# Geološka baština Republike Češke u zbirci minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine

**Skitarelić, Adelita**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:489260

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb









SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Preddiplomski studij geološkog inženjerstva

# GEOLOŠKA BAŠTINA REPUBLIKE ČEŠKE U ZBIRCI MINERALA ZAVODA ZA MINERALOGIJU, PETROLOGIJU I MINERALNE SIROVINE

Završni rad

Adelita Skitarelić
G 2017

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Završni rad

# GEOLOŠKA BAŠTINA REPUBLIKE ČEŠKE U ZBIRCI MINERALA ZAVODA ZA MINERALOGIJU, PETROLOGIJU I MINERALNE SIROVINE

ADELITA SKITARELIĆ

Završni rad je izrađen u: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

## Sažetak

Predmet istraživanja ovog završnog rada je geološka baština Republike Češke u zbirci minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine. Svrha rada je upoznavanje geoloških karakteristika Republike Češke te opis lokaliteta i njima pripadajućih minerala sadržanih u zbirci. Geolgija Češke u najvećoj se mjeri oblikovala pod utjecajem hercinske orogeneze. Magmatiti i metamorfiti prekrivaju najveći dio površine. Češka ima dugu rudarsku tradiciju te predstavlja nalazište različitih vrsta minerala. U radu je prikazano ukupno 19 lokaliteta, 27 minerala i 2 mineraloida potkrijepljenih fotografijama. Opisano je 12 lokaliteta s pripadajućim mineralima i mineraloidima, dok je preostalih 7 samo navedeno. Naposljetku je dana sugestija za nadopunu zbirke.

Ključne riječi: geološka baština, Republika Češka, geologija, lokalitet, minerali

Završni rad sadrži: 48 stranica, 22 slike, 1 tablicu i 62 reference

Jezik izvornika: hrvatski

Završni rad pohranjen: knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Prof. dr. sc. Marta Mileusnić

Pomoć pri izradi: Dr. sc. Michaela Hruškova, asistent Tomislav Brenko

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Marta Mileusnić
Prof. dr. sc. Ivan Sondi
Izv. prof. dr. sc. Sibila Borojević Šoštarić

Datum obrane: 7. rujna 2018., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

**SADRŽAJ**

**1. UVOD ..... 1**

**2. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE REPUBLIKE ČEŠKE I POVEZNICA S GEOLOGIJOM ..... 2**

**3. GEOLOGIJA REPUBLIKE ČEŠKE ..... 5**

3.1. REGIONALNA GEOLOGIJA S GLAVNIM TEKTONSKIM JEDINICAMA ..... 7

3.2. RUDNA I MINERALNA BOGATSTVA REPUBLIKE ČEŠKE ..... 9

**4. OPIS MINERALA I NJIHOVIH LOKALITETA U ZBIRCI MINERALA ZAVODA ZA MINERALOGIJU, PETROLOGIJU I MINERALNE SIROVINE ..... 11**

4.1. CÍNOVEC – SCHEELIT, VOLFRAMIT, ZINNWALDIT ..... 12

4.2. ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ – AMFIBOL, AUGIT ..... 15

4.3. HORNÍ HRAD – MEZOLIT ..... 18

4.4. HORNÍ SLAVKOV – KASITERIT, HALIT, MOLIBDENIT ..... 19

4.5. KARLOVY VARY – ARAGONIT, ORTOKLAS ..... 22

4.6. KLADNO – MILLERIT ..... 26

4.7. KUTNÁ HORA – LIMONIT ..... 28

4.8. MARIÁNSKÁ SKÁLA – APOFILIT, NATROLIT ..... 30

4.9. PŘÍBRAM – BARIT, TETRAEDRIT, PIRARGIRIT, GALENIT ..... 33

4.10. ROŽNÁ – LEPIDOLIT ..... 36

4.11. TŘEBANICE – TEKTIT ..... 38

4.12. U CIHELNY, HAZLOV – VEZUVIJAN ..... 41

**5. ZAKLJUČAK ..... 43**

**6. LITERATURA ..... 44**

## Popis slika

Slika 2-1. Povezanost geologije i geografije u području prirodnih znanosti ..... 2
Slika 2-2. Topografska karta Republike Češke (Wikipedia.org, preuzeto 16. svibnja 2018.) ..... 3
Slika 2-3. Regionalna geološka podjela Republike Češke (Starý i dr., 2017) ..... 4
Slika 3-1. Pojednostavljena geološka karta Republike Češke (Starý i dr., 2017) ..... 9
Slika 4-1. Slijepa karta Republike Češke s označenim lokalitetima (crveno), značajnijim gradovima i graničnim državama ..... 12
Slika 4-2. Volframit i scheelit (šelit) ..... 14
Slika 4-3. Zinnwaldit ..... 15
Slika 4-4. Amfibol ..... 17
Slika 4-5. Augit ..... 17
Slika 4-6. Mezolit ..... 19
Slika 4-7. Kasiterit ..... 21
Slika 4-8. Halit i molibdenit ..... 22
Slika 4-9. Aragonit ..... 25
Slika 4-10. Ortoklas ..... 26
Slika 4-11. Millerit ..... 28
Slika 4-12. Apofilit ..... 32
Slika 4-13. Natrolit ..... 33
Slika 4-14. Barit i tetraedrit ..... 35
Slika 4-15. Pirargirit i galenit ..... 36
Slika 4-16. Lepidolit ..... 37
Slika 4-17. Tektiti ..... 41
Slika 4-18. Vezuvijan ..... 42

## Popis tablica

Tablica 4-1. Popis uzoraka sadržanih u zbirci i njihovih lokaliteta ..... 11

# 1. UVOD

Geološka baština je sve ono što je sačuvano u strukturi i teksturi stijena i tla kao što su geološke, geomorfološke, hidrogeološke pojave i objekti te paleontološki i mineraloški nalazi koji čine sastavni dio krajobraza (Zakon o zaštiti prirode, NN 70/05).

Dijeli se na *in situ* i *ex situ* geološku baštinu. *In situ* geološku baštinu predstavljaju prirodni i umjetni izdanci stijena, fosili, minerali i rude, teksture i strukture u stijenama, reljefni oblici, špilje, vode, podmorje i prirodni procesi. *Ex situ* geološku baštinu čine zbirke fosila, minerala, stijena ili ruda, bilo muzejske, institutske, školske ili privatne (ProGEO, 2017). Jedna takva zbirka minerala je vlasništvo Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu.

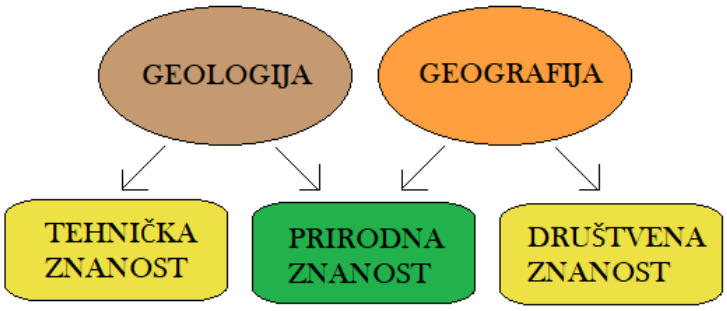
Kada se nakon dugog niza godina javila potreba za uređenjem zbirke primijećeno je da značajan broj uzoraka potječe iz Republike Češke. Stoga je cilj ovog završnog rada prikazati opće geološke karakteristike Republike Češke te lokalitete i njima pripadajuće minerale sadržane u zbirci. Svrha rada je naglasiti vrijednost ovog dijela zbirke minerala te utvrditi koje bi još minerale iz Republike Češke bilo dobro za zbirku nabaviti.

U radu je prikazano ukupno 19 lokaliteta, 27 minerala i 2 mineraloida. Značajnijih 12 lokaliteta je obrađeno te popraćeno opisom minerala koji je ondje pronađen. Preostalih 7 lokaliteta je samo navedeno s obzirom na to da o njima ima značajno manje informacija. Svi minerali i mineraloidi potkrijepljeni su fotografijom uzoraka iz zbirke.

Prilikom izrade rada, uz knjige prof. Sloveneca, korišteni su pretežno elektronički izvori, uključujući e-knjige, znanstvene časopise i članke, izvještaje Češke geološke službe te različite internetske stranice na kojima su pronađene korisne informacije.

## 2. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE REPUBLIKE ČEŠKE I POVEZNICA S GEOLOGIJOM

Geografija je „prirodno-društvena znanost o predmetima (objektima), pojavama i procesima u geosferi i njihovoj međuzavisnosti te o funkcionalnom uređenju prostora i odnosa čovjeka i okoliša" (Cvitanović, 2002 prema Marin, 2013). Geologija se može definirati kao znanost koja se bavi građom, dinamikom i razvitkom Zemlje (Pavelić, 2014).



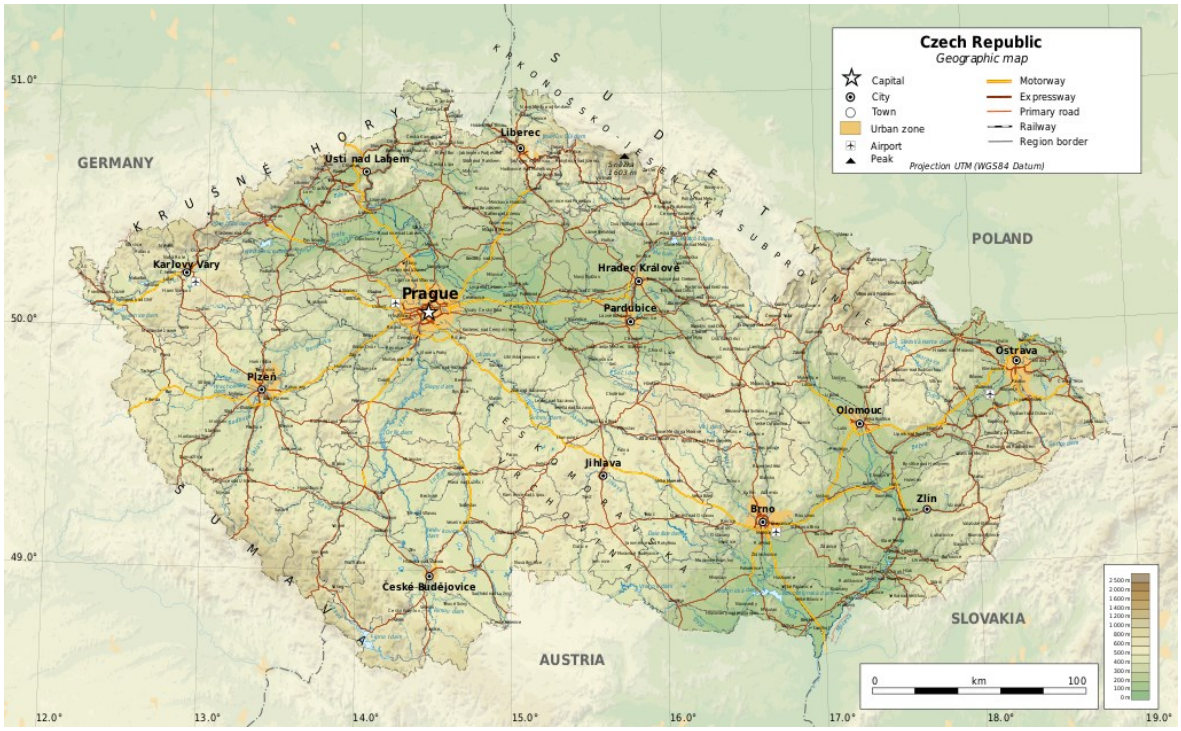

Slika 2-1. Povezanost geologije i geografije u području prirodnih znanosti

Poveznica ove dvije znanosti je neminovna. One se isprepliću i nadopunjuju (Slika 2-1). Unatoč tome što geografija ne bi mogla postojati bez geologije, ukoliko se želi govoriti o geologiji određenog područja, u našem slučaju Republike Češke, trebalo bi prvo poznavati glavne geografske karakteristike.

Republika Češka smjestila se u samom srcu Europe, zauzevši površinu od 78 866 $km^2$. Obuhvaća područje od 48˚30' do 50˚ sjeverne geografske širine te od 12˚ do 19˚ istočne geografske dužine (Latlong.net, preuzeto 16. svibnja 2018.). Na slici 2-2 vidi se da na sjeveru i sjeveroistoku graniči s Poljskom, na jugoistoku sa Slovačkom, na jugu s Austrijom, a na sjeverozapadu ima najdulju granicu s Njemačkom (Enciklopedija.hr, preuzeto 16. svibnja 2018.). Sastoji se od dviju velikih prirodnih cjelina: Češke zavale (eng. *Bohemia*) na zapadu i Moravske zavale na istoku. Razdvaja ih Češko-moravska visoravan. Češka zavala je blago valoviti ravnjak, okružen starim kristalinskim planinama (Enciklopedija.hr, preuzeto 16. svibnja 2018.). Na jugozapadu se nalazi Šumava, uključujući pogranično područje Češke, Njemačke i Austrije zvano Češka šuma (Britannica, preuzeto 16. svibnja 2018.). Sjeverozapadna granica predstavljena je planinskim lancem Krušne hory, dok se na sjeveru i sjeveroistoku nalaze Sudeti, u kojima glavne skupine čine Krkonoše s najvišim vrhom Sněžka (1603 m), Orlické hory i Jeseníky. Na sjeveru Češke zavale pruža se Polapska nizina, a značajne planine su České středohoří.

Južni dio je sredogorjima raščlanjen na više manjih zavala i konačno na jugoistoku se nalazi Češko-moravska visoravan (Britannica.com, preuzeto 16. svibnja 2018.). Neki od većih gradova ove regije su České Budějovice, Karlovy Vary, Plzeň, Pardubice te glavni grad Prag koji počiva na rijeci Vltavi, uz koju je značajna i rijeka Laba (Haiman i Müller, 2006). Češka zavala s okolnim planinama i Češko-moravskom visoravni čini Češki masiv (Enciklopedija.hr, preuzeto 16. svibnja 2018.).

Moravska zavala predstavlja prijelazno područje između Češkog masiva na zapadu i Karpata na istoku. Moravska vrata odvajaju je od zavale Odre, tektonske udoline koja odvaja gorje Jeseníky (Sudeti) od Beskida (češ. *Baskydy*) (Zapadni Karpati). U zapadnom dijelu, sjeverno od grada Brna razvijeni su krški oblici, poznati kao Moravski krš (Enciklopedija.hr, preuzeto 16. svibnja 2018.). Duž češko-slovačke granice izdižu se Bijeli Karpati i planinski lanac Javorniky. Veći gradovi ove regije su Ostrava, Brno, Olomouc i Zlin, a dominantna rijeka je Morava (Haiman i Müller, 2006).




Slika 2-2. Topografska karta Republike Češke (Wikipedia.org, preuzeto 16. svibnja 2018.)

Važno je napomenuti da se geološka i geografska regionalna podjela ne podudaraju u cijelosti, no geografija je ovdje u službi boljeg snalaženja i razumijevanja prostornih odnosa. Također se često može naići i na povijesnu teritorijalnu podjelu, koja dodatno

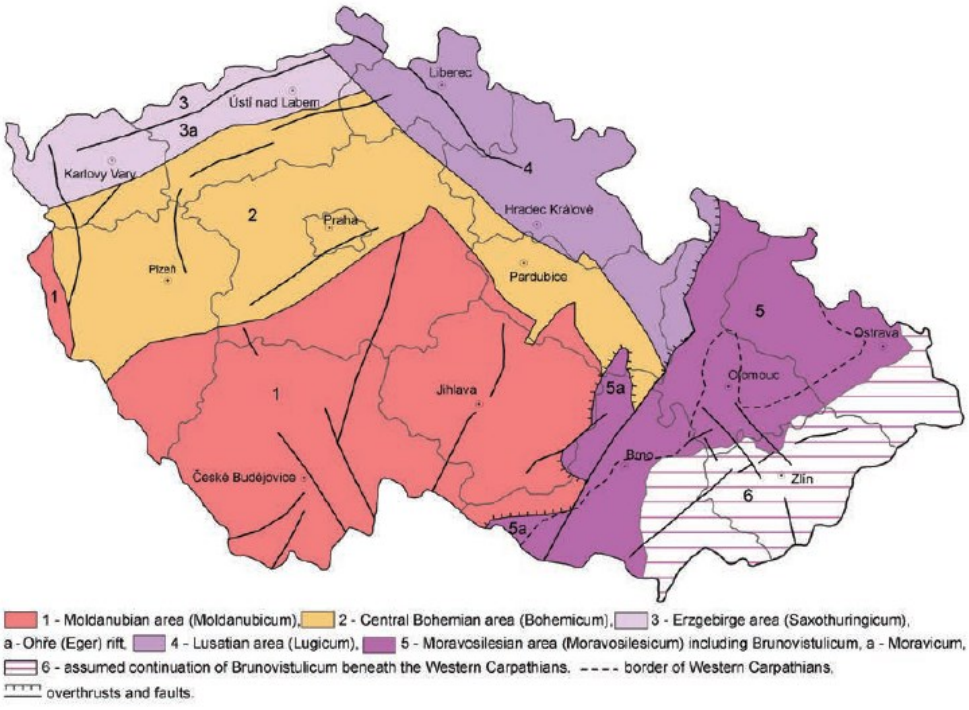
uključuje i treću regiju pod nazivom Šleska, a nalazi se u produžetku Sudeta, uz granicu s Poljskom.

Geološka regionalna podjela (Slika 2-3), o kojoj će se podrobnije govoriti u idućim poglavljima, uključuje **tri glavne cjeline** poznate kao Češki masiv, Brunovistulik i Zapadni Karpati (Starý i dr., 2017).

Češki masiv, geografski gledajući obuhvaća područje Češke zavale i okružujućih planina, zajedno sa Češko-moravskom visoravni (Enciklopedija.hr, preuzeto 16. svibnja 2018.). Nadalje, on se dijeli u pet manjih jedinica: *Moldanubik, Bohemik, Lugik, Saksotiringik i Moravosilezik* (Starý i dr., 2017).

