

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta

Katedra fyzickej geografie a geoinformatiky

Drahé kamene – známe i neznáme

PaedDr. Ján Štubňa, PhD.

*Katedra geografie, geoinformatiky a regionálneho rozvoja; Gemologické laboratórium
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre*

TEXT K PREDNÁŠKE

2022

Realizované v rámci projektu KEGA 065UK-4/2021

Úvod

Už pred viac ako dvetisíc rokmi ľudia klasifikovali drahé kamene. Hlavným kritériom bola u farebných drahých kameňov práve farba. Červený rubín a spinel považovali za to isté. Bolo to jednoducho preto, lebo majú rovnakú farbu. Medzi týmito dvoma drahými kameňmi je však obrovský rozdiel.

1 Čo je drahý kameň?

Väčšina drahých kameňov sú minerály, ktoré majú špecifické chemické zloženie. Väčšina z nich má aj svoju charakteristickú štruktúru. Najznámejšie vyskytujúce sa v klenotníckej praxi sú diamant, rubín, zafír, smaragd, topás. Niektoré drahé kamene ako sú perly, jantár, koraly a slonovina sú organického pôvodu. To znamená, že pochádzajú z rastlín alebo živočíchov.

Väčšina materiálov používaných v klenotníckej praxi sú prírodné, lebo sa tvoria v prírode. Na druhej strane umelé (syntetické) drahé kamene sú často reprodukciou prírodných kameňov. Vyzerajú podobne ako prírodné drahé kamene a majú v podstate rovnaké chemické zloženie a štruktúru, ale vyrábajú sa v laboratóriách. Pričom existujú aj umelé drahé kamene, ktoré nemajú prírodný náprotivok predovšetkým drahokamovej kvality (moissanit, kubická zirkónia).

2 Tri vlastnosti drahého kameňa

Drahý kameň aby získal takéto označenie, mal by mať tri dôležité vlastnosti a to: krásu, vzácnosť a trvácnosť. Každá vlastnosť predstavuje rozhranie, takže drahé kamene môžu mať rôzne stupne všetkých troch vlastností.

2.1 Krása

Počas stáročí si ľudia najviac vážili na drahých kameňoch ich farbu a lesk. Ale je náročné vyjadriť a kategorizovať, čo je krásne a čo už nie. Jeden z uznávaných názorov je, že sa jedná o kombináciu vlastností, ktoré vnímame cez zmysly a vytvárajú v našom mozgu pozitívny, príjemný pocit. Inými slovami je to možné opísať, že krásna vec nemusí pôsobiť na každého rovnako. Ale môže spôsobiť, že všetci budú nejakou formou reagovať (či pozitívne alebo negatívne). Čiže drahý kameň bude mať vizuálnu príťažlivosť. U vybrúsených drahých kameňov je vizuálna príťažlivosť výsledkom kombinácie farby, symetrie a vzhľadu povrchu. Pričom u farbených kameňov je práve farba najdôležitejším faktorom. Symetria znamená vyváženosť a harmóniu výbrusu. Ak je kameň príťažlivý, tak jeho tvar a proporcie sú vyvážené. Príťažlivosť kameňa charakterizuje tretí faktor a to je vzhľad povrchu alebo lesk. Väčšina drahých kameňov je vyleštená do vysokého lesku. Okrem spomenutých faktorov má vplyv na krásu aj priehľadnosť (popisuje ako svetlo prechádza objektom). Čím je objekt transparentnejší tým viac svetla ním prechádza. Viaceré drahé kamene sú priehľadné, vrátane smaragdu, granátu, tanzanitu. Svetlo nimi môže prechádzať s malým alebo žiadnym skreslením. Nepriehľadné kamene sú na druhom konci škály, lebo neprepúšťajú svetlo. Medzi túto skupinu patrí hematit, tyrkys, malachit. Niektoré drahé kamene ako je napr. opál má rôzne stupne transparentnosti. Nie všetky drahé kamene majú rovnakú kombináciu týchto prvkov. Jadeit môže byť nepriehľadný a zároveň krásny. Na druhej strane rubín vďaka svojej krásu tomu, že je priehľadný.

2.2 Vzácnosť (raritnosť)

Vzácnosť (raritnosť) predstavuje tiež škálu, keďže niektoré sú viac, iné menej vzácne. Niektoré sú také vzácne, že sa pokladajú za zberateľské predmety. Benitoit a červený beryl (bixbit) drahokamovej kvality sa vyskytujú na svete len na jednej lokalite a len príležitostne sa používajú v šperkovej tvorbe. Keďže nie sú ani zďaleka tak dostupné, ako je ametyst alebo zafír, tak väčšina spotrebiteľov ich nepozná. Väčšina drahých kameňov sa nachádza niekde v strede stupnice vzácnosti. Avšak vzácnosť nerobí drahý kameň automaticky aj cenným. Napríklad ružový spinel je krásny, odolný a vzácny. Ružový spinel napriek svojim vlastnostiam absentuje v ponuke klenotníctiev. Známy je len pre malú skupinu ľudí (zákazníkov). Takže je po ňom veľmi malý dopyt. Dopyt po jednotlivých drahých kameňoch je nepredvídateľný. V minulosti patril jantár medzi vysoko cenené drahé kamene. Avšak dnes je menej cenný napriek tomu, že vzácne exempláre môžu stále stáť vysoké ceny. Podobný osud má aj gagát, ktorý je nepriehľadný čierny organický drahý kameň, ktorý bol mimoriadne populárny vo viktoriánskej ére v Anglicku, ale dnes sa v ponuke klenotníctiev nevyskytuje. Dôležitý vplyv na popularitu konkrétneho drahého kameňa má reklamná kampaň. Ale vo všeobecnosti drahý kameň musí byť krásny, odolný a zároveň vzácny, aby si zaslúžil spoločenský úspech. Pričom jednou z podmienok je aj to, že musí ho byť dostatočné množstvo, aby sa dlhodobo udržal v povedomí verejnosti.

2.3 Trvácnosť (odolnosť)

Trvácnosť je kombinácia troch faktorov a to: tvrdosti, húževnatosti (štiepatel'nosti) a pevnosti. Tvrdosť udáva, ako dobre je drahý kameň odolný voči poškrabaniu a oderu. Húževnatosť je schopnosť drahého kameňa odolať lámaniu a praskaniu. Treba si uvedomiť, že tvrdosť a húževnatosť nie je to isté. Topás je pomerne tvrdý, ale má slabú húževnatosť. Jadeit nie je taký tvrdý ako topás, ale je výnimočne húževnatý. Pevnosť udáva, ako dobre odoláva drahý kameň účinkom svetla, tepla a chemikáliám. Napríklad čistiacie roztoky, vďaka ktorým sa zafír leskne, môže poškodiť peridot (olivín). Rovnako aj každodenné slnečné svetlo môže časom spôsobiť vyblednutie kunzitu (odroda spodumenu). Krátka životnosť je aj dôvodom, prečo sa v šperkoch nepoužívajú minerály ako je fluorit a kalcit (nízka tvrdosť, húževnatosť – štiepatel'nosť).

