

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Jan Chlupáč

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA BIOLOGIE

Geologická charakteristika vrchu  
Kozákov

Bakalářská práce

Autor: Jan Chlupáč  
Studijní program: B1501 biologie  
Studijní obor: Systematická biologie a ekologie

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Karel Šilhán, Ph.D.

**Prohlášení:**

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

V Hradci Králové dne

Jméno a Příjmení

**Poděkování:**

Děkuji doc. RNDr. Šilhánovi za podnětné rady, literaturu a připomínky poskytnuté pro práci i v průběhu konzultací při vedení bakalářské práce. Také děkuji Mgr. Bubalovi z Muzea Českého ráje za poskytnutí četné literatury na zadané téma a sdělení potřebných informací k lokalitě.

**Anotace:**

Chlupáč, J. Geologická charakteristika vrchu Kozákov. Hradec Králové. 2016. 59 s.  
Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové. Vedoucí  
bakalářské práce doc. RNDr. Karel Šilhán Ph.D

Bakalářská práce popisuje především geologické charakteristiky v oblasti hory Kozákov. První část je literární rešerše shrnující současné poznatky o vzniku a vývoji hory v období permokarbonu, terciéru a popis výskytu hornin a minerálů v dané oblasti. V druhé části jsou prezentovány experimentální výsledky terénního průzkumu lokality Votrubcova lomu, pískovcových skal, Smrčského lomu. Studované lokality mají dosti rozdílnou petrografickou charakteristiku i z hlediska mineralogie. Dominují vyvřelé horniny jako melafyr, čedič a usazené horniny jako pískovec. Velké naleziště skalních útvarů jako skalní převisy, pece a věže.

**Klíčová slova:**

NPP Kozákov, olivín, melafyr, Votrubcův lom, Měsíční údolí.

**Annotation:**

Chlupáč, J. Geological characteristics of the Kozákov hill. Hradec Králové. 2016. 59 p  
Bachelor thesis. Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis supervisor doc.  
RNDr. Karel Šilhán Ph.D

Bachelor thesis describes especially geological characteristics of the Kozákov hill. The first part is the literature review summarizes the current knowledge about the origin and evolution of the mountain during the permocarbon, tertiary and description of the occurrence of rocks and minerals in the area. The second section presents the experimental results of field research sites Votrubec quarry, sandstones rocks, Smrčí quarry. Sites studied are quite different petrographic characteristics and in terms of mineralogy. Dominate igneous rocks such as melaphyres, basalt and sedimentary rocks like sandstone. Location to see rocks formation like overhangs, ovens and rock towers.

**Keywords:**

NNM (National nature monument) Kozákov, olivine, melaphyre, Votrubec quarry, Lunar valley.

## Obsah

Prohlášení: .....	2
Poděkování: .....	3
Anotace: .....	4
Klíčová slova: .....	4
Annotation: .....	4
Keywords: .....	4
Obsah.....	5
1 Úvod .....	8
2 Vymezení lokality .....	10
2.1 Geologická a obecná charakteristika Kozákova.....	11
2.1.1 Pozice v geomorfologickém členění (Obrázek 4) .....	13
2.2 Předchozí výzkumy .....	14
2.3 Vývoj reliéfu.....	14
3 Metodika .....	16
4 Obecná charakteristika hornin v dané oblasti a vzdálenějším okolí .....	17
4.1.1 Olivinický bazalt až bazaltický andezit - lokalita č. 1 .....	17
4.1.2 Bazanit - lokalita č. 2.....	18
4.1.3 Hnědočervené jílovce, prachovce s polohami pískovců, místy vápnité - lokalita č. 3	18
4.1.4 Kamenitohlinité až hlinitokamenité sediment - lokalita č. 4 .....	19
4.1.5 Jílovce a prachovce, uhelnaté prachovce, písky, pískovce, slepence - lokalita č. 5	19
4.1.6 Metabazit (zelená břidlice) - lokalita č. 6 .....	19
4.1.7 Fylonitizovaný alkalicko živcový metagranit - lokalita č. 7.....	19
4.1.8 Sericitický fylit - lokalita č. 8 .....	20
4.1.9 Polymiktní slepence a brekcie - lokalita č. 9 .....	20
4.1.10 Fluviální písky až štěrky - lokalita č. 10.....	20
4.1.11 Krystalický vápenec až krystalický dolomitický vápenec - lokalita č. 11 .....	21
4.1.12 Střídání zelených břidlic a keratofyrů - lokalita č. 12 .....	21
4.1.13 Hrubě zrnitá pyroklastika strombolských erupcí alkalických bazaltoidů - lokalita č 13	21
4.1.14 Mladopaleozoické pánve lugické oblasti .....	22

4.1.15	Podkrkonošská pánev.....	22
4.1.16	Mnichovohradištská pánev .....	22
5	Vůdčí horniny a minerály v oblasti NPP Kozákov.....	24
5.1	Horniny .....	24
5.1.1	Melafyr .....	24
5.1.2	Bazalt (Čedič).....	25
5.1.3	Pískovec.....	27
5.2	Minerály (na J (JZ) svahu Kozákova) .....	28
5.2.1	Jaspis (Obrázek 11).....	28
5.2.2	Achát (Obrázek 12).....	28
5.2.3	Ametyst (Obrázek 13).....	29
5.2.4	Záhněda.....	29
5.2.5	Citrín .....	29
5.2.6	Chalcedon.....	30
5.2.7	Ametrín (Obrázek 16).....	30
5.2.8	Hyalit .....	30
5.2.9	Kalcit.....	30
5.2.10	Mordenit (Obrázek 17).....	31
5.2.11	Heulandit (Obrázek 18) .....	31
5.2.12	Další minerály .....	32
5.2.13	Karneol (Obrázek 19).....	32
5.2.14	Analcim (Obrázek 20) .....	32
5.2.15	Apofylit .....	32
5.2.16	Chabazit (Obrázek 21) .....	32
5.2.17	Goethit (Obrázek 22).....	33
5.3	Minerály (na S svahu Kozákova) .....	33
5.3.1	Natrolit (Obrázek 23).....	33
5.3.2	Olivín.....	34
5.3.3	Tachylit .....	34
5.3.4	Chromdiopsid .....	34
6	Vybrané zájmové lokality.....	35
6.1	Pískovcové skály a Měsíční údolí .....	35

6.2	Skalní útvary .....	37
6.3	Prackovský vulkán:.....	44
7	Terénní dokumentace geologických odkryvů .....	46
7.1	Odryv č. 1.....	46
7.2	Okryv č. 2 .....	48
7.3	Odryv č. 3.....	50
8	Závěr.....	53
9	Literatura.....	54
	Seznam Obrázků a tabulek .....	57



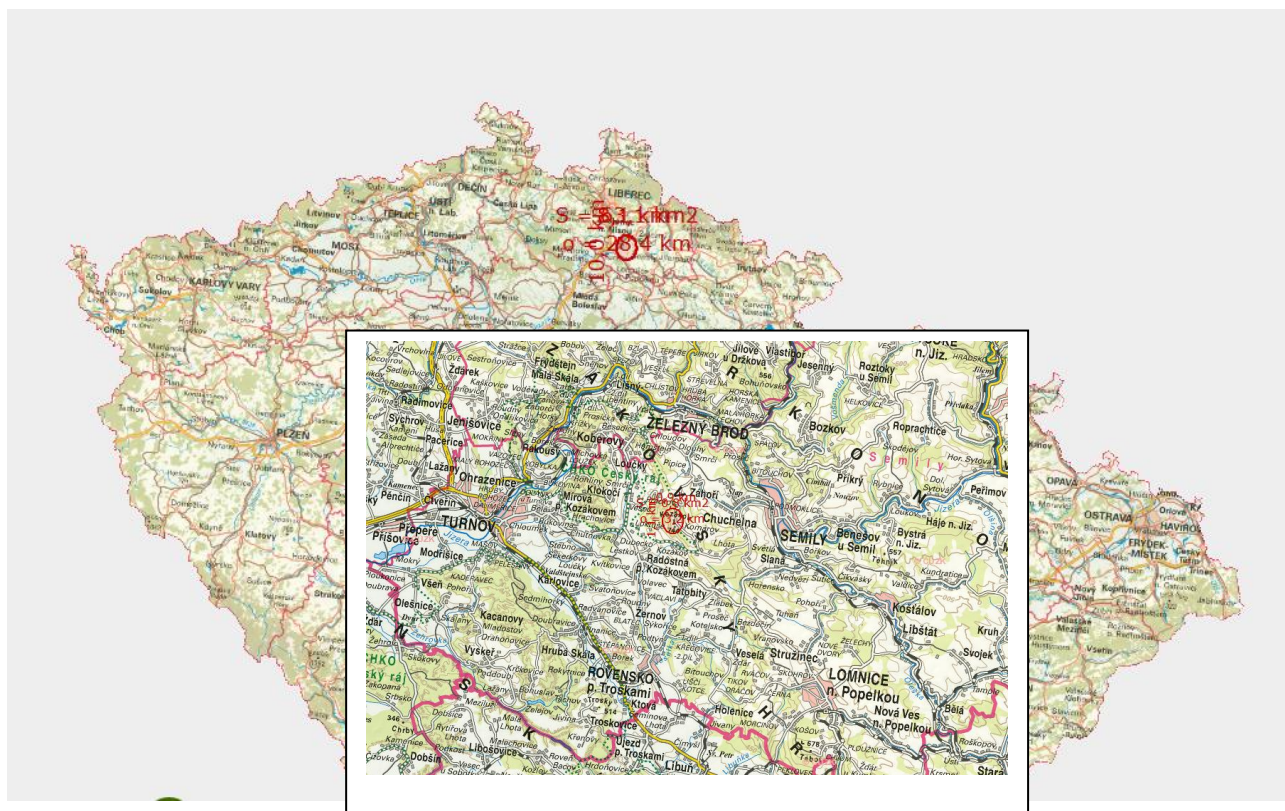
## 1 Úvod

Bakalářská práce na téma „Geologická charakteristika vrchu Kozákov“ byla zadána Přírodovědeckou fakultou univerzity Hradec Králové. Úkolem práce bylo provést literární rešerši zaměřenou na horniny vyskytující se v NPP Kozákov a jeho okolí.

První část práce je zaměřena na období, během kterých vznikaly jednotlivé horniny.

Druhá část mojí práce je také praktická dokumentace geologických odkryvů v dané lokalitě a jejím okolí. Jedná se o čedičový, melafyrový lom vzniklé lidskou činností a také pískovcové výchozy, pískovcové skalní stěny, útvary, vytvořené přírodními jevy. Využil jsem lom na Proseči, kde probíhá těžba kvalitního čediče a pískovcové výchozy, nacházející se v Měsíčním údolí. Ke všemu mám fotodokumentaci pro lepší přiblížení situace. Moje práce celkově shrnuje území Kozákova z geologické stránky. Je to rešerše, ve které jsou seskupeny všechny dostupné informace z výzkumů Kozákova.

K teoretické části jsem použil odbornou i regionální literaturu. Asi nejvíce podkladů mi poskytlo muzeum Českého ráje v Turnově v sekci geologie. Byly to především vědecké články a úryvky z knih o studované oblasti. Nejvíce informací jsem získal z článků v časopise Tomáše Řídkošila a článků, knih Vladislava Rappricha [Rapprich, 2012], Marcely Stárkové [Stárková, 2011], která spolupracovala na některých dílech s Rapprichem a Řídkošilem. Dále jsem čerpal z obecných knih o vývoji České země například I. Chlupáč, J. Demek [Chlupáč, 2002, **Chyba! Záložka není definována.**], [Demek, 1987]. A samozřejmě i odborné články v anglickém jazyce od L. Ackermana a P. Konečného [Ackerman, 2007], [Konečný, 2006]. V neposlední řadě jsem použil bakalářské a diplomové práce studentů Univerzity Karlovy, Masarykovy a Hradce Králové [Hercoková, 1992], [Černá, 2010], [Černý, 2009].



Obrázek 1 - lokalizace dané oblasti v rámci celé ČR, čísla na mapě jsou orientační, jde jen o upřesnění polohy (<http://ags.cuzk.cz/dmr/>), 1:100000



(*Pinus sylvestris*) je patrná na písčitých a neúrodných půdách, ale objevují se ve větším množství i smrkové monokultury. Nejsou zde jen jehličnany, ale objevují se i listnaté porosty na bohatších půdách. Například buk lesní (*Fagus sylvatica*), dub letní (*Quercus robur*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*). Co se týče živočichů, vyskytují se občasné vzácné druhy ptactva například Výr velký (*Bubo bubo*), Hýl obecný (*Pyrrhula pyrrhula*), Králíček obecný (*Regulus regulus*), Linduška lesní (*Anthus trivialis*), Sýkora uhelníček (*Parus ater*), Krkavec velký (*Corvus corax*), Poštołka obecná (*Falco tinnunculus*) [http://www.cesky-raj.cz/.]

Vrchol pokrývají eutrofní kambizemě, jihozápadní svah písčité kambizemě (chudé na živiny), na skalních okrajích též rankery. Řeky zde neproudí, pouze spodní vody a malé prameny, které zásobují vesnice v okolí. Největší pramen je Radostná studánka asi 1 km pod vrcholem Kozákova. Malý pramen v okolí Radostné vyvěrá ve Votrubcově lomu. Jediná velká řeka je Jizera, jenž pramení v Jizerských horách, teče přes Semily a Železný Brod, poté se vlévá se do Labe jako pravostranný přítok. Potok je od Kozákova také vzdálen a sice v obci Chuchelna teče Chuchelský potok, který se vlévá do Jizery v Semilech [http://cesky-raj-klenot-nasi-vlasti.webnode.cz]. Podnebí je chladné viz (Tabulka 2) [Quitt, 1971].

