

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

**SEMINÁRNÍ PRÁCE Z PŘEDMĚTU PŘÍRODNÍ
A TECHNOGENNÍ SUROVINOVÉ ZDROJE**

NEROSTNÁ SUROVINA – PYROP



VYPRACOVALA: PETRA PALOVÁ

OBOR: GMT

SKUPINA: GB 213

DATUM: 21.4.2006

Obsah

1 NEROSTNÁ SUROVINA – PYROP	2
1.1 Pyrop ve společnosti granátů	2
1.2 Optické a fyzikální vlastnosti granátů	2
1.3 Nejčastější barevné odstíny granátů	4
1.4 Odrůdy granátů a jejich vzorce	4
1.5 Vznik a výskyt granátů	5
1.6 Použití granátů	6
2 VLASTNOSTI PYROPU	6
2.1 Pyrop a jeho zbarvení	6
2.2 Fyzikální a optické vlastnosti pyropu	7
3 HISTORIE VYUŽITÍ PYROPU	8
3.1 Nejranější historie pyropu	8
3.2 Pyrop v pověrách	8
3.3 Pyrop v historii naší země	9
4 SOUČASNÉ VYUŽITÍ PYROPU	11
4.1 Pyrop ve šperkařství	11
4.2 Pyrop v technice	12
4.3 Napodobování pyropu	13
4.4 Recyklace	13
4.5 Možnosti náhrady	13
5 TYPY LOŽISEK PYROPU A JEJICH VÝSKYT	13
5.1 Vznik a výskyt pyropu	13
5.2 Původ pyropu	14
5.3 Výskyt pyropu u nás	15
5.4 Původ pyropů pod Českým středohořím	17
5.5 Pyrop zarostlý v hadci	18
5.6 Výskyt pyropu ve světě	19
6 SOUČASNÁ TĚŽBA PYROPU	20
6.1 Historie těžby u nás	20
6.2 Způsoby těžby v současnosti	20
6.3 Těžební organizace v ČR k 31.12.2004	21
6.4 Závěr	21
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	22

1 NEROSTNÁ SUROVINA – PYROP

1.1 Pyrop ve společnosti granátů

Pyrop náleží do početné skupiny granátů, jichž je okolo 20 druhů a liší se zejména chemickým složením. Granáty jsou tzv. kubické nesosilikáty, tj. křemičitany krystalující krychlově a vyznačující se poměrně vysokou hustotou struktury. Z toho vyplývá jejich vysoká měrná hmotnost, vysoká tvrdost a index lomu. Patří sem většinou minerály velmi stálé, chemicky a mechanicky nejodolnější (Zamarský a kol. 1990). V některých granátických horninách tvoří podstatnou horninotvornou část. V těžené hornině by jeho obsah neměl být nižší než 10 %. Akumuluje se také ve zvětralinových pláštích a říčních náplavech.

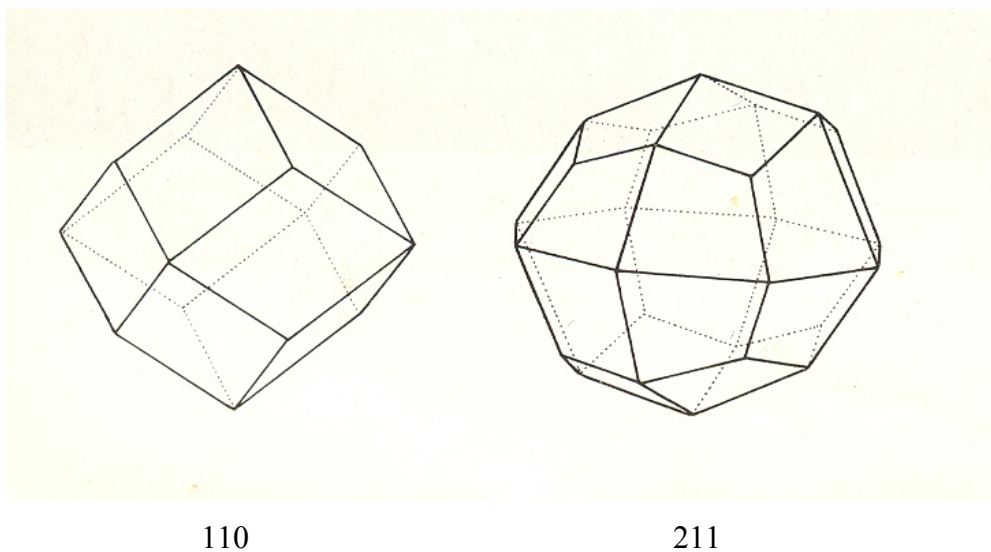
Názvem „granatus“ granáty označil již ve 13. století proslulý německý přírodovědec Albert Magnus, snad podle latinského označení pro zrno (granum) nebo podle červené barvy granátového jablka. Pro převládající červenou barvu byly ve starověku granáty řazeny mezi nerosty označované slovem „carbunculus“ (žhavý uhel) vedle rubínu a červeného spinelu (Tuček, Tvrz 1971).

1.2 Optické a fyzikální vlastnosti granátů

Granáty krystalizují v soustavě krychlové. Jejich krystaly však nemají onen přesný tvar, jak jej všeobecně chápeme, nýbrž tvoří nejčastěji tzv. dvanáctistěny kosočtverečné $\{110\}$ a čtyřiadvacetistěny deltoidové $\{211\}$ – viz. obr. 1. Poněvadž je dvanáctistěn kosočtverečný u granátů hojně zastoupen, dostal dokonce vedlejší pojmenování granátotvar. Dvanáctistěny se vyskytují většinou u granátů z krystalických břidlic a čtyřiadvacetistěny jsou častější v pegmatitech. I zde však mohou být poměrně časté výjimky. Velmi často tvoří granáty v horninách zrnité až skoro celistvé shluky. V náplavech se vyskytují v podobě drobných okrouhlých zrn nebo úlomků.

Tvrdost granátů se pohybuje v rozmezí 6,5 – 7,5 a jsou chemicky i mechanicky velice odolné. Nejsou štěpné, mají však odlučnost (zejména almandin), jejich lom je lasturnatý až tříšťnatý. Index lomu je vysoký, činí 1,7 až 1,8. Průhlednost granátů je závislá závislá na chemickém složení, velikosti krystalu, stupni navětrání a také na obsahu znečištěnin.

