

**Středoškolská odborná činnost 2006/2007**

Obor 5 – geologie, geografie

**Vlastnosti křemene a výskyt jeho odrůd v severním  
okolí Brna**

Autor:

**Jakub Výravský**

Gymnázium Brno-Řečkovice

Terezy Novákové 2, 621 00 Brno

Sexta A

Konzultant:

**RNDr. Kateřina Cibulková**

(Gymnázium Brno-Řečkovice)

**Brno, 2006**

Jihomoravský kraj

Prohlašuji tímto, že jsem soutěžní práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Kateřiny Cibulkové a uvedl v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a další informační zdroje včetně internetu.

V Brně dne

---

vlastnoruční podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat RNDr. Kateřině Cibulkové za vedení mé práce.

## **Resumé**

Hlavním posláním mé práce je vlastními fotografiemi osobně nalezených vzorků zdokumentovat základní vlastnosti křemene a jeho odrůdy. V druhé části pak popsat jeho nejdůležitější lokality v severním okolí Brna a především ověřit možnosti nálezu odrůd křemene na těchto lokalitách a pořídit fotografie zde nalezených minerálů. Na závěr provádím krátké srovnání severního okolí Brna s jinými oblastmi v ČR a to z hlediska množství odrůd křemene a také jejich kvality.

## Obsah

1. Úvod.....	5
2. Geologická mapa oblasti.....	7
3. Polymorfní modifikace SiO <sub>2</sub> .....	8
4. Pozice křemene v mineralogickém systému a jeho struktura.....	8
5. Krystalové tvary křemene.....	9
6. Základní vlastnosti křemene.....	10
7. Dělení odrůd křemene.....	10
8. Rozšíření křemene.....	13
9. Nejvýznamnější naleziště v severním okolí Brna.....	15
10. Lokalita Rudice-Seč.....	15
11. Lokalita Dřínová.....	17
12. Lokalita Květnice.....	19
13. Srovnání s jinými územími v ČR.....	20
14. Závěr.....	22
15. Použitá literatura.....	23
16. Přílohy.....	24

## 1. Úvod

Jako téma své Středoškolské odborné činnosti jsem si zvolil problematiku vlastností křemene a výskytu jeho odrůd v severním okolí Brna. Pro toto téma jsem se rozhodl díky svému zájmu o přírodu, který u mne přetrvává již od dětství. Mezi rozličnými přírodninami mne ale jednoznačně nejvíce upoutala krása, barevnost, lesk a dokonalé krystaly minerálů. V devíti letech jsem se proto stal členem mineralogického kroužku v DDM. Brno-Řečkovice a od té doby minerály také aktivně sbírám. Postupem času jsem zjistil, že mne ze všech více než tři tisíc dosud známých druhů nerostů fascinuje nejvíce právě křemen.

Křemen je jedním z nejobyčejnějších kamenů, jaké můžeme nalézt. Díky neuvěřitelně širokým možnostem vzniku se totiž vyskytuje skoro všude. Jako písek a valounky na březích řek a moří, jako součást většiny hornin a na mnoha jiných místech. Mimo jiné třeba jako dekorace v zahradách. Kromě takovéhoho obecného křemene však existuje více než deset vzácnějších odrůd. (křišťál, ametyst, citrín, záhněda, morion, růženín, mléčný křemen, železitý křemen, chalcedon, achát, jaspis, chrysopras), které se na Zemi nevyskytují ani zdaleka v takovém množství. Odrůdy se od sebe liší hlavně barvou, ale třeba také tím, že některé vůbec nevytvářejí krystaly. Právě počtem odrůd a obrovskou variabilitou vzhledu a výskytu je křemen tak úžasným minerálem.

Křemen hrál v životě lidí vždy významnou roli. Již od pradávna, pokud člověk neměl k dispozici pazourek (pazourky jsou hlízy organického opálu-minerálu, který je svým chemickým složením křemenu velmi podobný), tak z křemene vyráběl různé nástroje a později se pěkné krystaly nebo jen kusy jeho odrůd stávaly jedněmi z prvních ozdob a primitivních šperků. V dobách prvních států a antice se přestalo užívat křemene k výrobě zbraní a naopak se kameny začaly zpracovávat-zahlazovat, leštit a vrtat. Důležitost křemene pro lidstvo však přetrvala dodnes. Křemenné písky jsou jednou ze základních surovin pro výrobu skla a z křišťálu se vyrábějí optické segmenty. Dostatečně vzhledné exempláře slouží k výrobě nejrůznějších šperků a luxusních předmětů denní potřeby.

Zajímalo mne tedy, kolik různých odrůd křemene se dá nalézt v nějaké určité oblasti, co vlastně způsobuje jejich zbarvení, proč některé netvoří krystaly atd. Vzhledem k tomu, že bydlím na severní periférii Brna, vybral jsem si za zkoumanou oblast právě severní okolí Brna. V úvodu své práce jsem umístil výřez z geologické mapy a vyznačil na něj polohu nejvýznamnějších lokalit výskytu odrůd křemene v severním okolí Brna. Poté jsem se zaměřil na nejdůležitější vlastnosti křemene, jeho pozici v mineralogickém systému, tvary krystalů a další aspekty. Tyto vlastnosti pro větší názornost dokumentuji na vlastních fotografiích osobně nalezených vzorků z lokalit v ČR. V další části rozebírám stručně jednotlivé odrůdy a většinu opět doplňuji vlastními fotografiemi. Poté zpracovávám výskyt křemene v jednotlivých typech hornin. Následně popisuji nejdůležitější lokality výskytu odrůd křemene na daném území. Tyto lokality jsem osobně několikrát navštívil, minerály zde sbíral a tímto způsobem jsem ověřil možnosti jejich nalezení na daných lokalitách. Následně jsem pořídil fotografie nalezených vzorků, které jsou umístěné v příloze k této práci. Na závěr provádím srovnání zkoumané oblasti s jinými vybranými oblastmi v rámci ČR a to jednak z hlediska množství odrůd křemene, ale také jejich kvality.

