

# svijet kristala

patera Marija Crvenke



*Zahvaljujem kolegama Frani Markoviću, dipl.ing. s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu i Ivanu Razumu, dipl. ing. iz Hrvatskog prirodoslovnog muzeja na savjetima i pomoći pri determinaciji minerala za potrebe ove izložbe.*

Ivana Maruš ak

svijet  
kristala  
patera Marija Crvenke

Slavonski Brod, 2016.

Izložba je ostvarena sredstvima Ministarstva kulture Republike Hrvatske  
i Brodsko-posavske županije

Nakladnik:	Muzej Brodskog Posavlja
Za nakladnika:	Danijela Ljubi i Mitrovi
Autorica izložbe i kataloga:	Ivana Maruš ak
Postav izložbe:	Ivana Maruš ak, Ante Areli , Željko av i
Suradnici na izložbi:	Ivana Artukovi Župan, Karolina Luka
Autori fotografija:	Nenad Šetina, Tomo Dominka, Damir Fajdeti
Izrada makete:	Željko Matuško
Likovno oblikovanje naslovnice:	Danijela Ljubi i Mitrovi
Priprema za tisak:	Autor d.o.o.
Tisak:	Posavska Hrvatska d.o.o.
Naklada:	300 komada
ISBN:	978-953-7116-43-9

## SADRŽAJ:

1. Uvod
2. O pateru Mariju Crvenki
3. Što su minerali?
4. Minerali i gra a Zemlje
5. Kristali i kristalni sustavi
6. Fizikalna svojstva minerala
  - 6.1. Oblik minerala
7. Sistematika minerala
  - 7.1. Samorodni elementi
  - 7.2. Sulfidi
  - 7.3. Oksidi
  - 7.4. Halogenidi
  - 7.5. Karbonati
  - 7.6. Sulfati
  - 7.7 Silikati
8. Drago kamenje





## 1. UVOD

Mineraloško-petrografska zbirka Prirodoslovnog odjela Muzeja Brodskog Posavlja, prije otkupa prirodoslovne zbirke patera Marija Crvenke, u svom opusu brojila je tek 87 primjeraka minerala iz Hrvatske i diljem svijeta. Otkupivši prirodoslovnu zbirku patera Marija Crvenke, Muzej Brodskog Posavlja obogatio je svoj fundus s 315 primjeraka minerala i uzoraka stijena prikupljenih na lokalitetima diljem svijeta, od Brazila, preko Afrike, Madagaskara do srednje Azije i Rusije. U katalogu će biti opisano što su minerali i kako nastaju te koja je njihova uloga u formiranju Zemljine kore i Zemlje općenito. Uz grafičku Zemljenu koricu objašnjeni glavni mehanizmi nastanka stijena i vrste stijena. Osim karakterističnim kemijskim sastavom, minerali su određeni i fizikalnim svojstvima koja su za pojedinu vrstu karakteristična i stalna. Globalno, minerali se dijele na silikate i nesilikate, sa svim razredima koje broje ove dvije skupine. U zbirci je zastupljen velik broj minerala iz skoro svih razreda pa će u katalogu biti opisani najznačajniji predstavnici svake skupine. Najvrijedniji dio zbirke čine minerali koji se zbog svojih intenzivnih boja, sjaja i visoke prozirnosti odlikuju visokom kvalitetom te kao takvi pripadaju dragom kamenju ili draguljima.

## 2. O PATERU MARIJU CRVENKI



Pater Mario Crvenka

Dr. sc. fra Mario Crvenka rođen je 1944. godine u mjestu Martin kraj Našica. Pohađao je školu i gimnaziju u Našicama gdje je i maturirao. Od 1965. do 1970. godine studirao je filozofiju i teologiju u Rijeci te u austrijskom Innsbrucku. Za svećenik zaređen 21. ožujka 1970. godine u Unterpullendorfu (Donja Pulja) u Gradišću (Burgenland) u Austriji. Od 1970. do 1977. studirao je prirodne znanosti u Innsbrucku na „Leopold – Franzen – Universitet“, a 4. lipnja 1977. obranio je doktorsku disertaciju iz područja biologije, na temu: *„Die Muschelgemeinschaften und ihre Biomasse in marinen Litoralraum von Makarska“* (*Zajednice školjkaša i njihove biomase u marinskom obalnom pojasu Makarske*). Od 1977. do 2000. obavljao je župničku službu u njemačkoj župi u Neuffenu te bio predavač na Narodnom sveučilištu (Volkshochschule). Od 2000. godine djelovao je kao župnik u njemačkom mjestu Landau, a istovremeno je bio i docent na odjelu za kemiju Sveučilišta Koblenz/Landau. Predavao je prirodne znanosti i religiju, koje su se bazirale na kemiji, biokemiji te ostalim prirodoslovnim i teološkim znanostima. U Viteški Red Svetog Groba u Jeruzalemu primljen je 25. svibnja 1995. godine. U domovinu se vratio 2010. godine. Franjevačku službu pet godina obavljao je u Slavanskom Brodu, a od 2015. godine boravi u Franjevačkom samostanu u Varaždinu.

Na pitanje kako je i kada počeo skupljati minerale i školjkaše, kaže da ni sam točno ne zna. Budući da se oduvijek zanimao za prirodoslovlje, poticaj za intenzivni angažman na području prirodnih znanosti bila je izrada doktorske disertacije. Iako je studij upisao u Innsbrucku, mentor ga je poslao na jadransku obalu da kao temu istražuje mekušce u obalnom pojasu Jadranskog mora. Tu se javio interes za školjkaše, koji svojim raznovrsnim oblicima i obojanim bojama malo koga ostave ravnodušnim, rekao je pater Mario. Završivši studij počeo je skupljati poštanske marke s prikazima školjkaša i minerala. Za minerale kaže kako su ga oduvijek zanimali, osobito zbog njihove raznovrsnosti i ljepote. Iščitavajući literaturu i proučavajući minerale zainteresirala su ga pisanja o njihovoj preventivnoj ljekovitoj snazi. Proučavajući minerale javila mu se i velika želja napisati knjigu o mineralima koji se spominju u Bibliji, koju je naposljetku i ostvario 2014. godine, jer kako kaže, Biblija nije samo sveta knjiga nego sadrži i vrlo važne spoznaje o mineralima. Minerale je kupovao na sajmovima, a razmjenom s drugim kolekcionarima kontinuirano je obogaćivao zbirku te nakon višegodišnjeg rada prikupio broj od 315 različitih minerala i uzoraka stijena. Pater Mario Crvenka svestrani je teolog i prirodoslovac, liječi spisateljski i publicistički opus sadrži 50 objavljenih knjiga, brojne članke i znanstvene radove te rasprave s područja prirodoslovlja i teologije. O aktualnim temama, odnosu vjere i svijeta te vječnog odnosa prema prirodi, neumorno piše i danas te nas svakog tjedna iznova navodi na razmišljanje svojim razmatranjima crtica iz Biblije u brodskom tjednom listu „Posavska Hrvatska“.

Budući da je spisateljski i publicistički opus patera Marija Crvenke vrlo obiman navodim samo one iz područja prirodoslovlja:

Hrvatska izdanja:



- (1993) *Lije enje biljem*. Svjetlorije i, Sarajevo
- (1996) *Atlas otrovnog bilja*. Svjetlorije i, Sarajevo
- (1999) *Slikovnica hrvatskih kauna*. Inmedia, Zagreb
- (2010) *Prirodne znanosti i religija*, Kršanska sadašnjost, Zagreb
- (2013) *Životinje, biljke i minerali u Bibliji*. Teovizija, Zagreb
- (2013) *Otrovi biljaka i gljiva*. Posavska Hrvatska, Slavonski Brod

Njemačka izdanja:

- (2005) *Naturwissenschaft und Religion*. Versuch einer Zusammenschau. Landau

Izdanja u časopisima:

- (1994) Mir svim stvorenjima - zbornik radova sa znanstvenog savjetovanja
  - *Ekologija i mir*
- (1996) Kalendar sv. Ante - Sarajevo
  - *Minerali i njihova ljekovitost*
- (1997) Kalendar sv. Ante - Sarajevo
  - *Tamjan - nepoznati miris*
- (1998) Kalendar sv. Ante - Sarajevo
  - *Biljke u svetom Pismu*
  - *Ljekovitost octa*
- (1999) Kalendar sv. Ante - Sarajevo
  - *Životinje u Bibliji*
- (2000) Kalendar sv. Ante - Sarajevo
  - *Luk - biljka s tradicijom*
- (2002) Priroda, Br. 902
  - *Biljke u Bibliji*
- (2007) Rainland Pfalz
  - *Natur und der Schoepfer*
- (2009-2012) Glas Koncila
  - *Teorija evolucije ne ukida vjeru, ona ju izaziva*
  - *Religija: u savezu ili sukobu s prirodnim znanostima*
  - *Želim uspjeha u traženju „božje estice“*
- (2010) Kana
  - *I naša vjera treba evoluciju*
- (od 2013) Marija
  - *Biljke s Marijin imenom*
- (od 2012) Katolički tjednik – Sarajevo
  - *Prirodne znanosti i religija*
- (od 2013) Posavska Hrvatska
  - *Zavela me ljepota, miris i otpornost bilja*
  - *Misao tjedna*



### 3. O MINERALIMA

Podrijetlo naziva mineral dolazi od latinskog izraza *mineralis* kojim se označava pripadnost neke tvari rudniku. Minerali su osnovni sastojci stijena koje izgrađuju vrstu Zemljinu koru. dokazano je da ih ima na Mjesecu te na drugim planetima.<sup>1</sup> Fizikalno i kemijski homogeni su, što znači da im se sastav može izraziti određenom kemijskom formulom. Odlikuju se pravilnom unutarnjom građom, što se nerijetko odražava i na njihov vanjski izgled. Znanost koja se bavi proučavanjem minerala, njihove geneze, fizikalnih svojstava i kemijskog sastava zove se mineralogija. Njezin naziv izveden je iz latinskih riječi *mineralis* i *logos*.

Mineralogija kao znanstvena disciplina kod nas se počela razvijati 1874. godine kad je pri Sveučilištu u Zagrebu formalno osnovana Katedra za mineralogiju na čelu s profesorom i akademikom urošom Pilarom<sup>2</sup>. Kao prvi hrvatski školovani geolog uroš Pilar tada je započeo s predavanjima iz geologije i mineralogije pa se ista godina smatra i početkom organizirane moderne nastave iz prirodoslovlja na Sveučilištu u Zagrebu. uroš Pilar kao svestrani prirodoslovac bio je i istaknuti muzealac koji je u Narodnom muzeju u Zagrebu (danas Hrvatski prirodoslovni muzej) proveo cijeli radni vijek, kao kustos, a kasnije kao njegov dugogodišnji ravnatelj. S terenskih istraživanja donosio je minerale i stijene te ih svrstavao u zbirke. Prvi udžbenik mineralogije za srednje škole javlja se krajem 19. stoljeća, a s njemačkog jezika preveo ga je muzealac Mijo Kišpatić, nasljednik uroša Pilara koji se osobito isticao na području petrologije. Profesor Prirodoslovno – matematičkog fakulteta, Fran Tušan pred Drugi svjetski rat objavio je knjigu pod naslovom *Specijalna mineralogija*, koja je pisana na najvišoj svjetskoj razini te je i danas izvor mnogobrojnih korisnih informacija. Kao i sve znanosti, mineralogija je u proteklih četrdesetak godina uznapredovala što se posebno odnosi na metodiku proučavanja minerala te utvrđivanje njihovog elementnog sastava i kristalne strukture.<sup>3</sup>



Geološki čekić



Distenski škriljavac

<sup>1</sup> Herak, M. (1990): Geologija. Školska knjiga, V. izdanje. Zagreb, 433 str.

<sup>2</sup> uroš Pilar (1846-1893) rođen je u Brodu na Savi, bio je muzealac i akademik te prvi profesor geologije i mineralogije na Sveučilištu u Zagrebu. Isticao se svestranom prirodoslovnom naobrazbom, erudicijom i poliglotstvom, a njegova su znanstvena istraživanja bitno pridonijela razvoju nekih naših prirodoslovnih grana.

<sup>3</sup> Bermanec, V. (1999): Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 264 str.

## 4. MINERALI I GRAĐIVA ZEMLJE

Zemlja je u osnovi zonalne (lupinaste) građevine. Njezina unutrašnjost na temelju sastava podijeljena je na tri glavna elementa: jezgru, plašt i koru. Idući od kore prema jezgri Zemlje, mijenja se njezin sastav i gustoća koja od prosječnih  $2,7 \text{ g/cm}^3$  u kori, raste do blizu  $11 \text{ g/cm}^3$  u jezgri. Proporcionalno s dubinom raste i temperatura, koja u samoj jezgri iznosi približno  $5000^\circ\text{C}$ .

### Jezgra

Jezgra Zemlje sastoji se od dva dijela. Unutrašnja jezgra vrsta je i sastavljena uglavnom od željeza s malim primjesama kisika, silicija i nikla. Njezina gornja granica nalazi se na dubini od 5080 km, a iznad toga slijedi vanjska jezgra do 2900 km. Za razliku od krute unutrašnje jezgre, za vanjsku jezgru se smatra da je tekuća masa rastaljenog željeza i nikla s malim udjelima kisika i sumpora.

### Plašt

Plašt je najvolumniji dio Zemlje koji se proteže do dubine od 2900 km i čini 70% volumena Zemlje. Okružuje vanjsku tekuću jezgru i nalazi se direktno ispod relativno tanke Zemljine kore.

U plaštu se temperature kreću od  $500^\circ\text{C}$  do  $900^\circ\text{C}$  na granici s korom, do više od  $4000^\circ\text{C}$  na granici s jezgrom. Sastavljen je od tri dijela:

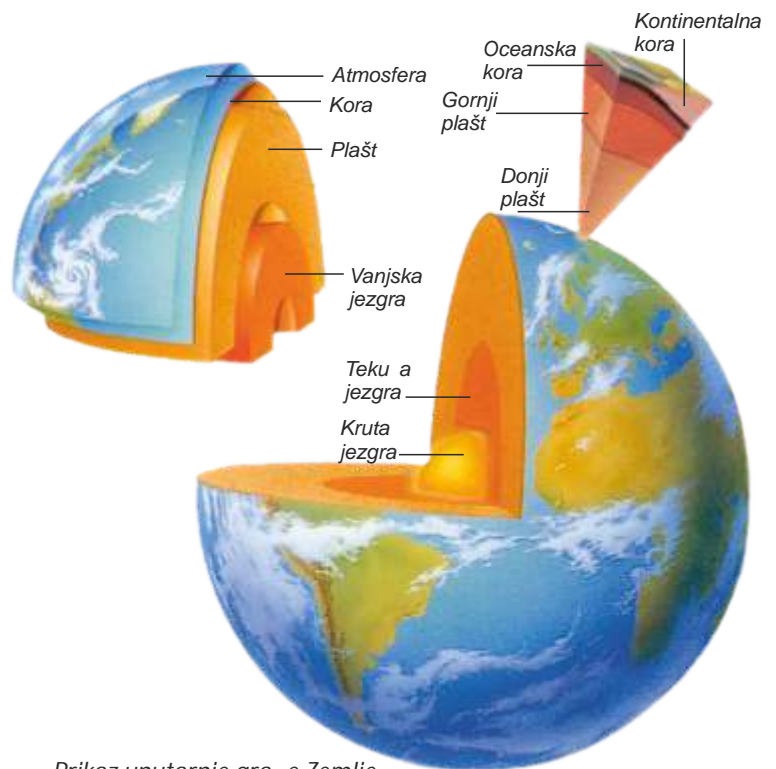
a) gornji plašt – vrste je građevine, sastavljen od magmatskih i metamorfnih stijena. Sa Zemljinom korom tvori litosferu koja pluta na tekućem srednjem plaštu. Litosfera je debela u prosjeku 70 km ispod oceana i 125 – 250 km ispod kontinenata.

b) srednji plašt – u polutekućem stanju. U ovom dijelu plašta odvija se

termalna dinamika i s njom povezana konvekcijska strujanja (uzrok dinamike u litosferi uzrok je pucanja i kretanja dijelova litosfere – *globalna tektonika ploče*). Naziva se i astenosfera.

c) donji plašt – viskozniji je od srednjeg plašta. Nije jednolikog sastava što se objašnjava različitom brzinom širenja potresnih valova tj. različitom gustoćom. Naziva se i mezosfera.

Granica plašta i kore naziva se Mohorovičićev **diskontinuitet**<sup>4</sup> ili kraće moho – sloj i nalazi se na dubinama od 10 km ispod oceana do 70 km ispod kontinenata.



Prikaz unutarnje građevine Zemlje

<sup>4</sup> Andrija Mohorovičić (1857-1936), hrvatski geofizikar, ali i istaknuti hrvatski znanstveni djelatnik na području meteorologije i seizmologije s kraja 19. i početka 20. stoljeća. Prvi u svijetu je na osnovi potresnih valova utvrdio postojanje diskontinuiteta brzina, koja dijeli koru od plašta Zemlje i koja je njemu u čast nazvana Mohorovičićev diskontinuitet.



## Kora

Površinski sloj Zemlje – kora, čija je debljina zanemariva u odnosu na debljinu plašta i masu cijele Zemlje. Važno je napomenuti kako sastav i debljina kore ispod kontinenata nisu jednaki kori koja se nalazi ispod oceana. Kontinentalna kora izgrađuje kontinentalne dijelove površine Zemlje, a njezina prosječna debljina je 40 km, s tim da je ispod orogenih područja (visokih planina) najdeblja. Većinom je građena od granita pa se još naziva i granitnom korom, a njezini glavni građevni elementi su silicij i aluminij. Oceanska kora gušća je i tanja od kontinentalne kore, s prosječnom debljinom između 10 i 12 km ispod oceana. Uglavnom se sastoji od bazalta, sa silicijem i magnezijem kao glavnim građevnim elementima.

Zemljina litosfera izgrađena je od stijena, a minerali su njihovi osnovni građevni sastojci. Neke stijene sastoje se od samo jednog minerala, dok druge mogu sadržavati više različitih minerala pa će njihov kemijski sastav ovisiti o broju i rasporedu minerala u stijeni. Istraživanjem postanka i građevne stijena bavi se *petrologija* (od latinske riječi *petra* što znači stijena). Stijene se dijele na magmatske, sedimentne i metamorfne.

### Magmatske stijene

Magmatske stijene nastaju kristalizacijom magme, a ovisno o dubini na kojoj kristaliziraju dijele se na *intruzivne* i *efuzivne* stijene. Intruzivne ili dubinske stijene, nastale kristalizacijom u dubljim dijelovima litosfere. Efuzivne stijene nastaju hlađenjem lave na površini Zemlje. Prijelaz između ove dvije vrste magmatskih stijena čine žilne stijene. Predstavnici ove skupine stijena su graniti, granodioriti, rioliti, daciti, diorit, sijenit, gabro, bazalt i opsidijan.

