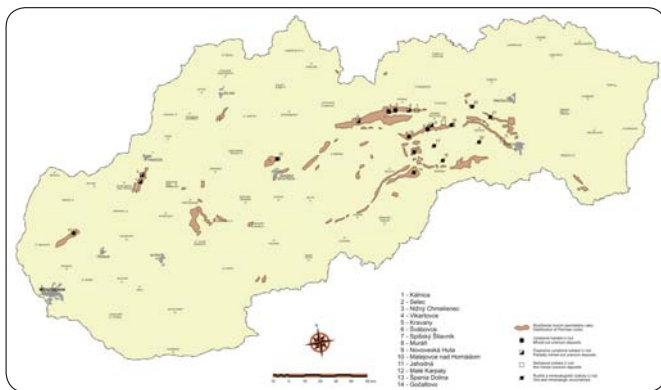


Surovinové zdroje uránovej mineralizácie z pohľadu možností ich využívania pre jadrovú energetiku

Energetika je kľúčovým faktorom, ktorý ovplyvňuje všetky odvetvia hospodárstva a je jedným z základných pilierov ekonomiky. Energetická bezpečnosť je súčasťou národnej bezpečnosti a je jedným z nástrojov k zabezpečeniu suverenity, politickej nezávislosti a ekonomickej bezpečnosti štátu. Pre dosiahnutie cieľov energetickej politiky, ktorá bola schválená uznesením vlády SR č. 29/2006, bolo, okrem iných základných priorít, stanovené využívanie jadrovej energetiky ako diverzifikovanej, ekonomicky efektívnej a primerane environmentálne akceptovateľnej možnosti výroby elektriny spolu so zabezpečením jadrovej bezpečnosti všetkých prevádzkovaných jadrových zariadení.

Mapa výskytu U rúd



Cieľom energetickej politiky SR v dlhodobom horizonte je:

- zabezpečiť taký objem výroby elektriny, ktorý pokryje dopyt na ekonomicky efektívnom princípe,
- zabezpečiť s maximálnou efektívnosťou bezpečnú a spoľahlivú dodávku všetkých foriem energie v požadovanom množstve a kvalite,
- znížovať podiel hrubej domácej spotreby energie na hrubom domácom produkte – znížovanie energetickej náročnosti.

Slovenská republika takmer 90 % primárnych energetických zdrojov zabezpečuje nákupom mimo teritórium vnútorného trhu EÚ. Jediným významnejším domácim energetickým zdrojom je hnedé uhlie, nakoľko vlastná ťažba zemného plynu a ropy je nevýznamná. Z tohto dôvodu neustále rastie význam obnoviteľných zdrojov energie, ktoré však v súčasnosti tvoria len malý podiel výroby energie. Na základe analýz možno v dlhodobom výhľade predpokladať, že hlavnú úlohu pri uspokojovaní spotreby energie na Slovensku zohrá hlavne vyššie využitie jadrového paliva.

Vlastností uránovej mineralizácie a jej využívanie

Uránovú mineralizáciu tvoria minerály s obsahom uránu, z ktorých najdôležitejší je oxid uraninit, z ostatných sú to fosfáty torbernit a autinit, silikát ceffinit a organický minerál antraxolit. Medzi najväčších producentov uránových rúd patrí Kanada, Austrália, Kazachstan, Nigéria, Rusko, Namíbia, Uzbekistan a USA. Spolu s Ukrajinou, Čínou, Juhoafrickou republikou a Indiou tvoria 98 % najväčších producentov uránových rúd na svete. Minimálna ťažnosť kovnatosti sa pohybuje od 0,02 do 0,1 U₃O₈ v

závislosti od genetického typu ložiska, spôsobu ťažby a životnosti ložiska. Produktom technologickej úpravy je koncentrát s obsahom 70 až 90 % U₃O₈.