Moldanubik geografski obuhvaća područje južnog dijela Češke zavale, Šumavu, Češko-moravsku visoravan i mali dio teritorija na samom zapadu. Bohemik okupira središnji i sjeverni dio Češke, tj. područje na liniji Plzeň – Prag – Pardubice. Saksotiringik jedinica je vezana za sami sjeverozapad, dok Lugik generalno zahvaća područje Sudeta na sjeveru i sjeveroistoku. Moravosilezik jedinica, uključujući i dio Brunovistulika, obuhvaća polovicu Moravske zavale sa gradovima Brno i Olomouc, planinom Jeseniky pa sve do granice s Poljskom (Starý i dr., 2017; Haiman i Müller, 2006).

Ostatak Brunovistulika i Zapadnih Karpata zahvaća preostali dio Moravske zavale, odnosno područje Zapadnih Karpata sve do granice sa Slovačkom (Starý i dr., 2017; Haiman i Müller, 2006).




Slika 2-3. Regionalna geološka podjela Republike Češke (Starý i dr., 2017)

## 3. GEOLOGIJA REPUBLIKE ČEŠKE

Republika Češka je jedinstvena po svom interesantnom i raznolikom geološkom razvoju, koji je zabilježen u strukturi današnje Zemljine kore. Njezina geologija se u najvećoj mjeri oblikovala pod utjecajem hercinske orogeneze koja je djelovala na Češki masiv, te u manjoj mjeri alpske orogeneze, koja se primarno odrazila na istočni dio zemlje – Zapadne Karpate (Grygar, 2016).

Radi što boljeg razumijevanja i sistematizacije, u nastavku će se prikazati geološki razvoj Češke po geološkim razdobljima. Podatci su preuzeti iz godišnjeg izvještaja češke geološke službe za 2016. godinu.

Tijekom neoproterozoika područje današnjeg Češkog masiva bilo je prekriveno dubokim morem u kojem su se taložili pješčenjaci i stijene glinovitog sastava. Taloženi materijal bio je alohton, podrijetlom s okružujućih i prilično udaljenih kratona. Sve je to bilo popraćeno submarinskim vulkanizmom uz taloženje crnih škriljavaca bogatih piritom i silikatnih sedimenata. Dio tih sedimenata i vulkanskih stijena je izrazito boran i metamorfoziran u gnajseve i amfibolite krajem proterozoika, s iznimkom onih u središnjoj Češkoj zavali. Intenzitet metamorfizma povećava se prema rubnim planinama na zapadu i jugozapadu (Starý i dr., 2017).

Netom prije paleozoika nastupila je kadomijska orogeneza, koja predstavlja jedan od najvažnijih događaja u magmatskom i metamorfnom razvoju Češkog masiva. Nakon nje, kora na tom području dezintegrirala se na manje dijelove koji su se međusobno odvojili te su u donjem paleozoiku opet preplavljeni morem. Neizmijenjeni sedimenti očuvani su u području između Praga i Plzena, zvanom Barrandia[1]. Rubni, paleozojski kompleksi Češkog masiva podvrgnuti su snažnom metamorfizmu, zbog čega je njihova identifikacija i datiranje jako otežano (Starý i dr., 2017).

Početkom kambrija u Barrandiji su taložene debele formacije konglomerata i pješčenjaka. U srednjem kambriju prodrlo je more istaloživši pješčenjake i šejlove. Kambrijska evolucija prekinuta je kopnenim vulkanizmom (Starý i dr., 2017).

Ordovicij je započeo ponovnom transgresijom te formiranjem Praškog bazena, čiji se razvoj nastavio sve do devona. Ordovicijske stijene predstavljene su pretežito klastičnim

[1] Barrandia (češ. Barrandien) je poznati geološki i paleontološki lokalitet, nazvan prema francuskom inženjeru i paleontologu Joachimu Barrandeu (Barrandien.wz.cz, preuzeto 21. svibnja 2018.).

sedimentima, čije je taloženje bilo popraćeno intenzivnim vulkanizmom s kojim su povezane željezne rude (Starý i dr., 2017).

U siluru je promjena klime i uvjeta taloženja rezultirala nastankom sitnozrnastih crnih šejlova uz što se ponovno javlja vulkanizam i intruzije dijabaznih silova. Porast temperature doveo je do snažnog razvoja organizama s karbonatnim skeletom, a sukladno tome i stvaranja ogromnih formacija vapnenaca (Starý i dr., 2017).

Taloženje karbonata u Praškom bazenu trajalo je sve do devona, kada je prekinuto kaledonskom orogenezom. Krajem devona veliki dio današnje Češke našao se na udaru snažne hercinske orogeneze što je rezultiralo navlakama i jakim metamorfizmom velikih područja. Čak i kristalinski kompleksi nastali kadomijskom orogenezom ponovno su metamorfozirani. Formirani su i veliki masivi granitoida (Starý i dr., 2017).

Evolucija devona u Moravskoj zavali razlikovala se od onog u Češkoj zavali. Transgresivni kompleks siliciklastičnih i vulkanskih stijena obogaćenih raznim metalima leži preko zapadnog dijela stare **Brunovistulik kristalinske podloge** (eng. *Brunovistulian basement*). U južnom i istočnom dijelu taložene su većinom klastične stijene. Vapnenci se pojavljuju u gornjem devonu, stoga ništa ne upućuje na to da je sedimentacija u Moravskoj prekinuta hercinskom orogenezom. Sedimentacijski prostori samo su se pomaknuli na istok u područje današnjih Karpata (Starý i dr., 2017).

Misisipij je u Češkoj zavali predstavljen marinskim sedimentima i slabo metamorfoziranim slejtovima, dok pensilvanij i perm karakterizira sedimentacija kontinentalnog tipa ***unutar-planinskih bazena***. U Moravskoj zavali je ovo razdoblje obilježeno konglomeratima, grauvakama i šejlovima, dok na prijelazu u pensilvanij nastaju važna ležišta bituminoznog ugljena (Starý i dr., 2017).

U permu su planine izdignute hercinskom orogenezom snižene erozijom te su nastale tanke formacije crveno-smeđih konglomerata, arkoza i šejlova što je bilo popraćeno vulkanizmom i sedimentacijom klastičnih stijena s povišenim sadržajem bakra. Pomak litosferne ploče prema sjeveru doveo je do nastanka pustinja koje su tada prekrile većinu Europe (Starý i dr., 2017).

Trijas je na području Češkog masiva zastupljen u obliku jezerskih pješčenjaka koji se javljaju u sjeveroistočnoj Češkoj zavali i u blizini planina Krkonoše. U najvišoj juri more je prodrlo s Karpata na sjeveru Njemačke uskim kanalom preko sjeverne Češke zavale zbog čega su prisutni vapnenci, premda izloženi samo na malom dijelu. U Moravskoj zavali trijas uopće nije zastupljen, a jurski sedimenti su danas uglavnom prekriveni neogenskim stijenama ili navlakama vanjskih Karpata. Gornja kreda sa sobom

je donijela značajnu transgresiju koja je preplavila sjeverni i dijelom središnji dio Češkog masiva te rezultirala debelim naslagama gline, lapora i pješčenjaka. Manji, ali slatkovodni gornjokredni bazeni formirani su i u južnoj Češkoj. Na području vanjskih Karpata tokom krede se turbiditnim strujama taložio fliš, što se nastavilo i u paleogenu (Starý i dr., 2017).

Češki masiv se krajem paleogena i u neogenu našao na udaru jake tektonike koja je formirala nekoliko depresija sa slatkovodnom sedimentacijom na jugu. Nije izostao ni vulkanizam koji se javljao u fazama od prije 35 milijuna godina pa sve do prije nekoliko tisuća godina (Starý i dr., 2017).

Što se Karpata tiče, krajem paleogena fliški kompleksi su borani i potisnuti u formi navlaka prema zapadu i jugozapadu, preko Češkog masiva. U neogenu su taložene marinske gline, lapor i pijesak (Starý i dr., 2017).

Krajem tercijara i početkom kvartara tektonski pokreti na prostorima Češkog masiva doveli su do izdizanja rubnih planina i do 1000 metara te je formiran Češki bazen (eng. *Bohemian basin*). Tijekom kvartara Češki masiv se našao pod utjecajem nekoliko glacijacija, a tadašnja klima je rezultirala stvaranjem riječnih terasa s naslagama pijeska, šljunka i gline. Planinski ledenjaci su oblikovali morfologiju rubnih planina te na pojedinim mjestima doveli do formiranja ledenjačkih jezera (Starý i dr., 2017).

## 3.1. REGIONALNA GEOLOGIJA S GLAVNIM TEKTONSKIM JEDINICAMA

Kao što je već spomenuto u prvom poglavlju, geologiju češkog teritorija formiraju tri glavna strukturna kompleksa: Češki masiv, dodatno podijeljen na pet jedinica (vidi poglavlje 2.), Brunovistulik i Zapadni Karpati (Starý i dr., 2017).

Moldanubik jedinica izgrađena je najvećim dijelom od snažno metamorfoziranih stijena amfibolitnog do granulitnog facijesa, intrudiranih velikim plutonskim tijelima granitoida (Tyráček i Růžička, 1994). Starost protolitnih kompleksa je vjerojatno gornjoproterozojska, dok je metamorfizam nastupio za vrijeme hercinske orogeneze. Mnogo je gnajseva i migmatita s različitim interkalacijama (Starý i dr., 2017).

Bohemik jedinica je najvećim dijelom karakterizirana glinama i laporima gornjokredne starosti, neoproterozojskim šejlovima, grauvakama i konglomeratima te karbonskim i permskim crvenim i sivim madstonima, pješčenjacima i konglomeratima Magmatske i metamorfne stijene pojavljuju se u puno manjoj mjeri što se jasno vidi i slici 3-1 (Cháb, Stráník i Eliáš, 2007).

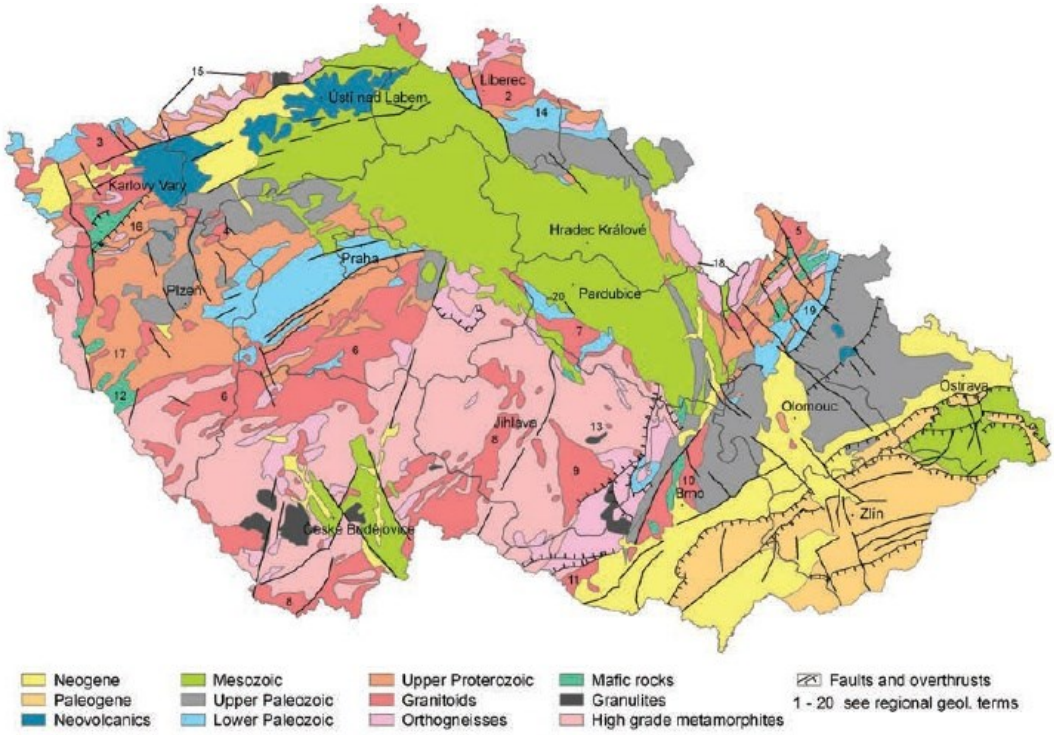
Saksotiringik jedinica je većim dijelom prekrivena paleogenskim i neogenskim vulkanitima, pretežito bazaltima. Metamorfne stijene predstavljene su uglavnom filitima, tinjčevim škriljavcima i gnajsevima prekambrijske i pretpostavljeno paleozojske starosti. Tek mali dio zauzimaju stvrdnuti gornjokarbonski do permski riolitni i dacitni tokovi i tufovi. Ne izostaju niti pojave granitoida (Cháb, Stráník i Eliáš, 2007).

Lugik jedinica sadrži pretežito proterozojske i paleozojske metamorfne sekvencije te kadomijske i variscijske granitoide (Tyráček i Růžička, 1994). Granica s Bohemik jedinicom obilježena je krednim sedimentima u vidu vapnenačkih glina, muljnjaka, pješčenjaka i konglomerata. Tek mali dio prekrivaju različite vrste bazaltnih stijena peleogenske i neogenske starosti (Cháb, Stráník i Eliáš, 2007).

U Moravosilezik jedinici, u većoj mjeri, prisutni su šejlovi, grauvake i konglomerati karbonske starosti, dok se u manjoj mjeri mogu naći i ortognajsevi, migmatiti i granitoidi različite starosti (Cháb, Stráník i Eliáš, 2007). Gotovo polovica naslaga je prekrivena neogenskim naslagama ili navlakama vanjskih Karpata (Starý i dr., 2017).

Na području Zapadnih Karpata prevladavaju neogenski sedimenti na zapadnom dijelu jedinice te kredne i paleogenske fliške naslage na istočnom dijelu jedinice (Starý i dr., 2017).

Najstarija jedinica je Brunovistulik (Starý i dr., 2017). Izgrađena je od kristalinskih stijena, koje su danas prekrivene neogenskim naslagama i fliškim navlakama Zapadnih Karpata. Brno i Dyje Masiv jedini su veći, reprezentativni primjer ove jedinice, danas vidljivi na površini (Tyráček i Růžička, 1994).




Slika 3-1. Pojednostavljena geološka karta Republike Češke (Starý i dr., 2017)

## 3.2. RUDNA I MINERALNA BOGATSTVA REPUBLIKE ČEŠKE

Strateški smještena u srcu Europe, Republika Češka ima dugu tradiciju rudarenja koja se prilagodila i modernim standardima. U srednjem vijeku, Češka zavala je postala europski centar rudarenja zlatom, srebrom i kositrom (Euromines.org, preuzeto 10. svibnja 2009.). Ležišta zlata eksploatirana su na teritoriju Češke više od tri tisuće godina. Posljednja zlatna ruda iscrpljena je 1994. godine i otada se zlato više nije eksploatiralo (Zelinger ed. 1998 prema Janíková i dr., 2015) iako je registrirano čak 15 ležišta (Janíková i dr., 2015). U 19. stoljeću porasla je važnost pirita i željeznih ruda, a istovremeno je započeo uspon nemetalnih sirovina, odnosno industrijskih minerala, posebice kaolina i feldspata (Bufka i dr., 2007).

Republika Češka je zemlja izuzetno bogata mineralima i rudama, međutim, mnogi od njih danas više nemaju ekonomsku vrijednost. Prema službenim podatcima Češke geološke službe, od energetskih sirovina u eksploataciji su bituminozni i smeđi ugljen, sirova nafta, prirodni plin te uran. Rudarenje urana ima dugu povijest koja je započela 1946. godine prvi puta u Europi (Surán i Veselý, n.d.), a danas se približila svom kraju sa jedinim preostalim rudnikom Rožna (Starý i dr., 2017).

Važni industrijski minerali su bentonit, gline, dijatomit, dolomit, gips, vapnenac, silikatni minerali te kaolin i feldspat (Starý i dr., 2017) u čijoj godišnjoj proizvodnji Češka sudjeluje sa čak 3 % (Euromines.org, preuzeto 10. svibnja 2009.). Izrazito je zanimljiva i zbog dragog kamenja. Poznata je po granatima, prvenstveno piropu koji se može pronaći na sjeveru te moldavitu kojeg najviše ima na jugu. Ima i ametista, opala i drugih varijeteta kvarca međutim ta ležišta su danas iscrpljena (Starý i dr., 2017). Bogata je također baritom, flouritom, grafitom te mnogobrojnim metalnim rudama, nosiocima bakra, germanija, olova, mangana, srebra, kositra, volframa i cinka, čija se ležišta trenutno ne eksploatiraju (Starý i dr., 2017).

