

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

PYROPE NEBOLI ČESKÝ GRANÁT
ČESKÝ GRANÁT VE ŠPERKU A SKLE

PYROPE OR CZECH GARNET
CZECH GARNET IN JEWELRY AND GLASS

LIBEREC 2011

BARBORA VYMAZALOVÁ

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce M.A. Ludmile Šikolové za odborné vedení a cenné rady.

Velké poděkování patří především mé matce, která mě podporovala a byla mi oporou po celou dobu studií, a přáteli za ochotu a trpělivost.

Na závěr bych chtěla poděkovat všem příbuzným a přátelům, kteří mě podporovali a pomáhali mi během realizace bakalářské práce.

Anotace

Pyrop neboli český granát, je rudý kámen, symbolizující českou zemi. Bakalářská práce je zaměřena na tento kámen, jenž plní tradičně také symbolickou funkci. V práci je popsán vznik kovových prstenů a k nim náležících šperkovnic.

Prsteny se dělí na dvě, tvarově různorodé sady a jsou zdobeny českými granáty. Šperkovnice jsou skleněné objekty, které se skládají z jednotlivých kvádrů skla, převážně křišťálových, v nichž jsou zataveny české granáty.

Abstract

Pyrope or Czech garnet, is a reddish stone, symbolizing the Czech land. Bachelor work is focused on the stone, which traditionally performs a symbolic function. The paper describes the formation of metallic rings belonging and their jewel boxes.

The rings are divided into two sets of diverse shapes and decorated with Czech garnets. Glass caskets are objects that are composed of individual glass blocks, mostly crystal, which are sealed Czech garnets.

Klíčová slova

Český granát

Prsten

Šperkovnice

Sklo

Kov

Architektura

Keywords

Czech garnet

Ring

Jewelry

Glass

Metal

Architecture

OBSAH

ÚVOD.....	8
1. INSPIRACE	9
2. ČESKÉ GRANÁTY.....	13
2. 1 PŮVOD GRANÁTU	13
2. 2 TĚŽBA ČESKÉHO GRANÁTU	14
2. 3 HISTORIE ČESKÉHO GRANÁTU.....	15
2. 3. 1 HISTORIE GRANÁTOVÉHO ŠPERKU	16
2. 4 TECHNIKY GRANÁTOVÉHO ŠPERKU	17
2. 4. 1 GRANÁTOVÉ VÝBRUSY	19
2. 6 ZÁMĚNA GRANÁTŮ	22
3. MATERIÁLY A TECHNOLOGIE	23
3. 1 SKLO	23
3. 1.1 HISTORIE SKLA.....	23
3. 1. 2 DEFINICE SKLA	24
3. 1. 3 HLAVNÍ SKLÁŘSKÉ SUROVINY	24
3. 1. 4 TECHNOLOGIE (SKLO)	25
3. 1. 4 TAVENÉ SKLO.....	26
3. 1. 5. 1 BROUŠENÍ.....	26
3. 1. 5. 2 LEŠTĚNÍ.....	27
3. 2 KOVY	27
3. 2. 1 VLASTNOSTI KOVŮ.....	28
3. 2. 2 ROZDĚLENÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ.....	28
3. 2. 2. 1 MOSAZ.....	30
3. 2. 2. 2 STŘÍBRO	30
3. 2. 3 TECHNOLOGIE (KOVY)	31

3. 2. 3. 1 PÁJENÍ	31
3. 2. 3. 2 GALVANICKÉ POKOVOVÁNÍ	31
3. 2. 3. 3 OSTATNÍ TECHNOLOGIE	32
4. REALIZACE	33
4. 1 PRSTENY	33
4. 2 ŠPERKOVNICE	34
5. ZÁVĚR	36
6. FOTODOKUMENTACE	37
7. POUŽITÉ ZDROJE	43

Úvod

Pyrop neboli Český granát je drobný kámen, o kterém se říká, že má barvu holubičí krve. I další přívlastky se s tímto kamenem často spojují a to pro jeho jedinečnost, nezaměnitelnost a krásu.

Bakalářská práce se věnuje českému granátu - kamenu, který má svou tradici a hlavně velkou spojitost s českou zemí, je s ní bezkonkurenčně spjat. Mohl by být určitým znakem této země, protože nikde jinde na světě se tyto drobné kameny ve složení a hlavně se stejnou šperkařskou kvalitou nenachází. Možná i pro svou velikost, která jen zřídka přesahuje 6-8 milimetrů, byly vždy vzácné a ceněné. Zároveň má kámen i zajímavé vlastnosti, a to zejména vysokou tepelnou odolnost. Tuto vlastnost lze využít při tavení skla, kdy granáty zatavené ve skle nemění barvu a ani nenaruší sklo.

Práce je také zaměřena na konkrétní typ šperku, a tím je prsten. Šperk neodmyslitelně patří k celé historii lidstva a prsten je jeden z hlavních typů šperku. Nejen, že zdobí, ale zároveň je svému majiteli stále na očích, stále „po ruce“. Jeho nemalá důležitost je i v tom, že se stal symbolem svatebních obřadů.

Mnoho prstenů má pro své majitele i jiný význam než jen ozdobný, a to ten, že si je spojují s nějakou osobou, událostí nebo časovým obdobím. Tedy také vzbuzují emoce a vzpomínky. To, jak je šperk velký, tvarovaný nebo zdobený, může být velmi důležité nejen pro majitele, ale i pro pozorovatele.

Sérii prstenů doplňuje šperkovnice, která ke šperkům neodmyslitelně patří. U ní jsou využity tepelné vlastnosti českých granátů, které jsem do skla zatavila. Šperkovnice není klasická truhlička s víkem, ale spíš místo na odkládání – kde budou prsteny odpočívat, ale zároveň na ně bude stále vidět.

Práce je pomyslně rozdělena na část technologickou a praktickou. V technologické části jsou kromě úvodní inspirace podrobně popsány české granáty a poté všechny použité materiály a technologie. V praktické části je popsán průběh výroby a vzniku samotné práce, závěr a závěrečná fotodokumentace.

1. Inspirace

Od mala jsou mi kameny blízké. Z každého výletu jsme si domů vozili kamínky na památku a pro radost. Stalo se to určitým zvykem a i v dospělosti často navštěvuji různé burzy a výstavy kamenů. Mám pocit, že kameny k životu neodmyslitelně patří a je malinko nezbytné se jimi obklopovat. Možná i proto jsem podvědomě sáhla po českém granátu, a ačkoli jsem nevěděla jak, měla jsem potřebu ho zpracovat a využít.

Kameny sami o sobě něco vyjadřují, říkají. Nemusí to být vždy vybroušený a vyleštěný kámen, aby byl vzácný. Každý kámen má svou historickou hodnotu. Proto jsem u granátů zvolila jejich surovou neobroušenou formu, která hned neupoutá jako broušené kameny, ale je určitým způsobem přirozenější a mně bližší. Zároveň může někoho překvapit, jak takový kámen vypadá před vybroušením velmi obyčejně a temně.

Jako další podnět k této práci byly rodinné šperky a to drobné přívěsky ve tvaru květiny a čtyřlístku. Ale vlastně mně tento typ šperku (tedy granátové šperky) upoutal už v dětství. Až nedávno jsem si začala všímat, kolik lidí vlastně tyto šperky nosí a u kolika z nich se stal, stejně jako u nás, rodinným šperkem. Čím dál víc to ve mně vzbuzuje pocit, že se stále (a rádi) českým granátem obklopujeme a je proto nutné s ním dále pracovat.

V rámci inspirace jsem chodila do klenotnictví zaměřených na české granáty a zkoumala jednotlivé tvary a typy šperků.

1.1 Architektura

Inspirací pro celou práci mi byla i architektura, geometrické řazení a typické řazení granátů ve špercích.

