

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie

**Bakalářská práce**

Jacob Mílek

Geologická charakteristika mikroregionu Kozákov a její  
využití při výuce přírodopisu na 2. stupni základních škol

Olomouc 2018

vedoucí práce: doc. Ing. Šárka Hladilová, CSc.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně za pomoci citované literatury a použitých zdrojů pod vedením doc. Ing. Šárky Hladilové, CSc.

V Olomouci, duben 2018

.....

podpis

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práci doc. Ing. Šárce Hladilové, za vedení a cenné rady při vypracovávání této práce. Mgr. Janu Bubalovi bych rád poděkoval za odbornou pomoc při terénním průzkumu a výběru trasy budoucí exkurze a Mgr. Kateřině Zikmundové, za ochotu a odvahu absolvovat se svými žáky naplánovanou exkurzi. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za podporu při studiu a v průběhu psaní této práce.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá geologickou charakteristikou mikroregionu Kozákov a jeho blízkého okolí. Popisuje jednotlivé druhy hornin nacházející se v této oblasti. Práce se zaměřuje na horniny třetihorní a prvohorní sopečné činnosti na Kozákově, které zpracovává detailněji. Následně je vytvořen návrh na geologickou exkurzi, který podrobně popisuje trasu, jednotlivé lokality a možnosti jejich didaktického využití

## **Klíčová slova**

Kozákov, Český ráj, mikroregion Kozákov, Semilsko, sopečná činnost, olivín, čedič, melafyr, achát, jaspis, chalcedon, odrůdy křemene, geologická exkurze, lom Proseč, Votrubcův lom.

## **Annotation**

This bachelor thesis deals with the geological characteristics of the microregion Kozákov and its surroundings. It describes different types of rocks that occur in this area. The thesis focuses on volcanic rocks of the paleozoic and cenozoic volcanic activity at Kozákov. In the second part a plan for a geological excursion is created, which describes in detail the route, individual locations, and their potentiality for a didactic use.

## **Key words**

Kozákov, Czech Paradise, microregion Kozákov, surroundings of Semily, volcanic activity, olivine, basalt rock, melafyr, agate, jasper, chalcedon, varieties of quartz, geological excursion, quarry in Proseč, Votrubcov quarry.

## Obsah

1. Úvod .....	7
2. Cíle práce.....	8
3. Metodika.....	9
4. Obecná charakteristika .....	10
4.1. Vymezení oblasti .....	10
4.2. Hydrologické poměry .....	12
4.3. Klimatické poměry .....	12
4.4. Půdní poměry.....	12
4.5. Flora a fauna .....	13
5. Geomorfologie.....	15
6. Geologická charakteristika .....	17
6.1 Regionálně geologické vymezení .....	17
6.2. Geologická stavba.....	18
6.2.1. Krkonošsko-jizerské krystalinikum.....	19
6.2.2. Podkrkonošská pánev .....	21
6.2.3. Česká křídová pánev.....	25
6.2.4. Rozptýlené alkalické vulkanity .....	25
7. Neoidní vulkanismus na Kozákově .....	27
7.1. Lávový proud na Kozákově.....	27
7.2. Lomy Smrčí a Proseč.....	28
7.3. Olivín.....	29
7.4. Prackovský vulkán.....	30
7.4.1. Typy sopečných erupcí.....	30
7.4.2. Vznik prackovského vulkánu .....	30
7.4.3. Popis lokality Prackovského vulkánu.....	31
8. Votrubcům lom.....	32
8.1. Popis vybraných minerálů .....	33
9. Praktická část.....	37
9.1. Naplánovaná trasa exkurze.....	37
9.2. Popis vybraných lokalit a jejich didaktické využití.....	39
9.2.1. Lom v Proseči (lokalita č.1) .....	39
9.2.2. Vzdechánek (lokalita č. 2).....	42

9.2.3. Roztroušené čedičové balvany (lokalita č.3).....	43
9.2.4. Vrchol Kozákova (lokalita č. 4) .....	44
9.2.5. Venkovní expozice hornin (lokalita č. 5) .....	45
9.2.6. Okraj kráteru (lokalita č. 6) .....	45
9.2.7. Radostná studánka (lokalita č.7).....	46
9.2.8. Půdní odkryv na kraji cesty (lokalita č. 8).....	47
9.2.9. Votrubcův lom (lokalita č. 9) .....	48
Použitá literatura.....	53
Internetové zdroje .....	58
Zdroje obrázků.....	58
Zdroje příloh .....	60
Seznam zkratk:.....	61

## 1. Úvod

Vrchol Kozákov (744 m n.m.) je nejvyšší horou CHKO Český ráj, který je výjimečný především svou geologickou stavbou. Vyzdvižené a následně zvětralé druhohorní kvádrové pískovce tvořící skalní města (Hruboskalsko, Prachovské skály, Klokočské skály) a samostatné sopečné vrcholy (Trosky, Vyskeř, Kozákov) vzniklé při třetihorní sopečné činnosti patří mezi dominanty Českého ráje. Na Kozákově probíhala sopečná činnosti také v prvohorách, kdy došlo k opakovaným výlevům lávy. V dutinách mandlovcového melafyru vykryštalizovaly různé druhy minerálů známé jako polodrahokamy – achát, jaspis, chalcedon, různé odrůdy křemene aj. Jedním z nejvýznamnějších nalezišť polodrahokamů je Votrubečův lom, nacházející se na j. svahu Kozákova, dalšími nalezišti jsou lokality v okolí Lomnice nad Popelkou a Nové Paky. Sv. od vrcholu Kozákov vytvořila řeka Jizera hluboké údolí v metamorfovaných horninách (Přírodní rezervace Údolím Jizery), kterým vede Riegrova stezka – naučná stezka údolím řeky Jizery. Na malé ploše se v okolí Kozákova nachází velké množství pozorovatelných geologických jevů. Právě rozmanitost, kterou okolní krajina nabízí, mě přivedla k nápadu využít jí pro výuku přírodopisu – konkrétně geologie. Ve své práci jsem vytvořil geologickou exkurzi, určenou především pro školy blízkého okolí Českého ráje, jejíž hlavním cílem je propojení a aplikace znalostí žáků z výuky přírodopisu při vnímání krajiny v jejich okolí. Prakticky zaměřená exkurze má zvýšit zájem žáků o geologii prostřednictvím přímého vnímání jednotlivých geologických jevů vyskytujících se ve výuce přírodopisu, kterým žák poté lépe porozumí a dokáže si je spojit s konkrétními příklady z reálného světa.

## 2. Cíle práce

Tato bakalářská práce si klade za cíl popsat geologickou charakteristiku mikroregionu Kozákov a vytvořit návrh na geologickou exkurzi. Současně má sloužit jako didaktická pomůcka pro učitele přírodopisu základních škol, kteří mohou navrženou exkurzi na základě bakalářské práce realizovat. V teoretické části provedl autor literární rešerši. Teoretická část poslouží učitelům k seznámení se s geologickou stavbou dané oblasti a získání přehledu potřebného k provedení dané exkurze. Cílem praktické části je zdokumentovat současný stav vybraných lokalit, jejich možné využití a vhodnost pro exkurzní účely, následně navrhnout a popsat trasu. Úkolem samotné exkurze je: a) propojení teoretických znalostí žáků o geologických jevech získaných během výuky s pozorováním v krajině, b) názorná demonstrace jednotlivých hornin a minerálů v místě jejich přirozeného výskytu, c) přiblížení geologických procesů, které v minulosti utvářely ráz krajiny až do její dnešní podoby.



### 3. Metodika

V teoretické části jsem se na základě studia odborné literatury seznámil se současnými vědeckými poznatky o geologické stavbě zkoumané oblasti. Zaměřil jsem se především na problematiku sopečné činnosti.

Následně jsem několikrát navštívil lokality zmiňované v literatuře a provedl jejich terénní průzkum. Při něm jsem použil metodu pozorování a popsání geologických jevů. Jednotlivé lokality jsem zdokumentoval a zvážil jejich vhodnost pro využití v rámci exkurze. Při terénním průzkumu mi pomohla odborná pomoc pana Mgr. Jana Bubala z Turnovského muzea, se kterým jsem jednotlivé lokality navštívil a prošel trasu budoucí exkurze. Naplánovanou exkurzi jsem poté provedl s žáky 9. ročníku přírodopisného semináře z 2. ZŠ Jičín. V rámci přípravy na tuto exkurze jsem pro lepší názornost popisovaných jevů vypracoval pro žáky samostatné listy.

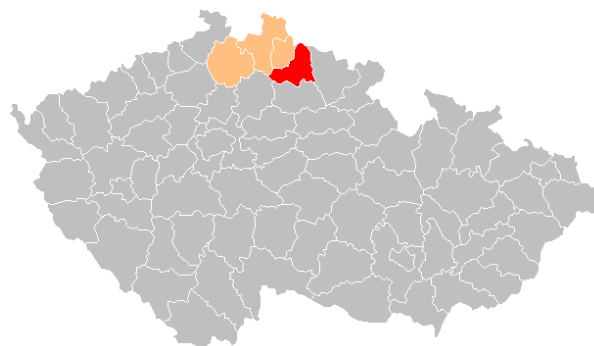
## 4. Obecná charakteristika

### 4.1. Vymezení oblasti

Mikroregion Kozákov se nachází v severovýchodních Čechách SV od Turnova a V-JV od Železného Brodu. Spadá do okresu Semily v Libereckém kraji – Obr. 1. Jedná se o dobrovolný svazek obcí Semily, Chuchelna a Zahoří, založený v roce 1999, který z územně správního hlediska zahrnuje katastrální území těchto tří obcí – Obr. 2. Oblast mikroregionu o rozloze 37,53 km<sup>2</sup> se rozprostírá na severovýchodním svahu hory Kozákov na rozhraní Českého ráje a Podkrkonoší a čítá 10 646 obyvatel (kozakov.cz, 2018). Největším a také spádovým městem, jsou Semily (8 472 obyvatel) (semily.cz, 2018).



Obr. 2: Mikroregion Kozákov (kozakov.cz, 2018)



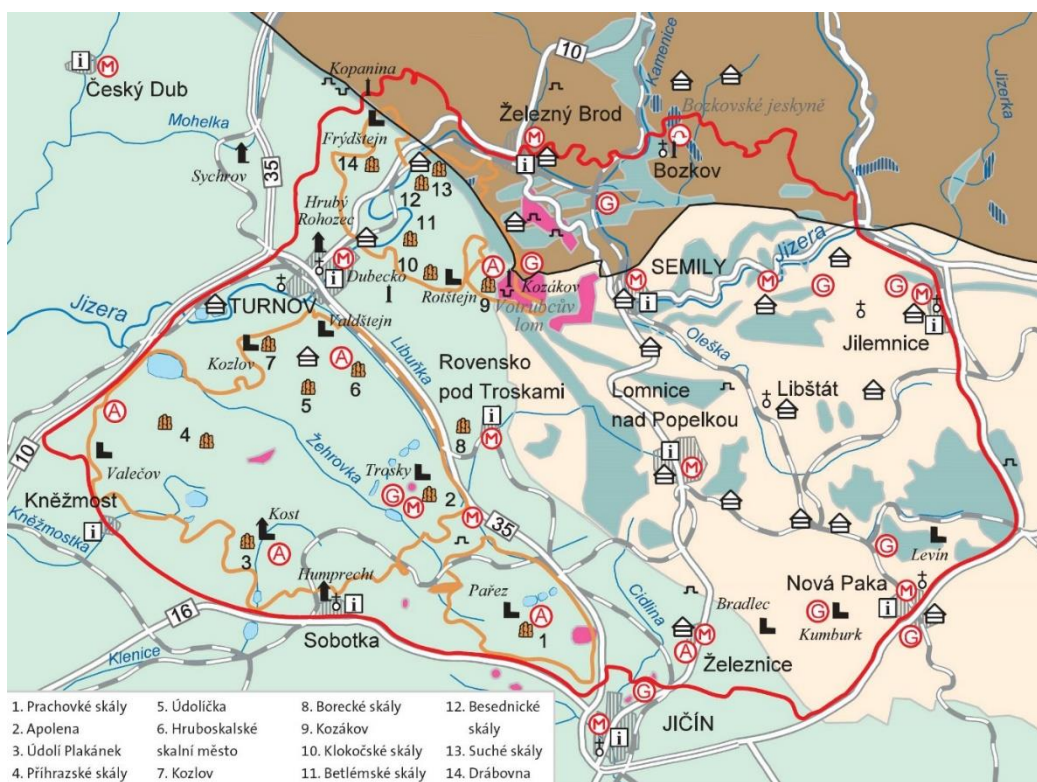
Obr. 1: Okres Semily (cz.wikipedia.org, 2018)

Část zkoumaného území se nachází na j.- jz. svahu Kozákova (mimo mikroregion Kozákov) v oblasti NPP Kozákov o rozloze 163,70 ha. V této oblasti se nachází významné lokality pojící se k sopečné činnosti na Kozákově – pozůstatky kráteru sopky na Kozákově, dochovaný kráter vulkánu Prackov a Votrubačův lom. NPP Kozákov patří do CHKO Český ráj. Předmětem ochrany jsou geologické útvary vzniklé při sopečné činnosti, naleziště drahých kamenů, cenomanské pískovce, ve kterých se vyskytují fosilie fauny a flory, a také archeologické nálezy z doby kamenné (ochranaprirody.cz, 2018).

Obě území patří do geoparku Český ráj, který se rozkládá na území o rozloze necelých 700 km<sup>2</sup> a je vymezen městy Železný Brod, Bozkov, Jilemnice, Nová Paka, Jičín, Sobotka, Kněžmost a Turnov (Obr. 3) - geopark-ceskyraj.cz (2018). Toto území zahrnuje kromě významných geologických fenoménů, mineralogických, paleontologických a archeologických

lokalit Českého ráje, také oblast podkrkonošské pánve s výskytem zkřemenělých araukaritů, či s významnými nalezišti polodrahokamů (Chlupáč et al., 2011). Do sítě evropských geoparků byl Český ráj zapsán v roce 2005.

Pásková a Řídkošíl (2006) definují geopark jako dostatečně velké území, které ukazuje obraz o vývoji Země, a jehož přírodní bohatství má vliv na ekonomický a kulturní rozvoj společnosti. Síť evropských geoparků vznikla v roce 2000 a její činnost má podporovat udržitelný rozvoj regionů významných geotopů Evropy, turistiku, vzdělávání a péči o přírodní prostředí. Po založení první sítě evropských geoparků získala tato podpora sekce UNESCO, která využila její model pro vytvoření celosvětové sítě geoparků UNESCO v roce 2004. Z toho důvodu existují dvě současná označení „evropský geopark Český ráj“ a „geopark UNESCO Český ráj“ (Pásková a Řídkošíl, 2006).



Obr. 3: Vyznačené území geoparku Český ráj (geopark-ceskyraj.cz, 2018)

## 4.2. Hydrologické poměry

Největší řekou mikroregionu Kozákov je řeka Jizera, protékající městem Semily. Nedaleko za ním vtéká do úzkého kaňonu, vytvořeného v horninách železnobrodského krystalinika. V Podspálově do ní zprava přitéká řeka Kamenice, rovněž významný říční tok. V tomto místě se nachází vodní elektrárna, do níž je voda přiváděna štolou dlouhou přes 1,5 km z jímacího jezu. Do Jizery se zleva vlévají směrem od V Oleška, přitékající od Košťálova, Palučinský potok, Chuchelský potok a Mlýnský potok, přičemž všechny poslední tři jmenované potoky pramení v mikroregionu Kozákov. Menší rybník se nachází u Pipic. Jako zdroj pitné vody slouží např. Radostná studánka na JZ svahu Kozákova (Rapprich et al., 2013; mapy.cz, 2018).

## 4.3. Klimatické poměry

Zkoumaná oblast patří do mírné klimatické oblasti podle Quitta (1971) MW2. Průměrná roční teplota se pohybuje od 6 do 8 °C v závislosti na nadmořské výšce. Na vrcholu Kozákova je průměrná roční teplota 5 °C. Nejchladněji je v lednu, kdy se průměrné měsíční hodnoty pohybují v rozmezí -2 až -4 °C a průměrná denní minima -4 až -6 °C. Naopak nejvyšší průměrné měsíční teploty v rozmezí 16 až 18 °C nastávají v červenci a srpnu. Průměrná denní maxima v těchto měsících dosahují 20 až 24 °C. Tyto hodnoty jsou opět závislé na nadmořské výšce (Tolasz, ed. 2007). Proměnlivý je též průměr ročních srážek, který v severní části dosahuje 1000 mm (Rapprich et al., 2013).

## 4.4. Půdní poměry

Většinu území pokrývají různé druhy kambizemě. Eutrofní kambizemě se vyskytují převážně v místech, kde je matečnou horninou bazalt (např. vrchol a vrchní část severního svahu Kozákova). Dále se pak vyskytují kambizemě mesobazické, oglejené nebo modální (půdní mapa 1:50 000, 2018). Převážná část půd se využívá pro polní hospodářství.

#### 4.5. Flora a fauna

Zkoumaná oblast leží podle biogeografického členění Culka (1996) v železnobrodském bioregionu. Ten je hercynský. Lesní společenstva dosahují na zkoumaném území 3. dubovo-bukového až 4. bukového stupně (Culek et al., 1996). Z fytogeografického hlediska náleží zkoumaná oblast českomoravskému mezofytiku (podokres Železnobrodské Podkrkonoší 56 a). Vegetační stupeň podle Skalického je suprakolinní (pahorkatiny a vrchoviny 200–550 m n.m.) až submontánní (vrchoviny 450–800 m n.m. (Skalický, 1988; Slavík 1988). Potenciální přirozenou vegetaci tvoří květnaté bučiny a acidofilní bučiny (Mackovčín et al., 2001).

Převážnou část území tvoří pole či mezofilní pastviny. Lesy (převážně kulturní smrčiny) pokrývají plošně menší část území. Kromě běžné fauny pro hercynskou zkulturnělou krajinu se zde vyskytuje např. ježek západní (*Erinaceus europaeus*), či lejssek malý (*Ficedula parva*) - Culek et al. (1996). Z botanického i zoologického hlediska jsou zajímavé chráněné oblasti NPP Kozákov, PP Galerie a PR Údolí Jizery u Semil a Bítouchova (Mackovčín et al., 2001).

#### **NPP Kozákov**

Největší plochu zabírají těž smrkové monokultury, nicméně se zde nacházejí také smíšené lesní porosty (na bohatších půdách s neovulkanickým, či melafyrovým podkladem), kterým dominuje buk lesní (*Fagus sylvatica*), a zbytky původních borů (na chudších půdách pískovců), těm dominuje borovice lesní (*Pinus sylvestris*).

Spolu s bukem lesním se ve zbytcích smíšených lesů vyskytuje např. dub letní (*Quercus robur*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*) a jasan stepilý (*Fraxinus excelsior*). V bylinném patře lze nalézt např. ptačinec velkokvětý (*Stellaria holostea*), pitulník horský (*Galeobdolon montanum*), hrachor lesní (*Lathyrus sylvestris*), válečka lesní (*Brachypodium sylvaticum*) - Mackovčín et al. (2001).

