

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra biologie

**Vybrané didakticky využitelné lokality vulkanických hornin a
jejich minerálů v Podkrkonoší
Diplomová práce**

Autor: Bc. Jaroslav Kabrhel
Studijní program: N1407
Studijní obor: 7504T029, 7504T075, 7504T

Vedoucí práce: doc. RNDr. Jan Vítek
Hradec Králové

březen 2016

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor:	Bc. Jaroslav Kabrhel
Studijní program:	N1407 – Chemie
Studijní obor:	Učitelství biologie pro střední školy Učitelství chemie pro střední školy
Název práce:	Vybrané didakticky využitelné lokality vulkanických hornin a jejich minerálů v Podkrkonoší
Název práce v AJ:	Selected didactically applicable locations of volcanic rocks and their minerals in Podkrkonoše.
Cíl a metody práce:	Cílem této práce je prozkoumat oblast Podkrkonoší, vybrat a zpracovat didakticky použitelné lokality vulkanických hornin. Každá lokalita bude zařazena do mapy Podkrkonoší, zpracováno její přesné umístění, dostupnost, geologická charakteristika, didaktická významnost, návrh na využití v praxi a příklady pracovních listů. U některých zajímavých lokalit bude didaktické využití rozpracováno do náročnosti dle stupně škol.
Garantující pracoviště:	Katedra biologie Přírodovědecké fakulty UHK
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Jan Vítek
Oponent:	
Datum zadání práce:	30. 10. 2015
Datum odevzdání práce:	

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedl všechny prameny, z kterých jsem vycházel.

V Hradci Králové dne

Jaroslav Kabrhel

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu své diplomové práce doc. RNDr. Janu Vítкови za spolupráci, vstřícné jednání, za celkovou pomoc při vypracování diplomové práce a za čas, který mi věnoval.

Anotace

KABRHEL, J. Vybrané didakticky využitelné lokality vulkanických hornin a jejich minerálů v Podkrkonoší. Hradec Králové, 2016. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Jan Vítek.

Tato diplomová práce byla zpracována na téma výskytu vulkanických hornin a jejich minerálů v Podkrkonoší. Autor se orientuje hlavně na výskyt didakticky významných lokalit a jejich minerálů. Lokality byly zpracovány z hlediska geologické stavby a mineralogického složení, umístění a dostupnosti. Následně byly lokality didakticky popsány a navrženo jejich využití. V této práci byly zpracovány návrhy na několik školních exkurzí i s výkladem a pracovními listy. Tato práce slouží jako dokument vhodný pro podporu výuky a přípravu exkurzí v oboru mineralogie a geologie při probírání vulkanických hornin.

Klíčová slova

Minerál, vulkanická hornina, Podkrkonoší, čedič, melafyr, didaktika

Annotation

KABRHEL, J. Selected didactically applicable locations volcanic rocks and their minerals in Podkrkonoše. Hradec Králové, 2016. Master's Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor doc. RNDr. Jan Vítek.

The topic of this master's thesis is presence of volcanic rocks and their minerals in "Podkrkonoší". Autor is mainly focused on occurrence of educationally interesting localities and their minerals. Localities were processed from geological structure and mineralogical composition, place and availability aspect. Then, localities were didactically described and suggested their use. In this thesis were elaborated drafts on some school excursions even with explanation and work sheets. The good use of this thesis would be assistance for schooling or preparation for excursion in mineralogy or geology subject while the topic is "vulcanical rocks".

Keywords

Mineral, volcanic rocks, Podkrkonoší, basalt, melafyr = melaphyre, didactics

Obsah:

Úvod	7
1 Metodika práce	8
2 Teoretická část	10
2.1 Vymezení oblasti - Zeměpisné, geomorfologické, geologické	10
2.2 Geologická stavba oblasti	12
2.3 Minerály vulkanických hornin	14
2.4 Vulkanické horniny	27
2.5 Lokality vulkanických hornin	31
3 Praktická část	48
3.1 Lokality vulkanických hornin	48
4 Diskuze	74
Závěr	78
Použitá literatura	79
Přílohy – pracovní listy, návrhy exkurzí a přípravy	CD

Úvod

Tato diplomová práce vznikla na základě předpokladu autora, že by bylo možno využít oblast Českého ráje, která je velice geologicky bohatá, k výuce mineralogie a geologie. Tuto oblast si autor vybral z důvodu jeho dlouholeté sběratelské činnosti v této oblasti. Oblast navštěvuje již patnáct let a věnuje se sběru minerálů právě vulkanických hornin na polích, v lomech ale i přímo na výchozech skal. Jelikož tato oblast je velice bohatá na nejrůznější geologické fenomény, vybral si autor jen malou část z geologického bohatství Českého ráje, a to konkrétně vulkanické horniny a jejich minerály. Cílem autora je popsat danou oblast z hlediska didaktického využití vyskytujících se vulkanických hornin, jejich minerálů a morfologických tvarů. Ve výsledku by rád autor seznámil čtenáře této práce s přesným popisem lokalit a vytvořil několik návrhů na exkurze, které by mohly být pojaty i formou školních výletů s naučnou tematikou. Následně autor vypracoval pracovní listy. Prvotní ideou bylo studenty naučit téma vulkanické horniny zábavnou formou a také zlepšit jejich vztah k přírodě a krajině okolo nás.

1 Metodika práce

Metodika práce vychází z klasických postupů. Parametry práce a její úprava vycházejí z platného předpisu pro tvorbu a obhajobu vysokoškolských kvalifikačních prací rozhodnutím děkana č. 4/2015. Diplomová práce je strukturována podle klasického dělení na úvod, metodiku práce, teoretickou část, praktickou část, diskuzi, závěr a seznam použité literatury.

V teoretické části byly zpracovány informace jak knižního původu, tak i internetové, ze serveru CGS (mapy) a také tištěné mapy. Autor si kvůli didaktickému zaměření vybíral dostupnou literaturu tak, aby každý, kdo si bude chtít některé informace ověřit, měl možnost danou literaturu získat bez většího úsilí. Vymezení oblasti proběhlo popsáním hranic námi sledované oblasti na základě terénního průzkumu. Vymezení z hlediska geomorfologie si autor dovolil podle knihy *Z nížin do hor* autorů Bína a Demek (2012). Geologické vymezení proběhlo pomocí nástěnné geologické mapy ČR z roku 2007 vydané CGS (Czech geology surfy). Geologická stavba byla popsána na základě již zmíněné nástěnné mapy a *Geologické minulosti ČR* autorů Chlupáč a kol. (2002). Část týkající se minerálů byla sepsána na základě knihy *Atlas minerálů České a Slovenské republiky* autorů Sejkora a Kouřimský (2005). Hlavní literatura pro vysvětlení okolností tvorby a dělení vulkanických hornin byla práce zahraničního autora Sena (2014). Dále v teoretické části byly popsány lokality na základě literatury, která je uvádí, a také na základě geologických map ze serveru CGS, u některých lokalit hlavně polního charakteru autor neshledal důležitým jejich větší popis, z hlediska didaktického použití dat autorovi přišli dostačující.

V praktické části byly popsány jednotlivé lokality z hlediska aktuálního stavu posouzeného na základě odběrů vzorků a zmapování autorem. Mapování bylo prováděno klasickým způsobem, procházením lokalit, také byla zhotovena fotografická dokumentace, ze které jsou v práci použity některé fotografie. Odběr vzorků byl prováděn hrubší prací u lokalit, kde je to umožněno. U chráněných lokalit a lokalit, kde by se odběrem vzorků poškozovaly důležité struktury, byl odběr prováděn v rozpraskané hornině a suti okolo lokality. Pokud byly na lokalitě nalezeny minerály, jejich identifikace proběhla na základě makroskopických pozorování a autorových zkušeností s touto oblastí. U minerálů kalcitu a zeolitů autor prováděl důkaz rozpuštěním v kyselině chlorovodíkové, kdy se kalcit

rozkládal na bublinky plynu a roztok, zeolity na gelovou kyselinu křemičitou. Zeolity byly identifikovány na základě pozorování jejich krystalových tvarů, příkladem mohou být čtyřiadvacetistěny analcimu. V případě křemenné variety ametystu bylo použito kontrastu vůči bílému papíru, aby se odhalily vybledlé nebo nedostatečně vybarvené vzorky. Mapování bylo prováděno po dobu let 2014 až 2016 a v některých případech byly použity i data a fotografie staršího data. U každé lokality autor zhodnotil její využití z hlediska didaktiky. Přípravy na jednotlivé lokality, tak jak si je může vyučující vytisknout, autor přiložil do příloh s návrhy exkurzí a pracovními listy.

Veškeré fotografie jsou autorovy vlastní, proto nepovažuje za nutné je citovat. U některých lokalit byly použity fotografie v podzimním a zimním období, aby nebyly lokality zakryty vegetací. V případě nákresů a geologických map převzatých z CGS bylo k upravení použito malování v systému Windows. Drobnější úpravy a ořezání obrázků bylo provedeno následně po vložení přímo v programu MS Word. Fotografie byly pořízeny fotoaparátem COOLPIX S3300 značky Nikon. Obrázky a tabulky jsou číslovány dohromady, aby se zabránilo podobným označením, což by mohlo vést k chaotické orientaci v diplomové práci. V případě minerálů je v popisku uváděna velikost v cm, která udává reálnou délku nejdelší strany obrázku. Pracovní listy obsahují mapy, které byly převzaty ze serveru mapy.cz a upraveny v programu malování.

2 Teoretická část

V teoretické části se seznámíme s poznatky, které jsou pro porozumění daného tématu nezbytné. V první řadě se tato část diplomové práce zabývá vymezením oblasti, a to jak zeměpisným tak i geologickým a geomorfologickým, dále se dozvíte něco o vulkanických horninách a jejich minerálech, to jak hlavních, ze kterých jsou složeny, tak i o minerálech doprovodných a sekundárních, které nás zajímají nejvíce. Nakonec teoretické části se dozvíte něco o samotných vybraných lokalitách vulkanických hornin v Podkrkonoší z hlediska teoretického tak, jak je vidí jiní autoři, vlastní popis autora této diplomové práce bude následovat v praktické části.

2.1 Vymezení oblasti

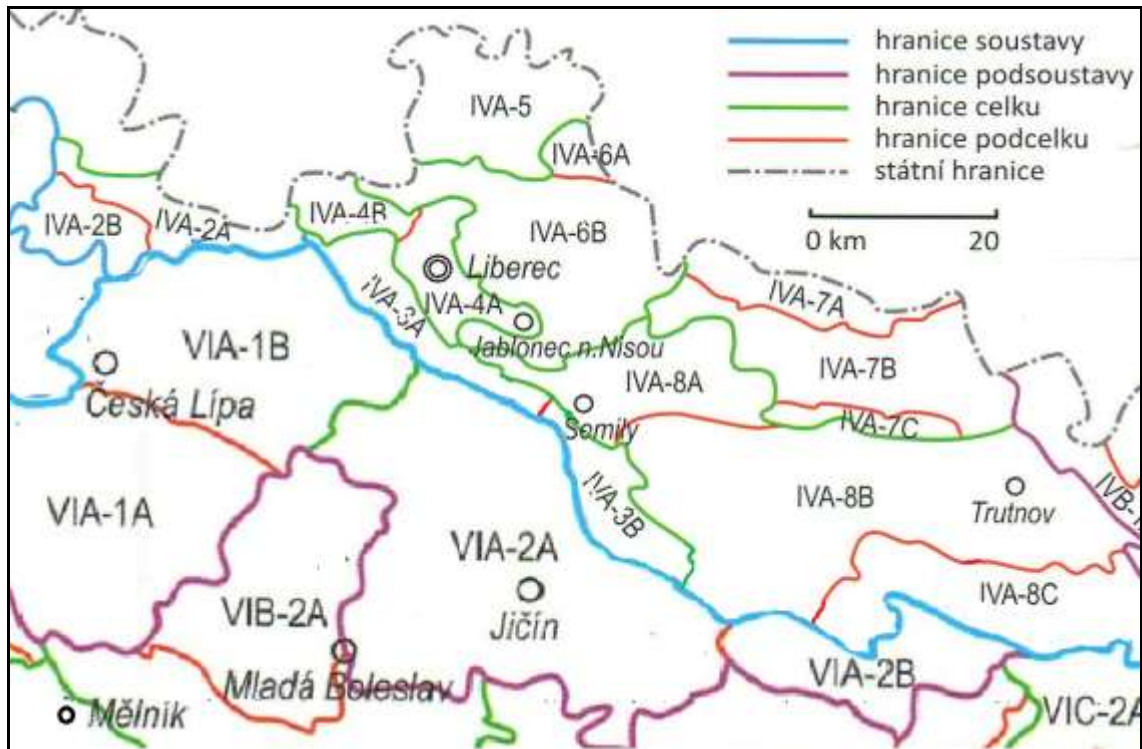
Z hlediska zeměpisného vymezení spadá sledovaná oblast do severovýchodní části České republiky. Z hlediska administrativního se sledovaná oblast rozprostírá na území Královéhradeckého a Libereckého kraje. Historicky se velké části námi sledovaného areálu říká Český ráj, díky malebné krajině plné skalních měst, vulkanických suků a mnoha hradů, zámků a zřícenin. Sledovaná oblast je na východě ohraničena tokem Labe, na západě osou měst Turnov a Jablonec nad Nisou, na jihu autor stanovil hranici oblasti zhruba okolo města Jičína a na severu osou měst Železný Brod a Jilemnice.

Geomorfologické vymezení oblasti je složité a zahrnuje několik geomorfologických celků patřících do dvou soustav, které spadají do provincie Česká vysočina (Bína, Demek, 2012). Na severu sledované oblasti se rozkládá Krkonošsko-jesenická soustava (IV), do této soustavy spadá Krkonošská podsestava (IVA), do níž spadají celky Ještědsko-kozákovský hřbet (IVA-3) s podcelky Ještědský hřbet (IVA-3A) a Kozákovský hřbet (IVA-3B). Ještědský hřbet je tvořen suký, hřbítky a zvětralými skalami vyzdviženými podél Lužické poruchy. Nejvyšším místem je Ještěd s nadmořskou výškou 1012 m n. m. Podloží je tvořeno krystalinikem (svor, rula, křemenec, krystalický vápenec), karbonskými andezity a tufy, dále také permskými ryolity a ignimbrity. Do naší sledované oblasti spadá hlavně východní část podcelku zvaná Kopaninský hřbet, která se směrem na východ k Malé skále svažuje. Kopaninský hřbet je důležitý výskytem hornin s obsahem achátů a jiných minerálů. Kozákovský hřbet je systém antiklinál až hrást'ových struktur. Jedná se o nesouměrný hřbet se zlomovým svahem

zdviženým podél Lužické poruchy. Podloží je tvořeno krystalinikem, karbonskými andezity, tufy a sedimenty, permskými a křídovými sedimenty a neogenním čedičem. Nejvyšší bodem je Kozákov s nadmořskou výškou 744 m n. m. spadající do části zvané Komárovský hřbet, na který z jihovýchodu navazuje Tábořský hřbet s nejvyšším vrcholem Tábor s nadmořskou výškou 683 m n. m. a výskytem karbonských paleovulkanitů. Do Krkonošské podsestavy spadá dále celek Krkonošské podhůří (IVA-8) s podcelky Železnobrodská vrchovina (IVA-8A) a Podkrkonošská pahorkatina (IVA-8B). Železnobrodská vrchovina je členitá s kerným základem a je tvořena hlavně krystalinikem. Nejvyšší místo je vrch Hejlov s nadmořskou výškou 835 m n. m. Na jihu tvoří podcelek Bozkovská vrchovina, ve které je nejdůležitější oblast zahloubení řeky Jizery. Podkrkonošská pahorkatina je velice rozsáhlá podjednotka mající charakter megasyklinály (různorodá krajina hornatin a pahorkatin) s nejvyšším vrcholem Baba majícím 675 m n. m. Podloží je tvořeno karbonskými sedimenty, andezity a tufy, dále permskými a křídovými sedimenty. Na západě je tato podjednotka tvořená Lomnickou vrchovinou s hřbety a suky z paleovulkanitů s nejvyšším vrcholem Strážník 610 m n. m. V centrální části se rozprostírá Staropacká vrchovina se suky paleovulkanitů a andezitů. Druhou soustavou je Česká tabule (VI) ležící na jižní části námi sledované oblasti. Námi sledovaná oblast spadá do podcelku Turnovská pahorkatina (VIA-2A), ten do celku Jičínská pahorkatina (VIA-2). Turnovská pahorkatina je tvořena sedimenty a místy obnaženými přírodnými kanály vulkanitů, jako například Trosky, Veliš a Zebín. (Bína, Demek, 2012)

Z geologického hlediska náleží oblast České republiky z velké části Českému masívu a na východě do území západních Karpat. Autorem popisovaná oblast spadá do Českého masívu. Lokalita Myší skála spadá ještě do oblasti lugikum, tvořeného žulovými masívy (krkonošsko-jizerský pluton) a metamorfovanými horninami různého typu a stupně metamorfózy (krkonošské krystalinikum, orlicko-kladské krystalinikum atd.). (Šimek, 1999) Ostatní lokality spadají do oblasti tvořené usazenými horninami, která se nazývá česká křídová pánev, tvořící výraznou pokryvnou jednotku okolo toku řeky Labe (šířka okolo 70 km), která zasahuje na východě až k Moravě (v mapě je značena zelenou barvou). Česká křídová pánev je tvořena křídovými sedimenty různého stáří. Na severu k ní přiléhá těleso usazených hornin z období permu. Do usazených hornin vnikly dvojí

vulkanické horniny. První jsou paleovulkanity stáří karbon až perm, označované jako bazalty až bazaltické andezity, jejich alkalické ekvivalenty a tufy (Tábor, Lomnice nad Popelkou, Stará Paka). Druhou skupinou jsou horniny typu neovulkanitů terciárního stáří označované jako alkalické bazalty, bazanity, foidity a jejich subvulkanické brekcie (Zebín, Veliš, Kozákov). (Cháb et al., 2007)



obrázek č. 3.1: Mapa geomorfologických jednotek námi sledované oblasti. Pod modrou hranicí se jedná o soustavu Česká tabule a nad modrou hranicí se jedná o soustavu Krkonošsko-jizerskou. Převzato a upraveno: Z nížin do hor. (Bína, Demek, 2012)

2.2 Geologická stavba oblasti

Geologická stavba oblasti je značně pestrá jak z hlediska výskytu různých typů hornin, tak z hlediska jejich doby vzniku. Celá naše sledovaná oblast spadá do Českého masívu. Severní část naší oblasti připadá lugičtému (lužická oblast) a zbytek do české křídové pánve.

Lužická oblast je větší celek, jehož velká část leží mimo hranice našeho státu, u nás jen jižní část. Od Bohemika je odděleno labským zlomovým pásmem, které je skryto pod sedimenty české křídové pánve. Na našem území tvoří Lugičtému krkonošsko-jizerské krystalinikum, lužický pluton, krkonošsko-jizerský pluton,

orlicko-sněžnické krystalinikum a nejspíše i zábřežské krystalinikum. Lugikum se tedy nachází pod pokryvným útvarem české křídové pánve.

Na severovýchodní části naší oblasti se vyskytuje těleso sedimentárních hornin stáří karbon až perm, v obou obdobích byla sedimentace podobná a tedy ji nerozlišujeme. Tento útvar nese název podkrkonošská pánev. Vznik této pánve se uvádí mechanismem zanášením pokleslých částí klastickými (úlomkovitými) sedimenty křemenného složení a organickými zbytky, které vytvořily ložiska uhlí. Z hornin se vyskytují právě křemenné pískovce, arkózy, prachovce, jílovce a slepence. Usazeniny z této doby mají často charakteristickou červenou barvu.

V období křídý vznikla velká pokryvná jednotka tvořící podstatnou část naší sledované oblasti, nesoucí název česká křídová pánev. Česká křídová pánev je největší pokryvná jednotka na našem území a zabírá zhruba polovinu severní části Českého masívu, její rozloha je 14 600 km² s délkou přibližně 290 km. Rozloha byla v dřívějších dobách nejspíše větší, v současnosti již některé části zvětraly a byly odneseny. Mocnost sedimentů dosahuje až 1100 m zhruba v ose Hradec Králové až Děčín. Tmel klastických (úlomkovitých) sedimentů má karbonátový charakter. Vyskytují se horniny slíny, slínovce, opuky a vápence.

Do sedimentů české křídové pánve a podkrkonošské pánve několikrát zasáhly vulkanické procesy, které vytvořily sopečné horniny dvojího stáří. První vulkanická činnost v této oblasti z hlediska námi sledovaných hornin byla v období permu. Vulkanická činnost vedla k vzniku těles bazických až intermediárních vulkanitů, které se nazývají melafyry. Melafyry mají složení odpovídající bazaltandezitům až andezitoidům. Jedná se převážně o efuzivní tělesa, tedy lávové proudy vytékající většinou ze štítových sopek, a malé množství pyroklastik. Důležitý je výskyt mandlovců, které obsahují kozákovské „polodrahokamy“. V oblasti jsou uváděny i kyselé vulkanity jako jsou ignimbrity v okolí Tatobit a Rovenska pod Troskami, dále také ryolity u Hořic.

Druhou vulkanickou činností byl terciérní vulkanismus, který je podmíněn alpínskými horotvornými procesy, jež daly vznik tzv. saxonským zlomům. Vzniklé zlomy dosahují až do velkých hloubek, kde se dostávají do oblasti svrchního pláště (30-40 km) a umožňují výstup magmatu. Hlavní centra terciérního vulkanismu jsou Doupovské hory a České středohoří, vzniklé podél oherského riftu. Další výskyt vulkanických těles tohoto období je podél labské zlomové linie ukryté pod

českou křídovou pánví, do níž vulkanity pronikají. Drobná tělesa se vyskytují po celém Českém masívu. Typickým znakem terciérních vulkanitů je jejich alkalický charakter (bazické až ultrabazické horniny). Vlastní vulkanismus probíhal ve dvou obdobích, první předriftové období pro naše účely není důležité. Druhé riftové období ve své starší části umožnilo vznik Doupovských hor a Českého středohoří, ve své mladší části pronikalo magma podél poruchy lužického zlomu a vytvořilo vrch Kozákov (respektive jeho neovulkanickou část). Mezi nejčastější horniny patří nefelinický bazanit, olivenický bazalt a olivenický nefelinit. Z hlediska stavby jsou neovulkanity podpovrchová tělesa přírodních kanálů, jež byly vypreparovány z okolních sedimentů při erozi. Vyskytují se i diadémy (sopouchy) vzniklé výbuchy a následným zanesením úlomky horniny, které se přeměnily na komínovou brekcii. Uváděn je výlev u Kozákova o mocnosti až 30 metrů stáří 4 až 6 miliónů let. (Chlupáč a kol., 2002)

2.3 Minerály vulkanických hornin

Vulkanické horniny jsou, jako každé jiné horniny, tvořeny minerály. Minerálů je na rozdíl od některých hornin, jako je vápenec složený z CaCO_3 (kalcitu), vždy více druhů. Abychom se mohli v této práci věnovat didaktickému využití minerálů vulkanických hornin v Podkrkonoší je nutno si několik minerálů vyjmenovat a blíže se s nimi a jejich vlastnostmi seznámit. Nejprve je nutno minerály rozdělit do určitých skupin, tak jak se řadí v mineralogickém systému v běžně dostupné literatuře, kterou si žáci sami mohou pročíst. Z tohoto hlediska byly použity atlasy minerálů, které jsou běžně k dostání. Nutno říci, že mineralogický systém je založen na odvozování minerálů na základě chemického složení tak, že určující znak skupiny tvoří aniont. Pro žáky je dobré skupiny přirovnat k solím kyselin, takovým příkladem by mohly být sírany odvozené jako soli kyseliny sírové (H_2SO_4). Mezi jednotlivé skupiny minerálů patří přímo prvky, sulfidy, halogenidy, oxidy, uhličitany, dusičnany, sírany, fosforečnany, křemičitany a organické minerály organolity. (Bauer, Tvrz, 2002) V následujícím přehledu budou popsány minerály mající význam vzhledem k námi sledované oblasti a tematice diplomové práce. Systém minerálů, charakteristika jejich složení, vlastností a výskytu, pokud není uvedeno jinak, byly zpracovány dle autorů Sejkora a Kouřimský 2005.

Prvky:

Prvky tvoří v přírodě minerály složené z atomů jednoho druhu. Je nutno říci, že z velkého množství známých prvků se v přírodě vyskytuje jen velice málo ve formě ryzí a může se tedy řadit do mineralogické skupiny prvky. Obecně se skupina prvků rozděluje na kovy a nekovy. Nekovy reprezentuje pro žáky dobře známá žlutá síra, černošedý grafit a lesklý diamant. Do kovů patří například zlato, stříbro a měď.

