

ANTICKÉ GEMY ZO ZBIEROK SNM-ARCHEOLOGICKÉHO MÚZEA (MINERALOGICKÉ ŠTÚDIUM)

IGORBAZOVSKÝ-MILOŠ GREGOR-LUBOMÍRVANČO-MAGDALÉNA KADLEČÍKOVÁ

Keywords: *Raman Spectroscopy, antique gem, carnelian, almandine, hematite*

Abstract: Antique gems from collections of the SNM – Archaeological Museum (mineralogical study). *Three antique gems set in rings and one free antique gem were analysed using the non-destructive Raman Spectroscopy with the aim to identify precisely the mineralogical composition of material from which the gems were made. In the AP 44 419 and AP 44 749 gems, Raman Spectroscopy helped to identify the association of quartz and moganite which is typical of microcrystalline varieties of SiO₂ – agate. Considering the colour it is the colour variety of agate – carnelian. The Raman spectrum of the AP 17 343 gem corresponds to hematite. Spectrum of the AP 51 487 gem corresponds to almandine but some vibration bands also reflect the incidence of pyrope and spesartine components. The origin of individual raw materials of gems could not be identified on the basis of mineralogical composition. Therefore only those localities are named which, from a depositional or a historical view, may have provided quality raw materials for the manufacture of antique gems.*

Úvod

V posledných rokoch boli na stránkach Zborníka SNM – Archeológia vyhodnotené tri prstene s gemami a jedna voľná gema uložené v zbierkach SNM-Archeologického múzea. Vo všetkých prípadoch sa uvádza, že gemy sú vyrobené z drahého kameňa a ich materiál bol určený len na základe optického pozorovania. Mineralogické zloženie gem vsadených do prsteňov a jednej voľnej gemy bolo preto identifikované pomocou Ramanovej spektroskopie. Nespornou výhodou tejto spektroskopie je jej nedeštruktívny prístup k vzorkám. Samotné meranie si teda nevyžaduje žiadnu úpravu vzorky, alebo invazívne odoberanie materiálu. Využitie Ramanovej spektroskopie pri štúdiu archeologických materiálov má v Európe silnú tradíciu a analyzované tak boli materiály od drahých kameňov (Smith 2005, 335), cez pigmenty (Vandenaabele/Moens 2005, 80), sklo (Colomban 2005, 192) až po keramiku (Zoppi et al. 2005, 217).

Suroviny antických gém

Kameňorezba, alebo tiež glyptika, bola v antike jednou z najbežnejších metód zhotovovania šperkárskych kameňov. Okrem minerálov, ktorým bude venovaná samostatná kapitola, boli v rámci glyptiky využívané aj organické materiály, ako napríklad kosti. Taktiež sa gemy vyrábali zo sklenenej pasty, ktoré predstavovali oveľa dostupnejší šperkovaný materiál ako gemy vyrobené priamo z minerálov (Dembski 2005, 30). Dostupnými a obľúbenými surovinami boli predovšetkým drahé a ozdobné kamene (v minulosti označované ako polodrahokamy). Najobľúbenejším materiálom na výrobu kameí alebo intaglií boli minerály skupiny kremeňa, ale svojej popularite sa tešili aj organické minerály ako jantár alebo gagát. Taktiež boli využívané aj ďalšie minerály, pričom hlavným atribútom bola ich farba. Preto v antickej literatúre sú pod jedným názvom zahrnuté viaceré minerály (napríklad Plínius Starší označuje všetky červené drahé kamene ako carbunculus, pričom sa môže jednať o rôzne drahé kamene). Prehľad najvýznamnejších minerálov využívaných v antickej glyptike v rámci strednej Európy je uvedený v nasledujúcom texte. Ich výber bol založený na štatistickom spracovaní gem z lokality Carnuntum (Bad Deutsch Altenburg, Rakúsko) (Dembski 2005, 28;29;30) ako aj na základe identifikovaných minerálov v rámci štúdie antických gem z prsteňov na západnom Slovensku.

Minerály skupiny kremeňa

Medzi najobľúbenejšie minerály, z ktorých boli zhotovované gemy (intaglie ako aj kamee), patria minerály skupiny kremeňa (Rapp 2002, 92). Prvé zdokumentované gemy, v podobe pečatných kameňov vyrezávaných práve z týchto minerálov, sú známe z Babylónskej ríše. O rozvoj kameňorezby sa zaslúžili hlavne Féničania, ktorí ju úspešne rozšírili po celom Stredomorí. Prvý veľký rozmach zažila glyptika počas 4.-5. storočia pred našim letopočtom v Grécku (Klasické obdobie). Techniku vyrezávania potom prebrali a následne zdokonalili v starovekom Ríme, kedy dosiahla svoj vrchol počas Rímskej republiky a cisárstva (Dembski 2010, 26). Zaujímavá je aj samotná technika kameňorezby. D. Collon (1989) predpokladá, že remeselníci zaoberajúci sa glyptikou poznali špecifický typ horniny z os-

trova Naxos, ktorá je zložená prevažne z korundu a ďalších minerálov vrátane hercynitu, magnetitu a rutilu (*Kužvart 1984, 192*). Podľa Mohsovej stupnice tvrdosti korund dosahuje tvrdosť 9 a hornina nazývaná aj ako smirk (v anglo-americkéj literatúre známa pod pomenovaním emery) tvorila ideálny materiál na spracovanie minerálov do intaglií alebo kameí. Využitie smirku z ostrova Naxos dokladuje aj Dembski (2005, 27).

Kryštalické odrody kremeňa

Krištál

Bezfarebná a transparentná odroda kremeňa sa označuje ako krištál. V staršej literatúre boli krásne kryštály priehľadného kremeňa označované aj ako horský krištál a veľkej obľube sa tešil už v časoch starovekého Egypta. Podľa Plínia Staršieho bol krištál získavaný z lokalít v Indii, Malej Ázii, v Alpách a na Cypre. Najkrajšie vzorky krištálu v rámci Európy pochádzajú zo švajčiarskych Álp, z lokality St. Gotthard Pass. Gemy z krištálu neboli doposiaľ identifikované ale odroda tohto minerálu slúžila na výrobu drobných umelecko-úžitkových predmetov ako boli napríklad drobné nádoby, koráliky alebo pečatidlá (*Rapp 2002, 94;95*). Tie sa tešili veľkej obľube práve v časoch starovekého Ríma, kedy bol vyhľadávaný v Alpách. Dokladom o využívaní alpských krištálov je depot suroviny z rímskeho mesta v Magdalensbergu (*Piccottini 1994, 475; Kropáček 2006, 92*).

Ametyst

Podobne ako krištál, ametyst je transparentný a vyznačuje sa veľkou variabilitou odtieňov fialovej farby. Ťažba a využívanie tejto odrody kremeňa siaha už do dôb Prvej Dynastie (2920-2770 BC) starovekého Egypta, pričom ťažba a spracovania tohto minerálu pretrvávala až do dôb Rímskej ríše. Okrem Egypta uvádza Plínius Starší aj ďalšie lokality v rámci Indie, Prednej Ázie, Arabského polostrova a Cyprusu. Perfektným príkladom využitia ametystu ako materiálu na výrobu gem, je rímska intaglia s portrétom rímskeho cisára Caracalla z tretieho storočia (približne okolo roku 212 n.l.). V rámci súboru analyzovaných gem z lokality Carnuntum, zodpovedá ametystu iba 14 kusov (*Dembski 2005, 29*).

