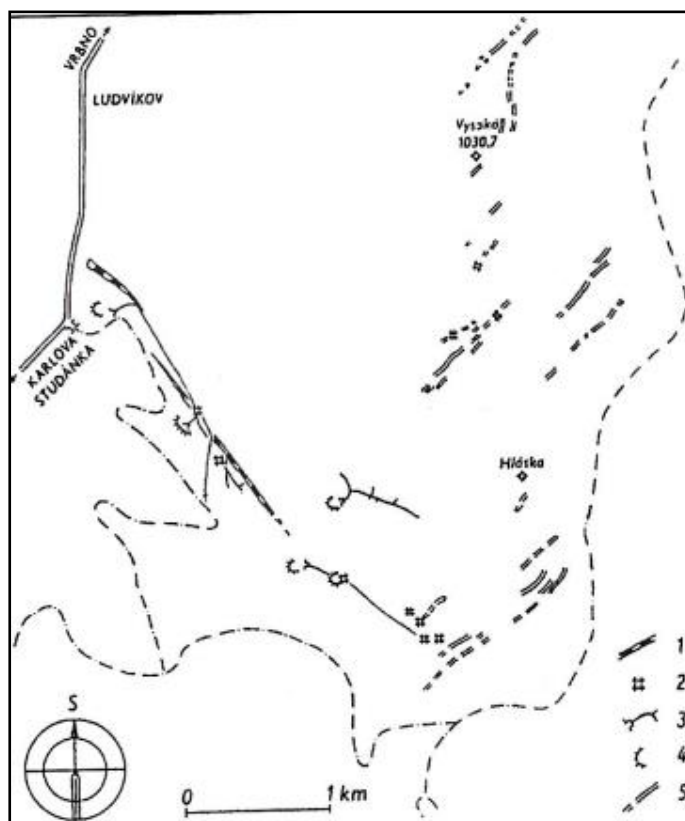
Mineralogické poměry, složení fluid i získané PT – podmínky nasvědčují formování dané mineralizace v průběhu pozdních fází metamorfního přepracování

hostitelského horninového prostředí během variské orogeneze (Dolníček et al. 2012).

Z mineralogického hlediska se ludvíkovská lokalita stala známou hlavně tím, že odtud byl poprvé v Československu popsán brochantit (Čech, 1954), který tvoří smaragdově zelené až 2 mm velké krystalky narůstající na starší limonit či křemen. Převládajícím rudním minerálem je chalkopyrit, tvořící až několik cm velké, nepravidelné vtroušeniny v křemenu. Jeho přeměnou vznikl jehlovitý malachit, který patří k nejkrásnějším v České republice. Tvoří kulovité, radiálně paprscité, až 2 cm velké agregáty v dutinách rudnin nebo snopečkovité či jehlicovité krystaly. Spolu s ním se občas vyskytuje již zmiňovaný brochantit. Vzácný je chryzokol a azurit. S limonitem se občas vyskytovaly i kuprit, ryzí měď, tenorit a další druhotné minerály mědi. Spolu s chalkopyritem se na žíle objevuje podřadně i zrnitý pyrit, pouze jednou byl v křemenné dutince nalezen šupinkovitý agregát pyroluzitu (Fojt et al., 1988, Pauliš, 2001)

4.2.2. Druhé zastavení: rudní ložisko Hláska

Stará důlní díla v prostoru kóty Hláska (obr. 11) se nacházejí hlouběji v lesích mnohdy hůře dostupných z důvodu vysokého porostu. Jámy jsou ohraničené dřevěným plotem, který je avšak mnohdy poškozen (obr. 12). Jedná se tedy o místo nebezpečné, a je třeba proto dbát zvýšené opatrnosti. V okolí důlního pole, kolem jednotlivých jam můžeme nalézt množství úlomků křemenné žiloviny (obr. 13).



Obr. 11. Situace starých báňských prací na „Vysoké“ (Au) a u Ludvíkova (Cu). 1. křemenná žíla, 2. šachtice, 3. ústí a průběh štol, 4. obvaly, 5. hlavní tahy starých prací na zlato (Pauliš, 2001)

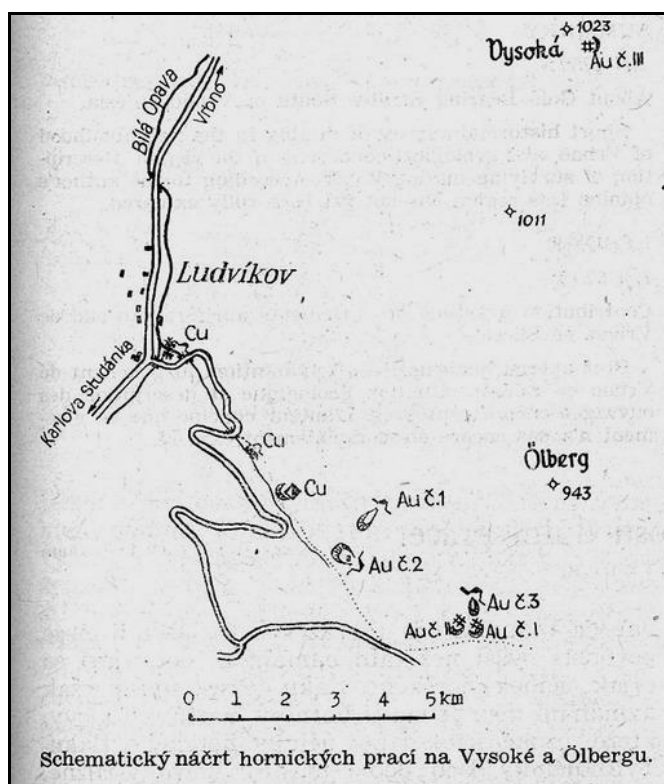


Obr. 12. Ohrazení kolem ústí důlní jámy Hlávka (foto: Malíková. 2023)



Obr. 13. Úlomky křemenné žiloviny na haldiče v prostoru důlního pole Hláska (foto: Malíková, 2023)

Hornická díla rudního ložiska Hláska jsou na jihovýchodním svahu Vysoké (1031 m) a zejména na jihozápadním svahu blízkého Ölbergu (926 m, dnes vrch Hláska). Při geologickém mapování v roce 1947 zde kromě četných propadlin a jiných málo již zřetelných zbytků po dávno zašlém dolování byly bezpečně zjištěny 3 šachty a 3 štoly – obr. 14. (Chrt, 1949)



Obr. 14. Schématický náčrt hornických prací na Vysoké a Ölbergu. (Chrt, 1949)

Štola č. 1 leží cca 60 metrů nad ludvíkovským měděným ložiskem, a je ražena jako sledná nehluboko pod povrchem v intenzivně zvrásněném fylitu. Ve vzdálenosti cca 50 m od ústí kříží tuto chodbu překop, hnaný na obě strany ve fylitu. Ve svém průběhu zastihl několik slabších křemenných žil, v nichž byly raženy zkusmé, většinou záhy končící sledné. Jejich směr se shoduje vcelku se směrem hlavní žíly, odkryté ve štole. Křemenné žíly jeví čočkovitá charakter a jsou tvořeny masivním mléčným křemenem, místy hojně zbarveným limonitem, tvořícím povlaky. (Chrt, 1949)

Štola č. 2 je situována u potůčku, jenž je pravostranným přítokem Bílé Opavy (obr. 14). Tato štola je úplně zavalena, ze zříceného ústí vytéká silný proud železité vody. Halda, rozlehlejší než před štolou č. 1, se skládá z fylitického a křemenného materiálu. Štola č. 2 odpovídá štole „Ölbergské“, jež podle Lowaga byla ražena v délce 300 m a pronikla cca 60 m pod úroveň nálezná jámy „Hedvika“. Ve svém průběhu zastihla několik křemenných žil, hlavním jejím úkolem bylo však odvodnit jmenovanou šachtu. (Chrt, 1949)

Štola č. 3 je položena asi 300 m severovýchodně od křižovatky lesní silnice s vozovou cestou (viz obr. 14). Štola hnaná zprvu těsně pod povrchem, je zpočátku úplně zavalená, teprve ve vzdálenosti 35 m od nepřístupného ústí dá se vniknout úzkým průvalem do dobře zachované chodby, ražené v intenzivně zvrásněném fylitu. Zachovává zhruba směr SV-JZ a sleduje křemennou žílu v délce 120 m. Žíla, jež byla dobře viditelná ve stropu štoly, jeví zřetelně čočkovitý charakter, proto je její mocnost proměnlivá, od několika cm až do 1,3 m. Kromě této hlavní žíly se zde vyskytuje i řada odžilků, většinou však málo mocných. Byly sledovány krátkými slednými, bohužel však bezvýsledně, neboť se brzy vytrácejí. Velmi hojně jsou nepravidelné žilky a čočky nepatrné mocnosti. (Chrt, 1949)

Šachta č. I byla vyhloubena ve vzdálenosti 20 m jihozápadně od štoly č. 3. Dosud je dobře patrný její obdélníkový obrys a na dosud stojících bocích se místy zachovaly zbytky výdřevy. Jak uvádí níže citovaný zdroj, je tato šachta je totožná s Lowagovou „Ölbergschacht“, o níž Lowag píše, že byla založena ve větším měřítku v nadloží žíly „Hedvika“. Byla prý prohloubena až na 30 m, ale stále neprotíná žílu. Další hloubení bylo zastaveno pro silný příval vody. (Chrt, 1949)

Šachta č. II je vzdálena sotva 30 m od šachty I., dosahuje rozměrů a je zavalená. Pravděpodobně jde o Lowagovu „Hedwigfundschaft“, byla prý cca 14 m hluboká a narazila 2–3 m mocnou zlatonosnou žílu. Ta byla přerážena v hloubce 8 a 14 m chodbami za účelem zjištění mocnosti a rudnosti. (Chrt, 1949)

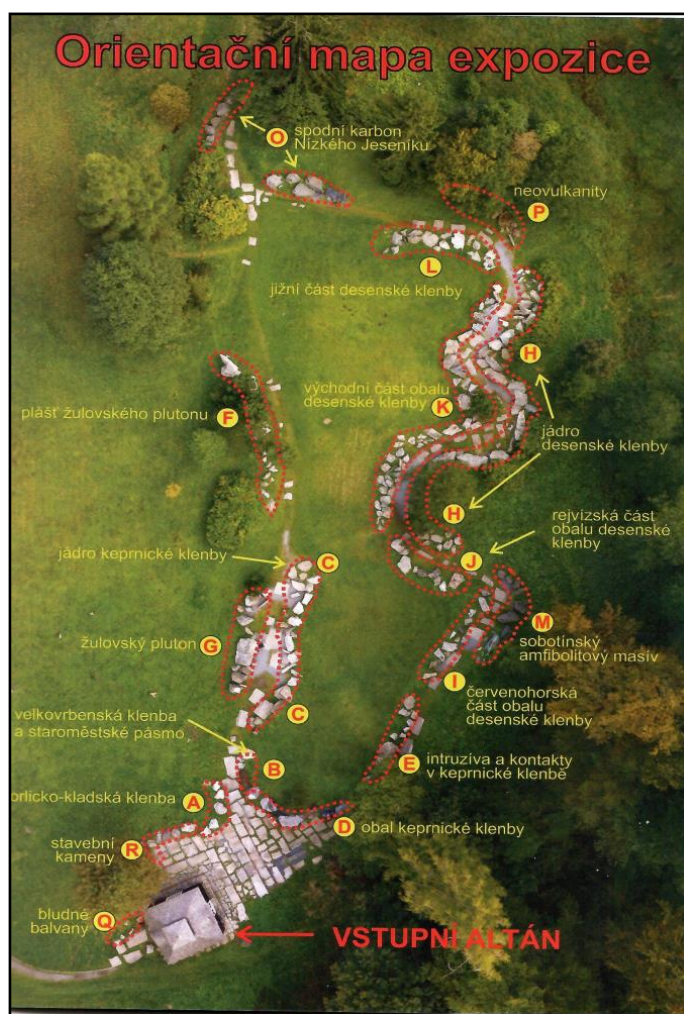
Šachta č. III je zhruba 800 m severně odtud na jihovýchodním svahu Vysoké a je poměrně dobře zachovaná. Je shodná s Lowagovou „Šachtou na Vysoké“, byla prý založena na starém obvalu, a prohloubena až na 20 m. V této hloubce se prý přišlo na 1 m mocnou žílu zlatonosného křemene. (Chrt, 1949)

4.2.3. Třetí zastavení: Geologická expozice v Karlově Studánce

Geologická expozice v Karlově Studánce („geopark“) je věnována geologickému vývoji jesenické oblasti. Je zde uspořádáno celkem 366 kamenů, které zhruba odpovídají geologické stavbě jesenické oblasti, která je velmi pestrá. Tuto lokalitu je proto vhodné zařadit do exkurzní trasy.

