

# Drahé kovy a drahé kameny

Semestr: podzim 2024

▶ Přednášející: Doc. Jan Cempírek, Ústav geologických věd

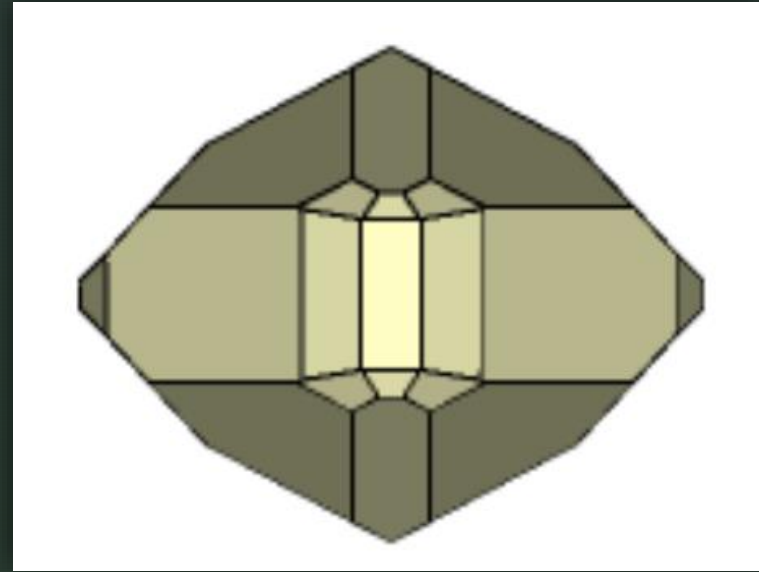




Topaz

# Topaz

- ve starověkém Řecku kámen bojovníků, zvyšuje sílu a v případě nouze neviditelnost
- ve středověku znám jako „zlatý kámen“, přinášel štěstí hledačům kovů.
- měl mít i léčivé účinky (prsten s topazem nosil k nemocným papež Klement VI při morové epidemii v roce 1348)
- složení:  $\text{Al}_2\text{SiO}_4\text{F}_2$
- sloupcovité krystaly s 8-četným průřezem a podélným rýhováním
- dokonalá štěpnost
- tvrdost: 8, hustota: ~3,5
- barva: bezbarvý, modrý, hnědý, červený, oranžový, růžový, fialový.





# Topaz

- jméno prpv. ze sanskrtu (tapas = oheň)
- historicky i dnes je použití jména velmi chaotické

„topaz quartz“ = citrín

„smoky topaz“ = záhněda

## Imperial topaz

- původně výhradně růžový topaz (Rusko, 19.stol.)
- dnes odstíny žluto-oranžovo-červené barvy
- nejcennější je intenzivně zbarvený červenavě oranžový, červený, nebo sytě růžový topaz ( $\text{Cr}^{3+}$ )
- běžný je hnědý nebo modrý (strukturní defekty) a bezbarvý.





Audrey's

**Topaz The Birthstone of November**



[WWW.AUDREYS.COM.MY](http://WWW.AUDREYS.COM.MY)

# Topaz

- největší nalezené krystaly až 350 tun (10x3 m)
- **drahokamové** krystaly až X00 kg

Největší broušený kámen: 22892 ct.



## American Golden Topaz

22,892.5 carats  
Minas Gerais, Brazil

As you move around this remarkable gem, watch how light flashes off its 172 facets. At 4.6 kg (10.1 lb), it is one of the world's largest gems. Gem-cutter Leon Agee fashioned it over the course of two years in the late 1980s from an 11.8-kg (26-lb) crystal.

Gift of the Rockhound Hobbyists of America through the efforts of the six regional federations of mineralogical societies and Drs. Marie and Ed Borgatta, 1988

G9875

“American Golden Topaz” (22892 ct. = 4kg)  
a 2 krystaly (61 a 44 kg) z Minas Gerais, Brazílie  
Smithsonian Inst.





Golden Topaz Sphere  
12555 ct.  
(Brazílie)  
Smithsonian Institution



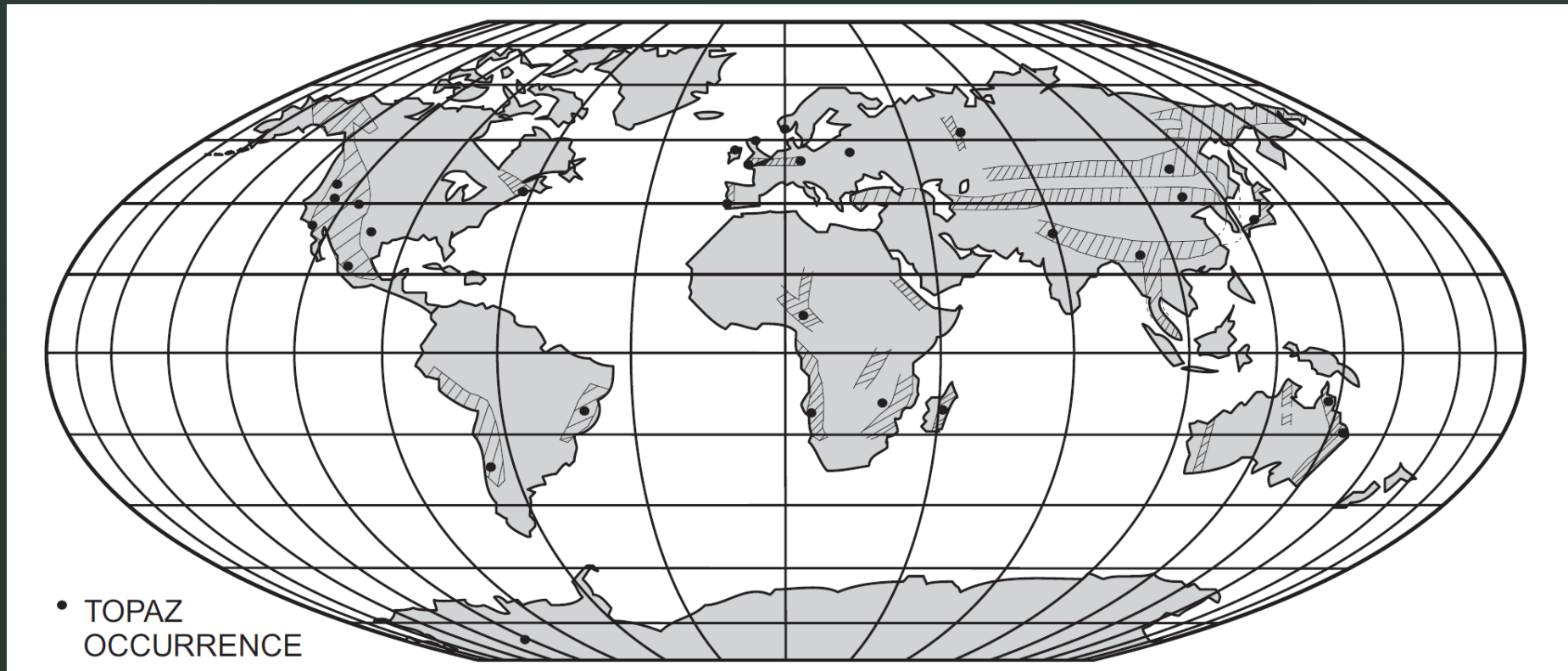
## The Ostro Stone: World's largest Blue Topaz



**9381 ct.**, flawless, Swiss Blue color (Brazílie)  
(Natural History Museum, Londýn)

# Ložiska

- velice hojný minerál magmatických systémů žulového složení (intruzivní i vulkanický), výskyty ve všech horstvech.
- není prakticky produkován synteticky





# ▶ Přírodní



Topaz, Utah



Topaz from Skardu Pakistan



Smithsonian Institution, GIA, [kristallluft.de/Topaz\\_Gallery.html](http://kristallluft.de/Topaz_Gallery.html)

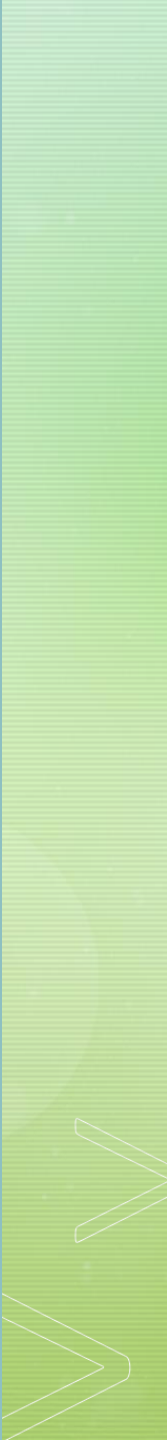


Topaz, Utah





Seixo-Amarelo - Gonçalo, Portugalsko









# ▶ Broušený



Topaz StarBrite (© John Dyer & Co.)