Měď je minerál o chemickém vzorci Cu patřící do kubické soustavy (krychlová) s tvrdostí od 2,5 do 3 podle Mohse. Hustota mědi je $9,0 \text{ g/cm}^3$, což měď řadí mezi těžší minerály. Tvoří keříčkovité, dendritické a celistvé agregáty typické měděné barvy, někdy pokryté oxidy mědi, které barví povrch do zelena či modra (minerály malachit a azurit). Vzácněji se měď vyskytuje ve formě kubických krystalků. Sejkora a Kouřimský uvádí jako jednu z lokalit podkrkonošské paleobazalty (melafyry) ve Studenci a u Lomnice nad Popelkou, kde tvoří měď až 1 cm velké výplně dutin a drobné drátky.

Sulfidy:

Sulfidy jsou minerály složené ze síry a některého kovu. Sejkora a Kouřimský dodávají, že se jedná i o sloučeniny kovů s arsenem, antimonem, tellurem a selenem, což je informace vhodná spíše pro žáky gymnázia. Jedná se o minerály většinou kovového vzhledu. Zkoumané horniny neobsahují žádná významnější ložiska sulfidů, a proto jim nebude věnována žádná pozornost.

Halogenidy:

Halogenidy jsou minerály odvozené jako sloučeniny obsahující aniont některého halového prvku, jako chlór, bróm, jód a fluor. Mezi typické zástupce patří halit (sůl kamenná) a fluorit. Zkoumané horniny neobsahují žádná významnější ložiska halogenidů, a proto jim nebude věnována žádná pozornost.

Oxidy:

Oxidy jsou minerály, k nimž patří sloučeniny kyslíku s jinými prvky. Oxidy se vyznačují velikou variabilitou z hlediska vlastností v závislosti na chemickém složení a struktuře. Oxidy tvoří velikou skupinu minerálů, které se vyskytují na podkrkonošských lokalitách, a tudíž jim bude věnována větší pozornost. Mezi

takové minerály patří kuprit, chalkotrichit, variety křemene, magnetit, hematit, opál, rutil a goethit.

Kuprit je minerál s chemickým vzorcem Cu_2O . Vyskytuje se často kusový, jemnozrnný až krystalický, kdy tvoří osmistěnné krystaly. Kuprit má barvu sytě červenou až červenočernou. Hustota kupritu se pohybuje okolo 6,1, což jej zařazuje mezi středně těžké minerály, tvrdost je 3,5-4 podle Mohse. Jedná se často o produkt dokonalé oxidace mědi. Atlas minerálů České a Slovenské republiky uvádí jako lokality výskytu paleobazalty v podkrkonoší, jmenovitě Studenec u Jilemnice a Lomnici nad Popelkou. Tento výskyt bude nejspíše spojen i s výskytem ryzí mědi, jako substrátu pro oxidaci na kuprit.

Chalkotrichit je jehličkovitá varieta kupritu, jedná se tedy o jemné tenoučké a velice dlouhé krystaly kupritu. Často tvoří výplně dutin vypadající jako smotaná červená vata.

Křemen a jeho variety mají složení v základu shodné, a to SiO_2 , jejich barva je určena příměsemi jiných prvků. Barva ovlivněná příměsemi je znázorněna v tabulce. Křemen má lasturnatý lom. Hustota křemene se pohybuje okolo 2,6-2,7 g/cm^3 a to jej řadí do středně těžkých minerálů. Tvrdost je podle Mohse 7. Výskyt je dle Atlasu minerálů České a Slovenské republiky uváděn ve vztahu k podkrkonoší v dutinách paleobazaltu (melafyry) na Kozákově, Lomnici nad Popelkou, Doubravic, Frýdštejna, Rváčova a Železnice. Je nutno jistě nezapomenout na fakt, že křemen je hlavní horninotvorný minerál, a je tedy přítomen v menší či větší míře skoro v každé hornině, výjimku tvoří usazené karbonátové horniny.

Hydratované křemeny jsou ve své podstatě amorfnní a tvoří spíše kusové či vrstevnaté struktury. Vrstevnatý křemen s různou barvou vrstviček se nazývá achát, pokud nejsou dobře patrné jednotlivé vrstvičky, jedná se o minerál chalcedon. Mezi hydratované křemeny tedy patří chalcedon, achát, opál a jaspis. Atlas minerálů České a Slovenské republiky uvádí chalcedon jako rekrystalizovaný koloidní křemen vzniklý z opálu, jehož reliktů jsou často v chalcedonu zachovány (10-30 %). Uvádí, že achát je minerál složený z vrstviček chalcedonu, opálu a mikrokrytalického křemene. Dále také uvádí, že jaspis je nehomogenní směs chalcedonu, opálu a jiných příměsí, jako hematit a chlorit, způsobující jeho zbarvení. Tyto amorfnní křemeny, tedy spíš křemenné hmoty, uvádí atlas z lokalit mandlovcových paleobazaltů (melafyrů) v podkrkonoší, jmenovitě lokality

Doubravice, Levín, Levínská Olešnice, Stará Paka, Lomnice nad Popelkou, Kozákov, Železnice, Morcínov, Rváčov, Frýdštejn. Je tedy nutno říci, že tato oblast podkrkonoší je bohatá na nálezy variet křemene v paleobazaltech.

Magnetit je minerál složení Fe_3O_4 tvořící kubické krystaly nejčastěji ve tvaru osmistěnu. Hustota je udávána $5,2 \text{ g/cm}^3$ a tvrdost 5,5-6,5 podle Mohse. Jeho výskyt je hlavně ve vyvřelých a metamorfovaných horninách. Jako zvláštní vlastnost se často udává jeho magnetické schopnosti.

Hematit je minerál složení Fe_2O_3 o hustotě $5,3 \text{ g/cm}^3$, což jej řadí ke středně těžkým minerálům. Tvrdost se pohybuje okolo 5 – 6 podle Mohse. Jeho složení je variabilní a často je ovlivněno obsahem příměsí. Většinou se vyskytuje ve formě zrnité až kusové a krystalické formy jsou vzácné. Obecně je považován za hojný červený pigment hornin a nerostů.

Opál je minerál podobného složení jako křemen ale obsahuje množství krystalické vody, tedy je hydratovaný. Podle Atlasu minerálů ČR a SR je obsah vody proměnlivý od 1-20%. Jedná se o amorfní minerál. Zajímavá je jeho struktura tvořená kuličkami gelového SiO_2 . Tvrdost je proměnlivá dle stáří, kde u čerstvě vzniklých je 1 a u starších až 6 podle Mohse.

Rutil je minerál složení TiO_2 , často však obsahuje i Fe, Cr, V a Sn jako příměsí. Jeho tvrdost je 6-6,5 podle Mohse a hustota se pohybuje okolo $4,2 \text{ g/cm}^3$. Tvoří jemné dlouhé krystalky, často uzavřené v krystalech křemene, dále se vyskytuje krystalický, kusový či tvoří lamely.

Goethit je hydratovaný oxid železa s proměnlivým obsahem H_2O . Krystaly jsou většinou drobné a jehličkovité, často spíše kulovité nebo jemnozrnné agregáty. Hustota goethitu se pohybuje okolo $4,3 \text{ g/cm}^3$ a tvrdost je 5-5,5 podle Mohse.

Karbonáty:

Karbonáty neboli uhličitany jsou minerály odvozené složením od kyseliny uhličitě, mají tedy uhličitánový anion CO_3^{2-} . Velice zajímavá je vlastnost tvorby izomorfních řad, které obsahují minerály se shodnou krystalovou strukturou, krystalovými tvary ale liší se chemickým složením. V rámci našich lokalit se budeme věnovat hlavně minerálům kalcitu a sideritu.

Aragonit je minerál s chemickým složením odpovídajícím CaCO_3 , krystalizující v soustavě (ortorombické) kosočtverečné, čímž se odlišuje od kalcitu a sideritu.

Často tvoří jehličkovité a stébelnaté agregáty bílé až šedavě červené. Aragonit má skelný až diamantový lesk, bílý vryp, hustotu $3,0 \text{ g/cm}^3$ a tvrdost 3,5-4 podle Mohse. Vznik je udáván hydrotermálně na rudních žilách, v dutinách bazaltických hornin a jako produkt krystalizace z roztoků (v důlních dílech, jeskyních). Uváděn je z lokality Hřídelec u Lázní Bělohrad.

Kalcit je minerál s chemickým složením CaCO_3 , obsahující často příměsi způsobující jeho zabarvení. Literatura uvádí jeho velikou tvarovou rozmanitost, kdy tvoří více než 500 různých krystalových tvarů a 1500 jejich spojek, obecně však platí, že patří do klencové soustavy. Tvrdost kalcitu se pohybuje okolo 3 podle Mohse a jeho hustota v rozmezí $2,6\text{-}2,8 \text{ g/cm}^3$, vryp je bílý. Krystaly se nejčastěji štípou na klence, které jsou v terénu také často určujícím znakem karbonátů.

Krystaly kalcitu často dvojčatí podle různých rovin. Chemicky čistý kalcit má čirou barvu, ionty manganu je barví nejčastěji do růžova a například ionty kobaltu jej barví do purpurově fialové. Kalcit je minerál vznikající poblíž rudných žil, v dutinách sedimentárních, metamorfovaných a v našem případě i vulkanických hornin. Tvoří hlavní složku mnoha sedimentárních hornin jako je vápenec či dolomit. Výskyt je uváděn z mandlovcových dutin paleobazaltů z podkrkonoší, konkrétně z Kozákova a Doubravic. (Sejkora, Kouřimský, 2005) Kalcit a jiné karbonáty jsou více, či méně rozpustné v kyselinách. Kalcit sám o sobě je dobře rozpustný za tvorby oxidu uhličitého, vody a příslušné soli vápníku odvozené od kyseliny. (Čermáková a kol, 1980)

Siderit je minerál chemickým složením odpovídajícím vzorci FeCO_3 , často obsahující i ionty Mn, Mg a Ca. Z krystalografického hlediska patří do soustavy klencové stejně jako kalcit. Tvarově bývá zrnitý až kusový a pokud se jedná o krystaly, jsou často tabulkovité. Barva sideritu je rezavě žlutá, hnědá až černá při zvětrání, vryp je bílý.

Sulfáty:

Sulfáty jsou minerály nazývané také sírany mající složení odvozené od solí kyseliny sírové s iontem SO_4^{2-} . V naší práci se budeme z hlediska zkoumaných lokalit zabývat minerálem barytem.

Baryt je minerál s chemickým vzorcem BaSO_4 , někdy obsahující i ionty Sr, Ca nebo Pb. Často tvoří krystaly tabulkovité s bílou barvou, někdy zabarvené do

modré či červené barvy. Patří do krystalové soustavy kosočtverečné. Tvrdost se pohybuje od 3 do 3,5 podle Mohse s hustotou 4,5 g/cm³, což z barytu dělá již naopak těžší minerál.

Fosfáty:

Fosfáty jsou minerály odvozené od kyseliny fosforečné obsahující ionty PO₄³⁻, ale také sem patří minerály s ionty AsO₄³⁻ a VO₄³⁻, tedy arsenáty a vanadáty. Z hlediska našich lokalit se budeme zabývat minerály vésigniéit a volborthit.

Vésigniéit je minerál se vzorcem BaCu₃(AsO₄) tento minerál patří do soustavy jednoklonné, ale na lokalitách tvoří spíše zrnité agregáty a povlaky. Barva je žlutozelená až olivově zelená se žlutozeleným vrypem. Tvrdost vésigniéitu se pohybuje okolo 3-4 podle Mohse s hustotou 4,6-4,7 g/cm³. Vzniká při zvětrávání rud obsahujících měď (Cu) v prostředí bohatém na vanad (V). Atlas minerálů ČR a SR uvádí jako lokality paleobazalty v podkrkonoší v Lomnici nad Popelkou a Studenci.

Volborthit je minerál se vzorcem Cu₃V₂O₇(OH)₂·2H₂O patřící do krystalové soustavy jednoklonné. Minerál tvoří paprscité, celistvé až práškovité agregáty. Tvrdost je 3,5 podle Mohse a hustota se pohybuje okolo 3,5 – 3,8 g/cm³. Vzniká při zvětrávání rud obsahujících měď (Cu) v prostředí bohatém na vanad (V). Výskyt je uváděn podle Atlasu minerálů ČR a SR z paleobazaltů v Podkrkonoší, konkrétně ze Studence v asociaci s minerálem analcimem.

Silikáty:

Silikáty neboli křemičitany jsou minerály odvozené od kyseliny křemičité. Přesněji lze říci, že obsahují tetraedry iontů SiO₄⁴⁻, kde uprostřed je křemík (Si) a na něm v každém rohu tetraedru navázán kyslík (O). Podle struktury silikátů, spíše tedy uspořádání tetraedru, dělíme tuto skupinu minerálů na další podskupiny. První takovou podskupinou jsou nesilikáty tvořené nezávisle na sobě umístěnými tetraedry SiO₄. Druhou skupinou jsou křemičitany sorosilikáty mající tetraedry po dvojících spojené přes kyslík. Třetí skupinou jsou cyklosilikáty, které mají tetraedry uložené do kruhových útvarů propojené pomocí kyslíků. Čtvrtou skupinou jsou inosilikáty mající tetraedry umístěné v rovnoběžných řetězcích. Pátou skupinou silikátů jsou fylosilikáty mající tetraedry pomocí kyslíků propojeny do podoby vrstev. Poslední šestou skupinou jsou silikáty s prostorovým

uspořádáním tetraedrů a nesoucí název tektosilikáty. Nutno je také říci, že tetraedry SiO_4 jsou dost velké a variabilní, aby umožnily své nahrazení ve struktuře i jiným tetraedrům jako například AlO_4 .

Nesosilikáty jsou tedy minerály obsahující izolované tetraedry SiO_4 a k nim navázané další ionty. Mezi tuto skupinu silikátů patří minerály olivín, minerály spadající do skupiny granátů jako almandin či pyrop.

Olivín je označení minerálu s proměnlivým složením od Mg_2SiO_4 po Fe_2SiO_4 , dále mohou obsahovat i ionty dalších přechodných prvků, jako Ni, Cr. Olivínem tedy lze nazvat jakýkoli minerál z izomorfní řady mezi forsteritem obsahujícím kationty hořčíku (Mg) a fayalitem obsahujícím kationty železa (Fe). Minerály z řady olivínu patří do krystalové soustavy kosočtverečné, ale nejčastěji tvoří různě velká zrna nepravidelných tvarů. Barva olivínů je žlutozelená, zelená a při přeměně (zvětrávání) až rezavě hnědá. Tvrdost olivínů se pohybuje okolo 6,5 – 7 podle Mohse a hustota 3,3-4,4 g/cm^3 , což je ovlivněno rozdílným obsahem Mg a Fe. Olivín se vyskytuje jako horninotvorný minerál v bazických vyvřelinách. Zajímavý, a to i z našeho hlediska vzhledem ke zkoumané oblasti, je výskyt olivínu jako zrnitých xenolitů (olivínových koulí), složené z útržku hornin svrchního pláště, jako jsou peridotity. Uváděn je výskyt ve vulkanických horninách podél lužické poruchy, zejména z okolí Kozákova, Železného Brodu a Podmoklic u Semil.

Granáty jsou minerály s obecným vzorcem $\text{R}^{2+}_3\text{R}^{3+}_2(\text{SiO}_4)_3$, kde R^{2+} je zastoupeno kationty prvků Mg, Fe, Mn, Ca a R^{3+} je zastoupeno Al, Fe, V a Cr, vzácněji i Mn, Zr a Ti. Tato skupina má díky chemické stavbě podobné vlastnosti a krystalizuje ve formě nejčastěji dvanáctistěnnů či čtyřiadvacetistěnnů. Jsou zrnité až celistvé bez štěpnosti, ale někdy se dobře odlučují, jako v případě almandinu. Pyrop je minerál, patřící mezi granáty, se vzorcem $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$, mající tvrdost podle Mohse 7-7,5 a hustotu okolo 3,6 g/cm^3 . Barva pyropu je červená, červenohnědá, fialovohnědá až růžová s bílým vrypem. Nevytváří krystaly, ale jen zrna. Výskyt granátu pyropu je uváděn vzhledem k naší sledované oblasti z pyropových štěrků v Podkrkonoší z ložiska Vestřev, kde se také dříve těžil (u města Hostinné), dále také v náplavech okolí Hostinného, Nové Paky a Jičina. Almandin je minerál se složením odpovídajícím $\text{Fe}_3\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3$ patřící do krychlové krystalové soustavy. Od pyropu ho odlišuje fialovější zbarvení a tvorba krystalů,

vryp je bílý. Tvrdost je podle Mohse 7 až 7,5 a hustota se pohybuje okolo 4,3 g/cm³. Další minerály ze skupiny granátů jsou například spessartin se vzorcem Mn₃Al₂(SiO₄)₃, grosulár Ca₃Al₂(SiO₄)₃, goldmanit Ca₃V₂(SiO₄)₃ a andradit Ca₃Fe₂(SiO₄)₃.

Sorosilikáty jsou minerály obsahující tetraedry SiO₄ po dvojicích spojené přes kyslík a k nim patřící kationty. V naší oblasti se vyskytují bazické výlevné horniny, ve kterých se může vyskytovat melilit.

Melilit je minerál složení (Ca,Na)₂(Al,Mg)(Si,Al)₂O₇, který může zastupovat alkalické minerály chudé na křemík a foidy (alkalické živce) v některých ultrabazických horninách.

Cyklosilikáty jsou minerály patřící do skupiny silikátů (křemičitanů), mající tetraedry SiO₄ uspořádané do kruhů, spojené přes kyslík. Z cyklosilikátů se v naší sledované oblasti nenalézají žádné didakticky významné minerály, a tedy se nebudeme této skupině křemičitanů věnovat.

Inosilikáty jsou minerály patřící do skupiny silikátů (křemičitanů), mající tetraedry SiO₄ uspořádané do rovnoběžných řetězců spojené pomocí kyslíku a k nim navázané patřičné kationty. Z hlediska naší sledované oblasti je nutno něco si říci o skupině pyroxenů, augitu, amfibolu a pektolitu.

Pyroxeny jsou zvláštní skupinou inosilikátů mající kationty Mg, Mn, Fe, Al, Ca a Na s obecným vzorcem XYSi₂O₆ (X a Y již zmíněné prvky). Pyroxeny se vyskytují ve dvou krystalových soustavách, kosočtverečné (ortorombické), nazývajících se ortopyroxeny, a jednoklonné (monoklinické), zvané klinopyroxeny. Chemickými a fyzikálními vlastnostmi jsou podobné amfibolům, od kterých jsou dobře rozlišitelné dobrou štěpností v úhlu 90° (amfiboly 120°). Pyroxeny jsou hojné horninotvorné minerály vulkanických a některých metamorfovaných hornin. Hlubinná bazická hornina složená z pyroxenů se nazývá pyroxenit. (Sejkora, Kouřimský, 2005) Pokud se podíváme na složení pyroxenů, zjistíme, že se jedná o minerály s nižším obsahem Si vůči Fe a Al na rozdíl od živců, proto je zastupují v bazických horninách. Přítomnost pyroxenů v hornině způsobuje absenci nebo malý obsah křemene. (Sen, 2014) Ortopyroxeny jsou minerály se složením odpovídajícím Mg₂Si₂O₆ až Fe₂Si₂O₆, kde minerál mající Mg je enstatit a minerál s

Fe ferosilit. Enstatit a ferosilit tvoří izomorfní řadu, ve které se vyskytují ještě další minerály jako bronzit ($Mg > Fe$) a hypersten ($Fe > Mg$). Diopsid je udáván jako minerál tvořící bazické horniny peridotity. Enstatit se uvádá jako podstatná součást minerálního složení bazických a ultrabazických hornin. Klinopyroxeny tvoří také izomorfní řadu s koncovými členy diopsid se složením $CaMgSi_2O_6$ a hedenbergitem se složením $CaFeSi_2O_6$, dále se v řadě vyskytují i jiné minerály jako například salit, pigeonit, egirín, jadeit, omfacit a pro nás důležitý augit se vzorcem $(Ca,Na)(Mg,Fe)Si_2O_6$.

Augit tvoří sloupcovité krystaly a zrna, často dvojčatí, má skelný lesk a bílý vryp. Tvrdost augitu se pohybuje okolo 5,5-6 podle Mohse a hustota běžně mezi 3,2-3,6 g/cm³. Jeho výskyt je udáván v bazických magmatitech a metamorfovaných horninách.

Amfiboly jsou skupina inosilikátů podobná na první pohled pyroxenům, ale jejich stavba je odlišná. V krystalové struktuře se opakují jednotky Si_4O_{11} , což je dáno dvojitou řetězcovou stavbou. Krystalizují v ortorombické (kosočtverečné) a monoklinické (jednoklonné) soustavě. Rozeznávacím znakem od pyroxenů je jejich dobrá štěpnost pod úhlem 120°, na rozdíl od pyroxenů štěpných pod úhlem 90°. Jedná se o základní horninotvorné minerály vyvřelých a metamorfovaných hornin (amfibolit). Nejběžnější je „obecný a čedičový amfibol“ se složením, které je obtížně definovatelné, ale zpravidla obsahuje málo Si složky a mnoho Fe^{3+} a Ti^{4+} . Tvoří sloupcovité krystaly nebo kusové zrnité agregáty. Tvrdost je 5-6 podle Mohse a hustotou 2,9-3,6 g/cm³. „Čedičový amfibol“ se hojně vyskytuje v terciárních bazaltech a jejich tufech. Mezi amfiboly počítáme i jiné minerály, jako glaukom, aktinolit, tremolit, a antofylit.

Pektolit je minerál se složením odpovídajícím $Ca_2NaSi_3O_8(OH)$ a tvoří paprscitě vláknité shluky krystalů bílé, narůžovělé a šedé barvy. Vryp pektolitu je bílý, tvrdost 4,5 až 5 podle Mohse s hustotou 2,8-2,9 g/cm³. Atlas minerálů ČR a SR uvádí jeho vznik v trhlinách vulkanických hornin, a konkrétní Českou lokalitu lom v Želechovském údolí u Libštátu.

Fylosilikáty jsou skupina silikátů obsahující tetraedry SiO_4 spojené kyslíky uspořádané do vrstviček tvořících 2D sítě. K tetraedrům jsou připojeny kationty

prvků. Z hlediska naší sledované oblasti je potřeba popsat minerály skupiny slíd, montmorillonit, minerály skupiny chloritů a chryzokol.

Slídy jsou početnou skupinou minerálů s dosti proměnlivým složením. Krystalují v monoklinické (jednoklonné soustavě), ale tváří se jako šestistěny (pseudohexagonální stavba). Krystaly jsou dokonale štěpné podle tenkých vrstviček a na rozdíl od chloritů jsou pružné. Slídy mají různou barvu, tvrdost je podle Mohse 2-4 a hustota 2,5-3,5 g/cm³. Jsou to základní horninotvorné minerály mnoha magmatických a metamorfovaných hornin, ale objevují se i v sedimentech. Nejběžněji se vyskytující slídy jsou muskovit, biotit, lepidolit a cinvaldit. **Muskovit** je světlá slída bez obsahu Li se vzorcem $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$. Někdy tvoří muskovit drobné šupinkaté agregáty zvané sericit. Tvrdost muskovitu se pohybuje 2,5-4 podle Mohse a hustota okolo 2,8-2,9 g/cm³. Výskyt muskovitu je v metamorfovaných horninách a poté ve vyvřelých horninách kyselého typu. (Sejkora, Kouřimský, 2005) **Biotit** je nejběžnější tmavá slída bez Li se vzorcem $K(Fe,Mg)_3AlSi_3O_{10}(OH,F)_2$. (Korbel, Novák, 1999) Vryp biotitu je bílý až šedý, hustota 2,7-3,4 g/cm³ a tvrdost 2,5-3 podle Mohse. **Lepidolit** je skupinový název pro světlé slídy s obsahem Li naopak **cinvaldit** je skupinový název tmavých slíd s obsahem Li.

Montmorillonit je minerál vzniklý zvětráváním čedičových tufů se složením zhruba $(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2.nH_2O$. Tento minerál se vyskytuje ve formě jemnozrnných agregátů složených z mikroskopických destiček. Tvrdost se pohybuje od 1-2 podle Mohse a hustota 2,0-3,0 g/cm³.

Chlority jsou hydratovaná skupina minerálů s proměnlivým složením, nejčastěji se vyskytují prvky Mg, Fe, Mn a Al. Tyto minerály jsou charakterizovány nízkou tvrdostí 2-3 podle Mohse. Chlority jsou podobné slídám svojí dokonalou štěpností na destičky, ale nejsou na rozdíl od nich pružné. Nejčastějším chloritem je klinochlor se vzorcem $(Mg,Fe)_3Al(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$, který tvoří izomorfní řadu s chamositem se vzorcem $(Fe,Mg)_5Al(Si_3Al)O_{10}(OH,O)_8$. Barva bývá zelená, hustota okolo 2,6-3,0 g/cm³ a tvrdost 2-2,5 podle Mohse. Klinochlor se vyskytuje ve vyvřelinách typu čedič a andezit.

Chryzokol je zelený minerál se vzorcem $(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4.nH_2O$ tvořící ledvinité agregáty, povlaky a kůry. Tvrdost chryzokolu se pohybuje okolo 2-4

podle Mohse a hustota 1,9-2,4 g/cm³. Vznik je udáván při zvětvávání rud mědi, jako v případě Studence.