Na místě dnešní geologické expozice se nacházela koncem 80. let minulého století černá skládka odpadu. Byla naplánována rekultivace této skládky a vznikl návrh na využití tohoto místa k vybudování geologické expozice. Rekultivace skládky a budování geologické expozice začalo v listopadu 1990, slavnostní otevření proběhlo 29. června 1991. Nejnáročnější bylo vyhledávání a dovoz kamenů, které by byly reprezentativní pro daný druh horniny a současně objemově co největší. Z celého území jesenické oblasti bylo svezeno celkem 366 velkých kamenů, balvanů a bloků. (Bureš, 2021)

Rozmístění kamenů na geologické expozici zhruba odpovídá geologickým poměrům jesenické oblasti a jejímu rozdělení na geologické jednotky (viz plánek expozice – obr. 15). Hlavním cílem geologické expozice je ukázat veřejnosti právě tuto různorodost hornin, představující nebývalé geologické bohatství. (Bureš, 2021)



Obr. 15. Plánek geologické expozice v Karlově Studánce (Bureš, 2021)

4.2.4. Čtvrté zastavení: vodopád Bílé Opavy v Karlově Studánce

Jedná se o umělý vodopád (obr. 16), který je napájen vodou z řeky Bílá Opava, jež protéká skrz Karlovu Studánku. Vodopád je v blízkosti chaty Hubert, naproti geologické expozici.

Vodopád byl vytvořen odklonem části vody z Bílé Opavy do otevřeného a nezpevněného koryta, které je 850 m dlouhé. Vodopád byl vybudován koncem 19. století, uměle vyhloubený kanál sloužil i k přívodu užitkové vody do Karlovy Studánky. Vodopád se stal i vyhledávanou a snadno dostupnou turistickou atrakcí.

Umělý vodopád je první zastávkou na trase Naučné stezky Bílá Opava. Stezka je dlouhá 6 km a má 13 zastavení. Vede staletými horskými pralesy podél řeky Bílé

Opavy kolem peřejí a vodopádů. Údolí Bílé Opavy je chráněno již od roku 1963 a od roku 1991 je součástí Národní přírodní rezervace Praděd. Národní přírodní rezervaci Praděd popisuje Šafář (2003) jako soubor významných geomorfologických jevů a horských ekosystémů v nejvyšších částech Hrubého Jeseníku, lokalita středoevropského významu. Dále autor popisuje porost, který má nad horní hranicí lesa charakter vrcholových skal, alpinských holí a pramenišť. Zatímco v nižších částech nalezneme lesní porosty jako klimaxové smrčiny a horské smíšené lesy.



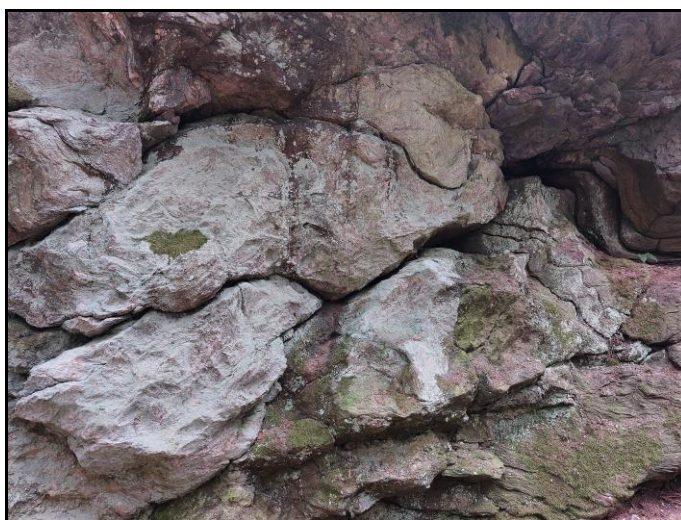
Obr. 16. Uměle vytvořený vodopád v Karlově Studánce (foto: Malíková, 2023)

4.2.5. Páté zastavení: Rolandův kámen

Asi 1 km severně od Karlovy Studánky se nachází stupňovitá jižní rozsocha skalnatého vrchu (k. 937 m), jenž je tvořen rulami desenské klenby (kry Orlíku). Skalnatý vrch je součástí Medvědské hornatiny. Exkurzní lokalitou je Rolandův kámen. (Demek, 1995). Jde o 35 metrů vysoký skalní útvar, nacházející se cca 2 km severně nad Karlovou Studánkou, který vznikl díky zvětrávacím procesům. Rolandův kámen je součástí Skalnatého vrchu, tvořeného rulami desenské klenby (fylitizovanou rulou – obr. 17), jež jsou patrné na celém Rolandově kameni i na blocích a menších fragmentech v jeho okolí. Rolandův kámen stojí na okraji

terénního stupně, který odděluje dvě kryoplanáčnické terasy. (Demek, 1995). Na jeho vrcholu se nachází snadno dostupná vyhlídka, ze které lze zpozorovat Praděd a okolní panorama Medvědské hornatiny. Rolandův kámen je často využíván horolezci, je na něm vyznačeno několik tras s různou náročností. Pro turisty a pro žáky ZŠ je vyhlídková plošina poměrně snadno dostupná po zajištěné stezce.

Rolandův kámen je znám také pod názvem Křížek, neboť na vrcholu je upevněný velký dřevěný kříž (obr. 18), který zde nechal vztyčit velmistr Řádu německých rytířů Dr. Norbert Klein (1924). O vzniku Rolandova kamene alias Křížku hovoří mnoho pověstí. Jedna z nich vypráví o tom, že se jedná o pozůstatek kamene, který zde vymrštil ďábel ve snaze trefit kostel v Karlově Studánce. Název kámen získal s největší pravděpodobností podle pruského vojáka, který v těchto místech zemřel.



Obr. 17. Patrné prostoupení ruly v Rolandově kameni (foto: Malíková, 2023)



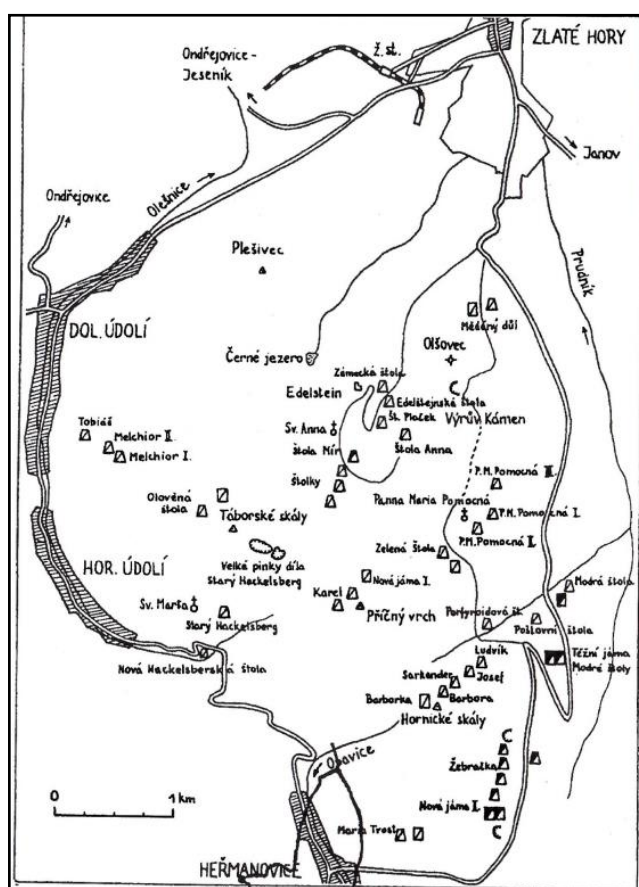
Obr. 18. Dřevěný kříž na vrcholku Rolandova kamene (foto: Maliková, 2023)

5. Jednodenní geologická exkurze na Zlatohorsko a Žulovsko – část Zlatohorsko

5.1. Geologie a historie zlatohorského rudního revíru

Jednou z nejvýznamnějších rudních oblastí České republiky jsou nežilná ložiska polymetalických, měděných a zlatonosných rud vyvinutá v komplexu metamorfovaných devonských hornin vrbenské skupiny v j. a jz. okolí Zlatých Hor, v tzv. zlatohorském rudním revíru. (Pauliš, 2001)

Zlatohorský rudní revír se rozkládá mezi obcemi Zlaté Hory, Heřmanovice, Horní Údolí a Dolní Údolí (viz obr. 19) na ploše kolem 25 km², v nadmořské výšce mezi 510 m (staré dílo Měděný důl) až 975 m (šachtice Karel na Příčném vrchu). (Pauliš, 2001, Fojt a Večeřa 2000)



Obr. 19. Rozmístění starých i nových báňských děl ve zlatohorském rudním revíru (Pauliš, 2001)

Zlatohorský rudní revír je lokalizován v sv části silesika, které náleží k variscidám východního okraje Českého masívu. Tělesa sulfidických rud zlatohorského rudního revíru jsou součástí vulkanosedimentárního epizonálně metamorfovaného horninového komplexu, který představuje severní část vrbenské skupiny devonského stáří. Tento horninový komplex byl i z rudními akumulacemi postižen vrásovými deformacemi několika generací, tektonicky byl rozčleněn do systému šupin. (Novotný a Zimák, 2003)

Stáří hornin vrbenské skupiny je devonské, celková mocnost devonu v prostoru zlatohorského revíru je asi 1.600 m. Horniny vrbenské skupiny jsou regionálně metamorfovány ve facii zelených břidlic. V podloží vrbenské skupiny se nacházejí ruly (jde o ruly kry Orlíku), nadloží tvoří kulmské sedimenty, vystupující východně od zlatohorského rudního revíru. (Zimák et al., 1995, Fojt et al. 2001)

Všechna známá ložiska sulfidických rud a primární ložiska zlata zlatohorského rudního revíru se nacházejí v horizontu kvarcitů Příčné hory nebo jeho blízkém nadloží či podloží. (Zimák et al., 1995, Fojt et al. 2001)

Vznik ložisek je spjat s hydrotermálními a hydrotermálně sedimentárními procesy probíhající v devonu (cca před 360 miliony let) a s následnými horotvornými pochody variské orogeneze. Zrudnění je vtroušené a tvoří pásy v hornině, polohy na kontaktech hornin (zvláště kvarcitů a tzv. břidlic v terminologii užívané tradičně ve zlatohorském revíru) nebo strmá čočkovitá tělesa. Hlavními rudními minerály jsou pyrit, pyrhotin, sfalerit, galenit a chalkopyrit, méně častý je tetraedrit a tennantit, případně další minerály náležející do třídy sulfidů. Jen prostoru ložiska Zlaté Hory – jih byly zjištěny telluridy Bi. (Fojt et al., 2001, Večeřa et al., 2012)