### Sedimentne (taložne) stijene

Sedimentne stijene po postanku mogu biti klastične, kemogene i biogene. Klastične sedimentne stijene sastoje se od ostataka nastalih razaranjem drugih stijena, a nazivaju se klastitima. Biogeni sedimenti nastali su posredovanjem organizama u vidu taloženja skeletnih ostataka, a u ovu skupinu pripadaju vapnenci, dolomiti i neki rožnjaci. Ugljen, treset i nafta nastaju kao posljedica nagomilavanja organske tvari. Kemogeni sedimenti nastaju kristalizacijom iz zasićenih otopina. Na ovaj način može nastati dio dolomita te rijetko rožnjaci i vapnenci.





































### Metamorfne stijene

Metamorfne stijene nastaju metamorfozom ili preobrazbom već postojećih magmatskih i sedimentnih stijena, pod utjecajima vrlo visokih tlakova i temperatura. Predstavnici ove skupine stijena su škriljavci, filiti, slejtovi i gnajsevi.

## 5. KRISTALI I KRISTALNI SUSTAVI

Minerali se u prirodi često pojavljuju u pravilnim oblicima, kristalima čija su pravilna građa i simetrija odraz pravilnosti njihove unutarnje građe, odnosno njihove strukture. Najmanje jedinice koje izgrađuju neku kristalnu tvar su atomi, ioni ili ionske skupine, koje su pravilno raspoređene u prostoru, a njihov pravilni raspored može se prikazati u obliku prostornih rešetki. U prostornoj rešetci svaki atom bit će jednako udaljen od prethodnog u istom smjeru, dok će u različitim smjerovima ti razmaci biti različiti. Općenita forma prostornih rešetki određena je tri osima  $a$ ,  $b$  i  $c$ , koje međusobno zatvaraju tri kuta  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ .<sup>5</sup> Ovisno o veličini osi i kuteva, određuje se o kojoj se prostornoj rešetki radi. Fizičar August Bravais još davne 1850. godine teorijski je izveo 14 mogućih tipova prostornih rešetki, koje su po njemu dobile ime Bravaisove rešetke. Pojednostavljeno, građu kristala mogli bismo objasniti tako da kažemo da je jedinica na ili elementarna jedinica najmanja jedinica kristala, koja opisuje kako se njezin sadržaj ponavlja u kristalu. Elementarna jedinica, pomaknuta u tri dimenzije u prostoru za udaljenost koja je jednaka dimenziji elementarne jedinice, daje prostornu rešetku kristala. Na osnovu gore opisanih prostornih rešetki, izvršena je podjela na sedam glavnih kristalnih sustava tako da će svaka kristalna rešetka pripadati nekome od njih.

Kristalni sustavi

Kubični						
Tetragonski						
Heksagonski						
Rompski						
Monoklinski						
Triklinski						

## 6. FIZIKALNA SVOJSTVA MINERALA

Svaka mineralna vrsta, uz karakterističnu kristalnu strukturu, sadrži i fizikalna svojstva koja su za nju karakteristična i stalna. Na temelju tih fizikalnih svojstava, mogu se dobiti korisni podaci za određbu poznatih mineralnih vrsta, ali i za određivanje nepoznate mineralne vrste. Fizikalna svojstva kao što su boja, sjaj, tvrdoća, kalavost, crt, mogu se odrediti jednostavnim metodama i često su dovoljni za sigurnu određbu pojedinog minerala.

### Boja

Boja je najčešće prvo fizikalno svojstvo koje upotrijebimo kod minerala. Često može biti i identifikacija za pojedini mineral, jer se neki minerali pojavljuju samo u jednoj karakterističnoj boji, kao što je, primjerice, pirit zlatnožute boje. No, postoje minerali koji se zbog kemijskih uvjeta kojima su bili izloženi ili zbog raznih uklopaka i defekata u kristalnoj strukturi, mogu pojavljivati u više boja. Jedan od takvih minerala, i zasigurno mineral koji dolazi u najvećem broju boja je kremen ili kvarc, a svi njegovi varijeteti imaju i zasebne nazive:

- bezbojan – *gorski kristal*
- sivkasti – *avac*
- ljubičasti – *ametist*
- žuti – *citrin*
- ružičasti – *ružičasti njak*
- crni – *morion*



*Ametist, ružičasti njak, mliječni njak*

<sup>5</sup> Šoufek, M.: Svijet minerala, Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.

Osim ovih, „glavnih“ vrsta kremenata, poznat je i itav niz njegovih kriptokristalinih varijeteta kao što su *kalcedon, ahaf, oniks, sard, karneol* od kojih neki pripadaju i dragom kamenju. No, o njima e biti nešto više rije i kasnije.

Ukoliko mineral pri prolazu bijele svijetlosti apsorbira sve valne duljine spektra (žutu, naran astu, zelenu, plavu, crvenu i ljubi astu) njegova e boja biti crna. Ako mineral apsorbira zrake samo nekih valnih duljina, tada emo ga vidjeti u boji onih valnih duljina koje ne upija, odnosno onih koje reflektira. Ako mineral propušta sve valne duljine spektra, tada e biti bezbojan.

Postoje tri tipa obojenja minerala: idiokromatsko – izvorna boja minerala, direktno povezana s njegovim kemijskim sastavom; alokromatsko – obojenje kao posljedica primjesa i defekata u strukturi minerala i pseudokromatsko – lažno obojenje, kao posljedica fizi kih i opti kih efekata koji se baziraju na disperziji, interferenciji i difrakciji. Primjer za ovaj tip obojenja je opal.

## Sjaj

Sjaj je bitan podatak koji se koristi pri odre ivanju minerala, pogotovo na terenu. Ovim terminom ozna avamo ja inu odraza svijetlosti na površinama kristala. Odre ivanje sjaja, ovisi dakako i o stanju kristala na kojima se odre uje sjaj, jesu li njegove plohe glatke i iste ili neravne i ošte ene. Postoji nekoliko vrsta sjaja. Plohe kristala izložene suncu, iji sjaj podsje a na odraz svijetlosti s površine stakla, nazivamo staklastim. Ovaj tip sjaja pokazuju kristali kremenata. Kristali cirkona pokazuju mnogo intenzivniji sjaj, koji podsje a na odraz svijetlosti o brušeni dijamant pa se naziva dijamantnim. Neprozirni minerali visokog sjaja poput pirita, pokazuju metalan sjaj. No, minerali ne dolaze uvijek u lijepim kristalima, nego i u vidu mineralnih agregata koji ovisno o sastavu pokazuju masni, voštani, sedefasti, porculanasti ili mat **sjaj**.<sup>6</sup>

## Crt

Crt minerala je trag koji e mineral ostaviti ukoliko se njime zagrebe po porculanskoj površini. Ova karakteristika minerala važna je kod to ne odredbe obojenih minerala. Naime, neki minerali poput malahita, imat e boju crta jednaku boji minerala, dok primjerice zlatnožuti pirit na porculanskoj površini ostavlja crni crt.



Crt pirita i rodokrozita na porculanskoj plo ici

## Tvrdo a

Tvrdo a je definirana kao otpor materijala na mehani ke sile koje na njega djeluju. U mineralogiji tvrdo a minerala odre uje se pomo u Mohsove ljestvice tvrdo e, koju je 1882. godine uspostavio njema ki mineralog Friedrich Mohs. Ljestvica se temelji na usporedbi deset relativno estih i široko rasprostranjenih minerala gdje svaki više rangirani mineral mora mo i zaparati površinu prethodnog. Najniži lan ljestvice je najmekši, a posljednji deseti najviši lan je najtvr i. Prva dva lana ljestvice lako se može zaparati noktom, dok se lanove od 3 do 5 može zaparati oštricom noža. Kremenom primjerice možemo zaparati staklo.

Intervali izme u stupnjeva na ljestvici tvrdo e nisu jednaki. Apsolutna vrijednost izme u tvrdo e 9 za korund i tvrdo e 10 za dijamant je nekoliko puta ve a od cijelog preostalog dijela ljestvice od 1 do 9.

<sup>6</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.

Mohsova ljestvica tvrdo e:

1. talk	$Mg_3((OH)_2Si_4O_{10})$
2. gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3. kalcit	$CaCO_3$
4. fluorit	$CaF_2$
5. apatit	$Ca_5[F_2(PO_4)_3]$
6. ortoklas	$K(AlSi_3O_8)$
7. kremen	$SiO_2$
8. topaz	$Al_2(F_2   SiO_4)$
9. korund	$Al_2O_3$
10. dijamant	C



Mohsova ljestvica tvrdo e



Listi asti kristali muskovita

## Kalavost

Kalavost je svojstvo minerala, a podrazumijeva sustav ravnina po kojima bi se mineral mogao lako razdvojiti. Ovisno o gra i kristalne rešetke, pri vanjskom mehani kom pritisku, mineral e se kalati na onim mjestima gdje su sile kristalne rešetke najslabije. Kalavost na mineralima vidljiva je kao sustav paralelnih linija koje se protežu plohom kristala. Nemaju svi minerali kalavost niti je kalavost na svim mineralima koji je imaju, jednako izražena. Primjerice, muskovit i gips pokazuju savršenu kalavost, dok je dijamant uop e nema.

## Lom

Ako mehani kim pritiscima slomimo mineral koji nema razvijen sustav kalavosti, nastat e neravna površina koja naj eš e i ljušturast oblik i glatka je. Ipak, ona se razlikuje kod pojedinih skupina minerala i kod mineralnih agregata. Lom može biti vlaknast, zemljast, stupast ili zrnat, ovisno o gra i i mineralnom sastavu.

## Gusto a

Mjerenje gusto e jedna je od neinvazivnih metoda identifikacije minerala. Gusto a minerala izra unava se kao omjer mase minerala i mase vode istog volumena, a iskazuje se u gramima po kubi nom centimetru ( $g/cm^3$ ).

## 6.1. Oblik minerala

Oblik minerala posljedica je njegove unutarnje gra e i uvelike e ovisiti o uvjetima nastanka minerala, odnosno o kemijskoj sredini u kojoj se odvija kristalizacija. Ovisno o uvjetima nastanka, minerali se mogu razviti kao:

1. kristali
2. kristalni agregati

Pravilni kristali kristaliziraju samo u idealnim uvjetima, pravilno su razvijeni sa svih strana, a nastaju samo ukoliko kristal može nesmetano rasti od po etka do kraja procesa kristalizacije. Iz tog razloga, slobodni kristali u prirodi se nalaze puno rje e, nego primjerice kristalni agregati.



Slobodni kristal pirita

*Kristalni agregati* su nakupine jedinki (kristala) pravilne unutrašnje građe i nepravilnog vanjskog izgleda. Kristalizacija se uglavnom odvija oko nekoliko kristalizacijskih centara pa pri rastu nakon nekog vremena, individui počinju smetati jedan drugom. Postoje različiti oblici kristalnih agregata, npr. *kristalne druze*, *geode* i *kore* ili *prevlake*.

*Kristalne druze* (njem. *druse* - šupljina ispunjena kristalima) su agregati u kojima se pojedini minerali nalaze jedan pored drugog, a srasli su na zajedničkoj podlozi. Druze najčešće nastaju u šupljinama i pukotinama stijena, gdje se mogu nesmetano razvijati u jednom pravcu. Završeci kristala se nalaze na suprotnoj strani od podloge i zbog slobodnog prostora imaju potpuno razvijene kristalne plohe.

*Geode* (gr. *geodes*-zemljolik) su ovalne šupljine u stijeni obložene kristalima koji rastu prema sredini šupljine.

*Kore* ili *prevlake* predstavljaju veliki broj sitnih kristala koji oblažu slobodnu površinu stijene, pukotine ili krupnijeg kristala.

Nakupine minerala koji nemaju ni jednu razvijenu plohu ali posjeduju pravilan unutrašnji raspored kristalica, nazivaju se kristalasti agregati. Nastaju u uvjetima nedovoljnog prostora za rast kristala u bilo kojem smjeru. Prema veličini sastojaka razlikuju se *makrokristalasti agregati*, kod kojih se granice među sastojcima vide golim okom; *mikrokristalasti agregati*, kod kojih se granice među sastojcima mogu vidjeti pod mikroskopom i *kriptokristalasti agregati*, kod kojih se granice među sastojcima ne vide ni pod mikroskopom.

Prema oblicima sastojaka agregati mogu biti: listasti, zrnasti, zemljasti, bubrežasti, sigasti, oolitski, grozdasti, radijalnozrakasti, igličasti itd. Pojedini sastojci agregata mogu imati manje ili više pravilan oblik, pa mogu biti *idiomorfni*, kada su pravilnog oblika; *hipidiomorfni*, ako su djelomično pravilnog oblika; *alotriomorfni* ako su nepravilnog oblika.

*Dendriti* su agregati čiji oblik podsjećaju na granice, a nastaju brzom kristalizacijom iz taline ili rastvora.



*Kristalna druzica fluorita*



*Kvarcna geoda*



*Kalcedon - kriptokristalasti varijetet kremenca*



*Bubrežasti agregat hematita*



*Sitnolistasti agregat lepidolita*



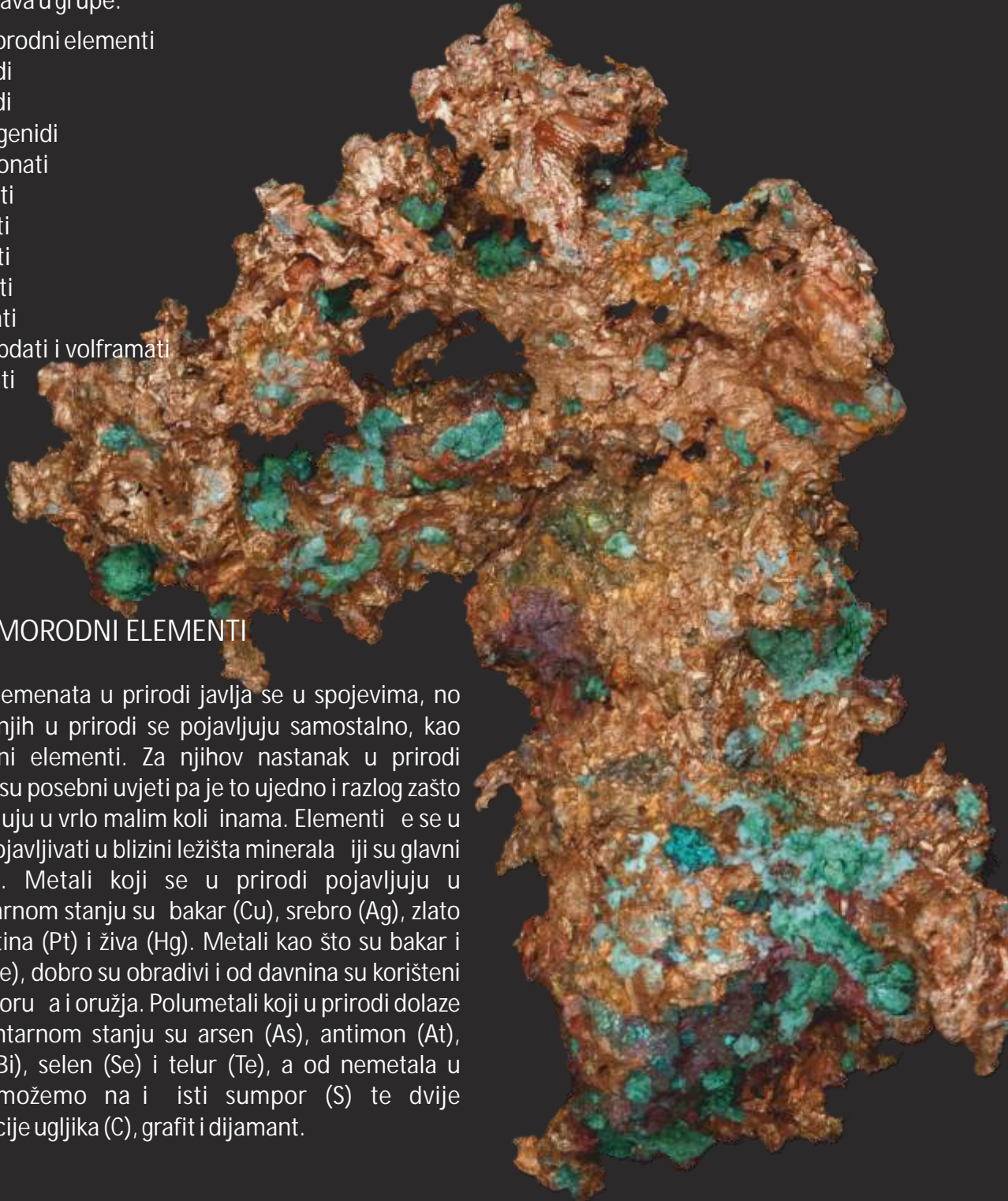
## 7. SISTEMATIKA MINERALA

Danas je u svijetu poznato oko 3500 vrsta minerala. Kako bi ih se pravilno opisalo minerali su na temelju zajedničkih svojstava podijeljeni u grupe. Na taj način, nastalo je i više različitih podjela minerala. Genetska klasifikacija svrstava minerale prema načinu nastanka koji može biti magmatski, sedimentni ili metamorfni. Manjkavost ove klasifikacije je u tome što jedan mineral može nastati na više načina. Geokemijska klasifikacija svrstava minerale prema njihovom kemijskom sastavu, a kristalokemijska klasifikacija podjelu radi prema kemijskim i strukturnim svojstvima. Sistematska mineralogija minerale dijeli na temelju njihovih zajedničkih svojstava te ih se svrstava u grupe:

1. Samorodni elementi
2. Sulfidi
3. Oksidi
4. Halogenidi
5. Karbonati
6. Nitrati
7. Jodati
8. Borati
9. Sulfati
10. Fosfati
11. Molibdati i volframati
12. Silikati

### 7.1. SAMORODNI ELEMENTI

Većina elemenata u prirodi javlja se u spojevima, no neki od njih u prirodi se pojavljuju samostalno, kao samorodni elementi. Za njihov nastanak u prirodi potrebni su posebni uvjeti pa je to ujedno i razlog zašto se pojavljuju u vrlo malim količinama. Elementi se u prirodi pojavljuju u blizini ležišta minerala gdje su glavni graditelji. Metali koji se u prirodi pojavljuju u elementarnom stanju su bakar (Cu), srebro (Ag), zlato (Au), platina (Pt) i živa (Hg). Metali kao što su bakar i željezo (Fe), dobro su obradivi i od davnina su korišteni za izradu oružja i oružja. Polumetali koji u prirodi dolaze u elementarnom stanju su arsen (As), antimon (At), bizmut (Bi), selen (Se) i telur (Te), a od nemetala u prirodi možemo naći isti sumpor (S) te dvije modifikacije ugljika (C), grafit i dijamant.