3 Druh a odroda

Podobne ako v botanike a zoológii tak aj v mineralógii sú jednotlivé minerály zoradené do systému na základe určitých spoločných znakov. V mineralógii sa systematické jednotky zaraďujú do druhov a odrôd. Druh minerálu (drahého kameňa) je založený na jeho chemickom zložení a štruktúre. Napríklad zástupcovia drahokamového druhu korundu, vrátane rubínu a zafíru, sú chemicky tvorené z atómov hliníka a kyslíka. Tieto atómy sa usporiadajú špecifickými spôsobmi, ktoré dávajú všetkým korundom spoločné vlastnosti. Odroda je podkategória druhu, ktorá je najčastejšie založená na farbe. Napríklad, ak korund obsahuje chróm ako stopový prvok, kameň je červený a pomenovanie má rubín. Ak má stopové množstvo železa a titánu, je to modrý zafír. Korund môže byť tiež ružový, fialový, zelený, žltý, oranžový alebo bezfarebný. Zvyčajne sú označované ako farebné zafíry. Ostatné druhy drahých kameňov majú tiež farebné odrody ako napríklad odrody berylu sú akvamarín (zelenomodrý) a smaragd (zelený). Kremeň má napríklad odrody citrín (žltý) a ametyst (fialový).

4 Vzácnosť ako hodnotový faktor

Cena drahých kameňov závisí od rôznych faktorov. Najdôležitejšie faktory sú dostupnosť, vzácnosť a dopyt. Vedieť, ako tieto faktory určujú hodnotu, dáva predstavu o hodnote drahého kameňa. Vedieť, ktoré kamene sú vzácne a prečo sú vzácne, dávajú človeku odpoveď o vzácnosti každého drahého kameňa. Jedným z najvzácnejších (najviac ceneným) farebným kameňom je ružovo oranžový zafír nazývaný padparadscha (pod-pah-RAHD-shah). Jeho názov je moderný termín založený na starom sanskrte (starodávny posvätný jazyk v Indii), ktorý znamená „lotosový kvet“ na počesť jeho neobvyklého odtieňa. Pravá padparadscha je oveľa vzácnejšia ako kašmírsky zafír alebo barmský rubín. Pretože zafír padparadscha je vzácny a zároveň žiadaný, v celkovom výsledku je jeho hodnota vysoká. Vzácnosť nemusí vždy automaticky znamenať, že bude mať aj vysokú cenu. V prírode sa zriedkavo vyskytuje ružový spinel, avšak jeho cena nikdy nebola vysoká. Je to dôsledok toho, že ostal neznámy pre zákazníkov a je to aj dôsledok absencie reklamnej kampane. Výrobcovia, ktorí obchodujú s tovarom komerčnej kvality, majú tendenciu uprednostňovať lacné, hojne sa vyskytujúce drahé kamene, ako je napríklad ametyst. Pri ružových odtieňoch výrobcovia prehliadajú alebo ignorujú spinel v prospech dostupnejších drahých kameňov ako je granát (rhodolit) a ružový turmalín (rubelit).

5. Najznámejšie drahé kamene

5.1 Nekorunovaný kráľ drahých kameňov (diamant)

Diamantu často ľudia pripisujú niekoľko naj a to najkrajší, najtvrdší, najvzácnejší a najčistejší. Všetky tieto vlastnosti získal počas svojho vzniku v hĺbinách Zeme (v hĺbke viac ako 150 km), pri extrémne vysokej teplote (okolo 1300°C) a vysokom tlaku (okolo 5 GPa). Diamant je kubickou modifikáciou uhlíka. Kryštalizuje v kubickej sústave a vzhľadom na blízkosť atómov v štruktúrnej mriežke dosahuje najvyššiu tvrdosť spomedzi všetkých minerálov. V prírode tvorí veľmi tvrdé, lesklé kryštály. Jeho vlastnosti možno rozdeliť na fyzikálne a optické. Z fyzikálnych má výnimočnú tvrdosť.



V Mohsovej stupnici tvrdosti predstavuje rozdiel medzi ním a korundom len jeden stupeň. V skutočnosti je diamant oproti korundu 140-krát tvrdší. Oproti kremeňu, ktorému patrí v stupnici 7. miesto, je 1000-krát tvrdší. Z ostatných fyzikálnych vlastností má vysokú objemovú hmotnosť (hustotu) (3,51), ako aj mimoriadne vysokú tepelnú vodivosť. Z optických vlastností je charakteristická vysoká hodnota indexu lomu (2,417), ktorý udáva o koľko pomalšie sa šíri svetlo v kameni oproti vzduchu. Tieto vysoké hodnoty slúžia ako diagnostické parametre pri určovaní jeho pravosti. Potom je to jeho farba, ktorá sa mení aj v závislosti na nepatrnej prímеси iných prvkov. Stále sú najviac cenené bezfarebné diamanty, ktoré ich takmer neobsahujú vôbec. Pre klenotnícke šperkové diamanty má bezkonkurenčnú hodnotu brilancia, ktorú surový diamant získava vybrúsením. V prírode sa vyskytujú aj farebné diamanty. Farebné odtiene bývajú najčastejšie žltkavé a hnedavé. Najviac cenené sú však červené, fialové, zelenej a modrej farby. Ich cena často prevyšuje niekoľko násobne cenu bezfarebného

diamantu. Na jeho vysokú cenu vplývajú vysoké náklady na jeho ťažbu. Výnimočnosť veľkých kameňov potvrdzuje aj fakt, že dostávajú svoje mená. Slávne diamanty sú Cullinan 3106 ct, Excelsior 995 ct, Golden Jubilee 755 ct, Jonker 725 ct, Jubilee – Reitz 650,80 ct, Kimberley Octahedral 616 ct, Centenary 599 ct, De Beers 428,50 ct, Niarchos 426,50 ct. Na Slovensku zatiaľ diamanty neboli nájdené.

