**KORAL,s.r.o., Sládkovičova 5, Spišská Nová Ves**

Registr. spoločnosti: Obchodný register Okresného súdu Košice I, oddiel: Sro, v.č. 8973/V

IČO: 36169641, DIČ: 2020032674, tel., 421 - 53 - 4411 834, email: koral@koral.sk

# MERANIE ÚROVNE PRÍRODNÉHO IONIZUJÚCEHO ŽIARENIA V BANSKÝCH PRIESTOROCH BANE MÁRIA ROŽŇAVA.

## MERANIE OBJEMOVEJ AKTIVITY $^{222}$Rn V OVZDUŠÍ VZDUCHU A MERANIE VONKAJŠIEHO GAMMA ŽIARENIA V BANI MÁRIA, ROŽŇAVA

**Objednávateľ:** GEMER-CAN, s.r.o., Trieda SNP 207/42, 040 11 Košice

**Účel:** **Orientačný radónový a gamaspektrometrický prieskum**

**Lokalita:** **Rožňava**

**Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Jozef Komoň**

**Dátum: október 2012**

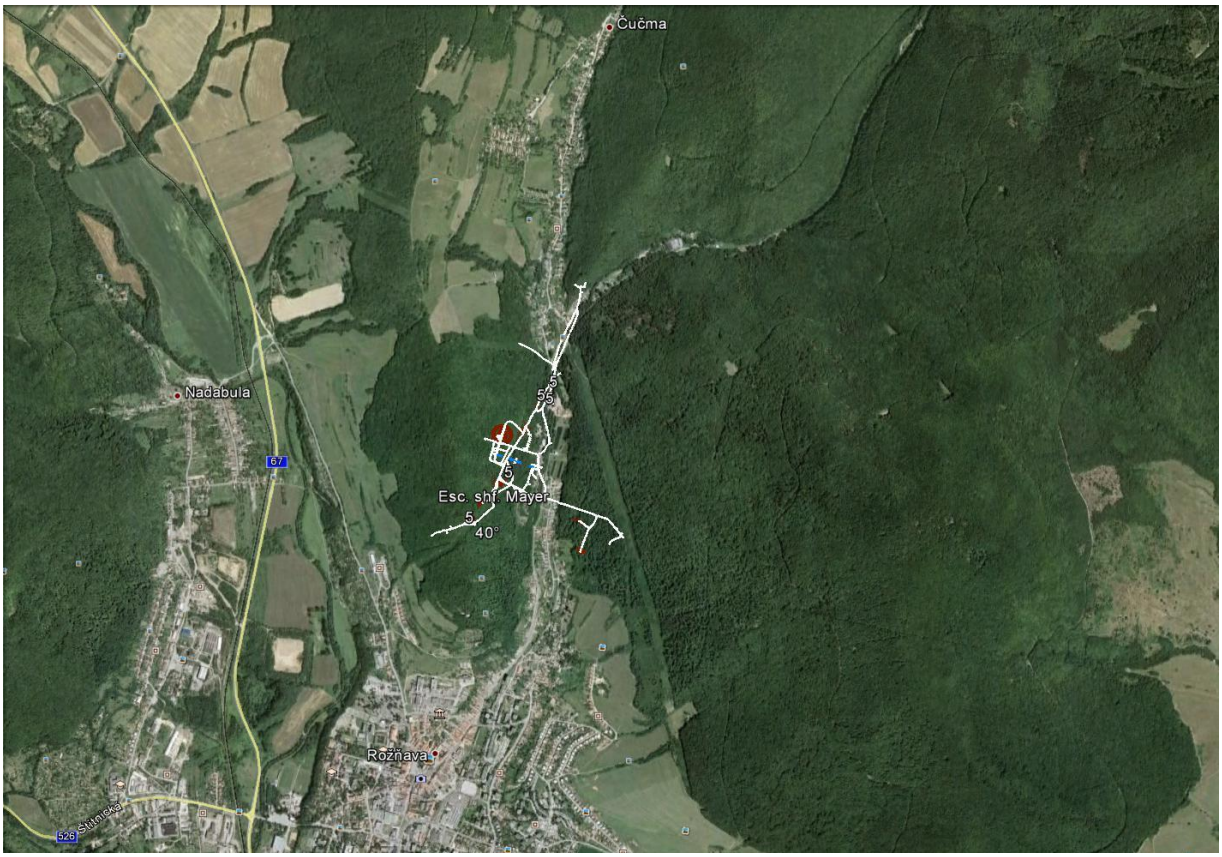
## 1. ÚVOD

Geofyzikálny prieskum bol zrealizovaný na základe požiadavky spoločnosti GEMER-CAN, s.r.o., Trieda SNP 207/42, 040 11 Košice. Geofyzikálne práce (radónový a gamaspektrometrický prieskum) boli realizované na lokalite: Baňa Mária, Rožňava

Cieľom radónového prieskum bolo zistenie distribúcie hodnôt objemovej aktivity radónu (OAR) v banskom vzduchu a stanovenie kategórie radónového rizika v príslušnej lokalite. Cieľom gamaspektrometrického prieskumu bolo stanoviť efektívnu dávku z vonkajšieho ožiarenia, v súlade s § 47odst.1 zákona č.355/2007 Z.z. o ochrane , podpore a rozvoji verejného zdravia.

## 2. CHARAKTERISTIKA SKÚMANEJ PLOCHY

Merané priestory sú súčasťou bane Mária, Rožňava. Zamerané body boli zvolené v miestach s najväčším predpokladaným výskytom pracovníkov v bani na horizonte VI, horizonte III a pri vstupe do bane. Baňa je neustále vetraná, čo znižuje výskyt radónu v banskom vzduchu.