7033 ct., Minas Gerais



Smithsonian Institution, GIA



# Úpravy

- u topazu velmi časté

**Ozařování neutronovým nebo elektronovým svazkem** – zintenzivnění modré barvy (po 3+ měsících obvykle nezávadné k prodeji) (přírodní modrý topaz často na slunci vybledne)

**Zahřívání** (200-400°C) – odstraní hnědou barvu, i v ozářených kamenech (už kolem 200°C).



Sky blue



Swiss blue



London blue



Potažení vstvičkou Ti:

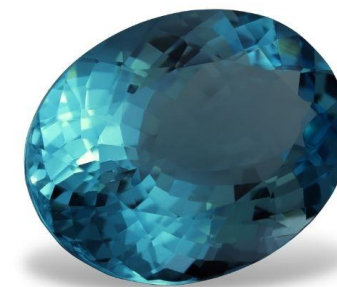
- mystic topaz
- azotic topaz



sky blue



Swiss blue



London blue



violet



mystic



pink imperial



greenish-yellow



golden-yellow imperial



azotic



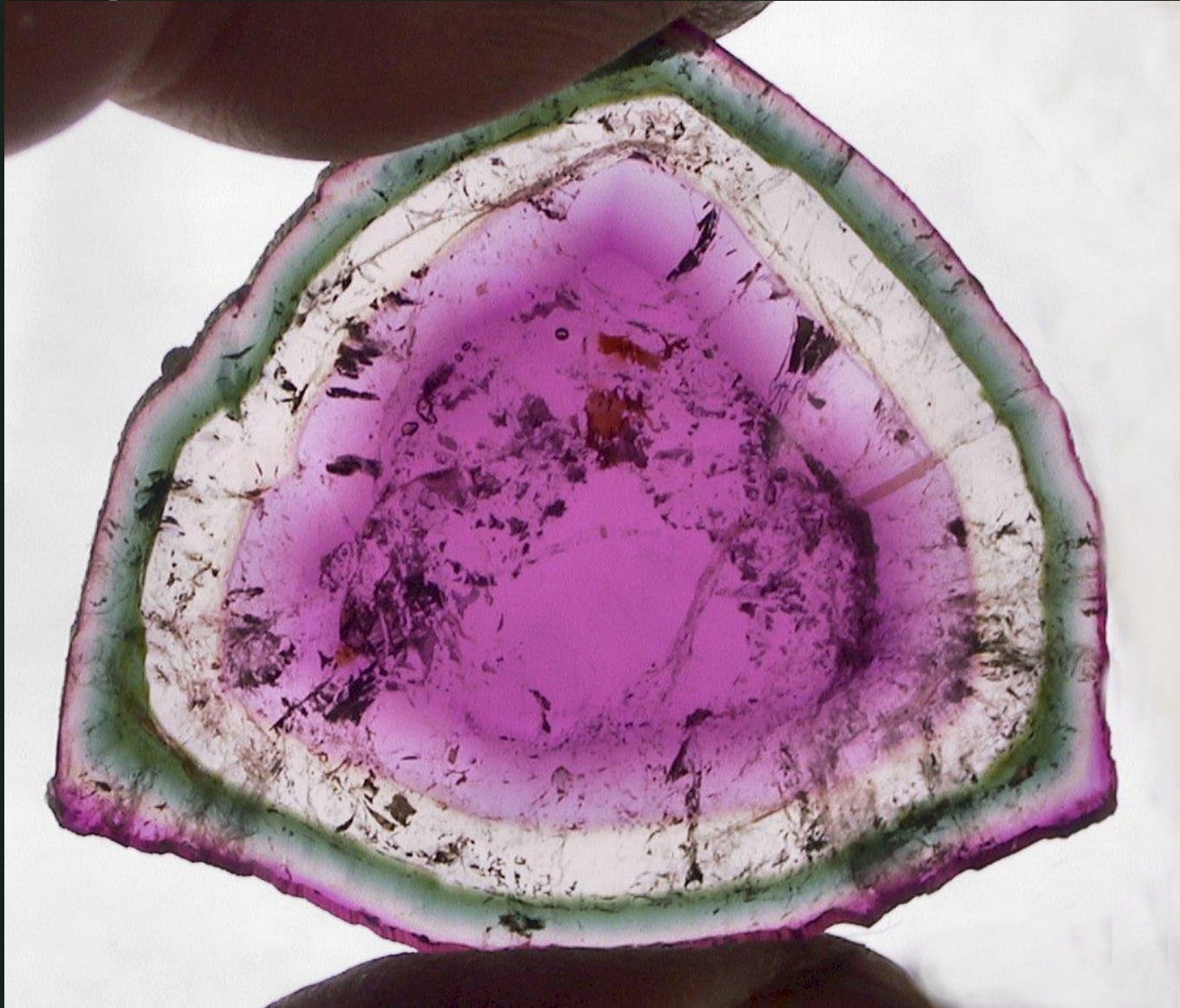


[Aurora Statement Ring, £4,500,](#)  
[Aurora Collection](#) - Augustine Jewels



[Diamond Ring with Teal Topaz in 18ct Yellow Gold, £5,000,](#)  
[Gstaad Collection](#) - Augustine Jewels

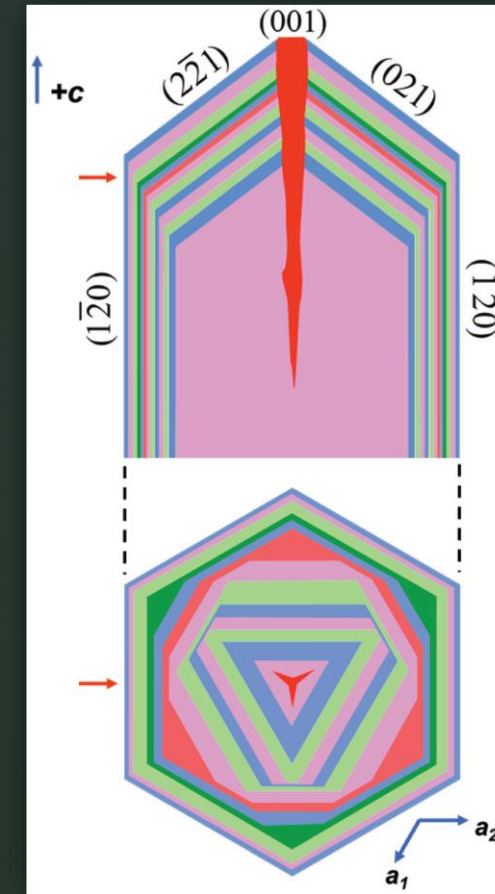




Turmalín

# Turmalín

- skupina minerálů (podobně jako granát, pyroxen, amfibol)
- trigonální
- Skoro vždy sloupcovité krystaly s podélným rýhováním (**velmi dobrý diagnostický znak**)
- velmi častá barevná zonálnost v obou směrech (podélná i koncentrická)
- nemá štěpnost
- celkem vysoká hustota ~ 3,2
- tvrdost: 7-7,5
- obvykle silně pleochroický (max. intenzita barvy kolmo na osu  $c$ )



Smithsonian Inst.



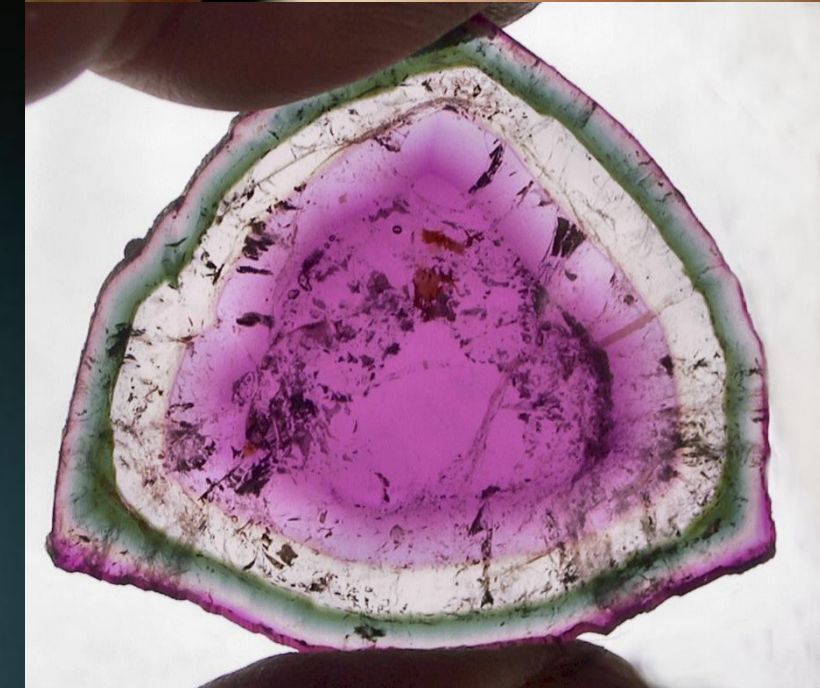


# Barva

Varieta	Minerál	Barva	Původ barvy
dravit	dravit	červená	$\text{Fe}^{3+}$
indigolit	elbait	modrá	$\text{Fe}^{2+}$ a $\text{Ti}^{4+}$
rubelit	elbait, liddicoatit	růžová až červená	$\text{Mn}^{2+}$ a $\text{Mn}^{3+}$
verdelit	elbait	zelená	$\text{Fe}^{2+}$ a $\text{Fe}^{3+}$
„chrómový“ t.	dravit	zelená	$\text{Cr}^{3+}$ , $\text{V}^{3+}$
Kanárkový t.	elbait	žlutá	$\text{Mn}^{2+}$ a $\text{Ti}^{4+}$
Paraíba t.	elbait	„neónově“ modrá	$\text{Cu}^{2+}$