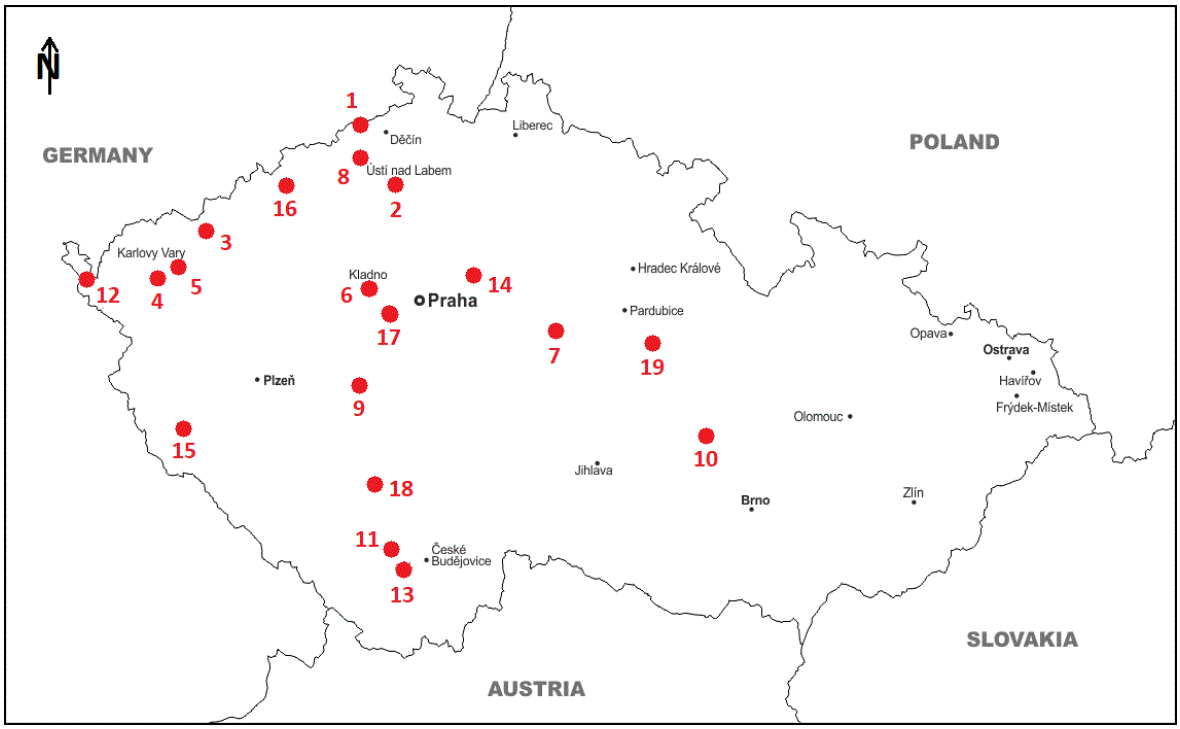
U prošlosti su rudareni antimon, arsen, kobalt, željezo, živa i sumpor, no danas više ne postoje njihovi izvori ni rezerve. Postoje rezerve litija, rubidija, cezija, molibdena, cirkonija, hafnija i elemenata rijetkih zemalja, ali ih se do sada još nije rudarilo (Starý i dr., 2017).

# 4. OPIS MINERALA I NJIHOVIH LOKALITETA U ZBIRCI MINERALA ZAVODA ZA MINERALOGIJU, PETROLOGIJU I MINERALNE SIROVINE

Zbirku zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine krasi 29 uzoraka koji su pronađeni na raznim lokalitetima unutar Republike Češke (Tablica 1-1.). Ovo poglavlje pruža uvid u karakteristike većine njih. Svaki uzorak, izuzev limonita, potkrijepljen je i fotografijom. Neki lokaliteti su značajniji od drugih, pa su iz tog razloga i detaljnije opisani. Minerali i lokaliteti koji nisu opisani u ovom poglavlju navedeni su na kraju rada (Prilog 1).

Tablica 4-1. Popis uzoraka sadržanih u zbirci i njihovih lokaliteta

| UZORAK | LOKALITET |
|---|---|
| Amfibol | České středohoří |
| Apofilit | Mariánská skála |
| Aragonit | Karlovy Vary |
| Augit | České středohoří |
| Barit | Příbram |
| Beril | Meclov |
| Galenit | Příbram |
| Halit | Horní Slavkov |
| Kasiterit | Horní Slavkov |
| Korund | Písek |
| Lepidolit | Rožná |
| Limonit | Kutná Hora |
| Magnetit | Nučice |
| Markazit | Most, Komořany |
| Mezolit | Horní hrad |
| Millerit | Kladno |
| Molibdenit | Horní Slavkov |
| Natrolit | Mariánská skála |
| Olivin | Smrček |
| Ortoklas | Karlovy Vary |
| Pirargirit | Příbram |
| Scheelit | Cínovec |
| Tektit | Třebanice |
| Tetraedrit | Příbram |
| Vermikulit | Chlumeček u Křemže |
| Vezuvijan | U Cihelny, Hazlov |
| Volframit | Cínovec |
| Wavellit | Jiřina |
| Zinnwaldit | Cínovec |




Slika 4-1. Slijepa karta Republike Češke s označenim lokalitetima (crveno), značajnijim gradovima i graničnim državama

1 – Cínovec
2 – České středohoří
3 – Horní hrad
4 – Horní Slavkov
5 – Karlovy Vary
6 – Kladno
7 – Kutná Hora
8 – Mariánská skála
9 – Příbram
10 – Rožná
11 – Třebanice
12 – U cihelny, Hazlov
13 – Chlumeček u Křemže
14 – Jiřina
15 – Meclov
16 – Most, Komořany
17 – Nučice
18 – Písek
19 – Smrček

## 4.1. CÍNOVEC – SCHEELIT, VOLFRAMIT, ZINNWALDIT

**Cínovec** (njem. ***Zinnwald***) je planinsko naselje na sjeveru Češke, na samoj granici s Njemačkom (Slika 4-1). Dio je planinskog lanca Krušne hory koji pripada jednom od glavnih kristalinskih kompleksa Europskog variscijskog pojasa. Kompleks je izgrađen prvenstveno od migmatita, para- i ortognajseva, tinjčevih škriljavaca sa interkalacijama metabazalta i mramora, filita, granulita te magmatskih stijena poput granita, riolita i sl. (Europeanmet.com, preuzeto 28. lipnja 2018.).

Cínovec je poznat kao povijesni rudnik kositra, čija je djelatnost započela još u 14. stoljeću. Čitavo naselje razvilo se upravo zahvaljujući rudarima koji su ovdje došli u potrazi za novim izvorima kositra te podigli prve kućice (Wikipedia.org, preuzeto 28. lipnja 2018.). Osim kositra u prošlosti se rudario i volfram, međutim, rudarenje je prestalo 1990-ih zbog ekonomske neisplativosti (Europeanmet.com, preuzeto 28. lipnja 2018.).

Danas se Cínovec smatra značajnim ležištem kositra i litija, čiji su resursi iznimno veliki, ali još uvijek nedovoljno iskorišteni. Istraživanja od prije nekoliko godina potvrdila su da je Cínovec najveće ležište litija u Europi. Ukupna količina litijske rude iznosi oko 650 milijuna tona. Litij se koristi u baterijama i ključna je komponenta električnih automobila, što je navelo australsku tvrtku European Metals Holdings Limited da 2012. godine pokaže veliki interes za ovo područje. Naposljetku je investirala u tzv. *Cinovec Lithium/Tin Project* (Europeanmet.com, preuzeto 24. kolovoza 2018.). Danas se aktivno provode sve faze istraživanja, te se smatra da bi rudarenje trebalo započeti 2022. godine. Planira se tokom 21 godine iskopati ukupno 37 milijuna tona litijske rude (Marketscreener.com, preuzeto 24. kolovoza 2018.).

Kao potencijalni nusproizvodi javljaju se elementi volfram, rubidij, skandij, niobij, tantal i mineral kalijev karbonat (Mining-atlas.com, preuzeto 28. lipnja 2018.).

Samo ležište je povezano s postorogenetskom granitnom intruzijom koja je penetrirala u riolite. Litijem bogati albitni granit u gornjem dijelu kupole sadrži pločaste žile s volframitom. Kao glavni minerali u ležištu su prisutni kasiterit, volframit, šelit, zinnwaldit, topaz i fluorit (Mining-atlas.com, preuzeto 28. lipnja 2018.).

Prije nekoliko godina, u jalovini napuštenog Sn – W ležišta Cínovec pronađen je rijetki mineral halkofilit. Riječ je o sekundarnom mineralu koji se javlja u oksidiranim zonama nekih arsenonosnih hidrotermalnih polimetalnih ležišta. Halkofilit se u Cínovcu javlja u obliku svijetloplavo do zeleno obojenih spljoštenih kristala u asocijaciji s limonitom i mineralima glina, a nastao je trošenjem primarnog tenantita (Vrtiška i dr., 2016).

U zbirci Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine nalaze se čak tri minerala nađena na ovom lokalitetu. Riječ je o scheelitu (Slika 4-2), volframitu (Slika 4-2) i zinnwalditu (Slika 4-3).

**Scheelit** ima kemijsku formulu **$Ca[WO_4]$.** Prema Strunzovoj klasifikaciji se svrstava u podgrupu molibdata i volframata. Naziv je dobio prema švedskom kemičaru K. W. Scheeleu. Kristalizira u tetragonskom sustavu, unutar tetragonsko bipiramidnog

razreda. Habitus kristala je najčešće bipiramidalan. Javlja se i u obliku zrnastih i masivnih agregata te kao prevlaka na kvarcu (Slovenec, 2002).

Boja mu varira od bijele, žutobijele do smeđezelenkaste. Ogreb mu je bijel. Posjeduje svojstvo termoluminiscencije, a izložen ultraljubičastim zrakama fluorescira u blijedoplavoj boji. Kalav je po {101}, tvrdoće 4½ – 5 i gustoće 6,1 g/cm$^3$. Ima mastan do dijamantan sjaj. Rudni je mineral volframa (Slovenec, 2002).

Vrijedna ležišta su kontaktno-metasomatskog tipa i predstavljaju sastavni dio skarnskog minerogenetskog kompleksa. Također se može naći i u visokotemperaturnim hidrotermalnim žilama i u pegmatitima. Najčešće je asociran s granatom, vezuvijanom, volastonitom, molibdenitom i diopsidom (Slovenec, 2002).

Mineral **volframit**, **(Mn,Fe)[WO$_4$]** nije znanstveno klasificiran kao pojedinačna mineralna vrsta. Uvrštava se u mineralnu seriju čiji su krajnji članovi ferberit i hubnerit. Često se terminom „volframit" opisuju upravo neodređeni članovi ove serije (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.). Kristalizira monoklinski. Najčešće se javlja u formi dugih prizmatičnih i stupićastih kristala ili pak u obliku kristala nalik dlijetu. Često se javljaju i sraslaci s urezom oblika slova V u sredini (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Obično je tamne boje koja varira od tamnocrvene, tamnosmeđe, tamnosive do crne. Ogreb mu je crvenkastosmeđ ili crvenkastocrn. Polumetalnog je sjaja. Tvrdoća mu iznosi 4 – 4½. Gustoća se kreće u rasponu od 7,1 – 7,5 g/cm$^3$ (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.). Savršeno je kalav po {010} (Mindat.org, preuzeto 18. lipnja 2018.)

Javlja se u visokotemperaturnim hidrotermalnim žilama, grajzenima, granitnim pegmatitima te aluvijalnim i eluvijalnim naslagama. Često je asociran sa kvarcom, šelitom i topazom (Mindat.org, preuzeto 18. lipnja 2018.).

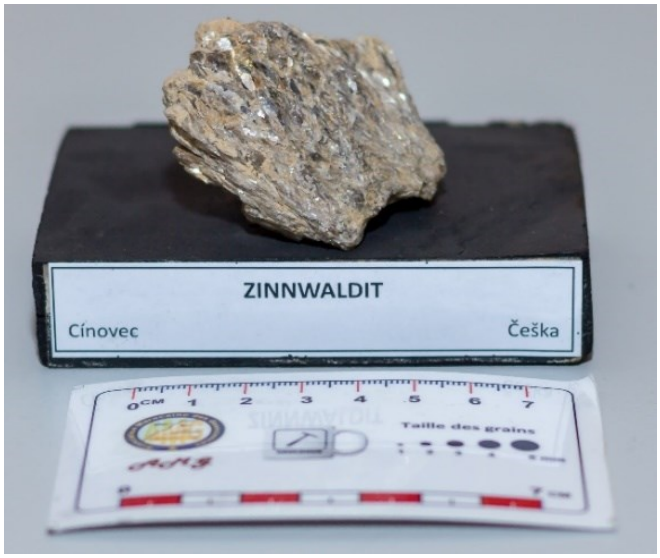



Slika 4-2. Volframit i scheelit (šelit)

**Zinnwaldit** je filosilikat. Naime, riječ je o trioktaedrijskom tinjcu po sastavu, a stoga i kemijskoj formuli između siderofilita, $KFe_2^{2+}Al[(OH)_2|Al2Si2O10]$ i polilitionita, $KLi_2Al[F_2|Si4O10]$. Naziv je dobio po lokalitetu Cínovec/Zinnwaldd, odakle i potječe uzorak u zbirci. Kristalizira monoklinski. Pojavljuje se u formi kratkoprizmatskih i pločastih pseudoheksagonalnih kristala (Handbookofmineralogy.org, preuzeto 29. lipnja 2018.).

Dominiraju smeđe, sive i crne nijanse, a rjeđe se može javiti u ljubičastoj ili ružičastoj boji. Sjaj mu je staklast do sedefast. Tvrdoća mu je 2½ – 4, a gustoća 2,9 – 3,02 $g/cm^3$ . Savršeno se kala po {001} (Handbookofmineralogy.org, preuzeto 29. lipnja 2018.).

Javlja se u grajzenima, pegmatitima i kvarcnim žilama. Čest je u ležištima kositra. Može se javiti u asocijaciji s topazom, lepidolitom, kasiteritom, volframitom, spodumenom, berilom, turmalinom i fluoritom (Handbookofmineralogy.org, preuzeto 29. lipnja 2018.).




Slika 4-3. Zinnwaldit

## 4.2. ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ – AMFIBOL, AUGIT

**České středohoří** su planine na sjeveru Češke (Slika 4-1) (Sci.muni.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.). Pripadaju manjim orografskim jedinicama, međutim, geomorfološki su jedinstvene. Ističu se ljepotom krajolika, ali i svojom geološkom strukturom (Velinský, 2017). Vulkanskog su podrijetla. Najvećim dijelom su izgrađene od tercijarnih vulkanskih i sedimentnih stijena, među kojima su zastupljeni bazalti, fonoliti, tufovi te pijesak i glina. Manje prisutne stijene su slejtovi i filiti proterozojske starosti, amfiboliti i dijabazi

proterozojske i paleozojske starosti, proterozojski ortognajsevi, granuliti i migmatiti te kvartarni sedimenti (Sci.muni.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Tipični minerali u lokalnim vulkanskim stijenama ovog lokaliteta, koji su također dio zbirke minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine, su amfibol (Slika 4-4) i augit (Slika 4-5). Najčešći mineral iz grupa amfibola prisutan na ovom lokalitetu je kersutit (Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.), kalcijski amfibol s oko 5,5 % titanija (Webmineral.com, preuzeto 27. srpnja 2018.). Tipična lokacija augita je mjesto Paškapole u Bořislavi, gdje se na padinama mjesne ceste mogu naći bogate pojave kristala augita veličine do 5 cm. Prisutni su u kamenolomu, na brdu Deblík. Ti primjerci su matiranog sjaja. Često su augiti prekriveni tankim slojem kalcita što im daje bijelu boju. Mogu se pronaći u paragenezi s amfibolom na mjestima Suletice i Lukov, gdje su kristali veličine do 3 cm i staklastog sjaja. Pojavljaju se i na lokaciji Bílina – Hradiště (Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Amfibol se često pojavljuje u asocijaciji s augitom. Njegovo tipično, ali danas zanemareno mjesto pojavljivanja je Lukov. Amfibol tu formira i do 10 cm velike kristale u lokalnim smeđecrvenim tufovima. Najljepši kristali potječu iz mjesta Suletice, gdje su kristali veličine 3 cm, ali se odlikuju lijepom crnom bojom i staklastim sjajem Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.). Selo Suletice udaljeno je oko 8 km od grada Ústí na Labi. Pojava amfibola i augita poznata je od 1903. godine, a pretpostavlja se možda još i ranije (Filippi, Magdík i Mánek, 2007).

**Amfiboli** (prema grč. amphyboos – nepouzdan, nesiguran) su općenito važni petrogeni minerali i jedni od najobilnijih u Zemljinoj kori. Opća formula grupe je $\mathbf{AB_2C_5T_8O_{22}W_2}$, pri čemu vrijedi: A =□, Na, K, Ca, Pb, Li; B = Na, Ca, $Mn^{2+}$, $Fe^{2+}$, Mg, Li; C = Mg, $Fe^{2+}$, $Mn^{2+}$, Al, $Fe^{3+}$, $Mn^{3+}$, $Ti^{4+}$, Li; T = Si, Al, $Ti^{4+}$, Be; W = (OH), F, Cl, $O^{2-}$ (Slovenec, 2002).

Svrstavaju se u inosilikate. Rompske su i monoklinske simetrije. Odlikuju se dugoprizmatičnim i igličastim habitusom, dok je vlaknasti karakterističan za azbestne forme. Rompski amfiboli se dobro kalaju duž {210}, a monoklinski duž {110}. Kod rompskih kut između ploha kalavosti iznosi ≈125˚, a kod monoklinskih ≈124˚. Poprečni presjeci su šesterostrani ili imaju oblik romba (Slovenec, 2002). Tvrdoća po Mohsu kreće se od 5 do 6, a gustoća je u rasponu od 2,9 do 3,6 g/$cm^3$. Boja im varira ovisno o sastavu. Može biti bezbojna do bijela, smeđa, zelena, crna i plava (Britannica.com, preuzeto 18. lipnja 2018.). Kod glaukofana se pojavljuje i specifična lavendulastoplava boja (Slovenec, 2002).

Amfiboli su zastupljeni u magmatskim i metamorfnim stijenama. Na Zemljinoj površini su kemijski nestabilni i neotporni na vremenske uvjete, što je razlog njihove minorne prisutnosti u sedimentnim stijenama (Britannica.com, preuzeto 18. lipnja 2018.).

**Augit**, **$(Ca,Mg,Fe)_2[Si_2O_6]$** je član grupe piroksena, koji se svrstavaju u inosilikate. Kristalizira u monoklinskom sustavu, u monoklinsko prizmatskom kristalnom razredu. Kristali su kratkoprizmatični. Javlja se i u zrnastim i masivnim agregatima (Slovenec, 2002).

Može biti obojan smeđezeleno, crno, zelenocrno ili smeđe. Ogreb mu je zelenkastosivi ili svijetlo do tamno smeđi. Staklastog je sjaja. Tvrdoća mu iznosi 5½ – 6, a gustoća 3,19 – 3,56 g/cm$^3$. Kalav je po {110}, a kut između ploha kalavosti iznosi ≈ 93˚. Karakteristično je lučenje po {100} (Mindat.org, preuzeto 17. lipnja 2018.). U brzo hlađenim efuzivnim stijenama zrna augita su često zonalna, pri čemu se omjer Fe/Mg kod normalnog zoniranja povećava od sredine prema rubu zrna (Slovenec, 2002).