5.2 Veľká trojka (rubín, zafír, smaragd)

5.2.1 Rubín

Okolo rubínu sa v priebehu storočí nahromadilo množstvo legiend. V sanskrte (starodávnom posvätnom jazyku Indie) je jedným z výrazov pre rubín „ratnaraj“ čiže „kráľ drahokamov“. Ľudia v Indii verili, že rubíny umožňujú svojim majiteľom žiť v mieri so svojimi nepriateľmi. V Mjanmarsku (Barme) (zdroj rubínu známy najmenej od roku 600 n.l.), bojovníci nosili rubíny, aby sa stali neporaziteľnými v boji. Mnoho stredovekých Európanov nosilo rubíny, aby si zaručili zdravie, bohatstvo, múdrosť a úspech v láske. Rubín je najznámejší a najobľúbenejší červený drahokam na svete.



Veľké, kvalitné rubíny sú mimoriadne vzácne a cenné. Ale silná celosvetová produkcia a celý rad úprav zvýšili jeho dostupnosť. Najviac cenená je rubínová farba s označením „holubia krv“ a „kráľčia krv“. Kamene trochu ružovkaste, purpurové alebo oranžovo červené sa tiež považujú za rubíny, ale odborníci na drahé kamene ich striktne rozlišujú medzi rubínom a ružovým, fialovým alebo oranžovým zafírom. Čo sa vždy odzrkadlí v celkovej cene (cena rubínu je vyššia ako zafíru). Vo všeobecnosti rozdiel závisí od kombinácie farby, odtieňa a sýtosti. Hranica medzi rubínom a zafírom závisí aj od kultúry samotného trhu. Rubíny, ktoré by sa v USA považovali za ružový alebo fialový zafír, sú v niektorých ázijských krajinách často klasifikované a predávané ako rubíny. Je preto dôležité mať na pamäti takéto regionálne rozdiely.

5.2.2 Zafír

V antickom Grécku a Ríme boli panovníci presvedčení, že modré zafíry ich chránia pred závišťou a škodou. Počas stredoveku zafír symbolizoval nebo a ľudia si mysleli, že drahý kameň priťahuje nebeské požehnania. Inokedy a na iných miestach, ľudia zafíru pripisovali moc strážiť cudnosť, uzatvárať mier medzi nepriateľmi, ovplyvňovať duchov a odhaľovať tajomstvá veštcov. Zafír sa v tomto období vždy spájal s modrou farbou. Jeho názov pochádza z gréckeho slova sappheiros, ktoré pravdepodobne označovalo lapis lazuli. Väčšina ľudí si aj dnes myslí, že všetky zafíry sú len modré. Pričom v obchodnej praxi sa modrý zafír vzťahuje na kamene v rozmedzí od veľmi svetlej až po veľmi tmavo zelenkastú alebo fialovomodrú, ako aj kamene v rôznych odtieňoch modrej. Nie všetky zafíry sú však modré. Je to odroda rovnakého druhu ako rubín (korund) a akýkoľvek korund, ktorý sa neoznačuje ako rubín, sa automaticky považuje za zafír. Pričom môže mať farbu fialovú, zelenú, žltú, oranžovú, ružovú a dokonca môže byť aj bezfarebný.



5.2.3 Smaragd

Smaragd je najznámejšou odrodou berylu. Už od staroveku sa verilo, že smaragdovo zelená farba upokojuje duše a zvyšuje predstavivosť. Aj v súčasnosti je známe, že zelená farba zmiernuje stres a únavu očí. Pomenovanie smaragdu pochádza zo starogréckeho slova pre zelenú, „smaragdus“. Najstaršie (330 p.n.l.) smaragdové bane sa nachádzali v Egypte. O Kleopatre bolo známe, že jej obľúbený drahý kameň bol práve smaragd, čo sa prejavilo aj v šperkoch, ktoré nosila. V súčasnosti najznámejšie smaragdy na svete pochádzajú z Kolumbie.



Keď španielski dobyvatelia v 16. storočí vtrhli do Nového sveta tak, ako korist' okrem zlata boli aj smaragdy. Indiáni už 500 rokov predtým používali smaragdy vo svojich šperkoch a náboženských obradoch. Španieli si však cenili iba zlato a striebro a preto vymieňali smaragdy v Európe za drahé kovy. Dostupnosť kvalitného smaragdu je aj v súčasnosti obmedzená. Pričom smaragd koncom 90. rokov z veľkej miery stratil na popularite. Zverejnené boli spôsoby úpravy (olejovanie) na zlepšenie čistoty, ktoré sa bežne používali už veľmi dlho.

5.3. Najznámejšie drahé kamene

5.3.1 Topás

Patrí medzi najznámejšie a najstaršie drahé kamene. V staroveku bol aj vysoko cenený. Topás sa vyznačuje vysokou tvrdosťou (po diamante a korunde). Medzi najžiadanejšie farby z veľmi pestrej škály sú svetložltá, oranžová, ružová, červená a modrá. Pre túto farebnú pestrosť sa často zamieňa s inými drahými kameňmi. Najznámejšia je zámena za citrín, ktorý má obchodné meno Madeira topás, alebo modrý za akvamarín, ružový za turmalín alebo za rubín. V pegmatitoch tvorí často veľké a čisté kryštály, pričom najznámejšie topásky pochádzajú z Brazílie. Syntetický topás sa v šperkoch nepoužíva. Na úpravu prírodných topásov sa uplatňujú dva postupy a to rádioaktívne ožarovanie (modrá farba) a tepelná úprava.



5.3.2 Akvamarín

Akvamarín má svetlomodrú farbu, od toho má aj pomenovanie z latinského *aqua* (voda) a *marina* (morská). V prírode sa vyskytuje v pomerne značnom množstve a často aj vo veľkých kryštáloch. Aj to je jeden z dôvodov, prečo je jeho cena oveľa nižšia v porovnaní so smaragdcom. Modrú farbu spôsobuje prítomnosť kationov železa v štruktúre. Najväčší kryštál akvamarínu bol objavený v Brazílii v roku 1910 (dĺžka 48,5 cm, šírka 41 cm, váha cca 100kg). V minulosti sa uprednostňovali kamene morskej modro-zelenej farby. Dnes sú v kurze akvamaríny blankytnomodré a menej tmavomodré.



Obsahujú menej inklúzií a sú menej porušené puklinami v porovnaní so smaragdcom. Vyznačujú sa vysokou čistotou, čo u smaragdu nebýva bežný jav. Ložiská akvamarínu sa nachádzajú predovšetkým v Brazílii. Sú súčasťou tzv. druzovej zóny pegmatitových žíl. Pegmatity predstavujú zvyškovú taveninu granitovej magmy. Minerály tu kryštalizujú pomaly pri klesajúcej teplote a majú dostatok priestoru pre svoj rast. Najznámejšie lokality výskytu sú tiež v Mozambiku, Pakistane, Afganistane, Nigérii, na Madagaskare a v Namíbií.