Jednotlivými aspekty problematiky zpracovávané v mé práci se již zabývalo více odborníků (například vlastnostmi křemene nebo jednotlivými mineralogickými lokalitami v oblasti...), ale pokud vím, nikdo zatím problém nezpracovával tímto způsobem. Práce je určena každému, kdo má zájem o mineralogii a chce se dozvědět něco více o křemenu, o jeho odrůdách, výskytu a praktických možnostech nálezů v okolí Brna. Proto mám také v plánu ji výhledově umístit na internetu. V budoucnosti by bylo možné v práci pokračovat postupným rozšiřováním cílové oblasti, zpracováním výskytu jiných minerálů nebo kombinací obojího.

## 2. Geologická mapa oblasti



Mapa číslo 1. Výřez z geologické mapy 1: 1 000 000 zachycující severní okolí Brna. Zelená tečka značí přibližnou polohu lokality Rudice. Modrá tečka značí přibližnou polohu Květnice a červená lomů na Dřínové. Hnědě jsou vyznačena důležitá sídla (Adamov, Blansko a Tišnov).



### 3. Polymorfni modifikace SiO<sub>2</sub>

Oxid křemičitý (SiO<sub>2</sub>), který je chemickou podstatou křemene, se v přírodě vyskytuje vázaný v obrovském množství nerostů. Je základem celé rozsáhlé mineralogické třídy- křemičitanů (silikátů), která tvoří více jak 80% zemské kůry (mezi silikáty totiž patří také například slídy a živce, které jsou společně s křemenem jedny z nejdůležitějších horninotvorných minerálů) a obsahuje více jak 500 členů. Pokud není vázaný, můžeme jej nalézt ve formě pěti druhů minerálů: křemene, coesitu, svišťovitu, tridymitu a cristobalitu. To, který minerál vznikne závisí především na vnějších podmínkách. Nejvíce na teplotě a na tlaku. Tyto minerály se nazývají polymorfními modifikacemi oxidu křemičitého (polymorfie je schopnost chemických sloučenin krystalovat v různých prostorových grupách).

### 4. Pozice křemene v mineralogickém systému a jeho struktura

Křemen patří podle mineralogického systému do skupiny oxidů. Konkrétně se jedná o oxid s tetraedrickou strukturou. Jeho základem jsou tetraedry SiO<sub>4</sub>, v jejichž středu je atom křemíku a jeho vrcholy tvoří atomy kyslíku. Tyto základní jednotky se poté vážou do šroubovic, které se v celém krystalu otáčejí buď doprava nebo doleva. Proto rozlišujeme pravotočivý a levotočivý křemen. Ovšem rozlišujeme také takzvané a-křemeny (nižší) a b-křemeny (vyšší). Za normálních podmínek totiž křemen krystaluje v trigonální krystalové soustavě. Pokud se však zvýší teplota nad 573 °C (za normálního tlaku), vznikne b-křemen, který krystaluje v hexagonální soustavě. Pokud teplota opět klesne pod 573 °C, změní se struktura zpět na trigonální, ale vnější tvar zůstane zachován. Z tohoto důvodu můžeme v přírodě nalézt i křemeny s hexagonálními vnějšími tvary. Tento jev se označuje jako paramorfóza.

## 5. Krystalové tvary křemene

Křemen vytváří nejčastěji krátce až dlouze sloupcovité krystaly. Nejčastějšími plochami na krystalech  $\alpha$ -křemene je základní prizma (10-10) (*foto č.1*), základní klence (10-11), (01-11) a plochy trigonálního trapezoedru, které nám umožňují určit pravotočivou (pravou) a levotočivou (levou) formu. Plochy základního prizmatu bývají často horizontálně rýhované (*foto č.2*), což je způsobeno opakováním hrany klence a hrany prizmatu v průběhu růstu krystalu. Plochy kladného klence bývají lesklejší, než plochy záporného klence. Dvojčatné srůsty vznikají vždy podle jednoho ze tří zákonů:

Dauphinéský zákon (nebo alpský): srůstání pravého křemene s pravým nebo levého s levým podle dvojčatné osy  $c$ . V prizmatické ploše tak vynikne šev a dojde ke zdvojení ploch trigonálního trapezoedru v protilehlých rozích hranolu.

Brazilský zákon: srůstání levého a pravého křemene podle roviny (11-20). Plochy trigonálního trapezoedru se zdvojnásobí vždy v podélné souměrnosti s určitou prizmatickou plochou.

Japonský zákon: srůst dvou krystalů podle roviny (11-22). Jejich Osy  $c$  svírají úhel  $84^{\circ}33'$ .

Méně často se v přírodě můžeme setkat například s žezlovými krystaly. Ty vznikají, když na špičku staršího dlouze prizmatického krystalu naroste rovnoběžně krystal nový, který je kratší a širší. Výsledný útvar pak připomíná žezlo. Zajímavé jsou též takzvané hypoparalelní srůsty tvořené větším množstvím menších, shodně orientovaných krystalů narostlých na staršího jedince. Pokud se na takovýto srůst podíváme pod určitým úhlem, zalesknou se zároveň stejné plochy u všech krystalů. Převážně v Alpách a na nalezištích v oblasti polárního Uralu se vzácně vyskytují Gwindely. Jedná se o několik krystalů, které na sebe narůstají prizmatickými plochami a zároveň je každý mírně pootočen. V jednom gwindelu jsou všechny krystaly stočeny pouze v jednom směru. Pokud je z levého křemene, je stočen vždy doprava a pokud je z pravého, je stočen doleva. Takovýto útvar může vyrůst jen kolmo na stěnu dutiny směrem do prostoru.

