ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA GEOENVIRONMENTÁLNÍCH VĚD

Zhodnocení geologické situace na vybraných lokalitách v oblasti Krkonoš

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Tomáš Vavrla

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Jetmar, Ph. D.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Vavrla

Aplikovaná ekologie

Název práce

Zhodnocení významu zajímavých geologických lokalit v oblasti Krkonoš

Název anglicky

Evaluation of importance of interesting geological localities in Krkonoše mountains region

---

Cíle práce

Práce se zabývá komplexní analýzou přírodních a geologických poměrů zajímavých lokalit postižených a ovlivněných těžbou nerostných surovin (především staré lomy) ve sledované oblasti v oblasti Krkonoš. Navrhuje případný vhodný management lokality z hlediska ochrany krajiny a přírody, respektive vhodné rekultivační nebo revitalizační postupy. Srovnává různé lokality oblasti a navrhuje jejich možné využití.

Metodika

Zhodnocení současného stavu geologických lokalit ovlivněných v minulosti těžbou nerostných surovin (lomy) v zájmové oblasti Krkonoš. Lomy budou identifikovány v terénu, prostřednictvím databází, leteckých snímků, soupisů lomů a geologických a jiných map uchovávaných v příslušných geologických institucích a archivech. Zájmové lomy budou geologicky charakterizovány (lokalizace, stanovení horninového typu, uložení vrstev aj.). Návrh vhodného managementu lokalit z hlediska zájmů ochrany krajiny a přírody, edukačního využití, resp. možných rekultivačních nebo revitalizačních postupů. Práce bude kombinovat zpracování archivních (včetně digitálních – internetových) a terénních dat (včetně určení zeměpisných souřadnic a fotodokumentace). Hlavní geologická data budou zpracována především podle geologických a účelových map a základních geologických map České republiky (a příslušných vysvětlivek) v měřítku 1 : 50 000 a 1 : 25 000.

Doporučený rozsah práce

60

Klíčová slova

lomy, geologické lokality, ochrana prostředí, ekologie, Krkonoše, těžba surovin

---

Doporučené zdroje informací

Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – Academia. Praha. Mísař Z., Dudek A., Havlena V., Weiss J. (1983): Geologie ČSSR I, Český masív. – Státní pedagogické nakladatelství. Praha. Různí autoři (1970 – 2010): Regionálně geologické monografie České republiky. – ÚÚG, ČGÚ, ČGS. Praha. Různí autoři (1920 – 1970): Soupisy lomů. – ÚÚG. Praha. Různí autoři (1960 – 1968): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR (+ mapy). Praha, ÚÚG. Různí autoři (1970 – 2010): Soubor geologických a účelových map – vysvětlivky a mapy. ÚÚG, ČEÚ, CENIA. Praha. (Dostupné také z WWW). Různí autoři (2002 – 2009): Chráněná území České republiky. AOPK. Praha. Různí autoři (1980 – 2010): Vysvětlivky k podrobné geologické mapě ČR (+ mapy). ÚÚG, ČGÚ, ČGS. Praha. (Dostupné také z WWW).

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

RNDr. Miroslav Jetmar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra geoenvironmentálních věd

Konzultant

RNDr. Jehlicka

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2019

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně
pod vedením RNDr. Miroslava Jetmara, Ph.D. Další informace mi poskytli
Mgr. Ondřej Stískal a RNDr. Vlasta Coufalová.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.
Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

Poděkování

Děkuji RNDr. Vlastě Coufalové za cenné rady, Michalu Kuklovi za poskytnutí některých fotografií a Mgr. Ondřeji Stískalovi za zapůjčení studijní literatury, za konzultace mé práce a především za pomoc s terénním výzkumem.

Abstrakt

Tato práce shrnuje poznatky z různých oborů o oblasti pohoří Krkonoš. Konkrétně se stručně věnuje historii Krkonošského národního parku, podnebí Krkonoš, vodstvu, flóře a fauně pohoří. Podrobněji pak rozebírá problematiku geohistorického vývoje, geologie a mineralogie. Práce obsahuje dokumentaci jednotlivých, z určitého pohledu zajímavých, geologických lokalit.

Klíčová slova

Lomy, geologické lokality, ochrana prostředí, ekologie, Krkonoše, těžba surovin.

Abstract

This thesis summarizes knowledge of various fields about The Giant Mountains. It deals with the history of The Giant Mountains National Park, regional climate, its waters, flora and fauna. The thesis focuses on local geological history, geology and mineralogy. There is included documentation of interesting geological localities.

Key words

Quarries, geological localities, environmental protection, ecology, The Giant Mountains, raw materials extraction.

Obsah

1 Úvod 5
2 Metodika 6
3 Cíle 8
4 Představení zájmového území - Krkonošský národní park 9
5 Rešerše 12
5.1 Vznik Krkonoš a KRNAP 12
5.1.1 Flóra Krkonoš 13
5.1.2 Fauna Krkonoš 13
5.1.3 Vodstvo 14
5.1.4 Management ochrany přírody 14
5.2 Geologie 16
5.2.1 Krkonošsko-jizerské krystalinikum 16
5.3 Geomorfologie 18
5.4 Mineralogie 20
6 Popis jednotlivých lokalit 22
6.1 Pec pod Sněžkou - Obří důl (dobývka Kovárna, štola Helena) 22
6.2 Špindlerův Mlýn - Medvědín (štola č. 1) 25
6.3 Lom v Černém dole 27
6.4 Horní Rokytnice 29
7 Závěr 30
8 Literární zdroje 31
9 Přílohy 35

1 Úvod

O oboru mé bakalářské práce jsem byl rozhodnutý už dlouhou dobu, neboť geologie je již od útlého dětství mojí největší zálibou. Těžší bylo rozhodnout se pro nějaké konkrétní téma, ale po konzultaci s vedoucím práce RNDr. Miroslavem Jetmarem a s mými přáteli, s nimiž jezdím sbírat minerály, jsem nakonec zvolil *Zhodnocení geologické situace na vybraných lokalitách v oblasti Krkonoš*.

Práci jsem začal terénním výzkumem a v létě roku 2017 jsem navštívil následující lokality: Medvědín, Černý důl, Horní Rokytnice a Obří důl.
Na těchto lokalitách jsem kromě několika ukázkových vzorků sbíral informace o stavu sukcese zde probíhající, protože sukcese je dalším faktorem, kterým bych se během této práce chtěl zabývat. Zajímá mě, jestli je těžba pro přírodu pouze negativním faktorem, nebo jestli má i svá pozitiva.

Na lokalitách jsem kromě vzorků a fotografií sbíral informace o množství a typu vegetace a přítomnosti vody. Voda se totiž zdá být elementem nezbytným pro sukcesní děje v přírodě. Sukcese je přirozený nesezónní a kontinuální proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů na určitém místě.

(UPOL – online: 2018*)*

Konkrétněji řečeno, sukcese označuje proces vzniku, vývoje a eventuálního zániku ve složení společenstev v ekosystému. Rozlišujeme tzv. *primární sukcesi*, odehrávající se „de novo“ na novém území čili popisující vznik společenstev (např. na právě vzniklém sopečném ostrově) a *sekundární sukcesi*, která se týká vývoje již existujících společenstev (například zarůstání již nečinných lomů nebo zarůstání výsypek po těžbě nerostných surovin). Oba dva typy lokalit jsem v Krkonoších osobně navštívil.
Ač byly tyto lokality v minulosti degradovány a většinou osídleny nepůvodními druhy, stává se, že na lokalitách, kde je terén přerovnáván nebo jinak narušován, se původní druhy znovu objevují. Objevují se zde proto, že původní druhy jsou ve svém přirozeném prostředí, zatímco ty nepůvodní je potlačily jen díky své vysoké početnosti a produkci či množstvím produkované biomasy, které bylo mnohem větší než u původních druhů. Právě tím, že je substrát celý přerovnán, nebo je odstraněna jeho nadložní část, může sukcese začít od začátku. Původní druhy tak dostanou druhou šanci – ze semenných bank se rozrostou mnohem rychleji než druhy, které se rozšířily jen díky svému množství.

2 Metodika

Jak už jsem se zmínil, práci jsem začal terénním výzkumem, sběrem dat a vzorků přímo v terénu. Všechny lokality jsem osobně navštívil a zjistil, je-li na nich přítomna voda. Právě voda se jeví být jedním z podstatných elementů pro průběh sukcese. Ohledal jsem vegetaci a snažil jsem se zpozorovat i nějaké zástupce fauny.

Po tomto prozkoumání území jsem pořizoval fotografie pomocí digitálního kompaktního fotoaparátu. Snažil jsem se vyfotografovat vždy celkový pohled na lokalitu a také detailní snímky, ale ne všude to bylo možné. Například na lokalitách Medvědín a Obří důl celkový pohled na lokalitu vyfotografovat nelze, jedná se totiž o štoly, kde lze vyfotografovat pouze část stěny štoly, ale žádný komplexnější pohled není možné získat. Fotografování v podzemí komplikují mimo jiné vysoká prašnost a absence světla. Z těchto důvodů bývá mnoho snímků rozmazaných.

Kromě poznatků a fotografií jsem na lokalitách sbíral ukázkové vzorky. Způsob sběru vzorků se na lokalitách zpravidla liší. Vždy je vhodné lokalitu nejprve projít a ohledat kameny na povrchu. Poté je nutné buď vykopat díru, v níž se minerály mohou vyskytnout, nebo použít jiné metody sběru. Tento způsob hledání minerálů je vhodný spíše pro lokality na polích a loukách. Krkonošské lokality jsou však převážně v lomech či starých dolech.

Do lomů a do dolů je nutné určité vybavení. Kromě nezbytné pevné obuvi, pracovních rukavic, dlouhých nohavic a rukávů je to bezpochyby helma, která v lomu chrání hlavu před padajícími kameny a v dole i před nárazy do stěn. Do dolů je nutná ještě svítilna. Samozřejmě je vhodnější čelová svítilna nebo svítilna, kterou lze připevnit na helmu. Já používám horolezeckou helmu Petzl a vysoce svítivou čelovou svítilnu Fenix HP30r.
Vyjma těchto ochranných pomůcek je pro sběr minerálů nutné vhodné nářadí. Typ nářadí se liší opět podle charakteru lokality – já osobně do lomů a dolů používám kladivo, majzlíky a vojenskou polní lopatku. Kladivo mám „klasické“, nikoliv geologické, protože geologická kladiva jsou většinou malá a lehká, nehledě na to, že jejich pořizovací cena je až několikrát vyšší, než je cena „klasického“ kladiva. Další nezbytnou částí výbavy jsou buď noviny nebo kuchyňské utěrky. Vzorky je nutné do papíru dobře zabalit, aby se po uložení do batohu společně s nářadím rozbily.

Postupně jsem navštívil všechny dále popsané lokality, kde jsem po prozkoumání okolí nasbíral vzorky a pečlivě je uložil. Doma jsem je poté pomocí hadice a kartáčku umyl, nechal je uschnout a důkladně prohlédl.

Po prozkoumání všech vzorků a fotografií vyšlo najevo, že bude nutné danou oblast ještě navštívit a doplnit chybějící informace, proto jsem lokality s patřičným vybavením navštívil znovu.

Když jsem měl nasbírané všechny vzorky, začal jsem pracovat s literaturou. Část použité literatury mám doma, část mi půjčili přátelé. Začal jsem číst a dělal jsem si poznámky. Několik chybějících informací jsem doplnil z článků na internetu. Zde jsem se snažil vybírat ty relevantnější zdroje, ideálně internetová vydání ověřených časopisů a oficiální webové stránky Krkonošského národního parku.
Následně jsem si potřebné informace zkompletoval a zjistil jsem, že geologická mapa, kterou jsem si zakoupil (*Geologická mapa Krkonoš a Jizerských hor* v měřítku 1:100 000), není do příloh vhodná. Hledal jsem tedy jiné, vyhovující geologické mapy, ale všechny byly příliš obecné. Protože jsem nechtěl investovat další peníze, použil jsem mapy volně dostupné na internetu.

Informace o lokalitách se hledají buď v různých článcích, knihách nebo se předávají ústně mezi sběrateli. Geologické mapy se dá použít při dohledávání starých lokalit, u kterých nelze poznat, kde bylo kopáno. Přímo v terénu se pak porovnává geologická mapa s mapou geografickou. Je nezbytné mít obě mapy stejného měřítka, aby bylo možné místa lokalizovat. Protože se mineralogické lokality často nachází na kontaktu horninových těles, lze místo na geologické mapě dobře lokalizovat. Následně se geologická mapa překryje mapou geografickou a v místě, kde byla lokalita na mapě geologické se udělá značka.

