

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Geologie se zaměřením na vzdělávání – Chemie se zaměřením na  
vzdělávání



**Jan Šulc**

Didaktické využití vybraných hornických lokalit  
Didactic use of selected localities of mining

Bakalářská práce

Vedoucí práce/Školitel: RNDr. Dobroslav Matějka, CSc.

Praha, 2020



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10. 8. 2020

Jan Šulc

.....

podpis studenta

# Abstrakt

Tato práce pojednává o 3 didakticky vhodných hornických lokalitách v České republice. V přehledu literatury jsou jednotlivé lokality vymezeny, je stručně popsán jejich geologický vývoj. V metodické části práce jsou poté 3 návrhy na exkurze pro žáky 9. tříd základních škol a pro studenty škol středních. Každý materiál exkurze obsahuje organizační informace a slouží jako průvodce danou lokalitou, včetně mapového podkladu. V příloze jsou pro každou exkurzi vytvořeny pracovní listy, které pokrývají rozsah exkurze a rozšiřují žákům/studentům jejich znalosti v oblasti geologie.

# Abstract

This thesis is about 3 historical mining places in Bohemian massif in Czech Republic. In literature summary is every place introduced including geological history. In practical part of the thesis, there are 3 ideas for field trip, in each mining location there are shown basic information and main geological information with maps. Every field trip has its own worksheet with questions and tasks for students in age of 15-19 for improving their geological knowledge.

# Obsah

1	Úvod.....	8
2	Teoretická část.....	9
2.1	Kladenský důlní revír .....	9
2.1.1	Vymezení lokality.....	9
2.1.2	Geologická situace .....	9
2.1.3	Historie těžby .....	11
2.2	Důlní revír Knöttel, Krupka .....	13
2.2.1	Vymezení lokality.....	13
2.2.2	Geologická situace .....	13
2.2.3	Historie těžby .....	15
2.3	Nerudné suroviny Pražské pánve – lom Kosov u Berouna.....	16
2.3.1	Vymezení oblasti.....	16
2.3.2	Geologická situace .....	16
2.3.3	Nástin geologického vývoje – silur Pražské pánve na lomu Kosov u Berouna.....	16
2.3.4	Historie těžby .....	17
3	Metodika .....	18
3.1	Návrh na exkurzi do Kladenského důlního revíru – hornický skanzen Mayrau a výchoz hlavní kladenské sloje u Vrapic.....	18
3.1.1	Informace o exkurzi .....	18
3.1.2	1. část exkurze - Hornický skanzen Mayrau.....	18
3.1.3	2. část exkurze - výchoz hlavní kladenské sloje u Vrapic .....	21
3.2	Návrh na exkurzi do důlního revíru Knöttel u Krupky .....	23
3.2.1	Informace o exkurzi .....	23
3.2.2	1. část exkurze – prohlídková štola Sv. Martin.....	23
3.2.3	Prohlídka štoly a komentář k expozici .....	24
3.2.4	2. část exkurze – mineralogicky hodnotná místa revíru Knöttel .....	25
3.3	Návrh na exkurzi do lomu Kosov .....	28
3.3.1	Informace o exkurzi .....	28
3.3.2	Exkurzní místa na lomu Kosov .....	28
4	Diskuse.....	33
5	Závěr.....	35
6	Seznam literatury .....	36
	<b>Příloha 1 – pracovní list k exkurzi do hornického skanzenu Mayrau a výchozu uhelné sloje ve Vrapicích.....</b>	<b>38</b>
	<b>Příloha 2 – pracovní list k exkurzi do důlního revíru Knöttel u Krupky .....</b>	<b>42</b>
	<b>Příloha 3 – Pracovní list k exkurzi na lom Kosov u Berouna .....</b>	<b>45</b>

# 1 Úvod

Český stát v minulosti oplýval velkým nerostným bohatstvím, které významně ovlivnilo i jeho historii. V dnešní době je však těžba velmi omezena a zájem o nerostné suroviny i jejich historickou těžbu upadá, přestože průměrný občan severní Ameriky spotřebuje za svůj život kolem 20 t nerostných surovin (McRoy, 1999). Proto jsem se rozhodl učitelům a žákům středních škol tuto historii připomenout a vytvořit didaktické materiály pro návštěvu tří reprezentativních hornických lokalit. První z nich, hornický skanzen Mayrau na Kladně – Vinařicích, reprezentuje „energetické hornictví“. Následuje lokalita, kde se dobývaly rudné nerosty - důlní revír Knöttel u Krupky. Jako poslední lokalitu, připomínající těžbu nerud, jsem vybral lom Kosov u Berouna, který díky svému unikátnímu geologickému postavení zahrnuje dvě suroviny pražské pánve, a to černé vitriolové břidlice těžené na výrobu kyseliny sírové a vápence, které byly díky své čistotě a velkému množství těženy ve velkém množství i na jiných lokalitách v rámci pražské pánve. Podle Oriona 1989 by měly být geologické exkurze nedílnou součástí výuky geologie, neboť přináší dobrou možnost ukázat jednotlivé geologické fenomény v přírodě.

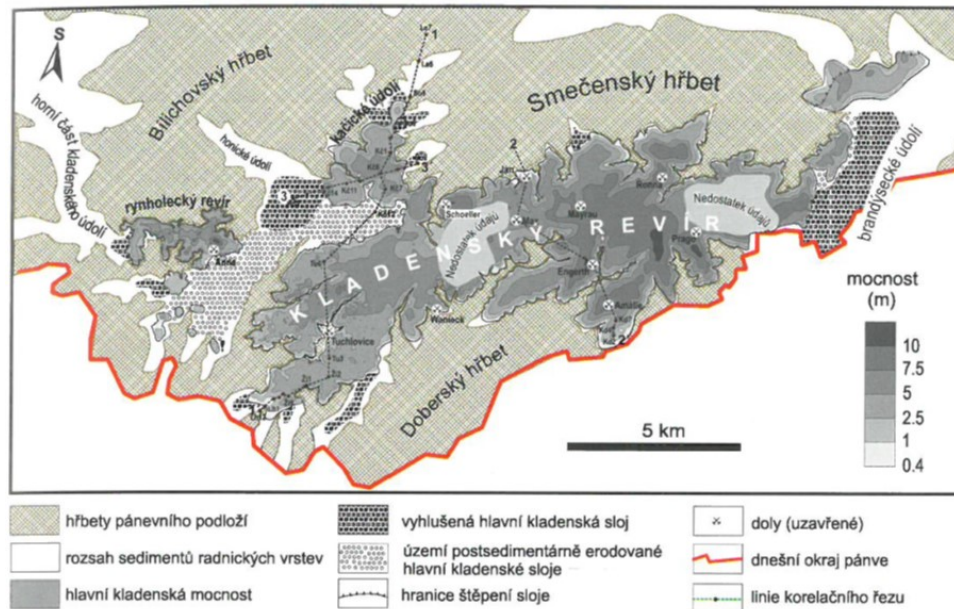
Každá z těchto studovaných lokalit byla následně didakticky zhodnocena. Ke každé lokalitě je zpracován návrh exkurze, který obsahuje podstatné organizační a geologické informace a pracovní listy, které pomohou účastníkům exkurze pochopit problematiku dané lokality a rozšířit obzory v rámci jejich geologických znalostí.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Kladenský důlní revír

#### 2.1.1 Vymezení lokality

Kladenský revír se nachází ve středních Čechách v oblasti mezi obcemi Tuchlovice a Brandýsek. Táhne se v asi 18 km dlouhém pásu místy až 10 km širokém. Regionálně



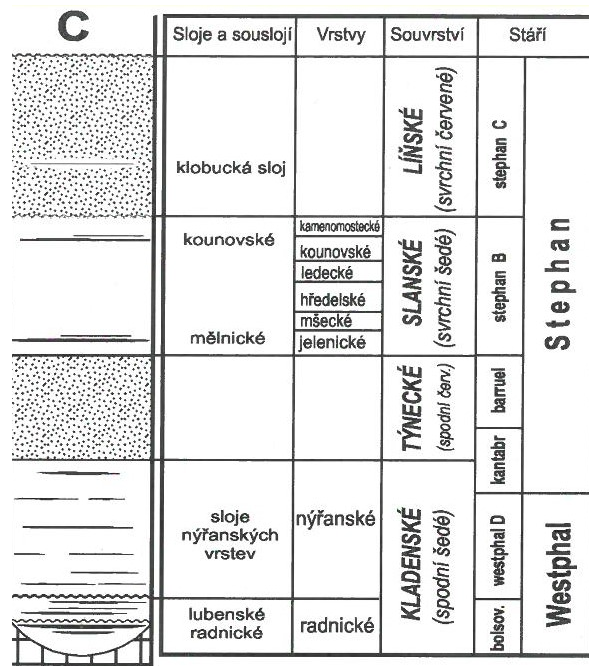
Obrázek 1 Rozsah kladenského revíru (Opluštil et al. 2006)

náleží k Českému masivu do oblasti bohemia. Tento revír je ze západu oddělen od rynholeckého revíru polohou erodovaných uhelných slojí a na východě je ukončen postupným vyhlušením (postupným vymizením) uhelných slojí. (Petránek et al. 2016)

#### 2.1.2 Geologická situace

##### 2.1.2.1 Geologická stavba

Kladenský důlní revír se nachází v Kladensko - Rakovnické pánvi karbonského stáří s kvartérním pokryvem. Podloží této pánve tvoří zvrásněné a deformované proterozoické sedimenty pražské pánve s flyšovým vývojem (Cháb et al. 2007). Na toto podloží přímo nasedají radnické vrstvy, první člen souvrství kladenského, jejichž báze je tvořena slepenci, svahovými sedimenty a jílovci. V nich se nachází spodní radnická (základní kladenská) uhelná sloj. Nad touto slojí stále je uložen tzv. brouskový obzor – uložený tuf po vulkanické explozi sopky pravděpodobně ze západních Čech. Nad touto vrstvou nasedá svrchní radnická (hlavní kladenská) uhelná sloj. V jejím nadloží se nacházejí laminární jílovce a nad nimi jsou příležitostně vyvinuty lubenské uhelné sloje. Nad těmito vrstvami jsou uloženy vrstvy nýřanské. Ty jsou reprezentovány cyklicky uspořádanými říčními sedimenty. Některé partie nýřanských vrstev mohou obsahovat až kolem 1 metru mocné, ekonomicky nevýznamné uhelné sloje. Na tyto vrstvy nasedá souvrství týnecké. Tyto sedimenty vykazují podobnost s nýřanskými vrstvami, avšak liší se barvou – nýřanské vrstvy jsou šedivě zbarvené, týnecké souvrství je červeně zbarvené. Na týnecké souvrství nasedají souvrství slánské a líňské. (Opluštil in Kurial et al. 2006)



Obrázek 2 Vertikální profil kladenského důlního revíru (Opluštil in Kurial et. al. 2006)

### 2.1.2.2 Geologický vývoj

V rámci formování Českého masivu během paleozoika došlo ke tvorbě mohutného centrálního variského kolizního orogénu, jehož součástí byl také Český masiv. Během těchto horotvorných procesů začalo docházet na některých místech Českého masivu k pohybům zemské kůry podél zlomových linií, které vyrovnávaly pnutí v tomto orogénu. Poté začaly tyto bloky mírně poklesávat, došlo k vytvoření depresí, které se postupně vyplňovaly kontinentálními sedimenty (Kachlík 2003).

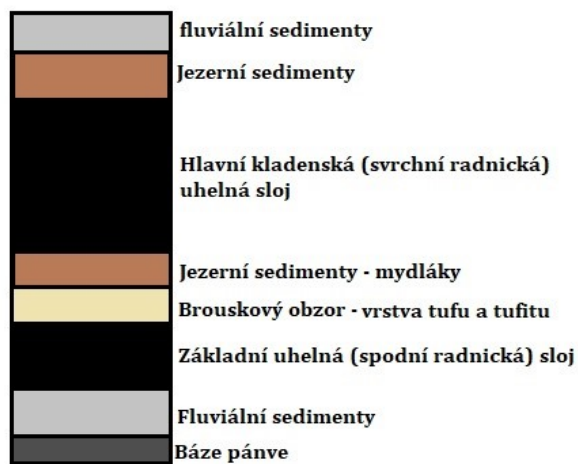
Na Kladensku lze tyto variské procesy sledovat na podloží pánve, které tvoří prevariské sedimenty pražské pánve postiženými silnou deformací a říční erozí. Na tento „paleoreliéf“ se poté začátkem svrchního karbonu ukládaly fluviální a svahové sedimenty anastomózujícího toku, který tekł východním směrem. V důsledku rychlé subsidence této pánve a velkému množství přinášeného nivního sedimentu vedlo k zneprůchodnění údolí, což vedlo ke vzniku rašeliniště s rozsahem od Nového Strašecí až po Vrapice. Zánik rašeliniště byl způsoben vulkanickou erupcí, která měla pravděpodobně centrum v oblasti dnešního Cínovce. Poté co bylo takto rašeliniště zasypáno vulkanickým popelem, došlo k jeho kompakci a vytvoření mělkého jezera, které bylo postupně zanášeno a následně opět vyplněno rašelinovým porostem ze kterého vznikla svrchní radnická uhelná sloj. Díky zrychlení poklesu kladenské pánve bylo rašeliniště opět zaplaveno a vzniklo mělké jezero, po následném zpomalení poklesu pánevního dna bylo zaneseno opět fluviálními sedimenty a zprůtočněno tokem. Jelikož nebyla takováto situace v celém údolí a zejména u jeho bočních přítoků všude stejná, došlo k významnější uhlotvornosti také při druhém vyplňování jezera a zprůchodnění údolí. (Pešek, Sivek 2012; Dlouhý et al. 1989; Opluštil in Kurial et al. 2006).