Nejvíce jsem k inspiraci využila moderní architekturu. Takto se označuje období přibližně od dvacátých let 20. století do současnosti. Toto století nemá v architektuře pevný a jednotný styl, a protože i jednotlivé slohy na sebe často ani nenavazují anebo se překrývají, nedají se přesně určit hlavní architektonické znaky této doby. Snad jediným, co je spojuje jsou nové materiály, které se do té doby ve stavebnictví nepoužívaly

anebo se s nimi zachází zcela jiným způsobem. Příkladem může být ocel, kov, sklo, beton. [1]

Pro mě je v tomto období ještě další pojítka, a to je geometrie. Ta se sice ve velké míře promítá celými dějinami architektury, ale ve 20. století je na vedoucí pozici. Už ji neozdobují žádné sochy, sloupy, náměstí, fontány atd., ale stojí tu sama za sebe, jednoduchá, strohá, výmluvná, krásná. Je pojítkem mezi jednoduchostí a funkčností.

Další věc velmi souvisí s moderní architekturou, a to jsou konstrukce. Mohou to být prvotní modely, základy staveb nebo i konstrukce lešení kolem rekonstruovaných či téměř dokončených budov. Většina staveb by bez těchto konstrukcí nemohla nikdy vzniknout. A v každém případě jsou nemalou, ale také často nevhlednou nebo neviděnou součástí architektury.

Architektura se prolíná celou mou bakalářskou prací. Prsteny vznikaly stejně jako stavby. Tedy nejdříve byl návrh, poté rozkreslení, měření, zkoušky a nakonec vypracování. Jejich šperkovnice samy o sobě připomínají stavby. Jsou jako jednotlivé bloky kamene, které se užívaly od pradávna. Jejich kvádrotvé členění je typické nejen pro architekturu 20. století, ale kvádr je i jeden ze základních geometrických těles. Stejně jako stavby mají ukrývat a chránit, tak i šperkovnice chrání a uskladňují jednotlivé prsteny.

Inspirace architekturou přišla v podstatě také náhodou. Spontánně jsem od počátku mé práce začala prsteny tvořit v geometrické soustavě. Skládala jsem dráty a trubičky různě přes sebe a vedle sebe, přičemž jsem v nich začala vidět architektonické polotovary. Další práce už se od architektury úmyslně odvíjela. A tak vznikla i série prstenů, vycházející z kruhu, oblouku a celkově zaoblených tvarů.

1. 2 Šperkaři

Jako inspiraci v případě šperkařů jsem si nezvolila jednotlivé umělce, ale konkrétní šperky. Nejsou zde popsány životopisy ani další díla zmíněných autorů, protože to není obsahem této bakalářské práce.

Jako první šperk bych označila Náhrdelník od Libuše Hančarové (obrázek 1), z roku 1958 (zlato, české granáty). Líbí se mi na něm, že jsou zde k uchycení použity trubičky, což vlastně také využívám ve své práci. Stejně tak je zajímavé, že granáty jsou jen v některých trubičkách, takže se zde neuplatňuje vlastnost granátu jako skupinového kamene, ale i přesto zde rudá barva kamene vyniká.

Dalším, pro mě přínosným šperkem, je Náhrdelník od Jozefa Soukupa (obrázek 2), který pochází z roku 1967. Použité materiály jsou zlato a české granáty. Granáty jsou na náhrdelníku jednoduše, ale přesvědčivě řazeny. V kombinaci s obručí působí šperk velmi elegantně.



Obrázek 1: Náhrdelník [2]

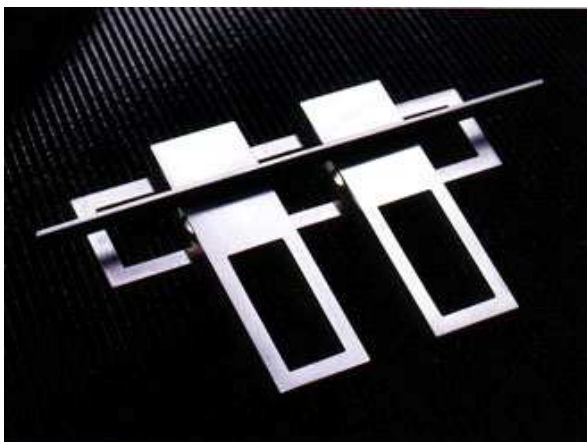


Obrázek 2: Náhrdelník [2]

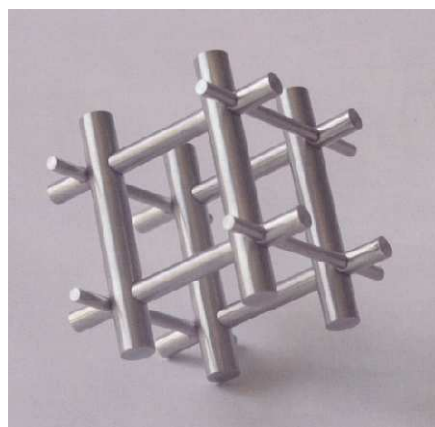
Nerezová Brož od Evy Eisler (obrázek 3) vznikla v roce 1990. Na tomto příkladě je vidět, jak působivá je strohá geometrie. Je zde uplatněn tvar obyčejného obdelníku. Díky výřezům a skládání vypadá brož velmi plasticky.

Dalším inspiračním dílem mi byl autorský šperk od Jana Háška (obrázek 4). Celý šperk vychází z geometrie, a to především z krychle. Jednotlivé hrany krychle jsou složeny z drátů, různé síly, zatímco strany krychle zůstávají prázdné. Díky tomuto

působí šperk spíše konstrukčně. Tato práce by se dala uplatnit jak v malém měřítku, jako například prsten, tak i ve velkém, jako objekt.



Obrázek 3: Brož [2]



Obrázek 4: Autorský šperk [3]

2. České granáty

Český granát patří do skupiny drahých kamenů, hlavně díky své sytě červené barvě, jiskřivě zářící v průhledu. Ale také díky tomu, že má dostatečně vysoký lesk a lom světla, mechanickou a tepelnou odolnost a dokonalou průzračnost.

Přestože granáty krystalují v krychlové soustavě, tak nemají přesný krystalový tvar, ale povětšinou tvoří tzv. dvanáctistěn kosočtverečný. Nejčastěji se vyskytují v nepravidelných zrnech s drsným povrchem a lasturnatým lomem.

Granáty patří do rozsáhlé skupiny křemičitanů s podobnými vlastnostmi, tedy podobným chemickým složením a stejnou strukturou. Všechny granáty jsou podvojně křemičitany (tedy křemičitany dvou kovů, dvojmocného a trojmocného). Obecně platným vzorcem je $X^3Y^2(SiO_4)^3$.

Hlavní skupiny granátů jsou:

- hlinité granáty (pyrop, almandin, spessartin, grosuár)
- chromité granáty (hanbit, uvarovit)
- železité granáty (andradit, calderit) [4]

Tvrдость českého granátu se podle Mohsovy stupnice tvrdosti pohybuje na stupni 7 1/4 (křemen má tuto tvrdost na stupni 7, topaz na stupni 8). Mezi další důležité vlastnosti granátu patří, že jsou odolné vůči kyselinám i louhům a snesou vysoké teploty.[5]

2. 1 Původ granátu

Domovskou zemí pyropu, z pohledu šperkařského kamene, jsou Čechy. Zde, z tohoto důvodu hledán a těžen již několik století. Hlavní naleziště byla v okolí Českého středohoří, Kolína nad Labem a Podkrkonoší, přičemž nejbohatší na ložiska českého granátu byly oblasti poblíž obcí Třebenice a Podsedice. V pozdější době byly pyropové šterky vyváženy do zahraničí a díky tomu si kámen získal název český granát (původně nazývaný Granati Bohemici).