Při této metodě hledání lokalit je velmi vhodné používat ještě ortofotomapy či družicové snímky (http://www.mapy.cz, https://www.google.com/maps).
Snímky totiž, na rozdíl od mapy, zobrazí aktuální stav terénu. Lokalitu je pak snazší v terénu přesně lokalizovat, ale i přesto je mnohdy nutné nachodit smnoho kilometrů, než se podaří zjistit, že lokalita byla již před časem „zrekultivována“.

3 Cíle

Ve své práci bych rád zjistil podrobnější informace o geologické stavbě, potažmo i vývoji vybraných lokalit. Dále se pokusím zdokumentovat stav sukcese probíhající na postindustriálních stanovištích, jako jsou právě staré lomy a další pozůstatky po těžbě nerostných surovin, neboť právě takové lokality jsou dobrou ukázkou vývoje raných přirozených ekosystémů. Předpokládám, že ve stále činných lomech bude zajímavé srovnání míst, kde těžba aktuálně probíhá, s místy kde již byla ukončena. Zejména na takových místech bych očekával raná sukcesní stádia.

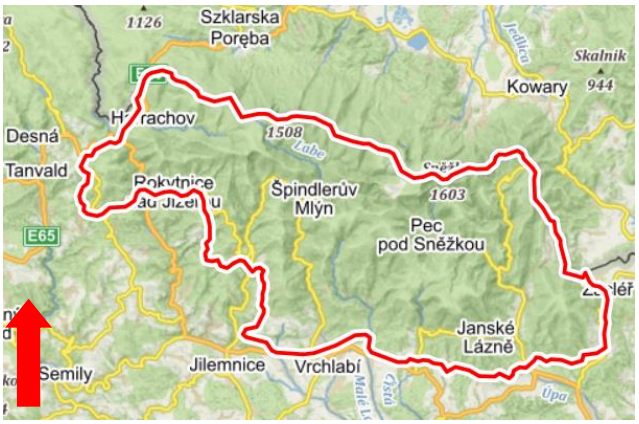
Těžba v přírodě je na první pohled velkým zásahem do krajiny. Může se zdát, že takovými disturbančními zásahy do přírodních a přirozených ekosystémů je přírodě a krajině škozeno, ovšem z mého pohledu není tento závěr zcela jednoznačný. Mechanickým narušováním ploch dochází nejen ke zmlazování a přirozené obnově porostů, které byly v minulosti člověkem destabilizovány, ale také se na těchto lokalitách znovu objevují mnohdy vzácné a chráněné druhy včetně raných sukcesních stádií některých druhů. Nebýt těchto disturbancí, mnohé druhy by byly v Krkonoších jen pouhou vzpomínkou.

Lokality zařazené do mé práce byly vybrány, protože na všech těchto místech buď probíhá nebo probíhala těžba, a tak se ekosystémy na jednotlivých lokalitách vyznačují značnou diverzitou. A to nejen diverzitou mezi vlastními lokalitami, ale i diverzitou mezi jednotlivými částmi lokalit. Zatímco lokality, na kterých těžba stále probíhá, reprezentují raná sukcesní stádia, tak lokality, na kterých již byla těžba ukončena, jsou ukázkou ekosystémů v různém stupni sukcesního vývoje. Toto je jeden z hlavních důvodů, proč tyto lokality stojí za pozornost.

4 Představení zájmového území - Krkonošský národní park

Krkonošský národní park (dále KRNAP) se rozkládá na severovýchodě České republiky na území pohoří Krkonoše, které leží podél státní hranice s Polskem. Celé pohoří je součástí většího horstva zvaného Sudetská pohoří neboli Sudety. Sudety se skládají z jednotlivých pohoří táhnoucích se podél hranic České republiky od Krkonoš přes Krušné hory až po Jeseníky.

Obrázek 1: Mapka ČR s vyznačenou polohou Krkonoš (online: 2018)



Obrázek 2: Mapka Krkonoš (online: 2019)

Díky unikátním biotopům tvoří velká část krkonošského pohoří od roku 1963 jeden z našich národních parků a v roce 1992 byly Krkonoše zařazeny do celosvětové sítě biosférických rezervací UNESCO v rámci programu Člověk a biosféra – Man and Biosphere (MaB).
Krkonoše jsou ceněny jednak díky již zmíněným biotopům vytvářejícím pestrou krajinnou mozaiku, jednak díky bohaté skladbě fauny i flóry a v neposlední řadě i díky své geologické stavbě, která často výskyt vzácných druhů podmiňuje.

(*geom* – online: 2018)

Krkonoše podobně jako celá severní část Českého masivu patří do západosudetské (lugické) oblasti, která je hodnocena jako mozaika regionálně geologických jednotek s místně odchylnými vývoji, avšak s určující rolí variského vrásnění, které bylo hlavním deformačním procesem.
Většina západosudetské oblasti se rozkládá v Německu (Lausitz) a Polsku (Kaczawské hory, Soví hory, Bardzské hory a polská část Krkonoš). Menší část je na českém území, kde ji tvoří Krkonoše, Orlické hory a Králický Sněžník.

(Chlupáč 2002)

V dnešní době Krkonoše nejsou nikterak významné svojí výškou ani velikostí, za to však jsou unikátní jak mimořádnou pestrostí krajiny, flóry i fauny, tak počtem geologických a geomorfologických jevů vyskytujících se na poměrně malém území.

(*Pilous 2013; KRNAP1* – online: 2018)

Na svazích hor je živá příroda uspořádána do vegetačních výškových stupňů, které jsou projevem kombinací mnoha přírodních podmínek – zeměpisné šířky, nadmořské výšky, geologického podloží, orientace a sklonu svahů, větrného proudění, teploty, množství srážek, výšky sněhové pokrývky a činnosti lavin.

V Krkonoších rozlišujeme následující vegetační stupně:

· Submontánní (podhorský) vegetační stupeň
  - 400–800 m n. m. (téměř 50% celkové rozlohy Krkonoš).
  - Rozkládá se v krkonošském podhůří a na úpatí hor. Původně ho pokrývaly listnaté lesy nebo smíšené horské pralesy. Obvyklými dřevinami jsou buk, javor, jasan, jeřáb, olše, vzácně i jedle. Většinu těchto lesů však člověk v průběhu kolonizace hor vytěžil a nahradil buď smrkovými monokulturami, nebo je přeměnil na louky, pastviny a pole. Zbytky listnatých nebo smíšených horských lesů se zachovaly v údolích kolem řek a potoků.

· Montánní (horský) vegetační stupeň

  - 800–1 200 m n. m. (40% z celkové rozlohy pohoří).
  - V minulosti tady rostly husté smíšené a horské smrkové lesy, které však v uplynulých staletích prodělaly značné změny. V důsledku dolování, těžby dříví, sklářství a budního hospodářství byla velká část horských lesů vykácena. Na jejich místě vznikaly (zejména v období budního hospodářství v 17.−19. století) bezlesé osídlené horské enklávy s druhově bohatými květnatými horskými loukami.

· Alpínská (horní) hranice lesa

  - 1 200–1 350 m n. m.
  - Odděluje od sebe stupeň montánní a spodní alpínský. Její průběh na řadě míst významně změnil člověk při zakládání horských bezlesých enkláv.

· Spodní alpínský (subalpínský) stupeň
  - 1 350 –1 450 m n. m. (9,3% rozlohy).
  - V těchto nadmořských výškách rostou především porosty borovice kleč (*Pinus mugo*), která je svým habitatem přizpůsobena podmínkám, jež zde panují. V tomto vegetačním stupni jsou také ekologicky ceněná rašeliniště a zejména botaniky oceňované ledovcové kary.

· Svrchní alpínský stupeň

  - 1 450–1 603 m n. m. (0,7% rozlohy pohoří).
  - Je vytvořen pouze na nejvyšších, vzájemně izolovaných vrcholech Krkonoš − v Čechách na Sněžce, Studniční a Luční hoře, v Polsku na Smogorni a Vysokém Kole. Reliéf i vegetaci nejvyšších horských poloh Krkonoš významně ovlivňuje opakované mrznutí a tání trvale vlhké a podchlazené půdy, tvorba půdního ledu, půdotoky (soliflukce) a vznik nejrůznějších kamenných kopečků a brázd připomínajících severskou tundru. Charakter vegetace tu určují drobné keříčky, traviny, mechy a lišejníky.

(Vegetační stupně – online: 2018*; Příroda* – online: 2018*; KrDat* – online: 2018)

Značný vliv na dnešní podobu pohoří má také větrné proudění, neboť vítr přinesl i určitou část semen rostlin, které v Krkonoších později zdomácněly. Převažující západní proudění vzduchu od Atlantského oceánu ve spojení se západovýchodním uspořádáním hlavních krkonošských hřbetů a údolí podmiňuje existenci zvláštního přírodního jevu. Větrné proudy stoupající návětrnými údolími zvyšují díky zužujícím se údolním profilům svou rychlost. Silné větrné proudy pak přepadají za vzniku mohutných turbulencí do závětří ledovcových karů. (*Podnebí* – online: 2018)

Po tisíciletí proudí tyto lokální větry stále stejnými cestami a zásadním způsobem tak ovlivňují rozmísťování dešťových a sněhových srážek a tvorbu sněhových lavin. Lavinové svahy jsou proto trvale bezlesé, je zde světlo, slunce, závětří a dostatek vlhkosti z dlouhodobě ležících sněhových polí. Větry transportují z návětří do závětří také semena rostlin, drobné živočichy a částečky půdy z blízkých i vzdálenějších míst. V závětří ledovcových karů tak funguje jakési „biologické smetiště“, tvořené nejpestřejší přírodou z celého pohoří. V odborné literatuře je tento fenomén označován termínem anemo-orografické systémy. Byl objeven a podrobně popsán pro světovou vědu právě zde, v Krkonoších. (*Podnebí* – online: 2018)

Zmíněné specifické uspořádání hlavních krkonošských hřbetů a údolí podmiňuje existenci zvláštního přírodního jevu. Větrné proudy, které stoupají návětrnými údolími Mumlavy, Bílého Labe nebo Dolského potoka, zvyšují díky zužujícím se profilům údolí svou rychlost, a to i při proudění nad náhorními plošinami Labské, Pančavské, Bílé a Čertovy louky. Silné větrné proudy pak přepadají za vzniku mohutných turbulencí do závětří ledovcových karů Kotelních, Labských, Sněžných a Studniční jam, do Úpské jámy či jam Stawů. Během zimy se zde zejména díky tomuto jevu kumuluje velké množství sněhu, které roztává mnohdy až v létě.
Během jara a léta, kdy už není sněhová pokrývka tak silná, popř. zcela chybí, transportují větry semena rostlin. Ta se podobně jako sníh kumulují v karech a vytváří zde botanicky unikátní stanoviště. (*Podnebí* – online: 2018)

V souvislosti se změnou klimatu se tento fenomén v posledních letech poněkud mění. Klima má v celé České republice více kontinentální charakter, než tomu bývalo v dobách minulých. Na našem území se zvyšuje podíl jihovýchodního proudění. V případě, že by se jednalo o dlouhodobější změnu v proudění větrů, zcela jistě by se takový vývoj proměnil i změnami v anemo-orografických systémech Krkonoš. (*ÚSOS*)

5 Rešerše

5.1 Vznik Krkonoš a KRNAP

Z předchozích odstavců je zřejmé, že pohoří neustále mění svou tvář. Děje se tak již od dob jeho vzniku, tedy od prvohor. V době před cca 390–310 milióny let došlo ke kolizi superkontinentů Euramerika a Gondwany, což vedlo nejen ke vzniku nového superkontinentu Pangea, ale také k vyvrásnění několik tisíc metrů vysokých pohoří, k nimž patří i dnešní Krkonoše. Tento proces bývá označován jako Variské nebo také Hercynské vrásnění.
V průběhu celých druhohor a počátku třetihor byly tyto hory za teplého a vlhkého klimatu obrušovány erozí a klimatickými vlivy. Během třetihorního Alpinského vrásnění bylo pohoří znovu vyzdviženo a získalo přibližně dnešní výšku.
Velmi důležitý pro vytvoření Krkonoš v dnešní podobě byl počátek čtvrtohor (pleistocén), kdy docházelo ke střídání glaciálů s interglaciály. Během dvou předposledních glaciálů (elsterský glaciál: 470 000 – 485 000 let a saalský glaciál: 350 000 – 385 000 let) byla téměř celá severní polovina České republiky pokryta kontinentálním ledovcem.