Lesk mívají skelný až mastný. Patří mezi tzv. těžké minerály, hustota je udávána v rozmezí od 3,5 do 4,3 a velmi závisí na chemickém složení (nejmenší u pyropu a grossularu, největší u andraditu). Podle chemického složení se mění i jejich barva. Celkově lze však hovořit o převládajících odstínech červené a hnědé. Naprosto rozmanitá je i velikost granátů. Jsou známy granáty, které uvidíme pouze pod mikroskopem, ale i kameny větší než lidská hlava (Gregorová a kol. 2002, Tuček, Tvrz 1971).



Obr. 1 Krystalové tvary granátů. Bouška, Kouřimský (1976).

Poslední, spíše technickou vlastností přisuzovanou jim člověkem, je jejich naprosto rozdílné využití jakožto šperkařského kamene. Navíc si musíme uvědomit, že jednotlivé druhy granátů se ne vždy vyskytují v přírodě „čisté“, ale často se v jediném exempláři mísí i několik granátových odrůd, takže vznikají nové barevně i chemicky odlišné sloučeniny. Granáty jsou rozdělovány na řadu pyralspitu – hlinitých granátů (pyrop – almandin – spessartin) a ugranditu – vápenatých granátů (grossular – andradit – uvarovit), přičemž granáty obou řad se navzájem mísí jen omezeně.

Na granátech je nejpoutavější jejich barva, nejčastěji červená, která je již s představou granátu nerozlučně spjata. Tato představa není však zcela přesná. Pouze dva nejrozšířenější z drahých kamenů granátové skupiny, pyrop a almandin, tuto barvu skutečně mají. U ostatních převládají jiné barvy. S výjimkou modré barvy setkáváme se u granátů se všemi barevnými odstíny podle složení a podle příměsí, takže granáty jsou typickými zbarvenými nerosty.

1.3 Nejčastější barevné odstíny granátů

Zpracováno podle Tučka a Tvrze (1971):

Pyrop – sytě červený (barva holubí krve); ve šperkařství velmi žádaný

Almandin – červený až hnědý s častým charakteristickým nádechem do fialova; pro šperkařské účely se však dá použít jen kámen velmi kvalitní

Spessartin – hnědý až oranžový, v nejčistší formě i žlutý; v drahokamové kvalitě se vyskytuje jen velice zřídka

Uvarovit – jablkově zelený až smaragdově zelený; nejcennější granát

Grossular – nažloutlý, v různých odstínech hnědé, růžový, červený; charakteristické zbarvení je však zelené (tzv. angreštová zeleň); v čistém a kvalitním stavu nalézán jen velice zřídka

Andradit – žlutý, zelenožlutý, zelenohnědý až černý; barva je velice proměnlivá; sám andradit má barvu rezavě hnědou

Obecný granát – velký druh granátu; tvoří různé neprůhledné odrůdy, jejichž barva značně kolísá; nehodí se pro další náročnější šperkařské zpracování

Kromě těchto hlavních typů jsou známy i další četné barevné odrůdy:

Rhodolit – železem zbarvená odrůda pyropu nafialovělé barvy

Hesonit – vzácná odrůda grossularu skořicové barvy (tzv. „skořicový kámen“), ale s příměsí hořčíku a železa

Démantoid – smaragdově zbarvená odrůda andraditu; svou schopností rozkládat světlo na řadu barev připomíná diamant

Melanit – černý a titan obsahující andradit

1.4 Odrůdy granátů a jejich vzorce

Obecný vzorec granátu je $X_3Y_2(SiO_4)_3$, kde místa X jsou většinou obsazována atomy dvojmocných prvků jako Mg, Fe^{2+} , Mn, Ca a místa Y prvky většinou trojmocnými jako Al, Cr, Fe^{3+} a V, vzácněji i Mn, Zr a Ti. Si může být (např. u melanitu) zastoupen Al a Ti (Bernard a kol. 1992). Podle zastoupení různých prvků v pozicích X a Y se rozlišují odrůdy granátu:

Pyrop – křemičitan hořečnato-hlinitý $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$

Almandin – křemičitan železnato-hlinitý $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$

Spessartin – křemičitan manganato-hlinitý $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$

Uvarovit – křemičitan vápenato-chromitý $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$,

Grossular – křemičitan vápenato-hlinitý $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$

Andradit – křemičitan vápenato-železitý $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$

1.5 Vznik a výskyt granátů

V přírodě vznikají granáty v různém prostředí, obvykle však za vyšší teploty, krystalizací magmatu. Vyskytují se především v metamorfitech a pegmatitech, méně jsou zastoupeny v magmatitech a sedimentech. Typickými nerosty, které se tvoří ve společnosti granátů, jsou biotit, muskovit, staurolit apod.

Dokonale plochami omezené krystaly se vyskytují obvykle jen uvnitř horniny. Obecně platí pravidlo, že v rulách a svorech převažuje almandin, v pegmatitech a žulách spessartin, na kontaktech vápenců a granitoidů grossular, ve skarnech andradit a v hadcích pyrop. Poměrně vzácný uvarovit je vázán na výskyty chromových rud. I když toto dělení není vždy spolehlivé, přece je určitým vodítkem, kde lze který granát očekávat. Často se granáty vyskytují v tzv. kontaktních horninách, které vznikají při styku vyvřelin s jinými horninami. Takovým způsobem se tvoří granátovce, kontaktní horniny obsahující převážně granát, pyroxen a magnetovec. Protože granáty vzdorují větrání, setkáváme se s nimi často i v náplavech, které patří nejen mezi první, ale také hlavní současné naleziště granátů - např. pyrop, almandin, grossular (Bernard a kol. 1992).

1.6 Použití granátů

Granát je minerál, který se v přírodě hojně vyskytuje. Ty nejkrásnější a největší exempláře se používají jako drahé kameny, zatímco méně atraktivní a jemnější zrnitostní kousky se využívají v technice.

Vyrábějí se z nich ložiska pro jemné přístroje (hodinky, kompas aj.), rozemleté na jemný prášek slouží jako brusící materiál. V Mohsově stupnici má granát stupeň tvrdosti 7, takže s ním lze brousit širokou paletu povrchů. Jako abraziva se užívají především almandin, méně andradit. Kromě tvrdosti granátu se využívá jeho značná hustota, ostrohranná tříštivost a izometrický (stejnorozměrný) tvar zrn. Tento nerost, který není štěpný, se totiž láme v ostrohranné úlomky s tenkými hranami. Tyto úlomky se opět snadno lámou v nové ostré hrany. Je proto vhodný buď k zhotovení granátových látek a papírů, nebo se zužitkovává přímo v podobě volných zrn při opracovávání tvrdých dřev. Granátových látek a papírů se používá k obrušování nejrůznějšího materiálu, neboť jejich řezací schopnost je 2 až 6krát větší než řezací schopnost křemenného písku. Kromě aplikací jako abrazivního materiálu (zvláště v nábytkářském průmyslu) se vzhledem k tvrdosti, hustotě a inertnosti zvláště hodí k otryskávání a k řezání vysokotlakovým vodním paprskem a jako náplň do rychloprůtokových filtrů ve vodárenství. Zajímavé je využití granátu jako prášku v leštících bubnech, které se používají k leštění polodrahokamů (Harben 2002).