Tektosilikáty jsou skupina silikátů, u které tetraedry SiO₄ tvoří 3D strukturu minerálu, kde jsou jednotlivé tetraedry vázány přes kyslík a na ně se váží i patřičné kationty kovů. Z hlediska naší sledované oblasti si musíme říci něco o minerálech patřících do skupiny živců a minerálech ze skupiny zeolitů.

Živce jsou minerály, ve kterých se opakují jednotky XAlSi₃O₈, kde X jsou nejčastěji prvky K, Na a Ca. Podle obsahu alkalických prvků dělíme živce na dvě skupiny, a to sodnovápenaté živce zvané plagioklasy a draselné živce zvané ortoklasy. Draselné živce krystalizují ve dvou soustavách, a to monoklinické a triklinické (jednoklonné a trojklonné), sodnovápenaté živce krystalizují pouze v soustavě triklinické (trojklonné). Plagioklasy tvoří izomorfní řadu mezi albitem se vzorcem NaAlSi₃O₈ a anortitem se vzorcem CaAl₂Si₂O₈, do této řady patří například andezín, labradorit a bytownit. **Ortoklas** je tedy minerál patřící mezi draselné živce se vzorcem KAlSi₃O₈. Jak již bylo řečeno, krystalizuje ortoklas v monoklinické (jednoklonné) soustavě a tvoří krátce sloupcovité krystaly, které často dvojčatí. Vryp ortoklasu je bílý a barva bílá, růžová až načervenalá, hustota se pohybuje okolo 2,6 g/cm³ s tvrdostí 6-6,5 podle Mohse. Jeho výskyt je udáván v kyselějších vyvřelinách, granitoidech a pegmatitech a v metamorfovaných i sedimentárních horninách (arkózy). **Plagioklas** je, jak již bylo řečeno, souhrnný název pro sodnovápenaté živce řady albit – anortit, krystalizujících v triklinické (trojklonné) soustavě. Plagioklasy mají hustotu okolo 2,6-2,8 g/cm³ a tvrdost podle Mohse 6-6,5. Albit je uváděn v kyselějších vulkanických horninách, což odpovídá složení, kdy obsahuje mnoho Si složky a málo alkalických prvků, labradorit je uváděn jako součást bazických vyvřelin (porfyry, gabra, diority a čediče), andezín v metabazitech a rulách a anortit je uváděn v bazických horninách.

Nefelín je minerál se vzorcem (Na,K)AlSiO₄ krystalizující v hexagonální (šesterečné) soustavě. Nefelín tvoří nepravidelná zrna a nedokonalé sloupcovité krystaly. Bývá bezbarvý, modrý, zelený až červený se skelným až matným leskem a bílým vrypem. Hustota nefelínu je 2,6-2,7 g/cm³ a tvrdost 5,5-6 podle Mohse. Popisován je jako typický minerál alkalických hornin a vyskytuje se i v dutinách syenitů. Pokud je tento minerál v horninách běžný, označují se tyto horniny

přídavným jménem nefelinický. (Sejkora, Kouřimský, 2005) Pokud je tento minerál obsažen v alkalické hornině ve velkém množství jako její základní minerál nazývá se tato hornina nefelinit. Ze složení vyplývá velký obsah alkalických prvků oproti Si složce a tím je i celý nefelín alkalický.

Leucit je minerál se vzorcem $KAlSi_2O_6$ krystalizující v kubické (krychlové) soustavě a tvořící krystaly ve tvaru čtyřřadvacetistěnu deltoidového. Tvrdost je podle Mohse okolo 5,5-6 a hustota $2,5 \text{ g/cm}^3$. Udáván je jako typický minerál vulkanických alkalických hornin, které mohou získat přídavné jméno leucitický (leucitický fonolit). Leucit s nefelínem se někdy označují jako foidy.

Zeolity jsou složité hlinitokřemičitany (alumosilikáty) tvořené z jednotek $[SiO_4]$ a $[AlO_4]$ spojených kyslíky, které vytváří kostru struktury, a mezi nimi vznikají kanálky a dutiny do kterých jsou umístěny kationty alkalických kovů, kovů alkalických zemin a molekuly vody. Při zahřívání jsou zeolity schopny ztrácet vodu a v některých případech při styku s roztoky i vyměňovat ionty. Zeolity mají souhrnně nízkou a střední tvrdost 3,5-5 podle Mohse, bílý vryp a hustotu okolo $2,5 \text{ g/cm}^3$. Zajímavá je jejich rozpustnost v kyselinách (HCl) za vzniku gelové kyseliny křemičité (H_2SiO_3). Vznik zeolitů je vázán na dutiny a trhliny vulkanických hornin, ale vznikají i z hydrotermálních roztoků, některé mohou vznikat přímo jako horninotvorné minerály jako například analcim a leucit. (Pauliš, 2014) **Analcim** je běžný zeolit se vzorcem $NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O$ tvořící krystaly tvaru dvacetistěnu deltoidového (kubická soustava). Tvrdost analcimu je 5-5,5 podle Mohse, hustota $2,2-2,3 \text{ g/cm}^3$, skelný lesk a bílý vryp. Uváděn je z dutin bazaltů, jako například z paleobazaltů na Kozákově, Studenci, Morcínově u Lomnice nad Popelkou. Následně si řekneme něco o zeolitech, s nimiž se v námi sledované oblasti můžeme setkat.

Laumontit je minerál se vzorcem $Ca_4Al_8Si_{16}O_{45} \cdot 18H_2O$ krystalizující v monoklinické (jednoklonné) soustavě. Vyskytuje se ve formě sloupcovitých krystalů, které často dvojčatí. Snadno zvětrává. Laumontit je minerál s tvrdostí 3-4 podle Mohse a hustotou $2,2-2,4 \text{ g/cm}^3$. Výskyt je udáván na trhlinách vulkanitů, granitů a pegmatitů. **Phillipsit** je souhrnný název pro minerály přibližného složení $(K,Na,Ca,Ba)_xAl_xSi_{16-x}O_{32} \cdot 12H_2O$ krystalizující v monoklinické (jednoklonné) soustavě a vyskytující se ve formě sloupcovitých až tabulkovitých krystalů (křížové srostlice vytváří zdánlivě dvanáctistěn kosočtverečný), často také ve formě kulovitých paprscitých agregátů. Je bezbarvý a žlutavý s tvrdostí 4,5-5 podle

Mohse a hustotou okolo 2,2 g/cm³. **Harmotom** je minerál se vzorcem zhruba $(\text{Ba}_{0,5}, \text{Ca}_{0,5}, \text{K}, \text{Na})_5 \text{Al}_5 \text{Si}_{11} \text{O}_{32} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ krystalizující v monoklinické (jednoklonné) soustavě a tvořící sloupcovité až tabulkovité porostlice. Je bezbarvý, bílý nazelenalý, až načervenalý s bílým vrypem. Tvrdost se pohybuje okolo 4,5 podle Mohse a hustota 2,4-2,5 g/cm³. Vznik je udáván z paleovulkanitů a hydrotermálně, z lokalit v naší oblasti byly jmenovány Kozákov, Bezděčín a Studenec. **Mordenit** je minerál ze skupiny zeolitů se vzorcem $(\text{Na}_2, \text{Ca}, \text{K}_2) \text{Al}_4 \text{Si}_{40} \text{O}_{96} \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$ krystalizující v ortorombické (kosočtverečné) soustavě. Vytváří drobné vertikálně rýhované sloupcovité krystalky a kruhovitě uspořádané paprscité a vláknité agregáty. Barva mordenitu je žlutá, narůžovělá až červenavá s hedvábným leskem, bílým vrypem, tvrdostí 3,4 podle Mohse a hustotou 2,1-2,2 g/cm³. Výskyt je udáván v dutinách a trhlinách vulkanických hornin jako například z melafyrů Kozákova a Morcínova. **Heulandit** je souhrnný název pro skupinu minerálů přibližného složení $(\text{Ca}_{0,5}, \text{Sr}_{0,5}, \text{Ba}_{0,5}, \text{Mg}_{0,5}, \text{Na}, \text{K})_9 \text{Al}_9 \text{Si}_{27} \text{O}_{72} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ krystalizujících v soustavě monoklinické (jednoklonné). Tvoří tabulkovité krystaly, jež jsou dokonale štěpné, bezbarvé až červené, nikdy nedvojčatější, často jsou však paprscitě uspořádané. Má intenzivní perleťový lesk, bílý vryp, hustotu 2,1-2,2 g/cm³ a tvrdost 3,5-4 podle Mohse. Vyskytuje se v dutinách vulkanických hornin a na žilách alpského typu, z lokalit, jež nás zajímají, je uváděn v paleobazaltech Kozákova, Lomnice nad Popelkou a Levína. **Stilbit-Ca** je minerál ze skupiny zeolitů se vzorcem $\text{CaAl}_2 \text{Si}_7 \text{O}_{18} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ krystalizující v monoklinické (jednoklonné) soustavě. Tvoří dokonale štěpné bezbarvé až červené krystaly s perleťovým leskem a bílým vrypem. Tvrdost stilbitu je 3,5-4 podle Mohse s hustotou 2,2 g/cm³, jeho výskyt je udáván z vulkanitů a žil alpského typu. Uváděn je z paleobazaltů na Kozákově, kde tvoří snopkovité agregáty. **Chabazit** je název zahrnující několik minerálů ze skupiny zeolitů mající vzorec přibližně $(\text{Ca}_{0,5}, \text{Na}, \text{K})_4 \text{Al}_4 \text{Si}_8 \text{O}_{24} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ a krystalizující v trigonální (trojklonné) soustavě. Krystalky jsou podobné klenci či krychli, bývají bílé až červené se skelným leskem a bílým vrypem. Tvrdost chabazitu je 4,5 podle Mohse a hustota 2,1-2,2 g/cm³. Výskyt je uváděn z vulkanických hornin a žil alpského typu, uváděna je lokalita paleobazaltů Kozákov.

2.4 Vulkanické horniny

Vulkanické horniny v užším slova smyslu spadají do hornin magmatických vniklých utužením magmatu (jiné roztavené horniny) na povrchu, nebo těsně pod povrchem. Je tedy důležité říci, že se jedná o výlevné horniny, nebo horniny přírodních kanálů, nikoli však o horniny plutonické. Plutonické horniny mají strukturu výrazně odlišnou, když je složení stejné, což je způsobeno vlivem rozdílných fyzikálních podmínek při tuhnutí magmatu. Obecně lze říci, že výlevné horniny mají menší velikost jednotlivých krystalů minerálů, protože nebylo dostatek času na krystalizaci, aby krystaly narostly do velkých rozměrů. Naopak hlubinné plutonické horniny jsou často hrubozrnné a jejich krystaly mají dokonalou stavbu. Jako příklad lze uvést granit, známý veřejnosti jako žula, který má krystaly dobře odlišitelné a často obsahuje velké vrstvice živců, nebo pegmatit obsahující často velké krystaly živců a turmalínů. Pro další vysvětlení je nutno říci, že magma není jen jednoduchá tekutá hmota, ale jedná se o směs roztavených minerálů, pevných částí, jako jsou krystaly minerálů krystalizujících jako první a úlomky okolních hornin, jimiž protéká, a také plynné složky tvořené rozpuštěnými plyny a vodní parou. Magma je dále charakterizováno chemickým složením, fyzikálními vlastnostmi, viskozitou a hustotou.

Až na výjimky, které tvoří karbonátové magma s obsahem karbonátů, jsou všechna magmata silikátová, což znamená, že jako hlavní komponentu obsahují SiO_2 . Je nutno poznamenat, že se obsahy prvků uvádí v procentech jako oxidy, protože se tak v praxi stanovují. Dalším velice zastoupeným prvkem je Al, který je přítomen v křemičitanech a někdy může stanoven jako Al_2O_3 tvořit až 18 % složení horniny. Dále horniny obsahují i další prvky stanovované jako oxidy, kterými jsou titan stanovený jako TiO_2 , železo jako Fe_2O_3 nebo FeO , vápník jako CaO , hořčík jako MgO , mangan jako MnO , sodík jako Na_2O a draslík jako K_2O . Tyto prvky označujeme souhrnně jako hlavní prvky. Nesmíme také zapomenout na prvky, jako jsou halogeny, fosfor atd. Zajímavý je i obsah stopových prvků, jako jsou vanad, stroncium, rubidium, lithium, cín, lanthanoidy a aktinoidy (Th, U), pomocí jejichž koncentrací můžeme usuzovat něco o vzniku a vývoji magmatu. Kyslík se jako běžný prvek nestanovuje.

typ magmatu	ultrabazické	bazické	intermediární	kyselé
SiO ₂	42 - 48	46 - 54	60 - 65	> 70
MgO + FeO + MnO + Fe ₂ O ₃	35 - 46	15 - 28	10 - 21	< 3
Na ₂ O + K ₂ O	< 1	2 - 3,5	3 - 6	5 - 10
hlavní minerály	olivín (dominantní) + pyroxen	Plagioklas + pyroxen	pyroxen + plagioklas + amfibol	alkalické živce + křemen
výlevná hornina	komatit	bazalt	andezit	ryolit
intruzivní hornina	komatit	diabas		
plutonická hornina	peridotit	gabro	diorit	granit

Obrázek č. 3.4.1.: Tabulka znázorňuje složení jednotlivých skupin magmatu, hlavní (typické) minerály a názvy hornin patřících do těchto skupin. (Sen, 2014)

Podle obsahu SiO₂ a jiných komponent, jako jsou Fe, Ca, Mg, Na a K rozlišujeme magmata do čtyř skupin, a to konkrétně kyselé magma, intermediární magma, bazické magma a ultrabazické magma. Horniny mohou kromě svých vlastních minerálů obsahovat úlomky jiných hornin nebo minerální inkluze, které magma posbíralo v přírodních kanálech, jak se dralo na povrch. Takovými úlomky se říká xenolity a xenocrasty. Xenolity nemají často určitý tvar a jedná se spíše o roztroušené kusy v hornině, příkladem jsou olivíny (fragmenty peridotitu) tvořící uzavřené shluky v bazaltu. (Sen, 2014)

Ke klasifikaci výlevných hornin se tedy používá jejich složení. V principu se vezme procentuální podíl alkalických prvků (Na a K), respektive jejich oxidů a obsah křemene a to vše se porovná s grafem.

Typ magmatu a přesné složení není pro popsání horniny dostačující a je třeba brát v úvahu i velikost krystalů a strukturu. To lze předvést na příkladu bazického typu magmatu, které tvoří rozdílné horniny v závislosti na místě tuhnutí. Pokud se bazické magma dostane na povrch, tuhne jako porfyrická až sklovitá hornina zvaná bazalt, pokud utuhne pod povrchem nebo v přírodním kanálu, má středně zrnitou strukturu a nazývá se diabas, a pokud utuhne ve větší hloubce, tvoří výrazně zrnité gabro.

Peridotity se označují hlubinné ultrabazické horniny s nízkým obsahem křemíku. Díky vzniku ve větších hloubkách je struktura hrubozrnná. Základním minerálem je olivín (forsterit) a pyroxen, někdy jsou přítomny i menší obsahy

plagioklasu, spinelu nebo granátu. Velký obsah Mg a Fe způsobuje, že veškerý Si se spotřebuje na tvorbu olivínu a pyroxenu a nezbude již žádný na krystalizaci živců a křemene, proto jsou tyto horniny chudé na živce a neobsahují křemen. Úlomky peridotitů se vyskytují v některých výlevných horninách ve formě úlomků, které se nechaly unášet při stoupání magmatu k povrchu. Výlevným ekvivalentem je hornina komatit.

Bazalty jsou označovány povrchové bazické horniny, někdy se pro ně používá i označení čedič, jako například v učebnicích pro základní školy. Základní minerály jsou živce z řady plagioklasů (An_{50-70}), augit a pyroxen, jako další minerál se vyskytuje olivín, který tvoří však maximálně 10-15% složení horniny a někdy se mění na rezavý zvětralý jíl, což je na bazaltu patrné, dále také magnetit, ilmenit a kulovité formy sulfidů. Struktura bazaltu je jemnozrnná až porfyrická díky obsahu sopečného skla, někdy jsou přítomny vyrostlice plagioklasů, olivínů či augitu. Hlubinným ekvivalentem je gabro.

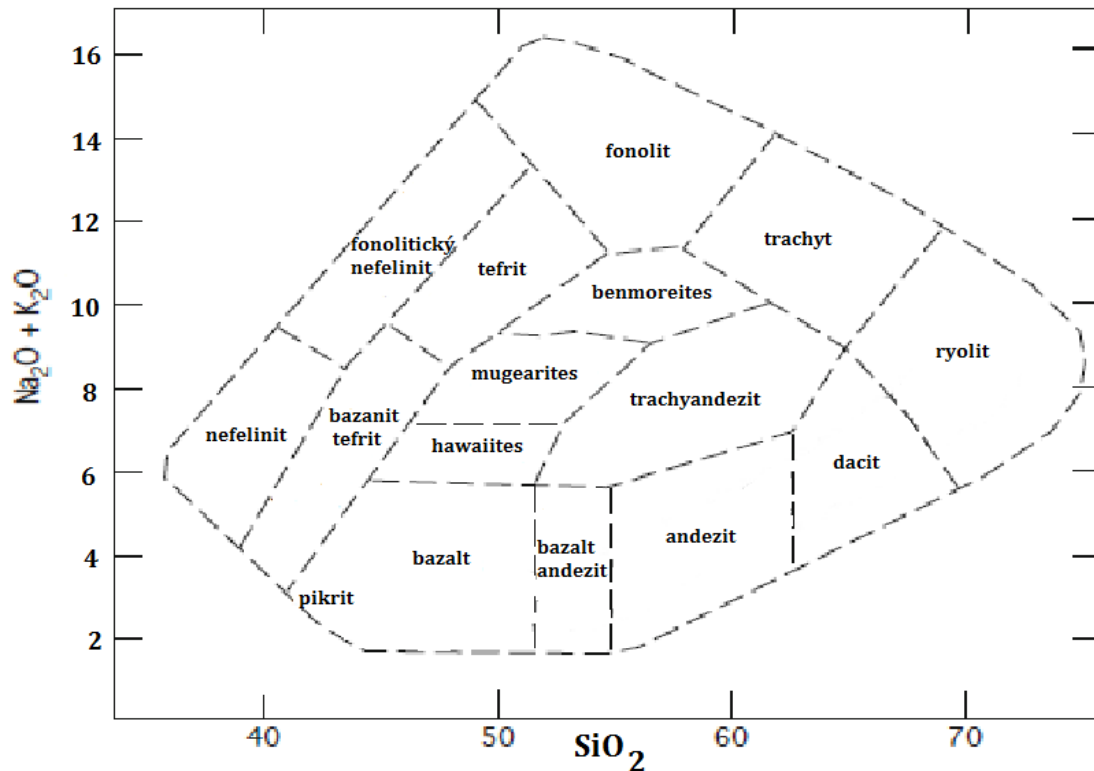
Andezit je povrchová hornina krystalizující z intermediárního magmatu. Hornina je nejčastěji tvořena plagioklasem (An_{85}), amfibolem, který často bývá lemován pyroxenem, někdy se vyskytují i sopečné sklo, biotit a olivín. Struktura andezitu je často silně porfyrická. Hlubinným ekvivalentem je hornina zvaná diorit. (Sen, 2014)

Nefelinit je bazická hornina nacházející se v levé části diagramu na obrázku č. 3.4.2., z toho vyplývá, že se jedná právě o bazickou alkalickou horninu obsahující hodně alkalických kovů a málo složky Si. Jak již napovídá název, alkalické kovy jsou spotřebovány na tvorbu minerálu nefelínu a poté na další minerály této oblasti složení, jako jsou pyroxeny a olivíny.

Bazanit je hornina náležící složením mezi nefelinitem a bazaltem, čemuž odpovídá i minerální složení. Z tohoto hlediska lze tedy předpokládat, že bude obsahovat jak nefelín (foidy), tak i živce ze skupiny plagioklasů. (Sen, 2014)

Nutno je říci, že rozdělení hornin, tak jak jsme si uvedli, je jen teoretické a v praxi ne vždy úplně přesné a jednoznačné. Každý, kdo někdy navštívil nějakou lokalitu, si jistě všiml, že se hornina mění takřka během několika metrů. V diagramu jsou rozdíly nakresleny ostrou hranicí, ale to však není zcela odpovídající skutečnosti. Jednotlivé příklady hornin jsou často přesnější a přidává se k nim i název hlavního minerálu. Například geologické mapy používané v další

částí práce k popisu lokalit stažené z mapového serveru české geologické služby uvádí horniny analcimický-nefelinický bazanit, což znamená, že se jedná o bazickou horninu s obsahem analcimu a nefelinu. Neostrá hranice vede také k názvům hornin jako je příklad bazaltandezity, což znamená, že se jedná o horniny proměnlivého složení ležící v oblasti patřící bazaltu a andezitu, respektive tvoří horninu přechodnou mezi bazaltem a andezitem.



Obrázek č. 3.4.2.: Graf znázornění druhů výlevných hornin v závislosti na jejich složení vzhledem k sumě Na_2O a K_2O a křemenu SiO_2 . Převzato a přeloženo z: (Sen, 2014)

Vulkanické horniny můžeme z hlediska stáří rozdělit na dvě skupiny a to konkrétně na neovulkanity a paleovulkanity. Neovulkanity jsou takové horniny, jež vznikly v období kenozoika (třetihor) naopak paleovulkanity jsou takové horniny, jež vznikly v období předprvohorním až druhohorním. V případě paleovulkanitů je z hlediska zdůraznění jejich stáří možno přidat před název samotné horniny předponu paleo-. Příkladem by mohly být bazalty prvohor označované jako paleobazalty. Paleovulkanity se také někdy označují dle svého stáří různými názvy jako spilit, diabas nebo melafyr. Spilit je bazická často

přeměněná hornina předprvohorního stáří nejčastěji tvořená minerály chloritem a albitem. Diabasem se myslí bazická hornina předprvohorního a prvohorního stáří, která bývá také často přeměněna (Barrandien). Melafyry jsou bazické až neutrální horniny druhohor a mladších prvohor (karbon a perm). Melafyr je starší již nepoužívaný název pro paleobazalty až paleoandezity mladoprvohorního a druhohorního stáří. Melafyrová láva obsahovala dostatek plynů a ideální podmínky pro jejich stoupání v kombinaci s přítomností hydrotermálních roztoků v této hornině daly vzniku dutinám a puklinám s velkým počtem druhů minerálů. (Pauliš, 2014) Struktura melafyrů je udávána jako mikroskopická s červenou až čokoládovou barvou až porfyrická. Barva tedy nejčastěji bývá červenohnědá, fialovohnědá až šedočerná. Minerální složení je dáno plagioklasem, pyroxenem, augitem, křemenem, někdy amfibolem a biotitem. (Chamra et al. 2005) V Podkrkonoší vystupují melafyry podél staré linie diskontinuity. Dnes se výraz melafyr příliš nepoužívá.

Pro ucelení informací je nutno dodat, že kromě magmatických hornin máme i horniny sedimentární, vzniklé z jiných hornin rozrušením nebo ze zbytků organismů a následným zformováním v nové (pískovec, vápenec, křemenec), a také horniny metamorfované, které vznikly přeměnou jiných hornin nejčastěji za podmínek velkého tlaku a teploty (svor, rula, fylit).

2.5 Lokality vulkanických hornin

V této části budou charakterizovány lokality výskytu vulkanických hornin a minerálů. Autor by nerad zahltil přílišnými informacemi. Lokality budou popsány lépe v části praktické, kde se dozvíme více o samotném výskytu minerálů a popis struktur využitelných v didaktice výuky vulkanických hornin. K některým lokalitám autor nenalezl žádnou přesnou literaturu, jako v případě polních lokalit, které vybral na základě svých zkušeností a nejlepšího vědomí. Lokality jsou řazeny v abecedním pořadí.