## Zlato (Au)

Zlato u prirodi rijetko dolazi u kristalima. Najčešće se pojavljuje u obliku ljuskica, listića, zrnaca i žilastih tvorevina. Žuta boja koju inače vežemo uz zlato, tipična je samo za potpuno čisto zlato, bez primjesa. Takvo se u prirodi nalazi relativno rijetko, budući da uvijek sadrži barem male količine primjesa drugih metala, koji ovisno o udjelu utječu na gustoću i boju zlata. Najčešća primjesa u zlatu je srebro, zbog kojeg zlato često pokazuje svjetliju boju, no može legirati i s platinom, željezom i bakrom, koji će mu dati blago narančasto-crvenu boju. Zlato uvijek odlikuje jak, metalni sjaj, no i vrlo mala tvrdoća, svega 21 do 3 po Mohsovoj skali tvrdoće.

To je razlog zašto se u izradi nakita zlato uvijek legira s nekim od nabrojanih metala, kako bi dobilo potrebnu čvrstoću i otpornost na habanje. U najvećem broju slučajeva to je srebro, dok je zlato legirano s platinom, njegova najskuplja legura. U zlatarstvu se razlikuju sljedeće vrste zlata:

- Crveno zlato, sadrži 25% bakra
- Žuto zlato, legura s 25% srebra, poznato zbog izrazite žute boje
- Bijelo zlato, sadrži paladij i platinu u tragovima

Osim lijepog izgleda, kvalitetne osobine zlata su i te da ne oksidira, stabilno je i postojanog sjaja, a ujedno pruža mogućnost oblikovanja kovanjem i valjanjem. Pojave zlata vežu se uz hidrotermalne žile, gdje zlato uglavnom dolazi zajedno s kremenim žilama, koje su vrlo tvrde te je uslijed toga do zlatonosnih žila teško doći. No, mehaničkim trošenjem takvih žila, zlato kao rezistentan mineral dolazi u klastične sedimente, često u nanose rijeka i potoka. Ispiranjem takvih rijeke njih sedimentata lako se mogu izdvojiti zlatna zrnca. Nalazi ovakvog tipa bili su karakteristični za zapadnu obalu SAD-a, koju je sredinom 19. stoljeća zahvatila „zlatna groznica“ te je bila i glavni razlog naseljavanja zapadnog dijela američkog kontinenta.<sup>7</sup> Do danas najveći pronajeni grumen zlata je onaj u Chileu, a težio je 153 kg. Najvažnija svjetska ležišta zlata su u Rusiji (Karabaš na Uralu), SAD-u (Aljaska i Nevada), Kanadi, Meksiku i Brazilu (Minas Gerais).

<sup>7</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.

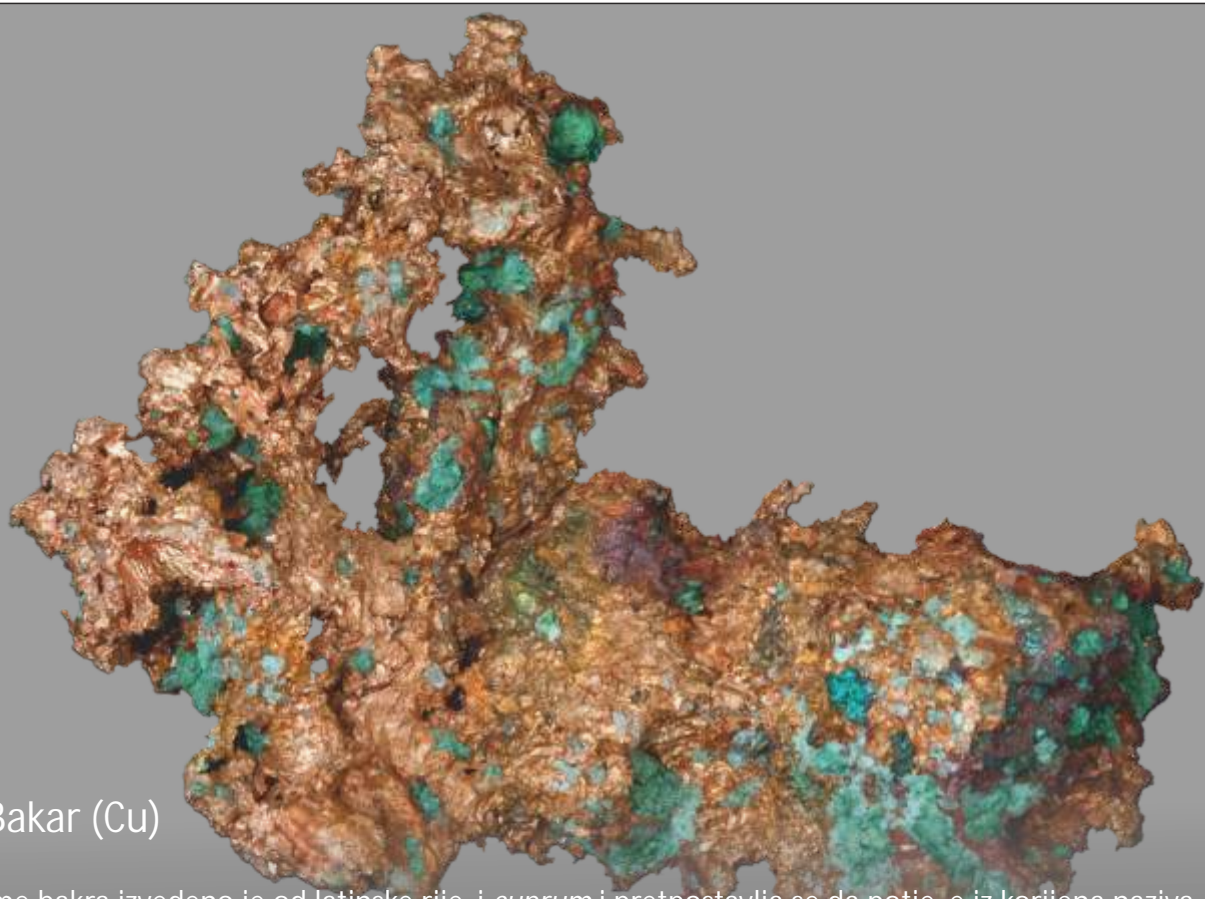


## Srebro (Ag)

Naziv srebra potječe od grčke riječi *árgyros*, što znači *bijel*, i ukazuje na karakterističnu bijelu boju ovog minerala. Srebro, kao i zlato rijetko dolazi u kristalima. Najčešće se pojavljuje u vidu žica, listića, zrnaca, ali i grumenja, koje može biti veliko i po nekoliko stotina kilograma. Primjer takvog epohalnog nalaza je gromada pronađena u Kanadi, iz koje je izvađeno oko 20 tona srebra.<sup>8</sup> Srebro je uvijek nahukano, što znači da na površini ima tamnosivu do crnu patinu, koja nastaje u reakciji sa sumporom. No, prelomimo li žilicu istog srebra ona će na svježem lomu pokazivati srebrnobijelu boju. Godišnja svjetska proizvodnja srebra iznosi 9500 tona. Iako se srebro najviše koristi u izradi nakita i ukrasnih predmeta, njegova uloga u industriji je vrlo značajna. Izvanredan je vodič električne struje i jedan od najboljih vodiča topline. Neka od najpoznatijih svjetskih nalazišta srebra su Kongsberg u Norveškoj, gdje se mogu naći rijetki kristali srebra, zatim Sasa u Makedoniji, Cobalt mine u Kanadi, Ural i Medvjeđi otok u Bijelom moru te u Rusiji, Meksiku i Chileu.

---

<sup>8</sup> Bermanec, V. (1999): Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 264 str.



## Bakar (Cu)

Ime bakra izvedeno je od latinske rije i *cuprum* i pretpostavlja se da potječe iz korijena naziva Cipra, međutim to nije dokazano i ne može se sigurno u potpunosti potvrditi njegovo podrijetlo. Bakar može dolaziti u lijepo razvijenim kristalima heksaedarskog, oktaedarskog ili tetraedarskog tipa.

Može se javiti i u vidu listi i mahovine te žica i masivnih zrna. Svježi bakar je svijetloružičaste do crvenkaste boje, a nahukan karakteristične je crvenosmeđe boje. Pojavljuje se u oksidacijskim zonama ležišta sulfidima bakra te u pješnjacima, vapnencima i konglomeratima<sup>9</sup>. Bakar u istom stanju ima nisku tvrdoću, svega 21 do 3 po Mohsovoj skali tvrdoće pa se za uporabu koriste njegove legure. Ipak, isti bakar najbolji je vodič topline i jedan od najboljih vodiča električne energije, a legiranje sa srebrom povećava mu vodljivost te se kao takav koristi u proizvodnji električnih vodova.

Svakako, najpoznatija legura bakra je bronca, koja se dobije njegovim miješanjem s kositrom. Broncu odlikuje velika otpornost na koroziju. Umjetnički spomenici od bronce javljaju se od 3. tisućljea prije Krista, a najpoznatiji takav spomenik je *Orijent* (glava iz Akada, oko 2300. godine prije Krista). Zahvaljujući bronci cijelo jedno povijesno razdoblje koje je trajalo od 2. tisućljea do 750. godine prije Krista, nazvano je „bronzano doba”.<sup>10</sup> Budući da je taljiva i lako se lijeva, bronca se i danas rabi za izradu različitih ventila, zupčanika, novca, ukrasnih predmeta i skulptura. Pored bronce, poznata je i legura bakra s cinkom koja tvori mjed. Mjed ili mesing je također otporan na koroziju, a ima nešto manju tvrdoću od bronce. Masovno je korišten u proizvodnji streljiva, dok danas svoju primjenu nalazi u izradi glazbenih instrumenata (žica), u strojogradnji i izradi armatura (držači, kvake, zasuni). Zanimljiv je podatak da na mjedenim predmetima nema bakterija, jer na mjedi ne mogu živjeti patogeni organizmi. Mnogi poznati lokaliteti s mineralima bakra sadrže i veće ili manje količine samorodnog bakra. Najpoznatije ležište bakra u Hrvatskoj je na Trgovskoj gori, a mnogo veća i važnija nalazišta su u Njemačkoj (Saska), Čileu (Atacama), Australiji, Kongu, Zambiji, Kanadi i SAD-u gdje je pronađen grumen bakra od 400 tona.

<sup>9</sup> Konglomerat je vrsta sedimentne klastične stijene koju čine krupna zaobljena zrna, čiji promjer može biti od 2 – 256 mm. Vapnenac je sedimentna stijena koja se sastoji od kalcijevog karbonata, a nastala je taloženjem vapnenih kućica i skeleta izumrlih organizama.

<sup>10</sup> Internetski izvor: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Bronca>



## Sumpor (S)

Ime minerala sumpora dolazi od latinske rije *sulphur*. Grci su ga nazivali *theion* što u prijevodu znači „dar neba“ ili „Božji dar“ vjerojatno zbog njegove dobre gorivosti. Sumpor je karakteristične žute boje, no može varirati od žutosmeđe, žutosive do zelenkaste boje, ovisno o količini i vrsti uklopaka. Ima nisku tvrdoću, od 11 do 2 na Mohsovoj skali tvrdoće. Ovisno o uvjetima nastanka, sumpor se može pojavljivati u lijepo razvijenim kristalima, no češće dolazi u masivnim i praškastim agregatima, masna do smolasta sjaja. Pojave elementarnog sumpora tijesno su vezane uz vulkane, solfatare<sup>11</sup>, termalne izvore i slana ležišta, a može se pojaviti i kao produkt oksidacijskih procesa u sulfidnim ležištima. Sumpor gori plavim plamenom, a svojim mirisom podsjeća na miris šibica. U Hrvatskoj elementarni sumpor nalazimo u blizini Radoboja u Hrvatskom zagorju. Poznata svjetska nalazišta sumpora su u Italiji (Girgenti, Sicilija), SAD-u (Louisiana i Texas), Ukrajini, Indoneziji, Japanu (Honshu i Hokaido), Argentini i Chileu.

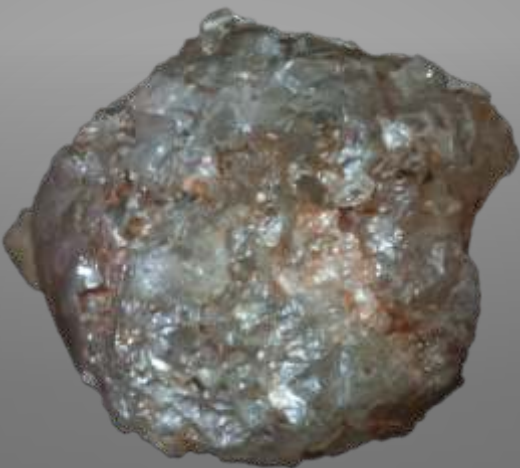
---

<sup>11</sup> Solfatare su post vulkanske pojave, a predstavljaju mjesta na površini zemlje gdje kroz pukotine iz unutrašnjosti izbijaju sumporovodici i sumpordioksid.

## Ugljik (C)

Elementarni ugljik u prirodi se pojavljuje u nekoliko alotropskih modifikacija. Njegove dvije najpoznatije modifikacije su grafit i dijamant. Temeljna značajka u kojima se grafit i dijamant razlikuju, oblik je njihove kristalne rešetke, odnosno kristalni sustav u kojem kristaliziraju.

Grafit kristalizira u heksagonskom kristalnom sustavu, njegova struktura je slojevita, a svaki sloj grafitnog je od šestoro planarnih prstenova. Slojevi se protežu u beskonačnost, a međusobno su vezani molekularnim vezama koje su slabe što je i razlog njegove niske tvrdoće, koja iznosi tek 1-2 po Mohsovoj skali tvrdoće. Grafit se javlja u tankim pločastim heksagonalnim kristalima, no puno češće dolazi kao sitno do krupnozrnati ili zemljasti agregat željezno-crne do tamnosive boje. Pojavljuje se u stijenama znatnog regionalnog metamorfizma uz kremen, a može nastati raspadom karbonata ili pirolizom ugljena<sup>12</sup>. Najpoznatija svjetska ležišta grafita su na Šri Lanci, u Rusiji, Kanadi i Meksiku. Grafit se u industriji upotrebljava kao mazivo za ležajeve i košnice, ima primjenu u nuklearnoj industriji, a njegova najpoznatija namjena je zasigurno u proizvodnji grafitnih olovaka.

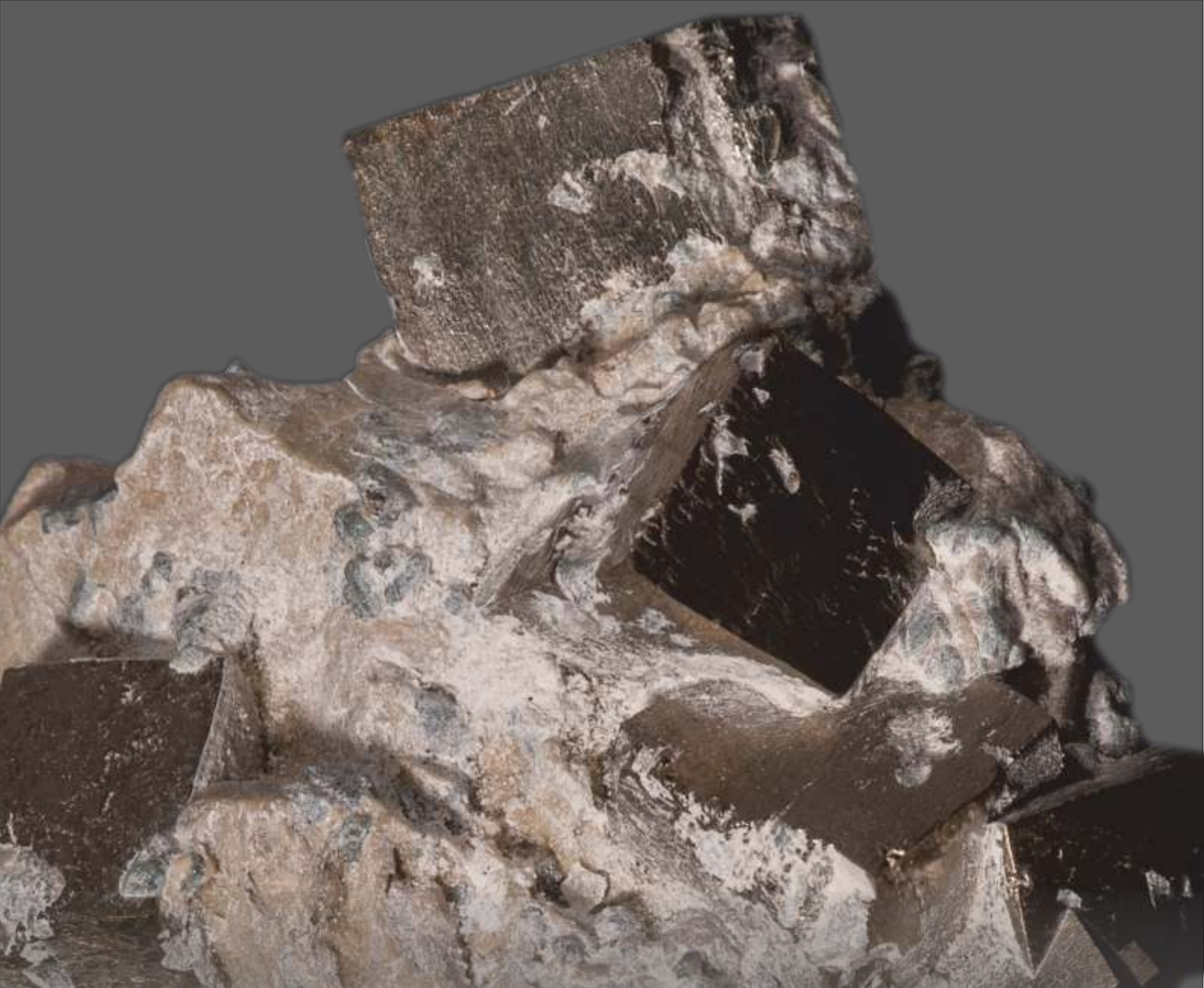


Dijamant, iako mineral istog kemijskog sastava potpuna je suprotnost opisanom grafitu. Kristalizira u kubičnom sustavu, a kubične rešetke organizirane su tako da se svaki atom ugljika nalazi u tetraedarskom okruženju četiri druga atoma ugljika. Atomi su vezani vrstnim kovalentnim vezama što ga čini najtvrdim poznatim mineralom na Zemlji. Kristalizacija dijamanta događa se u ekstremnim uvjetima, na dubinama oko 150 km ispod Zemljine površine, pri temperaturi preko 1200° C i tlaku preko 50 Tg/cm<sup>2</sup>. Dijamanti se na površini pojavljuju u tzv. kimberlitnim cijevima, stjenovitim naslagama koje mogu imati promjer od nekoliko desetaka metara. U kimberlitne cijevi dospjeli su iz dubine, nošeni magmatskim naslagama, a transport su „preživjeli“ upravo zbog svoje visoke tvrdoće. Dijamante se često može naći i u sedimentima, primjerice pijescima gdje se pojavljuju kao rezistat ispran iz primarnih stijena. Najveći do sada pronađeni dijamant nosi ime *Cullinan*, pronađen je u

Južnoafričkoj Republici. Prije obrade težio je 621 gram ili 3106 karata. Slijede *Excelsior* s 969 karata i *Victoria* s 457 karata. Dijamanti nisu isključivo prozirni, kako se najčešće smatra. Mogu biti bijeli, plavobijeli, sivi, žuti, smeđi, narančasti, ružičasti ili lavandulastoplavi, ovisno o vrsti i količini uklopaka u strukturi. U draguljarstvu su najcjenjeniji čisti, prozirni dijamanti, koji se za izradu nakita obrađuju i bruse na dva načina, u obliku briljanta ili rozete. Intenzitetom njihove obojenosti i smanjenjem prozirnosti, pada i njihova vrijednost. Od ukupnog broja pronađenih dijamanta samo 20 % ima dovoljno visoku kvalitetu za primjenu u izradi nakita, dok ostalih 80 % ima primjenu u industriji, za izradu oštrica, brusnih ploča i bušilica sve do finih mehanizama. Najpoznatija svjetska nalazišta prirodnih dijamanta su u Angoli, Kongu, Namibiji, Južnoafričkoj Republici, Brazilu, Rusiji, Indiji i Australiji.