**Tabulka 1 - Klima Kozákova a okolí, dle (Quitta 1971)**

Podnebí	Chladné
Počet letních dní	10-30
Počet dní s teplotou alespoň 10°C	120-140
Počet mrazových dní	140-160
Počet ledových dní	50-60
Průměrná teplota v lednu	-3-(-4)°C
Průměrná teplota v dubnu	4-6 °C
Průměrná teplota v červenci	15-16 °C
Pr. t. v říjnu	6-7 °C
Počet dnů se srážkami alespoň 1 mm	120-130
Srážkový úhrn ve vegetačním období	500-600 mm
Srážkový úhrn v zimním období	350-400 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	100-120
Počet jasných dní	150-160
Počet zatažených dní	50-60

## 2.1 Geologická a obecná charakteristika Kozákova

Studované horniny se nacházejí v Libereckém kraji, konkrétně v okrese Semily, případně Jablonec nad Nisou. Vrch Kozákov je součástí geomorfologického celku Ještědsko-kozákovský hřbet, jehož nejvyšším vrcholem je Ještěd (1012 m n. m.) [Demek, 1988]. Na geologické stavbě se podílejí horniny tří útvarů: Permu, křídly a neogénu [Plán péče o NPP Kozákov, 2012]. Těleso je tvořeno výlevy olivinického bazaltu a melafyru doprovázeného melafyrovým tufem. V jejich podloží vystupují sedimenty permu (spodní červená jalovina). Kozákovský melafyr je spodnopermského stáří a je odkryt v několika

lomech [Hercoková, 1992]. Melafyr petrograficky patří k latiandezitům až andezitům [Pp o NPP,2012].

Okolí hory je významným nalezištěm drahých kamenů. Největší rozsah těžby byl orientován na západním úbočí hory Kozákova. Drahé kameny se těžily hlavně z aluvií potoků, k nim přilehlých sutí a erozních zářezů. Výjimkou byl olivín, který musel být těžen přímo z matečné horniny, protože v sekundárních sedimentech je klenotnický nezpracovatelný. Kozákovský olivín není vhodný na klenotnické využití, protože jako polodrahokam chryzolit je zatížen uzavřeninami železných rud, který tento minerál znehodnocují [Šimák, 1930-31]. Olivín se nacházel na Kozákově za císaře Rudolfa II a využíval se ke šperkařskému využití. Výskyt drahých kamenů je zde vázán na bazaltoidní horniny permského a terciárního stáří. Jedná se převážně o jemnozrnné horniny s masivní či mandlovcovitou texturou. Výplně puklin a dutin tvoří odrůdy zeolitů, chloritů, kalcitů. Jaspisy jsou zde nejhojnější. Dále pak acháty, chalcedony a další. Nachází se v podobě červenohnědých, žlutých, zelených žil. Velice ceněná je zelená odrůda jaspisu s červenými skvrnami označovaná jako heliotrop [Řídkošil, 2004].

Asi nejznámější část Kozákova je JZ, kde se nachází Votrubicův lom (Obrázek 3). Založil ho 1920 Vincenc Votrubec a zdědil ho později jeho syn, který ho drží ve vlastnictví dodnes. Leží v nadmořské výšce 576 m. Ve třicátých letech se roční těžba pohybovala okolo 20 tis. tun kamene, který byl používán při stavbě silnic. Poslední odstřel byl uskutečněn 1968 [Pauliš, 2000], [Řídkošil, 1995]. Hora Kozákov byla známá už ve středověku pravděpodobně z doby císaře Rudolfa II, protože při těžbě ve Votrubicově lomu byla nalezena kutací šachta [Pauliš, 2000].



Obrázek 3 - Pohled na Votrubicův lom (foto J. Chlupáč, 2017).

Tabulka 2 - Tabulka jednotlivých období vzniku hornin na daném území.

Jednotlivé éry	Periody	Doba trvání	Vznik hornin
<b>Prvohory</b> (Paleozoikum) 541 - 252 mil. let	<b>Kambrium</b>	<b>541 - 485 mil.</b>	
	Ordovik	485 - 443 mil.	
	Silur	443 - 419 mil.	
	<b>Devon</b>	<b>419 - 358 mil.</b>	<b>Metabazit, sericitický fylit, krystalické vápence</b>
	<b>Karbon</b>	<b>358 - 298 mil.</b>	
	<b>Perm</b>	<b>298 - 252 mil.</b>	
		<b>polymiktní slepence a brekcie</b>	
			<b>Hnědočervené jílovce, prachovce s polohami pískovců, místy vápnité</b>
<b>Druhhory</b> (Mezozoikum) 252 - 66 mil. let	Trias	252 - 201 mil.	
	Jura	201 - 145 mil.	
	<b>Křída</b>	<b>145 - 66 mil.</b>	<b>Pískovec, prachovec, jílovec</b>
<b>Třetihory</b> (Terciér) 66 - 2,5 mil. let	Paleogén	66 - 23 mil.	
	<b>Neogén</b>	<b>23 - 2,5 mil.</b>	<b>Hrubě zrnitá pyroklastika strombolských erupcí alkalických bazaltoidů</b>
<b>Čtvrtohory</b> (Kvartér) 2,5 mil. - nyní	Pleistocén	2,5 - 0,126 mil.	<b>Kamenitohlinité až hlinitokamenité sedimenty, fluviální písky a štěrky</b>
	Holocén	0,126 - nyní	

### 2.1.1 Pozice v geomorfologickém členění (Obrázek 4)

1. Krkonoško-jizerské krystalinikum, Podkrkonošský perm
2. Celek: Ještědsko-kozákovský hřbet
3. Podcelek: Kozákovský hřbet
4. Okrsek: Komárovský hřbet
5. Podokrsek: Žlábecký hřbet [Demek,1987].



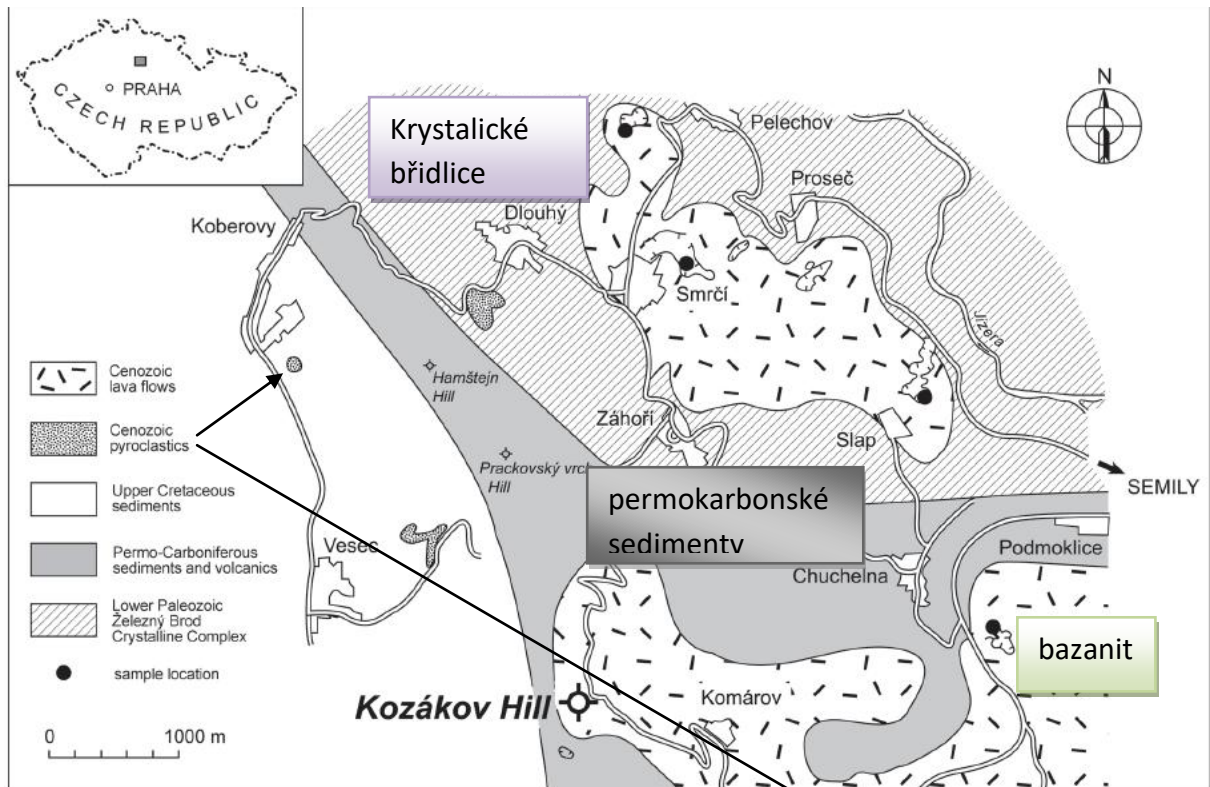
Obrázek 4 - mapa s geomorfologickým členěním (Ještědsko-kozákovský hřbet a jeho podjednotky) 1:10 000, (<http://geoportal.cuzk.cz/Geoprohlizec/>)

## 2.2 Předchozí výzkumy

Geologická stavba Kozákova je výsledkem vývoje, který probíhal miliony let. První člověk, který se na tuto oblast zaměřil byl Pacák (1947, 1952 a 1959) a uskutečnil základní popis bazaltických hornin. Kopecký (1968) psal diplomovou práci a zabýval se v ní umístěním bazaltových láv na Kozákově. První silikátové analýzy kenozoického vulkanizmu severovýchodní oblasti uskutečnil Shrbený (1992) a komplexní petrologickou studii poskytla Vaněčková et al. (1993). Dvě radiometrické datování přinesli Lustrino and Wilson (2007). Cajz et al. (2009) navrhl litostratigrafii neovulkanitů východočeské oblasti. Řídkošil psal články do krkonošsko-jizerského časopisu o obecném geologickém vývoji Kozákova, tercierní vulkány a dále se zabýval minerály, které se objevily ve Votrubcově lomu a okolí Rapprich (2007) zdokumentoval pleistocenní toky láv a Prachovský vulkán. Také spolupracoval s T. Řídkošilem a je spoluautor některých odborných článků [Černá, 2010].

## 2.3 Vývoj reliéfu

Říční štěrky pod distálními částmi kozákovských láv (Obrázek 5) jsou důkazem, že lávy vyplňovaly údolí Jizery. Dnes viditelné partie láv tvoří hřbety a tekly severovýchodně, kde je vytvořeno široké, hluboké údolí podél lužické poruchy, což neodpovídá dnešní geomorfologii. Předpokládá se, že se lávy vylévaly do jiné paleotopografie s pozdějším utvářením deprese podél lužického zlomu. Tento pozvolný výzdvih masivu s kozákovskými lávami podél tohoto zlomového systému musel nastat později [Rapprich, 2007], [Černá, 2010].



Obrázek 5 - tok lávy z Kozákova (Konečný, 2006).

kenozoická pyroklastika



### 3 Metodika

Používaná metodika se skládá ze dvou jednotlivých etap. První je teoretická část, kde se zaměřuji na obecnou charakteristiku a vymezení oblasti, popis jednotlivých zájmových lokalit jako je Měsíční údolí, kde je pestré množství skalních útvarů, které jsem popisoval a fotodokumentoval.

Všechny fotografie, které jsem pořídil jsou zdrojem z mobilního telefonu Samsung Galaxy s7, který má vysoké rozlišení.

Melafyrový lom, kde jsem se snažil vyjmenovat a popsat minerály, které se v této oblasti vyskytují nebo dříve vyskytly.

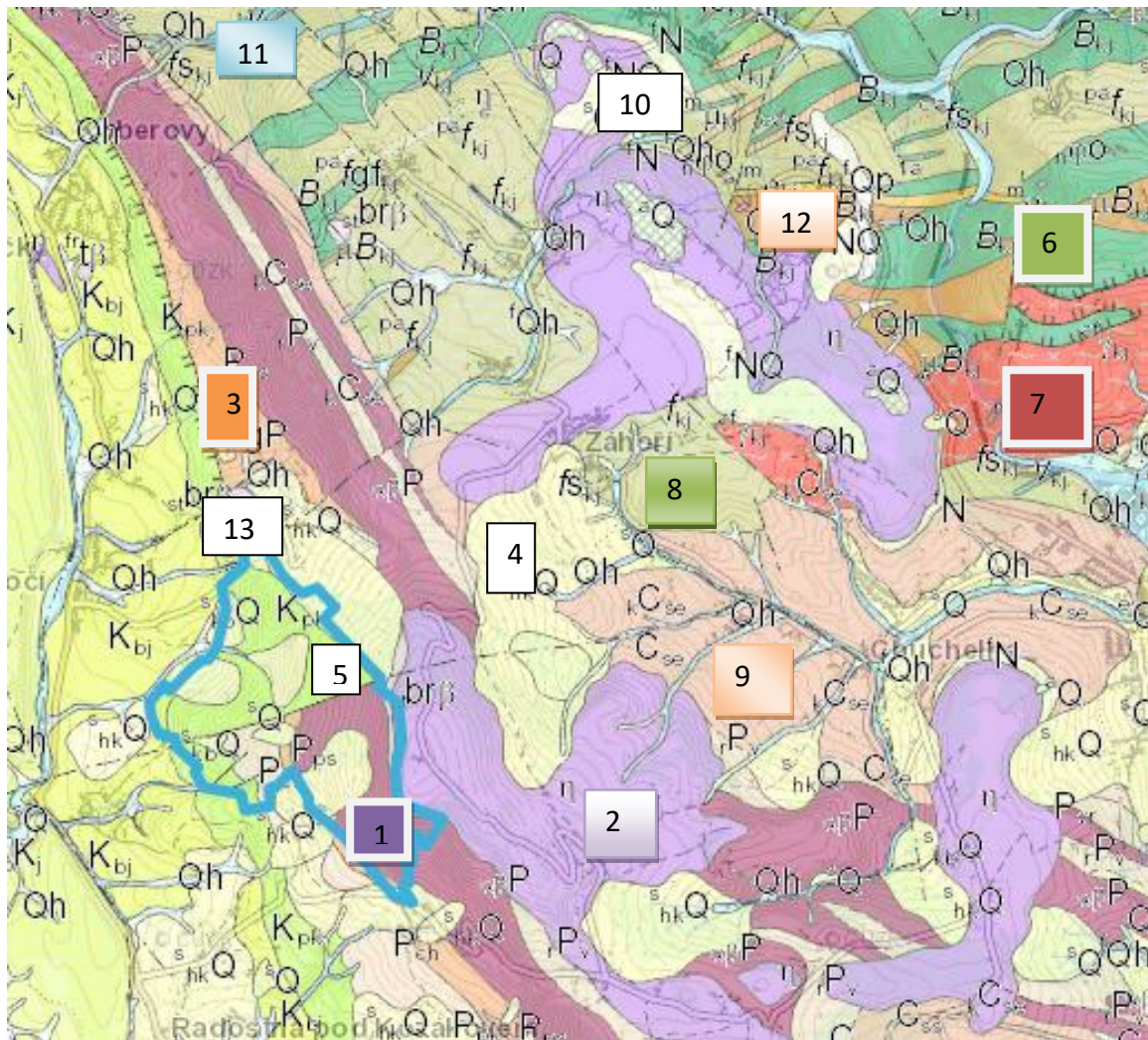
Prackovský vulkán, kde jsem pouze popsal pravděpodobný vznik, strukturu uloženin, stáří, tvar vyhaslé sopky.