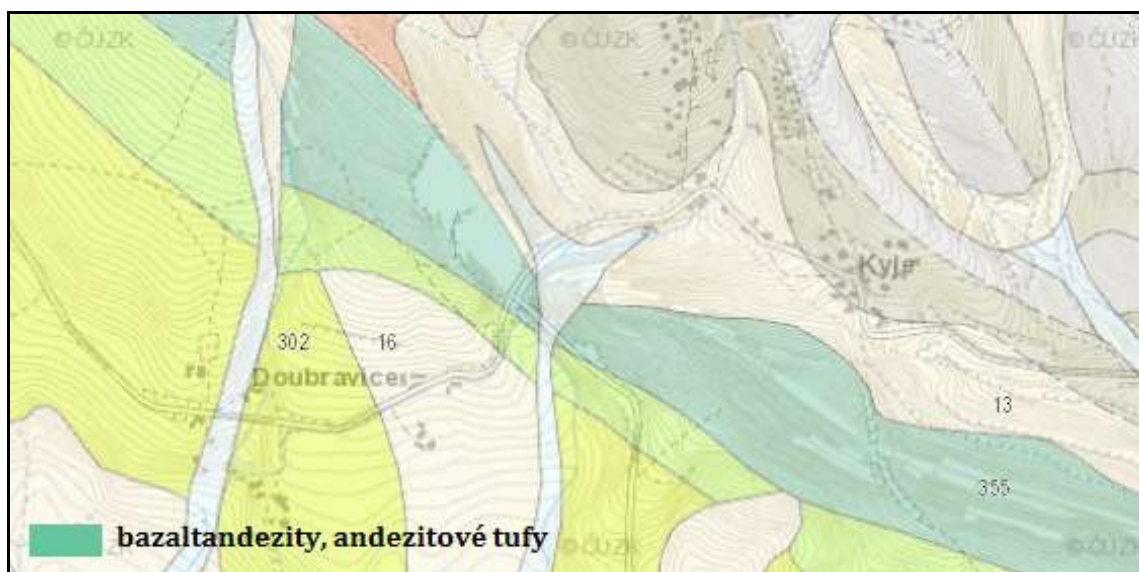
Doubravice – Kyje:

Jedná se o lokalitu reprezentovanou několika etážovým lomem na štěrkový kámen. Lom se nalézá mezi obcemi Doubravice a Kyje, odkud také odvozujeme jeho název. Někdy se lom také nazývá Kracíkův. Jeho provoz je datován již před první světovou válkou. (Pauliš, 2014) Nejlepší přístup je od obce Železnice po

silnici směrem na Kyje, která se napojuje na silnici spojující Doubravice a Kyje přímo naproti lomu. Lom leží na jihovýchodní části vrchu spadajícího k vrchu Hůra s nadmořskou výškou 519 m n. m. a jižně od vrchu Tábor s nadmořskou výškou 678 m. n. m. tvořící dominantu širého okolí. Při pohledu z dálky vypadá lokalita jako by patřila přímo vrchu Tábor. V současné době (2015-2016) má lom dvě hlavní patra a několik mezipater a naspů pro těžkou mechanizaci. Přístup do nejvyššího patra vede oklikou okolo lomu po západní straně lokality strmě do kopce a následně prokopaným průjezdem ze západní strany vstoupíme do nejvyššího patra. Do spodního patra se lze dostat přímo bránou od silnice. Obě patra nejsou spojená, z vrchního patra je sice přes suťovou stěnu s velkým náklonem po severovýchodní straně lomu možno sestoupit do nižšího, ale pro náročnost a nebezpečnost to nelze doporučit. K lomu také patří rozsáhlý areál drtičky a uložení nadrceného štěrku, ležící naproti lomu přes silnici. Vstup do lomu nebyl nikdy za celou dobu autorových návštěv problém. Geologická mapa ze serveru české geologické služby zobrazena na obrázku č. 3.5.1 ukazuje geologickou stavbu okolí lokality. Samotný lom je tvořen tělesem bazaltandezitů a jejich tufů, jedná se tedy o horninu bazickou až intermediární. V lomu je na suťové stráni v severovýchodní části patrný i výskyt nezpevněného kamenito-hlinitého sedimentu značeného číslem 13. Mapový server dále uvádí staří bazaltandezitů jako prvohorní, a to konkrétně do období permu a karbonu, dále je označuje jako postvariské magmatity. (mapový server CGS, 2016)

Jiné zdroje uvádí, že se jedná o olivenické-bazalty až bazaltandezity souhrnně označované jako melafyry. Těleso melafyrů je široké 100 až 200 metrů o mocnosti zhruba 100 metrů. Hlavní mineralogické složení je plagioklas, pyroxen, olivín a amfibol. Na lokalitě se střídají mandlovcovité a masivní melafyry patřící do tří lávových proudů. Nejbohatší je nejvyšší lávový proud obsahující hodně dutin vyplněných minerály, dále také prostřední proud obsahuje acháty krásných barev. Ve spodní části lomu se vyskytují pukliny s hnědožlutými mechovými jaspisy, ve spodní části svrchního proudu se vyskytuje masivní melafyr s mineralizací hematitu a kalcitu. V lomu byla objevena i mineralizace mědi ve formě chryzokolu, mědi a kupritu, vzácně také malachit, azurit a tirolit. Uváděn je i výskyt zeolitů mordenitu, který není zcela potvrzen, a heulanditu, který tvoří ve spodním patře červeně zbarvené šupinky. Uváděny jsou minerály: achát, ankerit, antigorit, azurit,

goethit, hematit, chalcedon, chryzokol, jaspis, kalcit, klinoptilolit-Na, křemen (jeho barevné variety), kuprit, malachit, měď, montmorillonit, mordenit, polygorskit, psilomelan, saponit, tirolit. (Pauliš, 2014)



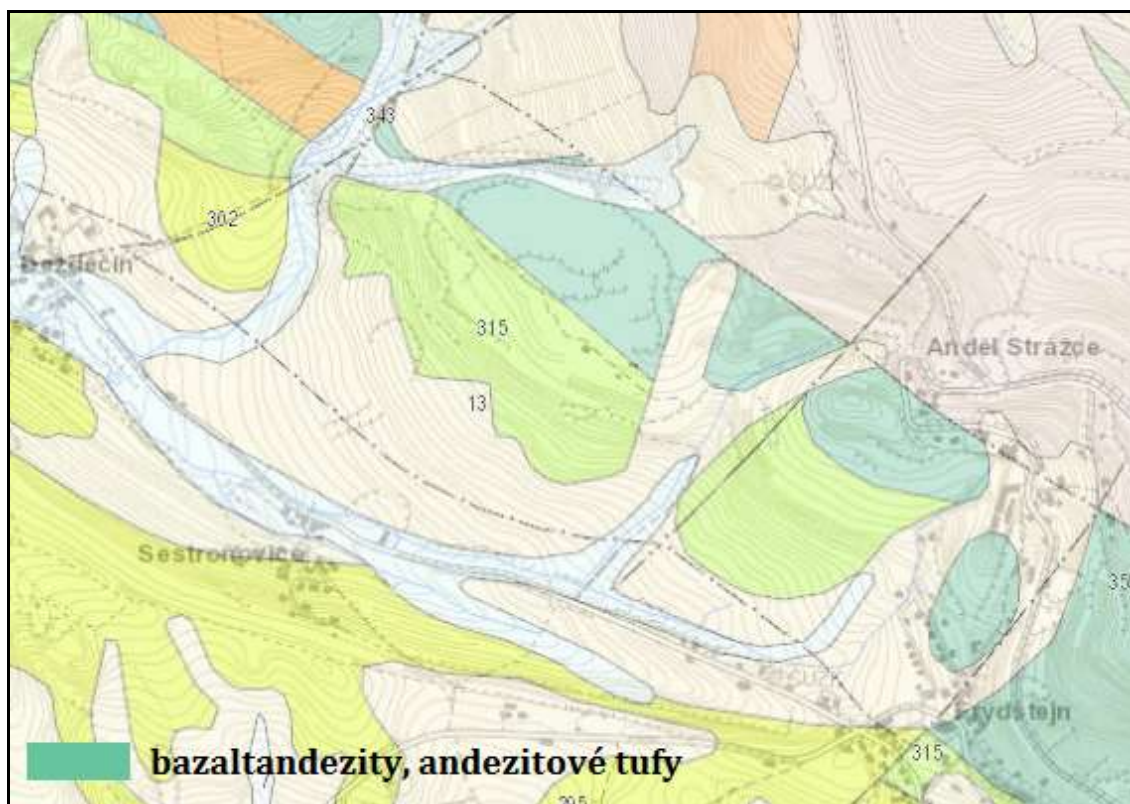
Obrázek č. 3.5.1.: Výřez geologické mapy lokality Doubravice-Kyje. Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 8. 1. 2016

Frýdštejn:

Lokalita Frýdštejn nebo také Bezděčín je lokalizována asi 5 km JJZ od Jablonce nad Nisou. Přesné umístění je mezi obcemi Frýdštejn a Bezděčín na severní straně silnice. Lokalita je reprezentována lomem na šterkový kámen otevřeným v roce 1967. (Pauliš, 2014) Lom je rozdělen na několik pater, která jsou vzájemně propojena, a přístup do nich je možný od hlavní příjezdové cesty, nalézá se severně od silnice a je tedy špatně viditelný. Vstup do lomu nebyl nikdy za návštěv autora problematický. Geologická mapa na obrázku č. 3.5.2 ze serveru CGS ukazuje podlouhlé těleso vulkanických hornin bazaltandezitů, ve kterých je samotný lom zbudován. Stáří bazaltandezitů uvádí jako prvohorní, a to konkrétně do období permu a karbonu, dále je označuje jako postvariské magmatity. Pod číslem 315 se v mapě objevuje i sediment permského pískovce, který tvoří jihozápadní část lomu ve svrchních patrech. (mapový server CGS, 2016)

Další zdroj uvádí Bezděčín jako mandlovcový lom s 200 m mocným příkrovem z několika lávových proudů. Hornina obsahuje dutiny, které jsou vyplněny krystalickým křemenem, jako je ametyst, záhněda nebo křišťál nebo chalcedonem,

achátem a jaspisem. Acháty mají barvu bílou a tak se jim říká kašolongy, jsou pro tento lom typické a tvoří ukázky velké v průměru od 3-15 cm ale i podstatně větší. Z dalších minerálů se vyskytují karbonáty jako kalcit a dolomit, dále také běločervený masivní baryt, uváděny jsou také aragonit a goethit. Z hlediska výskytu zeolitů je zmiňován výskyt v západní části prostředního patra, kde se dříve hojně vyskytoval heulandit, chabazit, laumontit a harmoton. (Pauliš, 2014) Vedle chabazitu je zmiňován i phillipsit. (Řídkošil, 1996) Uváděny jsou minerály: achát, aragonit, baryt, dolomit, fluorit, fluorapofylit-K, goethit, harmoton, heulandit-Ca, chabazit, chalcedon, chalkopyrit, jaspis, kalcit, křemen, laumontit, phillipsit, stilet-Ca. (Pauliš, 2014)

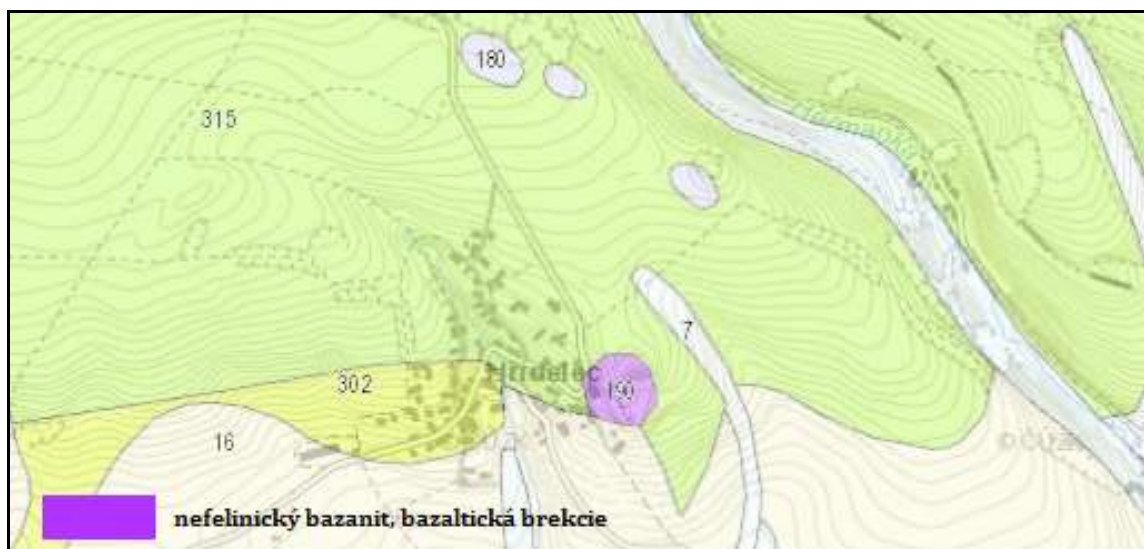


Obrázek č. 3.5.2.: Výřez geologické mapy lokality Frýdštejn (Bezděčín). Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 14. 2. 2016

Hřídelecká hůra:

Lokalita Hřídelecká hůra je reprezentována dnes již nečinným lomem u obce Hřídelec asi 3 km jv. Od Nové Paky. Na lokalitu je vstup přímo z obce Hřídelec východním směrem. Nutno je zdůraznit, že Hřídelecká hůra je vyhlášena přírodní památkou a je tedy nutno dbát patřičných zásah při její návštěvě. Podle geologické

mapy je lokalita tvořena nefelinickým bazanitem terciérního stáří (kenozoikum), který pronikl okolními sedimenty. Severně od Hřídence se vyskytují tělesa nerozlišených olivinických bazaltoidů. (mapový server CGS, 2016) Hřídelec je v literatuře uváděn jako bazaltový lom zbudovaný v tělese přívodního kanálu. V současné době je čedič vytěžen a zůstává jen bazaltická brekcie. V bazaltu se vyskytovaly shluky krystalů olivínů do 10 cm (xenolity) tvořené olivínem, ale také diopsidem, klinoenstaditem, magnetitem a ilmenitem. Uváděny jsou krystaly augitu, amfibolu a biotitu. Významná je i komínová brekcie, v níž se vyskytuje aragonit dvou generací. První nejstarší generace je tvořena stébelnatými agregáty až 10 cm délky, druhá mladší generace je tvořena až 12 cm sloupcovými krystaly. Uváděny jsou minerály: analcim, apatit, aragonit, augit, biotit, dolomit, chabazit, kaersutit, kalcit, magnetit, natrolit, olivín, opál, pyrhotin, siderit a thomsonit (Pauliš, 2014)

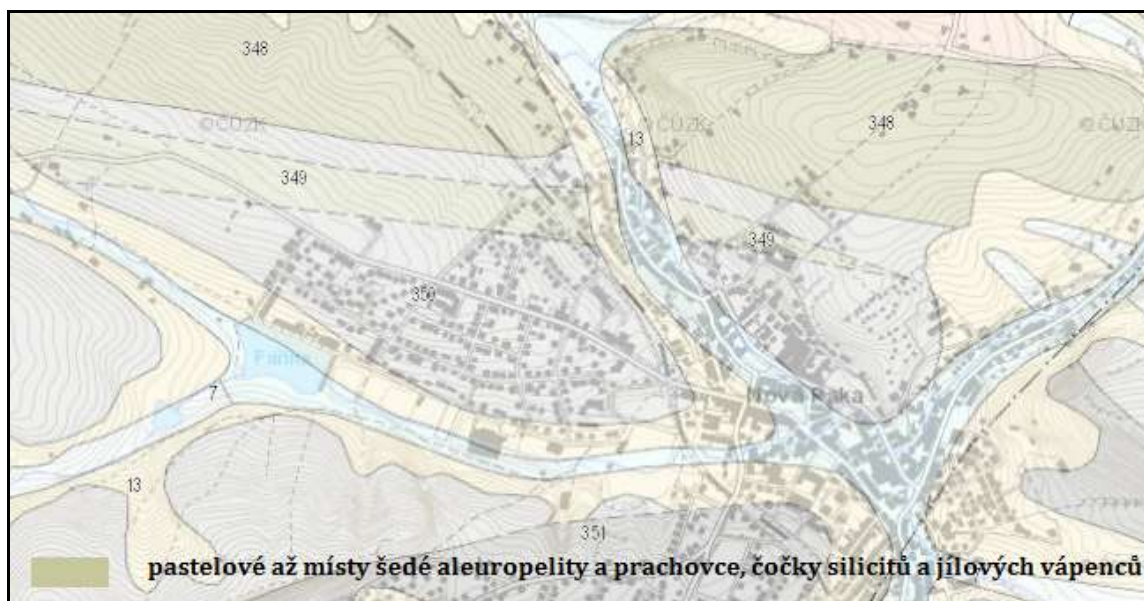


Obrázek č. 3.5.3.: Výřez geologické mapy lokality Hřídelská hůra. Fialovou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 22. 2. 2016

Nová Paka:

Lokalita je tvořena poli severně od Nové Paky kousek za kostelem. Podle geologické mapy se nevyskytují na daném území žádné vulkanické horniny, minerály jsou tedy jiného původu. Tato lokalita je tvořena aleuropelity a prachovci s čočkami silicitů a jílových vápenců. (mapový server CGS, 2016) Tato lokalita byla zařazena díky výskytu červených karneolů, které patří mezi vyhledávané

brousitelné minerály. Těch je na lokalitě velké množství a žádný žák neodejde bez svého vzorku.



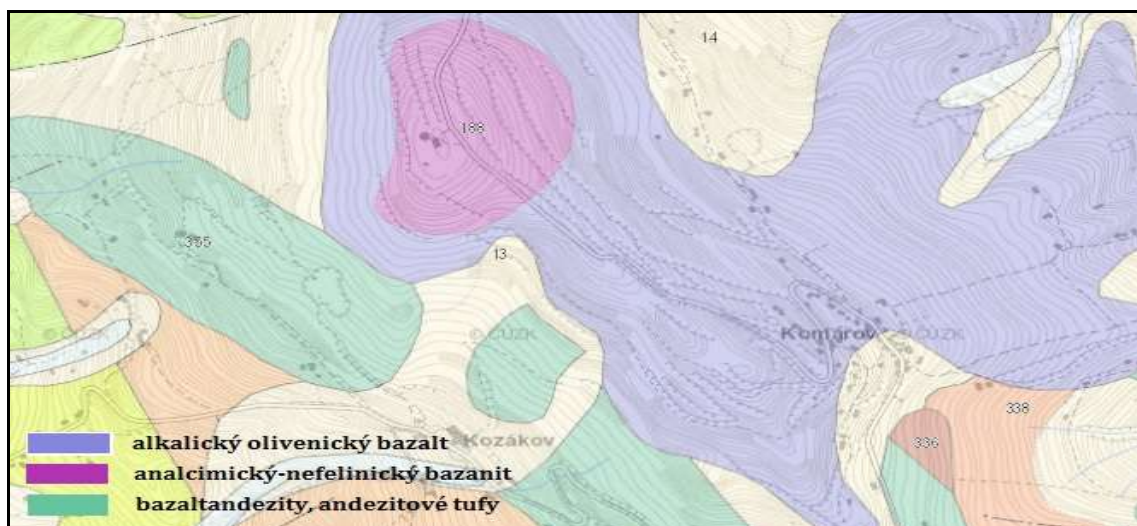
Obrázek č. 3.5.4.: Výřez geologické mapy lokality Nová Paka. Převzato a upraveno ze serveru CGS 22. 2. 2016

Kozákov:

Kozákov je lokalita reprezentovaná celým vrchem (744 m n. m.) a zejména pak dnes již nečinným lomem zvaným Votrubcův lom. První nálezy minerálů z Kozákova se objevují již v roce 1547, kde je zmiňuje ve své kronice Václav Hájek z Libočan. Kozákov vytvořila opakující se vulkanická aktivita podél pohybujících se zlomů. První taková aktivita nastala v permu zhruba před 280 milióny let, kdy se na povrch dostaly horniny označované jako mandlovcové melafyry (olivinické bazalty, bazaltické andezity až andezitoidy). Mandlovcové melafyry jsou odkryty ve Votrobce lomu, kde tvoří 7 lávových proudů (střídající se lávy typu pahoe-hoe, mandlovce a tufy). Druhá výrazná vulkanická aktivita proběhla v mladších třetihorách zhruba před 5 miliony let podél těchto zlomů při jejich nové aktivitě. V tomto období došlo k výlevům olivinického bazaltu tvořícího lávový proud bezmála 12 km dlouhý, který dosahuje až k Železnému Brodu. Samotný Votrubcův lom leží asi 300 metrů od silnice v obci Kozákov JZ od vrcholu Kozákova. I když je uprostřed lesního porostu, je jeho vrcholová část dobře viditelná z širokého okolí. Přístup do lomu je možný po zaplacení poplatku v nedalekém soukromém muzeu p. Votrobce při silnici naproti odbočce k lomu. Jak již bylo řečeno, horniny v lomu mají složení odpovídající olivinickým bazaltům až bazaltandezitům, které jsou

výrazně mandlovcovitě. Dutiny v mandlovcu byly dějištěm následné mineralizace s výsledkem mnoha zajímavých minerálů. Mezi typické minerály kozákovského Votrobcova lomu patří kalcit, křemenné variety a to až už krystalické jako ametyst, křišťál a záhněda tak i acháty a jaspisy. Zajímavé jsou nálezy heliotropu, jako zeleného jaspisu s červenými flíčky. Jako okraj „pecek“ (výplní dutin) je uváděn minerál dellesit. Zajímavé jsou výskyty zeolitů heulanditu, chabazitu, stilbitu, mordenitu, harmotomu, laumontitu a analcimu. Heulandit se vyskytuje jako až 20 mm dlouhé sloupce, chabazit spolu s harmotomem, barytem, křemenem, kalcitem a laumontitem ve velikosti až 3 cm. Stilbit tvoří kopečkovité shluky krystalů do 15 mm velikosti, laumontit sloupce do 3 mm a analcim kulovité krystaly (čtyřiadvacetistěny) do 3 cm. Výrazný je výskyt mordenitu ve formě vláknitých až stébelnatých agregátů uspořádaných do radiálních struktur, někdy jsou mordenitem vyplněny celé mandle. Dále se také vyskytují minerály baryt, ledvinitý hematit, jehličky goethitu a velice vzácně i ryzí měď. Uváděny jsou minerály: analcim, apofylit, augit, baryt, bronzit, diopsid, dolomit, fluorit, goethit, harmotom, hematit, heulandit-Ca, chabazit, chalcedon (achát a jaspis), chlorit, kaersutit, kalcit, křemen (ametyst, křišťál, záhněda), laumontit, magnetit, malachit, měď, montmorillonit, mordenit, olivín, opál, phillipsit, pyrhotin, saponit, stilbit-Ca, thomsonit a vermikulit. (Pauliš, 2014)

Z geologické mapy Kozákova je patrné, že samotné vulkanické horniny lze rozdělit do dvou skupin podle stáří. Nejstarší horniny tvoří bazalt andezity, bazaltové tufy a jejich brekcie s permským stářím (paleozoikum). Tato hornina tvoří výlev na východní a jižní straně Kozákova a spadá do ní i Votrobcův lom. Druhá skupina hornin jsou fialově a vínově označené horniny tvořící vrcholové části Kozákova a pokračující až k Železnému Brodu. Stáří těchto hornin je terciérní (kenozoikum). Vrcholovou část Kozákova tvoří analcimický-nefelinický bazanit, bazická hornina složená z plagioklasu, analcimu, nefelínu a olivínu (pyroxen). Okolo analcimického-nefelinického bazanitu se vyskytuje alkalický olivinický bazalt, který dále pokračuje na západ k obci Komárov. Ten je tvořený plagioklasem, olivínem, pyroxenem a vulkanickým sklem. (mapový server CGS, 2016)

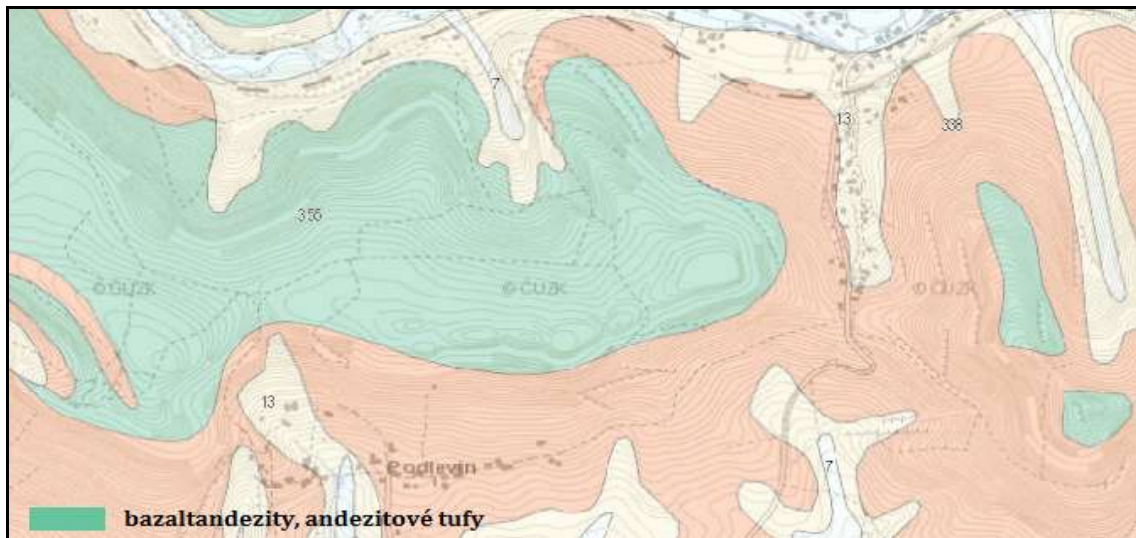


Obrázek č. 3.5.5.: Výřez geologické mapy lokality Kozákov. Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin permského stáří, fialovou a vínovou barvou těleso vulkanických hornin mladších třetihor. Převzato a upraveno ze serveru CGS 19. 2. 2016