Nejkrásnějším a nejvyhledávanějším granátem pro šperkařské účely je pyrop.

2 VLASTNOSTI PYROPU

2.1 Pyrop a jeho zbarvení

Opravdu nejkrásnější a jistě také nejoblíbenější ze skupiny granátů je pyrop, vynikající nádhernou krvavě červenou barvou, která po vybroušení krásně září. V podstatě jde o křemičitan hořečnato-hlinitý, ve kterém vápník, dvojmocné železo a mangan zastupují zčásti hořčík a trojmocné železo, toto pak společně s chromem hliník. Je tedy možné vyjádřit jeho chemický vzorec asi takto: $Mg(Ca,Fe,Mn)_3Al(Cr,Fe)_2(SiO_4)_3$.

Původ názvu pyrop musíme hledat v řečtině. V tomto jazyce „pyr“ znamená oheň a „ops“ je oko. Není to tedy náhoda, když se mu říká „ohnivé oko“. Jeho krásné červené zbarvení je způsobeno různě velkou příměsí chromitého pigmentu, jehož obsah může způsobovat i odstíny hnědočervené, růžové nebo slabě žlutohnědé. Nařívá železem

bohatá odrůda se nazývá rhodolit, což je směs pyropu a almandinu. Existuje však i černá odrůda pyropu.

Pyrop často mívá barvu podobnou rubínu, což se stalo předmětem úmyslných i neúmyslných záměn. Pokaždé došlo k náležitému obohacení, protože rubín je podstatně dražší. V současné době se dají kameny velmi snadno od sebe rozlišit. Rozdíl je už v jejich tvrdosti. Pyrop má tvrdost 7, zatímco rubín 8 (Tuček, Tvrz 1971).

Je spíše výjimkou, najdeme-li v přírodě čistý pyrop. Je totiž neomezeně mísitelný s almandinem a omezeně mísitelný se spessartinem a ostatními koncovými členy granátové řady.

2.2 Fyzikální a optické vlastnosti pyropu

Zpracováno podle Bernard a kol. (1992):

TŘÍDA: silikáty

PODTRÍDA: nesilikáty

SKUPINA: granáty

SLOŽENÍ: $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$

SOUSTAVA: kubická

BARVA: v odstínech rudé s nejrůznějšími nádechy, ve výbrusu narůžovělá

VRYP: bílý

ŠTĚPNOST: neštěpný, výrazně nepravidelné trhliny

LESK: silný, skelný

TVRDOST: 7, křehký

INDEX LOMU / HUSTOTA: pyrop (rhodolit): $n = 1,730 - 1,766 / h = 3,79 - 3,89$

PRŮHLEDNOST: průhledný, průsvitný

LOM: lasturnatý, tříšťnatý

CHEMISMUS: zbarvení způsobují příměsi Cr^{3+} , Fe^{3+}

TVAR: V ideálním případě má vyvinutý tvar $\{110\}$ nebo $\{211\}$ – typický krystalový tvar pyropu}. Častěji však nevytváří krystalové tvary, ale jen jednotlivá zrna s nerovným lomem. V náplavech tvoří zpravidla drobná okrouhlá zrnka nebo úlomky, kde kusy větší

než hrachové zrno jsou velmi vzácné. Pyrop obsahuje nejrůznější uzavřeniny (apatit, červenohnědé oxihydroxidy Fe, jehlice rutilu atd.)

PODOBNÉ MINERÁLY: Spinel, rubín, smaragd, vesuvian, chromdiopsid. Při mikroskopickém studiu lze běžně zaměnit granát a spinel. Spinely však, na rozdíl od granátů jsou štěpné a v ideálním případě mají vyvinutý tvar {111}.

3 HISTORIE VYUŽITÍ PYROPU

3.1 Nejranější historie pyropu

Granáty byly oblíbené odedávna. Dokazují to nálezy z doby Skytů (6. – 4. stol. n. l.). Plinius ve své knize „Naturalis historiae“ nazýval červené granáty spolu s jinými červenými kameny carbuncul. Ze skupiny granátů byl snad nejoblíbenější pyrop. Pyrop se vyskytuje v mnohých zemích, ale tradiční postavení měla jeho těžba a zpracování v Čechách. Byl hojně zpracováván v Čechách v 16. století a má svůj význam i dnes. Ve světě si podle svého nejslavnějšího naleziště, kde se nachází stále ještě ve vskutku drahokamové kvalitě, získal i další všeobecně používané jméno – „český granát“. Pro svou barvu a čistotu se české granáty proslavily po celém světě (Klečák, Holásek 1972).

3.2 Pyrop v pověrách

Granáty byly opředeny řadou pověr. Pyropu byla připisována magická moc – majitelům zvyšoval vitalitu, chránil před nepřáteli a zlými sny, podporoval fantazii. Je kamenem lásky. Astrologové jej přisoudili lidem zrozeným ve znamení Skopce. Má také významné účinky na tělo – reguluje krevní tlak, podporuje tvorbu červených krvinek, je využíván při léčbě revmatických potíží a při zánětech kloubů. Významně působí také na psychiku, a dokonce je používán i pro zvýšení sexuální aktivity. U nás se věřilo, že ohnivě červený český granát chrání před uhranutím, a proto snad naše prababičky nosily tak často šňůry českých granátů na krku a někde dokonce byla taková granátová šňůra součástí kroje (Klečák, Holásek 1972).

3.3 Pyrop v historii naší země

„První zpráva o českém granátu je z roku 1546 v knize jáchymovského lékaře Georgia Agricoli – „De natura fossilium“. Pro naše země je zvláště charakteristické použití českých granátů, které se na křišťálových nádobách z doby císaře Rudolfa II. vyskytují již poměrně velmi hojně. V menším množství se český granát těžil ovšem již mnohem dříve. V Podkrkonoší i v Českém středohoří byl vyhledáván již ve středověku, zejména ve 14. století za Karla IV. Později, v 15. a 16. století, se začal těžit nejen k šperkařským účelům, ale i jako léčebný prostředek, zcela v duchu tehdejších názorů na magické účinky drahých kamenů“ (Bouška, Kouřimský 1976).