V minulosti sa zlúčeniny uránu používali na výrobu farieb pre sklárstvo a keramiky, v rokoch 2. svetovej vojny a v rokoch tzv. studenej vojny na výrobu jadrových zbraní, v súčasnosti sa z uránu vyrábajú palivové články pre jadrové reaktory, slúži tiež na prípravu rádioizotopov pre medicínu a defektoskopiu. Z jadrových elektrární pochádza okolo 16 % celosvetovej výroby elektrickej energie. Jadrové palivo je veľmi efektívne v porovnaní napr. s uhlím, biomasou alebo obnoviteľnými zdrojmi energie, pretože z 1 gramu ²³⁵U vznikne úplným štípením až

75 600 MJ tepelnej energie. Výskum v oblasti efektívneho využitia jadrového paliva neustále napreduje. Optimalizácia prevádzok, dosahovanie vyššieho a efektívnejšieho využitia jadrového paliva, vyššie obohatenie a profilácia paliva a využitie gadolinia ako vyhorievajúceho absorbátora sú perspektívnym riešením pre optimalizáciu jad-

rového palivového cyklu a efektívne využitie primárnych minerálnych zdrojov uránu. Na strane druhej je veľká pozornosť venovaná ekologickým problémom využitia a jadrovej bezpečnosti.

Surovinové zdroje uránovej mineralizácie na Slovensku

Vyhľadávacie a prieskumné geologické práce na uránovú mineralizáciu na území Slovenska realizoval od roku 1947 do roku 1992 bývalý Uránový priemysel vo všetkých tektonických jednotkách Západných Karpát. Ťažisko prieskumných prác sa sústredilo na územiach budovaných permskými sekvenciami, ale tiež tieto práce boli vykonávané v kryštaliniku jadrových pohorí, v neovulkanických pohoríach a terciérnych panvách. Overených bolo niekoľko výskytov uránového zrudnenia (Kalnica, Selec, Nižný Chmelienc, Vikartovce, Kravany, Spišský Štiavnik, Muráň, Novoveská Huta, Matejovce nad Hornádom, Jahodná, Špania Dolina, Švábovce, Gočaltovo, Čučma, Peklisko, Stratená, Poráč, Branisko, Čierna hora, Bučina, Zimná dolina a Malé Karpaty). V ďalšom priebehu bolo overovaných 11 ložísk uránových rúd, vyťažené boli ložiská Muráň, Kravany a Vikartovce, čiastočne sa ťažilo na ložiskách Novoveská Huta, Švábovce, Nižný Chmelienc, Kalnica a Selec. Sumarizáciu týchto prác podáva v záverečnej správe z roku 2005 J. Daniel a kolektív (*Zhodnotenie geologických prác na U rudy vo vybraných oblastiach Západných Karpát na území*

Slovenska). Najvýznamnejšie ložiská na Slovensku sú ložiská Spišská Nová Ves – Novoveská Huta a Košice I.

Ložisko Spišská Nová Ves – Novoveská Huta tvoria dve rudné polohy. Najväčšie rozšírenie má prvá rudná poloha tvorená vulkanicko-sedimentárnymi brekciami, ktoré vystupujú aj na povrch. V úsekoch s intenzívnou pyritizáciou vystupujú rudné telesá šoškovkovitého tvaru s hrúbkou 0,5 až 3 m. Druhá rudná poloha je situovaná vo vrchnej časti intermediárných vulkanitov tvorených andezitmi a dacitmi, ktoré sú intenzívne alterované a zbrekčovatené. V tomto horninovom prostredí je situované rudné teleso s variabilnou hrúbkou (od 1 do 80 m) a s premenlivou kvalitou. Hlavnými úžitkovými minerálmi sú uraninit, U-Ti oxidy a molybdenit. Na ložisku je evidovaných 3 876 tis. t s kvalitou 0,093 % U a 0,024 % Mo. Pre úpravu uránového zrudnenia na ložisku bola skúšaná metóda kyslého vylúhovania, pri neutralizácii zbytkovej kyseliny, s výnosom 85 %. Najvhodnejšou technologickou úpravou môže byť alkalické tlakové vylúhovanie s výnosom až 90 – 95 %.