Tato chladná období připomíná mnoho neživých útvarů.
Lze zde rozeznat například tzv. kryoplanační terasy, což jsou útvary tvořené skalním výchozem (mrazovým srubem) a mírně skloněnou kryoplanační plošinou (sklon 1° – 12°), která je často překrytá sutí.
Do dnešních dob se na vrcholových plošinách vytváří mrazové půdní formy (tzv. polygonální půdy). Polygonální půdy jsou půdy mající na svém povrchu mnohoúhelníkové až kruhové útvary vzniklé zrnitostním vytříděním (hrubší horninové úlomky tvoří hranice polygonů). Tento druh půd vzniká opakovaným působením mrazu a tání zvláště v polárních a subpolárních oblastech. Výskyt a dokonalost těchto půdních tvarů lze ve středoevropském prostředí pokládat za výjimečný jev, a proto je výzkumu i ochraně tohoto fenoménu v současné době věnována zvýšená pozornost. (*Muni* – online: 2018)

Ale také samotný tvar nejvyšší hory Sněžky připomínající trojboký jehlan není náhodný. Sněžka byla takto vymodelována třemi ledovci, které tehdejší horu sevřely ze tří stran a daly ji dnešní tvar trojbokého kužele, tzv. karling. V této době se na výše položených horských svazích utvořily horské ledovce, které po sobě zanechaly ledovcová údolí s charakteristickým profilem do tvaru písmene U, ledovcové kary, morény atp.

V České republice unikátní ledovcové kary pochází z dob pleistocénu, kdy vznikaly glaciálním přemodelováním preglaciálních údolních závěrů. Velikost krkonošských karů je různá a je dána velikostí příslušných deflačních (vyživovacích) ploch. Díky převládajícímu západnímu proudění vítr přemísťoval značná množství sněhu z návětrných ploch a sníh se pak akumuloval za hřebeny na straně závětrné. Tím, jak vítr přecházel přes hřebeny, docházelo k turbulencím a v závětří se hromadily velké masy sněhu. Objem sněhu neustále narůstal a s ním rostla i jeho hmotnost. Působením tlaku na spodní vrstvy se sníh měnil v led a postupně vznikaly ledovce. (*Flousek et al.* - 2007)

Tomuto chladnému období Krkonoše vděčí rovněž za floru, která zde roste. Vrcholové partie nejvyšších hor ledem pokryty nebyly, a tak se staly útočištěm pro některé glaciální druhy. Tato společenstva se označují jako arkto-alpínská tundra. Je to biotop, který vzhledem a částečně i flórou připomíná tundru severskou, ale teploty zde stoupají vysoko nad bod mrazu.
V Krkonoších vanou větry od severozápadu, od Severního moře. Mezi Severním mořem a Krkonošemi není žádné vyšší pohoří, které by Krkonoše chránilo. Proto tady panuje chladné podnebí srovnatelné s tím skandinávským. (Pledovce – *online: 2018*)

Lidé se zajímali o krkonošskou přírodu již dlouho před vznikem Krkonošského národního parku. Již v roce 1903 si hrabě Harrach uvědomil, že zdejší přírodu je nutné chránit a založil na území Krkonoš osm státních přírodních rezervací (SPR). První návrh na zřízení národního parku vznesl v roce 1923 botanik prof. František Schustler, který si uvědomil, že území je výhodnější chránit jako jeden celek. Jeho nápady však překazila 2. světová válka.
V letech 1937-38 proběhl dosud největší zásah do krajiny spojený s výstavbou rozsáhlého vojenského opevnění. Po 2.světové válce, po odsunu německého obyvatelstva, byly mnohé pozemky opuštěny a zarůstaly náletovými dřevinami nebo byly osázeny nekvalitními smrkovými monokulturami.

Kvalitnější porost zůstal pouze na několika malých lokalitách, a to právě na těch, na kterých byly již zmiňované SPR. Zanedlouho však musela ochrana přírody ustoupit „státním zájmům" a na některých místech se začalo těžit (Medvědín, rozsáhlý rudný průzkum v Obřím dole). Nejstarší zmínky o těžbě nerostných surovin jsou však mnohem starší. Zlato a stříbro se podle kronikáře Simona Hüttnela na území Krkonoš těžilo již na počátku 11. století.

(Biolib1 – online*:* 2018*; Cittadella* – online*:* 2018*;*
LZ - 2018*; Pilous* 2013*; Petránek 2016;*
Historie – online: 2018)

5.1.1 Flóra Krkonoš

Krkonošská flóra náleží do oblasti středoevropské lesní květeny (Hercynicum) a společně s hřebenem Rýchory patří do podoblasti sudetské flóry (Sudeticum).
Květena Hercynských pohoří je výrazně chudší ve srovnání s pohořími alpskými a karpatskými. Krkonoše jsou však v tomto směru výjimkou. V minulosti došlo v oblasti Krkonoš k opakovaným kontaktům severské, alpské a středoevropské flóry. Druhová rozmanitost krkonošské flóry je proto dodnes nejvyšší ze všech okolních středoevropských pohoří. Vyznačuje se vysokým zastoupením glaciálních reliktů a endemických druhů.

Přibližně dvě třetiny taxonů rostoucích v Krkonoších jsou původní a zbytek je nepůvodní.
Ty nepůvodní se do Krkonoš dostaly v průběhu různých etap osídlování a využívání pohoří. Lidé je s sebou přinesli buď jako plodiny nebo neúmyslně vmíchané mezi ně.
V dnešní době jsou Krkonoše ceněny pro množství druhů rostlin a živočichů zde rostoucích, respektive žijících. Kromě v českých horách víceméně běžných druhů se zde vyskytuje i několik druhů endemických.

Mezi krkonošské stenoendemity[1] se řadí například některé druhy jestřábníku (*Hieracium*), chrastavec krkonošský (*Knautia arvensis subsp. pseudolongifolia*),
všivec sudetský (*Pedicularis sudetica subsp. Sudetica*),
jestřábník sudetský (*Hieracium sudeticum*), kuřička krkonošská (*Minuartia concortica*), ostřice krkonošská (*Carex derelicta*) a další.
Neméně unikátní je také ekosystém borovice kleč (*Pinus mugo*)
a ostružiníku moruška (*Rubus chamaemorus*) známé jako morušková kleč.

(Flóra – online: 2018*; Data* – online: 2018)

5.1.2 Fauna Krkonoš

Během terénního průzkumu jsem osobně zpozoroval pouze několik zástupců bezobratlých a velké množství ptáků. Počet druhů živočichů žijících na území Krkonoš je však mnohem vyšší. Nejvíce druhů je známých ze skupiny bezobratlých (*Invertebrata*) a zcela určitě se nejedná o všechny taxony zde žijící.

[1] Stenoendemit = druh vyskytující se pouze na jedné lokalitě na světě

K nejcennějším krkonošským živočichům bezesporu patří hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*), kos horský (*Turdus torquatus*), slavík modráček (*Luscinia svecica svecica*), mlž vrkoč severní (*Vertigo modesta*) atp. Zástupci velkých šelem (medvěd hnědý – *Ursus arctos*, vlk obecný – *Canis lupus* a rys ostrovid – *Lynx lynx*) byli v Krkonoších dlouhá léta považováni za vyhynulé. Bylo to zřejmě z velké části zásluhou farmářů a pastevců, kteří se snažili chránit svůj majetek a šelmy nemilosrdně zabíjeli. Vzájemně se pak chlubili loveckými trofejemi, což vybíjení šelem podporovalo.
Velké šelmy jsou ovšem v našich zeměpisných šířkách jediným přirozeným predátorem spárkaté zvěře (jelen evropský – *Cervus elaphus*, srnec obecný – *Capreolus capreolus* ad.). Spárkatá zvěř se přemnožila a zejména v zimních měsících působila velké škody lesníkům. Během letních měsíců roku 2018 byly všechny tři velké šelmy na území Krkonoš opět spatřeny, což svědčí o tom, že ekosystém postupně uzdravuje.

Pravděpodobně největším současným nebezpečím pro spárkatou zvěř kromě dopravního vytížení oblasti jsou lomové stěny, a to hlavně při snaze uniknout před predátorem. V jednom z lomů jsem pod lomovou stěnou objevil kostru srny. Považuji to za znamení toho, že ač v lomech probíhá těžba, zvířata se těmto místům nevyhýbají.

(*Fauna* – online: 2018*; Velkeselmy* – online: 2018)

5.1.3 Vodstvo

Krkonoše patří ke srážkově nejbohatším oblastem ČR (700 až 1400 mm/ rok), což představuje solidní saturaci oblasti vodou. Srážky představují jediný způsob vstupu vody do krajiny, zato odtoků je hned několik. Kromě bezpočtu malých potoků a menších řek (Mumlava, Jizerka, Úpa) se jedná hlavně o zde pramenící evropský veletok – Labe. Po Hraničním hřbetu probíhá rozvodí mezi Baltským a Severním mořem.

Na horních tocích krkonošských řek se díky prudkým svahům, velkým kamenům či skalám nalézá množství převážně kaskádovitých vodopádů. Nejvyšším vodopádem v Krkonoších a zároveň v celé České republice je kaskádovitý Pančavský vodopád měřící 148 m. Mezi další známé vodopády se řadí Labský vodopád, Mumlavský vodopád, Horní Úpský vodopád ad.
V Krkonoších je možné najít i stojaté vody přírodního původu, konkrétně ledovcová jezera. Je jich zde několik. Mezi nejznámější a největší patří Wielki a Maly staw (na Polské straně) a Mechové jezírko.

Všechna tato jezera jsou morénového původu. Vznikala tak, že ledovec před sebou hrnul val sedimentů, který po odtání ledovce zůstal na místě. Voda z ustupujícího ledovcového splazu vytvořila prvotní zásobu vody, která byla dále doplňována vodou pocházející z atmosférických srážek.

(*Chlupáč 2002; Chaloupský 1989; Visit Vodopády* – online: 2. 12. 2018)

5.1.4 Management ochrany přírody

Ochranářský management v Krkonošském národním parku má za cíl udržet nebo zlepšit současný stav přírodního prostředí Krkonoš. Ačkoliv jsou Krkonoše národním parkem, kde by příroda měla být zachována v dobrém stavu, v minulosti zde probíhaly činnosti, které tvář Krkonoš silně změnily. Byla to především těžba nerostných surovin, těžba dřeva, zemědělství a sklářství. Proto je cílem ochrany krkonošské přírody tamní ekosystémy alespoň zachovat v dnešní podobě.

Jedním z hlavních problémů, a to nejen v Krkonoších, je stav lesů. Dřevo bylo v dobách minulých hlavním stavebním materiálem, a tak byly lesy nadměrně káceny. Došlo tím ke změně původní a přirozené skladby krkonošských lesů. Místo původních smíšených lesů byly

vysazovány rychleji rostoucí jehličnaté porosty. Kyselý jehličnatý opad vedl ke zhoršení kvality lesních půd a snížila se prostorová, věková i druhová rozmanitost krkonošských lesů. Emise vypouštěné do ovzduší působily narušování přirozené lesní skladby a oslabení lesních porostů. Oslabené stromy následně usychaly nedostatkem vody a živin,
nebo uschly v důsledku kůrovcového žíru.
V těchto případech zde hrály velkou roli podloží a typ půdy. Zejména na svorech obsahujících alumosilikáty je půda přirozeně kyselá. Po dalším okyselení kyselými dešti stromy rostoucí na těchto půdách odumíraly v poměrně krátké době, zatímco ty stromy, které rostly na okolním zásaditějším erlánovém podloží, vydržely déle.

V dnešní době se lesníci pokouší s tímto problémem vypořádat pomocí chemických postřiků a včasných zásahů do porostu. Jejich hlavním cílem je podpora přírodních procesů, které by měly vést k rozšíření zcela bezzásahových lesních porostů.

Tato podpora je prováděna zejména pomocí následujících opatření:

- šetrná obnova druhové a diferenciace věkové i prostorové struktury lesních porostů,
- záchrana genových zdrojů autochtonních krkonošských dřevin,
- prevence škod působených lesní zvěří,
- ochrana vodních toků, půdy a lesních komunikací.

Ve všech čtyřech vegetačních výškových stupních Krkonoš se nachází pestrá mozaika nelesních ekosystémů od luk a mokřadů na úpatí a svazích hor až po lišejníkovou tundru nejvyšších hřebenů. Pokud jde o zachování všech ekosystémů ve všech vegetačních stupních, je odborná péče nezbytná.