„Velice mnoho zajímavého se o českém granátu, jeho výskytu, těžbě a použití dočteme v knize „Gemmarum et Lapidum historia“ (volně přeloženo *Historie drahých a ostatních kamenů*) z roku 1609. Její autor – Anselmus Boetius de Boot, osobní lékař Rudolfa II., všestranný přírodovědec a znalec českých nerostů, zde tvrdí, že pyrop je výborný léčebný prostředek při chorobných duševních poruchách, ale i při pouhé sklíčenosti, těžkomyslnosti a smutku. Podle jeho názoru granát posiluje též odvalu, násobí životní síly a dodává veselosti svému majiteli. Je zkrátka všestranně „šťastným kamenem“. Proto jej doporučoval nosit jako amulet a používat v prášku jako lék. Také uvádí, že císař Rudolf měl ve svých sbírkách pyrop velikosti a tvaru holubího vejce, což je vůbec největší vybroušený český granát. Lze předpokládat, že je to týž, který je nyní zasazen v řádu Zlatého rouna v drážďanském pokladu saských kurfiřtů Das Grüne Gewölbe (Zelené sklepení). Je to oboustranný oválný čočkovec o rozměrech 35 x 18 mm a o váze 9,6 g. Ve šperku, který byl pořízen v Praze (podle starého inventáře pokladu), je obklopen řadou brilliantů. Právě od Boetia de Boota se dále dozvídáme, že zejména velké české granáty byly vzácné. Rudolf II. si jich také nesmírně cenil“ (Bouška, Kouřimský, 1976).

V pobělohorské době zcela zaniklo broušení drahých kamenů v Praze, které v době rudolfinské dosahovalo světové úrovně. Hlavním sídlem broušení kamenů v Čechách se stává Turnov, Rovensko pod Troskami a jejich blízké okolí. České kamenářské umění opouští hlavní město a stěhuje se opět na venkov, který má již v tomto směru dávnou tradici. První písemná zmínka o turnovském kamenářství, uložená nyní v turnovském archívu, je z roku 1671. V roce 1715 bylo v Turnově založeno Bratrstvo kamenářské a v témže roce v Třebívlicích těžařstvo na ložisku granátu, jež je podle západních pramenů

nejstarší svého druhu. Od začátku 18. století se zde rozvinula výroba skelné kompozice napodobující barvou granát a zlatnictví. Jedinou se stala i výroba šperků z českého granátu v Turnově. Ten se v Turnově brousí dodnes (Klečák, Holásek 1972).

Již v roce 1884 byla v Turnově založena odborná klenotnická škola, která má směry jak brusičský a rytecký, tak zlatnický. Byla založena jako první středoevropská škola pro výchovu odborníků v oblasti zpracování drahých kovů. Dnešní SUPŠ má pět studijních oborů. V jejich prostorách je umístěna stálá expozice prací žáků školy, a to ukázky výroby šperků, kovaných předmětů, glyptiky, broušení drahých kamenů, kamenných plastik a rytí drahých kovů.



Obr. 2 Jehlice do kravaty s naším olivínem a českými granáty zasazenými do roudenského zlata. Turnovská škola z r. 1912. Skutečná velikost největšího granátu je 5 mm (Bouška, Kouřimský 1976).

„Největší rozkvět těžby i zpracování granátů byl v letech 1887 až 1888. Rozvoj granátové módy byl v té době vyvolán zřejmě vývozem granátových šperků z Turnovska do Polska a do Ruska, čímž přišel český granát až na carský dvůr. Jeho mimořádná obliba v Evropě začala především poté, když se na dvorním plese ve Vídni objevila ruská carevna ozdobená krásným kompletem s českými granáty ve zlatě. Tak přišel český granát do módy i na ostatních panovnických dvorech. Kolem roku 1890 se granáty velmi intenzívně brousily na Třebenicku. Je těžké vystihnout všechny činitele, kteří dočasně ukončili slávu tohoto kamene. V prvé řadě to snad byla snaha po rychlých ziscích ze strany podnikatelů. Ti znehodnotili český granát tím, že jej ve velkém množství zasazovali do neušlechtilých kovů, což vedlo k rychlému poklesu ceny. Kromě toho zde jistě spolupůsobila i ta závažná skutečnost, že se totiž v oné době podařila ve velkém výroba

syntetického rubínu, která vedla k poklesu ceny všech červených kamenů ve světovém měřítku. Likvidace granátového průmyslu na Třebenicu i na Turnovsku měla pro tyto oblasti na přelomu století i své tragické sociální důsledky“ (Bouška, Kouřimský 1976).

Nejlepší informace o našem kamenářství v minulosti i současnosti najde zájemce v bohatých expozicích sbírek Muzea Českého ráje v Turnově, které bylo založeno již roku 1886. S drahými kameny se tam setkáváme ve dvou odděleních, jednak v oddělení mineralogie a geologie, jednak v oddělení turnovského kamenářství, v níž najde návštěvník ukázky zpracovávaných surovin z našich i cizích nalezišť, jakož i ukázky různých výbrusů. Můžeme zde sledovat vývoj brusičství od prvních leštěných kamenů z doby Karla IV. přes briliantový výbrus až k výbrusům současným. Seznámíme se i s ryteckým uměním a s vývojem českého granátového šperku včetně zlatnictví. Ve své závěrečné části zdůrazňuje expozice i použití přírodních a umělých drahých kamenů v technice a naznačuje důležitost výzkumů v oboru výroby syntetických kamenů. V areálu muzea je v provozu brusičská dílna drahých kamenů.

Další informace o pyropech u nás nabízí Muzeum českého granátu v Třebenicích. Je v něm možné seznámit se geologickými poměry granátonosné oblasti na jižních svazích Českého středohoří a s historií i současným stavem těžby granátů. Vystavuje mineralogické ukázky i příklady broušených granátů a šperků z nich vyrobených. Zcela mimořádným unikátem je největší vybroušený pyrop, dokonalá routa o průměru základny 12,3 x 8,6 mm a o váze 13,2 karátu. Zcela unikátní je ovšem nejslavnější a nejkrásnější granátový šperk vůbec, souprava Ulriky von Levetzow, přítelkyně J. W. v. Goetha (Bouška, Kouřimský 1976).