Stratigrafie a stavba zlatohorského revíru je ve srovnání s ostatními úseky vrbenské skupiny anomální, a to jak z hlediska velké mocnosti, tak zejména petrografickými poměry (vysoké zastoupení kyselých a neutrálních vulkanitů a jim odpovídajících pyroklastik, nyní metamorfovaných). (Fojt a Večeřa 2000, Fojt et al. 2001)

Z mineralogického hlediska je zlatohorský rudní revír významný především přítomností bohaté asociace supergenních minerálů (tj. minerálů vzniklých druhotně zvětráváním primárních sulfidických rud). Zajímavé ukázky rudních i nerudních

minerálů však v období těžby poskytovalo i primární zrudnění. Sběratelsky atraktivní byla puklinová mineralizace (tzv. mineralizace alpského typu, ve starších pracích označována i jako alpská parageneze). Její součástí jsou minerály, které jsou na Zlatohorsku relativně běžné, ale bývají vyvinuty v podobě úhledných krystalů (někdy velkých až několik centimetrů), narůstajících na stěny puklin v nezrudněných horninách i v sulfidických rudách. (Novotný a Zimák, 2003)

Ve Zlatohorském rudním revíru je rozlišováno několik typů rudních těles, jak uvádí například Fojt et al. (2001) nebo Novotný a Zimák (2003):

- Čočkovitá tělesa konformní s metamorfní foliací hostitelských hornin, vesměs při kontaktní (tj. v dotykové zóně dvou horninových typů, např. na kontaktu kvarcitů s muskovitickými břidlicemi).
- Strmá tělesa podobná rudním sloupům, nesouhlasně probíhající vzhledem k metamorfní foliaci, tvořená chalkopyritem a pyrrhotinem s malým podílem dalších sulfidů (pyrit, sfalerit, galenit aj.).
- Rudní tělesa komplexních rud (chalkopyrit, sfalerit, galenit, případně se zvýšeným obsahem stříbra, a případně i se zlatem), prostorově spjatá s tektonicky předurčenými strukturami uvnitř zóny rozptýlené mineralizace.

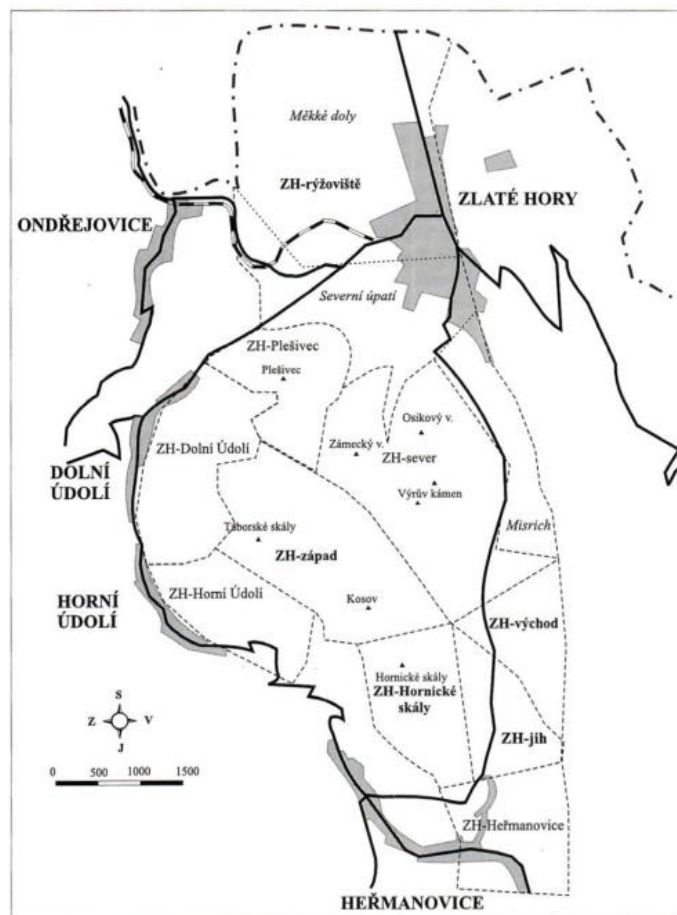
Historicky významné jsou druhotné akumulace zlata, které se nacházejí ve fluviálních, příp. proluviálních sedimentech a glaci-fluviálních sedimentech v severním okolí Zlatých Hor. (Novotný a Zimák 2003)

V rámci zlatohorského rudního revíru se vyčleňuje několik ložisek (obr. 20), která jsou v různých úsecích revíru a která se liší i mineralogickým charakterem rud:

- Zlaté Hory – západ: rudy Au, Zn, Pb, Cu
- Zlaté Hory – východ: rudy Pb, Zn, Cu s Ag a Au
- Zlaté Hory – jih: rudy Cu
- Zlaté Hory – Hornické skály: rudy Cu
- Zlaté Hory – Heřmanovice: rudy Pb, Zn, Cu

- Zlaté Hory – sever: (žíly křemene s Au na ložisku Marie Pomocné)
- území s historicky významnými druhotnými akumulacemi zlata severně od zlatohorského revíru je často označováno jako oblast Zlaté Hory – rýžoviště,

Výrazná rudní akumulace, byla také zjištěna u Heřmanovic (ložisko Zlaté Hory – Heřmanovice však nebylo nikdy těženo). (Novotný a Zimák 2003)



Obr. 20. Dílčí úseky současného zlatohorského revíru (Fojt, Večeřa, 2000)

Ve 20. století byla těžena ložiska západ, východ, jih a Hornické skály, v současné době probíhá geologický výzkum ložisek zlatonosných rud v prostoru Zlaté Hory – západ, realizovaný firmou DIAMO, s. p...

Geomorfologicky patří zlatohorský rudní revír k provincii Česká vysočina, subprovincii krkonošské-jesenické (sudetské), oblasti jesenické (východosudetské),

geomorfologickém celku Zlatohorská vrchovina, po celku Bělská pahorkatina, Rejvízská hornatina a Hynčická hornatina). (wikipedia.cz)

Rudní revír je pojmenován podle města Zlaté Hory (v letech 1869-1948 zvaného Cukmantl, německy Zuckmantel). Jde o slezské město, ležící na severovýchodě okresu Jeseník, při hranicích s Polskem na Zlatém potoce. V současné době zde žije přibližně 3 700 obyvatel. (wikipedia.cz)

Zlatohorský revír je jedním z nejproslulejších a historicky nejvýznamnějších rudních revírů na území České republiky. Revír se v minulosti proslavil zejména těžbou zlata.

Předpokládá se, že zlato zde již před naším letopočtem rýžovali keltové. Další získávání zlata lze podle archeologických nálezů datovat do 2. poloviny 9. století. (Zelenka a Živor, 2019)

První písemná zmínka o Zlatých Horách (tehdy pod jménem Zucmantel et Vrudental) pochází z roku 1263. Významné bylo udělení městských privilegií v letech 1306 opavským knížetem Mikulášem I. V té době se již těžily primární rudy v oblasti nyní označované jako Zlaté Hory – sever, přesně doly Panny Marie Pomocné, a také v té době nově objevené oblasti Starohoří (Altenberg), která byla na zlatonosné rudy velmi bohatá. (Zelenka a Živor, 2019)

Velkého rozsahu dosáhlo dolování v první polovině 16. století za éry vratislavských biskupů (1505-1562). Povrchové, zlatem nabohacené polohy však byly rychle vytěženy, a proto se opět začala rozjíždět těžba v oblastech rýžovišť. Protože jejich svrchní partie byly již v minulosti vytěženy, bylo nutno hloubit jámy vybavené vodotěznými stroji. Způsob těžby byl obdobný jako na původních ložiskách, důlní díla byla však ražena v nepevných štěrcích a píscích (tzv. měkké dolování). (Pauliš, 2001)

V 16. století se ruda dobývala i na jz. svahu Příčného vrchu, kde byly významné doly Obirgrube, Heckelberg a Hatschatsch. Na sz. svahu Příčného vrchu se rozkládal rudní revír Neufang s doly Starý otec, Všech svatých a sv. Voršila. Po úpadku těžby vlivem třicetileté války došlo po roce 1650 k obnově dolů. V rozmezí

let 1653-1700 bylo vytěženo 92,5 kg zlata. (Zelenka a Živor, 2019) Postupně však došlo k úpadku těžby.

V roce 1884 se majitelem zlatohorských i dalších dolů v okolí Zlatých Hor stal Moritz Richter, majitel chemické továrny ve Vrbně pod Pradědem, který těžil zejména pyrit a chalkopyrit na výrobu kyseliny sírové. (Zelenka a Živor, 2019)

Na starou hornickou tradici bylo navázáno v roce 1952, kdy zde byly zahájeny geologickoprůzkumné práce. (Zelenka a Živor, 2019, Fojt a Večeřa 2000) V roce 1958 potvrdil výpočet zásob přítomnost rudních zásob přesahujících 10 milionů tun rudy, čímž se toto ložisko stalo největší rudní akumulací v tehdejší Československu. (Pauliš, 2001) Vznikla nová důlní díla, a to například štola Mír (ražená v letech 1955-63) nebo Nová Jáma u Heřmanovic (hloubená 1960-63). Revír se rozčlenil na několik částí, zmíněných již výše (Zlaté Hory – východ, Zlaté Hory – jih, Zlaté Hory – Hornické skály, Zlaté Hory – západ, Zlaté Hory – sever a Horní a Dolní údolí). V letech 1965–1990 probírala těžba měděných rud na ložiskách Zlaté Hory – jih a Zlaté Hory – Hornické skály. Krátce (v letech 1988-1992) bylo těženo i polymetalické ložisko Zlaté Hory – východ, ze kterého se mimo jiné získalo 35 kg zlata. Nejdéle probíhala těžba na ložisku Zlaté Hory – západ (1990-1994), kde se těžily rudy zlata a také zinku. V letech 1988–1994 bylo v revíru celkem získáno 1559 kg zlata. (Zelenka a Živor, 2019)

Oficiálně skončila těžba na ložisku Zlaté Hory vyvezením posledního symbolického vozíku dne 17. 12. 1993. Po ukončení těžby začaly likvidační práce, které měly za cíl zahladit stopy po hornické činnosti ve zlatohorském rudním revíru. Jen malou část prostor 2. patra ložiska Zlaté Hory – jih se podařilo využít ke speleoterapeutickým účelům. Likvidovány však nebyly jen hornické objekty vzniklé v posledním půlstoletí, ale i mnohé staré objekty, které tu byly mnohá staletí a nikoho je nenapadlo zničit. Spíše to byly němí svědkové zašlé hornické slávy zdejšího kraje. (Večeřa a Večeřová, 2002) Snaha o záchranu pokračovala však i nadále, zejména díky aktivitám již výše citovaného RNDr. Večeři.

