

# Súčasná ťažba nerastných surovín vo svete a na Slovensku a dôležité súvislosti



**Otília Lintnerová a Peter Uhlík**

Katedra ložiskovej geológie, PRIF UK

[lintnerová@fns.uniba.sk](mailto:lintnerová@fns.uniba.sk)

[uhlik@fns.uniba.sk](mailto:uhlik@fns.uniba.sk) : Môže si spoločnosť dovoliť neťažiť  
nerastné suroviny?

[www.facebook.com/KLGPRIFUKBA](https://www.facebook.com/KLGPRIFUKBA)

# Nerastná surovina

- *Neobnoviteľná prírodná látka, ktorú je možné ekonomicky využívať, priamo alebo po úprave pre potreby spoločnosti*
  - Prvok, zlúčenina, minerál, hornina
  - Pevná, kvapalná, plynná

# Terminológia

## ● Ložisko NS

prírodná akumulácia nerastnej suroviny, ktorú je technicky možné a ekonomicky výhodné ťažiť (v súčasnosti, alebo v budúcnosti). Výnimka: staré haldy a odkaliská.

## ● Ložisková geológia

súčasť geológie, ktorá sa zaoberá najrôznejšími aspektami ložísk nerastných surovín. Predovšetkým ich vznikom a geologickou stavbou, zložením, premenami, vyhľadávaním, výpočtom zásob a využitím (produkujúcim profit) a ich zásobami v krajine a vo svete

## Trvalá závislosť na surovinách, minerálnych zdrojoch





# Nerastné suroviny

- Energetické suroviny (U + Fosilné palivá (Kaustobiolity))
- Nerudné nerastné suroviny
- Rudné nerastné suroviny



© Getty Images



**ROPA DODNES  
HÝBE SVETOM**

# Med' (Cu)

- chalkofilný prvok → najčastejšie v sulfidoch, v prírode je aj rýdza meď

0,2 cm



**chalkopyrit**  
 $\text{CuFeS}_2$

**chalkozín**  
 $\text{CuS}_2$



**bornit**  
 $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$

**tetraedrit**  
 $(\text{Cu,Fe,Ag,Zn})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$



# Železo (Fe)



Fe páskovaná ruda



hematit

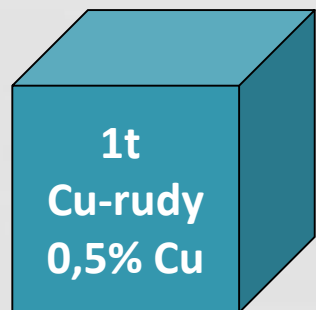
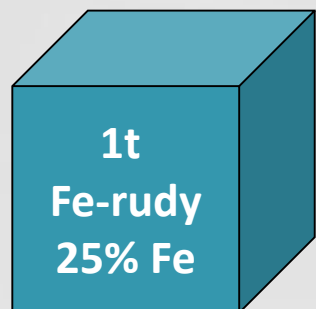


Magnetit a Pyrit

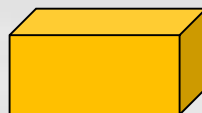
# RUDY - Kovnatosť

- Obsah kovov v rude, ktorý rozhoduje o ekonomickom význame ložiska
- Kovnatosť má zásadný význam či sa zásoby na ložisku zaradia do kategórie bilančných, alebo nebilančných

# Ruda



# Kov



250 kg

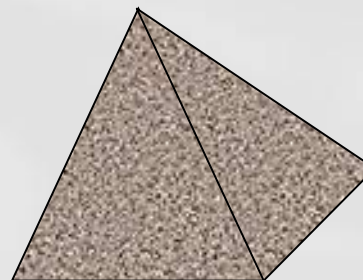


5 kg



2 g

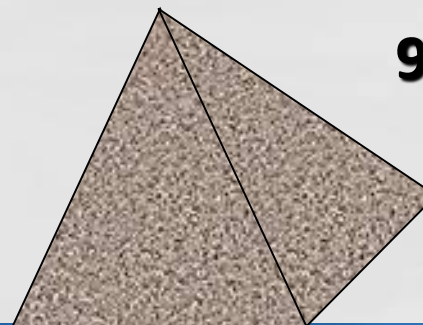
# Odpad



750 kg



995 kg



999,998 kg

# Nerudné suroviny – priemyselné minerály



1 cm

K-živec



Halit

# Nerudné suroviny – priemyselné horniny



# Kondície

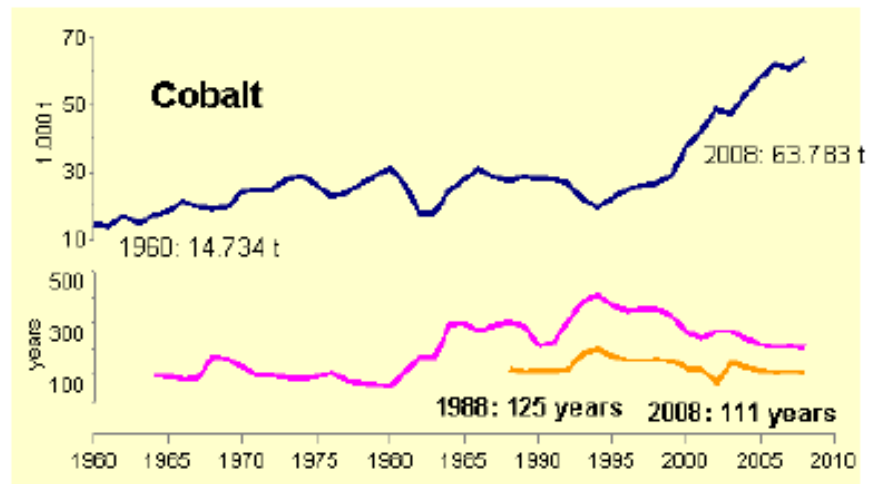
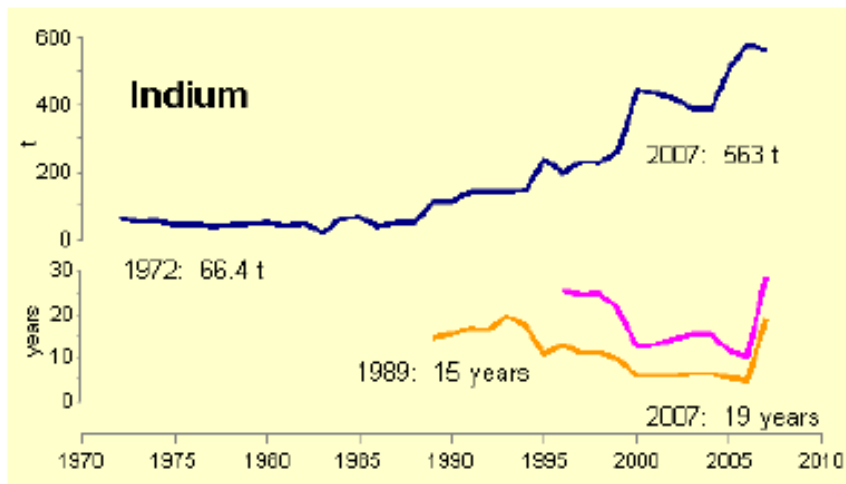
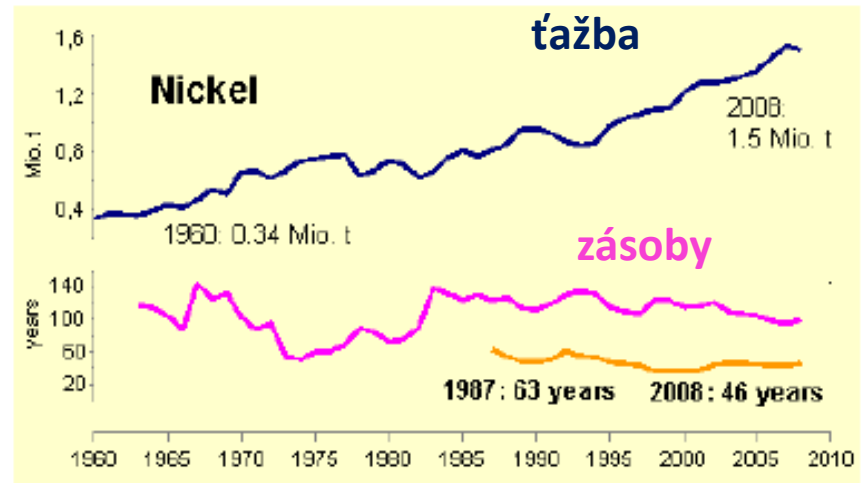
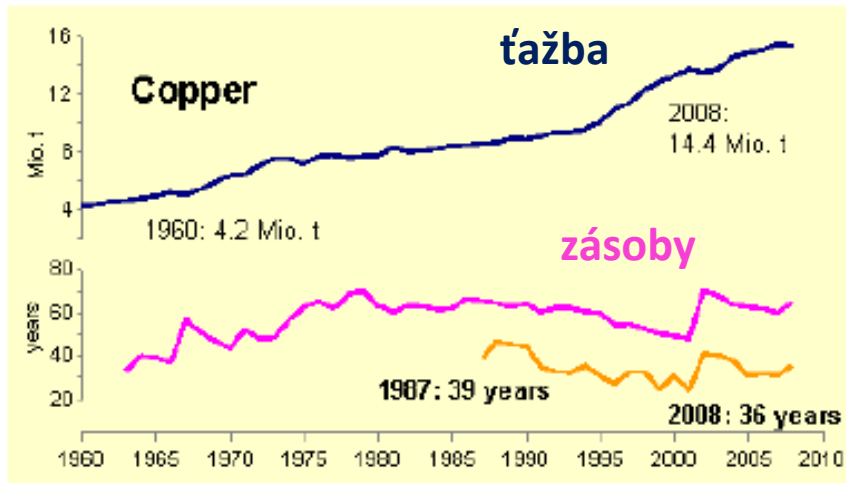
- Súbor požiadaviek (fyzikálno-chemických vlastností) pre jednotlivé odvetvia, ktoré upravujú a spracovávajú nerudy pre rôzne použitie.
  - Chemické zloženie, zrnitosť, belosť, merná hmotnosť....
- Sú záväzné pri ich geologickom prieskume, výpočte zásob, ťažbe a úprave.

