

**Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta**

**Katedra fyzickej geografie a geoinformatiky**

**Kritické a strategické nerastné suroviny – kľúč  
k moderným technológiám a klimaticky neutrálnej  
ekonomike**

**prof. Mgr. Peter Koděra, PhD.**

*Katedra mineralógie, petrológie a ložiskovej geológie  
Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta*

TEXT K PREDNÁŠKE

2022

Realizované v rámci projektu KEGA 065UK-4/2021

Za posledných 15 rokov na Slovensku prevládal útlm a ukončenie ťažby na takmer všetkých dostupných rudných ložiskách, čo súviselo najmä s prechodom na trhovú ekonomiku. V poslednej dobe sa však opäť objavujú snahy na niektorých ložiskách ťažbu obnoviť a zároveň prebieha intenzívny prieskum pre vyhľadávanie nových ložísk. Pre pochopenie súčasného stavu v tejto oblasti ako aj perspektív slovenských rudných surovín je dôležité poznať základné faktory ekonomického významu rudných ložísk, charakter a vývoj prieskumných aktivít vo svete a vývojové trendy cien kovov na svetových trhoch.

## Historický vývoj ťažby kovov vo svete

Nerastné suroviny sú nevyhnutnou potrebou ľudskej spoločnosti a jej rozvoja. Človek ich využíva prakticky od doby kamennej, teda už 3 milióny rokov. Kameň bol základným stavebným materiálom, ale postupne sa naučil používať pazúrik na výrobu rôznych nástrojov, kremeň na založenie ohňa, soľ vedel využívať na konzervovanie potravy, a z ílových surovín dokázal vyrábať rôzne nádoby. Neskôr so začiatkom využívania prvých kovov v dobe bronzovej, teda zhruba pred 5000 rokmi, človek zvládol taviť rudy s kovmi s nízkou teplotou tavenia a to hlavne meď a cín. Objavená bola zliatina medi a cínu (bronz), ktorá bola odolnejšia a ľahšie odlievateľná ako meď alebo cín. Neskôr v dobe železnej (cca od r. 1200 p.n.l.) došlo k zvládnutiu úpravy a hutníctva železných rúd a odvtedy železo ostalo najpoužívanejším kovom až do súčasnosti. Od čias prvých vyspelých civilizácií až do obdobia priemyselnej revolúcie však človek vedel využívať len niekoľko kovov, a to okrem už spomínaných, ešte drahé kovy (Au, Ag) a olovo. Celkovo vo vývoji ľudstva však spotreba nerastných surovín neustále narastala, čo súviselo najmä s nárastom populácie.

Začiatok obdobia priemyselnej revolúcie znamenal zlom vo využívaní nerastných surovín. Rozlíšiť je možné 3 obdobia priemyselnej revolúcie. Prvá nastupuje v 18. storočí, kedy energia sa získavala najmä z uhlia a postupne sa začali využívať aj ďalšie kovy, ktoré boli kľúčové pre rozvoj mechanizácie a parných strojov. Od konca 19. storočia nastáva 2. obdobie priemyselnej revolúcie s nástupom elektrickej energie, spalovacími motormi a masívnym využívaním ropy a zemného plynu. Podstatne sa rozširuje aj škála využívaných kovov, kde masívne začína byť využívaný napríklad hliník, nikel, chróm, volfrám alebo molybdén. Tretie obdobie priemyselnej revolúcie začína koncom 20. storočia s významnejším využívaním jadrovej energie, elektroniky a počítačov. To znamenalo opäť ďalšie rozšírenie masívneho používania nerastných surovín o viaceré vzácne prvky, ktoré sú potrebné v moderných technológiách.