4 SOUČASNÉ VYUŽITÍ PYROPU

4.1 Pyrop ve šperkařství

Aby mohl být nerost zařazen mezi vznešenou společnost drahých kamenů, musí být celkově krásný, barevně příjemný pro oko a dostatečně veliký. Proto byl mezi ně zařazen např. také náš český granát ohnivě červené barvy, který je proslulý svou krásou po celém světě. A konečně tu hraje roli všemocná móda, která nezasahuje jenom do oblékání

a účesů, ale i do skupiny drahých kamenů. Svého času vynesla na výsluní český granát, aby vzápětí na něj dokázala docela zapomenout. Teprve v posledních letech začíná český granát opět zářit a pronikat mezi vznešenou elitu, z níž jej móda nadlouho vyřadila. Dnes slavíme nové období jeho značné obliby, protože zejména při jasném umělém osvětlení nápadně vyniká krásná, rudě červená barva odborně vybroušených granátů. Český granát je proto stále více žádaným ozdobným kamenem na domácím i zahraničním trhu.

Ze všech pyropů jsou nejvíce ceněné granáty z Čech, které mají jen malé rozměry. Proto větší zrna dosahují hned mnohem vyšších cen. Pokud jsou průhledné či průsvitné, brousí se a používají se do nejrůznějších druhů šperků a zasazují se do zlata i obecných kovů.

České granáty se brousí do podoby fasetových brusů (hladkých plošek), především briliantů a rout (rosety neboli růžice), méně se jim dává bezfasetový vypouklý tvar tzv. čočkovce (mugle). Někdy se zrno přizpůsobuje jakoby krystalovému tvaru a vlastně jen dohlazuje, zejména jde-li o granáty do koráلكového náhrdelníku. V minulosti byly oblíbené granátové šňůry sestavené z provrtaných, pouze přibroušených surových zrn (Bouška, Kouřimský 1985).

4.2 Pyrop v technice

Kromě použití jako drahé kameny uplatňují se pyropy také technicky. Pro svou tvrdost se používají do ložisek jemných přístrojů. Zvláště výhodné jsou jako kotvové kameny pro velmi přesné hodiny.

Pyrop má ze všech granátů nejvýhodnější fyzikální vlastnosti, hlavně tepelnou vodivost a elasticitu. Lze ho též použít jako vynikající brusný a lešticí materiál. Při zahřívání se jeho barva změní jako u almandinu, ale po ochladnutí opět získá původní vzhled. Právě pro tuto vlastnost je častěji hledán než almandin. Usnadňuje totiž práci při opravách šperků, kde je nutné použít tepla.

Zajímavé je využití pyropů na hledání diamantů v kimberlitech v cizině. Pyrop je typický průvodce diamantů a objevuje se vlastně jako odpadní produkt při těžbě kimberlitu a při rýžování v Jihoafrické republice. Mnohdy se jeho hojná přítomnost stává předběžným vodítkem pro možnost výskytu diamantů (Klečák, Holásek 1972, Harben 2002).

4.3 Napodobování granátů

Dnes se vyrábí řada drahých kamenů uměle nejen pro šperkařské účely, ale především pro účely technické. V 60. letech minulého století se k technickým účelům začala vyrábět ve velkém řada různých druhů granátů. I na trhu šperkových kamenů se objevily syntetické yttritohlinité granáty a je dokonce možno říci, že svými vlastnostmi vynikají nad mnohé dosud sériově vyráběné drahé kameny (Bouška, Kouřimský 1976).

4.4 Recyklace

Drahé kameny ve šperkařství se nerecyklují. Recyklace je možná v některých oblastech průmyslového užití – v případě granátu je možnost opakovaného použití jako abraziva (Harben 2002).

4.5 Možnosti náhrady

Ve šperkařství je možno drahé kameny různě kombinovat a nahrazovat. Pyropy se jako centrální kameny šperků nahrazují almandiny. Náhrada granátu, používaného jako abrazivo, je možná řadou nerostných surovin a výrobků, zejména pak přírodním i umělým korundem, karbidem křemíku, křemičitým pískem, perlitem, pemzou atd. (Harben 2002).

5 TYPY LOŽISEK PYROPU A JEJICH VÝSKYT

5.1 Vznik a výskyt pyropu

Pyrop se vyskytuje nejčastěji v magmatitech a metamorfitech, méně v pegmatitech, často také v rozsypech. Je význačný pro peridotity a hadce. Pyrop je typickým granátem „granátických peridotitů“ i jejich metamorfovaných ekvivalentů. Bývá obsažen také v pyroxenitech. Zvláště charakteristický je pro kimberlity, takže je průvodcem diamantu na primárních i aluviálních ložiskách. V peridotitech, pyroxenitech a kimberlitech obsahuje

obvykle cca 70 % pyropové složky. Pyrop se vyskytuje převážně ve společenství olivínu, serpentinu a pyroxenu (Havelka 2005).



Obr. 3 Kromě jiných minerálů se mezi tříděným materiálem najdou často i zkameněliny (Stehlíková 2004).

5.2 Původ pyropu

Badatele zajímala odedávna otázka původu pyropů. Původ pyropu musíme hledat ve hlubinných vyvřelých horninách - peridotitech. Jsou to tmavé, zelenavé vyvřelé horniny, tvořené více než z 50 % olivínem a dále hlavně některými černě zbarvenými křemičitany. Zvýšený obsah pyropu v některých peridotitech způsobuje změnu jejich názvu na granátické peridotity. Během geologických dob tyto horniny podléhají závažným změnám a mění se na metamorfované horniny serpentinity. Pyrop v těchto procesech zůstává prakticky beze změny a proto jej dnes nacházíme na některých ložiskách nikoli v granátickém peridotitu, nýbrž v hadci čili serpentinitu.

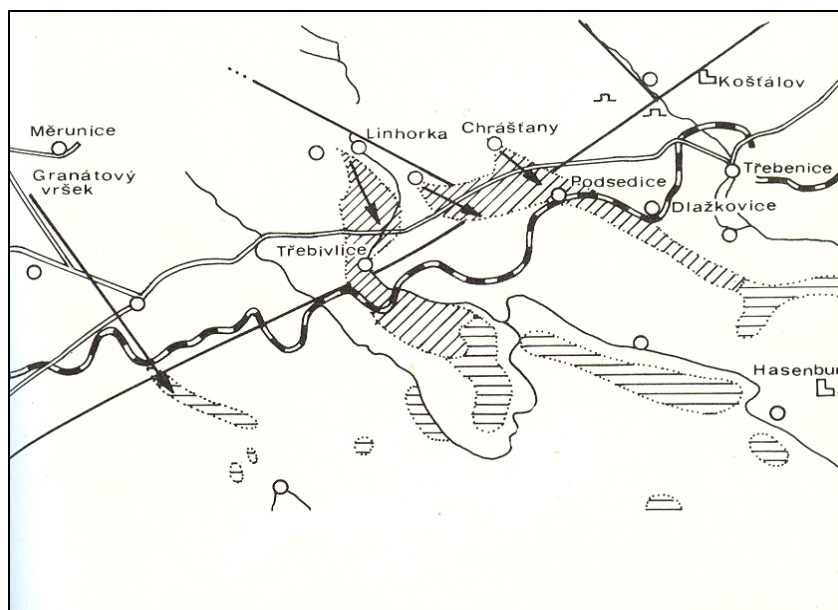
Další horniny, ve kterých se pyropy často nachází, jsou kimberlitové komínové brekcie, vyplňující původní přírodní sopečné kanály. Charakteristické pro tuto vyvřelou horninu je to, že mezi různorodými ostrohrannými úlomky hornin (obsahující především olivín, diopsid, akcesoricky diamant) převládají zbytky přeměněné matečné horniny pyropů (Klečák, Holásek 1972).

