



# Precious metals and gems

Au, Ag, PGE (Pt), diamonds,  
beryl group: emeralds, aquamarines,  
corundum group: rubies, sapphires

# Au (Ag)

⇒ zlato a měna

1934-1968: \$35/unci (\$1090/kg)



Zlatý standard (gold standard): zavedla Velká Británie (1816). 31. ledna 1934 vláda US zvýšila oficiální cenu zlata z \$20,67/unci na \$35/unci (\$1090/kg). Toto platilo až do roku 1968 začátek mezinárodního trhu a obchodu (two-tier international market) - oficiální trh a soukromý trh určovaný nabídkou a poptávkou. Dnes již neexistuje formální vazba mezi zlatem a měnou, ale přetrvává neformální vazba: státní a vládní zásoby Au a jejich výše je považována za ukazatel zdraví ekonomiky a hodnoty měny.

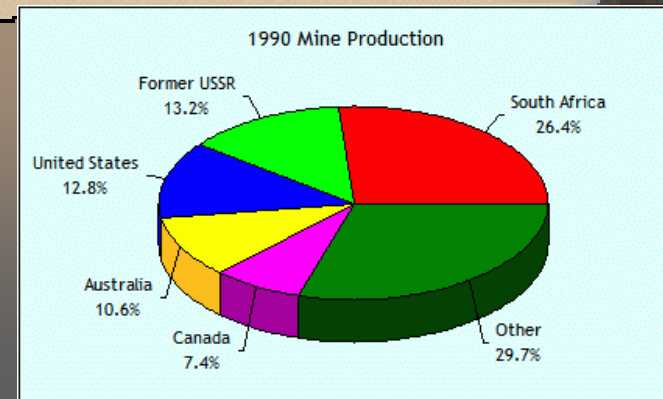
# Au - použití

- ⇒ mince, klenoty, zubařské materiály, elektronika, reflexní povrchy skla, folie na zlacení
- ⇒ světová produkce (1990): 2050t

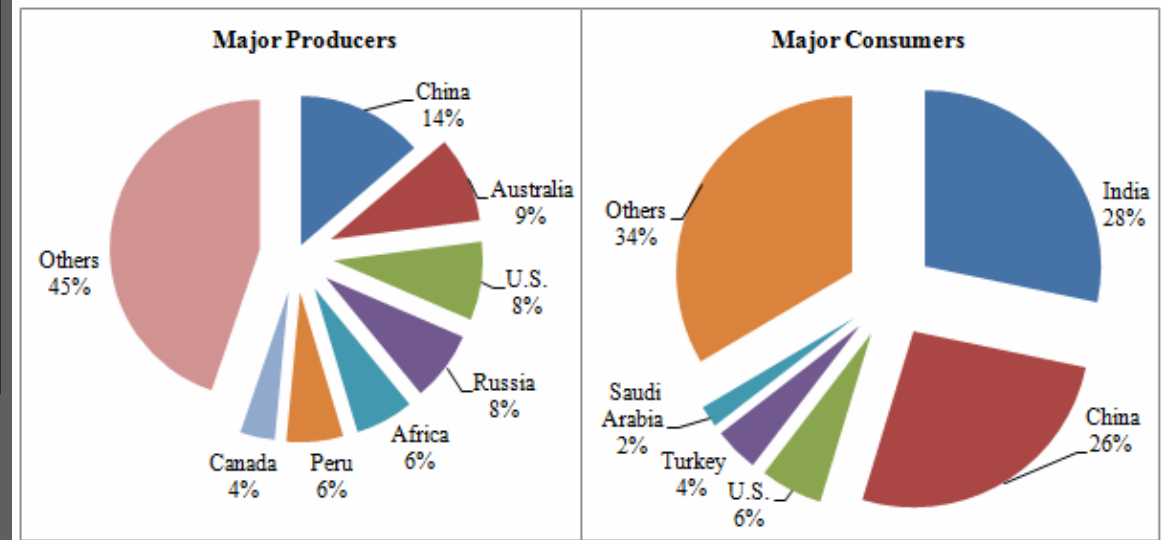


# Gold production

1. China: 276mt
  2. South Africa: 272mt
  3. United States: 255mt (estim)
  4. Australia: 251mt (est)
  5. Indonesia: 171mt (est)
  6. Peru: 167mt
  7. Russia: 4.9mt (est)
  8. Canada: 93mt
  9. Papua New Guinea
  10. Ghana
- Other:  
TOTAL: 2444mt (2007)



2012



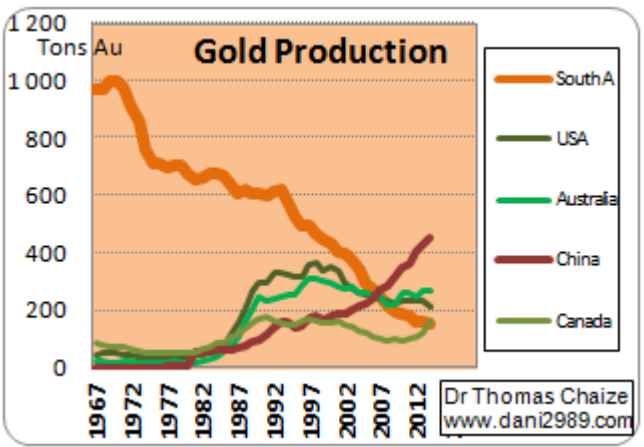
Source: World Gold Council

# Au

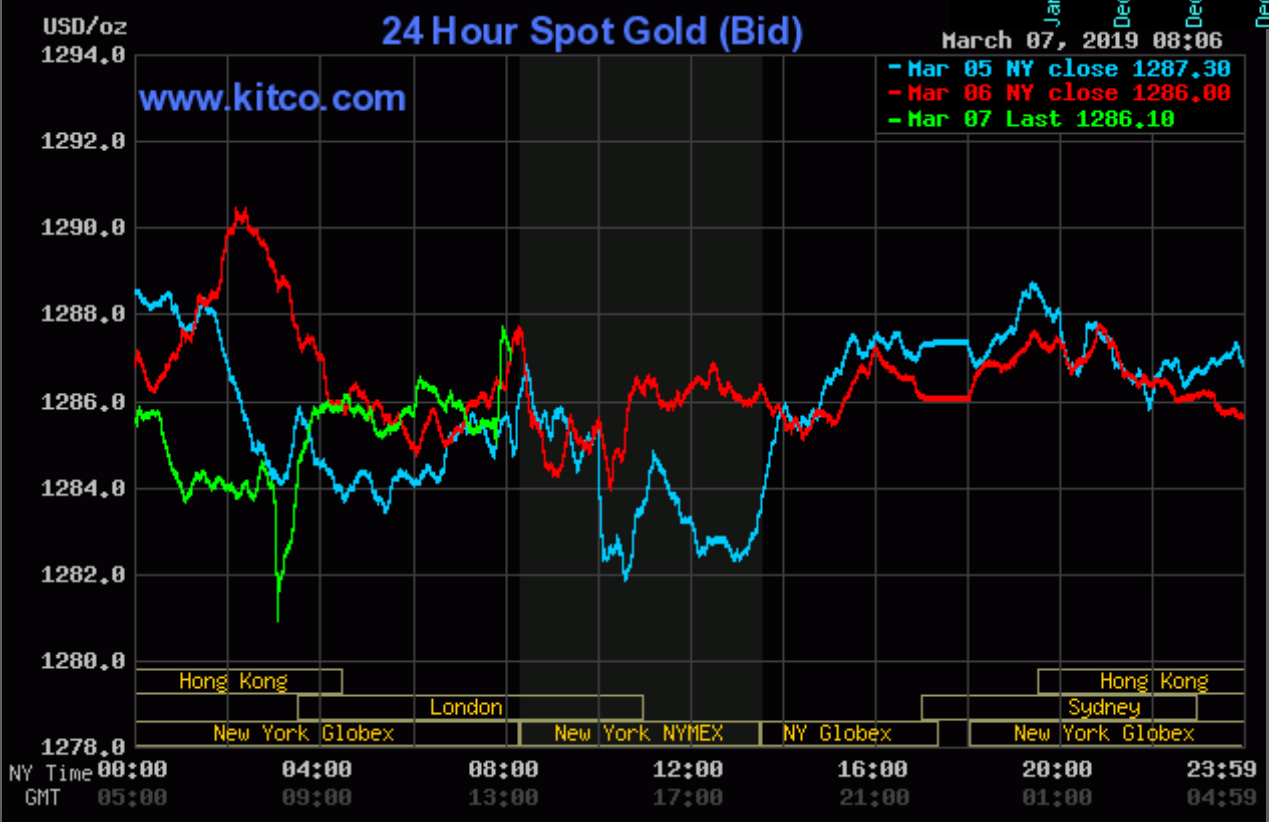
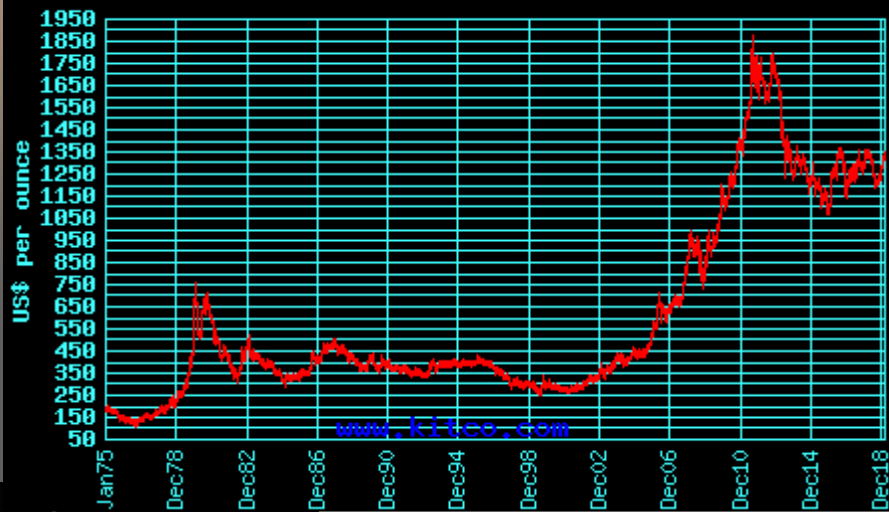
## 2012