## Spotreba nerastných surovín v súčasnosti

Vo svete v priemere ročne ťaží 4 mld. ton uhlia, 3 mld. ton ropy, 2 mld. ton nerudných surovín, 0,5 mld. ton rudných surovín. V prepočte na 1 obyvateľa v rozvinutej krajine je to 4113 kg stavebného kameňa, 3861 kg štrkopiesku, 360 kg cementu, 220 kg ílov, 198 kg soli a 622 kg ostatných nerudných surovín. Z rudných surovín sa ročne spotrebuje 542 kg železa a ocele, 25 kg hliníku, 10 kg medi, 6 kg olova, 6 kg mangánu a 14 kg ostatných kovov. Globálna populácia vo svete stále rastie, je nás už 8 miliárd a do konca storočia nás bude cca 11 miliárd, čo je 40% nárast. S nárastom populácie a životnej úrovne však rastie aj spotreba kovov a ďalších nerastných surovín. V Európskej únii ťažba nerastných surovín prebieha v obmedzenej miere len v niektorých krajinách, a to najmä Fínsku, Švédsku a Španielsku. Príčinou je jednak vysoká hustota obyvateľstva, vyčerpanie ložísk ťažených v minulosti a relatívne prísna legislatíva. Dôsledkom je, že veľká časť surovín sa do EÚ dováža a mnohé sú importované na 100% z krajín mimo EÚ, pričom sú často nepostrádateľné pre rôzne odvetvia priemyslu.

## Kritické nerastné suroviny EÚ

Európska únia je závislá od dovozu veľkej časti nerastných surovín. Kvôli rizikám súvisiacich s obstaraním významných surovín pre krajiny EÚ sa Európska únia rozhodla určiť tzv. kritické suroviny, ktoré boli vybrané na základe ich ekonomického významu pre hospodárstvo a súčasne na základe rizikovosti ich obstarania. Zoznam kritických surovín je pravidelne aktualizovaný a po poslednej aktualizácii v roku 2020 je ich celkovo 30. Európska komisia sa snaží aplikovať stratégiu, kde závislosť od dovozu navrhuje znižovať využívaním domácich zásob, recykláciou a diverzifikáciou. Veľký dôraz je kladený na rozvoj strategických technológií z oblasti obnoviteľných zdrojov energie (fotovoltaika, veterné turbíny), elektromobility (trakčné motory, palivové články, batérie), robotiky, vesmíru a obrany (robotika, drony, 3D tlač, čipy). Pre viacešré technológie sú niektoré suroviny nenahraditeľné alebo len ťažko nahraditeľné, pričom riziko obmedenia ich dodávok do priemyslu je rôzne – od veľmi vysokého až po veľmi nízke. Najväčší dodávatelia kritických surovín EÚ sú v súčasnosti najmä Čína (najmä ťažké a ľahké prvky vzácnych zemín, kovový horčík, volfrám, skandium, grafit), Južná Afrika (prvky skupiny platinooidov), USA (berýlium), Brazília (niób), Kongo (kobalt), bauxit (Guinea), Turecko (boritany, antimón), Kazachstan (fosfor), Rusko (paládium).

## Recyklovateľnosť nerastných surovín

Časť spotreby je možné pokrývať recykláciou, avšak miera recyklovateľnosti jednotlivých prvkov je veľmi odlišná a pohybuje sa od 0% až po 75% (v prípade olova), najčastejšie v rozpätí 5 – 20 %. Napríklad smartfóny obsahujú až 40% rôznych kovov (celkovo asi 50, zvyšok je plast a keramika). Z kovov je tu napríklad Li, Co, Al (v batériách), Ta, Pd (v kondenzátoroch), Cu, Au, Ag (v el. obvodoch), Si, Ga, In, Pd (v čipoch), In (v displejoch), Nd, Dy, W (vo vibračných mechanizmoch a reproduktoroch). Väčšinu kovov v smartfónoch však nie je ekonomické recyklovať, lebo jednotlivé súčasti nie sú rozoberateľné a po rozomletí na prach je veľmi problematickej oddeliť veľké množstvo rôznych prvkov často vo veľmi malých koncentráciách. Získavanie kovov je preto zatiaľ podstatne ľahšie z hornín, v ktorých je podstatne menej kovov, ktoré sa dajú ľahšie odseparovať.