**Obr. č. 1 Lokalizácia meranej plochy**

## 3. METODIKA GEOFYZIKÁLNEHO PRIESKUMU

Radón (izotop $^{222}Rn$) je plyn zo skupiny inertných plynov a patrí medzi najvýznamnejšie zdroje prírodného žiarenia. Je súčasťou rozpadového radu $^{238}U$ a vzniká rozpadom $^{226}Ra$. Radón a dcérske produkty jeho rozpadu sa podieľajú približne polovicou na celkovej radiačnej záťaži populácie.

V prírodnom prostredí je objemová aktivita $^{222}Rn$ priamo úmerne závislá na hmotnostnej aktivite $^{226}Ra$ v horninovom prostredí, hustote prostredia, koeficiente emanácie a nepriamo úmerná jeho pórovitosti. Z regionálneho hľadiska ovplyvňujú objemovú aktivitu radónu (pri bežných koncentráciách rádia v horninovom komplexe) najmä zmeny hustoty a pórovitosti miestnych zemín a hornín.

V geologickom prostredí sa radón šíri difúznym a konvekčným prúdením. Difúzia spôsobuje pohyb molekúl v smere koncentračného gradientu a preto je ovplyvnená vlastnosťami prostredia (pórovitosť, vlhkosť a pod.). Konvekčné prúdenie radónu spôsobujú zmeny fyzikálnych podmienok prostredia (teplotné a tlakové gradienty) a pohyb podzemných vôd. Uplatňuje sa najmä v tektonicky porušených zónach, dislokáciách a v prostredí s vysokými hodnotami difúzie (pórovité horniny, silne vyvinutý zvetralinový plášť a pod.). V porovnaní s difúziou je dĺžka transportu radónu konvekciou asi o rád vyššia. Veľký význam pre prenos radónu má tektonická prepracovanosť hornín. Tektonické poruchy umožňujú transport radónu aj na pomerne veľké vzdialenosti.

Pre účely hodnotenia územia z hľadiska radónového rizika bolo meranie objemovej aktivity radónu ($c_A$) v banskom vzduchu robené scintilačnou metódou. Objemová aktivita radónu bola stanovená na základe merania vzoriek pôdneho vzduchu odobratých z málo vetraných priestorov –dutiny po závrtoch, spoza obloženia, v slepých štôlňach a uzavretých priestoroch.