Rank	Country/Region	Gold production (kilograms)
	World	2,700,000
1	<u>China</u>	370,000
2	<u>Australia</u>	250,000
3	<u>United States</u>	230,000
4	<u>Russia</u>	205,000
5	<u>South Africa</u>	170,000
6	<u>Peru</u>	165,000
7	<u>Canada</u>	102,000
	<u>Indonesia</u>	95,000
	<u>Uzbekistan</u>	90,000
	<u>Ghana</u>	89,000
	<u>Mexico</u>	87,000
	Rest of the world	847,000

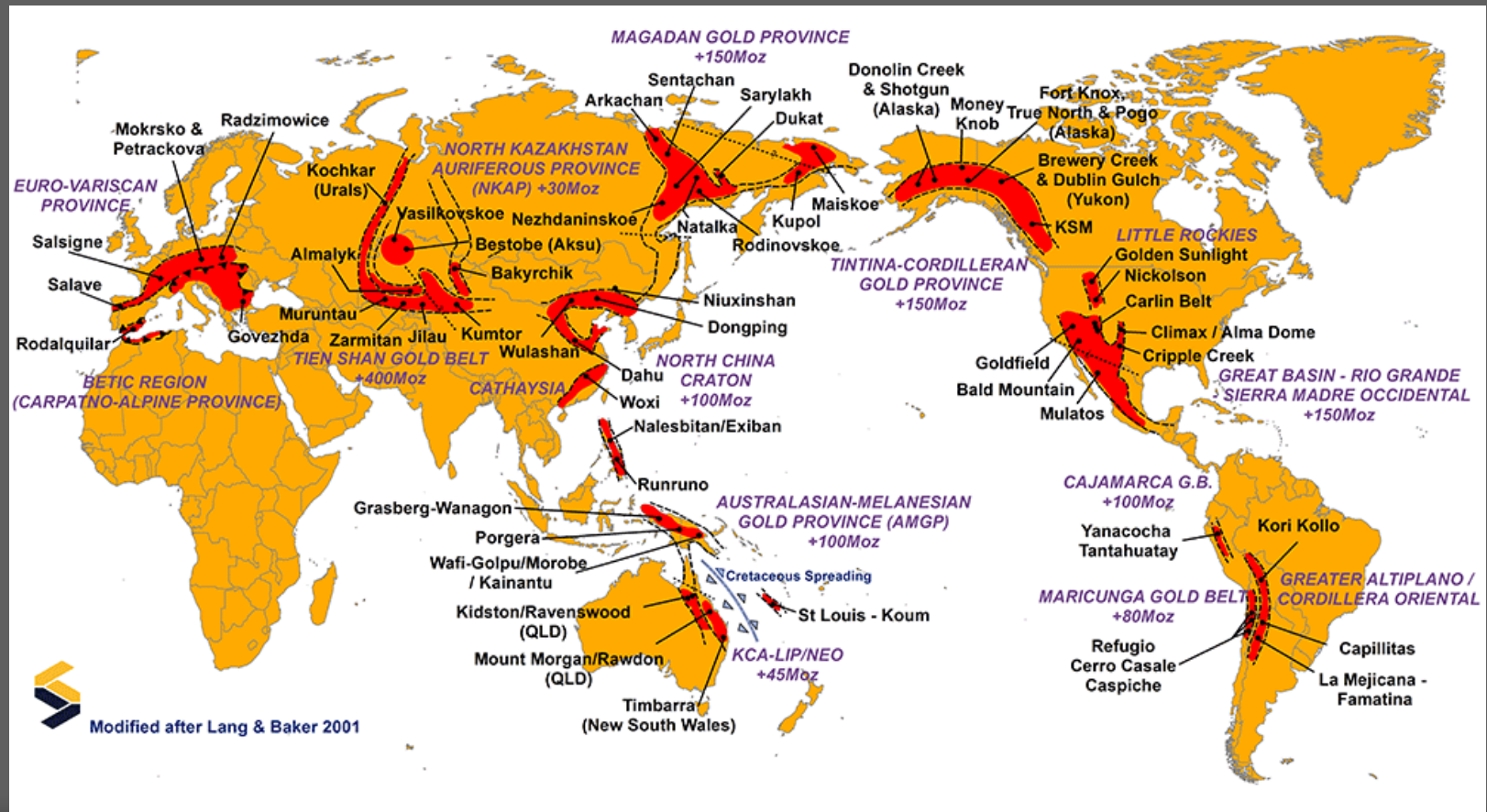


# Zlato - cena



# Gold systems - magmatic

## INTRUSION RELATED GOLD SYSTEMS



# Au - zdroje

- ⇒ **metamorfogenní:** žilníky, vtroušené rudy, v černých břidlicích nebo zelených břidlicích, kovnatosti 6 - 20 g/t  
(Witwatersrand (JAR), Homestake (USA), Muruntau, Suchoj Log (SNS), Kalgoorlie (Austr.), Kirkland Lake (Kanada))
- ⇒ **žíly, žilníky:** často s křemenem, teluridy, 4-25 g/t, 10% svět. zásob, 10-15% svět. produkce (Mother Lode, Cripple Creek - USA, Kolar - Indie), různé vazby na magmatické procesy
- ⇒ **porfyry ores:** 0,1-6 g/t  
7-10% svět. zásob, 10-15% svět. produkce, Panguna (Papua-Nová Guinea), Chuquicamata, El Teniente (Chile)
- ⇒ **aluvia, plážové akumulace, eluvia:** 300-1000 mg/m<sup>3</sup>  
10-15% svět. zásob, 15-20% svět. produkce, Lena, Kolyma, Amur, Tuora Tas, Ural, Bendigo-Ballararat (Austr.), Nome, Kalifornie (USA), Serra Pelada, Tapajos (Brazílie), Rio Cuca (Kolumbie)



# Serra Pelada, Brazilie



Serra Pelada garimpo. The largest South American gold rush. Bernadelli (1983)

# Serra Pelada - ložisko

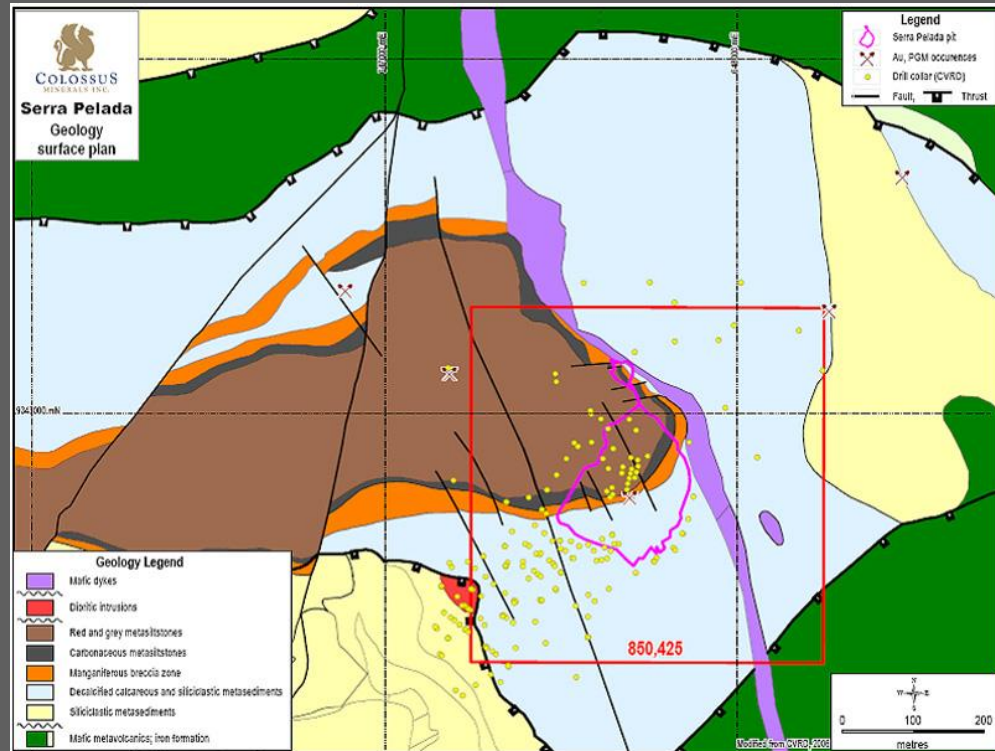
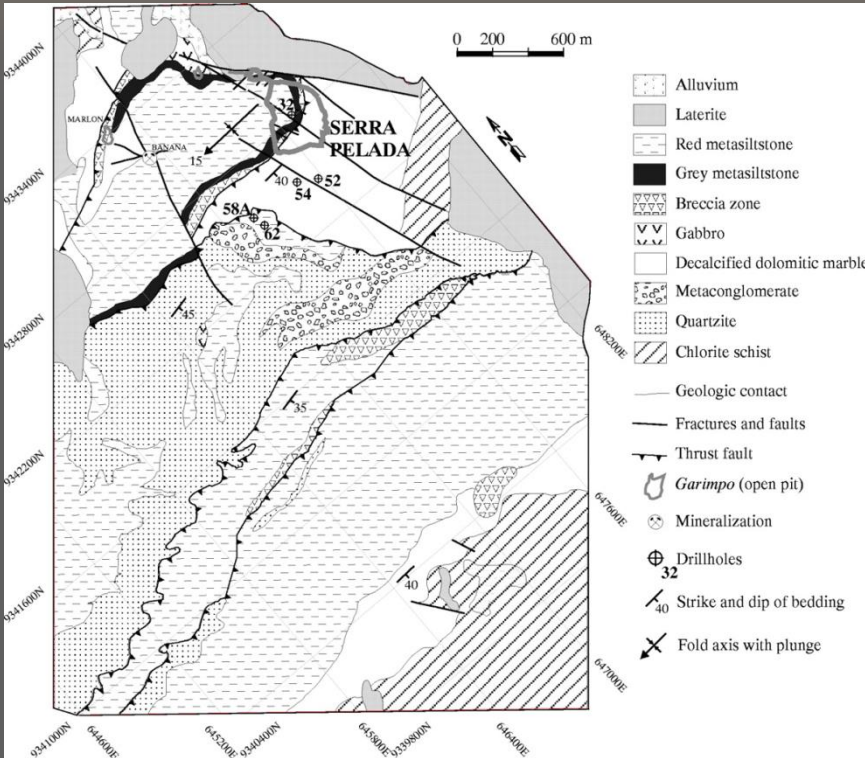
A historic drill core from the Serra Pelada open pit was only recently assayed and has spectacular gold, palladium, and platinum grades over a 43-m-depth interval (4,709 g/t Au, 1,174 g/t Pd, 204 g/t Pt). The Au-Pd-Pt mineralization in a bonanza-grade interval (54.5–55.0 m @ 132,000 g/t Au, 11,400 g/t Pd, 359 g/t Pt) consists of coarse-grained, up to several centimeter-large, dendritic palladian gold aggregates (Au<sub>7</sub>Pd) with abundant inclusions of guanglinite (Pd<sub>3</sub>As), "stibio-guanglinite" (Pd<sub>3</sub>[As,Sb]), sudovikovite (PtSe<sub>2</sub>), palladseite (Pd<sub>17</sub>Se<sub>15</sub>), and an unnamed Pd-Pt-Se alloy. The palladian gold aggregates are often coated by goethite and are embedded in a powdery, ferruginous, clay-rich matrix with fragments of vein quartz. Iron and manganese oxides occur as vug fillings in palladian gold and are associated with native palladium and Pd-oxygenated compounds.