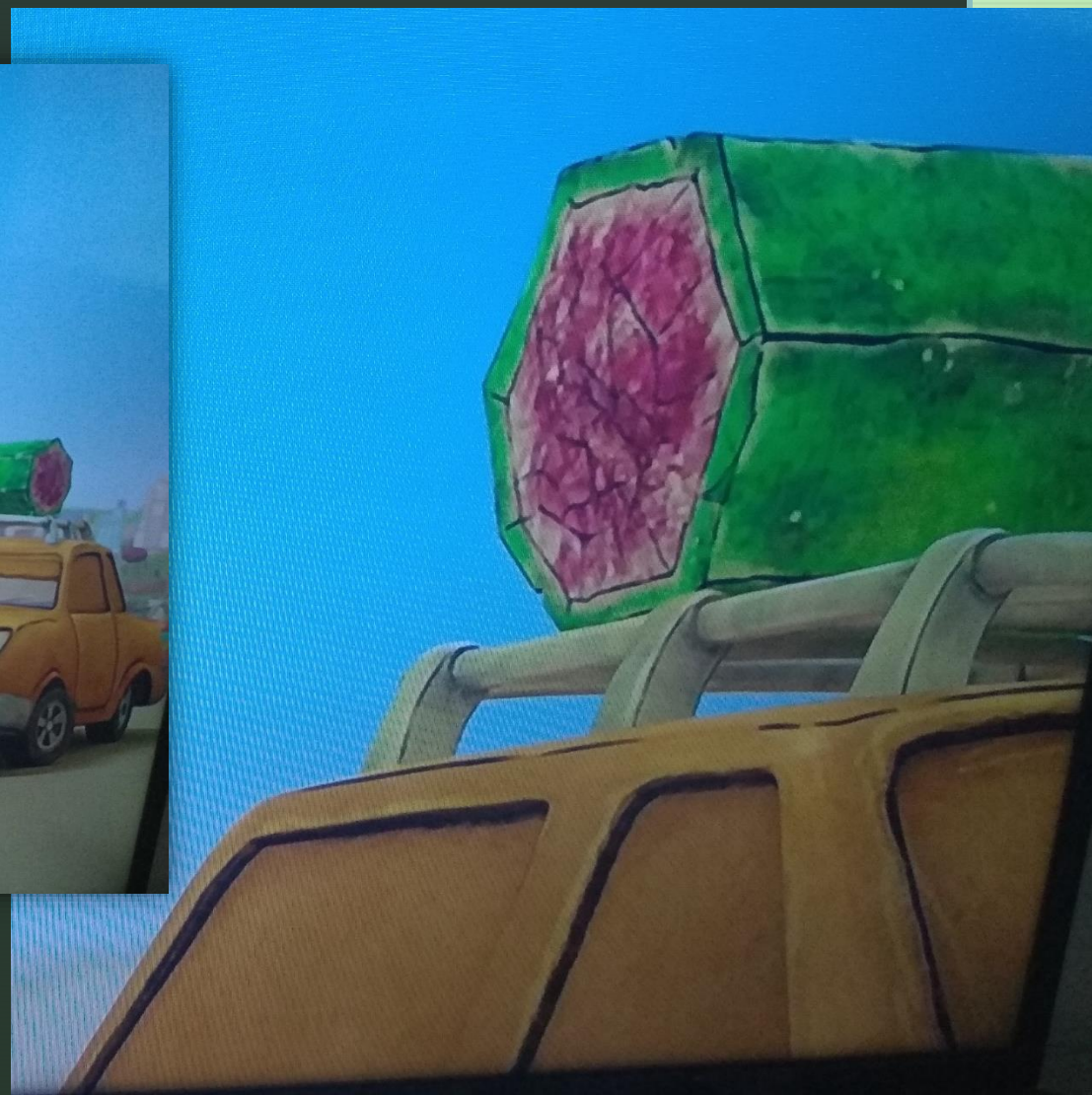
„**watermelon tourmaline**“ – zonální krystal s červeným středem a zeleným okrajem.

Dále častá podélná zonálnost  
- typicky tmavé (černé/tm.modré)  
nebo červené ukončení  
(„**mouřenínské / turecké hlavičky**“)





- ▶ V popkultuře: The Stinky and Dirty Show (Smrůd'a a Blůt'a)

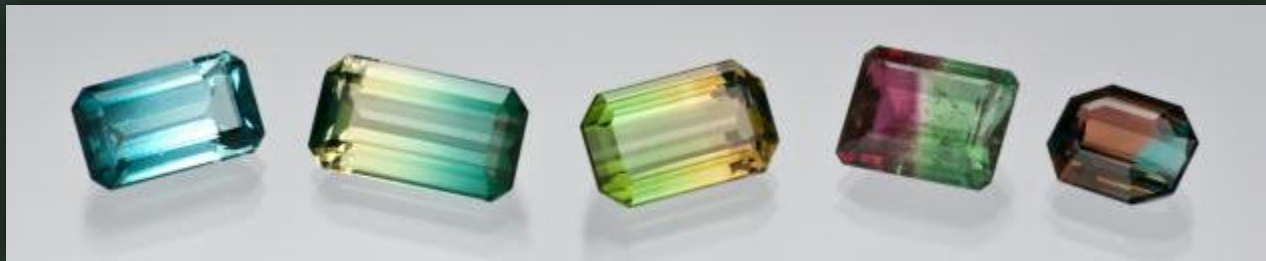




# Broušený



Barevné spektrum možných barev turmalínu a využití zonálnosti při designu brusu. (GIA)



Elbait – červený (20 ct.)  
a žlutý (6 ct.)  
(vých.Afrika a Zambie)  
*Smithsonian Inst.*



# Paraíba turmalín

- zvýšené obsahy CuO (cca. 0,5-2,4 hm. %)
- původně pouze z Brazílie, později nalezen v Nigérii a Mozambiku



Paraíba turmalín z Nigérie (GIA)



„Electric blue“ a další barevné odstíny Paraíba turmalínu (cca. 3-5 ct.), Brazílie (GIA)



Paraíba tur. (2,42 ct.), Brazílie (GIA)



# Paraíba turmalín







Capoeira 2 mine, Brazilie





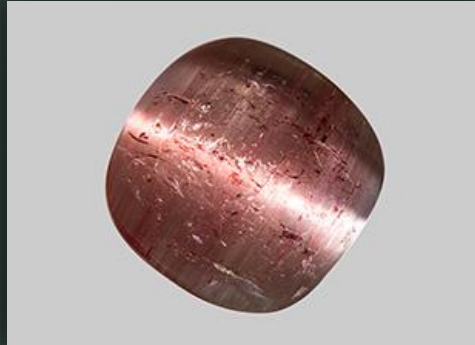
*Paraíba tur, Capoeira 2 mine*





*Paraíba tur, Batalha mine*

# Efekty



- chatoyance (kočičí oko)

Elbait s efektem kočičího oka z Newry, Maine (GIA)



Duté trubičky (růstové zóny) v turmalínu



Turmalín, Brazílie (GIA)



## ▶ Turmalín - cena

- velice individuální, závislá hlavně na barvě + další 3+1 C
- velké a barevně syté kameny často \$100-\$1000 / ct.
- Paraíba turmalín často \$1000 / ct. i u menších kamenů (2 ct.), větší i výrazně více



