



## **Středoškolská technika 2018**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

# **Technologický proces broušení a opracování minerálů a drahých kamenů**

**Nikola Lazorková**

Přírodovědné lyceum  
Střední odborná škola  
Benešova 508  
Stříbro



Střední odborná škola Stříbro, Benešova 508

## Maturitní práce

### **Technologický proces broušení a opracování minerálů a drahých kamenů**

Autor práce:	Nikola Lazorková
Vedoucí práce:	Mgr. Pavla Flajtingrová
Studijní obor:	Přírodovědné lyceum
Datum odevzdání:	10. 4. 2018

Prohlašuji, že jsem maturitní práci vytvořila sama za využití uvedených zdrojů a literatury.

.....

## Obsah

Úvod .....	4
<b>1 Historie .....</b>	<b>5</b>
1.1 Pravěk.....	5
1.2 Starověk .....	5
1.3 Středověk .....	5
1.4 Současnost.....	6
<b>2 Postup broušení minerálů .....</b>	<b>6</b>
2.1 Výběr minerálu.....	6
2.2 Mohsova stupnice tvrdosti.....	7
2.3 Zušlechťování kamene.....	7
2.4 Dělení minerálů .....	10
2.5 Dělení drahých kamenů podle barvy.....	10
2.6 Příprava kamene ke zpracování .....	11
2.6.1 Hlína .....	11
2.6.2 Jíl .....	11
2.6.3 Mechy a lišejníky .....	11
2.6.4 Chemické nečistoty .....	11
2.7 Řezání a štípání .....	12
2.8 Hrubé broušení.....	13
2.9 Jemné broušení.....	14
2.10 Leštění .....	14
2.11 Leštící pasty .....	14
2.12 Leštící prášky.....	14
2.13 Čištění.....	14
<b>3 Druhy brusů .....</b>	<b>15</b>
3.1 Rovinné broušení.....	15
3.2 Broušení muglí.....	15
3.3 Fantasy brus .....	15
3.4 Fasetový brus.....	16
3.5 Vrtání .....	17
3.6 Rytí .....	17
Závěr .....	18
Zdroje.....	19
Seznam obrázků .....	20
Přílohy.....	I

## Úvod

Sedm let se zajímám o mineralogii. Čtyři roky se učím upravovat minerály. Region, ve kterém bydlím, mi poskytuje dostatek materiálu, k mé zálibě. Tyto skutečnosti se podepsaly na výběru tématu mé maturitní práce z technologických procesů.

Na následujících stránkách stručně představím využití a zpracování minerálů v pravěku, starověku, středověku a novověku. Budu se věnovat přípravě kamenů ke zpracování, přiblížím i postup broušení minerálů. Své zkušenosti i informace odborníků představím při popisu řezání a štípání minerálů, popíšu leštění opracovaných kamenů a zmíním prostředky, které musí leštic i brusič používat. Budu psát i o vrtání a rytí. Vysvětlím význam slov jako je např. kamej, inkluze, muglie, glyptika apod.

Chci, abyste si na základě mé práce udělali představu o tom, co vše se musí udělat s vybraným kamenem, abychom si ho mohli zařadit do sbírky našich šperků, nebo rozšířit naši sbírku amuletů nebo minerálů vystavených ve vitríně představující výstavu minerálů.

Pokusím se podat přehledné informace o práci s minerály, ukázat, že kameníci dělají zajímavou a náročnou práci.

# 1 Historie

## 1.1 Pravěk

Nejstarším příkladem broušených kamenů jsou šperky pocházející z období pravěku. Velké množství artefaktů objevili archeologové v mikulčickém hradišti. Představovaly ozdoby kožených opasků. V tomto období se hojně užívalo karneolu, tedy polodrahokamu, jež je odrůdou chalcedonu. Jeho oranžové zbarvení způsobuje krevel (hematit)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Výskyt drahých kamenů v přírodě je hojný, ať už jako výplň dutin magmatických nebo součástí sedimentárních hornin. Na našem území můžeme najít drahé kameny v Železnici, Kozákově, Starých a Nových Pakách.

## 1.2 Starověk

Drahým kamenům se v období starověku přisuzovaly různé magické schopnosti. Už staří Číňané a Indové používali kameny k léčení různých chorob, proto byly přidávány do různých šperků či oděvů. Později se drahé kameny přidávaly do hrobek jako důkaz moci a bohatství. V některých kulturách sloužily kameny jako platidlo, což přispívalo k rozvoji obchodu. Staří Egypťané věřili, že cennosti, které byly mrtvému přidány do hrobky, aby posloužily jako platidlo Anubovi, aby ho provedl do podsvětí. Toto se často opakovalo i u mnoha dalších civilizací např. u Řeků, Číňanů či Aztéků.