(*Mana – online: 20. 12. 2018; ÚSOS*)

Protože je rozmanitost přírody a krajiny Krkonoš vysoká, je pro její udržení v co nejlepším stavu nutné použít řadu odborných a plánovaných zásahů.
Sestavování plánu péče (dále PP) se dle legislativy České republiky řídí
zákonem č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny.

Mezi základní body PP schváleného pro období 2010–2020 patří:

- Zachování příznivého stavu, případně zlepšení současného stavu předmětů ochrany v KRNAP, EVL[2] a PO[3] Krkonoše, udržení celistvosti a zabránění další fragmentaci ekosystémů.
- Zachování, případně obnova specifického krajinného rázu horské krajiny Krkonoš.
- Zachování a podpora biodiverzity.
- Rekonstrukce lesních ekosystémů směrem k přírodě blízkému stavu.
- Udržování vybraných druhotných nelesních ekosystémů (především horských luk) ve stavu optimálním z hlediska předmětu ochrany.
- Trvale udržitelný rozvoj krkonošských obcí a podpora takových forem využívání území, které nepoškozují přírodní prostředí.

(brožura – online: 23. 12. 2018; ekolist – online: 21. 12. 2018;
péče – online: 21. 12. 2018)

[2] EVL = Evropsky Významná Lokalita; území vyhlášené k ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin podle směrnice Evropské komise o stanovištíc
[3] PO = Ptačí Oblast; chráněné území vyhlašované za účelem ochrany ptáků

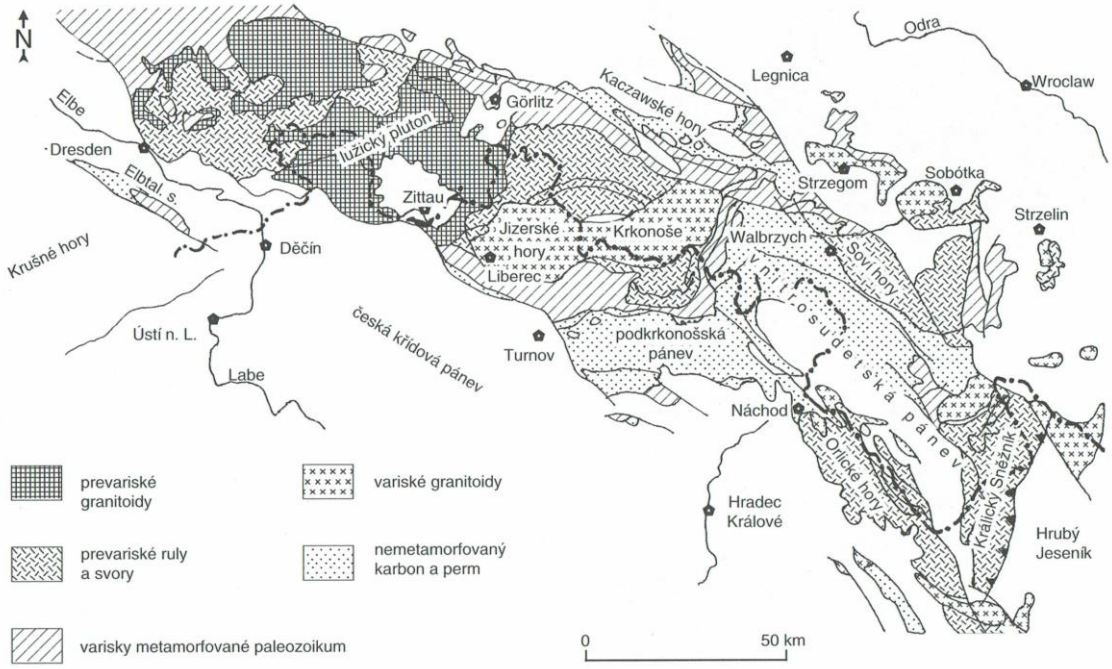
PP KRNAP vypracovává Správa KRNAP na období 10 let. Pro uvedené desetiletí obsahuje popis všech dlouhodobých i krátkodobých cílů a opatření, jejichž realizace je zárukou rozumného využívání Krkonoš při respektování všech přírodních
a kulturně-historických hodnot, které naše nejvyšší pohoří má. V PP je samostatně rozvedena péče o lesní a nelesní ekosystémy a péče o reliéf.

(*KrnapPP – online: 25. 12. 2018*)

5.2 Geologie

5.2.1 Krkonošsko-jizerské krystalinikum

Celá severní část Českého masivu, do nějž patří i Krkonoše, náleží západosudetské neboli lužické (lugické) oblasti. Pro vznik této jednotky bylo zásadní již zmiňované Variské vrásnění.



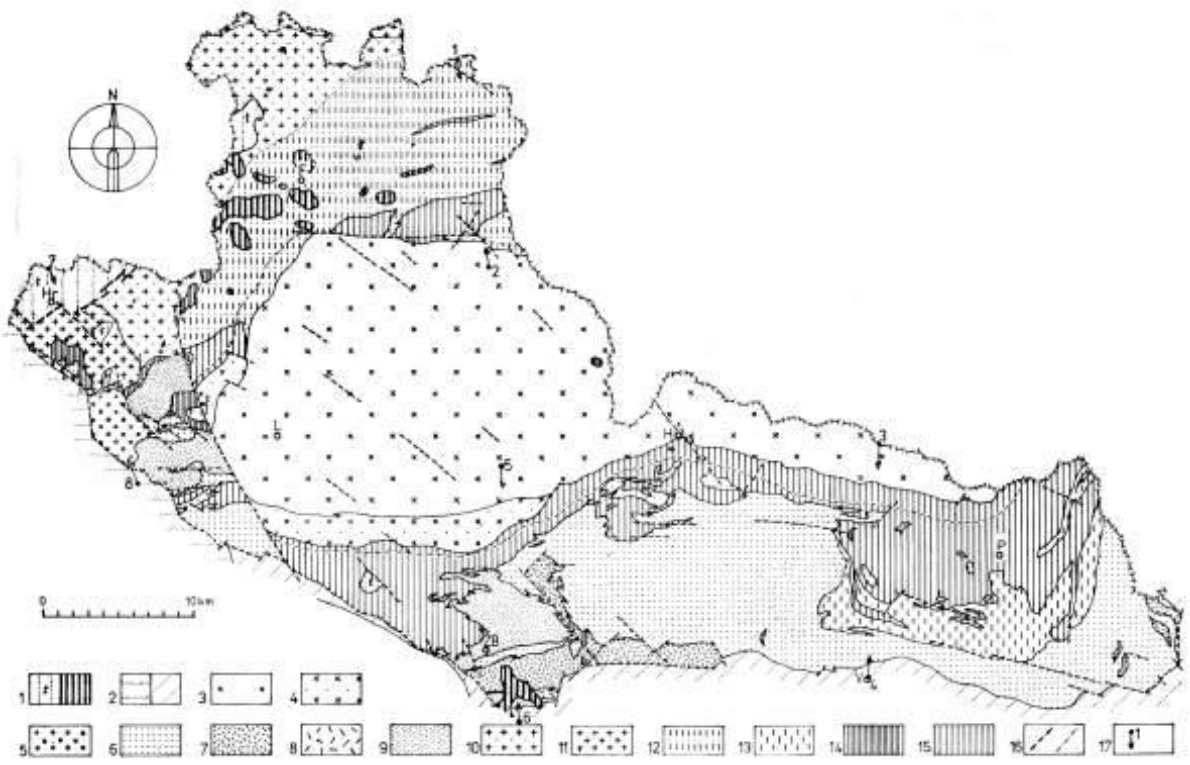
Obrázek 3: Zjednodušená geologická mapa západosudetské oblasti (*Chaloupský 1989*)

Naprostá většina území pohoří spadá do geologického celku zvaného krkonošsko-jizerské krystalinikum, jen okrajově sem zasahuje podkrkonošská pánev.
Celé krkonošsko-jizerské krystalinikum bylo při geologickém mapování rozděleno do několika základních litostratigrafických skupin (jednotek)[4]. Na českém území rozlišujeme následující jednotky (skupiny):

V jádru krystalinika leží nejstarší ze skupin – předsvrchnoproterozoická velkoúpská skupina (1,6 – 1 mld. let), která se skládá zejména ze svorů a fylitů s hojnými vložkami kvarcitů, erlanů, amfibolitů, krystalických vápenců, a granitoidů. Velkoúpská skupina je obklopena převážně rulovými či fylitovými tělesy machnínskou, radčickou, ponikelskou a jitravskou skupinou.

(*Chaloupský 1989*)

[4] Litostratigrafické skupiny (jednotky) jsou skupiny hornin mající shodný sled i pořadí jednotlivých vrstev



(*Chaloupský 1989*)

Obrázek 4: Části Krkonošsko-jizerského krystalinika: 1 – terciérní sedimenty a vulkanity, 2 – svrchní paleozoikum – křída, 3 – krkonošsko-jizerský masiv, 4 – tanvaldská žula, 5 – jítravská skupina, 6 – ponikelská skupina, 7 – železnobrodský vulkanický komplex, 8 – bítouchovská žula, 9 – radčická skupina, 10 – rumburská žula, 11 – zawidowský granodiorit, 12 – jizerské ruly a žuly, 13 – krkonošské ruly, 14 – machnínská skupina, 15 – velkoúpská skupina

(*Chaloupský 1989)*

Přibližně před 300 mil. lety, v karbonu, proniklo pod starší horniny mohutné žulové těleso, kterému říkáme krkonošsko-jizerský pluton. Ten tvoří Slezský (hraniční) hřbet Krkonoš od úpatí Sněžky po Harrachov, téměř celé Jizerské hory a polské svahy Krkonoš. S jeho existencí je spojen vznik tvrdého kontaktního pásma majícího zásadní vliv na další vývoj reliéfu některých částí hor (např. morfologicky výrazné tvary Sněžky a Českého hřbetu) a zvláště na kontaktu s karbonátovými horninami se vytvořila některá krkonošská ložiska nerostných surovin (Harrachov, Medvědín, Svatý Petr, Herlíkovice, Obří důl a další).

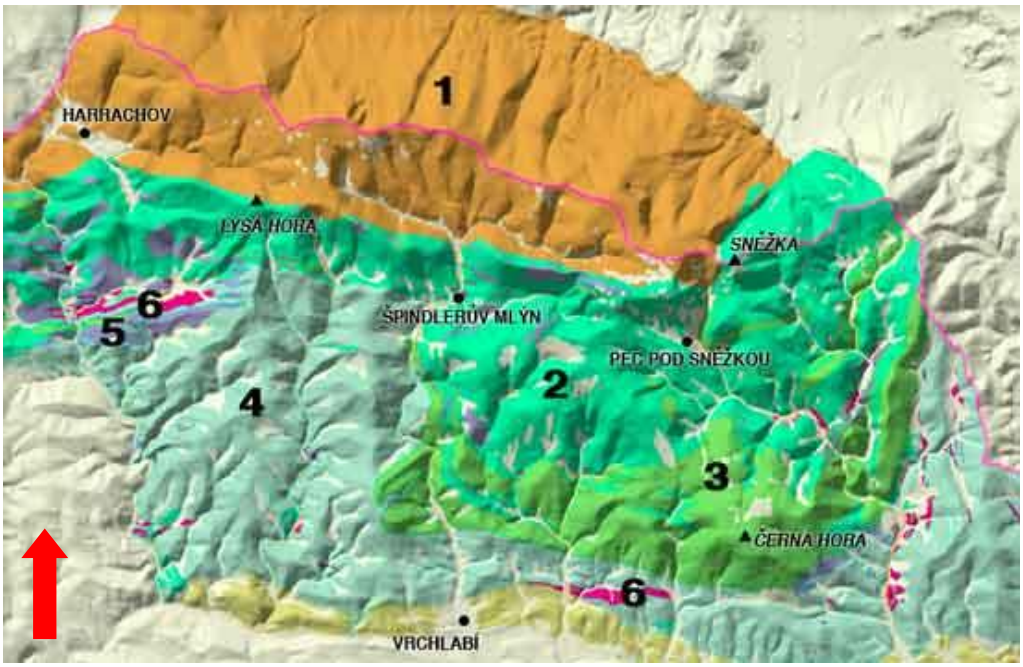
Krkonošsko-jizerský pluton je typickým posttektonickým granitoidovým tělesem. Rozkládá se na ploše asi 1 100km^2 a na našem území kromě Jizerských hor tvoří hlavní hřbet Krkonoš západně od Sněžky. Pluton je tvořen především porfyrickými biotitickými granity.