Mikrokryštalické odrody kremeňa

Mikrokryštalické odrody kremeňa je možné rozdeliť na dve skupiny podľa mikroskopickej stavby. Prvá skupina zahŕňa vláknité a druhá zrnité odrody kremeňa. Avšak odlíšiť tieto dve skupiny voľným okom je takmer nemožné. Niektoré mikrokryštalické odrody boli v minulosti využívané nielen ako materiál z ktorého sa zhotovovali ozdobné predmety, ale slúžil predovšetkým na výrobu rôznych nástrojov. Takouto mikrokryštalickou odrodou kremeňa je predovšetkým pazúrik. V nasledujúcom texte je uvedená základná mineralogická charakteristika vybraných mikrokryštalických odrôd kremeňa, ktoré boli používané práve na výrobu kameí alebo intaglií.

Chalcedón

Najtypickejším zástupcom mikrokryštalických odrôd kremeňa je bezpochyby chalcedón. Spravidla nikdy nevytvára také kryštály ako napríklad krištál alebo ametyst, skôr tvorí rôzne hroznavité, obličkovité alebo kvapľovité agregáty. Nezriedka chalcedón tvorí aj masívne agregáty vyplňajúce dutiny alebo pukliny v horninách. Farba je taktiež veľmi variabilná od sivastej až po rôzne odtiene hnedej. Chalcedón taktiež obsahuje 10-30 % opálu, teda výsledná farba chalcedónu môže byť umelo upravovaná (dofarbovanie chalcedónu) (*Bernard et al. 1992, 308; Rapp 2002, 99*). Prvé doklady o využívaní chalcedónu ako šperkového kameňa pochádzajú už z Preddynastického obdobia starovekého Egypta (*Lucas/Harris 1999, 324*). Podľa Plínia Staršieho sa významné lokality nachádzali práve v oblasti Egypta (Východná a Západná púšť), Malej, Prednej a Strednej Ázie (*Rapp 2002, 97*).

Na základe sfarbenia a zonality je možné vyčleniť viaceré odrody chalcedónu. Mnohé z nich boli využívané práve pri výrobe antických gem. Medzi najvýznamnejšie odrody chalcedónu z hľadiska šperkového materiálu v antickom svete patrí achát, karneol, jaspis, chrysopras alebo heliotrop.

Achát je jednou z najznámejších odrôd chalcedónu. Charakteristickým pre achát je jeho koncentrická vrstevnatá alebo páskovaná textúra. Jednotlivé vrstvičky kopírujú pôvodný tvar dutiny, v ktorej achát kryštalizoval. Vrstvičky môžu byť nezávislé na sebe transparentné alebo opakné s rôznym sfarbením, čo je závislé na chemickom zložení a teplotnom gradiente gélovitých roztokov, z ktorých acháty vznikali. Acháty bývajú celistvé ale nezriedka sa v nich nachádzajú dutiny, ktoré bývajú vyplnené buď kryštalickými odrodami kremeňa (krištál, ametyst, záhnedá) prípadne ďalšími minerálmi ako sú napríklad kalcit, goethit alebo zeolity. Acháty sa viažu predovšetkým na vulkanické horniny, kde tvoria výplne dutín po uniknutých plynch, prípadne tvoria výplne puklín. Medzi najčastejšie vulkanické horniny, na ktoré sa acháty viažu sú bazalty (označované niekedy aj ako melafýry, hlavne v staršej literatúre) ale ich výskyt je zdokumentovaný aj v iných vulkanických horninách ako sú ryolity. Podľa farby je možné achát rozdeliť na onyx, ktorý sa vyznačuje striedaním sa čiernych a bielych vrstvičiek, alebo na sardónyx, v ktorom sa striedajú hnedočervené alebo hnedé vrstvičky s bielymi. Karneolónyx sa

vyznačuje striedaním sa červených a bielych vrstvičiek. Názvy ako ónyx, sardónyx alebo karneolónyx sú čisto popisné alebo tzv. šperkárské názvy achátov vyznačujúcich sa danou farbou. V rámci klasifikácie IMA (International Mineralogical Association) tieto názvy nie sú uznávané. Významné náleziská achátov, z ktorých mohli byť v rámci antiky získavané vhodné suroviny, sa nachádzajú v Indii, Prednej Ázii alebo v severnej Afrike. Plínius Starší uvádza vo svojom diele ako zdroje achátov ložiská Indiu, Krétu, Egypt, Cyprus alebo Prednú Áziu (Frýgia, Perzia). E. Warmington (1995, 346) uvádza ako jedným z možných zdrojov achátov využívaných v antike oblasť Tamil Nadu v Indii. V Európe zohráva dôležitú úlohu Nemecko s lokalitou Idar-Oberstein, z ktorej boli získavané obrovské kusy achátov použitých na výrobu čiaš alebo mís (*Schmidt/Schroter* 1990, 195; *Wild* 1991, 99; *Kropáček* 2006, 102). V rámci analyzovanej kolekcie z Carnunta zodpovedá achátu 296 artefaktov, z toho 192 kusov zodpovedá ónyxu, 59 sardónyxu a 17 achátu (*Dembski* 2005, 29). Celkovo achátová surovina predstavuje 22 % z celkového počtu analyzovaných gem.

Karneol patrí medzi obľúbený materiál používaný na výrobu gem (intaglií ako aj kameí). Charakteristická je jeho sýto oranžová až hnedočervená prípadne hnedá farba. Farba karneolu je spôsobená prítomnosťou submikroskopických uzavrenín zlúčenín železa (*Bouška/Kouřimský* 1983, 104) a často sa upravovala žihaním, kedy aj karneol nevýraznej farby získaval intenzívnu sýto oranžovú farbu (*Kropáček* 2006, 100). Karneol je často transparentný s charakteristickou páskovanou textúrou. V prírode sa nachádza v podobe rôznych guľovitých, kvapľovitých ale masívnych agregátoch. Často sa vyskytuje aj v podobe valúnikov v riečnych štrkoch (*de Saizieu/Casanova* 1993, 28). Určenie proveniencie tejto suroviny je nesmierne komplikované a bez ďalších mineralogických analýza takmer nemožné (napríklad chemické zloženie, izotopové zloženie a podobne). Karneol bol získavaný v rámci viacerých lokalít v Indii a severnej Afrike (napríklad Východná púšť v Egypte, prípadne riečne náplavy rieky Níl v Sudáne). Známe sú aj lokality v rámci Európy, napríklad v Nemecku, Poľsku alebo Českej republike (*de Saizieu/Casanova* 1993, 15; *Insoll et al.* 2004, 1163; *Kropáček* 2006, 100; *Přichystal* 2009, 87). V rámci publikovanej zbierky antických gem z Carnunta karneolu zodpovedá 531 kusov, čo je 44 % z celkového počtu analyzovaných vzoriek (*Dembski* 2005, 29).

Jaspis je ďalším z obľúbených surovín využívaných v antike na výrobu gem. Farba, ako aj textúra jaspisu môže byť veľmi variabilná. Najčastejšia farba jaspisu je červená, ale taktiež môže byť zelená alebo žltá v závislosti od obsiahnutých minerálnych inklúzií. Červená farba súvisí s uzavreninami hematitu, žlté až hnedé sfarbenie spôsobuje goethit a ílové minerály zodpovedajú šedastému až bielemu sfarbeniu (*O'Donoghue* 2006, 312). Zelený jaspis s červenkastými bodkami bol v minulosti označovaný ako heliotrop a taktiež tvoril podstatnú časť surovín využívaných v glyptike. Využitie jaspisu ako šperkového kameňa siaha už do Preddynastického obdobia starovekého Egypta a počas staroveku a stredoveku sa tešil veľkej obľube (*Bouška/Kouřimský* 1983, 116,118; *Rapp* 2002, 98; *Kropáček* 2006; 109). Medzi najvýznamnejšie výskyty jaspisu, ktoré vo svojom diele popisuje Plínius Starší, patrí Východná púšť v Egypte, ďalej sú to viaceré lokality na Arabskom polostrove, ale taktiež aj Cyprus. Ďalšie významné výskyty aj ložiskového charakteru sa nachádzajú v Indii, na Urale a osobitnú kapitolu tvoria aj výskyty v rámci Českej republiky, ktoré boli ale dôležité v stredoveku (*Bouška/Kouřimský* 1983, 235; *Rapp* 2002, 98; *Kropáček* 2006; 110-112).