## Prognózy v oblasti nerastných surovín

Za posledných 200 rokov sa vyčerpala veľká časť fosílnych palív (ropa, plyn, uhlie), čo malo za následok porušenie globálnej rovnováhy uhlíka a celosvetové zmeny klímy. Vzhľadom na silnejúce snahy o výrazné zníženie emisii, ktoré by dokázalo spomaliť klimatické zmeny, je predpokladaný postupný útlm ťažby uhlia. Jeho najväčším producentom v súčasnosti je Čína. Vo svete je stále elektrina vyrábaná najmä z fosílnych palív (uhlie 38%, plyn 23%), v EÚ je to len mierne nižší podiel (celkovo 43%). V najbližších desaťročiach sa preto očakáva postupný prechod na obnoviteľné zdroje energie. Očakávaný je aj výrazný nárast v predaji elektrických vozidiel - zo súčasných menej ako 5 mil. kusov sa do roku 2040 očakáva nárast na 40 mil. kusov. Očakávaný je preto výrazný nárast v dopyte po kovoch pre nízko-emisné energie. Do roku 2050 napríklad narastie dopyt po grafito o 494 %, kobalte o 460 %, lítiu o 488 %.

## Charakteristika vybraných kritických nerastných surovín

### ***Prvky skupiny vzácnych zemín (REE)***

Prvky skupiny vzácnych zemín sa delia na ľahké (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu) a ťažké (Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu). Asociuje s nimi aj ytrium a tórium. Všetky tieto prvky sú striebrolej až sivej farby, majú vysoký lesk, sú dobré vodiče elektriny a majú silné redukčné vlastnosti. Väčšina z nich je paramagnetická (max. Ho) a silne fluorescenčná (obzvlášť Eu, Pr, Nd). Všetky rýchlo oxidujú na

vzduchu, dokonca mnohé horia pri zvýšenej teplote (napríklad európium pri 150-180°C). Zmes REE so železom je samozápalná. Označenie prvkov „vzácne“ je odvodené nie od ich nízkych koncentrácií v zemskej kôre, ale v dôsledku toho, že sa veľmi zriedka sa vyskytujú v koncentráciách, v ktorých je ekonomicky únosné ich ťažiť.

Drvivá väčšina týchto prvkov sa využíva ako zmes viacerých prvkov (95%), a to najmä ako katalyzátory pri rafinácii ropy a v automobiloch (35 % produkcie) a v hutníctve na odsírenie ocele (30 %), ďalej do zapaľovačov plynu, do mimoriadne pevných ocelí, do batérie (Ni-Cd), notebookov a smartfónov. Len malá časť sa využíva vo forme čistých kovov (5 %). Neodým, dysprózium a praeodým tvoria síce len okolo 20 % objemu zmesi vzácnych zemín, ale tvoria až 75 % ich hodnoty. Sú nepostrádateľné pri výrobe silných permanentných magnetov (Nd-B-Fe magnety), do veterných turbín, hybridných áut, reproduktorov a smartfónov. Túlium a yterbium sa využíva na kryštály do laserov. Európium a ytrium na výrobu displejov.

Svetové zásoby sú 120 000 000 t oxidov REE a nachádzajú sa v Číne (36%), Vietname (18%), Brazílii (18%) a v Rusku (10%). Svetová ťažba je 280 000 t oxidov REE a prebieha najmä v Číne (60%) a v USA (15%). Čína je dominantná na trhu s REE, čo využívala na manipuláciu s cenami zavedením exportné kvót od r. 2010. Okrem toho chcela motivovať presúvať továrne využívajúce REE do Číny). Hraničná koncentrácia pre ťažbu je 2-6% oxidov REE. Spracovanie rúd REE veľmi zaťažuje životné prostredie, keďže spracovanie rúd lúhovaním vytvára veľké objemy kyslých odpadov. Drvenie rudy a odkaliská zase produkujú radioaktívny prach, ktorý pochádza najmä z tória.