Rádioaktivita patrí k zložkám životného prostredia počas celej existencie našej planéty. Celá biosféra sa počas svojej existencie permanentne nachádza v rádioaktívnom poli. Rádioaktívna záťaž je vyvolaná mimozemskými a pozemskými zdrojmi (tieto môžeme ďalej rozdeliť na prirodzené a umelé). Podľa spôsobu pôsobenia na človeka rádioaktívne pole môžeme rozdeliť na vonkajšie a vnútorné. Rádioaktívne žiarenie je emitované pri rozpade rádioaktívnych prvkov, či už pôsobením vonkajšieho žiarenia, alebo vnútornou nestabilitou. Rádioaktivita je jav, pri ktorom sa jadrá atómov určitého prvku samovoľne premieňajú na jadra iného prvku, pričom je emitované vysokoenergetické žiarenie. Jadrá vykazujúce túto vlastnosť sa nazývajú rádionuklidy.

Rádioaktivitu v horninách spôsobuje viac ako 230 rádionuklidov hlavné zastúpenie majú 40K, 238U, 232Th. Tórium a urán vytvárajú prírodné rádioaktívne rozpadové rady, ktorých členy sú nestabilné a vystupujú ako zdroje rádioaktívneho žiarenia. Dôležitým členom týchto rozpadových radov je plynný prvok radón.

Draslík 40K je všeobecne rozšíreným prírodným (primárnym) rádionuklidom s veľmi dlhým polčasom rozpadu 1,26.109 rokov.

Urán 238U (T1/2 = 4,51.109 rokov) je vďaka svojmu dlhšiemu polčasu najrozšírenejším druhom uránu v prírode. Dá sa tiež využiť ako štiepny materiál, avšak nie priamo, ale cez plutónium, ktoré v atómovom reaktore vzniká z 238U pohltením neutrónu.

Tórium 232Th (T1/2=1,39.1010rokov) patrí k najrozšírenejším prírodným rádionuklidom obsiahnutým v horninách zemskej kôry (spolu s 40K).

V prírode sa urán nachádza v troch formách: jednak tvorí samostatné minerály, jednak je izomorfne primiešaný v horninotvorných mineráloch a vyskytuje sa i v rozptýlenej forme. Tórium je litofilným prvkom a pri magmatickej diferenciácii sa koncentruje v neskorých štádiách a nahrádza prvky vzácnych zemín.

Draslík je tiež litofilným prvkom, s kremíkom, sodíkom a vápnikom je hlavným horninotvorným prvkom. Jeho nahromadenie nastáva pri draselnej metasomatóze.

K zhodnoteniu celkovej rádioaktivity sa používa dávkový príkon

Dávkový príkon gama žiarenia sa počíta podľa vzťahu:

D°a [nGy.h-1] = 13,139 • K [%] + 5,701 • eU [ppm] + 2,506 • eTh [ppm]

Efektívny dávkový príkon He vyjadruje účinky ionizačného žiarenia na ľudský organizmus. Je váženou strednou hodnotou dávkových ekvivalentov v tkanivách a orgánoch ľudského tela . Jednotkou je Sv (J/kg)

He = D°a t *0.7

0.7 je prevodný koeficient podľa UNSCEAR (1988)

## 4. POPIS VYKONANÝCH PRÁC

Pre prieskum objemovej aktivity Rn v pôdnom vzduchu bolo odobratých **41 vzoriek** z danej lokality.

Pre stanovenie radónového rizika bolo použitých **43 vzoriek** pôdneho vzduchu.

Objemová aktivita radónu bola zmeraná prístrojom LK-1.

Meracie zariadenie bolo overené štátnym metrologickým strediskom ÚPKM pri SZU Bratislava.

Osvedčenie o odbornej spôsobilosti č. OOZPŽ/1012/2007 odbornej spôsobilosti osoby vykonávajúcej meranie objemovej aktivity $^{222}$Rn vo vzduchu, bol vydaný Úradom verejného zdravotníctva Slovenskej republiky v Bratislave, dňa 14. 03. 2007.