Špecifickou odrodou chalcedónu je *chryzopras* s nápadnou jabĺčkovo zelenou farbou, ktorá môže variovať od smaragdovej až po trávovo zelenú. Najčastejšie býva nepriehľadný, ale niekedy býva aj priehľadný. Zelená farba je spôsobená obsahom niklu (*Sachanbiński et al.* 2001, 74) a medzi najznámejšie ložiská vôbec patrí Sklarzy pri Zabkowiciach v Poľsku, ktoré bolo v stredoveku intenzívne ťažené. Otáznym ostáva zdroj chryzoprasu v staroveku, keďže výskyty tohto ozdobného kameňa sú známe hlavne zo stredoveku a vo svojom diele Plínius Starší neuvádza pôvod tejto suroviny. Chryzoprasu zodpovedá 46 kusov gem z publikovanej kolekcie vzoriek v Carnunte (*Dembski* 2005, 29), čo predstavuje 4 % z celkového počtu.

Ostatné minerály

Oxidy

Pomerne obľúbeným oxidom nielen v dobe rímskej bol *oxid železa – hematit*. Samotné kryštály hematitu ale aj celistvé agregáty sa vyznačujú typickou šedastou farbou s kovovým leskom. Zemité agregáty sa vyznačujú práve hnedou alebo hnedočervenou farbou. Hematit bol využívaný ako hlavná ruda železa, ale využívaný bol aj ako šperkársky kameň. Vzniká v rozličných geologických prostrediach za rozmanitých podmienok a často sfarbuje iné minerály do červených odtieňov. Podľa V. Kropáčka (2006, 130) je najstarším artefaktom vyrobeným práve z hematitu „Landecká Venuša“ z Ostravy Petřkovic. V staroveku bol hematit šperkovej kvality získavaný z ložísk vo Východnej púšti v Egypte (*Lucas/Harris* 1989, 344). Tieto výskyty spomína vo svojej práci aj Plínius Starší, ktorý ako potenciálne zdroje hematitu ešte udáva Arabský polostrov. V rámci publikovaného súboru gem v Carnunte uvádza Dembski (2006, 29) 14 kusov vyrobených z hematitu, čo predstavuje iba jedno percento z celkového počtu.

Silikáty

Granáty zahŕňajú veľkú a pestrú skupinu minerálov, ktorých farba je priamo závislá na ich chemickom zložení. Ich všeobecné pomenovanie je odvodené od latinského pomenovania granátového jablka (*Punica granatum*), ktorého zrnká pripomínajú práve tento drahý kameň (Rapp 2006; 102). V závislosti od chemického zloženia je možné rozlíšiť dve základné skupiny granátov a to tzv. pyralspity a ugrandity. Medzi pyralspity patrí pyrop, almandín a spesartín. Spoločným znakom v rámci chemického zloženia a štruktúry týchto granátov je hliník. Z ďalších chemických prvkov je to horčík (pyrop), železo (almandín) a mangán (spesartín). Charakteristickými farbami sú rôzne odtiene červenej, ďalej môžu byť tieto granáty červenožlté alebo žlté, prípadne aj čierne alebo hnedočierne. Ugrandity zahŕňajú granáty ako uvarovit, grosulár a andradit. Spoločným znakom v rámci chemického zloženia a štruktúry týchto granátov je vápnik. Z ďalších chemických prvkov je to chróm (uvarovit), hliník (grosulár) a železo (andradit). Rovnako variabilná je aj farba týchto granátov. Napríklad uvarovit môže byť vďaka obsahu chrómu zelený, smaragdovozelený alebo jabĺčkovozelený, grosulár býva spravidla žltý, ale môže byť aj hnedastý. Farba andraditu je v rôznych odtieňoch žltej, zelenej alebo hnedej, niekedy býva aj čierna. Zelený andradit s intenzívnym leskom blížiacim sa k lesku diamantu sa nazýva diamantoid (Klein 2009; 510).

Granáty patria medzi bežné a hojné minerály, ktoré sa viažu na niektoré typy metamorfovaných hornín ako sú napríklad svory, ruly, prípadne eklogity. Najšť ich je možné aj v magmatických horninách ako sú pegmatity, alebo granity. V staroveku sa veľkej obľube tešili práve granáty zo skupiny pyralspitov, predovšetkým almandín a pyrop. Plínius Starší uvádza ako zdroj almandínov lokalitu Alabanda v Malej Ázii (Rapp 2002, 104) ale využívané boli aj almandíny z Východnej púšte v Egypte a zo Sinajského polostrova (Lucas 1989, 411). Rovnako boli ťažené aj na Srí Lanke a v Indii (Kropáček 2006, 78). Rovnakému popisu zodpovedá podľa Plínia Staršieho aj pyrop, ktorý bol označovaný aj ako carbunculus.

Organické minerály

Oblúbeným materiálom nielen v antike, ale aj počas iných období, bol jantár. Jantár vznikol zložitým procesom fosilizácie pôvodnej živice treťohorných, v niektorých prípadoch aj druhohorných ihličnatých stromov. Chemické zloženie jantáru z jednotlivých lokalít je nesmierne variabilné, preto je ho možné využiť aj v rámci určenia proveniencie tejto suroviny. Napríklad baltský jantár obsahuje 3-8% kyseliny butándiovej (alebo tiež nazývaná kyselina jantárová) (O'Donoghue 2006, 639). Samotné vlastnosti jantáru ako chemické zloženie a farba sú závislé na viacerých faktoroch ako je napríklad druh stromu, z ktorého pochádza živica a samotný proces premeny živice na jantár (teplota a tlak). Nemalú úlohu zohráva aj doba, počas ktorej bol jantár uložený v anaeróbnom prostredí (bez prístupu kyslíka; O'Donoghue 2006, 638).

Jantár sa nachádza v kusoch s rôznou veľkosťou (najväčší známy jantár s hmotnosťou 8 kg je uložený v zbierkach Prírodovedného múzea v Berlíne, Spolková republika Nemecko) a jeho farba môže byť od medovožltej až po hnedú. Často je transparentný ale býva aj opakný, pričom opakný jantár je možné upraviť na transparentný.

Jantár je možné rozdeliť do viacerých skupín, ktoré sú dané jednak historicky, ale aj chemicky. Tieto „odrody“ nesú väčšinou geografické pomenovanie a najznámejšou a najdôležitejšou odrodou jantáru v rámci Európy je bezpochyby tzv. baltský jantár. Výskyty tejto suroviny sú lokalizované predovšetkým na sever Európy, pričom najznámejšie ložiská tejto suroviny sa nachádzajú v Poľsku a Lotyšsku. Pre Európu boli dôležité aj výskyty simetitú – jantáru na Sicílii, ktorý bol intenzívne ťažený už počas antiky (O'Donoghue 2006, 640; Rapp 2002, 117).

V rámci publikovanej kolekcie rímskych gem z Carnunta (Dembski 2005, 29) zodpovedá jantáru len jedna gema. Využitie jantáru v podobe rôznych ozdobných alebo umeleckých predmetov má dlhú tradíciu aj na našom území ale v rámci antických gem bol tento materiál identifikovaný len v prípade jedinej gemy z hradu Devín (Miková-Daňová 2010, 109).