Najrasprostranjeniji je feromagnezijski mineral magmatskih stijena. Karakterističan je sastojak gabra, dolerita i bazalta, a nalazi se i u ultrabazičnim i intermedijalnim stijenama. U metamorfnim stijenama je rjeđi, no može se pojaviti u nekim granulitima i čarnokitima. U mnogim bazičnim stijenama je često pneumatolitskom aktivnošću alteriran u aktinolitni amfibol uralit. Uobičajeni produkt alteracije je klorit (Slovenec, 2002).

Pronađen je i izvan Zemlje. Identificiran je u mnogim kamenim meteoritima (Geology.com, preuzeto 17. lipnja 2018.).




Slika 4-4. Amfibol




Slika 4-5. Augit

## 4.3. HORNÍ HRAD – MEZOLIT

**Horní hrad** (njem. ***Hauenstein***) je gotički dvorac iz druge polovine 13. stoljeća. Smješten je na zapadu Češke (Slika 4-1), u općini Krásný Les, 1,5 km udaljen od istoimenog mjesta. Pripada pokrajini Karlovy Vary, a nedaleko njega nalaze se veći gradovi Stráž nad Ohří i Ostrov te najviši vrh Krušne hory, Klinovec. Smješten je na padini izgrađenoj od nefelinskog analcimita (Mindat.org, preuzeto 24. lipnja 2018.). Analcimit pripada skupini feldspatoidita (Lugović 2011).

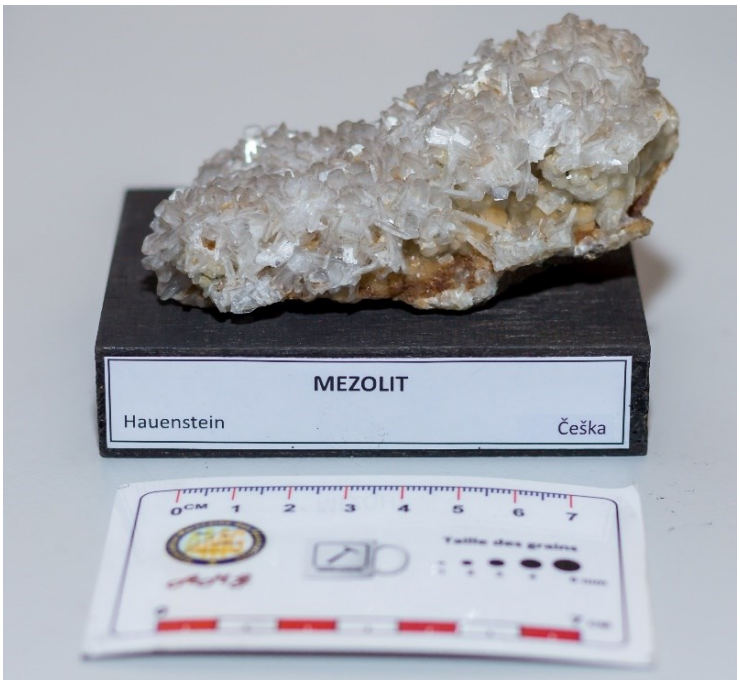
Premda se lokalitet nalazi u dolini usmjerenoj prema nedalekim Krušnehorskim planinama, svojim je nastankom povezan sa Doupovské hory smještenim na suprotnoj obali rijeke Ohre (Mineralycv.cz, preuzeto 24. lipnja 2018.). Doupovské hory predstavljaju najveći vulkanogeni kompleks u Republici Češkoj. Izgrađene su od stijena koje su nastajale vulkanskom aktivnošću u razdoblju od gornjeg eocena do donjeg miocena. Prevladavaju piroklastične naslage u izmjeni s efuzivnim stijenama. Prema nekim teorijama smatra se da su Doupovské hory izvorno stratovulkan od kojega je danas ostala samo kaldera (Matějů, 2010).

Horní hrad pak nije povezan sa kalderom središnjeg vulkana, već s rubnim pukotinama na krušnehorskom rasjedu koje se zrakasto šire središnjom vulkanskom zonom Doupovské hory. Te rubne pukotine, kojima se prenosi toplina, pojavljuju se i u okolici Horní hrada, a rezultat njihove aktivnosti je nastanak nekoliko tipova stijena. S obzirom da karakter vulkanizma nije bio konstantan, ovdje se mogu pronaći piroklastične stijene te one nastale iz tokova lava različita sastava. Neke sadrže zeolite. Uz mezolit prisutan u zbirci (Slika 4-6), česti su thomsonit i phillipsit (Mineralycv.cz, preuzeto 24. lipnja 2018.).

Najljepši primjerci thomsonita i phillipsita se mogu pronaći u srušenim blokovima na desnoj obali potoka, odmah ispod dvorca gdje se vršila rekonstrukcija drenaže ceste. Phillipsit se nalazi u šupljinama te stvara prevlake, korice i kristale velike oko 1 mm. Mlađi thomsonit stvara sitne prozirne četverostrane prizmatske kristale veličine do 3 mm. Nerijetko se može pronaći kalcit ili kalcit presvučen phillipsitom (Mineralycv.cz, preuzeto 24. lipnja 2018.).

Kao što je već spomenuto, zbirku minerala na RGN fakultetu krasi mezolit. **Mezolit, $Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_3 \cdot 8H_2O$** pripada tektosilikatima, točnije, grupi vlaknastih zeolita. Po sastavu se nalazi između natrolita i skolecita, zbog čega je i dobio takav naziv. Kristalizira rompski, u rompsko piramidnom kristalnom razredu. Habitus kristala je igličast, a često se javlja i u radijalnozrakastim agregatima (Slovenec, 2002).

Najčešće je bezbojan, bijel, siv ili žućkast. Sjaj mu je staklast. Krt je i lako lomljiv. Kalavost mu je savršena po {110}. Lom je neravan. Tvrdoća mu iznosi 5, a gustoća 2,26 g/cm$^3$ (Slovenec, 2002). Javlja se u vulkanskim stijenama, šupljinama bazalta, u andezitima, porfiritima i hidrotermalnim žilama (Slovenec, 2002). Može se javiti u asocijaciji s kvarcom, prehnitom, apofilitom, analcimom i nekim drugim mineralima. Često ga je nemoguće razlikovati od natrolita (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.).




Slika 4-6. Mezolit

## 4.4. HORNÍ SLAVKOV – KASITERIT, HALIT, MOLIBDENIT

**Horní Slavkov** je grad na zapadu Češke (Slika 4-1). Pripada okrugu Sokolov, kao dijelu pokrajine Karlovy Vary (Mindat.org, preuzeto 23. srpnja 2018.). Smješten je na sjeveru zaštićene Slavkove šume, usred „*spa* trokuta", kojeg čine Karlovy Vary, Mariánské Lázně i Františkovy Lázně. Područje Slavkove šume obiluje sirovinama poput kositra, volframa, srebra, cinka, bakra, olova, urana, feldspata, treseta i poludragog kamenja. Također je bogato izvorima mineralne vode (Hornislavkov.cz, preuzeto 23. srpnja 2018.).

Grad je poznat po rudarenju kositra, srebra, volframa i urana. Kositrena rudna ležišta na ovom području pronađena su već u kasnoj antici, a njihovo intenzivnije iskorištavanje započelo je u 10. stoljeću. Međutim, u to doba sam grad još nije bio osnovan. Početkom 13. stoljeća osnovana je rudarska kolonija iz koje se naposljetku razvio

gradić Horní Slavkov koji je ime dobio od osnivača Slávkovi od Rýzmburka (Hornislavkov.cz, preuzeto 23. srpnja 2018.).

Zahvaljujući rudarenju kositra i srebra razvio se u jedan od najcjenjenijih i najznačajnijih rudarskih gradova. Oko 1520. godine izgrađena je kovnica novca za kovanje srebrnih tolara. Sve do kraja 16. stoljeća godišnja proizvodnja kositra iznosila je oko 500 t, a najznačajnije ležište bio je *Huberův peň* te kasnije *Schnodův peň*. Početkom 17. stoljeća dolazi do kontinuiranog pada rudarske aktivnosti, a u idućem stoljeću rudarstvo je ustupilo mjesto proizvodnji porculana. Nakon Prvog svjetskog rata rudarstvo je ponovno dobilo na važnosti, a uz kositar intenzivno se rudario i volfram (Hornislavkov.cz, preuzeto 23. srpnja 2018.).

Nedugo nakon Drugog svjetskog rata, 1948. godine, počelo je rudarenje urana. Naime, prisutnost uranske rude u Slavkovoj šumi je bila poznata kroz povijest, ali značajnije iskapanje počelo je tek njenim korištenjem u vojne svrhe. Ukupno je iskopano više od 2600 tona. Rudarenje urana prestalo je u razdoblju od 1961. do 1963. godine, međutim, posljedice po ljudsko zdravlje i prirodu su vidljive još i danas (Hornislavkov.cz, preuzeto 23. srpnja 2018.).

Isključivo s geološkog, a ne i povijesnog gledišta, rudno ležište Horní Slavkov je jedno od važnijih pojava Sn – W mineralizacije vezane uz grajzene vršnih dijelova granitoidnih plutona nastalih tokom variscijske orogeneze. Ležište se nalazi u Saksotiringik zoni Češkog masiva. Česte su postmagmatske alteracije u topaz-alkalnim granitima, uključujući feldspatizaciju, grajzenizaciju i argilitizaciju. Grajzenizacija je praćena kristalizacijom Li – tinjaca i ekonomičnih rudnih minerala, kasiterita i volframita. Tijekom postmagmatskih deformacija nastale su mineraloški različite rudne žile u kojima je kvarc kao dominantni mineral asociran s kasiteritom, volframitom, arsenopiritom, fluoritom ili pak hematitom (Dolníček, René i Prochaska, 2011). Nalazište je čak 178 različitih minerala, uključujući kasiterit (Slika 4-7), halit i molibdenit (Slika 4-8) (Mindat.org, preuzeto 23. srpnja 2018.) koji se mogu pronaći u našoj zbirci.

Rijetko kada se govori o Horní Slavkovu pojedinačno. Puno češće se spominje šire Slavkov – Krásno rudarsko područje (Cestovani.kr-karlovarsky.cz, preuzeto 23. srpnja 2018.). **Krásno** je naselje smješteno samo 2 km južno od Horní Slavkova. Sadrži velik broj različitih mineralnih vrsta te bogate i varijabilne mineralne asocijacije, što ga čini jednim od najznačajnijih mineraloških lokaliteta na svijetu (Beran i Sejkora, 2006). Premda je ondje pronađeno nešto manje minerala (Mindat.org, preuzeto 23. srpnja 2018.), Sn – W

mineralizacija je značajnija i područje je geološki interesantnije i više istraživano (Beran i Sejkora, 2006).

**Kasiterit** (od grč. *kassiteros* – kositar), **$SnO_2$** je oksidni mineral koji se zajedno s rutilom i platneritom svrstava u niz rutila. Najvažniji je rudni mineral kositra. Izotipan je s rutilom te kristalizira u tetragonskom sustavu, unutar tetragonsko bipiramidnog razreda. Kristali su prizmatični (Slovenec, 2002).

Može se javiti u žutoj, crnosmeđoj ili crvenosmeđoj boji. Ogreb mu je svijetlosiv do smeđ, a sjaj dijamantan do mastan. Česti su koljeničasti sraslaci po {011}. Slabo je kalav po {100} i {110}. Tvrdoća mu iznosi 6 – 7, a gustoća oko 7 g/cm$^3$ (Slovenec, 2002).

Dominantno je produkt pneumatolitske aktivnosti, no osim u pneumatolitskim ležištima, može se pronaći i u pegmatitskim i hidrotermalnim ležištima. Do stvaranja kasiterita dolazi prilikom preobrazbe granita u grajzen (Slovenec, 2002). Dolazi u asocijaciji s kvarcom, muskovitom, fluoritom, turmalinom, topazom, sideritom, albitom i dr. (Mindat.org, preuzeto 27. srpnja 2018.).




Slika 4-7. Kasiterit

**Halit** (od grč. *hals* – sol) **NaCl** se svrstava u jednostavne halogenide (Slovenec, 2002). Svima je poznat po uporabi u kemijskoj industriji i kulinarstvu (Chang, Howie i Zussman, 1998). Kristalizira u heksakisoktaedrijskom razredu kubičnog sustava. Kristali su oblika heksaedra, često stepeničasto udubljenih ploha. Najčešći su zrnasti i masivni agregati (Slovenec, 2002).

U pravilu je proziran i bezbojan, međutim, strukturne imperfekcije i strane primjese često ga bojaju, u primjerice žutu, sivu ili crvenu boju. Lako ga je prepoznati zbog slanog okusa. Kalav je savršeno po {100}. Lom mu je školjkast. Tvrdoća po Mohsu iznosi 2 – 2½, a gustoća mu je 2,16 g/cm$^3$ (Slovenec, 2002).

Tipičan je evaporitni mineral, prisutan u sedimentnim stijenama. Taloži se u širokom intervalu fizičko-kemijskih uvjeta u asocijasiji s karnalitom, silvinom i drugim kloridima i sulfatima alkalijskih i zemnoalkalijskih elemenata (Slovenec, 2002).

**Molibdenit**, **$MoS_2$** je mineral istoimenog niza unutar grupe sulfida. Poznata su dva politipa. Politip 2H je puno češći i kristalizira u heksagonskom sustavu, dok je politip 3R puno rjeđi i kristalizira u trigonskom podsustavu (Mindat.org, preuzeto 16. lipnja 2018.). Habitus kristala je pločast do ljuskast (Slovenec, 2002).

Ima malu tvrdoću, 1 – 1½, dok mu gustoća iznosi 4,7 g/cm$^3$. Olovno sive je boje, metalnog sjaja i masnog opipa. Ogreb mu je zelenosiv i njime se može lako pisati. Kalav je savršeno po {0001} (Slovenec, 2002).

Glavni je rudni mineral molibdena. Ležišta su uglavnom hidrotermalnog postanka, vezana za kisele stijene (Slovenec, 2002).




Slika 4-8. Halit i molibdenit

## 4.5. KARLOVY VARY – ARAGONIT, ORTOKLAS

Pokrajina **Karlovy Vary** nalazi se na zapadu Češke (Slika 4-1) i sastoji se od tri okruga: Karlovy Vary, Cheb i Sokolov. Sjedište pokrajine jest grad Karlovy Vary, smješten oko 130 km zapadno od Praga, na ušću rijeke Teple u rijeku Ohře. Poznat je po brojnim mineralnim termalnim izvorima koji su omogućili da se grad razvije u jedne od najpoznatijih europskih toplica, čija ljekovita i relaksirajuća svojstva privlače ljude iz cijeloga svijeta (Wikipedia.org, preuzeto 20. srpnja 2018.).

Grad je dobio naziv prema Karlu IV, češkom kralju i rimskom caru iz 14. stoljeća. Legenda kaže da je Karlo IV otkrio termalne izvore prilikom lova na jelene. Jedan od njegovih goniča je ranjen za vrijeme lova te je pao u vruću izvorsku vodu. Kako je ostao ležati u toj vodi, njegova je rana zacjeljivala. Nakon što je kralj uočio tu promjenu i sam je isprobao ljekovito djelovanje vode na svojim kostima s kojima je imao problema. Upravo je njegovo otkriće rezultiralo osnivanjem toplica. Lokalitet je potom postao poznat u cijelom svijetu, a vrhunac popularnosti je dosegao u 19. stoljeću kada su ga posjetile slavne osobe poput Bethoveena, Listza, Paganinija, Tolstoja i Schillera (Albu, Banks i Nash, 1997).

S geološkog stajališta, od presudne važnosti za genezu mineralnih voda bio je *Oherský rift* i s njim povezana vulkanska aktivnost (Vrba, 1996). Rift je formiran u razdoblju tercijara, točnije na prijelazu oligocena u miocen (Atlas of landforms of West Bohemia, preuzeto 20. srpnja 2018.). Obilježen je dvama rasjedima pružanja SI – JZ i središnji rasjedom koji se pruža paralelno osi rifta. Dio je europsko-afričkog sustava i ima sve tipične karakteristike intrakontinentalnog rifta (Vrba, 1996).

Termalne mineralne vode ovog područja povezane su s plutonom koji je dio hercinskog kompleksa intruzivnih stijena granitoidnog sastava. Pluton je orijentiran poprečno na *Oherský rift*. Na mnogim mjestima je iznimno alteriran, silificiran i sadrži brojne žile. Izvori su koncentrirani u tektonski poremećenoj zoni, na sjecištu nekoliko rasjednih zona. Središnji dio poremećenog područja čini tektonski jarak (Vrba, 1996).

Stijene u tektonski predisponiranim razlomljenim zonama poremećene su jakim kataklastičnim i milonitnim deformacijama. Nakon toga su silificirane i ispunjene baritnim žilama što upućuje na njihovo hidrotermalno podrijetlo. Na površini termalne zone postoje slojevi različitih vrsta sintera, uključijući i aragonit, najčešće u formi pizolita. Naime, iz otopine kalcijevog karbonata u vodi koja sadrži ugljični dioksid, kristali kalcita talože se pri standardnoj temperaturi, međutim, iz toplije otopine kristalizira aragonit (Vrba, 1996).

Pretpostavlja se da voda potječe od oborina koje padaju na brdima smještenim na sjeverozapadu grada, te cirkulira do dubine od oko 2000 m. Magma zagrijava vodu koja se obogaćuje ugljičnim dioksidom i različitim mineralnim tvarima te se potom izdiže na površinu duž rasjednih pukotina (Albu, Banks i Nash, 1997).