Na ložiskách sa prvky vzácnych zemín vyskytujú len ako zmesi REE s nekovovými prvkami (> 200 minerálov). K najvýznamnejším minerálom, ktoré sú ťažené, patria bastnázit-(Ce) - (Ce,La)(CO<sub>3</sub>)F, fluóropatit - Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F, monazit-(Ce) - (Ce,La,Nd,Th)PO<sub>4</sub>, xenotím-(Y) - YPO<sub>4</sub>. Ložiská REE sú viazané najmä na karbonáty, čo sú vzácne magmatické horniny s >50 % karbonátov, kde sa vyskytujú vo forme magmatických a hydrotermálnych mineralizácií. Môžu byť späté aj s alkalickými horninami tiež vo forme magmatických a hydrotermálnych mineralizácií. Významné sú aj zvetrávacie (lateritické) ložiská, kde môžu vznikáť pri tropickom zvetrávaní alkalických hornín bohatých na REE. Vzhľadom na to, že minerály REE sú odolné a majú pomerne vysokú hustotu, môžu sa akumulovať aj na ryžoviskách. Je dôležité, že jednotlivé typy ložísk majú iné podiely prvkov vzácnych zemín. Napríklad karbonatitová ruda má vysoký podiel céru, zatiaľ čo lateritová ruda má zvýšený obsah ytria. Najväčšie ložisko REE na svete je Bayan Obo v Číne, zabezpečujúce asi 45 % svetovej produkcie REE. Zásoby sú tu 100 mil. ton rudy so 6 % ľahkých oxidov REE (LREE), 1 mil. ton rúd s 0,13 % NbO a 1,5 mld. ton Fe rudy.

### **Kobalt (Co)**

Kobalt je šedobiely kov, ktorý je tvrdší a pevnejší ako oceľ. Je feromagnetický a nehrdzavejúci. Hlavné využitie kobaltu je v metalurgii na výrobu zliatin aplikovaných ako rýchlorezná oceľ a na vrtné hlavice. Superzliatiny s veľmi čistým kobaltom sa používajú na turbíny a čepele leteckých motorov. Významne rastúca spotreba je do nabíjateľných Li-iónových batérií vo forme Li-Co oxidov. Je súčasťou permanentných magnetov (Al-Ni-Co). V medicíne izotop <sup>60</sup>Co je gama žiarič, aplikovaný v lekárstve a v defektoskopii. Ďalšie využitie ja na katalyzátory niektorých chemických procesov a na farbenie porcelánu a skla (modrá farba).

Svetové zásoby sú 7 600 kt rudy a to najmä v Kongu (46 %) a v Austrálii (18%). Svetová ťažba v objeme 170 kt rúd je realizovaná dominantne v Kongu (71 %), čo je však veľmi nestabilná krajina s častými občianskymi vojnami, čo vplýva na veľkú osciláciu cien kobaltu na svetových trhoch. Hlavným producentom kobaltu je však Čína, ktorá ho ťaží v Kongu a rudu ďalej spracováva v Číne. Čína je aj najväčším spotrebiteľom kobaltu.

Na ložiskách sa kobalt nachádza najmä v arzeničnanoch a sulfidoch: v kobaltíne - CoAsS, skutterudite - CoAs<sub>3</sub>, glaukodote - Co<sub>0,5</sub>Fe<sub>0,5</sub>AsS, safflorite - CoAs<sub>2</sub> a linnéite - Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub>. Kobalt sa získava ako vedľajší produkt ťažby niklových a medených rúd. Sú to najmä Cu-Co hydrotermálne ložiská v sedimentoch so zdrojom kobaltu z lúhovania ultramafických hornín v podloží sedimentov, a zvetrávacie ložiská (Ni-Co laterity), ktoré vznikajú v tropických a subtropických oblastiach zvetrávaním ultrabázických hornín. Zriedkavejšie sú hydrotermálne žilné polymetalické ložiská.

Perspektívnou surovinou kobaltu sú konkrécie na morskom dne. Sú tu gigantické zásoby  $2,5 \cdot 10^{12}$  t s 25 % Mn, 1,5 % Ni, 1,5 % Cu, 0,2 % Co. Nachádzajú sa najmä v rovníkovej hlbokomorskej oblasti Tichého oceánu v hĺbke 4 – 6 km. Ich veľkosť dosahuje niekoľko milimetrov až centimetrov (max. 1 m,) a ich hustota na morskom dne dosahuje 20-70 kg konkrécií na  $m^2$ . Ťažba je technicky možná a odskúšaná bola sacími rýpadlami až do hĺbky 7 km. Náklady sú však zatiaľ príliš veľké. Slovensko je súčasťou konzorcia, ktoré tiež vlastní prieskumné územie na túto surovinu.