Gagát tvoril významnú surovinu používanú nielen na výrobu korálikov ale hojne sa využíval aj na výrobu antických gem (Rapp 2002, 118; Dembski 2005, 29). Už zo samotného názvu „čierny jantár“ vyplýva, že ide o čierny a nepriehľadný materiál. V anglo-americkéj literatúre je často označovaný ako jet (napríklad Manutcher-Danaí 2009, 485). V skutočnosti ide o varietu lignitu, ktorá vznikala za špecifickejších podmienok ako hnedé alebo čierne uhlie. Po chemickej stránke je zloženie gagátu príbuzné lignitu (75,2 % uhlík, 12,5 % kyslík, 7,0 % vodík, 4,6 % síra a 0,7 % dusík) (O'Donoghue 2006, 672). Vzhľadom na jeho makroskopické znaky ako je farba a lesk je možné zameniť gagát za čierne uhlie alebo antracit, avšak antracit je oveľa krehkejší. Tým pádom nie je možné antracit využiť podobne ako gagát. Podľa Ashurt, Dimes (354, 1998) vznikol gagát zo splaveného dreva, ktoré bolo pochované v sedimente a nebolo vystavené aeróbnym podmienkam (prístupu kyslíku) ale neprešlo podmienkami, ktoré prevládajú v rašelinovom prostredí. Preto sa gagát vyskytuje len sporadicky, spravidla v malých šošovkovitých telesách.

Významné náleziská tejto suroviny sa nachádzajú v Prednej Ázii, kde gagát najprv ťažili Gréci pri rieke Gagates (Kropáček 2006, 137). Ďalšie významné náleziská sa nachádzajú v Anglicku (lokality Withby v severnom Yorkshire), ktoré poskytovali veľmi kvalitnú surovinu. Menšie výskyty sa nachádzajú v Španielsku, Francúzku alebo

Nemecku. V rámci Čiech bol intenzívne ťažená varieta gagátu – švartna (Bouška/Kouřimský 1983, 224; Kropáček 2006, 137).

Rovnako ako v prípade jantáru bol gagát v rámci analyzovaných gem z Carnunta identifikovaný len v jednom prípade (Dembski 2005, 29).

Analytické podmienky

Vybrané gemy boli podrobené detailnému štúdiu pomocou nedeštruktívnej Ramanovej spektroskopie. Prstene so vsadenými gemami boli priamo analyzované pomocou spomínanej spektroskopie bez akejkoľvek špecifickej úpravy. Ramanove spektrá gem boli snímané pomocou prístroja Dilor-Jobin Yvon Spex, typ LabRam s konfokálnym mikroskopom Olympus BX-10 s excitačným zdrojom He-Ne laserom (632,8 nm), mriežkovým monochromátorom (450 nm – 1,05 m) a CCD detektorom s rozlíšením $1,3 \text{ cm}^{-1}$. Ramanove spektrá boli snímané od 20-200s v závislosti od Ramanovho rozptylu a fluorescencie. Získané spektrá boli porovnané s údajmi z databázy RRUFF.

Výsledky

Na analýzu pomocou Ramanovej spektroskopie boli vybrané štyri antické gemy, pričom tri z nich sú vsadené v prsteňoch a jedna gema je voľná. Všetky gemy sa vyznačujú rôznymi odtieňmi červenej farby (od oranžovo červenej až po tmavo červenú). Teda, dá sa predpokladať, že mineralogické zloženie drahých kameňov použitých na výrobu antických gem bude rozdielne. Pri každej analyzovanej gеме je uvedený jej makroskopický opis, ako aj ďalšie archeologické dáta týkajúce sa vyobrazeniu na gеме.

Zlatý prsteň s gemou s vyobrazením nahej ľudskej postavy

Lokalita: Bratislava – Hradný vrch

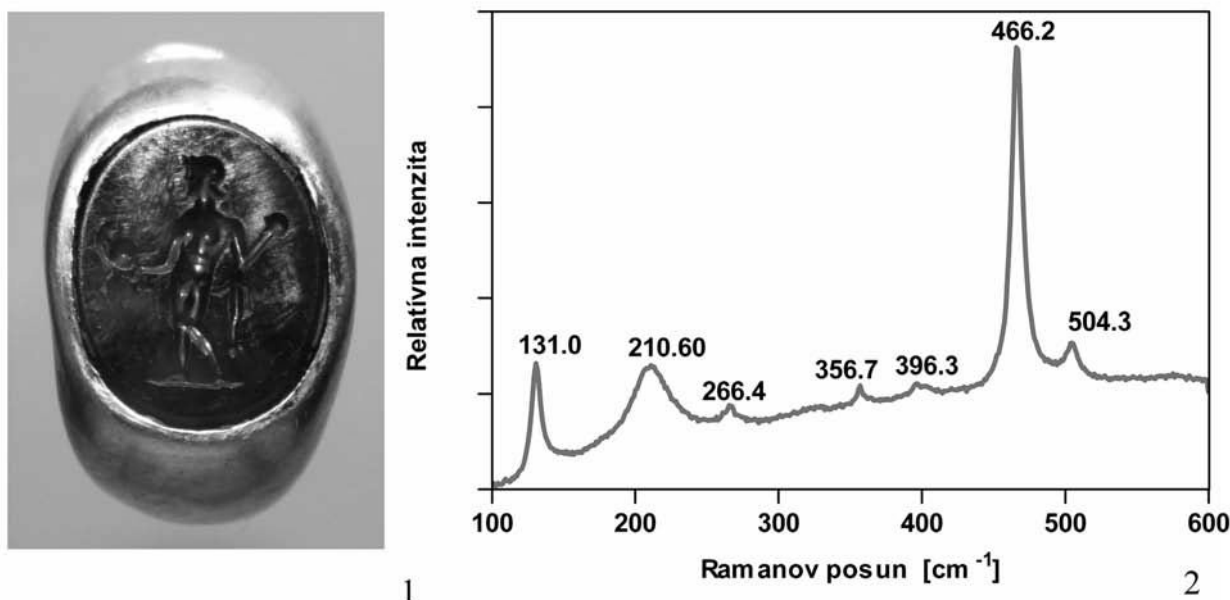
Nálezové okolnosti: gema je súčasťou kolekcie predmetov datovaných od doby laténskej po 20. storočie

Popis: masívny zlatý prsteň vpredu rozšírený do štítiku, v ktorom je vsadená oválna svetločervená gema z drahého kameňa. Na gеме je vyrytá nahá ľudská postava v klobúku, ktorá drží v natiahnutej pravej ruke prilbu, v ľavej, cez ktorú má prehodený plášť, predmet s rozšíreným zakončením (kyjak?) Kovová časť prsteňa je nezdobená.

Datovanie: druhá pol. 3. storočia

Evidenčné číslo: AP 44 419

Literatúra: Daňová/Čambal/Turčan 2008



Obr. 1 Bratislava – Hradný vrch. 1 Prsteň s gemou s vyobrazením nahej ľudskej postavy (AP 44 419); 2 Ramanove spektrum gemy. Vibračné pásy zodpovedajú minerálom kremeň a moganit, ktoré sú charakteristické aj pre farebné variety achátu – karneol.

Makroskopický charakter gemy (oranžovo červená farba, tvrdosť vyššia ako 5) (obr. 1: 1) zodpovedá karneolu, ktorý bol nielen v antike hojne využívaný na výrobu rôznych šperkových predmetov (napríklad gemy Dembski 2005, 29 alebo korálky Mrázek 2000, 74). V rámci Ramanovho spektra (obr. 1: 2) boli identifikované vibračné pásy $504.3, 466.2, 396.3, 356.7, 266.4, 210.6$ a 131.0 cm^{-1} , ktoré zodpovedajú minerálom kremeň (trigonálny, SiO_2)

a moganit (monoklinický, SiO_2). Identifikované minerály sa vyznačujú takmer rovnakými vibračnými pásmi, ale prítomnosť kremeňa je možné spoľahlivo potvrdiť na základe vibračného pásu s približnou hodnotou 355 cm^{-1} (Kingma/Hemley 1994, 272). Spektrum je z časti ovplyvnené fluorescenciou, ktorá je zapríčinená prítomnosťou Fe oxi-hydroxidov. Identifikované mineralogické zloženie v rátane predpokladanej prítomnosti Fe oxi-hydroxidov zodpovedá mikrokryštalickej odrode SiO_2 – chalcedónu, presnejšie karneolu.

