



RNDr. Jaroslav Skopový

RNDr. František Woller

Ústav jaderného výzkumu a.s. Řež

GEOLOGICKÉ ASPEKTY HLUBINNÉHO ÚLOŽIŠTĚ V ČR

Úvod

Program vývoje hlubinného úložiště vysoce radioaktivních odpadů a vyhořelého paliva (HÚ VAO a VP) v České republice předpokládá uložení těchto materiálů do speciálně vybudovaného důlního díla v hloubkách mezi 500 a 1 000 m pod současným povrchem.

S ohledem na nebezpečnost uložených materiálů je nutno tyto izolovat od biosféry na dobu v řádu desítek tisíc let. K zajištění tohoto požadavku bude použit multibariérový systém, tedy kombinace přírodní bariéry (geologického prostředí) a několika inženýrských bariér.

Přírodní bariéra má v rámci multibariérového systému některá specifika. Za nejpodstatnější lze považovat tato:

- předpokládá se, že jedinečně přírodní bariéra, resp. její izolační funkce, bude účinná po celou dobu, po kterou je nutno izolovat uložené odpady od biosféry,
- na rozdíl od inženýrských bariér, které budou konstruovány na základě zjištění konkrétních existujících podmínek, lze přírodní bariéru (geologické prostředí) pouze s většími či menšími nejistotami popsat.

Základní požadavky na geologické prostředí

Pro geologické (hostitelské) prostředí, ve kterém bude hlubinné úložiště situováno, je možno definovat následující základní požadavky:

- plošný rozsah cca 10 km², hloubkový dosah min. 1 200 m,
- seizmická a geodynamická stabilita širší oblasti,
- co nejjednodušší geologická stavba, která je podmíněna petrografickou homogenitou, minimálním výskytem žil, ker cizorodých hornin a hydrotermálních přeměn,
- minimální tektonické porušení,
- jednoduché hydrogeologické podmínky s minimální propustností a co nejnižšími filtračními rychlostmi,
- absence ložisek nerostných surovin či akumulací, které by mohly v budoucnu představovat využitelné surovinové zdroje.

Optimální geologické prostředí, které co nejvíce vyhovuje výše uvedeným základním požadavkům může být v konkrétních případech

reprezentováno různými typy hornin. V každé zemi, která je nucena se problematikou uložení vysoce radioaktivních odpadů a vyhořelého paliva zabývat, je výběr hostitelského prostředí limitován z geologického hlediska možnostmi, které skýtá geologická stavba konkrétního státního území.

Hostitelská prostředí ve světě

Přes výše uvedené konstatování je možno vysledovat, že v celosvětovém měřítku se pozornost soustřeďuje na několik málo horninových typů. V nejnovější publikaci, která shrnuje výsledky popisovaných aktivit z celého světa /1/ jsou uvedeny poznatky z 26 zemí Evropy, Severní Ameriky a Asie. Pokud se týká uvažovaného hostitelského prostředí, lze fakta obsažená v citované práci sumarizovat takto:

Z 18 evropských zemí dvě dosud neuvedly, jaké geologické prostředí uvažují. Zbývající země uvažují v devíti případech jeden horninový typ, v sedmi případech pak dva různé typy. V devíti případech jsou uvažovány granitoidní horniny, v sedmi případech jíly a v pěti případech solné formace. Jedenkrát se ve výběru objevují vulkanické horniny a jedenkrát sliny.

V Severní Americe uvažuje jedna země jako hostitelské prostředí tufy, druhá pak granitoidní horniny.

Ze šesti asijských zemí dvě dosud neuvedly, jaké horninové prostředí považují na svém státním území za optimální. Ze zbývajících zemí jedna uvažuje dva horninové typy, ostatní tři po jednom. Ve třech případech jsou uvažovány granitoidní horniny, po jednom bazalty a jíly.

Celosvětově je tedy ve 22 zemích sledováno na různém stupni rozpracování 30 horninových typů jako uvažované hostitelské prostředí. Z tohoto celkového počtu se v 13 případech, tedy ve 43% případů jedná o granitoidní horniny, v 8 případech (27%) o jíly, v 5 případech (17%) o solné formace a 4 případy (13%) připadá na jiné horninové typy.

Rozbor situace v České republice

Rozborem možností, které nám poskytuje geologická stavba Českého masivu lze poměrně jasně vymezit hostitelské prostředí, u něhož je možno předpokládat možnost splnění výše uvedených obecných požadavků.

V terciérních sedimentech mohou teoreticky přicházet v úvahu pouze značně mocné a litologicky homogenní polohy jíílů. Největší, nikoliv však dostatečné mocnosti jíílů jsou vázané na sedimenty chebské a sokolovské pánve. S ohledem na prostorovou sblíženost s ložisky hnědého uhlí, hydrogeologické poměry a rovněž na v Českém masivu neobvykle vysokou seizmickou aktivitu v oblasti je úvaha o využití těchto hornin pro popisované účely zcela nereálná.