Krystaly b-křemene vytvářejí většinou spojky hexagonálního prizmatu a hexagonální dipyramidy.

Mezi další zajímavé vlastnosti křemene patří hojná tvorba pseudomorfóz. Pseudomorfóza vzniká, když je nějaký minerál nahrazen jiným, ale přitom zůstane zachován jeho původní tvar. Nejčastěji se vyskytují pseudomorfózy křemene po kalcitu nebo po barytu (*foto č.3*).

## 6. Základní vlastnosti křemene

V Mohsově stupnici tvrdosti má křemen stupeň 7. Není rýpatelný sklem a dá se poměrně dobře použít ve šperkařství (Mohsova stupnice je nelineární, takže je křemen ve skutečnosti mnohem více než sedmkrát tvrdší než mastek, který má na stupnici hodnotu 1). Hustota je  $2,65\text{g/cm}^3$ . Lesk skelný (*foto č.4*), štěpnost žádná, lom lasturnatý a vryp bílý. Křemen je chemicky i mechanicky velmi odolný (rozpustný jen v kyselině fluorovodíkové-HF a v některých zásadách).

## 7. Dělení odrůd křemene

Odrůdy křemene můžeme rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou makrokystalické odrůdy. Mezi ty patří: Obecný křemen, křišťál, amethyst, citrín, záhněda, morion, růženín, mléčný křemen, a železitý křemen. Všechny tyto odrůdy mají vlastnosti jako tvrdost, hustotu, lesk atd. shodné s křemenem (nebo jen velmi nepatrně odlišné), proto se jedná jen o odrůdy a ne o samostatné minerální druhy. Často se na jedné lokalitě dá nalézt více odrůd křemene. Například v pegmatitových žilách se hojně vyskytují bloky růženínu, krystaly křišťálu a také záhnědy.

### Obecný křemen

Obecný křemen je nejrozšířenější nejčastěji šedý, průsvitný a většinou se vyskytuje jako zrna v horninách nebo například v náplavech potoků. Pochopitelně se jedná o nejvíce rozšířenou formu a ostatní odrůdy tvoří jen malou část z celkového objemu křemene v zemské kůře.

## **Křišťál**

Čirá odrůda se nazývá křišťál (*foto č.5 a 6*). Nejstarší velká naleziště jsou alpské křišťálové sklepy. Velké dutiny obsahující až desítky či stovky Kg. těžké krystaly. Tyto alpské lokality jsou známy již od dob antiky a bohatí občané Římské říše měli ve svých vilách velké křišťálové koule, o které si v horkých dnech chladili ruce. Proto se také velmi dlouho věřilo, že křišťál je zkamenělý led. Pro své vhodné vlastnosti se používá v optice a v elektrotechnice (jako oscilátor). V krystalech křišťálu, méně pak v krystalech ostatních průhledných odrůd křemene se můžeme setkat s efektem „duhy“ (*foto č.7*). Při průchodu světla krystalem totiž dochází k jeho rozkladu na trhlínách a prasklinách v krystalu (pouze jsou-li v něm nějaké trhliny nebo praskliny přítomny) a uvnitř se poté při správném natočení objeví barevné proužky.

## **Záhněda a morion**

Jednou z nejrozšířenějších barevných odrůd je záhněda (*foto č.8*). Její zbarvení je způsobeno přírodním (nebo i uměle vyvolaným) radioaktivním zářením (například izotopu  $^{40}\text{K}$ ). Záhněda, která je velmi tmavá až černá a neprůhledná, bývá označována jako morion. Obě tyto varianty se zpravidla vyskytují na stejných místech. Při zahřívání na  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  ztrácí svoji barvu, kterou může opětovným ozářením zpět získat.

## **Ametyst**

Ametyst je nejčastěji světle až tmavě fialově zbarvený (*foto č.9*). Fialová barva vznikla díky stopové příměsi hematitu a opět radioaktivnímu záření ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Sr}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ). Intenzita barvy většinou roste rovnoběžně s osou c směrem k vrcholu krystalu, nebo je přítomna nepravidelně (*foto č.10*). Zahříváním na teplotu asi  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  a vyšší můžeme ametyst takzvaně „vypálit“, čímž ztratí svoji původní fialovou barvu a zbarví se světle žlutě, žlutooranžově až žlutohnědě. Pálené ametysty poté slouží jako imitace citrínu, který je v přírodě mnohem vzácnější a tím pádem samozřejmě dražší.

## **Citrín**

Citrín může být zbarvený světle žlutě (*foto č.11*), jasně (citrónově) žlutě nebo až do oranžova díky příměsi oxidu železitého ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). V přírodě je vzácný a proto jej mnozí obchodníci s minerály nahrazují pálenými ametysty. Jak bylo již zmíněno výše.

## **Mléčný a železitý křemen**

Mléčný křemen je bílý-mléčně zakalený, jelikož v sobě obsahuje četné kapalné či plynné inkluze (uzavřeniny). Mléčný křemen se často nachází společně s křišťálem a poměrně běžné jsou krystaly se spodní částí z mléčného křemene, které mají zakončení z křišťálu. Velmi podobně vzniká železitý křemen. Ten je červený, žlutohnědý až žlutý, což je způsobeno inkluzemi oxidů železa.

## **Růženín**

Růžově až nafialověle zbarvená (*foto č.12*) odrůda křemene se jmenuje růženín (zbarvený příměsí manganu). Růženín se nachází téměř výhradně jako kusový. Krystaly jsou velmi vzácné a zatím byly popsány jen z Brazílie. Barva růženínu je velmi nestálá a bledne dokonce i na pouhém slunečním světle.