# Ceny (US\$/t)

| 1-10         | 10-100    | 100-1 000   | 1 000-10 000 | >10000           |
|--------------|-----------|-------------|--------------|------------------|
| štrkopiesok  | barit     | azbest      | bastnäsit    | diamant (priem.) |
| drvený kameň | bentonit  | bauxit      | bróm         | jód              |
| sadrovec     | živec     | bórax       | REE          | REE              |
| halit        | kaolín    | diatomit    | rutil        | striebro         |
|              | magnezit  | fluorit     | zirkón       | zlato            |
|              | olivín    | granát      | meď          |                  |
|              | fosfát    | andaluzit   | olovo        |                  |
|              | pyrofylit | distén      | zinok        |                  |
|              | vápenec   | sillimanit  |              |                  |
|              | zeolit    | muskovit    |              |                  |
|              | Fe-ruda   | spodumen    |              |                  |
|              |           | perlit      |              |                  |
|              |           | síra        |              |                  |
|              |           | mastenec    |              |                  |
|              |           | vápenec     |              |                  |
|              |           | vermikulit  |              |                  |
|              |           | wollastonit |              |                  |

# Dostatok či nedostatok NS

# Životnost zásob



# Spotreba energie

## **⊗ Rozvoj ľudstva závisí od využívania energie**

- ⊗ niekoľko tisícročí sa využívali len obnoviteľné zdroje
- ⊗ priemyselná revolúcia zlom
- ⊗ tepelná i pohybová energia
- ⊗ pred 140 rokmi robotníci/zamestnanci 9/1
- ⊗ DNES menší ako 1/1

# Rozdielne metódy prognózovania:

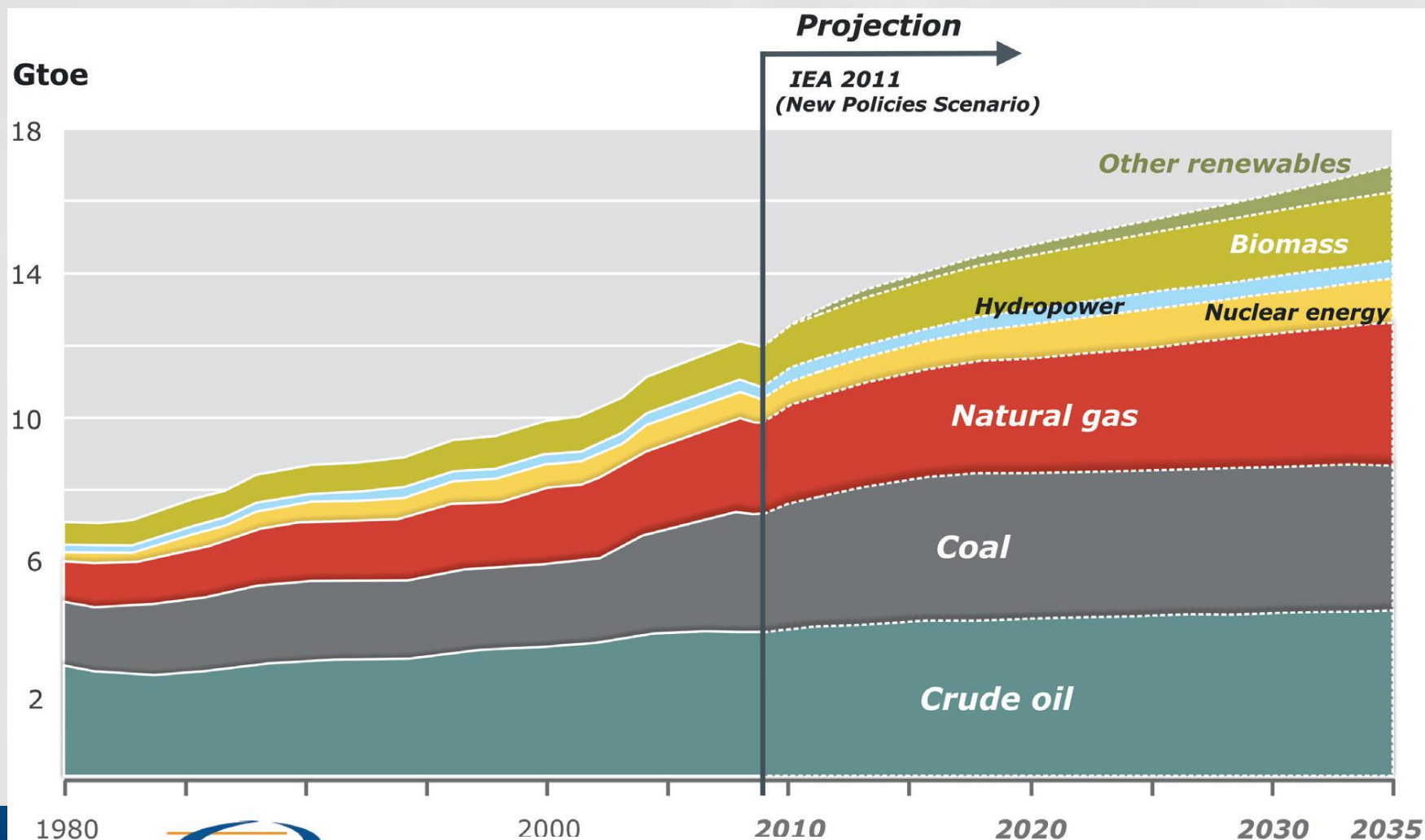
- **Pesimistické – známe zásoby  
(inžinierský a geologický)**
- **Optimistické – historický vývoj  
(ekonomický)**

# „Katastrofické scenáre“

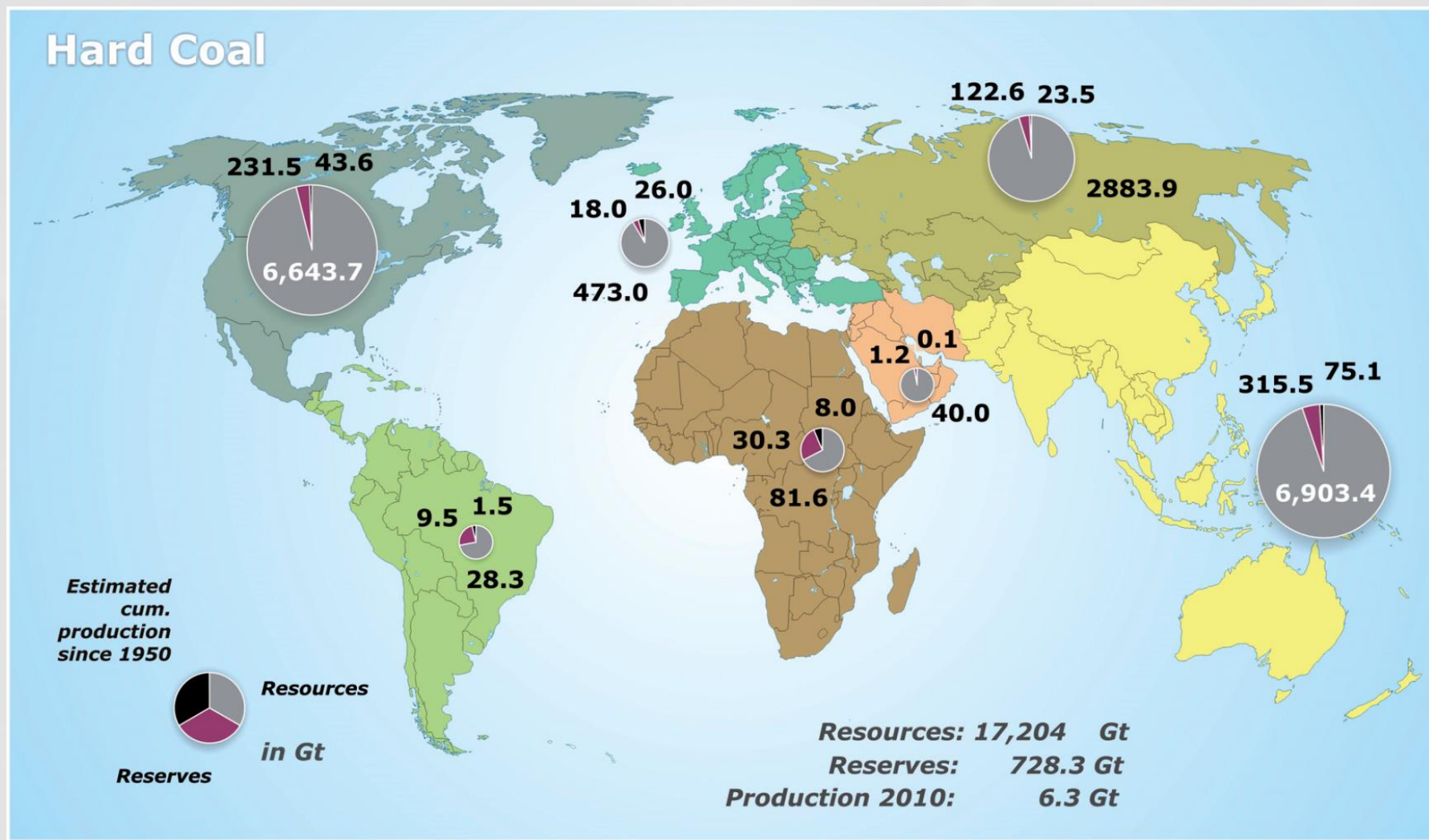
- 1885: Geologický prieskum USA: Šanca, že je v Kalifornii ropa, je malá až nulová.
- 1891: Geologický prieskum USA: Kansasu a Texasu sa prorokuje to isté, čo sa v r. 1885 tvrdilo o Kalifornii
- 1914: Americký úrad pre banskú ťažbu: Celková budúca produkcia má hranicu 5,7 mld. Barelov, čo je zásoba asi na 10 r.
- 1939: Ministerstvo vnútra: Rezervy postačujú len 13 r.
- 1951: Ministerstvo vnútra: Rezervy stačia len na 13 r.
- 1968: Paul Ehrlich(ekológ): Boj o nasýtenie ľudstva je u konca. V 70-tych rokoch čakajú svet hladomory – stámiliónov ľudí zomrú hladom

# Enegetické suroviny: obnovitelné a neobnovitelné

Celosvetové statistické údaje : G – giga (  $10^9$  ), toe – tons of oil equivalent



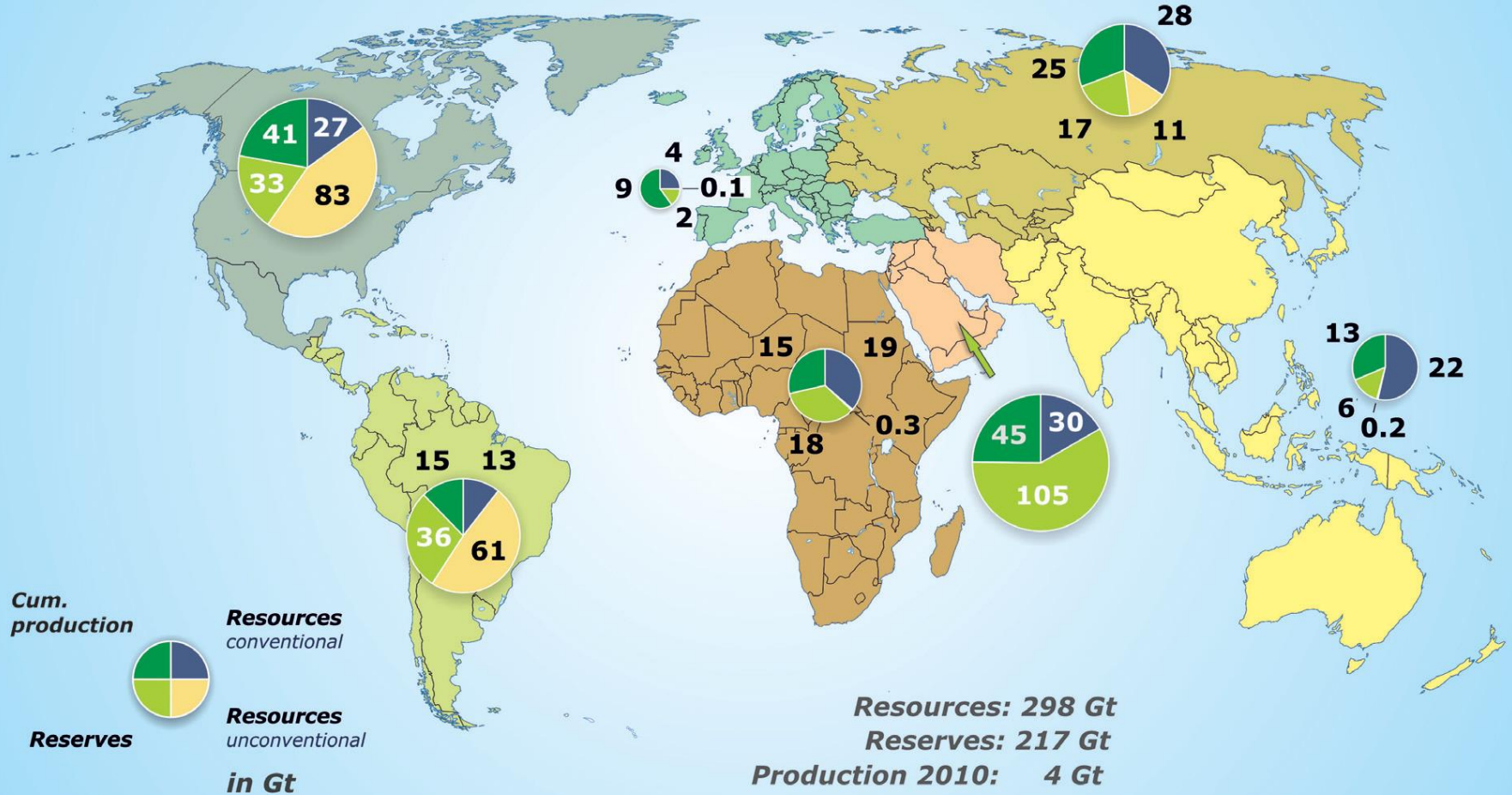
# Čierne/tvrdé uhlie – bituminózne uhlie, koksovateľné



