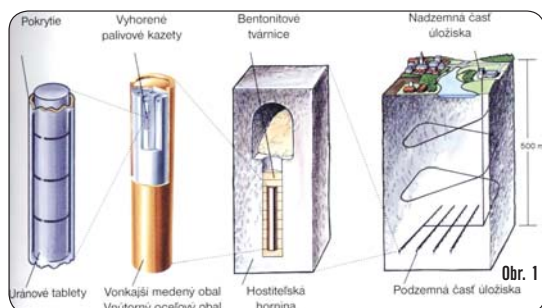


Výber lokalít pre hlbinné geologické úložisko rádioaktívnych odpadov v SR

Zvyšujúce sa energetické nároky rozvíjajúcej sa spoločnosti sú vážnym problémom súčasnosti. Vzhľadom k predpokladanému negatívnemu vplyvu skleníkového efektu sa zvyšuje podpora energetických zdrojov s nižšou produkciou skleníkových plynov. Alternatívne zdroje energie (solárna, veterná, geotermálna atď.) však neposkytujú dostatočnú kapacitu, a tak sa uvažuje o výraznejšej podpore jadrovej energetiky. Jadrové elektrárne sa významne podieľajú na tvorbe energie v pätnástich z dvadsiatich siedmich členských krajín EÚ a produkuje ju spolu 161 jadrových reaktorov v krajinách EÚ a vo Švajčiarsku. Významným problémom jadrovej energetiky (ekonomickým, technickým aj etickým) je doriešenie zadnej časti palivového cyklu – problému trvalého riešenia vyhořeného jadrového paliva a vysoko rádioaktívneho odpadu (VAO) – obr. 1.



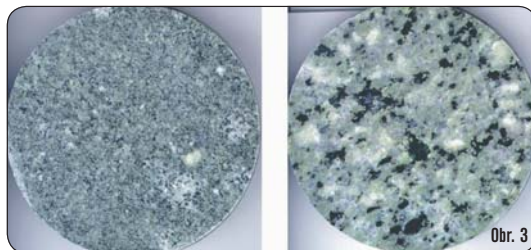
Každý štát produkujúci odpad má (alebo by mal mať) vlastný národný program nakladania s rádioaktívnym odpadom každého druhu (manažment rádioaktívneho odpadu). Ukladanie nízko a stredne aktívneho odpadu je riešené často povrchovými a podpovrchovými úložiskami. Na Slovensku je to Republikové úložisko RAO v Mochovciach. Z hľadiska finálneho riešenia je kritickým vysoko rádioaktívny odpad (VRAO) a vyhořené jadrové palivo (VJP), ktoré je potrebné ukladať za zvýšených bezpečnostných podmienok. Tento problém je nutné riešiť už v súčasnosti a nepresúvať riešenie na ďalšie generácie. Najviac prepracované programy ukladania VRAO a VJP majú vo Fínsku a Švédsku, a to napriek tomu, že nepatria ku krajinám s najväčšou produkciou rádioaktívneho odpadu. Existuje viacero možností nakladania s rádioaktívnym odpadom (napr. prepracovanie), avšak v každom prípade vzniká určité množstvo VAO, ktorých trvalé uloženie v povrchových úložiskách nie je z hľadiska bezpečnosti a ochrany životného prostredia akceptovateľné.

Vo svete zatiaľ jedinou relevantnou možnosťou riešenia problému ukladania VAO (neakceptovateľných pre povrchové uloženie) je ukladanie v hlbinnom geologickom úložisku (HÚ) – obr. 2. Hlbinné geologické úložisko musí zabezpečiť dlhodobú izoláciu rádioaktívneho odpadu od životného prostredia bez požiadavky na budúce generácie, že budú udržiavať integritu systému úložiska. Základnou požiadavkou na hlbinné geologické úložisko je zabezpečiť dlhodobú radiačnú ochranu obyvateľstva a životného prostredia v súlade s požiadavkami akceptovanými v súčasnosti.