S intruzí plutonu souvisí jak kontaktní metamorfóza okolních hornin, tak vznik menších žilných polymetalických ložisek těžených v minulosti např. v Obřím dole, ve Svatém Petru (Medvědín) a v Rokytnici, stejně jako mineralizace v Černém dole, odkud český mineralog RNDr. Zdeněk Johan, DrSc. popsal několik minerálů (koutekit, novákit, kutinait a další).

Když žhavé magma tuhlo, docházelo zároveň k jeho smršťování, čímž se vytvořil systém puklin a trhlin. Některé z těchto útvarů byly v pozdějších geologických érách vyplněny čerstvým magmatem, popřípadě minerálními roztoky a vznikly tak žíly lidmi vyhledávaných minerálů.

(*Chaloupský 1989; Chlupáč 2002; Salášek 2006*)

Následující obrázek přehledně shrnuje převládající horninové druhy v daných oblastech



1) žula
2) svory a fylity
3) rula
4) krystalické břidlice (fylit, svor, …)
5) kvarcity
6) krystalický vápenec

(*Ergis* – online: 15. 10. 2018)

Obrázek 5: Přehledné shrnutí výskytů jednotlivých horninových druhů na území Krkonoš (*ergis* – online: 15. 10. 2018)

5.3 Geomorfologie

Ačkoliv jsou Krkonoše velmi starým pohořím, nejstarší geomorfologické útvary pochází až z terciéru, popř. kvartéru. Nejstaršími dochovanými zbytky někdejšího reliéfu jsou třetihorní zarovnané povrchy (paroviny) v podobě dvou rozlehlých náhorních planin západních a východních Krkonoš – Labská a Pančavská louka. Obě paroviny pochází z posledních glaciálů (*riss* před 300 000 – 130 000 lety a *würm* před 110 000– 10 000 lety).

(*Krkgeom* – online: 2019)

Vlivem působení alpinského vrásnění ve třetihorách došlo k výzdvihu pohoří, což zároveň způsobilo, že dosud více, či méně mírný sklon koryt vodních toků se přeměnil v koryta s velkým spádem. Voda tím pádem odtékala mnohem rychleji než dříve.

Vedlo to k mohutné říční erozi. Vodní toky se začaly zpětnou erozí zahlubovat a rozčlenily povrch Krkonoš do podoby krkonošských rozsoch a dnešní členité sítě hlubokých říčních údolí. V modelaci severních a jižních svahů Krkonoš jsou však velké rozdíly.

Pro Krkonoše typicky rozpraskané žulové balvany jsou dílem vody a střídání teplot. Jedná se o tzv. mrazové zvětrávání žuly. Během chladnějších období se srážková voda z teplejších období měnila v led, který svou silou mohutné žulové balvany a skály roztrhal.

Ve čtvrtohorách během střídání několika ledových a meziledových dob došlo k přemodelování výše položených partií Krkonoš do podoby ledovcových karů[5], sněžníků[6], trogů[7] a řady ledovcových údolí. Dalším svědectvím opakovaného zalednění některých částí Krkonoš jsou ledovcové morény a jezera (např. Wielki a Mały Staw). Ledovcová, mrazová a říční eroze se podílela i na vzniku charakteristického jehlancovitého tvaru Sněžky (karling).

V kvartéru došlo k výraznému ochlazení a ke střídání dob ledových (glaciálů) a meziledových (interglaciálů). Tehdy se až k severnímu úpatí Krkonoš přiblížil mohutný skandinávský ledovec. Krkonoše sice nepřekonal, ale okolní horská údolí se vyplnila údolními ledovci alpského typu – podle některých zdrojů jich zde bylo až 34.

V teplejším a na srážky bohatém klimatu interglaciálů vznikala na plošinách krkonošských zarovnaných povrchů rozsáhlá rašeliniště vrchovištního typu (Mumlavská, Pančavská a Labská louka, Úpské rašeliniště). Ta však dnes většinou odumírají.

Velký vliv na utváření dnešní podoby Krkonoš měly řeky a jejich činnost. Zahlubování řek na konci třetihor a ve čtvrtohorách umožnilo také vznik krasových jevů v ostrůvcích karbonátových hornin (vápenec, dolomit), nalézajících se převážně v pásu mladšího komplexu rul a svorů. Povrchové jevy jsou poměrně vzácné, častější jsou jeskyně objevené převážně při práci v lomech. Relativně nejrozsáhlejší jeskynní systémy se nacházejí v Horních Albeřicích, Maršově, Poniklé a Rokytnici nad Jizerou.
Některé přírodní procesy formují georeliéf hor i v současnosti, především vodní eroze (zvláště patrná při povodních), zvětrávací (erozní) a svahové procesy. Obzvláště nápadné jsou mury[8], počet jejich drah se blíží dvěma stům. Méně výrazné, ale stále působící jsou např. soliflukce[9], nivální eroze[10] nebo sněhové laviny. Stále intenzivněji, zvláště v nižších polohách, ovlivňuje reliéf antropogenní aktivita (hornická díla, výstavba sídel a komunikací).

(Poslední divočiny – online:26. 12. 2018)

[5] Ledovcový kotel = místo vzniku ledovce
[6] Sněžník = plocha s déle přetrvávající sněhovou pokrývkou
[7] Trog = široké údolí vytvořené ledovcem
[8] Mury = bahenní proudy
[9] Soliflukce = sesuvy půdy
[10] Nivální eroze = Vzniká pohybem sněhu při lavinách, kdy při velkém tlaku a rychlosti sněhu dochází k vytváření erozních rýh. Často devastuje zasažené území. Ke sněhové erozi může docházet i pomalým, plazivým pohybem vrstvy sněhu po nezmrzlém půdním povrchu při tání sněhu na jaře. Projevuje se především v oblastech s trvalou sněhovou pokrývkou (nad sněžnou čarou).

V dnešní době na reliéf nejvíce působí erozní procesy. Povrch Země je neustále vystaven kombinacím působení atmosféry, hydrosféry a gravitace, čímž dochází k postupné přeměně hornin a minerálů v písek či půdu.

Mezi hlavní erozní činitele patří:

- **voda:** atmosférické srážky, podzemní, puklinová, průlinová voda zvláště v kombinaci s její teplotní roztažnost,
- **atmosféra:** vítr, změny teplot, větrem nesené abrazívní částečky,
- **fyzikálně-mechanické jevy:** sesuvy půdy, transport sedimentů,
- **chemické pochody:** oxidace, hydratace, kaolinizace ad.

(*Chlupáč 2002; Macek* – online: 16. 1. 2018)

5.4 Mineralogie

Mineralizace vyskytující se na mnou navštívených lokalitách je různého původu. Minerály Obřího dolu vznikaly v důsledku metasomatických dějů, supergenních dějů a v důsledku vytvoření hydrotermálních žil. Ložisko na Medvědíně je hydrotermálního původu, v Rokytnici nad Jizerou supergenního původu a Černý důl vznikl díky sedimentačním pochodům.

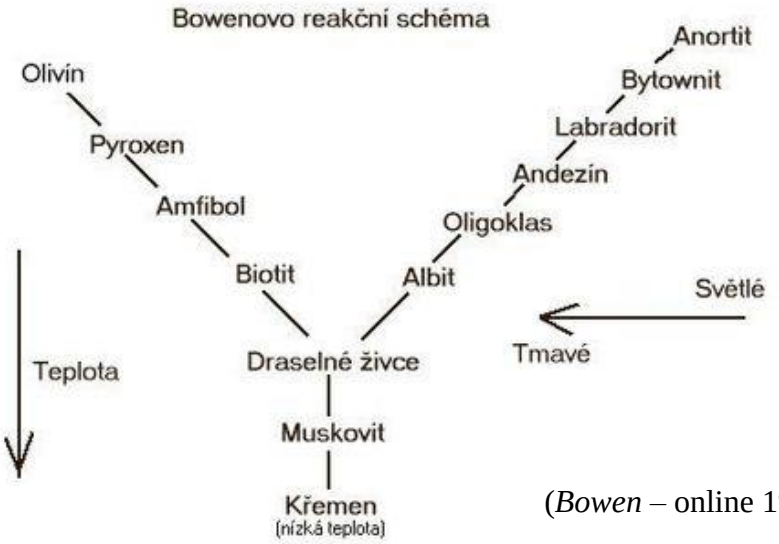
Metasomatická ložiska – vznikala během tektonických pochodů. V Krkonoších jsou tedy přibližně stejně staré jako sám krkonošsko-jizerský pluton. V závěru jeho tuhnutí (v karbonu před 330-310 Ma), kdy již byly svrchní vrstvy hornin tuhé a chladné, unikaly z hluboko uložených zbytkových roztoků horké minerální páry. Páry díky své teplotě stoupaly k povrchu a od chladnějších stěn se ochlazovaly. Ochlazovaly se dokud nedosáhly teploty nutné ke krystalizaci. Poté se začaly na stěnách srážet a vznikaly krystaly. Postupně se jimi vyplňovaly pukliny vzniklé během tuhnutí plutonu. Protože minerály krystalizovaly na všech stěnách pukliny přibližně stejně rychle, volný prostor se postupně vyplňoval krystaly. V centrálních částech žil místy zůstávaly volné dutiny s krystaly minerálů dokonale omezenými krystalovými plochami.

Z magmatu se nejprve uvolňovaly těkavé plyny a sloučeniny (F, CO_2, H_2O, ...) a po jejich vyčerpání unikaly a krystalizovaly i další látky. Hydrotermální žíly jsou nejčastěji tvořeny křemenem, který podle **Bowenova reakčního schematu**[11] krystalizuje v závěrečné fázi tuhnutí magmatu, kdy se již vyskytují v okolí chladnoucího magmatického tělesa otevřené puklinové systémy. To je důvod, proč je velmi často „základem“ vzorků křemen (SiO_2). V magmatu ovšem není zásoba prvků nevyčerpatelná, a tak se postupně měnilo jeho chemické složení. Se změnou složení magmatu se změnilo i složení unikajících par a roztoků, čímž se změnil i výsledný produkt – minerál. Plyny byly stále velmi horké, a tak pořád stoupaly vzhůru, dokud z nich na chladných stěnách puklin nezačaly krystalizovat minerály. Není neobvyklé, aby nově vznikající minerál v podstatě porůstal minerály starší a díky tomu lze minerály hydrotermálních žil nalézt „ve vrstvách“, jež postupně přirůstaly od okraje žíly k jejímu středu. Vznikla tak hydrotermální parageneze minerálů.

Nově vznikající minerály vyplňovaly pukliny vzniklé v době tuhnutí celého plutonu. Některé pukliny, které byly úzké, byly vyplněny celé a lze je nalézt jako masivní kus minerálu. V puklinách širších a v puklinách nepravidelných se zachovaly krystaly.

(*ÚSOS; Petránek 2016*)

[11] **Bowenovo reakční (krystalizační) schema** zobrazuje pořadí krystalizace minerálů z chladnoucího magmatu.



(*Bowen* – online 19. 1. 2019)

Obrázek 6: Bowenovo reakční (krystalizační) schéma – je schéma vyjadřující postup krystalizace minerálů z magmatu. Dle schématu krystalizuje olivín a anortit za vysokých teplot z nabohaceného magmatu. Křemeny krystalizují až jako poslední za nižších teplot, kdy v magmatu zbývá jen málo prvků, zpravidla jen křemík a kyslík.

(Bowen – online 19. 1. 2019*)*

Ložiska minerálů lze dělit podle různých hledisek, ale většinou podle způsobu vzniku. Mnou navštívené lokality byly následujících typů:

Hydrotermální ložiska – vznikala za zvýšených teplot, kdy z horkých roztoků (50–500 °C) vlivem vysoké teploty a tlaku unikaly některé prvky a sloučeniny v podobě par. Páry stoupaly k povrchu, mísily se a ochlazovaly se od okolního chladnějšího prostředí. V určitém momentě, kdy směs dosáhla teploty vhodné ke srážení, začaly na stěnách vznikat krystaly.

(Muni – online: 19. 1. 2019; Petránek 2016)

Kontaktní metamorfóza – během kontaktní metamorfózy v podstatě žádné nové minerály ani horniny nevznikaly. V důsledku změny teplot a tlaků docházelo k rekrystalizaci minerálů, popřípadě ke změně celých hornin, jejich vzhledu i vlastností.

(*Muni* – online: 19. 1. 2019*; Petránek 2016)*

Sedimentární ložiska – sedimentární ložiska vznikala sedimentací ve vodním prostředí. Protože ložisko Černý důl leží stranou od samotného krkonošsko-jizerského plutonu, bylo během jeho intruze zasaženo jen částečně. V důsledku zvýšené teploty a změny tlaků došlo k přetvoření vápence na mramor.