Terciérní vulkanity neodpovídají požadavkům na plošný rozsah a hloubkový dosah a pokud se seizmické aktivity širší oblasti jejich výskytů týká, je třeba konstatovat totéž, co už bylo řečeno o terciérních jíílech.

Ze sedimentů české křídové pánve mohou teoreticky přicházet v úvahu značné mocnosti vápnitých jíílovců a slínovců turonského a coniackého stáří. Tyto sedimenty jsou vyvinuty na dosti rozsáhlém území ve značných mocnostech. Jejich homogenita však není příliš vysoká. Dalším limitujícím faktorem je komplikovaná hydrogeologická situace.

Paleozoické sedimenty je možno považovat za nevhodné jak s ohledem na jejich litologii a variabilitu, tak na značné tektonické postižení. Totéž je třeba konstatovat o proterozoických horninách Barrandienu a Železných hor.

Komplexy metamorfovaných hornin na území České republiky se bez ohledu na své stáří jeví jako geologicky velmi komplikované a obtížně popsatelné. Významný problém představuje zejména výskyt petrograficky odlišných poloh, kolísání stupně metamorfózy a vesměs složitý strukturní vývoj.

Bazické plutonity na našem území jsou s výjimkou kdyňského masivu nevyhovující svým plošným rozsahem. Pokud se týká kdyňského masivu samotného, jde o těleso s velmi komplikovanou geologickou stavbou a tedy vysokou petrografickou variabilitou. Navíc jsou v prostoru kdyňského masivu registrována epicentra zemětřesení, jejich přítomnost je dána tektonickou pozicí masivu.

Z hlediska obecných požadavků se jako nejpříznivější horninový typ na území České republiky jeví variské a kadomské granitoidní masivy. Granitoidy jsou reprezentovány jednak značně rozsáhlými tělesy, jakými jsou např. středočeský pluton či moldanubický pluton, jednak tělesy menšího rozsahu (např. jihlavský masiv, kladrubský masiv a mnohé další). Většina granitoidních masivů má požadovanou rozlohu, u naprosté většiny můžeme na základě existujících informací předpokládat potřebný hloubkový dosah. V řadě případů se jedná o tělesa, u nichž je

možno předpokládat požadovanou homogenitu, resp. u rozsáhlých a svojí stavbou komplikovaných těles jakým je např. středočeský pluton, lze vymezit dostatečně rozsáhle homogenní a tektonicky méně postižené partie. S ohledem na genezi granitoidních masivů lze reálně předpokládat, že je bude možno s využitím moderních metod popsat s potřebnou nízkou mírou nejistot.

Na základě výše uvedených charakteristik jsou u nás považované granitoidní masivy za nejperspektivnější horninové prostředí z hlediska situování hlubinného úložiště vysoce radioaktivních odpadů a vyhořelého paliva.

Porovnáme-li vývody naší úvahy se stavem v ostatních zemích, kde je obdobný problém sledován, pak můžeme konstatovat, že v České republice je uvažován jako hostitelské prostředí z celosvětového hlediska v tomto smyslu nejfrekventovanější horninový typ.

Obecný projekt geologických aktivit

Nalezení a popis geologického (hostitelského) prostředí, které splňuje základní požadavky na ně kladené není zdaleka rutinní záležitostí. Přes vysokou hustotu geologické prozkoumanosti našeho státního území je jasné, že převážná část informací, které bude třeba znát před rozhodnutím o konkrétní lokalitě bude muset být získána speciálně zaměřeným průzkumem.

S ohledem na dlouhodobost řešení problematiky hlubinného úložiště jako celku, na nutnost koordinace geologických prací s řadou dalších disciplín, které se budou na řešení podílet a v neposlední řadě i nutnost zvládnout speciální metodiky a postupy při geologických pracích byl v roce 1995 zpracován a následně schválen Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO a VP v podmínkách ČR /2/. Zpracování tohoto projektu bylo financováno tehdejším Ministerstvem hospodářství ČR z prostředků státního rozpočtu a kromě pracovníků ÚJV se na něm podíleli odborníci z celé řady podniků i vědeckých institucí v České republice.

Obecný projekt je rozčleněn do následujících etap:

- etapa studijní a výzkumně-aplikační,
- etapa studia seismicity, neotektoniky a geodynamiky,
- etapa kritické rešerše archivovaných geologických informací,
- etapa nedestruktivního průzkumu,
- etapa destruktivního průzkumu.

Hlavní náplň jednotlivých etap je následující:

Etapa studijní a výzkumně-aplikační

Cílem prací zařazených do této etapy je zejména vývoj nových metod a postupů, které bude třeba uplatnit při průzkumu vybraných lokalit. Půjde jednak o odzkoušení metod běžně používaných v zahraničí při řešení problému hlubinného úložiště, které u nás nejsou běžně aplikované a vypracování závazných metodických postupů na jejich realizaci. Rovněž metody, které jsou u nás používány pro řešení jiných problémů bude třeba testovat s ohledem na možnost jejich využití v rámci uvedených aktivit a dopracovat je do závazných metodických postupů, včetně zajištění jakosti. Dalším cílem popisované etapy bude získání potřebných údajů a charakteristik horninového prostředí pro počáteční stupeň modelového řešení bezpečnosti celého úložného systému.