### **Lítium (Li)**

Je striebrolesklý, ťažný a relatívne mäkký kov. Má veľmi nízku teplotu tavenia (180,5 °C) a najmenšiu hustotu zo všetkých kovov (0,53 g/cm<sup>3</sup>). Je veľmi reaktívny a horľavý (uchováva sa preto v oleji) a na vzduchu oxiduje. Významnou vlastnosťou je jeho veľmi vysoký elektrochemický potenciál.

Väčšina produkcie sa využíva do článkov a akumulátorov (54%), ktoré sú ideálne pre opakované nabíjanie, preto majú rastúce využitie v elektromobilite a v rôznych oblastiach elektroniky. Hojne sa využíva aj na výrobu špeciálnych skiel a keramiky, keďže Li<sub>2</sub>O znižuje teplotu tavenia a viskozitu, čo umožňuje zlepšiť vlastnosti skla (napr. odolnosť voči zmenám teploty). Ďalej sa aplikuje na výrobu vysokoteplotných lubrikantov, ktorých súčasťou je LiOH. V jadrovej energetike roztavené lítium slúži na odvod tepla z reaktoru. Používa sa tiež na čistenie vzduchu od oxidu uhľnatého v uzavretých priestoroch (napr. ponorkách a vesmírnych lodiach). Soli lítia sú účinnou zložkou psychofarmák.

Súčasnú svetovú zásobu lítia sú 22 000 000 kt, pričom najväčšie sú v Čile (42%), Austrálii (26%) a Argentíne (10%). Svetová ťažba je 100 000 kt a dominuje v nej Austrália (55%), menej sa ťaží v Čile (26%) a v Číne (10%). Hraničná koncentrácia pre ťažbu pevných rúd je 1 % LiO<sub>2</sub>. Ložiská v soľných jazerách majú koncentrácie 0,1 % LiO<sub>2</sub>. Väčšina lítia sa spracováva v Číne, kde sa nachádzajú aj 2/3 výrobných kapacít Li batérií. V poslednom období cena lítia narástla o stovky percent v dôsledku narastajúceho dopytu po tejto komodite.

Ako rýdzy kov sa lítium v prírode nevyskytuje, len v mineráloch. Najvýznamnejšie pre ťažbu sú **spodumen** - LiAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, **petalit** - LiAlSi<sub>4</sub>O<sub>10</sub>, „**lepidolit**“ - K(Li,Al)<sub>3</sub>(Si,Al)<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH,F)<sub>2</sub> (prechodný člen medzi trilithionitom a polylithionitom) a „**cinvaldit**“ - KLiFeAl(AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>)(F,OH)<sub>2</sub> (prechodný člen medzi siderofylitom a polylithionitom). V prírode je hojný v morskej vode (0,18 ppm mg/l Li), ale najmä v evaporitových soľankách (20-1500 mg/l Li). Lítium sa ťaží v súčasnosti najmä z pegmatitov, ktoré reprezentujú produkt zvyškových magiem po kryštalizácii veľkých telies granitov. Významné ložiská sú aj v tzv. greisenoch a vzácno-prvkových granitoch, kde reprezentujú produkt špecializovaných (vysokofrakcionovaných) granitových magiem. V posledných rokoch bol v Srbsku objavený nový typ ložiska, kde lítium asociuje s bórom, tvoriac minerál jadarit. Prieskum tohto veľkého ložiska bol však z environmentálnych príčin zastavený. Najväčšie zásoby lítia sú v evaporitových soľankách (70 %), ktoré sa nachádzajú v soľných jazerách v arídnych oblastiach v Južnej Amerike. Ťažia sa tu čerpacími vrtmi, pričom lítium sa skoncentrováva odparovaním, preto proces výroby je pomalý a trvá 18 až 24 mesiacov.