## **Křemeny s vrostlicemi**

Zde je nutné zmínit také křemeny s vrostlicemi. Křemen může obsahovat vrostlice až 50 druhů minerálů-nejčastěji goethit (*foto č.13*), hematit, turmalíny (*foto č.14*), epidot a jiné. Patří sem například všechna „oka“ (býčí oko, sokolí oko, tygří oko a pod.) nebo aventurín (křemen s šupinkami fuchsitu). Takovéto agregáty však nemůžeme označovat za odrůdy křemene, jelikož se jedná o směsi několika minerálů.

## **Kryptokrystalické odrůdy křemene**

Druhou skupinou odrůd křemene jsou chalcedony. Tyto odrůdy jsou kryptokrystalické (skrytě krystalické). To znamená, že se v makroskopickém měřítku jeví jako homogenní hmota ovšem ve skutečnosti je však tvořen mikroskopickými tyčinkami či kuličkami. Díky svojí struktuře mají chalcedony trochu jiné vlastnosti než makrokrystalické odrůdy. Například

hustota je jen  $2,6\text{g/cm}^3$  (oproti  $2,65\text{g/cm}^3$  u křemene). Chalcedon není nikdy průhledný - vyskytuje se průsvitný nebo neprůhledný. Tvoří nejčastěji výplně melafyrových bublin a pokud bublina není zcela vyplněna, vytváří se zde typické ledvinité tvary (*foto č.15*). Může se také tvořit při dehydrataci opálu (opál je amorfní hydratovaný oxid křemičitý- $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Barevná škála chalcedonů je velmi rozsáhlá a konkrétní barevné odrůdy mívají svá vlastní označení. Například červený karneol nebo zelená plazma. Asi nejvzácnější je jablečně zelený chrysopras. Do této skupiny můžeme zařadit také jaspis (*foto č.16*) a achát (*foto č.17, 18 a 19*), což jsou směsi křemene, chalcedonu a opálu. Bělavá směs opálu a chalcedonu se nazývá kašolong.

## 8. Rozšíření křemene

Křemen je po živcích nejdůležitějším horninotvorným minerálem. Sam o sobě se podílí na stavbě zemské kůry asi z 12%. Vyskytuje se ve všech typech hornin-to znamená vyvřelých (magmatických), přeměněných (metamorfovaných) i usazených (sedimentárních). Tvoří také výplně mandlovcových dutin (například známá naleziště achátů, jaspisů, chalcedonů, křišťálů, ametystů a dalších odrůd křemene v okolí Nové Paky a na dalších místech v Podkrkonoší), bývá základem mnohých rudních žil (například zlatých žil), nebo vytváří i samostatné křemenné žíly (Bochovice, Hostákov a další místa nedaleko Třebíče, nebo naleziště v okolí Žulové ve Slezsku).

### Křemen v Magmatitech

Magmatické (vyvřelé) horniny se v zemské kůře vyskytují v největším množství. Rozlišujeme tři základní skupiny: hlubinné, žilné a výlevné vyvřelé horniny. Mezi hlubinnými vyvřelinami jsou z hlediska obsahu křemene nejvýznamnější především žuly a granodiority. Mezi výlevnými pak hlavně ryolity a dacity. Asi nejzajímavějšími vyvřelými horninami vzhledem k výskytu odrůd křemene jsou pegmatity. Jedná se o žíly či čočky vznikající za nízkých teplot (většinou do  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) v poslední fázi tuhnutí magmatu a jsou často obohaceny o velké

množství prvků (F, B, P, Li, Be, U,...), které zbyly z předchozích fází krystalizace. Při vzniku vyvřelých hornin krystaluje křemen až jako jeden z posledních minerálů a díky tomu se stává v pegmatitech důležitým minerálem. Vzhledem k pomalé krystalizaci jsou tyto horniny extrémně hrubozrnné a mohou obsahovat bloky minerálů někdy až metrových rozměrů. Pegmatity poskytují řadu vzácných drahých kamenů (berylly, topazy, zirkony...) a také mnohé odrůdy křemene často značných rozměrů (hlavně růženíny, křišťály, záhnědy...). Pegmatitová tělesa jsou však nevelkých mocností. Od několika desítek centimetrů po řádově stovky metrů. Větší tělesa často vykazují zonální stavbu.

### **Křemen v metamorfitech**

Z metamorfovaných hornin jsou vzhledem k výskytu křemene v přírodě důležité kvarcity. Ty vznikají při regionálních metamorfózách pískovců a podobných hornin (slepenců a pod.). V průběhu metamorfózy dochází k rekrystalizaci křemenných zrn, čímž se vytvoří velice kompaktní a pevná hornina, tvořená z velké části křemenem a dále obsahující hlavně slídy popřípadě živce. Bývá nejčastěji světle šedý a pokud obsahuje grafit, barva přechází do tmavších odstínů. V kvarcitu se hojně vyskytují pukliny. Těmi následně často proudí hydrotermální roztoky, z kterých se pak srážejí různé minerály. Hydrotermální metamorfózou granitů a podobných hornin vznikají greiseny. Při tvorbě greisenů dochází k rozkladu živců a tyto horniny se tedy skládají především z křemene, slídy a v menším množství z fluoritu, topazu, kassiteritu a dalších minerálů. Mezi metamorfózy patří také silicifikace (prokřemenění), což je proces, při kterém je hornina prosycena křemenem. Z mineralogického hlediska jsou zajímavá především zkameněla dřeva. Jedná se o silicifikované pozůstatky kmenů převážně prvohorních araukaritů či jiných rostlin, jejichž pletiva byla nahrazena oxidem křemičitým z pronikajících roztoků, ale jejich dřevitá struktura zůstala zachována. Kromě kvarcitů a greisenů je křemen součástí mnohých dalších metamorfovaných hornin (svory, ruly, fylity atd.).