The near-surface bonanza palladian gold mineralization is part of a larger, deeply weathered, hydrothermal system which, in deepest drill holes (>300 m), has a relict sulfide assemblage with a variable degree of overprint by iron oxides, sericite, and kaolinite. The deep system still has gold, palladium, and platinum grades in the g/t range and displays erratically high contents in light rare earth elements, bismuth, and selenium. Drill core samples from intermediate depth (157–275 m) are high in gold, palladium, and platinum and show a very pronounced bismuth enrichment, as well as enrichment in iridium, mercury, rare earth elements, uranium, copper, and lead. The shallow drill core is extremely enriched in gold, palladium, platinum, mercury, and manganese.

The occurrence of gold dominantly as an Au-Pd alloy, the abundant selenide and arsenide inclusions in palladian gold, and the characteristic mercury signature point to an origin of the near-surface bonanza ore from a sulfur-deficient hydrothermal system, with apparently only minor supergene precious metal enrichment.

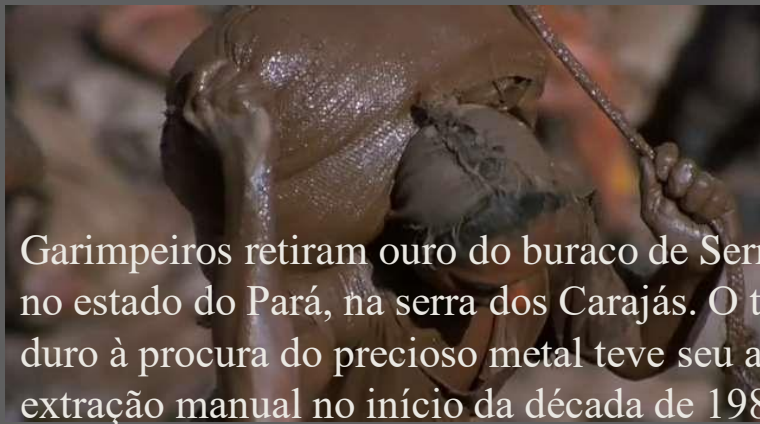
A. R. Cabral, B. Lehmann, R. Kwitko, C.H. Cravo Costa:  
The Serra Pelada Au-Pd-Pt Deposit, Carajás Mineral Province, Northern Brazil: Reconnaissance Mineralogy and Chemistry of Very High Grade Palladian Gold Mineralization  
Economic Geology; August 2002; v. 97; no. 5; p. 1127-1138; DOI: 10.2113/97.5.11270

# Serra Pelada - geologie



Serra Pelada geology, drilling & and picture of mineralized zone

# Serra Pelada - těžba



Garimpeiros retiram ouro do buraco de Serra Pelada, no estado do Pará, na serra dos Carajás. O trabalho duro à procura do precioso metal teve seu auge de extração manual no início da década de 1980.

Foto: Vidal Cavalcante/BRimagens



gettyimages  
Christophe Pillitz

200529976-001

# Ložisko Hishikari, Kjušu, Japonsko

křemenná žilovina s adulárem, vazba na mladé, často plio-pleistocénní až recentní vulkanické aparáty, ukládání elektra v průběhu varu poměrně málo salinních fluid jejichž převažující složkou jsou meteorické vody, rozsáhlé přeměny hornin, apikální části intruze jsou základem konvektivní hydrotermální buňky

obsahy Au: průměrná kovatost 50 g/t (25-70 g/t), celkem 260 t Au, nejbohatší vzorky mají až 7920 g/t Au a 57100 g/t Ag

tonáž: 5,5 Mt rudy ve třech dílčích ložiskách

## Hishikari, Japan

### LS Epithermal

#### Hishikari vein

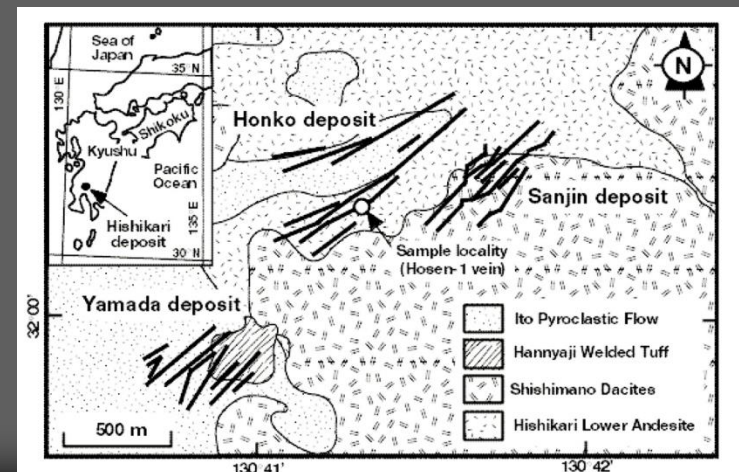
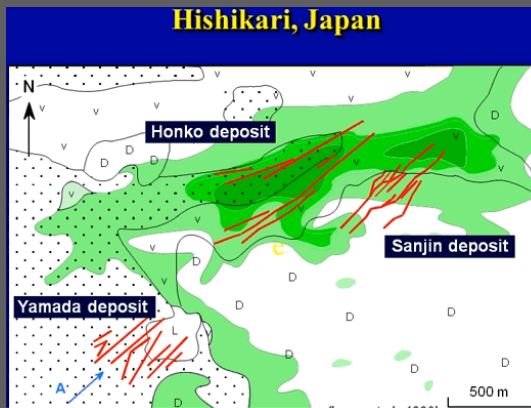
Age: 1.25 – 0 million years

Veins in sediments and overlying volcanics

Average grade:

Honko-Sanjin: 63 g/t Au

Yamada: 25 g/t Au



# Veins in Hishikari

Champagne Pool, Waiotapu geothermal system, New Zealand. Neutral-pH hot spring rimmed by sinter with orange As-Sb-Au-Ag-Hg-Tl-rich precipitates. Boiling of the deep liquid during ascent causes gold to precipitate in quartz veins

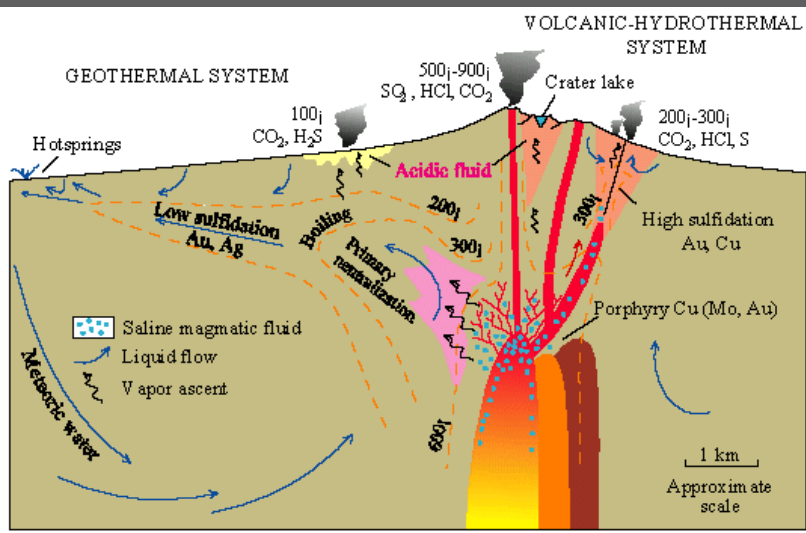


High-grade (70 g/t gold), low-sulfidation quartz-adularia veins, Hishikari deposit, Japan (photo by Sumitomo Co.), epithermal hydrothermal veins.