Chemické složení pyropu je křemičitan hořečnato-hlinitý $Mg^3Al^2(SiO_4)^3$. Název je odvozen z řeckého slova „pyropos“, ohnivý. Značí to jeho ohnivě prosvítající červené zabarvení, které je způsobeno příměsí chromu (toho je v pyropech od 1 do 7 váhových %).

Za matečnou horninu českého granátu – chromového pyropu, je brán pyroxenický pyropový peridotit, nazývaný také pyroponosný hadec. Nachází se v geologickém podloží Českého středohoří, v horninových komplexech zemské kůry, které sahají až do hloubky 35 km.

Vznik matečných pyropových peridotitů zasahuje daleko do minulosti geologického vývoje zemského povrchu. Jsou to horniny vykrytalizované z bazické silikátové taveniny (bohatá na hořčík, železo a chrom), která pronikla z hlubších částí zemského svrchního pláště do hornin zemské kůry. A zde utuhla nebo byla vytlačena horotvornými ději blíže k povrchu zemskému. K vzniku českého granátu, tedy matečných pyroponosných peridotitů, pravděpodobně došlo před více než půl miliardou let. Na povrch se dostaly třemi ději, tektonickými pohyby, mladší sopečnou činností a snižováním zemského povrchu erozí a denudací. Přesné stáří těchto hornin není doposud známo. [6]

2. 2 Těžba českého granátu

Těžba tohoto kamene sahá daleko do minulosti. První zmínky o této těžbě pocházejí z roku 1547 (pyropy těžené v jihozápadní části Českého středohoří).

Prvotní hledání probíhalo formou primitivního hledání a sbíráním na povrchu polí, povětšinou z ornice a za deště. Tento způsob se udržel až do 20. století. Z důvodu malé produktivity bylo zahájeno hloubení obdélníkových nebo kruhových šachtic, které sahaly až na hranici jílu, který vytváří pro pyroponosné šterky nepropustnou hranici. Zpočátku šterky vynášeli dělníci na zádech nebo v koších po žebříku. Vytěžený šterk bylo nutno vytřídit, to probíhalo pomocí sít, tzv. říčic a struněnek. Vytříděná granátová zrna se dále čistila plavením ve vodě a rýžováním se oddělovala od zbytků šterku.

Až v druhé polovině 20. století nastala modernizace v podobě vibračních třídičů, vodních praček a později se tato technika ještě více modernizovala. [2]

2. 3 Historie českého granátu

Český granát se pravděpodobně nacházel již ve středověku, ale zprávy o něm se nedochovaly nebo jsou velmi nejasné. První zmínky pochází z 16. století. Kamenu se v té době říkalo Karbunkul.

Roku 1576 se římským císařem stává Rudolf II., který si granát velmi oblíbil a zařadil ho do mineralogických sbírek, které byly ve své době proslulé po celé Evropě. Císařův tehdejší správce sbírek a osobní lékař Anselmus Boetius de Boot se začal o granát zajímat a poprvé ho nazval Granati Bohemici, tedy český granát. Praha se za Rudolfovy vlády stávala jedním z nejvýznamnějších měst, císařským sídlem, a císař nashromáždil obrovské umělecké sbírky, kde bylo i mnoho uměleckých předmětů zdobených granáty. Bohužel se po jeho smrti a hlavně za třicetileté války většina sbírek rozkradla.

Rudolf II. založil kromě jiných řemeslných center i centrum na zpracování drahých kamenů a začal budovat brusírny. Tehdy se už začínali brusiči specializovat, kromě řezačů granátů byli například i řezači diamantů nebo řezači rubínů. Rudolf dokonce nechal postavit vlastní dvorskou brusírnu a dvorní kamenáři a brusiči se tak dostali do nově obnoveného a zařízeného Císařského mlýna, který se nacházel na konci Královské obory v Bubenči. Tam měli i speciální vybavení na broušení a vrtání českých granátů. Za této doby je v Praze známo kolem 42 kamenářů.

Po roce 1620, kdy začaly upadat řemesla, brusičské umění nezaniklo, ale brusiči začali odcházet do ciziny a mimo Prahu a to hlavně do míst, kde bylo dost suroviny. Tak začal rozvoj turnovských kamenářů a město se v 17. století stalo významným střediskem. Zakládali zde nové cechy a bratrstva, která měla přísná pravidla. Z důvodu velké konkurence přijímali turnovští kamenáři nejrůznější technické novinky, čímž se udržovali na špici produkce. Velký rozvoj brusičství nastal v 19. století. Značný rozmach granátových šperků dovozoval zvyšovat počty řemeslníků a vynalézat nové tvary zboží. Z důvodu stále stoupajícího zájmu o granátové šperky se v Turnově roku 1884 zakládá škola. Vyučuje se zde nejen broušení různých kamenů, ale i jejich další umělecké zpracování. Postupem času se zavedlo několik dalších oborů.

Na přelomu 19. a 20. století začíná zájem o granátové výrobky a šperky upadat, a tím i brusiči hledají nová uplatnění. Až v padesátých letech 20. století, díky zahraniční

poptávce po českém granátu, vzniká v Turnově družstvo Granát, které funguje dodnes.
[4]

2. 3. 1 Historie granátového šperku

Velmi ojedinělé je, jak velkou oblibu si získal český granát v lidových špercích, jak moc se rozšířil v lidových vrstvách a jak dlouho už slouží k zdobným účelům.

- První zmínky o granátovém šperku jsou z 16. století. Ovšem dochovaných šperků z této doby je velmi málo.
- V baroku se začíná rozšiřovat užívání ke zdobení liturgických nádob, kde temně rudá barva měla symbolizovat zpodobnění Kristovy krve (např. Lobkovická monstrance z roku 1673, se 192 granáty). Dále se v tomto období začaly české granáty objevovat i na liturgických rouchách, kde byly našívané nebo klenotnický vsazované.
- V 2. polovině 18. století začal platit zákaz vývozu nebroušené granátové suroviny, a to mělo vliv na vznik české granátové industrie a její rychlý rozvoj. V souvislosti s tím se rozmohlo domácí broušení granátů, které ovlivnilo vývoj lidového šperku.
- V 19. století přispěl k oblibě granátového šperku rozvoj lázeňských měst (Karlovy Vary, Teplice), které hojně navštěvovali cizinci, kteří šperky obdivovali a kupovali. Tehdy byla k rozvoji důležitá i cenová dostupnost a také rozšíření do speciálních obchodů v zahraničí.
- Za doby trvání empíru se obnovila obliba filigránu a granulace. Vhodným příkladem z tohoto období je souprava Ulriky von Levetzow (obrázek 5). Dalším charakteristickým šperkem je brož a do obliby přicházejí i korunky vlasových hřebenů a čelenky. Ke konci 19. století industrie ustává a přechází se k reprodukci starých vzorů šperků.
- Období secese dává vzniknout granátovým šperkům, které navazují na tradiční granátnickou práci s využitím granátu jako skupinového kamene. Z této doby není mnoho dochovaných šperků.

- Teprve po II. světové válce začínají být snahy o povznesení výtvarné úrovně granátového šperku. V souvislosti se světovými výstavami se realizují návrhy předních výtvarníků té doby, prof. Nušla, prof. Soukupa nebo ak. soch. Aleny Novákové.
- V 2. polovině 20. století se začala pořádat sympozia spojená s uplatněním českého granátu, do kterých se zapojilo mnoho výtvarníků a vznikly tak velice zajímavé práce. [6]



Obrázek 5: Souprava Ulriky von Levetzow [7]

2. 4 Techniky granátového šperku

Jde o techniky výroby granátového šperku. Některé techniky se užívají po staletí, jiné se užívají jen málo, ale vždy se jedná o způsob usazení kamene do šperku.

Velká výhoda českého granátu je, že vypadá velmi dobře usazený ve zlatě i ve stříbře. I v dnešní době se k výrobě šperků využívá obou drahých kovů.