### **Volfrám**

V podmienkach trhovej ekonomiky ich ťažba sa uskutočňuje tam, kde je to ekonomicky výhodné. Spravidla to bývajú ložiská s veľkými zásobami, vhodnou kvalitou rúd a možnosťou ich účinne a ekonomicky výhodne spracovať.

## Ekonomika vyhľadávania rudných ložísk

Vyhľadávanie nových ložísk sa realizuje postupne počas viacerých štádií:

1. *Vstup do oblasti – výber prieskumných území*
2. *Regionálny prieskum – povrchové prieskumné práce na prieskumných územiach*
3. *Ciele pre vrtanie – realizácia plytkých prieskumných vrtov*
4. *Pokračujúce vrtanie – rozšírenie vrtného prieskumu*
5. *Vrtanie pre ohraničenie ložiska*
6. *Predbežné zhodnotenie ekonomiky ložiska*
7. *Pozitívna štúdia ekonomiky ložiska*

Aby objekt-ložisko bolo pripravené na otvorenie a ťažbu, musí postupne prejsť všetkými štádiami, pričom po každom štádiu sa hodnotí, či v prieskume daného objektu pokračovať. Postupne sú eliminované tie objekty prieskumu, kde je šanca objaviť nové, ekonomicky ťažiteľné ložisko veľmi nízka.

Charakteristickou črtou podnikania v prieskume rudných ložísk je jeho vysoká rizikovosť. Priemerne vo svete len jeden z 1000 projektov sa dostane cez všetky štádiá, t.j. až k otvoreniu nového ložiska. Najrizikovejšie sú pritom vždy počiatočné štádiá, kedy sa ako neúspešných obvykle ukáže až 95% projektov. V dôsledku toho v tejto oblasti prieskumu pracujú predovšetkým malé prieskumné firmy (väčšinou akciové spoločnosti, registrované na veľkých svetových burzách). Pre akcionárov takýchto firiem je to istý druh hazardnej hry – v prípade úspešného vyhľadania kvalitného ložiska totiž hodnota zakúpených akcií spoločnosti mnohonásobne narastie. To vytvára ale aj priestor pre špekulácie a realizácie takého „prieskumu“, kedy reálna šanca nájsť ložisko v oblasti, na ktorú si firma kúpila prieskumné práva, je mizivá. Manažment firmy sa snaží vložiť len minimálne investície do prieskumných prác, avšak publikovaním vybraných „vhodných“ informácií dostať peniaze od akcionárov. Po určitej dobe a negatívnych výsledkoch prieskumu často firma skrachuje, avšak následne sa založí firma nová...

Neskoršie štádiá prieskumu vyžadujú veľké investície, a preto je to už väčšinou priestor len pre veľké prieskumné a ťažobné firmy, ktoré takéto investície môžu získať a „uniesť“ aj riziko prípadného negatívneho výsledku. Perspektívne ložiskové objekty sú odkupované týmito firmami od malých prieskumných firiem.

## Vývoj v podnikaní v prieskume rudných surovín vo svete

Za obdobie posledných 10 rokov došlo v podnikaní v oblasti prieskumu rudných surovín vo svete k významným zmenám. Najprv v období rokov 1997-2003 došlo k významnému poklesu investícií do prieskumných aktivít, a to o viac ako 50 %. Potom postupne došlo od r. 2003 ku zvratu a ku konjunktúre. Globálne rozpočty prieskumu sa vrátili ku hodnotám z r. 1997.

Príčiny krízy v rokoch 1997-2003 treba hľadať najmä v:

- poklese cien kovov na svetových trhoch,
- poklese dôvery prieskumných firiem ako dôsledok veľkého podvodu firmy Bre-X v r. 1997 (fabrikovaním falošných analýz „vytvorila“ neexistujúce obrovské ložisko zlata)
- súvisie s ekonomickou krízou vo východnej Ázii

Dôsledky krízy boli pre tento sektor podnikania veľmi dramatické. Došlo k spájaniu sa (skupovaniu) mnohých veľkých banských a prieskumných firiem. Úpadok postihol najmä malé prieskumné firmy (tzv. junior sector), z ktorých mnoho zaniklo. Obmedzenie prieskumných aktivít malo za následok úbytok skúsených prieskumných geológov, čo sa následne odrazilo v celkovej redukcii výdavkov v geológii, vrátane výučbových programov na univerzitách. Postupne logicky došlo aj k úbytku počtu novoobjavených ložísk.