Obrázek 3 Vývoj kladenského údolí v době sedimentace významně uhlonosných radnických vrstev. RV1 - počátek sedimentace, protékající tok s depozicí fluviálních sedimentů; RV2 - zneprůtočnění údolí, tvorba plošného rašeliniště; RV3 - situace po sopečném výbuchu, kdy bylo rašeliniště zasypano sopečným tufem

RV 5 – situace po vzniku mělkého jezera a jeho postupném zanášení sedimenty a zarůstání vegetací RV6 – obnovu mělkého jezera s pokračující uhlotvorností v jeho částech; RV7 – díky zpomalení subsidence bylo údolí zprůtočněno a zasedimentováno tokem (Jiří Svoboda in Kurial et al. 2006)



Obrázek 4 Zjednodušený model radnických vrstev s nejdůležitějšími uhelnými slojemi (autor)

### 2.1.3 Historie těžby

Uhlí se zde začalo nejprve povrchově těžit kolem výchozů uhelných slojí na povrch již koncem 18. století, a to ve východní části (okolí Vrapic). Počátkem 19. století však začala intenzivní prospekce a hloubení prvních dolů (1817, důl sv. Jan, hloubka 17 m). Tyto štoly a doly měly však jen využití pro malé okolí, uhlí se používalo především k topení a v kovářství. Postupem století se kvůli zvýšené poptávce po uhlí pro průmysl a železniční dráhy začalo hloubit až do 130 metrů (jámy Nový Jan, Ludvík). Koncem 30. let se začala uplatňovat mechanizace dolů parními stroji. Ve druhé polovině 19. století byla z ložiska železné rudy u Nučic vybudována na Kladno železnice pro dopravu rudy do hutí (Kurial et al. 2006).

Počátkem 20. století nastává další vlna mechanizace dolů pomocí těžních strojů a také zavádění nových dobývacích metod – začíná se hojně využívat stěnování místo tradičního zátinkování. Také se zavádějí první mechanizované poruby a začínají se využívat nejrůznější stroje (pásové dopravníky, uhelné kombajny, elektrifikace, pneumatické sbíječky a vrtačky). Počátkem 80. let 20. století se začalo provádět s dalším průzkumem a hloubením nejmladší a také nejhlubšího dolu revíru (důl Slaný). 90. léta a porevoluční vývoj znamenaly pro Kladensko předzvěst útlumu. Nevětší vlna útlumu byla mezi lety 1997-2001, poslední vozík uhlí na Kladensku byl vyvezen dne 30. 6. 2002 (Kurial et al. 2006).

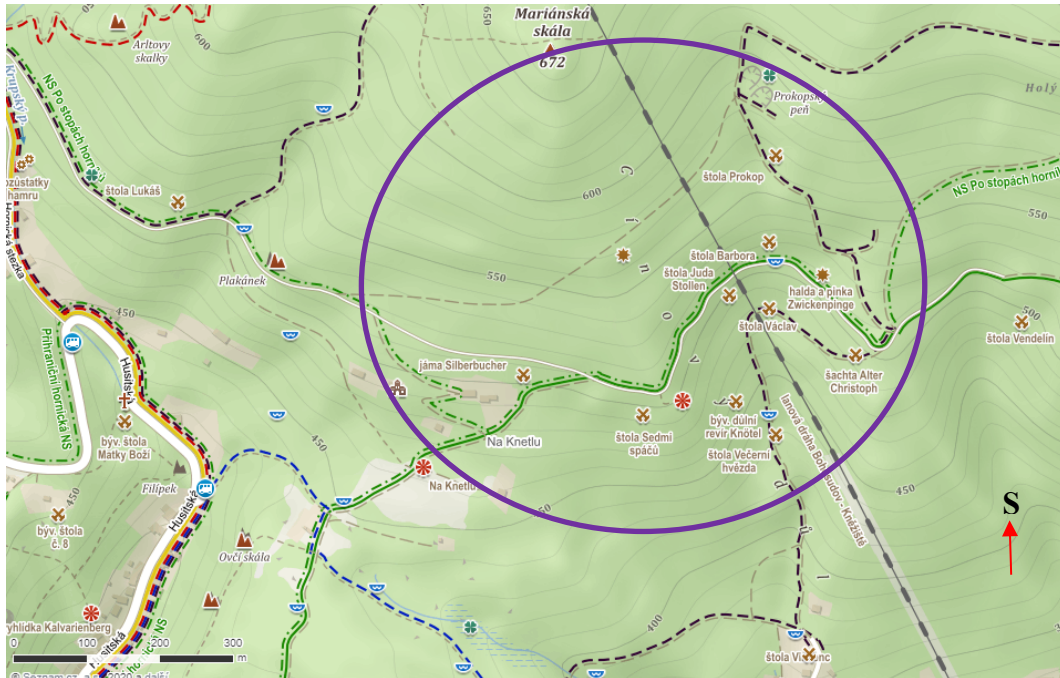
Tabulka 1. Technické parametry známých uhelných dolů na Kladensku (Kurial et al. 2006)

<b>název</b>	<b>hloubka jámy</b>	<b>vznik</b>	<b>zánik</b>	<b>vytěženo (mil. t)</b>
<b>Schoeller</b>	533 m	1902	2002	45,7
<b>Max</b>	520 m	1890	1980	25,4
<b>Mayrau</b>	527 m	1877	1997	34,5
<b>Tuchlovice</b>	130 m	1953	2002	34

## 2.2 Důlní revír Knöttel, Krupka

### 2.2.1 Vymezení lokality

Důlní revír se nachází ve svahu při severním okraji obce Krupka. Je reprezentován několika štolami, pozůstatky po důlní těžbě. V tomto revíru se především těžila ruda cínu kasiterit, a posléze v omezeném množství draselný živec. Nejstarší dochovaná důlní díla pocházejí již z raného středověku (David, Soukup 2020).



Obrázek 5 Přibližné vymezení důlního revíru Knöttel na mapě (zdroj: www.mapy.cz)


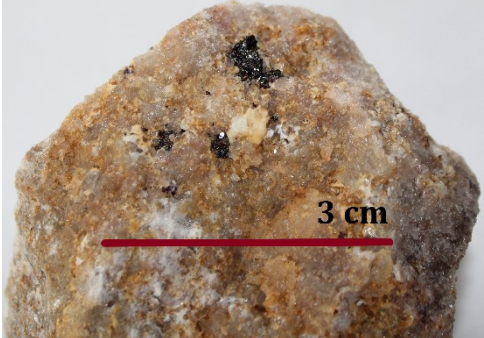

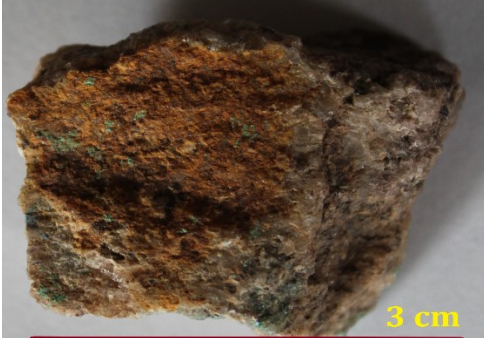
### 2.2.2 Geologická situace




#### 2.2.2.1 Geologická stavba a mineralizace

Důlní revír se nachází v oblasti saxothuringika v šedých freiberských ortorulách. (Cháb et al. 2007). Důlní oblast je velmi pestrá, co se mineralizace týče. Především se jedná o Sn – W hydrotermální mineralizaci vázanou na greisenizované oblasti lithné albitické žuly a fluorit-barytovou mineralizaci. Rudním revírem prochází žilníkový greisen křemen-topaz-cinvalditového typu impregnovaného kasiteritem. Také se zde nachází křemenná žíla obsahující molybdenit a fluorit, která postupně přechází do pegmatitu. Na haldě Zwickenpinge je možno nalézt sekundární minerály mědi a to povlaky malachitu a azuritu na greisenu. Topazy na Krupce dosahují velikosti až prvních jednotek centimetrů (Petránek et al. 2016; Havelka, Rozložník 1990; Bernard, Pouba et al. 1986).

Zde uvádím nejdůležitější minerály Krupky s jejich základní charakteristikou a vztahem ke Krupce (Hochleitner 2015, Chvátal 2005):

Fotografie i minerály pochází z autorovy soukromé sbírky.

	<p><b>Fluorit <math>\text{CaF}_2</math></b></p> <p>Na Krupce tvoří především fialové až fialově zonální částečně omezené krychlové krystaly v křemeni. Je na něm dobře pozorovatelná dokonalá štěpnost podle oktaedru. Greisen nacházený na haldě Zwickenpinge má slabě růžovofialovou barvu právě díky přítomnosti tohoto minerálu.</p>
	<p><b>Kasiterit <math>\text{SnO}_2</math></b></p> <p>Je na Krupce hlavní rudní minerál cínu. Tvoří černé xenomorfně omezené krystalky zarostlé v křemeni či greisenu, který je dobře nalezitelný na haldě Zwingenpinke.</p>
	<p><b>Molybdenit <math>\text{MoS}_2</math></b></p> <p>Tvoří velmi měkké lupenovitě – šupinaté částečně omezené krystalky s kovovým leskem, které jsou částečně ohebné. Nachází se především na Prokopském pni.</p>
	<p><b>Malachit <math>\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2</math></b></p> <p>Sekundární minerál mědi, tvoří zelené povlaky na greisenu nacházeném na haldě Zwickenpinge.</p>

	<p><b>Azurit <math>\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2</math></b></p> <p>Sekundární minerál mědi. Tvoří modré, místy kulovité povlaky na greisenu nacházejícím se na haldě Zwickenpige. Společně s malachitem tvoří takto charakteristicky zbarvené minerální povlaky.</p>
	<p><b>Topaz <math>\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2</math></b></p> <p>Velmi tvrdý nerost (<math>t=8</math>). Je charakteristický především na Prokopském pni, kde se nachází v okolí křemenného tělesa. Od křemene je snadno rozlišitelný díky své štěpnosti.</p>
	<p><b>Cinvadit <math>\text{K}(\text{Li}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2</math></b></p> <p>Druh slídy bohatý na lithium. V současnosti nejdiskutovanější minerál z Krušných hor. Jeví se jako perspektivní zdroj lithia a na ložisku Cínovec probíhá příprava na těžbu tohoto nerostu.</p>

### 2.2.3 Historie těžby

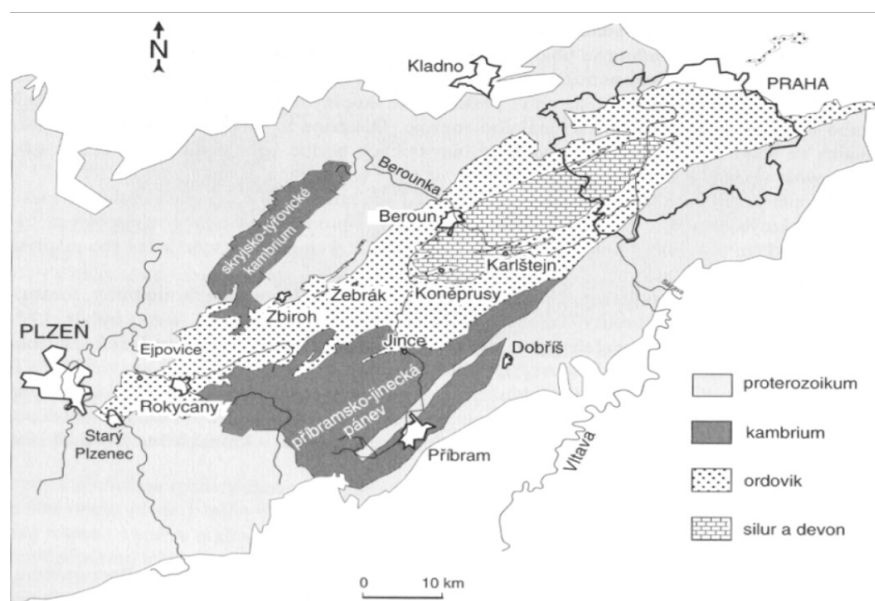
Počátky těžby se datují do 14. století, kdy narůstá potřeba cínu. Na Krupce se nejprve rýžovala sekundární ložiska, postupem času se přechází k těžbě hlubinné. Roku 1487 je Krupka povýšena na horní město a těžba zde kulminovala kolem 16. století, následně nastává útlum (David, Soukup 2020). Odhaduje se, že zde bylo vytěženo kolem 90 000 t cínu. Po částečném útlumu se v Krupce rozvíjí i úpravnictví cínu, pokračující do roku 1923. Následovalo krátké obnovení těžby během druhé světové války, např. štola Barbora, která dobývala pegmatit obsahující draselný živec. Po válce byly štoly znárodněny a koncem 60. let těžba nadobro ustala. V 60. letech ještě probíhal průzkum cínonosné žíly Lukáš, nicméně vše skončilo v rámci průzkumu (Kafka et al. 2003).

## 2.3 Nerudní suroviny Pražské pánve – lom Kosov u Berouna

### 2.3.1 Vymezení oblasti

Pražská pánev se nachází ve středních Čechách, mezi Prahou a Plzní. Je obdélníkovitého tvaru. (Kachlík 2003). Tato oblast díky své pestré skladbě nabízí a nabízí množství zejména nerudních surovin k těžbě (vápenec, kyzové břidlice, dekorační a stavební kameny) ale v menší míře i rudní suroviny (sedimentární železné rudy).

V rámci této práce se budu věnovat pouze jednomu místu, které podle mého názoru je nejreprezentativnější na výskyt nerudných surovin, a to lomu Kosov u Berouna.