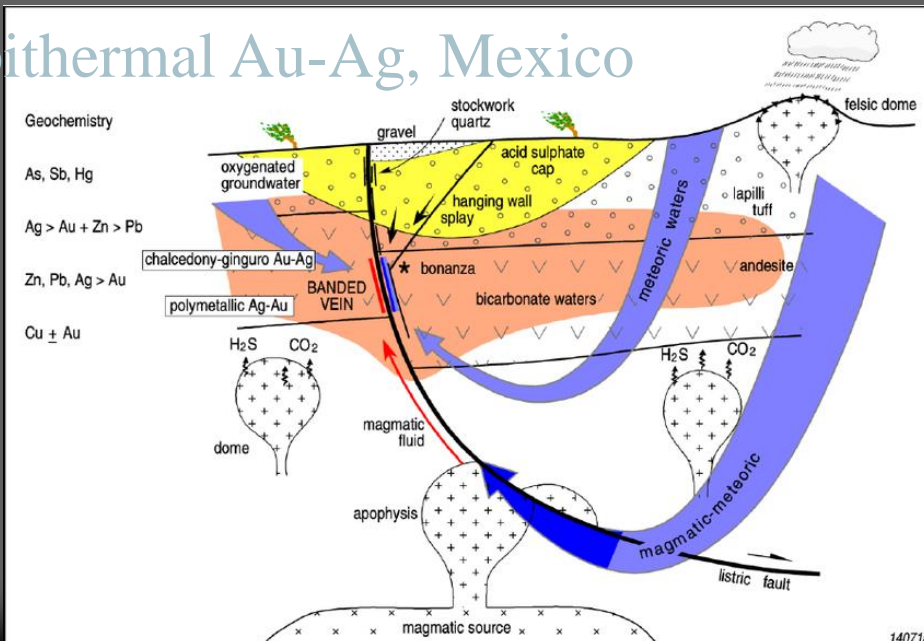
# Vulkanogenní mineralizace Au-Ag

	Low sulfidation (LS)(Adularia-sericite)	High sulfidation (HS)(Acid-sulfate)
Deposit form	Open-space veins dominant, stockwork ore common Disseminated and replacement ore minor	Disseminated ore dominant, replacement ore common Stockwork ore minor, veins commonly subordinate
Textures	Veins, cavity filling (bands, colloforms, druses), breccias	Wallrock replacement, breccias, veins
Ore minerals	Pyrite, electrum, gold, sphalerite, galena (arsenopyrite)	Pyrite, enargite, chalcopyrite, tennantite, covellite, gold, tellurides
Gangue	Quartz, chalcedony, calcite, adularia, illite, carbonates	Quartz, alunite, barite, kaolinite, pyrophyllite
Metals	Au, Ag, Zn, Pb (Cu, Sb, As, Hg, Se)	Cu, Au, Ag, As (Pb, Hg, Sb, Te, Sn, Mo, Bi)

rozdílná aktivita H<sup>+</sup> v metasom. procesech



## Epithermal Au-Ag, Mexico



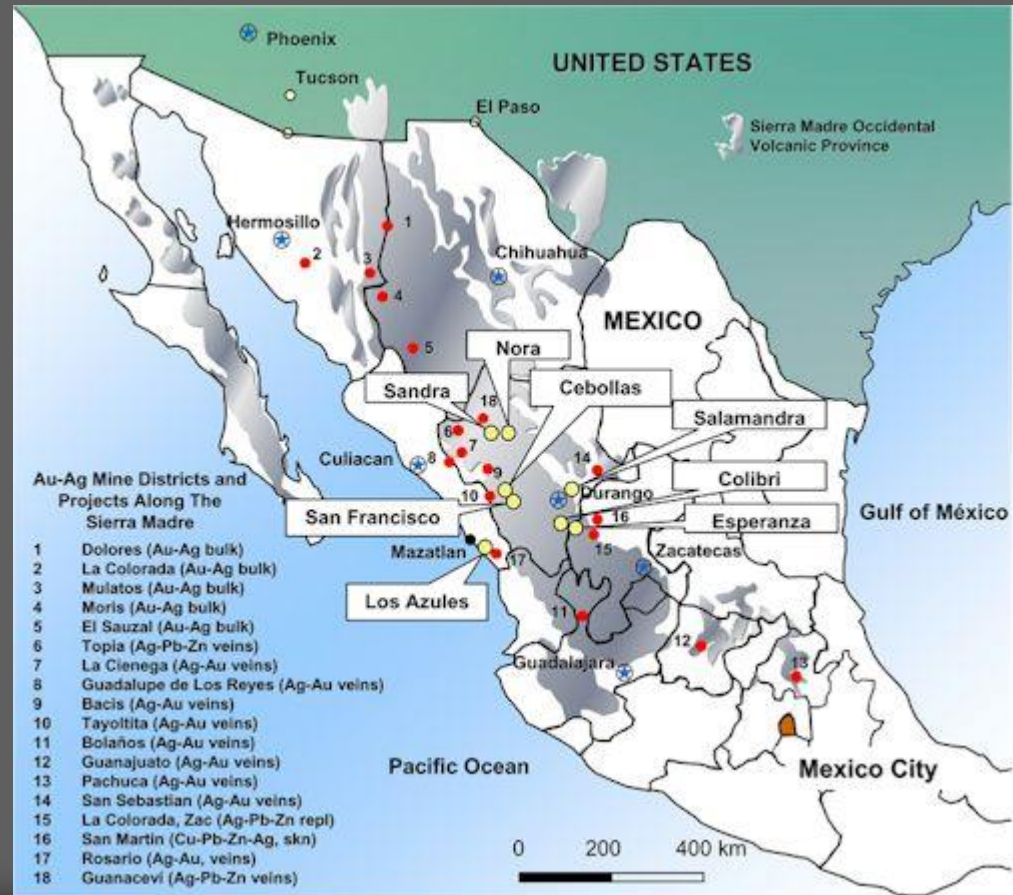
# Další ložiska Au, příp. Ag

Kremnica, ...

Mexiko (Ag)



Polybasite,  $[Ag_9CuS_4]$   
 $[(Ag,Cu)_6(Sb,As)_2S_7]$ , Chispas Mine, Arizpe, Mun. de Arizpe, Sonora, Mexico. Overall specimen is 3 cm across. Wendell Wilson photograph.





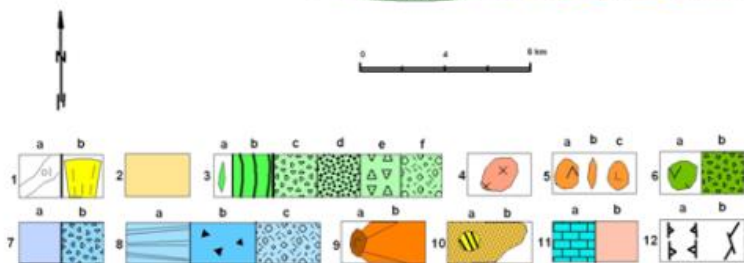
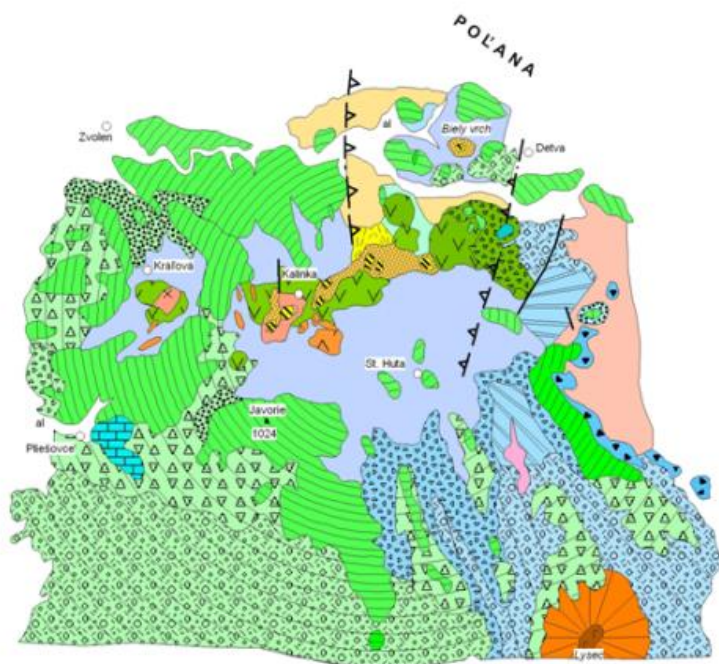
# Biely vrch - Polana

