

PRÍRODNÁ A UMELÁ RÁDIOAKTIVITA V PRIESTORE RÚ RAO MOCHOVCE

Juraj Bezák, URANPRES s.r.o. Spišská Nová Ves
Jozef Daniel, URANPRES s.r.o. Spišská Nová Ves
Jozef Morávek, VÚJE Trnava



SK00K0182

1. Úvod

Jedným z dôležitých článkov existencie jadrovej elektrárne je definitívne uloženie nízko a stredne aktívneho rádioaktívneho odpadu upraveného do vhodnej formy. K tomu, aby takýto sklad bol bezpečný a stabilný na pomerne dlhé obdobie (oddeľuje uložené RAO od životného prostredia), je potrebné dokonale poznať hlavne prírodné prostredie, do ktorého je úložisko situované. Preto je dôležité a správne upresniť poznatky i pre Republikové úložisko rádioaktívnych odpadov (RÚ RAO) Mochovce, a to s cieľom zvýšenia jeho využiteľnosti aj s ohľadom na predpokladané rozšírenie kapacity úložiska. V auguste 1999 bol v rámci úlohy: „Zvýšenie využiteľnosti RÚ RAO Mochovce“ vypracovaný a schválený projekt geofyzikálneho prieskumu „Doplnkový geofyzikálny prieskum lokality RÚ RAO Mochovce a blízkeho okolia“. Na základe tohto projektu bola realizovaná úloha „Rádiometrický a radarový prieskum RÚ RAO Mochovce“.

Práce boli projektované so zameraním na meranie prírodnej a umelej rádioaktivity a stanovenie objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu na prieskumnej ploche a mali slúžiť k riešeniu geologických pomerov územia RÚ RAO Mochovce, ako i jeho vzťahu k životnému prostrediu ešte pred daním úložiska do prevádzky. Cieľom prieskumných prác bolo:

- ◆ zistenie výskytu a otvorenosti zlomových línií,
- ◆ zistenie objemovej aktivity radónu,
- ◆ zistenie prírodnej rádioaktivity územia nezávislou organizáciou,
- ◆ zistenie umelej rádioaktivity na území RÚ RAO nezávislou organizáciou.

Charakteristika záujmového územia

Úložisko rádioaktívnych odpadov sa nachádza v hornej časti svahovitej doliny cca 1 km od jadrovej elektrárne Mochovce. Na geologickej stavbe územia RÚ RAO sa podieľajú horniny neogénu a kvartéru.

Neogén – miocén:

- pyroxenické andezity sarmatu – amfibol – pyroxenický andezit s biotitom.
- vulkanoklastiká andezitov sarmatu – hyaloklastitové brekcie, ktoré dodávali materiál pre epiklastické vulkanické brekcie, ktoré sú tvorené fragmentmi andezitov.
- sivé až sivozelené íly s polohami piesčitých ílov sarmatu – sivé, zelenosivé a vo vrchných častiach tiež žltohnedé, väčšinou vápnité ílov s piesčitou prímесou.

Neogén – pliocén:

- piesčité íly s občasnými polohami jemnozrnných štrkov – stredne až hrubozrnné piesky, pestré škvornité, piesčité, miestami pevnejšie limonitizované íly, s občasným výskytom uhoľných ílov a polohami polymiktných drobno až strednozrnných štrkov s obsahom andezitov, kremeňov a kremenných pieskovcov.
- štrky, piesčité zvetrané štrky – v štrkoch prevláda vyzretý materiál žilného kremeňa a kremencov. Veľmi časté sú polohy sivých až žltosivých jemno až strednozrnných pieskov a len ojedinele sivých piesčitých ílov.