Obrázek 6 Schéma pražské pánve (Chlupáč et al. 2002)

### 2.3.2 Geologická situace

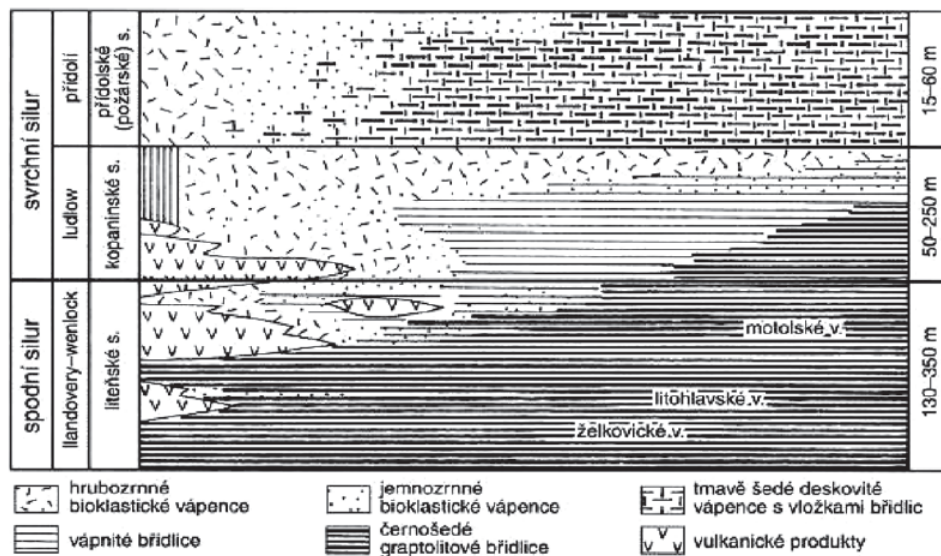
Pražská pánev je součástí tepelsko-barrandienské oblasti. Sedimentace v pánvi začala během kambria a pokračovala bez přerušení až do devonu, kdy během počátku variského orogénu byla sedimentace přerušena a započala její deformace (Cháb et al. 2007).

### 2.3.3 Nástin geologického vývoje – silur pražské pánve v lomu Kosov u Berouna

Výchozy siluru jsou obecně v Pražské pánvi malé v porovnání s ordovikem nebo devonem. Spodní silur je charakteristický především černými břidlicemi bohatými na graptolitickou faunu (Počta 1917). Sedimentace těchto hornin probíhala v relativně větších hloubkách a je silně spjata s takzvanou globální anoxií (McNamara 2010). Tato anoxická událost zřejmě souvisela s oteplením globálního charakteru, ústupem ledovce a jeho následnou interakcí se slanou vodou, kdy nedošlo k dokonalému promíchání vod ve světovém oceánu, ale k jejich vzájemnému převrstvení a znemožnění cirkulace kyslíku v nich. Současným analogem může být např. Černé moře, kde nedochází k promíchání sladké vody z Dunaje s vodou slanou. Současně dochází k tvorbě organikou bohatých sedimentů na mořském dně (Bouček, Kodým 1954). Na lomu Kosov je spodní silur zastížen v nejspodnější etáži lomu a je reprezentován právě černými, organikou obohacenými břidlicemi (Petránek et al. 2016) s fosiliemi graptolitů např. *monograptus* (Košťák, Mazuch 2011).

Střední silur můžeme charakterizovat především bazickým submarinním vulkanismem. Tradičně se pro tyto bazaltické vyvěřeliny používá termín diabas. Tyto diabasy se nacházejí s rytmičky se střídajícími tufy až tufity, uvolněnými během výlevů podmořských sopek. Střední silur je na lomu Kosov zastížen rytmičkou sekvencí diabasů a tufů, kterým se podle jejich textury lidově říká žabáky. Tyto horniny byly značně deformovány během varijské orogeneze. (Kachlík 2003; Košťák, Mazuch 2011)

Během svrchního siluru došlo v Pražské pánvi ke změlení sedimentačního prostoru a k nástupu sedimentace karbonátové a nikoliv klastické. To se projevuje na lomu Kosov přítomností vápenců s ortocerovou faunou varisky deformované. Velmi zvláštní petrologický úkaz můžeme pozorovat ve svrchních partiích lomu, a jedná se o tzv. zebrové vápence. Jedná se o rytmičky se střídající vápence a kalcitové žilky, jejich vznik není do dneška upokojivě zodpovězen (Chlupáč 1988, 2002).



Obrázek 7 Stratigrafická kolonka siluru Pražské pánve (Chlupáč et al. 2002)

### 2.3.4 Historie těžby

Hlavní těžba na lomu Kosov probíhala mezi lety 1909 až 1941. Jako hlavní surovina se těžil vápenec, který byl dopravován do vápenky v Králově Dvoře napřed koňskými povozy, poté lanovkou. Takto probíhala těžba až do roku 1941, kdy byla zastavena. Později však byly těženy partie bazaltických tufů jako příměs snižující neobyčejnou jakost vápence těženého v lomu Čertovy schody (Rak 2020, online).

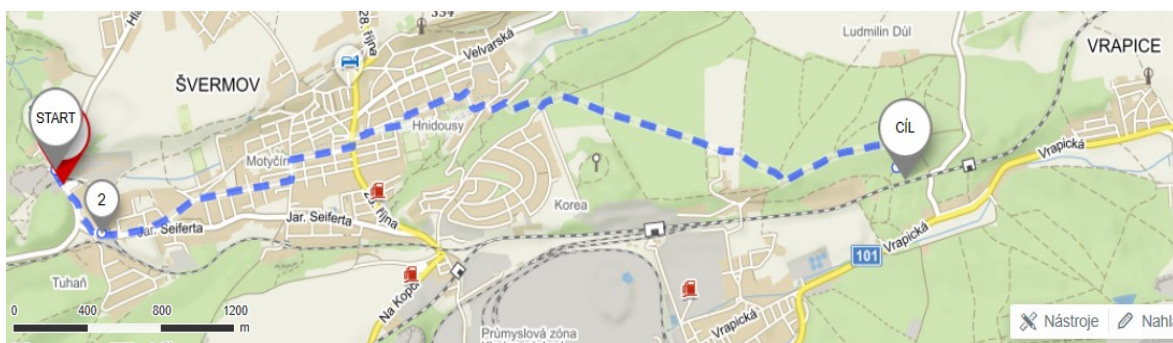
### 3 Metodika

#### 3.1 Návrh na exkurzi do kladenského důlního revíru – hornický skanzen Mayrau a výchoz hlavní kladenské sloje u Vrapic

##### 3.1.1 Informace o exkurzi

Tato exkurze se bude zabývat historií těžby černého uhlí na Kladensku. Účastníci se seznámí s dobýváním uhlí, těžební technikou a ve druhé části si budou moci na hodnotném povrchovém výchozu odebrat vzorek kladenského uhlí.

- Dopravní spojení: Důl Mayrau se nachází na stanici autobusu 609 a 330 Důl Mayrau, od výchozu ve Vrapicích se lze pohodlně dostat k vlakové zastávce Kladno - Vrapice
- Délka exkurze: asi 5 hodin, cca 3 hodiny prohlídka hornického skanzenu Mayrau + cesta cca 1 hodina k výchozu ve Vrapicích + 1 hod u výchozu
- Počet účastníku: maximálně 20 lidí
- Pomůcky: kladivo, poznámky, metr, paleontologická encyklopedie



Obrázek 8 Mapa exkurze (zdroj: www.mapy.cz)

##### 3.1.2 1. část exkurze - Hornický skanzen Mayrau

###### 3.1.2.1 Prohlídka skanzenu a komentář k expozici

V úvodní části expozice je možno zhlédnout malý dokument o dole Mayrau, který je dle mého názoru velmi přínosný, protože obsahuje detailní záběry podzemí dolu s veškerou technikou a důlními pracemi, které už na Kladensku nikdo neuvidí. Dále se pokračuje do expozice důlního měřičství a následně pak do místnosti obsahující velké množství předmětů spojených s dobýváním uhlí a také s báňským záchranářstvím.







Obrázek 9 Série obrázků z expozice - hornické náčiní, báňské záchranářské přístroje, laboratorní vybavení pro zkoušení uhlí (foto autor)

Expozice dále pokračuje přes řetězkové šatny k těžní jámě. Zde je vidět částečně zachovalá technika signalizace a interiéru budovy těžní jámy.



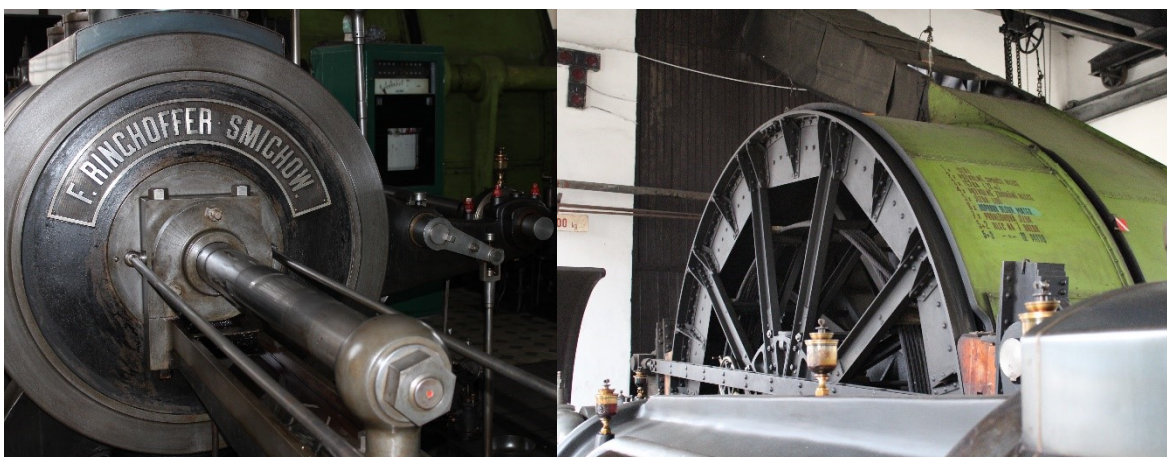
Obrázek 10 Série obrázků šaten a prostoru kolem těžní jámy (foto autor)

Poté následuje expozice modelu mechanizovaného porubu Homole, který důvěrně reprezentuje hlubinnou těžbu na Kladensku. Porub je velmi dobře rozčleněn na hlavní třídu s dopravníkem uhlí, bedněním, bočními chodbami vedoucími k jednotlivých čelbách; vše doprovází velké množství originálních nástrojů. V tomto porubu je vedle pásového a řetězového dopravníku vidět také originální stroje pro stěnovou těžbu uhelné sloje včetně jejich hydraulických ramen a prachu.



Obrázek 11 Série obrázků z modelu porubu Homole s velmi věrnou reprezentací uhelného dolu s množstvím techniky a nářadí (foto autor)

Expozice vede do prostoru pro výcvik báňské záchranné služby, která simuluje důlní prostředí včetně nejrůznějších překážek a stísněných prostor. Zájemci mohou tuto trasu absolvovat. Poté se pokračuje k unikátnímu těžnímu stroji vyrobenému firmou F. Ringhoffer v Praze, který je dodnes plně funkční. Zde prohlídka končí.

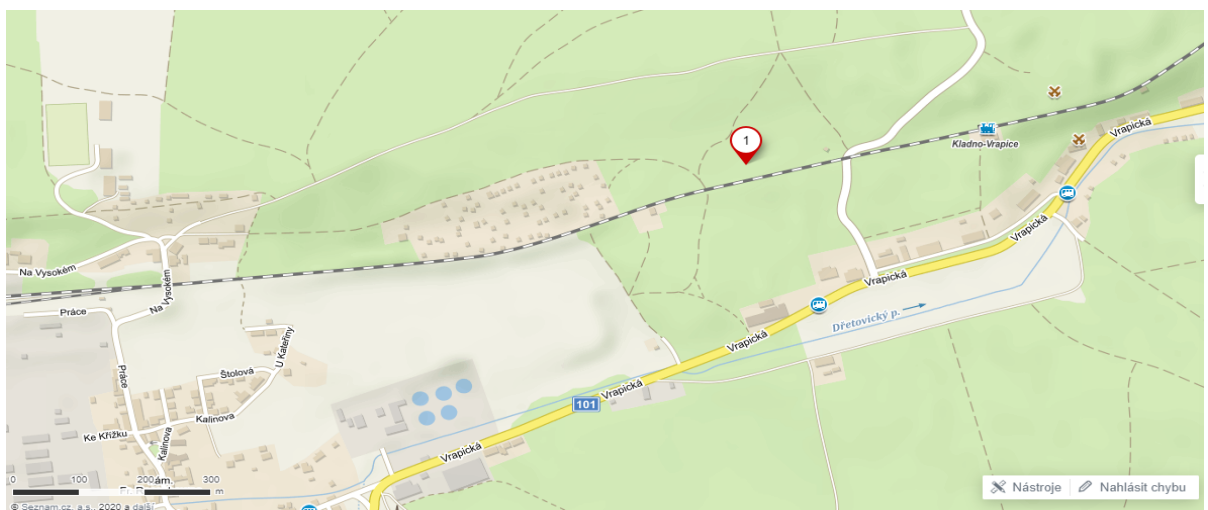


Obrázek 12 Pohled na parní těžní stroj vyrobený firmou F. Ringhoffer (foto autor)

### 3.1.3 2. část exkurze - výchoz hlavní kladenské sloje u Vrapic

Poblíž Vrapic v prostoru železniční trasy směrem do Kladna se v lese nachází velmi zachovalý výchoz svrchní radnické (hlavní kladenské uhelné sloje). Pouze na tomto místě jsme schopni pozorovat černé uhlí kladenského revíru na povrchu. Výchoz je z části zasypán, viditelná je pouze část svrchní partie uhelné sloje s množstvím prachových proplástků obsahující rostlinné fosilie. Ty přecházejí do laminárního jílovce a poté se ztrácejí v kvartérním půdním pokryvu.