## 1.3 Středověk

Jednoduché opracování drahých kamenů a minerálů bylo významné pro gotický středověk. Uvedme například kameny na Svatováclavské koruně, nebo ve Svatováclavské kapli. Vědomosti starých Čechů o drahokamech byly dosti podrobné, jak je patrné z rukopisu Vodňanského, který je jen o málo mladší než Svatováclavská koruna (pochází z roku 1389). Je to první české *Lapidarium*, ve kterém je rozvedeno bohaté názvosloví tehdejších drahokamů. Drahokamy byly tříděny hlavně podle barvy, a ne podle látkového složení. Tak na příklad Karbunkul (*Carbunculus*) představoval trojí červený kámen, "palač, granát a rubien", tedy tím byl míněn balas-rubín, to jest červený spinel, granát a rubín. Starým kameníkům byly rozdíly v tvrdosti dobře známé, proto tyto drahé kameny rozdělovali na tři odrůdy. Dříve se kameníci domnívali, že se jedná o jediný druh kamene, pokaždé s jinou schopností broušení a leštění. Takto byly drahokamy rozdělovány po dlouhá staletí, až do doby počátku vědecké mineralogie, tj. do konce 18. století.

Svatováclavská koruna byla sice zhotovena za Karla IV. ve 14. století, ale kameny na ní užití byly zhotoveny mnohem dříve. Na koruně se nachází celkem 96 drahokamů. Většina z nich byla jen hrubě obroušena a usazena do koruny tak, aby se zdálo, že se v prostoru kolem koruny vznášejí. Tomu dopomáhalo nejen obroušení, ale i barevné uspořádání, stavba i proporce koruny. Velmi důležitým prvkem koruny je zlatý kříž



Obrázek 1. Svatováclavská koruna <sup>1</sup>

umístěný na vrchu. Najdeme na něm safírovou kamej byzantského původu. Kamej je kámen s reliéfní řezbou do drahokamu, mušle či skla. V případě Svatováclavské koruny byla do safíru vyryta postava ukřižovaného Krista. Kamej vznikla v 7. století.

#### 1.4 Současnost

I v dnešní době je drahým kamenům přikládán velký význam z hlediska léčitelského i jiného. Umění broušení kamenů se značně rozšířilo, avšak mistrů brusičů ubylo. Amatérských brusičů naopak přibývalo, i přes hrozby, které jim hrozí. Začátečníci často používají nekvalitní brusiva, protože jsou levnější. Spousta výrobců brusiv používá všemožné náhražky, které mohou způsobit vážná onemocnění kůže, léčitelná, ale některá jsou doživotní. Pokud, je brusič dostatečně zručný, je jeho um náležitě oceněn. Brusiči v dnešní době vytvářejí všemožné tvary drahých kamenů, které se v přírodě nevyskytují. Některé si můžete prohlédnout v přílohách

## 2 Postup broušení minerálů

### 2.1 Výběr minerálu

Každý minerál musí mít určité vlastnosti, fyzikální či chemické, aby mohl být náležitě považován za drahý. Velmi důležitou částí hodnocení kamene je i v podstatě nedefinovatelná část a to, že se musí líbit. Právě jeho barva, lesk a tvar určují jeho hodnotu a to, zda se nám kámen líbí čili nikoliv. Barevné kameny můžeme dělit mnoha způsoby podle barvy či chemické struktury, nebo podle jejich tvrdosti viz kapitola 2.2. Minerál jako takový může většině lidí připadat neatraktivní, obzvláště v jeho surové formě. Proto se snažíme vybrat takový minerál, který bude bez inkluzí (nečistoty uzavřené uvnitř kamene) a jiných nečistot, jako jsou povlaky různých oxidů a jiných minerálů.

## 2.2 Mohsova stupnice tvrdosti

<b>Tvrđost</b>	<b>Látka</b>	<b>Chemický název</b>	<b>Chemický vzorec</b>
1	mastek	kyselý metakřemičitan hořečnatý	$H_2Mg_3(SiO_3)_4$
2	sůl kamenná	chlorid sodný	NaCl
3	kalцит (vápenec)	uhličitan vápenatý	$CaCO_3$
4	fluorit (kazivec)	fluorid vápenatý	$CaF_2$
5	apatit		$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	živec (ortoklas)	křemičitan hlinitodraselný	$KAlSi_3O_8$
7	křemen	oxid křemičitý	$SiO_2$
8	topaz		$Al_2SiO_4$
9	korund	oxid hlinitý	$Al_2O_3$
10	diamant	Uhlík	C

## 2.3 Zušlechťování kamene

Většina drahých kamenů prochází před uvedením na trh některou z rutinních úprav, jejichž výsledkem je zušlechťování drahého kamene. Cílem zušlechťování drahého kamene je hlavně změna barvy nebo odstranění defektů typu praskliny a uzavřeniny. Toto zušlechťování vede často k výraznému zlepšení vzhledu drahého kamene a samozřejmě ke zvýšení jeho ceny. Zušlechťování drahých kamenů může vést k drobným změnám v jejich krystalické struktuře, ale diamant je stále diamantem, topaz stále zůstává topazem, i když se jeho barva zušlechťováním změní. Jiná situace může nastat v případě variet neboli odrůd. Například fialová odrůda křemene (ametyst) může zušlechťováním (vypalováním) získat žlutou barvu, a pak již jde o žlutou variantu (citrín) či žluto fialovou (ametrín). I takto upravený minerál je stále považován za přírodní, nikoliv za syntetický, to platí vždy, i v případech, kdy je zušlechťováním dosaženo barvy, která se pro daný minerál v přírodě nevyskytuje. V současnosti jsou v procesu zušlechťování běžně používány tyto typy úprava - tepelná úprava (vypalování, žíhání), ozařování, barvení, impregnace a odstraňování uzavřenin laserem. Velmi často jsou uvedené procesy kombinovány.