5.3.3 Tanzanit

Tanzanit bol objavený v roku 1967 a v médiách bol prezentovaný ako modrý poklad Afriky. Bol objavený v oblasti Arusha juhozápadne od Kilimandžára v Tanzánii. Pomenovanie tanzanit dostal práve podľa štátu, v ktorom bol objavený. Jeho modrá farba je spôsobená prítomnosťou stroncia. Jeho škála farby sú od temnej zafírovej cez modrofialovú až po pastelovo orgovánovú. Hneď po uvedení na trh bola rozpoznaná jeho kvalita a potenciál. Newyourkskej spoločnosti Tiffany tak priniesol koncom 60-tych rokov úspech.



5.3.4 Granát (pyrop, almandín, spessartín)

Jedná sa o minerály patriace medzi kremičitany (silikáty). Názov pochádza pravdepodobne z latinského *granum* (zrno). Lesk majú sklený, mastný až diamantový. Štiepatelnosť nemajú. Často tvoria pekne vyvinuté kryštály s prevládajúcim tvarom rombického dodekaédra. Najčastejšie vznikajú metamorfózou alebo vo vulkanitoch, pričom prechádzajú do náplavov. Hlavné odrody granátov sú **pyrop**, **almandín**, **spessartín**, **grosulár** a **andradit**. Najznámejší je **pyrop** pomenovaný podľa gréckych výrazov pre oheň. U nás je známy ako „Český granát“, ktorý je krvavo červený a pomerne čistý (bez inklúzií) s obsahom chrómu.



Vzorky väčšie ako 7 mm sú považované za veľmi vzácne. Veľké množstvo granátov sa ťaží spolu s diamantmi napríklad v bani Kimberley a De Beers v Juhoafrickej republike. Na Slovensku sa vyskytuje sporadicky, napríklad v Pieniskom bradlovom pásme. Najbežnejším zo skupiny granátov je **almandín**. Názov je podľa tureckej Alabandy, kde sa od staroveku brúsil. Najčastejšie býva červený až fialovo-červený, prípadne do čierne. Dokáže vytvárať kryštály s hmotnosťou aj viac ako 4 kg. Veľmi často býva popraskaný a obsahuje väčšie množstvo inklúzií. Na Slovensku je najrozšírenejším spomedzi granátov. Vyskytuje sa vo viacerých pohoriach, ako sú Malé Karpaty, Považský Inovec, Malá Fatra, Vysoké a Západné Tatry, Sloveské rudohorie, Javorie, Slanské vrchy. Kryštály dosahujú veľkosť až 5 cm. Ďalší je **spessartín**, ktorý je pomenovaný podľa bavorského mesta Spessart. Kryštály bývajú svetložlté až oranžové. Málokedy býva čistý a je zmiešaný s almandínom. Jeden z najväčších pochádza z virgínskej Rutheford Mine v USA, váži 6720 karátov (1,34 kg). Na Slovensku sa v najväčšej miere vyskytuje v Slovenskom rudohorí.



5.3.5 Olivín (peridot)

Olivín patrí medzi kremičitany (silikáty) a je pomenovaný podľa svojej olivovej farby. Farbu má olivovozeľnú až žlto-zelenú vďaka železu, lesk sklený, je krehký a nie príliš výrazne štiepny. Je významným horninotvorným minerálom najmä v bázických a ultrabázických horninách, často sa dostáva do náplavov. Pre svoju peknú farbu je v šperkárstve obľúbeným kameňom a zamieňa sa za podobný vltavín, najmä keď je vybrúsený. Najčastejšie označovaný v gemológii je ako peridot. Jedny z najkrajších olivínov pochádzali z egyptského ostrova Topazos v Červenom mori, kde sa v staroveku (ako topazios) výdatne ťažili.



Významné olivíny v stredoveku pochádzali z Kozákova pri Turnove v Českej republike. V roku 1900 boli znovu objavené opätovne na ostrove Zebirget v Červenom mori. Najväčší olivín má 311,8 karátů. V súčasnosti najkvalitnejšie pochádzajú z Pakistanu, ďalej sa ťaží v Austrálii, Brazílii, Číne, Barme, USA (Arizona, Havaj) a Kongu. Na Slovensku sa často vyskytuje v bázických vulkanických pohoriach.

5.3.6 Kremeň

Kremeň patrí k najrozšírenejším horninotvorným minerálom zemskej kôry. Vyčleňujú sa tri skupiny jeho drahokamových odrôd:

- a) Hrubo kryštalické: krištál', ametyst, ruženín, záhneda a citrín
- b) Mikrokryštalické vláknité: chalcedón, achát, karneol, chryzopras, ónyx a heliotrop
- c) Mikrokryštalické zrnité: jaspis

Pričom v spoločnosti sú nesprávne označované ako polodrahokamy (**v roku 1935 bolo toto označenie zrušené**) a majú nezastupiteľné miesto v rodine drahých kameňov. Sú veľmi účinným poslom šírenia krásy drahých kameňov na celom svete od samých počiatkov civilizácie až do dnešných čias. Ich zastúpenie v šperkovej tvorbe a na pultoch klenotníctiev ale

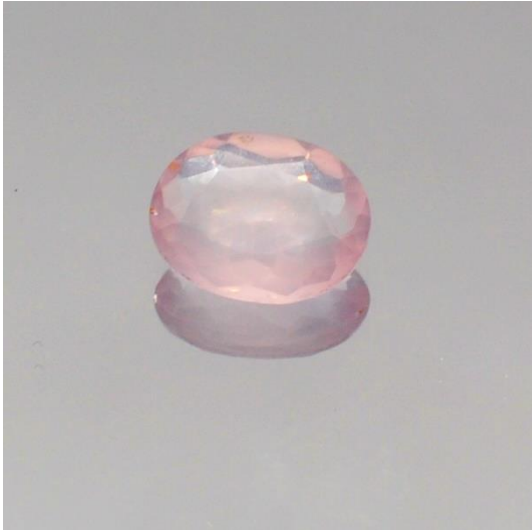
predovšetkým u drobných predajcov sa neustále zvyšuje. Podľa niektorých údajov ich celková predajná hodnota v súčasnosti zaraďuje po diamante, drahokamových odrodách korundu a berylu na štvrté miesto. Majú univerzálne možnosti aplikácií, v ktorých sa môže jedinečným spôsobom prezentovať dokonalá čírosť aj veľmi pestrá originálna farebnosť.