(*Muni – online: 19. 1. 2019; ÚSOS)*

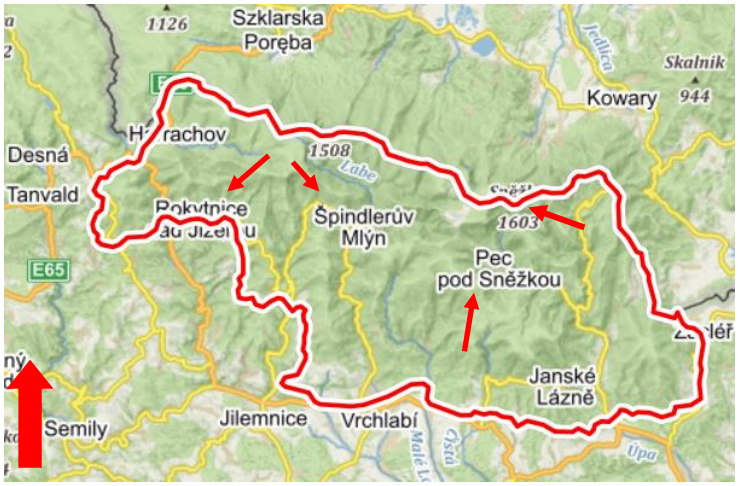
Supergenní ložiska – povrchová rudní ložiska byla vyluhováním a oxidací ochuzována o množství látek, které se rozpuštěné ve vodě dostávaly zpět do země. V blízkosti hladiny podzemní vody se začaly srážet a krystalizovat.

(*Chaloupský 1989; ÚSOS*)

6 Popis jednotlivých lokalit

Protože jsem se během svého výzkumu v terénu pohyboval v oblastech velkoúpské, ponikelské a machnínské skupiny, budu se podrobněji zajímat právě o tyto jednotky. Během své práce jsem navštívil následující lokality:

1. Obří důl – Kovárna
2. Medvědín
3. Černý důl
4. Horní Rokytnice



Obrázek 7: Mapka Krkonoš s vyznačenými lokalitami (online 21. 1. 2019)

6.1 Pec pod Sněžkou – Obří důl (dobývka Kovárna, štola Helena)

Přiložený vzorek: Křemen (odrůda křišťál): Tvrdost 7, SiO_2, bezbarvý, trigonální krystalografická soustava, tvoří jehlicovité a dlouze prismatické krystaly. Pumpellyit: Tvrdost 5,5-6, $Ca_2(Al,Fe^{2+},Mg)Al_2(SiO_4)(Si_2O_7)(OH,O)_2 \cdot H_2O$, monoklinická soustava, tvoří tmavě zelené vějířovité shluky drobných krystalů narůstajících na křemen.
Kraj: Královéhradecký kraj
Okres: Trutnov
Katastrální území: Pec pod Sněžkou
Lokalizace: 1 km JZ od kóty 1602 Sněžka 1 km SZ od kóty 1390 Růžová hora
K lokalitě lze dojít po **(**turistické) cestě.
Charakteristika objektu: staré štoly, halda, šachta Kovárna
Exkurzní lokalita
GPS souřadnice: 50°43'36.722"N, 15°43'56.789"E
Minerály se zde dobývají ze stěn a stropu štoly
Původ ložiska: Lokalita v Obří m dole je z hlediska mineralizace velmi pestrou lokalitou. Vyskytuje se zde jak mineralizace supergenní parageneze, tak mineralizace hydrotermálních žil, ale i mineralizace související s kontaktní metamorfózou.

Ložisko Obří důl je součástí velkoúpské skupiny krkonošsko-jizerského krystalinika. Velkoúpská skupina je považována za nejstarší část celého krkonošsko-jizerského krystalinika – předpokládá se, že vznikla v období středního proterozoika (starohor).

V Obřím dole se nachází metasomatické ložisko Kovárna tvořené velkou, dnes již téměř vytěženou pyrhotinovou čočkou Gustav. Za Rudnou roklí se nachází ložisko wolframového zrudnění hydrotermálních křemenných žil s projevy alpské mineralizace, později ověřené štolou Helena. V prostoru Rudné rokle se nachází také drobné výskyty těles erlánů.

Dnes se pod názvem důlní dílo Kovárna označuje celý komplex komorových dobývek a chodeb vedoucí od bývalé boudy Kovárna až na úroveň dna Obřího dolu. Tento komplex zahrnuje vlastní šachty Kovárna a Gustav, štolu Barbora, svážnou na patro Prokop, patro Prokop včetně překopu po zával. Celý historický důl je vyražen v ložiskové čočce Gustav. V 50. letech 20. století probíhal na lokalitě geologický průzkum za účelem nalezení nedotěžených ložisek mědi, wolframu a cínu.

Na povrchu zůstaly po těžbě a průzkumných geologických pracích haldy vytěženého materiálu. Část z nich je dnes díky přirozené sukcesi téměř k nerozeznání od přírodních biotopů a část vytváří nový krajinný prvek – suťové pole, které vzniklo z původní haldy po těžbě. Původně byla halda mnohem menších rozměrů, jenže v roce 1897 se po dvoutýdenních deštích velká část haldy sesula a roztáhla se po krajině.

Vlivem atmosférických jevů zde i dnes dochází k tvorbě malých kamenných lavin, tzv. mur a k sesuvům půdy, čímž se povrch haldy opětovně obnažuje. Jednotlivé vrstvy se mísí a sukcese zde tedy na určitých místech probíhá téměř nepřetržitě. Díky tomu, že se zde nachází místa, která nebyla nijak narušena i místa, která byla stižena sesuvem či povodní, vyznačuje se lokalita vysokou biodiverzitou. Na poměrně malém území lze nalézt pestrou škálu odlišných vývojových fází ekosystému.

Výše zmíněná těžba zde probíhala ve dvou etapách. První doložené zmínky o těžbě pochází z první třetiny 15 století. Ve druhé polovině 15. století zde byla objevena ložiska měděných, olovnatých a stříbrných rud, která dnes nazýváme čočka Gustav. Z důvodů odlehlosti a špatné přístupnosti byla nedaleko ložiska zřízena pec na úpravu vytěžených nerostů – dnešní Pec pod Sněžkou. Ta byla v provozu až do roku 1923. S uhašením pece skončila i první fáze dolování v Obřím dole.

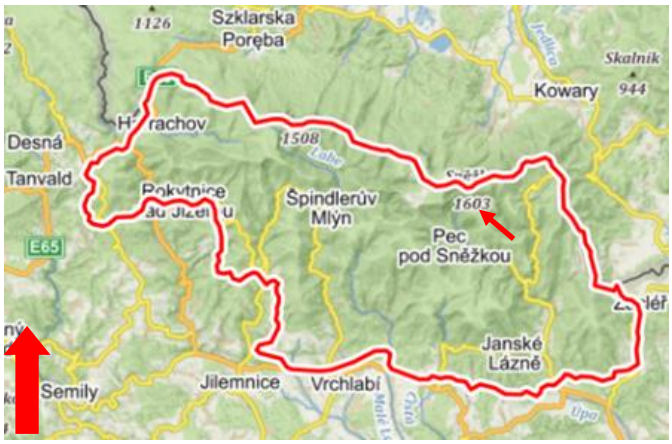
Druhá fáze dolování, která probíhala v letech 1952–1959, už však byla spíše průzkumná. Průzkum probíhal na ložiskové čočce Helena. Zdejší ložisko bylo ověřováno zejména na wolframové a Fe-Cu-As rudy důlními díly, které se historického důlního díla Kovárna dotkly minimálně. Zdejší ložisko nebylo natolik bohaté, aby se nákladná těžba vyplatila, a tak zásoby rud byly ponechány na místě.

Důlní dílo Kovárna lze charakterizovat jako silně ukloněnou (60-70°) nepravidelnou dutinu s mnoha žebry a pilíři, výklenky, odbočkami a povrchními kapsami sledující pyrhotinové zrudnění s příměsí arsenopyritu a chalkopyritu. V nejširších místech mají vydobyté prostory šířku až 12 m. Ve stěnách dobývek je vylámáno několik skalních nádrží na vodu. Hloubka na mezipatro z padesátých let je asi 60 m.

Z hlediska typu ložiska patří Obří důl k ložiskům polymetalických skarnů. Skarnová ložiska jsou zde vázána na kontakt žul a okolních krystalických břidlic. Žhavé tekuté magma krkonošsko-jizerského plutonu produkovalo před více než 245 miliony let horké plyny a roztoky, které rozpouštěly malá vápencová tělesa roztroušená v okolních břidlicích. Při pomalém chladnutí je postupně nahrazovaly skarny s obsahem polymetalických rud. Docházelo tak k metasomatóze neboli k výměně původních chemických látek vápenců za sulfidy železa a jiné látky přinesené z žul.

Horniny: muskovitický albitický svor, komplex šedých rul, granit, kvarcit, pyroxenicko-granátický skarn, mramor a erlán. Obecně je ložisko Obří důl řazeno do skupiny polymetalických skarnů.

Minerály: křemen (odrůda křišťál), pumpellyit, scheelit, prehnit, fluorit, kalcit, dolomit, pyrhotin, pyrit, arsenopyrit, chalkopyrit, sfalerit, galenit, molybdenit, magnetit, ryzí bismut, kassiterit, granáty andradit a grossulár, wollastonit, albit, langit, devilín, ad.



Obrázek 8: Mapka Krkonoš – poloha lokality Obří důl – Kovárna (online 21. 1. 2019)

Obří důl – vznik a vývoj

Obří důl je údolí, v němž jsou 3 ledovcové kary (Úpská jáma, Velká a Malá Studniční jáma), tedy místa, kde ledovce vznikají a odkud se „plazí“ po svahu dolů. Počátky Obřího dolu v dnešní podobě lze datovat do doby před 12 tisíci lety, kdy v Krkonoších vznikl horský ledovec. Ledovec se díky gravitaci posouval ze svahu dolů a led svou silou vytvářel údolí tvaru písmene U a právě takovým údolím je Obří důl.

Jednak díky této minulosti, jednak díky špatné dostupnosti a jednak díky prudkým lavinovým svahům tato údolí dodnes bývají refugiem vzácných a ohrožených druhů z dob ledových, tzv. reliktů. Protože v zimě se sesouvající laviny strhnou vše, co jim stojí v cestě, mnohdy i s drnem, udržuje se zde bezlesí a vzniká příležitost pro druhy na tento režim zvyklé.

V Obřím dole se nachází botanicky nejcennější lokality v celých Krkonoších – Krakonošova zahrádka a Čertova zahrádka, kde rostou vzácné a chráněné rostliny jako koniklec jarní alpinský (*Pulsatilla vernalis var. alpestris*) nebo, kopyšník tmavý (*Hedysarum hedysaroides*). Do Obřího dolu přivádí vodu Rudný potok, který se dále vlévá do Úpy. Nejbližší okolí koryta tvoří místy podmáčené lokality, což svědčí zejména mechorostům a kapradinám.

(zdroj: *Diamo* – online 12. 12. 2018*; DDK* – online: 2018*; Kovárna* – online: 2018*; OD* – online: 2018*, Obří* – online: 2018)

6.2 Špindlerův Mlýn - Medvědín (štola č. 1)

Přiložený vzorek: křemen: T 7, SiO_2 , trigonální krystalografická soustava
Kraj: Královéhradecký
Okres: Trutnov
Katastrální území: Bedřichov v Krkonoších
Lokalizace: Volně přístupné ústí Štoly č. 1 se nachází v lese poblíž lanové dráhy vedoucí z Horních Míseček na Medvědín.
Štola je volně přístupná, kamenný portál je osazen nerezovými dvířky bez zajištění, je však skryta v hustém podmáčeném porostu.
Charakteristika objektu: stará štola
GPS souřadnice: 50°44'4.908"N, 15°36'5.873"E
Původ ložiska: hydrotermální žíly

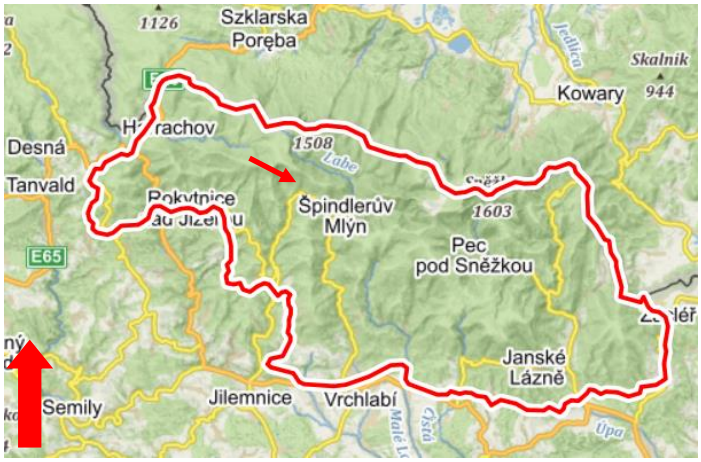
Uranové ložisko na Medvědíně bylo objeveno v roce 1952 a do roku 1955 bylo ve svahu nad rekreačním střediskem Horní Mísečky vyraženo několik štol. Štoly se zde razily za účelem monitorování a později těžby uranového ložiska. Po zahájení těžby na štolových patrech byla vyražena spojovací štola č. 3, která procházela celým Medvědínem a ústila nad Labským dolem do Medvědínského potoka. Štola č. 3 sloužila pro dopravu veškerého materiálu z prostoru Horních Míseček, dnes je nepřístupná. Navštívená štola č. 1 se nachází výše nad štolou č. 3.