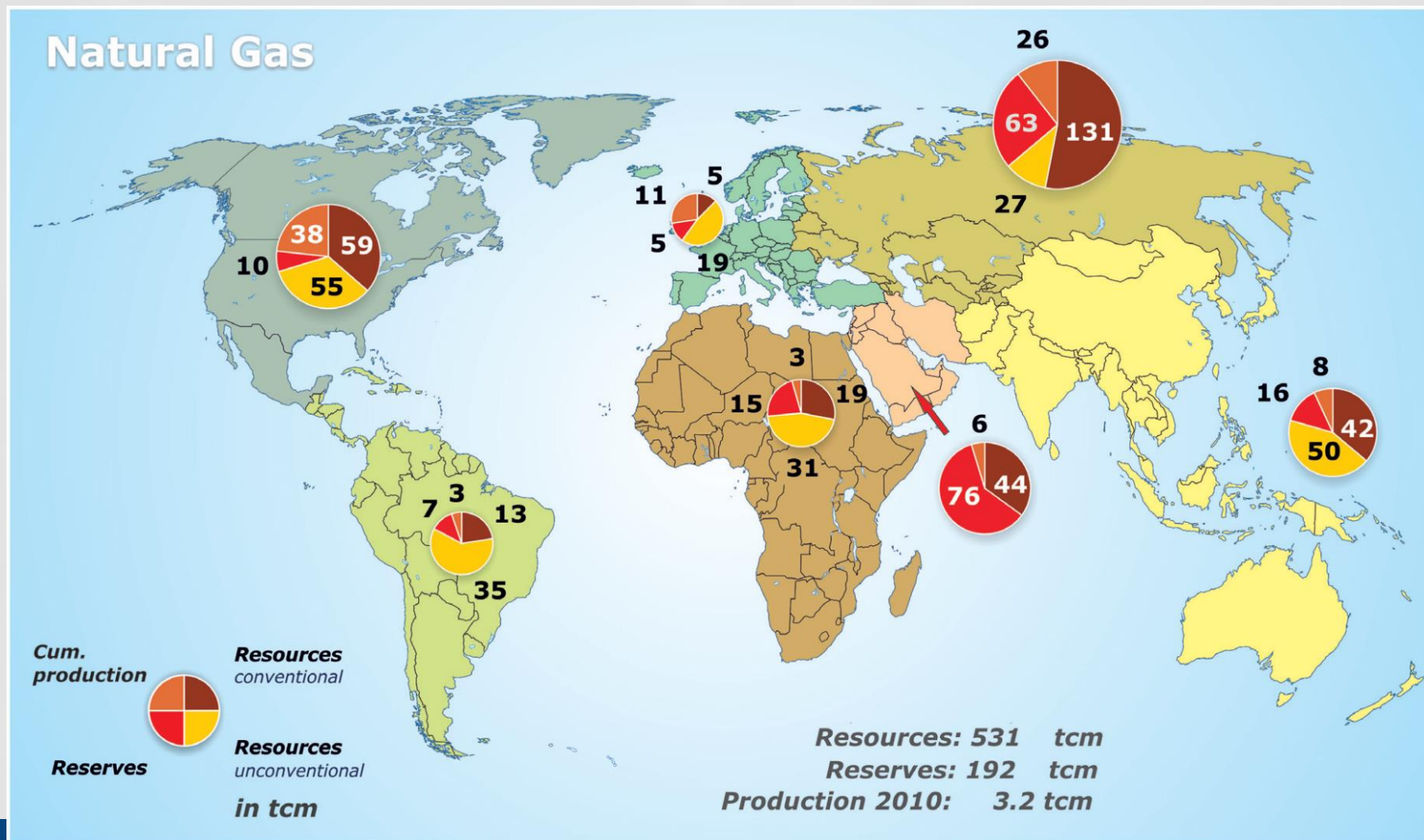
Odhadnutá kumulatívna spotreba uhlia od roku 1950

# CRUDE OIL – ROPA + Nekonvenčné HC

## Crude Oil



# Zemný plyn – ekologicky prijateľné fosílné palivo



Tradičný – s ložiskami ropy

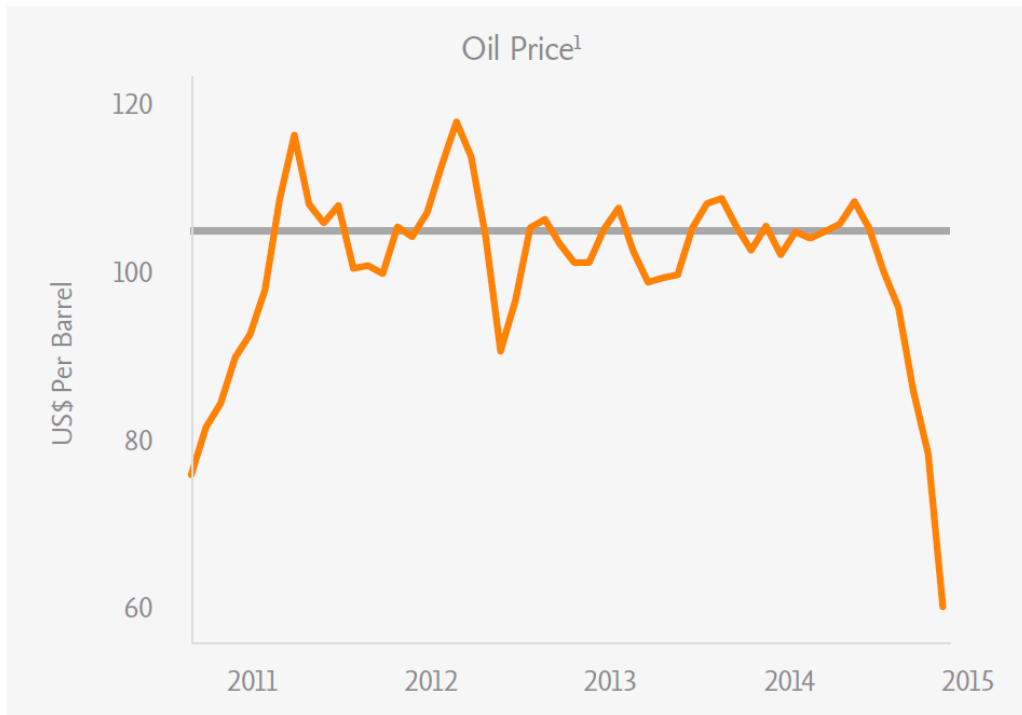
- *trilion cubic meter* : *miliardy metrov kubických*

## Najväčšie zásoby Ropy a ZP



# Unlocking the Arctic's potential



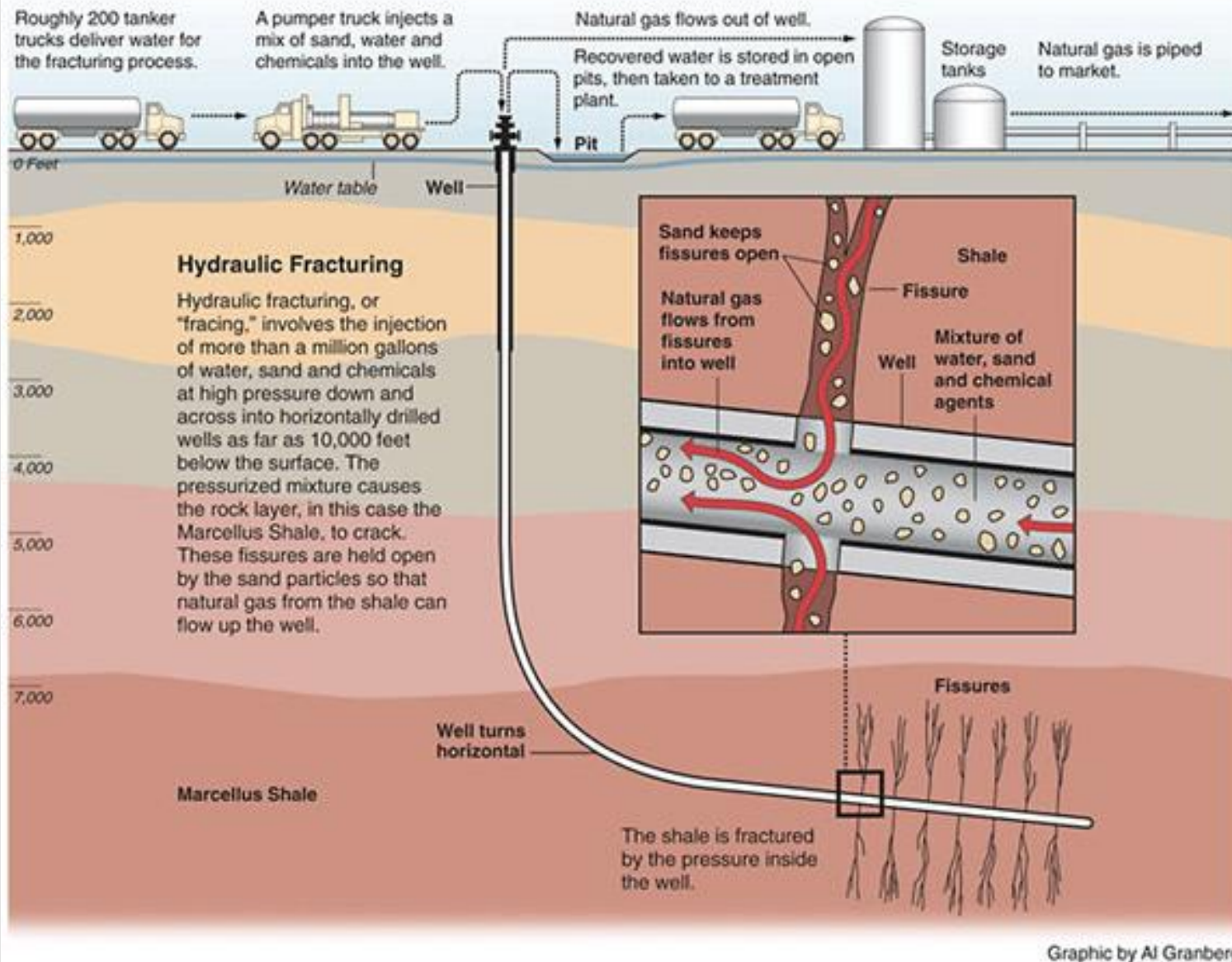


Source: World Bank

1. Monthly average of WTI, Dubai, and Brent oil prices. Horizontal line denotes \$105 per barrel, the average for January 2011-June 2014. Latest data for December 2014.