<http://www.emed-slovakia.com/biely-vrch.html>

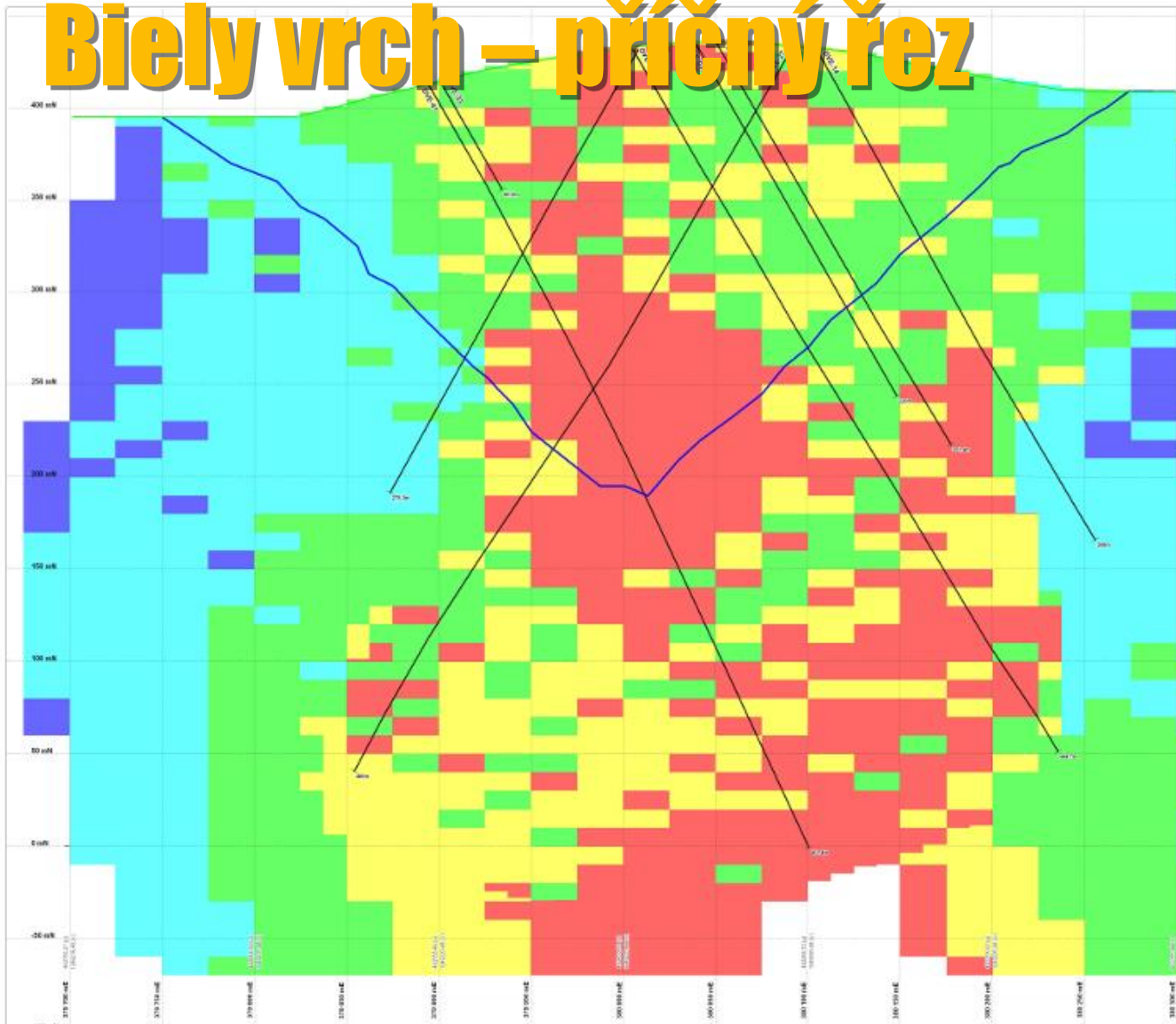
## typ: Au-porfyrové ložisko

Schematická geologická mapa stratovulkánu Javorie. Vysvetlivky:

1. Kvartér; a, aluviálne sedimenty; b, proluviálne sedimenty.
2. Pliocénne sedimenty (štrky, piesky).
3. Vrchná stratovulkanická stavba – Javorská formácia (Sarmat); a, dajky andezitov; b, efuzívny komplex (lávové prúdy pyroxenických a amfibolicko-pyroxenických andezitov; c, hyaloklastitové brekcie; d, proximálna zóna stratovulkanického komplexu (lávové prúdy, blokové a pyroklastické prúdy); e, hrubozrné a blokové epiklastické vulkanické brekcie; f, epiklastické vulkanické brekcie, konglomeráty a pieskovce distálnej zóny.
4. Stredná stratovulkanická stavba (Vrchný bádén): 4. Intruzívny complex Kalinka a Kráľová (diorit, kremenný diorit a andezitový porfýr).
5. Extruzívny a intruzívny complex Lohyňa; a, extrúzie amfibolicko-biotiticko-hyperstenického dacitu; b, dajky hyperstenicko – amfibolického andezitu; c, extrúzie ryodacitov.
6. Syroňská formácia; a, extruzívne dómy (pyroxenicko – amfibolické andezity a amfibolicko – pyroxenické andezity; b, hrubozrné epiklastické vulkanické brekcie.
7. Blýskavická formácia; a, lávové prúdy pyroxenického andezitu a bazaltického andezitu, hyaloklastitové brekcie; b, prepracované hyaloklastity.
8. Spodná stratovulkanická stavba (Stredný bádén): 8. Starohutská formácia; a, stratovulkanický komplex (lávové prúdy, pyroklastické a epiklastické vulkanické brekcie); b, blokové a popolové pyroklastické prúdy; c, epiklastické vulkanické brekcie, konglomeráty a pieskovce distálnej vulkanickej zóny.
9. Vulkan Lysec; a, pyroxenicko-amfibolický andezitový tholoid; b, pyroklastický a epiklastický kužel proximálnej zóny.
10. Hydrotermálne alterované zóny; a, zóny argilitizácie; b, sekundárne kvarcity.
11. Predterciérne podložie; a, mezozoické sedimenty; b, horniny kryštalinika.
12. Zlomy; a, zlomy ohraničujúce vulkanitektonickú depresiu; b, zlomy



# Biely vrch – pričný rez



Surablcový systém JTSK  
Vápnikový systém S.p. s.  
CINQTOURM MAPY

	škála	metr	práček
Opisná	1:10 000	100m	1cm
Mapovacia	1:10 000	100m	1cm
Skála	1:10 000	100m	1cm

COPLNENIE MAPY

sk.	metr	práček

VEDIACI: dr.  
METEKA DOBÝVANIA: TEREZIA PRÁZD

## VYSVETLIVKY

Obchody Au (g/t) v mrežových  
zvlnených geostatistických  
metódach

- 0 - 0,1
- 0,1 - 0,3
- 0,3 - 0,7
- 0,7 - 1
- > 1

Príkrosový rez

Prípustná hrúbka lezu  
pri cene zlata 8000 €/oz.

Surablcová sieť UTM 1990 84 11 34  
s priložením na surablcovú sieť JTSK (v odstavci)



EMED SLOVAKIA  
Geostatistická spoločnosť  
s.r.o.  
Hlavné mesto SR Bratislava  
Vajnorská 11  
821 08 Bratislava  
Tel: +421 (0)2 58 70 10 00  
E-mail: emed@emed.sk

Príloha č. 9

Dátum	Detail	Dátum	M 1:10 000
Vypracoval zariadenie - Inžinier Danka - Biely vrch			
Pracovisko - vypracovaný článok zariadenia - Lúča N 5 319 800			
E. Černý	15.06.2009		
D. D. Hrnčiar	15.06.2009		
P. Hrnčiar	15.06.2009		

# Biely vrch - zásoby

Výsledky prvých dvoch etáp ložiskového geologického prieskumu boli zhodnotené koncom roku 2007 v internej správe s odhadom zásob porfýrových Au rúd. Na ložisku sa odhadlo celkove 110,45 Mt rudy po úroveň 0 m n. m. od povrchu, z toho 44,03 Mt bilančnej rudy s obsahom 0,98 ppm Au a hodnotou okrajovej vzorky 0,25 ppm Au.

Na ložisku sa odhaduje bilančných resp. vyťažiteľných zhruba 20-25 ton zlata. Zvyšok zásob sa nachádza v nebilančnom vývoji, inak povedané, nie je ich možné za súčasného stavu ekonomicky vyťažiť.

Zásoby Au-porfýrových rúd podľa schváleného výpočtu zásob:

<b>I. Bilančné zásoby</b>		
<b>Kategória zásob</b>	<b>Tonáž (tis. ton)</b>	<b>Priemerná kvalita (g/t)</b>
Z-2	17 031	0,820
Z-3	14 497	0,760
Z-2 + Z-3 spolu:	31 582	0,792
<b>II. Nebilančné zásoby</b>		
Z-3	108 742	0,508

# PGE

Os, Ir, Pt, Ru, Rh, Pd

použití: katalytické konvertory (katalyzátory, hl. Pt, Pd a Rh) v autech převádí uhlovodíky, NO<sub>x</sub>, CO na méně škodlivý CO<sub>2</sub>, N a H<sub>2</sub>O, elektrický a elektronický průmysl, zubní a medicínské aplikace, vzácně šperky (Pt)