Tělesa matečných hornin pyropů na tehdejším povrchu Země byla postupem času obnažena a vystavena intenzivnímu zvětrávání. Zvětráváním hadců a kimberlitů se pyropy spolu s dalšími minerály (diamant, spinel, zirkon atp.) dostávají do druhotných nalezišť, tj. povrchových toků, tvořených převážně nejrůznějšími druhy náplavů, a díky své odolnosti mohou být transportovány na velmi dlouhou vzdálenost. V místech, kde klesá unášecí schopnost vody, se mohou pro svou specifickou hmotnost hromadit i větším množstvím a vytvářet tzv. říční neboli aluviální rozsypy neboli rýžoviska. Tak mohou vznikat akumulace granátů v takovém množství, že vznikají dobyvatelná sedimentární ložiska.

5.3 Výskyt pyropu u nás

Nesmíme si však myslet, že pyrop je všude vyvinut v drahokamové formě. Naopak, takováto naleziště jsou velice vzácná a i v Čechách vázaná dnes prakticky pouze na oblast Českého středohoří (tzv. český granát).

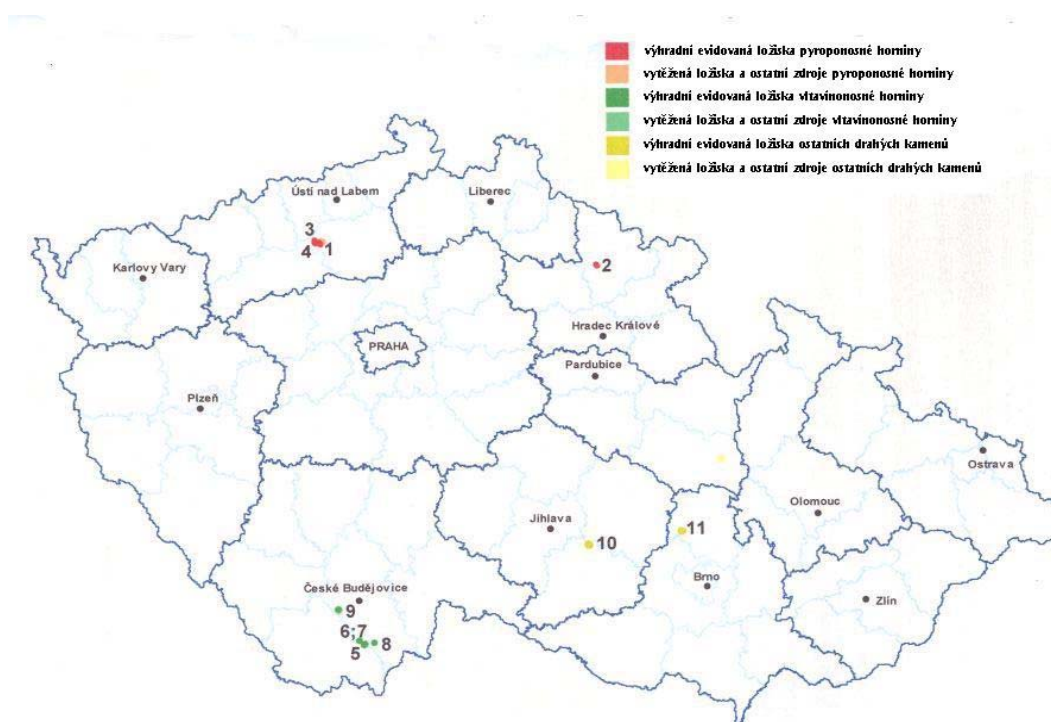
Většina pyropů na českých nalezištích je do 5 mm velká. Kusy, které mají až 1 cm lze považovat za raritní. V roce 1896 byl nalezen pyrop o váze přes 2g, při hustotě 3,4 až 4,3 a průměru přes 10 mm.



Obr. 4 Mapka pyropových štěrků: šikmo šrafované jsou dobyvatelné štěrky, vodorovně nedobyvatelné; šipkami vyznačen přínos materiálu (Bouška, Kouřimský 1976).

Těžba českého granátu z kvartérních terasových štěrkopísků i z náplavů dnešních toků probíhala dříve mezi Rovenskem pod Troskami a Novou Pakou a jinde v Podkrkonoší. Daleko významnější se však stala těžba štěrků v Českém středohoří u Chrást' an a Podsedic u Třebenic. Odtud pocházejí nejkvalitnější a největší pyropy na světě, z nichž největší vybroušený je ve slavné sbírce Das Grüne Gewölbe v Drážďanech.

Naleziště českých granátů Českého středohoří byla známa odedávna a granáty se v této oblasti těží až do dnešní doby. Známymi nalezišti jsou především náplavy na jižních svazích Českého středohoří, které podle převládajícího a nejžádanějšího minerálu dostaly i své jméno – pyropové nebo granátové štěrky. Granátové štěrky, vzniklé rozvětráváním původních matečných hornin a vodou naplavené i do vzdálenějších míst, pokrývají plochu přes 70 km². Pro těžbu je však vhodná pouze desetina z celkové plochy. A tak se z dnešních hlavních nalezišť Podsedice-Dřemčice, Třebívlice a Linhorka-Staré soustředila těžba pouze do ekonomicky nejvýhodnější oblasti Podsedice-Dřemčice. Další těžené ložisko pyropu je u obce Vestřev u Hostinného v podkrkonošském permokarbonu (Sejkora, Kouřimský 2005, Bernard a kol. 1992).



Obr. 5 Mapa evidovaných ložisek a zdrojů drahých kamenů ČR. Tučným písmem jsou uvedeny názvy těžených ložisek. Starý a kol. (2005).