Velika potražnja i visoke cijene ovog dragog kamena na tržištu, dovele su do pokretanja proizvodnje kemijski sintetiziranih dijamanta. U početku, dobiveni kristali bili su žute boje i slabo prozirni, što znači da su uglavnom bili upotrebljivi u industriji. S vremenom se proizvodnja dijamanta usavršila pa je u tvornicama postalo moguće sintetizirati savršeno prozirni dijamant koji u oku laika ne pokazuje nikakvu razliku u odnosu na onaj koji je kristalizirao prirodnim putem. Ipak, sintetički dijamanti razlikuju se od prirodnih dijamanta jer sadrže 90% ugljika (za razliku od prirodnih koji su 100% ugljik), što stručnjaci vrlo lako uočavaju. Sintetički dijamanti na tržištu imaju puno prihvatljiviju cijenu od prirodnih te se mnogi odlučuju za kupnju sintetičkih dijamanta, koji se danas proizvode u dvije tvornice, jedna je u Americi, a druga u Kini. Dijamanti dobiveni na ovaj način nazivaju se „Grown diamonds“, ili „uzgojeni dijamanti“.

<sup>12</sup> Piroliza je proces zagrijavanja na temperaturi višoj od 275° C, bez prisustva kisika.



## 7.2. SULFIDI

Sulfidi su spojevi jednog ili više metala (željeza (Fe), kobalta (Co), nikla (Ni), bakra (Cu), srebra (Ag), cinka (Zn), žive (Hg) i olova (Pb)) ili polumetala (arsena (As), antimona (Sb), bizmuta (Bi), selena (Se) i telura (Te)) sa sumporom (S)<sup>13</sup>. Sulfidi su vrlo važni minerali jer se preradom iz njih dobivaju mnogi metali pa ih se naziva i rudnim mineralima. Najznačajniji pripadnici ove skupine minerala su: sfalerit, halkopirit, galenit i antimonit. Sassi rudari su već u srednjem vijeku spoznali njihovu važnost te su ih razlikovali prema njihovim fizičkim osobinama: boji, sjaju, kalavosti i crtu. Na temelju ovih osobina nastale su i podjele ove skupine minerala na *pakovine* - odlikuju se metalnim sjajem i svijetlim su boja, njihov predstavnik je pirit; *sinjavce* – tamnosivih su boja i neprozirni, a njihov predstavnik je tetraedrit; i *sjajnike* – odlikuju se jakim metalnim sjajem, neprozirni su i uglavnom sive boje, a njihov predstavnik je sfalerit<sup>14</sup>. Današnja saznanja o sulfidima su daleko šira, no saske podjele na temelju svojstava i danas su korisne kod terenskog prepoznavanja minerala.

<sup>13</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga, Zagreb. 122 str.

<sup>14</sup> Bermanec, V. (1999): Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Udžbenici Sveuilišta u Zagrebu. Zagreb, 264 str.



## Galenit (PbS)

Galenit je najčešći i najvažniji olovni mineral, a često dolazi i u zajednici s drugim sulfidnim mineralima poput sfalerita i pirita. U prirodi se pojavljuje u gustim, vunastim, vlaknastim, sitno i krupno zrnatim agregatima. Kristali galenita su heksaedarski i oktaedarski, često skeletnog rasta, a mogu biti i plošasti. Olovnosive je boje, potpuno neproziran i metalnog sjaja, a kad se nahuše potamni. Galenit, pod nazivom *galena* (olovna ruda) prvi put opisao je rimski prirodoslovac Plinije, 77. godine. Dobro je bio poznat i saskim rudarima koji su mu dali ime *Glanz* jer je bio lako uočljiv zbog karakterističnog metalnog sjaja, a od njih potječe i stari naziv *Bleiglanz* ili *olovni sjajnik*, koji je i danas u upotrebi. Galenit često sadrži srebro, a može sadržavati i zlato, mada puno rjeđe, što je i razlog njegove višestoljetne upotrebe. Galenit se u sedimentnim uvjetima može naći u vapnencima i dolomitima, a njegove najveće koncentracije vežu se uz hidrotermalne žile. Pojavljuje se i u kontaktnometamorfnim stijenama te rijetko u pegmatitima. Najznačajnija ležišta galenita su Trepča (Kosovo), Sasa (Makedonija), Mežica (Slovenija), Veovča i Srebrenica (BiH).





## Sfalerit (ZnS)

Porijeklo imena sfalerita dolazi od rije i *Blende* koja se prvi put spominje u 16. stolje u u Agricolinom djelu *De re metallica*. Opisan je kao „...crn, ponekad žu kastosme kamen znatne mase, a metalnog sjaja”.<sup>15</sup> Njegova važnost prepoznata je tek kasnije, u 18. stolje u kad je otkriveno da sadrži znatne koli ine cinka. Sfalerit se nerijetko pojavljuje u pravilno razvijenim kristalima, a este su pojave i sraslaca. Naj eš e se ipak pojavljuje u agregatima koji mogu biti masivni, zrnati, sigasti ili u vidu korica. Zbog mogu ih izomorfnih zamjena, sfalerit može biti razli ito obojen pa se pojavljuje kao žut, siv, crven, zelen, sme i bezbojan. Ukoliko je spomenuta izomorfna zamjena željezo, mineral e ovisno o njegovoj koli ini biti žut, crven ili sme . Ukoliko koli ina željeza u mineralu prije e 25 %, mineral e biti crne boje, a takav varijetet naziva se *marmatitom*. Odlikuje ga dijamantan do metalan sjaj i tvrdo a 31 do 4 po Mohsovoj skali tvdo e. Rasprostranjenost ovog minerala je velika, a naj eš e se pojavljuje u hidrotermalnim ležištima zajedno s galenitom. Najvažnija svjetska ležišta su Joplin (Kanada), Marmat (Kolumbija), Tsumeb (Nambija) i Broken Hill (Australija). Ima ga i u rudniku Trep a (Kosovo), Mežici (Slovenija) i Bleiburgu (Austrija). Sfalerit je glavna ruda za proizvodnju cinka, ija je godišnja svjetska proizvodnja blizu 5,8 milijuna tona.

<sup>15</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.



## Pirit (FeS)

Nazivom *pyrites* koristio se još Dioskorid 50. godine, a potječe iz grčke riječi *pyr*, što u prijevodu znači vatra. Udarimo li u pirit nekim tvrdim predmetom ili mineralom, primjerice kremenom, iskošit će iskre dovoljno snažne da zapale vatru. Smatra se da se pirit rabio za paljenje vatre još u starijem kamenom dobu. Pirit je pojavom najčešći od svih sulfidnih minerala, a javlja se u stijenama svih starosti i podrijetla. Uglavnom dolazi u formi kristala, a često se nalazi i u obliku masivnih, zrnatih, bubrežastih, sigastih ili koncentričnih agregata. Zbog svoje svijetlo mjedenožute do zlatnožute boje poznat je i pod nazivom „fool's gold“ (*zlato za budale*) jer su ga lovci na zlato često mijenjali s tim plemenitim materijalom. Odlikuje ga jak metalni sjaj, vrlo lako se narušava (dobije tamnu mat prevlaku) pa u prepoznavanju može biti zamijenjen za neki drugi mineral. Na Mohsovoj skali tvrdo je relativno je visoko, na 6 do 6,5 što znači da se njime može zaparati staklo. Razlikuje se od minerala halkopirita po slabijoj tvrdoći.

Pirit nastaje na različite načine, u većoj ili manjoj mjeri nalazi se gotovo u svim ležištima magmatskog porijekla. Pojavljuje se u žilama od niskih do visokih temperatura te u magmatskim stijenama i pegmatitima. Također, ima ga i u sedimentima vezanim uz ugljene, šejlove i vapnence. Pirit izložen atmosferilijama oksidira se na sulfate i sumpornu kiselinu, a može završiti i nastankom limonita<sup>16</sup>. Ovakve reakcije nazivaju se „reakcijama željeznog šešira“ i znatno obogaćuju rudne minerale. Zbog visokog udjela sumpora, koji se lako oslobađa pri visokim temperaturama, pirit se najviše koristi za proizvodnju sulfatne kiseline. Ostaci nakon žarenja, a sastoje se od željeznih oksida, upotrebljavaju se za izradu boja i praha za poliranje<sup>17</sup>. Ležišta pirita nalaze se po cijelome svijetu, a u većim količinama u Španjolskoj (Rio Tinto), Kanadi, Rusiji i Kosovu (Trepča), a kao mineraloška pojava prisutan je na Medvednici, u Lici i na slavonskim planinama.

<sup>16</sup> Limonit je smjesa željeznih oksida i hidroksida crvenkaste, smeđe ili žute boje, vezana uz trošenje minerala koji u sebi sadrže željezo, goethit, hematit; važna je ruda željeza.

<sup>17</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.



## Halkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ )

Ime halkopirita potječe od grčkih riječi *chalkos* (bakar) i *pyr* (vatra). Na prvi pogled sličan je piritu, mjedenožute je boje sa zelenkastom nijansom, a na svježim površinama odlikuje ga jak metalni sjaj. Iako se ponekad pojavljuje u kristalima, koji nisu veći od 1 cm, puno češće dolazi u masivnim, kompaktnim i bubrežastim agregatima ili u obliku zrna u matriksu. Tvrdota mu je 3-4 po Mohsovoj skali tvrdoće. Jedan je od najčešćih sulfidnih minerala i najvažniji je rudni mineral bakra. Javlja se u srednje do visokotemperaturnim hidrotermalnim ležištima. Njegovim trošenjem nastaju brojni sekundarni minerali, od kojih su neki prepoznatljivi po svojim karakterističnim intenzivnim bojama: malahit po zelenoj, azurit po plavoj, a limonit po žutoj boji. Najstarija svjetska ležišta halkopirita su Kopperberg i Falun u Švedskoj, koja se eksploatiraju od 13. stoljeća a sve do danas te Sulitelma u Norveškoj i Rammelsberg u Njemačkoj. Ostala, ali ne i manje važna ležišta halkopirita su Sudbury u Kanadi, Chuquibambilla u Peruu, Bor i Majdanpek u Srbiji.



### 7.3. OKSIDI

Ovom razredu pripadaju svi minerali koji u svom sastavu sadrže kisik kao glavnu komponentu. Mnogi oksidi imaju veliku gospodarsku važnost i vrlo su rašireni, što zapravo nije neobično, s obzirom na to da kisik sa skoro 46,6% sudjeluje u izgradnji Zemljine kore. Najvažniji oksid je kremen, koji dolazi u cijelom nizu varijeteta. Među ostale važne okside ubrajaju se hematit, korund, rutil, magnetit, kuprit i drugi.

## Korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

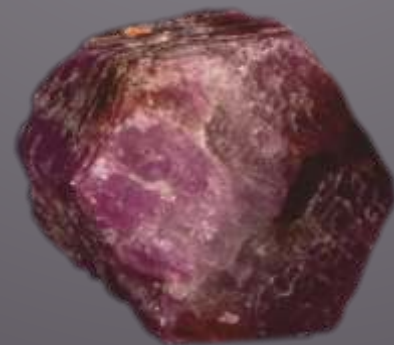
Naziv ovog minerala potječe od sanskrske riječi *kuruvinda*, odnosno *kurundam*. Korund ima brojne različito obojene varijetete za koje se dugo nije znalo da pripadaju istoj mineralnoj vrsti. Najpoznatiji od njih su oni draguljarske kvalitete kao što je rubin (od lat. *rubus* što znači crven) i safir (od hebr. *sappir* što znači neki dragi kamen). Kristali korunda su tanko do debeloplošasti, s brojnim plohami i strmim romboedrima, često u obliku bivača. Korund se najčešće pojavljuje masivan, zrnat i u zaobljenim zrnima. Odlikuje ga vrlo visoka tvrdoća, po Mohsovoj skali čak 9, što znači da je od njega tvrdi jedino dijamant. Pokazuje dijamantan, sedefast do staklast sjaj, ovisno o kvaliteti površine, pojavljuje se u nekoliko boja: plav - safir, žut do zlatno žut - orijentalni topaz, ljubičast - orijentalni ametist, crven do ružičast - rubin, bezbojan - leukosafir. Ponekad pokazuje tzv. *aleksandrit efekt* što znači da je danju plave, a pod umjetnim svjetlom crvene boje.<sup>18</sup> Rubini grijanjem postupno postaju plavi pa bezbojni, a hlađenjem im se boja vraća. Safiri grijanjem postaju svijetlo žuti, a hlađenjem zelenkastoplavi. Neki prirodni safiri su fluorescentni i fosforescentni pod UV zračenjem. Od prozirnih kristala reže se dragi kamenje, osobito cijenjeno po svojoj tvrdoći.

Korund se pojavljuje u kalcitnim i dolomitnim mramorima, gnajsevima, granitima i nefelinskim sijenitima, tinjivim i kloritskim škriljancima. Zbog svoje velike tvrdoće, otporan je na atmosferilije i ostaje sačuvan prilikom trošenja stijena. Nošen vodenim strujama često dospjeva u potočnu i riječnu nanosu. U aluvijalnim nanosima može ih se naći i pokraj Bangkoka u Tajlandu, u Burmi te na mnogim mjestima na Šri Lanci. U šljuncima rijeke Irrawaday u Burmi pronađen je najveći rubin do sada, teži 690 g i pohranjen je u British Museumu u Londonu. Značajna nalazišta korunda su u Sivecu u Makedoniji, u Smirni u Turskoj, na Madagaskaru i u Južnoj Africi. Zanimljivo je da su zrna korunda pronađena i u materijalima donesenim s Mjeseca, u misiji Apollo-11. Zbog svoje izuzetne tvrdoće korund se danas koristi kao abraziv pri poliranju kamena, metala, stakla i drugih stvari.

Rubini i safiri nosili su se kao nakit još u drevnom Egiptu i antičkom Rimu. Tadašnji vladari nošenjem ovih skupocjenih dragulja iskazivali su svoju moć i bogatstvo. Hindi su rubin nazivali *ratnaradž*, što znači car dragulja. Smatralo se da je svom vlasniku pomoći i oduvati svoje aristokratsko naslijeđe. Pripisivali su mu i iscjeliteljska svojstva pa su rubine istucane u prah, povlaštene slojevi koristili kao lijek protiv mnogih bolesti. Safir su smatrali simbolom bistrine i vjerovali su da je onome tko ga nosi um biti bistar. Rubini i safiri spominju se i u Bibliji. Među mnogobrojnim draguljima, svoje mjesto našli su na naprsniku velikog svećenika, gdje je rubin zauzimao prvo mjesto u drugom redu dragulja, a do njega bio je safir.<sup>19</sup>



Neobraeni kristal safira



Neobraeni kristali rubina



<sup>18</sup> Bermanec, V. (1999): Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 264 str.

<sup>19</sup> Crvenka, M. (2014): Minerali u Bibliji. Teovizija. Zagreb, 125 str.



## Kremen (SiO<sub>2</sub>)

Naziv ovog minerala potječe iz 14. stoljeća kada su češki rudari nazivom *krém* koristili za tvrde i jalove žice unutar rudnih tijela. Takve pojave saski rudari nazivali su *quertz*, iz čega potječe i današnji naziv kvarc. Kremen često dolazi u masivnim, zrnatim agregatima, koncentracijama i geodama, no u povoljnim uvjetima može se razviti u predivne kristale.

Lijepo razvijeni kristali kremenja koji su savršeno prozirni i potpuno bezbojni, poznati su pod nazivom gorski kristal. Podrijetlo naziva seže u vrijeme grčkog filozofa Platona (424. – 347. g pr. Kr.), kada je bilo uvriježeno mišljenje da je gorski kristal nastao skrućivanjem najistije i najbistrije vode, odnosno da se zapravo radi o ledu nastalom u posebnim uvjetima. Tvrdnju starih Grka potkrepljuje činjenica da je njima jedino poznato nalazište ovog kristala bilo u Alpama, području vjevnog snijega i leda. Isto mišljenje dijelio je i rimski prirodoslovac Plinije koji je u svom djelu *Historia Naturalis* napisao: „... uvijek se nalaze gdje zimi snjegovi donose najveću u studen, stvarajući ih zbijeni led i najistiji snijeg.”<sup>20</sup> Povezanost leda i kremenja osporio je nakon skoro dvije tisućegodine, engleski fizičar i kemičar Robert Boyle, utvrdivši da je kristal kremenja gotovo tri puta teži od leda te ga na Mohsovoj skali tvrdosti smjestio na visoki sedmi stupanj.

Kristali kremena mogu se pojavljivati u raznim bojama, a njihovo obojenje uzrokuju različiti defekti i uklopci u strukturi minerala. Svaki od tih obojenih varijeteta ima svoj naziv pa se poznati varijetet kremena ljubi aste boje naziva ametist. Mlije njak je bijele boje, a varijeteti obojeni sivosme im uklopcima različitim intenzitetima nazivaju se a avcima. Potpuno crni i neprozirni kremen nazivaju se morionima. U velikim koli inama pojavljuju se primjerci kremena ruži aste boje, što je posljedica uklopaka rutila u strukturi kristala te nose naziv ruži njak. Ako se u strukturu kremena uklope vlakna amfibola nastat e varitet koji se zove tigrovo oko, a ako to budu sitna vlakna rutila, nastat e Venerina kosa. Guste nakupine sitnozrnatog i vlaknastog kremena, ija se struktura uo ava tek pod mikroskopskim pove anjem, zovu se zajedni kim imenom kalcedoni. Crveni do žuti primjerci kalcedona nazivaju se karneoli. U izradi nakita esto su ih koristili stari Rimljani. Ahat je zonalno svinuti kalcedon s različito obojenim zonama, a oniks je ahat s paralelnim ravnim linijama. Sard je jednoli no obojen kalcedon svijetlo do tamnosme e boje, a plazma mikrozrnat do mikrovlaknast kremen obojen različitim nijansama zelene boje. Pras je jabukazelene boje, a heliotrop je zeleni kalcedon s crvenim pjegama od željeznih oksida. Postoje još i flint te ert, koji su kriptokristalini kremen prona eni u uslojenim sedimentima.<sup>21</sup> Ametist, ahat i oniks smatraju se dragim kamenjem. Dakle, kremen je zasigurno mineral s najve im brojem varijeteta i jedan od najrasprostranjenijih minerala na Zemlji. Njegov udio u izgradnji Zemljine kore iznosi 12 %, a nalazi se u sastavu mnogih stijena i rudnih ležišta. Ima ga u magmatskim stijenama, sedimentima (pijesci, šljunci, pješ enjaci) i metamorfitima. U pegmatitskim i hidrotermalnim uvjetima mogu se razviti kristali kremena veliki do nekoliko metara. Najljepši kristali kremena prona eni su u Australiji, Južnoj Africi, Kongu i Brazilu. Posebno zanimljivo nalazište kremena je na Madagaskaru, gdje je prona en kristal obujma od osam metara. U Hrvatskoj, kremen je mogu e na i na Moslava koj gori i Medvednici.