# Chryzoberyl

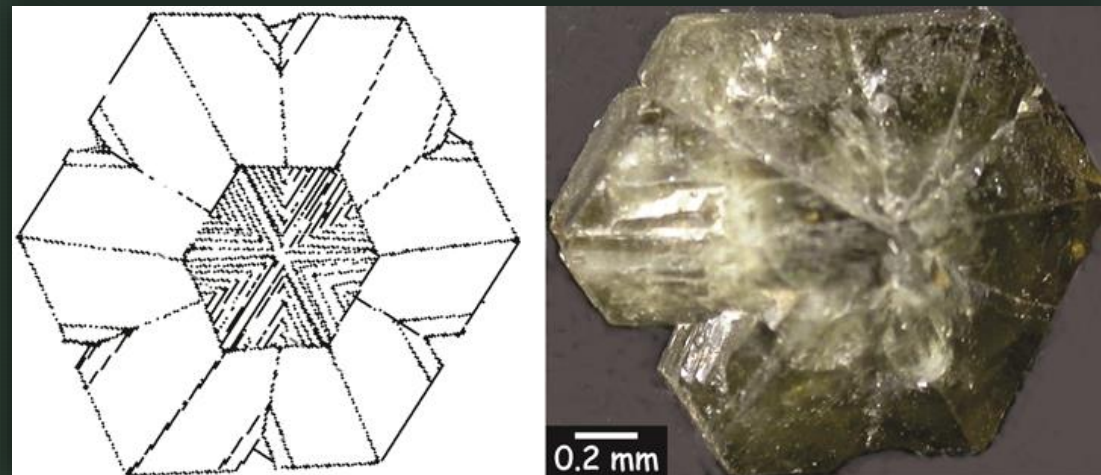


*Chryzoberyl (115 ct.)  
Minas Gerais, Brazílie  
Smithsonian Institute*



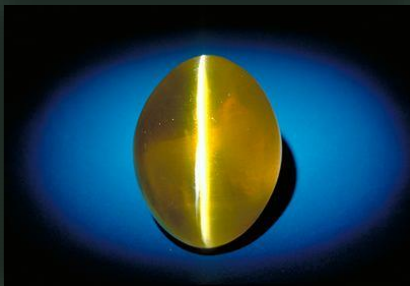
# Chryzoberyl

- Chryzos = zlatý (*řečtina*)
- složení:  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$
- charakteristické dvojčatění podle  $\{130\}$  ve tvaru srdce a cyklická dvojčata.
- hustota:  $3,5\text{-}3,8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- tvrdost: 8,5
- index lomu:  $\sim 1,75$



# Efekty

- kočičí oko – orientované inkluze
- asterismus – na cyklických srůstech
- alexandritový efekt – „změna“ barvy na červenou v umělém světle



Chatoyance v chryzoberylu  
(Smithsonian, Inst.)



## **Efekt změny barvy**

(vlevo) zelená barva ve  
slunečním světle a oranžová  
pod žárovkou nebo zářivkou.



(vpravo) Whitney alexandrite  
(17 ct., Hematita Mine,  
Brazílie) - modrá v denním  
světle, umělé světlo -  
raspberry pink-red.

(obojí Smithsonian Inst.)



# Alexandrit

- 1833 – objev smaragdů a „alexandritu“ u Jekatěrinburgu – legendární ložiska v povodí řeky Tokovaja
- Objevil finský mineralog Nils Gustaf Nordenskjöld, (1792 - 1866)
- Popis mineralog Perovski, pojmenování podle 16-letého prince **Alexandra – oficiální carský drahý kámen**



hrabě Lev Aleksjevič Perovski

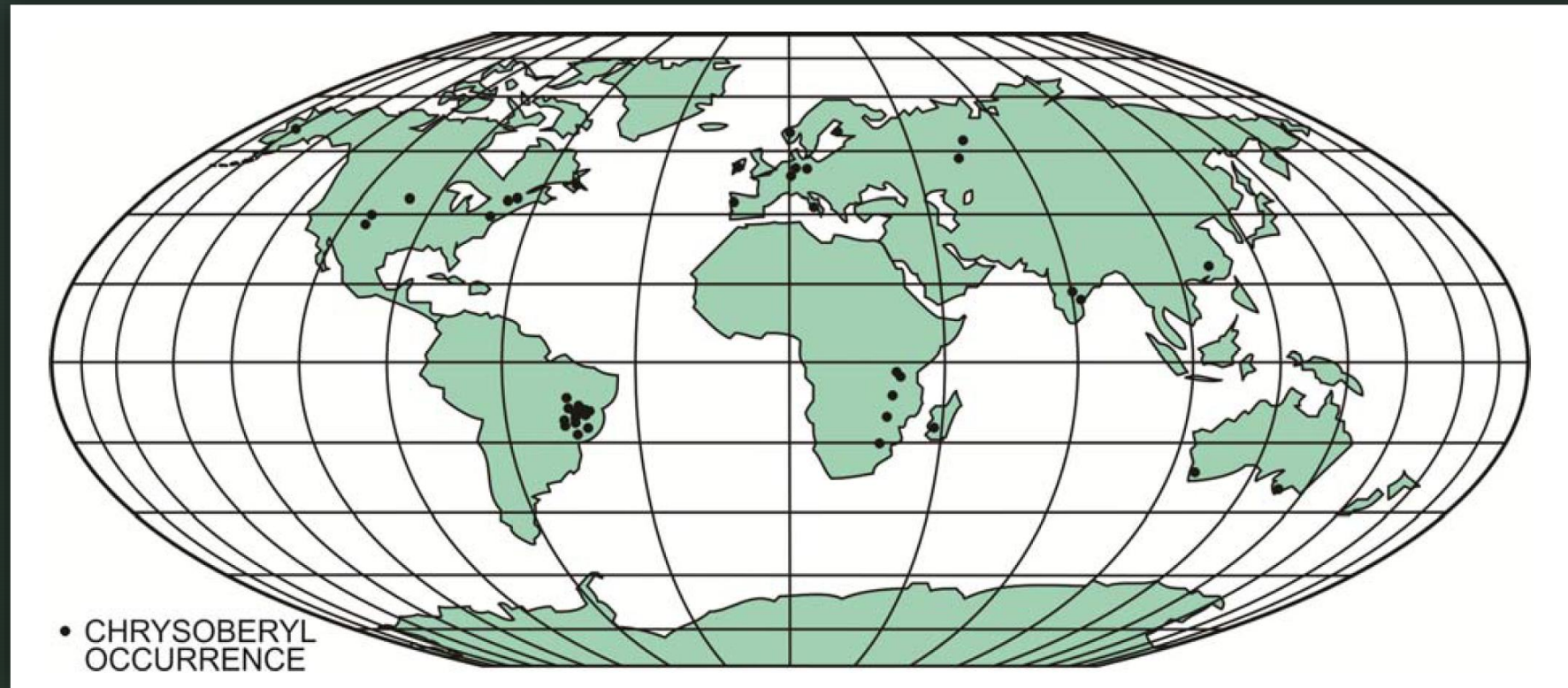


carevič Alexandr

- Po vyčerpání zásob na počátku 20.stol. nedostupný – pouze syntetický (od 1960), nový přísun po objevu v Brazílii (1987); i tak velmi drahý (autentický >10000 USD/ct.)
- velmi detailní informace dostupné na <http://www.alexandrite.net>