### **Křemen v sedimentech**

Díky své vysoké mechanické a chemické odolnosti křemen jen velmi nesnadno zvětrává. Usazuje se proto ve formě zrn či valounů a stává se tak součástí písků a štěrků. Tímto způsobem vznikají například ložiska křemenných sklářských písků. Stlačením a stmelením křemenných písků vznikají pískovce a stmelením křemenných (popřípadě i jiných) valounů

vznikají slepence. Křemen také může vznikat ze schránek nejčastěji mořských organismů, které si staví schránky z  $\text{SiO}_2$ . Když takovéto organismy náhle ve velkém množství odumřou, jejich schránky se nahromadí na mořském dně a vytvářejí zde někdy i desítky metrů mocné vrstvy označované jako křemelina. Dalšími pochody pak mohou vznikat hlízy pazourků a rohovce.

## **9. Nejvýznamnější naleziště v severním okolí Brna**

Nejvýznamnější výskyty odrůd křemene v severním okolí Brna jsou vázány na dvě hlavní oblasti. Jednou z nich jsou rudické vrstvy, což jsou sedimenty svrchnokřídového stáří, nacházející se v okolí obce Rudice v Moravském krasu. V těchto vrstvách se vyskytují geody vyplněné hlavně křišťálem nebo chalcedonem. Druhou významnou lokalitou je hora Květnice u Tišnova, kde křemen tvoří krystaly v puklinách a dutinách kvarcitů. Na nedalekém kopci Dřínová se nachází lom, ve kterém je možné nalézt křemen v menší míře na některých hydrotermálních žilách.

## **10. Lokalita Rudice-Seč**

### **Popis lokality**

Lokalita Rudice-Seč je poměrně velká pískovna (přibližně 200 x 100 x 30 metrů) nacházející se několik set metrů od okraje obce Rudice, ležící na území Moravského krasu. Návštěva lokality je sama o sobě velmi zajímavým zážitkem. Prudké svahy tvořené barevnými písčky, jíly dalšími usazeninami jsou protkané hlubokými rýhami (místy až několik metrů hlubokými a širokými), způsobenými vodní erozí a na některých místech porostlé menšími stromy (hlavně břízami a modříny). Pod svahy se nachází velká plošina, v jejíž část tvoří jezero. Díky těmto neobyčejným přírodním scénériím se toto místo stalo oblíbeným například pro fotografy. Z hlediska mineralogického je však lokalita neméně zajímavá a to především díky výskytu křemenných geod-rudických koulí (geoda je dutina v hornině zpravidla kulovitěho nebo podobného tvaru, jenž je částečně vyplněna krystaly nebo povlaky nějakého nerostu).



V pískovně byly odkryty takzvané rudické vrstvy. Rudické vrstvy jsou produktem intenzivního zvětrávání, které proběhlo přibližně před 140 milióny let (na přelomu jury a křídy). Sedimenty sem byly přinášeny hlavně z jihu (zvětralé horniny brněnského masivu, spodnokarbonské sedimenty a jurské vápence a slepence) a usazovaly se v širším okolí Rudice v hlubokých vápencových proláklínách (depresích), které zde tvořily velké „geologické varhany“. Dosahují mocnosti až 70 metrů a mají velmi různorodou strukturu. Dochází v nich ke střídání kaolinických písků s velkým obsahem rohovců, kaolinických jílu a železitých písků přecházejících místy v pískovce. V těchto vrstvách se vytvořila malá ložiska oxidických železných rud (hlavně hematitu a goethitu), které byly v minulosti v okolí Rudic, Olomučan a Habrůvky i těženy. Jedna těžební jáma se dříve nacházela také v prostoru dnešní pískovny. V rudických vrstvách můžeme také nalézt množství zkamenělin. Hlavně amonitů, belemnitů, ježovek, mlžů, ramenonožců, plžů a lilijic.

### **Výskyt křemene**

Odrůdy křemene se zde vyskytují ve formě výplní rudických křemenných geod nazývaných též někdy rudické koule nebo „květáky“. Název vznikl díky charakteristickému povrchu připomínajícímu hlávku kvěťáku. Geody jsou nejčastěji 3-6 cm velké. Ojedinele můžeme nalézt i více jak 10 cm velké exempláře. Největší zde nalezené vzorky mají rozměry až 40 cm a nacházejí se dnes například v muzeu ve větrném mlýně v Rudicích. Povrch geod má nejčastěji bílou až šedou barvu. Tvar je většinou velmi nepravidelný, nejčastěji připomínající bramboru, zvrásněný množstvím rýh a drobných výstupků nebo větších nerovností (*foto č.20*). Vznik je nejčastěji přisuzován vysrážení  $\text{SiO}_2$  z koloidních roztoků, které pronikly do dutinek. Tyto dutinky pravděpodobně vznikly ze schránek jurských mořských hub, které se po uložení do sedimentu rozpadly a vytvořili tak již zmíněnou dutinu. Geody se v pískovně nacházejí víceméně nepravidelně, místy se však koncentrují ve větším množství. Poměrně velká část rudických koulí je křemenem vyplněna zcela, popřípadě mají jen nepatrnou dutinu (v tom případě se tedy nejedná o geody ale spíše o mandle). Pokud obsahují dutinu, bývají vyplněny většinou krystalky obecného nebo mléčného křemene až křišťálu velkými obvykle od zlomků milimetru (*foto č.21*), až po přibližně několik cm v závislosti hlavně na velikosti geody. Nejčastější velikost krystalků se pohybuje v řádu mm (*foto č.22*), centimetrové se vyskytují zpravidla jen ve velkých muzejních exemplářích. Krystaly křemene bývají někdy překryté

bělavou vrstvou kašolongu (*foto č.23*). Druhou rozšířenou formou výplně rudických koulí je chalcedon (*foto č.24*). Vyskytuje se v rozličných barvách od šedé přes žlutavou až po oranžovou až červenou (pak může být označován jako karneol). V dutinách geod chalcedon vytváří charakteristické ledvinité agregáty s jednotlivými „ledvinami“ velkými opět v řádu mm až cm. V literatuře se uvádí také nálezy citrínu, slabě zbarveného ametystu a achátu. Tyto druhy výplní jsou však vzácné a na lokalitě jsem je nikdy nenalezl.