*Sard*



*Lavandulasti kremen*



*Jaspis*



*Dalmatiner jaspis*

<sup>20</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.

<sup>21</sup> Bermanec, V. (1999): Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Udžbenici Sveu ilišta u Zagrebu. 264 str.



## Hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Naziv hematita potje e od gr ke rije i *haima*, što zna i krv, jer je gr ki filozof Teofrast u *Lapidarijama* iz 315. godine prije Krista napisao da smatra kako nastaje koncentriranjem krvi. Takvom zaklju ku zasigurno je doprinijela mješavina njegova praha i vode, koja je crvene boje i nalikuje na krv. Hematit naj eš e dolazi u kristalima koji mogu biti tanko do debelo plo asti, romboedarski ili prizmatski. Plo asti kristali esto dolaze u formi rozeta koje se nazivaju stupi asti ili bubrežasti. Krupno zrnati agregati i kristali obi no dolaze u eli nosivoj boji, a odlikuje ih staklastometalni sjaj, dok su zemljasti i sitno zrnati agregati sme e do krvavo crvene boje. Hematit je prisutan u svim geološkim sredinama. Važna je ruda željeza, elika i drugih legura, a ima široku primjenu u industriji. Pojavljuje se u magmatskim, metamorfnim i sedimentnim stijenama, a esto daje i pigment pješ enjacima i konglomeratima. Za hematit se od najranijih vremena vjerovalo da ima iscjeliteljsku mo . Egip ani i Grci rabili su ga za lije enje razli itih bolesti. Njegovim prahom posipali su rane i tako zaustavljali krvarenje, a miješaju i ga s medom pripremali su pastu kojom su lije ili o na oboljenja. Rado su ga koristili i kao **nakit**.<sup>22</sup> Zna ajna ležišta hematita nalaze se svugdje po svijetu, najve e je u Brazilu, metamorfnog je porijekla, poznato kao itabirit te u Ukrajini i na Uralu. Na lokalitetu Lahn Dill u Njema koj posredstvom vulkanske aktivnosti nastalo je jedno od najve ih ležišta ovog minerala.

<sup>22</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.





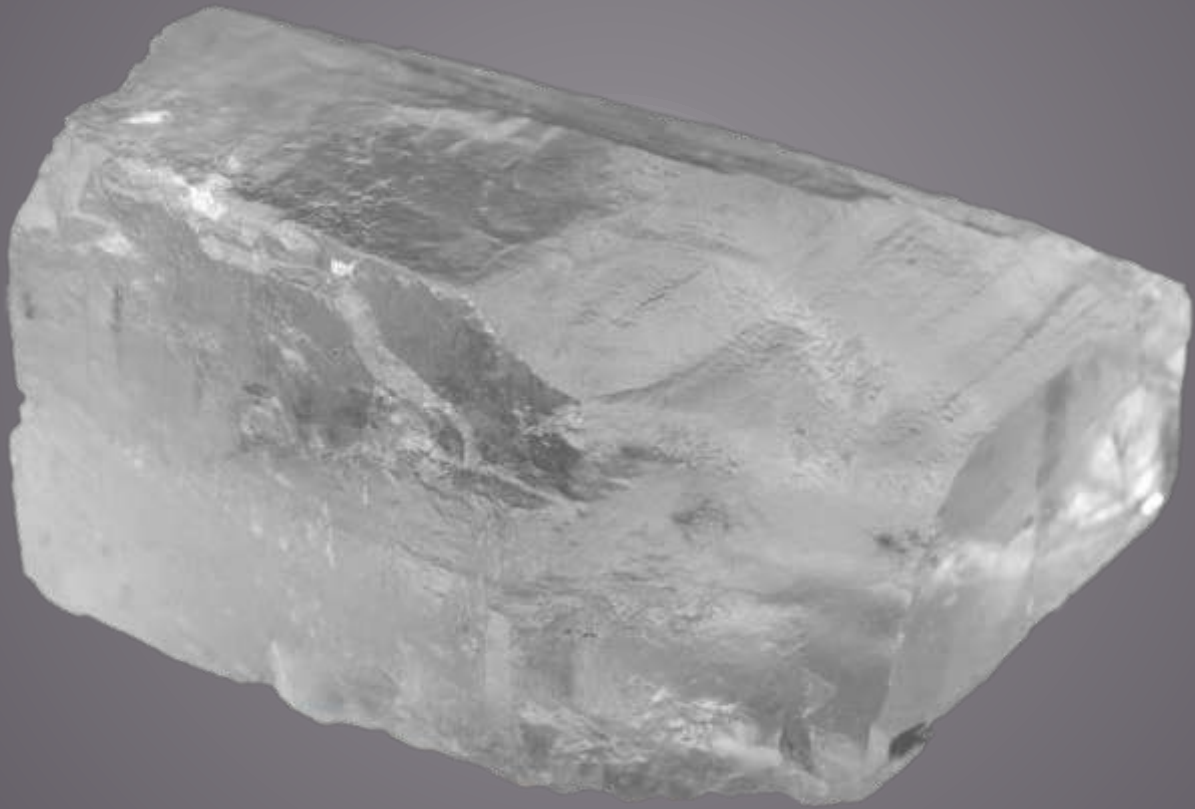
## Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)

Naziv magnetita potje e iz stare gr ke pokrajine Makedonije po lokalitetu Magnesia, a veže se i za latinsku rije *magnetum*. Me u starim Grcima bila je raširena legenda o pastiru Magnesu, koji je primjetio kako se avli iz potplata njegovih sandala „lijepe“ za pojedino kamenje dok hoda. Istinitost ove tvrdnje leži u izrazitoj privla nosti ovog minerala i željeza i ovo je vjerojatno prvi takav mineral kojeg je ovjek upoznao. Magnetit se naj eš e pojavljuje u masivnim, kompaktnim, sitno do krupno zrnatim agregatima. Rijetko dolazi u kristalima, koji su obi no oktaedarskog i dodekaedarskog habitusa. Sivocrne je do željeznocrne boje i eli nocrnog crta. Tvrdi a mu po Mohsovoj skali iznosi 51 - 61 , a zagrijemo li ga na temperaturu višu od 600°C, izgubit e svojstvo magneti nosti, no hla enjem e se ono vratiti. Magnetit je jedan od najraširenijih oksidnih minerala pa se shodno tome pojavljuje u raznim geološkim sredinama. Dolazi kao magmatski segregat, rezistat ili metasomatsko tijelo pa ini zna ajne rudne pojave. Naj eš e ga se veže uz kisele magmatske stijene, a njegova prisutnost zabilježena je i u kamenim meteoritima. Najve a svjetska nalazišta magnetita nalaze se u Švedskoj (Kiruna i Gellivare), Rusiji (Ural i Zlatoust), Ukrajini, Njema koj (Saksonija) i Austriji (Tiroi).



#### 7.4. HALOGENIDI

Kemijski gledano, halogenidi su soli halogenih elemenata. Većina minerala iz ove skupine nastaje kristalizacijom iz otopina, a takvi su procesi vezani uz sušna, aridna područja. Neki od ovih minerala vezani su uz sublimacije vulkanskih plinova, a neki su pneumatolitskog porijekla. Najčešće su prozirni i bezbojni, no ponekad mogu biti obojeni, što je posljedica uklopaka i defekata u strukturi minerala. Najznamenitiji predstavnik ove skupine je sol ili halit, a slijede ga silvin, karnalit, fluorit i kriolit.



## Halit (NaCl)

Naziv *halit* potječe od grčkog naziva *hals*, što znači sol pa je u svakidašnjem životu poznatiji je pod nazivom kuhinjska sol ili samo sol. Halit je obično bezbojan, no prisustvo raznih primjesa i uklopaka često mu mijenjaju boju te ga možemo naći u bijeloj, žutoj, crvenoj ili plavoj boji. Bijele boje je najčešće zbog uklopaka zraka. Prisustvo željeznih oksida može ga obojiti od nježnožute do prljavo crvenosmeđe boje. Plavu boju, kristali halita dobivaju kao posljedicu defekata u kristalnoj strukturi, izazvanih uglavnom radioaktivnim raspadom. Halit često dolazi u obliku masivnih i zrnatih agregata, a ponekad u sigastim i vlaknastim oblicima. Ovisno o načinu nastanka, razlikuje se kamena i morska sol. Kristali kamene soli nastaju u pukotinama i šupljinama te kristaliziraju u kubičnom sustavu, uglavnom u formi heksaedra. Odlikuju se savršenom kalavošću te izvrsnom topivošću u vodi. Staklastog je sjaja, a tvrdoća mu iznosi 2 prema Mohsovoj skali tvrdoće. Tijekom geološke prošlosti stvarani su uvjeti za nastanak velikih rudnih ležišta pa su najveća nalazišta kamene soli vezana uz evaporitna ležišta marinskog ili jezerskog porijekla. U takvim ležištima halit dolazi u slojevima od nekoliko milimetara do nekoliko stotina metara. Može ga se naći i u rudnicima gdje dolazi do isparavanja rudničkih voda, a pojavljuje se i u blizini vulkana, kao sublimat.

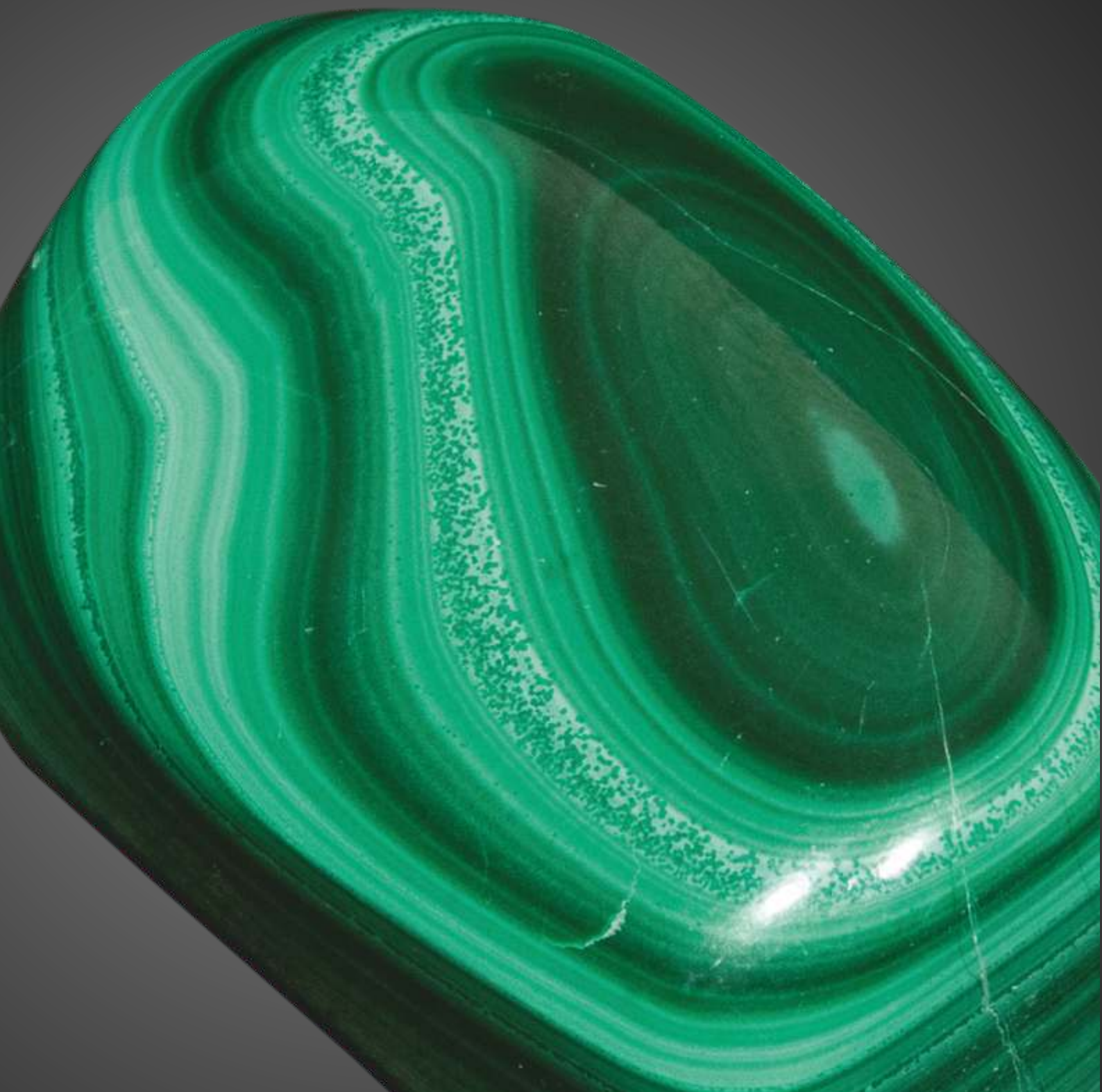
Najveća količina soli nalazi se, dakako, otopljena u morskoj vodi. Formiranjem posebnih bazena na morskoj obali, u kojima je onemogućena izmjena vode s morem, isparavanjem vode dobiva prava kristalizirana sol. Čovjek je vrlo rano uvidio prednosti korištenja soli u svakodnevnom životu. Utvrđeno je da su ležišta kod Halstadta i Salzburgerlanda u Austriji bila iskorištavana još u brončano doba. Najznačajnija europska ležišta halita su Wieliczka u Poljskoj, zatim Stassfurt u Njemačkoj i Salzburg u Austriji. Spomenuti lokaliteti prepoznatljivi su po stoljetnoj rudarskoj tradiciji vađenja soli. Mnogo manje ležište, ali vrlo bitno za naše krajeve, nalazi se u Bosni kod Tuzle. To je područje poznato po velikom broju slanih izvora, a i Tuzla je s dolaskom Turaka dobila ime po turskoj riječi *tuz*, što znači sol.

Ukupna godišnja proizvodnja soli iznosi oko 148 milijuna tona, od kojih se četvrtina utroši za pripremu i konzerviranje hrane dok se više od polovice rabi u kemijskoj industriji kao polazna sirovina za proizvodnju raznih sintetičkih proizvoda.

## Fluorit (CaF<sub>2</sub>)

Naziv fluorita potječe od latinske riječi *fluere*, što znači teći, jer je još od davnina korišten u metalurškoj industriji kao sredstvo koje snižava točku tališta. Fluorit se može pojavljivati u prekrasno razvijenim kristalima, koji su obično heksaedarski ili oktaedarski, no dolazi i kao masivan i kompaktan agregat. Boja mu varira od prozirne, vinskižute, zelene, ljubičaste do sive, purpurne, ružičaste, smeđe i crne, a ovisi o raznim faktorima, od grijanja, zračenja do izomorfničkih zamjena. Može biti promjenjiva tijekom rasta kristala te imati različite gustoće i obojenja. Kristali fluorita staklastog su do mutnog sjaja, a odlikuje ih savršena kalavost. Pojavljuje se u hidrotermalnim žilama, gdje često dolazi sa sulfidima, zatim u sedimentima, vapnencima i pjeskencima, u blizini vrućih izvora te u zonama oksidacije kao sekundarni mineral. Važna ležišta ovog minerala nalaze se kod Dibuny i Cornwalla u Engleskoj te u Njemačkoj, Češkoj i Rusiji.





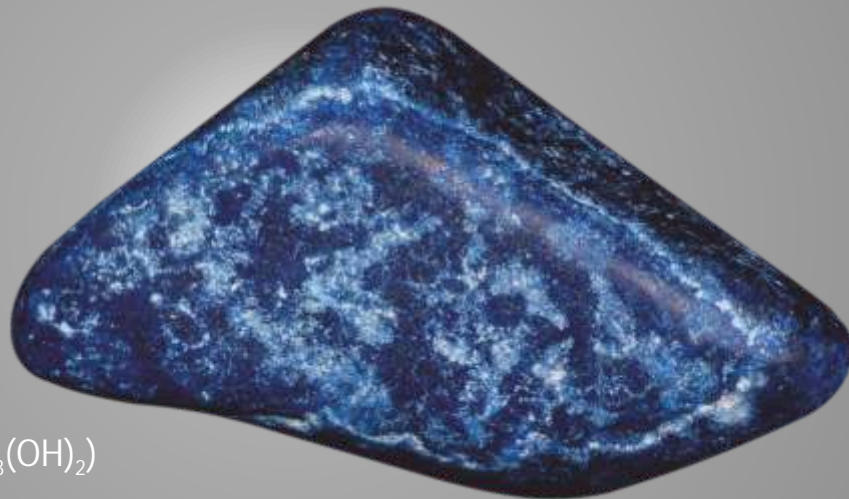
## 7.5. KARBONATI

Karbonatni minerali imali su veliku ulogu u sedimentnim procesima kroz cijelu povijest Zemlje, a i danas se u oceanima talože velike količine karbonatnih minerala kao što su kalcit i aragonit. Neki karbonati poput cerusita i siderita koriste se kao rudni minerali, premda njihova kvaliteta nije na razini sulfidnih i oksidnih ruda. Karbonati kojih u pojedinim krajevima ima u izobilju, imaju veliku građevinsku vrijednost. Primjerice, na Mediteranu su cijeli gradovi izgrađeni od vapnenaca. Mramori i karbonatni oniksi kao skupocjeni kamen, koriste se za uređenje i oblaganje interijera te za izradu skulptura i sličnih umjetničkih predmeta. Najvažniji minerali karbonatne skupine su: kalcit, aragonit, magnezit, siderit, rodokrozit, dolomit, cerusit, azurit i malahit.