Charakteristika vŕdčích hornin a minerálů v oblasti i okolí, kde jsem se zaměřil na popis jednotlivých minerálů. Minerálů je k nalezení celá řada. Nejvíce se nacházejí odrůdy křemene (achát, ametyst). Popisoval jsem barvu, případné variety, naleziště jednotlivých minerálů. Většinou se nacházejí ve Votrubcově lomu.

Všechny informace jsem zapsal formou rešerše. Lokality jsem několikrát prošel a případně nafotil vše potřebné. Na teoretickou část jsem použil mnoho pramenů literatury. Čerpal jsem z časopisu Krkonoše - jizerské hory, kde jsou popsány kozákovské polodrahokamy a také geologický vývoj Kozákova [Řídkošil, 2005]. Pro obecné geologické prvky jsem použil monografie od [Demek, 1988] a [Chlupáč, 2002].

Druhou etapou je praktická část práce. Mapoval jsem geologické odkryvy přírodní i uměle vytvořené (těžba). K tomu jsem využil čedičový lom na Proseči, Votrubcův lom na Kozákově a pískovcové výchozy ve skalním městě. Postupoval jsem bod po bodu, dle instrukcí, které jsem si přečetl v literatuře od [Řehoře, 1999]. Zapsal jsem si nejprve souřadnice a polohu odkryvu, geografickou polohu. Zaměřil jsem se na charakter odkryvu, rozměry odhadem, znečištění pokud bylo, jakost horniny, svahové uloženiny, pokryvné útvary, zvětralinový plášť. Dále příslušnost k většímu geologickému celku a doba vzniku. Zabýval jsem se makroskopickými prvky jako je barva, textura, čerstvost horniny a mikroskopickými prvky pod lupou jako je mineralogické složení. Mezi poslední body patřila tektonika a hydrogeologické poznámky. Všechny zkoumané oblasti jsem zdokumentoval fotografiemi, které jsou vloženy v textu. Čerpal jsem z geologických map, určené pro určování charakteru hornin. Nejvíce mi posloužila geologická mapa z ([mapy.geology.cz](http://mapy.geology.cz)) 1:25000, odkud jsem vkládal i výstřižky map. Dále potom mapy z (<http://ags.cuzk.cz>), kde je možné nastavit model mapy v 3D.

#### 4 Obecná charakteristika hornin v dané oblasti a vzdálenějším okolí



Obrázek 6 - Mapa slouží pro obecnou charakteristiku jednotlivých období a hornin. (mapy.geology.cz 1:25 000).

Legenda: Barvy a písmena (zkratky) označují v mapě jednotlivé horniny. Čísla v mapě označují popisované horniny. Lokalita NPP Kozákov je označena modrou linií.

Jednotlivé typy hornin mají svojí barvu a na mapě jsem je označil číslicí (Obrázek 6). V dané oblasti je pestrá skladba hornin a doby jejich vzniku. V takto malém okruhu se vyskytují různé horniny například cenomanské, křídové pískovce, latiandezity, bazanity, fylity, vápence s rozdílnými dobami vzniku (paleozoikum, mezozoikum, terciér, kvartér) (Tabulka 2).

##### 4.1.1 Olivinický bazalt až bazaltický andezit - lokalita č. 1

Oblast: Lugické mladší paleozoikum

Region: Podkrkonošská a vnitrosudetská pánev

Stáří: Perm (298 - 252 mil. let)

Tvoří sz.-jv. pruh Malá Skála – Libentiny – Koberovy – Kozákov – Tatobity, ve formě sukcese lávových proudů dosahující mocnosti až 100 m. Efuzivní bazalty a bazaltické andezity z pohledu nízké viskozity mafických magmat vytvářejí lávové proudy v prvních metrech. V oblasti mezi Malou Skálou a Hamštejnským vrchem jsou od sebe odděleny dvě výlevné sekvence polohami prachovců a konglomerátů vrchlabského souvrství [Stárková, 2011]. Sekvence sedmi lávových proudů je odkryta ve Votrubicovém lomu [Fediuk 2002]. Ve spodní části profilu se mezi jednotlivými lávovými proudy nacházejí polohy hyaloklastitových uloženin, které svědčí o uložení některých lávových proudů do vodního prostředí. Jedná se o tmavě šedé až nafialovělé, jemnozrné, porfyrické vezikulární horniny. Amygdaly jsou často vyplněny druhotnými minerály jako je kalcit, achát, chalcedon). Mikroskopicky se vyznačují intersertální texturou s převahou vyrostlic lištových plagioklasů (andezit) nad klinopyroxenem (augitem), olivínem, často serepentizovaným. Výjimečně se vyskytuje apatit. Bazaltové a bazaltoandezitové lávy jsou součástí nejvyšší části vrchlabského a nejnižší části prosečenského souvrství podkrkonošské pánve.

#### **4.1.2 Bazanit - lokalita č. 2**

Oblast: rozptýlené alkalické vulkanity

Stáří: Neogén (23 - 2,5 mil. let)

Nejvýznamnějším výskytem je lávový proud Kozákova, který byl rozdělen do třech velkých a dvou malých reliktů pomocí eroze. Od vrcholu Kozákova je možné sledovat lávový proud, protože je zde předpoklad zdroje. Délka lávového proudu se pohybuje dle výzkumu kolem 12 km. Láva tekla nejprve po struskových uloženinách strombolských erupcí, které výlev doprovázely. V oblasti prvních metrů, kde stékala láva po svazích dosahuje malé mocnosti. V prostoru Paleojizery, kde pravděpodobně vyplňuje údolí dosahuje mocnosti až 40 m. Tvořili se také tzv. "bezkořenné krátery", které vznikly překrytí vodou nasycených sedimentů. Docházelo také k tvorbě hyaloklastitů (ulomky skla), které se vyskytují při bázi proudu. V okolí Smrčí a Proseče jsou na lávě uložené srchnopliocenní až pleistocenní fluviální sedimenty [Stárková, 2011]. V bazanitové lávě se i mimo jiné vyskytují xenolity hornblenditů, pyroxenitů, gabroidních a granitoidních hornin, metapetitů a sedimentů [Fediuk, 2002]. V bazaltu jako hornině se vyskytují vyrostlice olivínu. Centrální část lávy je vykrytalizovaná s lištami plagioklasu a výrazným méně hojným anhedrálním nefelínem. Při bázi lávy v blízkosti bezkořenných kráterů převládá kromě olivínu a klinopyroxenu i sopečné sklo (Tachylit) [Stárková, 2011], [Ackerman, 2007].

#### **4.1.3 Hnědočervené jílovce, prachovce s polohami pískovců, místy vápnité - lokalita č. 3**

Oblast: lugické mladší paleozoikum

Region: podkrkonošská, vnitrosudetská a mnichovohradišťská pánev.

Stáří: Perm (298 - 252 mil. let)

V okolí obce Žlábek pod Kozákovem z JV strany a také nad vesnicí Prackov se nachází ryolitový ignimbrit. Desky ignimbritu dosahují mocnosti až 80 m. Do prvních deseti metrů je ignimbrit zasažen hematitizací kvůli kontaktu s podložím. Makroskopicky to jsou horniny hnědočervené, skvrnitě s patrnými zrny křemene. Mikroskopicky jsou ignimbrity tvořeny vyrostlicemi křemene, živce, plagioklasu a

biotitu. Textura je fluidální. Jsou součástí chotěvického a prosečenského souvrství podkrkonošské pánve. Jsou mladší než olivinické bazalty až bazaltické andezity [Stárková, 2011].

#### **4.1.4 Kamenitohlinité až hlinitokamenité sediment - lokalita č. 4**

Oblast: kvartér extraglaciálních oblastí

Stáří: Kvartér (2,5 mil.)

#### **4.1.5 Jílovce a prachovce, uhelnaté prachovce, písky, pískovce, slepence - lokalita č. 5**

Oblast: Česká křídová pánev

Stáří: Křída (145 - 66 mil. let)

Stáří-stupeň: Cenoman

Tyto horniny jsou součástí Perucko-korycanského souvrství. Geologicky je významná lokalita jsou Koberovy a Prackov. Zde se stáčí JJV směrem ke Kozákovu. Místa jsou horniny na lužické poruše silně tektonicky rozpukány. V této lokalitě je skalní město zvané Měsíční údolí, kde jsou desky pískovců šikmo ukloněny. Jde o vzácný geologický úkaz, téměř jediný v republice. V jednom místě se tektonicky stýkají s permokarbonským olivinickým bazaltem až bazaltickým andezitem a sice od vesnice Podzámčí až po Koberovy. Od Koberov po Smrčí se zase stýká s permskými usazeninami prosečenského souvrství. Na Drábovně se pískovce perucko-korycanského souvrství tektonicky stýkají s permskými sedimenty prosečenského a chotěvického souvrství a s permokarbonským melafyrem [Stárková, Rapprich, 2011].

#### **4.1.6 Metabazit (zelená břidlice) - lokalita č. 6**

Oblast: Lugikum

Region: krkonošsko-jizerské krystalinikum

Stáří: Devon (419 - 358 mil. let)

Jedná se o metamorfované horniny šedozeleného zbarvení. Textura plošně paralelní [[http://atlas.horniny.sci.muni.cz/metamorfovane/zelen\\_bridl.html](http://atlas.horniny.sci.muni.cz/metamorfovane/zelen_bridl.html)]

#### **4.1.7 Fylonitizovaný alkalicko živcový metagranit - lokalita č. 7**

Oblast: Lugikum

Region: Krkonošsko-jizerské krystalinikum

Stáří: Kambrium (541 - 485 mil. let)

Výskyt této horniny je v údolí řeky Jizery u Semil a Bítouchova z nichž vyniká nejvíce Krkavčí skála, která je na levém svahu Jizery. Na pravém svahu je tzv. Böhmová vyhlídka, za kterou se stýkají horniny železnobrodského vulkanického komplexu a fylonitizované alkalicko živcový metagranit.

#### 4.1.8 Sericitický fylit - lokalita č. 8

Oblast: Lugikum

Region: Krkonošsko-jizerské krystalinikum

Stáří: Devon (419 - 358 mil. let)

Vzniká zpevněním slínitých nebo jílovitých hornin. Jsou nápadné lupenitou, deskovitou dělitelností (břidličnatost). Štípání fylitu vzniká postranním tlakem, který měl účinek při zpevňování usazenin. Nejčastěji působil šikmo k původní vrstevnici [Tuček, 1967].



Obrázek 7 - výchoz zvrásněných sericitických fylitů mezi Železným Brodem a Malou Skálou (foto, R. Grygar).

#### 4.1.9 Polymiktní slepence a brekcie - lokalita č. 9

Oblast: Lugické mladší paleozoikum

Region: Podkrkonošská a vnitrosudetská pánev

Stáří: Karbon (358 - 298 mil. let)

Brekcie je zpevněný sediment s ostrohrannými úlomky. Barva je podmíněna typem horniny ve valounech. Struktura brekciová, psefitická a textura deskovitá, lavicovitá. Brekcii mohou tvořit horniny křemité [<http://atlas.horniny.sci.muni.cz/sedimentarni/brekcie.html>].

#### 4.1.10 Fluviální písky až štěrky - lokalita č. 10

Oblast: relikty sladkovodního neogénu

Stáří: Kvartér (2,5 mil.)

Byly ověřeny na několika lokalitách. V oblasti Pelechov, Smrčí a Proseč. V jejich podloží je výskyt šedých až šedohnědých fylitů. Nejnižší báze byla ověřena vsv. od Smrčí. Pod 34,4 m mocnou polohou bazanitu a podložních hyaloklastitů leží šedé, jemně až hrubě zrnité jílovité písky s 20 cm mocnou polohou šedého jílu s valounky křemene. V

hloubce 44 - 45 m byla zjištěna hnědá, jílovitopísčítá vulkanoklastika. Vzhledově je možné, že se jedná o přepalavé strusky. Níže následuje světle šedý, slabě jílovitý, hrubozrnný písek až štěrk s valounky křemene (3-5 cm). Povrch těchto fluviálních sedimentů leží ve výšce 434 m n. m. [Stárková, 2011].