Na chudších půdách se vyskytují, jak již bylo zmíněno, borové porosty (z části přirozené, původní) s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a typickým bylinným patrem, tvořeným brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*), brusnicí brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea*), vřesem obecným (*Calunga vulgaris*), metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*) a kapradinou hasivkou orličí (*Pteridium aquilinum*) – Mocek (2015).

V pískovcových skalách se vyskytují druhy ptáků typické pro skalní města: výr velký (*Bubo bubo*), poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), krkavec velký (*Corvus corax*). Ve skalách a jeskyních se též vyskytují netopýr velký (*Myotis myotis*) a netopýr černý (*Barbastella barbastellus*) - Mackovčín et al. (2001).

### **PP Galerie a PR Údolí Jizery u Semil a Bítouchova**

Potenciální květnaté bučiny se zachovaly pouze na strmých nepřístupných svazích levého břehu Jizery. Tvoří je např. buk lesní (*Fagus sylvatica*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), jedle bělokorá (*Abies alba*) či borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Na pravém břehu převládají smrkové monokultury.

V údolí řeky Jizery dochází k míšení horských druhů květeny, které byly splaveny do nižších poloh, s teplomilnými druhy, jenž vystoupaly údolím řeky do poloh vyšších. K významným zástupcům horské květeny patří např.: lomikámen trsnatý vlnatý (*Saxifraga rosacea subsp. steinmanii*), kontryhel slámožlutý (*Alchemilla straminea*) nebo violka dvoukvětá (*Viola biflora*), přičemž významný je především výskyt silně ohroženého lomikamene trsnatého vlnatého. Naopak k druhým teplomilnějším patří např. rozchodník tenkolistý (*Sedum boloniense*), prstník velkokvětý (*Digitalis grandiflora*) nebo zběhovce lesní (*Ajuga genevensis*) - Mackovčín et al. (2001).

Fauna je reprezentována např. ledňáčkem říčním (*Alcedo atthis*), skorcem vodním (*Cinclus cinclus*) a konipasem horským (*Motacilla cinerea*), vyskytujícími se poblíž řeky Jizery. V lesích žijí např. králiček ohnivý (*Regulus ignicapillus*), střízlík obecný (*Troglodytes troglodytes*), brhlík lesní (*Sitta europaeae*) aj. Byl zde zaznamenán také výskyt ostříže lesního (*Balea perversa*) - Mackovčín et al., 2001).

## 5. Geomorfologie

Z geomorfologického hlediska je mikroregion Kozákov součástí provincie Česká vysočina, ta svou rozlohou pokrývá celé území Čech a severní a západní část Moravy a je tak nejrozsáhlejší ze 4 provincií (Česká vysočina, Středoevropská nížina, Západní Karpaty, Západopanonská pánev), které zasahují na území ČR. Českou vysočinu tvoří celkem 6 soustav (někdy též subprovincií). Území mikroregionu spadá do 2 geomorfologických celků: Ještědsko-kozákovského hřbetu a Krkonošského podhůří, jež jsou součástí Krkonošské podsoustavy a ta spadá do Krkonošsko-jesenické soustavy, tvořící severní část České vysočiny. Ještědsko-kozákovský hřbet hraničí s geomorfologickými celky: na SZ s Lužickými horami, na S s Žitavskou pánví, na V s Krkonošským podhůřím a na J s Jičínskou pahorkatinou – současně hranice Krkonošsko-jesenické soustavy a soustavy Česká tabule (Obr. 4). Krkonošské podhůří hraničí s geomorfologickými celky: na Z s Ještědsko-Kozákovským hřbetem, na SZ s Žitavskou pánví a Jizerskými horami, na S s Krkonošemi, na V s Broumovskou vrchovinou a Podorlickou pahorkatinou (Orlická podsoustava) a na J s Jičínskou pahorkatinou (soustava Česká tabule) - Bína a Demek (2012).



Obr. 4: Rozložení geomorfologických jednotek západní části Krkonošsko-jesenické soustavy (Bína a Demek, 2012)

Větší část zkoumaného území tvoří celek Ještědsko-Kozákovský hřbet, konkrétně jeho jihovýchodní podcelek Kozákovský hřbet. Kozákovský i Ještědský hřbet byly vyzdviženy diferencovanými saxonskými pohyby při lužické poruše. Od sebe je odděluje průlomové údolí řeky Jizery u Malé skály. Ještědský hřbet se táhne sz. podél lužického zlomu až k Lužickým horám, na které plynule navazuje. Má tvar úzké antiklinály a jeho dominantou a zároveň nejvyšším bodem je křemencový suk Ještěd 1012 m s izolovanými skalami, mrazovými sruby a kryoplanačními terasami (Bína a Demek, 2012). Dalšími geomorfologickými fenomény jsou skupina přesmyknutých křídových pískovců Bílé kameny (PP) nebo krasové vápencové útvary na rozsoše Vápenice 711 m či v Hanychovské jeskyni (Bína a Demek, 2012).

Kozákovský hřbet má tvar úzké nesouměrné hrásti až antiklinály s prudším jz. svahem a táhne se jv. od řeky Jizery. Geomorfologicky je dále rozčleněn na okrsky Komárovský hřbet a Táborský hřbet, které od sebe dělí sníženina mezi obci Hořensko a Veselá. Georeliéf je ploše hornatý až členitě vrchovinný. Nejvyšším bodem Kozákovského hřbetu je vrchol Kozákov 744 m s plochou vrcholovou částí ležící na Komárovském hřbetu. Na z. svahu se nacházejí křídové pískovce, vyzdvižené podél lužické poruchy, které tvoří rokle (Měsíční údolí), skalní věže, výklenky či pseudokrasové jeskyně (Drábovna). Na z. svahu se též nacházejí četné melafyrové a čedičové balvanové proudy a kamenná moře. Vrchol a v. svahy pokrývají louky a kambizemě (Balatka, 2006). Na jv. svahu se nachází Votrubicův lom (melafyrový kamenolom) s výskytem achátů, jaspisů, ametystů aj., který bude podrobněji popsán v dalších kapitolách (Bína a Demek, 2012).

Méně kompaktní Táborský hřbet tvoří především suky a strukturní hřbety na paleovulkanitech s nejvyššími vrcholy Tábor 683 m a Ředice 649 m (Balatka, 2006).

Menší část zkoumaného území utváří Železnobrodská vrchovina a Podkrkonošská pahorkatina, podcelky geomorfologického celku Krkonošské podhůří. Jedná se převážně o členitou vrchovinu. Výrazné je průlomové údolí řeky Jizery mezi městy Semily a Železným brodem, známé jako Riegrova soutěska, jejíž šířka měla jen několik metrů (PP Galerie). Umělou činností člověka byla však rozšířena (Bína a Demek, 2012).

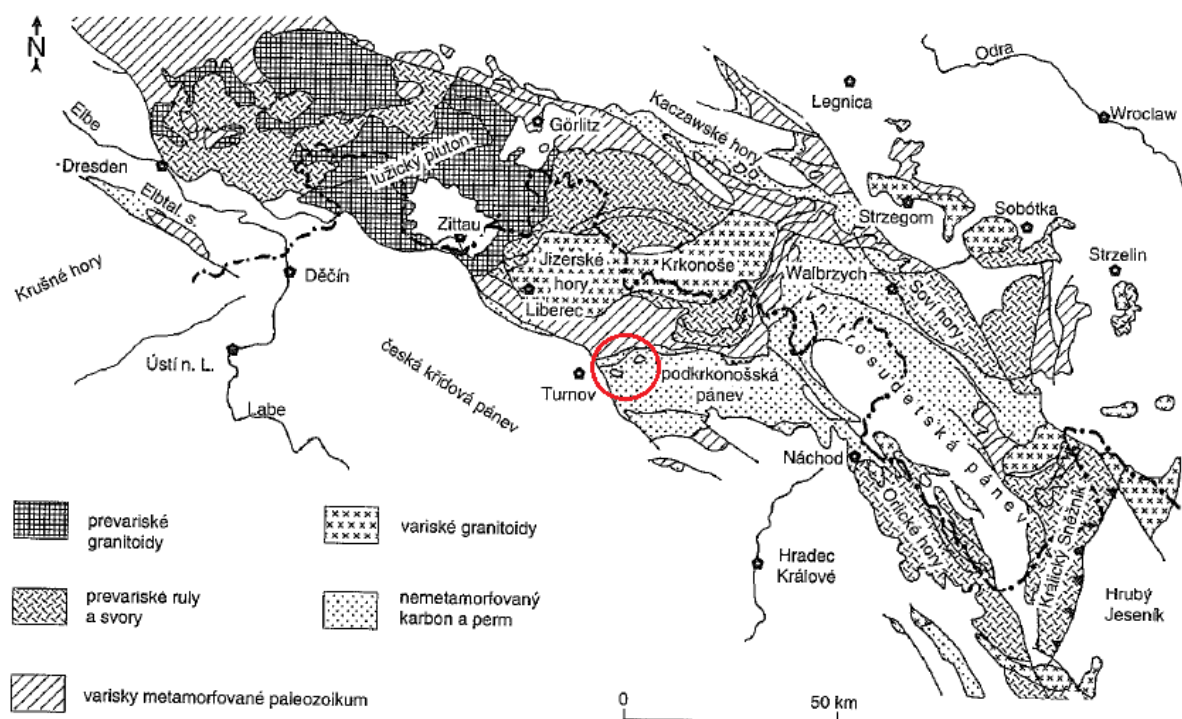


## 6. Geologická charakteristika

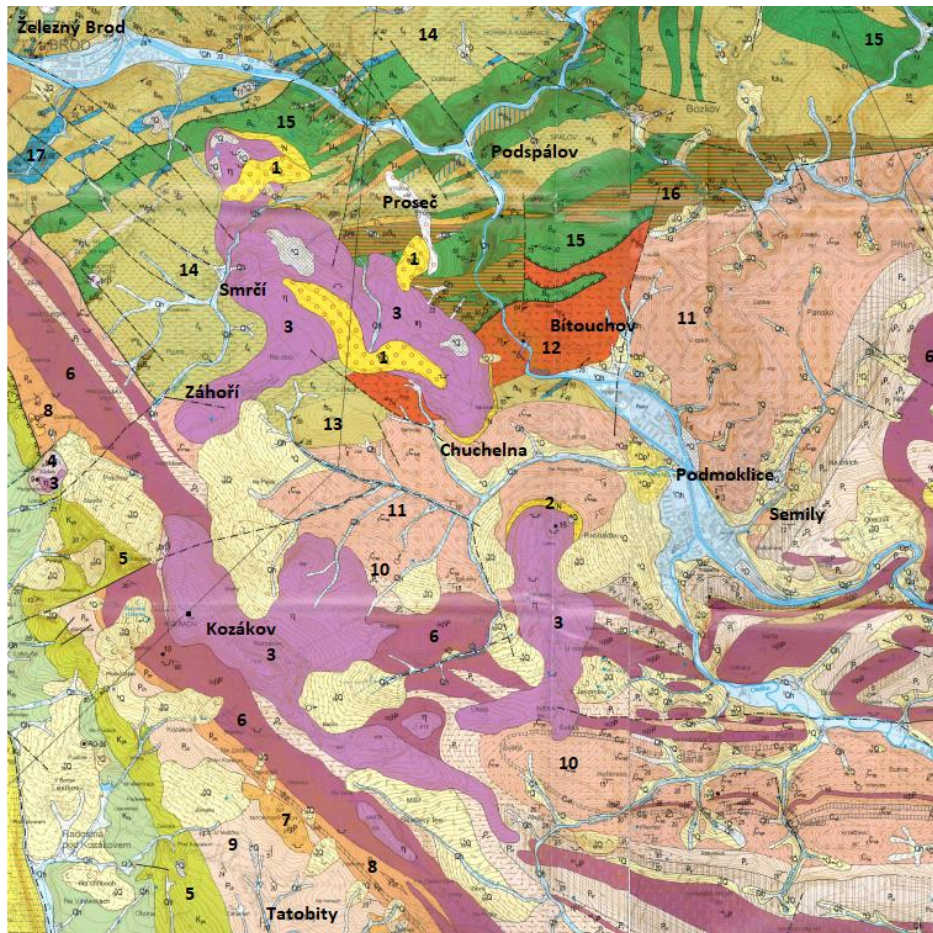
### 6.1 Regionálně geologické vymezení

Mikroregion Kozákov se nachází v západosudetské oblasti (lugikum). Ta tvoří severní část českého masivu (ČM) a táhne se od Z, kde její hranici se sasko-durynskou oblastí (saxothuringikum) tvoří labská zlomová linie (labský lineament), až po nýznerovské a ramzovské nasunutí v Hrubém Jeseníku, které vytváří východní hranici s moravskoslezskou oblastí (moravosilesikum). Jižní hranici se středočeskou oblastí (bohemikum) tvoří rovněž labská zlomová linie, která je skrytá pod vrstvami sedimentů české křídové pánve. Severní hranice se nachází v Polsku, pravděpodobně v oblasti oderského lineamentu, je však také překrytá mocnými vrstvami sedimentů. Západosudetská oblast se nachází převážně v Německu a Polsku, na území ČR zasahuje pouze j.- jv. část (Chlupáč et al., 2011; Chamra et al. 2005).

Západosudetská oblast se na území ČR skládá z krkonošsko-jizerského krystalinika, lužického plutonu, krkonošsko-jizerského plutonu, orlicko-sněžnického krystalinika, novoměstského a zábřežského krystalinika (Obr. 5) - Chlupáč et al. (2011).



Obr. 5: Zjednodušená geologická mapa západosudetské oblasti (Chlupáč et al., 2011)



**5**  
**PLATFORMNÍ POKRYV ČESKÉHO MASIVU**

*relikty sladkovodního neogénu*  
 NEOGÉN - KVARTER  
 pliocén-pleistocén

**1** fluviální písky a štěrky

miocén-pleistocén

**2** fluviální písky a štěrky

*rozptýlené alkalické vulkanity*  
 NEOGÉN

**3** bazanit (olivinický bazalt)

**4** pyroklastika strombolských erupcí alkalických bazaltoidů

MEZOZOIKUM

KŘÍDA

oblast:

**česká křídová pánev**

cenoman

**5** perucko-korycanské souvrství: jílovce a prachovce, pískovce a slepence

**PŘEDPLATFORMNÍ ÚTVARY ČESKÉHO MASIVU**  
 oblast - **lugické mladší paleozoikum**  
 region:

**podkrkonošská a mnichovohradištská pánev**

*vulkanity permokarbonu*

PERM

**6** olivinický bazalt až bazaltický andezit (melafyr)

**7** ryolitický ignimbrít

*sedimenty permokarbonu*

PERM

**8** Chotěvické souvrství: červenohnědé slepence, pískovce, jílovce

**9** prosečenské souvrství: hnědočervené jílovce, prachovce, s polohami pískovců

KARBON

**10** semilské souvrství: červenohnědé jílovce, prachovce, drobovité pískovce

**11** semilské souvrství: nevytříděné petromiktní slepence a brekcie

oblast: **lugikum**

region:

**krkonošsko-jizerské krystalinikum**

NEOPROTEROZOIKUM-PALEOZOIKUM

*prevariské metaplutonity*

KAMBRIUM

**12** fylonitizovaný alkalicko-živcový metagranit (bitouchovský)

*metamorfované horniny krkonošsko-jizerskéh krystalinika*

KAMBRIUM-DEVON

**13** sericitický fylit

**14** chlorit-sericitický a sericit-chloritický fylit

**15** zelená břidlice (metabazit)

**16** střídání zelených břidlic a keratofyrů

**17** krystalický vápenec až krystalický dolomitický vápenec

Obr. 6: Geologická mapa zkoumaného území, převzata a upraveno podle (Základní geologická mapa České republiky 1:25 000, 2013)

## 6.2. Geologická stavba

Na zkoumaném území se stýkají tři regionálně geologické celky, a to: krkonošsko-jizerské krystalinikum, sedimenty a vulkanity permokarbonské podkrkonošské pánve a sedimenty sv. okraje české křídové pánve. Dále se zde vyskytují rozptýlené alkalické vulkanity (Rapprich et al., 2013).

### 6.2.1. Krkonošsko-jizerské krystalinikum

Krkonošsko-jizerské krystalinikum, zasahující do s.-sz. části mikroregionu Kozákov, představuje komplex nejstarších hornin, pocházejících z přelomu proterozoika a mladšího paleozoika. Tyto horniny prodělaly při variském vrásnění regionální metamorfózu, která v oblasti mikroregionu Kozákov dosáhla slabého stupně. Podle svého původu se tyto horniny dají rozdělit do 3 skupin: metamorfované intruzivní horniny, metamorfované vulkanické horniny železnobrodského vulkanického komplexu (ŽBVK) a metamorfované sedimenty jílovce, pískovce a vápence (Kachlík in Rapprich et al., 2013).

#### **Fylonitizovaný alkalicko-živcový granit**

Skupinu metamorfovaných intruzivních hornin tvoří částečně přeměněný granit (žula), označovaný jako bitouchovský metagranit, táhnoucí se od Bítouchova sv. – jv. směrem k Záhoří u Semil (Obr. 6). Jedná se o fylonitizovaný alkalicko-živcový granit, vytvářející až 1 km široké a 2 km dlouhé těleso. Jeho stáří bylo určeno metodou „single zircon U-Pb“ na 540+- Ma (kambrium). Dobře pozorovatelný je na začátku Riegrovy stezky, kde řeka Jizera vtéká do kaňonu (Kachlík in Rapprich et al., 2013).

#### **Zelené břidlice železnobrodského vulkanického komplexu**

ŽBVK vystupuje jednak v sv. – jz. pruhu podél řeky Kamenice až k soutoku s Jizerou. Poté je zlomově odkloněn a pokračuje dál mezi obcemi Pelechov a Koberovy. Druhý pruh hraničí s bitouchovským metagranitem a nachází se v oblasti mezi Podspálovem a Bítouchovem u Semil (Obr.6). V těchto místech nabývá ŽBVK své největší mocnosti – až 1 km.

Metamorfované horniny ŽBVK jsou odkryté a dobře pozorovatelné např. v údolí řeky Jizery na Riegrově stezce nebo v silničním profilu silnice mezi Železným Brodem a Podspálovem.

ŽBVK je tvořen především zelenými břidlicemi, které vznikly slabou regionální metamorfózou bazických vulkanických hornin (tzv. metabazity). Jedná se o jemnozrné horniny šedozelené barvy s masivní až tlustě lavicovitou vrstevnatostí. Zelené břidlice jsou složeny z albitu (až 40 obj. %) a epidotu. Dále obsahují chlorit, amfíbol (aktinolit), titanit, křemen a rudní minerály (ilmenit, magnetit a pyrit). Barva zelených břidlic je způsobena vysokým obsahem zelených minerálů – chloritu, aktinolitu a epidotu.