## OFFSHORE CUTBACKS ON THE HORIZON

Take the case of the Sakhalin Liquefied Natural Gas (LNG) project off the coast of



Hydraulické rozlamanie : ( hydrauling fracturing, fracking" or "fracing") - voda, chemikálie a piesok vháňaný do vrtov aby sa otvorili póry v ktorých sú HC zatvorené a ZP mohol vytecť do vrtu

# Prvky vzácných zemín (REE)

*Table 5: Classification of rare earth elements in EU Critical Raw Materials studies*

| 2010 Report         | 2013 Report                       | Rare Earth Elements                                                                                                                |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rare Earth Elements | Scandium                          | Scandium                                                                                                                           |
|                     | Rare Earth Elements -Light (LREE) | Lanthanum<br>Cerium<br>Praseodymium<br>Neodymium<br>Samarium                                                                       |
|                     | Rare Earth Elements -Heavy (HREE) | Europium<br>Gadolinium<br>Terbium<br>Dysprosium<br>Erbium<br>Yttrium<br>Others (holmium, erbium, thulium, ytterbium, and lutetium) |

# Minerály REE

| Mineral          | Formula                                                                                                | Approximate REO % |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Aeschnite-(Ce)   | $(\text{Ce,Ca,Fe,Th})(\text{Ti,Nb})_2(\text{O,OH})_6$                                                  | 32                |
| Allanite-(Ce)    | $(\text{Ce,Ca,Y})_2(\text{Al,Fe}^{3+})_3(\text{SiO}_4)_3\text{OH}$                                     | 38                |
| Apatite          | $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,Cl,OH})$                                                           | 19                |
| Bastnäsit-(Ce)   | $(\text{Ce,Lu})(\text{CO}_3)\text{F}$                                                                  | 75                |
| Brannerite       | $(\text{U,Ca,Y,Ce})(\text{Ti,Fe})_2\text{O}_6$                                                         | 9                 |
| Britholite-(Ce)  | $(\text{Ce,Ca})_5(\text{SiO}_4)_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH,F})$                                         | 32                |
| Eudialyte        | $\text{Na}_4(\text{Ca,Ce})_2(\text{Fe}^{2+},\text{Mn,Y})\text{ZrSi}_8\text{O}_{22}(\text{OH,Cl})_2(?)$ | 9                 |
| Euxenite-(Y)     | $(\text{Y,Ca,Ce,U,Th})(\text{Nb,Ta,Ti})_2\text{O}_6$                                                   | 24                |
| Fergusonite-(Ce) | $(\text{Ce,Lu,Nd})\text{NbO}_4$                                                                        | 53                |
| Gadolinite-(Ce)  | $(\text{Ce,Lu,Nd,Y})_2\text{Fe}^{2+}\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$                               | 60                |
| Kainosite-(Y)    | $\text{Ca}_2(\text{Y,Ce})_2\text{Si}_4\text{O}_{12}\text{CO}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$                 | 38                |
| Loparite         | $(\text{Ce,Lu,Na,Ca,Sr})(\text{Ti,Nb})\text{O}_3$                                                      | 30                |
| Monazite-(Ce)    | $(\text{Ce,Lu,Nd,Th})\text{PO}_4$                                                                      | 65                |
| Parisite-(Ce)    | $\text{Ca}(\text{Ce,Lu})_2(\text{CO}_3)_3\text{F}_2$                                                   | 61                |
| Xenotime         | $\text{YPO}_4$                                                                                         | 61                |
| Yttrocerite      | $(\text{Ca,Ce,Y,Lu})\text{F}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$                                               | 53                |
| Huanghoite-(Ce)  | $\text{BaCe}(\text{CO}_3)_2\text{F}$                                                                   | 39                |
| Cebaite-(Ce)     | $\text{Ba}_3\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_5\text{F}_2$                                                      | 32                |



Figure 2 Allanite crystal associated with albite and quartz in an open cavity, Arran, Scotland. Photograph: Fergus MacTaggart, BGS © NERC.

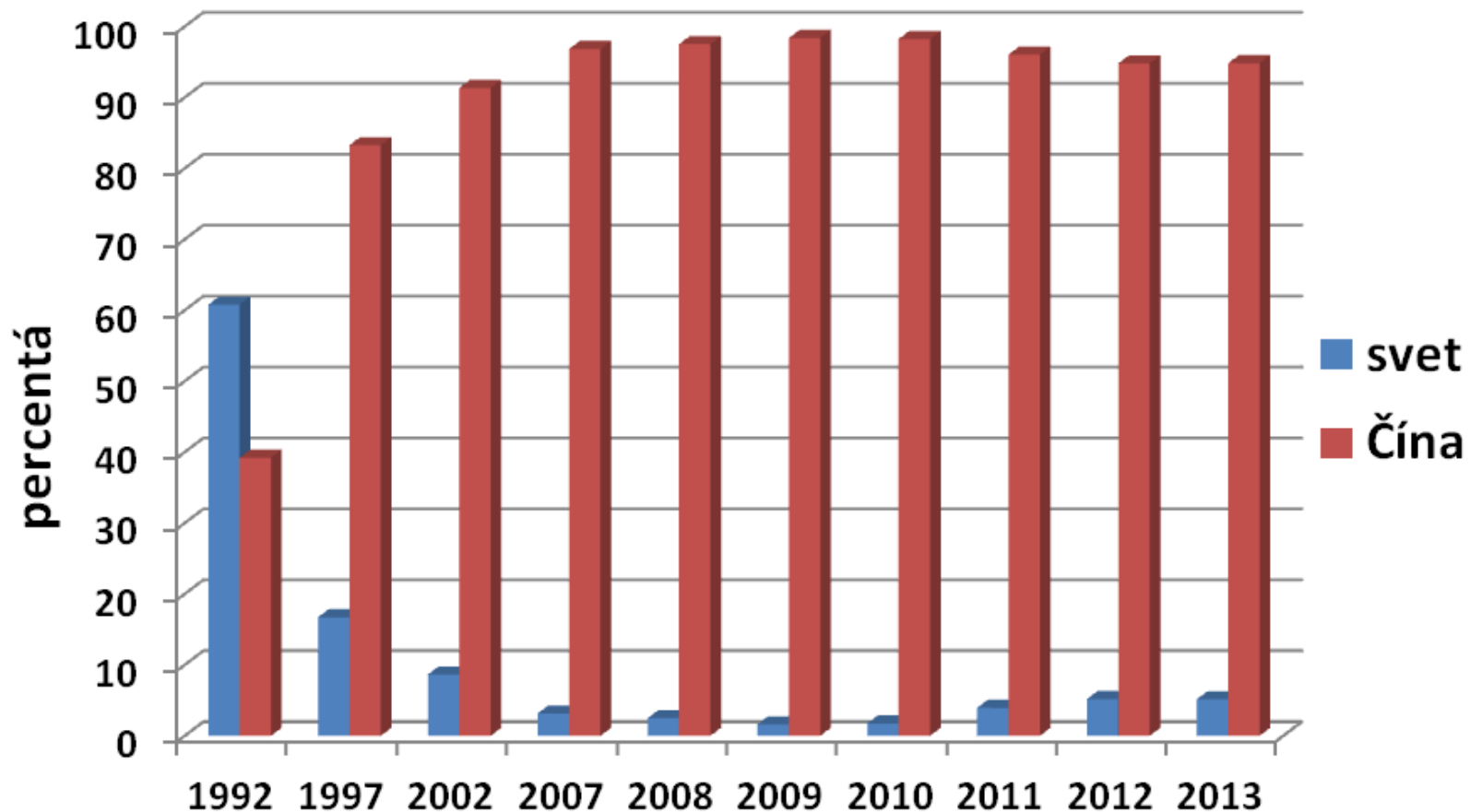
# Využitie REE pre hybridné automobily



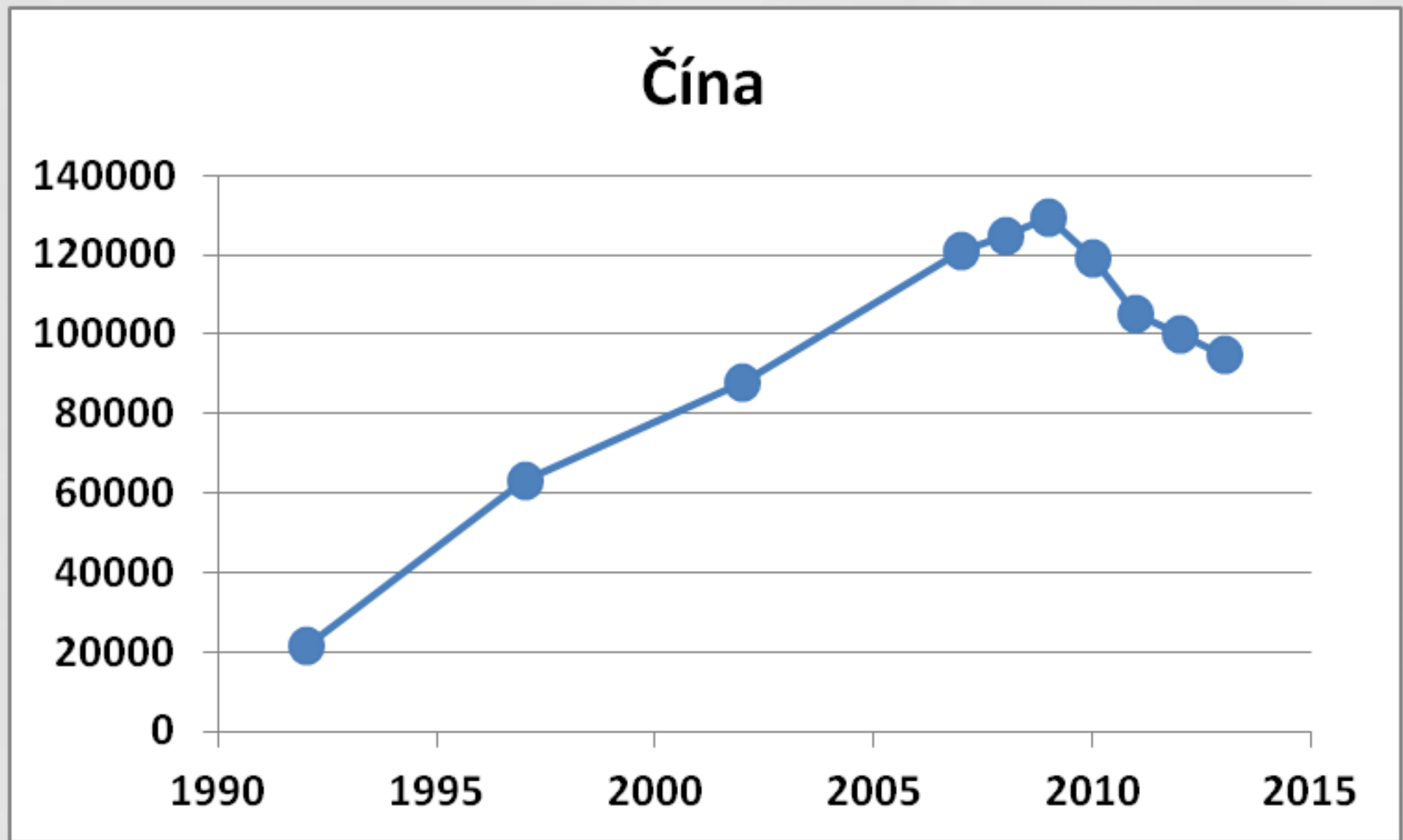
# Veterné turbíny využívají Nd-Fe-B magnety