Ložisko Košice I bolo overené v ostatnej fáze prieskumných prác na rádioaktívne suroviny v roku 1985. Ide o ložisko, ktoré nevychádza na povrch, situované je do hĺbky 750 m od povrchu. Ložisko je známe pod názvom Jahodná (dnes Kurišková) a nachádza sa severozápadne od Črmeľa a Bankova v najvýchodnejšom výbežku severogemerického permského vývoja. Zrudnenie ložiska je viazané na polohy intermediárných vulkanitov a vulkanoklastik prevažne andezitového zloženia na kontakte s podložnými psamiticko-pelitickými sedimentami. Uránovo-molybdénové zrudnenie sa sústreďuje na podložné časti andezitových polôh. Rozmery overeného zrudnenia rôznej intenzity zaberajú plochu 360 x 960 m s vertikálnym rozpätím 120 až 150 m. Hlavným minerálom je uraninit, v menšej miere brannerit a molybdenit. Obsahy U značne varírujú, v priemere je to 0,427 % U, priemerný obsah Mo je 0,38 % a Cu 0,15 %. Na ložisku je evidovaných 1 396 tis. t bilančných zásob. Zrudnenie je klasickým procesom kyslého vylúhovania ťažko upravené, na základe laboratórnych skúšok je navrhnutá technologická schémadiametrickej predúpravy s následným dvojstupňovým alkalickým tlakovým vylúhovaním, pri ktorej sa predpokladá dosiahnuť optimálna výťažnosť U a Mo nad 90 %. Overené ložisko je pod miestnou erozívnou bázou, kolektorský komplex hornín



Mochovce (foto: Jozef Klinda)



sa vyznačuje nízkou priepustnosťou s dominantnou puklinovou priepustnosťou. Významným faktorom z aspektu budúceho využívania ložiska je stupeň zvodnenia početných zlomových štruktúr, ktoré sú v okolí ložiska zdrojom výverov puklinových prameňov na povrchu. Hoci sú evidované ložiská uránových rúd na Slovensku zaradené medzi malé ložiská, môžu mať v budúcnosti význam pre slovenskú jadrovú energetiku.

Stav súčasných prieskumných prác

V zmysle geologického zákona sa na určených prieskumných územiach SR v súčasnosti realizuje ložiskový geologický prieskum na uránovú mineralizáciu, prípadne aj na iné kovy, v etapách vyhľadávacieho a podrobného prieskumu. Ide o nasledovné prieskumné územia:

Kalnica – Selec (U rudy), Hôrka nad Váhom – Kalnica (U rudy), Kluknava I. (U – Mo – Cu rudy), Vikartovce (rádioaktívne nerasty), Zemplín (U – Cu – Zn rudy), Košická Belá – Jaklovce (U – Mo rudy), Vikartovce – Vyšná Šuňava – Spišská Teplica (U – Mo rudy), Dobšiná (Au, Ag, Sb, Co, Ni, Mo, Cu, Cd, Cd, Se, Bi, Sn, U), Chrasť nad Hornádom (Fe, Cu, U, Mo, sadrovec, anhydrit), Čermeľ – Jahodná (U – Mo – Cu rudy), Spišská Nová Ves (U – Mo – Cu rudy), Spišská Teplica (U – Mo – Cu rudy) a Kluknava (U – Mo – Cu rudy).

Najintenzívnejšie sú geologické práce vykonávané na prieskumných územiach Spišská Nová Ves a Čermeľ –

Jahodná spoločnosťou Ludovika Energy, s. r. o., Banská Bystrica.