Kvartér:

- eolické sedimenty: spraše (pleistocén) – spraše sú vápnite, svetložltej až okrovej farby, ale jemnopiesčité s obsahom sludy.
- deluviálne sedimenty: hliny s úlomkami hornín vulkanitov (pleistocén – holocén) – fragmenty pyroklastík andezitov, íl, hlina a hrubozrnný piesok.
- polygenetické sedimenty: sprašovitá hliny (pleistocén – holocén) – tvoria prechodný typ sedimentov, ktoré sú tvorené žltosivými, okrovitými, odvápnenými, piesčitými hlinami.
- deluviálne sedimenty: piesčité hliny s občasnými štrkami a úlomkami hornín (pleistocén – holocén) – piesčité hliny s občasnými štrkami a úlomkami hornín, ktoré sú tvorené sivými, sivožltými, miestami pestrými sivohnedými hlinami s chaoticky rozptýlenými štrkami, občas aj s úlomkami vulkanoklastík.
- deluviálno – fluviálne sedimenty: piesčito – štrkovité hliny (pleistocén – holocén) – piesčito – štrkovité hliny, ktoré sú tvorené žltosivými, sivými, miestami oglejenými štrkovitými piesčitými hlinami.
- proluviálne sedimenty: prevažne hliny a piesčité hliny so zahľinenými štrkami (holocén) – sú tvorené 3 – 4 m hrubým heterogénnym súvrstvom sivých, sivožltých a miestami limonitovaných hĺn s polohami preplavených piesčitých štrkov, ílov a pieskov.
- fluviálne sedimenty: hliny ílovité až piesčito – ílovité s občasnými polohami štrkov (holocén)
- antropogénne sedimenty: a) navážky a násypy; b) odkopy a navážky – heterogénny hlinito – piesčitý a štrkovitý materiál, ktorý je základovou pôdou časti stavieb.

Realizované práce

Terénne geofyzikálne práce boli robené v nasledujúcich modifikáciách:

- meranie prírodnej rádioaktivity
 - meranie koncentrácie uránu (eU)
 - meranie koncentrácie tória (eTh)
 - meranie koncentrácie draslíka (K)
- meranie vyvolanej rádioaktivity
 - meranie koncentrácie cézia (¹³⁷Cs)
- meranie objemovej aktivity radónu.

Terénne merania prírodnej rádioaktivity boli robené spektrometriou gama in situ s použitím terénneho gamaspektrometra GS-256. Koncentrácie jednotlivých zložiek (eU, eTh, K) sú vypočítané na základe ciachovacích koeficientov. Prepočtami boli získané hodnoty úhrnnej gamaaktivity (eUt) a dávkového príkonu žiarenia gama (Da). Meranie umelej rádioaktivity sa realizovalo meraním ¹³⁷Cs spektrometricky prístrojom GS-256.

Meranie OAR bolo robené v 2 etapách. V 1. etape bolo pokryté územie prieskumnej plochy RÚ RAO a blízkeho okolia na ploche 800 x 300 m. V 2. etape boli na základe týchto meraní, ako i výsledkov štruktúrnej geofyziky (elektroprieskum, seizmika) vybrané časti plôch, na ktorých boli merania zahustené. Bolo realizované metodikou LUK, a to systémom plošného merania v sieti bodov. Plynopriepustnosť podloží hornín bola zisťovaná granulometrickou analýzou vzoriek hornín, ktoré boli odoberané vývrtmi do hĺbky cca 1 m.

Výsledky prieskumu

Na danej lokalite bolo zmeraných 738 bodov spektrometrie gama v sieti profilov. Profily po vonkajšom obvode RÚ RAO boli vzdialené od seba cca 30 m a krok merania bol taktiež 30 m. Profily vo vnútri RÚ RAO boli od seba vzdialené cca 20 m a krok merania na týchto profiloch bol 10 m. Z týchto 738 meraných bodov bolo pre účely kontroly kvality merania opakovane premeraných 70 bodov. Celkove tak bolo na lokalite realizovaných 808 meraní spektrometrie gama. Priemerné hodnoty prírodnej rádioaktivity pre jednotlivé litologické typy sú v Tabuľke č. 1.