# Chryzoberyl - výskyty

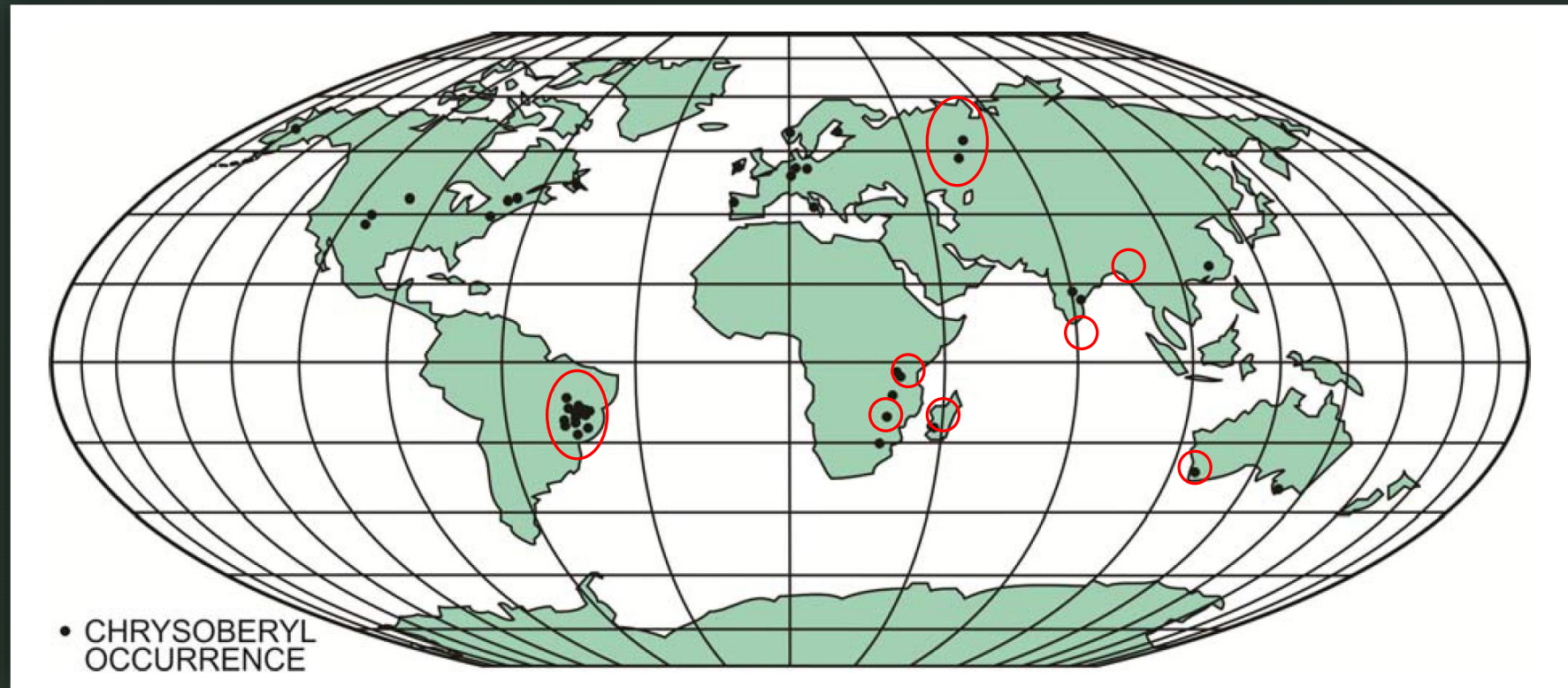
- relativně častý minerál pegmatitů, společně se smaragdem v metamorfoenních ložiscích, výskyty v náplavech





# Alexandrit - výskyty

- těžba v Rusku a Brazílii, dále Zimbabwe, Tanzánie, Madagaskar
- náplavy - Srí Lanka, Indie, Myanmar

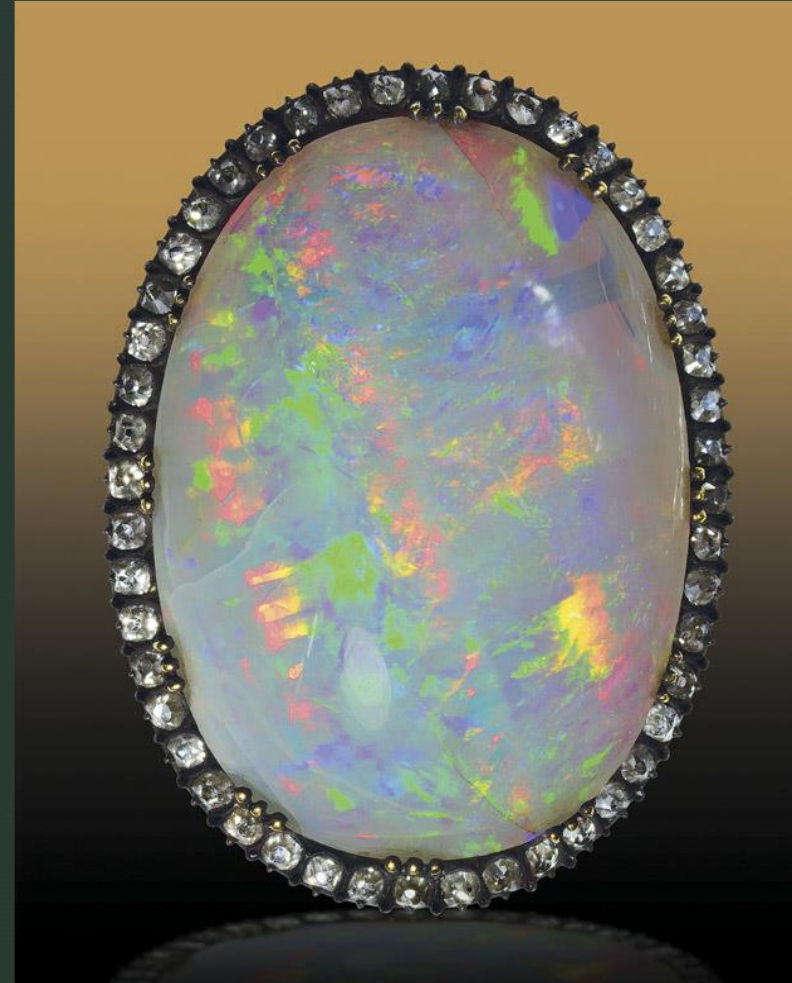




**And Now For Something  
Completely Different**

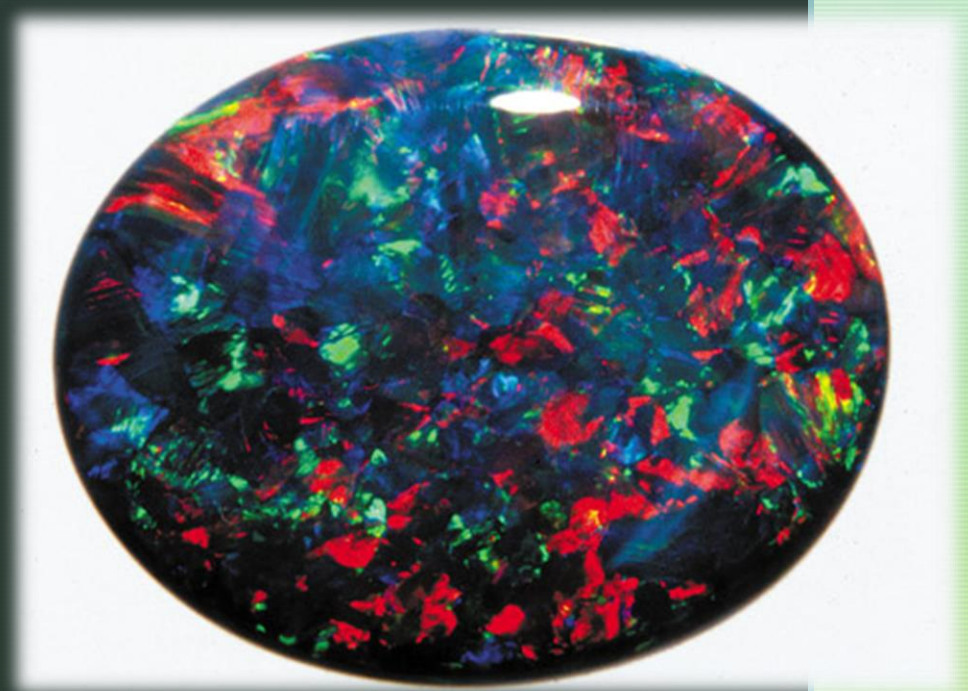
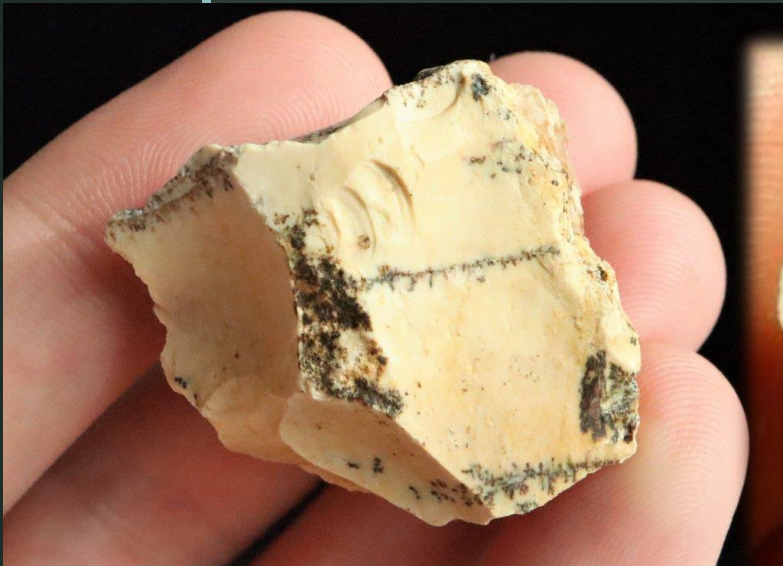


◀  
  
(Drahý) opál





Opál vs. drahý opál





## ► Drahý opál

- ze sanskrtu, z „upala“ (vzácný kámen). V řečtině „opallios“ (změny barvy).
- 35 př.n.l. - senátor Nonius raději zvolil exil, než by prodal císaři svůj opálový prsten; Marcus Antonius jej prý chtěl dát darem královně Kleopatře.
- 77 n.l. Plinius Starší – popisuje drahý opál v knize Naturalis Historia, spojení opálu s láskou, touhou a štěstím.