Nárast intenzity prieskumných aktivít od r. 2003 úzko súvisí najmä s výrazným nárastom ceny takmer všetkých kovov, ktoré nielenže dosiahli úroveň pred krízou, ale niektoré aj naďalej trvalo rastú,

čo motivuje ešte zintenzívniť prieskumné aktivity. Preto v súčasnosti zo strany prieskumných firiem je veľký dopyt po skúsených ale aj začínajúcich mladých geológoch, ktorý by mohli pracovať vo vyhľadávaní ložísk.

K vzostupu cien došlo najmä u drahých kovov (Au, Ag, Pt), hliníka a cínu (2-3 násobne), farebných kovov (Pb, Zn, Cu: 3-4 násobne), niklu a molybdénu (10 násobne). Nárast cien je však aj do istej miery odraz poklesávajúcej hodnoty amerického dolára, keďže ceny kovov sú štandardne na burzách uvádzané v dolároch.

Najväčší nárast ceny však zaznamenal urán a to až 25-násobok pôvodnej ceny z rokov 1997-2003, pričom krivka rastu ceny má exponenciálny charakter a teda stále rýchlejšie rastie. Urán je energetická surovina na výrobu elektrickej energie (tvorí asi 20 % svetovej produkcie), pričom predstavuje relatívne ekologický zdroj, ktorý neprodukuje emisie CO<sub>2</sub>. Vo svete pritom stále dochádza k nárastu dopytu po elektrickej energii, a to najmä v krajinách s rýchlo sa rozvíjajúcou sa ekonomikou (India, Čína, Rusko). Obnovená dôvera v jadrovú energetiku umožňuje budovanie nových jadrových elektrární, ktoré však potrebujú ďalšie nové zdroje uránu. Zvýšený dopyt tlačí samozrejme cenu uránu nahor a motivuje prieskumné firmy hľadať nové zdroje tejto komodity.

## Perspektívy rudnej geológie

### **Prognózy pre blízku budúcnosť:**

Blízka budúcnosť bude ešte stále ovplyvnená dôsledkami krízy v rokoch 1997-2003. V dôsledku predošlých malých investícií do prieskumu bude stále dochádzať k zníženiu počtu novootváraných ložísk a to až do roku 2011. Stále bude rásť dopyt po geológoch pre vyhľadávanie nových ložísk. Prieskumné firmy sa budú snažiť pritiahnúť investície a skrátiť čas od fázy prieskumu k objaveniu ložiska. Bude tlak na racionálne financovanie prieskumu – t. j. neperspektívne objekty budú opúšťané čo najskôr, kým výdavky na prieskum daného objektu sa stanú príliš vysoké.

### **Prognózy pre vzdialenejšiu budúcnosť:**

S nárastom svetovej populácie a životnej úrovne rastie aj spotreba kovov. O 10 – 50 rokov sa predpokladá, že spotreba bude 2 – 3 x väčšia ako je v súčasnosti. Motorom pre zvyšovanie spotreby by mohlo byť aj znižovanie cien kovov, ak by k nemu opätovne v budúcnosti došlo. Je predpoklad, že napríklad 10-násobné zníženie ceny zvýši spotrebu kovov až 20-50 krát. Naopak, pri vysokých cenách kovov bude sa zvyšovať úloha recyklácie kovov a možnosti náhrady kovov s vysokou cenou inými, lacnejšími kovmi. Očakáva sa aj technologický pokrok v spracovaní rúd, najmä tých, ktoré sú dnes len ťažko spracovateľné a/alebo majú nízku výťažnosť kovov z rudy.