<i>Kód</i>	<i>Geologické zaradenie</i>	<i>Obdobie</i>	<i>K</i>	<i>eU</i>	<i>eTh</i>	<i>eUt</i>	<i>Da</i>
1a	antropogénne sedimenty - návažky, násypy	holocén	1,29	2,37	7,77	9,77	49,88
1b	antropogénne sedimenty - odkopy, navážky	holocén	1,36	2,16	7,95	9,85	50,12
2	fluviálne sedimenty - hliny	holocén	1,22	2,28	8,85	10,02	51,21
3	proluviálne sedimenty - hliny	holocén	1,45	3,15	10,22	12,21	62,63
4	deluviálne - fluviálne sedimenty : piesčito štrkovité hliny	pleistocén/holocén	1,21	2,52	8,23	9,94	50,94
5	deluviálne sedimenty : piesčité hliny s občasnými štrkami	pleistocén/holocén	1,16	2,55	8,51	9,96	51,12
6	polygenetické sedimenty : sprašové hliny	pleistocén/holocén	1,10	3,05	9,42	10,74	55,47
7	deluviálne sedimenty : hliny s úlomkami hornín vulkanitov	pleistocén/holocén	1,00	2,58	7,82	9,19	47,40
8	eolické sedimenty : spraše	pleistocén					
9	štrky, piesčité zvetralé štrky	pliocén	1,10	2,41	7,87	9,34	47,92
10	piesčité íly s občasnými polohami jemnozrnných štrkov	pliocén	1,08	2,25	7,10	8,73	44,75
11	sivé až sivozelené íly s občasnými tenkými polohami piečitých ílov	miocén					
12	vulkanoklastiká	miocén					
13	pyroxenické andezity	miocén					
15	zosuvy		1,19	2,64	9,23	10,48	53,77
Celkom			1,25	2,40	7,95	9,79	50,08

Hodnoty draslíka v skúmanom území sa pohybujú od 0,8 do 2,1 %, s priemernou hodnotou 1,26 %. Tento obsah je nižší ako je priemerný obsah pre územie Slovenska, t.j. 1,61 % (DANIEL, 1996). Pri meraní širšieho okolia Mochoviec bola nameraná priemerná hodnota draslíka 1,55 % (DANIEL ET AL., 1997). Výrazná je zmena (skok) medzi hodnotami na neporušenej časti a v „stavebnej jame“, čo je zapríčinené obnažením iných hornín, resp. navážkami, oproti okolitým horninám. Najvyššie hodnoty obsahov K boli zistené v severovýchodnej časti, východne od samotnej stavby úložiska, a to v horninách, ktoré boli dovezené ako navážka, a to až do 1,9 % K. Pomerne vysoké hodnoty vzhľadom k celku sú i na okrajoch plochy, a to v juhozápadnej a juhovýchodnej časti. Vyššie hodnoty v juhovýchodnej časti sú v navážkových horninách a v juhozápadnej časti sú to prolúviálne sedimenty – hliny. Nízke hodnoty po východnej strane skúmanej plochy sú spôsobené hlavne deluviálnymi piesčitými hlinami so štrkom s piesčitými pliocénnymi ílmi s občasnými polohami jemnozrnných štrkov. Prostredná časť plochy, kde sú obnažené miocénne sivé až sivozelené íly s občasnými polohami piesčitých ílov má priemernú hodnotu 1,08 % K.

Hodnoty koncentrácie eU charakterizujú geologickú stavbu územia, odkopy a navážky. Hodnoty U sa pohybujú v pomerne širokom rozmedzí, a to od 0,8 ppm do 6,4 ppm, s priemerom 2,4 ppm. Pre územie Slovenska je priemerná hodnota 3,3 ppm eU, pričom v širšej oblasti Levice – Mochovce sa hodnoty eU pohybujú v rozsahu 2,5 - 5,2 ppm s priemernou hodnotou 3,57 ppm. Najvyššie hodnoty eU boli namerané v navážke v severovýchodnej časti plochy, kde hodnoty U dosahujú až 6,4 ppm eU. Menšie zvýšenia sú i v juhozápadnej časti plochy, a to v piesčitých íloch s občasnými polohami jemnozrnných pieskov, kde hodnoty dosahujú 3,6 ppm eU. V strednej, obnaženej časti plochy v miocénnych íloch sa hodnoty pohybujú od 1,2 do 3,6 ppm eU, teda v pomerne širokom rozsahu. Nízke hodnoty obsahu U boli zaznamenané v antropogénnych sedimentoch, v odkopoch a navážkach, 2,16 ppm eU a 2,37 ppm eU a v deluviálnych, ako i vo fluviálnych sedimentoch. Najvyššie priemerné hodnoty obsahov eU patria prolúviálnym sedimentom a hlinám s priemernou hodnotou 3,15 ppm a polygenetickým sedimentom – sprašovým hlinám s hodnotou 3,05 ppm eU. Celkove je možné vyššie hodnoty zistiť v severnej a západnej časti územia a nižšie hodnoty vo východnej polovici územia s vylúčením navezeného materiálu pre sanáciu zosuvu.