Na poměrně rozsáhlém území dochází ke střídání poloh zelených břidlic s polohami metakeratofyrů, které jsou v mapě zobrazeny jako jedna legendová položka. Jako metakeratofyry se označují přeměněné intermediální až kyselé metavulkanity. Od zelených břidlic, vzniklých přeměnou bazických vulkanitů, se tak liší větším obsahem SiO<sub>2</sub>. Množství chloritu a epidotu v metakeratofyrech je také větší – až 20 obj. %. Makroskopicky se jedná o velmi jemnozrné horniny, které mají šedou, šedofialovou, někdy šedozelenou a při zvětrávání žlutošedou barvu. Silně zvrásněné páskované metakeratofyly jsou dobře pozorovatelné opět na Riegrově stezce v kaňonu řeky Jizery, kde vytváří vysoké skály (Krkavčí skály, Böhmova vyhlídka) - Kachlík in Rapprich et al. 2013).

### **Krystalický vápenec (mramor)**

Největší těleso o nepravé mocnosti až 200 m a délce 1 km vytváří krystalický vápenec mezi obcí Koberovy a Železným Brodem (Obr. 6). Dříve byl krystalický vápenec těžen, ale dnes už se v těchto místech nacházejí pouze opuštěné lomy. V těchto lomech je odkryt nejrozšířenější typ krystalických vápenců – deskovité bělošedé až modrošedé krystalické vápence. Krystalický vápenec se také často nachází v sericitických fylitech, kde vytváří vložky o mocnosti několika metrů a délce několika desítek metrů (Kachlík in Rapprich et al., 2013).

### **Různé druhy fylitů a kvarcitů**

Poslední skupinu hornin železnobrodského krystalinika tvoří různé druhy fylitů. Ty vznikly slabou metamorfózou jílovitých sedimentů. Obsahují křemen, muskovit (sericit), živce (albit, chlorit) a méně častěji grafit. Podle množství jednotlivých minerálů se rozlišují např. sericitické-fylity, chlorit-sericitické a sericit-chloritické fylity, nebo grafitické fylity. Obecně jsou fylity jemnozrné horniny, u kterých jsou foliační plochy výrazně a detailně provrásněné a mají typický hedvábný lesk. Ten je způsobený šupinkami muskovitu (sericitu) (Kachlík a Chlupáč, 2011).

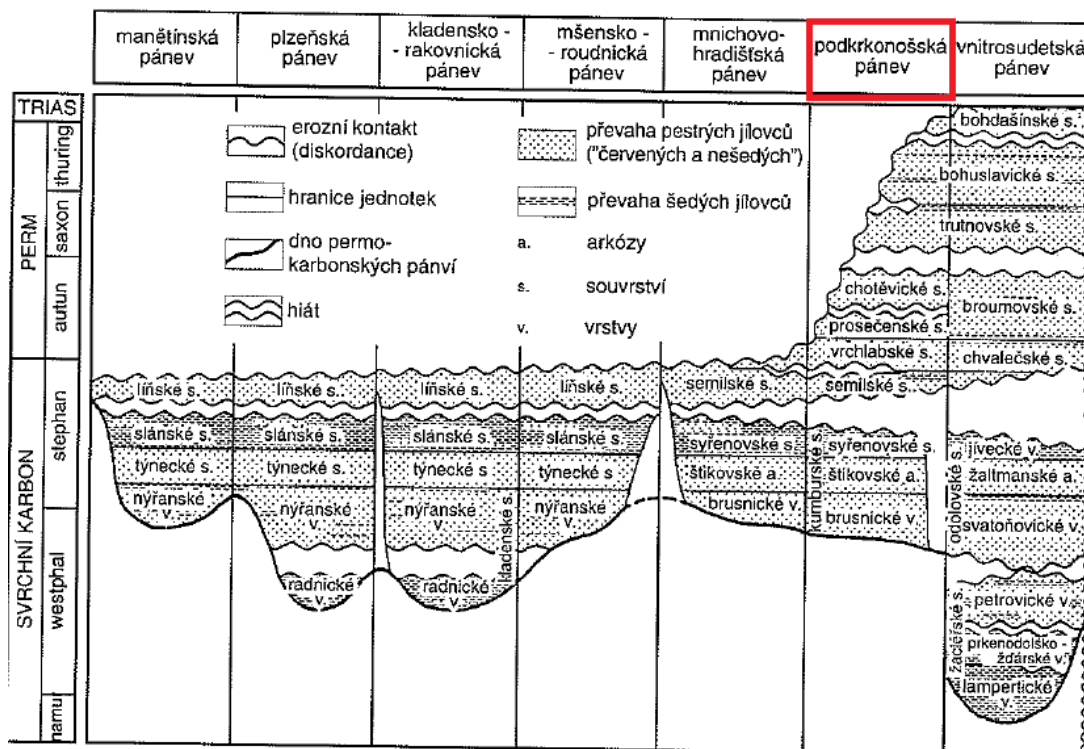
Slabou metamorfózou pískovců či křemenců vznikly kvarcicity. Jejich hlavní složku tvoří křemen – více než 70 obj. %. Dále mohou obsahovat také sericit či chlorit. V tom případě se označují jako tzv. sericitické kvarcicity nebo chloriticko-sericitické kvarcicity. Jejich barva je nejčastěji šedobílá nebo šedá a jsou jemnozrnné až středně zrnité. Sericitické kvarcicity mají stříbřitě lesklé foliační plochy a je u nich dobře pozorovatelná plošně paralelní textura (Kachlík a Chlupáč, 2011).

Podle Chaloupského (1989) se dělí tyto horniny do ponikelské a radčické skupiny. Ponikelská skupina je tvořena komplexem sericitických fylitů s vložkami krystalických vápenců, kvarcitů, kvarcitických fylit a grafit-sericitických fylitů. Nachází se u Železného Brodu a v úzkém pruhu (cca 250 m) mezi Bítouchovem u Semil a Záhořím (Kachlík in Rapprich et al., 2013).

Radčická skupina je tvořena chlorit-sericitickými fylity, které jsou rovnoploché a dobře štípatelné. V mikroregionu Kozákov se nachází v tektonickém nadloží ŽBVK mezi osadou Dlouhý a obcí Záhoří. Tyto fylity jsou známé jako tzv. železnobrodské pokrývačské fylity, které byly dříve těženy severně od Mikroregionu Kozákov (Kachlík in Rapprich et al., 2013).

### 6.2.2. Podkrkonošská pánev

Podkrkonošská pánev zasahuje do zbytku mikroregionu Kozákov. Vznikla ve svrchním karbonu a spolu s Mnichovohradišťskou pánví na Z a Vnitrosudetskou na V vytvářela tzv. limnické pánve, jež jsou tvořené vrstvami permo-karbonských sedimentů. Na zkoumané území zasahuje semilské (karbon), prosečenské a chotěvické souvrství (perm) – Obr.7. V permu probíhala v podkrkonošské a mnichovohradišťské pánvi vulkanická činnost, při níž docházelo k výlevům láv podél zlomů (Prouza in Rapprich et al. 2013, Tasáryová in Rapprich et al., 2013).



Obr. 7: Stratigrafické schéma karbonu a permu limnických pánví, červeně vyznačena podkrkonošská pánev, upraveno podle (Chlupáč et al., 2011)

### Semilské souvrství – Obr.7

#### **Nevytríděné petromiktní slepence a brekcie**

Nevytríděné petromiktní slepence a brekcie se nacházejí severně od Semil, v okolí obce Chuchelna a mezi obcí Záhoří a Koberovy vytváří pruh při lužické poruše (Obr. 6). Tyto slepence jsou nejčastěji hrubozrnné, někdy až balvanité a jejich barva je červenohnědá nebo šedá. Výjimečně obsahují valouny o velikosti větší než 30 cm. Méně časté jsou středně zrnité slepence nebo pískovce (Prouza in Rapprich et al., 2013).

#### **Červenohnědé jílovce, prachovce, drobovité pískovce, s polohami slepenců**

Tyto horniny vystupují zejména v oblasti Hořenska a j.-jv. od Chuchelny (Obr.6). Jemnozrnné sedimenty, které se ukládaly na aluviální plošině, převládají v centrální části této sedimentační oblasti. Tvoří je červenohnědé prachovité jílovce, prachovce a v menší míře jemnozrnné drobovité pískovce až droby. Polohy slepenců se vyskytují zřídka a jsou lépe vytríděné a drobnozrnnější. Červenohnědá barva sedimentů je způsobena aridním až semiaridním klimatem, které v této době převládalo (ČM masiv se nacházel v subtropickém pásu s. polokoule). Jílovce v tomto souvrství rychle zvětrávají a nenachází se zde mnoho jejich výchozů. Nejlepší jsou v okolí Hořenska (Prouza, in Rapprich et al. 2013; Tasáryová in Rapprich et al., 2013).

### Prosečenské souvrství – Obr.7

#### **Hnědočervené jílovce a prachovce s polohami pískovců**

Prosečenské souvrství se nachází na j. od melafyrového tělesa, jež vytváří kozákovský hřbet. Jeho mocnost dosahuje 150 m a je tvořeno jemnými sedimenty. Převážně se jedná o červenohnědé prachovité jílovce a jílovité prachovce. Slabé polohy prachovitých pískovců a jemnozrnných slídnatých pískovců jsou podřízené (Prouza in Rapprich et al., 2013).

### Chotěvické souvrství- Obr.7

#### **Červenohnědé slepence, pískovce a jílovce**

Chotěvické souvrství vytváří nadloží prosečenského souvrství a je tvořeno převážně pískovci; ty jsou jemně zrnité, slídnaté a jen zřídka středně zrnité. Polohy červenohnědých jílovců a prachovců jsou podřízenější a střídají se s polohami pískovců. Mocnost chotěvického souvrství není větší než 200 m. Nachází se zde také vulkanická tělesa ryolitových ignimbitů - sv. a jv. od Tatobit (Prouza in Rapprich et al., 2013).

### Permokarbonské vulkanity

#### **Olivinické bazalty až bazaltické andezity**

Vulkanická činnost ve spodním permu probíhala v západní části podkrkonošské pánve, kde vytvořila efuzivní tělesa (výlevná) převážně bazických a intermediálních vulkanitů s malým množstvím pyroklastik (Chlupáč et al., 2011). K těmto výlevům došlo podél zlomů, kde vytvářely mohutná tělesa (např. Komárovský a Táborský hřbet). Tradičně jsou označovány jako melafyry. Dnes se z petrologického hlediska podle diagramu TAS (Total Alkali Silica) tyto horniny řadí k olivinickým bazaltům až bazaltickým andezitům (Tasáryová in Rapprich et al., 2013).

Bazaltové až bazaltandezitové lávy tzv. lomnického komplexu se nacházejí na linii Malá skála-Koberovy-Kozákov-Tatobity a pokračují směrem k Táboru a Lomnici nad Popelkou. Nacházejí se v nejvyšší části vrchlabského až nejnižší části prosečenského souvrství. Lávové proudy jsou odkryté např. mezi Malou skálou a Hamštejnským vrchem, nebo ve Votrubcově lomu. Bazalty a bazaltandezity (melafyry) mají tmavě šedou, šedorezavou až nafialovělou barvu, jsou jemnozrnné, mají porfyrickou strukturu a charakter masivních i vezikulárních

hornin. Hlavní minerály jsou plagioklas, klinopyroxen (augit), olivín a titanomagnetit. Mezi sekundární minerály patří hematit a chlorit.

Hojný je výskyt mandlovcových láv, v jejichž mandlích (dutinách po plynech) docházelo k druhotné mineralizaci. Tímto procesem vznikly proslulé podkrkonošské a kozákovské polodrahokamy. Nejvýznamnější naleziště je Votrbcův lom (Tasáryová in Rapprich et al., 2013).

### **Dolerit (subvulkanický melafyr)**

U Hořenska se nachází žilné těleso doleritu (hlubinný ekvivalent bazaltů až bazaltických andezitů). Ten pronikl do sedimentů prosečenského a vrchlabského souvrství, které kontaktně metamorfoval. Dolerit je šedočerný až nafialovělý, středně zrnitý s lištami plagioklasu. Je tvořen plagioklasem, klinopyroxenem (augitem), olivínem a rudními minerály. Stáří doleritů podkrkonošské pánve bylo určeno na 254,6 ± 7,7 Ma (Stárková et al. 2011) a jsou tedy mladší než vulkanity lomnického komplexu, jejichž stáří je 287,6 ± 8,7 Ma (Tasáryová in Rapprich et al., 2013).

### **Ryolitový ignimbrit**

Ryolitový ignimbrit se nachází u obce Žlábek, na Tatobitském vrchu a u osady Oulehlina SZ nad Prackovem a je součástí choťevického souvrství podkrkonošské pánve. Má hnědočervenou až fialovorůžovou barvu, je skvrnitý a jsou v něm dobře pozorovatelná zrna křemene a útržky pemzy. Jeho hlavní složku tvoří křemen, draselné živce plagioklas a biotit. Jedná se o jediný výskyt kyselých láv permokarbonského vulkanismu na území Čech (Tasáryová in Rapprich et al., 2013).



### 6.2.3. Česká křídlová pánev

#### Perucko-korycanské souvrství

#### **Jílovce a prachovce, uhelnaté prachovce, písky, pískovce a slepence**

Sedimenty perucko-korycanského souvrství vystupují j. od chotěvického a prosečenského souvrství a na jz. svahu Kozákova vytvářejí pískovcové skalní útvary Měsíční údolí a Drábovna. Výrazný hřbet vytvářejí pískovcové skály u Malé skály, který se táhne od osady Podzámčí na pravém břehu Jizeru, přes Suché skály na levém břehu až do obce Koberovy. Na těchto výchozech převažují křemenné pískovce, jejichž zrna bývají obklopena lupínky muskovitu. Z paleontologického hlediska je významný výskyt fosilií mlžů, například *Rhynchostreon suborbiculatum* (Lam.), *Perna cretacea* (Reuss), *Protocardia hillana* (Sow.) nebo *Neithea aequicostata* (Lam.), jenž se nacházejí v pískovcích korycanských vrstev (Rejchrt, Čech, Švábenická in Rapprich et al., 2013).

### 6.2.4. Rozptýlené alkalické vulkanity

#### Neoidní vulkanismus

#### **Bazanit (čedič)**

Bazanit v mikroregionu Kozákov je produktem neogenní sopečné činnosti, při které došlo k výlevům lávových proudů. Ty jsou hlavním zdrojem bazanitu. Bazanit je hornina podobná bazaltu obsahující navíc minerály nefelínu. Hlavní složku horniny tvoří živce (plagioklas), augit, pyroxen a olivín (Kabrhel, 2016). Má jemnozrnnou strukturu a šedočernou barvu. Hojný je výskyt vyrostlic olivínu a absence vyrostlic klinopyroxenu. Plagioklas se v hornině vyskytuje buď ve formě sopečného skla společně s nefelinem (při bázi lávového proudu nebo v blízkosti brekcie bezkořenných kráterů) nebo ve formě plagioklasových lišt (Rapprich in Rapprich et al., 2013). Bazanitová láva obsahuje také vysoký podíl (2-3 %) plášťových xenolitů (uzavřenin plášťových hornin) – nejčastěji xenolity peridotitu. Peridotitové xenolity jsou tvořeny olivínem, ortopyroxenem, klinopyroxenem a spinelem. Vytváří nodule nejčastěji 6-10 cm v průměru, ale byly nalezeny i 70 cm velké (Ackerman, 2007). Výskyt bazanitových láv bude blíže pospán v další kapitole.

#### **Rozptýlená pyroklastika**

Pyroklastika dnes vytvářejí reliktu struskových kuželů nebo struskové uloženy. Stejně jako bazanitové lávy jsou i pyroklastika produktem neogenní sopečné činnosti – konkrétně produkty explozí, při nichž byly vyvrženy. Relikt struskového kužele vulkánu Prackov je

vůbec nejlépe zachovalý struskový kužel v Čechách. Prackovský vulkán se nachází kousek od obce Prackov (cca. 200 m Z od kapličky), necelé 2 km SZ od vrcholu Kozákova (lokalita-geology.cz, 2018). V jeho okolí se nachází výchozy pyroklastických uloženin. Rapprich (2007) zde popsal nespečené, nevytříděné a vrstvené uloženiny bazaltových strusek. Velikost zrn jednotlivých strusek je proměnlivá od 1-10 cm. Dále se zde nacházejí vřetenovité bomby ukryvající často nodule peridotitu. Prostřední část tělesa je vyplněna basaltovou lávou, která vyplňovala původní kráter (Rapprich et al., 2007).

Na vrcholu Kozákova se nacházejí pyroklastika ve formě struskových uloženin na bázi lávového proudu. Mocnost pyroklastik dosahuje ve vrcholových partiích několika metrů a s postupnou vzdáleností se snižuje. V Bačově (1,5 km od vrcholu) má vrstva pyroklastik jen několik centimetrů. S rostoucí vzdáleností se také zmenšuje zrnitost strusek, ale roste stupeň jejich vytřídění. Hrubé nevytříděné struskové uloženiny lze pozorovat na j. svahu Kozákova – Obr. 20. Právě tyto hrubozrné nevytříděné strusky jsou důkazem toho, že na vrcholu Kozákova byla samostatná přírodní dráha (tedy sopečný kráter), a vyvrací tak předpoklad původu lávových proudů z prackovského vulkánu (Rapprich in Rapprich et al., 2013). Erupčních center tedy bylo několik – nejstarší se nacházelo na vrcholu Kozákova, a další dvě pak vytvořili struskový kužel Prackovského vulkánu a Čertí Kopeček (u obce Koberovy) – Janoška (2013).

## 7. Neoidní vulkanismus na Kozákově

Na území ČM probíhal třetihorní vulkanismus především v oblastech kolem oherského riftu a labské tektono-vulkanické zóny, kudy magma pronikalo k zemskému povrchu. Tyto zlomy a s nimi spojená sopečná činnost byly odrazem alpínského vrásnění (Rapprich, 2012). Nejintenzivněji probíhala vulkanická činnost ve spodním oligocénu v oblasti oherského riftu, kde vytvořila známé vulkanické komplexy České středohoří a Doupovské hory. V oblasti Českého ráje nazývané z vulkanologického hlediska Jičínské vulkanické pole probíhala vulkanická činnost později – ve spodním miocénu. Sopečná aktivita tu nedosahovala takové intenzity jako v Českém středohoří nebo v Doupovských horách a je charakteristická vytvořením většího množství malých izolovaných vulkanických těles (Rapprich et al. 2007). Jičínské vulkanické pole (JVP) člení Cajz et al. (2009) na kozákovské a trosecké souvrství. Odlišují se stářím vzniku a absencí/přítomností vyrostlic klinopyroxenu ve vulkanických horninách. Vulkanická aktivita troseckého souvrství je starší a je datována do doby 15,7-18,3 Ma – svrchní miocén (Cajz et al. 2009). Horniny se vyznačují přítomností vyrostlic klinopyroxenu. Mezi vulkanická tělesa troseckého souvrství patří např. Trosky, Zebín, Kumburk, Dubolka aj. Vulkanická tělesa kozákovského souvrství vznikla později ve spodním pliocénu, konkrétně 4,92 ± 0,25 Ma (Cajz et al. 2009). Horniny kozákovského souvrství se vyznačují absencí vyrostlic klinopyroxenu.