#### **4.1.11 Krystalický vápenec až krystalický dolomitický vápenec - lokalita č. 11**

Oblast: Lugikum

Region: krkonošsko-jizerské krystalinikum

Stáří: Devon (419 - 358 mil. let)

Tato hornina se vyskytuje na lokalitě, která je známá jako Bozkovské dolomitové jeskyně, kde je výskyt vápence. Dolomitové horniny jsou většinou mořského původu, protože mořská voda obsahuje velký podíl hořečnatých solí [Tuček, 1967].

#### **4.1.12 Střídání zelených břidlic a keratofyrů - lokalita č. 12**

Oblast: Lugikum

Region: krkonošsko-jizerské krystalinikum

Stáří: Devon (419 - 358 mil. let)

Zvláštní případ horniny je olivinický nefelinit, který najdeme u Spálova. Jde o drobné obnažené kompaktní přírodní dráhy a krátké žíly. [Fediuk, 1958] popsal tato drobná tělíska, při stavebních pracích mezi Pelechovem a Prosečí. Nadále tato tělesa odkryta nejsou a nelze pozorovat. Proniká i do zelených břidlic. Drobné vyrostlice olivínu a klinopyroxenu jsou uzavřeny v základní hmotě tvořené klinopyroxenem, magnetitem a nefelinem. Mají vysoký podíl xenokrystů křemene a draselných živců [Stárková, 2011].

#### **4.1.13 Hrubě zrnitá pyroklastika strombolských erupcí alkalických bazaltoidů - lokalita č 13**

Oblast: rozptýlené alkalické vulkanity

Stáří: Neogén (23 - 2,5 mil. let)

Nachází se na lokalitě v malé vesnici Prackov, který je známý kvůli prackovskému vulkánu. Nejlépe zachovaný je struskový kužel Prackov, který má ještě morfologicky patrný kráter. Relikt vulkánu má asi 400 m v průměru a výšku 50 m. Jsou zde zachovány i pyroklastické uloženiny, což je výška vulkánu. Tyto strusky leží na křídových sedimentech a částečně na permských sedimentech prosečenského souvrství. Při bázi se vyskytují jemnozrnné pyroklastiky s vysokým podílem xenolitů cenomanských pískovců. Větší část kužele tvořena špatně vytříděnými struskami, chybí popelová frakce. Hojný výskyt bomb. Na Kozákově leží struskové napadávký na zvětralinách permských olivinických bazaltů a bazaltických andezitů. Přítomnost nevytříděných

strusek vyvrací předpoklad, že by lávy na Kozákově byly produkovány vulkánem Prackov [Stárková, 2011].

#### **4.1.14 Mladopaleozoické pánve lužické oblasti**

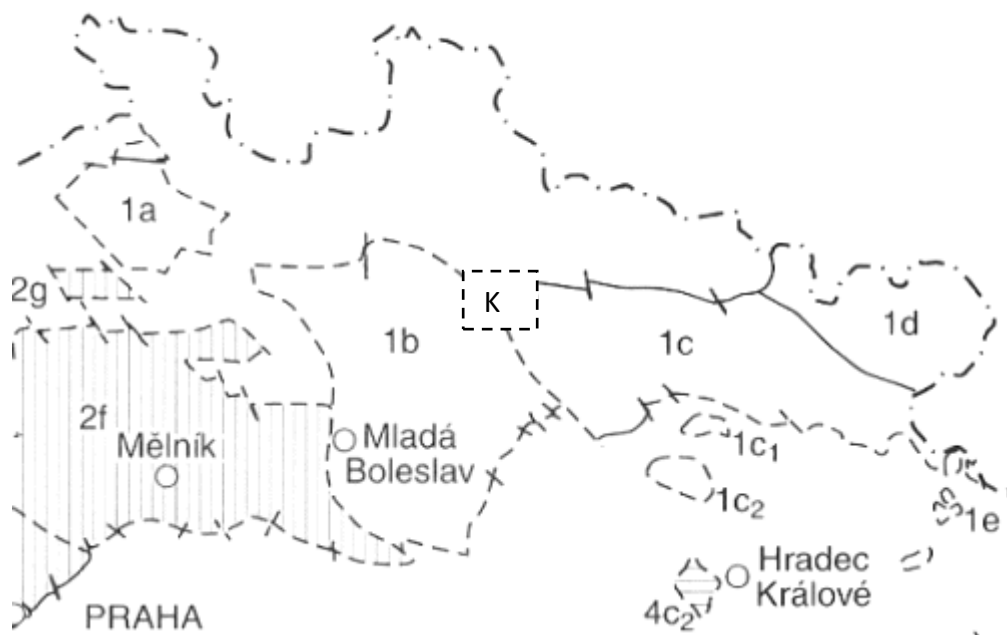
Lužické pánve mají větší stratigrafický rozsah, velké zastoupení sedimentů a vulkanitů. Jako nejznámější pánve jsou podkrkonošská a mnichovohradištská, které zasahují na studované území [Grygar, 2009].

#### **4.1.15 Podkrkonošská pánev**

Ležící mezi kozákovským hřbetem. Sousedí s mnichovohradištskou pánví a hronovsko-poříčskou poruchou, která ji odděluje od pánve vnitrosudetské. Na severu je krkonoško-jizerské krystalinikum zatímco na jihu zapadá do křídových sedimentů. Spodní karbonská část se shoduje s poměry mnichovohradištské pánve. Semilské souvrství je tvořeno červenými pískovci a dále pak línským souvrstvím. Mladší permské až triasové sedimenty jsou zachovány převážně v podkrkonošské pánvi, která je podobná vnitrosudetské pánvi. Vyskytují se červené, zvrstvené pískovce, arkózy, prachovce s obzory jezerních sedimentů. Mezi starším a středním permem došlo na východní části podkrkonošské p. k vytvoření trutnovsko-náchodské deprese, jejíž mocnost dosahuje až 1,7 km. Na konci spodního permu vulkanická činnost vrcholí v sousedních pánvích jak ve mnichovohradištské, tak v vnitrosudetské. Jezerní sedimentace byla přerušena mocnými lávovými příkrovy bazaltoidů a andezitoidů, které se rozlévaly ve dvou fázích na velkých plochách. V první fázi se vylily lávové příkrovy v údolí Jizery mezi Semilami a Vrchlábím. Ve druhé fázi na rozhraní prosečenského a vrchlabského souvrství, poté příkrovy v okolí Kozákova a Lomnice nad Popelkou. Tyto výlevná tělesa jsou doprovázeny pravými i ložními žilami a také subvulkanickými tělesy [Grygar, 2009].

#### **4.1.16 Mnichovohradištská pánev**

Ležící a navazující na pánev podkrkonošskou. Nejvyšší mocnost sedimentů dosahuje až 1,4 km. Na povrch vystupuje jen v úzkém pruhu na pomezí lužického zlomu. Většina plochy je tvořena uloženinami kříd. Paleograficky se jedná o přechod mezi střeodočeskou a lužickou oblastí. Podloží tvoří slabě metamorfované horniny lugika v sz. části, v jižní části proterozoikum a lužická oblast a starší paleozoikum střeodočeské oblasti. Vyskytují se zde andezitoidy, ale i kyselé vulkanity a ignimbrity [Grygar, 2009].



Obrázek 8 - Mapa oblasti styku podkrkonošské a mníchovohradištské pánve ([http://geologie.vsb.cz/reg\\_geol\\_cr/7\\_kapitola.htm](http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/7_kapitola.htm)).

Legenda: 1b odpovídá mníchovohradištské pánvi a 1c podkrkonošské pánvi, písmeno K označuje polohu Kozákova.



## 5 Vůdčí horniny a minerály v oblasti NPP Kozákov

### 5.1 Horniny

Zaměřil jsem se u této kapitoly přímo na popis hornin a minerálů NPP Kozákov. Většinu území pokrývají horniny magmatické výlevné jako je melafyr a bazalt. Další jsou horniny usazené a sice cenomanské pískovce.

#### 5.1.1 Melafyr

Z petrologického hlediska patří tato hornina andezitům až latiandezitům. "Zejména ve svrchních a okrajových částech vulkanických těles byly hojné mandlovcové typy láv" [Řídkošil, 2005]. Tělesa mandlovcového melafyru jsou rozprostřeny od Ještědu po Kozákov. Původní bubliny po plynech jsou vyplněny minerály, které jsou známé jako kozákovské polodrahokamy. Melafyr vznikl z gabrového magmatu stejně jako diabas a čedič [Tuček, 1967]. "Ve výdutích a v trhlinách hornin vznikaly jaspisy, chalcedony, acháty, ametysty, křišťály, záhnědy spolu s kalcitem, zeolity, apofyllit. Melafyry jsou dobře viditelné ve Votrubcově lomu, kde jsem situoval i jeden z odkryvů. V melafyrové stěně je vidět několik typů lávových výlevů. V některých dutinách po unikajících plynech vykristalovaly krásné drúzy křemene a jeho odrůd, jako jsou citrín, záhněda a ametyst, které často provází kalcit a někdy baryt. V lomě se našli i minerály ze zeolitové skupiny, jako jsou heulandit, stilbit, analcim, chabazit a další." [Řídkošil, 2005]. Celkem běžný je černý, Jehličkovitý goethit. Trhliny v melafyru byly vyplněny směsí chalcedonu s křemenem a zabarvením chloritickými, železitými barvivy vznikala jaspis [Tuček, 1967]. Na JZ svahu Kozákova se vyskytuje i odrůda jaspisu zvaná heliotrop, která má v tmavě zelené základní hmotě červené skvrny. Kyselé vulkanity jsou méně běžné do kterých patří jen malé polohy tufů spodního permu a červené vulkanické ignimbrity vyskytující se u Tatobit [Řídkošil, 2005].



Obrázek 9 - Paleobazalt (melafyr) přímo ve Votrubcově lomě. Na fotografii je vidět barva horniny a barva mandlovcových "pecek". (foto J. Chlupáč, 2016).

### 5.1.2 Bazalt (Čedič)

V mladším terciéru, zhruba před 10 mil. let došlo k pohybům a později k sopečné činnosti v oblasti Kozákova a lužického zlomu. Oblast Severní od lužického zlomu byla vyzdvižena o více než 1000 metrů. Neovulkanity, které tvoří severní část Kozákova patří k bazaltoidům, konkrétně olivinickým čedičům a nefelinickým bazanitů. Hornina čedič vzniká v tekuté lávy, která snadno vyráží z puklin a rozlévá se po širokém okolí. Je to tmavá hornina skládající se z živců a pyroxenu. Částice jsou velmi jemnozrnné a nelze je pozorovat pouhým okem. Některé druhy čediče obsahují nefelín, olivín nebo magnetit. Velká masa lávy, která mohla být až 30 metrů vysoká se usadila v podhůří hory Kozákov, která je známá nalezištěm velkého množství kvalitního čediče. V těchto lomech je dost často vidět sloupcový rozpad horniny. Neovulkanity terciérní kozákovské sopky jsou významným zdrojem útržků hornin svrchního zemského pláště, odpovídající peridotitům typu lherzolitu nebo také jsou označovány jako "olivínové koule (Obrázek 11), pecky nebo nodule" (Obrázek 10). Jedná se o zrnité agregáty olivínu s podílem pyroxenů a spinelidů [Stárková, 2011], [Rapprich, 2008], [Tuček, 1967].



**Obrázek 10 - Olivinický bazalt terciárního stáří obsahuje četné uzavřeniny olivínových nodulí (Iherzolitů). Fotografie je pořízena v čedičovém lomu na Proseči. Velikost pecky je cca. 5 cm. (foto J. Chlupáč, 2016).**



**Obrázek 11 - Bazalt se zaměřením na detail s Iherzolitem. Velikost pecky 7x4 cm. (foto J. Chlupáč, 2017).**

### 5.1.3 Pískovec

Na Z až JZ straně hory Kozákov leží Měsíční údolí, kde se tyčí skalní pískovcové skály tvořené sedimentárními horninami. Tato lokalita patří do NPP Kozákov a je známá zejména pro horolezce. Celý Český ráj je typický svými pískovcovými skalami, ale i nejvyšší horou Kozákov. Pro pískovce jsou typické tvary, které vznikají precipitačně-erozními procesy na subaerických exponovaných površích skal. Pískovec bývá zpevňován tmelem, který se skládá z kryptokrystalického nebo amorfního křemene - opálu [Adamovič, 2010]. Může se někdy tento proces zaměnit s tzv. "pískovcovým proželezněním" (Obrázek 12), což jsou pískovce mezi kterými je železitý tmel, obvykle to jsou oxidy a hydroxidy železa, které spojují zrna pískovce. Někdy proces proželeznění zahrnuje dorůstání oxidů a hydroxidů železa v různých mocnostech [Adamovič, 2002], [Anonymus, 2006].

Morfologicky lze roztrždit do tří skupin:

Akumulace oxidů a hydroxidů železa koncentrované podél ploch a puklin, zlomů a exokontaktů žilných těles bazaltoidních hornin.

Druhý typ jsou železité inkrustace. Jde o krusty pískovce spojené železitým tmelem. Mocnost se pohybuje kolem centimetrů. Mohou sem patřit i koncentrické kruhy a koule.

Posledním typem jsou subhorizontální tělesa v podobě desek, která se vytvořila na horizontech s vyšší porozitou.



Obrázek 12 - Pískovcové skály s "proželezněním". První fotografie je pořízena přímo v jeskyni Drábovna, druhá je zachycena pískovcová skalní stěna. (foto J. Chlupáč, 2016)

## 5.2 Minerály (na J (JZ) svahu Kozákova)

"V průběhu pozdního Permu, zhruba před 260 mil. let probíhala v celé západní části podkrkonošské pánve sopečná činnost. Uvnitř Země se tavily horniny a vznikalo žhavotekuté magma, které k povrchu hnaly rozpouštěné plyny." Když magma dosáhlo na povrch, tlak poklesl a plyny se uvolnily. Láva, která vycházela ze zlomů, utuhla v podobě tzv. melafyrů [Řídkošil, 2005]. V těchto výlevných, vyvřelých a mandlovcovitých horninách se vyskytují minerály (polodrahokamy), většinou to jsou odrůdy křemene.