Levínská Olešnice:

Lokalita je reprezentována polnostmi okolo obce Levínská Olešnice, která leží asi 3 km severně od Nové Paky. Na lokalitu se lze dostat přímo ze silnice spojující Levínskou Olešnici s Novou Pakou nebo přímo od železniční stanice. Podle geologických map je zdrojem minerálů vulkanická hornina označovaná jako paleobazalt stářím odpovídající permu až karbonu. Výlev paleobazaltů se táhne od Obce Studenec až k Staré Pace. Samotná lokalita se nalézá na úbočí Staropackých hor s vrchem Levínem. Okolní horniny jsou sedimentárního původu. (mapový server CGS, 2016)

Literatura uvádí výlevy paleobazaltů melafyrů v oblasti Levína a Staropackých hor. Zmiňovány jsou tři výlevy, z nich nespodnější je reprezentován jen u lomu Hvězda u Staré Paky. V melafyrech Levína a tedy i na polích okolo Levínské Olešnice se vyskytují achát (mechový), jaspis, chalcedon a krystalické odrůdy křemene, jako ametyst, záhněda a křišťál. Uváděny jsou minerály: antigorit, aragonit, goethit, heulandit, chalcedon, chlorit, kalcit, křemen, kuprit a pyrop. (Pauliš, 2014)

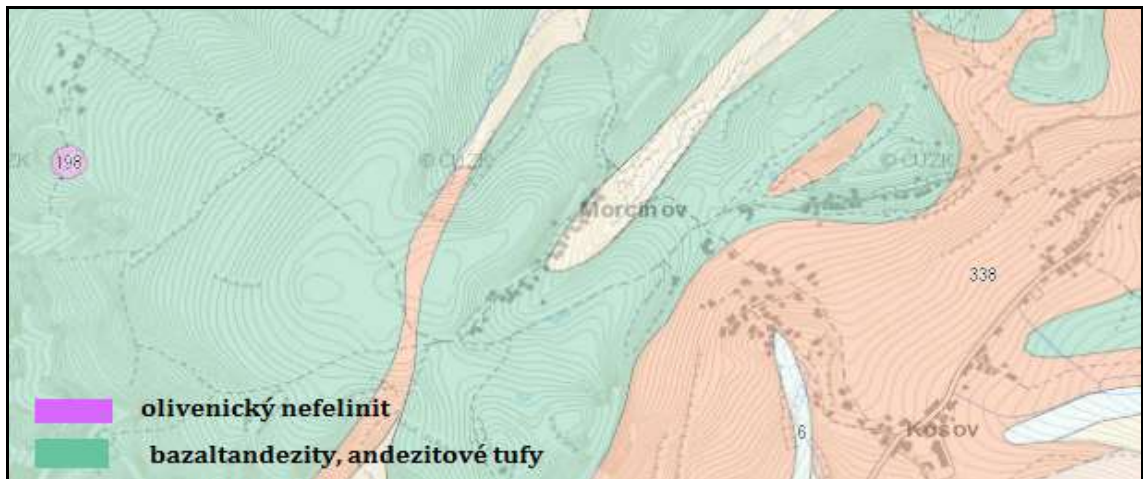


Obrázek č. 3.5.6.: Výřez geologické mapy lokality Levínská Olešnice. Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 19. 2 .2016

Morcínov:

Morcínov jsou polní lokality v okolí obce Morcínov jihozápadně od Lomnice nad Popelkou. Lokality jsou pozůstatky minerální zbytky (odolnější než horniny) po zvětrání permských mandlovcovitých andezitoidů (melafyrů). Uváděny jsou dvě lokality, a to pole u Křížku vedle křižovatky přímo v obci Morcínov a pole směrem k Dráčovu. V půdě na polích se nacházejí chalcedon, acháty a různé drúzy křemene s ametystem, křišťálem, záhnědou a vzácněji citrínem. Vzácně se vyskytují krátké, oboustranně ukončené krystaly křemene (čirý křemen, záhněda, ametyst). Dále je uváděn i výskyt minerálů v okolí zříceniny hradu Kozlov a ve výchozech melafyrů v okolí obce, kde bylo popsáno i mnoho dalších minerálů. Uváděny jsou minerály: analcim, baryt, goethit, hematit, heulandit, chalcedon (achát, jaspis, karneol), chlorit, kalcit, křemen (ametyst, citrín, křišťál a záhněda), malachit, měď a mordenit. (Pauliš, 2014)

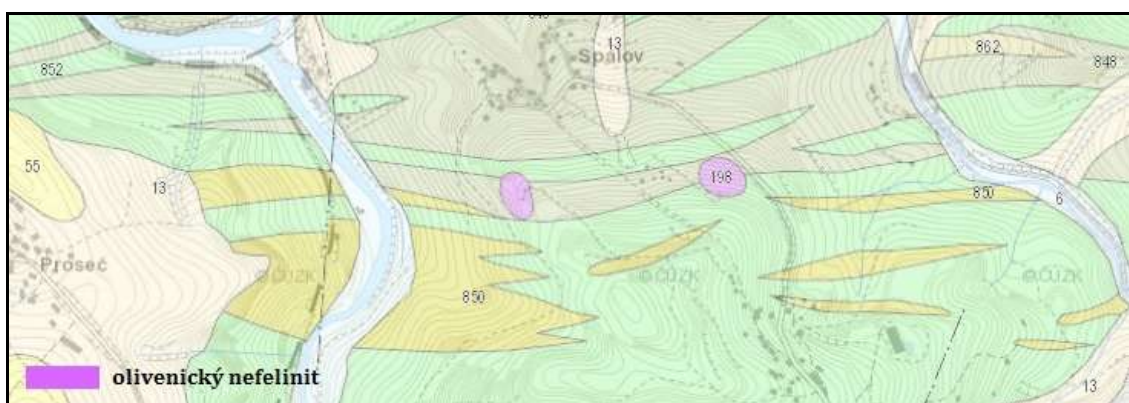
Z geologické mapy vyplývá, že lokality v okolí Morcínova se nacházejí na území výlevu vulkanických hornin permského stáří (paleozoikum) určených jako bazaltandezity a jejich tufy vyznačené v mapě zelenou barvou. Tento výlev se táhne od Lomnice nad Popelkou až k vrchu Kozákov. Fialovou barvou je pro doplnění v mapě vyznačeno těleso olivinického nefelinitu s minerálním složením nefelín, pyroxen, olivín, magnetit a analcim. (mapový server CGS, 2016)



Obrázek č. 3.5.7.: Výřez geologické mapy lokality Morcínov. Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin permského stáří, fialovou barvou těleso vulkanických hornin terciérního stáří. Převzato a upraveno ze serveru CGS 20. 2. 2016

Myší skála:

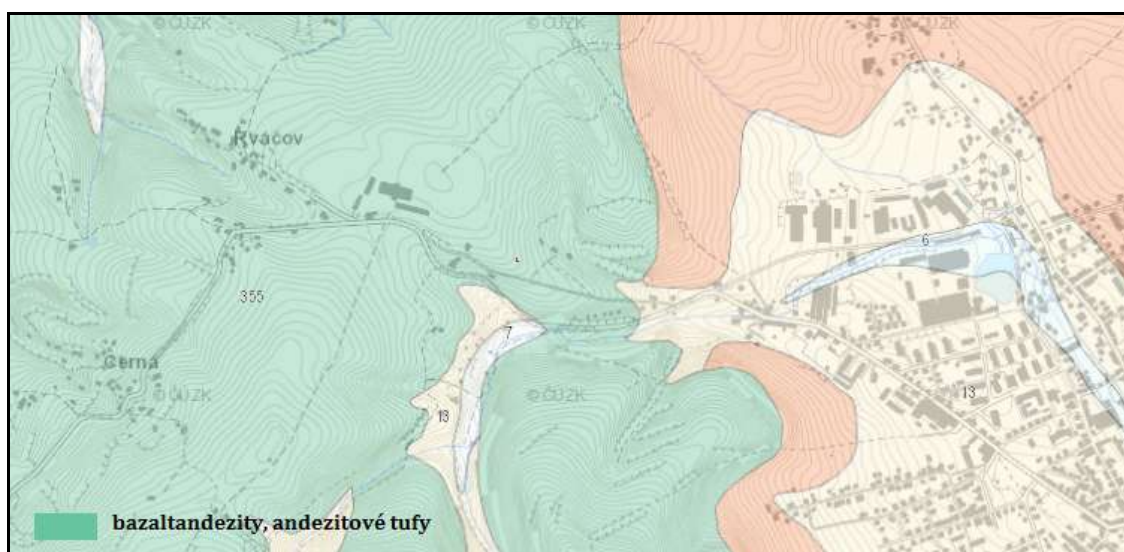
Lokalita je reprezentována skalním útvarem jižně od obce Spálov nedaleko Semil na svahu vrchu Medenec s 544 m n. m. Lokalita je přístupná po modré turistické cestě ze Spálova směrem na Semily. Geologická mapa uvádí tento vulkanický skalní útvar jako těleso olivínického nefelinitu až analcimického-olivínického nefelinitu, tedy bazické horniny. Hornina je složena z nefelinů, pyroxenu, olivínu, magnetitu a analcimu. Stáří horniny uvádí geologické mapy jako terciérní kenozoické. (mapový server CGS, 2016) Podle určeného stáří spadá hornina do skupiny vulkanických hornin označovaných jako neovulkanity.



Obrázek č. 3.5.8.: Výřez geologické mapy lokality Myší skála. Fialovou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 19. 2. 2016

Rváčov a pole V Popelkách:

Rváčov a pole V Popelkách jsou lokality u obce Rváčov nedaleko Lomnice nad Popelkou. Literatura uvádí i zaniklý lom stejného jména, který je však již zasucený a zarostlý s dávnými výskyty mineralizace mědi, barytu, zeolitů a křemene. Uváděny jsou ale i okolní pole, kde je popsáno těleso bazaltandezitů a olivinického bazaltu. Na polích je uváděn výskyt chalcedonu, achátu, ametystu, křišťálu, záhnědy, vzácně citrínu a analcimu. (Pauliš, 2014) První lokalita V Popelkách se nalézá na poli východně od obce Rváčov. Druhá lokalita se nalézá na poli západním směrem od Rváčova za lesem.



Obrázek č. 3.5.9.: Výřez geologické mapy lokality Rváčov. Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 19. 2. 2016

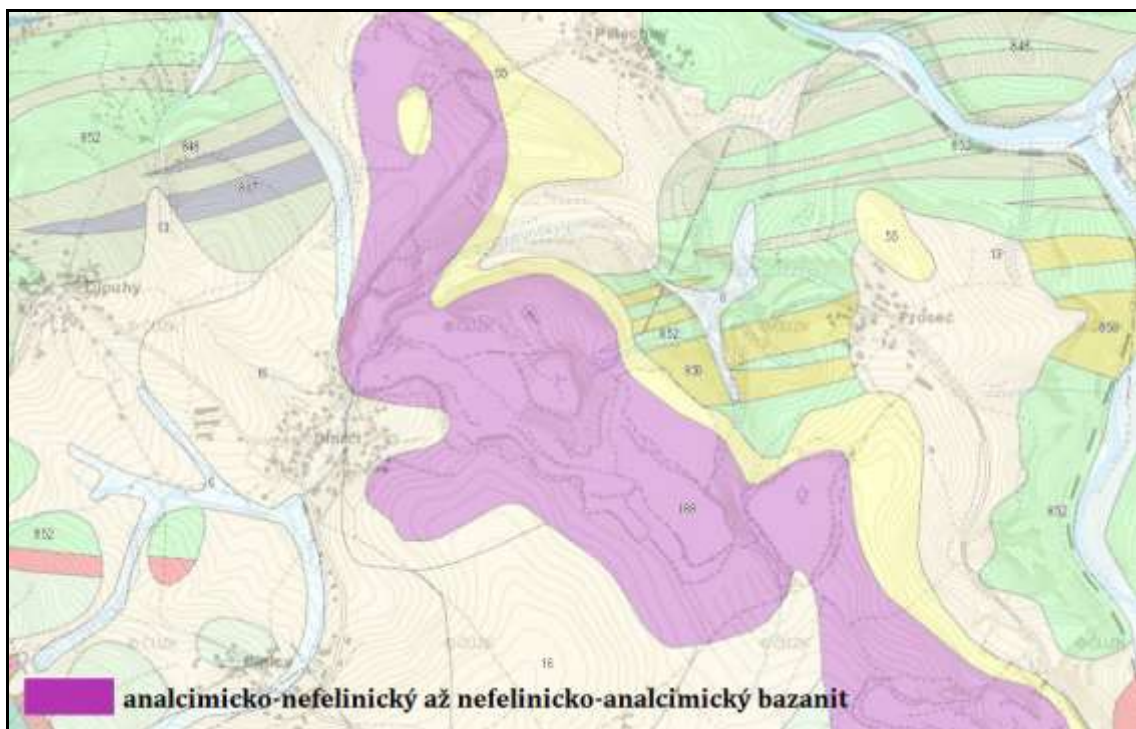
Uváděny jsou minerály: analcim, azurit, baryt, goethit, harmotom, hematit, heulandit, chabazit, chalkozín, chryzokol, kalcit, křemen (ametyst, chalcedon, jaspis, achát), kuprit, malachit, měď, opál, stříbro a vesigniéit v bývalém lomu.

Geologická mapa uvádí jako vulkanickou horninu polních lokalit okolo Rváčova bazaltandezity a jejich tufy permského stáří. Tento výlev bazaltandezitů se táhne až k vrchu Kozákov. (mapový server CGS, 2016)

Smrčí:

Smrčí je lokalita reprezentovaná několika lomy u stejnojmenné obce jižně od Železného Brodu. Na lokalitu je přístup z obce Smrčí, pro vstup je však potřeba povolení majitele, nebo opatrně po nepříliš strmých stěnách v jižní části lomu.

Lokalita je tvořená olivinickým bazaltem, který je součástí lávového proudu, který vytekl z Kozákova v terciéru. (Pauliš, 2014) Podle geologických map je těleso, v němž je lom zbudován tvořeno horninou analcimicko-nefelinickým až nefelinicko-analcimickým bazanitem terciérního stáří, tedy horninou obsahující jako základní minerály analcimu a nefelín. Složení horniny je udáváno z minerálů plagioklasu, analcimu, nefelínu, olivínu a pyroxenu v různém zastoupení. Těleso je výrazně protáhlé jihovýchodním směrem od Semil a je v něm několik lomů. Činný je lom nejbližší Smrčí. (mapový server CGS, 2016)

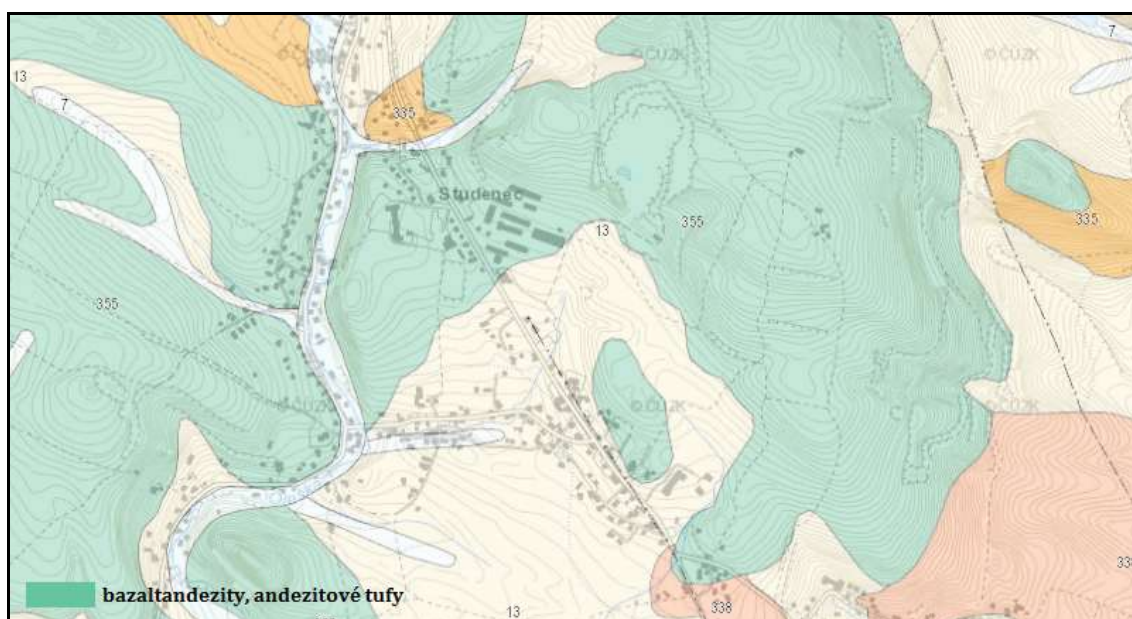


Obrázek č. 3.5.10.: Výřez geologické mapy lokality Smrčí. Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 14. 2. 2016

Studenec:

Lokalita se nachází v obci Studenec v okrese Semily. Do obce se lze dostat po silnici číslo 16 z Nové Paky směrem na Trutnov a odbočit v obci Horka u Staré Paky doleva směrem na Jilemnici. Lokalitou je činný lom za areálem bývalého JZD asi zhruba v polovině obce po pravé straně silnice ve směru na Jilemnici. Tento lom leží na západním svahu vrchu Horka s nadmořskou výškou 593 m n. m. a na jižním svahu bezejmenného vrchu s nadmořskou výškou 571 m n. m., dále pro upřesnění leží lom asi 300 m jižním směrem od zalesněného vrchu Stráž s nadmořskou

výškou 630 m n. m. Přístup do samotné lokality je omezen na dny volna, kdy se netěží, v těchto dnech je možno se na lokalitu dostat dvěma způsoby. První možnost je příjezdová cesta k lomu přímo přes areál JZD. Tato cesta je hojně využívaná, chrání ji jen brána a ta nemá okolo sebe plot. Druhá cesta je okolo kostela ve Studenci a dále okolo pomníčku přímo k drtičce kamení před vstupem do lomu. Možnost bezproblémového vstupu dokládají i návštěvníci se psy. Podle geologické mapy ze serveru CGS zobrazené na obrázku č. 3.5.11 je vidět, že lokalita se nalézá v tělese bazaltandezitů, jenž má kousek východně za lomem svůj konec, ale pokračuje západně až k Staré pace k lomu Hvězda. (mapový server CGS, 2016)



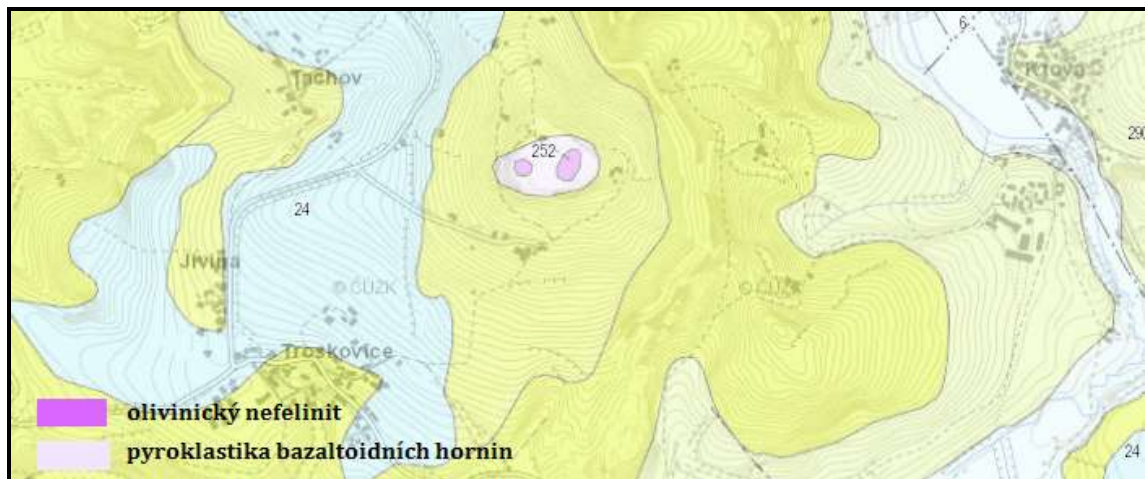
Obrázek č. 3.5.11.: Výřez geologické mapy lokality Studenec. Zelenou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 14. 2. 2016

Lokalita je tvořena příkrovem melafyrů permského stáří o mocnosti okolo 150 metrů. Minerály se vyskytují v dutinách, kde je přítomen kalcit a odrůdy křemene, jako ametyst, křišťál a záhněda. Křemenné odrůdy jako acháty a jaspis jsou na lokalitě vzácné, a pokud jsou objeveny, mají špatnou kvalitu. Uváděn je i baryt vyskytující se v křemenných žilách. Zajímavá je i uváděná mineralizace Cu-Ag-V-Hg, v rámci této mineralizace se vyskytují ryzí měď, oxidy mědi, jako kuprit a jehličkovitý chalkotrichit, uhličitany malachit a azurit a křemičitan chryzokol. (Pauliš, 2014) Zajímavý je i výskyt vanadátů vesígniéitu a volborthitu. (Vavřín a Frýda, 1996). Uváděn je i výskyt zeolitů analcim a harmotom. Uváděny jsou minerály: analcim, azurit, baryt, goethit, mordenit, hematit, chalcedon, chryzokol,

kalcit, křemen a jeho odrůdy, kuprit, malachit, měď, stříbro, tenorit, vesigníeit, volborthit. (Pauliš, 2014)

Trosky:

Tato lokalita je reprezentována dvěma skalními výchozy, na nichž se rozprostírá zřícenina hradu Trosky. Samotný hrad Trosky je tvořen dvěma věžemi na dvou vysokých skalních věžích a centrální budovou a nádvořími, které jsou v současné době již zříceny a zůstala jen torza některých zdí. Trosky tvoří dominantu centrální části Českého ráje s nadmořskou výškou 488 m n. m. a jednu z nejnavštěvovanějších památek v tomto kraji vůbec, proto je vhodné počítat s velkou návštěvností lokality. Z hlediska sběratelského není zřícenina hradu Trosky ani samotné těleso, na němž stojí nic zajímavého.



Obrázek č. 3.5.12.: Výřez geologické mapy lokality Trosky. Fialovou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 23. 2. 2016

Geologické mapy uvádějí těleso vulkanitů jako olivinický nefelinit, který tvoří dva samostatné vulkanické suky, jež jsou zřetelně vypreparované z okolních hornin a ční do výšky mnoha desítek metrů. Tato dvě tělesa jsou obehnána tělesem pyroklastik bazaltoidních hornin (tedy samotných vulkanitů). (mapový server CGS, 2016) Vstup na lokalitu je limitován zaplacením vstupného na zříceninu v ceně 45 Kč za studenta a 70 Kč za dospělého.

Veliš:

Veliš je lokalita reprezentována výchozem vulkanických hornin, jenž tvoří dominantu jihozápadně od Jičína a ve kterém je starý lom s nadmořskou výškou

429 metrů. Na lokalitě se dříve rozprostíral stejnojmenný hrad, jehož pozůstatky jsou dnes ještě patrné na jižní straně lokality ve vrcholových částech, které nebyly odtěženy. Na nejvyšší části se rozprostírá sloupovitá stavba, ke které se lze dostat po rozblácené a příkré stezce, která je však řazena do turistických značených cest. Podle geologických map je Veliš tvořený nefelinickým bazanitem a bazaltickou brekcií, stáří těchto hornin se odhaduje jako terciární (kenozoikum). (mapový server CGS, 2016) Na lokalitě Veliš je uváděn paprscitý natrolit v agregátech v trhlinách hornin. (Tuček,1970)



Obrázek č. 3.5.13.: Výřez geologické mapy lokality Veliš. Fialovou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 15. 2. 2016

Zebín:

Lokalita Zebín je stejně jako Veliš vulkanické těleso vystupující nad okolní krajinu, tvoří výraznou dominantu s vrcholovou kapličkou. Toto vulkanické těleso leží SV směrem od Jičína u obce Valdice. Vrchol Zebína má nadmořskou výšku 399 metrů a je přístupný mírně náročnou cestou doprovázenou řetězovým zábradlím, ke které se dostaneme po žluté značce po pravé straně silnice z Jičína do Valdic naproti výrazné památce Valdštejnská lodžie.