Velmi důležitý fakt je, že český granát patří mezi skupinové kameny, to znamená, že jeho kvality se uplatňují v jeho sdružování, které také násobí účinnost barvy a světla. Toto zvláštní specifikum se může uplatňovat díky stejné barevnosti, kterou kameny mají. Tímto sdružováním se vlastně nahrazuje velikost jednotlivých kamenů, která je velmi malá. Příkladem mohou být některé typy náušnic (obrázek 6).



Obrázek 6 [7]

Určitou zajímavostí je, že většina granátových šperků obsahuje centrální, značně větší kámen. Vzhledem k tomu, že v Čechách se takto velké kameny vyskytují velmi zřídka, používají se kameny cizí. Často to bývá granát indický nebo tyrolský.

Při technice používané k výrobě těchto šperků tvoří kov jen základní konstrukci a slouží pouze k uchycení granátů. Mezi běžné techniky, využívané k výrobě granátového šperku patří:

- technika carglová – z obrubní, zvaných cargle, se vytvoří požadovaný tvar, do kterého se vsazují granáty (nejvhodnější jsou kameny ve tvaru roset)
- technika nýtková – z kulatého drátku se nastříhají drobné nýtky a postupně se připájí k osazně, do začištěné osazny se vyvrtají otvory (ažury), do nichž se vsadí kameny
- technika zrnková – je založena na stejném principu jako předchozí, rozdíl je v tom, že nýty se zasazují a pájí do předem vyvrtaných otvorů [4]

Český granát a granátový šperk je stále užívaný pojem a je chráněn Úřadem průmyslového vlastnictví pod označením původu, pod číslem 80 „Český granát“ a pod číslem 81 „Český granátový šperk“. [5]

2. 4. 1 Granátové výbrusy

Několik staletí bylo broušení těchto kamenů pouze ruční prací, což bylo velmi pracné. Jako první byla jen ohlazená a vyleštěná zrna, ta se provrtávala a navlékala nebo našívala. Poté se granáty brousily do tvaru hlazených rovných dvou plošek, kde na obvodě zůstal přírodní povrch kamene. Postupně se začal obušovat obvod a velkým pokrokem byl přechod od hladkých výbrusů k fasetovaným. Tyto malé plošky byly nejprve zcela nahodilé, ale postupně se začaly orientovat do pravidelných linií, a to z důvodu větší efektivity. V 30. letech 20. století se zavádí broušení strojové. To se skládalo z několika strojů a úkonů, které po sobě následovaly.

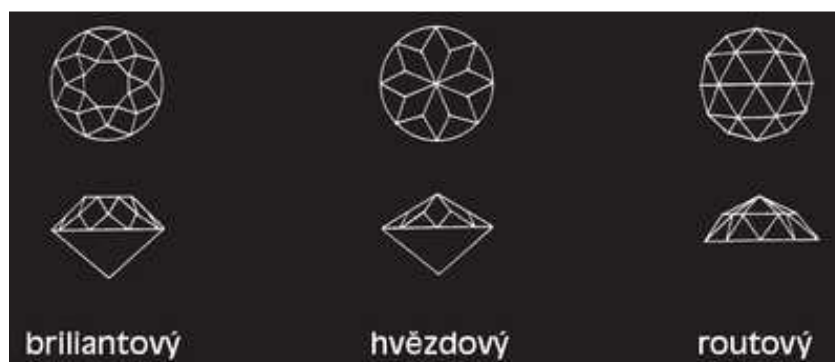
- Stroj tmelící
- Stroj přetmelovací a odpalovací
- Stroj tvarovací (rondelovací)
- Stroj brousící
- Stroj leštící

Nejčastější typy výbrusů (obrázek 7):

- čočkovec (kabošon) – hladký výbrus, který má vypouklou horní část. Spodek je nejčastěji rovný.
- Routa (rozeta, růžice) – fasetovaný kámen, který vychází tvarem z čočkovce. Spodní hrana je rovná, ale na vrchní jsou trojúhelníkové fasety uspořádány do tří, pěti, nebo i více řad. Tohoto výbrusu se používalo hlavně pro diamanty a granáty, a to v nejstarších typech šperků, kde se granáty zasazovaly do drahých kovů pomocí tzv. carglové techniky.
- Fasetovaná kulička – patří mezi nejstarší typy výbrusů. Dříve byly fasety nepravidelné, později byly rozloženy v pravidelných liniích a hotový kámen tak byl dokonale symetrický.
- Hvězdový výbrus – nejčastěji využívaný pro všechny typy granátů. U menších kamenů je vršek i spodek stejný, ale od velikosti 2 mm je nahoře o čtyři fasety více. Tento výbrus byl od konce 19. století nejvíce využívaný.
- Brilantový výbrus – nejefektivnější výbrus všech dob. Velmi dlouho se vyvíjel a dnes existuje několik variant. Vršek obsahuje tabulku a daný počet přesně umístěných faset, mezi vrškem a spodem je úzký lem, rundysek.

Nejběžnější tvar pro všechny typy výbrusů je kulatý. Další mohou být ovál, pantlok neboli slza, ažur, roháček, naveta, štítek a jiné.

Vzhledem k velikosti granátů byly výbrusy vymyšlené tak, aby co nejvíce šetřily surovinu a využily ji do co nejvhodnějšího tvaru. Nejkomplikovanější bylo vybroušení fasetované kuličky s několika řadami plošek, což zvládali jen nejlepší brusiči. [7]



Obrázek 7: Typy výbrusů [5]

2. 5 České granáty ve skle

Stejně jako české granáty, tak i české sklo může reprezentovat naši republiku, protože oboje jsou do jisté míry českými symboly.

První pokusy o kombinaci granátů a skla se uskutečnily v roce 1977 ve sklárně Škrdlovice na Moravě. Šlo o realizaci tematického úkolu, zadaného družstvem Granát Turnov. Zadáání bylo využít jemná granátová zrna pro výrobu upomínkových předmětů. Tehdy se jednalo o nevyužitelnou surovinu (broušené šperkové granáty jsou limitovány velikostí a plochostí, nehodící se surovina měla stále vysokou hodnotu a hromadila se), kterou bylo třeba zhodnotit. Těchto prvních pokusů se zúčastnili Ivan Turnovec, sklářská výtvarnice Jiřina Žertová a částečně i její manžel a geolog Bedřich Žerta. Při zalití zrn sklovinou se ukázalo, že pyrop si i po vychlazení zachovává červenou barvu, ve sklovině je usazen pevně a nevzniká zde výrazné vnitřní pnutí. Dále se zjistilo, že k destrukci zrn dochází až při teplotách kolem 1200 stupňů Celsia, destrukce je přeměnou na spinelovou fázi a vzniknou popraskaná rezavě hnědá zrna.

Jako optimální se ukázala obyčejná sodnodraselná sklovina. Pyropy i toto sklo mají podobnou dilataci, takže díky tomu nedochází k praskání výrobku při chlazení a to ani v případě silnostěnných výrobků. Technologicky ověřeno bylo zatavování povrchové.

Z důvodu tehdejšího nezájmu družstva Granát o realizaci, nebyla tato technologie řadu let využívána. Ke změně došlo až v polovině devadesátých let. Později i družstvo Granát nechalo vzorovat skleněná těžítka a k těm postupně přibývaly další vzory a výrobky. Zájem o tyto výrobky se začal zvyšovat a tím se i začal rozšiřovat sortiment.

Dnes se tato technologie stále využívá a kromě sklářů s ní pracují i někteří šperkaři. [8]

2. 6 Záměna granátů

V klenotnickém prostředí může snadno vzniknout záměna granátů, vzhledem k barevné podobnosti. Barevně se někdy plete granát a almandin s rubínem a spinelem (záměna se spinelem bývá velmi obtížně rozlišována).

Další problém bývá dvojice granát a skleněná imitace. V tomto případě pomáhá k určení stanovení tvrdosti nebo určení indexu lomu. Při zjišťování druhu granátu je potřebné rozlišovat více fyzikálních vlastností. Jako nejlepší se jeví zjištění indexu lomu.