*Ze všech drahých kamenů je právě opál nejobtížněji popsateľný, protože má současně pronikavý oheň karbunkula, fialový lesk ametystu a mořskou zeleň smaragdu, přičemž se vše snoubí a září neuvěřitelným jasem.*

*Plinius Starší, 1. století n. l.*



C. PLINII SECUNDI  
**NATURALIS  
HISTORIÆ,**  
TOMUS PRIMUS.

Cum Commentariis & adnotationibus HERMOLAI  
BARBARI, PINTIANI, RUENANI, GELENII,  
DALECHAMPII, SCALIGERI, SALMASII,  
Is. Vossii, & Variorum.

*Accedunt præterea varia Lectiones ex MSS. compluribus  
ad oram Paginarum accur. te indicata.*

Item JOH. FR. GRONOVII Notarum Liber Singularis  
ad Illustrum Virum Johannem Capellam.

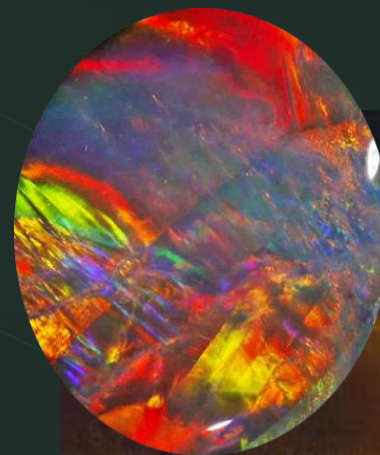


LUGD. BATAV. } Apud HACKIOS, A° 1669.  
ROTTERDAMI. }



## ► Drahý opál

- 13. stol. – koruna svaté říše římské obsahuje velký drahý opál Orphanus, zmizel v roce 1350, nahrazen safírem.
- 1805 – Napoleon dává Josefíně 700 ct. opál se jménem „Burning of Troy“. Objevil se prý v Rakousku před WW1, zmizel po WW2.
- královna Viktorie ráda nosila šperky s opály, legendární tiára Oriental Circlet (později záměna opálů za rubíny)

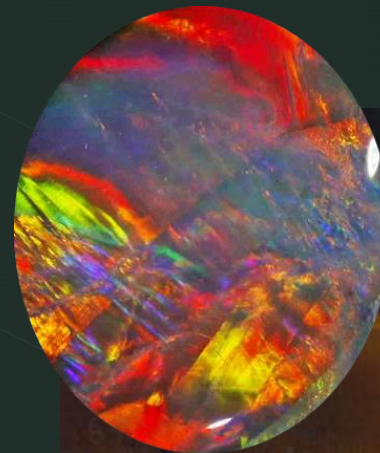


Prsten s opálem a rekonstrukce Oriental Circlet královny Viktorie.



## ► Drahý opál

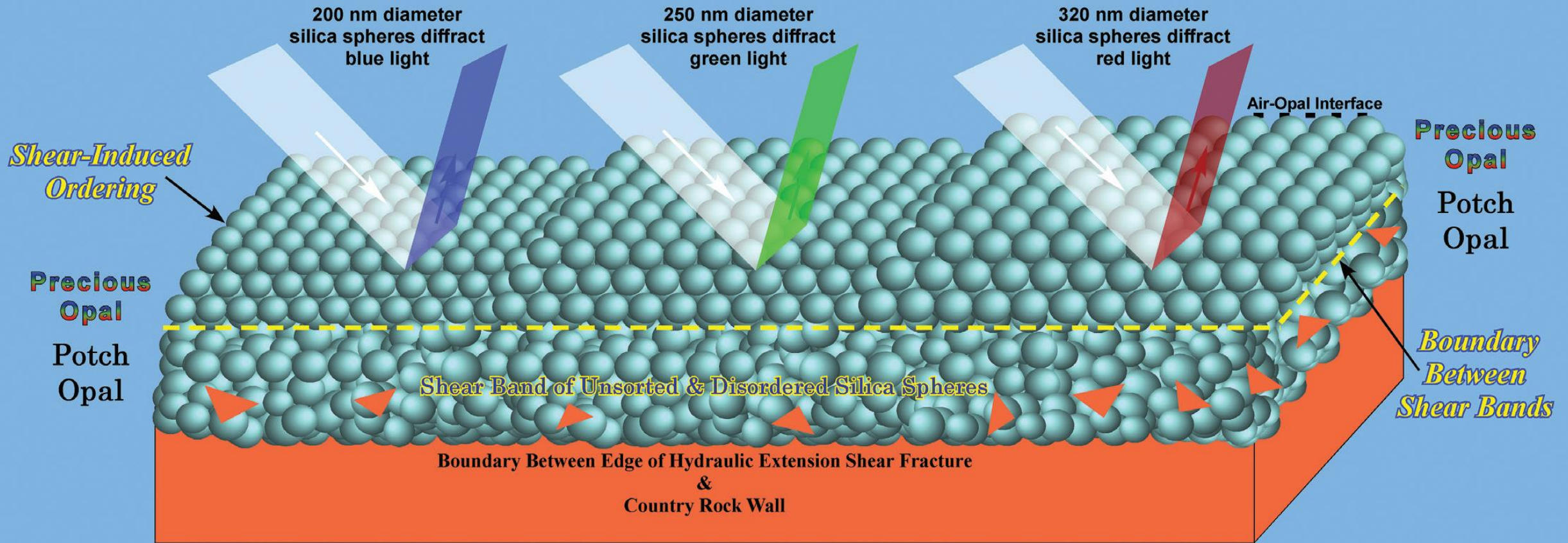
- 13. stol. – koruna svaté říše římské obsahuje velký drahý opál Orphanus, zmizel v roce 1350, nahrazen safírem.
- 1805 – Napoleon dal Josefíně 700 ct. opál se jménem „Burning of Troy“. Objevil se prý v Rakousku před WW1, zmizel po WW2.
- královna Viktorie ráda nosila šperky s opály, legendární tiara Oriental Circlet (později záměna opálů za rubíny)



Prsten s opálem a rekonstrukce Oriental Circlet královny Viktorie.



# Opalescence





# ▶ Slovensko – do konce 19.století jediný zdroj drahého opálu



## Harlekýn = Vienna Imperial Opal

Největší známý drahý opál původem ze Slovenska, 594 g, 12.5 x 5.7 x 1.1-7 cm; první zmínka 1775; nalezen na povrchu, prpv. v potoce (sbírka NHM Wien)