# Svetová těžba REO (oxidy prvků vzácných zemín)



# Produkcia REO v Číne (v tonách)



# NERUDY

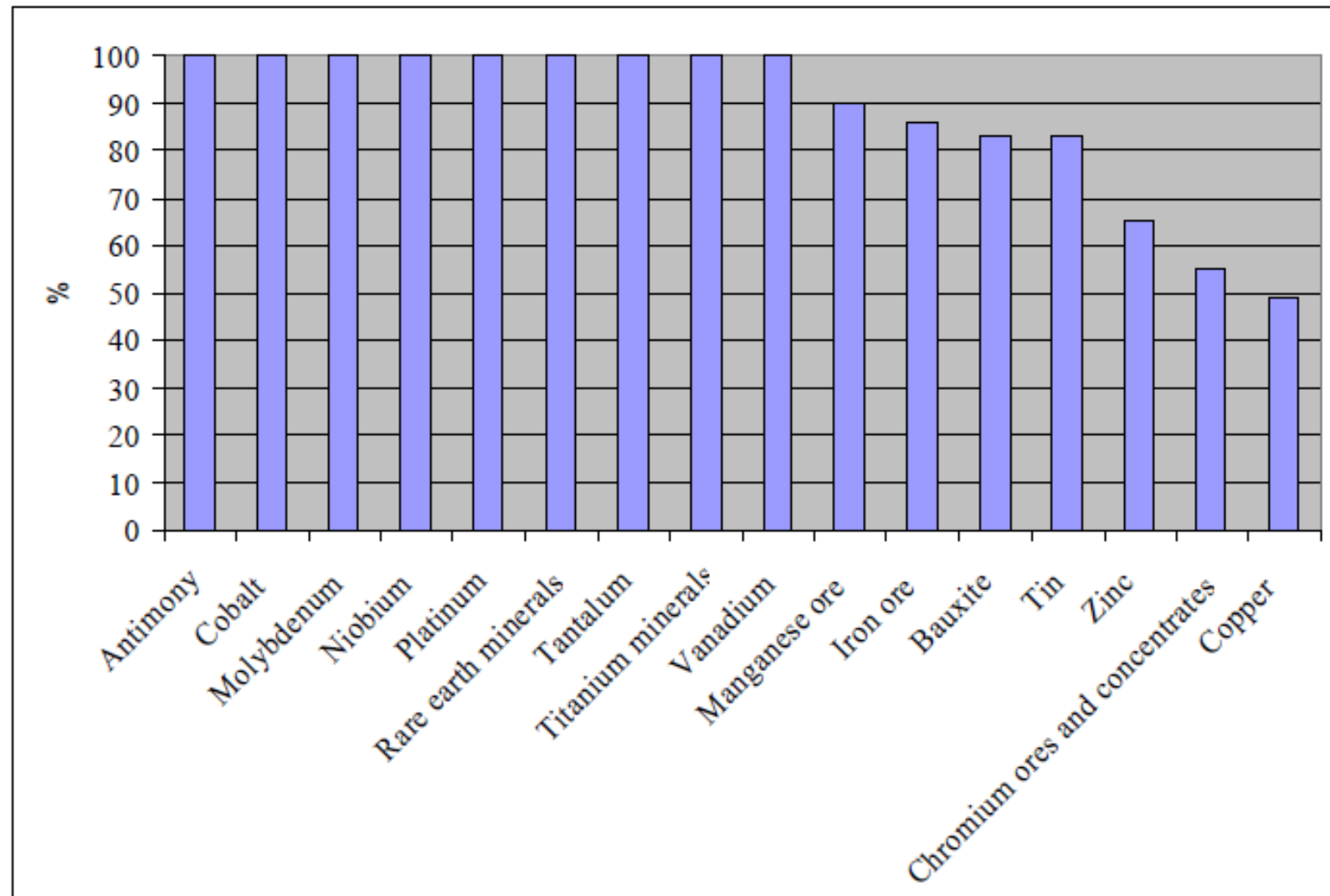
**Table 1: Top three producing mining regions for selected industrial minerals 2006).**

|                         | First        | %  | Second       | %  | Third      | %  | Cum % |
|-------------------------|--------------|----|--------------|----|------------|----|-------|
| Fuller's earth          | USA          | 72 | EU           | 12 | Senegal    | 4  | 88    |
| Graphite                | China        | 60 | India        | 16 | Brazil     | 10 | 86    |
| Feldspar                | EU           | 60 | Turkey       | 10 | Thailand   | 7  | 77    |
| Barite                  | China        | 55 | India        | 12 | USA        | 7  | 74    |
| Perlite                 | EU           | 54 | USA          | 19 | Japan      | 10 | 83    |
| Boron                   | Turkey       | 53 | USA          | 21 | Argentina  | 12 | 86    |
| Fluorspar               | China        | 51 | Mexico       | 17 | EU         | 7  | 75    |
| Zircon                  | Australia    | 49 | South Africa | 28 | USA        | 10 | 87    |
| Phosphate               | Morocco      | 49 | China        | 18 | Israel     | 4  | 71    |
| Bentonite               | USA          | 44 | EU           | 24 | Russia     | 6  | 74    |
| Vermiculite             | South Africa | 43 | USA          | 22 | Ukraine    | 14 | 79    |
| Talc                    | China        | 37 | EU           | 16 | USA        | 11 | 64    |
| Magnesite               | China        | 32 | Turkey       | 22 | EU         | 21 | 75    |
| Kaolin                  | EU           | 31 | USA          | 28 | Brazil     | 19 | 78    |
| Diamonds<br>(gemstones) | Russia       | 30 | Botswana     | 24 | Canada     | 13 | 67    |
| Potash                  | Canada       | 30 | EU           | 17 | Belorussia | 16 | 63    |
| Gypsum                  | EU           | 23 | USA          | 18 | Iran       | 11 | 52    |
| Salt                    | EU           | 22 | USA          | 20 | China      | 18 | 60    |
| Sulphur                 | USA          | 19 | Canada       | 17 | China      | 16 | 52    |

Source: DG Enterprise and Industry calculations based on World Mining Data (2008).

# Kovy (100 % je čistý dovoz do EU)

Figure 1: Metal concentrates and ores — net imports as % of apparent consumption (\*).



- source: DG Enterprise and Industry calculations based on data from British Geological Survey (2008) and Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM; 2008)