### 5.2.1 Jaspis (Obrázek 13)

Hodně často se vyskytuje v jaspisových žilách. Na Kozákově vyskytuje ve Votrubcově lomu a občasně na polích. Nejčastěji jsou mramorované nebo pruhované textury s příměsí zelené, červenohnědé barvy [Zadražil, 1999]. Lomem procházejí žíly červenohnědého jaspisu, z nichž nejvýznamnější je Karlova žíla. Jaspis je tvořen průsvitným až neprůhledným chalcedonem v mikroskopické směsi s křemenem, opálem a barvivy (oxidy železa a zelené chlority) [Pauliš, 2000]. Vzácná odrůda jaspisu se nazývá heliotrop. Jedná se o zelený jaspis s červeným tečkováním [Řídkošil, 2005]. Tvar a velikost je různorodá. Dost často je podlouhlý s velikostí až 30 cm.



Obrázek 13 - Fotografie jaspisů (lom Kozákov), Univerzita Pardubice (foto. J. Chlupáč, 2016).

### 5.2.2 Achát (Obrázek 14)

Jde o druh minerálu, který se skládá z vrstviček, kde se střídá mikroskopicky křemen, chalcedon a opál. Uvnitř se občasně vyskytuje křišťál, ametyst a vzácně citrín. Vyskytuje se v mandlích melafyru na JZ svahu Kozákova. Podle zbarvení achátu se odlišují jeho variety, jako jsou: Onyx - černý nebo černě a bíle proužkovaný achát. Sardonyx - proužky červenohnědé a bílé. Mechový achát - obsahuje tmavě zelené, mechovité útvary chloritických nerostů. Velikost dosahuje až 15 cm [Řídkošil, 2006], [Povondra, 2001].



Obrázek 14 - Achát (lom Kozákov), Univerzita Pardubice (foto J. Chlupáč, 2016).

### 5.2.3 Ametyst (Obrázek 15)

Odrůdou křemene, zabarvený do fialové barvy, až průhledný [Zadrazil, 1999]. Tento odstín je způsoben příměsí železa a draslíku. Časté jsou tzv. "hradbové" ametysty, které jsou pruhované a střídají se barvy fialové s bílým křemenem. Hojně se vyskytoval v kozákovském lomu [Řídkošil, 2006].



Obrázek 15 - Ametyst (lom Kozákov), Univerzita Pardubice (foto J. Chlupáč).

### 5.2.4 Záhňěda

Odrůdou křemene, pojmenovaná podle hnědé barvy minerálu. Konkrétně červenohnědá až kouřově hnědá barva. Tvoří nejčastěji sloupcovité krystaly. Vyskytují se v hornině zvané Pegmatit, ale také v melafyrech. Výskyt je na J až JZ svahu Kozákova, ve Votrubicově lomu [Řídkošil, 2006].

### 5.2.5 Citrín

Patří mezi méně běžné odrůdy křemene, nazývané podle žlutavé barvy, což způsobují příměsí železa, hliníku a lithia. Někdy přechází do žlutozelené barvy, žlutooranžové a žlutohnědé, kvůli těmto příměsím. Na Kozákově tvoří až několik

centimetrů velké krystaly zelenožluté barvy, které vyplňují dutiny melafyru [Řídkošil, 2006].

### 5.2.6 Chalcedon

Patří do odrůdy jemně vláknitého křemene, velmi často vytváří sférolity. Chalcedon vzniká z amorfního opálu. Podle zbarvení se určují jeho variety: Červený karneol - zbarvený oxidy železa, zelený chryzopras - zbarvený sloučeninami niklu, bílý heulandit - perleťový lesk na štěpných plochách, stilbit - žlutavé snopečky. Kašolong - křídově bílý, směs chalcedonu a opálu. Výskyt v kozákovském lomu [Zadražil, 1999].

### 5.2.7 Ametrín (Obrázek 16)

Střídáním různých barev v rámci jednoho krystalu se odborně říká polychromie. Složením amethystu a citrínu vznikl tzv. Ametrín. Vytváří dvojbarevné krystaly, spojení fialové a žluté barvy. Prvně byl nalezen v Bolívii až poté se našel v kozákovském lomu. Pecka velikosti 7 cm je největším exponátem z Kozákova. Je to druhé místo na světě, kde je možné tento unikátní minerál vidět, ale pouze v muzeu p. Votrubce [Řídkošil, 2006].



Obrázek 16 - Ametrín (<http://www.svetmineralu.cz/magazin/ametrin-kamen-vecne-lasky>)

### 5.2.8 Hyalit

Někdy nazýván též skelný opál, protože připomíná vzhledem sklo. Patří mezi vzácné a méně časté druhy opálu. Jako nerostný koloid nevytváří krystaly a je amorfní. Výskyt je na S svahu Kozákova v lomech Smrčí a Proseč, kde vytváří povlaky a kapkovité agregáty o velikostech několika cm<sup>2</sup>. Výskyt především na čediči [Řídkošil, 2007].

### 5.2.9 Kalcit

Jeden z nejrozšířenějších nerostů v přírodě, hned po křemenu. Je tvořen z kyslíku, vápníku a uhlíku. Kalcit může vznikat rozkladem křemičitanů, jako jsou živce a pyroxeny ve vyvřelých horninách jako bazalt. V melafyrech na Kozákově vyplňuje mandlovcové dutiny spolu s jinými minerály a na žilách tvoří drúzy. V Českém ráji se vyskytuje kalcit v odrůdě pěnovce. Tento minerál je v kozákovském lomu jeden z nejčastěji nacházených [Řídkošil, 2007].

### 5.2.10 Mordenit (Obrázek 17)

Patří ke skupině otevřených zeolitů. V přírodě se nachází na puklinách a v dutinách efuzivů různého složení, vždy však v asociaci s jinými zeolity a minerály bohaté na oxid siřičitý, jako například heulandit, chabazit, chalcedon nebo křemen [Černý P., 1964] [Hercoková, 1992]. Dosud nebyl tento drahý minerál nalezen. V přírodě se nachází na puklinách a v dutinách efuzivů různého složení, vždy však v asociaci s jinými zeolity a minerály bohaté na oxid siřičitý. Na Kozákově byl nalezen v neobvyklé paragenézi, odchylné od obvyklé asociace zdejších zeolitových výskytů. Nejstarším minerálem na puklině mandlovce je křemen, na něj nasedá sporadický chabazit s heulanditem a jehličkovitý agregát mordenitu. Chabazit bývá někdy volně narostlý na vláknech mordenitu [Černý P., 1964].



Obrázek 17 - Mordenit z Kozákova (<http://www.sberatelmineralu.cz/mordenit-4570.html>)

### 5.2.11 Heulandit (Obrázek 18)

Patří mezi nejznámější zeolity. Vyskytuje se na jednoklenných krystalech, také v sopečných tufech, přeměněných rulách a rudních žilách. Na Kozákově tvoří na křemenu a kalcitu bílé krystaly s perleťovým leskem. Také se ve vzdálenějším okolí vyskytuje v cihlově červeném zbarvení a vyplňuje žíly společně s kalcitem a chalcedonem [Řídkošil, 2008], [Povondra, 2001].



Obrázek 18 - Heulandit (<http://www.sberatelmineralu.cz/rozmary/velke/heulandit-baryt.html>)



## 5.2.12 Další minerály

### 5.2.13 Karneol (Obrázek 19)

Patří mezi odrůdy chalcedonu a vyskytuje se ve Votrubcově lomu jen zřídka. Má červenou až hnědočervenou barvu, mastný a skelný lesk. Nalézá se v melafyrových mandlovcích, většinou ve společnosti dalších minerálů [Řídkošil, 2006].



Obrázek 19 - Karneol (Stará Paka) (<http://www.sberatelmineralu.cz/karneol-10359.html>)

### 5.2.14 Analcim (Obrázek 20)

Je to běžný druh zeolitu. Na první pohled vytváří krychlové krystaly. Převládají barvy světlé jako je bílá, okrová, načervenalá. Vyskytuje se v melafyrech, ale i v amfibolitech [Řídkošil, 2008].



Obrázek 20 - Analcim (<http://www.sberatelmineralu.cz/analcim-9197.html>)

### 5.2.15 Apofylit

Krystaly apofylitu byly nalezeny v kozákovském lomu v paleobazaltech (melafyrech). Je obvykle bílý až bezbarvý a velmi křehký [Řídkošil, 2009].

### 5.2.16 Chabazit (Obrázek 21)

Ve Votrubcově lomu na Kozákově byly nacházeny až dva centimetry velké, bílé nebo nažloutlé krystaly fakolitového typu. Bývá bezbarvý a vytváří na první pohled klencové krystaly. V přírodě jsou nejběžnější chabazity s převahou vápníku, ale může obsahovat sodík, draslík, stroncium, hliník, křemík. Mohou se nacházet i ve znělcích, čedičích i melafyrech [Řídkošil, 2008].



Obrázek 21 - Chabazit Kozákov (<http://www.sberatelmineralu.cz/harmotom-chabazit-var-fakolit.html>)

### 5.2.17 Goethit (Obrázek 22)

Kosočtverečný minerál, chemický vzorec se nazývá oxohydroxid železitý. Jsou neprůhledné, ale krystaly mohou mít polokovový až diamantový lesk. Občasně se nalézají na J svahu Kozákova v melafyrovém lomě, obrůstají krystaly křemene v dutinách melafyrových mandlovců. Goethit může mít i vláknité agregáty [Řídkošil, 2009].



Obrázek 22 - Goethit (lom Doubravice) (<http://www.sberatelmineralu.cz/zahnedo-goethit-9728.html>)

## 5.3 Minerály (na S svahu Kozákova)

### 5.3.1 Natrolit (Obrázek 23)

Patří mezi tzv. vláknité zeolity. Chemicky se jedná o vodnatý silikát hliníku a sodíku. Barva je tohoto minerálu je bílá, někdy je našedlá, nažloutlá i načervenalá. Tvoří dlouze prizmatické, ale i jehlicovité krystaly [Povondra, 2001]. Jehličky jsou obvykle seskupené do paprscitých a snopkovitých shluků, které někdy tvoří i souvislé povlaky dutin. Vyskytuje se na S svahu Kozákova v čedičích, ale pouze ojediněle [Řídkošil, 2008].



Obrázek 23 - Natrolit (<http://www.sberatelmineralu.cz/natrolit-10576.html>)

### 5.3.2 Olivín

Kosočtverečný silikát hořčíku a železa. Hořečnatý olivín se nazývá forsterit a železnatý olivín je fayalit. Olivín obvykle tvoří zrnité agregáty. Podstatně je zastoupen ve vyvřelých horninách jako čedič. Nalézá se velice často na S svahu Kozákova, ve Smrčí a na Proseči, kde probíhá těžba čediče. Dosahují velikosti až 50 cm. Barva může být světle až tmavě zelená, někdy do žluta i červena. Drahokamová odrůda se nazývá chryzolit [Řídkošil, 2009]. Zippe uvádí r. 1837 že kozákovské olivíny se používali k broušení, ale nacházení olivínu ke šperkařskému využití bylo náhodné [Ježek, 1912-13]. V pozdější literatuře se uvádí, že olivín z Kozákova nelze použít ke šperkařství, kvůli znehodnocení železnými rudami [Šimák, 1930-31]. Nejstarší nálezy chryzolitu byly již za císaře Rudolfa II, načež kvalita byla velmi vysoká. V roce 1910 bylo nalezeno kolem 160 karátů chryzolitu. Největší kus vážil 15,67 karátů a je uložen v Národním muzeu [Pauliš, 2000]. Drahokamový chryzolit pochází z olivínovcových pecek "nodulí". Skládají se ze zeleného olivínu, černohnědého ortopyroxenu (odpovídá enstatitu až bronzitu), klinopyroxenu (sytě zelený) a spinelového minerálu chrompicotitu [Kühn, 2006].

### 5.3.3 Tachylit

Jedná se o černé sopečné sklo složení čediče, které se vyskytuje v lokalitě Kozákova jen zřídka. Konkrétně v lokalitě Smrčí a Záhoří, kde je výskyt čediče. Často obsahuje bublinky, dutinky a malé krystaly augitu, olivínu i živců. Odrůda tachylitu je například sideromelan, která je málo častá [Řídkošil, 2010].

### 5.3.4 Chromdiopsid

Odrůda diopsidu, která je oproti diopsidům výrazně zbarvená, konkrétně do smaragdově zelené barvy, díky oxidům chromu. Tvoří v přírodě zrnité agregáty a je mnohem vzácnější než diopsidy. Nejvýznamnější výskyty jsou pod Kozákovem v obci Smrčí, Záhoří a Proseči. Nalézá se v olivínovcích [Řídkošil, 2010].

## 6 Vybrané zájmové lokality

### 6.1 Pískovcové skály a Měsíční údolí

Skalní výchozy se na Kozákově skládají ze dvou částí. První je Drábovna (Obrázek 24), což je vrchol pískovcových skal. Nejvýše položený skalní útvar. Jedná se o uměle vytvořenou jeskyni ve skále, kde je vytesán otvor. V době kamenné zde sídlili Drábové a sloužila jako kontaktní bod, odkud bylo dobře vidět do okolí. Je položena ve výšce 660 m n. m., severozápadně od vrcholu Kozákov. Druhá část skalního města je Měsíční údolí, které leží na západní straně od vrcholu hory.



Obrázek 24 - Skalní útvar Drabovna, západně od vrcholu Kozákov (foto J. Chlupáč, 2017).