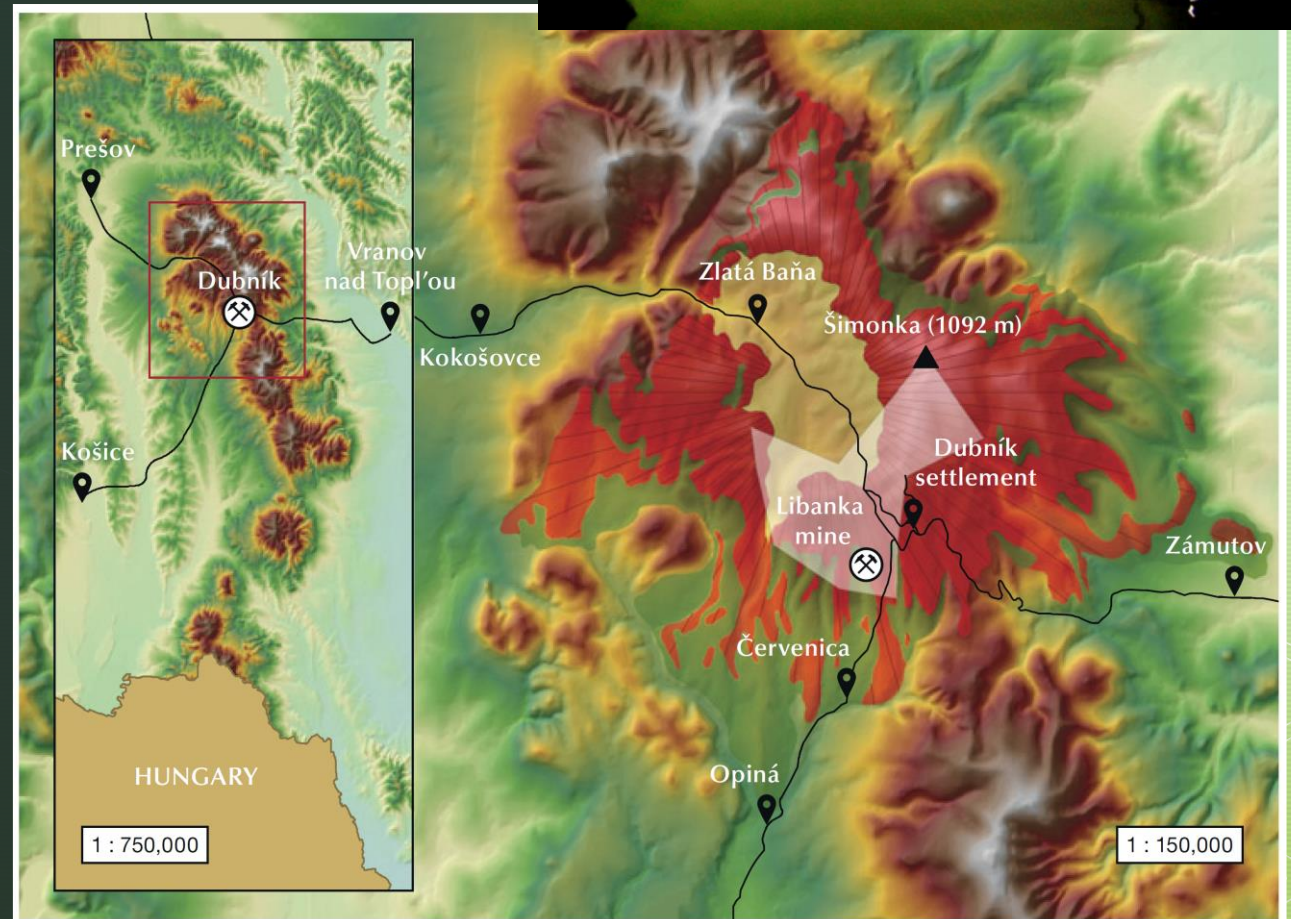


Stříbrná brož s velkým slovenským opálem (77 ct, 34.5 x 25 x 13 mm) a 48 diamanty, 19.stol. (Národní přírodovědné muzeum, Paříž)



# Slovenský drahý opál

- pravděpod. těžen už Římany (?)
- ložiska v okolí vesnic Červenica a Dubník (Červenicko-Dubnické opálové doly), 30 km chodeb
- první písemná zmínka o Dubníku 1409, o dolech ze 17.st.
- zlatá éra 1845–1880 pod vedením vídeňského klenotníka Salomona Johanna Nepomuka Goldschmidta (produkce 5-20 tis. ct. ročně),
- zestátnění 1896 (1-5 tis. ct.)







“Der ungarische Opalschmuck” (dar města Budapešť nevěstě ke svatbě  
korunního prince Rudolfa, 1881)  
opál, diamanty, rubíny  
Kunsthistorisches Museum Wien, Weltliche Schatzkammer

Opálová kapka (před r. 1600) ve sbírkách Kunsthistorisches Museum Wien,  
Weltliche Schatzkammer, rozměry 3,4 x 7,9 cm, váha 83,81 g



# Slovenský drahý opál

- 2016 osvědčení zeměpisného označení výrobku "Slovenský opál"
- Novodobá těžba především pro turisty;  
<https://www.opalovebane.com/>
- 2021-2023 produkce asi 100 ct. broušených drahých opálů za rok



*Kabošony ze slovenského opálu  
1.58 ct (11 × 5 mm, vlevo)  
a 2.67 ct (12 × 8 mm, vpravo).*





## Slovenský (drahý) opál



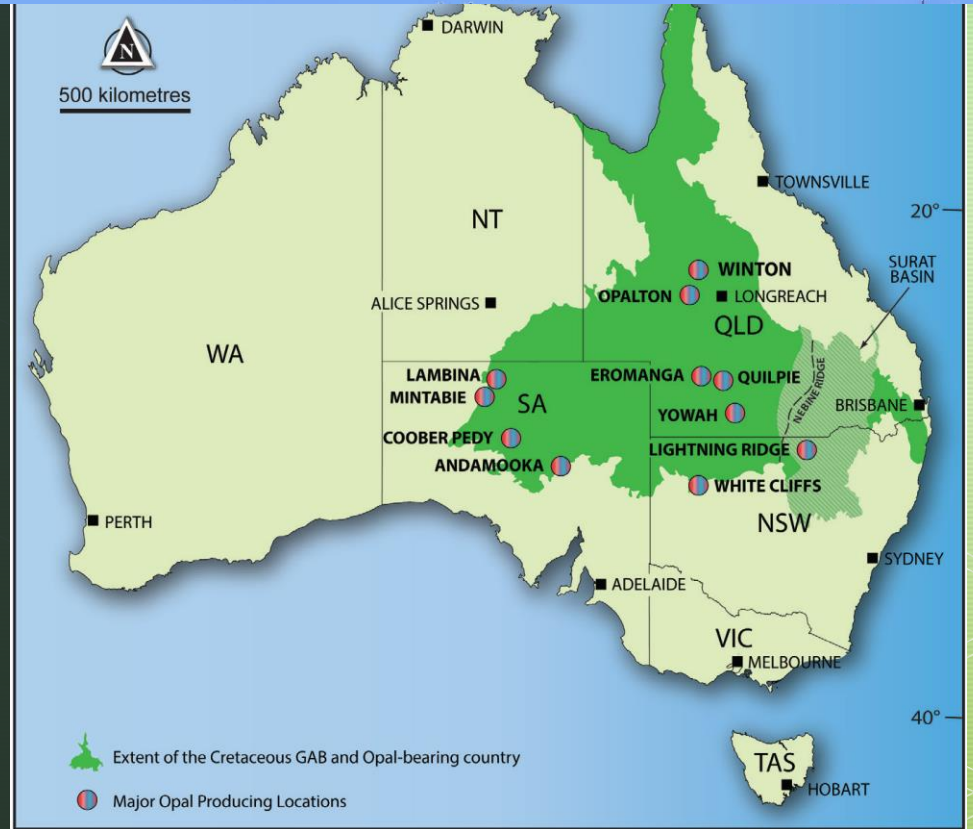
Náušnice z bílého zlata se slovenským opálem (0,72 ct. celkem) a diamanty.



Prsten z bílého zlata se slovenským ledovým opálem (Ice Opal; 7,65 ct.) a diamanty.

# Drahý opál ze světových nalezišť

- Austrálie – první dodávka do Anglie v roce 1889, dnes 95% světové produkce
- Etiopie
- Mexický ohnivý opál
- Honduras (Napoleonův „Oheň Trojský“?)











Opalizované schránky mlžů  
(křída, asi 125 Ma)  
(opalizace proběhla před 20 Ma)