### 7.1. Lávový proud na Kozákově

Co do rozlohy a objemu tvoří lávový proud Kozákova nejvýznamnější vulkanické těleso kozákovského souvrství. Ve spodním pliocénu došlo k výlevu tohoto proudu z vrchu Kozákova, který tek l nejprve jv. směrem na Komárov a Bačov, odkud pokračoval s. směrem k oblasti Na Rovném a dále sz. směrem přes Machovy lomy, Chuchelnu, Slap a Smrčí až do Pelechova (Obr. 8). Menší část výlevu tekla od zdroje přímo na S do Pelechova (Rapprich et al. 2013). V oblasti Chuchelna až Pelechov překrývají bazanitové lávy miocenní až pliocenní štěrkopískové nánosy tehdejší Paleojizery (Konzalová 1973). Lávový proud se v těchto místech vlil do říčního koryta Paleojizery a dosahuje v těchto místech své největší mocnosti (až 40 m).



Obr. 8: Náskres polohy lávových proudů, (Konečný et al., 2006)

## 7.2. Lomy Smrčí a Proseč

Lom Smrčí se nachází na s.- sv. okraji obce Smrčí. Lom Proseč se nachází vpravo od silnice z Proseče do Záhoví, nedaleko za hřbitovem Proseč. Lávový proud lze dobře pozorovat na výchozech (např. u Bačova – Příloha č. 2, Foto 10) nebo v řadě lomů opuštěných či stále aktivních. Největší a nejznámější je stále aktivní lom ve Smrčí, ve kterém se těží čedič na drcené kamenivo. Na stěnách lomu lze dobře pozorovat sloupcovitou odlučnost, typickou pro čedič. Odkryté stěny lomu dosahují výšky 20 m, avšak mocnost lávového proudu sahá ještě 20 m pod povrch. Nápadná je hranice mezi spodní facií (kolonádou), tvořenou svislými sloupci o průměru 30-40 cm, a prostřední facií (entablatura), která je nepravidelně odlučná. Původně se předpokládalo, že se jedná o dva odlišné lávové proudy. Později se ukázalo, že se jedná o náhlou změnu odlučnosti v témže proudu (Fediuk, 1962). Sloupcovitá odlučnost je způsobena postupným chladnutím lávy, která zmenšuje svůj objem a dochází ke vzniku trhlin. Rapprich (2012) to přirovnává k usychání bahna za vzniku pravidelných šestibokých bločků. Z těchto bločků se postupně stávají sloupce, jak láva tuhne směrem do středu. Změna odlučnosti je způsobena tím, že lávový proud tuhne ze dvou stran – s hora a z dola. Nad těmito faciemi leží třetí facie bez známek brekciace (Cajz et al., 2009)

Báze lávového proudu ve Smrčí není vidět, nicméně je odkryta ve skupině opuštěných lomů, mezi obcí Chuchelna a městem Semily, označované jako Machovy lomy. V podloží lávového

proudu se nacházejí štěrky Paleojizery smíchané s hyaloklastickým materiálem. Hyaloklastika vznikají při kontaktu žhavé lávy s vodou. Láva se rychlým zchlazením rozláme na drobné kousky. V některých lomech (např. Pelechov) se nacházejí říční sedimenty také v nadloží (Cajz et al., 2009), z čehož se dá usuzovat, že se Paleojizera vrátila v jistých částech na nějakou dobu do svého starého koryta, než vytvořila severně od lávového proudu koryto nové (Rapprich, 2012).

### 7.3. Olivín

Kozákov je mineralogicky zajímavou lokalitou nejenom díky minerálům mandlovcového melafyru ve Votrubcově dole, ale také díky olivínu z plášťových uzavřenin peridotu (tzv. olivinické koule nebo nodule) v bazaltech kozákovských láv. Ceněná a vyhledávaná byla zejména drahokamová odrůda olivínu – chrysolit, který je průhledný, bez vad a jeho barva je olivově zelená. První zmínky o nálezích olivínu jsou ze 17. století od dvorního lékaře Rudolfa II., kterým byl Anselmus Boetius de Boot (Filipin, 2010). Udává se, že se svojí kvalitou vyrovnají egyptským olivínům, které se považují za světově nejcennější. Většinou se nacházejí zrna do 10 mm. Ježek (1913) udává, že při návštěvě sběratele pana V. Šťastného viděl zrna 3-4 cm veliká a největší broušený olivín 15x10 mm, který vážil přes 7 karátů. Vůbec největší broušený olivín váží 15,7 karátů (1 karát = 0,2g) a byl vybroušen z chrysolitu, který byl nalezen v roce 1990 (Rapprich in Rapprich et al. 2013). Chrysolity byly nalézány nad Votrubcovým lomem, kde měly zlatavou barvu, a v lomech „na Rovném“ u Podmoklic (dnes opuštěné Machovy lomy). V roce 1908 zde bylo nalezeno „hnízdo“ olivínů (sběrači označují nodule jako „hnízda“), která obsahovala 160 karátů brousitelných žlutozelených olivínů (Ježek, 1913). Broušeny byly olivíny z Kozákova v Turnově a jeho blízkém okolí a používaly se zejména k výrobě různých šperků.

Prognózní zdroj Smrčí uvádí, že množství olivínu použitelného ke klenotnickým účelům představuje 19,2g/t, což je 0,17 % ze zpracovaného materiálu (Jeriová, 1988). Jeho systematická těžba je v současné době neperspektivní (Rapprich et al. 2012).

## 7.4. Prackovský vulkán

### 7.4.1. Typy sopečných erupcí

Sopečné erupce jsou ovlivňované množstvím plynu v magmatu, které stoupá trhlinami k zemskému povrchu. Za vysokého tlaku, nacházejícího se hluboko pod povrchem, jsou plyny v magmatu rozpuštěné. Jak magma stoupá vzhůru, tlak se snižuje a plyny se z magmatu uvolňují a výrazně zvětšují svůj objem. K erupci dochází v momentě, kdy se nahromadí takové množství uvolněného plynu, které je schopno překonat mechanickou sílu okolních hornin a expanduje směrem k zemskému povrchu. Množství plynu ovlivňuje intenzitu erupcí. Ty se dělí na havajské, strombolské a pliniovské, přičemž havajské jsou nejslabší a pliniovské nejintenzivnější.

K erupci může dojít také při kontaktu stoupajícího magmatu s vodou (jezero, řeka, podzemní voda, moře). Voda se během krátké chvíle přemění na velké množství páry. Při těchto explozích (označované jako freatomagmatické) vzniká hluboký explozivní kráter. Podle intenzity se dělí na slabší surtseyský a silnější vulkánský (Rapprich, 2012).

### 7.4.2. Vznik prackovského vulkánu

Prackovský vulkán vznikl erupcí strombolského typu a vytváří struskový kužel (tzv. cinder cone). Stoupající magma se potkalo se sedimenty křídových pískovců, které byly nasycené vodou. Při kontaktu magmatu s vodou došlo v první fázi k freatomagmatické explozi (Příloha č. 1, obr 6). Při ní došlo k roztrhání okolní horniny (křídových pískovců) a magmatu na ostrohranné úlomky. Část z nich spadla do vytvořeného kráteru a vytvořila brekcie, druhá část vytvořila tufový prstenec.

V druhé fázi došlo k explozi strombolského typu, způsobenou unikajícími plyny z magmatu. Strombolská exploze je charakteristická vyvrhováním strusek (napěněné sopečné sklo) o velikosti 2–10 cm a sopečného popela, které se hromadí a vytváří struskový kužel (Příloha č. 1, obr 7). Typické je také vytváření sopečných bomb vřetenovitého nebo kapkovitého tvaru, ty mohou mít až 30 cm v průměru. Sopečné bomby vznikají vyvržením většího množství lávy, která při letu ztuhne. V poslední fázi došlo k vytvoření lávového jezera a vylití lávy do okolí (Příloha č. 1, obr 8).

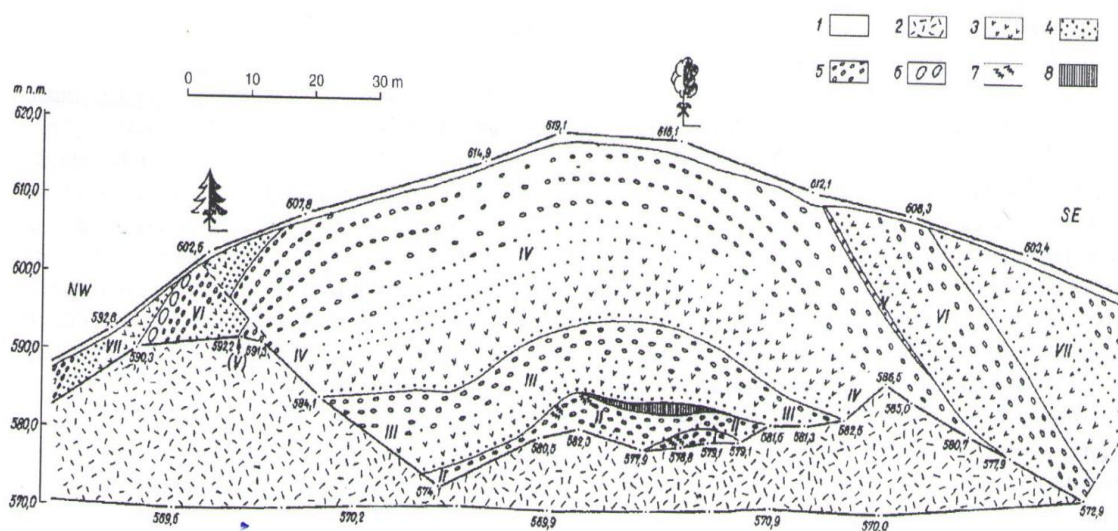
Vznik Prackovského vulkánu odvozuje Rapprich (2007) na základě nalezených pyroklastik z jednotlivých částí struskového kužele a známých dat, zabývajících se vznikem a stavbou struskového kužele (např. Schmincke 1997, Head and Wilson 1989).

#### 7.4.3. Popis lokality Prackovského vulkánu

Prackovský vulkán se nachází nedaleko od obce Prackov (cca. 200 m z. od kapličky), necelé 2 km sz. od vrcholu Kozákov (lokality-geology.cz). V jeho okolí jsou výchozy pyroklastických uloženin. Rapprich (2007) zde popsal nespečené, netříděné a vrstvené uloženiny bazaltových strusek. Velikost jednotlivých strusek je proměnlivá od 1-10 cm. Dále se zde nacházejí vřetenovité bomby – (Příloha č. 2, foto 11) často ukrývající nodule peridotitu. Prostřední část tělesa je vyplněna bazaltovou lávou, která vyplňovala původní kráter (Rapprich, 2007).

## 8. Votrubcům lom

Poloha Votrubcova lomu je 500 m j.-jz od vrcholu Kozákova. Vlastníkem je pan Votrubec a v dnešní době je lom již nečinný. Je zde odkryta stěna melafyru o mocnosti až 50 m, ve které Fediuk (2001) objevil sled 7 lávových příkrovů – proudů (Obr.9). Mocnost jednotlivých příkrovů se liší (příkrov II – 4 m, příkrov III – 6 m, příkrov IV – 12 m, příkrov V – necelý 1 m, příkrov VI – 9 m, mocnost příkrovů I a VII není bezpečně známá a odhaduje se minimálně na 10 m). Příkrovy I, II a III jsou zespodu přístupné v dolní polovině severní stěny a příkrovy IV, VI a VII ve východní stěně. Příkrov V není z dola přístupný.



2. Nákres do roviny rozvinuté stěny Votrubcova lomu se situací lávových příkrovů I až VII. Vysvětlivky: 1 – hlína, 2 – suť, 3 – masivní facie vulkanitů, 4 – drobně mandlovcovitá facie, 5 – výrazně mandlovcovitá facie, 6 – valivá textura, 7 – provazová láva, 8 – tufit.

Obr. 9: Nákres do roviny rozvinuté stěny Votrubcova lomu. (Fediuk, 2002)

Stavba jednotlivých příkrovů je podobná. Ve spodní části každého příkrovu se vyskytuje slabě mandlovcovitý melafyr. Žhavá láva, tekoucí po vlhkém podloží, způsobila přeměnu vody na plyn, který se dostal do lávy (transvaporizace). Tam po něm zůstaly drobné bubliny, ty byly následně vyplněny hydrotermálním roztokem. Těmto výplním se říká mandle. Slabě mandlovcovitý melafyr tvoří jen jednu desetinu z celkové mocnosti příkrovu. Postupně přechází v kompaktní melafyr, který tvoří střední část lávových příkrovů. V případě slabých příkrovů II a III se tato vrstva téměř nevyskytuje. V příkrovech IV, VI a VII dosahuje mocnosti 1-5 m. Horní část příkrovů je opět tvořena mandlovcovitým melafyrem. Tyto mandle vznikly po dutinách plynů, uvolňujících se přímo z lávy a mířících směrem k povrchu (degazační původ). Na rozdíl od drobných mandlí transvaporizačního původu jsou větší –



často dosahují velikosti přes 1 cm. Výskyt těchto mandlí je hojný a často tvoří jednu třetinu z objemu horniny. Na základě výskytu drobných transvaporizačních mandlí a větších degazačních mandlí, lze od sebe odlišit jednotlivé příkrovy. Tvar a orientace mandlí, které jsou elipsoidně protáhlé, ukazují také, jakým směrem láva tekla (Fediuk, 2002).

Přestože tyto objevy vulkanologové ocení, je Votrubcův lom proslulý především svou mineralogií. Prázdné dutiny po plynech byly následně vyplněny minerály – polodrahokamy. Votrubcův lom je významným nalezištěm: achátů, chalcedonů, heulanditu (zeolit), jaspisů, krystalů křemene a jeho barevných odrůd – ametystu, citrínu, záhnědy, také kalcitu, či opálu.

### 8.1. Popis vybraných minerálů

#### **Achát**

Achát je polodrahokam, ve kterém se střídají vrstvy chalcedonu (mikroskopicky vláknitý křemen) a opálu (Obr. 10). Někdy se může uprostřed achátu vyskytovat křišťál, ametyst nebo citrín. Barva achátu je nejčastěji šedomodrá nebo bělomodrá. Podle zbarvení se rozlišují různé variety jako např. onyx (černobíle proužkovaný), sardonyx (střídají se červenohnědé a bílé proužky), či mechový achát (s tmavě zelenými útvary z chloritu, připomínající mech). Acháty vyplňují dutiny po plynu v melafyrech a jejich průměrná velikost se pohybuje v rozmezí od 5 do 15 cm. Zvětváním melafyrů se odolnější achátové pecky dostávají do rozsypů, náplavů, či na pole. K významným lokalitám s nálezem achátů patří Votrubcův lom, širší okolí Kozákova, Lomnice nad Popelkou, Košov, Kozlov, a také oblast kolem Nové Paky – Levín, Kumburský újezd. Podkrkonošské acháty a jaspisy měl v oblibě již Rudolf II., který si je nechával sbírat a zpracovávat (Řídkošil, 2006 a).



Obr. 10: Sbirka achátů ve Votrubcově muzeu (foto autor)

## **Chalcedon**

Chalcedon je tvořený mikroskopickými vlákny křemene, má modrošedou nebo žlutavou barvu a vyznačuje se lasturnatým lomem. Jeho lesk je voskový, mastný až hedvábně lesklý. Skelný lesk získává teprve po důkladném vyleštění. Chalcedon běžně vyplňuje dutiny melafyru, nebo se sráží z hydrotermálních pramenů. Také chalcedon má mnoho barevných variet. Karneol je červený až hnědý, sardit je oranžový, chryzopras je zelený. Nachází se hojně v celém Podkrkonoší. Nejvýznamnější chalcedony pocházejí z Kozákova a Levína (Řídkošil, 2006 b).

## **Jaspis**

Jaspisy jsou v podstatě neprůsvitné chalcedony, které obsahují příměsi jiných minerálů, čímž ztrácejí svou průsvitnost. Barva jaspisů je ovlivněna druhem příměsi. Hematit způsobuje červené až červenohnědé zbarvení, chlorit zelené, a goethit žluté nebo hnědé zbarvení (Bonewitz, 2007). Jaspisy vytvářejí často žíly. Ve Votrubcově lomu je nejznámější tzv. Karlova žíla červenohnědého jaspisu (Obr.11) - Pauliš (2014).



*Obr. 11: Sbíрка jaspisů ve Votrubcově muzeu (foto autor)*

## Křišťál

Jako křišťál se označují krystaly křemene, které jsou bez příměsí, nečistot nebo prasklin. Křišťály jsou čiré, průhledné a mají skelný lesk. Křemen krystaluje v šesterečné soustavě a vytváří šestiboké krystaly zakončené typickou pyramidou. Přestože se v Podkrkonoší včetně Votrubcova lomu nachází průhledné krystaly křemene (Obr. 12), nelze mluvit o křišťálech, jelikož většinou obsahují nečistoty či praskliny. Nejvýznamnější naleziště křišťálu jsou na Uralu, na Sibiři, na Madagaskaru a Brazílii. V Evropě se křišťál vyskytuje např. v Alpách. U Grossglockneru byl nalezen křišťál o velikosti přes jeden metr, který vážil téměř jednu tunu (Řídkošil, 2006 c).

## Ametyst

Ametyst je fialová odrůda křemene. Fialovou barvu způsobuje příměs železa a draslíku. Vzniká z hydrotermálních roztoků a vyskytuje se v rudních žilách, nebo trhlinách žul a rul. V melafyrech vyplňuje dutiny po plynu, čímž pak krystalizací vznikají útvary nazývané geody (Obr. 12). Vytváří nízké sloupcovité krystaly velikosti 2-5 cm. Odstín fialové nemusí být v celém krystalu stejný. Většinou bývá špička nejtmavší a směrem k bázi se barva krystalu mění ve světlejší odstíny fialové. Jako hradbový ametyst je nazýván ametyst, ve kterém se střídá fialová barva s mléčným krystalem. Mandlovcový melafyr v Podkrkonoší patří mezi významné naleziště ametystů v Čechách. Opět se jedná o lokality z oblasti Kozákova, Lomnice nad Popelkou a Nové Paky. Ametysty, které se prodávají v obchodech, pocházejí většinou z Brazílie, kde se nachází největší naleziště ametystů. Geody vyplněné ametysty v Brazílie dosahují rozměrů několika metrů. Největší dutina měřila 10 x 2 x 3 m a vážila 35 t (Řídkošil, 2006 d).