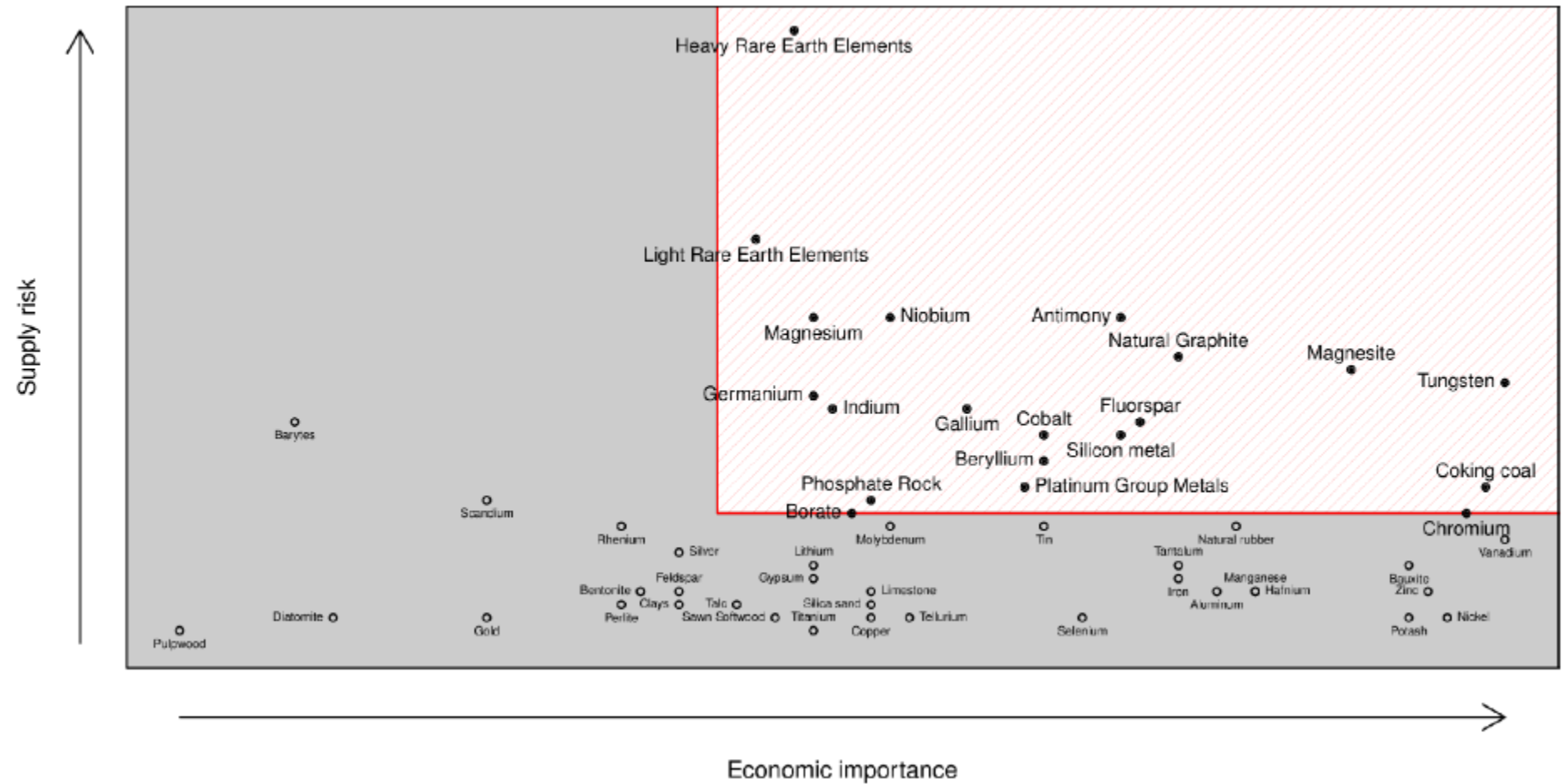
# RUDY

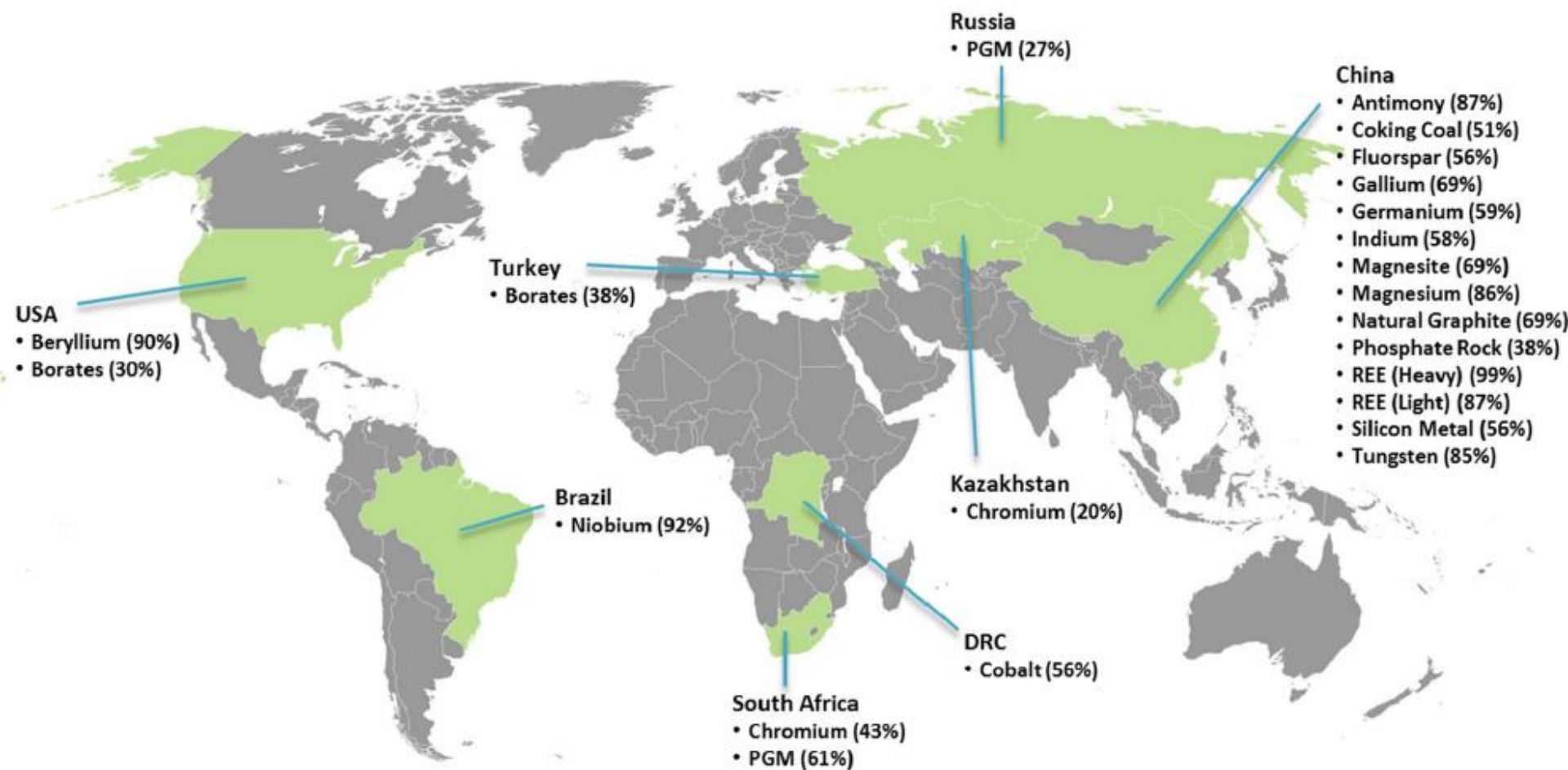
Table 2: Top three producing mining regions for selected metallic minerals (2006).

| Metal                   | First        | %  | Second       | %  | Third        | %  | Cum. % |
|-------------------------|--------------|----|--------------|----|--------------|----|--------|
| Rare Earth concentrates | China        | 95 | USA          | 2  | India        | 2  | 99     |
| Niobium-Columbium       | Brazil       | 90 | Canada       | 9  | Australia    | 1  | 100    |
| Antimony                | China        | 87 | Bolivia      | 3  | South Africa | 3  | 93     |
| Tungsten                | China        | 84 | Canada       | 4  | EU           | 4  | 92     |
| Gallium                 | China        | 83 | Japan        | 17 | -            |    | 100    |
| Germanium               | China        | 79 | USA          | 14 | Russia       | 7  | 100    |
| Rhodium                 | South Africa | 79 | Russia       | 11 | USA          | 6  | 96     |
| Platinum                | South Africa | 77 | Russia       | 11 | Canada       | 4  | 92     |
| Lithium                 | Chile        | 60 | China        | 15 | Australia    | 10 | 85     |
| Indium*                 | China        | 60 | Korea        | 9  | Japan        | 9  | 78     |
| Tantalum **             | Australia    | 60 | Brazil       | 18 | Mozambique   | 5  | 83     |
| Mercury                 | China        | 57 | Kyrgyzstan   | 29 | Chile        | 4  | 90     |
| Tellurium               | Peru         | 52 | Japan        | 31 | Canada       | 17 | 100    |
| Selenium*               | Japan        | 48 | Canada       | 20 | EU           | 19 | 87     |
| Palladium               | Russia       | 45 | South Africa | 39 | USA          | 7  | 91     |
| Vanadium                | South Africa | 45 | China        | 38 | Russia       | 12 | 95     |
| Titanium                | Australia    | 42 | South Africa | 18 | Canada       | 12 | 72     |
| Rhenium**               | Chile        | 42 | USA          | 17 | Kazakhstan   | 17 | 76     |
| Chromium                | South Africa | 41 | Kazakhstan   | 27 | India        | 8  | 76     |
| Bismuth                 | China        | 41 | Mexico       | 21 | Peru         | 18 | 80     |
| Tin                     | China        | 40 | Indonesia    | 28 | Peru         | 14 | 82     |
| Cobalt                  | Congo D.R.   | 36 | Australia    | 11 | Canada       | 11 | 58     |
| Copper                  | Chile        | 36 | USA          | 8  | Peru         | 7  | 51     |
| Lead                    | China        | 35 | Australia    | 19 | USA          | 13 | 67     |
| Molybdenum              | USA          | 34 | China        | 23 | Chile        | 22 | 79     |
| Bauxite                 | Australia    | 34 | Brazil       | 12 | China        | 11 | 57     |
| Zinc                    | China        | 28 | Australia    | 13 | Peru         | 11 | 52     |
| Iron ore                | Brazil       | 22 | Australia    | 21 | China        | 15 | 58     |
| Cadmium                 | China        | 22 | Korea        | 16 | Japan        | 11 | 49     |
| Manganese               | China        | 21 | Gabon        | 20 | Australia    | 16 | 57     |
| Nickel                  | Russia       | 19 | Canada       | 16 | Australia    | 13 | 48     |
| Silver                  | Peru         | 17 | Mexico       | 14 | China        | 13 | 44     |
| Gold                    | South Africa | 12 | China        | 11 | Australia    | 11 | 34     |

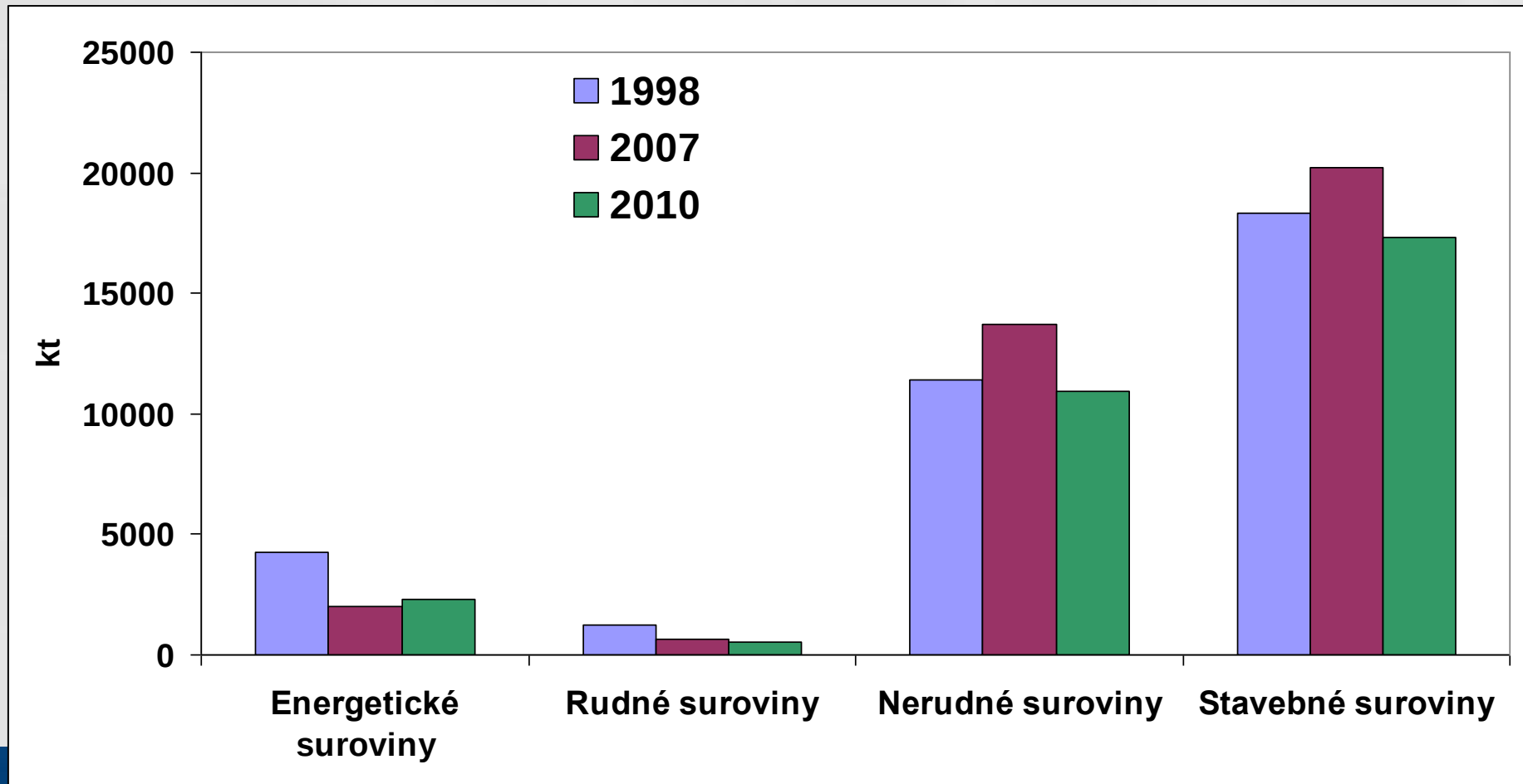
Data source: World Mining Data (2008). \* = World refinery Production (USGS, 2008) \*\* = USGS (2008)