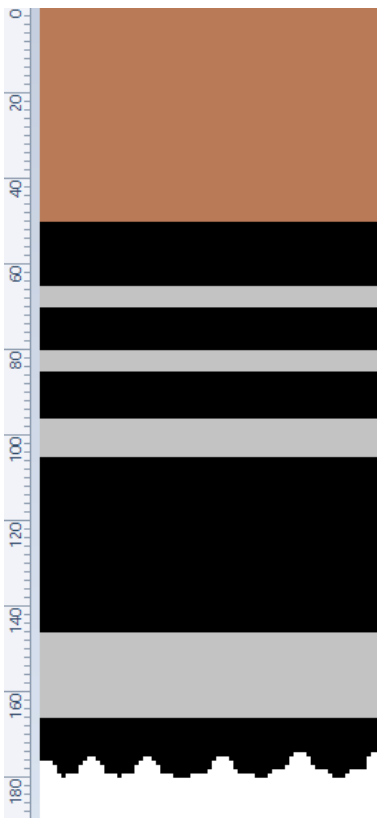
Nejjednodušší cesta k výchozu vede od železniční zastávky Vrapice po kolejích směrem na Kladno. Je daleko bezpečnější jít přímo lesem, kde nehrozí nebezpečí s kolejema spojené. Po asi 400 metrech chůze se odbočí vpravo do lesa, ve kterém se nachází mnoho pozůstatků po těžbě uhlí (různé pinky, násypy, zabetonované přístupy do bývalých šachet). V tomto místě je lokální deprese ve které se výchoz nachází. Jelikož se jedná o poměrně nebezpečnou trasu, doporučuji zvýšené opatrnosti zejména v okolí železnice.



Obrázek 13 Poloha výchozu hlavní kladenské sloje poblíž Vrapic (zdroj: www.mapy.cz)



Obrázek 14 Série obrázků výchozu včetně rostlinných fosilií v prachovitém propláستku (foto Autor)



Profil výchozu černého uhlí u Vrapic. Pod kvartérním půdním pokryvem (hnědá) se nachází degradované černé páskované uhlí (černá) s množstvím propláستků (šedá) velmi jemnozrnného charakteru. Těmto obzorům se někdy říká brouskové. Tyto hlušiny ztěžovaly těžbu uhlí kvůli nutnosti jejich odstranění.

#### Doporučená literatura:

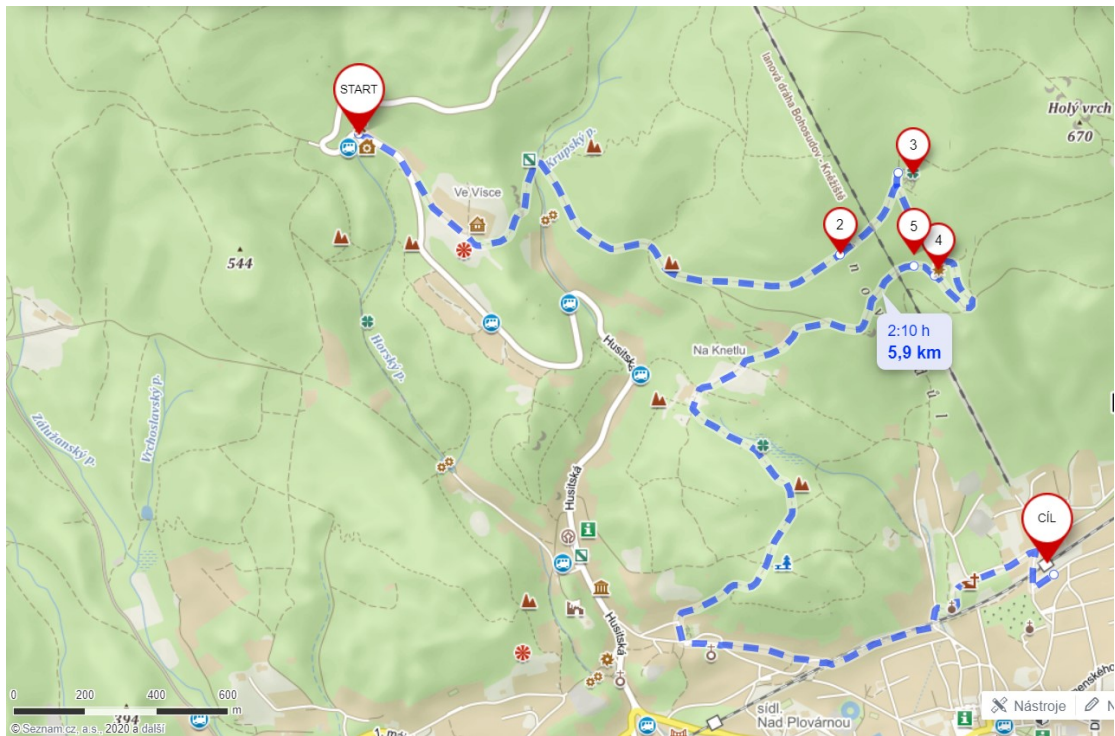
PEŠEK, Jiří; SIVEK Martin. *Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky*. Praha: Česká geologická služba, 2012. ISBN 978-80-7075-800-1

## 3.2 Návrh na exkurzi do důlního revíru Knöttel u Krupky

### 3.2.1 Informace o exkurzi

Exkurze bude zahrnovat 2 základní oblasti revíru Krupka – prohlídkovou štolu svatý Martin a mineralogicky významné oblasti revíru Knöttel.

- Dopravní spojení: vlakové spojení z Prahy (rychlíky z Prahy do Ústí nad Labem, následný přestup na osobní vlak směr Chomutov/Kadaň) poté autobus č. 484 do zastávky Krupka - Martinka
- Délka exkurze: doporučuji celý den, ráno příjezd do Krupky, výstup ke štole Starý Martin (exkurze trvá kolem 1,5h) a následný sestup kolem lanovky na Komáří vížku na knöttelský revír, variabilní je čas strávený u jednotlivých lokalit, následný přesun do Krupky
- Počet účastníků: 15 – 20 osob
- Exkurze probíhá v poměrně kopcovitém terénu, doporučuji odpovídající vybavení, do štol rozhodně s sebou vzít teplé oblečení.
- Pomůcky: kladivo, lupa, poznámky, odpovídající vybavení do terénu



Obrázek 15 Trasa exkure revírem Krupka (zdroj www.mapy.cz)

### 3.2.2 1. část exkurze – prohlídková štolu Starý Martin

Jedná se jedinou oficiálně přístupnou štolu v tomto revíru. Je dlouhá asi 500 metrů a návštěvníci se v ní seznámí se vším důležitým ohledně historie těžby, těžebních metod a celkově hornictví v krupecké oblasti.

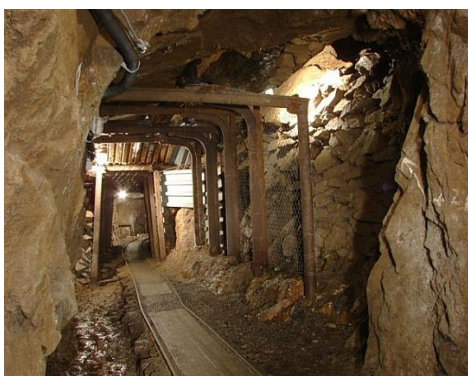
### 3.2.3 Prohlídka štol a komentář k expozici

Štola Starý Martin byla otevřena v roce 1864 a přímo navazuje na starší odvodňovací štolu Dürholz pocházející z 16. století. Po vyražení asi 227 m štol byla zastižena křemenná žíla Lukáš, se svojí délkou kolem 2 km se jednalo o jednu z nejvýznamnějších cínonosných žil ve střední Evropě. Štola byla v provozu až do 2. poloviny 20. století, během první světové války byla značně modernizována. Postupem času však přestávala být těžebně i ekonomicky výhodná a tak byla v roce 1956 uzavřena. Postupně došlo k zavalení portálu (vstupní části štol) a ten byl obnoven až na přelomu let 1999/2000, kdy došlo přetvoření na prohlídkovou štolu. V současnosti se štola nachází v rámci hornické oblasti Krušných hor na seznamu památek UNESCO. V okolí parkoviště se nachází improvizované muzeum důlní techniky, k vidění zejména doporučuji soupravy pro vrtání či důlní lokomotivy.



Obrázek 16 - vstupní portál do štol Starý Martin (foto autor)

Při vstupu do štol se napřed postupuje dědičnou štolou, která byla ražena od 16. století. Její profil je velmi úzký, neboť staré techniky ražení štol spočívaly v zahřátí čelby ohněm, a následným prudkým ochlazením vodou. Poté s pomocí mlátku a želízek byla rozrušená hornina (v našem případě velmi pevná, houževnatá freiberská šedá ortorula) vyrubána a odtěžena ze štol pryč. Tento proces se rytmicky opakoval.



Obrázek 17 srovnání profilů štol - vlevo je profil štol ražený v 19/20. století, napravo profil dědičné štol ražené v 16. století (zdroj: [www.krupka-mesto.cz/stola-stary-martin](http://www.krupka-mesto.cz/stola-stary-martin))

Druhá část štoly by ražena vrtáním a následným odstřelem pomocí střelného prachu nebo trhavin. Tento velmi efektivní postup umožnil v druhé části štoly zbudování velmi efektivního systému porubních bloků, kde se dobývala právě žíla Lukáš. V největším rozmachu počátkem 20. století tu takto na 3 porubech pracovalo až 120 horníků.



Obrázek 18 - Křemenná žíla Lukáš je jednou z největších cínonosných žil ve střední Evropě, ve štolě Starý Martin dosahuje mocnosti kolem 35 cm (Foto: Petr Mikšíček)

### 3.2.4 2. část exkurze – mineralogicky hodnotná místa revíru Knöttel

Jelikož je tento revír velmi bohatý na nejrůznější relikty hornické těžby, vybral jsem 4 atraktivní lokality, kde je možný volný sběr nerostů typických pro tuto oblast. Jedná se o tyto lokality:

- **Žíla Mahler (2)** – pozůstatek povrchové těžby křemenného žilníku obsahujícího kasiterit.
- **Prokopský peň (3)** – výchoz křemenné žíly bohaté na molybdenit a fluorit
- **Halda Zwickenpinge (4)** – pozůstatek po středověké těžbě, nachází se zde greisen bohatý na fluorit a sekundární minerály mědi (povlaky malachitu a azuritu).
- **Ústí štoly Sv. Barbory (5)** – místo u asi nejznámější štoly tohoto revíru, nachází se zde typická mineralizace pro tuto oblast.

#### 3.2.4.1 Žíla Mahler

První zastavení knöttelského revíru. Jedná se o povrchový výchoz křemenného žilníku se značným množstvím kasiteritu. Žilník s velkým množstvím odžilek je na povrchu velmi vyrubaný, proto je v terénu těžko přehlédnutelný. V současnosti se zde dají nalézt lesklé krystalky kasiteritu o velikosti do 5 mm.

#### 3.2.4.2 Prokopský peň

Mineralogicky nejvděčnější místo revíru. Zde vystupuje křemenná žíla obsahující molybdenit a fialový fluorit. V levé části pně se dá v šedých ortorulách najít jinak vzácný topaz.



Obrázek 19 série obrázků Prokopského pně a moment nálezů molybdenitu v křemenu (foto autor)

### 3.2.4.3 Halda Zwickenpinge

Jedná se o velký výsyp vyrubaný z pinky umístěné ve svahu přímo nad haldou. Materiál pochází z dob nejstarší pinkové těžby na Knöttelu a je velmi mineralogicky bohatý, především kvůli drobným povlakům až krystalkům malachitu a azuritu v greisenizovaném aplitu.



Obrázek 20 Pohled na haldu Zwickenpinge (Foto Ota Kinc)

### 3.2.4.4 Ústí štoly sv. Barbory

Tato štola začala být ražena v roce 1940 a těžil se v ní především ortoklas (draselný živec). Takto bylo v podzemí vyrubáno značných prostorů vysokých až 15 m a označovaných jako malý a velký porub. U ústí štoly je možno nalézt především křemen, fluorit a také cinvaldit, lithnou slídu.



**Doporučená literatura:**

BERNARD, Jan Hus a Zdeněk PORUBA. *Rudní ložiska a metalogeneze československé části Českého masívu*. Praha: Ústřední ústav geologický, 1986.

### 3.3 Návrh na exkurzi do lomu Kosov

#### 3.3.1 Informace o exkurzi

Tato exkurze se bude zabývat reprezentativním lomem Kosov u Berouna jako příkladem nerudné těžby v pražské pánvi.

- Dopravní spojení: vlakové spojení z Prahy do Berouna a poté z autobusového nádraží autobusem směr Hostomice, vystoupit na zastávce Beroun – Jarov, náves, poté podle mapy po polní cestě přímo až k lomu
- Délka exkurze: 4 hodiny (příchod k lomu od zastávky a čas strávený v lomu, poté návrat zpátky)
- Počet účastníků: do 30 osob
- Exkurze se týká opuštěného lomu, je nutné mít bezpečnostní přilby a dbát zvýšené opatrnosti všech účastníků exkurze
- Pomůcky: helma, kladivo, poznámky, pH papírek nebo pH metr, encyklopedii paleontologie



Obrázek 21 cesta k lomu Kosov od autobusové zastávky (zdroj: www.mapy.cz)

#### 3.3.2 Exkurzní místa v lomu Kosov

Na základě prověření didaktického využití všech geologických fenoménů vyskytujících se v lomu, bylo vybráno celkem 5 význačných míst v tomto lomu:

1. Spodní etáž lomu – graptolitové břidlice a kyselé jezírko
2. Výchoz graptolitových břidlic a jejich zvětvávání
3. Deformační vrása v tufitech
4. Sedimentární struktury v tufitech
5. Ortocerová fauna ve vápencích



Obrázek 22 Mapa exkurzních stanovišť lomu Kosov (zdroj: www.mapy.cz)

### 3.3.2.1 graptolitové břidlice a kyselé jezírko

V nejspodnější etáži lomu se nacházíme ve spodním siluru, v černých sedimentárních břidlicích obsahujících graptolitovou faunu. Tyto břidlice jsou odrazem spodnosilurské globální anoxie – snížení obsahu kyslíku rozpuštěného v mořské vodě. Na dně se nachází jezírko napájené pravděpodobně spodními vodami a srážkami. Jak černé břidlice zvětrávají, pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) v nich obsažený obsahuje sulfidickou síru ( $\text{S}^{2-}$ ). Když se ale tyto břidlice dostanou do kontaktu s vodou, ve které je rozpuštěný kyslík, tyto sulfidy se oxidují na sírany ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) a také až na kyselinu sírovou ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Proto je jezírko poměrně čisté a prosté fauny a flóry, neboť pH tohoto jezera je nízké (voda je kyselé).