Drahokamové hrubo kryštalické odrody kremeňa sú:

- **krištál** – číra, priehľadná a kryštalická odroda kremeňa. Archeologické artefakty, potvrdzujúce jeho využívanie v šperkárstve. Majú 6000 rokov.;
- **ametyst** – fialová farba, spôsobená kombináciou prítomnosti stopového množstva železa a rádioaktívneho žiarenia. Zaraďuje sa medzi najobľúbenejšie drahokamové odrody kremeňa v posledných dvoch storočiach.;
- **ružénin** – kremeň s rôznym odtieňom ružovej farby. Pri dlhodobom pobyte na svetle väčšina vzoriek stráca farbu. Sýtosť farby súvisí s prítomnosťou titánu alebo najčastejšie sú to inklúzie dumortieritu.;
- **záhneda** – hnedasto žltý až hnedý kremeň. Farba je spôsobená kombináciou prítomnosti hliníka v kryštalickej mriežke a rádioaktívneho žiarenia.;
- **citrín** – kremeň citrónovožltý, inokedy oranžový, pripomína topás. Niektorí ho považujú za najkrajšiu a najdrahšiu drahokamovú odrodu kremeňa.

Všetky drahokamové hrubo kryštalické odrody kremeňa vznikajú pôsobením hydrotermálnych roztokov pri chladnutí magmy v rozmedzí teplôt od 200°C do 300°C. Farebné odrody sa často upravujú termicky, najčastejšie sa jedná o zahrievanie v rozmedzí teplôt 400°C – 500°C. Tepelnou úpravou sa sýtosť farieb významne zlepšuje. Pričom si treba uvedomiť, že na trhu sa vyskytuje veľké množstvo predovšetkým syntetického ametystu, ktorý je veľmi problematické identifikovať bežnými gemologickými postupmi.





Drahokamové mikrokryštalické vláknité odrody kremeňa – voľným okom sa niekedy nedajú spoľahlivo rozlíšiť, najlepšie sa rozpoznajú podľa farby:

- **chalcedón** – predstavuje spoločný názov pre všetky mikrokryštalické vláknité odrody kremeňa. Je priesvitný, sivej niekedy hnedej farby. Tvorí náteky rôzneho tvaru. Jeho mikrovláknitá štruktúra sa dá sledovať len pod mikroskopom.
 - **karneol** je červený až hnedý chalcedón, ktorý patrí k jeho veľmi atraktívnym farebným variétam, nakoľko pripomína farbu krvi;
 - **chryzopras** je chalcedón sfarbený prímiesou niklu do zelena. Najkvalitnejšie kamene majú sýtu farbu zeleného jablka;
 - **heliotrop** je zelený chalcedón s červenými škvrnami patriacimi jaspisu – mikrokryštalickej zrnitej drahokamovej odrode kremeňa;
 - **achát** je variéta, v ktorej sa striedajú vrstvičky chalcedónu rôznej farby. Vrstvičky majú premenlivú hrúbku a zvyčajne sú koncentricky usporiadané. V acháte sa ešte vyčleňujú viaceré variety
 - **ónyx**
 - **sardonyx** je vrstevnatý chalcedón ale jednotlivé vrstvičky najčastejšie bielej a čiernej farby, sú usporiadané planárne – rovnobežne a nie koncentricky.

Drahokamové mikrokryštalické vlákňité odrody kremeňa vznikajú pôsobením hydrotermálnych roztokov, ale vždy pri nižšej teplote ako hrubokryštalické odrody – spravidla nižšej ako 100°C. Okrem toho môžu vznikať aj pri zvetrávaní hornín s vysokým obsahom SiO₂ na povrchu Zeme pri normálnej teplote. Syntézy, imitácie a úpravy sa v dôsledku veľkého počtu nálezísk a tým aj nízkej ceny pri mikrokryštalických vlákňitých variantoch chalcedónu neuskutočňujú. Jedinou výnimkou je achát, kde sa jeho producenti veľmi často uchylujú k umelému farbeniu, najmä u tých variantov, ktoré majú vysokú pórovitosť.

- **jaspis** je zrnitá odroda kremeňa. Vyznačuje sa matným leskom, je nepriehľadný a najčastejšie býva sfarbený do červena, hnedo-červena s uzavreninami hematitu. Môže byť sfarbený aj do žltá a zelena. Jaspis sa zo všetkých drahokamových odrôd kremeňa vyskytuje najčastejšie. Využíva sa predovšetkým ako ozdobný, niekedy len ako dekoračný kameň, len zriedkavejšie ako drahý kameň na zhotovovanie šperkov. Vzniká rovnako ako ostatné drahokamové odrody kremeňa. Jaspis sa nikdy nestal predmetom syntéz, imitácií a úprav.

5.3.7 Drahý opál

Drahý opál (SiO₂.nH₂O) na rozdiel od kremeňa (SiO₂) obsahuje vodu, najčastejšie v rozmedzí od 6 do 10 %. Zároveň je to jediný drahý kameň, ktorý je amorfný, nemá kryštalovú štruktúru a v minulosti sa ťažil aj na Slovensku. Začiatkom druhej polovice 20. storočia sa potvrdilo, že istý stupeň usporiadania jeho štruktúry tu existuje v podobe veľmi malých guľiek (sfér), veľkosť ktorých sa pohybuje od 1500 do 4000 Å. Pri prechode svetla cez túto trojrozmernú mriežku dochádza k jeho rozkladu.