Rodokrozit ( $\text{MnCO}_3$ )

Naziv rodokrozita dolazi od grčkih riječi *rodos* što znači ruža i *hrosis* što znači boja. Rodokrozit dolazi u raznim nijansama ružičaste boje, no ponekad može biti i crven do smeđ. Kristali rodokrozita su rijetki, no masivni, zrnati i lupinasti agregati u kojima se pojavljuje često su vrlo zanimljivog izgleda, u različitim nijansama navedenih boja što im daje posebnu ljepotu. Tvrdost im je 3,5 do 4 na Mohsovoj skali, a odlikuje ga savršena kalavost i staklast do sedefast sjaj. Njegovo pojavljivanje veže se uz hidrotermalne žile, pegmatite i sedimentna manganska ležišta. Pojavljuje se i uz ostale minerale koji sadrže mangan. Najznačajnija svjetska ležišta rodokrozita nalaze se u Rumunjskoj (Sacaramba, Kapnik), BiH (Ljubija), Rusiji (Ural) i Češkoj (Kutna Hora).

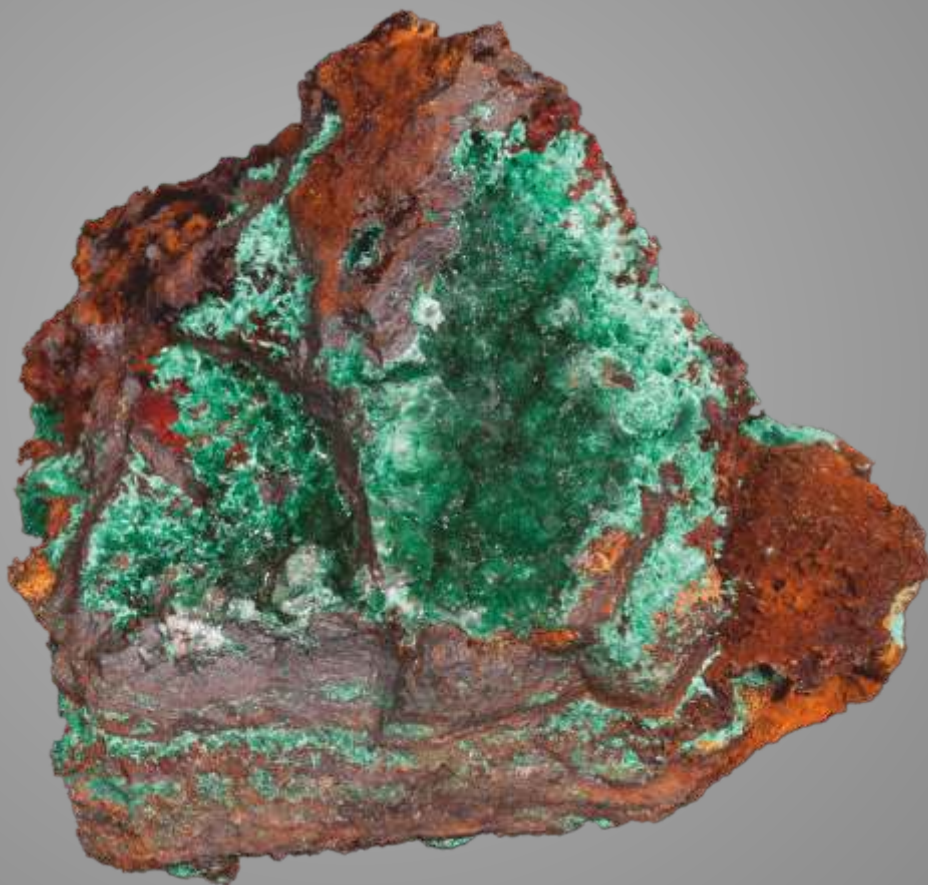


Azurit ( $\text{Cu}_3(\text{CO})_3(\text{OH})_2$ )

Azurit je ime dobio po azurnoplavoj boji u kojoj se pojavljuje. Za razliku od malahita, puno češće se pojavljuje u obliku kristala, a često raste i u obliku rozeta. Ponekad je masivan, u sigama i bubrežima, a dolazi u izmjeni s malahitom. Boja mu varira od svijetloplave do tamno plave, gotovo crne, a najčešće je azurnoplav. Staklastog je do mutnog sjaja i jednake tvrdoće kao malahit. Pojavljuje se u zonama oksidacije, uz druge bakrene minerale i vrlo je raširen. U određenim kemijskim uvjetima, azurit prelazi u malahit, ali zadržava svoj prijašnji izgled. Takve pojave nazivamo pseudomorfoza azurita po malahitu. Najljepši kristali azurita dolaze iz Namibije (Tsumeb), Australije (Broken Hill), SAD-a (Arizona, Novi Meksiko, Nevada), Francuske i Grčke.

## Malahit ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ )

Naziv malahita potje e iz gr kog jezika, od rije i *malahi*, što zna i sljez, kao aluzija na boju listova sljeza. Kristali malahita nalaze se vrlo rijetko te se do u posljednjih 30-ak godina nije ni znalo za njihovo pojavljivanje u prirodi. Najprepoznatljiviji uzorci malahita dolaze u bubrežastim i lupinastim agregatima žarkih zelenih boja, zbog kojih je malahit neizbježno jedan od najprepoznatljivijih minerala. Pojavljuje se u blizini ležišta drugih bakrenih minerala, a nastaje njihovom oksidacijom. Pojednostavljeno, malahit kristalizira iz otopljenih tvari koje donosi voda procije ena kroz ležišta bakra. Ovisno o zasi enosti otopine iz koje kristalizira, slojevi malahita bit e tamnije ili svjetlije boje, što mu daje izrazitu dekorativnost i prepoznatljivost. Odlikuje ga sedefast do baršunast sjaj te savršena kalavost, dok mu tvrdo a iznosi tek 31 - 4 po Mohsu. U dekorativne i arhitektonske svrhe koristili su ga ve stari Grci u 6. st. pr. Kr., oblažu i njime stupove Artemidina hrama u Efezu.<sup>23</sup> Svjetski najpoznatija zbirka predmeta od malahita nalazi se u muzeju Ermitaž, smještenom u Zimskom dvorcu carice Katarine Velike u Sankt Petersburgu. Cijela jedna dvorana ispunjena je predmetima od malahita, u kojoj se nalaze malahitne vaze više od jednog i pol metra, a zidovi su ukrašeni s nekoliko stotina kvadratnih metara malahitnih plo ica. Ta poznata dvorana zove se „Velika malahitna dvorana“. Najve i poznati uzorak malahita prona en je na Uralu, a težio je oko 250 tona. Iako svoju primjenu kao bakreni mineral ima i u industriji, malahit je ipak naj eš e korišten u dekorativne svrhe.



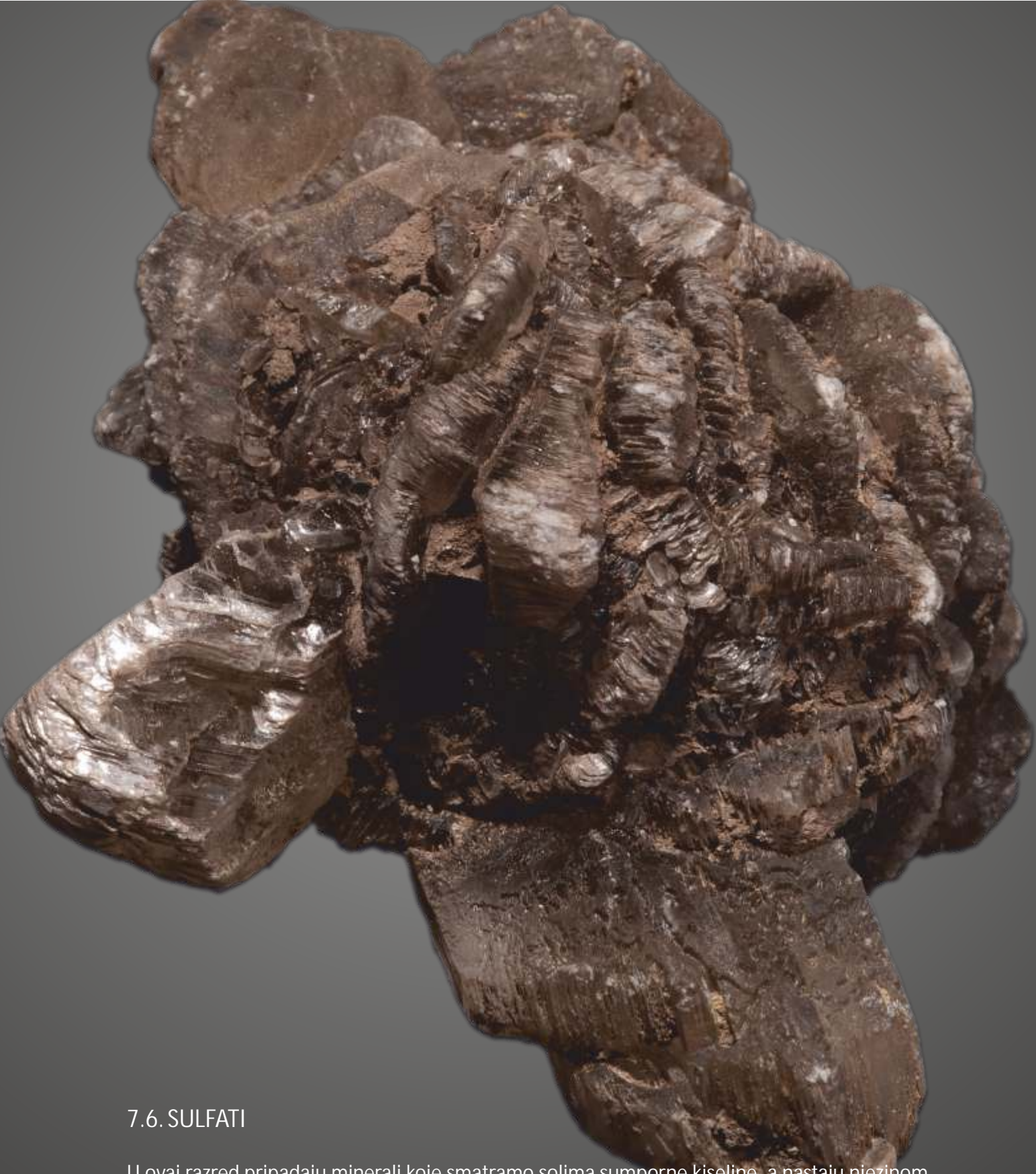
<sup>23</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.

## Kalcit ( $\text{CaCO}_3$ )

Ime je dobio po latinskim nazivima *calx* i *calcic* kojima su stari Rimljani označavali vapnenac i vapno. Kristali kalcita su iznimno bogati formama, a o uvjetima rasta ovisi koje će forme na kristalu dominirati. Kalcit je bezbojan ako je čist, a može biti bijele, sive, žute, smeđe, crvene, zelene, plave i crne boje. Za njegovo obojenje uglavnom su odgovorni uklopici u kristalnoj strukturi. Odlikuje ga staklast do sedefast sjaj, a dolazi i u masivnim, zrnatim, vlaknastim sigastim i bubrežastim agregatima. Kalcit je jedan od najrasprostranjenijih minerala na svijetu i pojavljuje se u svim geološkim sredinama. Glavni je sastojak vapnenaca i mnogih mramora, a ima ga i u svim tipovima žilnih stijena. U podzemnim špiljama pojavljuje se u obliku sigara, a u jezerima dolazi kao kemogeni sediment u obliku sedre. Javlja se uz gotovo sve minerale u svim geološkim sredinama i ima važnu ulogu u nastajanju nekih tipova rudnih ležišta. Također, vrlo važnu ulogu ima i u životu mnogih organizama jer je najčešće glavni gradivni element ljuštura školjaka, puževa i ježinaca. Kalcit u obliku vapnenaca i mramora ima svoju primjenu u građevinarstvu, a iz posebno čistih kristala kalcita izrađuju se prizme za optičke instrumente. Najljepši kristali kalcita mogu se naći u Donjem Orešju, zatim u Sloveniji (Mežica), Bosni i Hercegovini (Srebrenica, Veovča), Kosovu (Trepča), Njemačkoj i Meksiku.







## 7.6. SULFATI

U ovaj razred pripadaju minerali koje smatramo solima sumporne kiseline, a nastaju njezinom djelomičnom ili potpunom neutralizacijom u kombinaciji s nekim metalima. Sulfati se javljaju u raznim geološkim sredinama, od magmatskih stijena, u kojima se pojavljuju anhidrit i barit, do metamorfnih gdje dolaze gips i barit, a najviše ih se pojavljuje u sedimentnim stijenama. Sulfatni minerali imaju vrlo široku primjenu te je teško istaknuti sve aspekte njihove primjene, dovoljno je reći i da se njihova korisna svojstva danas rabe u naftnoj industriji, medicini i farmaciji. Najvažniji sulfati su: gips, anhidrit, barit, celestin, anglezit i modra galica.



## Barit (BaSO<sub>2</sub>)

Naziv barita izveden je iz grčke riječi *baros*, što znači težak, a dobio ga je zbog svoje velike gustoće. Barit često dolazi u obliku kristala, koji mogu biti plošasti, štapiasti ili izometrični, a vrlo često su i kristalne druze. Ponekad se kristali barita razvijaju u lijepim rozetama. Može biti bezbojan, žut, smeđkast i crvenkast, a boju mu daju organski uklopoci ili neki sulfidi. Odlikuje ga savršena kalavost te staklast do smolast sjaj. Ukoliko postoje dvojbe oko prepoznavanja ovog minerala, zasigurno pomaže činjenica da ga odlikuje znatno viša gustoća, a time i veća masa u odnosu na ostale slične minerale. Dolazi u hidrotermalnim žilama te u sedimentnim stijenama, vapnencima i dolomitima. U prošlosti je upotrebljavan za proizvodnju boja, a danas ima primjenu u nuklearnoj medicini, zahvaljujući svojstvu dobre apsorpcije radioaktivnog zračenja. Važna nalazišta barita su u BiH (Srednjobosansko rudogorje), Hrvatskoj (Lika), Njemačkoj, Češkoj i Rumunjskoj.

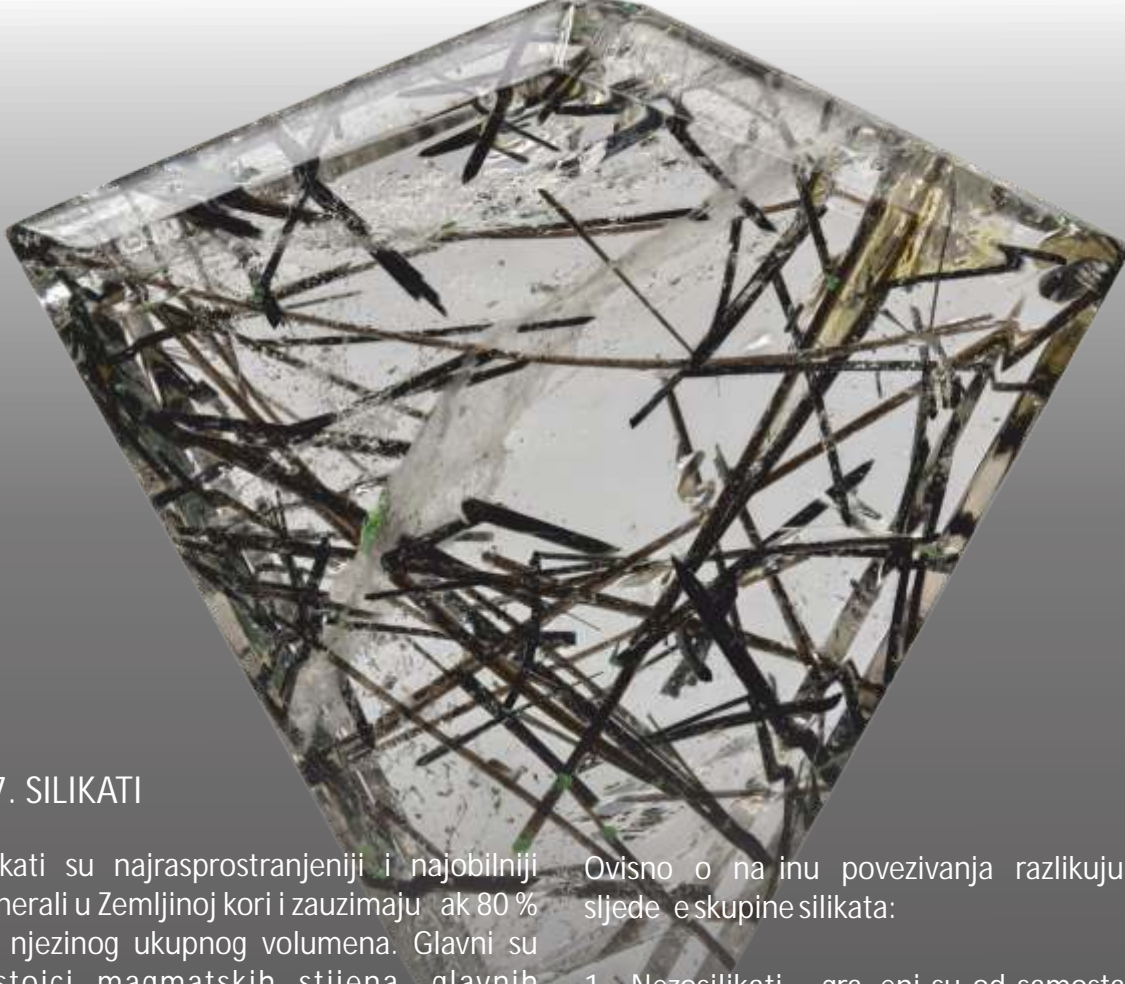


## Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Ime je dobio po grčkoj riječi *gyphos* što u prijevodu znači *spaljena zemlja*, a označava mineral i njegov isprženi prah. Gips često dolazi u kristalima, koji su plošasti ili izduženi, ponekad i igličasti. Mogu biti deformirani tijekom rasta ili formirati kristalne druze. Sraslaci s jako izraženim upadnim kutem, nazivaju se sraslaci lastinog repa, a tako se naziva i sraslacički zakon po kojem nastaju. Ukoliko kristalizira u sušnim, aridnim područjima kao što su pustinje gdje je povećano isparavanje vode iz tla, nastaje poseban tip sraslanja barita kojeg nazivamo pustinjskom ružom. Pustinjske ruže na površinu dopijuu uglavnom djelovanjem vjetrova. Gips može biti bezbojan, bijel, siv, žućkast do smeđ, a odlikuje ga sedefast do mutan sjaj, posebno na trošenim površinama. Barit je najčešći sulfatni mineral, javlja se u sedimentima, a kao evaporit<sup>24</sup> može tvoriti vrlo debele slojeve ili dome.<sup>25</sup> Vezan je uz vapnence, crvene šejlove, pješčenjake, lapore i gline. Ukupna godišnja proizvodnja gipsa prelazi 50 milijuna tona. Njegova najčešća primjena je u građevinarstvu pri izradi montažnih građevinskih elemenata, a koristi ga se i pri izradi boja i guma. Važna nalazišta gipsa u Hrvatskoj su Rude i Ravni kotari. U Makedoniji, u blizini lokaliteta Rajice pojavljuju se izuzetno veliki kristali gipsa, dužine i preko 1 metra.