Obrázek 23 Výchoz graptolitových břidlic a pohled na jezírko v lomu Kosov (foto autor)



Obrázek 24 Výchoz graptolitových břidlic a bližší pohled na zkamenělou graptolitovou faunu, především rod *monograptus* (foto autor)

### 3.3.2.2 výchoz zvětralých černých břidlic

Toto místo je velmi zajímavé tím, že se na něm nachází další produkt zvětvávání tmavých organických břidlic, a to sádrovcové povlaky. Ty vznikaly dlouhodobou expozicí černých břidlic vůči dešti. Rozpuštěný kyslík ve vodě oxidoval sulfidy na sírany a vlivem vápencového nadloží přinášel i vápenaté kationty, které společně dohromady se sírany vytvořily právě tyto sádrovcové ( $\text{CaSO}_4$ ) povlaky.



Obrázek 25 Bílé sádrovcové povlaky zvětralých břidlic a frontální pohled na deformační vráso (foto autor)

### 3.3.2.3 deformační vrása

Tato struktura se nachází ve střední etáži lomu, kde je možno pozorovat submarinní vulkanismus. Vráso vznikla patrně během variského orogénu, kdy byla pražská pánev intenzivně deformována. Hlavní deformační činitel je vulkanit (diabas), který enormně tlačil na rytmicky uložené tufy, které se tak promáčkly až do vrásové podoby.

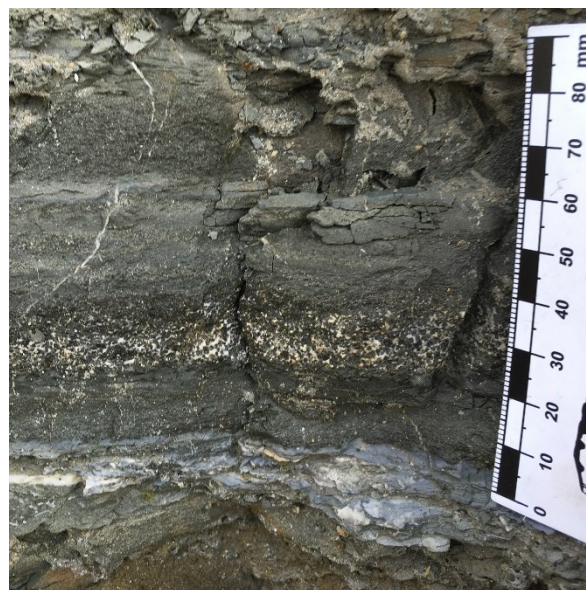
### 3.3.2.4 sedimentární struktury v tufitech

V rytmicky zvrstvených tufitech můžeme pozorovat tzv. Boumovu sekvenci. Tato struktura je gradační zvrstvení, přičemž nejhrubší klasty jsou uloženy v podloží a směrem do nadloží se klasty zjemňují. Tyto sekvence jsou typické pro turbiditní proudy a můžeme proto tyto struktury a tyto rytmické tufity interpretovat jako svah podmořské sopky ze které se vylévaly

jak vulkanity, tak i vulkanoklastický materiál, který po svazích se pohyboval jako turbiditní proud a pomalu vyzníval na úpatí této paleosopky. Lidově se této struktuře říká „žabák“



Obrázek 26 Rytmičné střídání tufitů s dobře patrnou Boumovou sekvencí (foto autor)



### 3.3.2.5 ortocerová fauna ve vápencích

Nejsvrchnější etáž lomu odpovídá svrchnímu siluru, ve kterém vlivem změlnění sedimentačního prostoru Pražské pánve dochází ke změně sedimentace z klastické na karbonátovou. Tímto dokladem je přítomnost vápenců. Vápence na lomu Kosov jsou zvrásněné, deskovitého charakteru. Můžeme v nich najít hezké strukturní prvky jako např. vrásky. Také se v nich nachází zástupci hlavonožců ortoceři, kteří tato paleomoře obývali.

Vedle tohoto fenoménu se můžeme ve stejné etáži, ale na opačné straně setkat s tzv. zebrovým vápencem, který tvoří rytmičné střídání vápence a žilek krystalického kalcitu. Můžeme se jen domnívat, čím toto bylo vytvořeno, neboť prozatím nemáme žádnou uspokojivou teorii o vzniku těchto struktur (F. Vacek, ústní sdělení)





Obrázek 27 Série obrázků mapující svrchní etáž lomu Kosov - zvrásněné vápence bohaté zejména na ortocerovou faunu, obrázek napravo dole je tzv. zebrovitý vápenec (foto autor)

### **Doporučená literatura:**

CHLUPÁČ, Ivo. *Geologické zajímavosti pražského okolí*. Praha: Academia, 1988.

KOŠŤÁK, Martin, MAZUCH, Martin, ed. *Putování naším pravěkem*. Ilustroval Petr MODLITBA, ilustroval Jiří SVOBODA. Praha: Granit, 2011. ISBN 978-80-7296-078-1.

## 4 Diskuse

Byly navštíveny 3 různé hornické lokality a ty byly zpracovány jako exkurzní místa, k jednotlivým místům byly vytvořeny odpovídající pracovní listy. Tyto místa se nacházejí v dobrém stavu a jsou v různém stadiu zachovalosti. Konkrétněji k těmto lokalitám:

**Kladenský důlní revír** a zejména jeho bývalé doly a těžní budovy jsou víceméně už minulostí. Jediné dobře zachovalé místo je hornický skanzen Mayrau, kde je udělán návrh na exkurzi. Ve skanzenu se toho dá, co se technického hlediska týče, velmi mnoho. Jediná neuspokojivá skutečnost je ta, že v expozici chybí jakákoliv geologie k danému tématu. Tento nedostatek ovšem vynahrazuje druhá část exkurze, a to přímo k výchozu uhelné sloje ve Vrapicích. Tam si studenti mohou na vlastní oči prohlédnout trochu geologie spojené s Kladenskem.

**Důlní revír Knöttel**, respektive jeho povrchové pozůstatky, jsou také v dobře přístupném stavu. Těmito místy také prochází naučná stezka, které je možno využít jako doplněk k exkurzi. Štola Starý Martin také je v dobrém stavu, avšak se opět setkáváme s faktem naprosté absence jakýchkoliv geologických informací. Navržená exkurze se proto snaží apelovat i na tuto, pro hornictví nepostradatelnou část, pamatovat a studentům ji rozšiřuje ve vhodné odborném rozsahu. Také výchozy mineralogicky atraktivních lokalit jsou ve velmi dobrém stavu, což jistě přinese ne jeden mineralogický nález. Na těchto nálezech se můžou prezentovat vlastnosti jak minerálů, tak i hornin.

**Lom Kosov u Berouna.** Tento neobyčejně pestrý lom je dnes soukromým pozemkem společnosti Čertovy schody a.s. a vstup může být bez odpovídajícího vybavení (doporučuji tel. 311 657 910; Igor Novák) problematický. Nicméně, horniny v tomto lomu, dnes využívaným především pro koupání, jsou natolik atraktivní a pro pochopení těžby nerudných surovin natolik důležité, že se sem exkurze vyplatí. Výchozy jak břidlic, tak i vápenců jsou velmi dobré a bohaté na fosilie, což jistě u studentů vyvolá pozitivní reakce, což je také důležité.

Využití této práce vidím především v následujících bodech:

- Přímo pro učitele jako učební pomůcka
- Pro lektory zájmových kroužků pro studenty
- Jako doplňkové aktivity pro přírodovědně orientované tábory, soustředění

Také tato práce může v budoucnu posloužit jako odrazový můstek pro další aktivity a to:

- Zpracování většího množství hornických lokalit (např. Příbram, Jáchymov, Stříbro)
- Vytvoření pracovních listů k materiálům stávajícím
- Statisticko – didaktické zpracování či testování některé z těchto exkurzí v terénu se studenty

Mne osobně by se líbila varianta rozšíření stávající práce směrem k uhelným revírům. Tento nápad by mohl mít konkrétnější rámec, a to jako průvodce po uhelných skanzenech v České republice, kde by byly představeny všechny dosud fungující hornické skanzeny (např. Landek park v Ostravě, skanzen Žacléř), jejich historie, geologie a především co všechno se dá v nich zažít a pozorovat.

Přestože se dnes hovoří v souvislosti s těžbou především s jejími dopady na životní prostředí, nikdo se už moc nevěnuje zpracování těžebních lokalit z hlediska historického nebo didaktického. Z hlediska historie se věnují uhelné těžbě ve svých pracích prof. Pešek a prof. Opluštil, jejich práce jsou výlučně odborné, nikoliv didaktické.

Dle mého názoru by se měla těžba nerostných surovin více propagovat. Je důležité vědět především, proč se jednotlivé nerostné suroviny těžily v minulosti a budou těžit v budoucnosti. Tato snaha ovšem naráží na smutný fakt naprosté absence učiva geologie na středních školách. Na základních školách sice se geologie vyučuje v rámci přírodopisu, avšak v značně zjednodušené formě. Pokud chceme zvýšit úroveň geologického podvědomí studentů, musíme především začít vyučovat geologii jako samostatný předmět.

Tato práce se aspoň pokouší formou 3 exkurzí povědomí o těžbě nerostných surovin mezi studenty rozšířit. Nezbývá než doufat, že se pohled na těžbu nerostných surovin zásadně změní, a že v budoucnu se nebudeme pouze zabývat negativní stránkou těžby, ale především její stránkou pozitivní.

Co se samotných pracovních listů týče, zatím nebyly pilotně testovány vzhledem ke zhoršené zdravotní situaci v ČR. Vzhledem k obsahu by mohly být upotřebeny v hodinách přírodopisu na základních školách ve vzdělávací oblasti Neživá příroda. Případně by našly využití v dalších předmětech, např. v zeměpisu, kde by vyučující mohl uskutečnit zeměpisnou exkurzi s tematikou těžby a zpracováním nerostných surovin České republiky. Vedle základních škol by samozřejmě vhodně doplnily výuku přírodovědných předmětů na středních školách. U středoškolských studentů by mohly mít výraznější efekt v didaktické transformaci učiva.

Základním předpokladem pro úspěšné vedení exkurze je potřeba na straně učitele prostudovat jednotlivé pracovní listy s autorským řešením. Podkladem pro výkladový obsah exkurze může učitel použít doporučenou literaturu uvedenou u příslušného pracovního listu. Jednotlivé úlohy mohou být pro žáky obtížné, neboť neslouží pouze k ověření získaných poznatků, ale především k rozšíření znalostí v daném tématu a k propojení s ostatními předměty. Pokud by učitel shledal úroveň pracovních listů za příliš obtížnou vzhledem k dovednostem svým žákům, může některé úlohy redukovat.



## 5 Závěr

1. Je třeba získat větší místo pro učivo geologie na školách.
2. Jednotlivé návrhy exkursí mohou nalézt propojení mezi předměty (zeměpis, chemie, dějepis).
3. Bylo by vhodné více propagovat v pozitivním slova smyslu těžbu nerostných surovin jako důležitou součást ekonomické soběstačnosti ČR, nikoliv pouze upozorňovat na její dopady.
4. Tato práce může sloužit k dalším aktivitám jako např. rozšíření na jiné hornické památky ČR.
5. Využití těchto materiálů se neomezuje pouze pro školy, ale materiály mohou sloužit pro zájmové kroužky či výletně – exkurzní místo v rámci táborů pro děti.

V rámci této práce byly zpracovány 3 lokality těžby nerostných surovin (Kladensko, Knöttel, Kosov). Ke každé lokalitě byl vypracován návrh exkurze a pracovní listy. Každá lokalita odráží to nejpodstatnější z dané problematiky těžby nerostných surovin (Kladensko – těžba uhlí, Knöttel – rudní suroviny a těžba cínu, Kosov – vápence a černé břidlice).

## 6 Seznam literatury

BERNARD Jan Hus, POUBA Zdeněk. *Rudní ložiska a metalogeneze československé části Českého masívu*. Praha: Ústřední ústav geologický, 1986.

BOUČEK Bedřich, KODYM Odolen. *Geologie: 1. díl - všeobecná geologie*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1954.

DAVID Vladimír, SOUKUP Petr. *Krušné hory známé i neznámé*. Praha: Univerzum, 2020. ISBN 978-80-242-6686-2.

DLOUHÝ Jaromír, SIVEK Martin. *Hlubinné dobývání ložisek I pro studijní obor hornictví a hornická geologie: učebnice pro studijní obor Hornictví a hornická geologie, 3. ročník. 2., opr.vyd.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-030-0033-5.

*Důlní dílo Starý Martin* [online]. 2015 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://pamatkovykatalog.cz/dulni-dilo-stary-martin-13734750>

HAVELKA Jaroslav, ROZLOŽNÍK Ladislav. *Ložiska rud*. Praha: SNTL, 1990. ISBN 80-03-00506-X.

HOCHLEITNER, Rupert. *Minerály*. Stuttgart: Euromedia group, 2015. ISBN 987-80-242-4709-0.

CHÁB, Jan, STRÁNÍK Zdeněk, ELIÁŠ Mojmír. *Geologická mapa České republiky 1:500 000*. Praha: Česká geologická služba, 2007. ISBN 978-80-7075-666-9.

CHLUPÁČ, Ivo, BRZOBOHATÝ Rostislav, KOVANDA Jiří, STRÁNÍK Zdeněk. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia Praha, 2002. 436 s. Ediční číslo 2483. ISBN 80-200-0914-0.

CHLUPÁČ, Ivo. *Geologické zajímavosti pražského okolí*. Praha: Academia, 1988.

CHVÁTAL, Marek. *Úvod do systematické mineralogie*. Praha: Silikátový svaz, 2005. ISBN 80-86821-11-5.