Hodnoty Th sa v predmetnom území pohybujú v rozmedzí 3,2 – 14,2 ppm eTh, s priemernou hodnotou 8 ppm eTh, pričom priemerná hodnota pre územie Slovenska je 9,4 ppm eTh. Podľa nameraných hodnôt je možné predmetné územie rozdeliť na dva základné súbory, pričom územie s vyššími hodnotami (8,5 – 11,5 ppm) sa nachádza na západnom a severnom okraji skúmanej plochy a plochu východnej časti územia s hodnotami 4 – 9 ppm eTh. Najvyššia hodnota bola nameraná v navážke na sanáciu zosuvu v severovýchodnej časti územia a to viac ako 14 ppm eTh. Vyššie hodnoty predstavujú v západnej časti deluviálne piesčité hliny s občasnými štrkami a prolúviálne sedimenty – hliny. Nízke hodnoty obsahov eTh sú vo východnej časti územia a i keď sú tu horniny vymapované ako podobné horniny v západnej časti, zrejme sa svojim chemickým zložením odlišujú, v danom prípade obsahom Th.

Prepočítané hodnoty úhrnnej gamaaktivity z 808 meraní sa pohybujú v rozsahu 4,8 – 19,3 μr , s priemernou hodnotou 9,8 μr . Táto hodnota je pre územie Slovenska 12,4 μr , pričom hodnoty kolíšu od 0,6 μr do 34,9 μr , v závislosti od obsahov K, eU a eTh. Pre širšiu oblasť Mochoviec je táto hodnota 13,56 μr , pričom najvyššími hodnotami sa prejavujú miocénne andezity a ich pyroklastiká a pleistocénne eolitické spraše, pretože prevažná časť týchto spraší pochádza z neovulkanického komplexu. Vyššími hodnotami sa prejavujú i kvartérne deluviálne sedimenty (13,8 μr). Oproti tomu najnižšími hodnotami úhrnnej rádioaktivity sa vyznačujú pliocénne štrky, piesky, vápnité íly a hlavne miocénne íly beladického súvrstvia. Na území RÚ RAO majú najnižšiu hodnotu eU_i štrky a piesčité zvetrané štrky – 7,87 μr , ďalej sú to antropogénne sedimenty s priemernou hodnotou 9,77 a 9,85 μr a deluviálne hliny – 9,19 μr . Najvyššími hodnotami sa vyznačujú prolúviálne sedimenty – hliny – 12,21 μr . Najvyššia hodnota úhrnnej gamaaktivity – 19,3 μr bola zistená v navážke pre sanáciu zosuvu v severovýchodnej časti plochy. Vyššie hodnoty eU_i sú v západnom a severnom ohraničení plochy, nižšie v strednej a východnej časti.

Hodnoty dávkového príkonu žiarenia gama (Da), prepočítané z nameraných koncentrácií prírodných rádionuklidov (K, U, Th), sa na území Slovenska pohybujú od 3 nGy.h⁻¹, až po 179 nGy.h⁻¹,