# 2014 Kritické suroviny EU

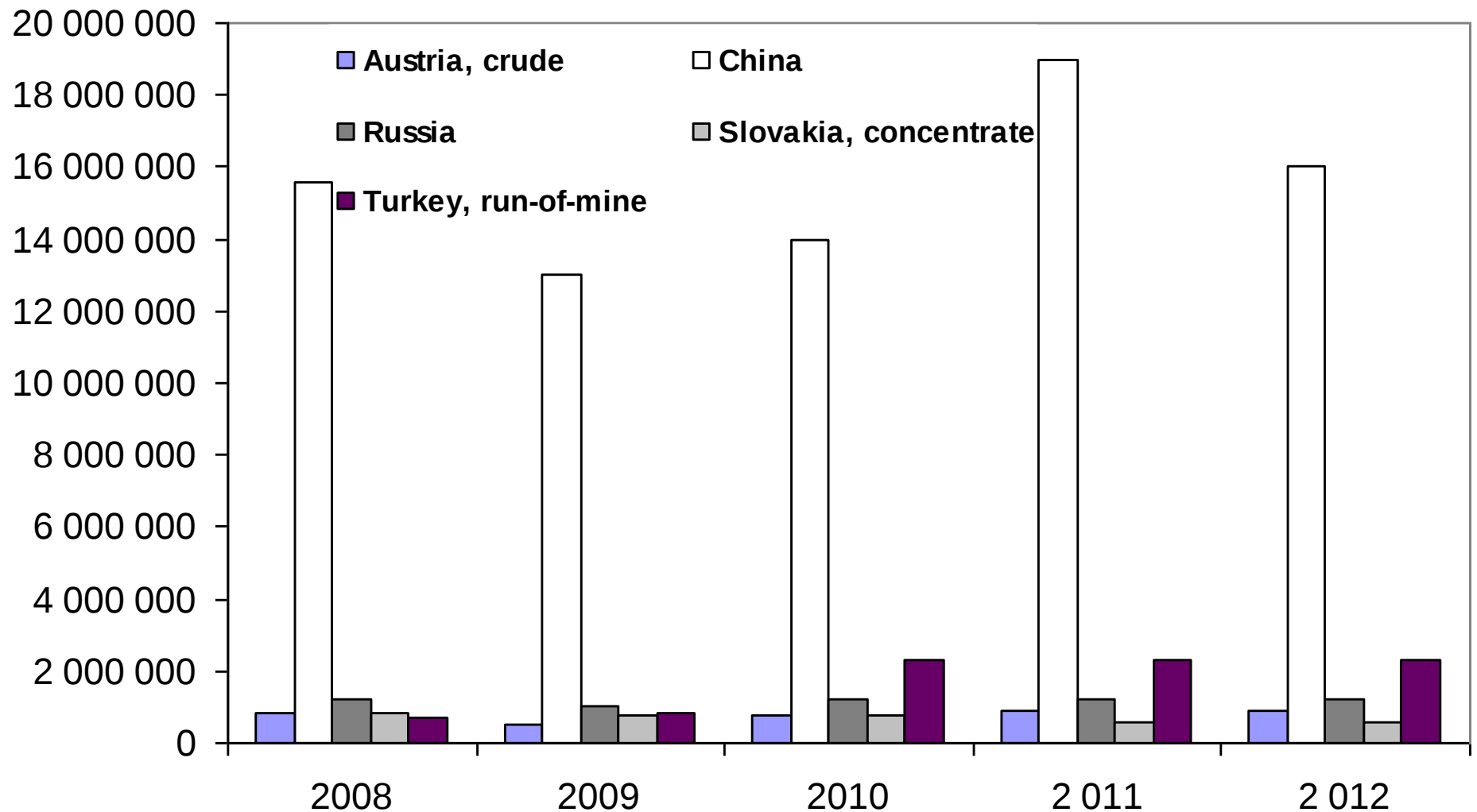




# Nerastné suroviny SR



# Svetová těžba magnezitu



21,2

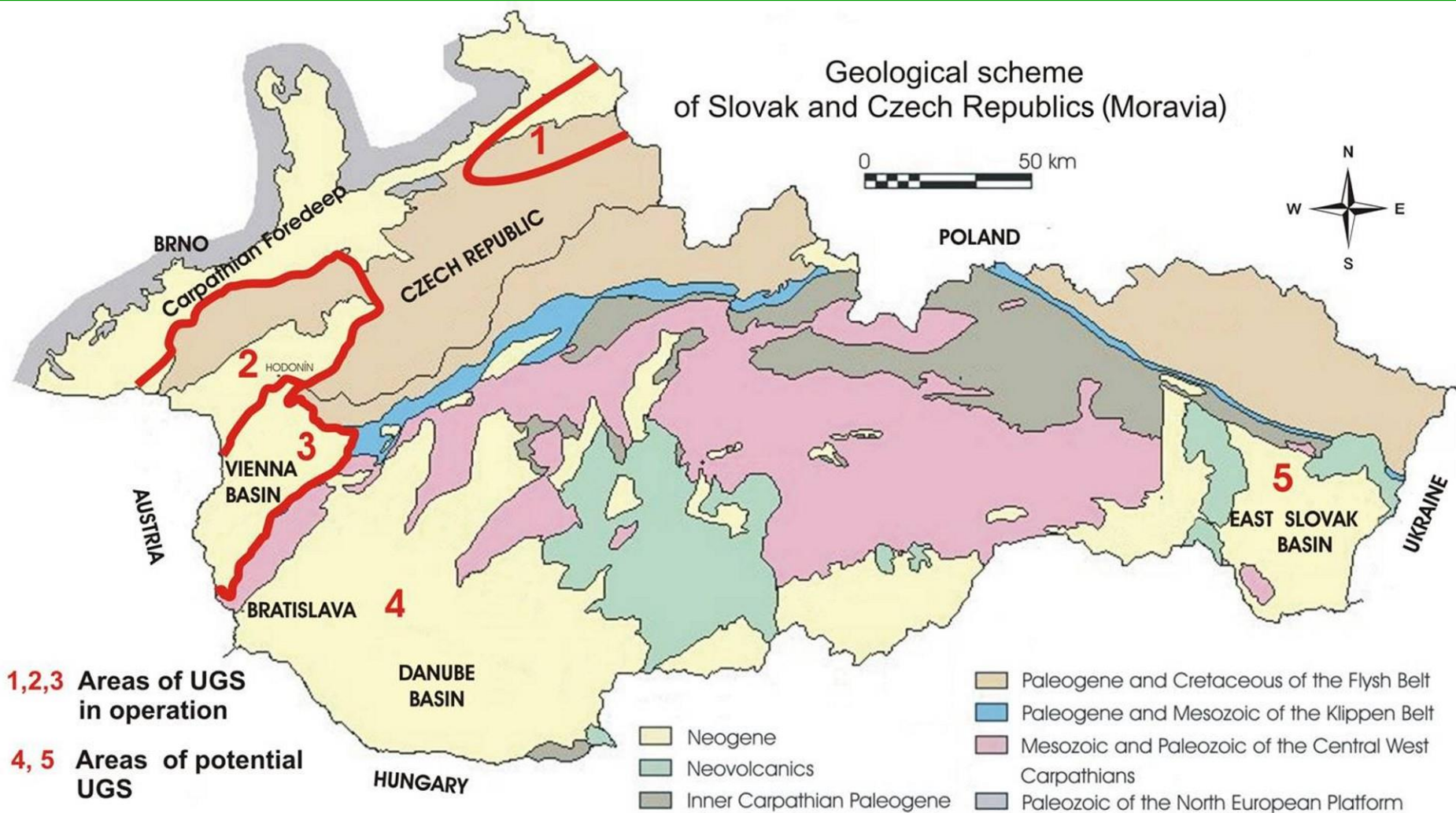
18,4

21,3

26,1

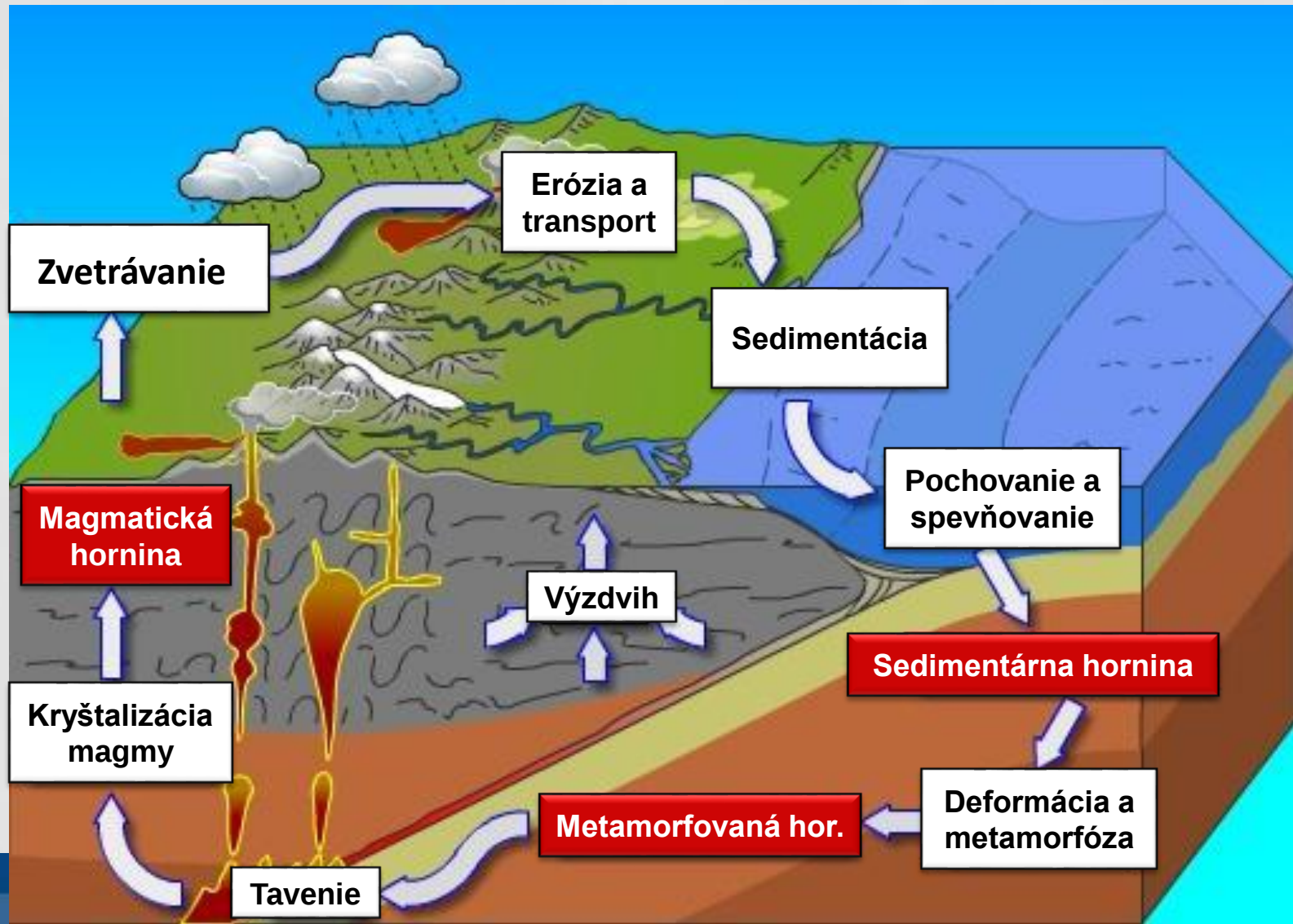
23,1 mil.t

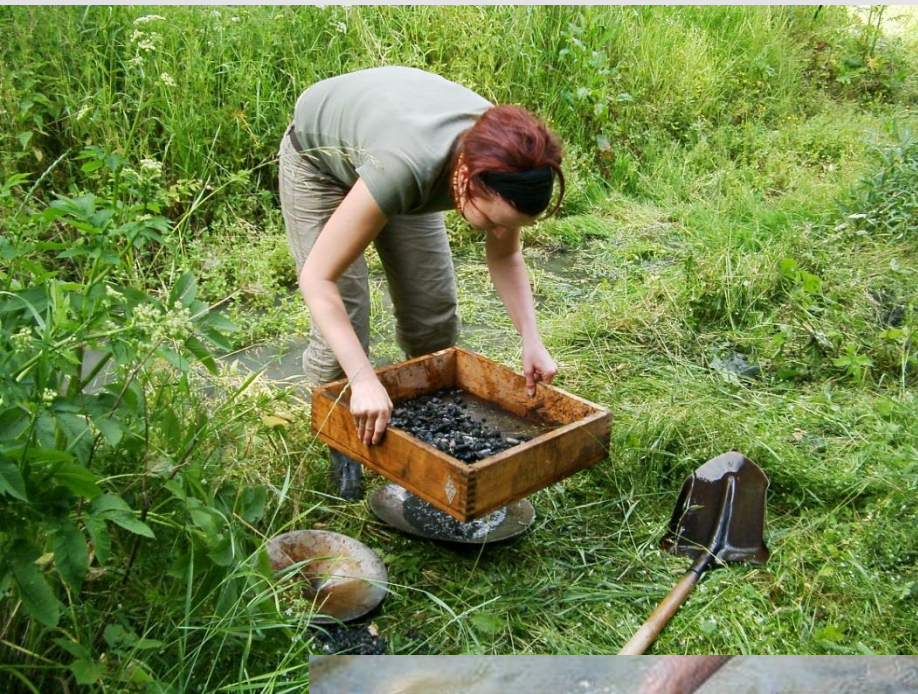
# Geological scheme of Slovak and Czech Republics (Moravia)