KAFKA, Jan a kolektiv: *Rudné a uranové hornictví České republiky*. Ostrava: Anagram, 2003. ISBN 80-86331-67-9.

KACHLÍK, Václav. *Geologický vývoj území České republiky: Doplněk k publikaci Příprava hlubinného úložiště radioaktivního materiálu a jaderného odpadu*. SÚRAO, 2003.

KOŠŤÁK, Martin, MAZUCH, Martin, ed. *Putování naším pravěkem*. Praha: Granit, 2011. ISBN 978-80-7296-078-1.

KURIAL Jan,. *Dobývání uhlí na Kladensku: historie kladensko-slánsko-rakovnické pánve*. Ostrava: Kartis, 2006. ISBN 80-254-0490-0.

MCNAMARA, Ken. *Prehistorie*. Londýn, Praha: Dorling - Kindersley, Euromedia group, 2010. ISBN 978-80-242-2683-5.

MCRAE, Don, RUSTAND, Eric. *Science of Mining - a Resource Unit*. British Columbia, 1999.

PEŠEK Jiří, SIVEK Martin. *Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky*. Praha: Česká geologická služba, 2012. ISBN 978-80-7075-800-1

PETRÁNEK, Jan, BŘEZINA Jiří, BŘÍZOVÁ Eva, CHÁB Jan, LOUN Jan, ZELENKA Přemysl. *Encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba, 2016. ISBN 978-80-7075-901-1.

POČTA, Filip. *Velký ilustrovaný přírodopis všech tří říší: 4. díl - geologie*. Praha: Ústřední nakladatelství a knihkupectví učitelstva československého, 1917.

RAK, Štěpán. *Lom Kosov u Berouna* [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2020-07-30]. Dostupné z: [http://www.geology.cz/svet-geologie/vylety/vylety/vychazka\\_kosov\\_web.pdf](http://www.geology.cz/svet-geologie/vylety/vylety/vychazka_kosov_web.pdf)

ORION, Nir. Development of High School Geology Course on Field Trips. *Journal of Geological Education*. **1989** (číslo 37, str. 13-17)

## **Příloha 1 – pracovní list k exkurzi do hornického skanzenu Mayrau a výchozu uhelné sloje ve Vrapicích**

Jméno: \_\_\_\_\_

Úloha 1 – expozice důlního měřičství

**Nyní se nacházíte v expozici důlního měřičství. Zamyslete se, proč většina měřických důlních přístrojů nepoužívá magnetický kompas? Proč je důlní měřičství pro správné fungování dolu tak důležité?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Úloha 2 – expozice pracovních nástrojů

**Co je to pneumatický pohon?**

.....

**Proč většina mechanických nástrojů používaných v dolech (sbíječka, pila...) byla na pneumatický pohon?**

.....

**Kolik metrů vpřed byla schopna skupina horníků postoupit uhelnou slojí při pomoci uhelného kombajnu?**

.....

Úloha 3 – expozice Báňské záchranářské služby

**Zamyslete se, proč důlní záchranáři nepoužívají kyslíkové bomby (jako např. hasiči) a na jakém principu pracuje jejich dýchací přístroj?**

.....

Úloha 4 – hornická šatna

**Napište aspoň 3 důvody, proč byla tato šatna koncipována tímto zvláštním způsobem?**

- 1.....
- 2.....
- 3.....

**Úloha 5 – mechanizovaný porub Homole**

**Vyjmenujte aspoň 5 bezpečnostních rizik tohoto podzemního pracoviště:**

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

**Jaký paleontologický jev lze pozorovat v jedné z bočních chodeb tohoto porubu?**

.....

**Zakreslete tento jev do stěny chodby:**



**Jaký způsob těžby uhlí bylo možno pozorovat v jedné z bočních chodeb?**

.....

**Jaké byly výhody tohoto způsobu těžby?**

.....

**Jakým způsobem byla zajištěna cirkulace vzduchu v dole?**

.....

.....

**Jakým způsobem byl zajištěn odvoz vyrubaného uhlí z podzemního pracoviště na povrch?**

.....

.....

**Úloha 6 – cvičiště báňské záchranářské služby**

**Jaké jsou hlavní úkoly pracovníků báňské záchranářské služby?**

.....  
.....  
.....

**V čem spočívá riziko tohoto povolání?**

.....

**Která překážka je podle vás pro báňské záchranáře nejobtížnější a proč?**

.....

**Od kolika let se mohl člověk stát členem báňské záchranné služby?**

.....

**Kolik osob tvořilo jeden báňský záchranný tým?**

.....

Úloha 7 – budova těžního stroje

**V čem spočívala signalizace jízdy, a proč byla tak důležitá?**

.....  
.....

**Do tabulky napište maximální povolenou rychlost těžního stroje**

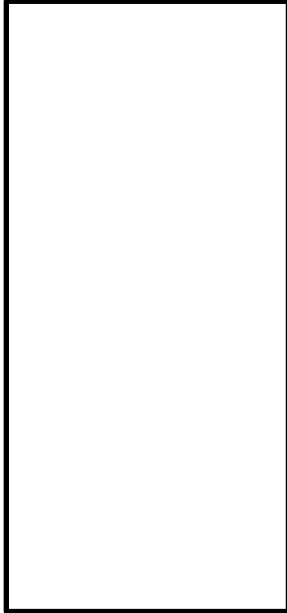
Pro přepravu horníků	
Pro přepravu vozíků s uhlím	

**Proč bylo nutné každých několik měsíců rozplést těžební lano a odvézt jej do servisní budovy?**

.....  
.....

Úloha 8 - výchoz sloje uhlí ve Vrapicích

Do následující kolonky (obdélníku) nakreslete s ohledem na mocnost profil, u kterého se právě nacházíte. Čím si myslíte, že může být způsobeno nápadné střídání vrstev v horní části profilu? Která vrstva je podle vás nejstarší – stoupá stáří vrstev směrem do nadloží nebo do podloží? Pokuste se vysvětlit.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ve spolupráci s vyučujícím nebo vyhledávačem nakreslete do kolonek následující karbonskou uhlotvornou flóru:

<i>Calamites</i>	<i>Lepidodendron</i>	<i>Sigilaria</i>

## Příloha 2 – pracovní list k exkurzi do důlního revíru Knöttel u Krupky

Jméno: \_\_\_\_\_

Úloha 1 – štola Starý Martin

**Popište hlavní rozdíly techniky ražení štoly v 16. století (začátek štoly) a ve století 19. (druhá polovina štoly)**

16. století	19. století

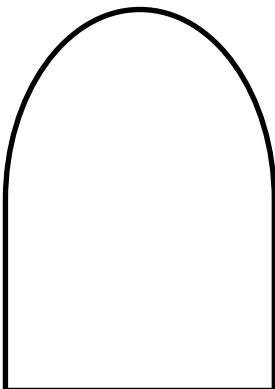
**Vyjmenujte alespoň 4 rizika při ražení štoly:**

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....

**Jak se havíři vypořádali během ražení s podzemní vodou? Popište:**

.....  
.....

**Do nákresu profilu čelby (přední stěny štoly) se pokuste zakreslit, jak asi probíhala žíla Lukáš šedými ortorulami:**



**Zamyslete se, jaké mohly být důvody ukončení těžby cínu v této oblasti.**

.....  
.....  
.....

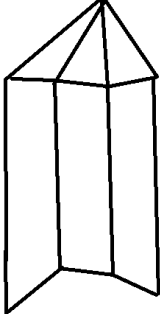
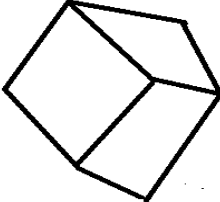

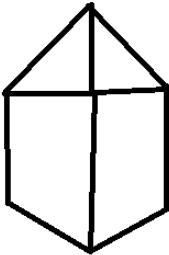
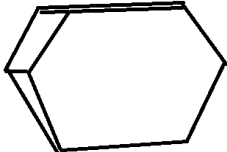

**Proč si myslíte, že byl právě ve středověku cín tak důležitý? K čemu všemu se mohl používat?**

.....



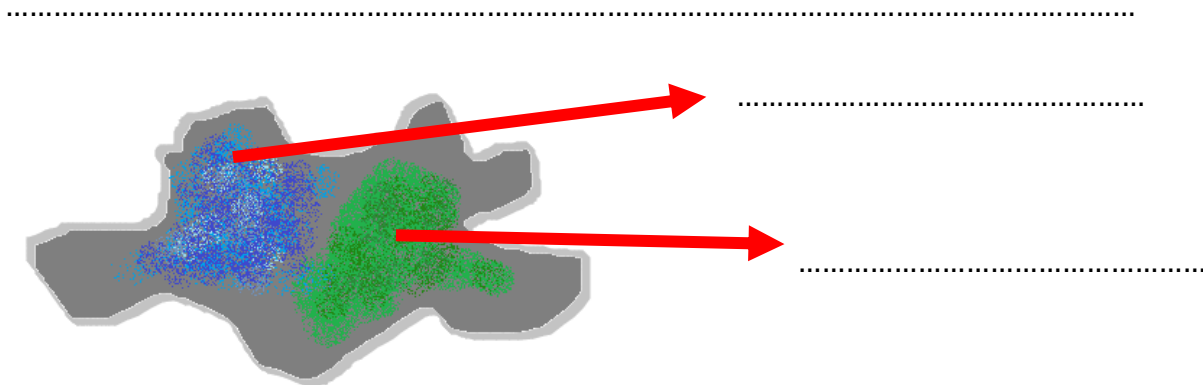
## Úloha 2 – mineralogické minimum

Jelikož se nacházíme na mineralogicky velmi bohaté lokalitě, musíme si nejprve ujasnit, jaké nerosty se zde nacházejí. Do přehledné tabulky doplňte informace o nerostech a jednotlivé krystaly nerostů vybarvěte podle jejich barvy:

 <p><b>křemen</b></p>	<p>tvrdost:</p> <p>krystalová soust.</p> <p>chem. vzorec</p>	 <p><b>fluorit</b></p>	<p>tvrdost:</p> <p>krystalová soust.</p> <p>chem. vzorec</p>
 <p><b>topaz</b></p>	<p>tvrdost:</p> <p>krystalová soust.</p> <p>chem. vzorec</p>	 <p><b>kasiterit</b></p>	<p>tvrdost:</p> <p>krystalová soust.</p> <p>chem. vzorec</p>
 <p><b>molybdenit</b></p>	<p>tvrdost:</p> <p>krystalová soust.</p> <p>chem. vzorec</p>	 <p><b>živec</b></p>	<p>tvrdost:</p> <p>krystalová soust.</p> <p>chem. vzorec</p>

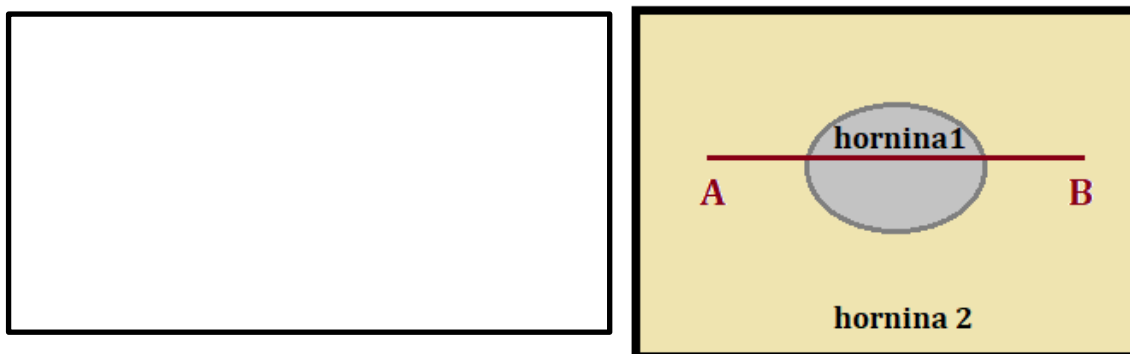
Krystaly odpovídají jejich tvaru vyskytující se na Knöttelu, nejedná se o ideální tvary, které se v přírodě nenacházejí tak často.

Některé minerály ovšem na Krupce netvoří krystaly, ale typicky barevné povlaky na horninách. Jaké minerály tyto povlaky vytvářejí? Jaký kov je v nich obsažen, dá se při větším množství těchto minerálů tento kov z nich získávat?



### Úloha 3 – Prokopský peň

Nyní se nacházíme na prokopském pni – výstupu křemenné žíly na povrch. Pokuste se do obdélníku nakreslit předpokládaný geologický řez tímto územím a vyznačte, jaké horniny se zde nacházejí:



### Úloha 4 – ústí štoly sv. Barbory

Ústí starých štol či štoly samotné byly, jsou a budou terčem nekontrolovaného vstupu do nich. Zamyslete se nad možnými riziky takovýchto vniknutí a také nad tím, jak by se dalo těmto skutečnostem předejít. (Nápověda: byli jste ve štole Starý Martin a tam jste určité pravidla dodržovali, tento fakt vám může pomoci).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Příloha 3 – Pracovní list k exkurzi na lom Kosov u Berouna

Jméno: \_\_\_\_\_

Úloha 1 – graptolitové břidlice

Co způsobuje tmavou barvu těchto břidlic?

.....

Důkladně se podívejte na kus břidlice. Pokuste se v ní rozlišit jednotlivé komponenty tvořící břidlici. Že není nic vidět? Je to tak. Břidlice jsou tvořeny velmi jemnozrnným materiálem, jelikož se jedná o sedimentární horniny, zamyslete se nad prostředím, kde mohly tyto budoucí břidlice sedimentovat.

.....

.....

.....

.....

Graptoliti byli živočichové vyskytující se především v siluru, pro který mají neobyčejný význam – jsou takzvanou vůdčí fosilií. Do obrázku břidlice takového jednoho graptolita rodu *Monograptus* co nejdetailněji zakreslete a popište:



Popište vlastními slovy termín anoxické prostředí. O co se jedná a s čím je spjato? Našli byste dnes ve světě místo podobné? Nakreslete schéma takového prostředí do připraveného obdélníku.