Záver

V ostatných rokoch došlo v jadrovej energetike na Slovensku k viacerým zmenám. Zvyšuje sa výkon jadrových elektrární, zefektívňujú sa palivové cykly, zlepšuje a zvyšuje sa jadrová bezpečnosť, plánuje sa s dostavbou ďalších blokov a uvažuje sa o stavbe nových jadrových blokov. Slovensko sa v Európskej únii radí medzi krajiny, ktoré plánujú rozvíjať jadrovú energetiku aj v budúcnosti. Logickým riešením je preto opierať sa aj o vlastné zdroje uránového zrudnenia. Prehodnotenie otázky ťažby uránu na Slovensku úzko súvisí aj s radikálnym zvýšením cien uránu na svetových trhoch. Kým v roku 2000 bola cena uránu 8 USD/lb U_3O_8 , v roku 2004 to už bolo 20 USD/lb U_3O_8 a v roku 2008 bola cena U na úrovni 90 USD/lb U_3O_8 . S ohľadom na ohlasované počty nových jadrových blokov, ktoré sa majú začať stavať vo svete, je logické, že ceny uránu sa budú naďalej zvyšovať.

Vyžitíu uránu získaného zo slovenských ložísk najviac bráni verejná akceptácia a obavy verejnosti pred negatívnymi dopadmi ťažby a následného technologického spracovania uránovej rudy na obchodovateľnú komoditu. Preto je prístup verejnosti v dotknutých lokalitách ostro negatívny. Je potrebné rátať s dlhodobou a rozsiahlou informačnou kampaňou na celoslovenskej úrovni s nevyhnutnými motivačnými investíciami do

infraštruktúry dotknutých regiónov, ako aj so zabezpečením minimalizácie dôsledkov ťažby a úpravy uránovej mineralizácie na životné prostredie.

Oživovanie jadrovej energetiky vo svete, a taktiež na Slovensku, nereaguje len na stále sa zvyšujúce ceny ropy a zemného plynu, ale rieši aj významnejší faktor, akým je problém emisií skleníkových plynov a životného prostredia ako celku. Myšlienka využitia obnoviteľných zdrojov energie, ktorou veľmi často argumentujú mimovládne organizácie, je síce priaznivá a populárna, ale tiež to nie je lacná, ani technicky najschodnejšia cesta. Vodná, veterná a slnečná energia nedokáže pokryť stále sa zvyšujúcu energetickú spotrebu. Takže najperspektívnejšou alternatívou pre Slovensko sa javí rozvoj jadrovej energetiky, čo sa prejavuje i v rozhodnutí vlády SR o výstavbe 2 nových blokov v Mochovciach.

V súčasnosti sa na Slovensku viac než 55 % elektriny vyrába v jadrových elektrárňach. Je preto potrebné intenzívnejšie sa zaoberať aj prípravou na možné využitie domácich surovinných zdrojov najmä v súvislosti s rastúcou spotrebou elektrickej energie, jej stúpajúcou cenou a so znížením budúcej závislosti od dovozu energie z hľadiska dosiahnutia energetickej bezpečnosti.

Ing. Jozef Daniel
 Uranpres, s. r. o., Spišská Nová Ves
 Mgr. Ivan Mesarčík
 Ministerstvo životného prostredia SR Bratislava

Informačný systém významných geologických lokalít SR



Obr. 1

Vďaka pestrej geologickej stavbe a zložitému geomorfologickému vývoju sa na Slovensku nachádza množstvo geologických zaujímavostí. Niektoré lokality sú chránené v zmysle zákona č. 543/2002 Z. z. z 25. júna 2002 o ochrane prírody a krajiny najvyšším 5. stupňom ochrany ako národné prírodné pamiatky, prírodné pamiatky, národné prírodné rezervácie alebo prírodné rezervácie, niektoré sú vyhlásené podľa Dohovoru o ochrane svetového kultúrneho a prírodného dedičstva. Väčšina stratigrafických a paleontologických lokalít nie je zákonom chránená, avšak z vedeckého a študijného hľadiska sú to mimoriadne cenné geologické objekty, ktoré by mali ostať zachované pre budúce generácie ako geologické dedičstvo.