Pre stanovenie efektívnej dávky sme použili gamaspektrometer GS-512. Merané boli hodnoty K, U a Th v celkovom počte **43** približne na rovnakých miestach ako bol odobraný i radón.

| Oblasť | Merané body a Rn |
|---|---|
| 1 – VI. horizont | 1,2,3,4,5 |
| 2 – VI. horizont | 6,7,8 |
| 3 – VI. horizont | 9,10,11,12,13,14,15 |
| 4 – VI. horizont | 16,17,18,19,20 |
| 5 – VI. horizont | 21,22,23,24,25 |
| 6 – VI. horizont | 26,27,28,29 |
| 7 - III horizont | 30,31,32,33,34,35,36 |
| 8 – Vstup do bane | 37,38,39,40,41,42,43 |

Lokalizácia meraní
Baňa Mária - 6. obzor
M. 1:4000
N
315400
1241450
1242450
315900
1
2
3
4
5
6
7
8

## 5. VYHODNOTENIE PRÁC

Zhodnotenie rizika z ožiarenia zvýšeným prírodným ionizujúcim žiarením vychádza z legislatívy:

**345/2006 Z.z., NARIADENIE VLÁDY Slovenskej republiky** z 10. mája 2006

o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením.

A ďalej **Zákonom** o verejnom zdravotníctve **č. 355 / 2007 Z. z. Zákon o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov, Nariadením vlády SR č. 345/2006** Z.z., ktorým sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na obmedzenie ožiarenia z prírodného žiarenia,.

Podľa nariadenia vlády je **345/2006 Z.z.,** je vyšetrovacia úroveň radónu 400 Bq/m$^3$. Smerná hodnota pre vykonanie opatrení na obmedzenie ožiarenia pracovníkov na pracovisku s výskytom radónu v ovzduší je objemová aktivita radónu na pracovisku 1000 Bq/m3 v priemere za kalendárny rok.

Objemová aktivita radónu v bani vykazuje nízke hodnoty napriek tomu, že odbery boli vykonávané z častí bane, kde je predpoklad slabého vetrania – spoza obloženia z návrtných dier a dutín ( priemerne 0.9 kBq/m3). V pobytových priestoroch a chodbách predpokladáme hodnoty ešte nižšie, kvôli intenzívnym vetraniu bane. Hodnota výskytu radónu v ovzduší neprekračuje smernú hodnotu na vykonanie opatrení.

**Dátum merania:** 31. 10. 2012

| Číslo Bodu | $c_A$ [ kBq.m$^{-3}$] | ± | $u_c$ | číslo bodu | $c_A$ [ kBq.m$^{-3}$] | ± | $u_c$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.4 | ± | 0.1 | 23 | 1.3 | ± | 0.3 |
| 2 | 0.9 | ± | 0.2 | 24 | 1.0 | ± | 0.2 |
| 3 | 0.6 | ± | 0.2 | 25 | 1.1 | ± | 0.2 |
| 4 | 0.6 | ± | 0.2 | 26 | 0.9 | ± | 0.2 |
| 5 | 1.4 | ± | 0.3 | 27 | 1.7 | ± | 0.3 |
| 6 | 2.0 | ± | 0.4 | 28 | 1.3 | ± | 0.3 |
| 7 | 1.5 | ± | 0.3 | 29 | 1.2 | ± | 0.3 |
| 8 | 1.3 | ± | 0.3 | 30 | 1.2 | ± | 0.3 |
| 9 | 1.2 | ± | 0.3 | 31 | 0.8 | ± | 0.2 |
| 10 | 0.9 | ± | 0.3 | 32 | 0.9 | ± | 0.2 |
| 11 | 0.9 | ± | 0.2 | 33 | 0.6 | ± | 0.2 |
| 12 | 0.7 | ± | 0.2 | 34 | 0.9 | ± | 0.2 |
| 13 | 0.6 | ± | 0.2 | 35 | 0.9 | ± | 0.2 |
| 14 | 0.7 | ± | 0.2 | 36 | 1.0 | ± | 0.2 |
| 15 | 0.7 | ± | 0.2 | 37 | 1.6 | ± | 0.3 |
| 16 | 0.6 | ± | 0.2 | 38 | 0.7 | ± | 0.2 |
| 17 | 0.8 | ± | 0.2 | 39 | 1.6 | ± | 0.3 |
| 18 | 0.4 | ± | 0.1 | 40 | 1.1 | ± | 0.2 |
| 19 | 0.5 | ± | 0.2 | 41 | 0.9 | ± | 0.2 |
| 20 | 0.5 | ± | 0.1 | | | | |
| 21 | 0.8 | | 0.2 | | | | |
| 22 | 1.1 | | 0.2 | | | | |