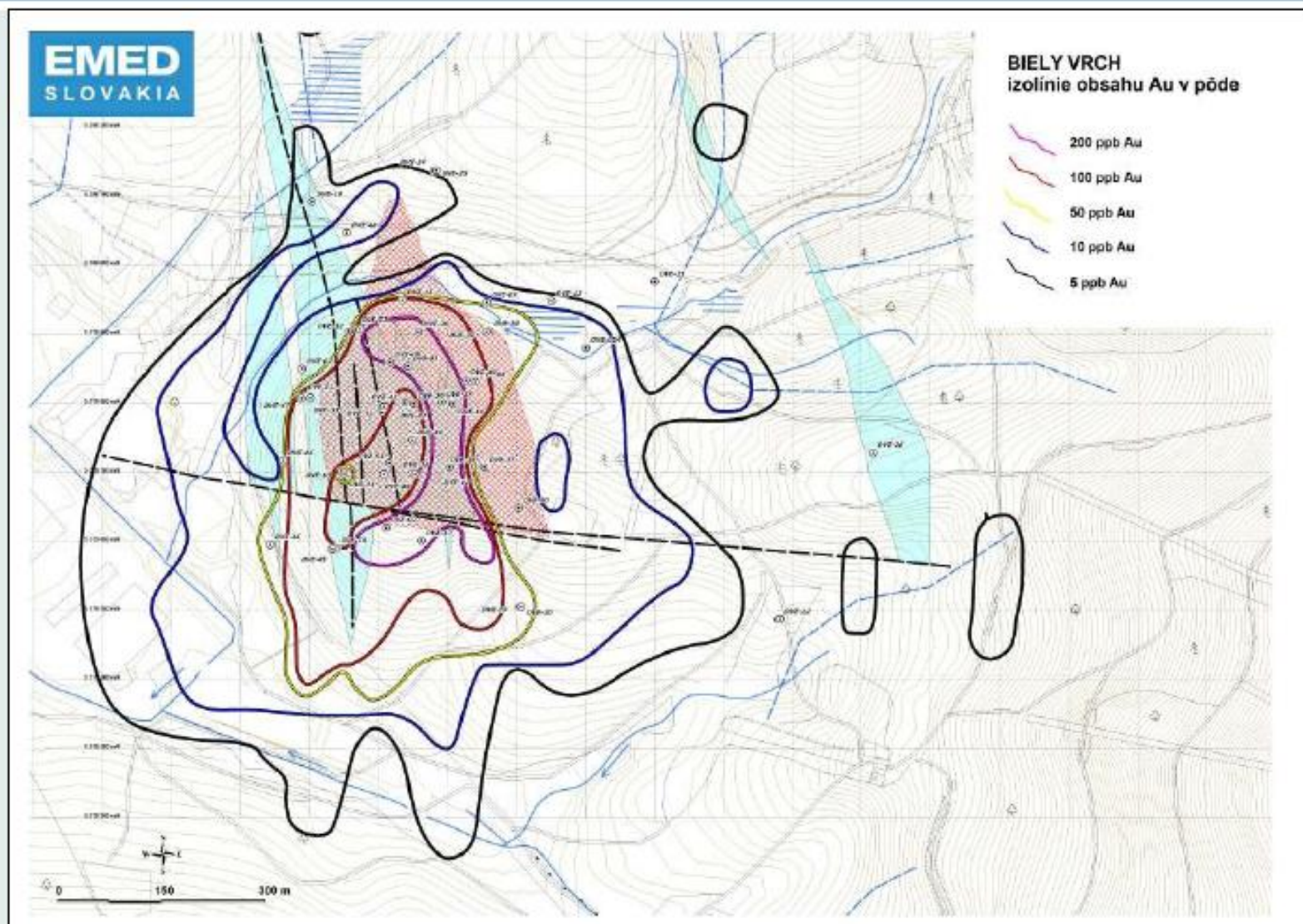
# Pedagogické a výskumné projekty

# Kde a ako vznikajú ložiská NS





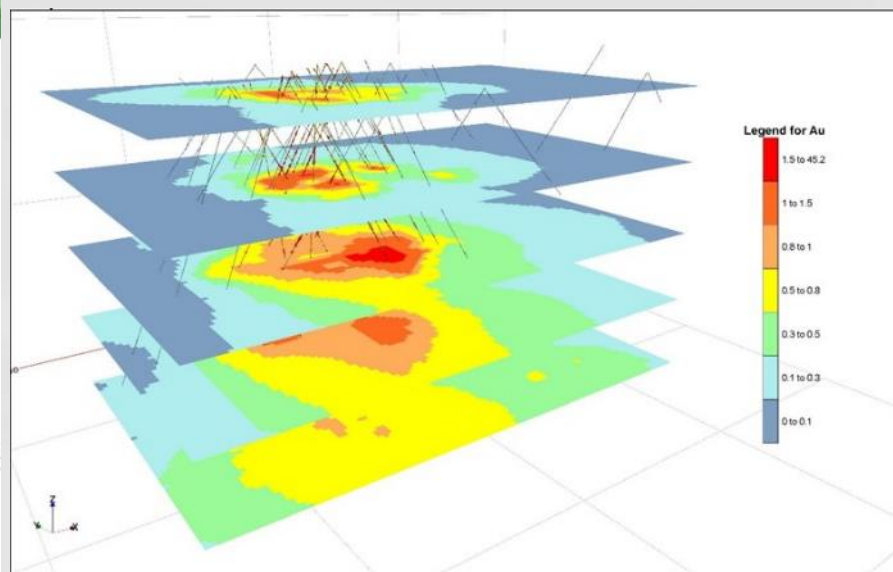
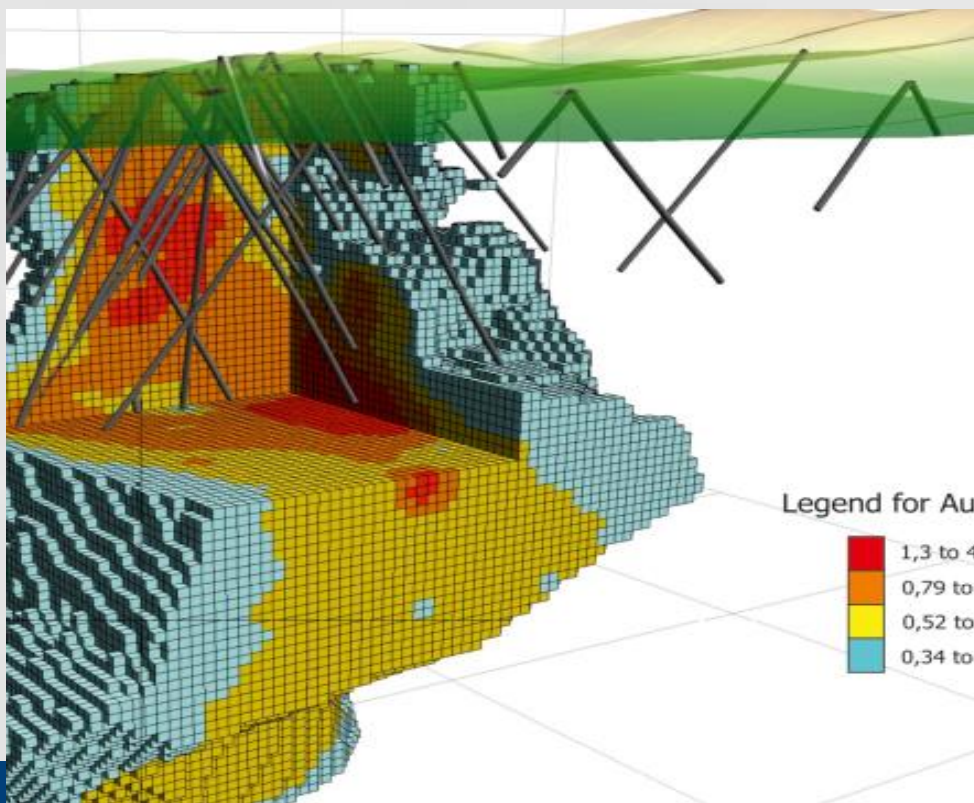
# Metalometria – obsah Au v pôdach



# Prospekcia (Prieskum)



# *Model distribúcie zlata na ložisku Biely vrch*



## Most, ČR, rekultivácia pôdy po ťažbe hn. uhlia



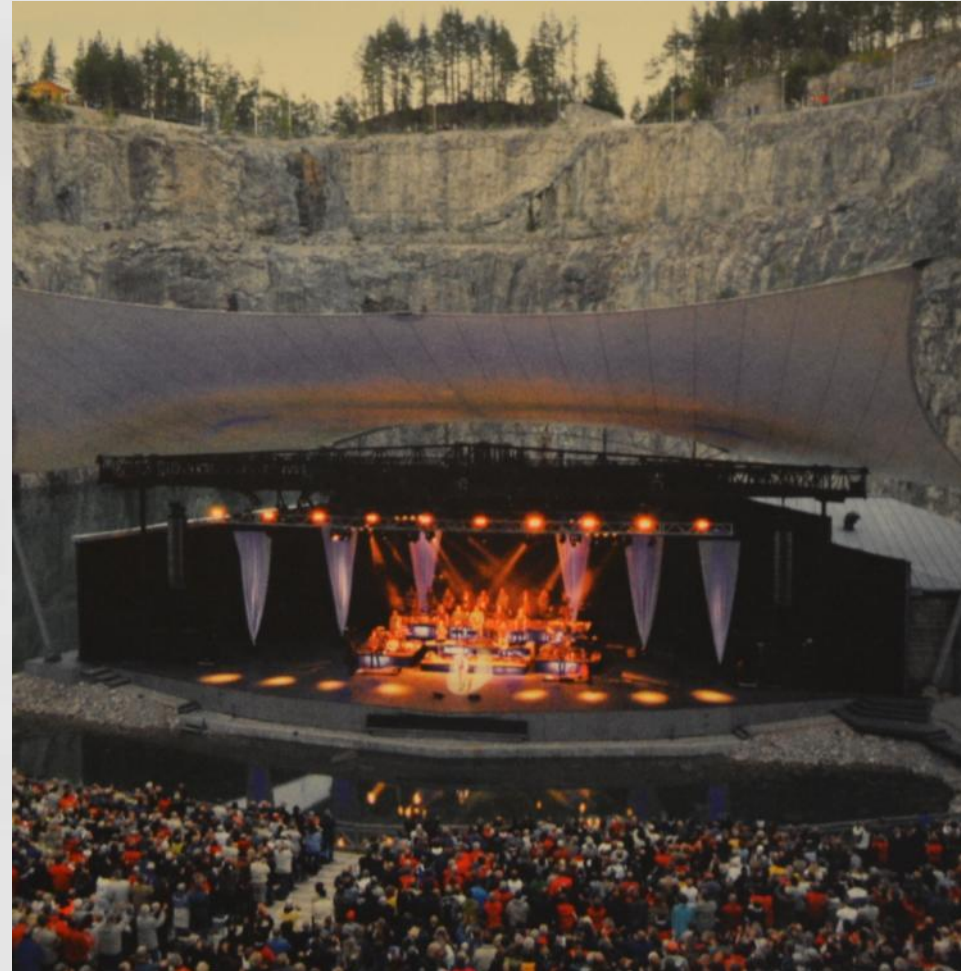
Hutchinson, USA, sol'ná baňa



## Essen, D, uhoľná baňa Zollverein



## Dalarna, S, vápencový lom





Atkins –  
Shimao Wonderland  
Intercontinental, Songjiang,  
Čína





**Wieliczka, PL, solná baňa**