Táto hra farieb (opalescencia) vzniká len u opálu, ktorého sféry sú rovnako veľké a pravidelne usporiadané. Takýto je veľmi vzácny, a preto sa považuje za drahý. Obyčajný opál má premenlivú veľkosť a zároveň aj nepravidelné usporiadanie sfér a k opalescencii u neho nedochádza. Prvá písomná zmienka o ťažbe drahého opálu na východnom Slovensku na lokalite Dubník v Slanských vrchoch pochádza zo 14. mája 1597. Bolo to povolenie k jeho ťažbe, ktoré vydal cisár Rudolf II. Súčasne existujú dôkazy, že počiatky jeho hľadania spadajú na rozhranie 11. a 12. storočia. Ťažba kulminovala koncom 19. a začiatkom 20. storočia. Bola ukončená v roku 1922. Príčin bolo viac, ale rozhodujúca súvisela s konkurenciou vysoko kvalitných drahých opálov z Austrálie. V dôsledku rôznej opalescencie sa vyčleňujú dve základné variety drahého opálu: biely drahý opál a čierny drahý opál. Prvý má základnú hmotu svetlejšiu, pôsobí menej výrazne a spravidla je lacnejší. Druhý má základnú hmotu tmavšiu, opalescencia je výraznejšia a je spravidla drahší. Ložiská drahého opálu vznikajú dvojakým spôsobom. Prvý prebieha v záverečnej etape sopečnej činnosti, počas ktorej sa uvoľňujú horúce roztoky s vysokým obsahom kremíka. Ich teplota nepresahuje 50 – 100°C. Označujú sa ako hydrotermálne a vzniká na nich najčastejšie biely drahý opál, ktorý často prechádza do obecného opálu. Druhý prebieha pri zvetrávaní hornín na povrchu Zeme a ložiská sa označujú ako zvetrávacie. Vzniká na nich najčastejšie čierny drahý opál. Ložiská drahého opálu hydrotermálneho pôvodu sa okrem východoslovenského Dubníka nachádzajú ešte v Etiópii, Mexiku a Brazílii. Ložiská zvetrávacieho pôvodu sa nachádzajú v Austrálii. V 70-tych rokoch minulého storočia sa podarilo pripraviť v laboratóriu drahý opál (Gilsonov opál). Jeho dokonale pravidelná opalizácia prezrádza jeho umelý pôvod. Pri drahých opáloch sa častejšie aplikujú

imitácie, pri ktorých sa do šperkov s veľmi drahým opálom rafinovaným spôsobom vkladajú umelé kompozity alebo iné kamene – najčastejšie obecný opál, prípadne krištál. Niektoré firmy, menovite v USA, začali drahý opál imitovať sklom s drobnými zaliatymi platničkami, ktoré odrážajú svetlo a spôsobujú hru farieb podobnú opalescencii drahého opálu. Hra farieb sa dá upraviť u niektorých drahých opálov ponorením do vody, čím sa vyplnia prázdne priestory medzi jednotlivými sférami. Po vynorení však voda uniká a farby vyvolané opalescenciou blednú. Hra farieb sa dá upraviť natrvalo impregnovaním parafínom, alebo inou vhodnou umelou hmotou.

5.4 Málo známe drahé kamene

5.4.1 Alexandrit (chrysoberyl)

Alexandrit je drahokamová odroda chrysoberylu s tzv. vlastnosťami chameleóna. Jeho farba je zelená na dennom svetle ale pri svetle žiarovky alebo plameňa sviečky sa mení na hnedastú alebo purpurovočervenú. Táto radikálna zmena farby alexandritu sa niekedy opisuje ako „smaragdová cez deň, rubínová v noci“. Iné drahé kamene tiež menia farbu v reakcii na zmenu svetelného zdroja, ale transformácia tohto drahokamu je taká výrazná, že samotný jav sa často nazýva „alexandritový efekt“.



Bohaté ložiská alexandritu boli prvýkrát objavené v roku 1830 v pohorí Ural (Rusko) a bol pomenovaný po mladom cárovi Alexandrovi II.. Svoju popularitu v krajine získal, pretože jeho červená a zelená farba odzrkadľovala cársku ruskú vlajku. V súčasnosti väčšina alexandritu pochádza zo Srí Lanky, východnej Afriky a Brazílie. Novšie ložiská obsahujú niektoré kamene vysokej kvality, ale mnohé majú menej zreteľnú zmenu farby a hnedšie odtiene ako ruské alexandrity z 19. storočia.

5.4.2 Diamantoid (granát)

Pomenovanie diamantoid znamená v holandčine, jazyku renesančných brusičov diamantov „podobný diamantu“. Jeho názov odráža skutočnosť, že zatiaľ, čo diamantoid je oveľa väčší ako diamant, jeho rozptyl je vyšší, takže jeho záblesky dúhovej farby sú veľmi nápadné najmä v kameňoch svetlejšej farby. Diamantoid je odrodou granátu andradit. Jeho charakteristická farba je zelená až žltozelená. Pre diamantoid sú charakteristické inklúzie označované ako „kónské chvosty“. Sú to chumáče dlhých, zlatých, vláknitých inklúzií, ktoré vychádzajú z centrálného bodu. Tento drahý kameň bol v roku 1868 objavený v pohorí Ural.



Väčšinu materiálu skúpil George Kunz zo spoločnosti Tiffany. Spoločnosť Tiffany tento granát predávala ako alternatívu smaragdu. Aj keď bol zriedkavo dostupný vo veľkostiach väčších ako 2 ct, diamantoid bol súčasťou veľkého množstva viktoriánskych šperkov, ktoré boli vyrobené v rokoch 1895 až 1915. V súčasnosti sú zdroje na Urale už obmedzené. V skutočnosti nedostatok kvalitného diamantoidu z neho urobil cenený zberateľský kameň, avšak nové ložiská v Namíbií zvýšili jeho dostupnosť.

5.4.3 Morganit (beryl)

Morganit je odroda berylu, čo z neho robí príbuzného smaragdu a akvamarínu. V roku 1911 bol objavený na ostrove Madagaskar. Hneď po objavení bol oslavovaný ako nová alternatíva kunzitu a ružového turmalínu. Ružový až fialový drahý kameň bol pomenovaný na počesť bohatého bankára a znalca drahých kameňov Johna Pierponta Morgana. Morgan bol vášnivým zákazníkom spoločnosti Tiffany, ktorá tento drahý kameň začala propagovať. Nakoniec sa zásoby morganitu na Madagaskare znížili a Brazília sa stala hlavným producentom. Väčšina morganitov na trhu je svetloružová.



Mnoho brazílskych morganitov vychádza z baní s atraktívnym broskyňovým (oranžovoružovým) odtieňom. Ale výrobcovia ho zvyčajne tepelne upravujú, aby dosiahli ružový odtieň, ktorý je preferovaný na trhu. Krása drahého kameňa a obmedzená dostupnosť ho robia obľúbeným medzi zberateľmi.

5.4.4 Spinel

Spinel je hlavným kandidátom na titul „najviac nedocenený drahý kameň v histórii“. Niektoré staroveké bane, ktoré dodávali drahé kamene pre kráľovské dvory od Ríma po Čínu, produkovali spinely, ale zvyčajne sa zamieňali so známejšími kameňmi ako rubín a zafír. Niektoré z najslávnejších „rubínov“ na svete sú v skutočnosti spinely. Jeden z najznámejších červených spinelov je „Rubín čierneho princa“, ktorý váži asi 170 ct a je umiestnený v Imperiálnej korune patriacej anglickému kráľovi Karolovi III. (Imperial State Crown). Zmätenej identite spinelu nepomohla ani moderná technológia, aspoň čo sa týka širokej verejnosti.