Podle geologických map je Zebín vulkanické těleso složené z nefelinického bazanitu a bazaltické brekcie terciárního stáří (kenozoikum). V geologických mapách vidíme ještě další vulkanická tělesa v okolí, východní těleso podlouhlého tvaru je složením také nefelinický bazanit a západní těleso je tvořeno vulkanickými brekciemi, místy alterovanými. Dále k severu (mimo výřez naší mapy) se vyskytují tělesa olivinických nefelinitů. (mapový server CGS, 2016) Z vrchu Zebín jsou uváděny tlustě sloupcovité krystaly amfibolu v brekci. (Tuček,1970)

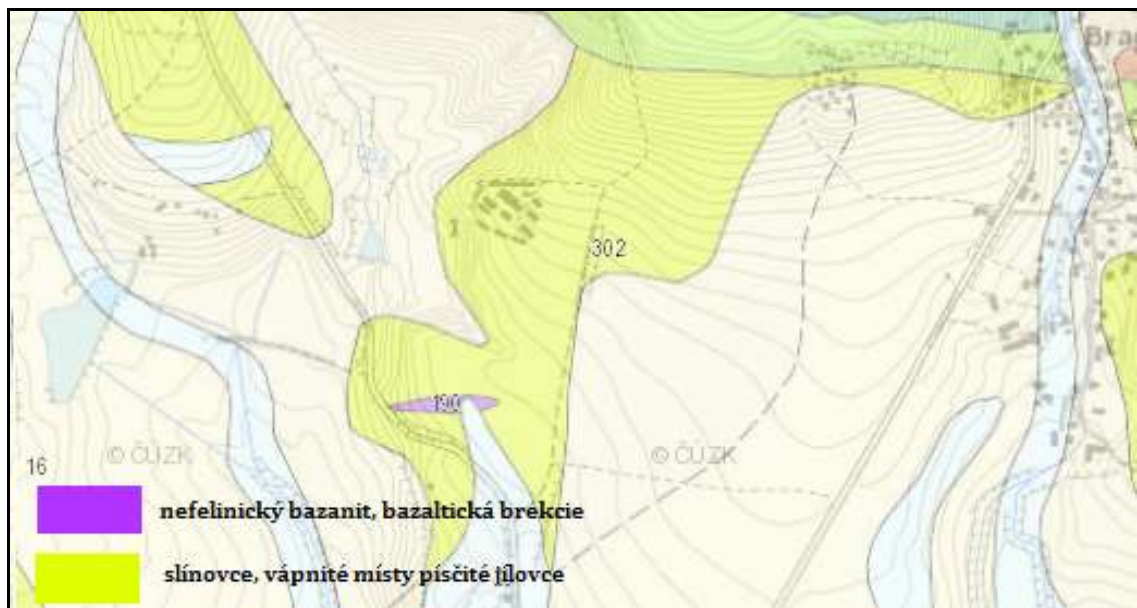


Obrázek č. 3.5.14.: Výřez geologické mapy lokality Zebín. Fialovou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin. Převzato a upraveno ze serveru CGS 17. 2. 2016

Železnice:

Železnice je klasická polní lokalita v katastru stejnojmenné obce Železnice severně od Jičína. Samotné pole se nachází na západní a jižní straně kempu mezi Železnicí a obcí Kyje, u které se nachází i lokalita Doubravice-Kyje. O území železnice se zmiňuje Karel Tuček ve své publikaci Naleziště českých nerostů a jejich literatura, kde uvádí z trhlin melafyrů šupinkatý a nedokonale krystalovaný heulandit, žilky a dutinky s kalcitem a chalcedonem. Geologické mapy uvádí na lokalitě horniny sedimentární složením slínovce až vápnité či místy písčité jílovce, na jižní části polní lokality je uváděno i těleso nefelinického bazanitu a bazaltické brekcie terciérního stáří (kenozoikum). (mapový server CGS, 2016)

Z Železnice je uváděn výskyt achátů, chalcedonů, jaspisů, záhnědy a ametystu ve svahových hlínách a okolních polích. (Pauliš, 2014) Výskyt sedimentárních hornin neodpovídá výskytu křemenných dutin typických pro paleobazalty, to může být způsobeno buď snosem odolnějších minerálů z hřebenu nad lokalitou, kde se paleobazalty vyskytují, nebo se ve vyšších vrstvách paleobazalty vyskytovaly a jsou již zcela odvětrány.



Obrázek č. 3.5.15.: Výřez geologické mapy lokality Železnice. Fialovou barvou je vyznačeno těleso vulkanických hornin, žlutou barvou sedimentární horniny. Převzato a upraveno ze serveru CGS 17. 2. 2016

3 Praktická část

V praktické části se budeme věnovat jednotlivým lokalitám detailněji z hlediska popisu jejich aktuálního stavu a výskytu minerálů. Dále se u každé lokality dozvíme více informací o umístění a detailně bude popsána i didaktická vhodnost a využitelnost. Návrhy exkurzí, tak jak by je autor zvolil a pořádal, přičemž bude brán zřetel na umístění a časovou náročnost, a dále přípravy na každou lokalitu jsou vloženy v přílohách. Na konec každé exkurze bude připojen krátký pracovní list. Přílohy jsou vhodně umístěny na CD nosiči, aby bylo možno je v případě zájmu bez problémů vytisknout.

3.1 Lokality vulkanických hornin

Doubravice-Kyje:

Doubravice-Kyje je, jak již bylo řečeno, lomová lokalita mezi obcí Kyje a Doubravice hned naproti křižovatce se silnicí vedoucí do obce Železnice. Lom je, jak je již z širého okolí patrné, situován do svahu zvedajících se návrší jižně od vrchu Tábor (678 m n. m.) a jihovýchodně od vrchu Hůra (519 m n. m.). Do lomu je přístup přímo od silnice, nebo okolo lomu po levé straně směrem do kopce po lesní



Obrázek č. 4.1.1.: Mandlovcovitý paleobazalt s dutinami vyplněnými kalcitem. 15 cm

cestě, kudy se dostaneme do nejvyššího patra. O vstup na lokalitu je nutno požádat, s čímž autor neměl nikdy problém, nebo navštívit lokalitu v době, kdy se netěží (víkend). Právě o víkendu bývá brána od silnice zavřená a je nutno ji obejít, do vrchního patra je vstup bez překážek. Vrchní patro lomu je nově přetvořeno (v roce 2014). Ve svrchním patře se vyskytuje hornina značně proměnlivé barvy a jen místy mandlovcovitá, občas se vyskytují i pukliny vyplněné minerály. Drobnější „mandle“ bývají zcela vyplněny kalcitem a dosahují velikosti do 5 cm a tvaru podlouhlých bublin. Větší dutiny jsou vyplněny buď kalcitem, nebo varietami křemene, nejčastěji křišťálem a obecným křemenem, achátem a chalcedonem do velikosti až 10 cm, v této velikosti jsou však vzácné. Trhliny jsou vyplněny buď

žilkami kalcitu místy se měnící v jeho protáhlé dutiny s drobnějšími krystaly, nebo bývají vyplněny jaspisem do šířky až 5 cm. V roce 2014 byl na severovýchodní straně tohoto patra nalezen vzorek krystalů záhnědy o velikosti 7 cm (krystaly do 0,5 cm) s uzavřenými částčkami nejspíše hematitu. Prostřední patro lomu je přístupné po náspu ze spodního patra, do kterého je přístup ze silnice. V současné době toto patro skrývá velký potenciál, neboť se začalo těžit v části lomu, ze které historicky pocházejí velice kvalitní ukázky minerálů. Tato část se nalézá na levé straně patra vzhledem ke vstupu do lomu a je protkána spoustou podlouhlých a kulovitých dutin minerálů do velikosti až 10 cm. Dutiny jsou vyplněny buď ametystem, kalcitem nebo křemenem, neméně často bývají vyplněny chalcedonem a achátem. Zvláštní jsou ukázky struktur, kdy pestrý chalcedon vytváří výplň do 1/3 dutiny, následuje asi 1/3 krystalů křemene (ametyst a čirý křemen). Krystaly křemene obsahují jehličky nejspíše minerálu rutilu, nebo drobné krůpěje hematitu či kupritu uzavřené v krystalech. V mandlovcovité hornině a v okolí dutin (někdy i v nich samých) se vyskytují povlaky jasně zeleného chryzokolu, který je v lomu celkem běžný sekundární minerál mědi. Na pravé straně patra vzhledem ke vstupu do lomu se vykytují čočkovité dutiny vyplněné kusovým kalcitem, rozpadajícím se na jednotlivé klence. Spodní patro je spíše zasucené materiálem z vrchních pater a je v něm možnost sběru minerálů z již rozbitého a přesunutého materiálu, kdy však nepoznáme, odkud daný vzorek vlastně pochází. Balvany velikosti až 2 m, které autor zmiňoval ve své bakalářské práci, již nejsou přítomny a s nimi zmizely i až 4 cm velké povlaky chryzokolu. V budoucnu, jak se patra budou postupně zahlubovat, by i toto spodní patro mohlo dosáhnout na horninu s lepšími vzorky. Zajímavé jsou i haldy nadrceného materiálu a drtička naproti lomu vlevo u silnice z Kyje na Doubravice. Na haldách se vyskytují drobnější „pecky“ vyplněné kalcitem, chalcedonem a krystaly křemenů (ametyst, čirý křemen). Úlomky a dutiny jsou zde dobře patrné, a tak si každý student nějaký ten „podkrkonošský polodrahokam“ odnese jako vzorek s sebou domů. V tomto materiálu jsou často viditelné ukázky chryzokolu jako povlaky kamenů do 10 cm a je tedy možno si je také vzít do školní sbírky a jako suvenýr. Při pohledu od silnice na lom je patrné vrstvení horniny pod náklonem zhruba 50° směrem stoupání severovýchodně. Nutno je říci, že svrchní patro je díky prudkému svahu pod ním velice nebezpečné a je nutno dbát větší

opatrnosti při pohybu v něm, další nebezpečí spočívá v padajícím kamení ze stěn lomu, a je tedy nutno žáky ukáznit a do nebezpečných míst je nepouštět.



Obrázek č. 4.1.2.: Pohled na lokalitu Doubravice-Kyje od místa vstupu do spodního patra. Na obrázku vpravo je vidět šikmé naklonění vrstev vulkanických hornin.

Využití k výuce se nabízí několik. První zajímavou věcí je samotná hornina, která je proměnlivá, a to jak z hlediska složení minerálů, což je patrné na první pohled, tak z hlediska obsahu dutin. Na tomto můžeme ukázat, že se složení magmatu mění v průběhu času, a je tedy velice složité určit horninu jako takovou. Žáci by se tedy měli dozvědět, že horniny jedna v druhou přecházejí složením a nejedná se o jednoznačně definovanou přírodninu vyjádřenou tak, jako v případě minerálů. Horniny jsou tedy



Obrázek č. 4.1.3.: Vzorek agregátů zelenomodrého chryzokolu nalezený u drtičky. 5cm

vyjádřeny chemismem, což odpovídá analýze prvků, nikoli jejich rozložením. Typ hornin v lomu je řadí mezi paleovulkanity, které vznikly v předprvohorní až druhohorní době, v našem případě v permu. Právě ony paleovulkanity obsahovaly ve svém magmatu sopečné plyny a podíl vody, v důsledku čehož vznikly dutiny, jež poté byly vyplněny minerály. V tomto případě se horniny označují jako paleobazalty, což je žákům možno říci jako vysvětlení celkového pohledu na vulkanity v širším okolí z hlediska času. Je vhodné vysvětlit předponu paleo- a neo- před názvem horniny, a tedy určit i její stáří. Velice zajímavý je fakt, jak lze rozlišit

paleovulkanity a neovulkanity již podle makroskopického pozorování. Paleovulkanity na rozdíl od neovulkanitů bývají barevnější a obsahují právě ony dutiny po sopečných plynech, neovulkanity naopak bývají jednolitě v odstínech šedé až černé a obsahují buď vrostlice tmavých minerálů, nebo xenolity. Hornina neobsahuje žádná zrna křemene v základním materiálu (jen sekundární jako výplň dutin), a tudíž je vhodné žáky seznámit i se složením odpovídajícím intermediárním až bazickým horninám, protože obsahuje tak málo křemíku, že se veškerý spotřeboval na krystalizaci tmavých minerálů a nezbyl žádný na tvorbu křemene. Při pohledu na lom je vidět, jak se hornina vrstvila, a jsou patrné lávové proudy. K ucelení znalostí je vhodné žákům ukázat geologickou mapu a vysvětlit, odkud na lokalitu magma přiteklo. Právě ony již zmiňované vulkanické plyny a voda přítomné v magmatu při výlevu paleovulkanitů vytvořily dutiny, jež byly druhotně vyplněny minerály. Žáci by si měli odnést z lokality znalost nalezených minerálů a bezpečně je poznat (ametyst, záhněda, achát, chalcedon, kalcit). Důkaz kalcitu je možný pomocí roztoku kyselin, kdy se objeví charakteristické šumění za vzniku vody, bublinek oxidu uhličitého a příslušné soli Ca. Na příkladu dutin vyplněných nejprve chalcedonem a ve střední části krystaly křemene je možno vysvětlit, že nejprve se ukládají hydratované minerály SiO_2 , jako právě chalcedon a achát či opál, a až poté při vyčerpání H_2O krystalizují ametyst, čistý křemen a záhněda. Podobně funguje i ukládání jaspisu do puklin v hornině, který tvoří často silné a dlouhé žíly. Aby žáci neměli pocit, že rudní minerály a sekundární minerály rud jsou exotická záležitost, je dobré jim ukázat minerál chryzokol, který již při prvním pohledu svou zelenou barvou může žákům evokovat měď. Ze znalosti anorganické chemie (8. třída základní školy a ekvivalentní gymnaziální ročníky) by měli studenti již znát fakt, že soli mědi jsou modré a zelené. Chryzokol se vyskytuje společně s oxidy mědi, které jsou červené barvy, a to přímo v hornině, nebo impregnují výplň dutin (kalcit). Je dobré si uvědomit, že ani horniny a minerály nejsou neměnné přírodniny a vyvíjejí se. Dále by se také žáci měli dozvědět, že se zde těžený kámen používá jako silniční a stavební štěrk a obsah minerálů není z hlediska ekonomického určující faktor. Dále také, že dané minerály ze skupiny křemene jsou považovány za polodrahokamy. Při návštěvě lomu autor doporučuje více pedagogických pracovníků jako dozor a dbát na patřičnou kázeň, vzhledem k nebezpečí úrazu pádem ze svahu či zasažením sutí.

Frýdštejn:

Frýdštejn je lokalita tvořená lomem s několika patry nalézající se mezi Obcí Frýdštejn a Bezděčín asi 5 km severně od Turnova. Na lokalitu se lze dostat při odbočení vpravo při cestě z Frýdštejna na Bezděčín. Nejlepší je navštívit lom pěšky a v době, kdy se netěží (neděle). Se vstupem v době provozu lomu je problém. V lomu se těží jižním směrem a severní část je stará a již nečinná. Lom je rozsáhlý a vyskytuje se v něm spousta minerálů (bylo jich popsáno velké množství, mnoho z nich v terénu však nelze přesně identifikovat). Nejproduktivnější jsou jižní a jihovýchodní části stěn, ve kterých se stále těží, a to hlavně ve spodních patrech.



Obrázek č. 4.1.4.: Krystalky čirého zeolitu (heulanditu) o velikosti 4 mm, červeně zbarvené tabulkovité agregáty barytu. 5 cm

Hornina je zde v různých odstínech zelené, hnědé až šedivé a je více či méně mandlovcovitá. Činnost sběratelů je v lomu patrná a všude se povalují noviny a igelitové tašky, nezřídka nebyl autor jediným návštěvníkem lomu. Nejvýznamnější je výskyt velkých až 45 cm širokých dutin po vulkanických plynech vyplněných několika typy křemenů. Nejčastěji se vyskytují dutiny vyplněné ametystem v krystalech do 0,5 cm světlomodré barvy (někdy místo ametystu záhněda) lemované bílým achátem (kašolong) a prostor, který zbyl, je následně vyplněn kalcitem s výskytem mordenitu. Méně často se vyskytují zcela vyplněné acháty bílé kresby (kašolongy), které bývají v hornině pevně ukotveny a při jejich dobývání často praskají a rozpadají se na menší kusy. Dále se vyskytují trhliny a dutiny s krystaly kalcitu a zeolitů do 1 cm velikosti (velikost dutin až 10 cm). V lomu se vyskytují i chalcedon a jaspis, ale jejich početnost není ve sledované části lomu příliš velká. Nalezen byl často baryt jako šupinky a tabulkovité krystaly v trhlínách a dutinách s kalcitem. Rudné minerály nebyly nalezeny, zeolity nebyly blíže určovány kvůli výskytu v malých krystalcích.



Obrázek č. 4.1.5.: Pohled na lomovou stěnu lokality Frýdštejn (Bezděčín). Na obrázku vidíme mandlovcovitou strukturu horniny a sutě pod stěnou s mnoha velkými vyplněnými dutinami. Na obrázku sám autor při návštěvě v roce 2014.

Lokalita skýtá díky proměnlivosti své horniny možnost vysvětlení faktu, že hornina není přesně definovaná přírodnina a nedá se vyjádřit vzorcem, ale chemismem, což lze žákům říci jako souhrnný poměr zastoupených prvků, který nám však nic neříká o jejich rozložení. Díky proměnlivosti horniny lze říci, že se jedná o bazaltandezity, tedy horniny spadající mezi bazalty až andezity, jež se vyznačují proměnlivostí složení. Z hlediska mandlovcovité struktury horniny je možno pojmenovat horninu jako melafyr, a tudíž i odvodit její stáří jako paleovulkanity z období permu. Typickou vlastností této horniny tedy je její barevnost a mandlovcovitost, na rozdíl od neovulkanitů s šedou barvou bez výskytu „mandlí“ (výskyt jen xenolitů). Dále lze didakticky využít lokalitu z hlediska popsání několika variet křemene. První varieta je fialový ametyst, druhá hnědá záhněda (někdy místo ametystu v dutinách), bílý „kašolongový“ achát a červený jaspis. Vhodné je ukázat sled minerálů v dutinách, kde těsně na stěny přiléhá bílý achát, na něj nasedají krystaly křemenů ametystu, záhnědy či křišťálu a zbytek dutiny je vyplněn buď mordenitem, či kalcitem. Na tomto je dobře patrné, že nejprve krystalizují amorfní křemeny, poté krystalické (po vyčerpání H_2O) a dále kalcit a zeolity, které mají teplotu krystalizace nižší. Dále lze ukázat studentům zajímavé vzorky barytu, který doprovází v dutinách a trhlinách kalcit, který lze demonstrovat rozpouštěním v kyselinách. Výskyt zeolitů je zajímavý z hlediska vysvětlení, že i vzácné minerály se vyskytují v naší oblasti a je pořád co

objevovat. Zeolity lze demonstrovat rozpuštěním silnou kyselinou za vzniku gelové kyseliny křemičité. Velmi často se vyskytuje mordenit, který tvoří vláknité radiálně paprscité agregáty s růžovou barvou a někdy vyplňuje skoro celé dutiny po vulkanických plynech. Tato lokalita je z hlediska výskytu velkých balvanů na hraně pater a vzhledem k výšce stěn dosti nebezpečná a doporučuje se zvýšený dozor a důkladná kontrola kázně studentů.

Hřídelecká hůra:

Hřídelecká hůra je klasická exkurzní lokalita, která je v povědomí širší veřejnosti v tomto kraji dobře známá. Lokalita je reprezentována již nečinným lomem ve vulkanickém tělese (přívodním kanálu), který je plný nalámané sutě. Na lokalitu se lze dostat z obce Hřídelec 5 km jižně od Nové Paky. Lokalita sama je prohlášena za přírodní památku a je tedy nevhodné odebírat vzorky přímo ze stěn lomu a provádět hrubší práce. Při troše štěstí si však studenti nějaký ten vzorek odnesou přímo z drobných úlomků v sutí. Na lokalitě se vyskytuje nefelinický bazanit, který se řadí mezi neovulkanity. Ten je na lokalitě téměř vytěžen a zůstává zde jen brekcie, která je měkčí a nehodila se jako kamenivo. V zadní a centrální části lomu



Obrázek č. 4.1.6.: Radiálně paprscité agregáty aragonitu první generace. 3 mm

jsou ještě zbytky původní horniny zachovány a místy vykazují sloupcovitou odlučnost. V základní hornině jsou často zbytky zvětralých xenolitů pláště, které jsou tvořeny peridotity a kusy sedimentů, které nejspíše magma strhlo při výstupu s sebou. V brekci se vykytuje sekundární minerál aragonit ve dvou generacích, které jsou dobře rozlišitelné, když vzorky mladší generace je velice obtížné objevit. První generace aragonitu se vyskytuje dnes již v malých stébelnatých agregátech radiálně uspořádaných, které již však nedosahují, jak uvádí literatura až 12 cm, ale spíše jen do 2 cm. Druhá generace aragonitu je tvořena sloupcovitými krystaly uváděnými až do 12 cm délky a šířky 2 cm, které se však nedají nalézt, a pokud ano, jedná se o rozbité a nekvalitní vzorky. V zadní části lomu a po levé straně vzhledem ke vstupu do lomu bylo při těžbě postupováno za masivní horninou

(brekcie se nehodila), a tak vzniklo několik pseudokrasových jeskyní, které jsou však plné materiálu, a autor nedoporučuje vstup do jejich prostor.

Jedná se o klasickou lokalitu neovulkanitů, a tak je dobré studenty upozornit na šedivou barvu zbytků nefelinitu, čímž uvedeme typickou podobu neovulkanitů. Dále je možno vysvětlit, co je to brekcie (zpevněný materiál vytvořený při vzniku samotné vulkanické horniny). Pro vysvětlení druhotné mineralizace, která vzniká následně po vzniku samotné horniny, je dobré využít hydrotermální minerál aragonit. Na aragonitu jsou vzácně přítomny drobné až 1 mm velké krystalky chabazitu. Při troše štěstí si každý student odveze nějaký ten vzorek. Důležité je studenty upozornit, že jsou na území přírodní památky, a není tedy možno zde nic trhat a ani dobývat minerály z pevného podkladu a stěn bývalého lomu.



Obrázek č. 4.1.7.: Pohled na bývalý lom v Hřídenci, lokalita známa jako PP Hřídelecká hůra.

Nová Paka:

Lokalita Nová Paka je označováno několik polí severně za kostelem Nanebevzetí Panny Marie v Nové Pace. Na lokalitu se lze dostat přímo od kostela, kde projdeme okolo menšího pole a dále k řadě několika domů, poté projdeme za tyto domy severním směrem a přijdeme na další pole. Po pravé straně asi sto metrů vidíme novostavbu, naproti níž je pole nejčastěji osazené kukuřicí, kde se lokalita nalézá. Lokalita je situována do tělesa sedimentárních hornin a minerály, které nás zajímají, jsou křemenné hmoty. Tyto hmoty jsou označeny jako karneoly, které přecházejí až v šedou hmotu podobnou pazourku. Jak uvádí geologické mapy, jedná se o silicity. Karneoly mají nejčastěji barvu jasně červenou s odstínem do oranžova až po barvu tmavou, sytě vínovou. Velikost jednotlivých karneolů se

pohybuje do 5 cm a výjimečně byly nalezeny o velikosti až 25 cm, ty však mají barvu proměnlivou a místy přecházející v šedou nevzhlednou. Karneoly se dají dobře brousit a leštit.

Didaktické využití této lokality z hlediska vulkanických hornin je nulové, protože se, jak již bylo řečeno, o vulkanické horniny a jejich minerály vůbec nejedná. Autor si však klade za prospěšné, aby si studenti nasbírali nějaké ty vzorky „polodrahokamů“ karneolů a tím si zlepšili vztah k přírodě a přivezli nějaké krásné vzorky minerálů.

Kozákov:

Jako lokalitu Kozákov autor označuje dvě rozdílná místa, z nichž každé má jiné složení a jiný původ. První lokalitou pod pojmem Kozákov autor myslí melafyrový „Votrubicův“ lom na jižním úpatí Kozákova severozápadně od obce Kozákov. Do lomu je možno vstoupit jen s povolením majitele, který vlastní nedaleké soukromé muzeum minerálů Kozákova v domě naproti odbočce do lomu (č. p. 20 a 6). Při vstupu majitel p. Votrubec, po jehož dědečkovi lom nese název, vybírá vstupné, které slouží i jako vstupné do muzea. Samotný lom má jen jedno patro a je dobře viditelný již z větší dálky. Ve Votrubicově lomu se střídají lávové proudy a vulkanické uloženiny, což je dobře patrné na stěnách lomu. Hornina je zde červená až hnědá a místy i vzácně zelená s méně či více mandlovcovitou strukturou. V lomu se již netěží, a tak je výskyt kvalitních vzorků velice vzácný a je třeba velkého úsilí. Při návštěvách autora bylo nalezeno několik drobných vyplněných dutin po vulkanických plynech s kalcitem do velikosti 2 cm. Dále byly nalezeny dvě menší dutiny s kalcitem a jedna podlouhlá zploštělá dutina vyplněná amethystem o velikosti 5 cm. Nález velkých achátů a zeolitů či dalších minerálů je dnes již zcela nepravděpodobný. Pokud se však chceme podívat na krásné ukázky a již určené minerály, je vhodné navštívit právě ono Votrubicovo muzeum.