*Obr. 12: Votrubcovo muzeum, nahoře geoda achátu, uvnitř krystaly kouřově hnědého křemene, vpravo dole geoda křemene, uprostřed dole geoda chalcedonu a jaspisu s krystaly ametystu ve středu, Votrubcovo muzeum (foto autor)*

### **Další odrůdy křemene**

Kouřově hnědá až černohnědá je barevná odrůda křemene nazývaná záhněda. Nejčastěji vytváří sloupcovité krystaly. Citrín je charakteristický svou žlutou barvou, která je způsobená příměsí železa, lithia a hliníku. Citrín je poměrně vzácný. Na rozdíl od záhnědy vytváří sloupcové krystaly jen výjimečně. Mateřskou horninou obou odrůd je pegmatit, ale nacházejí se také v mandlích melafyrech. Ve Votrubcově lomu byly nalezeny i několik centimetrů velké krystaly citrínu (Řídkošil, 2006 e, 2006 f).

### **Kalcit**

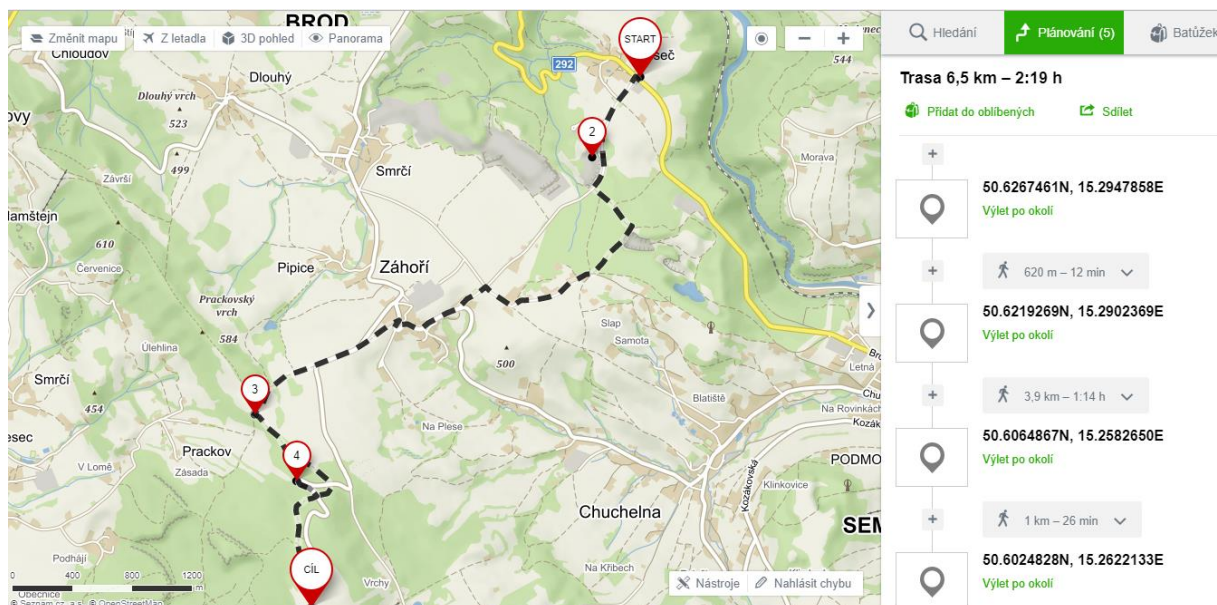
Kalcit patří spolu s křemenem k nejrozšířenějším minerálům na Zemi. Jedná se o uhličitán vápenatý a podle jeho chemického vzorce –  $\text{CaCO}_3$ , lze odvodit, že je složen z vápníku, uhlíku a kyslíku. Dokonalé krystaly vytváří v rudních žilách, nebo sopečných horninách. Ve Votrubcově lomu vyplňuje dutiny mandlovcového melafýru nebo vytváří drúzy na povrchu žil. Má typickou bílou barvu (Řídkošil, 2007).

### **Heulandit**

Tento minerál patří do skupiny zeolitů. Vytváří jednoklonné, většinou tenké nebo tlustě tabulkovité krystaly. Je křehký, dokonale štěpný a jeho lom je nerovný. Heulandit je většinou bílý a má typický perleťový lesk. Vyskytuje se v dutinách čedičů, či žuly, rudních žilách, v rulách a někdy i v tufech. Heulandity z Votrubcova lomu patří k nejkrásnějším v Čechách. Bílé krystaly se zde nacházejí na křemenech nebo kalcitu (Řídkošil, 2008).

## 9. Praktická část

### 9.1. Naplánovaná trasa exkurze



Obr. 13: První část trasy exkurze z Proseče na vrchol Kozákova, screenshot (mapy.cz, 2018)

Trasa (Obr. 13) plánované exkurze začíná ve vesnici Proseč, která je částí obce Záhoví. V případě použití veřejné dopravy je do Proseče dobré spojení ze Semil i ze Železného Brodu. Do Semil a Železného Brodu se dá snadno dostat vlakem i autobusy z širšího okolí. V případě objednání vlastního autobusu může řidič pohodlně zastavit před autobusovou zastávkou (v obou směrech), kde je dostatek místa. Z autobusové zastávky je vidět odbočka vlevo (z pohledu směrem od Semil), od zastávky vzdálená zhruba 50 m. Na levé straně silnice je dostatečně velká krajnice, přesto se jedná o poměrně frekventovanou silnici a je potřeba, aby byli žáci obezřetní a vytvořili zástup dvojic. Silnice, na kterou se odbočí, je již méně frekventovaná, nicméně tudy čas od času projede nákladní auta z lomu a je tedy také potřeba dbát na bezpečí žáků. Po asi 400 m se nachází první zastavení plánované trasy – Čedičový lom v Proseči.

Trasa pokračuje stejnou cestou, kterou jsme se dostali do lomu Proseč, a pokračuje směrem k Záhoví. Po 700 m je možné po pravé straně spatřit větší lom ve Smrčí. Přes louku se dá dojít až k jeho okraji a dalekohledem pozorovat například sloupcovitou odlučnost čediče ve stěně lomu. Zde je možné žákům názorně ukázat, jak velké těleso čedičové lávy vytvářejí a jak velkou plochu toto těleso pokrývá. To lze porovnat s geologickou mapou. Po dalších 700 m se u křižovatky napojuje trasa exkurze na zelenou turistickou značku. Po této značce pokračujeme rovně až do obce Záhoví. Za esovitou zatáčkou se na levé straně objeví kaplička

a hned za ní odbočka vlevo, po které se vydáme a pokračujeme po zelené turistické značce směrem na Vzdychánek. Po 300 m se značka napojuje na silnici, již po krátkou dobu i kopíruje, a poté uhýbá doprava do mírného kopce na vyhlídku Vzdychánek. Zde je další zastavení exkurze.

Ze Vzdychánku pokračujeme po červené turistické značce směrem na Kozákov až k silnici, kterou značka křížuje. My se ale vydáme podél silnice doprava, dokud se silnice nestočí o 180° doleva. Na vnější straně zatáčky se nachází vykácená část lesa a na zemi čedičové kameny. Toto je další zastavení na plánované trase.

Odtud se vydáme po silnici nahoru až k místu, vzdálenému 160 m, kde narazíme na červenou turistickou značku, křížující silnici a po ní se vydáme doprava na vrchol Kozákova. Těsně pod vrcholem na severním rozcestníku Kozákov se zprava napojuje červená turistická značka směrem od Drábovny pod Kozákovem. Na tomto místě se nachází první z devíti zastavení naučné stezky Kozákov. Je zde vyobrazena geologická mapa s geologickými oblastmi v okolí Kozákova: krkonošsko-jizerské krystalinikum, podkrkonošská pánev a česká křídlová pánev. Odsud je to již velmi blízko na vrchol Kozákova a k Riegrově chatě.



Obr. 14: Druhá část trasy z vrcholu Kozákova do obce Kozákov, screenshot (mapy.cz, 2018)

Z vrcholu Kozákova pokračuje trasa (Obr. 14) po žluté turistické stezce směrem k rozcestníku Pod Radostnou studánkou. Jedná se o nejprudší úsek celé trasy, který může být, zejména při deštivém počasí, rozbahněný, a je třeba žáky varovat před uklouznutím a upozorňovat je na dostatečné rozestupy mezi sebou. Po zhruba 50-100 m se nachází skála, tvořena z usazených

pyroklastik. Pod ní se nachází poslední zastavení naučné stezky Kozákov, oznamující, že v těchto místech mohl být pravděpodobně okraj sopečného kráteru. Z tohoto místa je dobře pozorovatelný západní svah Kozákova, na němž se nachází čedičové balvanové proudy až kamenné moře. Na zemi se také vyskytují sopečné bomby. Toto místo je další lokalitou plánované exkurze.

U Radostné studánky trasa odbočuje doleva a vede šikmo dolů přes louku, až k místu spojení s polní cestou, jež vede k domu s výraznou oranžovou střechou, nedaleko pod ní. Podél kraje této cesty se nachází odkryv, ve kterém je možné najít polodrahokamy ze zvětralého melafyru.

Trasa pokračuje podél této cesty skrz smíšený, převážně bukový les až k Votrubcovu lomu. Do Votrubcova muzea – poslední zastavení exkurze – je to odtud již kousek. Stačí sejít po cestě z Votrubcova lomu do obce Kozákov. Votrubcovo muzeum se nachází přes ulici ve dvoře obydlí pana Votrubce. Žáci v muzeu mají možnost spatřit obsáhlou sbírku drahých kamenů, pocházejících převážně z Votrubcova lomu. Tady exkurze končí.

Autobusové spoje do Semil i Turnova jsou přímo z obce Kozákova, nebo z Tatobit, kam se dá sejít pod Naučné stezce Malíře Jana Dědiny (cca 44 min cesty), odkud jede autobus do Turnova a také do Semil přes zastávku Stružinec, Tuháň, Zelený háj. V případě dopravy pomoci objednaného autobusu může řidič počkat na parkovišti u Votrubcova muzea.

## 9.2. Popis vybraných lokalit a jejich didaktické využití

### 9.2.1. Lom v Proseči (lokalita č.1)

#### **Popis lokality**

Lom Proseč je stále aktivní, a tak je potřeba se při vstupu do lomu ohlásit někomu ze zaměstnanců. Jistější je předem zatelefonovat a informovat se, zda by bylo možné se podívat v rámci geologické exkurze na kraj lomu, kde se nachází haldy čediče různé frakce. Většinou to lze bez obtíží provést a na kraj lomu vás rádi pustí. Lom v Proseči je zřetelně menší než lom ve Smrčí. Má pouze jedno patro a jeho rozloha se pohybuje okolo 3 hektarů. Provoz v něm také není tak velký jako v lomu ve Smrčí, a proto je vhodnější exkurzní lokalitou. Při vstupu do lomu jsou po levé straně haldy čediče o různé frakci. Především se dají pozorovat ve větších kusech čedičů olivinické nodule. Nodule s olivíny se tu nacházejí v hojném počtu a je téměř nemožné na nějakou nenarazit. Z místa, kde se nacházejí haldy, je vidět na celý lom, jehož stěna dosahuje místy mocnosti až 20 m. Na levé straně nedaleko od hald je možné ve stěně pozorovat zbytky čedičových sloupců (Obr. 15 a 16), na kterých je dobře patrný jejich

šestiboký tvar. Na stěně vpravo jsou pak již pozorovatelné celé sloupce (Obr. 17). Dál do lomu není třeba chodit, jednak kvůli bezpečnosti a jednak proto, že se ve stěně lomu nenachází další geologické jevy, které by se nedaly pozorovat z kraje lomu. Nejzajímavější ukázkou této lokality jsou olivinické nodule obsahující drobné vyrostlice olivínu.

### **Didaktické využití lokality**

Začátek výkladu je vhodné provést u jedné ze dvou stěn poblíž hromad s čedičem. Nejprve je vhodné žáky obeznámit s místem, kde se právě nachází, a jakou horninu zde mohou vidět. K tomu lze použít geologickou mapu, v níž je lom Proseč vyznačen. Poté, co žáci poznají, že se jedná o olivinický bazalt (čedič), lze navázat faktem, že se jedná o lávový proud, který stékal po svahu Kozákova při třetihorní sopečné činnosti. Na geologické mapě je vhodné ukázat, jakým směrem tyto proudy tekly, upozornit, že láva obsahovala malé množství oxidu křemičitého, a proto byla velmi tekutá (málo viskózní) a mohla se vylít do širšího okolí. Láva stékala z vrcholu Kozákova po jeho severním svahu dolů do údolí, kde se vylila do koryta tehdejší řeky Jizery – tzv. Paleojizery, v němž se začala kumulovat. To bylo možné proto, že koryto řeky poskytlo žhavé a tekuté lávě jakousi nádobu, kterou vyplnila. Na rozdíl od svahu Kozákova, kde je mocnost lávy pouze 4 m, dosahuje v těchto místech mocnosti až 40 m. Žáci si mohou všimnout toho, že stěna lomu je vysoká kolem 20 m dvaceti metrů, tudíž přibližně dalších 20 m dvacet metrů pod nimi se nachází stále čedič. To, že se lávový proud vlil do koryta Paleojizery, zjistili geologové na základě říčních usazenin – šterku a písků, nacházejících se v podloží čediče. Zajímavé je, že se říční usazeniny nacházejí i v nadloží čediče. Geologové z toho usuzují, že se Paleojizera vrátila do svého koryta a nějakou dobu tekla po vrstvě lávového proudu, než se posunula severněji, kde se postupně zařezala do měkčích hornin krkonošsko-jizerského krystalinika a vytvořila hluboký kaňon, kterým vede Riegrova stezka. Opět je vhodné použít geologickou mapu a zadat žákům úkol – zjistit, jaké horniny tvoří krkonošsko-jizerské krystalinikum. Je vhodné připomenout, že se jedná o horniny metamorfované/přeměněné. Zde je na místě žáky upozornit na to, že krajina, kterou vnímáme nyní, mohla mít v minulosti zcela odlišný ráz.

Než přejdou žáci k hromadám s čedičem, je dobré je ještě upozornit na sloupce, které mohou vidět ve stěně lomu, a položit otázku, o jaký jev by se mohlo jednat (předpokládá se, že sloupcovitou odlučností čediče probírali v hodině). Společným úsilím by měli přijít na to, že se jedná o sloupcovitou odlučnost čediče, která je způsobena pomalým chladnutím žhavé lávy. Rapprich (2012) tento jev přirovnává k vysychající kaluži s bahnem, kdy se na vyschlém bahnu vytvoří praskliny, které vytvoří šestiboké „ostrůvky“. Tyto „ostrůvky“ v lávovém



proudu, mající mnohem větší mocnost než bahno v kaluži, přejdou v šestiboké sloupce. Při zvětrávání pak dochází k rozpadu čediče podle těchto sloupců.

Po tomto výkladu je dobré se přesunout k hromadám s čedičem (je lepší vybrat hromadu s většími kusy, na kterých se dají lépe nalézt nodule peridotitu), žáky vybídnout, aby si každý vzal kus čediče a provést popis základní charakteristiky čediče (vhodné je použít samostatný list – Příloha č. 1, str. 1). Má-li některý z žáků v ruce čedič obsahující nodule peridotu, je možné plynule přejít k faktu, že se jedná o uzavřeniny hornin zemského pláště, kterým říkáme xenolity. Ty se dostaly do magmatu, které vzniklo roztavením hornin zemského pláště v hloubce asi 40 km, a byly vyneseny na povrch. Touto horninou je peridotit tvořený olivínem (zelené vyrostlice), pyroxenem a spinely (tmavé vyrostlice) a amfiboly. Pomocí Bowenova reakčního schématu (Příloha č. 1, str. 2) je potřeba žákům vysvětlit, že olivíny a pyroxeny krystalizují při vysokých teplotách a tlaku, a proto vytvářejí vyrostlice.

Nyní je potřeba žáky namotivovat např. sdělením, že právě olivíny jsou vzácné minerály, které mohou dosahovat drahokamové kvality a jsou velmi ceněny ve šperkařství. Nyní bude mít každý možnost si nějaký olivín najít. Nejprve je potřeba je poučit o zásadách bezpečnosti při používání kladiva, zdůraznit dostatečný odstup ostatních žáků při rozbíjení čediče a upozornit na možnost poranění letícími úlomky. Také je potřeba žákům zdůraznit rizik a nebezpečí spojené s lezením po svahu hromady - uvolnění kusů kamenů a případné zranění.

Na závěr je možné udělat výstavku jednotlivých nálezů a více pojednat o tom, jaké podmínky musí olivín splňovat, aby mohl být považován za drahokam (dostatečná velikost, průhlednost, bez viditelných vad, zelená barva), podrobněji rozvést jeho využití ve šperkařství a vyzdvihnout kvalitu místních olivínů.



*Obr. 15: Lom Proseč, levá stěna lomu se zbytky sloupců čediče, (foto autor)*



*Obr. 17: Lom Proseč, lokalita č.1, část šestibokého sloupce sloužící jako vhodná ukázka sloupcovité odlučnosti (foto autor)*



*Obr. 16: Lom Proseč, lokalita č.1, pravá stěna lomu (při pohledu od hromady s čedičem) se známkami sloupcovité odlučnosti, (foto autor)*

### 9.2.2. Vzdychánek (lokalita č. 2)

#### **Popis lokality**

Vzdychánek je přístřešek s lavičkou, který se nachází na hřebeni Komárovského hřbetu. Jedná se zároveň o rozcestník, na kterém se setkává ve směru SZ-JV Zlatá stezka Českého ráje (červená turistická značka), kopírující Komárovský hřbet směrem od Koberov, ze SV se na ní napojuje zelená turistická stezka a společně pokračují k vrcholu Kozákova, ze S sem přichází modrá turistická značka ze Železného brodu, která dále pokračuje na J Pod Drábovnu, Pod Radostnou studánku. Z paloučku na hřebeni je dobrý výhled do okolí. Za příznivého počasí jsou vidět na S Jizerské hory, na SV Krkonoše, na SZ Ještěd, na Z sopečný vrch Ralsko (696 m n.m.). Na Z pod Hamštejnským hřbetem se nachází kráter Prackovského vulkánu.

### **Didaktické využití lokality**

Žáci se opět nejprve zorientují na mapě a mají za úkol určit podle vysvětlivek typ a stáří horniny, která se v těchto oblastech nachází (melafyr, perm). Na to lze navázat výkladem o prvohorní sopečné činnosti na Kozákově, přičemž je nutné zdůraznit odlišnost od třetihorní sopečné činnosti. Jak již bylo zmíněno prvohorní sopečná činnost měla výlevný charakter, láva obsahovala větší množství oxidu křemičitého, proto se nevyhlila do širšího okolí, nýbrž se vrstvila a vytvořila hřbety – např. Komárovský nebo Tábořský. K výlevům lávy docházelo podél zlomů, které se vytvořily po ukončení variského vrásnění. Při variském vrásnění vznikly Krkonoše a Jizerské hory, které mohou žáci vidět na S-SV.