Hlbinné geologické úložiská rádioaktívneho odpadu a vyhořeného jadrového paliva predstavujú rozsiahle podzemné inžinierske stavby, na ktoré sa kladú náročné požiadavky najmä z dôvodu ich bezpečnosti v priebehu niekoľko desiatich až stotisíc rokov. Izolácia rádioaktívneho odpadu od biosféry na veľmi dlhú dobu sa docieľa systémom viacerých násobných izolačných bariér. Z nich je práve litosféra považovaná za jednu z najvýznamnejších bez ohľadu na ďalšie detaily riešenia návrhu úložiska.

Vzhľadom k vysokým nárokom na bezpečnosť a kvalitu poznania prírodných podmienok je však nutné pri výskume využívať poznatky a metodické postupy viacerých vedných a technických odborov. Hlavnou úlohou inžinierskej geológie a geotechniky je zhodnotenie hostiteľského geologického prostredia ako prírodnej bariéry z hľadiska realizovateľnosti, stability a bezpečnosti, a to počas budovania a prevádzky hlbinného úložiska, ako aj po jeho uzavretí.

Vývoj HÚ je zložitý a dlhodobý proces, kde má geológia nezastupiteľnú kľúčovú úlohu, a to najmä vo fáze výberu a hodnotenia potenciálne vhodných lokalít. Na Slovensku sa realizuje prakticky od vzniku Slovenskej republiky a nadväzuje na predchádzajúci československý výskum. V súčasnosti je zhromaždená významná báza poznatkov o vhodnosti územia Slovenska na realizáciu HÚ od stanovenia kritérií hodnotenia, výber prieskumných území až po stanovenie relevantných geologických parametrov a bezpečnostných analýz.



Geologický výskum a prieskum v rámci programu vývoja HÚ na Slovensku

Výskumné a prieskumné programy za účelom vyhládavania vhodnej geologickej štruktúry pre HÚ sa v Slovenskej republike realizovali od deväťdesiatych rokov 20. storočia v rámci rezortov Ministerstva hospodárstva SR a Ministerstva životného prostredia SR, a to prostredníctvom viacerých projektov. V predchádzajúcom období MH SR financovalo tieto programy prostredníctvom Slovenských elektrární, a. s., pričom spomedzi viacerých organizácií sa na riešení geologických problémov významnou mierou podieľa skupina odborníkov zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave (ŠGÚDŠ). MŽP SR čiastočne financuje dané programy prostredníctvom sekcie geológie a prírodných zdrojov (SGaPZ), pričom hlavným vykonávateľom je taktiež ŠGÚDŠ. Programy sa navzájom dopĺňajú, pričom vo finančne menej náročných projektoch, realizujúcich sa prostredníctvom MŽP SR, sa dáva dôraz najmä na metodické aspekty a zabezpečenie vysoko odborného riešenia geologických otázok, ktoré sa následne implementovali do rozsiahlejších a finančne náročnejších programov riadených SE, a. s.

V nedávnej minulosti nastala vo vývoji HÚ určitá stagnácia, spôsobená najmä zmenami v štruktúre a kompetenciách jednotlivých organizácií zapojených v procese vývoja hlbinného úložiska. Medzi najdôležitejšie zmeny je možné zaradiť najmä novelizáciu legislatívy (Atómový zákon – zákon č. 541/2004 Z. z. a iné), zmeny v Národnom jadrovom fonde (ktorý predstavuje hlavný zdroj financií), presun kompetencií zo Slovenských elektrární, a. s. na Jadrovú a vyraďovaciu spoločnosť, a. s., (riadenie vývoja hlbinného úložiska).