| MIN | MAX | AVG | STD |
|---|---|---|---|
| ***0.4*** | ***2.0*** | ***0.9*** | ***0.4*** |

Vyšetrovacia úroveň pre efektívnu dávku z vonkajšieho ožiarenia je 1 mSv za rok.

| Číslo bodu | TC | K | U | Th | DA | HE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 36.50 | 4.70 | 6.40 | 23.30 | 155.90 | 0.96 |
| 2 | 36.90 | 4.80 | 6.20 | 24.80 | 159.81 | 0.98 |
| 3 | 34.80 | 4.70 | 5.60 | 22.60 | 149.61 | 0.92 |
| 4 | 35.90 | 4.60 | 7.50 | 23.40 | 161.08 | 0.99 |
| 5 | 32.40 | 4.20 | 6.90 | 18.30 | 139.73 | 0.86 |
| 6 | 45.10 | 6.10 | 7.10 | 28.00 | 189.90 | 1.16 |
| 7 | 42.90 | 5.60 | 7.30 | 28.00 | 184.50 | 1.13 |
| 8 | 41.90 | 5.40 | 7.20 | 24.50 | 172.58 | 1.06 |
| 9 | 34.10 | 4.80 | 5.80 | 21.60 | 149.56 | 0.92 |
| 10 | 35.10 | 4.90 | 6.10 | 21.90 | 153.32 | 0.94 |
| 11 | 35.00 | 4.70 | 5.60 | 22.90 | 150.36 | 0.92 |
| 12 | 31.50 | 4.40 | 5.40 | 18.00 | 133.08 | 0.82 |
| 13 | 35.00 | 4.60 | 6.80 | 23.10 | 156.36 | 0.96 |
| 14 | 32.40 | 4.40 | 6.10 | 17.90 | 136.80 | 0.84 |
| 15 | 32.20 | 4.20 | 5.20 | 20.80 | 136.31 | 0.84 |
| 16 | 20.50 | 2.60 | 4.70 | 12.70 | 92.35 | 0.57 |
| 17 | 14.20 | 1.80 | 3.80 | 7.90 | 64.81 | 0.40 |
| 18 | 24.50 | 3.10 | 4.90 | 16.30 | 109.00 | 0.67 |
| 19 | 22.30 | 2.60 | 5.00 | 13.50 | 96.05 | 0.59 |
| 20 | 16.50 | 1.90 | 4.20 | 10.70 | 75.37 | 0.46 |
| 21 | 30.50 | 3.40 | 7.10 | 20.50 | 135.88 | 0.83 |
| 22 | 44.90 | 4.90 | 9.30 | 32.50 | 197.91 | 1.21 |
| 23 | 44.40 | 5.70 | 11.10 | 23.70 | 196.64 | 1.21 |
| 24 | 23.80 | 2.90 | 6.60 | 13.20 | 108.30 | 0.66 |
| 25 | 43.60 | 5.70 | 9.90 | 23.90 | 190.33 | 1.17 |
| 26 | 39.70 | 4.40 | 10.70 | 25.70 | 182.36 | 1.12 |
| 27 | 33.70 | 4.40 | 7.80 | 20.00 | 151.69 | 0.93 |
| 28 | 38.20 | 4.20 | 9.60 | 23.70 | 168.52 | 1.03 |
| 29 | 36.20 | 4.20 | 9.10 | 20.20 | 156.95 | 0.96 |
| 30 | 42.90 | 6.00 | 9.70 | 22.10 | 188.63 | 1.16 |
| 31 | 40.10 | 5.80 | 6.00 | 23.40 | 168.26 | 1.03 |
| 32 | 33.20 | 4.10 | 9.20 | 17.40 | 149.23 | 0.92 |
| 33 | 25.00 | 3.30 | 5.10 | 16.00 | 112.00 | 0.69 |
| 34 | 34.60 | 4.70 | 7.00 | 18.90 | 148.33 | 0.91 |
| 35 | 28.50 | 3.80 | 6.10 | 16.50 | 125.46 | 0.77 |
| 36 | 29.80 | 4.20 | 6.30 | 16.10 | 130.83 | 0.80 |
| 37 | 23.10 | 2.90 | 5.20 | 12.50 | 98.61 | 0.60 |
| 38 | 20.30 | 2.60 | 3.60 | 14.40 | 90.35 | 0.55 |
| 39 | 14.60 | 2.10 | 2.50 | 7.80 | 61.10 | 0.37 |
| 40 | 11.60 | 1.70 | 3.50 | 5.40 | 55.56 | 0.34 |
| 41 | 14.60 | 2.00 | 3.60 | 7.20 | 64.54 | 0.40 |
| 42 | 13.70 | 1.80 | 2.90 | 7.00 | 57.46 | 0.35 |
| 43 | 16.20 | 2.10 | 4.00 | 8.50 | 71.36 | 0.44 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***MIN*** | ***11.60*** | ***1.70*** | ***2.50*** | ***5.40*** | ***55.56*** | ***0.34*** |
| ***MAX*** | ***45.10*** | ***6.10*** | ***11.10*** | ***32.50*** | ***197.91*** | ***1.21*** |
| ***AVG*** | ***30.77*** | ***3.98*** | ***6.37*** | ***18.53*** | ***134.34*** | ***0.82*** |
| ***STD*** | ***9.63*** | ***1.27*** | ***2.09*** | ***6.37*** | ***41.30*** | ***0.25*** |