Geologická situace na Kozákově je dána blízkostí pásma lužického zlomu. Na západní straně byly vyzdviženy kry cenomanských pískovců a následně erodovány. Jedná se o perucko-korycanské souvrství. Nalézají se zde jemnozrnné a středně zrnité křemenné pískovce. Vrstvy jsou výrazně šikmo ukloněny (Obrázek 26), 15-30° k jihozápadu a společně tvoří kaňon (Obrázek 25).



**Obrázek 25 - Unikátní konfigurace šikmo uložených ker pískovcových skal v Měsíčním údolí (foto J. Chlupáč, 2017).**



**Obrázek 26 - Krásně viditelné šikmo uložené kry pískovců. Skála 300 m pod Drábovnou (foto J. Chlupáč, 2016).**

Odlučnost je kvádrová u středně velkých forem reliéfu však vertikální. Věžovité tvary skal mají při bočních pohledech kosodélníkový tvar. Ve skalách jsou obvykle vertikální, ale i šikmé pukliny o 45° úklonu, často doprovázeny silicifikací.



Obrázek 27 - šikmý úklon pukliny ve skalní stěně (foto J. Chlupáč, 2017)

Výška skalních stěn v Měsíčním údolí je kolem 15-20 metrů, v dolních částech až 30 m. Převládají kolmé skalní stěny s mnoha skalními útvary například pukliny a trhliny (Obrázek 27), které přidávají na kráse. Skalní věže oddělené od stěn jsou ojedinělé. Pískovec velmi často podléhá erozi, hlavně v návětrných stranách a kam dopadá hodně slunečního záření, pískovec se potom drolí. Při patách skal se tvoří skalní útvary jako jeskyně a výklenky.

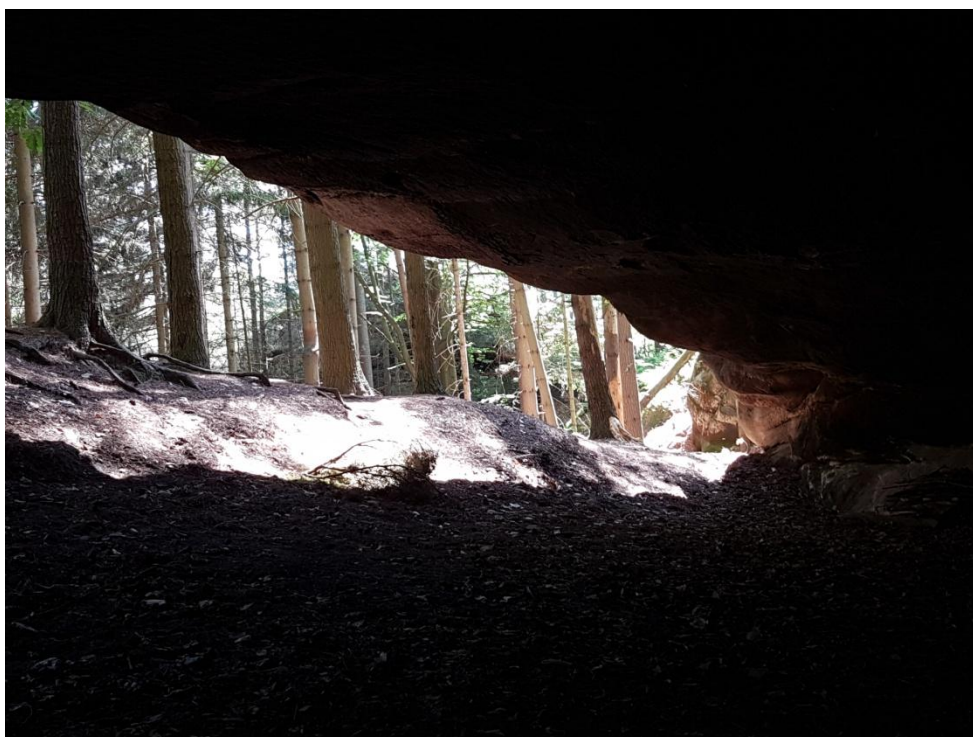
## 6.2 Skalní útvary

Z až JZ Kozákov nabízí přítomnost pískovcových skal, na kterých se v mnoha místech vytváří a jsou vytvořeny zajímavé skalní útvary, které stojí za zmínku. Hodně často je to spojeno s vodní a větrnou erozí, která přispívá k tvorbě.

**Babí pec** (Obrázek 28, Obrázek 29) - Jedná se o těžko naležitelnou jeskyni, která leží JZ od drábovny, Je to největší jeskyně v těchto pískovcových skalách. Tato jeskyně sloužila v době kamenné dobře, jako obydlí pro zdejší obyvatele. Rozměry jeskyně činí 20 m na délku, 15 m hloubka a 1,5-3 m vysoká. Našli se zde staré předměty ze zmiňované doby. Nad jeskyní se nachází nejdelší skalní převis (dlouhý až 100 m), vysoký až 2,5 m a hluboký až 3,5 m [Vítek, 1993] (Obrázek 30).



**Obrázek 28 - Pohled z boční strany na Babí pec (foto J. Chlupáč, 2017).**



**Obrázek 29 - Průhled jeskyní Babí pec (foto J. Chlupáč, 2017).**



**Obrázek 30 - Část nejdelšího skalního převisu v lokalitě, až 100 m (foto J. Chlupáč, 2017).**

**Zemanova pec** (Obrázek 31, Obrázek 32) - Jde o velký skalní převis až výklenek ve skále, který leží přímo pod Drábovnou. Je v poměru s Babí pecí menší. Hluboký cca 6 m dlouhý 4 m a vysoký až 3,5 m.



**Obrázek 31 - Zemanova pec nacházející se cca 300 m pod Drábovnou. Hned vedle je další menší skalní převis (foto J. Chlupáč, 2017).**





**Obrázek 32 - Menší skalní převís ležící vedle Zeman. pece. Výška 1,5 m, šířka 3 m, hloubka 1,5 m. (foto J. Chlupáč, 2017).**

**Kudrnáčova pec (Obrázek 33)** - Třetí největší jeskyně ve skalním městě, která stojí za zmínění. Je menší jako obě předešlé, ale také se tam našli starověké předměty z dob osídlování. Výška činí až 1,7 m, délka 6 m a šířka 4 m [Vítek, 1993].



**Obrázek 33 - Kudrnáčova pec, téměř na konci Měsíčního údolí směrem k Prackovu. (foto J. Chlupáč, 2016).**

**Drábovna** - Uměle vytesaná jeskyně z doby kamenné, s rozměry 4 x 2,5 m (Obrázek 34).



**Obrázek 34 - Pohled prvním oknem do Drábovny (foto J. Chlupáč, 2017).**

Na daném území je mnoho dalších malých jeskyněk (Obrázek 35) a převisů, ale já jsem vybral jen ty největší. [Vítek, 1993] uvádí, že ve skalním městě se vyskytuje 20 jednotlivých jeskyní včetně Drábovny.



**Obrázek 35 - Další dutinná jeskyně označovaná jako pec. Poměrně menší, na výšku 1,2 m, hluboká až 3 m. (foto J. Chlupáč, 2017).**

**Voštiny** (Obrázek 36) - Speciální útvary na skalních stěnách, které se tvoří postupem času dvěma jednotlivými, protichůdnými ději. První z nich je zpevňování povrchu

srážením novotvořeného tmele. Druhý děj je eroze, způsobená krystalizací solí.



Obrázek 36 - Detailní pohled na voštiny skalní stěny v pískovcovém městě (foto J. Chlupáč, 2017).

**Skalní věže** (Obrázek 37) - jednotlivé skály oddělené od pískovcové masy. Vytváření těchto věží je způsobeno jak vodní, tak větrnou erozí. Někdy bývá mezi skalními stěnami a věžemi skalní průrva, která je od sebe odděluje. Z toho i plyne, že před mnoha lety byly spojeny v jeden celek.



Obrázek 37 - Skalní věž, mezi skalní stěnou a věží průrva cca 70 cm v horní části (foto J. Chlupáč, 2017).

**Škrapy** - Velice běžné jsou v této oblasti jamkovité škrapy (Obrázek 38), ale i žlábkovité. Útvary, které vznikly postupným zvětráváním.



Obrázek 38 - Jamkovité škrapy na pískovcové skále pod drábovnou (foto J. Chlupáč, 2016).

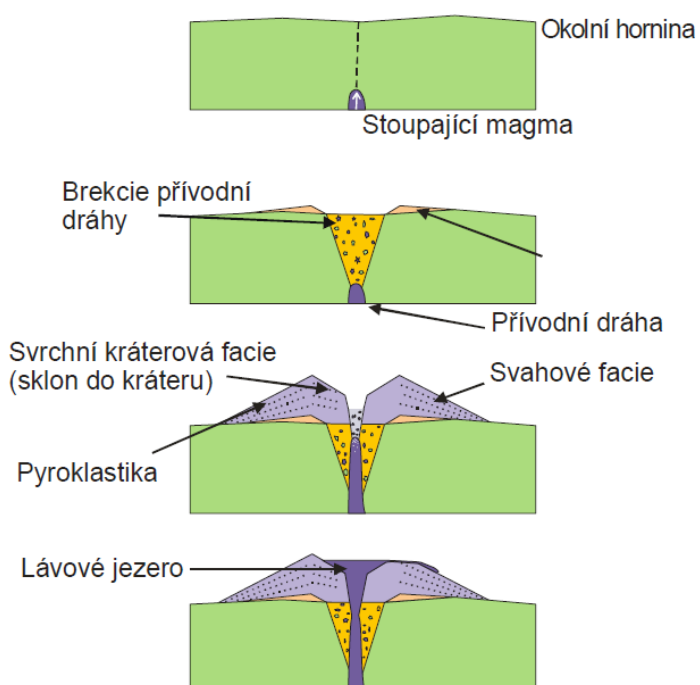
**Skalní výklenky, dutiny, perforace** - mikroformy zvětrávání pískovců jsou poměrně běžné na výchozech pískovcových skal, například pod Drábovnou. Do skalních perforací patří okna, brány, tunely. V Měsíčním údolí jsou k nalezení v dolní části směrem k Prackovu [Vítek, 1993]. Také příčinou zvětrávání vznikají tzv. talíře (Obrázek 39), kde probíhá výměna skaních kůr za novější. Někde je zřetelně viditelný přechod [Adamovič, 2002].



Obrázek 39 - Dvě generace skalních kůr na jednom povrchu. Starší jsou tzv. talíře a novější vytváří desky (foto J. Chlupáč, 2016).

### 6.3 Prackovský vulkán:

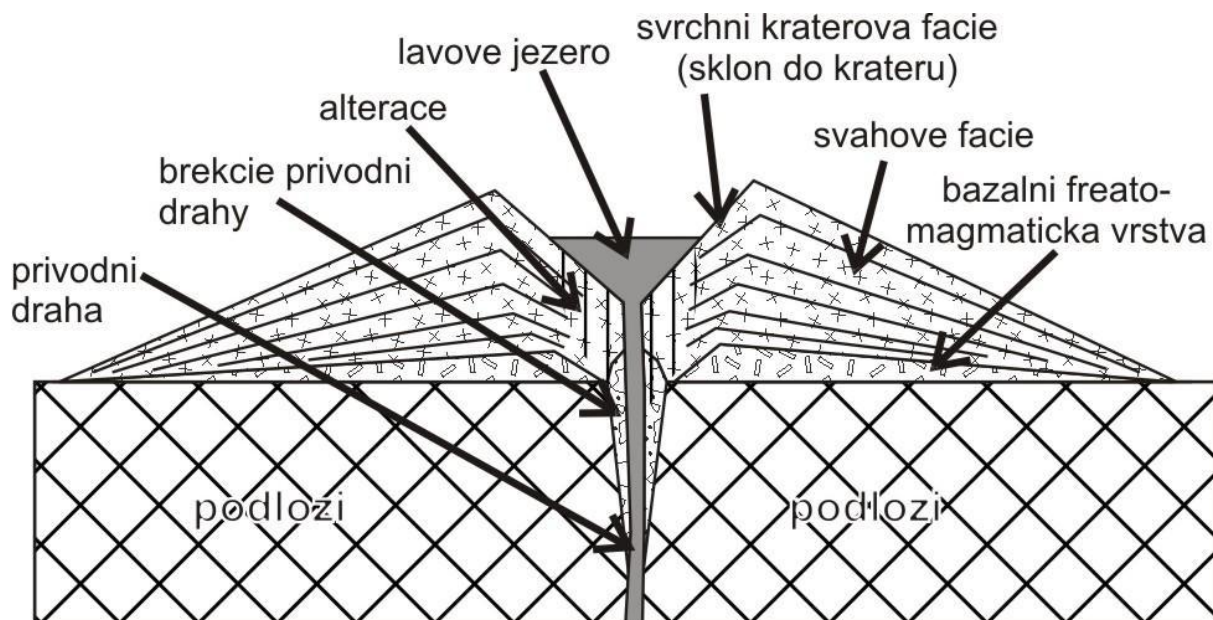
#### PRACKOV



Obrázek 40 - vývoj prackovského vulkánů (Černá, 2010).

Mezi obcemi Vesec, Prackov a Smrčí se nachází sopečný kopec, který je nejlépe dochovanou vulkánem u nás. Styly erupcí jsou objasněny na západních svazích v podobě skalních výchozů. Předpokládaný vývoj vulkánů je znázorněn na schématu (Obrázek

40). Nejspodnější pyroklastika vyvržená při prvních fázích erupce jsou jemnozrná, obsahují úlomky bazaltické horniny a xenolity podložních sedimentů. Tato pyroklastika odpovídají freatomagmatickému typu erupce, kterou kromě magmatických plynů ovlivňovala i povrchová voda. Při výstupu na vrchol se horniny mění na více provzdušněné (mají více bublinek). Tato změna značí přechod od freatomagmatického ke strombolskému typu erupce. Mezi jednotlivými úlomky se objevují i sopečné bomby tvarované za letu do podoby kapek (10-30 cm) [Cajz, 2009]. Některé bomby mají ve svých jádrech útržky peridotitů. V první fázi začal tento vulkán růst do podoby tufového kužele, až poté se změnil na struskový kužel (Obrázek 41). Zakončení bylo výlevem lávy, která kryje pyroklastické uloženiny. Stáří je odhadnuto na 4,5-5 mil. let [Rapprich, 2012]. Jeho morfologie a petrologická shoda s horninami vulkanického centra Kozákov podporují názor, že Prackov byl přírodním kanálem pro Kozákov. V současnosti však tyto dvě lokality rozděluje lužický zlom [Černý J., 2009].