príčom priemerná hodnota je z viac ako 77 000 meraní $63 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ (DANIEL, 1996). V širšom okolí Levice – Mochovce je priemerná hodnota dávkového príkonu $70,18 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$, čo je vyššia ako hodnota pre celé územie Slovenska. Najnižšie hodnoty boli zistené v limnickom miocénnom neogéne – $66,1 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$, najvyššie v kvartérnych eolických sprašiach – $73,1 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ a v andezitoch – $72,7 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$. Hodnoty dávkového príkonu sa pohybujú v rozmedzí $50 - 110 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$. Pre územie RÚ RAO je priemerná hodnota dávkového príkonu $50,2 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$, pričom sa hodnoty pohybujú od 24 do $100 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$. Vyššie hodnoty sú sústredené na západnej a severnej strane skúmaného územia, najnižšie hodnoty na východnej a južnej časti územia. Priemerný dávkový príkon pre jednotlivé sledované typy hornín sú od $44,7 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ pre štrky a zvetrané piesčité štrky po $62,6 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ pre prolúviálne sedimenty – hliny.

Meranie ^{137}Cs bolo robené na celej prieskumnej ploche, na totožných bodoch, ako meranie prírodnej rádioaktivity. Tieto merania samozrejme nemohli byť realizované a vyhodnocované v mieste stavby úložiska, kvôli zastavanosti plochy. Celé prieskumné územie je možné rozdeliť do dvoch základných polí, a to na pole s koncentráciou cézia do $1800 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$ a na pole $3\ 500 - 11\ 300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$. Hranica medzi nízkym a vysokým polom hodnôt je zo severnej strany prieskumnej plochy medzi profilmi 13 a 14, len v okolí bodov 14/090, 15/090, 15/120 a 14/120 je hranica nízkych hodnôt severnejšie. Na južnej strane plochy sú nízke hodnoty koncentrácie ^{137}Cs na celej ploche merania. Z východnej strany je to hranicou profil 6 a zo západnej je hranica nízkych a vyšších hodnôt koncentrácie medzi profilmi 2 a 3. Hodnoty nízkej koncentrácie ^{137}Cs sa pohybujú v rozsahu $26 - 3\ 530 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, pričom základné rozdelenie je v intervale 30 až $1\ 800 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, so strednou hodnotou $564 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$. Uvedené nízke hodnoty sú spôsobené tým, že uvedená plocha sa nachádza v „stavebnej jame“, z ktorej bola odstránená vrchná časť pokryvu, takže sa tu jedná o prostredie, v ktorom je rádioaktívne znečistenie po jadrovej havárii Černobyl, prípadne po skúškach jadrových zbraní odstránené. V severovýchodnej časti plochy v blízkosti meraných bodov 5/720 až 13/650 je veľmi málo odlišná situácia. V tomto prípade sa jedná o navezenú horninu, pravdepodobne lomový kameň, ktorého účelom bolo zaťaženie päty zosuvu, teda jeho stabilizácia. Iná situácia je po okrajoch meranej plochy, a to či v severnej, západnej, alebo východnej časti. Tu sa hodnoty koncentrácie ^{137}Cs pohybujú v rozmedzí hodnôt $3\ 581$ až $11\ 300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, so strednou hodnotou $7\ 100 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$. Rozptyl hodnôt v súbore je závislý od rôznych vplyvov ovplyvňujúcich koncentráciu cézia. Jedná sa o situovanie meraných bodov s ohľadom na sklon terénu, t.j. jeho členitosť, na využitie terénu, t.j. či sa jedná o ornú pôdu, lúku, resp. les a od typu zeminy. Podľa kritérií Slovenskej komisie pre životné prostredie časť hodnôt, ktoré presahujú hodnotu $5\ 300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$ prekračuje hodnoty kategórie, kde sa zisťuje pôvod, či zdroj znečistenia, čo v danom prípade je jednoznačné – znečistenie po havárii v jadrovej elektrárni Černobyl. Priemerná hodnota pre odkrytú časť územia RÚ RAO Mochovce je $564 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, pre okrajové časti je to $7\ 099 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, priemerná hodnota pre celé merané územie je $1\ 896 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, čo je nižšie než priemerná hodnota pre celé územie SR, ktorá je $2\ 200 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$.