Na konci roku 1993 byl podán návrh na vyhlášení 9 technických památek a založena Montanisticko-geologická nadace (dnes Montanisticko-geologický nadační fond). Po neuvěřitelně krátké době bylo všech 9 návrhů v červenci 1994

akceptováno, a tak došlo k vyhlášení 9 kulturních památek ve zlatohorském rudním revíru, které doplnily již dříve vyhlášenou přírodní památku vyhlášenou v oblasti Měkkých dolů. (Večeřa a Večeřová, 2002)

Mezi tyto kulturní památky patří:

1. Starohoří
2. důl Karel
3. Olověná štola
4. Marie Pomocná I
5. Marie Pomocná III
6. Poštovní štola
7. důl Sarkander a Barbora
8. Měděná štola
9. propadlina Žebračka

5.2. Trasa exkurze

Průběh exkurze:

Dopolední část: zlatohorský rudní revír

Odpolední část: žulovský pluton

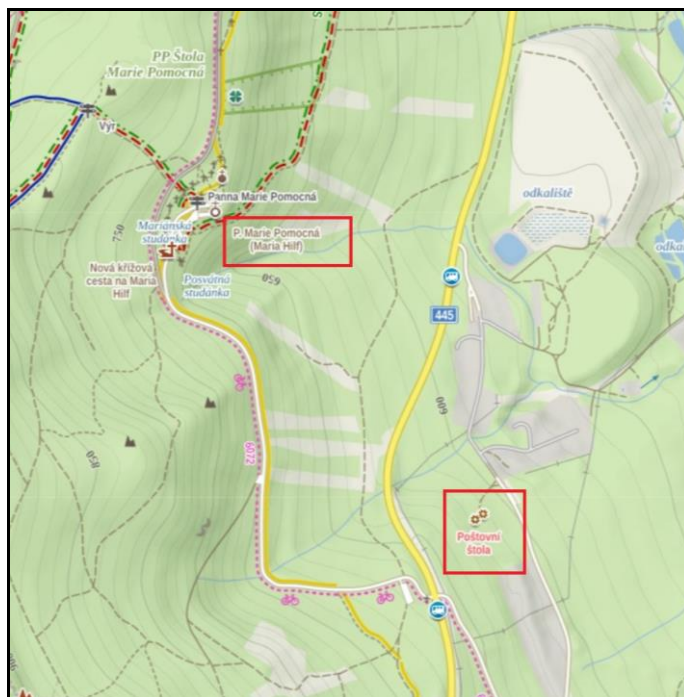
Vrbno pod Pradědem – Poštovní štola – štola Panny Marie Pomocné I. – korálové jámy u Andělských Domků – lom na Boží hoře u Žulové – Borový vrch u Žulové

Doprava: bude využit zájezdový autobus

S sebou: Žáci si s sebou vezmou vhodnou obuv a oblečení do terénu, pláštěnky, pokrývku hlavy, svačinu a pití (na celý den), přiměřený finanční obnos (200,-Kč). Dále si žáci vezmou poznámkový sešit, propisovací tužku.

Trasa exkurze:

Dopolední část exkurze se bude zabývat zlatohorským rudním revírem. Žáci se seznámí s vrbenskou skupinou, jejíž součástí je tento revír, přiblíží si historii těžby polymetalických rul prohlídkou důlního díla Poštovní štola a dávnou těžbu zlatonosných křemenných žil na dole Maria Pomocná I (obr. 21).



Obr. 21. Trasa exkurze – část Zlatohorsko (Poštovní štola, důl Marie Pomocné I.) (zdroj: www.mapy.cz, 2024)

5.2.1. Poštovní štola

Důlní dílo označované jako Poštovní štoly se nachází pod Příčným vrchem, asi 5 km jižně od Zlatých Hor, ve svahu pod silnicí Zlaté Hory-Heřmanovice, v areálu bývalého důlního závodu Zlaté Hory-východ, jako součást důlního komplexu Modré štoly. Dílo bylo raženo v různých typech břidlic a kvarcitů. (Zelenka a Živor, 2019, Fojt a Večeřa 2000, Fojt et al. 2001)

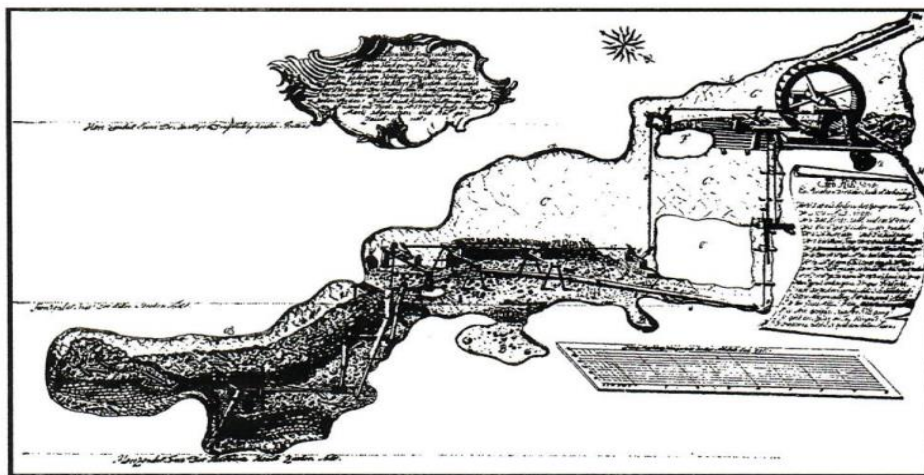
Tato kulturní památka představuje příklad dolů ze 16. století, v níž byla hlavní těženou surovinou důlní voda využívaná k výrobě vitriolu. Komplex Modré štoly byl vzhledem ke svému umístění v těžebním prostoru nafárán novodobými díly. Odvodňovací štola je z povrchu nepřístupná a možnost vstupu do dolu byl možný pouze podzemím z novodobých děl. (Večeřa a Večeřová, 2002)

Ústí Poštovní štoly leží nad ústím Modré štoly. Většina původních chodeb Poštovní štoly byla přerážena a rozšířena při průzkumu ložiska Zlaté Hory – východ v 60. letech 20. století. Relikt původní štoly je zčásti patrný ve stropě nové chodby (z 50. let 20. století). Vstupní štola vyúsťovala do rozsáhlého historického terasovitého

hloubení. Spodní část založeného prostoru a podložní skalní stupeň je pokryt kůrou bílého až světle modrého alofánu. Dominantou důlního podzemí Poštovní štoly je terasovité hloubení s částečně zachovanými zbytky vodotěžního zařízení, které je vyobrazeno na Habtmanově mapě (obr. 22). K pozoruhodnostem Poštovní štoly patří například i sklad naštípaných polen dřeva, která byla zcela jistě připravena k použití těžební metody „sázení ohně“. (Novotný a Zimák 2003)

Poštovní štola byla jedním z hlavních důlních děl na polymetalickém (Cu, Pb, Zn, Ag) ložisku ZH-východ ve zlatohorském rudním revíru. Největšího důlního rozmachu bylo dosaženo v druhé polovině 17. století, kdy se na dole těžily kyzové měděné rudy. Štola byla z největší pravděpodobností opuštěna před koncem 18. století. Mezi lety 1846–1848 probíhaly poslední pokusy o těžbu rud.

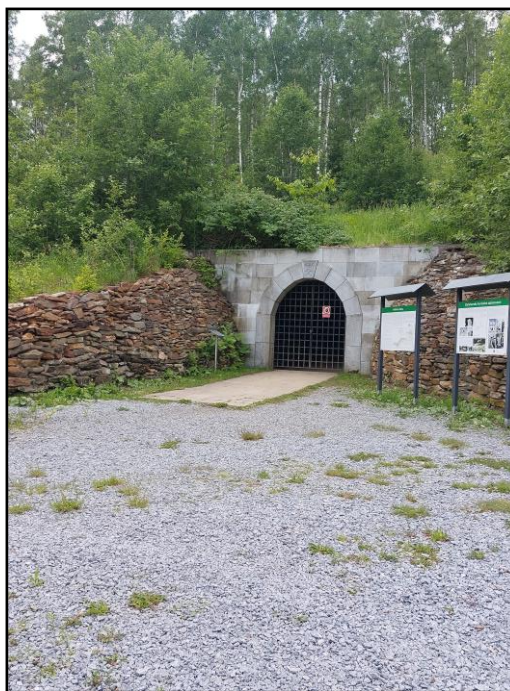
V důlním díle lze vidět zachovalé části ručně vysekaných chodeb a komínů z nejstarších období. (Zelenka a Živor, 2019) V 50. letech 20. století byla štola znovu vymáhána za účelem ověření důlních poloh. Poštovní štola byla v roce 1994 vyhlášena kulturní památkou.



Obr. 22. Vodotěžní zařízení na Poštovní štolě podle Habtmana z roku 1769 (Večeřa, Večeřová, 2002)

Poštovní štola je zpřístupněna pro veřejnost (obr. 23). Její prohlídku je však nutno předem objednat. Vstupné pro děti do 15 let je 100,- Kč (vstupenka bude pro žáky suvenýrem – obr. 24). Prohlídka je s průvodcem a trvá okolo 1,5 hodiny. Žáci budou vybaveni přilbou a světlem, jedná se o pomůcky sloužící především jako ochrana zdraví, ale zároveň navozují správnou hornickou atmosféru. V průběhu

prohlídky bude žákům vysvětlena historie důlní činnosti, která svého největšího rozvoje dosáhla v 17. století, kdy se zde těžily sulfidické měděné rudy (posléze i jen pyrit). Žáci budou mít možnost si uvědomit, za jakých podmínek středověcí horníci museli pracovat. Důlní dělníci museli ovládat několik profesí najednou. Museli být nejen zdatnými horníky, ale museli být i tesaři, aby správně zvládli zabezpečit chodby a další důlní díly, museli ovládat odvodňování dolu a zároveň museli rozeznat jednotlivé nerosty a vydobýt je v maximálním možném rozsahu. To vše horníci zvládali za užití na naši dobu poněkud primitivních nástrojů, jako jsou klíny, tyče, kladiva, páčidla, špičáky, motyky a lopaty. Všechny tyto nástroje si žáci mohou prohlédnout. Vydobytou zeminu a rudu poté přenášeli v různých vědrech a koších, ze šachet vytěžený materiál vyváželi pomocí trakařů a důlních vozíků. Práce v dole přinášela horníkům mnoho úskalí, a to v podobě různých úrazů a také nemocí, které bychom v současné době mohli označit jako nemoci z povolání. Pozůstatkem z této doby jsou zachovalé ručně sekané chodby a komíny, v Poštovní štole je i replika dřevěného vodotěžního stroje. V dole je možno spatřit na stěnách zeravě hnědé povlaky oxo-hydroxidů železa (limonit) a místy i modrou allofánovou výzdobu (povlaky, náteky i drobné krápníčky).