Priemerná vypočítaná hodnota efektívnej dávky z vonkajšieho ožiarenia je 0.82 mS/rok.

Hodnota je pod vyšetrovacou úrovňou ionizujúceho žiarenia.

## 6. ZÁVER:

Objemová aktivita radónu bola stanovená na základe merania vzoriek banského vzduchu odobratých do dekontaminovaných a vákuovaných scintilačných lucasovych komôr o objeme 125 ml. Odbery banského vzduchu boli robené z miest s čo najnižšou možnou ventiláciou vzduchu.

Objemová aktivita radónu v banskom vzduchu **NEPREKRAČUJE** smernú hodnotu pre vykonanie opatrení na obmedzenie ožiarenia pracovníkov na pracovisku s výskytom radónu v ovzduší. Prekračuje však vyšetrovaciu úroveň hodnoty výskytu radónu v ovzduší. Nie sú potrebné žiadne ďalšie opatrenia na zamedzenie prieniku radónu do bane. Baňa je nepretržite odvetrávaná.

Meranie ionizujúceho žiarenia taktiež nepreukázalo zvýšenú úroveň žiarenia.

Použitá technológie merania radónu v ovzduší je len orientačná , takto získané hodnoty sú jednorazové odzrkadľujú len momentálnu úroveň radónu, nie dlhodobý priemer výskytu radónu v ovzduší, podobne i citlivosť lucasových komôrok je nízka na presné určenie hodnôt radónu v ovzduší v bani.

*Navrhujeme opakovane premerať úroveň objemovej aktivity radónu s použitím väčších lucasových komôrok a tiež navrhujeme pravidelne monitorovať úroveň efektívnej dávky z prírodného ionizujúceho žiarenia. Tiež navrhujeme na vybraných miestach s dlhodobým pobytom ľudí v bani inštalovať monitorovací systém na meranie radónu v ovzduší.*

Osvedčenie o odbornej spôsobilosti č. OOZPŽ/1012/2007 odbornej spôsobilosti osoby vykonávajúcej meranie objemovej aktivity $^{222}$Rn vo vzduchu, bol vydaný Úradom verejného zdravotníctva Slovenskej republiky v Bratislave, dňa 14. 03. 2007.

Dňa: 08. 11. 2012 Riešiteľ: Mgr. Juraj Bezák