Gema s vyobrazením bohyně Fortuny

Lokalita: Bratislava – Hradný vrch

Nálezové okolnosti: gema je súčasťou kolekcie predmetov datovaných od doby laténskej po 20. storočie

Popis: gema oválna hrdzavočervenej farby, s vypuklou prednou časťou a s vyobrazením stojacej ženskej bohyně Fortuny. V ľavej ruke drží kormidlo, v pravej roh hojnosti

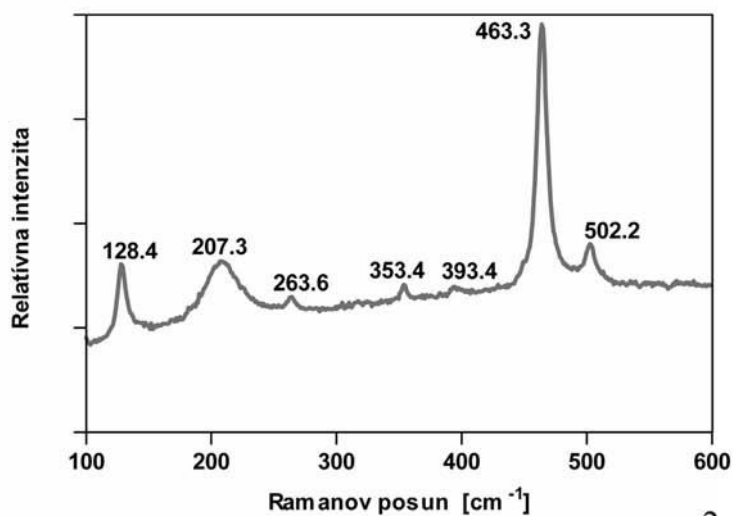
Datovanie: prvá pol. 2. storočia

Inventárne číslo: AP 44 749

Literatúra: Daňová/Čambal/Turčan 2010



1



2

Obr. 2 Bratislava – Hradný vrch.

1 Gema s vyobrazením bohyně Fortuny (AP 44 749); 2 Ramanove spektrum gemy. Vibračné pásy zodpovedajú minerálom kremeň a moganit, ktoré sú charakteristické aj pre farebné variety achátu – karneol.

Rovnako ako v prípade predchádzajúcej gemy (gema AP 44 419) zodpovedá jej makroskopická charakteristika karneolu (obr. 2: 1). Ramanove spektrum je taktiež ovplyvnené fluorescenciou a identifikované boli vibračné pásy 502.2 , 463.3 , 393.4 , 353.4 , 263.6 , 207.3 a 128.4 cm^{-1} (obr. 2: 2). Rovnako ako v predošlom prípade, vibračné pásy zodpovedajú minerálom kremeň (trigonálny, SiO_2) a moganit (monoklinický, SiO_2), pričom identifikované minerály sú typické pre mikrokryštalické odrody SiO_2 ako je napríklad chalcedón a jeho variety, napríklad achát. Fluorescencia odráža prítomnosť Fe oxi-hydroxidov, ktoré sú charakteristické práve pre farebnú varietu achátu – karneol.

Gema s vyobrazením ženskej hlavy

Lokalita: Sereď

Nálezové okolnosti: gema sekundárne vsadená do prsteňa nájdeného v staromaďarskom hrobe

Popis: Do stredovekého prsteňa z bieleho kovu je vsadená antická gema z červeného drahého kameňa. Na geme vyobrazená busta ženy z ľavého profilu, ktorá drží v ruke okrúhly predmet, pravdepodobne jablko

Datovanie: druhá pol. 2. storočia

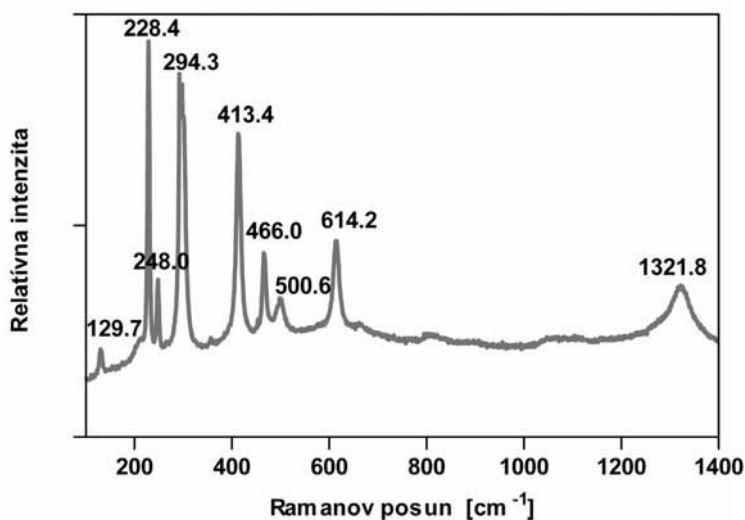
Inventárne číslo: AP 17 343

Literatúra: Daňová 2008

Makroskopická charakteristika gemy, predovšetkým jej nápadná červená farba, môže zodpovedať jaspisu (obr. 3: 1). Gema je na okrajoch poškodená a lomné plochy nevykazujú lastúrnatý lom typický pre mikrokryštalickú odrodu kremeňa ako je chalcedón a jeho variety. Na základe identifikovaného lomu sa dá predpokladať, že gema nie je s najväčšou pravdepodobnosťou vyrobená z jaspisu. Iný typ suroviny použitej na výrobu tejto gemy



1



2

Obr. 3 Sereď. 1 Prsteň zo staromadžarského hrobu so sekundárne vsadenou gemou (AP 17 343); 2 Ramanove spektrum gemy AP 17 434. Predpokladaný jaspis nebol potvrdený, nakoľko vibračné pásy zodpovedajú hematitu.

bol potvrdený pomocou Ramanovej spektroskopie, keďže Ramanove spektrum nezodpovedá kremeňu, prípadne asociácii kremeň a moganit, čo je charakteristické pre rôzne odrody a variety SiO₂, medzi ktoré patrí aj jaspis. Identifikované vibračné pásy dosahujú hodnoty 129.7, 228.4, 248.0, 294.3, 356.8, 413.4, 466.0, 500.6, 614.2, 806.0, 1321.8 cm⁻¹ (obr. 3: 2). Experimentálne získané spektrum zodpovedá hematitu, pre ktorý je charakteristická prítomnosť siedmich vibračných pásov s hodnotami 225, 247, 293, 299, 412, 498 a 613 cm⁻¹ (Porton/ Krishnan 1967, 1010). Hart et al. (1976) rovnako popisuje vibračný pás charakteristický pre Ramanove spektrum hematitu pri 1320 cm⁻¹. Na základe získaných výsledkov je možné jaspis ako surovinu na výrobu tejto gemy jednoznačne vylúčiť a ako surovina bol použitý práve hematit.

Bronzový prsteň s gemou s vyobrazením papagája

Lokalita: Bratislava-Rusovce

Nálezové okolnosti: nález zo zásypu jamy z 2. storočia

Popis: Bronzový prsteň s páskovou objímkou, ktorá sa smerom k hornej časti rozširuje. V hornej časti prsteňa je do objímky vsadená gema z drahého kameňa s tmavočervenou farbou. Na gеме vyobrazený papagáj z ľavého profilu sediaci na štylizovanej vetvičke.