<u>Pyroponosná hornina:</u>	<u>Vltavínonosná hornina:</u>	<u>Ostatní drahé kameny:</u>
1 Podsedice – Dřemčice	5 Besednice	10 Bochovice
2 Vestřev	6 Ločenice	11 Rašov
3 Linhorka-Staré	7 Chlum nad Malší-východ	
4 Třebívlice	8 Slavče-sever	
	9 Vrabče-Nová Hospoda	

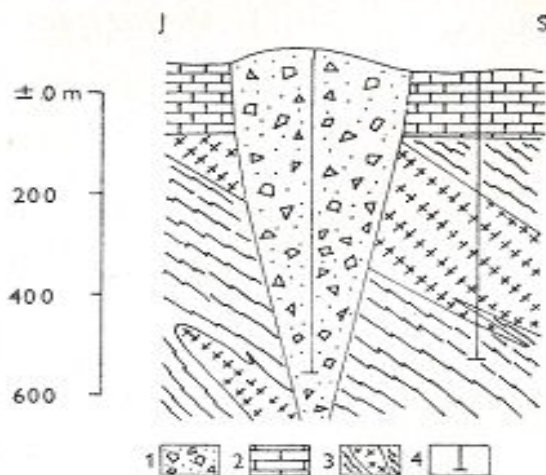
V náplavech pod Českým středohořím se nacházejí většinou drobné granáty, jichž přijde 20 až 30 na 1 gram, pouze ojediněle se nacházejí i větší zrna. V některých náplavech v Podkrkonoší (u Železnice a Bradlecké Lhoty) se místy vyskytly nedokonalé droboučké zaoblené krychle s drsným povrchem.

Granáty v náplavech pod Českým středohořím jsou doprovázeny celou skupinou dalších nerostů, které se objevují v těžkém podílu po odstranění křemene a lehčích minerálů. Často se mluví o „zadním kaménku“. Najdeme v něm magnetit, ilmenit, zirkon, spinel atd.

České granáty byly nalezeny v náplavech také na jiných místech v Čechách, zvláště v Podkrkonoší v okolí Jičina a Nové Paky. Je zajímavé, že tyto kameny v Podkrkonoší mají na rozdíl od kamenů ze Středohoří velmi proměnlivé zbarvení. Je to zřejmě způsobeno různě velkou příměsí chromitého pigmentu (Sejkora, Kouřimský 2005, Bernard a kol. 1992).

5.4 Původ pyropů pod Českým středohořím

Za matečnou horninu pyropů pod Českým středohořím jsou považovány brekciovitě olivinické horniny, avšak jako drahé kameny se granáty získávají pouze z náplavů. Průzkumné vrty prokázaly, že vrch Linhorka a některé další v této oblasti představují vyústění sopečných komínů, které byly přírodní drahou čedičové taveniny, jež sopouchy vyplnila. V těchto tzv. komínových brekciích se nacházejí pyropy, ale pouze v úlomech olivinických hornin, které spočívají zřejmě mnohem hlouběji a byly lávou při výbuchu vulkánu proraženy. Tyto olivinické horniny jsou původními matečnými horninami českého granátu (Kouřimský, Pros 1982).



Geologický řez pyroponosnou
cedičovou komínovou brekcií Linhorka
u Starého u Třebívlic (podle *Kopecského*
1973)

1 — třetihorní pyroponosná čedičová
komínová brekcie, 2 — jílovitý vápenec
a pískovec svrchní křídý, na bázi
pyroponosný cenomanský pískovec
až konglomerát, 3 — granulit
a granulitická rula s tělesy
serpentinizovaného pyroxenického
pyropového peridotitu, 4 — vrty

Obr. 6 Kraus, Kužvart (1987)

V ČR byly postupně nalezeny tři malé diamanty v oblasti těžby pyropu u Třebenic v Českém středohoří. Jejich primárním výskytem byly nepochybně pyroponosné komínové brekcie typu kopce Linhorka. Provedeným geologickým průzkumem ložiska diamantů nebyla zjištěna.

5.5 Pyrop zarostlý v hadci

Český granát se však nevyskytuje pouze v náplavech na jižních svazích Českého středohoří. Někdy bývá zarostlý také v hadci.

Pyropy se vyskytují zarostlé v hadci, zejména v blocích, vytažených při sopečné činnosti vulkány Českého středohoří na povrch. Dále jsou v hadci na Kolínsku v okolí Dobešovic, na Kutnohorsku u Malešova, v Podkrkonoší a v okolí Křemže nedaleko Českých Budějovic a na západní Moravě. Charakteristické pro všechny tyto výskyty je, že pyropy zarostlé v hadci jako zrna jsou pravidelně vroubeny vláknitým lemem označovaným jako kelyfit. Tyto kelyfitové obruby dobře vynikají i na vybroušených předmětech. Kelyfit vzniká kolem granátů jako reakční obruba vzájemným chemickým působením pyropu a okolní horniny. Zjistilo se, že se skládá z množství drobných, radiálně paprskovitě vláknitých a jehličkovitých nerostů zejména ze skupiny amfibolu. Kelyfity vlastně

představují ochranný štít granátu, kterým je granát chráněn před úplným rozložením, nicméně zhoršují kvalitu samotných kamenů (Klečák, Holásek 1972).

5.6 Výskyt pyropu ve světě

Jedním z nejsilnějších konkurentů našeho českého granátu je rudý pyrop. Ve srovnání s almandinem, kterému se svojí barvou nejvíce podobá, jsou jeho světová naleziště velmi omezená. Evropa samotná, kromě již zmíněných českých lokalit, zná klenotnický upotřebitelný pyrop pouze ze Skotska. Zdejší obyvatelé jej nazývají „Ely rubín“ a těžba nepřesahuje lokální význam.

Daleko zajímavější jsou výskyty na americkém kontinentě, převážně ve Spojených státech. Těží se v Arizoně, Arkansasu i v jižní části Colorada. Jména svých nalezišť si pak přinesl i do obchodního světa, kde je znám jako „Arizona rubín“, „Arkansas rubín“ nebo „Colorado rubín“. Malé výskyty jsou i v Novém Mexiku a Utahu. Popisovány jsou také v Brazílii a v Argentině.

„Snad nejosudnější konkurencí pro český pyrop jsou naleziště africká. Na tomto kontinentě nacházíme pyropy hned v několika státech najednou, ale nejbohatší ložiska jsou na jihu tohoto světadílu. Největší a nejslavnější výskyty diamantů jsou soustředěny okolo města Kimberley v kapské provincii, a tak zdejší granát dostal podle toho i své jméno a obchodníci jej znají pod názvem „kapský rubín“ nebo prostě „kaprubín“. V této oblasti se vyskytují granáty nejen sytě červené, ale i téměř bezbarvé nebo hnědé. Nejcennějším, klenotníky hojně požadovým, je však červený pyrop se slabým fialovým odstínem podobným rubín“ (Klečák, Holásek 1972).