.....

.....

.....

## Úloha 2 – kyselé jezírko v břidlicích

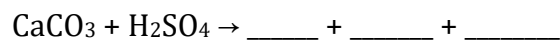
Vezměte pH papírek a na něj nejlépe pomocí pipety kapejte asi 1-2 kapky vody z jezírka. Jaké je pH? Proč si myslíte, že je právě takové a ne neutrální jak by se zdálo?

pH jezírka=.....

.....  
.....

## Úloha 3 – výchoz zvětralých černých břidlic

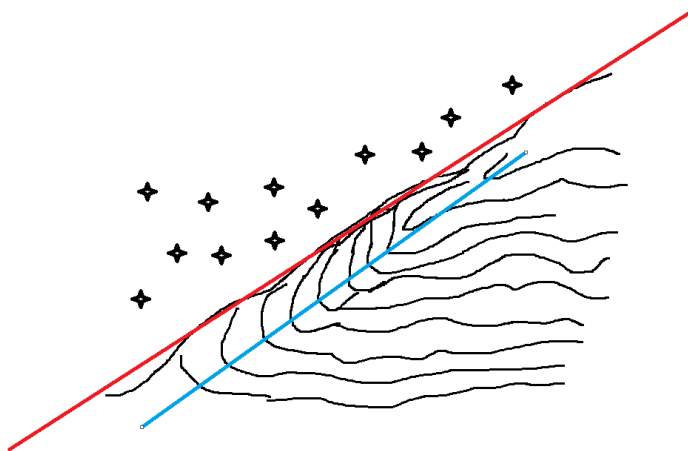
Na tomto výchoze vidíte černé břidlice pokryté bílým povlakem. O co se podle vás jedná? (nápodvěda: v organických břidlicích vlivem zvětrávání vzniká látka, která úzce souvisí s kyselostí jezírka a nadloží se nachází vápence, které můžeme chemicky popsat vzorcem  $\text{CaCO}_3$ . Co se stane, když smícháme sůl slabší kyseliny se silnější kyselinou? Tato odpověď objasní vznik bílých povlaků)



.....  
.....

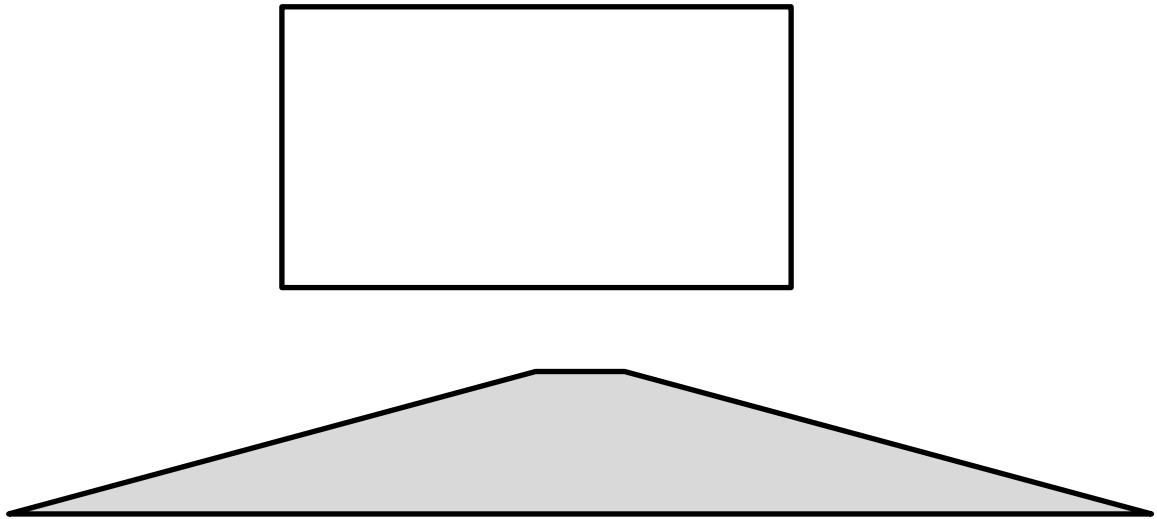
## Úloha 4 – deformační vrása

Popište následující schéma deformační vrásy a vyznačte šipkou hlavní směr napětí (deformace). Hvězdičky značí vulkanit, zvrásněná struktura je deformovaný tufit.



## Úloha 5 – sedimentární struktury

Na stěně lomu vidíte rytmicky se střídající vrstvy hornin, jejichž zrnitost směrem do nadloží (nahoru) klesá. Zakreslete do obdélníku tuto strukturu a do kužele představujícího podmořskou sopku nakreslete průběh tzv. turbiditního proudu.



## Úloha 6 – ortocerová fauna ve vápencích

Do následujícího obdélníku nakreslete a popište ortocery z schvrchní etáže lomu a zamyslete se nad tím, jakým směrem v místě jeho nálezu mohla proudit voda.



## **Příloha 4 – Autorské řešení pracovního listu k exkurzi do hornického skanzenu Mayrau a výchozu uhelné sloje ve Vrapicích**

Jméno: \_\_\_\_\_

### Úloha 1 – expozice důlního měřičství

**Nyní se nacházíte v expozici důlního měřičství. Zamyslete se, proč většina měřických důlních přístrojů nepoužívá magnetický kompas? Proč je důlní měřičství pro správné fungování dolu tak důležité?**

*Především pro to, že v dolech se nachází na malém prostoru velké množství železných nástrojů a výztuží, které mohou odchylovat magnetický kompas. Tento obor je především důležitý pro orientaci a plánování dalšího postupu těžby v takovém dolu.*

### Úloha 2 – expozice pracovních nástrojů

**Co je to pneumatický pohon?**

*Pohon na stlačený vzduch*

**Proč většina mechanických nástrojů používaných v dolech (sbíječka, pila...) byly na pneumatický pohon?**

*Především v uhelných dolech hrozilo nebezpečí výbuchu důlních plynů, jakékoliv motory byly proto považovány za potenciální hrozbu exploze těchto plynů (směs vzduchu a methanu)*

**Kolik metrů vpřed byla schopna skupina horníků postoupit uhelnou slojí při pomoci uhelného kombajnu za jednu směnu při ražení chodby v uhlí?**

*Obvykle 1-3 metry*

### Úloha 3 – expozice Báňské záchranářské služby

**Zamyslete se, proč důlní záchranáři nepoužívají kyslíkové bomby (jako např. hasiči) a na jakém principu pracuje jejich dýchací přístroj?**

*Bánští záchranáři potřebují mít možnost se pohybovat ve stísněném prostředí, což kyslíková bomba neumožňuje. Také potřebují mít velkou zásobu kyslíku, což bomba také neumožňuje. Jejich záchranářský dýchací přístroj pracuje na principu chemické obnovy kyslíku z okolního vzduchu.*

## Úloha 4 – hornická šatna

**Napište aspoň 3 důvody, proč byla tato šatna koncipována tímto zvláštním způsobem?**

1. *Úspora místa*
2. *Při důlním neštěstí bylo snadné odhadnout, kolik horníků je nezvěstných*
3. *Snadné udržování čistoty v šatnách*

## Úloha 5 – mechanizovaný porub Homole

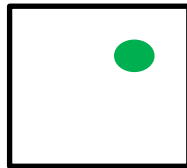
**Vyjmenujte aspoň 5 bezpečnostních rizik tohoto podzemního pracoviště:**

1. *Nebezpečí zavalení*
2. *Nebezpečí pocházející od důlních strojů*
3. *Nebezpečí průvalu podzemních vod*
4. *Nebezpečí udušení vlivem špatné cirkulace vzduchu*
5. *Nebezpečí úrazu elektrickým proudem*

**Jaký paleontologický jev lze pozorovat v jedné z bočních chodeb tohoto porubu?**

*Zuhelnatělý kmen*

**Zakreslete tento jev do stěny chodby: (zelený kruh označuje pozici zuhelnatělého kmenu ve stěně)**



**Jaký způsob těžby uhlí bylo možno pozorovat v jedné z bočních chodeb?**

*Stěnování*

**Jaké byly výhody tohoto způsobu těžby?**

*Vyšší objem vytěženého uhlí, vyšší rychlost postupu těžby, větší bezpečnost*

**Jakým způsobem byla zajištěna cirkulace vzduchu v dole?**

*Pomocí ražení větrných jam, s jejichž pomocí se vtahoval čerstvý vzduch do dolu, dále pomocí trubkové ventilace po celém dolu*

**Jakým způsobem byl zajištěn odvoz vyrubaného uhlí z podzemního pracoviště na povrch?**

*Uhlí se dopravovalo na dopravních pásech, poté ve vozících na povrch, kde se třídilo a skladovalo*

## Úloha 6 – cvičiště báňské záchranné služby

### Jaké jsou hlavní úkoly pracovníků báňské záchranné služby?

*Především při důlních neštěstích zachraňovat horníky z dolů*

### V čem spočívá riziko tohoto povolání?

*Záchranáři pracují při důlních neštěstích v značně nebezpečných podmínkách (závaly, požáry)*

### Která překážka je podle vás pro báňské záchranáře nejobtížnější a proč?

*Vlastní odpovědi řešitelů*

### Od kolika let se mohl člověk stát členem báňské záchranné služby?

*Od 21 let*

### Kolik osob tvořilo jeden báňský záchranný tým?

*Obvykle 5 členů*

## Úloha 7 – budova těžního stroje

### V čem spočívala signalizace jízdy, a proč byla tak důležitá?

*V akustických signálech zvonku, především pro orientaci dopravy horníků nebo materiálu, na které patro dolu atd. v těžní jámě*

### Do tabulky napište maximální povolenou rychlost těžního stroje

Pro přepravu horníků	2,5 m/s
Pro přepravu vozíků s uhlím	4-5 m/s

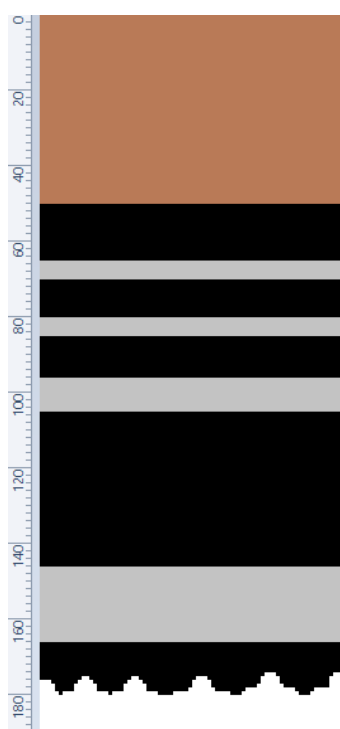
### Proč bylo nutné každých několik měsíců rozplést těžební lano a odvézt jej do servisní budovy?

*Aby se ověřil technický stav lana, jestli je vhodné pro další používání.*



## Úloha 8 - výchoz sloje uhlí ve Vrapicích

Do následující kolonky (obdélníku) nakreslete s ohledem na mocnost profilu, u kterého se právě nacházíte. Čím si myslíte, že může být způsobeno nápadné střídání vrstev v horní části profilu? Která vrstva je podle vás nejstarší – stoupá stáří vrstev směrem do nadloží nebo do podloží? Pokuste se vysvětlit.



Především náhlými změnami přerušení sedimentace (např. vlivem vulkanismu) Stáří vrstev stoupá směrem do podloží (nejstarší vrstva je vespod, nejmladší v nadloží – zákon superpozice)

Hnědá barva – půdní pokryv

Šedá barva – prachové proplástky

Černá barva – uhlí

Ve spolupráci s vyučujícím nebo vyhledávačem nakreslete do kolonek následující karbonskou uhlotvornou flóru: Podle obrázků dostupných v encyklopediích paleontologie nebo ve vyhledávači)

<i>Calamites</i>	<i>Lepidodendron</i>	<i>Sigilaria</i>

## Příloha 2 – pracovní list k exkurzi do důlního revíru Knöttel u Krupky

Jméno: \_\_\_\_\_

Úloha 1 – štola Starý Martin

**Popište hlavní rozdíly techniky ražení štoly v 16. století (začátek štoly) a ve století 19. (druhá polovina štoly)**

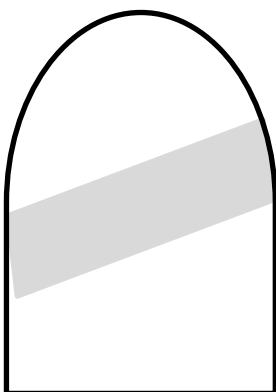
16. století	19. století
<i>Staré techniky ražení (ohřev horniny ohněm a jeho následné prudké ochlazení vodou), nízká bezpečnost, špatné osvětlení, malá rychlost těžby</i>	<i>Modernější způsoby ražení pomocí odstřelů, větší bezpečnost i úroveň osvětlení, větší rychlost těžby</i>

**Vyjmenujte alespoň 4 rizika při ražení štoly:**

1. *Nebezpečí závalu*
2. *Nebezpečí úrazu během trhacích prací*
3. *Nebezpečí průvalu podzemních vod*
4. *Nebezpečí spojené s používáním důlních nástrojů (sbíječky, vrtáky)*

**Jak se havíři vypořádali během ražení s podzemní vodou? Popište:**

*Vybudovali tzv. dědičnou štolu, která byla ukloněná, a tudíž mohla voda v ní proudit samospádem.*



**Do nákresu profilu čelby (přední stěny štoly) se pokuste zakreslit, jak asi probíhala žíla Lukáš šedými ortorulami:**  
*(šedivý pruh symbolizuje křemennou žílu v ortorulách)*

**Zamyslete se, jaké mohly být důvody ukončení těžby cínu v této oblasti.**

*Snížení poptávky po cínu, pokles cen cínu, konkurenční levnější těžba ve světě, vyčerpání zásob*