Je to do značnej miery spôsobené rozšíreným používaním syntetického spinelu ako imitácie mnohých iných drahých kameňov. Väčšina verejnosti ani nevie, že existuje prírodná verzia kameňa. Obmedzená dostupnosť tiež prispieva k nedostatočnému verejnemu uznaniu spinelu. Materiál drahokamovej kvality je zvyčajne priehľadný a vhodný na fazetové brúsenie ale málokedy dosahuje veľkosť viac ako 5 ct. Farebná škála spinelu je fialová, modrá, oranžová,

červená a ružová. Červené spinely môžu súperiť s niektorými odtieňmi rubínu. Okrem svojich atraktívnych farieb je spinel tvrdým a húževnatým kameňom, ktorý je vhodný na každodenné nosenie v akomkoľvek type šperkov.



5.4.5 Turmalín

Ľudia pravdepodobne používali turmalín ako drahý kameň po stáročia, ale až do rozvoja modernej mineralógie ho identifikovali ako nejaký iný drahý kameň (rubín, zafír, smaragd atď.) len na základe jeho farby. Napríklad portugalskí dobyvatelia objavili v polovici 16. storočia v Brazílii ložiská zeleného turmalínu, ale pokladali ho za smaragd. Zmätok o identite kameňa sa odráža aj v jeho názve, ktorý pochádza z toramalli, čo v sinhálčine (jazyk Srí Lanky) znamená „zmiešané drahokamy“. Koncom 19. storočia sa turmalín stal známym ako americký drahý kameň vďaka úsiliu gemológa Georgea F. Kunza so spoločnosti Tiffany. Písal o ložiskách turmalínu v Maine a Kalifornii a napriek svojim americkým koreňom bol najväčší trh turmalínu v Číne, kde si cisársky dvor tento drahý kameň výrazne cenil. Ponuka turmalínu sa začala rozširovať počas prvej polovice 20. storočia, keď v Brazílii boli objavené rozsiahle ložiská. Potom počnúc 50. rokmi 20. storočia, sa v krajinách po celom svete objavili ďalšie náleziská. Pre turmalíny je charakteristická rozsiahla farebná škála. Vyskytuje sa v rôznych farbách a takmer každého odtieňa a existuje množstvo obchodných názvov pre jeho farebné odrody.

- **rubelit** je ružový, červený, purpurovo červený, oranžovo červený alebo hnedočervený;



- **indigolit** je tmavo fialovomodrý, modrý a zelenomodrý;
- **Paraíba turmalín** je intenzívnej fialovomodrej, zelenomodrej alebo modrej farby a pochádza zo štátu Paraíba v Brazílii. Táto odroda bola objavená v roku 1988 a v súčasnosti existujú ložiská v Mozambiku a Nigérii;
- **chrómturmalín** má intenzívno zelenú farbu, ale drvivá väčšina vzoriek je v skutočnosti sfarbená vanádom. Je to rovnakým prvok, ktorý farbí mnohé brazílske a africké smaragdy;
- **melónový turmalín** je ružový v strede a zelený okolo zvonku. Kryštály tohto materiálu majú zvyčajne ružové jadro obklopené zelenou a často sa reže na plátky.



5.4.6 Tsavorit (granát)

Kenský národný park Tsavo je domovom niektorých z najväčších zostávajúcich populácií afrických zvierat vrátane levov, slonov, žiráf a zebier. Začiatkom 70. rokov 20. storočia táto krajina divov divokej zveri dala svetu aj nový vzrušujúci klenot. Vedci identifikovali kameň ako priehľadnú zelenú odrodu granátu známeho ako grossulár. V roku 1974 ho spoločnosť Tiffany uviedla na americký trh ako tsavorit. V Európe sa často nazýva tsavolit. Bolo objavených len niekoľko zdrojov tsavoritu, takže jeho zásoby sú obmedzené. Pre svoju často nádherne žiarivú farbu sa stal jedným z najvyhládavanejších a najdrahších granátov.



Jeho farba sa pohybuje od svetlej po tmavú ale vždy má intenzívnu žltozelenú alebo zelenú. Väčšina tsavoritov je len v pomerne malých veľkostiach od 0,5 do 3 ct. Najväčší zaznamenaný fazetovaný tsavorit váži o niečo menej ako 24 ct. Jeho intenzívna zelená farba sa vo všeobecnosti neupravuje a je alternatívou k vysokokvalitným smaragdov.

5.4.7 Zirkón

Mnoho ľudí počulo o zirkóne ale nikdy ho nevideli. Je to spôsobené tým, že najčastejšia náhrada sa používa synteticky vyrobená kubická zirkónia. Jej najčastejšie pomenovanie sa sa skrátilo na jedno slovo zirkón. Mnoho vedcov si myslí, že názov kameňa pochádza z arabského slova *zarkun*, čo znamená rumelka. Iné zdroje uvádzajú, že pomenovanie pochádza z perzské slovo *zargun* na označenie zlatej farby. Najbežnejšou farbou zirkónov na dnešnom trhu je výrazná zelenkavo modrá, ktorá sa často nazýva „zirkónová modrá“. Medzi ďalšie patria zelená, žltá, oranžová, červená, hnedá a dokonca aj fialová. Farby sú často svetlé a tlmené, no tie najjemnejšie kamene majú výrazné syté farby. Zirkón je jedným z mála farebných kameňov,

ktoré môžu vykazovať viditeľnú disperziu. Modré alebo zelené kamene sa bežne pohybujú od 1 ct do 10 ct, žlté a oranžové až okolo 5 ct zatiaľ, čo červené a fialové sú zvyčajne menšie.



5.5 Raritné drahé kamene

5.5.1 Forsterit

Bezfarebný forsterit drahokamovej kvality (koncový člen olivínovej skupiny bohatý na Mg) bol v júli v roku 2016 nájdený v oblasti Luc Yen v severnom Vietname. Predtým bol bezfarebný forsterit opísaný v drahokamovej kvalite iba z oblastí Pyaung Gaung a Dattaw v Mjanmarsku, z Kukh-i-Lal v juhozápadnom pohorí Pamír v Tadžikistane a je známy aj z oblasti Embilipitiya na Srí Lanke. V roku 2017 bol prvýkrát zdokumentovaný výskyt bezfarebného forsteritu v oblasti Luc Yen v severnom Vietname. Je možné, že takýto forsterit mohol byť neúmyselne predaný na miestnom trhu s drahokamami ako mikroklin, topaz, bezfarebný spinel alebo kremeň. Zdá sa pravdepodobné, že v budúcnosti sa bude ťažiť viac tohto bezfarebného forsteritu.