Opalizovaná kůstka  
dinosaura z období křídý



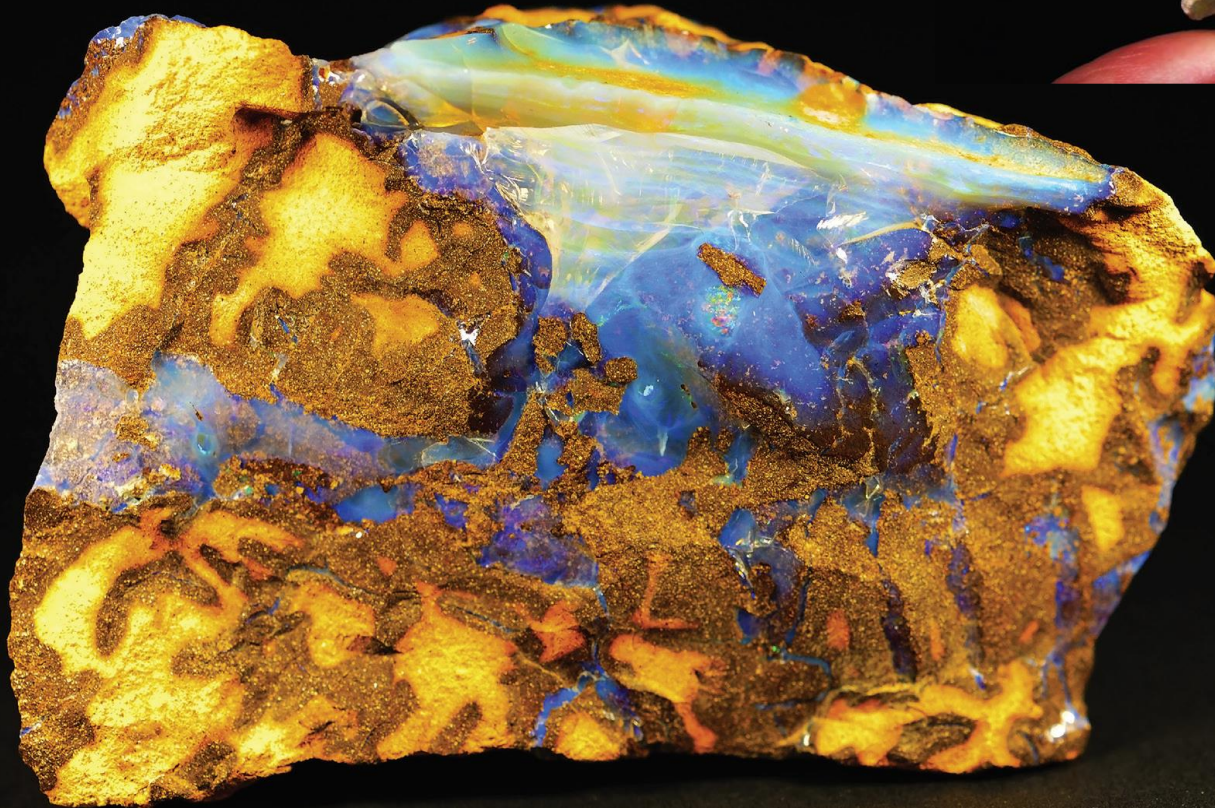


Opalizovaná drůza krystalů uhličitanu vápenatého ("Opal Pineapple,")  
White Cliffs, NSW



žilky opálu v pískovci („boulder opal“)  
central Queensland

a



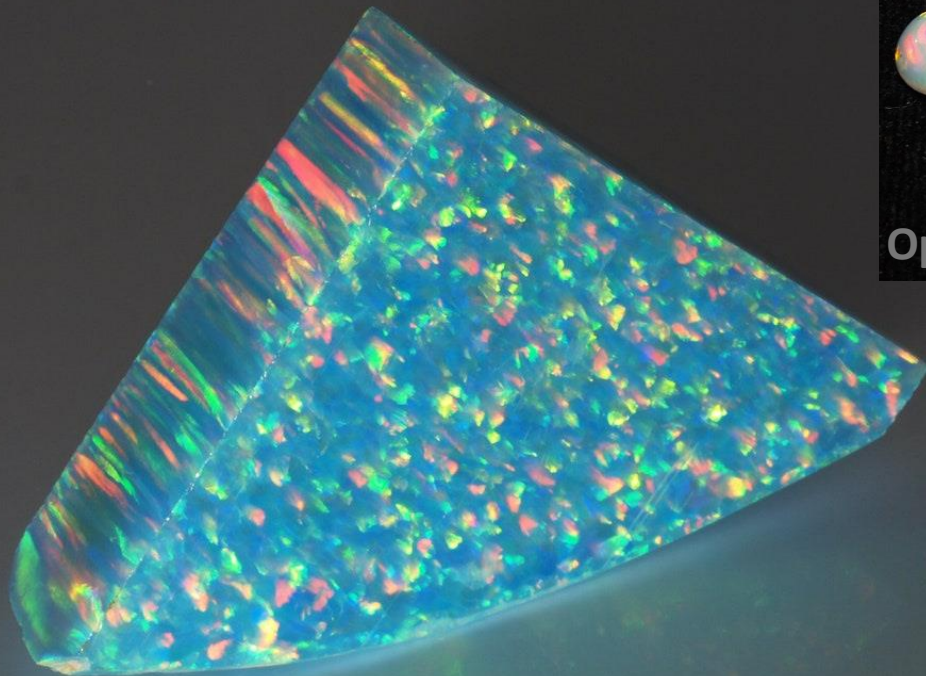


# „Syntetický opál”



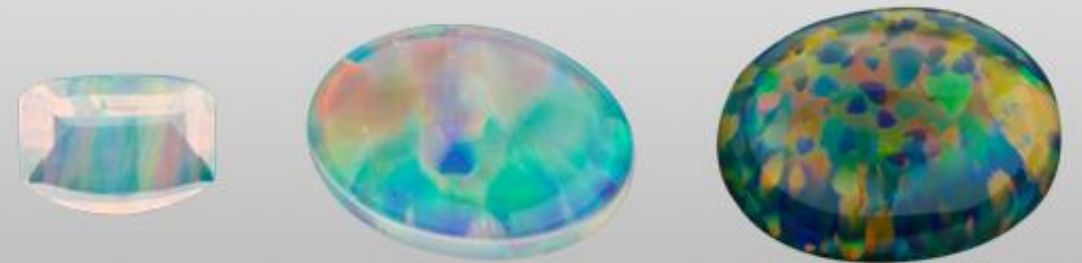
## Opal-like Plastic (OLP)

- Složení: 20% oxid křemičitý + 80% pryskyřice



## Monarch opál (Galaxy Opal, Bello Opal, Sterling Opal)

- 80% oxid křemičitý + 20% pryskyřice





## Úpravy opálu

- úprava „sugar and acid“ – po napuštění cukerným roztokem lázeň v kyselině – vznik černých teček a ztmavnutí kamene, výraznější hra barev
- často v prodeji jako dublety nebo triplety

### PLÁTEK PŘÍRODNÍHO OPÁLU



### DOUBLET



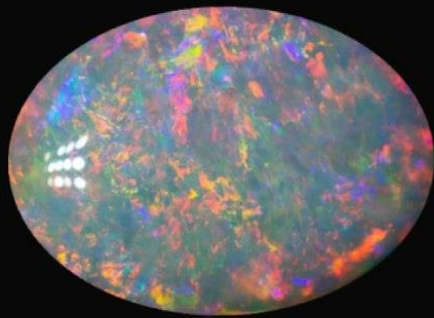
### TRIPLET



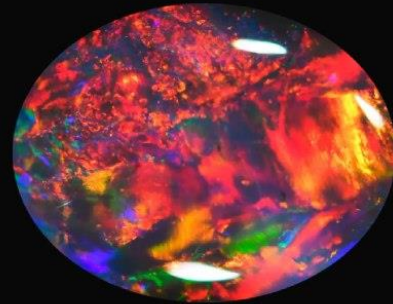
# Variety opálu

## Types and varieties of Opal

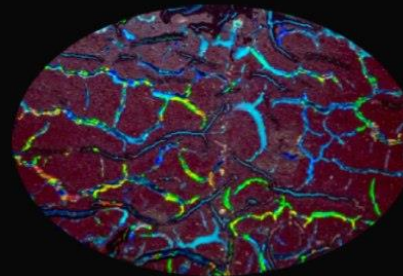
GeologyIn.com



White Opal

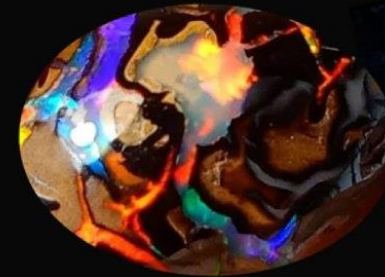


Black Opal



GeologyIn.com

Boulder Opal

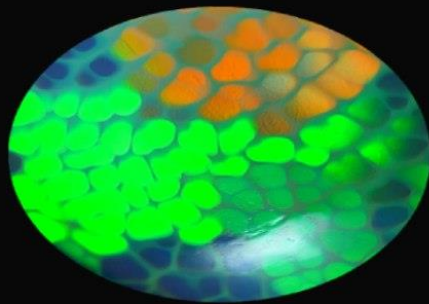


Matrix Opal



GeologyIn.com

Mexican Opal

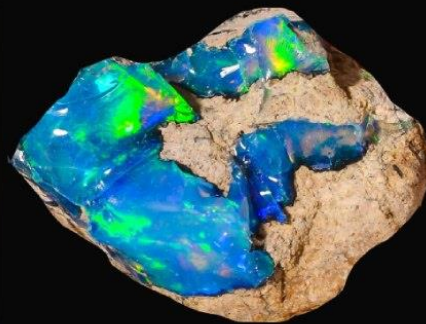


GeologyIn.com

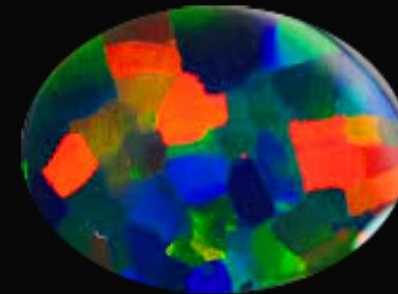
Honeycomb Opal



Honey Opal



Ethiopian Opal



Harlequin Opal



Fire Opal



## Další variety opálu



hyalit (Valeč u K.Varů)



modrý opál z Chile zbarvený minerály mědi.