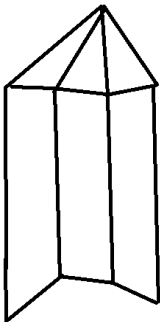
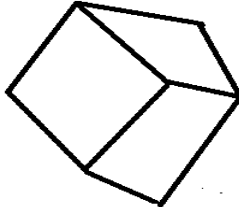

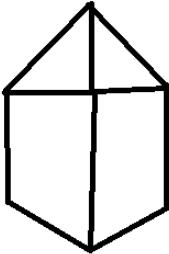
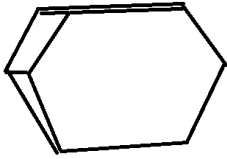

**Proč si myslíte, že byl právě ve středověku cín tak důležitý?**

**K čemu všemu se mohl používat?**

*Cín díky své nízké teplotě tání se mohl snadno zpracovávat do nejrůznějších tvarů, a to pohárů a jiného nádobí.*

## Úloha 2 – mineralogické minimum

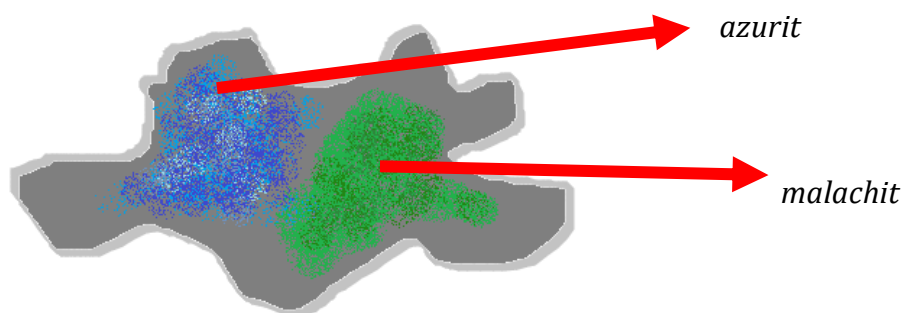
Jelikož se nacházíme na mineralogicky velmi bohaté lokalitě, musíme si nejprve ujasnit, jaké nerosty se zde nacházejí. Do přehledné tabulky doplňte informace o nerostech a jednotlivé krystaly nerostů vybarvěte podle jejich barvy:

 <p><b>křemen</b></p>	<p><b>tvrdost: 7</b></p> <p><b>krystalová soust.</b> <i>klencová, šesterečná</i></p> <p><b>chem. Vzorec <math>SiO_2</math></b></p>	<p><b>tvrdost: 4</b></p>  <p><b>fluorit</b></p>	<p><b>krystalová soust.</b> <i>krychlová</i></p> <p><b>chem. Vzorec <math>CaF_2</math></b></p>
 <p><b>topaz</b></p>	<p><b>tvrdost: 8</b></p> <p><b>krystalová soust.</b> <i>kosočtverečná</i></p> <p><b>chem. vzorec <math>Al_2(SiO_4(F, OH)_2)</math></b></p>	 <p><b>kasiterit</b></p>	<p><b>tvrdost: 6-7</b></p> <p><b>krystalová soust.</b> <i>čtverečná</i></p> <p><b>chem. vzorec <math>SnO_2</math></b></p>
 <p><b>molybdenit</b></p>	<p><b>tvrdost: 1</b></p> <p><b>krystalová soust.</b> <i>šesterečná</i></p> <p><b>chem. vzorec <math>MoS_2</math></b></p>	 <p><b>živec</b></p>	<p><b>tvrdost: 6</b></p> <p><b>krystalová soust.</b> <i>jednoklonná</i></p> <p><b>chem. vzorec <math>KAlSi_3O_8</math></b></p>

Nákresy odpovídají krystalům vyskytujících se na Knöttelu, nejedná se o ideální tvary, které se v přírodě nenacházejí tak často.

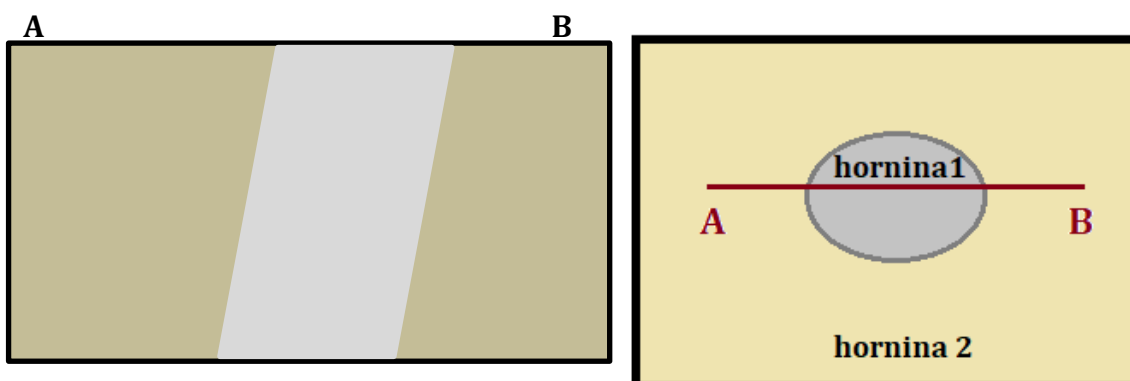
Některé minerály ovšem na Krupce netvoří krystaly, ale typicky barevné povlaky na horninách. Jaké minerály tyto povlaky vytvářejí? Jaký kov je v nich obsažen, dá se při větším množství těchto minerálů tento kov z nich získávat?

*Měď, ano*



### Úloha 3 – Prokopský peň

Nyní se nacházíme na prokopském pni – výstupu křemenné žíly na povrch. Pokuste se do obdélníku nakreslit předpokládaný geologický řez tímto územím a vyznačte, jaké horniny se zde nacházejí: *hornina 1 (křemenná žíla) proráží horninu 2 (ortorula) a tvoří tak peň na povrchu*



### Úloha 4 – ústí štoly sv. Barbory

Ústí starých štol či štoly samotné byly, jsou a budou terčem nekontrolovaného vstupu do nich. Zamyslete se nad možnými riziky takovýchto vniknutí a také nad tím, jak by se dalo těmto skutečnostem předejít. (Nápověda: byli jste ve štole Starý Martin a tam jste určitě pravidla dodržovali, tento fakt vám může pomoci).

*Především možnost zavalení nebo pádu do propasti, ve štolách není signál, není jak se dovolat pomoci. Buď štoly zabezpečit a zpřístupnit, nebo trvale znepřístupnit*

## Příloha 3 – Pracovní list k exkurzi na lom Kosov u Berouna

Jméno: \_\_\_\_\_

Úloha 1 – graptolitové břidlice

**Co způsobuje tmavou barvu těchto břidlic?**

*Značné množství silurského přeměněného organického materiálu*

**Důkladně se podívejte na kus břidlice. Pokuste se v ní rozlišit jednotlivé komponenty tvořící břidlici. Že není nic vidět? Je to tak. Břidlice jsou tvořeny velmi jemnozrnným materiálem. Jelikož se jedná o sedimentární horniny, zamyslete se nad prostředím, kde mohly tyto budoucí břidlice sedimentovat.**

*Tím že jsou jemnozrnné, tak svědčí o spíše klidnějším prostředí (málo energie potřebné k usazování větších zrn) v mořích dostatečně daleko od pobřeží.*

**Graptoliti byli živočichové vyskytující se především v siluru, pro který mají neobyčejný význam – jsou takzvanou vůdčí fosilií. Do obrázku břidlice graptolita rodu *Monograptus* co nejdetailněji zakreslete a popište:**

*Nema – pružné tělo, téka – komůrka 1 zooida (graptolita)*



**Popište vlastními slovy termín anoxické prostředí. O co se jedná a s čím je spjato? Našli byste dnes ve světě místo podobné? Nakreslete schéma takového prostředí do připraveného obdélníku.**

Sladká okysličená voda, lehčí
Slaná voda bez kyslíku, těžší

*Prostředí, které je chudé na rozpuštěný kyslík ve vodě. Vlivem nepromíchání sladké a slané vody se nemůže slaná voda okysličit a v důsledku tohoto se tyto vody stávají pro živočichy neobyvatelnými, ale bohatými na organiku, která se nemůže oxidovat. Např. dnešní Černé moře.*

## Úloha 2 – kyselé jezírko v břidlicích

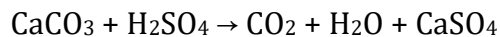
**Vezměte pH papírek a na něj nejlépe pomocí pipety kapejte asi 1-2 kapky vody z jezírka. Jaké je pH? Proč si myslíte, že je právě takové a ne neutrální, jak by se zdálo?**

**pH jezírka = menší než 7**

*Právě díky přítomnosti černých břidlic. Ty obsahují pyrit, který podléhá oxidaci na kyselinu sírovou.*

## Úloha 3 – výchoz zvětralých černých břidlic

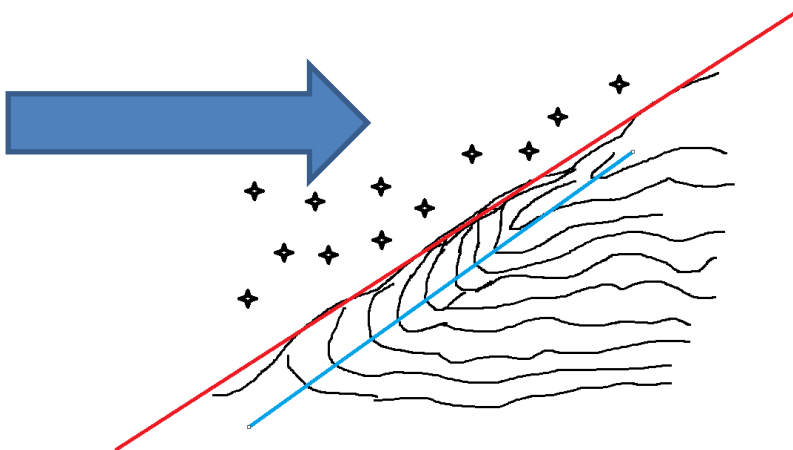
**Na tomto výchoze vidíte černé břidlice pokryté bílým povlakem. O co se podle vás jedná? (náповěda: v organických břidlicích vlivem zvětrávání vzniká látka, která úzce souvisí s kyselostí jezírka. V nadloží se nachází vápence, které můžeme chemicky popsat vzorcem  $\text{CaCO}_3$ . Co se stane, když necháme zreagovat sůl slabší kyseliny se silnější kyselinou? Tato odpověď objasní vznik bílých povlaků)**



*Jedná se o síran vápenatý (sádrovec). Tento minerál obsahuje ještě dvě molekuly krystalové vody.*

## Úloha 4 – deformační vrása

**Popište následující schéma deformační vrásy a vyznačte šipkou hlavní směr napětí (deformace). Hvězdičky značí vulkanit, zvrásněná struktura je deformovaný tufit.**



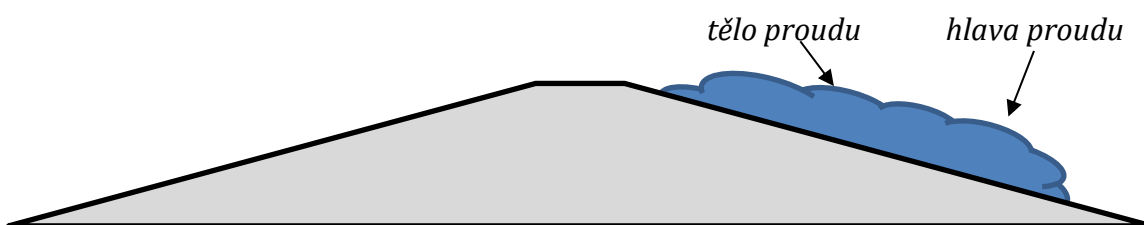
*Modře je znázorněná osa vrásy, červeně hranice kontaktu hornin, jedná se o synklinální tvar.*

## Úloha 5 – sedimentární struktury

Na stěně lomu vidíte rytmicky se střídající vrstvy hornin, jejichž zrnitost směrem do nadloží (nahoru) klesá. Zakreslete do obdélníku tuto strukturu a do kužele představujícího podmořskou sopku nakreslete průběh tzv. turbiditního proudu.

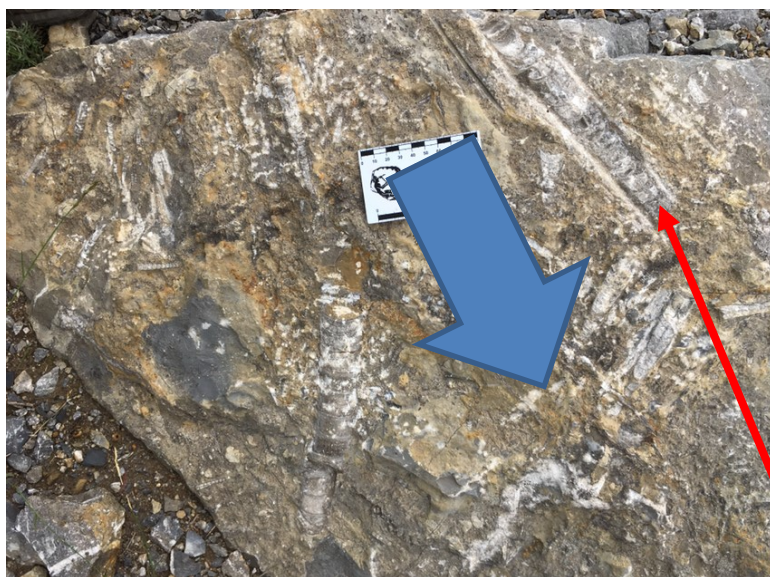


*zrnitost klesá směrem do nadloží*



## Úloha 6 – ortocerová fauna ve vápencích

Do následujícího obdélníku nakreslete a popište ortocery ze svrchní etáže lomu a zamyslete se nad tím, jakým směrem v místě jeho nálezu mohla proudit voda.



*Modrá šipka – směr proudění vody, směrem po proudu vody*

*se schránka ortocera zužovala.*

*schránky s přepážkami – septy*