Datovanie: prvá pol. 2. storočia

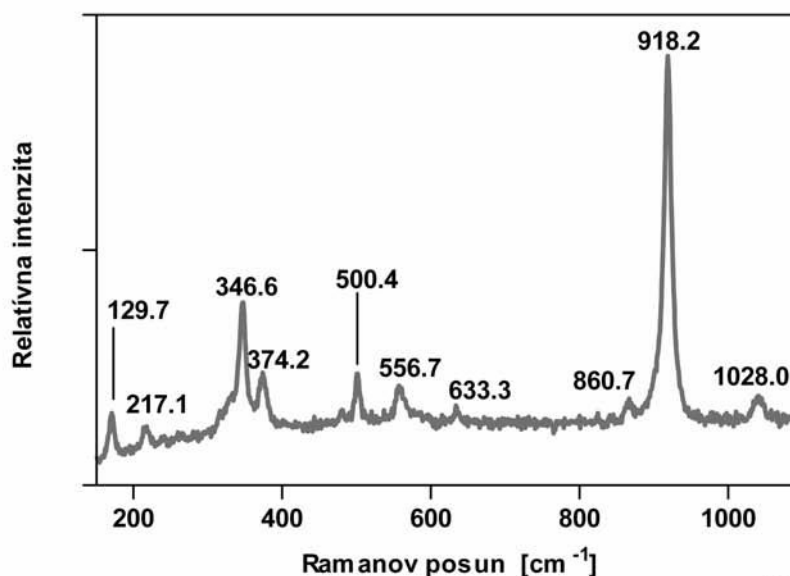
Inventárne číslo: AP 51 487

Literatúra: Bazovský/Daňová 2010

Po makroskopickej stránke sa gema vyznačuje nápadnou tmavočervenou farbou, pričom samotná gema nie je opakná ale je transparentná (obr. 4: 1). Pozorovaná farba sa diametrálne líši od typickej karnelovej farby, preto je možné túto surovinu ihneď vylúčiť. Do úvahy prichádzajú, vzhľadom na makroskopicky pozorovanú farbu, minerály skupiny granátov. Tmavočervenou farbou sa vyznačujú napríklad granáty pyralpspitovej skupiny ako pyrop, almandín a spesartín, prípadne andradit z ugranditovej skupiny. Experimentálne získané spektrum bolo porovnané so spektrom almandínu (rruff.info/almandine-R040076), pyropu (rruff.info/pyrope-R040159) a spesartínu (rruff.info/spessartine-R050063) z databázy RRUFF ale taktiež aj so spektrami almandínu z lokalít v Tyrolsku (Rakúsko) a z historickej lokality Alabanda (Turecko) (Ganetsos et al. 2013, 7), podľa ktorej je aj tento granát pomenovaný. Identifikované vibračné pásy s hodnotami 346.4, 374.2, 500.4, 556.7, 633.3, 866.8, 918.0 a 1039.3 cm⁻¹ (obr. 4: 2) zodpovedajú predovšetkým almandínu ale do istej miery niektoré hodnoty vibračných pásov zodpovedajú spesartínu a aj pyropu (tab. 1). Variabilita hodnôt vibračných pásov je spôsobená chemickým zložením samotného granátu, keďže tieto minerály tejto skupiny málokedy tvoria čisté koncové členy (ako napríklad po chemickej stránke čistý almandín Fe₃Al₂[SiO₄]₃). Preto s najväčšou pravdepodobnosťou chemické zloženie analyzovanej gemy najviac zodpovedá almandínu, tak ako bol identifikovaný pomocou Ramanovej spektroskopie. Ale v rámci chemického zloženia vystupujú aj spesartínová (Mn) a pyropová zložka (Mg), ktorých prítomnosť ovplyvnila aj výsledné Ramanove spektrum.



1



2

Obr. 4 Bratislava-Rusovce. 1 Bronzový prsteň s tmavočervenou gemou (AP 51 487) 2 Ramanove spektrum gemy AP 51 487. Vibračné pásy zodpovedajú predovšetkým almandínu, ale identifikované boli aj vibračné pásy, ktoré zodpovedajú pyropovej a spesartínovej zložke.

Diskusia

Pomocou Ramanovej spektroskopie bolo stanovené mineralogické zloženie antických gem, ktoré boli doposiaľ popísané len makroskopicky a nie vždy zodpovedalo skutočnému mineralogickému zloženiu. V prípade gem vyrobených z karneolu (gemy AP 44419 a AP 44749) postačuje ich makroskopický opis, nakoľko karneol ako surovina je nápadná svojou svetlo červenou prípadne pomarančovo červenou až žltou farbou. Často býva transparentná a keďže ide v podstate o farebnú varietu achátu, niektoré gemy sa môžu vyznačovať typickou achátovou páskovanou textúrou. V prípade gem AP17 343 a AP 51 487 bola Ramanova spektroskopcia nenahraditeľná, keďže mineralogické zloženie gem mohlo byť stanovené bez akejkoľvek úpravy. V prípade gemy AP17 343 nebol potvrdený červený jaspis, ale červený masívny hematit. Pri gemy AP 51 487 prichádzal do úvahy almandín, ktorý bol nakoniec aj potvrdený pomocou Ramanovej spektroskopie. Samotné spektrum je ovplyvnené chemickým zložením, keďže niektoré vibračné pásy zodpovedajú pyropovej alebo spesartínovej zložke. Detailné chemické zloženie almandínu by si vyžadovalo ďalšie analytické spracovanie, pričom na základe detailného chemického zloženia by bolo možné stanoviť aj provenienciu analyzovaného granátu.

Stanoviť provenienciu karneolu je nesmierne obtiažne, nakoľko v rámci Európy, severnej Afriky, prípadne Ázie (Malá Ázia, India) existuje množstvo lokalít. Len v rámci strednej Európy je možné nájsť karneol na lokalitách v Čechách (Nová a Stará Paka) (Bernad *et al.* 1992, 285), v Nemecku v Poľsku (Góry Kaczawskie) (Přichystal 2009, 87) alebo aj na Slovensku (Kvetnica pri Poprade) (Koděra *et al.* 1990, 972). Rozhodujúcim faktorom pri identifikovaní proveniencie karneolu je jeho chemické zloženie (hlavné, vedľajšie a stopové prvky ako aj izotopy) (Insoll *et al.* 2004, 1166). Rovnako nie je možné bez detailnejšieho štúdia stanoviť aj provenienciu hematitu použitého ako surovina na výrobu antickej gemy AP17 434. Nesmierne komplikovaná situácia ohľadne proveniencie suroviny je aj v prípade almandínu. Bez detailného chemického zloženia je možné provenienciu len predpokladať, pričom do úvahy prichádzajú hlavne lokality v Alpách (Zillertal) (napríklad Grundmann 1989, 138), ďalej klasická lokalita Alabanda (napríklad Rapp 2002, 102; Ganetsos *et al.* 2013, 7) známa už počas staroveku a viaceré lokality v Indii, kde sa okrem metamorfných hornín viaže granát almandínového zloženia aj na vulkanické horniny (napríklad Patranabis-Deb 2008, 5). Využitie almandínu z Indie a Srí Lanky bolo dokumentované napríklad v prípade longobardských šperkov (Horváth 2008, 61). Detailné zloženie chemického zloženia analyzovanej gemy v porovnaní s publikovanými údajmi o chemickom zložení vzoriek granátov z jednotlivých lokalít môže dopomôcť k efektívnemu vyriešeniu danej otázky. Napriek tomu podľa E. Horvátha (2008, 61, 62) samotné chemické zloženie granátov nie je jednoznačné vzhľadom na určenie ich proveniencie a do úvahy je potrebné brať aj ďalšie mineralogické charakteristiky (ako sú napríklad inklúzie) minerálov z granátovej skupiny.