Pre meranie objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu bolo na lokalite realizovaných v prvej etape 716 odberov pôdneho vzduchu v sieti profilov na zhruba rovnakých bodoch ako spektrometria gama. Po spracovaní predbežných výsledkov a po konzultáciách s riešiteľmi ostatných čiastkových úloh a odberateľom boli tieto merania zahustené. V rámci druhej etapy bolo odobratých ďalších 405 vzoriek pôdneho vzduchu. Celkove bolo teda odobratých 1121 vzoriek pôdneho vzduchu, z ktorých bolo vyhodnotených 951. Pre posúdenie plynopriepustnosti podložnej pôdy bolo realizovaných 19 granulometrických analýz vzoriek z odvrto do hĺbky cca 1 m po celej prieskumnej ploche. Na 6 vzorkách bola plynopriepustnosť vyhodnotená ako malá a na 13 vzorkách ako stredná. Výsledky merania sú znázornené v mape objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu. Anomálne zvýšené hodnoty objemovej aktivity radónu boli interpretované po konzultáciách s riešiteľkou geoelektrických meraní a delíme ich na štyri typy anomálií podľa pôvodu :

1. anomálie spôsobené zvýšenou emanáciou radónu z hornín, ktoré majú prirodzene vyšší obsah uránu
2. anomálie spôsobené nakoncentrovaním radónu v pôdnom vzduchu pôsobením nejakej prekážky na povrchu
3. anomálie spôsobené zvýšenou koncentráciou radónu v pôdnom vzduchu vplyvom viac

plynopriepustných hornín pod povrchom v hĺbkach tesne pod hĺbkou odberu pôdneho vzduchu

4. anomálie spôsobené vystupovaním radónu z väčších hĺbok po predpokladaných tektonických poruchách a trhlinách.

Anomáliu prvého typu lokalizujeme do SV okraja prieskumného územia, zhruba od metráže 16/110 po koniec profilu 16, od metráže 15/230 po koniec profilu a konce profilov 5, 6, 7 a 8 od spojnice metráží 5/700 a 8/670. V tomto priestore vystupujú plytko pod povrch pyroxenické andezity so svojimi vulkanoklastikami. Táto interpretácia je tiež podložená zvýšenými hodnotami koncentrácie uránu na tejto ploche.

Anomália druhého typu sa na danej prieskumnej ploche prejavuje len v úzkom páse na profile 20 v metráži 50 – 140, s miernym presahom až na profil 13 v metráži 80 – 85. Pravdepodobne sa tu prejavuje bariérový efekt základovej dosky budovy, pod ktorou sa hromadí radón v pôdnom vzduchu a ktorý spod nej uniká len úzkym pásom pôdy, kde je v okolí budovy relatívne najpriepustnejšia.

Anomáliu tretieho typu interpretujeme na profile 72 v metráži 0 – 120, s rozšírením až na profil 5, metráž 130 – 180 a priečne cez profily 70, 68, 66 po metráž 64/90 – 120. Túto anomáliu pripisujeme vplyvu väčšej plynopriepustnosti päty násypu v tomto priestore.

Anomálie štvrtého typu by sa mali prejavovať pozdĺžnymi tvarmi, ktoré by mali kopírovať tektonické poruchy, na ktoré sú viazané. Na danej prieskumnej ploche interpretujeme tento typ anomálie v troch prípadoch, aj keď iba v jednom prípade sa prejavuje takto charakteristicky.

Najvýraznejšia anomália objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu prakticky kopíruje priebeh profilu 9 v metráži 0 – 330 na JZ okraji prieskumnej plochy. Jedná sa o pomerne širokú anomáliu, ktorú prisudzujeme tektonickej línii smeru SZ – JV, ktorá je tiež indikovaná v geologickej mape. Táto tektonická línia by mala byť ukončená podľa prejavov v mape izolínií objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu v priestore kríženia profilov 9 a 5.

Anomálie v priestore profilov 5 a 6 na metráži 250 – 290 a v priestore 5/520 – 540 až 6/510 – 530 interpretujeme ako prejavy možných paralelných tektonických línii v smere SZ – JV, ktoré však končia pod ílovitým komplexom. Tieto tektonické línie sú približne v línii bodov 2/400 – 6/280 a 34/190 – 6/520. Vzhľadom na ich prejavy na povrchu uvažujeme, že tieto tektonické línie pôsobia aj v nadložných íloch a miestami otvárajú trhlinky pre prenos radónu z hlbších častí až na povrch.