Na području od 300 $km^2$ pojavljuje se nekoliko desetaka značajnijih mineralnih izvora (Vrba, 1996). Najpoznatiji je Vřídlo izvor. Riječ je o gejziru koji doseže visinu od 12 m, a temperatura mu iznosi 73 ˚C. Svake minute na površinu izađe oko 2000 l vode.

Predstavlja srce Karlovy Vary toplica. Zamislimo li ovaj izvor kao deblo drveta, možemo reći da su svi ostali izvori njegove grane (Albu, Banks i Nash, 1997).

Svi ti izvori predstavljaju prirodne ionske otopine bogate ugljičnim dioksidom. U kemijskom sastavu dominiraju $Na^+$, $Cl^-$, $SO_4^{2-}$ i $HCO_3^-$. Ukupni sadržaj otopljene čvrste tvari varira od 6,0 – 6,6 g/l, dok se sadržaj ugljičnog dioksida kreće u rasponu od 400 – 1000 mg/l. Kemijski sastav različitih izvora je vrlo sličan. Uglavnom se razlikuje po temperaturi koja se kreće u rasponu od 40 – 73 ˚C te po količini otopljenog ugljičnog dioksida. Razlike u temperaturi, sastavu i crpnoj količini pripisuju se različitim putevima mineralne vode u tektonski poremećenoj zoni i mjeri u kojoj se ona miješa s plitkim sustavom podzemnih voda rijeke Teple (Vrba, 1996).

Terapijska primjena izvora započela je krajem 70-ih godina 19. stoljeća, kada ih je lokalni liječnik, Dr. Becher, predstavio kao ljekovite. Osim za liječenje raznih tegoba u toplicama, mineralne vode iskorištavaju se i za flaširanje, industrijsku uporabu $CO_2$, dobivanje soli evaporacijom i naravno grijanje, ukoliko govorimo o termalnim vodama (Vrba, 1996).

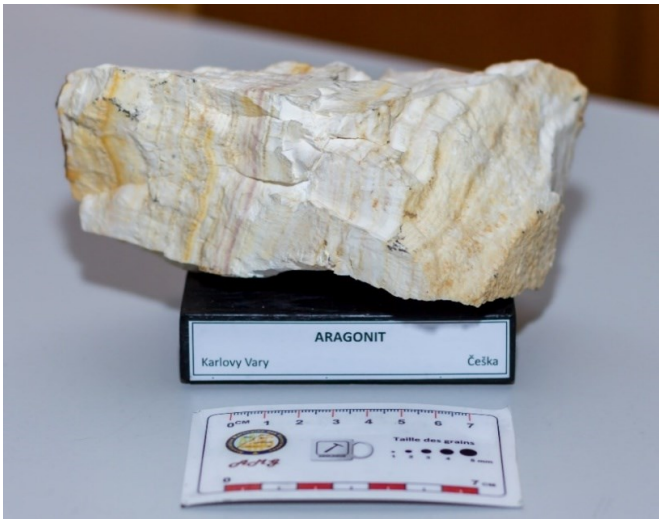
U čitavoj pokrajini Karlovy Vary nađeno je oko 580 minerala. U samim toplicama taj je broj puno manji i kreće se oko 15 (Mindat.org, preuzeto 20. srpnja 2018.). Među njima mogu se pronaći aragonit (Slika 4-9) i ortoklas (Slika 4-10) koji krase i našu zbirku minerala.

**Aragonit**, **$CaCO_3$** je glavni član aragonitnog niza, u koji se ubrajaju još i stroncijanit, viterit i cerusit. Ovaj karbonatni mineral predstavlja drugu najčešću polimorfnu modifikaciju kalcijevog karbonata. Naziv je dobio prema Aragoniji u Španjolskoj, gdje je prvi puta pronađen (Slovenec, 2002).

Kristalizira u rompsko bipiramidnom kristalnom razredu. Obično se javlja u obliku dugoprizmatičnih do igličastih kristala, međutim, znatno su češći sraslaci, i to trojci proraslaci po {110}. Nalazi se u vlaknastim, prutićastim, zrakastim i granastim agregatima. Oolitični i pizolitni agregati kriptokristalastog aragonita poznati su pod nazivom ktipeit (Slovenec, 2002). Bezbojan je do bijel ili siv, ponekad obojen od primjesa. Ogreb mu je bijel. Staklastog je sjaja i mastan na prijelomu. Jasno je kalav po {010}. Tvrdoća mu iznosi 3½ – 4, a gustoća 2,9 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 17.6.2018.).

Koristi mnogim organizmima za izgradnju ljušturica i glavna je komponenta bisera. Manje je stabilan od kalcita, u kojeg s vremenom prelazi. Iz tog razloga ga više ne nalazimo u starijim, mezozojskim karbonatnim stijenama (Slovenec, 2002).

Nastaje u egzogenim uvjetima, javlja se i kao niskotemperaturni mineral u hidrotermalnim ležištima, ili kristalizira iz današnjih termalnih izvora. Kristalizira zajedno s kalcitom u kavernama vapnenaca iz vadoznih otopina (Slovenec, 2002). Precipitira iz morske vode u obliku iglica te formira oolite u karbonatnom mulju. Također se javlja u evaporitnim ležištima, u šupljinama i vezikulama bazalta i andezita asociran sa zeolitima. Aragonit u metamorfnim stijenama facijesa plavih škriljavaca, asociran s lawsonitom, pumpellytom i glaukofanom, prvi su identificirali Coleman i Lee 1962. godine (Chang, Howie i Zussman, 1998).




Slika 4-9. Aragonit

**Ortoklas** (prema grč. *orthós* – pravi i *klasis* – kalanje), **$K[AlSi_3O_8]$** je jedan od najčešćih minerala. Riječ je o monoklinskom tektosilikatnom mineralu, koji je član grupe feldspata. Kristali su obično pločasti paralelno {010} ili izduženi po osi x. Tipični su sraslaci po karlovarskom zakonu (Slovenec, 2002). Bezbojan je do bijel, zelenkastobijel, sivkastožut ili blijedo ružičast. Tvrdoća po Mohsu mu je 6, dok se gustoća kreće u rasponu od 2.55 – 2.63 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 17. lipnja 2018.). Kut između ploha kalavosti (001) i (010) iznosi 90˚ (Slovenec, 2002). Sastojak je intruzivnih i ekstruzivnih magmatskih te metamorfnih stijena (Webmineral.com, preuzeto 17. lipnja 2018.)

Poznati hidrotermalni varijetet je poznat pod nazivom adular. Mjesečev kamen odlikuje se igrom boja u plavobijelim i zelenobijelim nijansama, dok se sunčev kamen odlikuje zlatnim odsjajem zbog uklopljenih ljuskica hematita (Slovenec, 2002).




Slika 4-10. Ortoklas

## 4.6. KLADNO – MILLERIT

**Kladno** je okrug i grad na sjeverozapadu Češke, smješten oko 30 km zapadno od glavnog grada Praga (Slika 4-1). S obzirom na tu blizinu, Kladno se često naziva i „najvećim predgrađem" Praga. U prošlosti je bio veliko središte teške industrije, a još i danas je najpoznatiji po rudarenju ugljena (Wikipedia.org, preuzeto 20. srpnja 2018.).

Prvi narod koji je rudario ugljen na području današnjeg Kladna bili su Kelti. Rudarili su sapropelni ugljen od kojega su izrađivali nakit. Prvi zapisi o rudarenju ugljena datiraju iz 1463. godine, što ujedno predstavlja i najstariji zapis o ovakvoj aktivnosti na prostorima Republike Češke (History of the pit and coal mining, preuzeto 20. srpnja 2018.)

S ekonomskog stajališta, najvažniji je karbonski crni ugljen koji se vadio iz podzemnih kopova. Najveće rezerve nalaze se na dubini 900 – 1200 m (Mestokladno.cz, preuzeto 20. srpnja 2018.). Osim ugljena, važne sirovine su glina i pjeskoviti šljunak. Nagli razvoj grada koji je započeo od polovice 19. stoljeća vezan je upravo za iskorištavanje bogatih zaliha ugljena na području grada i okolice te razvoj metalurgije (Enciklopedija.hr, preuzeto 20. srpnja 2018.).

Rudarenje je značajno reducirano 1980-ih. 2001. godine u rudniku Schoeller zapalila se eksplozivna mješavina metana i ubila četiri osobe. Nakon tog događaja pristupilo se radikalnim rješenjima i 2002. godine zatvoren je i posljednji rudnik ugljena čime je završila 230 godina stara aktivnost rudarenja u Kladnu (Mestokladno.cz, preuzeto 20. srpnja 2018.).

Geologija područja se u jugoistočnom dijelu odlikuje proterozojskim slejtovima i grauvakama sa spilitom i liditom. Idući prema sjeveru prisutan je *antrakolitski* sistem u formi pješčenjaka i šejla s gornjokrednim pješčenjakom i laporom (Mestokladno.cz, preuzeto 20. srpnja 2018.). Antrakolitski sistem je termin koji je uveo njemački geolog i paleontolog W. Waagen, a predstavlja kombinaciju karbona i perma (Lucas i Shen, 2018). Brdo Vinarice nedaleko Kladna izgrađeno je od tercijarnog bazalta (Mestokladno.cz, preuzeto 20. srpnja 2018.).

Što se tiče minerala, oni se u Kladnu javljaju uglavnom u sideritnim nodulama i u ugljenu. U Čitavom okrugu Kladno postoji oko 20 rudnika, a registrirano je 80 minerala. Tipski je lokalitet kladnoita, rostita i kratochvílita (Mindat.org, preuzeto 20. srpnja 2018.).

U zbirci minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine može se pronaći mineral millerit (Slika 4-11), pronađen upravo u Kladnu. Inače, millerit se u Kladnu pojavljuje u svega četiri rudnika: Kladno III, Otvovice, Slaný i Zapotocký (Minadat.org, preuzeto 20. srpnja 2018.).

**Millerit**, **NiS** je sulfidni mineral. Nazvan je u čast W. H. Millera, istaknutog velškog mineraloga, koji je postavio temelje moderne kristalografije. Po njemu su nazvani Millerovi indeksi kojima se danas označavaju plohe kristala (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.). Ovaj mineral prvi puta je pronađen i opisan upravo u Češkoj, u gradu Jáchymov (Mindat.org, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Millerit kristalizira u ditrigonsko piramidnom kristalnom razredu heksagonskog sustava. Može sadržavati željezo, bakar i kobalt. Prepoznatljiv je po svom igličastom do vlaknastom habitusu, nalik pramenovima kose. Često se formira unutar geoda i šupljina (Mineral.net, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Obojan je mjedenožuto. Ogreb mu je sivocrn. Neproziran je, metalnog sjaja. Kalavost mu je savršena po {$10\bar{1}1$} i {$01\bar{1}2$}, a lom neravan. Tvrdoća po Mohsu mu iznosi 3 – 3½ , dok gustoća varira od 5,3 – 5,5 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Rudni je mineral nikla te niskotemperaturni mineral koji nastaje kao jedan od posljednjih u hidrotermalnim ležištima, često na račun drugih minerala nikla (Slovenec, 2002).




Slika 4-11. Millerit

## 4.7. KUTNÁ HORA – LIMONIT

**Kutná Hora** je grad na rijeci Vrchlice, smješten 50-ak km istočno od glavnog grada Praga (Slika 4-1). Pripada Središnoj Češkoj pokrajini (Wikipedia.org, preuzeto 24. srpnja 2018.). Povijesno je poznata kao rudarski grad, razvijen zahvaljujući bogatim ležištima srebra. Čak i danas podnožje gradskog grba prikazuje čekić i dlijeto sugerirajući na nezaboravnu rudarsku prošlost (History of Town of Kutná Hora, preuzeto 24. srpnja 2018).

Kutná Hora je u srednjem vijeku bila najprosperitetniji i najmoćniji grad Republike Češke. Ležišta srebra počela su se eksploatirati već u 10. stoljeću, prije negoli je grad uopće osnovan. Naime, osnivanje grada započelo je 1142. godine izgradnjom cistercitskog samostana. Do 1260. godine, uz samostan su se doselili rudari iz susjednih njemačkih govornih područja i osnovali naselje Kuttenberg (Kutná Hora) (History of Town of Kutná Hora, preuzeto 24. srpnja 2018.).

Nakon što je kralj Vjenceslav II oko 1300. godine donio kraljevski rudarski zakon grad je gospodarski ojačao te je vrhunac rudarenja dosegnut upravo u 14. stoljeću. Godišnja proizvodnja srebra iznosila je 3000 – 5000 kg te 50 – 100 t bakra. Nedugo nakon donošenja spomenutog važnog dokumenta, otvorena je kovnica tzv. praškog groša, koji se sastojao od 90 % srebra i 10 % bakra. Kutná Hora je postala financijsko središte države. Tokom 14. stoljeća započela je gradnja brojnih građevina, uključujući i gotičku crkvu Sv.

Barbare, zaštitnice rudara. Do 16. stoljeća grad se gospodarski, kulturno i politički nadmetao s Pragom (History of Town of Kutná Hora, preuzeto 24. srpnja 2018.).

Činilo se da je rudno bogatstvo neiscrpno. Međutim, srebrna groznica je ubrzo dovela do potpunog iscrpljivanja površinskih slojeva te su se rudari morali spuštati sve dublje u podzemlje, čak i do 500 m ispod površine. Na takvoj dubini srebro je bilo puno nečistoća, a količina rude se smanjivala. No, najveći problem predstavljala je podzemna voda (Kutna-hora.net, preuzeto 24. srpnja 2018.).

Tijekom 16. stoljeća zavladala je kriza, a 1546. godine poplavljen je najbogatiji rudnik srebra. Godinu dana nakon toga prekinuto je i kovanje novca. Nakon Tridesetogodišnjeg rata bezuspješno se pokušalo obnoviti rudnike. Naposljetku su svi iscrpljeni ili poplavljeni te zatvoreni. Od 13. do 17. stoljeća ukupno je iskopano 2500 t srebra i 20 000 t bakra (History of Town of Kutná Hora, preuzeto 24. srpnja 2018.).

Danas je Kutná Hora industrijski grad. Povijesni centar grada, uključujući i gotičku crkvu Sv. Barbare, nalazi se na popisu UNESCO-ve svjetske baštine (Wikipedia.org, preuzeto 24. srpnja 2018.).

Područje se pretežno sastoji od kristalinskog kompleksa izgrađenog od metamorfnih stijena poput gnajseva, migmatita, škriljavaca i grafitnih stijena. U paleozoiku su ove stijene izložene velikim pritiscima i tektonskim pokretima. Tektonska aktivnost dovela je do formiranja pukotina zapunjenih vrućom otopinom mineralnih supstanci koje su kasnije kristalizirale (Geocaching.com, preuzeto 24. srpnja 2018.).

Rudno područje Kutná Hore sadrži sistem subparalelnih rudnih žila i rudne zone asocirane s rasjedima unutar gnajseva i migmatita Kutná Hora kritalinskog kompleksa (Schwarz-Schampera i Herzig, 2002).

Općenito se mogu razlikovati dvije glavne mineralne zajednice. To su srebrom bogata zajednica na jugu te piritom bogata na sjeveru. Srebrom bogata zajednica sastoji se pretežno od pirargirita, frajbergita, elementarnog srebra, galenita, pirita, sfalerita i Pb – Sb (– Ag) sulfosoli u jalovini od kvarca i kutnahorita (Pažout, Sejkora i Šrein, 2017).

Piritom bogata zajednica uključuje pirit, arsenopirit, sfalerit, srebrom bogati galenit, pirotin, markazit, halkopirit, stanit te frajbergit – tetraedrit u kvarcnoj jalovini bez kutnahorita. Za potonju skupinu karakteristična je prisutnost bizmuta i kositra (Pažout, Sejkora i Šrein, 2017). U sfaleritu je otkriven indij u koncentraciji 7 – 450 ppm. Također su utvrđene visoke koncentracije kadmija, galija, germanija, žive, mangana i kobalta (Schwarz-Schampera i Herzig, 2002).

Trošenjem minerala željeza, primjerice pirita, nastaje limonit koji predstavlja dio zbirke minerala na RGN fakultetu.

**Limonit** se ne smatra pravim mineralom zbog nedostatka kristalne strukture i varijabilnog sastava. To je mineraloid čiji se naziv danas upotrebljava za neidentificirane masivne hidrokside i okside željeza, bez vidljivih kristala i žutosmeđeg ogreba (Geology.com, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Najčešće se pojavljuje kao sekundarni materijal, formiran trošenjem ili hidrotermalnom alteracijom minerala željeza. Najčešći, a često i jedini sastojak limonita je mineral getit. Proces limonitizacije je u prirodi vrlo čest. Nalazimo ga svugdje gdje željezni minerali dolaze u kontakt s kisikom i vodom. Također se direktno taloži u močvarama, a u velikoj količini i u marinskoj sredini (Slovenec, 2002).

Smeđe je do žutosmeđe boje i zemljastog sjaja. Tvrdoće mu iznosi 1 – 5 jer trošeni minerali mogu biti jako mekani. Gustoća varira od 2,7 – 4,3 g/cm$^3$, ovisno od kojih je minerala dominantno sastavljen (Geology.com, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Limonit je korišten još u prapovijesno doba, prvenstveno kao pigment za oker boje. Njegova se upotreba kao pigmenta nastavila i do današnjih dana. Ponekad se može koristiti direktno iz ležišta, uz minimalnu obradu, ali češće je toplinski tretiran radi uklanjanja vode. Tisućama godina koristio se kao niskokvalitetna željezna ruda. Ležišta limonita su uglavnom previše mala i nečista, pa se limonit ne primjenjuje u modernoj metalurgiji (Geology.com, preuzeto 18. lipnja 2018.).