V súčasnosti proces vývoja HÚ pomaly pokračuje. V rámci geologického výskumu prebieha geologický projekt s názvom *Zhodnotenie geologických a geoenvironmentálnych faktorov pre výber hlbinného úložiska vysokoradioaktívnych odpadov*, ktorý je zameraný na charakterizáciu kľúčových geologických činiteľov v sedimentárnom prostredí pre HÚ, so zameraním sa na rozvinutie a overenie metodických postupov geologického výskumu a prieskumu. Podobne existuje podpora a plány na spustenie ďalších etáp programu vývoja HÚ podľa odporúčaní dokumentu schváleného na úrovni MH SR a najmä





vlády SR s názvom *Návrh Stratégie záverečnej časti jadrovej energetiky* (uznesenie vlády SR č. 328/2008), ktorý definuje vývoj slovenského HÚ ako jednu z troch uvažovaných alternatív, pričom priamo podporuje pokračovanie geologického výskumu a prieskumu perspektívnych lokalít. Tento výskum má poskytnúť vysoko odborné a kvalifikované podklady a informácie pre konečné rozhodnutie smerovania riešenia problému existencie RAO neakceptovateľných pre súčasne RÚ v Mochovciach.

Výber perspektívnych geologických prostredí pre HÚ na Slovensku

Program hlbinného úložiska (HÚ) VRAO a VJP na Slovensku sa spustil krátko po rozdelení bývalého Československa. Pozostával z viacerých častí riešených rôznymi inštitúciami (objednávateľ prác – Slovenské elektrárne a hlavný koordinátor firma DECOM). Výberom vhodných lokalít pre HÚ VRAO a VJP, ako aj inými otázkami, sa zaoberal ŠGÚDŠ. Výskumné a prieskumné aktivity sa v predchádzajúcich etapách pri výbere vhodnej geologickej štruktúry pre HÚ riadili schváleným a neskôr inovovaným kritériálnym hodnotiacim procesom výberu lokality. Proces hodnotenia v sebe zahŕňa postupne narastajúcu kvalitatívnu mieru hodnotenia (odporúčania – požiadavky - kritériá) regionálnych – celkov v časovej postupnosti:

- Odporúčania – všeobecne (medzinárodne) akceptované zásady a podmienky vhodnosti geologického prostredia alebo územia. Je vhodné, ak sú splnené, ale nie sú predpísané;
- Požiadavky – špecifikované zásady a podmienky vhodnosti geologického prostredia alebo územia zá-

vážne pre výber územia alebo lokality;

- Kritériá – kvalitatívne a kvantitatívne definované podmienky vhodnosti, ktoré majú limitujúci charakter pre výber lokality.

Hodnotenie a selekcia regionálnych celkov boli v Programe vývoja HÚ vyhodneného jadrového paliva a vysokoaktívnych odpadov v SR navrhnuté takto: hodnotenie celého územia SR, výber štúdijských lokalít, výber kandidátskych lokalít a výber definitívnej lokality.

Postupným procesom hodnotenia dostupných informácií bolo v rámci SR vybraných viacero rozsiahlych záujmových území, ktoré sa bližšie hodnotili z hľadiska dlhodobého vývoja územia (neotektonika, geomorfologický vývoj územia), geologických rizík (seizmicita, geodynamické procesy), geologickej stavby, štruktúrno-tektonických pohybov, hydrogeologických pomerov, geochemických, inžinierskogeologických, termofyzikálnych vlastností hornín, výskytu prírodných zdrojov surovín a legislatívnej ochrany územia.

Uvažované perspektívne územia na potenciálne budovanie HÚ VRAO a VJP na Slovensku sú z geologického hľadiska lokalizované v prostredí granitoidných hornín kryštalickej masívov Západných Karpát – obr. 3 a v neogénnych sedimentárnych horninách Lučeneckej formácie, tzv. sečénsky (Szecseny) šlíř – obr. 4. V rámci záujmových území boli detailnejšie hodnotené špecifikované územia s menšou rozlohou.