### **Možnosti sběru**

Geody se v pískovně vyskytují poměrně hojně. Vždy jsem zde našel několik desítek vzorků. Nevýhodou však je, že jen některé obsahují dutinu. Často také bývá vnitřek dutin plný jílovité či kaolinové hmoty, která se z prostorů mezi krystaly nebo z špatně dostupných částí dutiny obtížně odstraňuje. Kromě neporušených geod se dají také často najít jejich fragmenty. Nejlepší podmínky pro sběr nastávají po delších deštích, kdy je povrch geod omytý a také dochází vlivem vodní eroze k odkrytí nových vrstev, ve kterých je šance na nález největší, jelikož je ještě nikdo neprohledával. Podle mého názoru je celkově lokalita stále poměrně perspektivní (hlavně díky výše zmíněné relativně intenzivní vodní erozi). Mimo rudickou pískovnu se geody dají nalézt také roztroušené na polích v okolí Rudic a Olomučan. Přetransportované se poté nacházejí v říčních terasách. Například v Adamově, Brně-Maloměřicích a na dalších místech. Tyto výskyty jsem však neověřoval.

## **11. Lokalita Dřínová**

### **Popis lokality**

Lokalita Dřínová je známá především svými hydrotermálními kalcit-baryt-fluoritovými žilami, ale v menší míře se zde vyskytují i odrůdy křemene. Lokalita se nachází asi 3 km od obce Tišnov a asi 1 km severně od kláštera v Předklášteří. Jedná se o několikapatrový (etážový) rozsáhlý kamenolom založený ve svahu stejnojmenného kopce (397 m.n.m.). Lom vznikl před více než 100 lety za účelem těžby vápence na získávání vápna, ovšem dnes je většina vápence vytěžena a produkuje se zde jen drcený kámen. Širší okolí dřínové náleží

k svratecké klenbě moravika. Ve spodní části lomu se vyskytuje mylonitizovaná svratecká rula společně s žilami aplitů. Nad ní se nachází devonské vápence, které jsou místy slabě metamorfované. Na vápence pak nasedají fylity, v nichž se vytvářejí polohy s velkou koncentrací grafitu. Všemi těmito horninami pak prostupují hydrotermální kalcit-baryt-fluoritové žíly. Žíly jsou nejmocnější ve vápencích, kde dosahují tloušťky až 1 metr. Naopak ve fylitech jsou velmi tenké (většinou ne více než 10 cm). V místě kontaktu žil s okolními horninami dochází k slabé hydrotermální alteraci a při kontaktu s vápencí dochází k prokřemenění. Jsou zde přítomny dvě mineralizační fáze. Kalcit-baryt-fluoritová je starší a je tvořena především hrubozrnným kalcitem, který se v dutinách vyskytuje ve formě krystalů až do velikosti 10 cm. Kalcit může mít bílou, žlutou nebo červenou barvu (*foto č.25*). Baryt se nachází v podobě tabulkovitých štěpných agregátů červené nebo bílé barvy. V dutinách vytváří lesklé, tabulkovité krystaly (*foto č.26*). Vzorky s velkým množstvím barytu jsou velmi těžké (barytu se také někdy říká těživec). Převážně ve vnitřních částech žil můžeme nalézt fluorit. Nejčastěji ve formě žlutých, hojně popraskaných agregátů. Pokud není popraskaný, bývá většinou průhledný až průsvitný a v dutinách bývají pěkně vyvinuté krychlové krystaly velké až 2 cm (*foto č.27*). Kromě těchto minerálů se v žilách ojediněle vyskytují pyrit, chalkopyrit nebo galenit. Jejich přeměnou pak vzniká malachit, limonit a goethit. Některé žíly však byly časem rozdrčeny a následně proběhla druhá fáze mineralizace, pro kterou je typický aragonit. Ten se nachází jako jehlicovité krystaly.

### **Výskyt křemene**

V menší míře se na Dřínové dá nalézt i křemen. Osobně se mi podařilo nalézt pouze tři vzorky. Na všech byl křemen přítomen ve formě ametystu. V jednom případě vytváří tenkou kůru asi 3 mm silnou s přibližně milimetrovými krystalky (*foto č.28*). Zbývající dva vzorky obsahují poměrně větší, asi 0,5 cm velké průhledné krystaly, které jsou zbarvené nepravidelně-nejintenzivněji na špičkách (*foto č.29*). Krystaly ametystu se vždy vyskytovaly společně s kalcitem. Ametyst se na všech třech vzorcích vyskytuje ve vnitřních částech žil. Okraj žíly je tvořen kalcitem, na který je ametyst narostlý.

## **Možnosti sběru**

Vzhledem k tomu, že je lom poměrně často navštěvován mineralogy, jsou možnosti nálezu kvalitních ukázek minerálů podmíněny pokračující těžbou a novými odstřely. Těžba v současnosti probíhá prakticky jen ve spodních třech patrech. Vyšší partie lomu se dnes netěží a proto jsou poměrně značně přebrané. Nejvíce se tedy vyplatí hledat hlavně v nižších lomových patrech, kde jsou možnosti pro sběr mnohem lepší.