Tak jako jsou vázány pyropy v celé jižní Africe na bohatá naleziště diamantů, je tomu i v Rusku, hlavně v Jakutsku.

Dále se pyropy nachází v Tanzanii, Zairu, Zimbabwe a Nigérii. Méně významná naleziště jsou v Mongolsku, Barmě a Indii.

Rhodolit se vyskytuje na ostrově Srí Lanka, v Zimbabwe, Keni, Tanzanii a také v Kalifornii. Černý pyrop se vyskytuje v Norsku (Bernard a kol. 1992, Tuček, Tvrz 1971).

6 SOUČASNÁ TĚŽBA PYROPU

6.1 Historie těžby u nás

Těžba pyropu v Čechách začala již v 16. století. Velmi lichotivě se hovoří o granátech z Rovenska, které se po celém kraji sbíraly. Mnohdy stačil jen větší déšť, aby mohli dělníci vybírat kameny přímo z ornice.

Většina granátů se na svazích Českého středohoří nacházela a nachází pod ornici. V 18. století vznikly velké právní spory o to, čím vlastně užitek, zda majitelů políček nebo vrchnosti. Dekret z roku 1789 pochopitelně rozhodl, že granáty patří vrchnosti. A vrchnostenské úřady toho začaly patřičně využívat i za cenu ničení polí svých poddaných. K nápravě došlo až v 2. polovině 19. století, kdy bylo rozhodnuto, že těžař se s majitelem pole dělí na polovinu (Klečák, Holásek 1972).

Pyropy se v minulosti těžily 3 způsoby:

- dobývalo se přímo ze sopečných sopouchů na lokalitách Linhorka a Granátový vrch, kde postupně vznikly až desítky metrů hluboké šachty.
- dobývalo se také metodou podmolů v granátových štěrcích. To byly až 10 m hluboké šachtice, ze kterých se po dosažení granátonosné vrstvy razily boční štoly.
- nebo se štěrk kopal metodou prostých povrchových jam. Proséváním se zbavil větších valounů a upravoval na jednoduchých sazečkách.

6.2 Způsoby těžby v současnosti

Dnes se štěrk těží odklizem v prostoru povrchových jam. Používá se lžicových rýpadel a transportních pásů. Při moderní těžbě pyropů z náplavových štěrků zůstává stranou značný podíl minerálů, tzv. „zadní kamének“. Je velice pestrý a obsahuje bohatou společnost asi třiceti minerálů. Mezi těžkými nerosty pyropových štěrků Českého středohoří byly také nalezeny tři naše diamanty. Dále pak limonit, magnetit, ilmenit, augit, amfibol, zirkon, olivín, kyanit, almandin, korund a jeho drahokamové odrůdy (rubín a safír), kromě toho topaz, spinel, pleonast, beryl atd.

Nejvýznamnější rozsypy, kde se od r. 1959 průmyslově granáty opět těží, jsou Podsedice u Třebenic. Další těžebna granátů je u obce Vestřev u Hostinného.

Rok	2000	2001	2002	2003	2004
Počet ložisek celkem a)	10	11	10	11	11
z toho těžených b)	3	3	4	4	4
Zásoby celkem, kt a)	22 776	19 317	19 265	19 231	19 198
bilanční prozkoumané	3 408	2 197	3 510	3 492	3 469
bilanční vyhledané	12 888	12 879	12 866	12 850	12 840
nebilanční	6 480	4 241	2 889	2 889	2 889
Těžba, kt a)	62	47	52	53	42

Poznámka: a) pyroponosná hornina
b) 2 ložiska pyropy, 2 ložiska vltaviny

Tab. 1 Základní statistické údaje ČR k 31.12. 2004 (Starý a kol. 2005).

6.3 Těžební organizace v ČR k 31.12.2004

Granát – družstvo umělecké výroby, Turnov. Vzniklo v roce 1953, je uznávaným výrobcem broušených drahokamů a bižuterie a zůstává výlučným vlastníkem dolů, v nichž dosud probíhá těžba surovin pro český granát (Starý a kol. 2005).

6.4 Závěr

Závěrem je však nezbytné zdůraznit některé aspekty těžby i dalšího zpracování tohoto českého drahokamu. Použitím nejmodernějších těžebních metod, plným využitím mechanizace nahrazující těžkou práci starých prospektorů a získáváním veškerého granátu ze suroviny jsme dosáhli pouze polovičního úspěchu. Celá sláva českých pyropů závisí na velké zručnosti našich brusičů, šperkařů a v neposlední řadě i obchodníků. Poctivá práce všech těchto profesí, spojená s pověstným uměleckým vkusem našich lidí může obhájit nově vznikající renesanci českých granátových šperků.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Bernard, J. H. a kol.: Encyklopedický přehled minerálů. Praha, Academia 1992, 704 s.

Bouška, V., Kouřimský, J.: Drahé kameny kolem nás. Praha, SPN 1976, 352 s.

Gregorová, M. a kol.: Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů. Brno, Moravské zemské muzeum a Přírodovědecká fakulta MU 2002, 326 s.

Harben, P. W.: Garnet. In The industrial Minerals Handbook IV. Industrial Minerals Information, Surrey (United Kingdom), 2002, s. 140-145.

Havelka, J.: Ložisková geologie a typy nerostných surovin v ČR. 2. vyd. Ostrava, VŠB 2005, 142 s.

Klečák, J., Holásek, O.: Český granát. Ústí nad Labem, Severočeské nakladatelství 1972, 224 s.

Kouřimský, J., Pros, L.: Naše nerostné bohatství. Praha, Albatros 1982, 464 s.

Kraus, I., Kužvart, M.: Ložiska nerud. Praha, SNTL/ALFA 1987, 232 s.

Starý, J. a kol.: Surovinové zdroje České republiky. Nerostné suroviny (stav 2004). Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2005. 240 s.

Sejkora, J., Kouřimský, J.: Atlas minerálů České a Slovenské republiky. Praha, Academia 2005, 376 s.

Stehlíková, D.: Osudy kamene štěstí [online]. USA: U.S. Geological Survey, 30.11.2004 [cit. 2006-15-04]. HTML formát. Dostupný z www: <URL: <http://www.national-geographic.cz/lide-a-kultura/osudy-kamene-stesti-667/>>

Tuček, K., Tvrz, F.: Kapesní atlas nerostů a hornin. Praha, SPN 1971, 340 s.

Zamarský, V. a kol.: Mineralogie a petrografie. Ostrava, VŠB 1990, 313 s.