Experimentálne dáta	Almandín (RRUFFdata-báza)1	Almandín (Tyrolsko, Rakúsko)2	Almandín (Alabanda, Turecko)2	Pyrop (RRUFFdata-báza)3	Spesartín (RRUFFdata-báza)4
170.0	–	–	–	–	–
217.1	–	–	–	–	–
346.6	–	–	–	–	347.5
–	356.5	354	351	361.1	–
374.2	–	–	–	–	372.0
500.4	506.3	504	508	–	498.4
556.7	559.9	557	555	558.0	–
–	639.8	–	638	641.0	650.9
–	–	–	744	–	–
866.8	862.4	–	–	860.7	847.5
918.0	919.0	912	917	918.2	904.5
1039.3	1049.1	1037	1039	1028.01	1024.0

Tab. 1 Porovnanie Ramanových spektier almandínov z rôznych lokalít s experimentálne získaným Ramanovým spektrom gemy AP 51 487.

1-ruff.info/almandine/display=default/R040076, 2-(Ganetsos et al. 2013, 7),
3-ruff.info/pyrope/display=default/R040159, 4-ruff.info/spessartine/display=default/R050063

Záver

Mineralogické zloženie antických gem bolo identifikované pomocou Ramanovej spektroskopie, v rámci ktorej nie je potrebná akákoľvek úprava vzoriek, prípadne nie je potrebné ich invazívne odoberanie. Voľná gema ako aj gemy vsadené do prsteňov boli analyzované bez akejkoľvek úpravy alebo zásahu. V prípade gem AP 44 419 a AP 44 749 bola potvrdená mikrokryštalická farebná varieta achátu – karneol, ktorý je možné makroskopicky rozlíšiť od iných drahých kameňov alebo surovín použitých na výrobu gem. Pri gemy AP 17 343 bol ako pôvodný materiál identifikovaný na základe makroskopických znakov ako červený jaspis, ale experimentálne získané Ramanove spektrum preukázalo prítomnosť čistého hematitu. Gema AP 51 487 je zhotovená z almandínu, presne ako sa pôvodne predpokladalo. Výsledky Ramanovej spektroskopie dopomohli k exaktnému stanoveniu surovín jednotlivých gem, ale detailnejšie štúdium zaoberajúce sa provenienciou jednotlivých surovín si vyžaduje detailnejšie chemické štúdium. Stanovenie chemického zloženia je oveľa náročnejšie na voľbu vzorky a do istej miery patrí medzi invazívne analytické metódy.

Stanovenie proveniencie jednotlivých surovín je na základe mineralogického zloženia nesmierne komplikované. Limitujúcim faktorom pri identifikovaní pôvodu drahých kameňov je ich chemické zloženie (predovšetkým vedľajšie a stopové prvky, prvky vzácnych zemín, alebo izotopové zloženie). Zo získaných výsledkov nie je napríklad možné jednoznačne identifikovať provenienciu karneolu, nakoľko sa tento minerál vyskytuje na viacerých lokalitách v rámci strednej, východnej alebo severnej Európy. Do úvahy prichádzajú aj zdroje karneolu známe už v antike (napríklad India alebo severná Afrika). Rovnako komplikované je aj určenie prove-

nencie almandínu. V rámci strednej Európy boli využívané až do 19. storočia almandíny ako šperkový kameň z oblasti Zillertalu, ďalej do úvahy prichádza klasická lokalita Alabanda v Anatólii a samozrejme India. Rozlíšenie jednotlivých almandínov by si preto vyžadovalo rovnako ako v prípade karneolu detailné mineralogicko-chemické štúdium. Najproblematickejšou vzorkou ostáva gema AP 17 343 vyrobená z červeného hematitu. Hematit šedastej farby s typickým kovovým leskom sa bežne využíval ako šperkový kameň na zhotovenie gem, prípadne iných ozdobných predmetov. Ale ekvivalent využitia červeného hematitu nebol doposiaľ dokumentovaný.

LITERATÚRA

- Ashrt/Dimes* 1998 – J. Ashurt/F. Dimes: Conservation of building and decorative stones. Oxford 1998.
- Bazovský/Daňová* 2010 – I. Bazovský/M. Daňová: Antické pečatné prstene z Bratislavy-Rusoviec. Zborník SNM 104, Arch. 20, 2010, 75-80.
- Bernard et al.* 1992 – J.H. Bernard/R. Rost/R. Bernardová/K. Breiter/P. Kašpar/M. Lang/K. Melka/F. Novák/J. Rost/T. Řídkošil/D. Slivka/J. Ulrych/S. Vrána: Encyklopedický přehled minerálu. Praha 1992.
- Bouška/Kouřimský* 1983 – V. Bouška/J. Kouřimský: Drahé kameny kolem nás. Praha 1983.
- Colon* 1989 – D. Collon: Materials and techniques of ancient near eastern cylinder seals. In: Hacken, T., Moucharte, G. (eds.): Technology and analysis of ancient gemstones, proceeding of the European workshop held at Ravello, European University Centre for Cultural Heritage, Rixensart: Pact Belgium 1989.
- Daňová* 2008 – M. Daňová: Datovanie antickej gemy zo staromaďarského hrobu v Seredi. Zborník SNM 102, Arch. 18, 2008, 125-130.
- Daňová/Čambal/Turčan* 2008 – M. Daňová/ R. Čambal /V. Turčan: Súbor predmetov z bratislavského hradného kopca. Zborník SNM 104, Arch. 20, 2008, 81-88.
- de Saizieu/Casanova* 1993 – B.B. de Saizieu/M. Casanova: Semi-precious stones working at Mundigak: carnelian and lapis lazuli. South Asian Archaeology, 11, 1993, s. 17-30.
- Demski* 2005 – G. Dembski: Die antiken Gemmen und Kameen aus Carnuntum. Archäologischer Park Carnuntum, Neue Forschungen, Band 1. Wien 2005.
- Ganetsos et al.* 2013 – T. Ganetsos/T., Katsaros/ P. Vandenabeele/S. Greiff/S. Hartmann: Raman Spectroscopy as a Tool for Garnet Analysis and Investigation on Samples from Different Sources. International Journal of Materials and Chemistry, 3, 1, 2013, 5-9.
- Grundmann* 1989 – G. Grundmann: Metamorphic evolution of the Habach formation: a review. Österreichische Geologische Gesellschaft - Mitteilungen, 81, 3, 1989, 133-149
- Hart/Adams/Tempkin* 1976 – T.R. Hart/S.B. Adams/H. Tempkin: Raman scattering from phonons and magnons in a α -iron(III)oxide. In: Balkanski, M., Lite, R., Porto, S., (eds.): Proceedings of the 3rd International Conference on Light Scattering in Solids. Paris 1976.
- Horváth, E.*, 2008: Drahé kamene a ďalšie minerálne látky v šperkárskech výrobkoch Longobardov. In: A. Molnár/A.Nagy/P. Tomka (eds.): Prišli a odišli. Longobardi a Avari na Podunajskej nížine. Győr 2008, 56-71.
- Insoll et al.* 2004 – T. Insoll/D.A. Polya/K. Bhan/ D. Irving/K. Jarvis: Towards an understanding of the carnelian bead trade from Western India to sub-Saharan Africa: the application of UV-LA-ICO-MS to carnelian from Gujarat, India and West Africa. Journal of Archaeological Science, 31, 2004, 1161-1173.
- Klein* 2006 – C. Klein: Mineralógia. Bratislava 2006.
- Kropáček* 2006 – V. Kropáček: Drahé kameny a jejich cesty v historii. Praha 2006.
- Kužvart* 1984 – M. Kužvart: Ložiska nerudných surovin. Praha 1984.
- Lucas/Harris* 1999 – A. Lukas/J.J.R. Harris: Ancient Egyptian materials and industries. 4th Edition. New York 1999.
- Manutcher-Danai* 2009 – M. Manutcher-Danai: Dictionary of Gems and Gemology. 3rd Edition. Berlin Heidelberg New York 2009.
- O'Donoghue* 2006 – M. O'Donoghue: Gems, 6th Edition. Berlin-Heidelberg-New York 2006.
- Mikovinyová-Daňová* 2010 – M. Mikovinyová-Daňová: Römische Gemmen mit Tierdarstellung – Funde aus Bratislava-Devín. Anodos, Studies of Ancient World, 9, 2010, 107-110.
- Patranabis-Deb/Schieber/ Basu* 2008 – S. Patranabis-Deb/J. Schieber/A. Basu: Almandine garnet phenocrysts in a ~1Ga rhyolitic tuff from central India. Geological Magazine 2008, 1-11.
- Piccottini* 1994 – G. Piccotti: Gold und Bergkristall am Magdalensberg. Germania, 72, 1994, 467-477.
- Přichystal* 2009 – A. Přichystal: Kamenné suroviny pravěku východní části střední Evropy. Brno 2009.
- Porto/Krishan* 1967 – S.P.S Porto/R.S. Krishnan: Raman effect of corundum. Journal of Chemical Physics, 47, 1967, 1009-11.