<sup>24</sup> Evaporiti su stijene koje su nastale kemijskim izlučivanjem iz visokokonzentriranih otopina, snažnim isparavanjima ili evaporizacijom.

<sup>25</sup> Slovenec, D. & Bermanec, V. (2006): Sistematska mineralogija – mineralogija silikata, II. izdanje. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 359 str.



## 7.7. SILIKATI

Silikati su najrasprostranjeniji i najobilniji minerali u Zemljinoj kori i zauzimaju čak 80 % od njezinog ukupnog volumena. Glavni su sastojci magmatskih stijena, glavnih graditelja Zemljine kore pa ih se naziva i petrogenim<sup>26</sup> mineralima. U velikim količinama pojavljuju se u metamorfnim stijenama, dok su u sedimentnim stijenama manje obilni. Zajedničke karakteristike silikata su velika tvrdoća, slaba topljivost i taljivost te velika kemijska postojanost. Za razliku od prethodno opisanih predstavnika nesilikata (oksidi, sulfidi, karbonati...), silikati imaju puno složeniji kemijski sastav. Osnovna karakteristika strukture silikatnih minerala je vrsta veza između velikih iona kisika i malih iona silicija. Kisikovi atomi stvaraju tetraedar, u središtu je mali ion silicija. U takvoj slagalini, kisikovi atomi međusobno dodiruju, a u središtu tetraedra ostaje dovoljno velika šupljina da se u nju smjesti mali ion silicija.<sup>27</sup> Ovako nastali silikatni tetraedar ((SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup>), osnovna je gradivna jedinica svih silikata. Način na koji se opisuju tetraedri spajati međusobno i s drugim elementima i spojevima, određuje koja je vrsta silikata tim spajanjem nastala.

Ovisno o načinu povezivanja razlikuju se sljedeće skupine silikata:

1. Nezosilikati – građeni su od samostalnih (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup> tetraedara koji se vežu s pozitivno nabijenim ionima metala (olivin, granat, cirkon, topaz i dr.).
2. Sorosilikati – nastaju povezivanjem tetraedara preko jednog vrha (hemimorfit, epidot, zoisit).
3. Ciklosilikati – nastaju spajanjem tri, četiri ili šest tetraedara u prstenasti oblik (benitoit, aksinit, beril, cordierit, turmalin, diopas).
4. Inosilikati – nastaju beskonačnim povezivanjem tetraedara u niz (minerali grupe piroksena i amfibola).
5. Filosilikati – sastoje se od neograničenog broja međusobno povezanih tetraedara koji leže u istoj ravnini. Zbog ovakvog načina slaganja, odlikuje ih lističasta struktura (tinjci i serpentine).
6. Tektosilikati – građeni su od prostorno raspoređenih (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup> tetraedara, tako da je svaki povezan preko svojih kisikovih atoma s drugima četiri tetraedra (feldspati, plagioklasi, zeoliti).

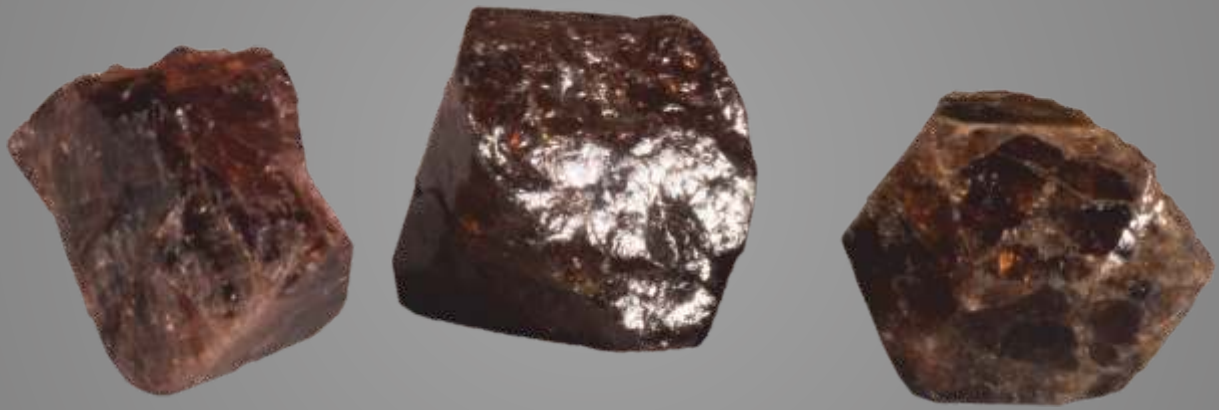
<sup>26</sup> Od lat. riječi petrus – stijena.

<sup>27</sup> Šoufek, M. (1990): Svijet minerala. Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.

## Granati

Smatra se da naziv granata potječe iz latinske riječi *granum*, što znači zrna. Granati kristaliziraju u kubičnom sustavu, a njihovu grupu čine brojni minerali različitog sastava, ovisno o tome s kojom kombinacijom elemenata su spojeni silicijski tetraedri. Dominantno su metamorfni minerali, no mogu se naći i u magmatskim stijenkama. Mogu se naći i u slobodnim i lijepo oblikovanim kristalima, koji su ponekad veći i od 10 cm. Odlikuje ih staklast do ponekad dijamantan sjaj, a na Mohsovoj skali su 6,5 do 7,5. Ovisno o kemijskom sastavu, razlikuju se sljedeći članovi grupe granata: *pirop* – vatrenocrveni granat, ime mu potječe od grčke riječi *pyros* što znači vatra. Od davnina je upotrebljavan kao dragi kamen; *almandin* – crvene do crvenosmeđe boje. Dobio je ime po turskom gradu Alabandi, koja je u antičko vrijeme bila centar za obradu dragog kamenja; *spesartin* – dobio je ime po njemačkom lokalitetu, a odlikuje ga crvena do narančastožuta boja; *grosular* – uglavnom je zelene boje, a njegov nastanak vezan je uz granitne pegmatite; *andradit* – smeđe do zelene boje; *uvarovit* – smaragdnozeleno boje je i visokog sjaja. Draguljarske vrste granata su rodolit (ružičasto-crvene do ljubičaste boje), hesonit (crvene boje), demantoid (zeleni andradit) i topazolit (žutozeleni andradit). Granate nalazimo na različitim lokalitetima Urala, Tanzaniji, Šri Lanci, Južnoj Africi te u Turskoj i Finskoj.





### Cirkon ( $ZrSiO_4$ )

Korijen naziva cirkona dolazi od perzijske riječi koja u prijevodu znači „zlatna boja“. Cirkoni se često pojavljuju u obliku kristala, koji obično predstavljaju kombinacije prizmi i pinakoida. Staklastog su do dijamantnog sjaja, a boja im varira od žute, smeđe, ružičaste do crvenosmeđe. Ima visoku tvrdoću, 7-8 po Mohsu te slabno izražen sustav kalavosti. Pojavljuje se u kiselim i neutralnim eruptivnim stijenama tipa granita i sienita, a često se u obliku sitnih kristala pojavljuje i kao uklopak u drugim mineralima. Kemijski je vrlo stabilan pa se često nalazi kao rezistat u nanosima. Ležišta dragocjenog cirkona nalaze se na Šri Lanci, Madagaskaru, u Tajlandu te u Australiji. Upotrebljava se za dobivanje cirkonijevog oksida ( $ZrO_2$ ) koji je otporan na visoke temperature pa se koristi kao reaktorski materijal te u draguljarstvu kao jedna od imitacija

### Topaz ( $Al_2(SiO_4)(F,OH)_2$ )

Topaz je dobio ime po grčkoj riječi *topazion*, što znači tražiti, pitati, eznuti. Obično se nalazi u obliku kratkoprizmatih do dugoprizmatih kristala bogatih formama. Ima savršenu kalavost, no zbog visoke tvrdoće, 8 na Mohsovoj skali, teško se kida. Može biti bezbojan, žut, plavkaste, zelenkaste ili ružičaste boje. Pojavljuje se u pegmatitskim i pneumatolitskim žilama, vezanim za granitne intruzije. Takvi kristali mogu biti metarskih dimenzija, a jedno od tih nalazišta su Murzinka i Alabaška na Uralu. Prozirni topazi su drago kamenje, no zbog njihove velike rasprostranjenosti i relativno velike dostupnosti, cijena im je dosta niska. Iznimka su *imperijalni topazi*, ružičaste boje i plavo obojeni topazi, koji se danas dobivaju umjetnim putem. Draguljarski varijeteti topaza su: *indijski topaz* - žut; *brazilski topaz* –



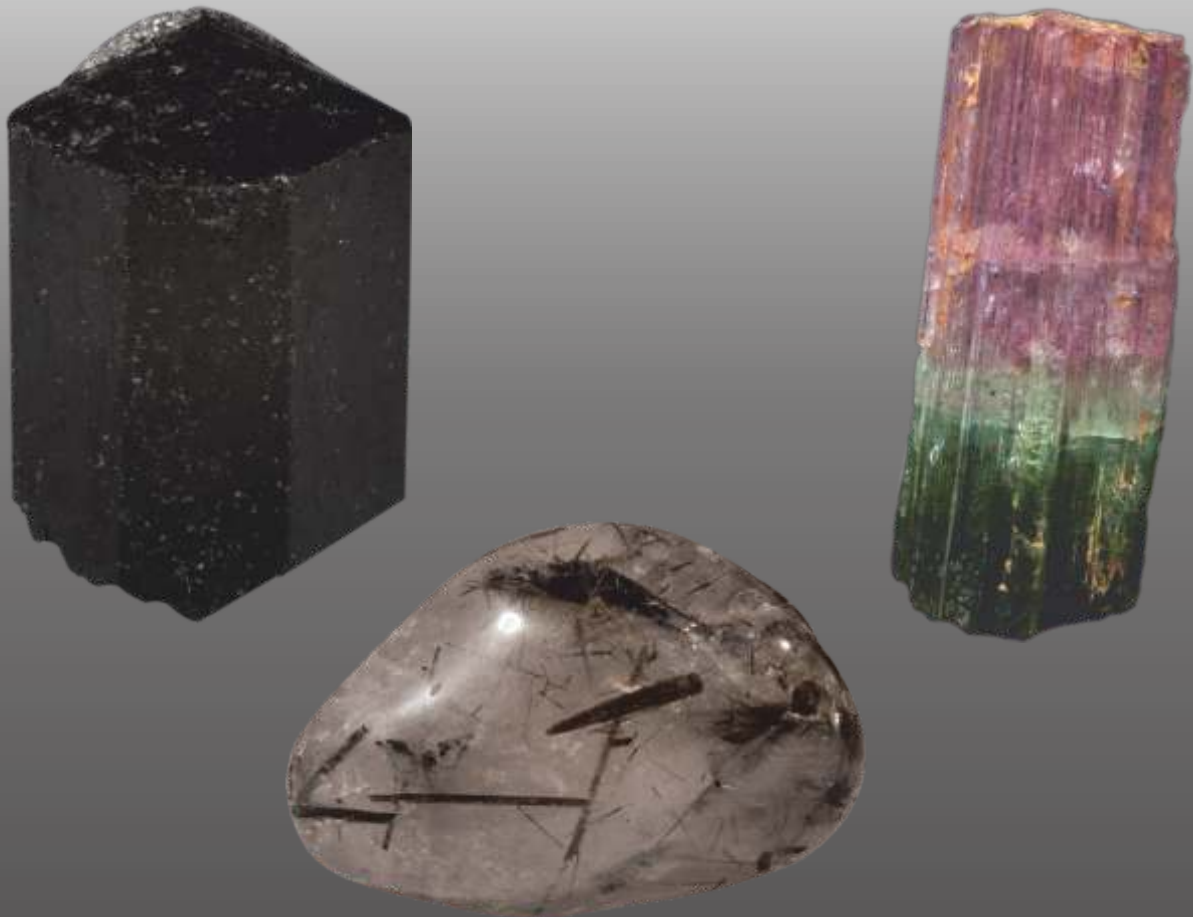
<sup>28</sup> Slovenec, D. & Bermanec, V. (2006): Sistematska mineralogija – mineralogija silikata, II izdanje. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 359 str.



## Beril ( $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ )

Porijeklo naziva beril izvedeno je iz grčke riječi *beryllos*, za koju nema točnog prijevoda, a pojavljuje se i u starim germanskim nazivima kao *Berill* ili *Brille*. Poznat je podatak kako su se još u vrijeme Plinija, dakle prije 2 tisuć godina, od berila izrađivale leće, koje su služile kao pomagalo pri korekciji vida. Poznavajući tu činjenicu zasigurno možemo potvrditi kako je *Brille* njemački naziv za naočale usko vezan uz naziv ovog minerala.

Kristali berila obično su dugoprizmatni, a ponekad se pojavljuje i u prutičastim agregatima i druzama. Odlikuje ga staklast sjaj, a boja ovisi o kemijskom sastavu pa ako se pojavljuje u zelenoj boji, znači da sadrži krom. Žutozeleno boje može biti ako sadrži željezo, a zelenoplavo, ružičasto i crveno ako sadrži alkalije, poput cezija. Običan beril ima lošu prozirnost i slab intenzitet boje, a kao takav može se naći i u velikim kristalima. Jedan takav iskopan je u Brazilu, u blizini Picuíe, a težio je čak 200 tona. Ovakav obični beril većinom se koristi za proizvodnju metala berilija, koji ima značajnu ulogu u izgradnji raketnih dijelova i nadzvučnih aviona. Posebno lijepo oblikovani varijeteti berila, koje odlikuju visoka prozirnost i intenzivne boje, poznato su drago kamenje. Potpuno prozirni dragi beril naziva se *gošenit* (prema nalazištu Goshen u Massachusettsu); intenzivno zeleni je *smaragd* (od grčke riječi *smaragdus* što znači zeleni kamen), a zanimljivo je da je prirodni smaragd visoke kakvoće skuplji i od dijamanta; plavozelen do plavi beril je *akvamarin* (od latinskih riječi *aqua* – voda i *mare* – more), ružičasto do narančastožuti beril je *morganit* (nazvan u čast američkog kolekcionara minerala P. Morgana), žutozelenkast je *heliodor* (od latinskih riječi *helios* – sunce i *doron* – dar), zlatnožuti je *zlatni beril*, a crveni je *bixbit*. Beril je tipičan mineral granita, granitskih pegmatita i grajzena. Najpoznatija svjetska ležišta berila nalaze se na Uralu (Murzinka i Alabaška), u Ukrajini, na planini Karkonoszeu u Poljskoj, u Habachtalu kod Salzburga te kod Muzoa i Chivora u Kolumbiji. Posebno lijepi kristali smaragda pronađeni su u rudniku Belmont mine u Brazilu. Rudnici s dragim akvamarinom nalaze se u Minas Geraisu i u blizini Corrego do Gamba, također u Brazilu. Ogromni kristali nabrojanih varijeteta nalaze se i u Malakialini na Madagaskaru, pokraj Josa u Nigeriji, zatim u Kongu,



### Turmalin $(\text{NaMg})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$

Naziv turmalina potječe od singaleške riječi *turamali*, što znači lijepa boja, a pod ovim imenom turmalini su dopremljeni sa Šri Lanke u Europu. Turmalini su minerali vrlo različitog sastava i složene kemijske formule, a gore prikazana formula je jednog od njih, dravit. Turmalin često dolazi u kratkoprizmatičnim do dugoprizmatičnim, ponekad i igličastim kristalima, a rijetko se nalazi u zrnastim masama i radijalno-zrakastim agregatima. Često se sitne iglice i vlaknaca turmalina mogu naći uklopljena u kremenu. Nemaju kalavost, a odlikuje ih staklast sjaj i tvrdoća 7 do 7,5. Obično dolaze u tamnim nijansama, a ovisno o sastavu dolaze u svim bojama spektra. Mogu biti bezbojni, ružičasti do crveni ili zeleni (elbait), smeđi do crni (dravit), tamnozeleni do crni (schorl). Zonalna obojenost i promjena boje uzduž kristala, npr. od ružičaste do zelene, vrlo je uobičajena. Turmalini dolaze u granitima, grajzenima, granitskim pegmatitima i kvarcnim žilama, a pojavljuju se i u škriljalcima i gnajsevima.<sup>29</sup> Zahvaljujući svojoj atraktivnom izgledu i lijepim bojama, turmalin je cijenjeni dragi kamen. Njegova ljepota bit će još izražajnije ako se brusi na način da maksimalno istakne njegovo svojstvo različitog apsorpcije svjetlosti pod određenim kutovima. Najpoznatija svjetska ležišta turmalina su na Šri Lanci, Madagaskaru i Minas Geraisu u Brazilu, od kud potječe i najveći dosad pronađeni kristal elbaita, dulji od 120 cm. Turmalini se pojavljuju i na lokalitetima diljem Norveške i Finske, a zabilježene su i njihove pojave u Keniji, Nepalu, Namibiji, Meksiku i Afganistanu.

<sup>29</sup> Slovenec, D. & Bermanec, V. (2006): Sistematska mineralogija – mineralogija silikata, II izdanje. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 359 str.