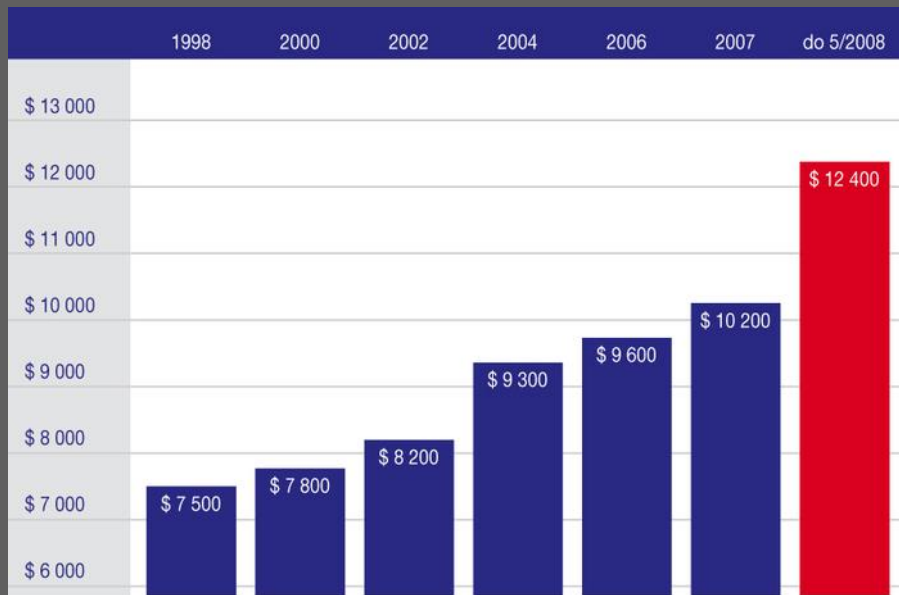
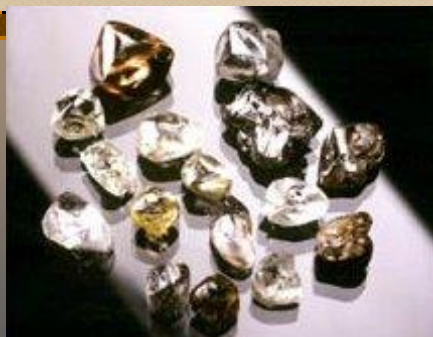
1) magmatická ložiska, likvační typ: Bushveldský komplex (Merensky Reef, 3-20g/t PGE), Sudbury (nižší koncentrace), Norilsk

2) černé břidlice (Cu-nosné břidlice)

# Pt + diamanty



# Diamanty



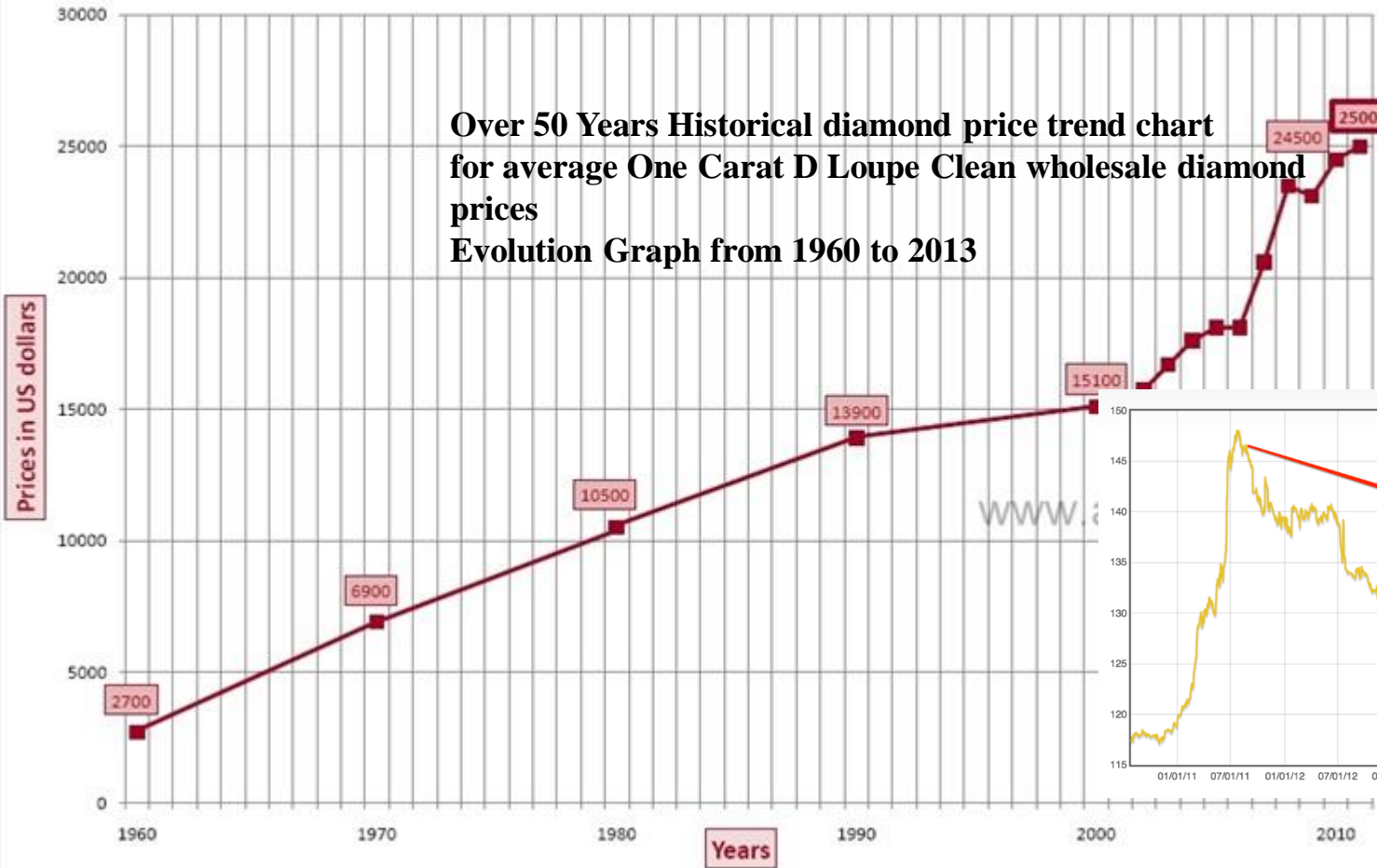
Vývoj ceny broušených  
brilantů - kulatý brilant  
1.00ct VVS<sub>2</sub>-F



Unikátní 603 karátový bílý diamant "Lesotho Promise" byl prodán za 12,36 milionu dolarů. Po plánovaném vylepšení by se jeho cena měla vyhoupnout k 20 milionům dolarů. Nález 2006. Zdroj: Reuters

# Ceny dianantů

Over 50 Years Historical diamond price trend chart for average One Carat D Loupe Clean wholesale diamond prices  
Evolution Graph from 1960 to 2013



# Obchod se šperkovými diamanty

Se 75 % diamantů obchoduje DTC – diamond trading corporation.

Zpravidla se 10 x ročně draží v Londýně – prodej na broušení, permanentní přístup má pouze 150 lidí – nejvýznamější brusiči a obchodníci.

CSO – central selling organization (patřící pod kartel De Beers) kontroluje dražby, rozdělení podle velikosti, tvaru, čistoty, atd. do více než 5000 grup.

25 % - prodej na otevřeném trhu v Antverpách a přímo výrobcům v centrech průmyslu s diamanty :

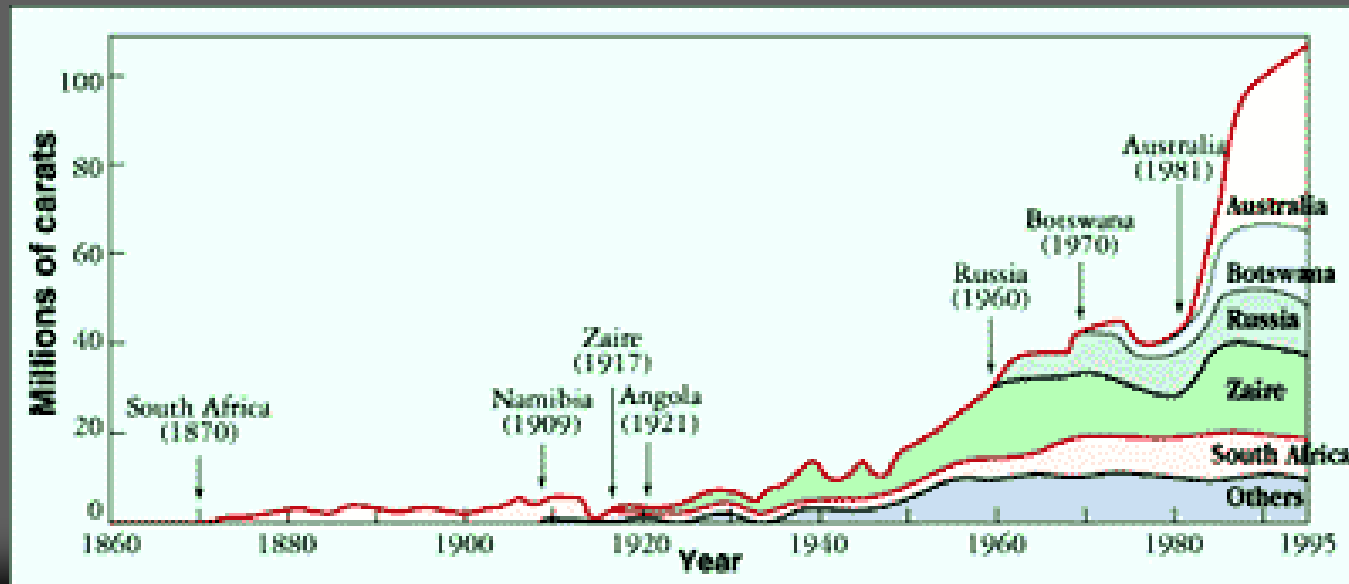
Antverpy - převážně středně velké, kvalitní kameny, tradiční zpracovatelské technologie.

Bombaj - nejmenší a nejméně kvalitní kameny (surovina), vzhledem k nejnižším nákladům na zpracování.

New York - největší a nejkvalitnější kameny (surovina).

Tel Aviv - převážně středně velké, nejkvalitnější kameny, nejmodernější zpracovatelské technologie.