Pre celú prieskumnú plochu bola z 951 vyhodnotených bodov zistená priemerná hodnota koncentrácie radónu v pôdnom vzduchu $21,5 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$ so štandardnou odchýlkou $14,7 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$, minimálna hodnota bola 0,3 a maximálna $104,8 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$.

Záver

V rámci tejto úlohy boli projektované práce so zámerom prispieť k riešeniu geologických pomerov územia RÚ RAO Mochovce, ako i definovať stav životného prostredia v tejto lokalite ešte pred daním úložiska do prevádzky.

Prírodná rádioaktivita územia bola charakterizovaná mapami jednotlivých zložiek prírodnej rádioaktivity, a to mapami koncentrácie draslíka (^{40}K), uránu (eU) a tória (eTh), ktorých hodnoty boli namerané priamo pri terénnych prácach na danej lokalite, ako i mapami vypočítaných hodnôt úhrnnej gamaaktivity (eUt) a dávkového príkonu gama žiarenia (Da). Z nameraných hodnôt vyplýva, že všetky zložky prírodnej rádioaktivity sú na danom území len prirodzeným obrazom geologickej stavby tohto územia, aj keď musíme prihliadnúť k faktu, že sa prejavil rozdiel medzi neporušeným územím a územím vo vnútri areálu RÚ RAO, kde sú v dôsledku stavebnej činnosti na povrchu odkryté iné litologické celky, ako okolo areálu. Inak sa na meraniach neprejavili nijaké mimoriadne anomálie, ktoré by naznačovali možnosť existencie iných, doposiaľ neznámych, litologických celkov v tomto priestore.

Charakteristiku umelej rádioaktivity v prírodnom prostredí dokumentuje mapa koncentrácie cézia (^{137}Cs). Je to podstatný prvok umelej rádioaktivity, ktorý bol do prírodného prostredia prinesený globálnym spádom a spádom po havárii v jadrovej elektrárni v Černobyle. Na mape sa výrazne

prejavili stavebné úpravy v areáli úložiska, keď bola odstránená povrchová vrstva pôdy, v ktorej sa akumulovala podstatná časť cézia. Tým sa priestor úložiska svojimi nízkymi hodnotami koncentrácie cézia výrazne odlišuje od okolitého terénu, v ktorom sa obsah cézia znižuje vplyvom rôznych faktorov len prirodzenou cestou. Táto mapa vlastne vyjadruje momentálny stav v oblasti umelej rádioaktivity (koncentrácia cézia), a tak sa môže do budúcnosti stať dôležitým porovnávacím materiálom pre následný monitoring v tejto oblasti aj po spustení úložiska do prevádzky.

Pri hodnotení výsledkov radónového prieskumu má pre praktické použitie najväčší význam vymapovanie tých anomálií objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu, ktoré interpretujeme ako anomálie spôsobené vplyvom prínosu radónu z väčších hĺbok po tektonických líniiach a puklinách. Tento cieľ sa podarilo splniť vďaka úzkej spolupráci s riešiteľkou ostatných geofyzikálnych metód. Táto časť prieskumu bola oproti ostatným mierne problematická, nakoľko na radónový prieskum má veľký vplyv inžinierskogeologická stavba územia, hlavne plynopriepustnosť podložných hornín. Táto je v území prieskumu pomerne malá a dosť variabilná, čo sa aj prejavilo vo výsledkoch radónového prieskumu, keď jednotlivé namerané anomálie neboli až také výrazné, ako boli predpoklady v štádiu projektovania tejto úlohy. Napriek tomu bol cieľ úlohy splnený.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- DANIEL J., 1996: Geofaktory životného prostredia – prírodná rádioaktivita
DANIEL J., MAŠLÁROVÁ I., 1997: Východiskový stav prírodnej a vyvolanej rádioaktivity v oblasti Levice – Mochovce