Zdejší hydrotermální žíly byly vyplněny převážně jílem a křemenem (odrůdami záhněda a ametyst), jejichž vzorky tady lze stále nalézt. Křemenné žíly v přístupné štole jsou však silně porušené zvětráváním a okolní hornina je velice tvrdá, a tak získat drúzu krystalů křemene větších rozměrů je téměř nemožné.

Medvědín patří stejně jako předchozí lokalita do území náležícího k velkoúpské skupině krkonošsko-jizerského krystalinika a místní uranová mineralizace je hydrotermálního původu.

Horniny: svor, křemenec.

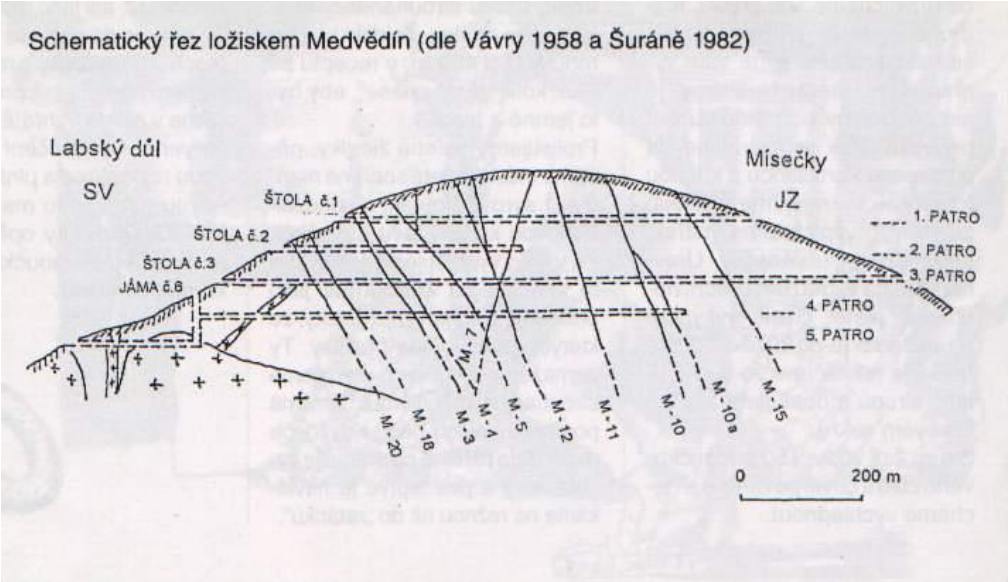
Minerály: křemen (odrůdy ametyst, záhněda), arsenopyrit, autunit, hematit, chalkopyrit, torbernit, metatorbernit, pseudomalachit, pyrit, pyromorfit, uraninit, metaautunit, ad.



Obrázek 9: Mapka Krkonoš – poloha lokality Medvědín (online 21. 1. 2019)

Lokalita Medvědín nepodléhá nějaké zvláštní ochraně, což má z mého pohledu opodstatnění, protože se nachází v těsné blízkosti sjezdových tratí a lanové dráhy. Z tohoto důvodu soudím, že zvláštní ochrana lokality by neměla smysl, protože vytíženost oblasti je obzvláště v zimních měsících značná.

(UMČR 2016)



Obrázek 10: Schematický řez ložiskem Medvědín (*MŽP* – online 21. 1. 2019)

Medvědín je zalesněný, snadno přístupný kopec, na jehož úbočí pramení několik potoků. Nachází se zde lyžařský areál se sjezdovými a běžeckými tratěmi.
Ústí štoly je poblíž koryta malého potoka, takže o vodu na zdejší lokalitě není nouze. Protože je ústí štoly i jeho nejbližší okolí včetně zbytků haldy skryto vzrostlým lesem, bylin zde moc neroste. Štoly poskytují vhodné zimoviště několika druhům netopýrů, v letním termínu mé návštěvy jsem je však nemohl pozorovat.

6.3 Lom v Černém dole

Přiložený vzorek: kalcit: T 3, $CaCO_3$, trigonální krystalografická soustava, krystaly tvaru plochých klenců a skalenoedrů nažloutlé barvy
Kraj: Královéhradecký
Okres: Trutnov
Katastrální území: Černý Důl
Lokalizace: Vstup do činného etážového lomu se nachází přibližně 5 km západně od Jánských Lázní a 250 m od kostela v Černém Dole. K lomu je možné dojít po asfaltové komunikaci, která vede z náměstí v Černém Dole.
Charakteristika objektu: činný etážový lom
GPS souřadnice: 50°38'7.150"N, 15°42'9.917"E
Původ ložiska: sedimentární

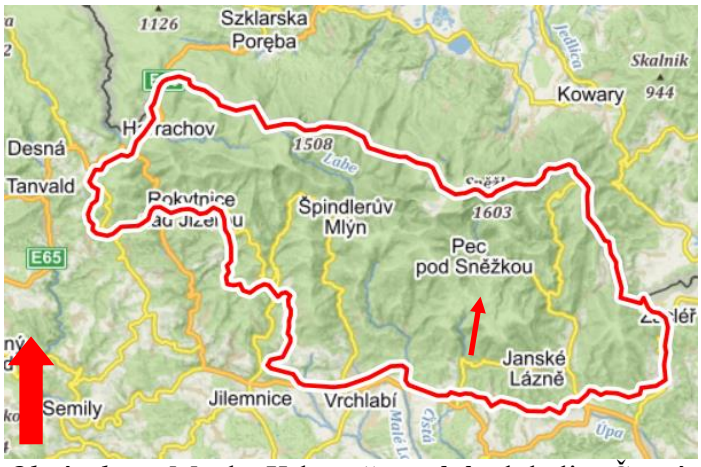
Krystalické vápence těžené ve zdejším lomu náleží do krkonošsko-jizerského krystalinika, konkrétněji jeho součásti – ponikelské skupiny.

Ponikelská skupina vznikala ve starších prvohorách – v kambriu až ordoviku (550-438 mil. let). V místě, kde se dnes rozkládá lom, má vápencová vrstva mocnost přibližně 30 m.

Lom v Černém dole je technicky unikátní pro nákladní lanovku, která dopravuje vytěžený materiál ke zpracování do více než 8 km vzdálených Kunčic nad Labem. Lanovka je jedinečná díky svému pohonu. Elektrický proud se používá k rozjetí a dále už jen k brždění. Plné vozíky jedoucí směrem dolů, vytáhnou svojí vahou prázdné vozíky do kopce. Jedná se o nejdelší nákladní lanovku ve střední Evropě.

(Černý důl – online 21. 1. 2019*)*

Horniny: krystalický vápenec, fylit.
Minerály: kalcit, dolomit, hematit, fuchsit.



Obrázek 11: Mapka Krkonoš – poloha lokality Černý důl (online 21. 1. 2019)

Lom v Černém dole je i díky své velikosti značným zásahem do přírody, ale tím, že představuje nový krajinný prvek v oblasti, vytváří příležitost pro druhy, které by zde jinak nebyly. Na lomových patrech, kde již těžba neprobíhá, se ujímají stromy a vzniká tam les, v němž se časem budou díky lomovým stěnám vyskytovat mnohem pestřejší společenstva, než kdyby zde žádný lom nebyl.

Kromě rozrůstajících se stromů zde rostou různé traviny a některé byliny. Z bylin jsem našel ve větším množství kopretiny (*Leucanthemum sp.*), mléč (*Sonchus sp.*), více druhů jetele (*Trifolium sp.*), lipnici roční (*Poa annua*), a další.

(*Černý důl* – online: 21. 1. 2019)

Po jedné z lomových stěn stéká voda, která na dně lomu začíná tvořit malé jezírko, které bude mít po ukončení těžby kladný vliv na průběh sukcese. Zároveň se domnívám, že ani lomové stěny v přírodě nejsou negativním jevem. Při porovnání biodiverzity vzrostlého lesa bez skal a lesem s menšími či většími skalními stěnami je zřejmé, že mnohem vyšší biodiverzitu bude mít právě území se skalami. Nenabízí pouze větší plochu pro osídlení, ale také vytváří zcela nový krajinný ráz, který umožní nalézt útočiště pestřejší škále bioty.
Nehledě na to, že se na lokalitě velmi pravděpodobně znovu začnou objevovat původní druhy rostlin a s nimi posléze i původní druhy živočichů. Původní rostliny jsou k životu na daných lokalitách přizpůsobeny lépe než naprostá většina invazních druhů, které se zprvu rozmáhají velmi často díky velkému množství biomasy.

Lokalita Černý důl je i díky kvalitnímu vápenci místem výskytu vzácných rostlin. Některé exempláře rostoucí na této lokalitě jsou celosvětově klasifikovány jako ohrožené a jiné dokonce silně ohrožené. Mezi tyto nejvzácnější taxony patří kruštík tmavočerný – *Epipactis atrorubens,* vítod nahořklý – *Polygala amarella*, svízel moravský – *Galium valdepilosum* a bradáček vejčitý – *Listera ovata*.

Ačkoliv je lokalita Černý důl zasažena poměrně intenzívní těžbou, nemyslím si, že je to pouze na škodu. Díky těžbě dochází na menších plochách k průběžné obnově ekosystému – – zatímco v jedné části lomu probíhá těžba, v jiné části, kde se delší dobu netěží se rozrůstá vegetace a vzniká zde mladý les. Díky těžbě zde vznikají krajinné prvky, které by zde jinak nebyly. Vytváří se tak příležitost pro mnohem pestřejší škálu druhů v různých stupních sukcesního vývoje. Navíc díky těžbě a orientaci místa ke světovým stranám má nynější lom vysoký potenciál stát se ekologicky cenným územím.
Jedna z lomových stěn je totiž téměř po celý den osluněna, zatímco druhá je ve stínu. V kombinaci s botanicky zajímavým podložím (dolomitický vápenec) zde mohou vzniknout stanoviště s chráněnými druhy rostlin.

6.4 Horní Rokytnice

Přiložený vzorek: chryzokol: T 2 – 4, $(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot n\ H_2O$, modrozelená barva
Kraj: Liberecký
Okres: Semily
Katastrální území: Horní Rokytnice nad Jizerou
Lokalizace: přibližně 450 m severovýchodním směrem od dolní stanice lanovky vedoucí na Lysou horu.
Charakteristika objektu: malá zalesněná halda (přibližně 150 × 70 m)
GPS souřadnice: 50°44'33"N, 15°29'28"E
Původ ložiska: supergenní

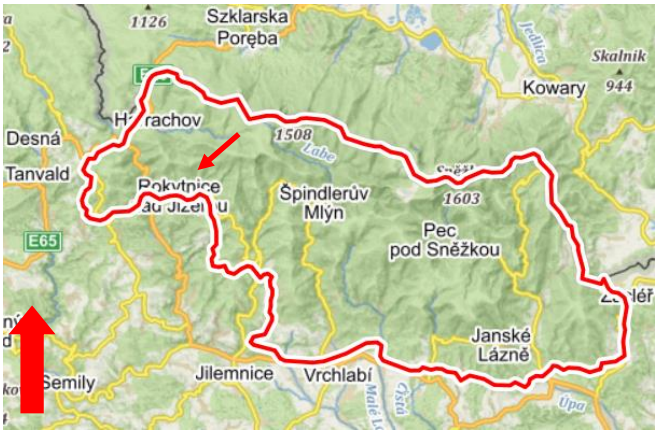
Lokalita je tvořena několika historickými pinkami po těžbě kovů (Cu, Ag, Pb, ad.). Pinky mají podobu lesních remízků, kde hojně roste bez černý (*Sambucus nigra*), maliníky (*Rubus* sp.) a kopřivy (*Urtica* sp.).
V nedávné minulosti bylo území využíváno jako ilegální skládka komunálního odpadu a stavebního materiálu. Tímto faktem je určena již zmíněná vegetace na území lokality.