Rapaport  
Diamond  
Report





# Diamantonosné terényy 1

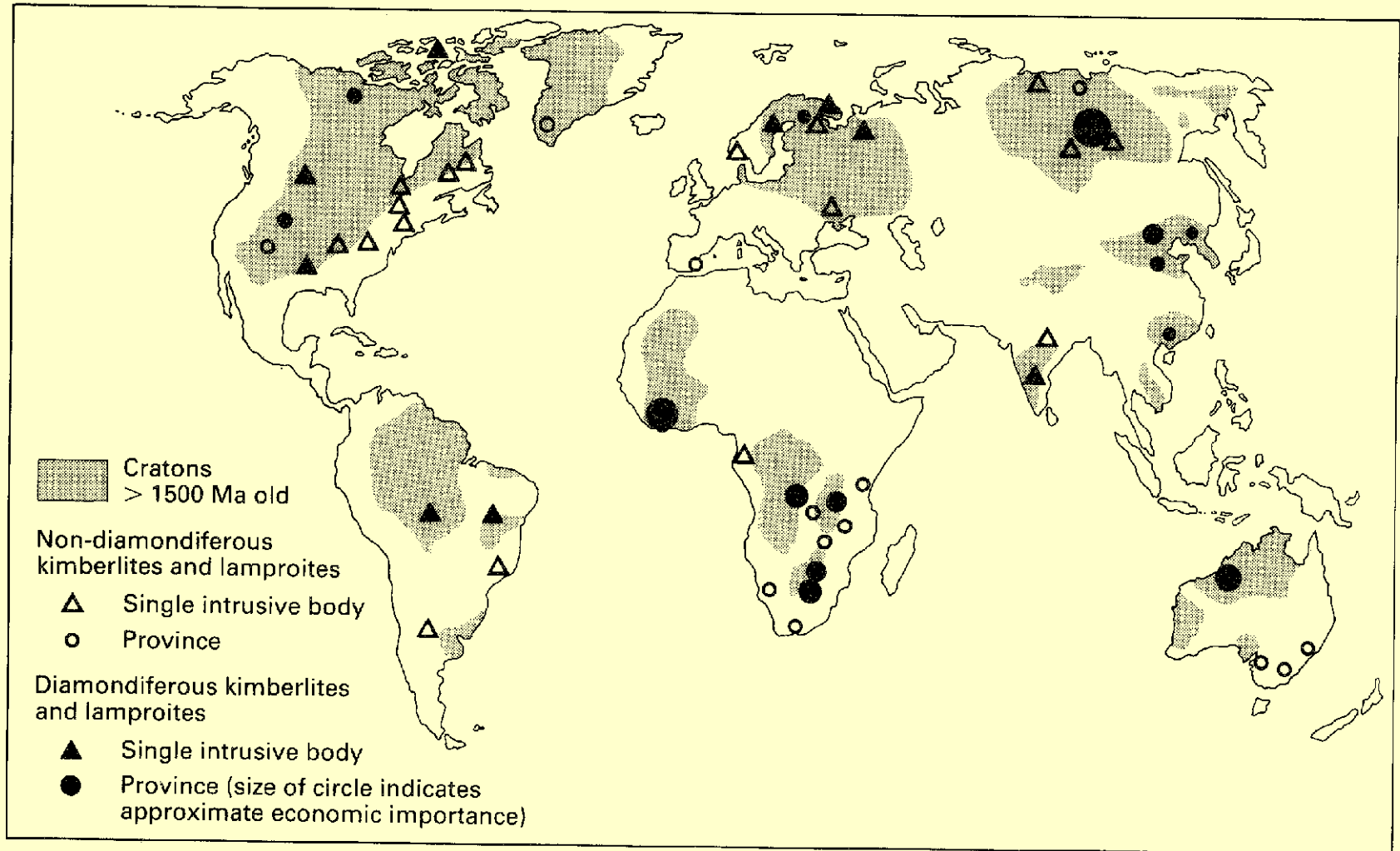
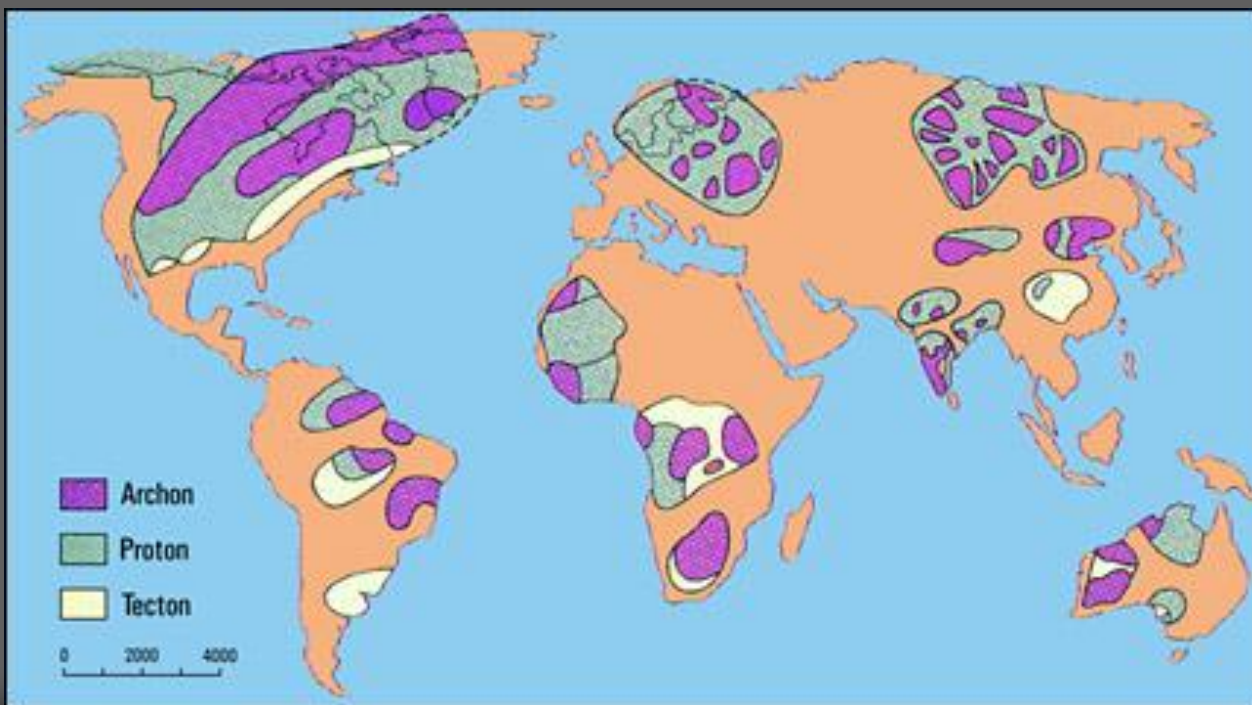


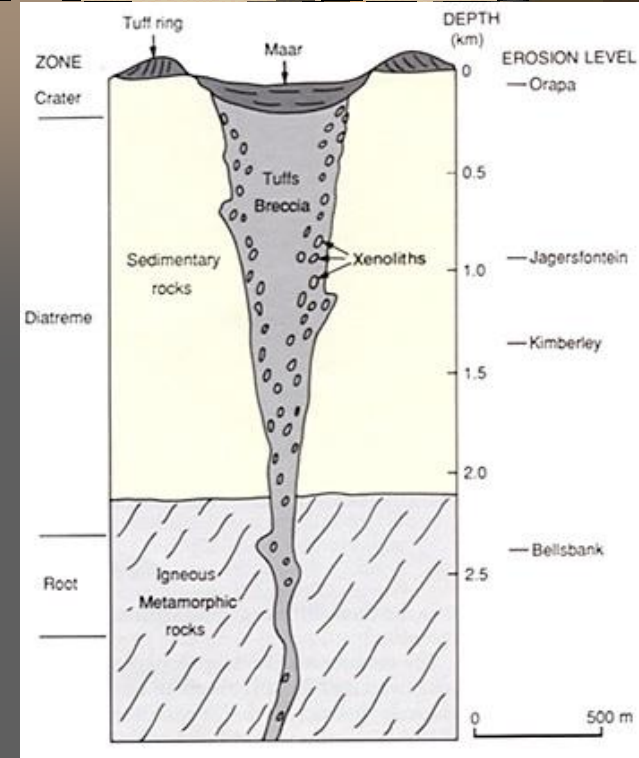
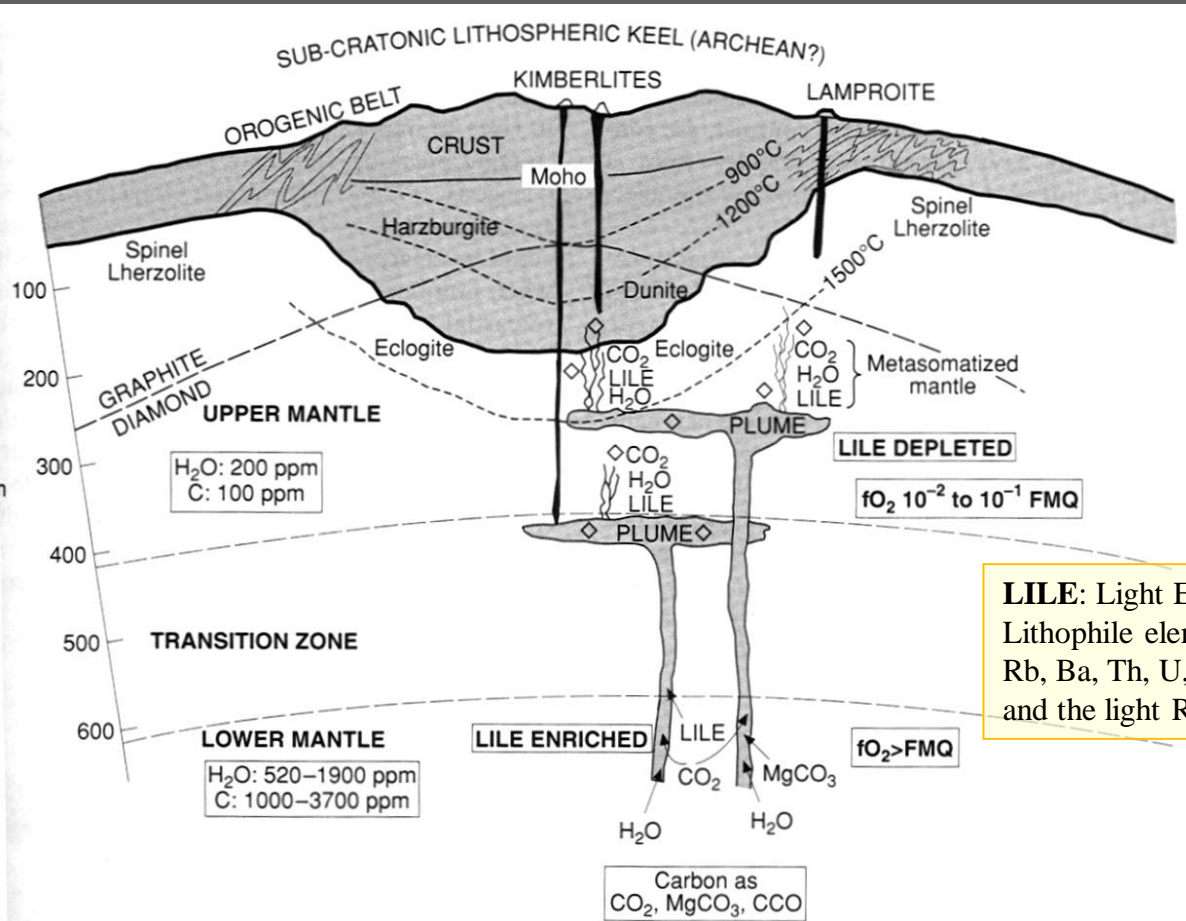
Fig. 9.1 Distribution of diamondiferous and non-diamondiferous kimberlites and lamproites.