Využití návštěvy lomu je pro výuku geologie vhodné hlavně z hlediska výskytu paleovulkanitů. Hornina je zde mandlovcovitá a výrazně barevná, což odpovídá právě vzhledu paleovulkanitů, neovulkanity jsou šedé a neobsahují žádné dutiny po vulkanických plynech (jen xenolity). Hornina je značně proměnlivá, a tak tedy na ní lze ukázat, že nemá stejné složení vyjádřitelné vzorcem, ale musí se vyjadřovat jako chemismus, který je také značně proměnlivý. Vzhledem k výskytu

bazaltandezitů je možno také osvětlit, že se horniny neodlišují podle ostrých hranic, ale jedna v druhou přecházejí. V lomu jsou patrné i lávové proudy střídající se s jinými vulkanickými uloženinami. Na základě pozorování těchto střídajících se struktur lze studentům vysvětlit, jak to s výlevnými horninami a jejich vrstvením funguje. Pokud se lávové proudy překrývají, je možno tvrdit, že došlo k několika po sobě jdoucím erupcím. Výskyt minerálů a jejich využití je již značně omezené.



Obrázek č. 4.1.8.: Pohled na lomovou stěnu lokality Votrubcův lom na Kozákově.

Druhou lokalitou, kterou autor nazývá Kozákov, je samotný vrch v širším slova smyslu. Vrch Kozákov je tvořený vlastně dvěma tělesy vulkanických hornin a na jižní straně horninami sedimentárními. První těleso je na geologické mapě vyznačeno zelenou barvou a je složeno z bazaltandezitů a jejich tufů permského stáří (paleovulkanity). Druhé těleso je vrcholové a pokračuje dále směrem k Železnému Brodu, tvořené neovulkanity typu analcimický - nefelinický bazanit a olivenický bazalt. Na polích a cestách, kudy prochází výlev paleobazaltů, je možno sbírat vyvětralé výplně dutin křemenného složení, jako jsou acháty, chalcedony a krystaly čirého křemene a ametystu. Na cestách a výchozech (balvany v lesích) poblíž vrcholu je možno nalézt kvalitní ukázky různě velkých xenolitů pláště. Xenolity jsou tvořeny většinou zeleným olivínem (peridotity) nebo granátovcem (eklogit). Z vrcholu vrchu Kozákova je dobrý rozhled do celé krajiny, který lze umocnit vystoupaním na rozhlednu, která umožňuje maximální výhled do všech světových stran.

Využití této lokality je vhodné z hlediska výskytu obou typů vulkanitů této oblasti (neovulkanity a paleovulkanity). Paleovulkanity jsou barevnější a mají mandlovcovitou strukturu na rozdíl od neovulkanitů, které obsahují xenolity, a jsou jednoduše šedé až černé. Na neovulkanitech a jejich xenolitech je možno vysvětlit onen vznik xenolitů (popsáno viz lokalita Zebín). V hornině lze vzácně najít i červené xenolity, které lze považovat za vynesené fragmenty granátovců (eklogitů). Vrch Kozákov se dá využít k rozhledu do krajiny, kde si studenti mohou prohlédnout několik dalších vulkanických vrchů hlavně západním směrem, jako je Bezděz, a také vulkanické suky jižním směrem, na niž stojí zřícenina hradu Trosky.



Obrázek č. 4.1.9.: Pohled na Kozákov z jižní strany od Valdštejna.

Levínská Olešnice:

Lokalita je reprezentována polnostmi okolo obce Levínská Olešnice. Nejlepší ke sběru je pole severně od obce a jižně od železniční stanice. Do obce je možno se dostat po silnici z obce Vrchovina, do které se dostaneme při cestě z Nové Paky na Trutnov, nebo z obce Horka u Staré Paky. Lokalita je osazována buď kukuřicí, nebo obilninami. Jak již bylo v teoretické části řečeno, lokalita se nalézá v materiálu, který zbyl po odvětrání paleobazaltů, po kterých zbyly jen křemenné výplně dutin. Vyskytují se chalcedony do velikosti 5 cm a bílé acháty (kašolongy) také do 5 cm velikosti. Z krystalických křemenů se vyskytují hlavně výplně s čirým křemenem a ametystem do 10 cm velikosti a častěji spíše samotné vylámané krystaly s fialovým zakončením o velikosti až 10 cm. Chalcedon je na povrchu často pokryt bílým opálem.

Didaktické využití lokality není moc velké, ale hlavní přínos spatřuje autor ve faktu, že se ve velkém množství vyskytují minerály označované jako „polodrahokamy“ a studenti si mohou domů odnést nějaký ten vzorek. Lokalita má

tedy význam hlavně motivační vzhledem k danému tématu a podporuje zájem studentů o přírodu okolo nás.

Morcínov:

Lokalita Morcínov je reprezentována polnostmi v okolí stejnojmenné obce. Na pole se dostaneme nejlépe od obce Morcínov po modré cestě směrem na Dráčov. Nejlepší ke sběru je pole od rozcestí U Křížku směrem na Dráčov až po odbočku cyklistické cesty směrem na Rváčov značené 4017. Z polí okolo Morcínova je krásný výhled na Tábor a na Trosky. Lokalita je často osazována buď obilninou, nebo kukuřicí. Na lokalitě se vyskytují fragmenty jaspisů a výjimečně i větší kusy do 20 cm. Dále je hojný a velice zajímavý výskyt achátu s lištovitou kresbou. Dále se vyskytují chalcedony a acháty do 8 cm. Povrch achátů a chalcedonů je často pokryt bílou vrstvou opálu (kašolong). Z krystalických křemenů se vyskytují drúzy drobných krystalů křemene a ametystu lemované chalcedonem, které však nejsou dokonale ukončené a spíše jen vyplňují celý prostor dutin. Pokud se vyskytují dokonalejší krystaly, jedná se zpravidla o fragmenty rozpadlých drúz do velikosti až 4 cm. Nalezen byl fragment dokonalého krystalu čistého křišťálu, který by nejspíše nalezen celý dosahoval délky okolo 15 cm.



Obrázek č. 4.1.10.: Krystal křišťálu.
4 cm



Obrázek č. 4.1.11.: Pohled na lokalitu Morcínov.

Pole u Morcínova je možno využít k naučení rozpoznávání jednotlivých variet křemene, fialového ametystu, chalcedonu, achátu a čirého křemene až křišťálu. Je dobře patrné a vysvětlitelné, jak vznikají dutiny vyplněné krystaly křemene,

protože se zde nalézají velké množství fragmentů, žáci by tedy měli vidět a zapamatovat si postavení krystalů vzhledem k celkové konstituci dutiny. Krystaly vyrůstají přímo z dutiny, nebo jsou ohraničeny chalcedonem a tvoří úplné výplně dutin po vulkanických plynech. Zajímavé využití je i z hlediska rozhledu do krajiny, kde vidíme vulkanické suky neovulkanitů zříceniny hradu Trosky a paleovulkanické vrchy Tábor a Kozákov (paleovulkanity a neovulkanity). Hlavní význam lokality spočívá ve zlepšení vztahu žáků k neživé přírodě a přírodě jako samotné, neboť každý žák si může nalézt vlastní vzorek „polodrahokamu“. Polní lokality jsou po deštích často blátivé a je nutno na to žáky upozornit.

Myší skála:

Myší skála, jak již bylo popsáno, je lokalita neovulkanitů asi 500 metrů od obce Spálov. Na lokalitu se lze dostat z obce Spálov po modré turistické značce, nebo z druhé strany po téže barvě od Semil. Lokalitu reprezentuje výchoz olivinického až olivenicko-analcimického nefelinitu, tedy silně bazické horniny. Složení horniny je udáváno z minerálů pyroxenu, nefelínu, olivínu, magnetitu a analcimu, které však v hornině nejsou vůbec patrné. Terciérní stáří horniny je zřejmé na první pohled, neboť se výrazně odlišuje od paleobazaltů. Těleso je evidentně intruzivního charakteru a proniká metamorfovanými horninami. Celé těleso vykazuje sloupcovitou odlučnost, i když je místy spíše nedokonalá. Sloupce jsou ve směru jihozápadním a jsou více či méně odchýleny od vodorovného postavení. Nejlépe odkryté sloupce horniny jsou na nepřístupné jižní části výchozu vysoko nad svahem směrem k řece Jizeře. Výchoz je více či méně pokrytý lišejníkem a kapradinami rodu *Asplenium* (sleziník), což místy znemožňuje pozorování. Okolo výchozu, nejvíce však na severozápadě, je vytvořeno suťové pole s úlomky horniny, ke kterým se lze dobře dostat a demonstrovat na nich námi cílené záležitosti. Samotné sloupce tvoří ze severní strany jakési schody, které jsou doplněny řetězy, po této „cestě“ lze vystoupat na vrchol Myší skály, který však nemá žádné zábradlí a je zde nebezpečí pádu. Hornina je celistvá až



Obrázek č. 4.1.12.: Sloupce nefelinitu. 40 cm

velmi jemnozrnná s vyrostlicemi krystalů do 1 mm, které jsou rozpoznatelné podle lesklých ploch. Místy se v základní hornině objevují až 1 mm velké světlé minerály nejspíše analcimu či nefelínu (předpoklad na základě makroskopického pozorování). Celkově se hornina jeví šedá v různých odstínech.



Obrázek č. 4.1.13.: Pohled na lokalitu Myší skála. Na obrázku vlevo jsou vidět schody tvořené jednotlivými sloupci.

Autor předpokládá, že při návštěvě lokality si žáci již na první pohled uvědomí, že se jedná o vulkanickou horninu (jako Panská skála u Kamenického Šenova). Vhodné je žákům říci, že se jedná o horninu typu neovulkanit, která vznikla v období terciéru. Dále lze vysvětlit vznik intruzí do metamorfovaných hornin, které jsou o mnoho starší. Intruze je vlastně vnik do jiných hornin. Zajímavá a dobře viditelná vlastnost magmatu neovulkanitů je to, že tvoří při tuhnutí sloupečky, což je jejich typická odlučnost. Je dobré, aby si žáci uvědomili, že je tato vlastnost typická a tedy není jen v případě Panské skály. Další zajímavá okolnost, která se dá žákům ukázat, je celistvost až jemnozrnnost horniny, která utuhla blíž povrchu, a tak nebylo dost času na tvorbu větších krystalů. Dále je v hornině obsah magnetitu, který lze demonstrovat přiložením magnetu na čerstvě odkrytou plochu rozbitého vzorku, kdy se magnet udrží a neodpadne. Autor považuje za vhodné, aby náležitosti ohledně barvy a tvaru horniny demonstroval vyučující na materiálu ze suti v okolí skály a neničil přímo skalní výchoz. Myslí si, že je potřeba jít žákům příkladem a nedrancovat přírodu za každou cenu. Při výstupu na skálu

samotnou je nutno dbát patřičné opatrnosti a je vhodné, aby byl výstup prováděn pod dozorem více pedagogických pracovníků.

Rváčov a pole V Popelkách:

Rváčov a V Popelkách jsou klasické polní lokality stejně jako v případě Morcínova, a je de facto možné říci, že jedna lokalita v druhou přechází. Rváčov je označení pro veškeré polnosti v okolí stejnojmenné obce, a to hlavně severním směrem a také směrem k Morcínovu. V Popelkách je lokalita reprezentovaná malým polem po pravé straně při silnici z Lomnice nad Popelkou směrem na Rváčov. V Popelkách je důležitý výskyt pastelově zbarvených achátů, kterých je však velice poskromnu. Dále se vyskytují úlomky krystalických křemenů a chalcedonu. V okolí Morcínova lze sbírat světlejší chalcedony a jejich úlomky do velikosti asi 5 cm, acháty bílé barvy do velikosti 4 cm, výjimečně větší. Chalcedony bývají pokryty bílým opálem kašolongem. Z krystalických křemenů se vyskytují až 5 cm velké vylámané krystaly obecného křemene a ametystu, ten však barví jen koncové části krystalu a mnohdy jen velice slabě. Vzácně se vyskytují úlomky jaspisů a šedého pazourku.



Obrázek č. 4.1.14.: Pohledna lokalitu Rváčov. Na obrázku vidíme osetou polní lokalitu naproti kravínu ve Rváčově.

Využití této lokality je jako v případě Morcínova hlavně z hlediska motivace žáků ke kladnému vztahu k přírodě. Velké množství vzorků umožňuje každému, aby si nějaký ten „polodrahokam“ odnesl s sebou domů. Na velkém množství vzorků lze dobře demonstrovat rozmanitost křemenných variet a naučit žáky je rozpoznávat. Polní lokality jsou po deštích často blátivé a je nutno na to žáky upozornit.

Smrčí:

Smrčí je lokalita tvořená několika lomy táhnoucími se od obce Smrčí jižně od Železného Brodu směrem k Semilům. Na lokalitu je nejlepší přístup přes vrátnici v obci Smrčí. Do lomu je složitý přístup, protože majitelé nejsou exkurzím moc nakloněni a samotní sběratelé jsou z lomu vykazováni. V přední části lomu se vyskytují velké haldy nadrceného materiálu připraveného na export z lomu. V nadrceném materiálu se vyskytují velice hojně jednotlivá (vylámaná) zrna olivínů, která dosahují velikosti až 0,5 cm a vzácně i více. Samotné lomové stěny jsou tvořeny masivní horninou a na odkryvu v západní straně je dobře patrná sloupcovitá odlučnost neovulkanitů, ve kterých je lom zbudován. V samotné hornině jsou olivíny ve formě xenolitů až do velikosti 10 cm, obsaženy jsou i xenolity jiného složení. Samotné sloupce jsou tvarem proměnlivé a i jejich šířka velice kolísá. Štěrk z lokality se rozváží po širokém okolí a používá se jako cestářský kámen, proto je možno se s ním setkat na turistických a polních cestách v širokém okolí.



Obrázek č. 4.1.15.: Pohled na část lokality Smrčí. Na obrázku vidíme haldy nadrcené horniny, v pozadí stěnu se sloupcovitě odlučnou horninou.

Využití lokality z hlediska didaktiky je velice složité a je značně limitováno nemožností lokalitu navštívit díky problematickému povolení ke vstupu. Pokud by se však vstup povedlo zařídit, je možno ukázat na hornině, že patří do rodiny neovulkanitů, díky její šedivé barvě a absenci mandlovcovité struktury, což většinou studentům na tuto příslušnost ukazuje. Také ona sloupcovitá odlučnost poukazuje na příslušnost horniny k neovulkanitům. Další okolnost, kterou lze vysvětlit, je výskyt zelených zrn olivínů v nadrceném materiálu a velkých „nodulí“

(shluky krystalů oválného tvaru) v hornině, který je způsoben obsahem xenolitů pláště. Popis xenolitů a jejich vzniku viz lokalita Zebín.

Studenec:

Studenec je klasická lokalita paleobazaltů reprezentovaná několika etážovým lomem ve stejnojmenné obci Studenec severovýchodně od Nové Paky. Na lokalitu se lze dostat po silnici z obce Horka u Nové Paky směrem na Jilemnici. Samotný lom se nalézá za areálem bývalého JZD v Obci Studenec, přes jehož pozemek se lze do lomu dostat, druhá cesta vede po ní cestou okolo kostela. Všechna patra lomu jsou propojena náspy pro těžkou mechanizaci. Nejspodnější patro je nově

zbudované a objevují se v něm červeně zbarvené tufy a mandlovcovitá hornina. Mandle a dutiny v této hornině jsou vyplněny nejčastěji kalcitem, křemeny amethystem a křišťálem, lístky barytu a krystaly analcimu. Další patro, ve stejné výšce jako vstup do lomu, je rozsáhlé a



Obrázek č. 4.1.16.: Cu (měděné) zrudnění. Červenou barvou kuprit, zelenou chryzokol. 3 cm

hornina ve stěnách již silně zvětralá, protože se těží jen na východní a severovýchodní straně. Na severovýchodní straně tohoto patra je hornina silně zbarvena do zelené barvy a je velice měkká, obsahuje velké množství dutin, které bývají vyplněny kalcitem s lístky barytu do 2 cm a velice hojně krystaly analcimu do velikosti 1 cm, vzácně až 10 cm. Na východní straně je hornina zelená až čokoládově hnědá a obsahuje velké množství dutin vyplněných buď čirým křemenem a amethystem do 3 cm, nebo krystaly kalcitu do 2 cm, velikost dutin nepřesahuje 20 cm. Vyskytují se zde i pukliny vyplněné mléčným nekystalickým křemenem, který v rozšíření tvoří dutiny vyplněné krystaly křemene do velikosti až 3 cm, velikost dutin přesahuje místy i 40 cm. V dutinách s kalcitem a barytem se vyskytuje zelenomodrý minerál chryzokol, tvořící povlaky až kusové agregáty v hornině. Na severní straně patra, kde se již netěží, lze najít minerály vesigniéit a volborthit. Další patro o jedno výše než je vstup do lomu je okolo celého spodního patra, ale těží se opět jen v jeho východní části, hornina je zde hnědá až šedá. V této části se nalézají dutiny až do 20 cm vyplněny nejčastěji skalenoedrickými krystaly kalcitu do velikosti 1 cm a krychlovými krystaly do velikosti 3 cm. Některé dutiny

jsou vyplněny křemennými krystaly, které jsou často zakalené a nedokonale ukončené, velice často tyto krystaly od svého konce fialoví a přecházejí v ametyst. V jižní části východní stěny lomu, kde se těží, se vyskytují drobné do 3 mm velké krystalky záhnědy v dutinách do 5 cm.



Obrázek č. 4.1.17.: Pohled na lokalitu Studenec. Pohled na lom od vstupu, po levé straně vidíme činnou část lomu.

Nejvyšší patro, které je s patrem pod ním nejvíce proměnlivé, je zajímavé obsahem dutin křemene a záhnědy s krystaly do 2 cm, kdy dutiny nepřesahují 10 cm šířky. Velice důležité je, že z této části pochází i ukázky achátů, což je pro lokalitu Studenec velice neobvyklé. Jak již bylo řečeno, červeně zbarvená vrstva horniny byla určena jako tufy, a je tedy zřejmé, že odděluje jednotlivé lávové proudy. K lokalitě patří samozřejmě i drtička s haldou materiálu připraveného k prodeji, která však na této lokalitě neskýtá žádnou možnost nálezů zajímavých vzorků. Zajímavá je mineralizace mědi tvořená ryzí mědí, kupritem a chryzokolem. Samotný kuprit v hornině bývá chryzokolem lemován.

Na lokalitě Studenec lze studentům vysvětlit mnoho faktů. První zajímavá věc je, že hornina je značně proměnlivá, čímž lze dokázat fakt, že hornina není vždy jednoznačně definována složením. Její složení se tedy uvádí jako chemismus, což je celkový poměr zastoupených prvků, ale neříká nám nic o jejich rozložení. Také je zde dobře patrné, že jen některá hornina je mandlovcovitá a tím se dá doložit, že složení magmatu se mění v průběhu času. Podle struktury a zbarvení horniny lze usuzovat a vysvětlit studentům, že se jedná o paleovulkanity. Dále se v lomu vyskytují červeně zbarvené horniny podobné usazeným, ale je v nich vidět i něco málo lesklých krystalků, proto je možno žákům demonstrovat, že se jedná o vulkanické uloženiny (usazeniny). V lomu se vyskytují skalenoedrické a mnohé jiné tvary krystalů kalcitu, na čemž je dobré demonstrovat velkou variabilitu

tohoto minerálu, který lze identifikovat rozpouštěním v kyselině chlorovodíkové (z hlediska bezpečnosti i octové). Dále lze žákům ukázat lístečkovitý bílý baryt, který, pokud se objeví ve větších ukázkách, lze podat studentům, a tím demonstrovat jeho velkou měrnou hmotnost (jeho tíhu), která vychází ze složení (BaSO_4 , Ba je těžký kov). Dále se v dutinách objevuje zeolit analcim, který je jednoznačně poznatelný díky tvaru svých krystalů (studentům mohou připomínat fotbalové míče). Analcim krystalizuje později než kalcit a dříve než baryt, tato vlastnost se dá velice dobře na smíšených dutinách předvést. Analcim je také rozpustný v kyselině, ale ne tak dobře jako kalcit. Dále se vyskytují krystaly křemene mající většinou pravidelné a dobře ukončené krystaly, které lze využít k popisu šesterečné soustavy. Také lze naučit žáky rozpoznávat ametyst, křišťál a záhnědu. Zajímavé a dobře využitelné jsou i výskyty rudních minerálů a sekundárních minerálů rudních prvků. Vzácně a špatně popsatelné se vyskytují minerály volborthit a vesignieit mající zelenou barvu a tvořící povlaky a drobné agregáty. Pokud se tyto minerály podaří najít, je dobré je studentům ukázat, aby věděli, že speciální a vzácné minerály nejsou záležitostí jen zahraniční, ale i naší krajiny. Výskyt rudních minerálů je dobrý pro vysvětlení, jak to v přírodě chodí z hlediska sekundárních minerálů různých rud. Ryzí měď je často doprovázena kupritem. Nejvíce často je z minerálů mědi však objeven kuprit jako Cu_2O mající červenou barvu a tvořící povlaky a kusové agregáty v hornině, ten je lemovaný zeleným chryzokolem, který vzniká při zvětrávání rud mědi (kuprit Cu_2O). Tedy přeměna Cu na Cu_2O a následně na chryzokol je dobře patrná a žáci mohou vidět, jak funguje přeměna minerálů na jejich sekundární minerály, čímž lze dobře vysvětlit bohatost rudních žil vzhledem k počtu rozdílných minerálů.

Trosky:

Lokalita Trosky je, jak již bylo řečeno, tvořená dvěma vypreparovanými sukly vulkanických hornin v tělese sedimentárních hornin české křídové pánve. Na lokalitě se rozprostírá zřícenina bývalého hradu Trosky. Vstup je podmíněn zaplacením vstupného. Na lokalitu se lze dopravit buď pěší turistikou z obce Ktová, nebo Borek pod Troskami, ve kterých pravidelně staví vlak z Turnova a Jičína. Lze se dopravit přímo pod hrad Trosky do obce Troskovic, kde je připraveno placené parkoviště, odbočky vedoucí do Troskovic jsou dobře značené. Celé vulkanické

těleso má zhruba kruhovitý tvar, na východě a západě z něj vystupují dva vulkanické suky, z nichž východní je vyšší. Při pohledu na samotný hrad a těleso vulkanických hornin je evidentní, že byly ve spodní části oba suky spojeny. Samotné svahy pod hradem jsou nevhodné pro didaktické využití, neboť jsou velice příkré a také porostlé často trnitou a hustou vegetací. Pokud se však dostaneme do nějaké méně zarostlé části, tu a tam se objevuje nějaký ten úlomek horniny, jenž je dobré nejprve rozbít a strukturu horniny vysvětlit na čerstvém lomu. Hornina je



Obrázek č. 4.1.19.: Sloupcovitě odlučná hornina na lokalitě Trosky

tmavá až světle šedá a obsahuje množství drobných xenolitů a vyrostlic. Dále lze nalézt mnoho zvláštních „spečených“ hornin a horninu podobnou brekci. Stěny hradu a věže vystavěné na vulkanických sucích jsou tvořeny právě z úlomků místní horniny, a je tedy možno pozorovat její ač zvětralou strukturu přímo ve zdech. V centrální části mezi oběma sukami se vykytuje hornina mající typickou sloupcovitou odlučnost neovulkanitů, tuto odlučnost mají i horniny obou suků. Hornina sama je zde spíše tmavších odstínů a má v sobě drobné částičky do 0,5 cm a vyrostlice do 2 mm. Nutno říci, že tento fakt byl pozorován na jednom úlomku, který autor rozštípl kladivem. Z hlediska zachování lokality a nenarušení zříceniny nebylo více vzorků odebráno.



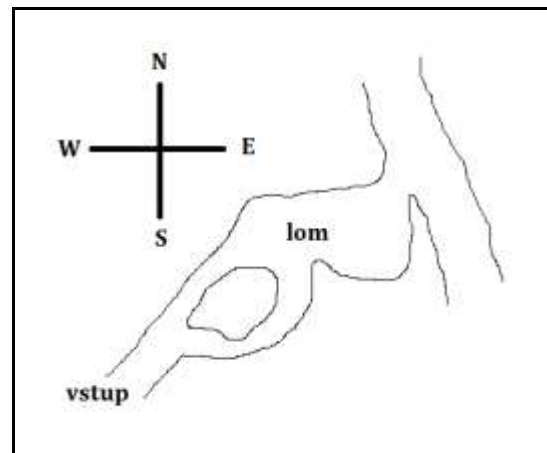
Obrázek č. 4.1.18.: Pohled na lokalitu Trosky. Fotografie pořízena z Boreckých skal.

Využití lokality je patrné již z její stavby, kdy je vhodné žáky seznámit s geologií. Vulkanické horniny pronikaly sedimenty a tvořily kanály, které po erozi a odnosu měkčích sedimentárních hornin zůstaly jako vulkanické suky tyčící se nad okolní

krajinu. Pyroklastické usazeniny v okolí Trosek by napovídaly o skutečnosti, že se jedná opravdu o bývalou sopku a samotné suky jsou výplně přívodních kanálů. Na podobě horniny je vhodné vysvětlit, že patří k rodině hornin zvané neovulkanity, čemuž v této oblasti odpovídá jednolitě zbarvení v šedých až černých odstínech, druhá skupina vulkanických hornin paleobazalty jsou často s obsahem dutin po vulkanických plynech. Samotný fakt, že je v centrální části hradu hornina tvořena sloupci, svědčí o jejím zařazení mezi bazické neovulkanity.