## 4.8. MARIÁNSKÁ SKÁLA – APOFILIT, NATROLIT

Lokalitet **Mariánská skála** nalazi se u središtu grada Ústí na Labi (Slika 4-1). Svjetskog je značaja, a najpoznatiji je po zeolitima koji ispunjavaju šupljine u fonolitu (Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Riječ je o velikom, danas aktivnom kamenolomu za rezbarenje koji je započeo s radom 1895. godine. Nalazi se u nepravilnom fonolitskom lakolitu koji je u gornjem oligocenu penetrirao u različite razine krednih sedimenata, uzduž nekadašnje tektonske strukture. Kasnije je tektonski modificiran i presječen rijekom Labom. Na vrhu Mariánská skále sačuvan je relikt riječne terase, a debljina riječnih sedimenata, u obliku pijesaka i šljunaka, doseže tri metra (Mindat.org; Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Najpoznatiji lokalni mineral je natrolit, koji tvori 60 % ukupnog volumena stijene.

Prisutna su dva različita tipa natrolita. Prvi je karakteriziran gnijezdima lomljivih igličastih kristala. Iglice su uglavnom bijele, sive, smeđe do crne, a tamna boja uzrokovana je manganom i željeznim oksidima. Drugi tip natrolita predstavljaju mali crveni, narančasti, ružičasti, sivi, žuti i bež kristali formirani na stijenkama šupljina, iz plinova istisnutih kompakcijom (Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.).

U kamenolomu postoje i dva tipa apofilita. Klasični apofilit je čist i oblikuje do 2 cm velike piramidalne kristale. Drugi tip je fluorapofilit. Kristali apofilita često su izmijenjeni u kvarc (Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Osim ova dva glavna spomenuta minerala, na ovo lokalitetu prisutni su i opal, aragonit, analcim, thomsonit i drugi različiti minerali (Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.). Osim po mineralnim pojavama, lokalitet je poznat po paleontološkom nalazu zuba slona *Archidiscon meridionalis*, iz razdoblja pliocena (Geological localities, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Premda je ovo mjesto već jako iscrpljeno i svoje slavne dane je proživjelo 1940-ih kada su šupljine ispunjene zeolitima veličine do 50 cm bile uobičajena pojava, još uvijek je to prosperitetno nalazište zeolita, prvenstveno natrolita. Međutim, 2020. godine se predviđa prekid eksploatacije i zatvaranje kamenoloma (Strankymineraly.wz.cz, preuzeto 19. lipnja 2018.). Primjerci spomenutih minerala, apofilita (Slika 4-12) i natrolita (Slika 4-13), nalaze se i u posjedu Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine.

**Apofilit** je izvorno smatran jedinstvenim mineralom sa promjenjivim odnosom fluora prema hidroksilu. 1978. godine IMA (International Mineralogical Association) ga je subklasificirala na dva različita minerala: *fluorapofilit* (apofilit-KF) i *hidroksiapofilit* (apofilit-KOH). Tri godine kasnije, u grupu apofilita svrstan je i rijedak član, u kojem Na zamjenjuje K – *natroapofilit* (apofilit-NaF) (Minerals.net, preuzeto 16. lipnja 2018.). Kemijska formula grupe apofilita glasi **$(K,Na)Ca_4Si_8O_{20}(F,OH) \cdot 8(H2O)$** (Mindat.org, preuzeto 16. lipnja 2018.)**.**

Apofilit-KF, često nazivan i samo apofilit (prema grč. *apophyllizo* – razlistava se), je najčešći i najobilniji mineral ove grupe (Minerals.net, preuzeto 16. lipnja 2018.). Kemijska formula mu glasi **$KCa_4Si_8O_{20}F \cdot 8\ H2O$** (IMA, 2018).

Svrstava se u grupu filosilikata. Kristalizira u tetragonskom sustavu, u tetragonsko bipiramidnom kristalnom razredu. Iznimka je apofilit-NaF, koji kristalizira u ortorompskom sustavu (Minerals.net, preuzeto 16. lipnja 2018.). U kristalnoj strukturi apofilita tetraedrijske mreže su tetragonskog tipa, sastavljene od četveročlanih i

osmeročlanih prstenova tetraedra $SiO_4$. Tetraedrijske mreže, smještene jedna iznad druge, povezane su kationima. Kristali su obično bipiramidalni ili kubični (Slovenece, 2002).

Svježi kristali su obično bezbojni, bijeli, sivi, zeleni, a rjeđe i ružičasti, ljubičasti, crveni ili narančasti. Ogreb je bijel, a sjaj staklast do sedefast. Kalavost je savršena po {001}. Lom je neravan. Tvrdoća po Mohsu iznosi 4,5 – 5, a gustoća 2,3 – 2,4 g/cm$^3$ (Slovenec, 2002).

Apofilit je hidrotermalni mineral. Može se pronaći u magmatskim stijenama kao što su bazalt i dijabaz, također u niskometamorfnim žilama gnajsa i u šupljinama pegmatitnih dajkova. Najčešće se javlja u asocijaciji sa zeolitima, kalcitom i prehnitom (Slovenec, 2002; Minerals. net, preuzeto 16.6.2018.).




Slika 4-12. Apofilit

**Natrolit**, **$Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$** (IMA, 2018) je silikatni mineral koji spada u podrazred tektosilikata, u niz vlaknastih zeolita. Nazvan je prema dominantnom kationu – natriju. Kristalizira u rompskom sustavu, u rompsko piramidnom kristalnom razredu. Habitus kristala je igličast, a tvore zrakaste i radijalno-zrakaste agregate (Slovenec, 2002).

Obično je bezbojan ili bijel, ali može biti i crven, žut, smeđ, zelen ili plavičast. Ogreb mu je bijel. Staklastog je sjaja. Kalavost mu je savršena po {110}. Lom je neravan. Tvrdoća po Mohsu mu je 5 – 5½ , a izračunata gustoća 2,25 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 16. lipnja 2018.).

Javlja se u šupljinama bazalta i drugih magmatskih stijena. Ponekad ispunjava šavove u granitima, gnajsevima i sijenitima. Formira se kao jedan od posljednjih minerala (Handbookofmineralogy.org, preuzeto 16. lipnja 2018.).




Slika 4-13. Natrolit

## 4.9. PŘÍBRAM – BARIT, TETRAEDRIT, PIRARGIRIT, GALENIT

**Příbram** je grad i drevna rudarska četvrt u zapadnoj Češkoj, na rijeci Litavki. Nalazi se oko 60 km jugozapadno od Praga (Slika 4-1). Povijesno je poznat po metalurgiji i rudarstvu, na kojima je počivalo čitavo gospodarstvo od srednjeg vijeka pa do 1980-ih godina. Prvi narod koji je započeo s rudarskom djelatnošću na ovom području bili su Kelti. Prvo je vađeno srebro, zatim Pb – Zn rude te konačno uran. Od 1849. do 1945. godine Příbram je imao i rudarsku školu (Mindat.org; Enciklopedija.hr, preuzeto 27. lipnja 2018.). Nakon Baršunaste revolucije i raspada Čehoslovačke, tijekom 1990-ih došlo je do restrukturiranja industrije i privatizacije te je došlo do zatvaranja mnogih rudnika i prerađivačkih pogona (Wikipedia.org, preuzeto 27. lipnja 2018.).

Geologija područja je karakterizirana slabometamorfoziranim gornjoproterozojskim škriljavcima te kambrijskim konglomeratima i pješčenjacima boranim u antiklinalu pružanja SI – JZ. Jugoistočno krilo sastoji se od granitnih stijena središnjeg češkog plutona. Regiju presijecaju tri rasjedna sistema, dijeleći antiklinalu u uzdužne segmente. Segment najbliži plutonu sadrži mineralizirane žile. Pojavljuje se mnogo dajkova aplita, riolita, riodacita, pegmatita i lamprofira (Dahlkamp, 1993).

Příbram je poznati lokalitet brojnih minerala, među kojima se javljaju i oni jako rijetki. Na ovom lokalitetu i u bližoj okolici registrirano je oko 260 različitih minerala, među kojima i barit, tetraedrit (Slika 4-14), pirargirit i galenit prisutni u zbirci (Slika 4-15). Osim njih, na ovom lokalitetu nađeni su ankerit, antimonit, apatit, getit, valentinit,

skuterudit, smitsonit, vurcit i mnogi drugi. Mineral koji je prvi puta pronađen i opisan na ovom lokalitetu nosi naziv upravo po njemu – pribramit (Mindat.org, preuzeto 27. lipnja 2018.).

Grad je poznat i kao nalazište meteorita, koji je 7. travnja 1959. pao na području grada. Pronađen je u četiri komada ukupne mase 5,8 kilograma (Ceplecha, 1961).

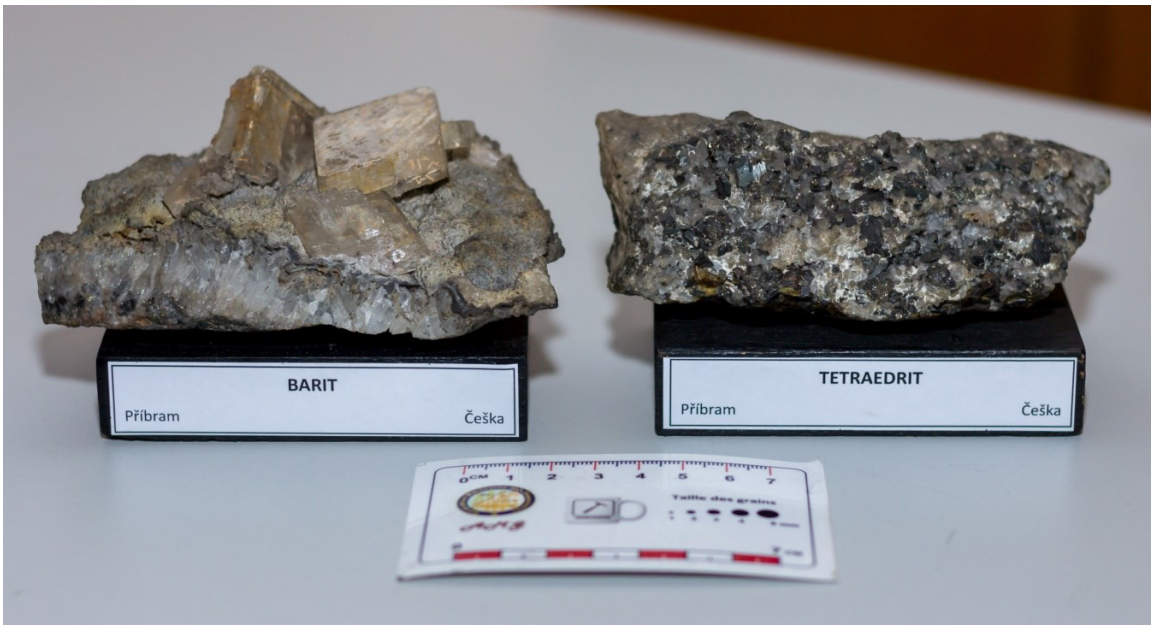
**Barit**, **$Ba[SO_4]$** je sulfatni mineral relativno velike gustoće u odnosu na druge česte bezbojne i bijele minerale. Najznačajniji je mineral barija. Kristalizira rompski, u rompsko bipiramidnom kristalnom razredu. Pojavljuje se u druzama dobro oblikovanih, katkada velikih kristala pločastog habitusa (Slovenec, 2002).

Može biti bezbojan, bijel te ponekad čak i plavkast. Kalav je savršeno po {001} te dobro po {210}. Staklastog je sjaja, na plohama kalavosti sedefastog. Tvrdoća mu iznosi 3, a gustoća 4,50 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 2. srpnja 2018.). Tipičan je hidrotermalni mineral i stvara žilna tijela u ležištima obojenih metala (Slovenec, 2002).

**Tetraedrit**, **$Cu_{12}Sb_4S_{13}$** je sulfosol bakra. Uz tenantit, predstavlja antimonom bogat krajnji član serije tetraedrita. Razlikuje se nekoliko varijeteta tetraedrita ovisno o sastavu: običan, cinkov, željezni, olovni, nikalni te srebrni *frajbergit* i živin, poznat kao *švacit* (Slovenec, 2002).

Kristalizira kubično, u heksakistetraedrijskom kristalnom razredu. Kristali su tetraedrijskog habitusa, po čemu je ovaj mineral i dobio ime. Češće se nalaze gusti ili sitnozrnasti agregati ili su zrna raspršena u stijeni. Javljaju se sraslaci sa sraslačkom osi paralelnom {111}. Čest je epitaksijski rast s piritom, galenitom, sfaleritom i halkopiritom (Slovenec, 2002). Boja mu je siva do željeznocrna, a ogreb smeđ, crn do crven. Sjaj mu je metalan. Nije kalav. Krt je. Tvrdoća po Mohsu iznosi 3½ – 4, a mjerena gustoća 4,97 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Pojavljuje se u nisko do srednjetemperaturnim hidrotermalnim i epitermalnim žilnim ležištima te u kontaktnometamorfnim ležištima (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.).




Slika 4-14. Barit i tetraedrit

**Pirargirit** (od grč. *pyr* – vatra i *argyros* – srebro), $\mathbf{Ag_3SbS_3}$ je sulfosol srebra. Kristalizira u heksagonskom sustavu, u ditrigonsko piramidnom kristalnom razredu. Kristali imaju trigonski hemimorfan habitus. Također se može pojaviti u obliku masivnih agregata (Slovenec, 2002).

Boja mu je crvena ili crvenosiva. Ogreb mu je ljubičastocrven, a sjaj dijamantan. Kalavost mu je jasna po {$10\bar{1}1$}, dok je lom neravan. Tvrdoća po Mohsu iznosi mu 2½, a gustoća 5,82 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 29. lipnja 2018.).

Rudni je mineral srebra. Pojavljuje se u niskotemperaturnim hidrotermalnim žilama. Alterira u argentit i samorodno srebro (Slovenec, 2002).

**Galenit** (prema lat. *galena* – olovna ruda), **PbS** je sulfidni mineral koji pripada nizu galenita. Najvažniji je rudni mineral olova. Kristalizira kubično, u heksakisoktaedrijskom razredu. Kristali su heksaedrijskog, oktaedrijskog i kuboktaedrijskog habitusa. Česti su sraslaci po plohi oktaedra (Slovenec, 2002).

Boja i ogreb su mu olovnosivi, a sjaj metalan. Za njega je karakteristična stepeničasta površina prijeloma. Ima savršenu kalavost po {100}. Tvrdoća po Mohsu mu iznosi 2½, dok mu je gustoća 7,58 g/cm$^3$. Nastaje u hidrotermalnim uvjetima te se nalazi u žičnim ili u metasomatskim ležištima (Slovenec, 2002).




Slika 4-15. Pirargirit i galenit

## 4.10. ROŽNÁ – LEPIDOLIT

Lepidolit, pohranjen u zbirci Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine, potječe iz češkog **Rožná pegmatita**. Riječ je o pegmatitnoj žili koja se nalazi 500 m sjeveroistočno od mjesta Rožná (Slika 4-1). Ukupna duljina joj je oko 1 km. Na brdu **Hradisko** doseže najveću debljinu, oko 35 m (Exkurzní lokalita Rožná, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Stijena domaćin je migmatizirani biotitni gnajs (Mindat.org, 19.6.2018.). Okolne stijene sastoje se od metapelita i metavulkanita proterozojske starosti. Kontakt žile s okolnim stijenama je oštar. Lokalitet privlači petrologe, no posebno je značajan i zbog velikog broja različitih minerala, od kojih su mnogi karakterizirani visokim sadržajem litija. Samo na brdu Hradisko opisano je oko 26 minerala, a neki od njih su vrlo rijetki (Geological localities, preuzeto 19. lipnja 2018.).

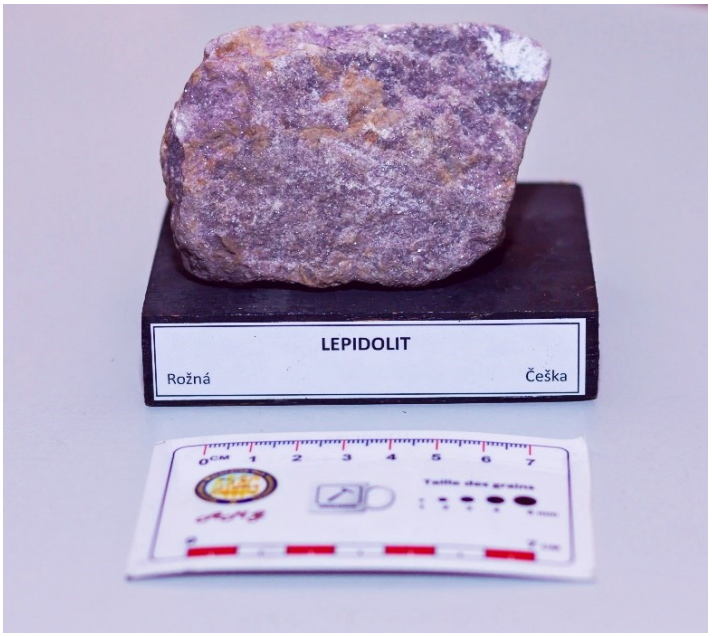
Pegmatito tijelo je karakterizirano zoniranjem. Središnji dio pegmatitne žile čini kvarcna jezgra. Na samoj granici s kvarcnom jezrom nalazi se albit-lepidolitna zona koja dijelom zadire u kvarcnu jezgru. Metasomatskog je podrijetla i vrlo raznolika po sastavu i teksturi. U albitnoj subzoni dominira albit, a prisutan je i muskovit, elbait, kasiterit, opal i rijetko ambligonit-montebrasit. U lepidolitnoj subzoni, koja je izravno povezana s kvarcnom jezgrom, dominantan mineral je lepidolit, a dalje su prisutni albit, kvarc, elbait-rosmanit, fluorapatit, topaz, beril, kasiterit i dr. (Exkurzní lokalita Rožná, preuzeto 19. lipnja 2018.).

Ovaj lokalitet proučavan je još od 18. stoljeća, a danas se radi na tome da se zaštiti (Geological localities, preuzeto 19. lipnja 2018.). Kao što je spomenuto na samom početku potpoglavlja, lepidolit (Slika 4-16) podrijetlom s ovog lokaliteta čuva se i u zbirci.