#### 9.2.3. Roztroušené čedičové balvany (lokalita č.3)

##### **Popis lokality a její didaktické využití**

Na vnější straně zatačky silnice se nachází vykáčená lesní mýtina. Na zemi jsou zde roztroušené čedičové balvany, které již podlehly značnému stupni zvětrávání. Často jsou porostlé mechem a olivíny v nodulích jsou většinou také zvětralé a mají žlutou až žlutohnědou barvu. Na první pohled, by žáci nemuseli poznat, že se jedná o tentýž čedič, který viděli v lomu. Je potřeba balvany rozbít kladivem a úlomky je pak možné porovnat s čedičem, který si žáci odnesli z lomu. Na některých balvanech je pozorovatelná kulovitá odlučnost čediče (Obr. 18). Ta je na rozdíl od sloupcovité odlučnosti způsobená rychlým ochlazením lávy při povrchu výlevu (Sejkora et al., 2011). Podobné balvany lze najít i v okolí a jsou důkazem, že tudy skutečně lávový proud tekla. Mocnost lávy v těchto místech dosahuje pouze několika metrů.



*Obr. 18: S. svah Kozákova, lokalita č. 3, balvany čediče, vlevo zvětralé xenolity peridotitu, vpravo patrná kulovitá odlučnost čediče (foto autor)*

#### 9.2.4. Vrchol Kozákova (lokalita č. 4)

##### **Popis lokality**

Na vrcholu Kozákova (744 m n. m.) se nachází Riegrova chata a hned vedle rozhledna Kozákov. Oba objekty jsou ve správě Klubu českých turistů. Vlevo od Riegrovy chaty při pohledu na její vchod je postavený menší kiosky, ve kterém se mohou občerstvit žízňiví turisté nebo paraglidisté. Na vrcholu Kozákova se totiž nacházejí tři startovací plochy pro paragliding orientované na jih, západ a sever. Při dobrých povětrnostních podmínkách je možné ve vzduchu vidět až desítky paraglidistů. Vlevo od Riegrovy chaty se nově od roku 2017 nachází venkovní expozice hornin z okolí Kozákova.

##### **Didaktické využití lokality**

Na vrcholu Kozákova se nacházel kráter, odkud lávový proud vytékal. Právě na tomto místě je vhodné žákům přiblížit průběh třetihorní sopečné činnosti na Kozákově a taky sopečné činnosti obecně. Pro lepší názornost poslouží žákům samostatné listy na str. 2 a 3 (Příloha č. 1, obr 3 a 4). Při sopečné činnosti dochází k výstupu magmatu z různé hloubky k zemskému povrchu. Jako láva je označováno magma, které se dostane na zemský povrch. Magma vzniká roztavením hornin zemského pláště a jejich přeměnou z pevného do tekutého stavu. S narůstající hloubkou do nitra země roste teplota a tlak. Teplo je vytvářeno radioaktivním rozpadem např. uranu, thoria nebo radioaktivního izotopu draslíku  $^{40}\text{K}$  (Rapprich, 2012). V tekutém stavu je za normálních okolností pouze vnější jádro. S narůstajícím tlakem totiž roste také bod tavení hornin a v zemském plášti jsou tak horniny většinou v pevném skupenství. K roztavení hornin dochází tenkrát, dostanou-li se nahřáté horniny blíže k povrchu země, do oblasti s menším tlakem, čímž se zmenší bod tavení a jejich teplota je již dostatečná na to, aby tyto horniny roztavila. K roztavení horniny dochází také tehdy, změní-li se jejich fyzikální vlastnosti (např. působením vody, která bod tavení hornin snižuje) (Rapprich, 2012).

K těmto jevům dochází v oblastech, které souvisí s pohybem litosferických desek – v místech, kde dochází k oddalování litosferických desek (středoocéánské hřbety), k subdukci (podsouvání jedné litosférické desky pod druhou), vytvoření horké skvrny, nebo v místech kontinentálních riftů a zlomů (Rapprich, 2012).

Nyní lze žákům sdělit, že třetihorní sopečná činnost na území Čech probíhala v oblastech významných zlomů – oherský rift a labská tektono-vulkanická zóna (Samostatný list – Příloha č. 1, obr. 5). Nejintenzivněji probíhala sopečná činnost v Doupovských horách a Českém středohoří, kde vytvářela mohutné vulkanické komplexy a probíhala také v Českém ráji, kde však vytvářela samostatné sopky. Kozákov je nejmladší sopkou v Českém ráji a sopečná činnost zde probíhala zhruba před 5 Ma. Nachází se na významném tektonickém zlomu – lužické poruše, která se táhne přes Ještěd, Lužické hory až k Drážďanům.

Následně učitel žáky seznámí s příčinami sopečné erupce a rozdělení erupcí podle intenzity na hawajské, strombolské, pliniovské. Příčinu sopečné erupce v důsledku uvolňování nahromaděných plynů lze demonstrovat na ukázce s natlakovanou coca-colou, nebo jinou sodovkou, kterou učitel protřepe a nechá „explodovat“ (Rapprich, 2012). Průběh sopečné aktivity lze demonstrovat na Prackovském vulkánu. Důležité je seznámit žáky s pojmem pyroklastika a vysvětlit jejich odlišnost od lávy.

#### 9.2.5. Venkovní expozice hornin (lokalita č. 5)

##### **Popis lokality a její didaktické využití**

Jsou zde vystaveny různé bloky horniny, které pocházejí z okolí Kozákova (olivinický čedič, melafyr, ryolit, fylit, pískovec). Nabízí se nechat žáky jednotlivé horniny porovnat a najít na geologické mapě odkud pocházejí.

#### 9.2.6. Okraj kráteru (lokalita č. 6)

##### **Popis lokality a její didaktické využití**

Na tomto místě se nacházejí roztroušená pyroklastika. Je zde skalní výchoz (Obr. 19 a 20) tvořený z převážně hrubě zrnitých pyroklastik. Ty mohly v minulosti vytvářet tzv. struskový kužel, který je typický pro erupci strombolského typu. Na zemi se dají nalézt sopečné bomby vřetenovitého tvaru (Příloha č. 2, foto 11). Větší kus lávy, který byl vyvržený při sopečné erupci, byl ve vzduchu stále plastický a v letu postupně tuhl. To způsobuje vřetenovitý až kapkovitý tvar sopečných bomb. Pyroklastika lze porovnat s čedičem a vysvětlit jejich rozdílný původ. Také lze poukázat na hrubost zrn pyroklastik a vysvětlit fakt, že blíže kráteru se nacházejí hrubozrná pyroklastika a bomby větší velikosti, které nedoletí tak daleko.



*Obr. 19: Jz. svah Kozákova, lokalita č.6, skalní výchoz pyroklastických uloženin (foto autor)*

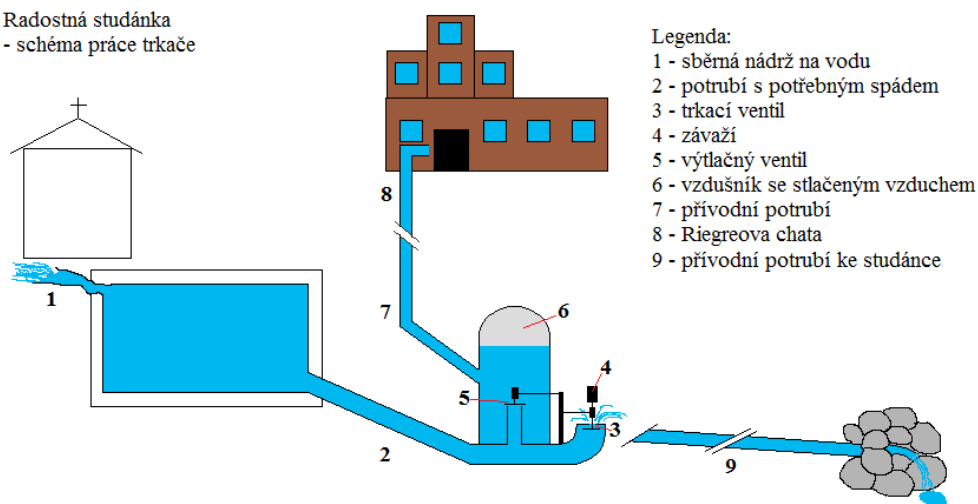


*Obr. 20: Jz. svah Kozákova, lokalita č. 6, detail pyroklastických uloženin*

### 9.2.7. Radostná studánka (lokalita č.7)

Kaplička z roku 1841 stojí na místě, kde dříve vytékal pramen Radostné studánky. Dnes vytéká pramen o pár metrů níž. Voda ze studánky je pitná a zásobuje tři domy v obci a také Riegrovu chatu na vrcholu Kozákova. Do té se voda dostává pomocí trkače. Je to zařízení, které vynalezl Joseph Michel Montgolfier. Zajímavostí je, že vodu čerpá na vrchol kopce bez použití elektřiny. Vše funguje pouze na bázi hydrostatického a atmosférického tlaku. Jeho princip je znázorněn na Obr. 21. Vlna přitékající vody z nádrže způsobí ucpání trkacího ventilu (3) a otevření výtlačného ventilu (5). Voda se dostává do vzdušníku (6) do té doby, než se vyčerpá její tlak a výtlačný ventil se vlastní vahou uzavře. Vodu vytlačuje potrubím (7) vzduch ve vzdušníku, který byl vodou stlačený na více atmosfér. Zároveň klesá i zatížený trkací ventil, jelikož hydrostatický tlak ve vodě již není tak velký, a voda začne opět proudit. Poté, co nabere větší rychlost a znovu ucpe trkací ventil, dojde k opakování celého děje. Když se žáci zaposlouchají, uslyší, jak trkač pracuje (Filipin, 2010).

Radostná studánka  
- schéma práce trkače



Obr. 21: Schéma trkače, (Filipin, 2010)

Další zajímavostí je, že se o pár metrů níže nacházejí v křídových sedimentech slojky hnědého uhlí. Ty se u obce Podkabelí pokusil těžit jeden místní sedlák, nicméně brzy zkrachoval, jelikož zásoby hnědého uhlí byly malé (Filipin, 2010).

#### 9.2.8. Půdní odkryv na kraji cesty (lokalita č. 8)

##### Popis lokality a její didaktické využití

Podél cesty je ve stráni odkrytá zemina (Obr. 22), ve které se dají najít drobné pecky achátů, jaspisů nebo křišťálů. Jedná se o sekundární naleziště polodrahokamů, jež se do půdy dostaly ze zvětralého melafyru. Výskyt těchto minerálů vypovídá o tom, že matečnou horninou je v těchto místech již melafyr a ne čedič, který melafyr překrývá na vrcholu Kozákova. Při troše štěstí se žákům podaří drobné polodrahokamy nalézt (Příloha č. 2). Dá se předpokládat, že tato lokalita za pár let zaroste vegetací.



Obr. 22: Jz. svah Kozákova, odkryv při kraji cesty a výskytem polodrahokamů, (foto autor)

### 9.2.9. Votrubcův lom (lokalita č. 9)

#### **Popis lokality**

Do Votrubcova lomu se dá dojít po cestě buď z osady Kozákov, nebo směrem od Radostné studánky. Lom není možné minout. Při vstupu do lomu se nacházejí cedule „Vstup na vlastní nebezpečí“. Do lomu bylo donedávna nutné povolení pana Votrubce, který je majitelem pozemku. Za 60 Kč bylo možné si zapůjčit potřebné nářadí k hledání polodrahokamů, současně je to vstupenka do lomu a také vstup do muzea drahých kamenů, které pan Votrubec zhotovil vedle svého domu v osadě Kozákov. Nalezené polodrahokamy bylo možné si ponechat a případně nechat i vybrousit. Dnes se situace změnila, především kvůli bezpečnosti návštěvníků lomu, kterou v současné době není schopen pan Votrubec zajistit. K tomu je totiž zapotřebí použití těžké techniky. Pan Votrubec, muž ve věku 92 let, již k takovému kroku není motivován. Těžká technika by byla potřeba také k rozhrnování sutě melafyru pod stěnou lomu, aby návštěvníci měli možnost stále nacházet nějaké drobné polodrahokamy. Prozatím je tedy lom pro veřejnost oficiálně nepřístupný a pan Votrubec nenese žádnou odpovědnost za případný úraz. Vstup do lomu je na vlastní nebezpečí. Nebezpečná je však hlavně oblast pod stěnou lomu, kde hrozí především na jaře pády uvolněného kamení. Proto je potřeba žákům zdůraznit, že se ke stěně nesmí přibližovat. Polodrahokamy se dají nalézt v suti pod lomem, která pochází z posledního odstřelu v roce 1968 (Pauliš, 2014).

Ve stěně lomu je pro negeologa poměrně těžké rozeznat již zmíněných sedm lávových proudů (Obr. 23). S pomocí nákresu a trochou fantazie se některé proudy dají od sebe odlišit. V suti pod lomem se nachází různě veliké balvany mandlovcového melafyru. Nejčastější je výskyt zeleného chloritu, který pokrývá stěny po mandlích, a bílého kalcitu. Při troše štěstí se dají najít drobné achátu, jaspisy (Obr. 24), chalcedony a drobné krystaly křišťálu – viz foto 6-9 v Příloze č. 2.



### Didaktické využití lokality

Hlavní činností ve Votrubcově lomu bude pro žáky hledání polodrahokamů. V ideálním případě, by si každý žák měl nějaký odnést jako suvenýr. K výkladu je vhodné použít veliký kvádr mandlovcového melafyru, který se nachází v pravé části suťového materiálu (při pohledu od vstupu do lomu). Na něm lze žákům názorně ukázat, jak vypadá achát, jaspis, opál, nebo křišťál. Ještě předtím je potřeba žákům vysvětlit proces mineralizace polodrahokamů v mandlovcovém melafyru, který je popsán výše. Nyní mohou žáci také porovnat melafyr s čedičem, který si s sebou nesou z lomu v Proseči. Vzhledem k možné únavě žáků z délky exkurze je dobré výklad co nejvíce zestručnit a zaměřit se především na praktickou část – hledání polodrahokamů.



*Obr. 24: Votrubcův lom, stěna lomu (foto autor)*



*Obr. 23: Votrubcův lom, achát (foto autor)*

## 10. Diskuze

Geologickou trasu jsem zaměřil zejména na sopečnou činnost, díky které je Kozákov proslulý a která ke Kozákovu neodmyslitelně patří. Při výběru trasy exkurze byla pro mne rozhodující atraktivita jednotlivých lokalit. Věděl jsem, že do trasy chci zahrnout lokalitu ve Votrubcově lomu, spojenou s hledáním a sběrem polodrahokamů, které by si žáci mohli v ideálním případě odnést s sebou. Druhou atraktivní lokalitou je lom v Proseči, kde mají žáci možnost nalézt olivíny, pojící se s třetihorní sopečnou činností. Tyto dvě lokality jsem následně propojil logickou trasou a využil dalších lokalit, které se na této trase nacházejí. S výběrem trasy mi pomohl pan Mgr. Jan Bubal – geolog a mineralog z turnovského muzea.

Pro lepší názornost jsem pro žáky vytvořil pomocný list s obrázky – Příloha č. 1, vztahující se k jednotlivým lokalitám. Nevytvářel jsem pracovní listy, jelikož mi šlo především o názornou ukázkou konkrétních jevů a zpestření výuky geologie. Pracovní listy si tak mohou učitelé vytvořit sami, podle jejich způsobu zapojení exkurze do výuky geologie.

Naplánovanou exkurzi jsem provedl 23. 3. 2018 s žáky deváté třídy 2. ZŠ v Jičíně. Fotky a výsledky této exkurze, shrnuté paní učitelkou Mgr. Kateřinou Zikmundovou, se nacházejí v Příloze č. 3.

Délku exkurze odhaduji do 6 hodin. Když jsem trasu procházel s panem Mgr. Janem Bubalem, trvalo nám projití trasy i s odborným výkladem a hledáním minerálů 5 hodin. Při provádění exkurze bylo nepříznivé počasí, z toho důvodu jsem exkurzi zkrátil a vybral pouze některé lokality – lom v Proseči, vrchol Kozákova a Votrubcův lom spolu s návštěvou Votrubcova muzea. Mezi jednotlivými lokalitami nás převážel objednaný autobus.

Vzhledem k délce a náročnosti trasy a rozsahu bakalářské práce jsem do exkurze nakonec nezařadil lokalitu Drábovna (pískovcový skalní útvar), nacházející se na jz. svahu Kozákova, a s ní spojenou problematiku usazených hornin. Dalšího podrobného zpracování a případné navržení exkurze by si zasloužila oblast Naučné Riegrovy stezky v PR Údolí Jizery s lokalitami, vztaženými k metamorfovaným horninám, a se zajímavými rostlinnými společenstvy. Bohatost a rozmanitost přírodních jevů v oblasti Českého ráje vybízí k vícedennímu pobytu s biologickou tematikou. Vztah abiotických a biotických faktorů na utváření konkrétních ekosystémů by se žákům dal zprostředkovat formou zážitkové pedagogiky. Tím by se zajisté prohloubil jejich zájem o přírodu.

Problematickou lokalitou je Votrubečův lom. Dá se předpokládat, že nálezy polodrahokamů budou v následujících letech klesat vzhledem k faktu, že pan Votrubec již neplánuje rozhrnovat sutě melafyru.

V případě zájmu o geologickou exkurzi do okolí Českého ráje vedenou odborníkem, je možné se domluvit s panem Mgr. Janem Bubalem z muzea Českého ráje v Turnově. Pro zpestření výuky je také možné toto muzeum navštívit a využít stálé expozice, které nabízí – mineralogie, klenotnice, historie kamenářství a zlatnictví aj.

## 11. Závěr

- V teoretické části při studování dostupné literatury se ukázalo, že oblast Mikroregionu Kozákov a jeho blízkého okolí je z geologického hlediska pestrou oblastí. Na poměrně malém území lze studovat a) horniny všech tří hlavních geologických ér – paleozoika, mezozoika, a kenozoika, b) horniny všech tří základních skupin z genetického hlediska – magmatické, sedimentární a metamorfované.
- V praktické části při terénním průzkumu bylo potvrzeno, že stav jednotlivých lokalit odpovídá jejímu popisu v odborné literatuře.
- Pestrost zkoumané oblasti a dobrý stav jednotlivých lokalit potvrzuje vhodnost jejich využití při výuce geologie na druhém stupni základních škol i gymnázií formou geologické exkurze nebo terénních cvičení.
- Po opakované návštěvě a zhodnocení stavu jednotlivých lokalit jsem navrhl geologickou exkurzi zaměřenou na sopečnou činnost na Kozákově, kterou jsem provedl 23. 3. 2018 s 9. třídou 2. ZŠ v Jičíně. Exkurze proběhla úspěšně a splnila vytyčené cíle.
- Tato práce může sloužit jako inspirace a didaktická pomůcka pro učitele. Přečtení zpracovaného tématu umožní učitelům rychlejší přípravu na geologickou exkurzi, kterou chce se svými žáky uskutečnit.