V prvom rade je však nutné pri výbere potenciálnej lokality a budovaní HÚ RAO zdôrazniť potrebu vysokého štandardu spoľahlivosti a kvality získaných údajov (časová náročnosť na ich získanie) o potenciálnom hos-



titelskom prostredí v slovenských podmienkach v zmysle platných domácich a zahraničných predpisov (napr. štandardy organizácií MAAE, resp. International Commission on Radiological Protection). Na ich základe bude možné prijať zodpovedné rozhodnutie o vhodnej kandidátskej, prípadne definitívnej lokalite HÚ aj s nevyhnutnou podpornou odbornou argumentáciou pre dotknuté domáce aj zahraničné inštitúcie, prípadne verejnosť. V tom je zahrnutá aj nevyhnutnosť dlhodobých neprerušovaných monitorovacích prác pre relevantné hodnotenia v rámci hydrogeologického, hydrogeochemického, inžinierskogeologického a geomorfologického výskumu, čo zabezpečuje zvýšenie interpretačnej úrovne informácií a overenie získaných údajov, možnosť vstupu do modelov, ich verifikácia a kalibrácia. Tieto dlhodobé sledovania nebude možné v budúcnosti v žiadnom prípade nahradiť vzhľadom k tomu, že ich hodnota je priamo úmerná dĺžke pozorovania.

Igor Štaninka, Jana Frankovská a Jozef Kordík
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava

Čo je nové na www.geology.sk?



„Vstupná brána“ mapového servera ŠGÚDŠ na www.geology.sk

Webovú stránku ŠGÚDŠ sme začiatkom apríla 2008 rozšírili o dve služby, ktorých absenciu sme si už dlhšiu dobu uvedomovali. Ide o **Mapový server** a **Digitálny archív**.

Väčšina dát vznikajúcich na pôde ŠGÚDŠ sú priestorovo orientované, t. j. svojou polohou sa viažu na zemský povrch. Tieto dáta boli skôr dostupné iba pre úzku skupinu IT špecialistov – tvorcov geografických informačných systémov (GIS). Hlavným cieľom **Mapového servera** je umožniť prácu s mapovými podkladmi tvorenými predovšetkým pracovníkmi ústavu priamo v prostredí internetu. Na prácu s nimi nepotrebujete vlastnú špecializovanú a finančne náročnú GIS software a ani zdrojové dáta nemusíte mať stiahnuté vo svojom počítači. K jednotlivým mapám prístupujete priamo cez internetový prehliadač.

V archíve Geofondu sa nachádza viac ako 87 000 záverečných správ. Nie je vždy jednoduché v takom veľkom množstve textového a grafického materiálu nájsť informácie, ktoré potrebujete. On-line prístupom cez **Digitálny archív** sa k bibliografickým údajom a informáciám zo záverečných správ dostanete podstatne jednoduchšie a rýchlejšie. Obidve tieto služby sú výsledkom riešenia geologickej úlohy **Geologický informačný systém** (GeolIS). Na riešení tohto projektu sme začali pracovať na konci roku 2005. Projekt je plne hrađený Ministerstvom životného prostredia SR.

Ciele a výstupy

Hlavným cieľom riešenia geologickej úlohy je vybudovať otvorený informačný systém o geológii, vrátane databáz



87 000 správ, čo predstavuje cca 1,5 km

geologických údajov a prístupu k informáciám cez internet. Jedným z hlavných výstupov je samotný portál GeolIS-ŠGÚDŠ, ktorého súčasťou sú aj vyššie spomínané aplikácie.

K čiastkovým cieľom tejto úlohy patria:

- záväzná štruktúra jednotlivých okruhových geologických údajov vypracované na základe analýzy súčasného stavu a potrieb všetkých zainteresovaných zložiek,
- vypracovanie architektúry systému vrátane stanovenia používateľskej hierarchie a zabezpečenia systému,
- tvorba a údržba databáz,
- vývoj klientskych aplikácií,
- v čo najväčšej miere spracované a sprístupnené hodnotnoverné geologické údaje.

Pozn. red.: Ďalšie informácie o Mapovom serveri a Digitálnom archíve sa dočítate v prílohe na s. 7 – 8.

RNDr. Štefan Kácer, Ing. Miroslav Antálík
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava



„Vstupná brána“ do Digitálneho archívu Geofondu