Obrázek 41 - anatomie struskového kuželu (Rapprich, 2007)

## 7 Terénní dokumentace geologických odkryvů

Pro praktickou část práce jsem si vybral tři rozdílné odkryvy na různých místech, označil je souřadnicemi. Dva z odkryvů se nachází přímo v oblasti NPP Kozákov, třetí je situován na hranici obcí Smrčí a Proseč. Z každé horniny jsem vybral jeden odkryv. První náleží čedičovému lomu na Proseči, druhý usazeným horninám v oblasti křídových pískovců a nakonec poslední melafyrovému lomu v obci Kozákov.

### 7.1 Odryv č. 1

- Geografická pozice: **Prosečský čedičový lom, cca 400 m n. m.**

**Souřadnice:** 50.6215167N, 15.2899686E.

**Orientační body:** po pravé straně asi 100 m od místa vede vedlejší silnice z obce Záhoří na Proseč.

- Povaha odkryvu

**Charakter odkryvu:** skalní výchoz způsobený lidskou činností, bazanitový lom.

**Rozměry:** Nachází se v 2 etáži, výška cca 10 m, šířka 20 m.

**Znečištění:** X

**Jakost horniny:** čerstvá

**Pokryvné útvary:** pouze slabá vrstva štěrku a půdy z těžby v 1 etáži.

**Zvětralinový plášť:** X

**Svahové uloženiny:** X

- Příslušnost k většímu geologickému celku

Terciérní (Neogén) rozptýlené alkalické vulkanity, hornina vyvřelá, výlevná (vulkanická). Leží mezi krkonošsko-jizerským krystalinikem a lugickým mladším paleozoikem.

- Geologický popis odkryvu

**Popis odkryvu vyvřelých hornin:** Odryv je tvořen vyvřelou výlevnou horninou. Bazalt má jemnozrnnou základní hmotu, která vznikla ochlazením lávy. Prouděním lávy vznikají proudovité textury a při tuhnutí se na povrchu tvoří provazové lávy. Při vystupování magmatu na povrch docházelo k vytváření uloženin ve formě olivinických nodulí. Odličnost bazanitu je sloupcovitá nepravidelná. Jsou tam šestiboké i čtyřboké kvádry.

- Makro a mikropetrografický popis hornin

Jsou to jevy, které můžeme na hornině pozorovat pouhým okem či kapesní lupou.

Například **barva** byla oranžovošedá až tmavě šedá. Odryv jsem pozoroval za suchého dne. Struktura je velmi jemnozrná, tudíž jsem použil kapesní lupu.

**Mineralogické složení:** Pod lupou jsou vidět odlesky křemene (cca 20%), také malé částičky živců (60%). Pouhým okem lze vidět vyrostlice olivínů žlutozelené až zelené barvy. Může však být i červená. Jednotlivé balvany mají čistě hladký povrch.

**Textura** je všesměrná.

**Lom čerstvost horniny:** lomné hrany ostré, mnoho puklin, lehce oddělitelných od sebe. Hornina čerstvě odstřelená, nezvětralá.

- Tektonika

Výskyt puklin a trhlin příčných i podélných v důsledku odstřelu.

- Hydrogeologické poznámky

V těchto místech je výskyt pramenů v horninách běžný, ale v tomto odkryvu se žádný nevyskytoval.

- Fotodokumentace



Obrázek 42 - odkryv č.1, porovnání s kolem (foto J. Chlupáč, 2017)



## 7.2 Okryv č. 2

- Geografická pozice: **Pískovcový výchoz, 600 m n. m.**

**Souřadnice:** 50.5974700N, 15.2557328E,

**Orientační body:** 150 m na Drábovnu směrem vzhůru.

- Povaha odkryvu

**Charakter odkryvu:** skalní výchoz vzniklý přirozenou činností

**Rozměry:** výška cca 20 m, šířka 10 m

**Znečištění:** na vrcholu zarostlý, stromy (borovice lesní) a polokeři (brusnice), traviny

**Jakost horniny:** zvětralá, erozní činnost - voštiny, pukliny, trhliny, odlupování skalní kůry

**Pokryvné útvary:** Opadanka (jehličí, listí)

**Zvětralinový plášť:** písčité, max. 20 cm

**Svahové uložení:** X.

- Příslušnost k většímu geologickému celku

Křídové cenomanské pískovce, patřící do perucko-korycanského souvrství, sousedící s olivinickými bazalty až bazaltickými andezity.

- Geologický popis odkryvu

**Popis odkryvu usazených hornin:** Výchoz je tvořen usazenou úlomkovitou horninou. Struktura je jemnozrnná. Hnědé až rezavé zbarvení horniny napovídá přítomnosti železitých oxidů a hydroxidů a udává oxidační prostředí. Zvlněný typ zvrstvení je patrný v horních polohách, ve spodních polohách je to šikmé přerušované. Odlučnost v horní části kulovitá, ale také je často kvádrová jako například na vedlejší stěně (Obrázek 43).



Obrázek 43 - kavádrová odlučnost pískovce (foto J. Chlupáč, 2017)

- Makro a mikropetrografický popis hornin

**Barva** je hnědá, rezavá až do černa

Odryv jsem pozoroval za suchého dne. **Struktura** je velmi jemnozrnná

**Mineralogické složení:** křemen tvoří podstatnou část, spojený tmelem, opracování klastů je zaoblené

**Skladba horniny:** struktura horniny je psamitická, střední až jemné zrno. Dle mého názoru se dělí mezi silicity (horniny s více jak 50% neklastického křemene) a ferolity (obsahují 50% Fe)

**Textura** je lupenitá

**Lom čerstvost horniny:** ve spodních částech rovný, v horních nerovný. Lomné hrany ostré i zaoblené. Hornina postupně zvětrává

- Tektonika

Výskyt puklin a trhlin pouze podélných a zešikmených, v důsledku šikmo uložených ker na celém území

- Fotodokumentace



Obrázek 44 - odkryv č. 2 (foto J. Chlupáč, 2017)

### 7.3 Odryv č. 3

- Geografická pozice: **Votrubcův lom, 576 m n. m.**

**Souřadnice:** 50.5900617N, 15.2612447E

**Orientační body:** Z lomu vede jedna kamenitá cesta, která končí na hlavní silnici

- Povaha odkryvu

**Charakter odkryvu:** skalní odkryv způsobený lidskou činností, melafyrový lom

**Rozměry:** Lom má pouze 1 etáž, výška cca 30 m, šířka 50 m.

**Znečištění:** zarostlý malými stromy a keři (smrk, bříza, traviny)

**Jakost horniny:** hornina z části zvětralá, poslední odstřel byl uskutečněn v druhé polovině 20 století

**Pokryvné útvary:** Půda se z vrchní části dostává na horniny a dochází k zarůstání vegetací

**Zvětralinový plášť:** hlinitý, neúrodné půdy

**Svahové uloženiny:** občasné sesuvy půdy a kamenů, postupné zarůstání

- Příslušnost k většímu geologickému celku

Permokarbonské vyvřelé (vulkanické) horniny, stejně jako čedič. Melafyr je prvohorní a čedič třetihorní. Melafyr patří k andezitům až latiandezitům.

- Geologický popis odkryvu

**Popis odkryvu vyvřelých hornin:** Odkryv je tvořen vyvřelou výlevnou horninou. Láva byla nasycena plyny, které vytvářely pórovitou texturu a vznikala mandlovcovitá stavba, která je vyplněna druhotnými minerály. Melafyr má jemnozrnnou základní hmotu, ale struktura je mandlovcovitá vyplněna minerály. Odličnost je deskovitá, typická pro andezity.

- Makro a mikropetrografický popis hornin

**Barva:** šedá (za sucha) až černá (za mokra)

zvětralá hornina bývá hnědočervená se zelenými mandlemi a bílými proužky

**Mineralogické složení:** Na první pohled jsou vidět minerály v mandlovcovité struktuře, většinou to jsou různé odrůdy křemene. Hornina obsahuje cca 35% mandlí, velikost až několik centimetrů, v kulovitých, oválných tvarech

**Textura** je paralelní, mandlovcovitá stavba

**Lom čerstvost horniny:** lomné hrany většinou ostré, hornina je navětralá (některé části zvětralé)

- Tektonika

Výskyt puklin a trhlin se nevyskytuje.

- Hydrogeologické poznámky

Na tomto odkryvu se vyskytuje pramen přímo ve skále, je situován v pravém horním rohu. Nachází se asi 10 m nad zemí a vyvěrá ze skály. Místo vývěru pramene označené šipkou.

- Fotodokumentace



Obrázek 45 - odkryv č. 3 (foto J. Chlupáč, 2017)

## 8 Závěr

Kozákov je vyhaslá sopka, ze které vytékala láva a postupně utuhla. Velká část území je tvořena paleozoickými horninami, kam patří permokarbonské horniny. Řadí se sem melafyry, nacházející se ve Votrubcově lomu v největší míře.

Jeden úsek tvoří cenomanské pískovce z éry mezozoika, patřící do perucko.korycanského souvrství. V křídové oblasti se nachází známé Měsíční údolí se šikmo uloženými deskami.

Následující horninou je bazanit, který se nachází na S až SZ hory Kozákov. Čedičové lomy jsou Smrčí a Proseč, kde jsem dokumentoval geologický odkryvy. Na lokalitách Smrčí, Proseč se vyskytují čedičové lomy s velice kvalitním čedičem a olivínovými vyrostlicemi se sloupcovou odlučností, které mají jemnozrnnou základní hmota.

Další z odkryvů byl nečinný melafyrový lom na Kozákově, který drží ve vlastnictví pan Votrubec. Tato vysoká stěna již postupem času zarůstá vegetací, ale stále se jedná o navštěvované místo turisty, kvůli nalezišti minerálů.

Další je pískovcový výchoz mezi Drábovnou a Měsíčním údolím. Na popis těchto odkryvů jsem používal doporučenou literaturu na přesný postup při dokumentaci. Celkově se na zkoumané lokalitě vyskytují vyvřelé, výlevné horniny paleozoika a terciéru. V mezozoiku jsou zastoupeny pouze mezozoické pískovce patřící do usazených úlomkovitých hornin. Tyto pískovce podléhají erozím a vytvářejí se skalní útvary jako například voštiny, škrapy a další.

Přínos mojí práce spočíval v dokumentaci geologických odkryvů, makroskopických a mikroskopických útvarů na horninách, mapování a popis jednotlivých skalních útvarů.

## 9 Literatura

1. 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. *Journal of Petrology*. **48**, 2235–2260.
2. Adamovič, J. et al. 2002. *Železivec České křídové pánve. katalog vybraných významných geologických lokalit pískovcových oblastí*. Česká geologická společnost. Praha: Nakladatelství Zlatý kůň. 172 s. ISBN 80-85304-76-7.
3. Adamovič, J. et al. 2010. *Atlas pískovcových skalních měst České a Slovenské republiky*. Praha: Academia Praha. 459 s. ISBN 978-80-200-1773-4.
4. Anonymus, 2006. *Charakter a rozšíření železitých pískovců*. Brno. Diplomová práce. Masarykova Univerzita.
5. Cajz, V. et al. 2009. *Návrh litostratigrafie neovulkanitů východočeské oblasti*. Geoscience Research Reports for 2008. Praha. 9-14. ISSN 0514-8057.
6. Coubal, M. Málek, J., Prouza V. et al. 2000. *Směry toků lávových proudů podkrkonošských mladopaleozoických andezitoidů a lokalizace jejich vulkanických center*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 1999. Acta Montana IRSM AS CR. 73-73.
7. Černá, A. 2010. *Rekonstrukce tečení lávových proudů Kozákova na základě studia magnetické a minerální stavby*. Ústav petrologie a strukturní geologie Praha. 82 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova.
8. Černý, J. 2009. *Charakteristika terciérních vulkanitů v okolí Jíčína*. 36 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita Brno.
9. Černý, P. 1964. *Mordenit z Kozákova*. ČSAV. Praha.
10. Demek, J. 1987. *Obecná geomorfologie*. ČSAV Praha: Academia. 476 s.
11. Fediuk, F. 2002. *Spodnoautunské vulkanity Kozákova*. Severní Čechy. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2001. Praha. 27-30. ISBN 80-7075-582-2. ISSN 0514-8057.
12. GRYGAR, R. 2009. *Permokarbonské vnitřní molasové pánve*. Institut geologického inženýrství. Regionální geologie České republiky.[online]. [cit. 15.7.2017]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/reg\\_geol\\_cr/7\\_kapitola.htm](http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/7_kapitola.htm)
13. Hercoková, V. 1992. *Současný stav mineralogických nalezišť v podkrkonoší*. Hradec králové. Diplomová práce. Univerzita Hradec králové.
14. Chlupáč, I. et al. 2002. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia. 436 s. ISBN 80-200-0914-0.
15. Ježek, B. 1912-13. *Olivín a pyrop z Jíčínska*. Příroda. Drahé kameny, šperkařství, lithoterapie. Ostrava: **11**: 166-170.
16. Konečný, P. et al. 2006. *Upper mantle xenoliths from the Pliocene Kozákov volcano (NE Bohemia): P-T-fo2 and geochemical constraints*. *Geologica Carpathica*. **57**: 379-396.
17. Kühn, P. 2006. *Geologické zajímavosti Libereckého kraje*. Liberec: Liberecký kraj. resort rozvoje venkova, zemědělství, životního prostředí a informatiky. 120 s. ISBN 80-239-6366-X.