Vypalování drahých kamenů je zcela běžnou úpravou. Při této úpravě můžeme dosáhnout zesvětlení či ztmavení, nebo dokonce úplnou změnu jeho barvy. Vypalování zpravidla vede ke zvýšení čistoty kamene. Výsledek vypalování u konkrétního materiálu



výrazně závisí na podmínkách, např. na délce vypalování, rychlosti zahřívání, dosažení teploty a způsobu ochlazování, také záleží na průběhu procesu. Obecně jsou tepelné úpravy trvalého rázu, i když výjimky existují např. blednoucí citríny vytvořené vypalováním ametystu. Vypalováním jsou zdůrazňovány např. barevné odstíny akvamarínu (modrozelená barva se mění na blankytně modrou) nebo měněny odstíny drahokamových odrůd korundu (rubínu a safíru) a také elbaitů (zpravidla je prováděno zesvětlování indigolitu, ztmavování rubelitu). Zirkony, které mají přírodní hnědou barvu, lze vypalováním v redukčním prostředí přeměnit na sytě modré, v prostředí oxidačním na zlatožluté.

Nerovnoměrně nebo slabě zbarvené ametysty jsou vypalovány při teplotě 400 – 500 °C, kdy dochází ke změně jejich zbarvení z fialovobílé až do žlutohnědé, popřípadě až do červenohnědé. Takto je ametystová surovina zušlechtěna na citrín. Velké množství šperkařských citrínů má právě původ v této metodě zušlechtování. Vypalování ametystů může vést i ke vzniku zeleného zbarvení (to není v přírodě známé). Drahý kámen je pak označován jako zelený ametyst.

Přírodní barva tanzanitu využívaného pro šperkařské účely je medově žlutá až hnědá nebo modrá. Vysoká prodejní úspěšnost tohoto drahého kamene spočívá ve výrazné změně jeho barvy při vypalování při teplotách 480 – 680 °C. Medově žluté až hnědé tanzanity se mění na modrofialové (velmi časté), modré tanzanity získávají intenzivně modrou barvu. Vypalování současně vede ke zvýraznění pleochroismu, tj. při otáčení minerálem v polarizovaném světle může docházet ke změnám barev nebo jejich jasu. Tento jev závisí na optických vlastnostech minerálu. V závislosti na úhlu pohledu může zušlechtěný tanzanit vykazovat tři rozdílné barevné odstíny.

Zušlechtování drahých kamenů je často prováděno i radioaktivním zářením. Tato metoda je aplikována zejména v případě topazu, diamantu a též u některých variet křemene. Bezbarvý topaz získává díky ozařování modrou barvu, v případě topazů žlutých vede ozařování k zvýraznění tohoto zbarvení. Z relativně levných žlutavých či hnědavých diamantů lze vypalováním a ozařováním tvořit diamanty různých barev a odstínů – tyto diamanty se označují zpravidla jako „fancy“. Z bezbarvého křemene lze radioaktivním ozařováním získat křemen šedohnědý či kouřově hnědý.

Ozařování je velmi levnou metodou zušlechtování, ale při použití nevhodných radioizotopů mohou pak kameny samy získat tzv. umělou radioaktivitu, tedy mohou být zdrojem radioaktivního záření, jehož intenzita může překračovat stanovené normy. To se týká

zejména některých intenzivně zbarvených modrých topazů. Radioaktivita některých kamenů může trvat několik let, než klesne na bezpečnou úroveň.

Dalším způsobem zušlechťování drahých kamenu je jejich barvení, které je prováděno zejména u kamenů neprůhledných a poréznic. Kameny jsou napouštěny barvivy nebo speciálními látkami. Naprostá většina onyxů a sardonyxů na trhu byla získána barvením barevně nevýrazných achátů. Při špatném barvení může dojít po čase k úplnému zničení kamene.

Drahé kameny, v nichž jsou trhliny zhoršující jejich vzhled, se dříve impregnovaly speciálními bezbarvými oleji nebo vosky. Tato procedura byla prováděna hlavně u smaragdů. Po delším čase takto zušlechtěný smaragd „oschne“, trhliny se zviditelní a drahý kámen je nutno opět „naolejovat“. V současnosti jsou k vyplňování trhin ve smaragdech, rubínech a případě dalších drahých kamenech využívány syntetické pryskyřice, které na rozdíl od olejů „nevysychají“.



*Obrázek 2. Ametrín*

## 2.4 Dělení minerálů

Jednou z možností, jak rozdělit širokou skupinu drahých kamenů, je krystalochemický systém minerálů (např. Strunz 1982, Bernard et al. 1992). Ten se používá i ve většině muzejních mineralogických sbírkách. Drahé kameny můžeme najít prakticky ve všech devíti skupinách, i když v případě některých jde jen o netradiční a málo využívané suroviny. Příklady jsou uvedeny v následující tabulce i s jejich strukturními vzorci.