5.5.2 Frankamenit

Patrí medzi relatívne nový minerál (opísaný v roku 1996), ktorý sa vyskytuje spolu s čaroitom v republike Sakha (predtým Jakutsko), Rusko. Frankamenit je členom skupiny canasite a je hydratovaným analógom canasite s dominantným fluórom. Tvorí agregáty prizmatických kryštálov, pričom jedince merajú zvyčajne okolo 1 cm (zriedkavo až 10 cm). Jeho farba je typicky sivá ale môže byť aj žltá, fialová alebo (zriedkavo) svetlomodrá alebo zelená. Známe vzorky pochádzajú z ložiska čaroitu Sirenevyi Kamen, ktoré sa nachádza v blízkosti sútoku riek Chara a Tokko v masíve Murunskii, Aldan Shield, Sakha Republic.



Hoci sa názov minerálu čaroit vzťahuje aj na horninu s výraznou fialovou farbou, ktorá sa väčšinou skladá z čaroitu a rôznych ďalších minerálov. Vďaka farbe a textúrnym vlastnostiam je čaroit vysoko cenený. Hoci je čaroit známejším a vizuálne prítlačlivejším drahokamovým materiálom, frankamenit je nezvyčajný zberateľský kameň a jeho prítomnosť spolu s rôznymi pridruženými minerálmi vytvára zaujímavý vzhľad.

5.5.3 Kyawthuit

Drahokamový minerál, ktorý bol nájdený ako valún v nive rieky Chaung-gyi-ah-le-ywa v údolí Chaung-gyi v blízkosti Mogoku Barma (Mjanmarsko). Minerál je pomenovaný podľa barského mineralóga-petrológa-gemológa Dr. Kyaw Thu z Yangonskej univerzity. Jeho opis je založený na jednej vzorke, ktorá bola pôvodne zakúpená ako scheelit v roku 2010 a v roku 2015 bolo potvrdené, že sa jedná o prvú vzorku tohto minerálu. Bol vybrúsený a je uložený v zbierkovom fonde Prírodovedného múzea v Los Angeles, USA. Pôvodne mal hmotnosť 3,66 ct a bol vybrúsený do vankúšikovitého výbrusu o váhe 1,61 ct. Kryštalizuje v monoklinickej sústave. Je červený s oranžovými odtieňami s bielym pruhom, je poriehladný a má diamantový lesk.

5.5.4 Sfalerit

Sfalerit je minerál zinkovej rudy (ZnS), ktorý je zvyčajne nepriehľadný čierny v dôsledku prítomnosti nečistôt Fe. Materiál drahokamovej kvality má relatívne nižšie Fe a tvorí priehľadné kryštály, ktoré sú žlté až oranžové, hnedé alebo zelené. Jednou z najpozoruhodnejších vlastností sfaleritu je jeho vysoká disperzia (0,156), ktorá je takmer štyrikrát väčšia ako disperzia diamantu. V banskoštiavnickom rudnom revíri sú pomerne bežné priehľadné kryštály sfaleritu do veľkosti 1 cm so žltoranžovým, hnedým a niekedy aj zeleným sfarbením. Sfaleritu sa však ako drahokamovému materiálu dostalo relatívne málo pozornosti, keďže sa baníci zameriavali najmä na získavanie drahých a základných kovov. Zberatelia dodnes získavajú sfalerit z hľad.



Použitá a odporúčaná literatúra

- BONEWITZ, R. 2007. Kamene a drahokamy. Bratislava : SlovArt, 2007. 360 s.
- BOUŠKA, V., KOUŘIMSKÝ, J. 1979. Atlas drahých kamenů. Praha : SPN, 1979, 172 s.
- FRIDRICHOVÁ, J., BAČÍK, P., ŠTUBŇA, J., ILLÁŠOVÁ, Ľ. 2020. Sphalerite from Slovakia. IN The Journal of Gemmology, 2020, roč. 37, č. 1, s. 12-13
- HANUS, R., ŠTUBŇA, J. 2017. Colourless Forsterite from Vietnam. In The Journal of Gemmology, 2017, roč. 35, č. 5, s. 388-389
- HANUS, R., ŠTUBŇA, J., JUNGMANNOVÁ, K. 2020. Frankamenite as an Ornamental Gem Material. In The Journal of Gemmology, 2020, roč. 37, č. 2, s. 132-133
- ILLÁŠOVÁ, Ľ. 2016. Gemológia 1: Všeobecná gemológia. Nitra : UKF, 2016. 144 s.
- ILLÁŠOVÁ, Ľ., TIRPÁK, J., ŠTUBŇA, J., KRAUS, I. 2014. Drahé kamene a drahé kovy. Nitra : UKFra, 2014, 132 s. Dostupné na:
https://www.ukf.sk/images/studium/Dalsie_vzdelavanie/Univerzita_tretieho_veku/U3V_DraheKamene.pdf
- ILLÁŠOVÁ, Ľ., KLČO, M., ŠUŠKOVÁ, H. 1996. Drahé kamene v histórii človeka. Nitra : Garmond, 1996, 163 s.
- KLEIN, C. 2006. Mineralógia. Bratislava : Oikos-Lumon, 2006, 666 s.
- PREDNÝ, J., ŠTUBŇA, J. 2016. Overenie pravosti spinelov z vybraných obchodných miest v Ázii. In Gemologický spravodajca, 2016, roč. 6, č. 1, s. 5-13
- ŠTUBŇA, J., ILLÁŠOVÁ, Ľ. 2018. Zirkón vs. kubická zirkónia (využívanie zirkónu a kubickej zirkónie v šperkoch). In Gemologický spravodajca, 2018, roč. 8, č. 2, s. 5-16
- ŠTUBŇA, J. 2017. Diamant. Nitra : UKF, 2017, 96 s.
- ŠTUBŇA, J. 2016. Kyawthuit -najvzácnejší drahokamna svete. In Gemologický spravodajca, 2016, roč. 6, č. 1, s. 26-27
- ŠTUBŇA, J. 2015. Chalcedón ako drahokamový minerál a možnosti využitia suroviny zo Slovenska. In Gemologický spravodajca, 2015, roč. 5, č. 1, s. 20-32
- GEMOLOGICKÝ SPRAVODAJCA <http://www.gu.fpv.ukf.sk/index.php/2-uncategorised/24-gemologicky-spravodajca>
- NEWS & ARTICLES <https://www.gia.edu/gia-news-research>
- E-GEMS.CZ <http://www.e-gems.cz/>