## Použitá literatura

- Ackerman L., et al. (2007): *Geochemistry and evolution of subcontinental lithospheric mantle in Central Europe: Evidence from peridotite xenoliths of the Kozákov Volcano, Czech Republic*. J. Petrol. 48: 2235-2260.
- BÍNA J, DEMEK J. (2012): *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia. Průvodce (Academia). ISBN 978-80-200-2026-0.
- BONEWITZ, R. (2007): *Kameny a drahokamy: [obsáhlý atlas hornin, minerálů, drahých kamenů a fosílií]*. V Praze: Slovart, 2007. ISBN 978-80-7209-967-2.
- CAJZ, V. et al. (2009): *Návrh litostratigrafie neovulkanitů východočeské oblasti. -Zpr, geol, výzk. v roce 2008, 9-14*.
- CULEK, M., ed. (1996): *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, ISBN 80-85368-80-3.
- BALATKA, B., (2006): *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Ed. DEMEK J., Ed. MACKOVČIN P. Brno: AOPK ČR, 2006, 580 s. ISBN 80-86064-99-9.
- FEDIUK, F. (1962): *Vulkanity železnobrodského krystalinika*. – Rozpr. Ústř. Úst. Geol., 4, 29. Praha
- FEDIUK F., (2002): *Spodnoautunské vulkanity Kozákovy*, In (ZGV v roce 2001), ročník 35, str. 27-30
- FILIPIN, M. (2010): *Systém naučných stezek na Kozákově v Českém ráji*. Praha, 2010. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií. Vedoucí práce Ziegler, Václav.

- HEAD J. W., WILSON L., (1989): *Basaltic pyroclastic eruptions: influence of gas-release patterns and volume fluxes on fountain structure, and the formation of cinder cones, spatter cones, rootless flows, lava ponds, and lava flows*. J. Volcanol. Geotherm. Res. 37: 261-271
- CHALOUPSKÝ, J., (1989): *Geologie Krkonoš a Jizerských hor*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1989.
- CHAMRA, S., SCHRÖFEL J. a TYLŠ V., (2005): *Základy petrografie a regionální geologie ČR*. Praha: Vydavatelství ČVUT, ISBN 9788001031384.
- CHLUPÁČ, I. et al. (2011): *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2., opr. Praha: Academia, 2011. Neživá příroda. ISBN 978-80-200-1961-5.
- JANOŠKA, M. (2013). *Sopky a sopečné vrchy České republiky*. Praha: Academia. Průvodce (Academia). ISBN 978-80-200-2231-8.
- JEŽEK, B., (1913): *Olivín a pyrop z Jičína*. Příroda. 11. Ostrava.
- JERIOVÁ, J. (1988): *Klenotnické olivíny – Chuchelná*. - MS Čes. Geol. Služba – Geofond. Praha (ÚNS, Kutná Hora).
- KABRHEL, J. 2016: *Vybrané didakticky využitelné lokality vulkanických hornin a jejich minerálů v Podkrkonoší*. [online]. Hradec Králové, 2016 [cit. 2018-03-31]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/67lidd/STAG86044.pdf?info=1;isslret=vulkanity%3B;zpet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3Dpodkrkono%C5%A1sk%C3%A9%20vulkanity%26start%3D1>. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce doc. RNDr. Jan Vítek.
- KACHLÍK, V. (2013): *Krkonošsko-jizerské krystalinikum*. In: RAPPRICH, V. et al. *Vysvětlivky k Základní geologické mapě České republiky 1:25 000*. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-847-2.

- KACHLÍK, V. a CHLUPÁČ, I., (2011): *Základy geologie. 3.*, nezměn. vyd. Praha: Karolinum, 2011, 342 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-246-2008-4.
- KONZALOVÁ M., (1973): Neogenní rostlinné mikrofosilie z říčních sedimentů v podloží neovulkanitů na Železnobrodsku. *Věst. Ústř. Úst. Geol.* 48: 17-23
- MACKOVČIN P., et al. (2001): Liberecko. Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Chráněná území ČR. ISBN 80-86064-43-3.
- MOCEK, J. 2015: *Šedesátileté výročí CHKO Český ráj*. Ochrana přírody [online]. 26.11.2015, (4) [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/sedesatilete-vyroci-chko-cesky-raj/>
- PAULIŠ, P. (2014): *Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech – zeolity a doprovodná mineralizace: The most interesting mineralogical localities of Bohemia – zeolites and accompanying mineralization*. Kutná Hora: Kuttna, 2014. ISBN 978-80-86406-75-6.
- PÁSKOVÁ, M. a ŘÍDKOŠIL, T. (2006): *Český ráj první geopark UNESCO v nových zemích EU*. Ochrana přírody. 61(1), 11-13., [online]. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: [https://www.geopark-ceskyraj.cz/files/odborne\\_clanky/ochrana\\_prirody.pdf#page=12](https://www.geopark-ceskyraj.cz/files/odborne_clanky/ochrana_prirody.pdf#page=12)
- PROUZA, V. (2013): *Svrchní karbon a perm.* In: RAPPRIICH, V. et al. *Vysvětlivky k Základní geologické mapě České republiky 1:25 000*. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-847-2.
- QUITT, E. (1971): *Klimatické oblasti Československa: Climatic regions of Czechoslovakia*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. *Studia Geographica*.
- REJCHRT, M. ČECH, S. ŠVÁBENICKÁ, L. (2013): *Česká křídlová pánev*. In: RAPPRIICH, V. et al. *Vysvětlivky k Základní geologické mapě České republiky 1:25 000*. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-847-2.

- RAPPRIČH, V. et al. (2007): *Recnstruction of eroded monogenic Strombolian cones of Miocene age: A case study on character of volcanic activity of the Jičín Volcanic Field (NE Bohemia) and subsequent erosional rates estimation.* – J. Geosci., 52, 169-180.
- RAPPRIČH, V. (2012): *Za sopkami po Čechách.* Praha: Grada, ISBN 978-80-247-3796-6.
- RAPPRIČH, V. et al. (2013): *Vysvětlivky k Základní geologické mapě České republiky 1:25 000.* Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-847-2.
- RAPPRIČH, V. (2013): *Rozptýlené alkalické vulkanity.* In: RAPPRIČH, V. et al. *Vysvětlivky k Základní geologické mapě České republiky 1:25 000.* Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-847-2.
- ŘÍDKOŠIL, T. (2006 a): *Minerály krkonoš a podkrkonoší: Achát.* In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 10, 19 [cit. 30.3.2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2006-08-19,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2006-08-19,2)
- ŘÍDKOŠIL, T. (2006 b): *Minerály krkonoš a podkrkonoší: Chalcedon.* In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 8, 19 [cit. 30.3.2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2006-10-19,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2006-10-19,2)
- ŘÍDKOŠIL, T. (2006 c): *Minerály krkonoš a podkrkonoší: Křišťál.* In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 2, 19 [cit. 31. 3. 2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2006-02-17,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2006-02-17,2)
- ŘÍDKOŠIL, T. (2006 d): *Minerály krkonoš a podkrkonoší: Ametyst.* In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 4, 19 [cit. 31.3.2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2006-04-21,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2006-04-21,2)
- ŘÍDKOŠIL, T. (2006 e): *Minerály krkonoš a podkrkonoší: Záhňěda.* In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 5, 19 [cit. 31.3.2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2006-05-16,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2006-05-16,2)



- ŘÍDKOŠIL, T. (2006 f): *Minerály krkonoš a podkrkonoší: Citrín*. In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 7, 19 [cit. 31.3.2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2006-07-16,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2006-07-16,2)
- ŘÍDKOŠIL, T. (2007): *Minerály: Kalcit*. In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 7, 19 [cit. 31. 3. 2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2007-07-11,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2007-07-11,2)
- ŘÍDKOŠIL, T. (2008): *Minerály: Heulandit*. In: Krkonoše – Jizerské hory [online]. 4, 19 [cit. 31. 3. 2018]. Dostupné z: [http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4\\_ID,P4\\_CP:2008-04-15,2](http://krkonose.krnep.cz/apex/f?p=104:4:::NO:RP,4:P4_ID,P4_CP:2008-04-15,2)
- SEJKORA J. et al. (2011): *Nordstrandit z lomu v Děpoltovicích u Karlových Varů (Česká republika)*. - Bull. mineral. -petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 18/1, 33-41, ISSN 1211-0329.
- SCHMINCKE H. U. (1997): *Phreatomagmatische Phasen in quartären Vulkanen der Osteifel*. Geol. Jahrb. 39:3-45
- SKALICKÝ, V. (1988): *Regionálně fytogeografické členění*. In: Hejný S. a Slavík B.: Květena ČSR I., Academia, Praha, textová část,
- SLAVÍK, B. (1988): *Regionálně fytogeografické členění*. In: Květena ČSR I., Academia, Praha, mapová příloha.
- STÁRKOVÁ, M. et al. (2011): *Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1:25 000, list 03-431 Lomnice nad Popelkou*. – MS archiv Čes. Geol. Služba. Praha.
- TASÁRYOVÁ, Z. (2013): *Vulkanity permokarbonu*. In: RAPPRIK, V. et al. *Vysvětlivky k Základní geologické mapě České republiky 1:25 000*. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-847-2.
- TOLASZ, R. et al. (2007): *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, ISBN 978-80-86690-26-1.

## Internetové zdroje

- 1) Mikroregion Kozákov. *Kozakov.cz* [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <http://kozakov.cz/mikroregion.html>
- 2) Město Semily: Město a samospráva. *Semily.cz* [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <http://www.semily.cz/mesto-a-samosprava.asp?p1=51>
- 3) Národní přírodní památka Kozákov. *Ochranaprirody.cz* [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/lokality/?idlokality=920>
- 4) Leták geoparku Český ráj. *Geopark-ceskyraj* [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: [http://www.geopark-ceskyraj.cz/files/letaky/geo\\_cz.pdf](http://www.geopark-ceskyraj.cz/files/letaky/geo_cz.pdf)
- 5) *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.2895067&y=50.5982473&z=15>
- 6) Půdní mapa 1:50 000. *Geology.cz* [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- 7) Prackov. *Lokality.geology.cz* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <http://lokality.geology.cz/3203>

## Zdroje obrázků

- Obr. 1: Okres Semily – poloha v rámci kraje. In: *Cz.wikipedia* [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Okres\\_Semily#/media/File:Okres\\_semily.PNG](https://cs.wikipedia.org/wiki/Okres_Semily#/media/File:Okres_semily.PNG)
- Obr. 2: Mikroregion Kozákov. In: *Kozakov* [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://kozakov.cz/mikroregion.html>
- Obr. 3: Mapa geoparku. In: *Geopark-ceskyraj* [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: [http://www.geopark-ceskyraj.cz/admin/mods/Mapa\\_geopark/mapa\\_geopark.jpg](http://www.geopark-ceskyraj.cz/admin/mods/Mapa_geopark/mapa_geopark.jpg)
- Obr. 4: Rozložení geomorfologických jednotek západní části Krkonošsko-jesenické soustavy. In: BÍNA J, DEMEK J. (2012): *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia. Průvodce (Academia). ISBN 978-80-200-2026-0.
- Obr. 5: Zjednodušená geologická mapa západosudetské oblasti. In: CHLUPÁČ, I. et al. (2011): *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2., opr. Praha: Academia, 2011. Neživá příroda. ISBN 978-80-200-1961-5.

- Obr. 6: *Základní geologická mapa České republiky 1:25 000* [Měřítko 1:25 000;]. [List] 03-324, Turnov. Praha: Česká geologická služba, 2013. ISBN 978-80-7075-809-0
- Obr. 7: Stratigrafické schéma karbonu a permu limnických pánví. In: CHLUPÁČ, I. et al. (2011): *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2., opr. Praha: Academia, 2011. Neživá příroda. ISBN 978-80-200-1961-5
- Obr. 8: Nákres polohy lávových proudů. In: KONEČNÝ et al., (2006): *Upper mantle xenoliths from Pliocene Kozákov volcano (NE Bohemia: P-T-fo2 and geochemical constraints*. Geol. Carpath. 57: 379-396.
- Obr. 9: Nákres do roviny rozvinuté stěny Votrubcova lomu. In: FEDIUK F., (2002): *Spodnoautunské vulkanity Kozákov*, In (ZGV v roce 2001), ročník 35, str. 27-30
- Obr. 13: *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=15.2716257&y=50.6122348&z=14&rc=9i164x10dxK0el6bIbZcg70e39g6030P&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&ri=&ri=&ri=&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&rt=&rt=&rt=&rt=&rt=](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=15.2716257&y=50.6122348&z=14&rc=9i164x10dxK0el6bIbZcg70e39g6030P&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&ri=&ri=&ri=&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&rt=&rt=&rt=&rt=&rt=)
- Obr. 14: *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=15.2617337&y=50.5909613&z=16&rc=9iVh3x-qsrfj1AVfy0EZE1flQg11fUvghnxD&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&ri=&ri=&ri=&ri=&ri=&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&mrp=%7B%22c%22%3A132%7D&rt=&rt=&rt=&rt=&rt=>

- Obr. 21: FILIPIN, M. Schéma trkače. In: *Systém naučných stezek na Kozákově v Českém ráji*. Praha, 2010. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií. Vedoucí práce Ziegler, Václav.

## Zdroje příloh

- **Příloha č. 1:**

- obr. 1: Schématické znázornění vztahu mezi kyselostí lávy a obsahem SiO<sub>2</sub>. In: *Cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1va#/media/File:Kyselost\\_hornin.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1va#/media/File:Kyselost_hornin.jpg)
- obr. 2: Bowenovo reakční schéma. In: *Gweb.cz* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: [http://www.gweb.cz/soubory/nakresy/bowenovo\\_schema.gif](http://www.gweb.cz/soubory/nakresy/bowenovo_schema.gif)
- obr. 3: Stavba Země. In: *Zstravnik.cz* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: [http://www.zstravnik.cz/e\\_prirodopis/6\\_rocnik/planeta\\_zeme.htm](http://www.zstravnik.cz/e_prirodopis/6_rocnik/planeta_zeme.htm)
- obr. 4: In: *commons.wikimedia.org* [online]. [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tectonic\\_plate\\_boundaries.png#/media/File:Okraje\\_tektonickych\\_platni.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tectonic_plate_boundaries.png#/media/File:Okraje_tektonickych_platni.png)
- obr. 5: RAPPRIICH, V. et al. (2007): *Reconstruction of eroded monogenic Strombolian cones of Miocene age: A case study on character of volcanic activity of the Jičín Volcanic Field (NE Bohemia) and subsequent erosional rates estimation*. – *J. Geosci.*, 52, 169-180.
- obr. 6-8: Erupční vývoj vulkánu Prackov. In: *Geopark-ceskyraj.cz* [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://geopark-ceskyraj.cz/?D=59>

- **Příloha č. 2:**

- Foto 1-12: fotografie pořízené autorem

- **Příloha č. 3:**

- Kopie 1: Hodnocení exkurze od Mgr. Kateřiny Zikmundové, oskenovaná kopie originální verze od Mgr. Kateřina Zikmundová

## Seznam zkratek:

**ČM** – Český masiv

**ČR** – Česká republika

**CHKO** – chráněná krajinná oblast

**J, S, V, Z** – jih, sever, východ, západ

**j., s., v., z.** - jižní, severní, východní, západní

**JV, JZ, SV, SZ** – jihovýchod, jihozápad, severovýchod, severozápad

**ju., jz., sv., sz.** – jihovýchodní, jizozápadní, severovýchodní, severozápadní

**JVP** – Jičínské vulkanické pole

**Kč** – korun českých

**Ma** – milion let

**NPP** – národní přírodní památka

**PP** – přírodní památka

**PR** – přírodní rezervace

**TAS** – Total Alkali Silica

**UNESCO** – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation

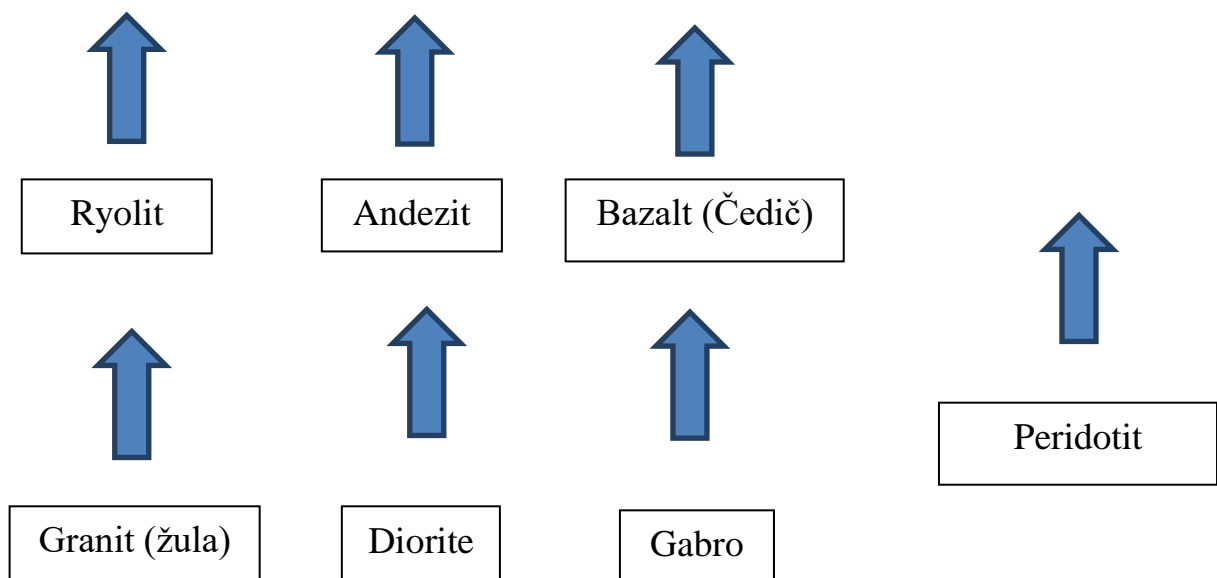
**ZŠ** – základní škola

**ŽBVK** – Železnobrodský vulkanický komplex

## Příloha č. 1 – Samostatný list



obr. 1: Schématické znázornění vztahu mezi kyselostí lávy a obsahem SiO<sub>2</sub> (Cs.wikipedia.org;2018)