Projekt Ministerstva životného prostredia SR Informačný systém významných geologických lokalít SR začal v auguste roku 2008; predpokladané ukončenie projektu je koniec roku 2011. Cieľom je vytvoriť otvorený súbor 500 až 600 lokalít geologického dedičstva SR. Riešiteľom projektu je Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave.

V súčasnej etape riešenia projektu sme vytvorili základný súbor 451 lokalít, ktoré sú podľa charakteru rozdelené do 11 kategórií (v zátvorke riešiteľ danej témy):

- lokality metamorfítov paleozoika (prof. RNDr. Anna

- Vozárová, DrSc., PriF UK),
- lokality magmatitov (RNDr. Ján Madarás, PhD., ŠGÚDŠ),
- lokality mezozoika (doc. RNDr. Roman Aubrecht, PhD., PriF UK);
- lokality sedimentárneho paleogénu a neogénu (RNDr. Alexander Nagy, CSc., ŠGÚDŠ),
- lokality neogénnych vulkanitov (RNDr. Jaroslav Lexa, CSc., GÚ SAV),
- lokality kvartérnych sedimentov (RNDr. Juraj Maglay, ŠGÚDŠ),
- lokality historickej banskej činnosti (RNDr. Daniel Ozdín, PhD., PriF UK),
- mineralogické lokality (RNDr. Daniel Ozdín, PhD., PriF UK),
- hydrogeologické lokality (RNDr. Juraj Michalko, PhD., ŠGÚDŠ),
- geomorfologické a inžinierskogeologické lokality (RNDr. Pavel Liščák, CSc., ŠGÚDŠ).

Podklady pre mapu tvorili najmä geologickí sprievodcovia po Slovensku, vydaní pri príležitosti podujatí KBGA a IGC, ako aj významné monografie, napr. Mišík, M., 1976: Geologické exkurzie po Slovensku. Ďalej sa výber lokalít opiera o vlastnú erudíciu riešiteľov jednotlivých tém a štúdiom relevantnej literatúry. Na vytvorení mapy sa okrem hore uvedených riešiteľov podieľali tiež RNDr. Ladislav Martinský, ŠGÚDŠ, Mgr. Martin Bednarik, PhD., PriF UK, Mgr. Martina Ábelová, ŠGÚDŠ, Mgr. Gabriela Bystrická, ŠGÚDŠ, Mgr. Barbora Magulová, PriF UK, a Juraj Melicherčík, ŠGÚDŠ. Voľne stiahnuteľný súbor Mapy významných geologických lokalít SR sa nachádza na internetovej stránke

www.geology.sk, detail uvedenej mapy je zobrazený na obr. 1.

Na túto mapu bude naviazaná relačná databáza, ktorá bude obsahovať záväzné relevantné informácie k jednotlivým lokalitám, aktualizáciu súčasného fyzického stavu lokalít, polohopisné a výškopisné zameranie a dokumentáciu tých geologických fenoménov, ktoré boli rozhodujúcim kritériom pre zaradenie do systému významných geologických lokalít. Súčasťou mapovacích prác bude tiež systematická fotodokumentácia predmetných lokalít, prípadne muzeálnych a archívnych zbierok. Dôležitou súčasťou databázy bude príprava populárno-náučných textov k jednotlivým lokalitám. Texty budú spracované na edukačnej úrovni zodpovedajúcej študentom prírodovedy stredných škôl. K týmto textom bude vyhotovená aj anglická mutácia. V procese tvorby súboru významných geologických lokalít a naplnenia databázy očakávame tiež podnety od širokej odbornej i laickej geologickej komunity. Kontaktná adresa pre podnety a námety: pavel.liscak@geology.sk

RNDr. Pavel Liščák, CSc., ŠGÚDŠ Bratislava



Príklad významnej geologickej lokality (bloková deformácia – Dreveník) z informačného systému