18. Liberecký kraj. 2012. *Plán péče o NPP Kozákov na období 2012-2021*. [Online] Liberec: CHKO Český ráj [cit. 17. 7. 2017] Dostupné z: <http://ceskyraj.ochranaprirody.cz/res/archive/212/027006.pdf?seek=1422281568>
19. Pauliš, P. 2000. *Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech*. Kutná hora: Kuttna. 57-59. ISBN 978-80-86406-75-6.
20. Povondra, P. 2001. *Minerály a drahokamy - velký průvodce přírodou*. Praha: Euromedia group. 224 s. Velký průvodce přírodou. ISBN 80-242-0696-X.
21. Quitt, E. 1971. *Klimatické oblasti Československa*: Brno: Geografický ústav ČSAV. 73 s. Studia Geographica.
22. Rapprich, 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*. Journal of Geoscience. **52**: 169-180.
23. Rapprich, V., Řídkošil, T. 2008. *Český ráj: Třetihorní vulkány*. Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. **2**, 38-39. [cit. 30.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: <http://krkonose.krnap.cz/rejstrik/info.php?rok=2008&cislo=2&clanek=33>.
24. Rapprich, V. 2012. *Za sopkami po Čechách*. Grada publishing a.s., Praha, 240 s. ISBN 978-80-247-3796-6.
25. Řehoř, F., 1999. *Cvičení z geologie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. Ostrava, 84 s.
26. Řídkošil, T. 2005. *Český ráj: Geologický vývoj Kozákova*. Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. **2**, 18-19 [cit. 27.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: <http://krkonose.krnap.cz/rejstrik/info.php?rok=2005&cislo=2&clanek=18>
27. Řídkošil, T. 2006. *Minerály Krkonoš a Podkrkonoší: Ametrýn – Nový výskyt vzácného drahého kamene na Kozákově*. Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. **9**, 19 [cit. 30.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: <http://krkonose.krnap.cz/rejstrik/info.php?rok=2006&cislo=9&clanek=22>
28. Řídkošil, T. 2006. *Minerály krkonoš a podkrkonoší – Ametyst, Záhněda, Citrín, Achát, Karneol*. Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. 2006, **4, 5, 7, 8, 12.**, 19, 19, 19, 19 [cit. 27.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: [http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=11](http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com_wrapper&Itemid=11)
29. Řídkošil, T. 2007. *Krkonošské minerály: Hyalit z Kozákova*. Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. **1**, 19 [cit. 30.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: <http://krkonose.krnap.cz/rejstrik/info.php?rok=2007&cislo=1&clanek=14>
30. Řídkošil, T. 2007. *Minerály – Kalcit*. Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. **7**, 19 [cit. 27.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: <http://krkonose.krnap.cz/rejstrik/info.php?rok=2007&cislo=7&clanek=11>
31. Řídkošil, T. 2008. *Minerály – Mordenit, Heulandit, Chabazit, Natrolit, Analcim*. Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. **2, 4, 5, 3, 6.**, 19, 19, 19, 19 [cit. 16.7.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: [http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=11](http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com_wrapper&Itemid=11)



32. Řídkošil, T. 2009. *Minerály – Apofylit, Olivín, Goethit* Časopis Krkonoše - Jizerské hory [online]. **2, 3, 9.**, 19, 19, 23 [cit. 29.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: [http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=11](http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com_wrapper&Itemid=11)
33. Řídkošil, T. 2010. *Minerály – Chromdiopsid, Tachylit* Časopis. Krkonoše - Jizerské hory [online]. **10, 9.**, 19, 19 [cit. 26.6.2017]. ISSN 1214-9381. Dostupné z: [http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=11](http://krkonose.krnap.cz/index.php?option=com_wrapper&Itemid=11)
34. Stárková, M., Adamová, M. Rapprich V. 2011. *Vysvětlivky k Základní geologické mapě České republiky 1:25 000*. Praha: Česká geologická služba. 03-324 Turnov. ISBN 978-80-7075-850-2.
35. Šimák, V. J. 1930-31. *Od Ještěda k Troskám*. Učitelské jednoty Turnov. IX: 101–108.
36. Štelcl, J., Vávra V. 2013. *Multimediální atlas hornin jako interaktivní pomůcka při výuce*. [online]. Ústav geologických věd, PřF MU, Brno [cit. 17.7.2017]. Dostupné z: <http://atlas.horniny.sci.muni.cz/index.html>
37. Tuček, K., Tvrz F. 1967. *Kapesní atlas nerostů a hornin*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
38. Vítek, J. 1993. *Pseudokrasové tvary na kozákovském hřbetu*. Hradec Kálové: Vysoká škola pedagogická Hradec králové, 7-20.
39. Zadražil, J. 1999. *Kozákov*. Česká Lípa. Seminární práce. SOŠ Česká Lípa.
40. Česká geologická služba. 2014. *Geologická mapa 1:25 000*. [online]. [cit. 17.7.2017]. Dostupné z: [http://mapy.geology.cz/geocr\\_25/](http://mapy.geology.cz/geocr_25/)
41. Český úřad zeměměřický a katastrální. [online]. [cit. 17.7.2017]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/Geoprohlizec/default.aspx?wmcid=9590>, <http://ags.cuzk.cz/dmr/?extent=-1075612.650239,-1184186.497833,-256308.169207,-824716.65678,102067>.
42. Klima Českého ráje. *Český ráj - Klenot naší vlasti!*: „CHKO Český ráj Geopark UNESCO“ [online]. 2017 [cit. 29.6.2017]. Dostupné z: <http://cesky-raj-klenot-nasi-vlasti.webnode.cz/klima-ceskeho-raje/>
43. Národní geoportál INSPIRE 2017. *Geomorfologická mapa ČR* [online]. [cit. 17. 7. 2017]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>.
44. Národní přírodní památka Kozákov. *Český ráj, Pojizeří a Podkrkonoší – informace z regionů* [online]. 2017 [cit. 29.6.2017]. Dostupné z: <http://www.cesky-raj.cz/priroda/narodni-prirodni-pamatky/kozakov/>

## Seznam Obrázků a tabulek

Obrázek 1 - lokalizace dané oblasti v rámci celé ČR, čísla na mapě jsou orientační, jde jen o upřesnění polohy ( <a href="http://ags.cuzk.cz/dmr/">http://ags.cuzk.cz/dmr/</a> ), 1:100000 .....	9
Obrázek 2 - Celková plocha NPP Kozákov ( <a href="http://mapy.geology.cz">mapy.geology.cz</a> ), 1:25 000 .....	10
Obrázek 3 - Pohled na Votrubicův lom (foto J. Chlupáč, 2017).....	12
Obrázek 4 - mapa s geomorfologickým členěním (Ještědsko-kozákovský hřbet a jeho podjednotky) 1:10 000, ( <a href="http://geoportal.cuzk.cz/Geoprohlizec/">http://geoportal.cuzk.cz/Geoprohlizec/</a> ) .....	14
Obrázek 5 - tok lávy z Kozákova (Konečný, 2006).....	15
Obrázek 6 - Mapa slouží pro obecnou charakteristiku jednotlivých období a hornin. ( <a href="http://mapy.geology.cz">mapy.geology.cz</a> 1:25 000).....	17
Obrázek 7 - výchoz zvrásněných sericitických fylitů mezi Železným Brodem a Malou Skálou (foto, R. Grygar). .....	20
Obrázek 8 - Mapa oblasti styku podkrkonošské a mnichovohradištské pánve ( <a href="http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/7_kapitola.htm">http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/7_kapitola.htm</a> ). .....	23
Obrázek 9 - Paleobazalt (melafyr) přímo ve Votrubicově lomě. Na fotografii je vidět barva horniny a barva mandlovcových "pecek". (foto J. Chlupáč, 2016).....	25
Obrázek 10 - Olivinický bazalt terciérního stáří obsahuje četné uzavřeniny olivínových nodulí (lherzolitů). Fotografie je pořízena v čedičovém lomu na Proseči. Velikost pecky je cca. 5 cm. (foto J. Chlupáč, 2016). .....	26
Obrázek 11 - Bazalt se zaměřením na detail s lherzolitem. Velikost pecky 7x4 cm. (foto J. Chlupáč, 2017). .....	26
Obrázek 12 - Pískovcové skály s "proželezněním". První fotografie je pořízena přímo v jeskyni Drábovna, druhá je zachycena pískovcová skalní stěna. (foto J. Chlupáč, 2016). .....	27
Obrázek 13 - Fotografie jaspisů (lom Kozákov), Univerzita Pardubice (foto. J. Chlupáč, 2016).....	28
Obrázek 14 - Achát (lom Kozákov), Univerzita Pardubice (foto J. Chlupáč, 2016). .....	29
Obrázek 15 - Ametyst (lom Kozákov), Univerzita Pardubice (foto J. Chlupáč). .....	29
Obrázek 16 - Ametrín ( <a href="http://www.svetmineralu.cz/magazin/ametrin-kamen-vecnelasky">http://www.svetmineralu.cz/magazin/ametrin-kamen-vecnelasky</a> ) .....	30
Obrázek 17 - Mordenit z Kozákova ( <a href="http://www.sberatelmineralu.cz/mordenit-4570.html">http://www.sberatelmineralu.cz/mordenit-4570.html</a> ).....	31
Obrázek 18 - Heulandit ( <a href="http://www.sberatelmineralu.cz/rozmary/velke/heulandit-baryt.html">http://www.sberatelmineralu.cz/rozmary/velke/heulandit-baryt.html</a> ) .....	31
Obrázek 19 - Karneol (Stará Paka) ( <a href="http://www.sberatelmineralu.cz/karneol-10359.html">http://www.sberatelmineralu.cz/karneol-10359.html</a> ) .....	32
Obrázek 20 - Analcim ( <a href="http://www.sberatelmineralu.cz/analcim-9197.html">http://www.sberatelmineralu.cz/analcim-9197.html</a> ) .....	32
Obrázek 21 - Chabazit Kozákov ( <a href="http://www.sberatelmineralu.cz/harmotom-chabazit-var-fakolit.html">http://www.sberatelmineralu.cz/harmotom-chabazit-var-fakolit.html</a> ).....	33
Obrázek 22 - Goethit (lom Doubravice) ( <a href="http://www.sberatelmineralu.cz/zahnedagoethit-9728.html">http://www.sberatelmineralu.cz/zahnedagoethit-9728.html</a> ) .....	33
Obrázek 23 - Natrolit ( <a href="http://www.sberatelmineralu.cz/natrolit-10576.html">http://www.sberatelmineralu.cz/natrolit-10576.html</a> ).....	34

Obrázek 24 - Skalní útvar Drabovna, západně od vrcholu Kozákov (foto J. Chlupáč, 2017).....	35
Obrázek 25 - Unikátní konfigurace šikmo uložených ker pískovcových skal v Měsíčním údolí (foto J. Chlupáč, 2017). .....	36
Obrázek 26 - Krásně viditelné šikmo uložené kry pískovců. Skála 300 m pod Drábovnou (foto J. Chlupáč, 2016). .....	36
Obrázek 27 - šikmý úklon pukliny ve skalní stěně (foto J. Chlupáč, 2017).....	37
Obrázek 28 - Pohled z boční strany na Babí pec (foto J. Chlupáč, 2017). .....	38
Obrázek 29 - Průhled jeskyní Babí pec (foto J. Chlupáč, 2017).....	38
Obrázek 30 - Část nejdelšího skalního převisu v lokalitě, až 100 m (foto J. Chlupáč, 2017). .....	39
Obrázek 31 - Zemanova pec nacházející se cca 300 m pod Drábovnou. Hned vedle je další menší skalní převis (foto J. Chlupáč, 2017). .....	39
Obrázek 32 - Menší skalní převis ležící vedle Zeman. pece. Výška 1,5 m, šířka 3 m, hloubka 1,5 m. (foto J. Chlupáč, 2017). .....	40
Obrázek 33 - Kudrnáčova pec, téměř na konci Měsíčního údolí směrem k Prackovu. (foto J. Chlupáč, 2016). .....	40
Obrázek 34 - Pohled prvním oknem do Drábovny (foto J. Chlupáč, 2017).....	41
Obrázek 35 - Další dutinná jeskyně označovaná jako pec. Poměrně menší, na výšku 1,2 m, hluboká až 3 m. (foto J. Chlupáč, 2017).....	41
Obrázek 36 - Detailní pohled na voštiny skalní stěny v pískovcovém městě (foto J. Chlupáč, 2017). .....	42
Obrázek 37 - Skalní věž, mezi skalní stěnou a věží průřva cca 70 cm v horní části (foto J. Chlupáč, 2017). .....	42
Obrázek 38 - Jamkovité škrapy na pískovcové skále pod drábovnou (foto J. Chlupáč, 2016).....	43
Obrázek 39 - Dvě generace skalních kůr na jednom povrchu. Starší jsou tzv. talíře a novější vytváří desky (foto J. Chlupáč, 2016). .....	44
Obrázek 40 - vývoj prackovského vulkánu (Černá, 2010). .....	44
Obrázek 41 - anatomie struskového kuželu (Rapprich, 2007).....	45
Obrázek 42 - odkryv č.1, porovnání s kolem (foto J. Chlupáč, 2017) .....	47
Obrázek 43 - kavádrová odlučnost pískovce (foto J. Chlupáč, 2017).....	49
Obrázek 44 - odkryv č. 2 (foto J. Chlupáč, 2017).....	50
Obrázek 45 - odkryv č. 3 (foto J. Chlupáč, 2017).....	52
Tabulka 1 - Klima Kozákova a okolí, dle (Quitta 1971) .....	11
Tabulka 2 - Tabulka jednotlivých období vzniku hornin na daném území. ....	13