# Diamantonosné terény 2

tektonicky aktivizované kratony



# Geneze diamantů



tvář těles: kimberlitové sopouchy-trubky, diatrémy s brekcí

**LILE:** Light Element, Lithophile elements, (Cs, Rb, Ba, Th, U, K, Nb, Ta and the light REE.)

**Figure 1.8** Schematic diagram illustrating features pertinent to the formation of diamond and the fertilization of the Earth's mantle by plume-related magmas and their associated aqueo-carbonic fluids (after Haggerty, 1999). LILE refers to the large ion lithophile elements; FMQ refers to the fayalite-magnetite-quartz oxygen buffer.

# Ložiska diamantů

- ⇒ Mir, Sibiř
- ⇒ Argyle, Austrálie
- ⇒ Namibie, těžba okolo pobřeží



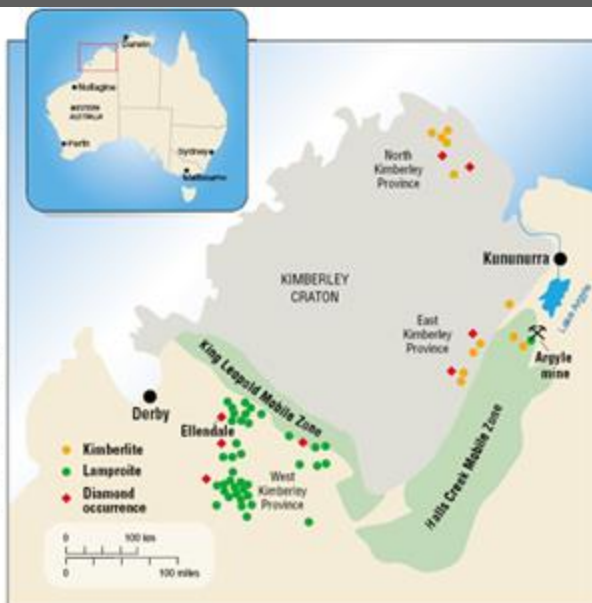
Argyle, Austrálie



The 2014 Argyle Pink Diamonds Tender collection, comprised of around 50 of the rarest and most valuable pink diamonds in the world



© TTY IMAGES



# Korund – safír, rubín

## Beryl - akvamarín

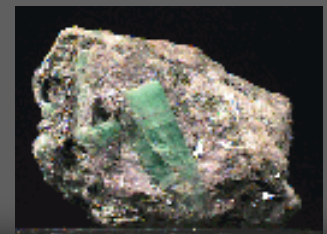
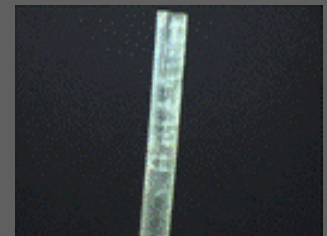
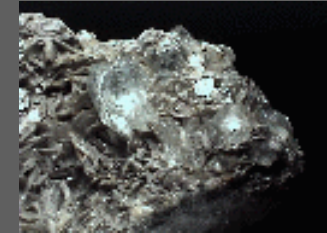
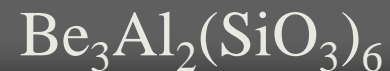
⇒ Cejlon

IR optické komponenty, krystaly - hodinky, elektronika, vysokotlaké komory pro spektroskopii, elektronika

Cr, Ti – mění barvu na jiné než červené odstíny



1.24 carat Ceylon Blue Sapphire Gem

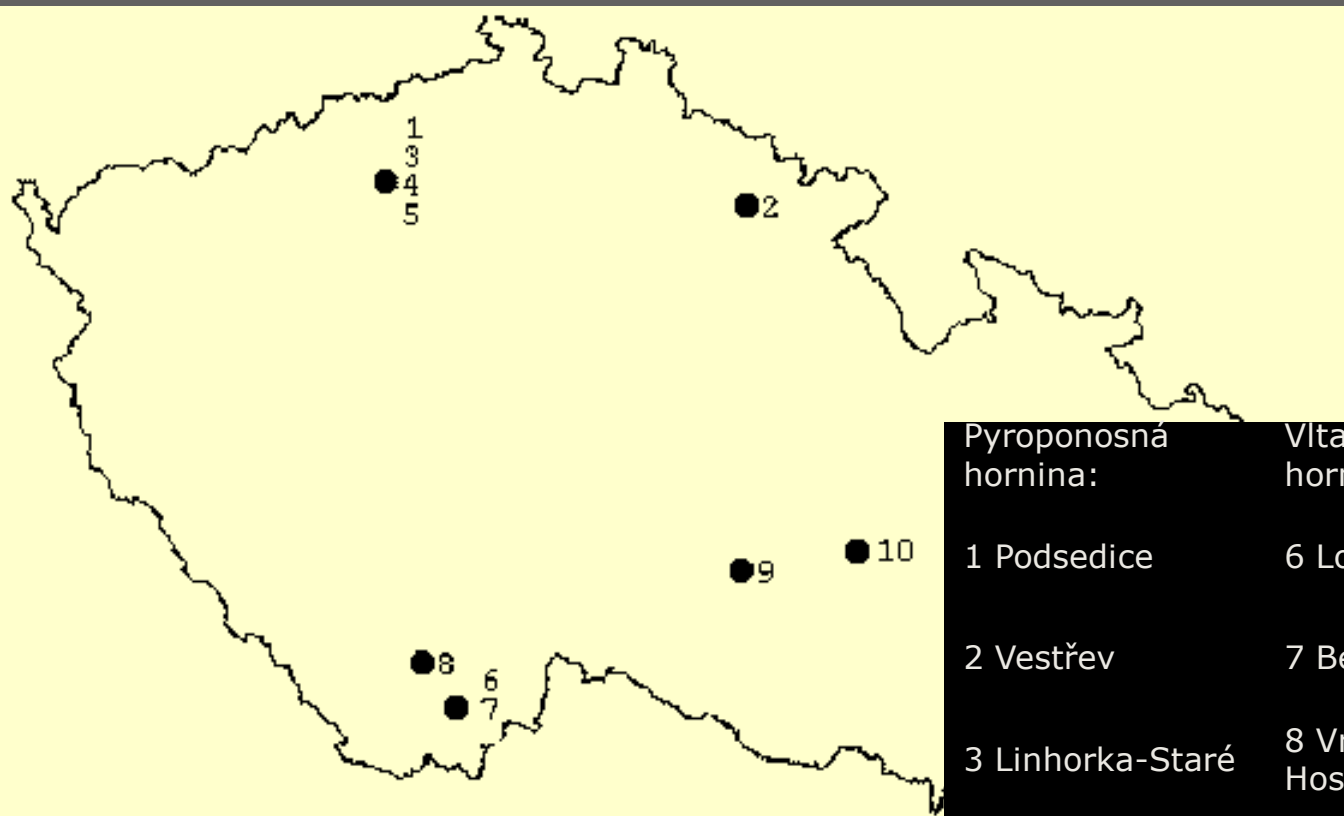


# Beryl

beryl na kalcitu  
Mina La Pita, Borbur, Boyacá Colombia



# Drahé kameny v ČR



Pyroponosná  
hornina:

1 Podsedice

2 Vestřev

3 Linhorka-Staré

4 Podsedice-  
Dřemčice

5 Třebívlice

Vltavínonosná  
hornina:

6 Ločenice

7 Besednice

8 Vrábče-Nová  
Hospoda

Ostatní drahé  
kameny:

9 Bochovice

10 Rašov