## 8. DRAGO KAMENJE

Sam spomen na drago kamenje ili dragulje asocira nas na nešto otmjeno, rijetko i skupo. Minerali prekrasnih boja i o aravaju eg sjaja, koji kristaliziraju u prirodi i to vrlo rijetko, nazivaju se dragim kamenjem ili draguljima. Osim minerala, u dragulje se ubrajaju i koralji, biserje i jantar. Posjedovanje dragulja oduvijek je bilo znak bogatstva i mo i, a zbog njihove rijetkosti i visoke cijene, malobrojni su oni koji su ih si mogli priuštiti, kako kroz povijest, tako i danas. Da bi se neki mineral smatrao dragim kamenom, njegova kvaliteta mora biti izražena kroz visoku prozirnost, isto u, sjaj, intenzivnu boju ili igru boja na svjetlosti. Što više ovih elemenata dragi kamen posjeduje, to e njegove kvaliteta i cijena biti ve e.<sup>30</sup> Neke vrste dragog kamenja ne udovoljavaju svim nabrojanim kriterijima, no zbog izuzetne atraktivnosti jednog od elemenata postaju poželjno drago kamenje. Primjer je malahit, koji je potpuno neproziran, no o aravaju im nijansama svoje zelene boje, kompenzira ovaj nedostatak pa nalazi mjesto u nekom obliku nakita. Poželjno je i da



*Dijamant*



*Rubin*

u prvom redu, u drugom redu: smaragd, safir i ametist; u tre em redu: hijacint, ahata i gorski kristal te u etvrtom redu: krizolit, oniks i jaspis.<sup>31</sup>

Po etkom 20. stolje a pojavili su se i prvi kemijski sintetizirani dragulji. Njih odlikuje jednak kemijski sastav, boja i tvrdo a kao kod prirodno nastalih dragulja, a esto imaju i ve u prozirnost i isto u nego prirodni dragulji. Ipak, kemijski sintetizirani dragulji uvijek e na tržištu imati puno nižu cijenu od onih prirodnih. Drago kamenje u prirodi esto izgleda neugledno i „pohabano“, a ljepotu u punom sjaju dobiva tek kad mu draguljar izbrusi sjajne

dragi kamen ima što ve u tvrdo u jer je tako otporniji na trošenje, posebno kad se koristi kao ukras ili nakit. Dijamant kao najtvr a poznata tvar u prirodi, ima izvanrednu stabilnost i postojanost pa njegove ispolirane površine i nakon dugotrajnog nošenja ostaju besprijekorne i nepromijenjene te pokazuju jednako intenzivan sjaj i oštrinu bridova faseta, što za imitacije nikako ne stoji. Iskusno oko draguljara bez puno muke lako e prepoznati je li rije o pravom dijamantu ili dobro izvedenoj imitaciji. Najcjenjenije drago kamenje, uz dijamante su smaragdi i rubini, a lijepo izbrušeni, prozirni i intenzivno zeleni smaragdi na tržištu esto postižu i više cijene nego dijamanti. Drago kamenje spominje se i u Bibliji, u opisu efoda – ople ka koji je nosio veliki sve enik, a sadržavao je dvanaest dragulja. U etiri reda bila su raspore ena po tri draga kamena, a oni su bili: rubin, topaz i alem



*Smaragd*

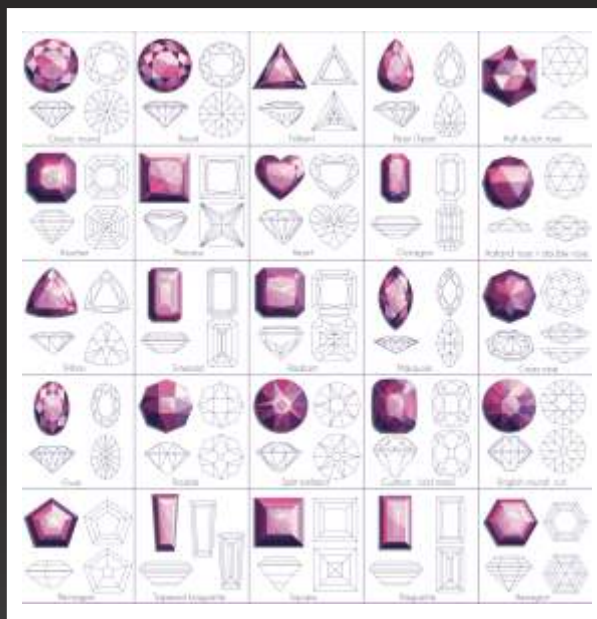
<sup>30</sup> Bari , Lj. (1982): Katalog uz izložbu „Drago kamenje“. Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb

<sup>31</sup> Crvenka, M. (2014): Minerali u Bibliji. Teovizija. Zagreb, 125 str.



plohe u nekom od pravilnih oblika. Postoji mnogo oblika i rezova u kojima se brusi drago kamenje, a neki od njih su jubilarni rez, ameri ki briljantni rez, nizozemska ruža, dvostruka rozeta i dr.

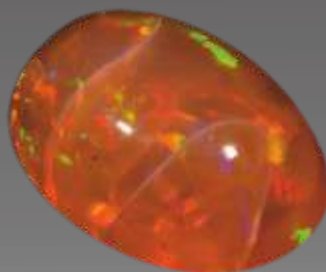
Vrijednost dragulja izražava se njihovom težinom. Budu i da su grami prekrupna jedinica da bi se njima izražavala težina tako sofisticiranih komada, za težinu dragulja uvedena je mjerna jedinica *karat*. Važno je napomenuti kako karat dragulja nije isto što i karat zlata. Po etno karat nije imao jednaku vrijednost u svim svjetskim trgova kim središtima pa je nakon višegodišnjih korekcija i uskla ivanja, 1910. godine uvedena internacionalna mjerna jedinica karat koja iznosi 0,2 grama. Za posebno skupocjene i sitne dragulje uvedena je još manja mjerna jedinica *zrnca*, koja iznosi etvrtinu karata, dakle 0,05 grama pa 1 gram ima 20 zrnaca.



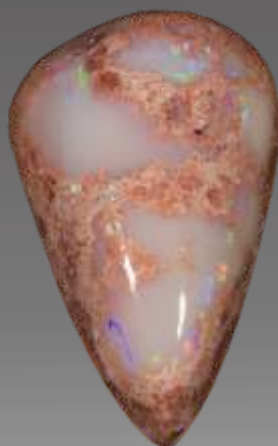
Tablica rezova za brušenje dragog kamenja



Cirkoni



Opal



Za izradu nakita i amajlija još u drevnim vremenima koristio se jantar. Jantar je zapravo fosilna smola, a zbog svoje medenožute boje i visoke prozirnosti vrlo je atraktivan. Nerijetko jantar sadržava uklopke kukaca koji su se u geološkoj prošlosti „našli u pravo vrijeme na pravome mjestu“ te preliveći svježom smolom ostali sa uvani i ovjekovje eni milijunima godina. Takvi primjerci vrlo rado su nošeni kao nakit, a ve ina ih potje e s Baltika, otprilje 35 do 40 milijuna godina te je takav jantar poznat kao „balti ki jantar“.

Zbog izuzetne rijetkosti i o aravaju e ljepote, ljudi su još od davnina dragom kamenju pridavali magijska i ljekovita svojstva. Smatralo se da neki od njih štite od zlih duhova i uroka, prizivaju kišu i pomažu kod lije enja razli itih bolesti.<sup>32</sup> U novije vrijeme tako er su raširena razna vjerovanja u terapijska i ljekovita svojstva minerala, a disciplina koja se bavi utjecajem pojedinih minerala na ovjekovo psihofizi ko stanje naziva se kristaloterapija.



<sup>32</sup> Bari , Lj. (1982): Katalog uz izložbu „Drago kamenje“. Hrvatski prirodoslovni muzej. Zagreb



KATALOŠKI PREGLED



1. Zlato  
MBP-23290; 6,2 x 4 cm



7. Sfalerit  
MBP-23281; 6,25 x 3,7 cm



13. Halkopirit  
MBP-23604; 4 x 3,3 cm



19. Ametist  
MBP-23610; 3,5 x 2,7 cm



2. Srebro  
MBP-23291; 5 x 2,3 cm



8. Pirit  
MBP-23240; promjer 4,8 cm



14. Hematit  
MBP-23341; 4 x 3 cm



20. Heliotrop (kremen)  
MBP-23348; 3,7 x 2,1



3. Srebro  
MBP-23292; 3,55 x 2,3 cm



9. Pirit  
MBP-23252; 5,6 x 3 cm



15. Hematit  
MBP-23361; 7,6 x 4,3 cm



21. Kvarcna geoda  
MBP-23567; 6 x 3,5 cm



4. Dijamant (ugljik)  
MBP-23293; promjer 0,4 cm



10. Pirit  
MBP-23260; 7,4 x 5,8 cm



16. Hematit  
MBP-23362; 7,5 x 6,8 cm



22. a avac (kremen)  
MBP-23349; 6,5 x 5 cm



5. Bakar  
MBP-23287; 7 x 4,5 cm



11. Pirit  
MBP-23261; 1,8 x 1,5 cm



17. Magnetit  
MBP-23342; 5 x 3,7 cm



23. Mahovinasti ahat  
MBP-23350; 3,8 x 2,2 cm



6. Sumpor  
MBP-23288; 5,25 x 2,2 cm



12. Pirit  
MBP-23262; 5,6 x 4,1 cm



18. Kvarcna geoda  
MBP-23608; 4,6 x 2,5 cm



24. Drvenasti ahat (kremen)  
MBP-23575; 9,6 x 6,6 cm



25. Jaspis (kremen)  
MBP-23352; 4,1 x 3 cm



31. Gorski kristal (kremen)  
MBP-23319; 5,5 x 2,8 cm



37. Kalcedon (kremen)  
MBP-23329; 3,1 x 2,6 cm



43. Kalcedon  
MBP-23232; 2,5 x 1,2 cm



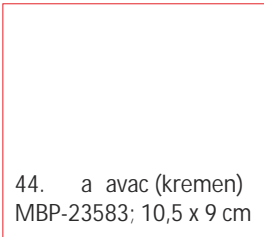
26. Dalmatiner jaspis  
MBP-23354; 5 x 3,4 cm



32. Mlije njak (kremen)  
MBP-23323; 4 x 3 cm



38. Citrin (kremen)  
MBP-23330; 3,2 x 2 cm



44. a avac (kremen)  
MBP-23583; 10,5 x 9 cm



27. Sard (kremen)  
MBP-23355; 4,5 x 3,2 cm



33. Ruži njak (kremen)  
MBP-23325; 8,5 x 10 cm



39. Kalcedon (kremen)  
MBP-23333; 4,7 x 3,7 cm



45. Kvarcna geoda  
MBP-23584; 11,3 x 7,8 cm



28. Krizopras (kremen)  
MBP-23356; 7,8 x 6,3 cm



34. Kremen  
MBP-23326; 6,5 x 2,5 cm



40. Jadeit (kremen)  
MBP-23336; 3 x 2,5 cm



46. Citrin (kremen)  
MBP-23311; 4,6 x 2,1 cm



29. Jaspis  
MBP-23357; 8,1 x 5 cm



35. Kremen  
MBP-23327; 4,85 x 2,1 cm



41. Ahat (kremen)  
MBP-23337; 3,8 x 3,4 cm



47. Gorski kristal  
MBP-23577; 5,8 x 4 cm



30. Tigrovo oko  
(varijetet kvarca)  
MBP-23316; 2,2 x 0,8 cm



36. Kremen  
MBP-23328; 4,3 x 2,7 cm



42. Ametist  
MBP-23310; 2,4 x 1,3 cm



48. Kremen  
MBP-23578; 6,4 x 2,5 cm



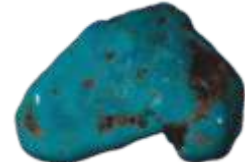
49. Oniks (kremen)  
MBP-23369; 3,2 x 2,3 cm



55. Kalcit  
MBP-23576; 10,3 x 5,1 cm



61. Pustinska ruža  
MBP-23600; 6,8 x 6,2 cm



67. Tirkiz  
MBP-23236; 5 x 2,2 cm



50. Rodokrozit  
MBP-23566; 5,05 x 4,1 cm



56. Fluorit  
MBP-23233; 4,7 x 4,1 cm



62. Barit  
MBP-23266; 7,4 x 3,6 cm



68. Krizokol  
MBP-23257; 3,6 x 2,6 cm



51. Safir (korund)  
MBP-23383; 2,1 x 1,15 cm



57. Halit  
MBP-23255; 7,3 x 5,6 cm



63. Halkantit  
MBP-23256; 4 x 2,2 cm



69. Celestin  
MBP-23259; 6,5 x 4,6 cm



52. Rubin (varijetet korunda)  
MBP-23375; 2,7 x 1,5 cm



58. Barit  
MBP-23239; 4,3 x 2,2 cm



64. Labradorit  
MBP-23228; 7,5 x 4,6 cm



70. Bornit  
MBP-23263; 5 x 3 cm



53. Rubin (korund)  
MBP-23390; 1,6 x 1,65 cm



59. Gips  
MBP-23253; 7,3 x 5,1 cm



65. Labradorit  
MBP-23229; 4,5 x 3,9 cm



71. Rodonit  
MBP-23265; 3,4 x 2,5 cm



54. Rubin (varijetet korunda)  
MBP-23313; 1,1 x 1,1 cm



60. Gips  
MBP-23254; 3,8 x 1,3 cm



66. Labradorit  
MBP-23231; promjer 1,3 cm



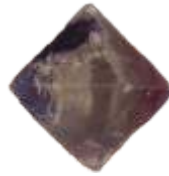
72. Turmalin  
MBP-23267; 3,8 x 1,05 cm



73. Broncitet  
MBP-23270; 3,2 x 1,5 cm



79. Rodokrozitet  
MBP-23296; 2,6 x 2 cm



85. Fluorit  
MBP-23340; 3 x 3 cm



91. Mjesev kamen  
(ortoklas)  
MBP-23366; 5 x 3 cm



74. Epidot  
MBP-23271; 3,6 x 1,6 cm



80. Malahit  
MBP-23297; 5,2 x 3,1 cm



86. Fluorit  
MBP-23580; 11,7 x 7 cm



92. Moldavit  
MBP-23370; 3 x 1,3 cm



75. Rodonit  
MBP-23276; 5,1 x 3,3 cm



81. Malahit  
MBP-23298; 3,8 x 2,3 cm



87. Fluorit  
MBP-23582; 7,2 x 7,7 cm



93. Zoisit i rubin  
MBP-23226; 7,3 x 4,6 cm



76. Krizokol  
MBP-23277; 7 x 4,2 cm



82. Azurit i malahit  
MBP-23299; 3 x 2,3 cm



88. Kalcit  
MBP-23585; 7,8 x 4,4



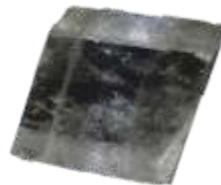
94. Opal  
MBP-23373; 1,7 x 1 cm



77. Malahit  
MBP-23294; 6,4 x 5,2 cm



83. Aragonit  
MBP-23304; 2 x 1,2 cm



89. Kalcit  
MBP-23363; 5 x 4 cm



95. Opal  
MBP-23374; 0,75 x 0,4 cm



78. Rodokrozitet  
MBP-23295; 7,6 x 3,8 cm



84. Dolomit  
MBP-23307; 8,7 x 3,6 cm



90. Rodokrozitet  
MBP-23302; 2,6 x 1,6 cm



96. Vezuvijan  
MBP-23272; 2,5 x 1,6



97. Topaz  
MBP-23273; 3,2 x 2,25 cm



103. Kunzit  
MBP-23207; 7,6 x 1,5 cm



109. Muskovit (tinjac)  
MBP-23572; 5,4 x 4 cm



115. Sardonix  
MBP-23285; 4,4 cm x 2,5 cm



98. Lazurit (Lapis lazuli)  
MBP-23275; 4,1 x 3,5 cm



104. Olivin  
MBP-23391; 1,5 x 1 cm



110. Akvamarin  
MBP-23208; 4,8 x 3,1 cm



116. Amazonit  
MBP-23286; 3 x 2,1 cm



99. Cirkon  
MBP-23377-23379; 1 x 1 cm



105. Granat  
MBP-23393; 1,2 x 1,2 cm



111. Akvamarin  
MBP- 23209; 3,6 x 2,6 cm



117. Turmalin  
MBP-23212; 4 x 2,8 cm



100. Jantar  
MBP-23305; 2,05 x 1,5 cm



106. Granat  
MBP-23394; 2,2 x 1,75 cm



112. Beril  
MBP-23279; 4,9 x 4,6 cm



118. Kremen s turmalinom  
MBP-23213; 3,6 x 2,2 cm



101. Smaragd (beril)  
MBP-23380; 2 x 1,2 cm



107. Topaz  
MBP-23397; 2,1 x 0,6 cm



113. Morganit  
(varijetet berila)  
MBP- 23211; 4,5 x 2,6 cm



119. Turmalin  
MBP- 23214; 2,3 x 2 cm



102. Smaragd (beril)  
MBP-23381; 2,6 x 1,5 cm



108. Opsidijan  
MBP-23570; 6,3 x 2,6 cm



114. Serpentin i pirit  
MBP-23280; 6,2 x 4 cm



120. Turmalin  
MBP-23215; 2,2 x 1 cm





121. Turmalin  
MBP-23218; promjer 1,1cm



127. Apatit  
MBP-23242; 2,3 x 1,9 cm



133. Apatit  
MBP-23250; 1,15 x 0,55 cm



139. Opal s dendritima  
MBP-23343; 7 x 6,8 cm



122. Spinel  
MBP- 23221; 3, 1 x 2,05 cm



128. Olivin  
MBP-23244; 2,4 x 1,5 cm



134. Ortoklas  
MBP-23573; 6,6 x 4,5 cm



140. Disten  
MBP-23588; 13,7 x 3,9 cm



123. Diopsid  
MBP-23222; 1,6 x 1,1 cm



129. Tulit (varijetet zoisita)  
MBP-23246; 6,2 x 4,1 cm



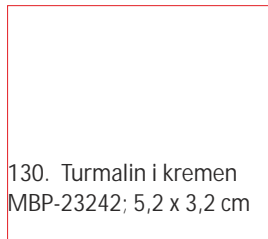
135. Variscit  
MBP-23234; 2,6 x 2,05 cm



141. Gnajs  
MBP-23589; 6,7 x 4,7 cm



124. Epidot  
MBP-23223; 5,3 x 5,1 cm



130. Turmalin i kremen  
MBP-23242; 5,2 x 3,2 cm



136. Apatit  
MBP-23235; 4,3 x 2 cm



142. Lepidolit  
MBP-23592; 10,7 x 6,6 cm



125. Amazonit  
MBP-23224; 6,2 x 4,4 cm



131. Topaz  
MBP-23368; 3 x 1,4 cm



137. Trahit  
MBP-23574; 5 x 3,6 cm



143. Smaragd (beril)  
MBP-23593; 5,4 x 2,3 cm



126. Sodalit  
MBP-23225; 8,7 x 4,3 cm



132. Smaragd  
(varijetet berila)  
MBP-23249; 3,4 x 2,5 cm



138. Beril  
MBP-23309; 2,55 x 1,2 cm

## LITERATURA

- Bari, Lj. (1982): Katalog uz izložbu „Drago kamenje“. Hrvatski prirodoslovni muzej. Zagreb.
- Bermanec, V. (1999): Sistematska mineralogija - mineralogija nesilikata. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 264 str.
- Cipriani, N. (1997): Mineralien und edle Steine. Weltbild verlag. Augsburg, 167 str.
- Crvenka, M. (2014): Minerali u Bibliji. Teovizija. Zagreb, 2014. 125 str.
- Gienger, M. (1997): Lexikon der Heilsteine von Achat bis Zoisit. Fuldaer Verlagsanstalt. 573 str.
- Herak, M. (1990): Opća geologija, V. izdanje. Školska knjiga. Zagreb, 433 str.
- Kozak, D. (2011): Uro Pilar – svestrani prirodoslovac. Muzej Brodskog Posavlja. Slavonski Brod, 108 str.
- Ladurner, J. & Purtscheller, F. (1990): Das große Mineralienbuch. Pinguin-Verlag. Innsbruck, 200 str.
- Slovenec, D. & Bermanec, V. (2006): Sistematska mineralogija – mineralogija silikata, II izdanje. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 359 str.
- Šoufek, M. (1990): Svijet minerala, Hrvatski prirodoslovni muzej. Školska knjiga. Zagreb, 122 str.

Izvori s interneta:

<http://www.geologyin.com/2014/11/crystal-structure-and-crystal-system.html>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Streak\\_\(mineralogy\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Streak_(mineralogy))



## **MBP**

Muzej Brodskog Posavlja  
osnovan 1934.

35000 Slavonski Brod  
Star evi eva 40

Tel./Fax: 035 / 442 415

e-mail: muzej-bp@sb.t-com.hr



9 789537 116439