Veliš:

Veliš je klasická lokalita neovulkanitů v okolí Jičína. Leží vedle obce Podhradí jižním směrem od Jičína. Tvoří ji vrch s nadmořskou výškou 429 metrů tvořící dominantu širokého okolí. Na vrcholu je památný sloup a zbytky hradu Veliš, který ustoupil těžbě „čediče“. Dnešní podoba lomu vznikla vytěžením masivního nefelinického bazanitu a



Nákres č. 4.1.20.: Lom Veliš

zůstala v okolí jen bazaltická brekcie a tufy. Samotný nefelinit je v lomu dnes ještě patrný v několika zbytcích jako tmavá hornina. Brekcie tvoří úpatí a vnější část vrchu. V této hornině se vyskytují různě velké kusy jiných hornin a úlomků nefelinitu od několika milimetrů až po 10 cm velké úlomky. Brekcie se vyskytuje ve formě šedé horniny. Vyskytují se olivínové xenolity a samotné krystaly, které jsou často zvětralé ve formě rezavého materiálu či prachu. Do spodního patra je přístup přímo od cesty a je možno projít celý lom i bez větší fyzické námahy. Na vrchol vede stezka, která je strmá a v době dešťů kluzká bez zábradlí. V hornině (nefelinitu) je možno objevit ukázky olivínů a trhlinky zcela vyplněné radiálně paprscitými agregáty natrolitu. V pravé „soutěsce“ v lomu jsou v hornině přítomny úlomky sedimentárních hornin.

Didaktické využití Veliše spočívá ve faktu, že se jedná o typickou lokalitu terciárního vulkanismu. Žáci by se měli dozvědět, že se jedná o horninu tohoto stáří, další formací by mělo být, jak hornina pronikla do sedimentů a vytvořila právě tento vrch, který díky vyšší odolnosti odolal zvětrávání. Jak již bylo řečeno,

neovulkanity jsou až druhou fází vulkanismu v dané oblasti, pokud vezmeme Veliš z hlediska zařazení do celkového vulkanismu, je příbuzný Doupovským horám a Českému středohoří. Dále je vhodné říci žákům, co je to brekcie. Žáci sami mohou odvodit, proč je hornina jemnozrnná až celistvá bez větších krystalů, což odpovídá tuhnutí magmatu blíže povrchu. Dále si můžeme na xenolitech pláště (olivínech) vysvětlit jejich vznik a i pojem xenolit (odvozené od slova cizí, popsáno u lokality Zebín). Obsah železitých minerálů a magnetitu způsobuje, že se magnet při přiložení na čerstvě prasklou horninu udrží a neodpadne. V trhlinách se vyskytují agregáty natrolitu, na kterých může vyučující demonstrovat sekundární vznik minerálů, protože natrolit krystalizuje v trhlinách a dutinách později po jejich vzniku, a také náležitosti ohledně struktury zeolitů (natrolit nebývá běžnou součástí školní sbírky).



Obrázek č. 4.1.21.: Pohled na lokalitu Veliš. Na obrázku jsou vidět dvě „soutěsky“, které se zanedlouho spojují.

Krystalizace probíhá z roztoků, které se do puklin dostanou a strhávají při své cestě ionty z horniny (proto jsou zeolity s velkým podílem alkalických prvků a prvků alkalických zemin přítomny v neovulkanitech bazické povahy. Místy, i když velice špatně a v malé míře, je vzdáleně patrná sloupcovitá odlučnost neovulkanitů, kterou by autor v tomto případě žákům neuváděl. Vrchol Veliše skýtá jedinečnou možnost rozhledu do krajiny, kdy je možno žákům demonstrovat několik dalších vulkanických těles typu neovulkanitů, jako například Zebín, Kumburk, Kozákov (i

paleovulkanity) a paleovulkanický Tábor. Na lokalitě je nutno dbát zvýšené opatrnosti z důvodu pádu kamení.

Zebín:

Zebín je lokalita tvořená vrchem s nadmořskou výškou 399 m n. m. tvořící dominantu severovýchodně od Jičína. Na lokalitu je možno se dostat od silnice ve Valdicích směrem z Jičína tak, že se u Valdštejnské lodžie zabočí doleva, až se přijede na rozšíření cesty (parkoviště), nebo pěšky tou samou cestou značenou žlutou turistickou značkou od Valdštejnské lodžie ve Valdicích. Dále vede na vrchol značená stezka s informačními tabulemi. Vrch je tvořen nefelinickým bazanitem a bazaltickou brekcií. Na západě vrchu je zbudován lom, ke kterému se nejlépe dostaneme odbočením u kostelíku doleva a dále po vrstevnici. Lom je zbudován tak, že z hlavního vytěženého prostoru vedou hlouběji dva zářezy, které se nakonec sbíhají a tvoří tedy jakousi „soutěsku“ ve tvaru O. Na začátku lomu se po levé straně vyskytují pukliny vyplněné kalcitem, což svědčí o druhotné mineralizaci. Vnější část vrchu tvoří tufy s obsahem uzavřených xenolitů buď jemnozrnných hornin, nebo olivínů, které jsou však již zvětralé na žlutohnědou drť či prášek. Xenolity se vyskytují i v centrální části lomu a ve vytěžených pruzích za lomem, kde je odkryto (vytěžené) těleso hornin se sloupcovitou odlučností, která však není zcela dokonalá. Na vrcholu Zebína se vyskytují horniny nejspíše typu brekcie, obsahující kusy horniny až do velikosti 50 cm (centrální výchoz před kapličkou). Vrchol nám skýtá možnost sledování širého okolí.



Obrázek č. 4.1.22.: Pohled na lokalitu Zebín. Na obrázku jsou vidět dvě „soutěsky“, které se spojují.

Zebín je typický příklad tělesa, jež díky své odolnosti zůstalo a došlo k jeho vypreparování z okolních hornin (do jisté míry). Velice vhodné na této lokalitě je si vysvětlit, co jsou to vlastně xenolity a již několikrát zmiňované olivíny. Studenti by měli vědět, že magma ve velkých hloubkách má díky delší době krystalizace (pomalé chladnutí) schopnost tvořit velké krystaly. Pokud je magma bazické a ultrabazické, obsahuje málo křemíku (SiO_2 je kyselá složka) a tvoří typické minerály, jako jsou pyroxeny a olivíny (forsterit), které mají zelenou, někdy až tmavou barvu, důležitý je též obsah železa v těchto minerálech. Olivín a pyroxeny tedy tvoří horninu zvanou pyroxenit (peridotit), kterým tvoří vnější plášť. Pokud protéká magma pyroxenitem, odlupuje z něj částičky (kusy) a ty unáší s sebou k povrchu, kde nakonec utuhnou. Důvodem výskytu velkých krystalů pyroxenu a olivínu ve shlucích v čediči tedy není fakt, že by v něm takto vykrystalizovaly, ale pouze byly uvězněny. Pokud se tyto xenolity dostanou na vzduch, dochází dosti rychle k jejich rozkladu a zvětrání až na oranžový materiál různé velikosti, oranžová barva je způsobena oxidy železa. Trhlin na levé straně lomu je možno využít jako důkaz dějů probíhajících v hornině následně po jejím utužení, kdy se z roztoků obsahujících rozpuštěné ionty srážel (krystalizoval) kalcit. Uvnitř lomu jsou viditelné nedokonalé sloupce horniny, které jsou pro neovulkanity typické. Vrchol Zebína nám stejně jako vrchol Veliše skýtá možnost rozhledu do širokého okolí. Rozhled je vhodný pro ucelení poznatků studentů o zdejší geologické stavbě. Pokud se podíváme směrem k severu a severozápadu, vidíme systém návrší tvořených paleobazalty táhnoucí se od Kozákova až po Tábor a dále. Druhou skupinu vulkanitů, které vidíme, tvoří neovulkanity tak typicky poznatelné často podle úzkého vysokého charakteru, jako jsou výchozy Trosek, Veliš a právě Zebín. Je nutno podotknout a studenty upozornit, že vulkanický Zebín je přírodní památka, a je tedy nevhodné a zakázané zde cokoli trhat a provádět dobývací práce v lomu.



Obrázek č. 4.1.23.: Xenolity (peridotity). Vlevo zvětralý, vpravo čerstvě obnažený. 5 cm

Železnice:

Železnice je klasická polní lokalita kousek za stejnojmennou obcí vpravo od silnice na Kyje. Na lokalitu se lze dostat stejným způsobem jako do vedlejšího kempu Krokodýl po silnici z Železnice, kterou vede červeně značená turistická cesta až k rozcestí Ranč na Kamenci. Lokalita je každým rokem osévána obilím a kukuřicí (po dobu návštěv autora od roku 2006). I když se podle geologických map v dané lokalitě vulkanické horniny typu



Obrázek č. 4.1.24.: Namodralý chalcedon. 6 cm

paleobazaltů nevyskytují, je pole plné jejich minerálů, tedy spíše jen těch odolnějších, které nepodléhají tak snadno zvětrávání. V půdě se vyskytují jednotlivé krystaly křemene a ametystu vylámané z drúz do velikosti až 3 cm, dále vzácně světlé až červeně zbarvené acháty protáhlého tvaru do velikosti až 8 cm, ale také čiré až modré chalcedony do velikosti 10 cm. Výjimečně byl nalezen vzorek chalcedonu mající přes jeden kilogram, pokrytý bílým opálem. Vzácně se vyskytují i železité křemeny, tedy červeně zbarvené kusové hmoty, které se odlišují od jaspisu, který je zde také v malé míře přítomen v drobných úlomcích. Často se vyskytují kombinace minerálů tak, že amorfnní křemeny tvoří vnější část výplně dutin a krystalické vnitřní část. Směrem k jižnímu konci pole vzorků ubývá.



Obrázek č. 4.1.25.: Pohled na lokalitu Železnice. V pozadí jsou vidět vulkanická tělesa Zebín a Veliš.

Na lokalitě lze studentům vysvětlit, že paleobazalty zvětrávají velice ochotně a zůstává po nich mnoho křemenných variet, které zvětrávají nesnadno. Lokalita je zajímavá hlavně z hlediska výskytu jednotlivých variet křemene, kterých lze využít k natrénování jejich rozlišení žáky. Dále si žáci mohou také každý nasbírat dostatek vlastních vzorků, čímž je možno zlepšit vztah studentů k přírodě. Po ní lokality jsou po deštích často blátivé a je nutno na to žáky upozornit.

4 Diskuze

V porovnání praktické a teoretické části je patrné dvojí rozdělení vulkanických hornin v Podkrkonoší z hlediska stáří a vlastností. Na základě pozorování v terénu lze potvrdit tvrzení autorů a geologických map, které rozlišují vulkanity v této oblasti na paleovulkanity a neovulkanity. Jak bylo zjištěno, starší paleovulkanity mají různé barvy od šedé, červené až po hnědou, čokoládovou a fialovou, stáří se pohybuje podle literatury od permského až po karbonské. Struktura paleovulkanitů je mandlovcovitá, v některých částech lokalit se mandle ztrácejí, to svědčí o proměnlivosti složení magmatu a různém obsahu vulkanických plynů. Dutiny po vulkanických plynech byly, jak již literatura zmiňovala, často vyplněny některými druhy minerálů, hlavně křemenem (krystalický i amorfní), kalcitem, chloritem a zeolity. Ve starších paleovulkanitech byla zjištěna i rudná mineralizace Cu, V, As, kterou zmiňuje i literatura. Tato mineralizace byla zjištěna ve Studenci a lokalitě Doubravice-Kyje, kde je reprezentována sekundárními minerály mědi. Mladší neovulkanity s terciérním stářím odpovídají podle zjištění autora a na základě literatury typickým vlastnostem, kdy je hornina jemnozrnná až mírně porfyrická s obsahem sopečného skla. Neovulkanity také mají barvu v odstínech šedé až černé a nejsou zbarveny tak jako paleovulkanity do červena až fialova. Typickou vlastností je sloupcovitá odlučnost, kterou autor v terénu několikrát potvrdil, jako v případě Myší skály, Veliše, Zebína a Hřídelecké hůry. Významný a typický je výskyt xenolitů pláště, které při obnažení zvětrávají na rezavé produkty a také výskyt magnetického minerálu magnetitu. Neovulkanitů vznikly spíše jako intruzivní tělesa, která pronikla sedimenty jako přírodní kanály či vulkány, přírodní kanály a zbytky vulkánů jsou dnes již vypreparovány a ční nad okolní terén, čímž jsou dobře patrné z širého okolí, a tvoří dominanty nejbližšího kraje. Paleovulkanity na rozdíl od neovulkanitů tvoří výlevy značného rozsahu (výjimkou je výlev neovulkanitů Kozákov-Železný Brod). Neovulkanity jsou doprovázeny tufy a brekcií, která za krátkou dobu neměla možnost zvětrat. Zmíněné vlastnosti jsou pro dané skupiny naprosto typické a vzhledem k pozorování v terénu jsou dobře patrné, což činí z této zkoumané oblasti a vulkanických hornin dobré didakticky využitelné lokality.

Didaktické využití lokalit je patrné hned na první pohled z hlediska výskytu vulkanických hornin a jejich vlastností, tak jak bylo popsáno v odstavci výše.

Většina lokalit paleovulkanitů v dané oblasti je tvořena zvětřalou horninou, po které zůstaly jen výplně dutin po vulkanických plynech, které nám však neříkají nic o složení, textuře a barvě horniny, ale dokážou nám osvětlit alespoň stáří horniny, které odvodíme právě na základě obsahu výplní dutin. Bohužel je nutno zdůraznit fakt, že se zachovávají jen odolné druhy minerálů, a to hlavně křemen a vzácněji opál. Tyto lokality nelze tedy využít z hlediska výskytu sekundárních minerálů, na kterých by bylo možno dokladovat zrudnění paleovulkanitů nebo na nich vysvětlit hydrotermální mineralizaci zeolitů. Některé lokality polního charakteru jako je Železnice nemají podle geologických map na svém území výskyt paleovulkanitů, a je tedy přítomnost výplní dutin po vulkanických plynech autorem přisuzována snosem při erozi z vyšších částí hřebenu nad lokalitou, nebo bývalým výskytem lávového proudu, který již zcela zvětřal a zmizel. Podobně odůvodňuje výskyt výplní dutin i na lokalitě Levínská Olešnice. Hlavní důvod zařazení do diplomové práce autor spatřil v dostatečném množství ukázek právě výplní dutin, které si studenti mohou odnést s sebou domů, čímž se zlepší jejich vztah k neživé přírodě a snad i vyvolá kladnější vztah k přírodě okolo nás. Typické lokality paleovulkanitů, které tvoří polní lokality, jsou lomy, kam patří Votrubačův lom (Kozákov) a lokality Doubravice-Kyje a Studenec. Tyto lokality jsou dobře využitelné z hlediska výskytu zrudnění mědi ve formě chryzokolu a kupritu, který je zde velice hojný, uváděny jsou i sekundární minerály As volborthit a vesignieit, které jsou však velice vzácné a obtížně určitelné. Dále se vyskytuje kalcit, který tvoří mnohdy až výplně celých dutin, a také zeolity, kterým se věnuje řada článků a literatury. Výskyt minerálů křemene je samozřejmostí. V některých lokalitách jsou patrné lávové proudy. Lokality neovulkanitů jsou reprezentovány buď vypreparovanými tělesy, ve kterých byly mnohdy zbudovány lomy na šterkařský kámen, nebo lom lávových výlevů jako v případě lokality Smrčí. Vypreparovaná tělesa prostupují mnohdy velice úzkými tělesy sedimentární horniny a po jejich odvětrání tvoří výrazné vysoké kopce, často jsou doprovázeny brekcií, jako v případě Zebína, Veliše a Hřídelecké hůry. Jak již bylo řečeno, neovulkanity mají v této oblasti typicky šedou až černou barvu a jsou bez obsahu dutin po vulkanických plynech vyplněných druhotně minerály. Naopak je velice častý a hojný výskyt xenolitů, které jsou tvořeny hlavně hrubozrnnými peridotity, což svědčí o jejich vzniku ve větších hloubkách. Na tomto lze ukázat jak rozdílné podmínky tlaků, teplot a doby

krystalizace mohou ovlivnit strukturu a vlastnosti horniny. Xenolity obsahují zrna olivínu, ilmenitu a pyroxenu, která když vypadnou, jsou přítomna ve štěrku na cestách po celém Českém ráji ve formě zelených až černých krystalků, kterým se říká klasicky „olivíny“. Občas se v hornině vyskytují i xenolity (uzavřeniny) sedimentárních hornin, které však při obnažení rychle mizí. Tělesa jsou většinou ve svém jádru tvořena právě masivní horninou vzniklou utuhnutím magmatu, která obsahuje xenolity a na mnoha lokalitách se vyznačuje výraznou sloupcovitou odlišností, která je pro daný typ vulkanitů naprosto typická. Druhá část jsou uloženiny okolo masivní horniny označované jako brekcie, které mají menší tvrdost a celkem jinou stavbu. Na brekcie je vázána druhotná mineralizace, jako příklad slouží vrch Zebín, kde v brekcií byla objevena žíla kalcitu, a Hřídelecká hůra, kde brekcie obsahuje dvě rozdílné generace druhotně vzniklého aragonitu. Vznik minerálů CaCO_3 jako aragonitu a kalcitu v brekciích by autor přisoudil právě jejich složení, do kterého jsou zamíchány i úlomky okolních sedimentů, které se vlivem prosakující vody rozpouštějí a znovu krystalizují.

Návštěva polních lokalit je limitována porostem vegetace v jarních a letních měsících, což omezuje návštěvu jen na určitou roční dobu. Dalším problémem polních lokalit je stav půdy, která by pro ideální sběr minerálů měla být po orbě a několikrát omyta deštěm. Pokud je sběr na lokalitách prováděn do několika dní od posledního deště, jsou pole často rozblácená a pohyb je omezen nánosy bahna na obuvi, s čímž je při exkurzích nutno počítat. Návštěva lokalit jako je Zebín a Veliš je náročná hlavně z hlediska výstupu na danou lokalitu. Při exkurzi do bývalých lomů (Veliš, Zebín, Hřídelecká hůra) je nutno dbát na bezpečnost studentů kvůli padajícímu kamení a zvětralým částem horniny. Pro vstup a návštěvu činných lomů jako na lokalitě Doubravice-Kyje a Studenec je nutné povolení od majitele či provozovatele lomu. Nebezpečí na těchto lokalitách tkví v možnosti pádu kamení a sutě z vyšších pater nebo pádu do pater spodních. Z těchto důvodů doporučuje autor návštěvu lokalit s vyšším pedagogickým dozorem několika kantorů.

Nakonec diskuze lze říci, že pro výuku vulkanických výlevných a intruzivních hornin je tato oblast velice vhodná, a to i díky jejich výskytu takřka vedle sebe. Jejich porovnání je vhodné i z hlediska typických vlastností, kterými dané horniny disponují, a jsou přítomny na každé lokalitě dané horniny, nevyskytují se žádné horniny, které by výrazně vybočovaly. Autor si uvědomuje, že pro celkový náhled

na horniny vznikající z magmatu by bylo vhodné navštívit i lokalitu některé hlubinné horniny, která však v dané oblasti není známa, a nejbližší se nalézá na hřebenech Krkonoš. Hlubinou horninu svojí strukturou však nahrazují některé peridotity, které jsou z genetického hlediska velice podobné.

Závěr

Na základě terénního zkoumání, odběru vzorků a jejich popisu autor potvrdil pravdivost zmíněných literárních zdrojů. Byly prozkoumány a charakterizovány lokality mladších neovulkanitů a starších paleobazaltů. Autor zhodnotil a popsal základní rozdíly mezi těmito dvěma typy hornin a jejich minerálů. V praktické části se autor zaměřil a osvětlil didaktické využití lokalit vzhledem k jejich současnému stavu. Aktuální stav byl zjištěn systematickým odběrem vzorků a popisem stavu lokalit přímo při jejich návštěvě, odběr vzorků mnohdy nahradila fotodokumentace pořízená přímo autorem, která doplňuje text. Některé minerály byly stanoveny i pomocí chemických reakcí, většina však pomocí makroskopického zkoumání. Lokality jsou reprezentovány jak polnostmi s výskytem výplní dutin po vulkanických plynech paleovulkanitů, tak lomovými lokalitami paleovulkanitů a neovulkanitů s jejich minerály a xenolity, a také lokality přirozených výchozů jako je Myší skála. Zvláštností je lokalita silicitů, kterou autor zařadil do diplomové práce kvůli výskytu „polodrahokamů karneolů“, které si studenti mohou na památku odnést. V přílohách autor připravil návrhy exkurzí, do kterých zařadil lokality tak, aby obsahovaly oba typy vulkanických hornin z hlediska stáří. V návrzích exkurzí jsou i přípravy na výuku na daných lokalitách (z hlediska tvořivosti je vypsána hrubá kostra) a přiloženy pracovní listy. Autor tedy potvrdil svůj předpoklad využitelnosti lokalit v Podkrkonoší s výskytem vulkanických hornin k jejich výuce, k čemuž ho vedlo umístění, přístupnost a vhodné didakticky využitelně pro tyto horniny typické jevy.

Použitá literatura

- Bauer, J. Tvrz, F. *Minerály*. Praha: Aventinum, 2002. 207 s. ISBN: 80-7151-064-5
- Bína, J. Demek, J. *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia, 2012. 344 s. ISBN 978-80-200-2026-0
- Čermáková, L. a kol. *Analytická chemie I*. Brno: SNTL, 1980. 320 s.
- Chamra, S. Schrröfel, J. Tylš, V. *Základy petrografie a regionální geologie ČR*. Praha: vydavatelství ČVUT, 2005. 181 s. ISBN 80-01-03138-1
- Chlupáč, I. A kol. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 2002. 436 s. ISBN 80-200-0914-0
- Pauliš, P. a kol. *Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech – zeolity a doprovodná mineralizace díl 1. a 2.* Kutná hora: Vydavatelství a nakladatelství Martin Bartoš, 2014. ISBN 978-80-86406-74-9
- Sejkora, J. Kouřimský, J. *Atlas minerálů České a Slovenské republiky*. Praha: Academia, 2005. 376 s. ISBN 80-200-1317-2
- Sen, G. *Petrology – Principles and Practice*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2014. 368 s. ISBN 978-3-642-38799-9
- Tuček, K. *Naleziště českých nerostů a jejich literatura 1951-1965*. Praha: Academia, 1970. 881 s.

Periodika:

- Řídkošil, T. Vesignieit. *Krkonoše a Jizerské hory*. Vrchlabí: Redakce pro Krkonoše, 9/2008, str. 32. ISSN 1214-9381
- Řídkošil, T. Zeolity podkrkonošské pánve. *Minerál*. České Budějovice: Protisk, 1996, 4,2, s.100-102. ISSN 1213-07-10
- Vavřín, I. Frýda, J. Mineralizace Cu-Ag-V-Hg v melafyru ze Studence u Jilemnice. *Journal of czech geological society*. [online] 1996, 41/1-2. [cit. 26.2.2016] ISSN 1803-1943 Dostupné z: http://www.jgeosci.org/content/Vavrin_and_Fryda_1996.pdf

Mapy:

- Cháb, J. a kol. 2007. Geologická mapa České republiky. 1:500 000. Praha: Česká geologická služba. ISBN 978-80-7075-666-9

Geodézie On line, spol. s.r.o. 2011. CHKO Český ráj. 1:25 000. Zádveřice: česká unigrafie a.s.

Mapové servery:

Bokr, P. Geologická pama 1:50 000. Lokalizační aplikace CGS verze 1B.2. [cit. leden 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/>

Kyje-Doubravice: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=670096&x=1006907&s=1

Frýdštejn: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=683302&x=986701&s=1

Hřídlelecká hůra: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=658695&x=1013391&s=1

Nová Paka: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=659442&x=1007592&s=1

Kozákov: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=676323&x=994784&s=1

Levínská Olešnice: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=658267&x=1005120&s=1

Morcínov: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=671967&x=1003811&s=1

Myší skála: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=672262&x=991576&r=2000&s=1&legselect=198

Rváčov: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=670972&x=1002155&s=1

Smrčí: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=674524&x=991920&r=2000&s=1&legselect=0

Studenec: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=655931&x=1001881&s=1

Trosky: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=679420&x=1003290&s=1

Veliš: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=674893&x=1014982&s=1

Zebín: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=670173&x=1011482&s=1

Železnice: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=669207&x=1008378&s=1

Mapový server mapy.cz: zdroj dat OpenStreetMap. [cit. 22.3.2016] Dostupné z: <https://mapy.cz>

Kozákov-Myší skála: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.2550487&y=50.6125186>

Kyje-Veliš: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.3587321&y=50.4454515&z=13>

Rváčov-Kyje: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.3341845&y=50.5272584&z=13&z=13>

Studenec-Hřídelec: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.5338267&y=50.4973482&z=13>