Uvedené práce budou realizovány na testovací lokalitě. Tato bude situována v obdobném geologickém prostředí, které se uvažuje jako hostitelská struktura.

Etapa studia seismicity, neotektoniky a geodynamiky

Hlavním cílem prací, které budou realizované v rámci této etapy je monitorování stability celé dotčené části Českého masivu. V současnosti je jasné, že v oblasti výskytů granitoidních masivů na území naší republiky nelze očekávat výrazné pohyby, na druhé straně však nelze na základě současných znalostí vyloučit pohyby malé. S ohledem na požadované zajištění dlouhodobé bezpečnosti úložného systému je nutné před rozhodnutím o situování lokality mít k dispozici výsledky dlouhodobého monitorování stability.

Následující tři etapy zahrnují samotné geologické práce, které budou směřovat k určení vhodné hostitelské struktury pro hlubinné úložiště.

Etapa kritické rešerše archivovaných geologických informací

Cílem této etapy je shromáždění všech dostupných geologických informací z vytypovaných granitoidních oblastí a zhodnocení jejich využitelnosti pro další aktivity. Shromážděné informace budou využity jednak pro první zúžení výběru, jednak pro výběr využitelných informací, které je možno použít při realizaci geologických prací na konkrétní lokalitě. Obecný projekt předpokládá, že po provedení kritické rešerše bude pro realizaci další etapy prací vybráno cca 8 lokalit o rozloze v desítkách km².

Etapa nedestruktivního průzkumu

Tato etapa představuje první část geologicko-průzkumných prací na vybraných lokalitách. Jako nedestruktivní je označena proto, že práce, které v jejím průběhu budou provedeny, nenaruší horninovou strukturu v hloubce, kde se předpokládá umístění hlubinného úložiště. Jejich cílem bude shromáždění informací o vývoji granitoidních masivů a potvrzení oprávněnosti výběru horninového typu.

Obecný projekt předpokládá v rámci popisované etapy realizaci těchto hlavních aktivit:

- ověření hloubkového dosahu granitoidního masivu pomocí gravimetrie,
- pokrytí celé lokality komplexem geofyzikálních metod,
- provedení geologického mapování v měřítku 1 : 10 000 s využitím potřebného množství a sortimentu technických prací pro ověření geofyzikálních anomálií,
- realizace komplexu účelových mapování, zejména pak strukturálně-geologického, hydrogeologického, hydrologického, geochemického a inženýrsko-geologického,
- realizace vrtů do hloubek cca 200 - 300 m s cílem zjistit hloubkový vývoj a získat základní geologické, geochemické, hydrogeologické, a geotechnické informace z tohoto hloubkového intervalu,
- samozřejmě součástí prací budou práce mineralogické, petrografické a celý sortiment potřebných analýz a jejich interpretace.

Etapa destruktivního průzkumu

V rámci této etapy budou na vybrané lokalitě provedené geologické práce v hloubkách předpokládaného hlubinného úložiště. Těžiště prací bude spočívat ve vrtných pracích, speciálních hydrogeologických testech a speciálních geofyzikálních metodách, zejména vrtní geofyziky a geofyzikální tomografie. Obecný projekt nespecifikuje v detailu náplň této etapy zejména proto, že její zahájení je projektované po roce 2005 a lze proto reálně očekávat, že do té doby dozná rozvoj geologické metodiky obecně i rozvoj speciálních metod výrazných změn. Zároveň samozřejmě předpokládáme značný přínos z realizace studijní a výzkumně-aplikační etapy.

S ohledem na časový horizont cca 30 let, ve kterém budou zmíněné geologické práce realizované, bude Obecný projekt pravidelně aktualizován tak, aby byla zajištěna jeho průběžná použitelnost.

Závěr

Prezentovaný materiál podává v maximálně zhuštěné formě základní informace o geologických aspektech hlubinného úložiště vysoce aktivních odpadů a vyhořelého paliva v České republice. Zároveň uvádí základní kroky, které povedou podle Obecného projektu geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO a VP v podmínkách ČR k výběru lokality.

Je nutné zdůraznit, že prezentovaný materiál sleduje pouze geologické aspekty a nebere v potaz jiné vlivy, které mohou výběr lokality zásadním způsobem ovlivnit, zejména pak postoje veřejnosti.

Literatura

- /1/ Witherspoon P. A. ed. (1996): Geological Problems in Radioactive Waste Isolation. Second Worldwide Review. University of California, Earth Sciences Division.
- /2/ Woller F. et al. (1995): Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO a VP v podmínkách ČR. Archiv ÚJV a.s. Řež.