- Rapp 2002* - G. Rapp: Archaeomineralogy. Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York.
- Schmidt/ Schroter 1990* – B. Schmidt/E. Schroter: Ein Achatgefäß und weitere römische Importfunde aus dem Saalegebiet. Ausgrabungen Funde, 34, 4, 1990, 194-199.
- Sachanbiński et al. 2001* – M. Sachanbiński/ J. Janeczek/A. Platonov/F.J. Rietmeijer: The origin of colour of chryso-prase from Szklary (Poland) and Sarykul Boldy (Kazakhstan). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 177, 2001, 61-76.
- rruff.info/almandine-R040076*: rruff.info/almandine/display=default/R040076
- rruff.info/pyrope-R040159*: rruff.info/pyrope/display=default/R040159
- rruff.info/spessartine-R050063*: rruff.info/spessartine/display=default/R050063
- Smith 2005* – D.C. Smith: Overview: Jewellery and Precious Stones. In: Edwards, H. a Chalmers, J.M., (eds.): Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History. RSC Analytical Spectroscopy Series, Royal Society of Chemistry. Cambridge 2005, 337-373.
- Vandenaabele/ Moens 2005* – P. Vandenaabele/ L. Moens: Raman Spectroscopy of Pigments and Dyes. In: Edwards, H. a Chalmers, J.M., (eds.): Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History. RSC Analytical Spectroscopy Series, Royal Society of Chemistry. Cambridge 2005, 71-83.
- Warmington 1995* – E. Warmington: The commerce between the Roman Empire and India. South Asia Books 1995.
- Wild 1991* – K.E. Wild: Idar-Oberstein, die Stadt der Edelsteine und des Schmucks. Museum Idar-Oberstein, Band 8, 1991.
- Zoppi et al. 2005* – A. Zoppi/E.M. Castellucci/C. Lofrumento: Phase Analysis of Third Millennium Syrian Ceramics by Micro-Raman Spectroscopy. In: Edwards, H. a Chalmers, J.M., (eds.): Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History. RSC Analytical Spectroscopy Series, Royal Society of Chemistry, Cambridge 2005, 217-230.

ANTIKE GEMMEN IN SAMMLUNGEN DES SNM-ARCHÄOLOGISCHEN MUSEUMS (MINERALOGISCHE STUDIE)

IGORBAZOVSKÝ-MILOŠ GREGOR-LUBOMÍR VANČO-MAGDALÉNA KADLEČÍKOVÁ

Die mineralogische Zusammensetzung antiker Gemmen identifizierte man mit Hilfe der Raman-Spektroskopie. Diese Methode erfordert keine Zubereitung der Proben, beziehungsweise deren invasive Entnahme. Die freie Gemme sowie die in Ringen eingesetzten Gemmen wurden ohne irgendwelche Zurichtung und ohne Eingriffe analysiert. Im Fall der Gemmen AP 44419 und AP 44749 identifizierte man im Rahmen des Raman-Spektrums Vibrationsbänder, die der Assoziation von Quarz und Moganit entsprechen. Diese Assoziation ist typisch für mikrokristalline Varietäten von SiO₂, in diesem Fall Achat. Die anwesenden Eisen-Oxyhydroxide verursachen eine charakteristische rote Verfärbung des Materials und angesichts der mineralogischen Zusammensetzung handelt es sich in beiden Fällen um die farbige Varietät des Achats – Karneol. Bei der Gemme AP 17343 identifizierte man das ursprüngliche Material anhand der makroskopischen Merkmale als roten Jaspis, doch das experimentell gewonnene Raman-Spektrum hat die Anwesenheit von reinem Hämatit nachgewiesen. Zur Herstellung der Gemme AP 51487 benutzte man Almandin, dessen Raman-Spektrum auch die Vibrationsbänder der Pyrop- und Spessartin-Komponente aufweist. Anhand der Ergebnisse der Raman-Spektroskopie wurden die Rohstoffe einzelner Gemmen exakt identifiziert, doch das Studium der Herkunft einzelner Rohstoffe erfordert eine eingehendere chemische Untersuchung. Die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung ist viel anspruchsvoller auf die Auswahl der Probe und gehört in gewissem Maße zu invasiven analytischen Methoden.

Die Identifizierung der Herkunft einzelner Rohstoffe aufgrund der mineralogischen Zusammensetzung ist äußerst kompliziert. Den limitierenden Faktor bei Identifizierung der Herkunft der Edelsteine repräsentiert ihre chemische Zusammensetzung (vor allem die Neben- und Spurenelemente, Elemente der Seltenerden, oder die Isotopenzusammensetzung). Anhand der gewonnenen Ergebnisse ist es zum Beispiel nicht möglich, die Herkunft des Karneols eindeutig zu identifizieren, da dieses Mineral an mehreren Fundstellen Mittel- Ost- oder Nordeuropas vorkommt. In Erwägung kommen auch die Karneolquellen, die bereits in der Antike bekannt waren (z. B. Indien oder Nordafrika). Genauso kompliziert ist auch die Bestimmung der Herkunft von Almandin. Im Rahmen Mitteleuropas verwendete man bis zum 19. Jahrhundert als Schmucksteine die Almandine aus der Gegend von Zillertal, in Erwägung kommt auch die klassische Fundstelle Alabanda in Anatolien und selbstverständlich Indien. Die Unterscheidung einzelner Almandine würde deswegen, genauso wie beim Karneol, eine detaillierte minera-

logisch-chemische Untersuchung erfordern. Am problematischsten unter den Proben bleibt die Gemme AP 17343, die aus rotem Hämatit hergestellt wurde. Hämatit graulicher Farbe mit typischem Metallglanz wurde üblicherweise als Schmuckstein zur Herstellung von Gemmen, bzw. anderen Schmucksachen verwendet. Eine analoge Anwendung von rotem Hämatit konnte jedoch bisher nicht dokumentiert werden.

(Preklad Jana Kličová)

*Igor Bazovský
SNM-Archeologické múzeum
Žižkova 1,
P.O.BOX 13,
810 06 Bratislava
bazovsky@snm.sk*

*Miloš Gregor
SNM-Prírodovedné múzeum
Vajanského nábrežie 2
810 06 Bratislava
geolgregor@yahoo.com*

*Ľubomír Vančo
Slovenská technická univerzita, Fakulta elektroniky a fotoniky
Ilkovičova 3
812 19 Bratislava
lubos.vanco.111@gmail.com*

*Magdaléna Kadlečíková
Slovenská technická univerzita
Fakulta elektroniky a fotoniky
Ilkovičova 3
812 19 Bratislava
magdalena.kadlecikova@stuba.sk*