**Lepidolit** je litijem bogati mineral iz grupe tinjaca, ili preciznije, trioktaedrijski tinjac čiji je sastav između trilitionita, $KLi_{1,5}Al_{1,5}[F_2|AlSi_3O_{10}]$ i polilitionita, $KLi_2Al[F_2|Si_4O_{10}]$. Tinjci su jako rasprostranjeni i gotovo da nema stijene koja ne sadrži neki mineral iz ove skupine (Slovenec, 2002; Mindat.org, preuzeto 18. lipnja 2018.). Kristalizira u monoklinskom sustavu. Najčešće se javlja u obliku malih kristala u gustim agregatima te u obliku ljuskavih pločastih formi (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Prepoznatljiv je po svojoj ružičastoj i svijetlo ljubičastoj boji, koja se obično pripisuje manganu, a ne litiju. Poluproziran do proziran je. Može biti staklastog, smolastog, masnog i sedefastog sjaja. Pokazuje karakterističnu savršenu kalavost po {001}. Tvrdoća po Mohsu mu iznosi 2½ – 3½, dok izmjerena gustoća varira od 2,8 – 2,9 g/cm$^3$ (Mindat.org, preuzeto 18. lipnja 2018.).

Vezan je za magmatske stijene, prvenstveno litijem bogate pegmatite. Može biti asociran s kvarcom i turmalinom, podižući njihovu estetsku vrijednost svojim svjetlucanjem. Također se može naći uz mikroklin, spodumen i ambligonit (Minerals.net, preuzeto 18. lipnja 2018.).




Slika 4-16. Lepidolit

## 4.11. TŘEBANICE – TEKTIT

U Češkoj se nalaze najbogatija nalazišta moldavita u Europi. Štoviše, može se reći da njima obiluje. Najveća koncentracija lokaliteta na kojima je pronađen ovaj tektit nalazi se na jugu Češke. Značajna područja, odijeljena rijekom Vltavom, su České Budějovice bazen (*eng. České Budějovice Basin*) i Třeboň bazen (*eng. Třeboň Basin*) (Trnka i Houzar, 2002).

Na području České Budějovice bazena i njene okolice, koja uključuje i mjesto **Třebanice**, pronađeno je 99% svih moldavita. Na temelju proučavanja upravo tih primjeraka doneseni su zaključci o fizičkim, kemijskim i strukturnim karakteristikama moldavita. Najvažnija ležišta koncentrirana su duž zapadnog ruba bazena, na liniji pružanja SZ – JI. Spomenuta linija proteže se od mjesta Netolica do mjesta Besednica. Široka je nekoliko km te dugačka više od 35 km (Trnka i Houzar, 2002).

Moldaviti se ovdje pojavljuju u slojevima poznatim kao Vrábče i Koroseky. Riječ je o najstarijim sedimentima na jugu Češke, nosiocima moldavita, srednjomiocenske starosti. Iako su formirani u različitim taložnim okolišima, taloženi su jedan pokraj drugog te na nekim mjestima čak i prelaze jedan u drugi (Trnka i Houzar, 2002).

Vrábče slojevi se sastoje od koluvijalno-fluvijalnog pijeska, gline i glinovitog pijeska. Debljina im je obično nekoliko metara. Duljina transporta moldavita, nađenih unutar ovih slojeva, od mjesta njihovog pada procijenjena je na oko 1 km. Uglati su, dobro očuvane strukture i male prosječne težine. Koroseky slojevi sastoje se od šljunka i pijeska. Radi se o riječnim i jezerskim sedimentima čija ukupna debljina iznosi oko 25 m. Glavna komponenta šljunaka i pijesaka su kvarc i feldspat. Smatra se da su moldaviti nađeni unutar ovih slojeva prošli puno dulji transport za razliku od onih u Vrabče slojevima. Također su i više zaobljeni. Dio ovih sedimenata je erodiran, pa su moldaviti dospjeli u mlađe sedimente. Upravo iz tog razloga, mogu se danas pronaći u pliocenskim ili pleistocenskim naslagama (Trnka i Houzar, 2002).

Na sjeveru České Budějovice bazena moldaviti su nešto drugačijih karakteritika od uobičajenih. Bogatiji su sa $SiO_2$, čiji sadržaj u prosjeku iznosi 83 %. Imaju niski sadržaj lešatelierita i mjehurića, veliki sfericitet i veliku prosječnu težinu (Trnka i Houzar, 2002).

Niti 10 km zapadno od ruba České Budějovice bazena nalazi se lokalitet **Třebanice** (Trnka i Houzar, 2002). Radi se o malom mjestu na jugu Češke (Slika 4-1) koje je prema zadnjem popisu stanovništa 2011. godine imalo svega 76 stanovnika (Wikipedia.org, preuzeto 21. srpnja 2018). Značajne pojave moldavita su ovdje zabilježene unutar

Koroseky slojeva. Nažalost, pripada jednom od onih područja koji se nisu našli na meti detaljnih geoloških istraživanja, pa o njemu nema puno informacija (Trnka i Houzar, 2002). Upravo otud potječu tektiti (Slika 4-17) danas smješteni u zbirci Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta.

Ne radi se o reprezentativnim uzorcima, pa se nažalost ne može sa 100 %-tnom sigurnošću tvrditi o kojim je tektitima riječ. Desni uzorak na slici 4-17 je najvjerojatnije netipičan moldavit. Lijevi uzorak pak podsjeća na **indohinit**, što je prvotno i pisalo na njegovoj naljepnici. Naime, indohinit je tektit koji se pojavljuje na području Laosa, Kambodže, Vijetnama, Tajlanda i istočne Kine. Prve tri spomenute države nekada su činile koloniju zvanu Francuska Indokina, po čemu je ovaj tektit i dobio ime (Mindat.org, preuzeto 18. kolovoza 2018.). Općenito je indohinit tamne boje, izrazito crn i često izdužen (Mindat.org, preuzeto 18. kolovoza 2018.), baš kao i uzorak iz zbirke na slici 4-17. Međutim, pojava indohinita nije zabilježena u Europi, pa bi naziv uzorka i lokaliteta na prijašnjoj naljepnici u zbirci bio kontradiktoran. U Češkoj se može pronaći samo moldavit, premda niti jedan od uzoraka u zbirci (Slika 4-17) izgledom ne sliči njemu.

Na području Třeboň bazena, smještenog s istočne strane rijeke Vltave, pronađeno je nekoliko tisuća moldavita. Na zapadu Češke valja istaknuti Cheb bazen, a značajna nalazišta također se mogu pronaći i u zapadnoj Moravskoj (Trnka i Houzar, 2002).

**Moldavit** pripada skupini tektita. Prema definiciji, tektiti predstavljaju prirodno staklo formirano taljenjem lokalnih stijena Zemljine kore prilikom snažnog udara meteorita (Mindat.org, preuzeto 22. srpnja 2018.). Premda se sumnja u njihovo izvanzemaljsko podrijetlo, znanstvenici su danas ipak pobornici teorije prema kojoj su moldaviti, uključujući i sve ostale tektite, produkt terestričkog materijala rastaljenog prilikom udara meteorita o Zemljinu površinu i pratećeg stvaranja kratera (Trnka i Houzar, 2002).

Kako bi prilikom udara došlo do nastajanja tektita moraju biti zadovoljeni određeni uvjeti. Naime, promjer meteorita mora iznositi najmanje 100 m. Mora prodirati u Zemljinu atmosferu brzinom 11 – 72 km/s te udariti o Zemljinu površinu pod oštrim kutem. Još jedan neophodan uvjet jest komprimirani zrak s prednje strane udarajućeg tijela o površinski horizont (Trnka i Houzar, 2002).

Moldaviti na području srednje Europe, što podrazumijeva i Republiku Češku, posljedica su udara kamenog meteorita prije 14,4 – 15,1 milijuna godina. Pao je na područje južne Njemačke te stvorio Ries krater 120 km istočno od Stuttgarta. Promjer mu iznosi 25 km. Smatra se da je udario o Zemlju brzinom od 20 km/s te pod kutem 30 – 45˚ (Trnka i Houzar, 2002).

Moldavit se smatra mineraloidom jer se radi o prirodnoj anorganskoj amorfnoj krutini. Zbog iznimno brze kristalizacije atomi se nisu stigli organizirati u pravu mineralnu strukturu (Geology.com, preuzeto 22. srpnja 2018.). Naziv moldavit potječe od riječi Moldau, što je njemački naziv za rijeku Vltavu. Česi ga od 1891. godine nazivaju **vltavín** (Trnka i Houzar, 2002).

Pripada najkiselijoj skupini tektita. Sadržaj $SiO_2$ komponente iznosi oko 80 tež. %. Relativno su bogati $K_2O$. S druge strane, imaju nizak prosječan sadržaj $Al_2O_3$, $TiO_2$, FeO i $Na_2O$. Siromašni su volatilima. Sadržaj vode varira u rasponu od 0,006 do 0,010 tež. %. Bogati su mjehurićima i sadrže inkluzije lešatelierita (Trnka i Houzar, 2002), amorfnog stakla koje nastaje taljenjem kvarcnog pijeska prilikom udara meteorita, njegovim naglim hlađenjem i skrućivanjem (Slovenec, 2011).

Boja moldavita varira od svijetlozelene do smeđe. Rijetki primjerci sastoje se od dva različito obojena dijela, odijeljena oštrom granicom. Nastaju sudarom rastaljenih moldavita prije nego padnu na Zemljinu površinu. Više od pedeset takvih primjeraka pronađeno je upravo na jugu Češke. Prosječna težina moldavita varira, no najčešće iznosi oko 100 g (Trnka i Houzar, 2002). Tvrdoća po Mohsu iznosi 5,5 – 7 (Geologyin.com, preuzeto 22. srpnja 2018.). Ogreb mu je bijel, a sjaj staklast (Geology.com, preuzeto 22. srpnja 2018.). Moldavit se danas može pronaći uglavnom u sedimentima srednjo- i gornjomiocenske starosti. Obično ima oblik kapljice promjera nekoliko cm ili manje (Geology.com, preuzeto 22. srpnja 2018.).

Danas se često upotrebljava kao dragi kamen za izradu nakita. Mnogi vjeruju kako moldavit ima ljekovita svojstva, međutim, nema dokaza bilo kakve medicinske učinkovitosti osim *placebo* efekta (Geology.com, preuzeto 22. srpnja 2018.).




Slika 4-17. Tektiti

## 4.12. U CIHELNY, HAZLOV – VEZUVIJAN

Geološki lokalitet **U Cihelny** nalazi se 1 km sjeverno od naselja **Hazlov** (Slika 4-1). Hazlov se nalazi na zapadu Češke, između gradova Cheb i Aš, na nadmorskoj visini od 550 m. Pripada okrugu Cheb i pokrajini Karlovy Vary (Obechazlov.cz, preuzeto 23. lipnja 2018).

Lokalitet je svjetski poznat po zanimljivim mineralima u kontaktnometamorfnim stijenama, koje je sakupljao čak i *J. W. Goethe* (Geocaching.com, preuzeto 23. lipnja 2018.) Jedan od najvećih njemačkih književnika bio je zaljubljenik u prirodne znanosti, osobito geologiju. Poznat je kao najveći europski privatni kolekcionar minerala. Do svoje smrti prikupio je čak 17 800 uzoraka (Wikipedia.org, 23. lipnja 2018.).

Jedan od minerala koji svoju priču veže uz ovaj lokalitet jest upravo vezuvijan (Slika 4-18) koji se nalazi u zbirci Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine. Vezuvijan je dobio naziv po Vezuvu u Italiji gdje ga je 1795. godine prvi puta opisao i nazvao njemački geolog A. G. Werner. Izvorno je ovaj mineral poznat kao *idiokras* (Firemountaingems.com, preuzeto 23. lipnja 2018.). Naime, J. W. Goethe je zajedno s Wernerom u Češkoj naišao na novi nepoznati mineral koji su nazvali idiokras. Nedugo nakon toga Werner mu je promijenio naziv u egeran, prema riječi *eger* koja predstavlja njemački naziv za Cheb. Nakon Wernerove smrti ustanovilo se da egeran zapravo odgovara dobro poznatom vezuvijanu te se prethodni nazivi isključuju iz upotrebe. Danas se naziv egeran upotrebljava samo za smeđi varijetet (Geocaching.com, preuzeto 23.

lipnja 2018.). Goethe je bio toliko zadivljen ovim mineralom da mu je čak posvetio jednu od svojih posljednjih pjesama (prilog 2.) (Goetheova Trasa, preuzeto 23. lipnja 2018.).

Lokalitet obiluje smeđim, sjajnim i stupićastim kristalima koji su poredani u oblik lepeze i dugi do nekoliko cm. Također se ovdje mogu naći i crvenosmeđi grosulari u obliku 12 cm velikih kristala. Obilni su i bijelosrebrni agregati volastonita, dok su diopsid i titanit rjeđe prisutni. Minerali se nalaze unutar rijetke stijene poznate kao erlan. Erlan je kontaktnometamorfna stijena sastavljena uglavnom od kalcijskih silikata. Formirana je na kontaktu granita i vapnenca (Geocaching.com, preuzeto 23. lipnja 2018.).

Danas je ovaj lokalitet zaštićeni spomenik prirode i prikupljanje minerala je zabranjeno (Goetheova Trasa, preuzeto 23. lipnja 2018.).

Općenito govoreći o karakteristikama spomenutog minerala, **vezuvijan**, $\mathbf{Ca_{10}(Mg,Fe)_2Al_4[(OH)_4|(SiO_4)_5|(Si_2O_7)_2]}$ je silikatni mineral nazvan po Vezuvu, njegovom tipskom lokalitetu. Poznat je također pod nazivom idiokras koji mu je prvi bio nadjenut. Kristalizira u holoedriji tetragonskog sustava, najčešće u formi dobro oblikovanih kristala koji predstavljaju kombinacije bipiramida, prizmi i baznog pinakoida. Ukoliko se javi u agregatima, oni će biti zrnasti ili radijalnozrakasti (Slovenec, 2002).

Boja mu je smeđa, žutosmeđa ili zelena, a ogreb bijel. Sjaj mu je staklast do mastan. Tvrdoća po Mohsu iznosi 6½, a gustoća se kreće u rasponu od 3,33 – 3,45 g/cm$^3$. Ima jasnu kalavost po plohi baznog pinakoida i neravan lom (Slovenec, 2002). Riječ je o tipičnom kontaktnometamorfnom mineralu, koji nastaje na kontaktu s vapnencima i dolomitima. Nalazi se i u mramoru. Najčešće je asociran s Ca-granatom, kalcitom, diopsidom i volastonitom. Ponekad alterira u epidot ili prehnit (Slovenec, 2002).




Slika 4-18. Vezuvijan

## 5. ZAKLJUČAK

Zbirka minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine sadrži 27 minerala i 2 mineraloida, pronađenih na 19 različitih lokaliteta u Republici Češkoj. Za državu čija površina iznosi 76 866 $km^2$, ovakav broj mineralnih eksponata u posjedu tek jedne institucije nije nimalo beznačajan.

Lokaliteti su najvećim dijelom smješteni na zapadu zemlje, u pokrajini Karlovy Vary. Također ih se dosta nalazi u sjeverozapadnoj i središnjoj Češkoj. Vezani su pretežno za magmatske i metamorfne stijene. Mnogi od njih, poput *Kutná Hore*, *Horní Slavkova*, *Příbrama* i *Cínovca*, predstavljaju drevna rudarska područja. Karlovy Vary poznate su europske toplice koje privlače ljude iz cijeloga svijeta, dok Třebanice imaju tek 76 stanovnika.

U zbirci su daleko najviše zastupljeni silikatni minerali, zatim sulfidi, oksidi, sulfosili i dr. Unatoč pozamašnom broju čeških minerala, svakako bi bilo dobro nadopuniti zbirku te na taj način upotpuniti geološku baštinu Republike Češke.

Zbirci svakako nedostaju granati, prvenstveno pirop koji se u često naziva i „češki granat". Granati se mogu pronaći upravo na jednom od opisanih lokaliteta, planinskom lancu České středohoří. S obzirom na to da Češka predstavlja jedno od glavnih europskih nalazišta moldavita, u zbirku bi trebalo uvrstiti ljepše i tipičnije primjerke koji će biti približno oblika kapljice, zeleniji i prozirniji.

Češka je i danas poznata po srednjovjekovnim rudnicima srebra, pa bi zbirku bilo poželjno nadopuniti i jednim mineralom, nosiocem srebra, primjerice pirargiritom koji se može pronaći na području *Kutná Hore*. U novije vrijeme, Češka je najpoznatija po rudarenju urana koje je ostavilo brojne posljedice na okoliš i zdravlje stanovništva. Kada to ne bi predstavljalo opasnost, zbirci bi se mogli pridodati minerali poput uraninita ili kofinita, međutim, zbog velikog rizika od radioaktivnog zračenja to svakako ne bi bilo poželjno.

Osvježenje u zbirci donijeli bi ne toliko poznati minerali poput thomsonita i phillipsita, čiji se lijepi primjerci mogu pronaći na području lokaliteta *Horní Hrad*. Također bi se mogli uvrstiti kasiterit, topaz i fluorit koji uz volframit, scheelit i zinnwaldit predstavljaju glavne minerale ležišta *Cínovec*. Njima bi se mogao pridružiti i halkofilit, rijetki mineral svijetloplave do zelene boje, pronađen u *Cínovcu* prije nekoliko godina. Za kraj, bilo bi poželjno u zbirku uvrstiti minerale koji nose nazive po tipskim lokalitetima u Republici Češkoj, kao što su kutnahorit ili pribramit.

## 6. LITERATURA


ALBU, M., BANKS, D., NASH, H., 1997. *Mineral and Thermal Groundwater Resources*. Springer Netherlands, str. 364.

BERAN, P., SEJKORA, J., 2006. The Krásno Sn-W ore district near Horní Slavkov: mining history, geological and mineralogical characteristics. *Journal of the Czech Geological Society* 51/1–2.

CAPLECHA, Z., 1961. Multiple Fall of Příbram Meteorites Photographed. *Bulletin of the Astronomical Institute of Czechoslovakia*, 12, str. 21.