Z minerálů zde lze nalézt chryzokol, malachit, azurit, hemimorfit, wad, ad.
V remízkách je nutné kopat díry, kameny čistit a prozkoumávat. Práci zde značně znepříjemňuje fakt, že výše zmíněné remízky jsou v podstatě skládkami. Ve skutečnosti hledání minerálů na této lokalitě připomíná spíše archeologický výzkum, neboť se minerály hledají v hromadě střepů, částí starých talířů, hrníčků, kusů obrazů a různého stavebního materiálu. Historické pinky jsou kromě skládky a činnosti sběratelů narušovány cyklokrosovou dráhou. Zdejší vegetace dostává kombinací všech zmíněných faktorů ruderální ráz, čímž je ovlivněn i celý tamní ekosystém.

I přesto, že zde mnoho sběratelů po sobě kromě vykopané díry zanechá i odpadky, je nutné jim přiznat i jisté zásluhy na pomalé regeneraci ekosystému. Díky tomu, že zde lidé kopou a přerovnávají terén, vytváří nové úkryty zejména pro členovce, kteří zde žijí ve velkém množství. O lokalitě Horní Rokytnice tedy lze říci, že i přes silné antropogenní ovlivnění je zde vysoká biodiverzita.

Horniny: křemenný metakonglomerát (slepenec).
Minerály: křemen, chryzokol, hemimorfit, malachit, azurit, galenit, wad a další.

Obrázek 12: Skládka v Rokytnici



Obrázek 13: Mapka Krkonoš – poloha lokality Rokytnice n. Jizerou (online 21. 1. 2019)

Z mého pohledu lokalita Horní Rokytnice nepatří mezi dobré ukázky zdravého ekosystému. Jak jsem již zmiňoval, les připomíná víc skládku než cokoliv jiného, Stejně tak vegetace zde má spíše ruderální charakter. Z těchto důvodů bych zde žádnou zvláštní ochranu nezaváděl. Přesto lze říci, že vznikem zalesněné haldy s ruderálními společenstvy došlo v místě ke zvýšení biodiverzity, protože halda poskytuje životní prostor jiným druhům, než se vyskytují v okolním lučním ekosystému.

7 Závěr

V úvodu této práce jsem zmínil, že bych chtěl zdokumentovat stav sukcese probíhající na lokalitách postižených těžbou. Obecně je těžba vnímána jako výrazně rušivá činnost a nejen veřejnost se k ní staví negativně. Osobně jsem se však přesvědčil, že i těžební průmysl může být někdy svým způsobem přírodě a krajině ku prospěchu.

Na lokalitách stižených výhradně těžbou nově vznikají cenné ekosystémy, které by zde jinak vůbec nebyly. Znovu se objevující původní druhy rostlin budou časem opět bojovat o místo, světlo a vodu s rostlinami zde nepůvodními. Nepůvodní, invazní rostliny jsou v těchto případech v té výhodě, že jsou pro život ve zhoršených podmínkách dobře vybaveny a jsou schopny vyprodukovat velké množství biomasy, kterou zcela vytlačí původní rostliny.
Tím, že dochází k opakovanému obnažování půdy a podložních vrstev, dostávají opětovnou šanci v těchto podmínkách přirozené druhy, které byly v minulosti vytlačeny druhy invazními. Proto je nutné na těchto lokalitách zavést určitý management ochrany přírody. Spojit zájmy ochránců přírody se zájmy sběratelů minerálů mi připadá jako ideální cesta k naplnění cílů všech zúčastněných zájmových skupin.

Toto řešení pochopitelně vyžaduje i určitou disciplínu ze strany sběratelů, tzn. odpovědnost uvést terén do původního stavu a odnést s sebou veškeré odpadky, které do přírody přinesli, aby nepůsobili zbytečné škody.

Naopak problémové mohou být ty lokality, kde došlo ke kombinaci těžební činnosti a např. skládkování. Taková území se stávají plochami nejen neestetickými, ale hlavně hostícími velké množství často invazních druhů. Ideálním řešením této situace by mohlo být narušování stávajícího ekosystému, čímž by docházelo k podpoře přirozené sukcese.

Činnost sběratelů minerálů se mi tak jeví jako ideální management ochrany přírody. Díky sběratelům minerálů je sukcesní plocha průběžně obnovována, a tak zde přirozená obnova může probíhat.

Předloženou práci by bylo vhodné rozvíjet při dalším výzkumu.

8 Literární zdroje

- *Chaloupský 1989*: CHALOUPSKÝ Josef et al., Československá akademie věd Praha, 1989
- *Petránek 2016:* prof. RNDr. PETRÁNEK Jan DrSc. A kol.: *Encyklopedie geologie,* ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, Praha, 2016
- *Flousek et al. 2007:* FLOUSEK, J., HARTMANNOVÁ, O., ŠTURSA, J.& POTOCKI, J. (eds.): *Krkonoše, Příroda, historie, život*. Nakl. Miloš Uhlíř – Baset, Praha, 2007
- *Salášek 2006:* SALÁŠEK Václav, Křemeny Krkonoš, vlastní vydání autora, 2007
- *Chlupáč 2002:* CHLUPÁČ Ivo a kol., Geologická minulost České republiky, Academia, Praha, 2002
- *UMČR 2016:* PAULIŠ Petr, BABKA Karel, SEJKORA Jiří, ŠKÁCHA Pavel, *Uranové minerály a jejich nejvýznamnější naleziště v České republice*, Kuttna, Kutná Hora, 2016
- *Pilous 2013:* PILOUS Vlastimil, *Živa 4/2013, Neživá příroda Krkonoš, str. 160–163*
- *Geologická mapa Krkonoš a Jizerských hor* 1:100 000*;* Ústřední ústav geologický

Internetové zdroje

- *Biolib1* – online: 1. 12. 2018: *https://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id4860/*
-
- *Brožura* – online: 23. 12. 2018: *https://www.krnap.cz/data/File/letaky_brozury/planpeceweb.pdf*
- *Černý důl* – online: 21. 1. 2019: *http://pruvodce.geol.cechy.sci.muni.cz/cerny_dul/cerny_dul_text.html*
- *Cittadela* – online 29. 11. 2018: *http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=geologie&site=NP_krkonose_cz*
- *Data* – online 21. 1. 2018*: http://vejacv.albums.cz/krkonossky-narodni-p/krkonose-v-datech.html*
- *DDK* – online 15. 12. 2019: *http://slon.diamo.cz/hpvt/2005/tradice/T_10.htm*
- *Diamo* – online 6. 1. 1019: *https://slon.diamo.cz/hpvt/2005/tradice/T_10.htm*
- *Ekolist* – online 22. 12. 2018: *https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/v-krkonosich-ma-kurovec-optimalni-podminky-muze-za-to-pocasi*
- *Fauna* – online 28. 11. 2018: https://www.krnap.cz/fauna/
- *Flóra* – online 20. 12. 2018: *https://www.krnap.cz/flora-a-vegetace/*

· *Geom* – online 25. 6. 2018: *http://www.krnap.cz/geomorfologie/*

· *Historie* – online 1. 12. 2018*: https://www.krnap.cz/krnap-a-jeho-histrorie/*

· *Kovárna* – online 7. 10. 2018*: http://lokality.geology.cz/d.pl?item=7&id=580&Okres =TU&vyb=1&text=Lokality%20v%20okresu*

· *Krdat* – online 4. 9. 2018: *http://vejacv.albums.cz/krkonossky-narodni-p /krkonose-v- datech.html*

krgeom – online 2. 1. 2019: *https://www.krnap.cz/geomorfologie/*

· *KRNAP1*: - online 21. 7. 2018: https://www.krnap.cz/priroda-a-historie/?utm_source=hpbtn&utm_medium=web&utm_campaign=homepage

· *KrnapPP* – online 25. 12. 2018: aktuální PP https://www.krnap.cz/data/File/legislativa/plan_pece_2010_2020/pp-krnap_cast-b_text-final.pdf:

· *LZ* – online 14. 11. 2018: časopis Lidé a Země 9/2015 (Tundra v Čechách? Skutečně existuje!): http://lideazeme.reflex.cz/aktualita/tundra-v-cechach-skutecne-existuje

· *Macek* – online 16. 1. 2019: http://viditelny-macek.cz/encyklopedie/objekty1.phtml?id=118475

· *Mana* – online 20. 12. 2018: https://www.krnap.cz/management-uzemi/

Muni – online 20. 9. 2018: http://www.sci.muni.cz/ botany/rolecek/CHU_Krkonose.pdf

· *Obří* – online 3. 12. 2018: http://slon.diamo.cz/hpvt/2005/tradice/T_10.htm

· *OD* – online 3. 12. 2018: http://itras.cz/historicky-dul-kovarna/galerie/9057/

· *Péče* – online 21. 12. 2018: https://www.krnap.cz/ochrana-prirody-a-pece-o-np/

· *Pledovce* – online 1. 12. 2019: *https://www.natur.cuni.cz/geografie/fyzgeo/fyzicka-geografie-popularne/engel2004.pdf*

· *Podnebí* – online 1. 10. 2018: https://www.krnap.cz/podnebi/

· *Příroda* – online 3. 9. 2018: http://www.ergis.cz/krkonose/index.php?lang=cz&menu=2&navid=165

· *Rokytnice* – online 24. 1. 2019*:* http://lokality.geology.cz/3129

· *UPOL* – online 8. 7. 2018: http://botany.upol.cz/pagedata_cz/vyukove-materialy/62_sukcese.pdf

· *Vegetační stupně* – online 3. 9. 2018: https://www.krnap.cz/vegetacni-stupne/

· *Velkeselmy* – online 4. 12. 2018: http://www.velkeselmy.cz/

·

· *Visit Vodopády* – online 2. 12. 2018: http://www.visitkrkonose.cz/cz/krkonosske-vodopady/32/

Zdroje obrázků

- *Obrázek 1*: https://prague-guide-tour.cz/wp-content/uploads/2018/01/krkonose-map.gif
- *Obrázky 2, 7. 8, 9, 11, 13*: https://mapy.cz/zakladni?x=15.6303082&y=50.7114020&z=10&source=area&id=35&q=krkono%C5%A1e
- *Obrázek 3*: *Chaloupský 1989*: CHALOUPSKÝ Josef et al., Československá akademie věd Praha, 1989, str. 22
- *Obrázek 4*: http://www.ergis.cz/krkonose/index.php?lang=cz&menu=52&navid=194
- *Obrázek 5*: http://www.ergis.cz/krkonose/iframe.php?lang=cz&ID=20&page=photos&path=region&photo_no=0
- *Obrázek 6*: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bowenovo_reak%C4%8Dn%C3%AD_sch%C3%A9ma
- *Obrázek 8*: http://www.krkonose.eu/cs/geologie
- *Obrázek 10: https://www.mzp.cz/ris/ais-ris-info-copy.nsf/4d735ff9c7e64b58c12569e7001a2d9c/3542be7409ce5e7b80256893003da016?OpenDocument*
- *Obrázek 12:* vlastní foto
- *Obrázek 14*: *OS*: Mgr. Ondřej Stískal
- *Obrázek 15:* vlastní foto
- *Obrázek 16: MK*: Michal Kukla

9 Přílohy

Do příloh jsem kromě dalších fotek k jednotlivým lokalitám zařadil také přiložené ukázky minerálů a hornin, o nichž v této práci píšu.

Obrázek 14: Zjednodušená geologická mapa oblasti (*OS*)

Obrázek 15: Žulový tor na hřebenech Krkonoš je ukázkou mrazového zvětrávání žuly

Obrázek 16: Halda v Obřím dole (*MK*)

Halda uprostřed lesa je zdánlivě rušivým elementem, ale ve skutečnosti je tomu naopak. Halda vnáší do území nový typ stanoviště – bezlesí. Díky velkému množství různých děr a škvír vytváří ideální útočiště pro druhy, které by zde jinak nebyly. Halda v Obřím dole nevyžaduje žádné zvláštní zásahy. Bezlesý charakter a prudké svahy zajišťují samovolnou obnovu. Během zimy bývá drn strháván obvyklými sněhovými lavinami a během zbytku roku jsou prudké svahy „ošetřovány“ svahovými pohyby materiálu.