Obr. 23. Portál Poštovní štole, jímž návštěvníci vstupují do podzemí (foto: Malíková, 2023)



Obr. 24. Poštovní štola (foto: Malíková. 2023)

5.2.2. Hornická ložiska zlata Marie Pomocné I.

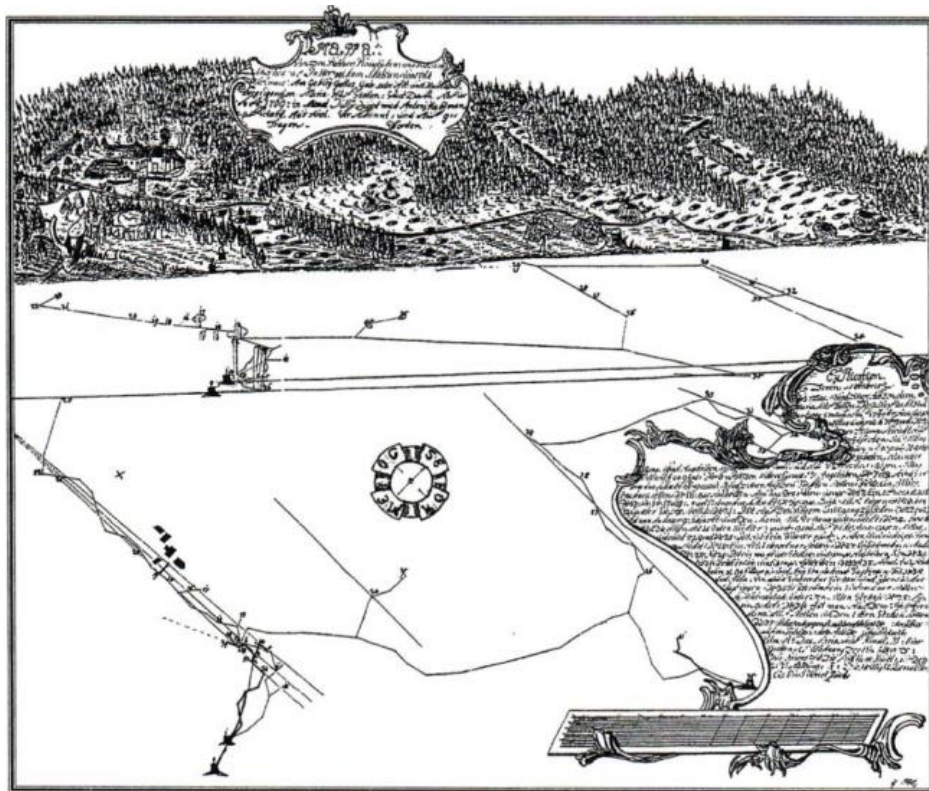
Kulturní památka označovaná jako důl Marie Pomocná I-III se nachází na severovýchodním svahu Příčné hory na katastrálním území Zlatých Hor (obr. 21). Zaujímá plochu čtyři hektary a podle novodobého členění je součástí revíru Zlaté Hory – sever. Tvoří ji 4 (resp. 5) skupin dobývek seřazených do pruhů směru východ-západ. Na dvou nejvýznamnějších jsou zastavení hornické naučné stezky. (Večeřa a Večeřová, 2002) Jedná se o jedinou oblast, kde probíhala ve zlatohorském revíru těžba zlatonosných křemenných žil. V ostatních oblastech se jednalo pouze o těžbu vtroušínového zrudnění.

Jako Marie Pomocná I je označován pruh dobývek přímo pod kostelem Panny Marie Pomocné (obr. 25 a 26). Pravděpodobně jde o historický revír Obirschar, později snad Neufang. Důl Marie Pomocná I je v současnosti přístupný (lanovou technikou!) kolmým asi 5 metrů dlouhým komínem, vyústujícím na propadlé úzké dobývce. Jím lze sestoupit na úroveň štoly. Pro montanisty je toto dílo cenné hlavně pro možnost srovnání způsobu těžby žilného a vtroušeného zrudnění a také díky zbytkům nejstarší známé chodby ve zlatohorském revíru. Celková délka díla je asi 50 m. (Večeřa a Večeřová, 2002) Křemenná žíla zde byla těžena tzv.

chodbicováním. Jedná se o způsob, kdy žíla je vytěžena systémem nad sebou položených horizontálních chodeb vejčitého tvaru.

Zhruba 100-150 metrů severovýchodně od dolů Marie Pomocné I je druhý žilný tah, na němž je několik pinek a štolka. A o 250 metrů dále k severovýchodu se nachází mohutný pinkový tah, označovaný jako Marie Pomocná III. O dalších 150 metrů dále (k severovýchodu) je další tah s dnes již nepřístupnými dobývkami, někdy označovanými jako Marie Pomocná IV. (Večeřa a Večeřová, 2002)

Těžba křemenných žil na dole Marie Pomocné I byla selektivní, dobývány byly pouze bilanční úseky žil, netěžená žíla zde tvoří celíky, zabezpečující stabilitu dobývek. Dobývky na křemenných žilách jsou často propojeny ve vertikálním i horizontálním směru různými průlezy, v širších dobývkách jsou zachovány traverzové cesty, takže vznikl bizarní systém dopravních cest. (Novotný a Zimák, 2003)



Obr. 25. Mapa dolů u kostela P. Marie Pomocné podle Habtmána 1769 (Večeřa, Večeřová, 2002)



Obr. 26. Kostel Panny Marie Pomocné (foto: Maliková, 2023)



Obr. 27. Důl Panny Marie I (foto: Maliková, 2023)

Exkurzní lokalitou je důl Marie Pomocné I, snadno přístupný od poutního kostela Panny Marie Pomocné. Stará důlní díla se nachází asi 200 m pod tímto kostelem. Exkurzní lokalita je jedním ze zastavení na Zlatohorské hornické naučné stezce, která prochází nejvýznamnějšími hornickými památkami ve Zlatých horách, a má celkem 15 stanovišť, z nichž 10 je vyhlášeno kulturní památkou (včetně Marie Pomocné I.). Na jednotlivých zastaveních jsou podrobně zpracované informační tabule. Na exkurzní lokalitě si žáci mohou shora prohlédnout pozůstatky starého důlního díla (obr. 27), vstup za ohrazení je zakázán, v případě návštěvy této lokality se žáky základní školy je zcela nezbytné jej respektovat (hrozí pád do hlubiny).

6. Jednodenní geologická exkurze na Zlatohorsko a Žulovsko – část Žulovsko

6.1. Geologie žulovského plutonu

Žulovský pluton (též žulovský masiv) je největším granitoidním masivem na území silesika. Na povrch vychází na ploše celkem 125 km², jeho větší část vystupuje na území České republiky (cca 80 km²), menší je na území Polska. Převládají v něm granity, granodiority, přítomny jsou i tonality a křemenné diority. Střední hodnoty absolutního stáří se udávají na 275 milionů let a předpokládá se, že intruze trvala téměř po celý karbon a perm. (Gába et al., 2002, Jedlička 2014)

Na severní a severovýchodní straně jsou horniny žulovského plutonu překryty terciárními a kvarterními sedimenty. Na jihozápadě a jihu jej omezuje okrajový sudetský zlom (nověji okrajový zlom lugika). Na východní straně pluton hraničí s metamorfovanými horninami pláště. Tato hranice je velmi členitá, neboť žulovský pluton zasahuje v několika apofýzách i do okolních metamorfovaných hornin. (Jedlička, 2014). Žulovský pluton je spolu se střelinským masivem označován za nejmladší variská intruziva v oblasti silesika (Oberc a Dziedzic et al. 1999, Jedlička, 2014)

Pluton je obecně velké hlubinné těleso magmatického původu, někdy chápané jako synonymum batolitu, spíše však je považováno za jeho část. Jsou to intruzivní tělesa konkordantně i diskordantně vnikající do okolních hornin, mohou být i obrovských rozměrů a jeví velmi rozmanité tvary – okrouhlé, plošné, kopulovité, jazykovité, nálevkovité i čočkovité (lakolity). Horniny těchto těles se nazývají hlubinné neboli plutonické či plutonity. (Petránek et al., 2016)

Batolit zaujímá na Žulovsku tvar trojúhelníku. Převážná část žulovského plutonu je u biotitické žuly a granodioritů spolu s křemenným monzodioritem. Největší hloubky těleso dosahuje v SV od Žulové (přibližně 5 km). Mineralogickým a geochemickým výzkumem prováděným v žulovském batolitu bylo zjištěno, že se

jedná o frakcionovaný I typový granit. (Zachovalová et al., 2002, Laurent et al., 2014)

Žulovský masiv je nejrozsáhlejší intruzivní těleso v Silesiku. Tvoří samostatnou větev Rychlebských hor – Žulovskou pahorkatinu, vystupující na ploše severně od keprnické „klenby“. Vznikl řadou po sobě následujících intruzí s běžným diferenciačním trendem od starších amfibolicko-biotitických dioritů a granodioritů přes hlavní masu biotitického granitu až ke křemenem bohatým granodioritům. Z hlediska zájmového území je významný kontakt masivu s okolními horninami, náležejícími jaderné části keprnické „klenby“ na zóně Branná. (Jedlička, 2014)

Žulovsko na českém území zasahuje do geomorfologické provincie Česká vysočina, geomorfologické Krkonoško-jesenické soustavy a geomorfologické oblasti Krkonoško-jesenické podhůří. Žulovská pahorkatina se dělí do dvou geomorfologických okresek – Tomikovické pahorkatiny a Černovodské pahorkatiny.

Střediskem žulovského plutonu je městečko Žulová (dříve Friedberg). Rozkládá se při soutoku říčky Vidnavky a Stříbrného potoka v Žulovské pahorkatině. Západně od města se začínají zvedat pahorky Rychlebských hor. Povrch města je velmi členitý, nejnižší položená je část okolo náměstí (250 m n. m.), nejvyšší vrcholem je Boží hora (525 m n.m.) s novogotickou kaplí. (místopisy.cz)

Oblast Žulovska není jenom místem těžby hornin zejména žuly, ale dnes je i významným místem pro turistické aktivity. Turisté mohou obdivovat jednak přírodní krásy, ale i architektonické pozoruhodnosti.

Ekonomický rozvoj Žulovska byl spjat velmi záhy zejména s těžbou žuly. Těžen zde byl tzv. slezský granit. Původně se využíval ke stavbě kostelů a hradů. Průmyslově se začalo s těžbou a zpracováním žuly v 19. století. Na konci 19. století zde byl otevřen velký počet lomů.

Po ochromení činnosti během a po 1. světové válce dochází od roku 1925 opět k rozvoji, který vrcholí v letech 1929-1930, kdy došlo k absolutně nejvyšší výrobě. Ve 124 lomech s 5000 zaměstnanci bylo vytěženo a zpracováno 136 000 tun granitoidních hornin. (Pauliš, 2001) Po nástupu hospodářské krize došlo k útlumu

produkce a stejně tak následně v období 2. světové války. Po roce 1948 proběhlo znárodnění, a vznikl tak státní těžební podnik. Produkce však již nikdy nedosáhla předválečné úrovně.

Po roce 1989 zde nastala jako v celé republice změna vlastnických vztahů. V některých částech kamenoprůmyslu nastal útlum, nyní však dochází k dalšímu rozvoji kamenoprůmyslu, který zůstává jednou z páteří ekonomického rozvoje Žulovska.

6.2. Trasa exkurze

Průběh exkurze:

Dopolední část: zlatohorský rudní revír

Odpolední část: žulovský pluton

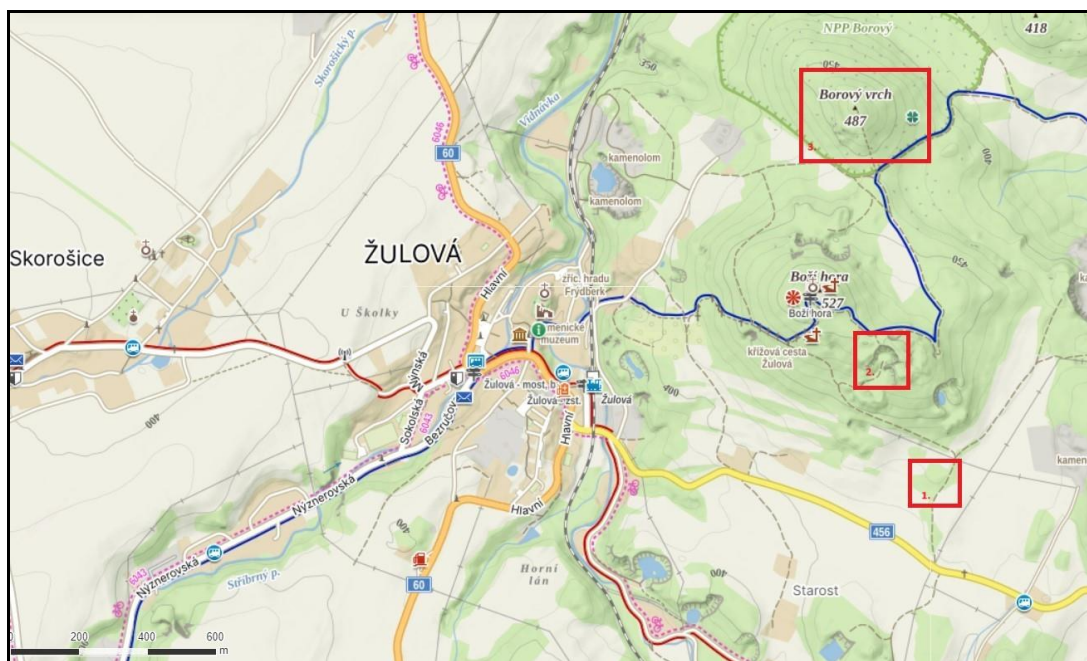
Vrbno pod Pradědem – Poštovní štola – štola Panny Marie Pomocné I. – korálové jámy u Andělských domků – lom na Boží hoře u Žulové – Borový vrch u Žulové

Doprava: bude využit zájezdový autobus

S sebou: Žáci si s sebou vezmou vhodnou obuv a oblečení do terénu, pláštěnku, pokrývku hlavy, svačinu a pití (na celý den), přiměřený finanční obnos (200,-Kč). Dále si studenti vezmou poznámkový sešit, propisku.