CHANG, L. L. Y., HOWIE, R. A., ZUSSMAN, J., 1998. *Non-silicates: Sulphates, Carbonates, Phosphates, Halides*. London: The Geological Society

DAHLKAMP, F. J., 1993. *Uranium Ore Deposits*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, str. 79.

DOLNÍČEK, Z., RENÉ, M., PROCHASKA, W., 2011. Fluid inclusions of the Horní Slavkov Sn-W ore deposit, Bohemian. Massif, Czech Republic: evidence for non-magmatic source of greisenizing fluids? *European Current Research on Fluid Inclusions (ECROFI-XXI)*. Montanuniversität Leoben, Austria, str. 68

GRYGAR, R., 2016. Geology and Tectonic Development of the Czech Republic. U: PÁNEK, T., HRADECKÝ, J., 2016. *Landscapes and Landforms of the Czech Republic*. Cham: Springer International Publishing AG, str. 7–17.

HAIMAN, S., *MÜLLER, V.,2006. Geografski atlas za osnovnu školu. Zagreb: Školska knjiga*

JANÍKOVÁ, P., STARÝ, J., KLIKA, R., KAVINA, P., JIRÁSEK, J., SIVEK, M., 2015. Gold deposits of the Czech Republic from a mineral policy perspective. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management*, 31(4), str. 35–50.

LUCAS, S. G., SHEN, S. Z., 2018. *The Permian Timescale*. London: Geological Society Publishing House, str. 25.

LUGOVIĆ, B., 2011. *Petrologija magmatita i metamorfita*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

MATĚJŮ, J., 2010. Doupovské hory. *Ochrana přírody*, 4, str. 2–6.

PAVELIĆ, D., 2014. *Opća geologija*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.

PAŽOUT, R., SEJKORA, J., ŠREIN, V., 2017. Bismuth and Bismuth–antimony sulphosalts from Kutna Hora vein Ag–Pb–Zn ore district, Czech Republic. *Journal of Geosciences*, 62(1), str. 59–76.

SCHWARZ-SCHAMPERA, U., HERZIG, P. M., 2002. *Indium: Geology, Mineralogy and Economics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Str. 87–88.

SURÁN, J., VESELÝ, P., n.d. The uranium industry in the history of the Czech Republic and recent developments, str. 45–52.

SLOVENEC, D., 2011. *Opća mineralogija*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SLOVENEC, D., 2002. *Sistematska mineralogija: skripta*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet

STARÝ, J. i dr., 2017. *Mineral Commodity Summaries of the Czech Republic 2017: statistical data to 2016*. 25. izd. Prague: Czech Geological Survey, str. 182–386.

TRNKA, M., HOUZAR, S., 2002. Moldavites: a review. *Bulletin of Czech Geological Survey*, 77(4), str. 283–302.

TYRÁČEK, J., RŮŽIČKA, M., 1994. Regional geological subdivision of the Bohemian Massif on the territory of the Czech Republic. *Journal of the Czech Geological Society*, 39(1), str. 127–144.

VRBA, J., 1996. Thermal mineral water springs in Karlovy Vary. *Environmental geology*, 27(2), str. 120–125.

VRTIŠKA, L., PAULIŠ, P., DVOŘÁK, Z., POUR, O., SEJKORA, J., MALÍKOVÁ, R., 2016. Chalkofylit z ložiska Sn-W rud Cínovec v Krušných horách (Česká republika). *Bulletin Mineralogicko-Petrologickeho Oddeleni Narodniho Muzea v Praze*, 24(2), str. 234–237.

**WEB IZVORI:**

Atlas of landforms of West Bohemia
URL: https://www.cbg.zcu.cz/OG/Atlas_www/Volcanic_rocks/volcanics.html (preuzeto 20. srpnja 2018)

Barrandien.wz.cz
URL: http://barrandien.wz.cz/default.htm (preuzeto 21. svibnja 2018.)

Britannica.com
URL: https://www.britannica.com/place/Czech-Republic (preuzeto 16. svibnja 2018.)
URL: https://www.britannica.com/science/amphibole (preuzeto 18. lipnja 2018.)

BUFKA, A., PŘIBIL, M., VELEBIL, D., VANĚK, V., 2007. Historical subsurface mining works in the Czech Republic as technical monuments
URL: http://www.velebil.net/en/czech-mines/

Cestovani.kr-karlovarsky.cz
URL:http://cestovani.krkarlovarsky.cz/en/pronavstevniky/Clovekmenitvarkraje/hornictvi/Pages/Slavkovskokrasenskaoblast.aspx (preuzeto 23. srpnja 2018.)

CHÁB, J., STRÁNÍK, Z., ELIÁŠ, M., 2007. Geological Map of the Czech Republic 1 : 500 000. Prague: Czech Geological Survey.
URL: http://mapy.geology.cz/geovedni_mapy500/index_EN.html?config=config_EN.xml (preuzeto 10. svibnja 2018.)

Czechtradeoffices.com
URL: http://www.czechtradeoffices.com/en/au/news/australian-company-european-metals-will-extract-lithium-in-the-czech-republic (preuzeto 28. lipnja 2018.)

Enciklopedija.hr
URL: http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=13318 (preuzeto 16. svibnja 2018)
URL: http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50300 (preuzeto 27. lipnja 2018.)
URL: http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=31717 (preuzeto 20. srpnja 2018.)

Euromines.org
Czech Republic: Mining heart of Europe, 2009. *Mining journal*.
URL: http://www.euromines.org/files/publications/czech-republic-mining-heart-europe-31-july-2009.pdf (preuzeto 10. svibnja 2018)

Europeanmet.com
URL: https://www.europeanmet.com/cinovec-lithium-tin-project/ (preuzeto 28. lipnja 2018.)

Exkurzní lokalita Rožná
URL: http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/Rozna/Rozna-text.htm (preuzeto 19. lipnja 2018.)

FILIPPI, M., MAGDÍK, P., MÁNEK, J.,2007. Suletice - staronová lokalita amfibolu v Českém středohoří.
URL: http://home.gli.cas.cz/filippi/pwww/mineralogie/suletice.html (preuzeto 19. lipnja 2018.)

Firemountaingems.com
URL: https://www.firemountaingems.com/resources/encyclobeadia/gem-notes/ha5x (preuzeto 23. lipnja 2018.)

Geocaching.com
URL: https://www.geocaching.com/geocache/GCWB28_kameny-a-doly-3-hazlov (preuzeto 23. lipnja 2018.)
URL: https://www.geocaching.com/geocache/GC2GHYZ_kutna-hora-medieval-silver-mine?guid=4e7752c3-29ec-4f71-9f7e-890fcf3b5abf (preuzeto 24. srpnja 2018.)

Geological localities
URL: http://lokality.geology.cz/d.pl?odlok=1&vyb=1&id=1333&item=3&l=e (preuzeto 19. lipnja 2018.)
URL: http://lokality.geology.cz/d.pl?odlok=1&vyb=1&id=786&item=3&l=e (preuzeto 19. lipnja 2018.)

Geology.com
URL: https://geology.com/minerals/augite.shtml (preuzeto 17. lipnja 2018.)
URL: https://geology.com/minerals/limonite.shtml (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://geology.com/gemstones/moldavite/ (preuzeto 22. srpnja 2018.)

Geologyin.com
URL: http://www.geologyin.com/2018/03/what-is-moldavite-and-how-to-spot-fake.html (preuzeto 22. srpnja 2018.)

Goetheova trasa
URL: http://m.taggmanager.cz/en/3315 (preuzeto 23. lipnja 2018.)

Handbookofmineralogy.org
URL: http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/natrolite.pdf (preuzeto 16. lipnja 2018.)
URL: http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/zinnwaldite.pdf (preuzeto 29. lipnja 2018.)

History of the pit and coal mining
URL: http://m.taggmanager.cz/en/4611 (preuzeto 20. srpnja 2018.)

History of Town of Kutná Hora
URL: https://destinace.kutnahora.cz/d/historie-mesta?lang=2 (preuzeto 24. srpnja 2018.)

Hornislavkov.cz
URL: https://www.hornislavkov.cz/about-city-horni-slavkov/

IMA, 2018. The New IMA List of Minerals – A Work in Progress – Updated: March 2018
URL: http://nrmima.nrm.se//IMA_Master_List_%282018-03%29.pdf (preuzeto 2. kolovoza 2018.)

Kutna-hora.net
URL: http://www.kutna-hora.net/en/ore-mining.php (preuzeto 24. srpnja 2018.)

Latlong.net
URL: https://www.latlong.net/

MARIN, D., 2013. Što je to geografija?
URL: http://fjord123.wixsite.com/bkasicgeografija/geografija (preuzeto 16. svibnja 2018.)

Mestokladno.cz
URL: https://mestokladno.cz/en/vismo/dokumenty2.asp?id_org=100977&id=1030 (preuzeto 20. srpnja 2018.)
URL: https://mestokladno.cz/en/vismo/dokumenty2.asp?id_org=100977&id=1015 (preuzeto 20. srpnja 2018.)

Mindat.org
URL: https://www.mindat.org/min-2746.html (preuzeto 16. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-283.html (preuzeto 16. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-2947.html (preuzeto 16. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-419.html (preuzeto 17. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-307.html (preuzeto 17. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-3026.html (preuzeto 17. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-4305.html (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-2711.html (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-3924.html (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-2380.html (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/loc-43488.html (preuzeto 19. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/loc-208089.html (preuzeto 24. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/loc-779.html (preuzeto 27. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-4419.html (preuzeto 29. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-3313.html (preuzeto 29. lipnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-549.html (preuzeto 2. srpnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/loc-125707.html (preuzeto 20. srpnja 2018)
URL: https://www.mindat.org/loc-780.html (preuzeto 20. srpnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-10860.html (preuzeto 22. srpnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/loc-769.html (preuzeto 23. srpnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/loc-18387.html (preuzeto 23. srpnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-917.html (preuzeto 27. srpnja 2018.)
URL: https://www.mindat.org/min-11389.html (preuzeto 18. kolovoza 2018.)

Minerals.net
URL: https://www.minerals.net/mineral/apophyllite.aspx (preuzeto 16. lipnja 2018.)
URL: https://www.minerals.net/mineral/wolframite.aspx (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.minerals.net/mineral/mesolite.aspx (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.minerals.net/mineral/millerite.aspx (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.minerals.net/mineral/tetrahedrite.aspx (preuzeto 18. lipnja 2018.)
URL: https://www.minerals.net/mineral/lepidolite.aspx (preuzeto 18. lipnja 2018.)

Mineralycv.cz
URL: http://mineralycv.webgarden.cz/rubriky/menu/lokality/horni-hrad (preuzeto 24. lipnja 2018.)

Mining-atlas.com
URL: https://mining-atlas.com/project/Cinovec-Lithium-Mine-Project.php (preuzeto 28. lipnja 2018.)

NARODNE NOVINE, 2005. Zakon o zaštiti prirode. Zagreb: NN, br. 70
URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_06_70_1370.html (preuzeto 28. srpnja 2018.)

Obechazlov.cz
URL: http://www.obechazlov.cz/ (preuzeto 23. lipnja 2018.)

ProGEO, 2017. Geodiversity, Geoheritage & Geoconservation. The ProGEO simple guide.
URL: http://www.progeo.ngo/downloads/ProGEO_leaflet_EN_2017.pdf (preuzeto 28. srpnja 2018.)

Sci.muni.cz
URL: http://www.sci.muni.cz/botany/rolecek/CHU_Ceske_stredohori.pdf (preuzeto 19. lipnja 2018.)

Strankymineraly.wz.cz
URL: http://strankymineraly.wz.cz/Clanky/Augitamfibol/augitamfibol.html (preuzeto 19. lipnja 2018.)
URL:http://strankymineraly.wz.cz/Lokality%20CR/Marianska%20skala/marianskaskala.html (preuzeto 19. lipnja 2018.)

VELINSKÝ, F., 2017. Minerály Českého středohoří.
URL: http://www.rozhlas.cz/planetarium/priroda/_zprava/mineraly-ceskeho-stredohori--1773633 (preuzeto 19. lipnja 2018)

Webmineral.com
URL: http://webmineral.com/data/Orthoclase.shtml#.W2GIYFAzbIU (preuzeto 17. lipnja 2018.)

Wikipedia.org
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Czech_Republic (preuzeto 16. svibnja 2018.)
URL: https://cs.wikipedia.org/wiki/U_cihelny (preuzeto 23. lipnja 2018.)
URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADbram (preuzeto 27. lipnja 2018.)
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Karlovy_Vary (preuzeto 20. srpnja 2018.)
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Kladno (preuzeto 20. srpnja 2018.)
URL: https://cs.wikipedia.org/wiki/T%C5%99ebanice (preuzeto 21. srpnja 2018.)
URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Kutn%C3%A1_Hora (preuzeto 24. srpnja 2018.)

# PRILOZI

**Prilog 1. Fotografije ostalih minerala pohranjenih u zbirci minerala Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine, njihova kemijska formula i pripadajući lokalitet**



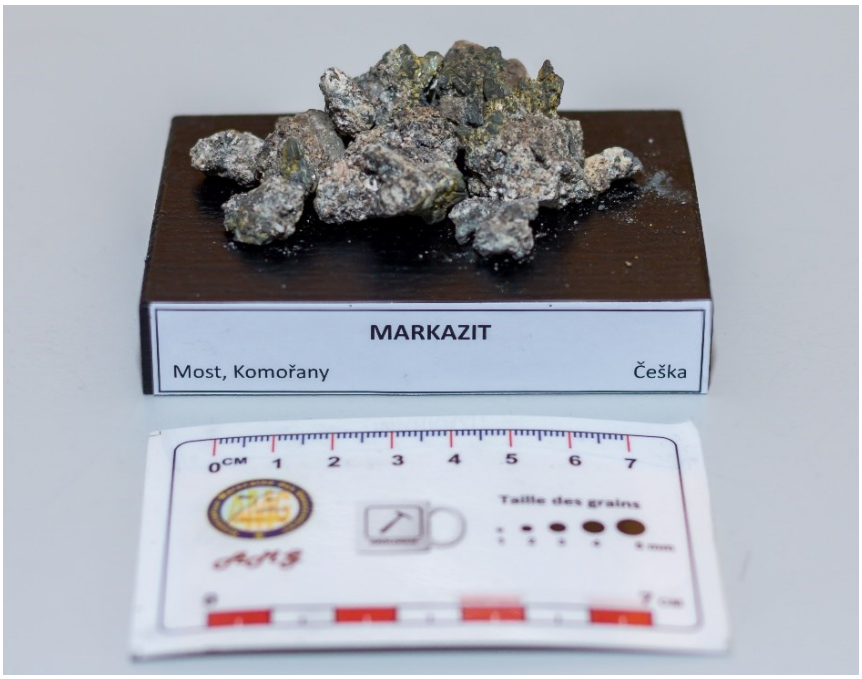

Beril, $Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$ – Meclov




Korund, $Al_2O_3$ – Písek




Magnetit, $FeFe_2O_4$ – Nučice



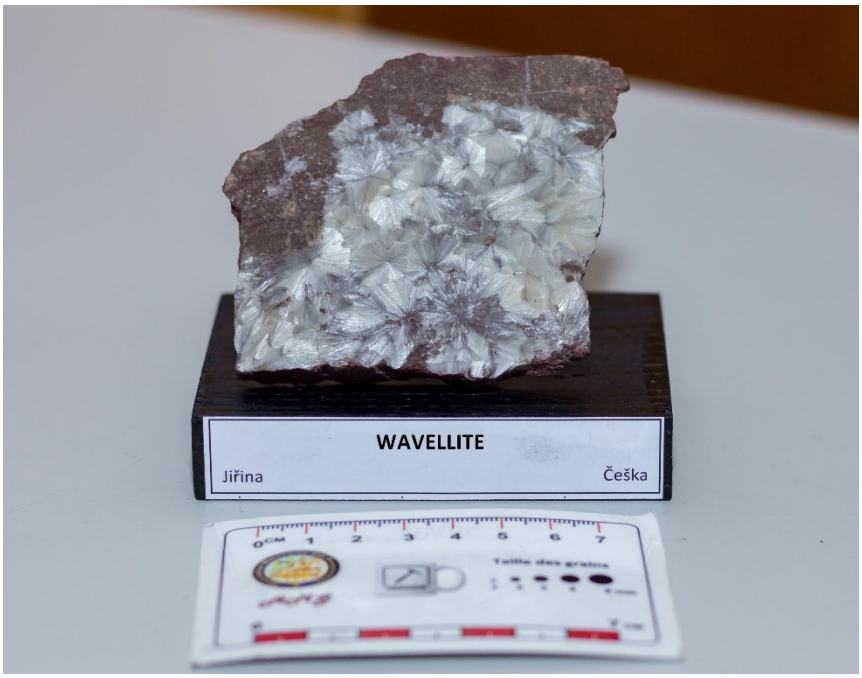

Markazit, $FeS_2$ – Most, Komořany




Olivin, $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$ – Smrček




Vermikulit, $Mg_{0.7}(Mg,Fe,Al)_6(Si,Al)_8O_{20}(OH)_4 \cdot 8H_2O$ – Chlumeček u Křemže




Wavellite, $Al_3(PO_4)_2(OH,F)_3 \cdot 5H_2O$ – Jiřina

**Prilog 2. Pjesma J. W. Goethea posvećena egeranu/vezuvijanu**

Geognostischer Dank.
August 1831.

Haslau's Gründe[11]), Felsensteile,
Vielbesucht und vielgenannt,
Seit der Forscher thätige Weile
Uns den Egeran genannt.

Was wir auch beginnen mochten,
War das Eine nur gethan,
Wie wir klopften, wie wir pochten,
Immer war's der Egeran.

Von Aplomen[12]), von Granaten
War genügsam nichts gedacht.
Und die geognostischen Thaten
Hemmte drohend nur die Nacht.

Uns genügte was wir fanden,
Doch, vom Glück ihr zugewandt,
Kam das Einzige zu Handen
Einer schönen lieben Hand.