## Hlavné rudné ložiská na Slovensku

Napriek tomu, že Slovensko má bohatú históriu ťažby rúd, v súčasnosti sa ťažia už len dve rudné ložiská a to ložisko železnej rudy (sideritu) v Nižnej Slanej a v malej miere aj ložisko zlata Hodruša-Rozália. Takmer všetky historicky významné rudné ložiská sú bohužiaľ už vyťažené alebo zostali na nich len rudy nízkej kvality.

## Vyhľadávanie a prieskum rúd na Slovensku

Na Slovensku v súčasnosti na mnohých lokalitách prebieha vyhľadávací prieskum na zistenie nových ložísk rúd alebo overenie už známych ložísk. Vzhľadom na geologické predpoklady Slovenska a ceny kovov sú tieto aktivity zamerané najmä na vyhľadávanie drahokovových rúd (Au-Ag) a uránovej mineralizácie. Napriek tomu, že prieskumné územia (t.j. územia, prenajaté na prieskum rúd) pokrývajú

pomerne veľké oblasti Slovenska, reálny prieskum sa uskutočňuje len na niektorých z nich. K najvýznamnejším, väčšinou už bohaté medializovaným prípadom patrí prieskum v oblasti Kremnice na zlato a v oblasti Jahodnej na urán. Zatiaľ menej známy, ale tiež významný je prieskum v oblasti Javoria (lokalita Biely Vrch), kde sa zistila prítomnosť nového ložiska Au. Z ďalších prieskumných území možno spomenúť Pukanec (Au-Ag), širšiu oblasť Banskej Štiavnice (Au-Ag), Novoveskú Hutu (U), Brehov (Cu-Au).

## Záver

Vzhľadom na súčasný vývoj cien kovov vo svete a stále rastúci záujem prieskumných firiem nájsť nové ložiská kovov je predpoklad, že aj na Slovensku bude vyhľadávanie rudných ložísk pokračovať aj v najbližších rokoch. Moderné metódy prieskumu môžu aj na území, kde sa ložiská hľadali a ťažili už celé stáročia, priniesť stále nové objavy. Legislatívne podmienku na Slovensku sú pre prieskumné aktivity zatiaľ priaznivé, avšak v budúcnosti ďalší prieskum bude závisieť aj od toho, či ekonomicky ťažiteľné ložiská budú môcť byť aj otvorené a ťažené, keďže do ich vyhľadávania firmy musia vkladať nemalé prostriedky.

## Literatúra a zdroje informácií

- Bakoš, F., Chovan, M. a kol. (2005): Zlato na Slovensku. Vydavateľstvo Slovenský skauting, 299 s.
- Hall, D. J., Redwood, S. D. (2006): The Mineral Exploration Business: Innovation Required SEG Newsletter, 65, 1–15.
- Koděra, P., Lexa, J., Rankin, A.H. & Fallick, A.E. (2005): Epithermal gold veins in a caldera setting: Banská Hodruša, Slovakia. *Mineralium Deposita*, 39, 921-943.
- Lexa, J., Koděra, P., Kollárová, V. (2005): Zdroje fluíd a genéza porfýrových mineralizácií neovulkanitov. Čiastková záverečná správa, Bratislava, ŠGÚDŠ, 113 s.
- Lexa, J., Konečný, P., Ferenc, Š., Maťo, Ľ., Hók, J. (2007): Zdroje fluíd a genéza epitermálnych mineralizácií neovulkanitov, Čiastková záverečná správa, Bratislava, ŠGÚDŠ, 149 s.
- Newton, F. T., Collings, S. P., Little, B. C. (2006): Nuclear power update. SEG Newsletter, 67, 1–15.
- Rojkovič I., Lintnerová O., Uhlík P., Kraus I. (2005): Nerastné suroviny, Bratislava Univerzita Komenského, 179 s.
- Zuberec, J., Tréger, M., Lexa, J., Baláž, P. (2005): Nerastné suroviny Slovenska. Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava.
- [www.emed-mining.com](http://www.emed-mining.com)
- [www.infomine.com](http://www.infomine.com)
- [www.tournigan.com](http://www.tournigan.com)