## **12. Lokalita Květnice**

### **Popis lokality**

Známou lokalitou výskytu odrůd křemene je hora Květnice, nacházející se bezprostředně na okraji obce Tišnov (nejvyšší vrchol měří 470 m.n.m. a kromě něj má hora ještě další dva nižší vrcholy, které se nazývají Velká skála a Malá skála). Tyto výskyty jsou vázány na dutiny a pukliny v kvarcitech, které tvoří především střední a severovýchodní část Květnice. Jižní okraj je tvořen šedými květnickými vápenci. Severozápadní část je složena z devonských vápenců lažánecko-heroltického typu. Tyto dva vápencové celky se společně s vápenci na kopcích Táborů a Dřínová označují jako Tišnovský kras. Na Květnici se nachází velké množství jeskyní, nejznámější je Králova jeskyně a Květnická propast známá především nálezy velkých drúz barytu (drúza je shluk krystalů narostlých na společné podložce). Další jeskyně jsou například Říčená a Pod křížem. Kromě vápenců a kvarcitů se na úpatí Květnice v blízkosti potoka Besének objevuje také svratecká ortorula.

### **Výskyt křemene**

Dutiny s krystaly křemene se vyskytují prakticky všude tam, kde se nacházejí kvarcity. Nejznámější jsou hlavně Velká a Malá skála a jejich okolí. Velikost puklin a dutin se pohybuje od několika centimetrů po řádově desítky centimetrů až metry. Krystaly dosahují rozměrů řádově milimetrů (*foto č.30*) až jednotek centimetrů (*foto č31*). Na Květnici se

křemen vyskytuje ve formě křišťálu, ametystu (*foto č.32*), záhnědy až morionu (*foto č.33*), citrínu (*foto č.34*) nebo obecného křemene. Povrch drúz bývá někdy pokryt vrstvou železitých minerálů (*foto č.35*). Velmi častý je zonální vývoj krystalů (*foto č.36*). Vlivem měnících se podmínek při růstu (například změna teploty nebo chemického složení krystalizačních roztoků) tak vznikaly krystaly, jejichž střed je například tvořen ametystem a vnější část obecným křemenem. Obdobně je možné nalézt také varianty citrín-ametyst nebo ametyst-obecný křemen-záhněda (*foto č.37*).

### **Možnosti sběru**

Vzhledem k vlastnostem kvarcitu (extrémní kompaktnosti a tvrdosti) je velice obtížné-často i nemožné získat drúzy z větších kamenů nebo přímo ze skály. Je proto většinou nezbytné sbírat vzorky, které již mají požadovanou velikost. Takové se nacházejí převážně ve svazích pod Malou a Velkou skálou.

## **13. Srovnání s jinými územími v ČR**

Odrůdy křemene známé ze zkoumané oblasti: Obecný křemen, mléčný křemen, křišťál, ametyst, citrín, záhněda, morion, chalcedon, kašolong, karneol, achát. S výjimkou achátu se mi podařilo všechny tyto odrůdy v této oblasti nalézt. Celkově lze říci, že daná oblast je z hlediska množství odrůd křemene poměrně zajímavá, jelikož jich zde je 11. Asi jedinou oblastí, kde se vyskytuje větší množství odrůd je okolí Nové Paky a Kozákova v Podkrkonoší. V Podkrkonoší se navíc hojně vyskytuje také jaspis, který z okolí Brna není popsán. Obdobným územím jsou Krušné hory se slavnými lokalitami Horní Halže (bleskové acháty), Mýtinka a dalšími.

Severní okolí Brna je tedy v rámci ČR jednou z oblastí s největším množstvím odrůd křemene. Ovšem jejich kvalita je povětšinou nevalná a prakticky není možné nalézt krystaly větší než zhruba 2 cm. Asi nejkrásnější a největší krystaly křemene (hlavně obecného, křišťálu a záhnědy) v České republice pocházejí z pegmatitů západní Moravy. Nejznámějšími lokalitami jsou především Dolní Bory, Bobrůvka, Cyrilov, Rousměrov a mnohá další místa. Na těchto lokalitách se nacházejí pegmatitové žíly s dutinami, ve kterých je možné nalézt

krystaly křemene až desítky cm velké a desítky kg těžké. Další významné výskyty se nacházejí v Jesenicích v okolí Žulové, Velké Kraše a na dalších místech. Zdejší lokality jsou tvořeny křemennými žilami s krystaly obecného nebo mléčného křemene a křišťálu až 20 cm velkými. Křemenné žíly se objevují také v okolí Třebíče. Například v Hostákově a v Bochovicích. Odtud jsou známy velké drúzy křemene, křišťálu, ametystu a záhnědy a hlavně hradbové ametysty. Velké krystaly záhnědy až morionu pocházejí také z Cínovce. Významné jsou také výskyty v pegmatitech na Písecku.

## 14. Závěr

Při mé práci se mi podařilo osobně v severním okolí Brna nalézt deset odrůd křemene. Konkrétně obecný křemen, mléčný křemen, křišťál, ametyst, citrín, záhnědu, morion, chalcedon, kašolong a karneol. Nejvýznamnějšími lokalitami na tomto území je Květnice, Dřínová a Rudice. Na všech těchto lokalitách je i v současné době možné odrůdy křemene nalézt. Z Rudice bývá popisován také výskyt achátu, který jsem však bohužel nenalezl, jelikož je dosti vzácný. Kvalita nacházených vzorků je však v porovnání s ostatními oblastmi v České republice poměrně nízká a velikost krystalů není nikdy větší než několik centimetrů. K textu své práce jsem vypracoval bohatou fotografickou přílohu. V příloze můžete najít fotografie dokumentující různé vlastnosti křemene, fotografie jeho odrůd a také vzorků nalezených na výše zmíněných lokalitách.