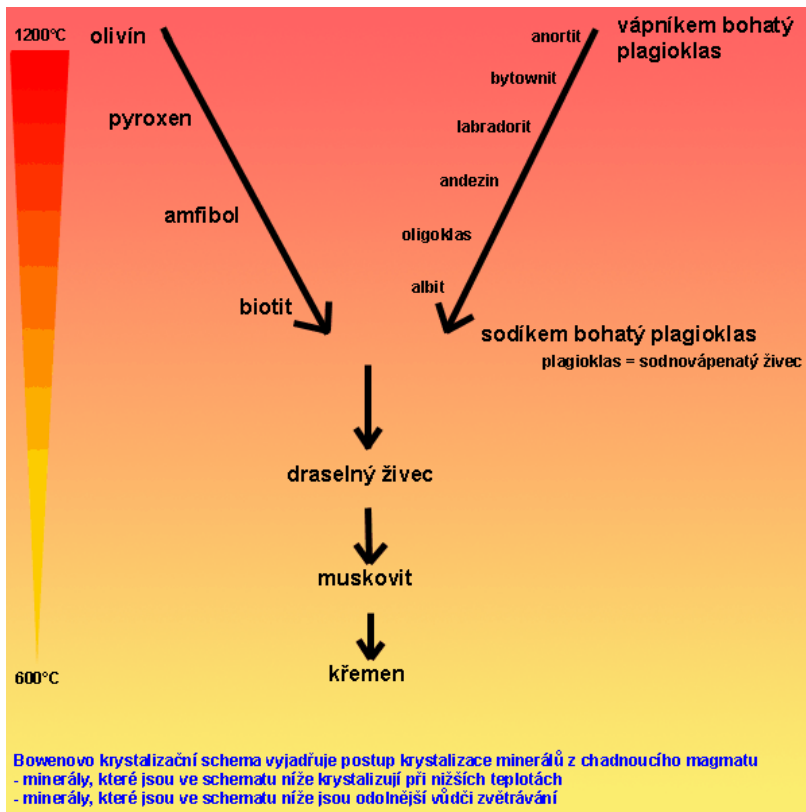


### ***Olivinický čedič:***

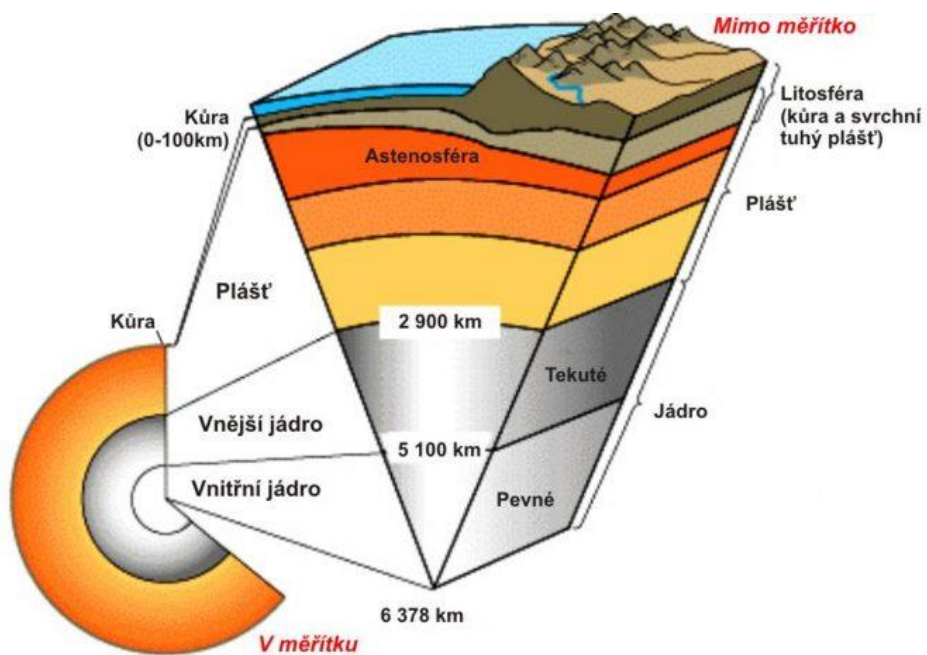
- složení: živce (plagioklas), pyroxeny, olivín, Fe-Ti oxidy, křemen
- masivní, jemnozrnný, šedočerný

### ***Xenolity:***

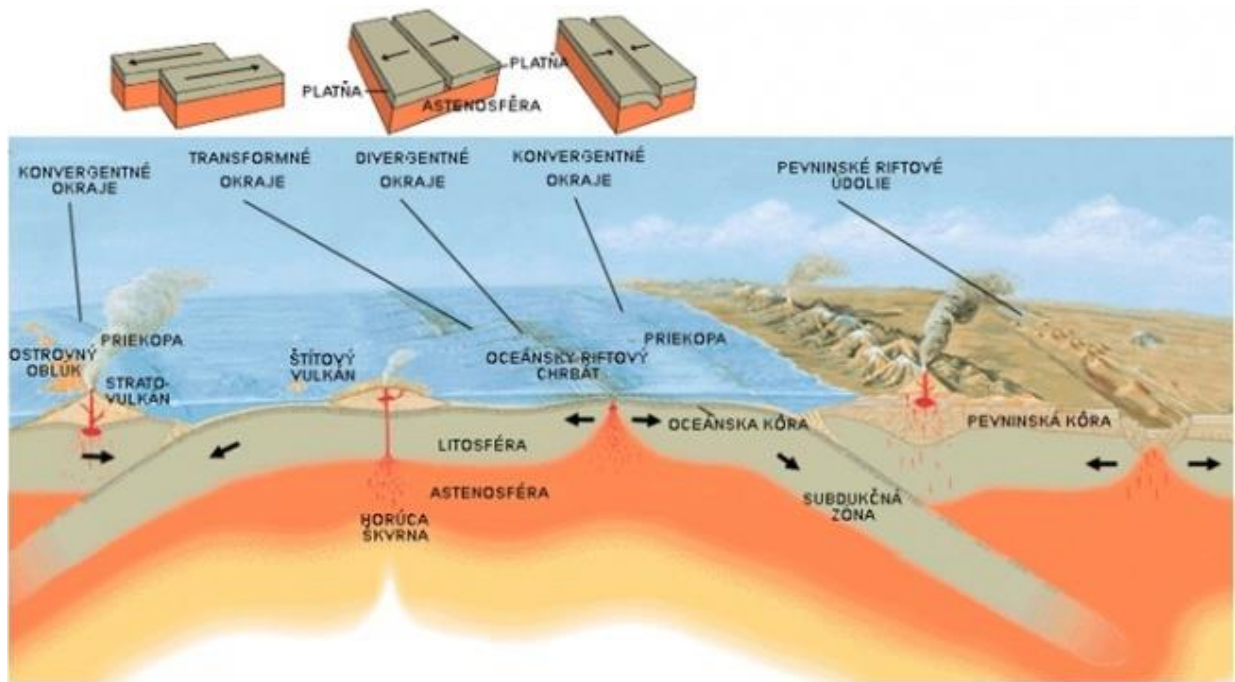
- uzavřeniny horniny zemského pláště (peridotu)
- složení: olivín, pyroxenu, amfiboly, spinel



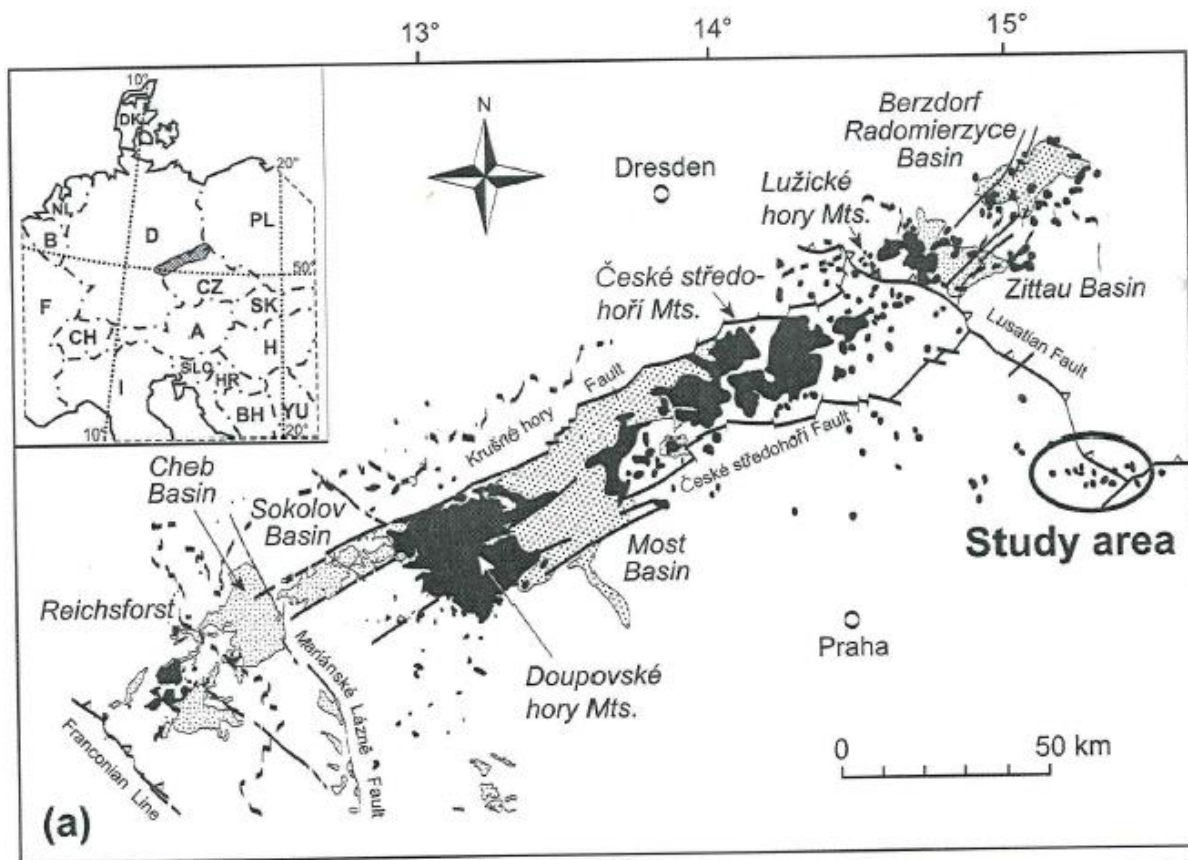
obr. 3: Bowenovo reakční schéma, (gweb.cz, 2018)



obr. 2: Stavba Země (zstravnik.cz, 2018)

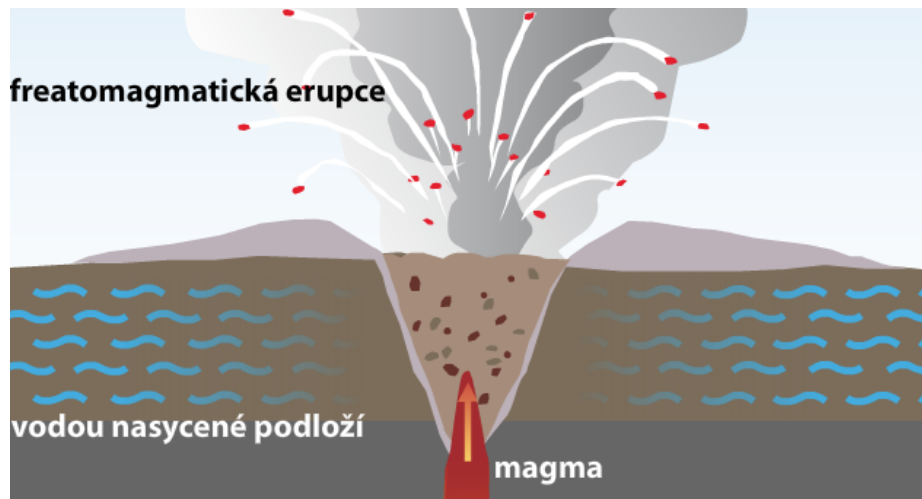


obr. 4: Znárodnění oblastí s výskytem sopečné činnosti (commons.wikimedia.org, 2018)

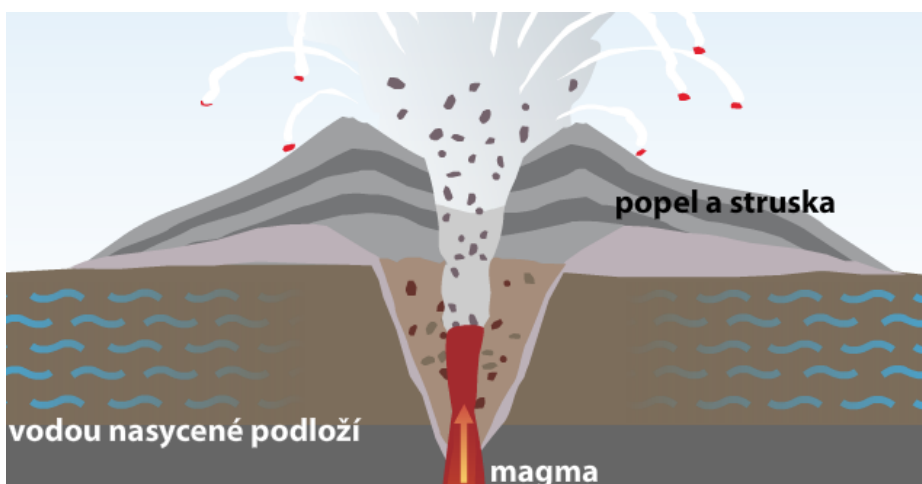


obr. 5: Nákres oblastí s třetihorní sopečnou činností, vyznačení oblasti Českého ráje (Rapprich et al., 2007)

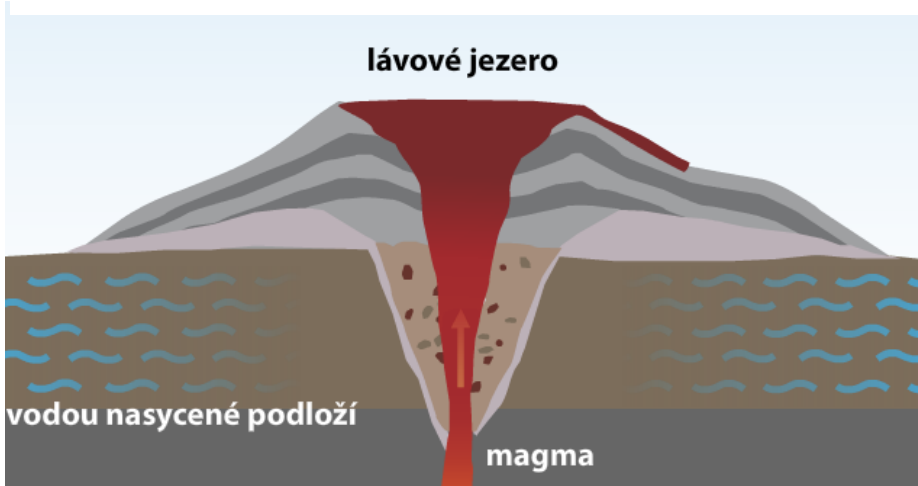




obr. 6: 1. fáze – freatomagmatická erupce při kontaktu žhavého magmatu s vodou nasyceném podložím, screenshot animace „Erupční vývoj vulkánu Prackov“ (Geopark-ceskyraj.cz,2018)



obr 7: 2. fáze – strombolská erupce, při které dochází k vyvrhování a následného ukládání sopečného popele a strusek, screenshot animace "Erupční vývoj vulkánu Prackov" (Geopark-ceskyraj.cz)



obr. 8: 3. fáze – vytvoření lávového jezera a vylití lávy do okolí, screenshot animace "Erupční vývoj vulkánu Prackov" (Geopark-ceskyraj.cz)

## Příloha č. 2 - Fotodokumentace lokalit a odebraných vzorků hornin a minerálů



Foto 1: Lom Proseč, vzorek č. 1 - Bazalt s nodulí peridotitu, (foto autor)



Foto 2: Lom Proseč, Vzorek č. 1 - Detail zelených vyrostlic olivínu a tmavých vyrostlic pyroxenu, (foto autor)



Foto 3: Jz. svah Kozákova, odkryv – lokalita č. 8, vzorek č. 2 - Jaspis (foto autor)



*Foto 4: Jz. svah Kozákova, odkryv – lokalita č. 8, vzorek č. 3 - Jaspis (foto autor)*



*Foto 5: jz. svah Kozákova, odkryv – lokalita č. 8, vzorek č. 4 - achát (foto autor)*



*Foto 6: Votrubcův lom – lokalita č.9, vzorek č. 4 - Jaspis, (foto autor)*



*Foto 7: Votrubcův lom, lokalita č. 9, vzorek č.5, Melafyr s vyvinutým krystalem křemene, (foto autor)*



*Foto 8: Votrubcův lom, lokalita č. 9, vzorek č.6, Žila křemene s přechodem do ametystu, (foto autor)*



*Foto 9: Votrubcův lom, lokalita č.9, vzorek č. 7, volná "mandle" ze zvětralého melafyru, (foto autor)*



*Foto 11: Prackovský vulkán, výchoz uložených pyroklastik (foto autor)*



*Foto 10: Jz. svah Kozákova, lokalita č. 6, sopečná puma (též bomba), (foto autor)*



*Foto 12: Bačov, odkryv lávového proudu čediče, (foto autor)*

## Příloha č. 3 – Hodnocení exkurze

### Exkurze Kozákov

Dne 23.3.2018 se žáci 9. ročníku, Mgr. Kateřina Zikmundová a autor bakalářské práce Jacob Milek zúčastnili geologické exkurze v oblasti Kozákova.

Za náročného počasí jsme navštívili lom Proseč, kde se žáci v terénu seznámili s horninou čedičem z období třetihor a v něm se nacházejícími minerály olivíny. Výklad o geologickém vývoji nejvyšší hory Českého ráje Kozákově byl velmi poutavý, odborně zpracovaný, ale přesto byl odpovídající věku žáků. Prohlídka Votrubcova lomu byla velmi poučná a zajímavá, poskytla informace o prvohorních melafyrech s ukázkami křemene, chalcedonu a jaspisu. Následovala návštěva Votrubcova muzea spolu s osobním výkladem pana majitele, 92 letého pana Josefa Votrubce, který se celý život věnoval sbírání a broušení minerálů, silně zapůsobila na žáky a mohla být inspirací pro budoucí zájem nebo volbu povolání.

Přístup studenta Jacoba Milka byl příkladný a zodpovědný. Celou exkurzi měl pečlivě promyšlenou do všech detailů. Byl schopen pohotově reagovat na zhoršené počasí a průběh akce přizpůsobit aktuálním podmínkám. Kontakt se žáky navázal velmi rychle originálním a hravým způsobem. Získal si jejich důvěru, zájem i pozornost. Průběžně fixoval poznatky žáků. Svým přístupem je motivoval k činnosti. Doplnil teoretické znalosti žáků o praktické zkušenosti i zážitky z terénu. Žáci si dle jeho vzoru vyzkoušeli vyhledávání minerálů v horninách za pomoci kladívka. Všichni přijali nové poznatky za své a s exkurzí byli nadmíru spokojeni. Žáci by podobné přírodovědné exkurze rádi absolvovali častěji. Byla to pro ně přínosná změna oproti výkladu ve třídě s použitím dostupných pomůcek.

Z mého pohledu hodnotím exkurzi jako výbornou. Hlavní podíl vidím v kvalitní přípravě studenta, v jeho znalostech, v odborném zpracování tématu a dále v jeho profesionálním přístupu k žákům. Byla jsem velmi ráda, že jsem tuto akci žákům mohla nabídnout. Naprosto doplňuje probíranou látku mineralogie a geologie pro 9. ročník základní školy. Úspěšně a plnohodnotně umožňuje aplikovat teorii v praxi.

Mgr. Kateřina Zikmundová, vyučující přírodopisu s mnohaletou prací, ZŠ, Jičín, Husova 170



*Kopie 1: Hodnocení exkurze od paní Mgr. Kateřiny Zikmundové*