Stejně jako v historii, k úmyslným, ale často i neúmyslným záměnám dochází i dnes. Mnoho rodově dědičných šperků může být ve skutečnosti v podstatě jen bezcenné sklo. Někdy může imitaci naznačit nižší cena, za normálních okolností je laickým okem bohužel nerozeznatelná. [6]

3. Materiály a technologie

V této kapitole budou stručně popsány a vysvětleny všechny jednotlivé materiály, které jsou použity v bakalářské práci.

3. 1 Sklo

Jde o jednu z nejstarších surovin, používanou po staletí.

3. 1.1 Historie skla

Počátky skla sahají až do historie 5000 let před naším letopočtem a to do oblasti nynější Sýrie. Další zmínky jsou staré asi 3000 let a pocházejí z Egypta. Velký přelom byl na počátku našeho letopočtu a to vynález sklářské píšťaly.

U nás se první zmínky o výrobě skla pohybují kolem 16. století, tehdy se čeští skláři snažili vyrovnat sklu benátskému. Tehdy šlo pouze o ruční výrobu a topilo se výhradně dřevem, později hnědým uhlím. V polovině 19. století se začíná rozvíjet sklářský průmysl a postupně dochází k modernizaci a výrazné automatizaci technologií. Díky tomu vzniká i automatická výroba taženého a litého plochého skla, výroba obalového skla, technického a nakonec i užitkového. Toto odvětví se stále vyvíjí a zdokonaluje. Velmi populární a běžné je použití skla v architektuře. Dále se v poslední době velmi rozvíjí i užitkové a umělecké sklo. [9]

3. 1. 2 Definice skla

Sklo je homogenní amorfnní látka bez pevného bodu tání. V podstatě je to pevný materiál, který je odolný vůči opotřebení. Má velké povrchové napětí a špatně odolává teplotním rázům. Roztavená viskózní sklovina se prudce zchladí, a tudíž nestihne vytvořit krystalickou mřížku.

Sklo je založeno na struktuře oxidu křemičitého. Základem každého oxidového skla je čtyřstěn neboli tetraedr (trojboký jehlan).

Skla se dělí na jednosložková (křemenné sklo), dvousložková (sodnokřemičité sklo, borokřemičité, sodnodraselné) a vícesložková skla (sodno vápenato křemičité sklo). Během výroby skla se používá asi 40 chemických prvků. [9]

3. 1. 3 Hlavní sklářské suroviny

Suroviny, vnášejí sklotvorné oxidy:

- tvoří základ struktury skla
- oxid křemičitý SiO_2 , oxid boritý B_2O_3

Suroviny, vnášejí oxidy alkalických kovů (taviva):

- teplotu tavení a usnadňují tavení
- oxid sodný (soda), oxid draselný (potaš)

Suroviny, vnášejí oxidy stabilizující:

- zpevňují strukturu, zvyšují chemickou odolnost
- oxid vápenatý, oxid hořečnatý, oxid olovnatý, oxid barnatý

Barvicí suroviny:

- umožňují barvení i odbarvení skla
- iontová, molekulární, koloidní
- sloučeniny niklu, kobaltu, chromu, železa, selenu, síry...

Kalící suroviny:

- sloučeniny, které způsobují zákal
- krystalické, kapénkové a plynné zákaly
- sloučeniny fluoru, fosforu

Čeřící suroviny:

- zbavují sklovinu plynů a bublin a zároveň ji promíchávají
- čeřiva síranová, oxidační

Urychlovače tavení:

- usnadňují a urychlují tavení
- fluoridy, chloridy, sírany

Sklářské střepy:

- úspora energie a materiálu, urychlení tavení
- technologický odpad, vadné výrobky, sběrné sklo

Sklářský kmen:

- zhomogenizovaná směs sklářských surovin v přesných podílech [9]

3. 1. 4 Technologie (sklo)

Technologií, které se používají při výrobě a zušlechtní skla, je mnoho, a proto zde budou vyjmenovány jen ty, které se využijí v bakalářské práci.

3. 1. 4 Tavené sklo

Jde o sklo tavené do formy, kdy se může jednat o téměř jakýkoli tvar a kdy velikost objektu je omezena velikostí tavící pece.

Jako první se vyrobí forma podle modelu, který je nejčastěji voskový nebo hliněný. Směs na formu se skládá ze sklářského písku a sádry v poměru 2:1, doplněné vodou. Pro zpevnění je forma ještě vyztužena pletivem. Po vyjmutí modelu se forma nechá schnout, což může trvat i několik týdnů, podle velikosti formy.

Další část je tavení. Do již vyschlé formy se naskládá potřebné množství skleněných střepů a celá forma se dá do tavící pece. Tavení může trvat až několik měsíců, ale u drobnějších forem to bývá kolem 7 – 10 dnů, kdy nejdelší část bývá chlazení. Délka i způsob tavení je závislý na nastavení tavící křivky, která má svá přesná kritéria.

Po utavení se forma rozbije a objekt se dále opracovává.

3. 1. 5. 1 Broušení

Broušení skla se řadí mezi mechanické zušlechtní. Jde o úpravu povrchu skla, při které se odebírají nerovnosti, a povrch skla se takto snižuje. Při broušení se sklo opracovává velkým množstvím zrn brusiva. Podle hrubosti těchto zrn se broušení dělí na hrubé (rychleji odebírá materiál a povrch skla zůstává hrubší) a jemné (odebírá méně materiálu a povrch je jemnější).

- Broušení hodinářské - horizontálně umístěný litinový kotouč
 - probíhá za rychlých otáček a za přívodu s vodou
 - jako brusivo se používá karborundum (sloučenina křemíku a uhlíku) a elektrokorund (oxid hlinitý v 6třečné modifikaci)

- Broušení kuličské - vertikálně umístěný kotouč z vázaného brusiva
 - za rychlých otáček a přívodu vody dochází k obrusu skla a ubírání brusiva
 - nejčastěji se používají karborundové, elektritové, diamantové, gumové...

Kvalita a rychlost obrusu je ovlivňována několika faktory. Především jde o mechanické vlastnosti brusiva (pevnost, křehkost, tvrdost, zrnitost...), množství brusiva, rychlosti brusného kotouče a tlaku. [10]

3. 1. 5. 2 Leštění

Leštění také patří k mechanickému zušlechtní, kterým se získá hladký, lesklý povrch. Pracuje se na stejných strojích jako u broušení, ale s použitím jiných materiálů (kotouče, leštící materiály). Leštění bývá používáno jako závěrečná úprava povrchu. Princip leštění je v chemickém jevu. Na povrchu skla vzniká velmi tenká vrstva gelu kyseliny křemičité, která je postupně odplavována. Vše probíhá za použití leštící suspenze.

Leštící kotouče bývají nejčastěji plstěné, polyuretanové, korkové (dříve se používaly převážně dřevěné kotouče).

Leštiva se dělí na přírodní a umělá a nejčastěji se používají pemza, tripolit a cerox (oxid ceričitý), který je nejdražší a využívá se k závěrečnému leštění do vysokého lesku.

Kromě mechanického leštění se podle potřeby používá také leštění chemické a tepelné. [10]

3. 2 Kovy

U kovových materiálů je vždy hlavní prvek kov – Fe, Cu, Al... Jelikož nelze vyrobit úplně čistý kov, v podstatě vždy se jedná o slitinu více kovů nebo slitinu kovů s nekovy.

Kovy patří mezi důležité a universální technické materiály. Jejich univerzálnost je dána velkou rozmanitostí vlastností, kterých mohou nabývat. [11]

3. 2. 1 Vlastnosti kovů

Mechanické a fyzické vlastnosti kovových materiálů jsou různorodé a v dost širokých mezích se mění. Některé vlastnosti jsou ale společné celé skupině.