Trasa exkurze:

Odpolední část exkurze bude probíhat v žulovském plutonu. Exkurze započne v Korálových jámách u Andělských Domků, kde se zaměříme na původní výskyt a sběr křišťálů. Dále bude trasa pokračovat směrem na Boží horu k bývalému lomu, nacházejícímu se cca 300 m jv. od vrcholu hory, se zaměřením na těžbu granitu. Poslední zastávkou je Borový vrch s množstvím skalních útvarů vytvořených zvětráváním žuly. Trasa exkurze je zřejmá z obrázku 28, na němž je prostor exkurzních lokalit vyznačen červenými rámečky, exkurzní trasa postupuje z jihu na sever.



Obr. 28. Trasa exkurze část Žulovsko (1. Andělské domky, 2. lom na Boží hoře, 3. Borový vrch) (zdroj: www.mapy.cz, 2024)

6.2.1. Korálové jámy u Andělských Domků

Lokalita Žulová – Korálové jámy se nachází východně od Žulové na úpatí Boží hory. Tato lokalita bývá nazývána také Andělské Domky podle osady, která leží nedaleko. O křišťálech nacházející se v Korálových jámách u Žulové byly zaznamenány zmínky již v 19. století.

Prostor lokality je tvořen granity žulovského masivu. Tektonickými zónami, v nichž jsou granity intenzivně hydrotermálně alterovány, pronikají žíly doprovodných aplitů a pegmatitů. Stejně tektonické zóny ke svému vzniku využily i křemenné žíly. Genetický vztah křemenných žil k pegmatitům a aplitům je vzhledem k získaným poznatkům málo pravděpodobný. (Zimák et al., 2003) Křišťál se zde těžil od 18. století, sloužil k výrobě upomínkových předmětů pro návštěvníky Lázní Jeseník.

Křemenné žíly jsou situovány v kaolinizovaných granitech, masivní křemen uzavírá i bloky kaolinizovaných hornin. Žíly jsou lemovány alterovanou zónou, v níž jsou granity vyběleny a albitizovány (albit, muskovit, illit). Podél kontaktu žil s horninou jsou místy patrné shluky zrnitého epidotu. (Slobodník et al., 2010)

Lokalita o rozloze 40x50 m je rozryta rýhami a pokryta jámami a haldičkami po staré těžbě i novější sběratelské i geologicko-průzkumné činnosti (obr. 29). V 70. letech 20. století zde byl prováděn geologický průzkum, při kterém byla sledována ploše uložená, nepravidelně vyvinutá křemenná žíla o mocnosti 5-6 m. Žíla se směrem SSV – JJZ a sklonem 20-25 stupňů k ZSZ prochází zvětralými žulami. Krystaly křemene a křišťálu byly nalezeny zejména v čočkovitých dutinách o šířce 25-30 cm a délce kolem 1 m, vyskytujících se v centrálních částech žíly. Jednotlivé krystaly dosahovaly až 10 cm délky a 2,5 cm šířky. (Pauliš, 2001) V roce 1996 zde probíhal další výzkum, při kterém byly objeveny dvě povahově rozdílné křemenné žíly Q 1 a Q 2. Křišťály jsou spíše vázány na žílu Q 2, zatímco v žíle Q 1 nebyl objeven žádný krystal křišťálu. (Novotný, 1997)

Krystaly křišťálů obsahují pestré společenství fluidních inkluzí. Velikosti inkluzí se pohybují běžně mezi 5 a 30 μm (maximálně až 62 μm) s jednoduchou i složitější morfologií. K homogenizaci docházelo při teplotách od 124 do 177 $^{\circ}\text{C}$ (Slobodník et al., 2010)



Obr. 29. Pozůstatky po těžbě křišťálů sběrateli minerálů (foto: Malíková, 2024)



Obr. 30. Krystal křišťálu na lokalitě u Korálové jámy u Andělských Domků (foto: Malíková, 2024)

Křišťály (obr. 30) lze snadno najít v materiálu pocházejícím z vykopaných jam. Úlomky křišťálů jsou snadno viditelné a pokrývají celý povrch lesíku. Vhodnou zvolenou aktivitou, která by sloužila k zabavení žáků, by byl právě sběr těchto úlomků. Sesbírané křišťály si mohou žáci posléze ponechat jako suvenýr.

6.2.2. Lom na Boží hoře u Žulové

V okolí města Žulová se nachází řada pozoruhodných geologických lokalit. Ze Žulové lze po modré značce dojít na Boží horu (Gotteshausberg, 525 m n. m.) s žulovým poutním kostelíkem na vrcholu, na jejichž svazích se nachází řada vesměs již zaniklých lomů. (Gába et al., 2002). Při exkurzi se žáky je však výhodné na Boží horu vyjít po dobře schůdné lesní cestě, vedoucí od Korálových jam.

Boží hora je klasická lokalita kontaktních nerostů, které se vytvořily na styku granitového magmatu s krystalickými vápenci v „utopených“ krách (xenolitech). Nejznámější je červenohnědý granát grossular – hesonit, vesuvian, epidot a wollastonit. (Gába et al., 2002) Představuje významnou geologickou lokalitu a je spojena s dějinami Žulové (ze Žulové vede na Boží horu křížová cesta, využívaná nejen v minulosti, ale i v současné době, zejména turisty – obr. 31).



Obr. 31. Kostel na vrcholu Boží hory (foto: Maliková, 2024)

V lomu na Boží hoře, jenž je situován cca 300 m jv. od jejího vrcholu, byla zastižena typická bimetasomatická zóna mezi kalcitickým mramorem a pararulou v bezprostřední blízkosti granitoidní intruze. V lomu byl těžen granit (obr. 32), zmíněný mramor a pararula jsou součástí relativně velké kry (xenolitu) parametamorfitů uzavřených v granitu. (Zimák et al., 2003)

V bimetasomatické zóně lze rozlišit čtyři subzóny, které se výrazně liší svým nerostným složením. Ve směru od biotitické pararuly k mramoru Štelcl et al. (2006) uvádí tyto subzóny:

- Subzóna biotitické ruly s relativně vysokým obsahem biotitu a klinopyroxenu diopsid-hedenbergitové řady
- Plagioklas-hedenbergitová subzóna (s podstatným množstvím křemene, jako vedlejší složka přítomen grossular, plagioklas bývá nahrazen mladším zoisitem a prehnitem)
- Grossular-hedenbergitová subzóna (grossular a hedenbergit v různých poměrech, vždy však jako hlavní složky, v podstatném množství přítomen křemen)

- Wollastonitová subzóna (ve variabilním množství přítomen vesuvian, akcesoricky klinopyroxen diopsid-hedenbergitové řady)

V lomu byly těženy biotitické granity žulovského plutonu, místa se žilami aplitů a pegmatitů, bimetasomatické zóny mezi kalcitickým mramorem a pararulou byly při těžbě zastíženy ve vstupní části lomu. Mocnost bimetasomatické zóny je max. 20 cm. (Štecl et al, 2006)



Obr. 32. Stěna lomu na jihovýchodním svahu Boží hory (foto: Malíková, 2024)

Jednalo se původně o již nečinný lom. Nedávno byl ovšem odkoupen soukromým vlastníkem, který zde hodlá obnovit těžbu a vstup do něj je tedy nyní zakázán.

6.2.3. Borový vrch u Žulové

Vrchol Borového vrchu tvoří biotitická žula žulovského plutonu, která se zde odlučuje v konvexně prohnutých slupkách o mocnosti až 1 metr. (Zimák, et al., 1995) Dochází zde ke zvětrávání žuly, a to jak chemickými pochody, tak i mechanickými. Borový vrch spadá pod Národní přírodní památku Borový, která je jednou z nejzajímavějších lokalit, kde je možné pozorovat mezotvary i mikrotvary zvětrávání žuly v Českém masivu.

Na skaliskách Borového vrchu (obr. 33) se vyskytují skalní výklenky a dutiny, včetně typu bazální tafone. (Zimák et al., 1995) Nedaleko od vrcholu se zde nachází lokalita s kontaktními nerosty.

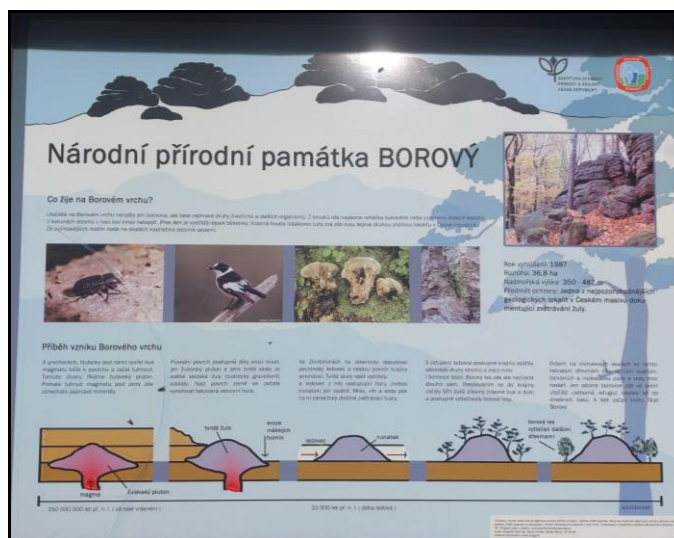
Geologicky patří území k žulovskému plutonu. Vystupuje zde biotitický granit, zcela shodný s granitem Boží hory. Vrchol stávající Borového vrchu během pleistocenního zalednění Jesenicka čněl pravděpodobně nad ledem jako nunatak. (Šafář, 2003)

Na okraji lesa ve spodní části NPP Borový je informační cedule (obr. 34) vysvětlující geologické procesy, které vedly ke vzniku Borového vrchu. Při vstupu na území této lokality je nutno respektovat zásady chování na přírodovědně významné lokalitě (a neodebírat zde petrografické vzorky).