## **15. Použitá literatura**

Bernard J. H. –Minerály České republiky Stručný přehled, Academia Praha 2000

Bouška V., Kouřimský J. –Atlas drahých kamenů, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1985

Hallová C., Drahé kameny, Knižní klub, Praha 2005

Medenbach O. –Minerály (průvodce přírodou), Knižní Klub, Praha 1995

Novák M., Pfeiferová A. –Svět nerostů; nerostné bohatství Moravy a Slezska, Moravské zemské muzeum, Brno 1991

Pellant C. –Horniny a minerály, Vydavatelstvo Osveta, Martin 1994

Země (encyklopedie), Knižní klub, Praha 2004

Geological map of the Czech republic 1:1 000 000, Český geologický ústav 1993

Minerál č. 1/1999, Vydavatelství dr. M. Bohatý Brno, únor 1999

Minerál č. 6/2000, Vydavatelství dr. M. Bohatý Brno, listopad 2000

### **Zdroje z internetu**

[http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/Rudice/Rudice\\_text.htm](http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/Rudice/Rudice_text.htm)

[http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/Drinova/Drinova\\_text.htm](http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/Drinova/Drinova_text.htm)

<http://www.rockhound.cz/drinova.php>

[http://is.muni.cz/th/11369/prif\\_m\\_a2/dadovadp3.txt](http://is.muni.cz/th/11369/prif_m_a2/dadovadp3.txt)

[http://mineralogie.sci.muni.cz/kap\\_7\\_5\\_oxidy/kap\\_7\\_5\\_oxidy.htm](http://mineralogie.sci.muni.cz/kap_7_5_oxidy/kap_7_5_oxidy.htm)



## 16. Přílohy



Foto č.1- Prizma z krystalu křišťálu. Skutečná velikost 2 cm. Lokalita Nová Ves-Jeseníky



Foto č.2- Typické horizontální rýhování na prizmatické ploše záhnědy. Skutečná velikost 5 cm, Bobrůvka (u Křižanova).



Foto č.3- „Domečkový achát“, jedná se o pseudomorfózu křemene po barytu. Lokalita: hřeben Kozlov nedaleko Libuně-Podkrkonoší, skutečná velikost 10 cm.



Foto č.4- Skelný lesk na plochách krystalů křemene. Lokalita jako foto 3, velikost 6 cm.



Foto č.5- Částečně zaoblená část krystalu křišťálu. Lokalita Bobruvka, velikost 5 cm.



Foto č.6- Ukončený krystal křišťálu. Lokalita Nová Ves, velikost 2 cm.



Foto č.7- Efekt duhy v krystalku záhnědy. Lokalita Bobrůvka, velikost 1 cm.



Foto č.8- Drúza krystalů záhnědy narostlých na dutině pegmatitu. Lokalita Bobrůvka, velikost krystalů asi 2 cm.



Foto č.9- Zdeformované krystaly ametystu (vlivem nedostatku místa v dutině). Lokalita Morcinov (Podkrkonoší), velikost 3 cm.



Foto č.10- Nepravidelně zbarvený krystal ametystu. Lokalita Rváčov (Podkrkonoší), velikost 2 cm.



Foto č.11- Citrín z Rančářova u Jihlavy. Skutečná velikost krystalů asi 0,5 cm.



Foto č.12- Růženín z Dolních Borů. Velikost 6 cm.



Foto č.13- Křemen s vrostlicemi goethitu. Lokalita Doubravice u Jičína. Velikost vzorku asi 10 cm.



Foto č.14- Skryl zarostlý v křemenu. Dolní Bory, velikost 3 cm



Foto č.15- Ledvinité tvary chalcedonu v dutině geody z Rudice. Velikost 4 cm.



Foto č.16- Jaspis z Doubravic u Jičína. Velikost 5 cm.





Foto č.17, 18 a 19- Acháty z hřebene Kozlov (Podkrkonoší). Velikost malého vzorku 3 cm a větších 6 cm.



Foto č.20- Typický tvar rudické geody. Velikost 5 cm



Foto č.21.- Geoda vyplněná drobnými krystalky křemene. Lokalita Rudice-Seč, velikost 6 cm.



Foto č.22- Asi 2 mm velké krystaly křišťálu v geodě. Lokalita Rudice-Seč, velikost 4 cm.



Foto č.23- Krystalky křemene pokryté kašolongem. Lokalita Rudice-Seč, velikost 2 cm.



Foto č.24- Chalcedonová výplň geody. Lokalita Rudice-Seč, velikost 4 cm.



Foto č.25- Červené krystaly kalcitu z dutiny hydrotermální žíly. Lokalita Dřínová, 7 cm.



Foto č.26- Tabulkovité krystaly barytu z dutiny hydrotermální žíly. Lokalita Dřínová, 6 cm.



Foto č.27- Krystal fluoritu v dutině barytu. Lokalita Dřínová, 5 cm.



Foto č.28- Asi 1mm velké krystalky ametystu v kalcitové žíle. Lokalita Dřínová, 7 cm.



Foto č.29- Asi 5 mm velké krystaly ametystu. Lokalita Dřínová, 5 cm.



Foto č.30- Drobné krystalky křišťálu. Lokalita Květnice, 5 cm.



Foto č.31- Krystal křemene zbarvený na povrchu minerály železa. Lokalita Květnice, 2 cm.



Foto č.32- Drúza krystalů amethystu. Lokalita Květnice, velikost výřezu asi 3 cm.



Foto č.33- Morion z Květnice, velikost 10 cm.





Foto č.34- Drúza krystalů citrínu. Lokalita Květnice, velikost 10 cm.



Foto č. 35- Foto č.30- Krystaly křemene pokryté železitými minerály. Lokalita Květnice, velikost 5 cm.



Foto č.36- Zonální struktura krystalu křemene. Na vzorku je patrné střídání vrstviček tvořených ametystem a vrstviček tvořených nezbarveným křemenem. Lokalita Květnice, velikost 2 cm (jedná se o stejný vzorek jako č.31).



Foto č.37- Drúza krystalů záhnědy. Na vzorku lze rozeznat nejspodnější vrstvu tvořenou ametystem, prostřední vrstvu z obecného křemene a konečně záhnědu. Lokalita Květnice, 10 cm.