- Tvárnost (kujnost), jde o schopnost kovů trvalé deformace, která je důležitá pro zpracování do požadovaných tvarů. Tuto schopnost mají různé kovy za různých teplot.
- Elektrická a tepelná vodivost, kovy jsou dobré tepelné i elektrické vodiče. Jde o důsledek elektronové struktury kovů.
- Kovový lesk, i tato vlastnost velmi úzce souvisí s elektronovou strukturou. [11]

3. 2. 2 Rozdělení kovových materiálů

Kovy se dělí na kovové kompozity a slitiny.

- slitiny železných kovů – oceli, litiny
- slitiny neželezných kovů
 - slitiny lehkých kovů (Al, Mg, Ti)
 - slitiny kovů s nízkou teplotou tání (Pb, Zn, Sn)
 - slitiny kovů se střední teplotou tání (Cu, Ni, Co)
 - slitiny kovů s vysokou teplotou tání (W, Mo, Zr)
 - slitiny ušlechtilých kovů (Ag, Au, Pt) [11]

3. 2. 2. 1 Mosaz

Jedná se o slitinu mědi a zinku (asi do 45 %) a v mnoha případech i dalších legujících prvků, například Si, Pb, Al, Ni... Tato slitina má hustotu 8400 až 8700 kg.m⁻³ a teplotu tání 850-920°C. Mechanické vlastnosti zde závisí na obsahu zinku a tedy i pevnost vzrůstá s rostoucím obsahem zinku. Mosazi se zpracovávají tvářením a i odléváním.

Mezi specifické mosazi patří:

- tombak – obsah zinku je maximálně 20 % (díky tomu má i žlutější zbarvení)
- niklová mosaz - také alpaka, pakfong...
- používá se jako náhrada stříbra
- cínové mosazi
- hliníkové mosazi
- a další

V dnešní době se díky svým chemickým a fyzikálním vlastnostem využívá v mnoha oblastech průmyslu. [11]

3. 2. 2. 2 Stříbro

Jedná se o bílý kov o hustotě 10,5 g/cm³ a teplotě tání 960°C. Mechanické vlastnosti má stříbro velmi nízké, a proto se mohou zlepšovat přísadami různých kovů. Velmi důležitá vlastnost je elektrická vodivost, kterou má stříbro nejvyšší ze všech kovů (106% vodivosti mědi).

Časem se na povrchu ztrácí kovový lesk a kov tmavne, což je příčina reakce se sirnými sloučeninami. Kvůli zvýšení tvrdosti, pevnosti a otěruvzdornosti se v klenotnictví někdy využívají slitiny stříbra, mědi a dalších kovů, například Zn, Pt... Tento velmi tvárný kov je možné vytepat až na fólii o síle zlomku milimetru. [11]

3. 2. 3 Technologie (kovy)

Zde budou popsány jednotlivé použité technologie.

3. 2. 3. 1 Pájení

Jedná se o vzájemné spojení dvou kovů vzniklé díky přídavnému kovu, pájce, která má nižší teplotu tání než spojované materiály. Pájený spoj vznikne díky adhezi mezi pájkou a spojovaným materiálem, který musí být očištěn.

- Měkké pájky - mají poměrně nízkou pevnost a teplota tání je pod 500°C
 - slitiny Pb-Sn
- Tvrdé pájky - mají vyšší teplotní nároky a teplota tání je vyšší než 500°C
 - pájky na bázi stříbra, slitiny Al-Si

K pájení se používá tavidlo, což je přídavný materiál, který slouží k odstranění nečistot, zejména oxidů, z povrchu spojovaných materiálů. Také brání další oxidaci kolem spoje. [11]

3. 2. 3. 2 Galvanické pokovování

Jedná se o povrchovou úpravu, která zanechává kovovou nebo slitinovou povrchovou vrstvu. Tato vrstva zvýší odolnost vůči korozi a dosahuje požadovaného vzhledu (zároveň může sloužit i jako podklad pro další vrstvy). Galvanické vrstvy vznikají elektrolýzou vodních roztoků iontů příslušných kovů.

Často se tímto procesem postříbřují a pozlacují levnější kovy. Mezi běžné druhy těchto vrstev patří mosaz, měď, staroměď, staromosaz, nikl, zinek, zlato, stříbro, starostříbro, platina a další. [11]

3. 2. 3. 3 Ostatní technologie

Mezi ostatní použité technologie řadíme doplňkové práce, které jsou při výrobě šperků nezbytné a zabírají značnou část pracovního času. Opět jsou zde uvedeny pouze ty technologie, které byly využity k výrobě bakalářské práce.

Technologie:

- Ruční řezání, za pomoci lupenkové pilky.
- Vrtání, na stojanové vrtačce.
- Pilování, jehlovými pilníky různých profilů a velikostí.
- Smirkování, za pomoci smirkových papírů několika hrubostí.
- Leštění, v bubnové leštičce a na leštících kotoučích.

4. Realizace

Při realizaci práce jsem jako první hledala inspiraci a zabývala se hlavně českým granátem, jeho vlastnostmi, což je již popsáno na začátku práce.

4. 1 Prsteny

Při určování vhodných materiálů, bylo od začátku jisté, že hlavní materiál na výrobu prstenů bude kov, nejlépe kov bílý. Zároveň jsem věděla, že práce bude zhotovena z drátů a trubiček různých průměrů a délek.

S použitím stříbra jsem počítala, ale nebyla jsem si jistá, zda stříbro použiji na vše. Vzhledem k tomu, že se stříbrem jsem do této doby nepracovala a neměla jsem s ním tudíž žádné zkušenosti, zkoušky jsem začala dělat z jiných materiálů.

Prvním kovem byla nerez. Tento materiál jsem po prvotních zkouškách zavrhla. K práci bylo nezbytné pájet k sobě dráty po celé délce, a to se v případě nerezky ukázalo jako velmi těžce splnitelné. Další problém byl v tvrdosti, kdy se už 1.2 milimetru tlusté dráty velmi těžce ohýbaly.

Jako druhý materiál jsem si vybrala alpaku. Zde se vyskytl další problém a to, že alpakové dráty a trubičky se nepodařilo sehnat v potřebných průměrech. I tento materiál jsem nakonec musela zamítnout.

Jako třetí a konečný materiál jsem si vybrala mosaz. Tento kov je sice žlutý, ale výhodou bylo, že s ním mám již zkušenosti z dřívějších prací. Zároveň není těžké sehnat v tomto materiálu mnoho trubiček, což bylo k mé práci podstatné. Z mosazi jsem tedy dělala všechny zkoušky.

Dlouho jsem se zabývala tvarem jednotlivých prstenů. Nakonec jsem se rozhodla vycházet ze dvou základních geometrických tvarů, čtverce a kruhu a tedy vyrobit i dvě sady prstenů.

U první série prstenů, která se skládala z rovných fragmentů drátů a trubic, skládaných a geometricky řazených a skládaných, jsem se rozhodla u mosazi zůstat. Tloušťka drátů se zde pohybovala od 1.5 mm do 3 mm a průměr trubiček od 2 mm do 4

mm. Jednotlivé části k sobě byly pájeny pomocí stříbrné pájky. Po zhotovení byly prsteny začištěny pomocí pilníků, smirkových papírů a bubnové leštičky. Poté jsem prsteny nechala galvanicky pokovit na starostříbro. Nakonec byly do trubiček vlepeny české granáty, pomocí dvousložkového lepidla.

Stříbro jsem použila u druhé série prstenů, která již neobsahovala trubičky a celá byla situována do kruhových a oblých tvarů, které se také různě překrývají a řadí. Tato sada je tvořena z tenčích drátů, v průměrné tloušťce 1.2 mm, takže celkově působí jemněji a subtilněji. U prstenů byly použity stejné techniky, jako u předešlé sady. Vzhledem k velikosti, váze a faktu, že oblé tvary se nezachytí za oblečení, jsou prsteny mnohem více vhodné na denní nošení. Do těchto prstenů jsou české granáty vleповány mezi jednotlivé dráty, ale převážně jsou ponechány čisté, bez kamenů.