## 2.5 Dělení drahých kamenů podle barvy

<p><b><u>bezbarvé (čiré):</u></b></p> <p>diamant korund (var.<sup>1</sup> leukosafír) topaz zirkon křemen (var. křišťál) opál (var. hyalit)</p> <p><b><u>žluté:</u></b></p> <p>korund (var. žlutý safír) topaz beryl (var. heliodor) křemen (var. citrín) fluorit aragonit (var. onyxový mramor) jantar</p> <p><b><u>růžové:</u></b></p> <p>spinel diamant topaz beryl (var. morganit) křemen (var. růženín) fluorit rodochrozit</p> <p><b><u>červené:</u></b></p> <p>korund (var. rubín) spinel křemen (var. chalcedon - karneol)</p> <p><b><u>fialové:</u></b></p> <p>almandin (skupina granátů) křemen (var. ametyst) fluorit cordierit</p>	<p><b><u>modré:</u></b></p> <p>korund (var. safír) beryl (var. akvamarín) zoisit (var. tanzanit) sodalit lazurit azurit</p> <p><b><u>zelené:</u></b></p> <p>beryl (var. smaragd) andradit (var. démantoid, skupina granátů) olivín (var. chryzolit) mikroklin (var. amazonit) aktinolit (var. nefrit) tyrkys lepidolit jadeit</p> <p><b><u>hnědé:</u></b></p> <p>zirkon (var. hyacint) křemen (var. záhněda)</p> <p><b><u>černé:</u></b></p> <p>spinel (var. pleonast) andradit (var. melanit, skupina granátů) křemen (var. morion)</p> <p><b><u>vícebarevné:</u></b></p> <p>chryzoberyl (var. alexandri) elbait (var. rubelit, skupina turmalínů) křemen (var. chalcedon - tygří oko) křemen (var. chalcedon - achát) labradorit opál (var. drahý opál)</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<sup>1</sup> var. – varianta

## 2.6 Příprava kamene ke zpracování

Minerál, který jsme si vybrali k opracování, je nutné předem očistit. Ve většině případů stačí kámen odmočit a jemně očistit kartáčkem. Pokud je kámen pokryt větším množstvím nečistot, je možné u minerálů, které nepodléhají vlivu vody, umýt vysokotlakým čističem. Například odrůdy křemene, labradorit aj.

### 2.6.1 Hlína

Na odstranění hlíny stačí kámen nechat několik hodin odmočit a lehce přetřít hadříkem či kartáčkem.

### 2.6.2 Jíl

Jíl je často přítomen v dutinách kamene. Díky tomuto prvku zůstanou krystaly nepoškozeny, avšak jeho odstranění bývá náročnější. Nejlepším způsobem je nechat jíl oschnout a postupně dřevěnou, kovovou nebo plastovou škrabkou nebo špachtlí, odlamovat postupně jeho kusy. Při tomto způsobu čištění však vzniká riziko poškrábání či dokonce odlámaní kusů kamene.

### 2.6.3 Mechy a lišejníky

Některé mechy a lišejníky se dají odstranit kartáčkem, ale účinnějším způsobem je použít 5-10 % roztok amoniaku ( $\text{NH}_3$ ).

### 2.6.4 Chemické nečistoty

Na povrchu minerálů se často vyskytne povlak chemické povahy například některé hydroxidy nebo oxidy železa. Tyto povlaky jsou nežádoucí a mohou kazit vzhled kamene. K čištění těchto povlaků se využívá různých druhů kyselin. Můžeme uvést: kyselinu chlorovodíkovou ( $\text{HCl}$ ), kyselinu fluorovodíkovou ( $\text{HF}$ ), kyselina



*Obrázek 3. Vrstva oxidu železitého na drúze ametystu*  
š'avelovou ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ ) a kyselina citronovou ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ). Koncentrovaná kyselina chlorovodíková se využívá k odstranění povlaků vytvořených hydroxidy a oxidy železa a zároveň k odstranění kalcitu. Proto je nezbytně nutné při tomto čištění minerál často kontrolovat, aby nebyl poškozen.

## 2.7 Řezání a štípání

Řezání a štípání minerálu si můžeme demonstrovat na surovém diamantu, který můžeme rozříznout pouze diamantem. Ostatní kameny je možné řezat kotouči. Na některých je nanesen diamantový prach s olejem, nebo je využíváno diamantových kotoučů, u kterých je použito syntetických diamantů. V těchto kotoučích se nachází různě veliké částičky diamantů. Rozdílné velikosti zrna diamantů velmi důrazně ovlivňují rychlost, kvalitu a způsob řezání. Charakteristika kotouče, jeho velikost, rychlost a řezný tlak také ovlivňují kvalitu řezaného kamene. Nejdůležitější roli hraje chladicí medium, tj. voda, bez které by se kámen nepodařilo rozříznout. Právě díky vodě, která ochlazuje nejen kámen, ale i brusný kotouč, nedojde k přehřátí a tedy i ke zničení kamene a brusného kotouče. Pokud je při řezání kamene nedostatek vody, může být kvalita řezného kotouče znehodnocena a kotouč může být ztupen.



Obrázek 4. Diamantový kotouč na kámen

Samotné řezání je možné provést několika způsoby a to:

1. Upevněním kamene do svorek a pohybem kotouče ke kameni. Jedná se o méně častý způsob.
2. Posouváním kamene k pevně upevněnému kotouči.

Diamant je prohlédnut brusičem, který rozhodne, jakým způsobem bude tento kámen rozdělen. Brusič musí brát na zřetel skutečnost, zda minerál obsahuje prasklinky či jiné nečistoty. V případě jeho nepozornosti by byl totiž diamant rozdělený, ale při broušení by se mohl štípat, ba dokonce i rozpadnout.

Na diamantu je laserem označeno místo, kde bude provedeno odštípnutí. Jiným diamantem se poté provede prvotní zářez a následně je do diamantu udeřeno kladivem nebo palicí. Diamant je, jak všichni víme, nejtvrší minerál na naší planetě, a tudíž ho není možné řezat ani nijak poškodit jinými minerály. Proto je možné ho řezat nebo štípat jen dalším diamantem.

Pro obyčejné řezání kamenů např. v domácím prostředí lze použít řezačku na kámen či flexu s brusným kotoučem, kterou můžeme zakoupit v obchodech. V profesionálních dílnách se používají kruhové diamantové pily, které se dále dělí dle způsobu upevnění diamantového prachu na pily nabíjené, pinsované a sintrované.

V případě, že je kámen rozříznut špatně, hrozí, že se při jeho následném broušení rozpadne, či ulomí, čímž by se mohl znehodnotit, či nevratně poškodit.

## 2.8 Hrubé broušení

K broušení kamenů se dříve používala především brusiva, jako křemenný písek, granáty, smírek, diamantový bort (prášek) aj. V dnešní době si k broušení vybíráme převážně synteticky vyrobená brusiva – korundový prášek, karbid křemíku, diamanty a karbid bóru. Pro každý kámen a s ním spojenou operaci je nutné určit druh vhodného abraziva, které je použito volně nebo ve směsi s vodou. Dnes se na trhu nabízí velké množství druhu abraziv o různé hrubosti. Já osobně nejvíce používám zelený karbid křemíku o zrnitosti 600. Dle mých zkušeností vydrží déle než černý karbid křemíku o stejné zrnitosti. Zelený karbid je mnohonásobně dražší než černý.



*Obrázek 5. Bruska s brusným kotoučem*

Hrubé broušení způsobí vyhlazení minerálu, ale jsou zde přítomny malé nerovnosti, které budou odstraněny při jemném broušení. Tohoto se využívá u sbírkových kamenů (například u ametystů) kdy může prostor mezi krystaly zůstat, protože některé krystaly nejsou spojené. Tento proces probíhá na brusičském přístroji. Viz obrázek č. 5. Malé kameny by se při broušení špatně držely v ruce, proto se k broušení používají tmelky. Jedná se o jakýsi kolík tvarem připomínající štětec. Na tmelku se speciálním tmelem přilepí kámen, který je možné následně vložit do brusičského strojku. Brusičský strojek je tvořen několika ozubenými kolečky. Pomocí těchto koleček si pak brusič nastavuje úhel a tvar broušené fasety (plošky).

## **2.9 Jemné broušení**

Kámen se pomocí kotouče vyhladí natolik, aby na něm nebyly vidět žádné nerovnosti a otisky po kotouči. Pokud by na kamení zůstaly takové otisky, byl by znehodnocen z hlediska vzhledu, což je nežádoucí.

## **2.10 Leštění**

K leštění se používají různé leštící pasty a prášky. Většinou jsou dvousložkové. První složkou bývá olej, který při broušení slouží jako chladící medium. Druhou složkou je diamantový prach o různé zrnitosti a koncentraci. V domácích podmínkách je nutno pro leštění vytvořit kašovitou směs, tedy pastu, která je nanesena na leštící kotouč. Kotouče mohou být filcové či látkové.

## **2.11 Leštící pasty**

Leštící pasty jsou tvořeny převážně diamantovým prachem v různém množství nejčastěji od 1.6 do 2. karátů (jeden karát je 1/5 gramu) a zrnitosti. Dále obsahují mazivo jako např. olivový olej, který slouží zároveň jako chladící medium. Množství diamantového prachu ovlivňuje rychlost leštění. Zbytky těchto past je možné smýt vodou, lihem, benzínem atd. Tyto pasty jsou prodávány již připravené, takže je není nutné míchat, což mnohým kameníkům usnadní práci.

## **2.12 Leštící prášky**

Leštící prášky je nutné smíchat s vodou a tím vytvořit jakousi pastu, která se pak nanese na filcový kotouč, na kterém je potom možné kámen leštit.

## **2.13 Čištění**

Kámen se opláchne pod proudem čisté vody, nebo se nechá ponořený v roztoku kyseliny. Další možností je užití kovového kartáče, který nesmí být použit u drahých kamenů určených pro šperkařské účely, protože měkkší kameny by mohly být poškozeny.

## **3 Druhy brusů**

Dle způsobu zpracování dělíme broušení kamene na:

- 3.1 - Rovinné brušní
- 3.2 - Broušení muglíí
- 3.3 - Fantasy brus
- 3.4 - Fasetový brus
- 3.5 - Vrtání
- 3.6 - Rytí

### **3.1 Rovinné broušení**

Brus je proveden tak, že se kámen nebo jeho část rozřízne a na jeho povrchu se vytvoří rovná ploška. Při tomto brusu se využívá kotouč o co největším průměru. Protože, je zde v záběru velká plocha kotouče, jsou vzniklé třísky (kousky kmenů), které se uvolňují z broušeného kamene, rozprostřeny po celém kotouči a je nutné tyto třísky smývat. Kámen je hlazen do té doby, dokud se na kameni nevytvoří hladká ploška bez rýh, boulí a jiných vzhled poškozujících faktorů, které mohou způsobit velké potíže při leštění. Tuto plošku můžeme vidět na jedné straně. Tohoto se užívá například u sbírkových kamenů jako achát, jantar aj. Dvě rovné plošky můžeme vidět například u zvonkoher, šperků či jiných ozdob.

### **3.2 Broušení muglíí**

Broušení muglíí, neboli broušení peciček, je podobné brusu rovinnému, jen je kámen vytvarován do jakéhosi oválu. Tohoto oválu můžeme dosáhnout speciální bruskou, která je tvořena bubnem, do něhož se přisype brusný prach. Tato bruska funguje na podobném principu jako míchačka na beton. Do bubnu je přiváděna voda, která vytvoří brusnou pastu, do níž se vloží kameny a buben se uzavře. Bruska se spustí a broušení probíhá až několik hodin.

### **3.3 Fantasy brus**

I když se může zdát, že je tento druh brusu nejjednodušší, opak je pravdou. Při tomto typu broušení může brusič, jak se říká, popustit uzdu fantazii. Většina brusičů se drží předem vytvořených tabulek, ve kterých jsou zaznamenány údaje, například úhel a tlak. Brusič při



fantasy brusu může pozměnit některé údaje, a tak vytvořit nový tvar. Může vytvořit i různé jiné tvary, dle své zručnosti a zkušeností. Takové kameny mohou mít podobu zvířete, srdce aj. Často je fantasy brus kombinací několika způsobů brusů. Jako příklad si můžeme uvést sošku slona, která vznikne brusem rovinným a mugliovým. Viz příloha.

### 3.4 Fasetový brus

Při fasetovém broušení má být na kameni bylo vytvořeno co největší množství plošek neboli faset. Tyto fasety jsou různě velké a jsou pod různým úhlem, což u kamenů zvyšuje jejich jas, neboť díky fasetám, které ohýbají světelný paprsek, se může kámen zdát zářivější. Při špatně vytvořených fasetách dojde ke špatnému lomu, což vede k menšímu lesku, a tudíž je výsledek méně přitažlivý. Tento druh brusů je využíván hlavně pro šperkařské účely, například do náhrdelníků, prstenů či náušnic.



*Obrázek 6 Safírový přívěsek jako ukázka fasetového brusů*

Pro tento druh broušení jsou již kameníky připravené tabulky. Zajišťují symetričnost a totožnost všech broušených kamenů. V tabulkách je uveden počet faset, tvar faset a úhel, který jednotlivé fasety svírají.

Brusič si vybere tvar a lihovým fixem si ho načrtne. Poté začne kámen brousit. Po vytvoření základního tvaru se na kameni začnou vytvářet jednotlivé fasety.

Diamant je před započítím broušení ještě skenován a pomocí technologií je vytvořen trojrozměrný model kamene včetně inkluzí. Podle tohoto modelu se rozhodne, jak bude kámen rozdělen a jaký tvar bude mít.

Počty faset jsou na různých brusech rozdílné: kulatý brilantový brus má standardně 57 faset, oválný brus - 69 faset, poduškový brus - kolem 64 faset, markýz - 57 faset, pendlok - 71 faset, brioleta - 84 faset, srdíčko - 59 faset, osmiúhelníkový brus - 53 faset, smaragdový brus - kolem 50 faset, bažetový brus - kolem 20 faset, čtvercový brus - 57 faset, trojúhelníkový brus - 43 faset.

### 3.5 Vrtání

Vrtání kamene v dnešní době probíhá pomocí laserových vrtaček či obyčejných vrtaček, u kterých se používá vrtáků potažených diamantovým prachem nebo vrtákem s tvrdkou za stálého přísunu brusného prachu smíšeného s olejem. Dalším možným způsobem je vrtání pomocí ultrazvuku, kdy je využito vibrací. Nejčastěji se vrtají kuličky, korálky, knoflíky atd.

### 3.6 Rytí

Rytí, neboli glyptika, je technologie využívána nejen kameníky, ale i zlatníky. Minerál se upevní do stojanu, a pomocí vrtáku se do něj vytváří požadovaný tvar.

Jako intaglie je označován kámen tvaru čočky či medailonu, nejčastěji z průhledného kamene např. křišťálu, ametystu aj. Do této čočky je vyryt požadovaný tvar, který je vytvořen na spodní straně kamene a je vidět, když se díváme skrz vyleštěnou horní plochu. Dříve se touto technikou zhotovovala např. pečetidla či pečetní prsteny. V některých případech byly využívány i neprůhledné drahé kameny - např. achát, hematit, jaspis.

Kamej má naopak vypouklou kresbu, je to tedy rytina vystupující z kamene jako reliéf. Takovýto reliéf je často barevně oddělen. Kamej se vytváří do achátů, slonoviny, vltavínů nebo rubínu.

Plastickým vybrušováním se tvoří: plastiky (např. „sošky“), různé dekorativní předměty zdobené např. rýhami, galanterní zboží (spony apod.) a také dutě broušené nádoby různých rozměrů vázy, misky, hrníčky aj.

## **Závěr**

Tato práce byla zaměřena na to, jak se vytváří dokonalý broušený kámen tak, aby se dal vystavit doma či třeba nosit ve šperku. Navíc je text doplněn o informace přímo od mistrů brusičů a velmi dobrých amatérských brusičů.

Práce obsahuje postup zpracování kamene, který je možné vyzkoušet za jistých podmínek i doma, nejen u kameníků a jiných brusičů. V práci je popsán postup čištění kamenů a jejich broušení pomocí abraziv.

Broušení minerálů jsem si ráda vyzkoušela a věřím, že v něm budu i nadále pokračovat. Nabyté zkušenosti jsem využila pro vytvoření nejen této práce, ale i pro mé vlastní opracování drahých kamenů. Jsem nesmírně potěšena tím, že i přes prvotní neúspěch se mi nakonec povedlo obrousit svůj první minerál. Navíc jsem se při bádání dozvěděla o zajímavých věcech, jako je třeba největší nalezený diamant, který byl rozdělen na velké množství menších kusů. Jeden z největších kusů zvaný Cullinan I. byl umístěna do žezla a ostatní menší kusy jsou ve zbylých korunovačních klenotech královny Alžběty II. A mnoho dalších velmi zajímavých informací.

## Zdroje

VLK sdělil ústně (27. 1. 2018)

VLASATÝ sdělil ústně (15. 4. 2017)

BÁRTOVÁ Tajemství drahých kamenů. <http://natura.baf.cz/natura/1997/12/9712-6.html> (12. 2. 2018).

Bernard, J. H. et al.: Encyklopedický přehled minerálů. Praha: Academia, 1992. 704 s.

Bouška, V., Kouřimský, J.: Drahé kameny kolem nás. 3. doplněné vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. 399 s.

Miller, A. M.: Gems and Jewelry Appraising. 2. vyd., Woodstock, Vermont: GemStone Press, 1999. 222 s.

O'Donoghue, M.: Synthetic, Imitation and Treated Gemstones. 2. vyd. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002. 203 s.

Rejl, L.: Historie upravování a broušení drahých kamenů (1.). Minerál, 1998a, roč. 6, č. 2, s. 131 - 135.

Rejl, L.: Zaměňování, zušlechťování a napodobování drahých kamenů. Minerál, 1998b, roč. 6, č. 3, s. 214 - 218.

Sinkankas, J.: Sinkankas' Standard Catalog of Gem Values. Prescott: Geoscience Press, 1968. 286 s.

Strunz, H.: Mineralogische Tabellen: eine Klassifizierung der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage. 8. vyd., Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, 1982. 621 s.

Täubl, K.: Zlatnictví. Praha: SNTL, 1976. 200 s.

The Gemstone Book [online]. CIBJO - The World Jewellery Confederation, January 2006 [cit. 2007-31-11]. PDF formát. Dostupný z www: <URL: <http://www.cibjo.us/gemstone.pdf>

## Seznam obrázků

Obrázek 1. Svatováclavská koruna <sup>1</sup> .....	6
Obrázek 2. Ametrín.....	9
Obrázek 3. Vrstva oxidu železitého na drúze ametystu .....	11
Obrázek 4. Diamantový kotouč na kámen .....	12
Obrázek 5. Bruska s brusným kotoučem .....	13
Obrázek 6 Safírový přívěsek jako ukázka fasetového brusu .....	16
Obrázek 8 Slon jako ukázka fantasy brusu .....	I
Obrázek 7 Delfín jako ukázka fantasy brusu .....	I
Obrázek 9 Špatně nabarvený achát .....	II
Obrázek 10 Špatně rozříznutý achát .....	II
Obrázek 12 Labradorit vybroušený do tvaru muglie .....	II
Obrázek 11 Rovinný brus achátu .....	II
Obrázek 13 Srdce jako ukázka fantasy brusu .....	II
Obrázek 14 Tvar slzy vybroušený fasetovým brusem .....	II

1. Fotogalerie Korunovační klenoty v Olomouci - Svatováclavská koruna - č. 1208233 | Turistika.cz. Pro větší zážitek z cest a výletů | Turistika.cz [online]. Dostupné z: <https://www.turistika.cz/vylety/korunovacni-klenoty-v-olomouci/foto>

Obrázky 2- 13 vlastní tvorba

## Přílohy



*Obrázek 8 Delfín jako ukázka fantasy brusu*



*Obrázek 7 Slon jako ukázka fantasy brusu*



*Obrázek 9 Špatně nabarvený achát*



*Obrázek 10 Špatně rozříznutý achát*



*Obrázek 11 Rovinný brus achátu*



*Obrázek 12 Srdce jako ukázka fantasy brusu*





*Obrázek 13 Labradorit vybroušený do tvaru muglie*



*Obrázek 14 Tvar slzy vybroušený fasetovým brusem*

# Technologický proces broušení minerálů a drahých kamenů

Nikola Lazorková

14. 5. 2018



# Osnova

- **1. Historie**
  - Pravěk
  - Starověk
  - Středověk
  - Současnost
- **2. Postup broušení**
  - Výběr minerálu
  - Úpravy minerálu
  - Hrubé broušení
  - Hladké broušení
  - Leštění a čištění
- **3. Druhy brusů**



# Historie

## Pravěk

- Počátky opracování kamenů.
- Výroba jednoduchých nástrojů a šperků.
- Člověk zjistil, že třením kamene o kámen vzniká hladký povrch.

## Starověk

- Kameny byly užívány v léčitelství.

## Středověk

- První mineralogický systém.

## Současnost

- Nový mineralogický systém.
- Velké množství abraziv.
- Nové tvary broušených minerálů.
- Vylepšené přístroje.

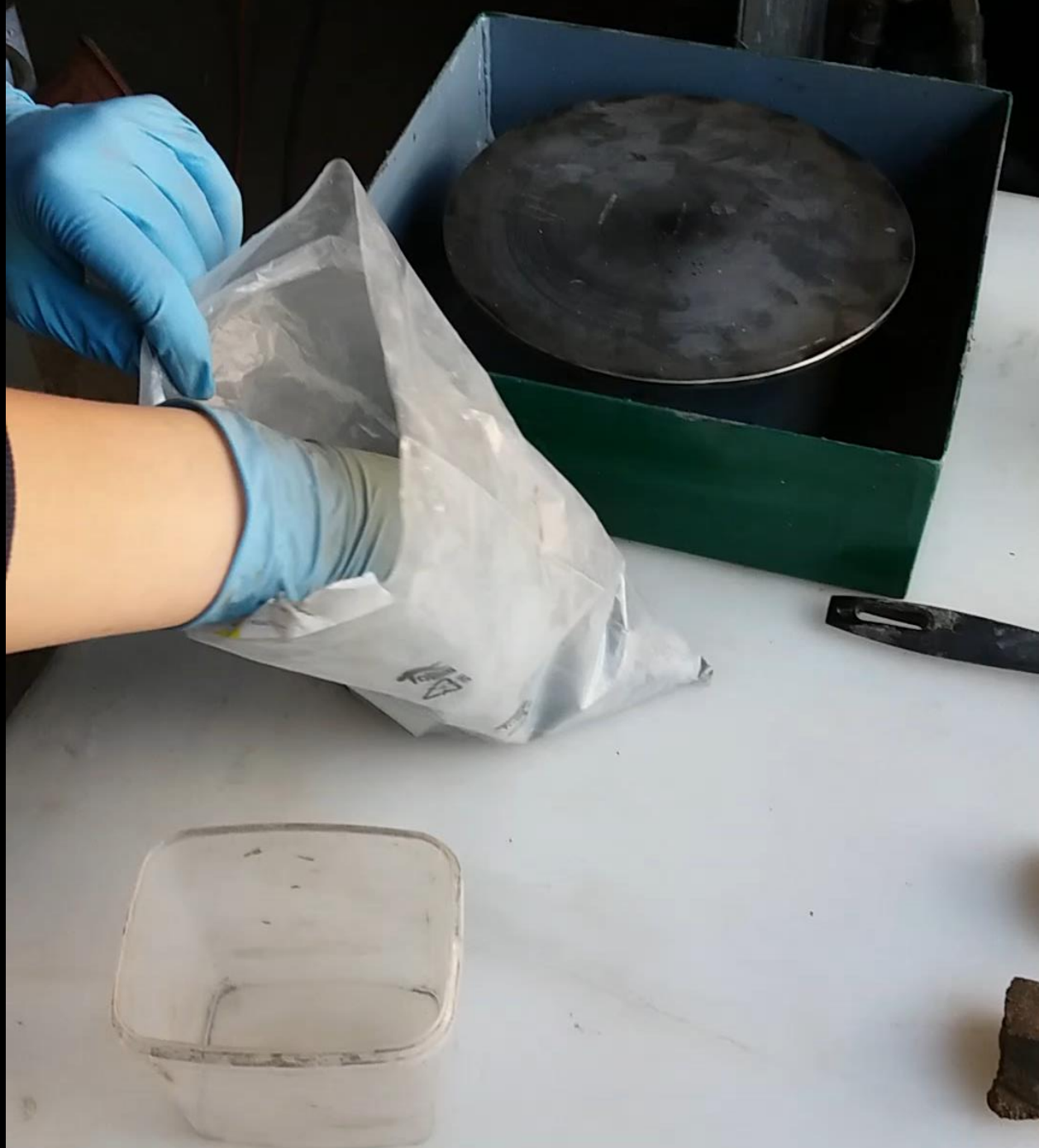


# Postup broušení

- 1. Výběr minerálu**
- 2. Úpravy minerálů**
  - **Zušlechťování**
  - **Čištění**
- 3. Řezání a štípání**
- 4. Broušení hrubé**
- 5. Broušení jemné**
- 6. Konečné čištění**







# Druhy brusů

**Rovinné broušení** – Vytvoření rovné plochy.

**Broušení muglii** – Vytváření peciček.

**Fantasy brus** – Záleží na představivosti brusiče a jeho zručnosti.

**Fasetový brus** – Vytvoření velkého množství plošek na kameni.

**Vrtání** – Např. u korálku, váz aj.

## Rytí

- **Intaglie** – Obraz vyryt na spodní straně.
- **Kamej** – Obraz vyryt na svrchní straně.
- **Plastické rytí** – Tvoření sošek.





# Zdroje

Obrázky a videa vlastní tvorba

Informace: sdělil ústně pan Vlasatý a Vlk

Broušení drahých kamenů / Ivan Turnovec (Hradec Králové : Kotva, 1992)



Děkuji za pozornost