V blízkosti vrcholu Borového vrchu je mineralogicky významná lokalita. Druhově početná asociace kontaktních minerálů zde tvoří horninu zpravidla označovanou jako taktit. Ke vzniku zdejšího taktitu došlo kontaktní metamorfózou vápenců, patrně náležejících ke skupině Branné. Na lokalitě Borový vrch jde o nevelkou kru mramoru, původně „utopenou“ v magmatické tavenině, jejímž utužením se později vytvořil biotitický granit. Taktit odkrytý rýhou na Borovém vrchu je složen zejména z červeného granátu (hesonitu), zeleného až žlutozeleného epidotu, hnědého vesuvianu, šedozeleného klinopyroxenu (diopsidu) a křemene, místy záhnědovitého. (Zimák et al., 1995)



Obr. 33. Jedno ze žulových skalisek na Borovém vrchu s dobře patrnými exfoliačními deskami (foto: Malíková, 2024)



Obr. 34. Informační tabule na Borovém vrchu (foto: Malíková, 2024)

Žáci mají možnost si v této lokalitě prohlédnout mnoho zajímavých skalních útvarů, které vznikly dlouhodobým zvětráváním granitu. Současně se žáci seznámí s místní florou a faunou a budou upozorněni na to, jak se správně chovat oblasti národní přírodní památky (zákaz táboření, rozdělávání ohně, zlézání skal či odebírání petrografických vzorků).

7. Zajímavá negeologická místa v oblasti exkurzí

7.1. Poutní kostel Panny Marie Pomocné

Kostel je situován asi 3 km jižně od Zlatých hor. Jeho historie sahá až do třicetileté války, kdy se sem přišla v roce 1647 schovat těhotná žena jménem Anna. Ta zde porodila syna. Její syn Martin se stal váženým občanem a posléze i radním v městě Zlaté Hory. Ve své závěti chtěl, aby na daném místě byl zavěšen obraz Panny Marie. Jeho přání mu splnila jeho dcera. Během krátké doby zde bylo zaznamenáno mnoho zázračných uzdravení, vznikla zde poté i dřevěná kaplička.

V roce 1785 bylo nařízeno kapli zbourat, ale nikdo se o to neodvážil. Jedním z důvodů byla i její odlehlost. V letech 1805 až 1841 byla kaple přestavěna a zvětšena. Místo dřevěné kaple se zde vznikl zděný kostel. V roce 1841 byl tento kostel vysvěcen biskupem.

V padesátých letech minulého století prošel kostel krizí. Došlo k uzavření kostela pod záminkou, že kvůli těžbě v nedaleké štole hrozí jeho zřícení. To vedlo k postupné devastaci celého kostela působením času, kdy nebyl odpovídajícím způsobem udržován, a později i činností vandalů. V roce 1973 bylo to, co z kostela zbylo, odstřeleno a srovnáno se zemí.

V devadesátých letech vznikla iniciativa pro obnovu poutního místa. Vytvoření projektu se zhostil Tomáš Černoušek z Olomouce. Sdružení pro obnovu poutního místa sehnalo v přepočtu 27 milionů korun. Stavba proběhla v letech 1993–1995. Kostel je klasicistní jednolodní stavba orientovaná jižním směrem. Základním vybavením interiéru byl hlavní oltář a kazatelna. Byla dokonce obnovena původní kaplička z původních několika zbytků křížů.

Ke kostelu vede křížová cesta, která vznikla roku 1918. K té se návštěvníci dostanou ze Zlatých Hor. Cesta začíná od rozcestí Měděná štola a asi po 5 kilometrech končí u kostela Panny Marie Pomocné. Na trase se nachází celkem 14 zastavení tvořeno kamennými pyramidami s obrazy křížové cesty.

7.2. Zlaté Hory

Jedná se o město rozléhající se na severovýchodě Jeseníku při hranici s Polskem. Původní německý název města Zuckmantel, by se dal přeložit do češtiny jako “vyrvi plášť“. Název pravděpodobně vznikl jako varování, protože ve zdejších lesích docházelo často k přepadům bandity. Mezi 15.-17. stoletím se městu také říkalo Edelstadt podle hradu Edelstein, nacházejícího se nedaleko města. Jméno Zlaté Hory vzniklo po druhé světové válce a odkazuje na dřívější místní těžbu zlata.

Historici věří, že zdejší naleziště zlata znali už Keltové (asi 300 let p. n. l.). Zlato se získávalo také rýžováním ve zdejších potocích. Po mnoho let docházelo ke sporům mezi církví a místními knížaty o toto bohaté území. Až v roce 1510 se dostalo město pod správu biskupa Jana IV., který mu udělil nový horní řád. Tím došlo k největšímu rozkvětu zlatohorského dolování. V 17.století došlo k úpadku dolování i města samotného. Město bylo několikrát poškozeno bitvami. Za třicetileté války to byli Švédové, kdo město obsadili a vyrabovali a později se k poničení města přidali i Prusové, kteří město vypálili. Postupně začalo těžbu zlata nahrazovat tkalcovství. Další významnou institucí města byla pošta. V roce 1993 byla těžba definitivně ukončena.

Zajímavá místa k navštívení:

Rozhledna na Biskupské kupě – jedná se o první kamennou rozhlednu v Jeseníkách. Byla postavena v roce 1898 k oslavě vlády císaře Františka Josefa. Z věže můžeme zahlédnout vrcholy jeseníckých hor včetně Pradědu. Za jasného počasí můžeme spatřit i Králický Sněžník, údajně i Sněžku.

Poštovní štola – nachází se přibližně 6 km od Zlatých Hor. První zmínky o Poštovní štole pocházejí z roku 1513. K největšímu rozvoji těžby došlo v 17. století. Těžily se zde především kyzové měděné rudy a pyrit. Měděná štola má v současnosti status kulturní památky (je památkově chráněna od roku 1994). Díky tomu byl například v roce 2021 vybudován její nový portál.

Zlatokopecský skanzen – jedná se repliku středověkého hornického mlýnu a stoupy, které byly postaveny podle dobových nákresů v knize Georga Agricoly z roku 1556 (Dvanáct knih o hornictví a hutnictví). Kromě obnoveného vodního

náhonu zde najdeme naučnou stezku, která obsahuje informace o geologii lokality a zdejší přírodě.

Zříceniny středověkých hradů – opomenout nesmíme zříceniny hradů, jejichž historie sahá až ke konci 13. století. Za navštívení stojí zřícenina dříve mohutného hradu Edelštejn. Další zajímavou zříceninou je hrad Leuchtenštejn, který sloužil k ochraně cesty, po které se přepravovaly zlatonosné horniny ze Zlatých Hor do Opavy. Stejně využití měl i hrad Koberštejn, který střežil obchodní cestu z Olomouce do Nisy.

Městské muzeum – mezi další zajímavé atrakce patří i muzeum, ve kterém nachází expozice zaměřená na historii města a hornictví. Dále zde návštěvníci mohou objevit mučírnu z dob čarodějnických procesů, které vedl inkvizitor Jindřich Boblig z Edelstatu.

7.3. Karlova Studánka

Jedná se o nejvýše položenou obec v bruntálském okrese. Známa je především jako významné turistické centrum a pro své lázeňství. Obec nezískala svůj název podle lucemburského panovníka Karla IV, jako většina míst v Čechách, ale převzala ho od, u nás méně známého, Karla Ludvíka. Rakouského arcivévody, který porazil v bitvě u Aspern Napoleona (v roce 1809).

Architektura domů je značně specifická. Jejich výstavba probíhala od roku 1780 až do roku 1931. Charakteristickým znakem budov jsou bílá okna, hnědé fasády a také kombinace dřeva a kamene. Mezi stavby, které rozhodně stojí za to navštívit, patří lázeňský dům Libuše, Hudební pavilon, vila Vlasta či Knížecí dům. Další zajímavou budovou je i Slezský dům, ve kterém se natáčela i slavná česká komedie S tebou mě baví svět (bydlela zde Gábina a každý večer za ní přijížděl Pepa na lyžích).

Lázně bývají často vyhledávány kvůli pramenům s minerální vodou. V současné době jsou využívány tři prameny, a to Petr, který slouží k pitné kůře, dále pramen Vladimír, který se používá k léčivým koupelím v lázních, a pramen Norbert, v jehož případě jde o náhradní zdroj vody, pokud by došlo k poruše čerpání z prvních dvou pramenů. Pitnou minerální vodu můžeme nalézt na dvou místech, a

to v pitném pavilonku na hlavní lázeňské ulici a v lázeňském domě Libuše. Jde o minerální uhličitou vodu, která by měla mít léčivé účinky. I když jsou lázně a jejich okolí turisticky velmi atraktivní, jsou mnoha návštěvníky vyhledávány především z léčebných důvodů. Lidé si zde léčí inhalováním kyselky nemoci horních dýchacích cest. Koupele napomáhají nemocným, kteří trpí vysokým krevním tlakem, popřípadě se zde léčí pohybové potíže způsobené nemocemi kloubů a páteře.

Na placené turistické trase mezi Karlovou Studánkou a chatou Barborkou se můžeme kochat vodopády Bílé Opavy. Jedná se celkem o dva vodopády, které poutají pozornost především tím, že jimi celoročně protéká voda. Návštěvníky láká především okolní krajina, četné kaskády a peřeje.

Hojně navštěvovanou turistickou atrakcí v Karlově Studánce je vodopád u horního parkoviště. Jedná se o uměle vytvořený vodopád, který vznikl čistě jako turistické lákadlo. Vodopád je vysoký přibližně 20 metrů.

Vodopády Bílé Opavy můžeme nalézt na vrchním toku řeky Bílé Opavy. Území patří do Národní přírodní rezervace Praděd. Vede kaňonem, kde tvoří kaskády a vodopády. Nejvyšší z nich má necelých 8 m. Terénem vede naučná stezka Bílá Opava.

7.4. Žulová

Jedná se o město, které se nachází v okrese Jeseník. Původní název města Friedberg se dá přeložit jako „ohrazený vrch“. Současný název Žulová začal být používán po druhé světové válce. Jméno je odvozeno od místních žulových lomů.

Zmínka o vesnici, nacházející se na dnešním území Žulové, pochází již z doby kolem roku 1300. Tehdy zde byl postaven i hrad Frýdberg, ovládaný rytíři, kteří plenili okolní majetky. Obzvláště ty církevní. V 15. století byl hrad i s okolním městečkem negativně ovlivněn vojenskými konflikty. Po krátkém rozvoji v 16. století došlo opět k bojům, hrad s městem opět neunikly poškození. V 19. století došlo k velkým opravám města. Byla zde i nově zřízena škola a farnost. Žulová se stala střediskem těžby a zpracování kamene, a to hlavně žuly. Začalo zde vznikat mnoho firem, které se zabývaly těžbou a zpracováním vápence, žuly a posléze i

mramoru. Význam pro rozvoj kamenictví na Žulovsku mělo i zdejší kamenické učiliště. V roce 1998 došlo k ukončení výuky, a tím skončila 112letá tradice. Budovy bývalého učiliště slouží dnes jako střední škola pro mládež s poruchami chování a drogově závislé.

Současně se v okolí města nachází čtyři aktivní kamenolomy. Dochází zde tedy k těžbě a posléze i zpracování žuly na hrubé kamenické výrobky.

Zajímavá místa k navštívení:

Kostel sv. Josefa – jedná se o spojení zbytků středověkého hradu Frýdberg a kostela z 19. století. Z hradu je zachována pouze válcovitá věž, která dnes slouží jako zvonice.

Kostel Panny Marie Bolestné na Boží hoře – první zmínky o jakési dřevěné kapliče s obrazem bolestné Matky boží pocházejí již z 12. století. Po jejím zchátrání byl vybudován nový dřevěný kostelíček v roce 1713. Ke konci 19. století byla tato dřevostavba nahrazena novostavbou novogotického kostela, která zde stojí dodnes.