U prstenů, které nejsou zdobeny granáty přímo, vzniká tato kombinace až po spojení prstenu se šperkovnicí. Teprve tehdy se v těchto prstenech kameny objeví.

4. 2 Šperkovnice

Šperkovnice byla od začátku součástí bakalářské práce. Měla být doplňkem pro prsteny, jejich součástí. U ní jsem chtěla využít zatavování kamenů do skla. První byly tedy materiálové zkoušky. Přesněji, jak se chovají kameny ve skle během tavení a následných zušlechťovacích procesech. Zjistila jsem důležité informace, a to, že některé kameny během tavení propadnou až na dno formy a většinou se lehce posunou z původního umístění. Dalším byl mnohem podstatnější fakt, že pokud jsou kameny příliš blízko povrchu skla, a nebo přímo na povrchu, způsobuje to problémy při práci se sklem. Během broušení a následného leštění se v takovém případě ve skle v blízkosti granátů objeví záprasky. Problém to není ani tak mechanický, jako spíš estetický. Z tohoto důvodu jsem se snažila granáty, pokud možno, zatavovat do středů jednotlivých skleněných částí.

Jako další jsem hledala tvar jednotlivých šperkovnic. Od původních návrhů, kde se prsteny navlékaly na vystouplé části, jsem ustoupila, a to proto, že se nehodily ke geometrickému tvarosloví prstenů. Rozhodla jsem se pro jednoduchý systém na základě dřevěné stavebnice. I tento systém vychází z architektury. Spočívá v různě

velkých skleněných kvádrech, které dohromady vytvoří určitý objekt, na který se budou prsteny odkládat.

Při vybírání barevnosti skla bylo hlavní, aby sklo příliš nerušilo prsteny a aby se v něm vyjímaly české granáty. Zvolila jsem tedy převážně křišťál, doplněný o pár barevných kvádrů. Jedná se o lehce zabarvené transparentní sklo, v růžových nebo šedých tónech.

Utavené kvádry bylo po vychladnutí nutné vybrousit do pravidelných kvádrů a poté vyleštit. Některé plochy jsou úmyslně opískované a jiné vyleštěné až do tzv. vysokého lesku. Při veškerém mechanickém opracování jsem použila již dříve zmíněné technologie.

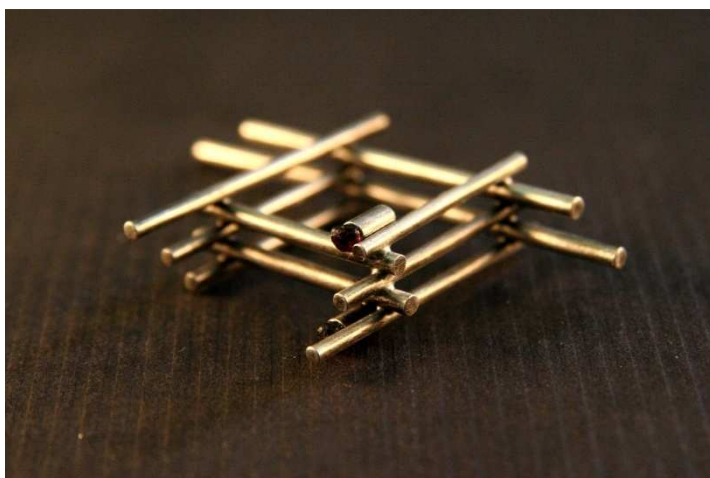
5. Závěr

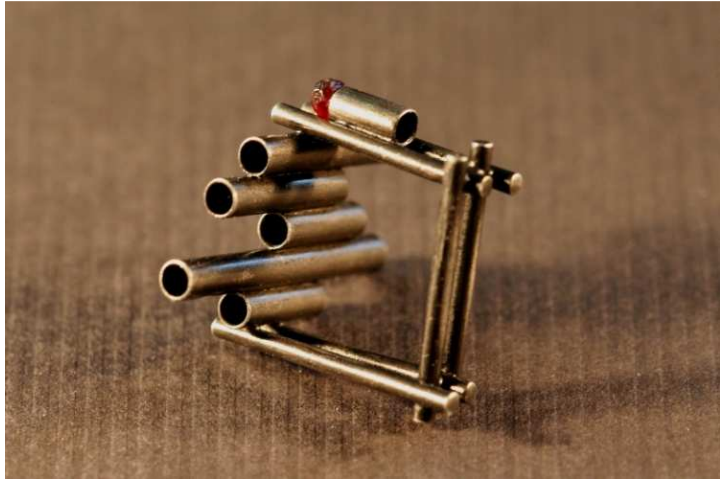
Cílem bakalářské práce bylo vyrobit dvě sady prstenů a k nim patřící skleněné šperkovnice, obojí zdobené českými granáty. I přes menší změny v materiálech práce dopadla vcelku tak, jak bylo původně zamýšleno.

Jediným větším problémem byl fakt, že není mnoho písemných dokumentů, které by se zabývaly studií českého granátu a granátových šperků. Hledání vhodné literatury bylo proto zpočátku obtížné.

Během realizace se ukázalo, že český granát nemusí být nutně broušený, aby měl své šperkařské hodnoty a že krásná barva tohoto kamene vyniká i v surovém stavu.

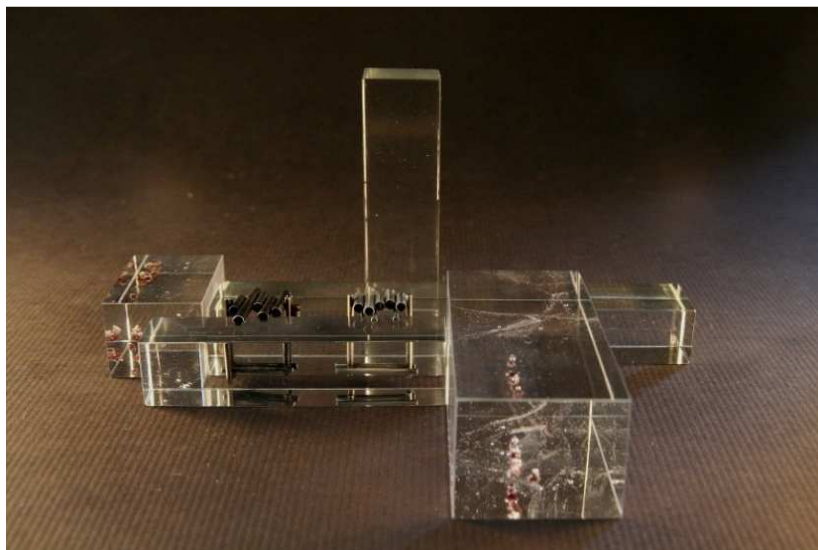
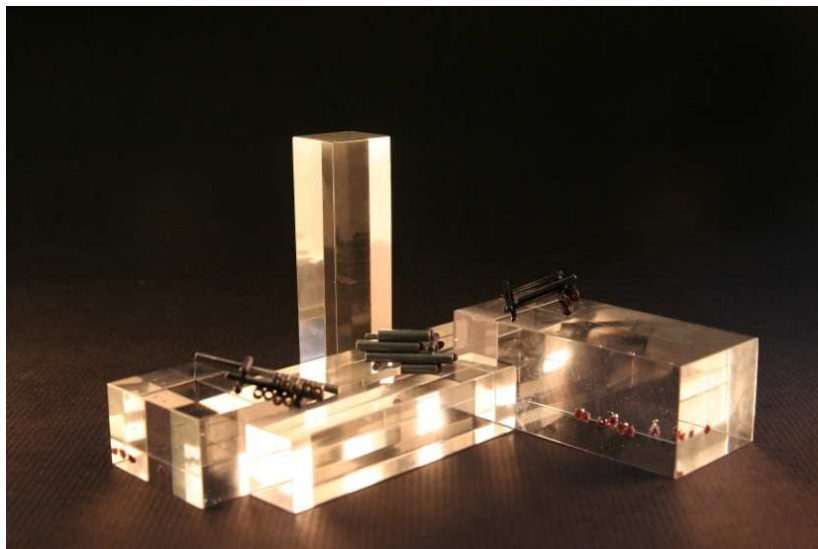
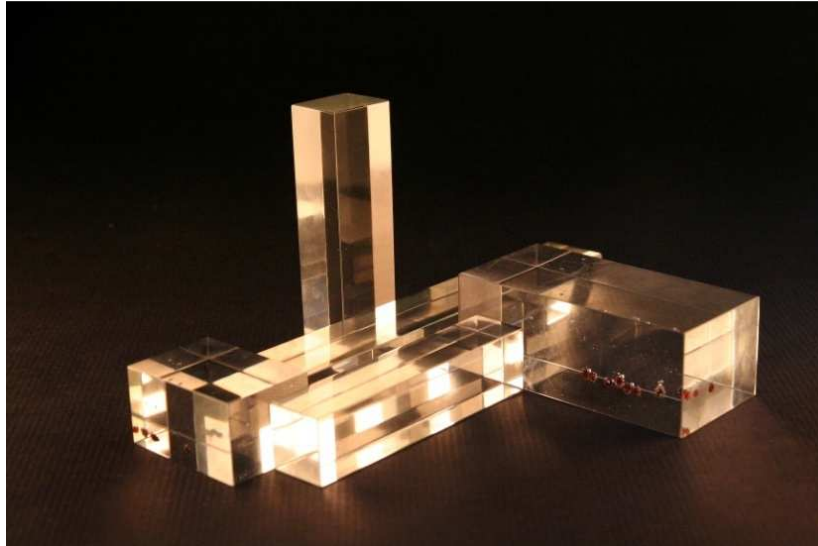
6. Fotodokumentace