Národní přírodní památka Borový na Borovém vrchu – jedná se o významnou geologickou lokalitu Rychlebských hor. V roce 1987 bylo místo vyhlášeno za chráněný přírodní výtvar. Nacházejí se zde útvary typické pro zvětrávání žuly, jako například výklenky, skalní mísy, křesla, voštiny, škrapy a tafone. Vznik těchto útvarů je dán dlouhodobým a samovolným rozpadem žuly.

8. Závěr

V první části bakalářské práce je vypracovaná rešerše poznatků o zájmové oblasti Jesenicka, zaměřená na geologii, geomorfologii a částečně i ekologii. Na základě poznatků získaných studiem literatury a doporučení vedoucím bakalářské práce jsem vytypovala dvě trasy jednodenních školních exkurzí pro žáky II. stupně ZŠ. Tyto exkurzní trasy jsou hodnoceny především prizmatem geologie, ale zohledněna je i ekologie a další oblasti. Tyto navržené školní exkurze mají zábavnou formou žákům přiblížit problematiku především geologickou problematiku, ale seznámit je i s historií a přírodou Jesenicka. Terénní praxe by měla zafixovat jejich znalosti získané frontální výukou ve třídě, eventuálně vyvolat zájem o další studium. Za významný přínos exkurze v terénu považuji také s ní spojenou pohybovou aktivitu a pobyt v přírodě. Tato bakalářská práce může sloužit jako základ pro eventuelní budoucí bakalářskou práci.

Literatura další informační zdroje

BÍNA, Jan, DEMEK, Jaromír, 2012. *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Academia, ISBN 978-80-200-2026-0

BUREŠ, Leo, 2021. *Geologická expozice Karlova Studánka*. Erebia z.s, ISBN 978-80-270-9892-7

ČINČERA, Jan, KRÁLÍČEK, Ivo, BÍLEK, Martin, et al., 2019. *Výuka ve venkovním prostředí, Metodický text pro studenty učitelství*, Gaudeamus. ISBN 978-80-7435-762-6

DOLNÍČEK, Zdeněk, FOJT, Bohuslav, NEPEJCHAL, Miroslav, 2012. *Nové mineralogické a genetické poznatky o primární žilné zlatonosné mineralizaci v prostoru Vysoká hor/Hláška (andělskohorský rudní revír)*. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 303, s. 76-78s, ISSN 1212-1134

FOJT, Bohuslav, HLADÍKOVÁ, Jana, KALENDA, František. *Zlaté Hory ve Slezsku – největší rudní revír v Jeseníkách. Část 2.: C. Geologie D. Mineralogie E. Geochemie stabilních izotopů*. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. 86, 3–58s, 2001

FOJT, Bohuslav, VEČEŘA, Josef, 2000. *Zlaté Hory ve Slezsku – největší rudní revír v Jeseníkách. Část 1.: A. Historie těžby B. Přehled literárních poznatků*. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. 85, 3–45s

GÁBA, Zdeněk, HLADILOVÁ, Šárka, HOUZAR, Stanislav, SKUPIEN, Petr, VAŠÍČEK, Zdeněk, ZIEGLER, Václav, 2002. *Geologické vycházky Českou republikou*. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, ISBN 80-7184-972-3

GRYGAR, Radomír, 2015. *Regionální geologie České republiky – Moravoslezikum (moravskoslezská oblast)*. kapitola 6., Fond rozvoje vysokých škol – Institut geologického rozvoje, dostupné z webových stránek: http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/6_kapitola.htm

- CHÁB, Jan, et al., 2020. *Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu*. Česká geologická služba, 2020, ISBN 978-80-7075-975-2
- CHLUPÁČ, Ivo, BRZOBOHATÝ, Rostislav, KOVANDA, Jiří, STRÁNÍK, Zdeněk, 2011. *Geologická minulost České republiky*. Academia, ISBN 978-80-200-1961-5
- CHRT, Jiří, 1949. *Zlatonosné ložisko u Ludvíkova*. časopis Báňský obzor, Praha: Spolek čsl. inženýrů roč. 9, dostupné z webových stránek: <http://www.mining.cz/TEXTY/Ludvikov/Ludvikov.htm>
- JEDLIČKA, Jaromír, 2014. *Žulovský pluton ve Slezsku – minulost a současnost*, časopis Minerál, ročník XXII., 2014/3, 204-215 str., ISSN 1213-0710
- KUMPERA, Otakar, MARTINEC, Petr. *The development of The Carboniferous accretionary wedge in the Moravian-Silesian Paleozoic basin*. Journal of the Czech Geological Society 40, 12, 49 - 66.
- LAURENT, Antonin, JANOUŠEK, Vojtěch, MAGNA, Tomáš. SCHULMANN, Karel, MÍKOVÁ, Jitka, 2014. *Petrogenesis and geochronology of a post-orogenic calc-alkaline magmatic associatio: the Žulová Pluton*. Bohemian Massif, Journal of Geosciences, 415-440 s
- MÍSAŘ, Zdeněk, DUDEK, Arnošt, HAVLENA, Václav, WEISS, Jaroslav, 1983. *Geologie ČSSR I Český masív*. Státní pedagogické nakladatelství Praha, ISBN 14-403-83
- MÍSAŘ, Zdeněk, 1965. *Regionální geologie ČSSR: Geologie Českého masívu IV – Oblast moravskoslezská*. Státní pedagogické nakladatelství Praha, ISBN 17-272-65
- NOVOTNÝ, Pavel, 1997. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku: Žulová – Korálové jámy část I. dokumentační práce*. Český geo. ústav, ISSN 2336-4378
- NOVOTNÝ, Pavel, PAULIŠ, Petr, KRÁL, Jaromír, 2008. *Výzkum rudní mineralizace na ložiscích Vysoká, Hláska a Georg v Andělskohorském rudním revíru*, Vlastivědné muzeum v Olomouci, č. 293-295, ISSN 1212-1134

NOVOTNÝ, Pavel, ZIMÁK, Jiří, 2003. *Zlaté Hory – Historie a současnost ložiska zlata evropského významu*, Zlaté Hory, ISBN 80-85807-20-3

PAULIŠ, Petr, 2001. *Nejzajímavější mineralogická naleziště Moravy a Slezska*, Kutná Hora, ISBN 80-86406-14-8 (69-74, 75-79)

PEITHNER, Jan Tadeáš, 1780. *Versuch über die natürliche und politische Geschichte der böhmischen und mährischen Bergwerke*.

PETRÁNEK, Jan, 2016. *Encyklopedie geologie*. Vydání první, Praha: Česká geologická služba, ISBN 978-80-7075-901-1

SKUHRAVÁ, Lenka, VRABEC, Jan, KOČÍ, Kateřina, BOUZEK, Ota, MEZEROVÁ, Lubica, PATTERMAN, Pavel, CHUDOVÁ, Radka, 2012. *Karlova Studánka*. Karlova Studánka. Actaea. ISBN 978-80-260-3245-8

SLOBODNÍK, Marek, PŘICHYSTAL, Antonín, GADAS, Petr, KONTÁR, Martin, MORÁVEK, Rostislav, 2010. *Genetické aspekty vzniku křišťálů v sileziku, severní Morava*. Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz., 18/2, 32-42. ISSN: 1211-0239

ŠAFÁR, Jiří, et al., 2003. *Olomoucko – chráněná území ČR VI., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*. ISBN 80-86064-46-08

ŠTECL, Jindřich, VÁVRA, Václav, ZIMÁK, Jiří, 2006. *Mineralogicko-petrografický exkurzní průvodce po území Moravy a Slezska*. dostupné z webových stránek <http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/>

VEČEŘA, Josef, VEČEŘOVÁ, Viera, FOJT, Bohuslav, 2012. *Montánní zajímavosti Jesenicka*. Česká geologická společnost, ISBN 978-80-87487-06-8

VEČEŘOVÁ, Viera, VEČEŘA, Josef, 2002. *Jesenické zlaté stezky*. Jeseník, ISBN 80-903141-0-4

VRABEC, Jan, 2017. *K historii a architektuře kostela Panny Marie – Uzdravení nemocných v Karlově Studánce*. Zlaté Hory, Atelier D., ISBN 978-80-900796-6-3

ZACHOVALOVÁ, Kateřina, LEICHMANN, Jaromír, ŠVANCAR, Jan, 2002. *Žulová Batholith: a post-orogenic, fractionated ilmenite – allanite I-type granite*. Journal of the Czech Society 47/1-2

ZAPLETAL, Jan, DVOŘÁK, Jaroslav, KUMPERA, Otakar, 1989. *Stratigrafická klasifikace kulmu Nízkého Jeseníku*. - Věstník Ústředního ústavu geologického, ročník 64, číslo 4, 243–250

ZELENKA, Jaromír, ŽIVOR, Roman, 2019. *Hornické památky České republiky*. Academia, ISBN 978-80-200-2858-7

ZIEGER, Václav, 2004. *Exkurze jako inovativní metoda výuky biologie a geologie. Využití poznatků z jejich aplikace na základních a středních školách v ekologickém vzdělávání a výchově*. svazek 11. Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta, (21 s), ISBN 80-7290-192-3

ZIMÁK, Jiří et al., 1995. *Průvodce ke geologickým exkurzím – Střední a severní Morava, Slezsko*. Univerzita Palackého, (19-20, 28,31) ISBN 80-7067-537-3

ZIMÁK, Jiří, NOVOTNÝ, Pavel, FOJT, Bohuslav et al., 2003. *Exkurzní průvodce po mineralogických lokalitách v okolí Javorníku, Jeseníku a Zlatých Hor*, Univerzita Palackého v Olomouci Přírodovědecká fakulta, (18-23, 43-62) ISBN 80-244-0637-3

Mistopisy.cz [online], 2023. [cit. 2023-9-22] Dostupné z:

<https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/5794/zulova/okoli-priroda/?pdf>

Enviweb.cz [online], 1999 [2023-8-6] Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/68411>

Geologické lokality: Ludvíkov [online], 2016. [cit. 2023-8-8] Dostupné z:

<http://lokality.geology.cz/d.pl?item=7&id=859&Okres=BR&vyb=1&text=Lokality%20v%20okresu>

Jesenicko: Geologická charakteristika [online], 2013. [cit. 2023-8-6] Dostupné z:

<http://www.smoj.cz/geologicka-charakteristika/ms-1135/p1=1135>

Kostel Panny Marie Pomocné [online], 2015. [cit. 2023-4-15] Dostupné z: <https://www.hrady.cz/kostel-panny-marie-pomocne-maria-hilf/texty?tid=42109&pos=1000>

Kostel Panny Marie Pomocné (Zlaté Hory) [online], 2013. [cit. 2023-4-15] Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_Panny_Marie_Pomocn%C3%A9_\(Zlat%C3%A9_Hory\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_Panny_Marie_Pomocn%C3%A9_(Zlat%C3%A9_Hory))

Poutní kostel Panny Marie Pomocné [online], 2019. [cit. 2023-4-15] Dostupné z: <https://zlatehory.cz/poutni-kostel-pany-marie-pomocne/ms-54235>

Historie Zlatohorska [online], 2020. [cit.2023-4-13] Dostupné z: <https://krajpokladu.cz/o-nas/>

Zlaté Hory [online], 2006. [cit.2023-4-13] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Zlat%C3%A9_Hory

Historie města [online], 2019. [cit. 2023-4-13] Dostupné z: <https://zlatehory.cz/>

Národní přírodní památka Borový [online], 2009. [cit. 2023-4-14] Dostupné z: <https://www.ok-tourism.cz/cil/narodni-prirodni-pamatka-borovy/>

Boží hora s kostelem Panny Marie Bolestné [online], 2001. [cit. 2023-4-14] Dostupné z: <https://rychleby.cz/bozi-hora/>

Žulová [online], 2006. [cit.2023-4-14] Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDulov%C3%A1>