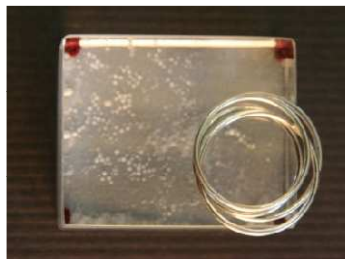
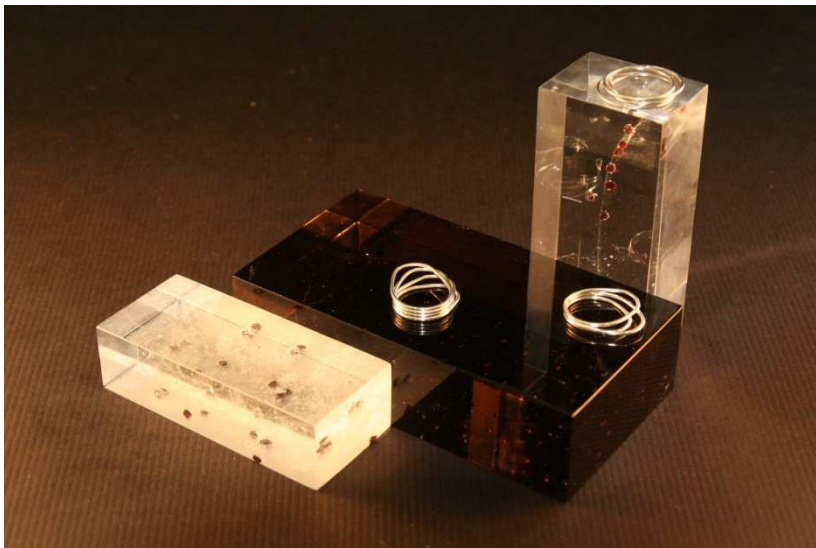
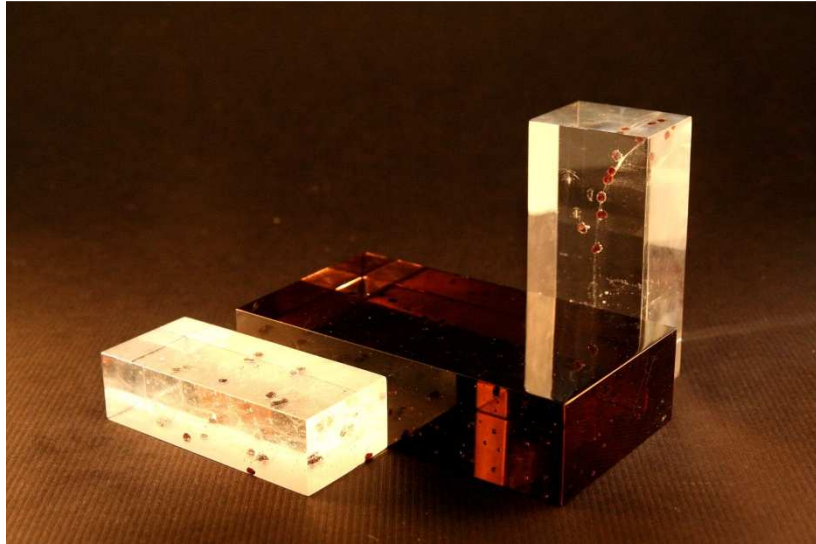












7. Použité zdroje

- [1] Wikipedie, otevřená encyklopedie, Architektura [online] [cit. 2011-04-20]
URL:<http://cs.wikipedia.org/wiki/Architektura#Architektura_v_20._stolet.C3.AD
- [2] KRÍŽOVÁ, A.: Proměny českého šperku na konci 20. Století, Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0920-5
- [3] GALERIA SZTUKI: Srebrne szkoly, Galeria Sztuki w Legnicy 2008.
ISBN 978-83-87304-89-8
- [4] KLEČÁK, J.; HOLÁSEK, O.: Český granát, Ústí nad Labem: Severočeské nakladatelství, 1972.
- [5] Český granát, [online] [cit. 2011-04-20]
URL:<<http://www.drahonovsky.cz/granc.htm>
- [6] KOLEKTIV AUTORŮ: Odborný seminář český granát, Pobočka ČVTS družstva Granát, 1978.
- [7] BOUŠKA, V.; TURNOVEC, I.: Mineralogický symbol Čech – český granát, Drahekam Turnovec, 1996.
- [8] TÁBORSKÝ, Z.: Zpravodaj České geologické společnosti 5 – červenec 2007, Česká geologická společnost, 2007. ISSN 1801-3163
- [9] KLEBSA, V.: Základy technologie skla pro hospodářskou fakultu, Liberec: Technická univerzita, Strojní fakulta, 2002. ISBN 80-7083-556-7
- [10] CABEJŠEK, M.: Zušlechťování skla, Praha: L+P, 2004. ISBN 80-239-4265-4
- [11] VOJTĚCH, D.: Kovové materiály. 1. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006. ISBN 80-7080-600-1

Další použité zdroje

- KOLEKTIV AUTORŮ: Český granát a drahé kameny v ČSSR, Pardubice: Dům techniky ČSVTS, 1983.
- PRINAROVÁ, F.; DEMARTINIOVÁ, E.: 1000 let architektury, Praha: Slovart, 2006. ISBN 80-7209-838-1
- JODIDIO, P.: Architektura dneška, Praha: Slovart, 2008. ISBN 80-7391-088-4
- BERNARD, J. H.; ROST, R. a kol.: Encyklopedický přehled minerálů, Praha: Academia, 1992. ISBN 80-200-0360-6

Wikipedie, otevřená encyklopedie, Prsten [online] [cit. 2011-04-20]

URL: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Prsten>

Wikipedie, otevřená encyklopedie, Pyrop [online] [cit. 2011-04-20]

URL: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrop>